



Poka Yoke

Técnicas para prevenir errores y defectos



Poka Yoke: Técnicas para prevenir errores y defectos

Poka Yoke suena como palabras de un “conjuro de Hermione Granger...la aprendiz de bruja amiga de Harry Potter”- pero no es así-. **Poka Yoke** es una técnica desarrollada a finales de los 50's por el Dr. Shigeo Shingo para prevenir errores humanos que pueden ocurrir en el área de manufactura. Popularizándose hasta los años 60's en la línea de producción de Toyota.

Sin embargo, se ha visto que sus principios y bases pueden ser aplicados en cualquier ámbito de la vida cotidiana, ya sea comercial, industrial o familiar. Esto lo podemos ver a diario, y solo por citar algunos ejemplos:

- Cuartos de baño públicos en los que en los lavamanos solo surte la cantidad estándar indispensable de agua y solución jabonosa si “el detector de proximidad” nos detecta. Lo mismo sucede con el mingitorio y WC's, acción que se ejecuta para evitar que al usuario se le olvide cerrar la llave de paso del agua – jabón y se malgaste innecesariamente o se mantenga abierta desperdiciando más que la realmente indispensable.



- Autos que no arrancan la marcha si no se tiene puesto el cinturón de seguridad, ya que no se “cierra un circuito” evitando que el usuario quede desprotegido al no abrocharse el cinturón olvidándose de proteger su vida y viole el reglamento de tránsito en muchos países. La alarma sonará si deja uno la llave puesta en la marcha y se baja uno del auto, evitando el error de olvidar la llave dentro del auto, etc.



- Computadoras con conectores de diferentes formas para evitar que el usuario conecte erróneamente cables en lugares inadecuados de la computadora y la dañen por error.



- Cajeros automáticos que no continúan ninguna operación si no sacamos nuestra tarjeta, para evitar el error de dejarla olvidada dentro del cajero mismo. Indicación de error si la introducimos con el chip en posición invertida avisando que no puede ser leída.



- Un enfoque básico de esta técnica lo constituyen los juguetes educativos. Los cuales nos han ido acondicionando desde nuestra primera infancia a entender Poka Yoke de detección de contacto. Como es el caso del cubo con ranuras de diferentes figuras geométricas, que solo permiten el que se introduzcan los sólidos que acompañan al cubo, solo si el infante selecciona la pieza adecuada a la forma de ranura correcta. Se complementaría la enseñanza si los bordes de las ranuras tuvieran el color correspondiente a cada pieza y cada pieza tuviese un color diferente –uso de código de color- adicional.



El nombre Poka Yoke proviene de dos kanji – carácter “han” – o sinogramas utilizados en la escritura de la lengua japonesa “**Yokeru**” que significa EVITAR y **Poka** “ERROR INADVERTIDO”.

Grupos de habla inglesa lo han traducido como “Fool-Proofing” –A prueba de tontos- debido a que inicialmente el término usado en Japón era “**Baka Yoke**” sin embargo, operadores japoneses lo rechazaron por considerarlo denigrante y deshonroso. El Dr. S. Shingo en su primera visita a USA prefirió usar el término “Error avoidance” –evitando el error-, otros términos que se emplean en países anglosajones -por lo difícil que les resulta pronunciarlo- son: “mistake proofing” o “fail-safe operation”, sin embargo cada día se impone más el uso del término Poka Yoke alrededor del mundo, al menos en el medio industrial. La diferencia esencial entre un término y el otro es **ACTITUD**. Lo más sano, es evitar herir susceptibilidades y saber alentar a todas las personas, mostrándoles el asunto como un reto de grupo para logra detectar y evitar los errores. Las personas susceptibles de cometer un error son las que pueden contribuir más a preverlo y eliminarlo, lo cual solo se logra con su participación positiva e imaginativa en trabajo conjunto una vez que conocen la técnica y sus bases.

El objetivo principal de Poka Yoke es lograr “cero defectos”. De hecho, es uno de los componentes del Sistema Cero Control de Calidad (**ZQC**) del PhD Shigeo Shingo, cuya meta es eliminar los defectos en los productos. Fue concebido y es más un concepto que un procedimiento. Su

implementación está enfocada a, que piensa la gente que se puede hacer para prevenir errores en el lugar donde se desenvuelven profesionalmente, y no por un conjunto de instrucciones paso a paso a seguir de cómo hacer su trabajo.

El Sistema Cero Control de Calidad (ZQC en inglés y CCC en español) es definido por:

CCC = Técnicas Poka Yoke para corregir defectos + Inspección en la Fuente del Origen para prevenir los defectos.

Los principios ingenieriles en que se basa dicho sistema son:

- 100% de las inspecciones hechas por los operadores en el origen de la fuente en lugar de inspecciones a muestras.
- Inmediata retroalimentación de auto revisiones y verificaciones sucesivas de calidad.
- Empleo de mecanismos Poka Yoke.

El énfasis de este sistema es ir a la causa raíz del defecto o sea ir al origen de la fuente donde y cuando ocurre el defecto, evitando la necesidad de un proceso de control estadístico. Cabe mencionar que el Dr. S. Shingo es especialista en Procesos de Control Estadístico, conocido como el Gurú de la Calidad Japonesa.

