

Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)

El término “Poka Yoke” viene de las palabras japonesas “poka” (error inadvertido) y “yoke” (prevenir). Un dispositivo poka yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del poka yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas poka yoke implican llevar a cabo el 100% de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100% de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema poka yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método poka yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, autochequeo, o chequeo continuo.

Funciones reguladoras poka yoke

Métodos de control:

Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que lo de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.

No en todos los casos que se utilizan métodos de control es necesario apagar la máquina completamente, por ejemplo, cuando son defectos aislados (no en serie) que se pueden corregir después, no es necesario apagar la máquina completamente, se puede diseñar un mecanismo que permita “marcar” la pieza defectuosa, para su fácil localización; y después corregirla, evitando así tener que detener por completo la máquina y continuar en el proceso.

Métodos de advertencia:

Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.

En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo de control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente fácil.

Clasificación de los métodos Poka Yoke

1. *Métodos de contacto.* Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anomalías en el acabado o las dimensiones de la pieza, donde puede o no haber contacto entre el dispositivo y el producto.

2. *Método de valor fijo.* Con este método, las anomalías son detectadas por medio de la inspección de un número específico de movimientos, en casos donde las operaciones deben de repetirse un número predeterminado de veces.

3. *Método del paso-movimiento.* Estos son métodos en el cual las anomalías son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este extremadamente efectivo método tiene un amplio rango de aplicación, y la posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se esté planeando la implantación de un dispositivo Poka Yoke.

Medidores utilizados en sistemas Poka Yoke

Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos:

-Medidores de contacto:

Interruptor en límites, micro interruptores. Estos verifican la presencia y posición de objetos y detectan herramientas rotas, etc. Algunos de los interruptores de límites están equipados con luces para su fácil uso.

Interruptores de tacto. Se activan al detectar una luz en su antena receptora, este tipo de interruptores pueden detectar la presencia de objetos, posición, dimensiones, etc., con una alta sensibilidad.

Transformador diferencial. Cuando se pone en contacto con un objeto, un transformador diferencial capta los cambios en los ángulos de contacto, así como las diferentes líneas en fuerzas magnéticas, esto es de gran ayuda para objetos con un alto grado de precisión.

Trimetron. Un calibrador digital es lo que forma el cuerpo de un " trimetron", los valores de los límites de una pieza pueden ser fácilmente detectados, así como su posición real. Este es un dispositivo muy conveniente ya que los límites son seleccionados electrónicamente, permitiendo al dispositivo detectar las medidas que son aceptadas, y las piezas que no cumplen, son rechazadas.

Relevador de niveles líquidos. Este dispositivo puede detectar niveles de líquidos usando flotadores

Medidores sin-contacto:

Sensores de proximidad. Estos sistemas responden al cambio en distancias desde objetos y los cambios en las líneas de fuerza magnética. Por esta razón deben de usarse en objetos que sean susceptibles al magnetismo.

Interruptores fotoeléctricos (transmisores y reflectores). Interruptores fotoeléctricos incluyen el tipo transmisor, en el que un rayo transmitido entre dos interruptores fotoeléctricos es

interrumpido, y el tipo reflector, que usa el reflejo de las luces de los rayos. Los interruptores fotoeléctricos son comúnmente usados para piezas no ferrosas, y los de tipo reflector son muy convenientes para distinguir diferencias entre colores. Pueden también detectar algunas áreas por la diferencia entre su color.

Sensores de luces (transmisores y reflectores). Este tipo de sistemas detectores hacen uso de un rayo de electrones. Los sensores de luces pueden ser reflectores o de tipo transmisor.

Sensores de fibras. Estos son sensores que utilizan fibras ópticas.

Sensores de áreas. La mayoría de los sensores detectan solo interrupciones en líneas, pero los sensores de áreas pueden detectar aleatoriamente interrupciones en alguna área.

Sensores de posición. Son un tipo de sensores que detectan la posición de la pieza.

Sensores de dimensión. Son sensores que detectan si las dimensiones de la pieza o producto son las correctas.

Sensores de desplazamiento. Estos son sensores que detectan deformaciones, grosor y niveles de altura.

Sensores de metales. Estos sensores pueden detectar cuando los productos pasan o no pasan por un lugar, también pueden detectar la presencia de metal mezclado con material sobrante.

Sensor de colores. Estos sensores pueden detectar marcas de colores, o diferencias entre colores. A diferencia de los interruptores fotoeléctricos estos no necesariamente tienen que ser utilizados en piezas no ferrosas.

Sensores de vibración. Pueden detectar cuando un artículo está pasando, la posición de áreas y cables dañados.

Sensor de piezas dobles. Estos son sensores que pueden detectar dos productos que son pasados al mismo tiempo.

Sensores de roscas. Son sensores que pueden detectar maquinados de roscas incompletas.

Fluido de elementos. Estos dispositivos detectan cambios en corrientes de aire ocasionados por la colocación o desplazamiento de objetos, también pueden detectar brocas rotas o dañadas.

Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información:

Detector de cambios de presión. El uso de calibradores de presión o interruptores sensitivos de presión, permite detectar la fuga de aceite de alguna manguera.

Detector de cambios de temperatura. Los cambios de temperatura pueden ser detectados por medio de termómetros, termostatos, coples térmicos, etc. Estos sistemas pueden ser utilizados para detectar la temperatura de una superficie, partes electrónicas y motores, para lograr un mantenimiento adecuado de la maquinaria, y para todo tipo de medición y control de temperatura en el ambiente industrial.