Poka Yoke se comenzó implementando mediante el uso de objetos simples como pequeños e ingeniosos accesorios o artefactos sencillos, mecanismos preventivos empleados para prevenir a la gente de cometer errores, aún si ellos trataban deliberadamente de cometerlos. Todos estos mecanismos se conocen en el medio industrial como “mecanismos Poka Yoke” y son empleados para detener una máquina, alertar al operador de algo que está mal, etc.

Poka Yoke no implica tener que saber conceptos científicos elevados o avanzados o ciencias ocultas como las aprendidas en “Hogwarts” por “Harry Potter” –aun cuando a muchos de nuestros hijos les fascinaría, al menos a mi hija Ingrid si -, pero desafortunadamente para ella, yo no practico la magia y si he fabricado algunos pequeños mecanismos Poka Yoke simples, lo cual significa que cualquier simple “muggle” puede hacerlo. La base es conocer el proceso, entender el problema y buscar la solución más sencilla, fundamentada en lógica simple al más bajo costo posible. Los mecanismos Poka Yoke deben contar con las siguientes características:

- De fácil uso para cualquier persona lógica { no usé el famoso término “sentido común”, porque a través de los años de vida que tengo, me he percatado que no significa lo mismo para cada persona que he conocido}.
- Simples de instalar.
- No deben requerir de constante atención por parte del operador e idealmente, deben funcionar adecuadamente aún si alguna persona deseara “sabotear” o mejor dicho probar a ver si realmente funciona el “aparato”.
- Preferentemente muy económico.
- Que proporcione inmediata retroalimentación, prevención o corrección y mejor aún todas juntas.

El primer mecanismo Poka Yoke registrado como tal y empleando dicho nombre, surgió en la visita del Dr. S.Shingo a la planta de Yamada Electric en 1961, y consistió en lo siguiente:

Producto: La parte del producto que tenía el problema era un pequeño interruptor con dos botones simples de presión (push buttons) soportados por dos resortes.

Problema: En ocasiones algunos trabajadores en la sección de ensamble olvidaban colocar uno de los resortes debajo de cada uno de los dos botones. Con frecuencia el error no era detectado hasta que el producto llegaba a los Clientes, resultando costoso y muy molesto para la fábrica.

Solución del Dr. S. Shingo: Sugirió que cada trabajador debería tener un plato delante de él, con dos resortes para que no hubiera ninguna posibilidad de olvidar insertar cada uno debajo de cada botón. Y funcionó la más simple lógica!!! No magia. No costosos aditamentos. No complicaciones. Solo simplicidad, economía y facilidad extrema entendible por cualquier persona.

http://www.businesstrainers.net/pdf/TQM_vs_Poka_Yoke.pdf

S. Shingo comentaba: "Las causas de los defectos se encuentran en errores simples, y los defectos son el resultado de no darles importancia a dichos errores". De lo cual se desprende que, "...no se deben permitir que los errores se conviertan en defectos, lográndose si los errores de operatividad son descubiertos, eliminados de inmediato e informado dejando constancia. Los defectos provienen de los errores que se cometen, y ambos tienen una relación de causa-efecto. ... Sin embargo, los errores no se conviertan en defectos si la retroalimentación y la acción correctiva tiene lugar en la etapa del error mismo ". Poka-Yoke trata de encontrar los errores de un solo vistazo y hacer que se evite cometerlos.

Defectos y Errores no es lo mismo. Defectos son resultados. Errores son la causa que origina los resultados o defectos. Defectos son errores recurrentes.

El objetivo de Poka Yoke es reducir los defectos por errores humanos a través de posibles maneras simples y al más bajo costo. Siendo su mejor aplicación cuando previenen errores y no cuando solo los detectan y atrapan, ya que en este último caso tendremos un desperdicio y el objetivo de la manufactura esbelta es eliminar cualquier despilfarro. Los errores humanos se originan normalmente por alguna distracción de la gente, cansancio, confusión, desmotivación, entrenamiento inadecuado, mala actitud, etc. Un buen mecanismo Poka Yoke es el que no requiere ninguna atención del operador y previene el que ocurra el posible error a pesar de que el operador haya contribuido deliberadamente a que surja el error.

El Dr. S. Shingo reconoce tres tipos de inspección:

- Inspección de juicio o criterio,
- Inspección informativa
- Inspección de la fuente del origen o de la causa raíz.

La Inspección de Criterio la refiere como "Inspección de Calidad" para identificar los defectos que hacen que el producto no sea aceptable. Este tipo de inspección se hace para identificar defectos del producto antes de su distribución, es la inspección tradicionalmente empleada y es el camino más costoso para mantener la calidad de los productos, por lo mismo no es un enfoque adecuado a una correcta administración de gestión de calidad.

La inspección Informativa, también llamada "después del evento", emplea datos de inspecciones previas para modificar el proceso productivo y prevenir los defectos recurrentes. En cada etapa del proceso se conduce una inspección por "inspectores", lográndose que al final el producto esté libre de defectos. Aun cuando este tipo tiende más a una mejor adecuación a la gestión de calidad conlleva desperdicios de materiales, tiempos, movimientos, etc.

Finalmente, Inspección en la fuente del origen o en la raíz del problema llamada "antes del evento" determina si existen las condiciones para que se produzca un producto de alta calidad. Deben

existir los mecanismos que aseguren que todas las condiciones sean adecuadas antes de iniciar la producción. Es evidente que la eliminación de los defectos del proceso de producción será más eficaz si las condiciones de funcionamiento y de trabajo son revisados antes de iniciar la producción, eliminando las causas de raíz en la fuente de su origen. En consecuencia, la mayoría de los dispositivos Poka Yoke están diseñados para garantizar las mejores condiciones antes del comienzo de la producción. ***Prever es el nombre de una correcta administración de la gestión de calidad.***

Sin embargo, si no es factible esta última opción, las verificaciones las debe hacer cada trabajador en el momento mismo y sucesivas verificaciones suministrarán retroalimentación para mejora el proceso si no fue posible realizar *Inspecciones en el origen del posible error* previas al inicio del proceso; o no se realizó debido a que el proceso no es lo suficientemente avanzado y conocido para emplear técnicas de Inspección en el posible origen del error.

Los Gurús de la Calidad y Poka-Yoke:

- " Shigeo Shingo
- " Juran y Gryna
- " Nakajo y Kume
- " Kiyoshi Suzuki
- " Mohamed Zari

Se mencionan con el propósito de adentrarse en los valiosos libros que han escrito sobre estos temas.

Niveles de Poka Yoke

Se ha acostumbrado a establecer tres niveles de Poka Yoke:

1. **Prevención y Control**. Eliminación de derrames, fugas, pérdidas en la raíz del problema o la prevención de un error de ser cometido.
2. **Detección de una pérdida o error en el momento cuando ocurre**, permitiendo su corrección antes de que llegue a ser un problema serio.
3. **Detección de una pérdida o error después que ha ocurrido**, justo al momento antes que se convierta en un problema severo o catástrofe.

Un error ocurre cuando una acción no es llevada a cabo o se desarrolla incorrectamente, o se realiza una acción prohibida, o la información esencial para realizar una acción no está disponible o es mal interpretada. No obstante, un alto porcentaje de errores son previsibles y por lo mismo factibles de eliminar antes de que ocurran. Aun cuando existen diferentes técnicas para reducir y eliminar errores, las características de Poka Yoke hacen que esta técnica en especial sea sumamente atractiva para su uso en los diferentes ámbitos:

- Una técnica a prueba de error total requiere 100% de inspección. Desafortunadamente es imposible detectar y controlar eventos al azar que sean poco comunes y que con simples inspecciones de muestreo estadísticos garanticen su confiabilidad al 100%. Aun una inspección al 100% no es infalible para detectar la totalidad de No Conformidades del producto, es sumamente costosa, causando adicionalmente un altísimo consumo de tiempo que haría inviables las entregas a tiempo. Los métodos a prueba de errores basados en Poka Yoke son una solución práctica, económica y totalmente viable para entregas en tiempo.
- Una técnica a prueba de errores no debe ser onerosa. Ya que los errores son eventos que no son excesivamente frecuentes pero pueden ser de muy variados tipos que deben ser

controlados. Las compañías no pueden darse el lujo de gastar grandes sumas de dinero en cada mecanismo a prueba de error.

- Sin embargo en ocasiones se requieren varios mecanismos a prueba de error en un área reducida. Toyota tiene en promedio 12 mecanismos a prueba de error en cada estación de trabajo y se logra gracias a que normalmente son compactos, sencillos y en ocasiones se pueden interconectar entre sí, dando magníficos resultados globales a costos razonables.
- Poder interactuar con el resultado es una de las mejores características de Poka Yoke. La mejor técnica a prueba de errores es la que físicamente previene los errores o detecta cuando un error está próximo a ocurrir, con lo cual se puede bloquear los resultados indeseables en lugar de que los factores causales sean los que controlen el proceso.
- Prevención es mejor que detección. Prevenir errores es mejor que solo detectarlos, lo cual es aún mejor que detectar defectos -errores frecuentemente repetidos-. Si un error no es detectado hasta que se ha generado un defecto, será necesario hacer retrabajo para evitar que el resultado final se convierta en chatarra o desperdicio.
- Previsión, Control de Paro o Advertencia. Prever es lo mejor, ya que los recursos pueden ser desperdiciados si un proceso es parado. Si no se pueden prever los errores, al menos controlar los errores parando el proceso. El paro suministra una mejor solución del error que solo una advertencia, la cual puede ser ignorada y el desperdicio ser mucho mayor. Los mecanismos Poka Yoke logran el objetivo deseado.
- Son importantes iniciativas de calidad las que añaden valor agregado. Solo mecanismos a prueba de errores que controlen efectivamente los posibles errores durante el uso del producto por el Cliente final, las que representan iniciativas de calidad que tienen alto impacto en la percepción de calidad del cliente. Son aquellas por las cuales están dispuesto a pagar. Con Poka Yoke se han logrado incontables aplicaciones que evitan que el Cliente final incurra en errores en el uso del producto. Ver VSM: Value Stream Mapping- Análisis de Cadena de Valor. R. Cabrera.

Poka Yoke: Concepto poco entendido.

Un gran número de personas, - principalmente ingenieros- al escuchar la palabra Poka Yoke pensamos casi siempre en: interruptores de límite –limit switch- o en los sistemas de inspección óptica, pasadores o pins guías, o en efectos de paros y desconexiones automáticos. Se podría decir que todos ellos si lo pueden ser o que pueden formar parte de un Poka Yoke. Sin embargo, el concepto Poka Yoke es bastante más amplio. Detectar el error, o prevenirlo y eliminarlo para dejar fuera la posibilidad de recurrencia y evitar que se conviertan en defectos; son los atributos que posee. Pudiéndose implementar no solo en un ambiente puramente ingenieril o industrial. Su aplicación se extiende a cualquier actividad de la vida de cualquier persona y eso es lo que los hace ser una excelente herramienta para todo mundo.