Detectores de fluctuaciones en la corriente eléctrica. Relevadores métricos son muy convenientes por ser capaces de controlar las causas de los defectos por medio de la detección de corrientes eléctricas.

Detectores de vibraciones anormales. Miden las vibraciones anormales de una maquinaria que pueden ocasionar defectos, es muy conveniente el uso de este tipo de detectores de vibración.

Detectores de conteos anormal. Para este propósito se deben de usar contadores, ya sean con relevadores o con fibras como sensores.

Detectores de tiempo y cronometrajes. Cronómetros, relevadores de tiempo, unidades cronometradas, e interruptores de tiempo pueden usarse para este propósito.

Medidores de anomalías en la transmisión de información. Puede usarse luz o sonido, en algunas áreas es mejor un sonido ya que capta más rápidamente la atención del trabajador ya que si este no ve la luz de advertencia, los errores van a seguir ocurriendo. El uso de colores mejora de alguna manera la capacidad de llamar la atención que la luz simple, pero una luz parpadeante es mucho mejor.

Comparación en la aplicación de distintos tipos de dispositivos contra errores

La siguiente figura nos indica los tipos de dispositivos contra errores que existen actualmente, quien los emplea, el costo clasificado en bajo, medio, alto o muy alto, cuánto mantenimiento requiere y la confiabilidad del dispositivo.

Tipo	Fuente	Costo	Mantenimiento	Confiabilidad
Físico/mecánico	Empleados	Bajo	Muy bajo	Muy alta
Electro/mecánico	Especialistas	Mas alto	Bajo	Alta
Electrónicos	Poco especialista	Mas alto	Bajo pero especializado	Alta

Figura 6. Tipos de Poka Yoke

Se puede observar que conforme la aplicación se torna más tecnológica, el costo también se incrementa. Lo que se necesita hacer es encontrar la solución al problema, no justificar la compra de un dispositivo muy costoso.

Características principales de un buen sistema Poka Yoke:

- Son simples y baratos. Si son demasiado complicados o caros, su uso no será rentable
- Son parte del proceso. Son parte del proceso, llevan a cabo “100%” de la inspección
- Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error. Proporcionan feedback rápidamente para que los errores puedan corregirse

Cambio rápido de modelo (SMED) Single Minute Exchange Die

SMED significa “Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito”, Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. Desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo. Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los

procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente.

Objetivos de SMED

- Facilitar los pequeños lotes de producción
- Rechazar la fórmula de lote económico
- Correr cada parte cada día (fabricar)
- Alcanzar el tamaño de lote a 1
- Hacer la primera pieza bien cada vez
- Cambio de modelo en menos de 10 minutos
- Aproximación en 3 pasos
 1. Eliminar el tiempo externo (50%):

Gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga. Planificar las tareas reduce el tiempo (el orden de las partes, cuando los cambios tienen lugar, que herramientas y equipamiento es necesario, qué personas intervendrán y los materiales de inspección necesarios). El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar. La idea es mover el tiempo externo a funciones externas.
 2. Estudiar los métodos y practicar (25%)

El estudio de tiempos y métodos permitirá encontrar el camino más rápido y mejor para encontrar el tiempo interno remanente. Las tuercas y tornillos son unos de los mayores causantes de demoras. La unificación de medidas y de herramientas permite reducir el tiempo. Duplicar piezas comunes para el montaje permitirá hacer operaciones de forma externa ganando este tiempo de operaciones internas. Para mejores y efectivos cambios de modelo se requiere de equipos de gente. Dos o más personas colaboran en el posicionado, alcance de materiales y uso de las herramientas. La eficacia está condicionada a la práctica de la operación. El tiempo empleado en la práctica bien vale ya que mejoraran los resultados.
 3. Eliminar los ajustes (15%)

Implica que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

Beneficios de SMED

- Producir en lotes pequeños
- Reducir inventarios
- Procesar productos de alta calidad
- Reducir los costos

- Tiempos de entrega más cortos
- Ser más competitivos
- Tiempos de cambio más confiables
- Carga más equilibrada en la producción diaria

Fases para la reducción del cambio de modelo

Fase 1. Separar la preparación interna de la externa

Preparación interna son todas las operaciones que precisan que se pare la máquina y externas las que pueden hacerse con la máquina funcionando. Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, esto permite disminuir el tamaño de los lotes.

Fase 2. Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa

La idea es hacer todo lo necesario en preparar – troqueles, matrices, punzones, - fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare, rápidamente se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

Fase 3. Eliminar el proceso de ajuste

Las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida. En otras palabras, los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien – se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error va llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones –. Además, se emplea una cantidad extra de material.

Fase 4. Optimización de la preparación

Hay dos enfoques posibles:

- a) Utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distinto producto (diseño de conjunto);
- b) Producir las distintas piezas al mismo tiempo (diseño en paralelo)

Técnicas para la reducción del cambio de modelo

1. Estandarizar las actividades de preparación externa
2. Estandarizar solamente las partes necesarias de la máquina
3. Utilizar un elemento de fijación rápida
4. Utilizar una herramienta complementaria
5. Usar operaciones en paralelo
6. Utilizar un sistema de preparación mecánica