Poka Yoke: Es una metodología japonesa que suministra mecanismos a prueba de error para evitar No-Conformidades o errores humanos dentro de un proceso, permitiendo la detección y eliminación de los errores de raíz, siendo usados como herramienta de mejora continua y pueden ser implementados en cualquier área o medio. Aseguran que existan las adecuadas condiciones antes de que se lleve a cabo un determinado paso del proceso, previniendo la ocurrencia de defectos en primer lugar y donde no es posible, desarrollando la detección eliminando defectos en el proceso lo más tempranamente posible. Pueden ser eléctricos, mecánicos, de procedimiento (administrativo, financiero, compras, ventas, etc.), visuales, humanos o cualquier otra forma que prevenga una ejecución incorrecta en una etapa determinada de un proceso.

Un Poka Yoke en Ventas, es el establecimiento por procedimiento de todas las condiciones por escrito - bajo las que se rige el acuerdo de venta y suministro- y que normalmente aparecen en alguna parte del pedido o contrato y que se firman de aceptación. Incluyendo todas esas “pequeñas cosas” que suelen olvidarse algunos vendedores de decirle al comprador, pero que pasan a ser responsabilidad del comprador leerlas y entenderlas. Como esto, muchos otros aspectos de procedimientos de cualquier índole. Prever donde puede cometerse un error –por olvido, distracción, etc.- y eliminarlo de raíz, para no tener que sufrir las consecuencias posteriormente. La mejor manera de asegurar la calidad en un producto o un servicio se logra empleando Poka Yoke. Es ampliamente utilizado en todo el mundo, ya que solo se necesita un poco de ingenio, es rentable y normalmente fácil de usar y adaptar a cualquier proceso o procedimiento administrativo, comercial, industrial o familiar.

Clasificación de Poka Yoke según: Centro para la Excelencia en las Operaciones de Canadá

Se agrupan en dos grandes sectores, dependiendo de la función básica que desarrollan:

1. Mecanismos Poka Yoke basados en la PREVENCIÓN:

Son mecanismos de prevención, sensibles a una anomalía que está a punto de suceder, para lo cual señalizan o paran el proceso, antes de la próxima ocurrencia de dicha anomalía. Acción que realizan dependiendo de la severidad, frecuencia o consecuencias posteriores al paso del proceso en observación. Hay dos enfoques para la prevención basada en este tipo de Poka-Yoke:

1.1 Método de Control: Este método es sensible a un problema, parando una línea o proceso para que la acción correctiva pueda tomar lugar inmediatamente, evitando la generación de defectos en serie.

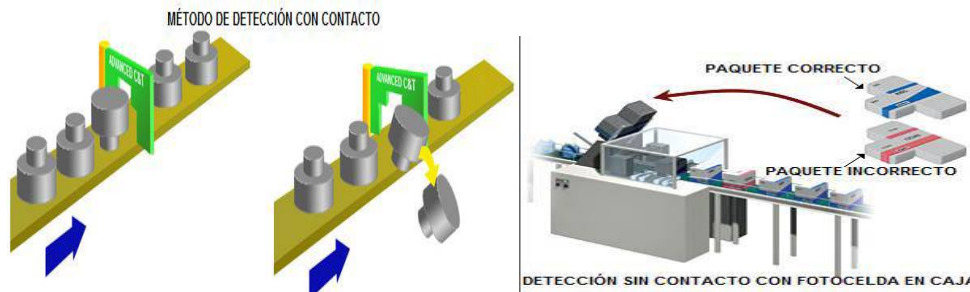
1.2 Método de Advertencia: Indica la existencia de una desviación o una tendencia de las desviaciones por medio de una serie creciente de alarmas, luces u otros dispositivos de advertencia, sin parar el proceso cuando surge el error. El Poka Yoke le indica al operador (con una luz parpadeante o una alarma sonora intermitente) que existe una diferencia –permisible- para que elimine el defecto de la línea sin pararla y se hagan los ajustes necesarios para mantener el proceso bajo control. De no hacerse de inmediato, vendrá una segunda alarma más fuerte (luz constante o sonido permanente) indicando la severidad del problema, pero no detendrá el proceso.



2. Sistema Poka Yoke de DETECCIÓN.

En algunas situaciones no es factible o económicamente se hace imposible prevenir los defectos, particularmente donde el costo de la inversión de el o los mecanismo (s) Poka Yoke requeridos para evitar el problema, llega a superar con creces el costo de prevención del error debido a la complejidad del proceso mismo o a limitantes económicas de la empresa para esa específica situación. En estos casos, se busca detectar los defectos lo más tempranamente posible en el proceso, evitando que sigan fluyendo más adelante –corriente abajo- del proceso y que se multiplique el costo de las No-conformidades. Las tres categorías de detección basadas en Poka Yoke son:

2.1 Método de Contacto o Método Físico: Se usa para probar forma, tamaño o cualquier otro parámetro físico en una entrada, salida o prueba de proximidad. Detecta cualquier desviación en la forma, características dimensionales u otras condiciones específicas, a través de los mecanismos que se mantienen en contacto directo con la pieza. Frecuentemente se utiliza un sensor. Una subdivisión de esta categoría es el método sin contacto, que realiza la misma función a través de dispositivos tales como fotoceldas. Un ejemplo de esto es una banda transportadora que detecta y elimina las partes que se encuentran en una posición incorrecta como podría ser volteado o invertido y un indicador en la línea lo detecta y separa para evitar problemas corriente abajo.



2.2 Método del Valor Fijo o Método de Conteo: Se usa para probar el número de repeticiones o partes o pesos de un ítem o artículo para asegurar que está completo el proceso. No permite que el producto salga de la máquina hasta que el correcto número de acciones han sido realizadas y la cantidad de artículos completa. Emplea contadores automáticos o dispositivos ópticos y controla el número de movimientos, velocidades y duración del movimiento, así como otros parámetros críticos de la operación. Los mecanismos son usualmente instalados dentro de un estampado progresivo, soldadura, Sistemas Tecnológicos de Manufactura, y equipo de inserción automática u otros. Este método incluye la detección de la condición crítica (presión, temperatura, corriente, etc.) a través de dispositivos de vigilancia electrónica.

2.3 Método del Escalón en Movimiento o Método de Secuencia: (Algunos autores de habla hispana usan también el término: Método de Paso-Movimiento) Se usa para probar que la correcta secuencia de movimientos fueron realizados en orden. Un ejemplo de esto es la codificación de colores de los componentes electrónicos en los dibujos para prevenir el uso de partes incorrectas o mezcladas.

Clasificació de Poka Yoke de Nakajo en base a su aplicació en la industria.

Nakajo y colaboradores estudiaron 1014 dispositivos a prueba de error en las líneas de montaje. Dividieron los mecanismos a prueba de errores en base a lo que realizan:

- **Prevenció de la ocurrencia** . Se subdivide en:
 - Eliminació
 - Reemplazo
 - Facilitació.
- **Minimizació de efectos** . Se subdivide en:
 - Detecció
 - Mitigació.

Caracterizándose cada uno de ellos por:

Eliminació : Eliminan la posibilidad de error

Reemplazo: Reemplazan un proceso propenso a errores con un proceso de prueba de errores

Facilitació: Llevan a cabo las acciones correctas más fáilmente a través de mecanismos como el código de colores.

Detecció : Inspeccionan el producto de acuerdo a un estándar, verificaciones sucesivas o auto - chequeo

Mitigació: Permiten que el error se produzca, pero minimizan las consecuencias (La prevenció de la influencia de los errores de Tsuda).

Mecanismos industriales más usuales a prueba de errores.

Los más usuales en la industria son:

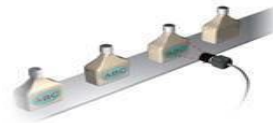
La información referente a la descripción de estos mecanismos es de "Mistake-Proof it! Companion Reference Guide. <http://www.qualitytrainingportal.com/pricing/bookpricing.htm>). Y se localiza en detalle en:(www.QualityTrainingPortal.com/resources)

- **Interruptores de Límite**. Son mecanismos electro-mecánicos que se activan o desactivan cuando un objeto entra en contacto con ellos. Se usan para detectar la presencia o ausencia de un objeto.
- **Sensores de Proximidad**. Emiten un campo magnético de alta frecuencia y detectan una alteración en el campo cuando se introduce un objeto. Se usan para detectar la presencia o ausencia de un objeto. Su aplicación se encamina a detectar el nivel de un tanque, confirman el paso de un objeto, la posición de una pieza de trabajo. No es necesario el contacto directo. Trabajan en condiciones severas. Rápida velocidad de respuesta. Se pueden ajustar en espacios reducidos.
- **Sensores Laser de Desplazamiento**. Enfocan un semiconductor con rayo de luz laser en un objetivo y usa la reflectancia para

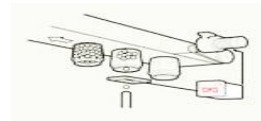


determinar la presencia de un objetivo y la distancia hacia él. Miden la distancia. Detectan la presencia o ausencia de una característica. Confirman el paso de un objeto o parte. No requieren contacto directo. Pueden trabajar en ambientes severos. Algunos mecanismos pueden lograr medidas precisas por debajo de 0.004 mils.

- **Sistemas de Visión.** Hacen uso de cámaras para observar una superficie, comparándola contra un estándar o superficie de referencia almacenada en la computadora. Se pueden usar para detectar la presencia o ausencia de un objeto, la presencia de defectos, o hacer mediciones de distancias. Su aplicación es para detectar partes faltantes en una línea de ensamble automatizada. Superficies o componentes de baja calidad. Correcta orientación de partes o etiquetas. Asegurar la correcta relativa posición. Detección de color. Detección de producto incorrecto. No se requiere contacto directo. Se requiere contar con suficiente iluminación. Sumamente flexibles (pueden ser programados para una variada gama de aplicaciones). Pueden ser sistemas compactos.



- **Mecanismos Electromecánicos o Electrónicos de tiempo –Timers- y Contadores.** Los contadores se basan en la contabilización de eventos. Usualmente son activados por algún otro tipo de sensor. Se pueden programar para parar el proceso si un determinado número de eventos no ocurren o si acontecen más de los previstos. Los timers pueden parar el proceso si el tiempo de procesamiento o actividad no corresponde o excede al nivel de tiempo establecido. Se usan para asegurar que acontezcan un apropiado número de eventos. Previenen fallas de equipo o de un componente por el tiempo de uso. Son muy flexibles de fácil uso y fácil entendimiento.



- **Sensores Fotoeléctricos.** Hay tres tipos principales de sensores fotoeléctricos:
 - Rayo de luz atravesando el objeto. Tiene una fuente de luz y un receptor separado
 - Rayo reflectante. Tiene un receptor en la misma unidad que la fuente de luz haciendo la determinación por el “rebote de la luz” sobre el objeto.
 - Rayo retro reflectante. Rebota el haz de luz a un reflector y se hace la determinación con esto. Se aplica para censar niveles de tanques. Confirmación del paso de objetos o partes. Detección de la presencia o ausencia de un objeto. Posicionamiento de una pieza de trabajo. Medición de una distancia. No se requiere contacto directo. Capaces de trabajar en ambientes severos. Detectan objetivos de casi cualquier material. Tienen capacidad para discriminar color. Capaces de efectuar detecciones a distancias considerables. Pueden hacer detecciones de alta exactitud.

- **Sensores de Ultrasonido.** Emiten ondas de radio de alta frecuencia y detectan la reflexión de la onda al chocar con el objeto. Pueden detectar la presencia o ausencia de un objeto o hacer mediciones de distancia. Se usan para censar niveles de tanques. Confirman el paso de un objeto o parte. No requieren contacto directo. Pueden trabajar en ambientes severos.

- **Familias de Instrumentos de Medición de características de Procesos.**

- **Temperatura.** Se pueden realizar mediciones de temperatura haciéndolo con mecanismos de contacto y sin contacto directo. Si los mecanismos de temperatura se emplean en conjunto con un controlador, el proceso se puede parar cuando la temperatura empiece a elevarse o a bajar de un punto preestablecido.
- **Presión.** Una técnica a prueba de error consiste en instalar un monitor de presión en el sistema de compresión de aire, parándolo cuando llega a una determinada presión y lo vuelve a arrancar cuando la presión disminuye a una presión prefijada. Este tipo de mecanismos previenen un malfuncionamiento de un cilindro de aire.
- **Carga Eléctrica.** Si el amperaje o la potencia tienen variaciones que excedan los límites preestablecidos, el proceso puede ser parado.
- **Flujo.** El flujo de líquidos y gases pueden ser medidos con rotámetros, interruptores de flujo, y otros mecanismos más. (anemómetros tubos pitot, etc.) estos mecanismos frecuentemente se usan para procesos a prueba de error para parar un proceso cuando el flujo es bajo o no lo hay.
- **Movimiento.** Algunos mecanismos de control de movimiento funcionan bajo el mismo principio de los frenos ABS. Un sensor detecta los pulsos de un disco rotando sobre la flecha directriz en un transportador. Si no hay movimiento cuando debería haber, el proceso se para.
- **Velocidad.** La velocidad se puede medir con diferentes mecanismos, los cuales pueden parar el proceso si las velocidades son muy altas o muy bajas con respecto a una velocidad preestablecida.
- **Viscosidad.** Mediciones de viscosidad en la línea de proceso son usados por las industrias para asegurar que los ingredientes adecuados han sido agregados y asegurar que el fluido puede ser procesado. Estas mediciones pueden disparar alarmas o en casos extremos, parar el proceso.
- **pH.** Baños de platinado así como otras soluciones pueden requerir mecanismos a prueba de error como es el caso de monitores de pH. En lugar de tener operadores que estén haciendo titulaciones de soluciones para verificar el pH, un monitor de pH unido a un controlador pueden parar el proceso o efectuar ajustes automáticos de pH creando un control de la solución.
- **Masa/Peso.** Los medidores de peso/masa pueden ser usados para dosificar la alimentación de entrada de materiales a un proceso o parar-arrancar un proceso..
- **Humedad.** Algunos procesos se pueden ver afectados por la humedad elevada, algunos procesos pueden llegar a ser inestables cuando la humedad se reduce. Los sensores de humedad pueden ser usados para parar un proceso si la humedad es alta o baja con respecto a una humedad preestablecida.



- **Familias de Sensores Especializados.**

- **Lector de Código de Barras.** Se pueden usar para parar el proceso cuando un paquete o parte se detecta equivocado, pueden usarse también, para desviar ese paquete o parte.



- **Reconocimiento de Color.** Los Detectores de color se pueden usar para detectar un producto equivocado, un producto de baja calidad, o orientaciones de posición equivocadas de algún producto.
- **Sensor de Impacto.** Pueden ser empleados para detectar partes faltantes, malfuncionamiento de maquinaria, inadecuada remoción de productos o partes de una máquina.
- **Detector de Metales.** Se usan en las industrias de alimentos, farmacéuticas, plásticos y otras más para detectar metales indeseables en el proceso. Muchos de estos detectores desvían automáticamente el producto que contiene el metal. Otros sistemas pararán la línea si detectan metales.
- **Detector de Humedad-vaho.** Normalmente estos detectores trabajan con agua, sin embargo lo pueden hacer con otro tipo de líquidos también. Frecuentemente se sitúan en sitios remotos del proceso, los cuales no son frecuentados por el operador o los cuales no pueden ser verificados fácilmente por el operador.



Comparación de los diferentes tipos de dispositivos contra errores				
TIPO	FUENTE DE SUMINISTRO	MARGEN DE COSTO	MANTENIMIENTO	CONFIABILIDAD
MECÁNICO	NORMALMENTE TRABAJADORES	MUY BAJO	MUY BAJO	ALTA
	INTERNOS DE LA MISMA EMPRESA			
ELECTROMECAÁNICO	ESPECIALISTAS INTERNOS	ALTO	BAJO	ALTA
	Y EXTERNOS			
ELECTRÓNICO	PRINCIPALMENTE ESPECIALISTAS	NORMALMENTE	BAJO	MUY ALTA
	EXTERNOS	ELEVADO		

Ejemplos de Poka Yoke en sus diferentes clasificaciones:

<http://pokayoke.wikispaces.com/>

<http://www.moresteam.com/toolbox/t412.cfm>

Ejemplo de Poka Yoke en software:

<http://www.geocities.com/SiliconValley/Lab/5320/pokasoft.htm>

Ejemplos aplicados a diferentes medios y giros de negocios (incluyendo área de servicios):

<http://www.referenceforbusiness.com/management/Or-Pr/Poka-Yoke.html>

Un excelente ejemplo donde se pueden encontrar numerosos Poka Yoke es un elevador eléctrico de pasajeros, empleándolos principalmente para la seguridad de los usuarios y del elevador mismo. Puede tener sensores de proximidad para evitar que se cierre la puerta si está próxima una persona por llegar y como seguridad redundante fotoceldas para evitar el cierre rápido, sensores de peso para no exceder su capacidad en peso debido a mayor número de pasajeros evitando que

se mueva si se sobrepasa el peso permitido, sensores de velocidad para evitar que excedan una velocidad prefijada, sensores de movimiento oscilatorio/ trepidatorio para evitar que se use en caso de terremoto, y en caso de suceder falla de corriente eléctrica habiendo personas en el interior pasando al desembarco inmediato para que las personas puedan salir evitando riesgos innecesarios, sensores de temperatura para evitar sobrecalentamiento de la máquina, un amortiguador en el foso como seguridad redundante, cámara de seguridad, aviso de alarma, cierres con traslape en las puertas y aislamiento interno en el interior de las paredes capaz de soportar altas temperaturas debido a fuego si fueron solicitados a prueba de fuego, y bastantes más Poka Yoke a través de su estructura interna. Sin embargo, un inadecuado entrenamiento o desconocimiento de la finalidad para la cual fueron instaladas las seguridades por el fabricante original, hacen que personal inexperto las “punteen” o eliminen durante su “mantenimiento” ocasionando riesgos que pueden causar verdaderas tragedias. En este punto, otro Poka Yoke será incluir avisos con letras e imágenes “el mantenimiento solo puede ser realizado por personal altamente capacitado o certificado” –preferentemente por la empresa que lo fabricó e instaló - adicionalmente de colocar avisos similares en los puntos críticos. En forma similar, se usan numerosos Poka Yoke en escaleras eléctricas y aceras móviles o pasillos /plataformas deslizantes de empresas reconocidas a nivel mundial que buscan como una de sus metas la seguridad de los usuarios y de su propio personal y equipo.

Cuando usar Poka Yoke y Procedimiento.

La **ASQ** (American Society for Quality) establece como guía general los siguientes criterios para saber cuándo usar Poka Yoke y los procedimientos de que se vale este sistema:

<http://asq.org/learn-about-quality/process-analysis-tools/overview/mistake-proofing.html>

Se recomienda su uso:

- Cuando en una etapa de un proceso se ha identificado que un error humano puede causar que surjan errores o defectos. Especialmente en aquellos procesos en que no se puede confiar en tener la completa atención del trabajador, o por posible falta de habilidad o experiencia insuficiente debido a complejidad del proceso u otra causa.
- En un proceso de servicio. Donde se interactúa con el cliente y se puede cometer un error afectando o comprometiendo el resultado.
- En una etapa de transferencia dentro de un proceso. Cuando el cliente es transferido a otro trabajador o empleado en procesos de servicio y se puede cometer un error en la transferencia por no pasar adecuadamente la “estafeta”.
- Cuando un pequeño error al inicio del proceso puede causar serios problemas posteriormente en el proceso.
- Cuando las consecuencias de un error son costosos o peligrosos.

Procedimiento Poka Yoke.

El camino a seguir normalmente es:

1. Conocer el proceso. Obtener o crear un diagrama de flujo del proceso. Revisar cada paso, pensar acerca de donde y cuando los errores humanos pueden ocurrir. Buscar entender los posibles problemas que pueden surgir.
2. Para cada potencial error, es necesario revisar en retrospectiva a través del proceso para encontrar la fuente que puede originarlo, determinar la raíz del posible error.
3. Para cada error, analizar los posibles caminos que hagan imposible que el error ocurra. Considerar:
 - 3.1 **Eliminació** . Eliminar la etapa que causa el error.
 - 3.2 **Reemplazo**. Reemplazar la etapa con un medio a prueba de error.
 - 3.3 **Facilitació** . Hacer que la acción correcta sea mucho más fácil de realizar que cometer el error.
4. Si no se puede hacer que el error sea imposible de que se cometa, analizar los medios para detectar el error y minimizar sus efectos. Considerar: **Método de Inspección, Establecer Funciones de Ajuste o Funciones Normativas.**

Tres tipos de **Métodos de Inspección** suministran una rápida retroalimentación: **Inspección sucesiva**. Se hace en el siguiente paso del proceso por el siguiente trabajador.

Auto inspección. Significa que los trabajadores realizan la comprobación de su propio trabajo inmediatamente después de hacerlo.

Inspección en la fuente. Antes de que se proceda a dar el paso donde surge el error en el proceso, se verifica que las condiciones sean correctas dentro del conocimiento que tengan del proceso mismo, si ya tienen experiencia trabajando en él.

Funciones de Ajuste son los métodos por los cuales un parámetro o atributo del proceso o del producto se inspeccionan para detectar posibles errores, empleando los métodos descritos previamente:

- El **Método Físico o de Contacto**, comprueba una característica física como diámetro, temperatura, etc. a menudo mediante un sensor.
- El **Método de Secuencia**, comprueba la secuencia del proceso para asegurarse que los pasos se realizan en orden.
- El **Método de Valor Fijo o Método de Recuento**, contabiliza las repeticiones o partes o pesos de un elemento para asegurar que está completo.
- A veces se añade una cuarta función de ajuste: **Mejora de la Información**. Para asegurar que la información está disponible y se puede consultar cuando y donde se requiera.

Funciones Normativas son señales que alertan a los trabajadores de que un error está ocurriendo:

- **Funciones de Advertencia**: son campanas, zumbadores, luces y otras señales sensoriales. Considere el uso de código de colores, formas, símbolos y sonidos distintivos.
- **Funciones de Control**: impiden que el proceso proceda hasta que se corrija el error (si el error ya ha tenido lugar); o si las condiciones son correctas (pero no se ha concluido la inspección en la Fuente y no se ha producido el error aún).

- Elegir el mejor método a prueba de error o el dispositivo para cada error. Probar esto y a continuación implementarlo.

¿Cuáles son los Lugares que pueden requerir un Poka Yoke?!

Stewart y Grout sugieren como condiciones que se deben cumplir para pensar en instalar un Poka Yoke:

- El resultado del proceso o de la rutina se debe conocer por adelantado para tener un estándar para la comparación.
- El proceso debe ser estable, los resultados no deben estar cambiando.
- Debe haber habilidad para crear una separación entre causa-efecto en el proceso.

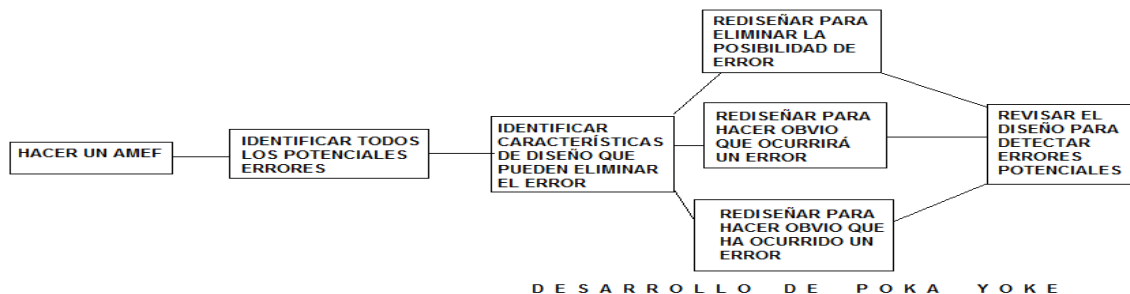
Y habiéndolas satisfecho, seleccionar inicialmente como primeros lugares siendo en su opinión los más factibles en los que se pueden llegar a necesitar Poka Yoke:

- En ambientes que requieren una sustancial habilidad por parte de los operadores.
- En ambientes donde es alto el costo de entrenamiento o existe alta rotación de personal,
- En ambientes con interrupciones y distracciones frecuentes.
- En ambientes con un sistema constante de mezclas de productos.
- Al principio de cualquier proceso donde se combinen múlti-procesos que se pudiesen iniciar al mismo tiempo.
- Cualquier punto en el proceso que requiere remplazo u orientación de piezas para evitar el colocarlas mal.
- Cualquier punto en el proceso donde se hacen constantes ajustes a las máquinas o al proceso.

Relación de Poka Yoke y Análisis de los Modos y de los Efectos de Fallo (AMEF en Español y FMEA en Inglés)

Poka Yoke o sistema “a prueba de errores” podría ser considerado como una extensión del Diseño/Proceso del **AMEF**.

AMEF ayuda en la predicción y prevención de problemas, Poka Yoke enfatiza la detección y corrección de los errores antes de que la recurrencia los convierta en defectos. Defectos que pueden surgir ya estando en uso del Cliente final o en la siguiente etapa de la línea del proceso presentándosele al cliente interno.



Bases para la implantación de la filosofía Poka Yoke.

La filosofía Poka Yoke requiere de bases sólidas de TQM – Administración de Calidad Total- para lo cual se requiere:

Primero. Las organizaciones deben aprender a orientarse a satisfacer las necesidades del Cliente como eje principal para mantener su mercado e incrementarlo.

Segundo. Las organizaciones deben promover la calidad en toda su estructura interna, y asegurar una adecuada inversión en capacitación para todo su personal. Alentando siempre un trato digno.

Tercero. Se debe hacer un marcado énfasis de la necesidad de lograr una buena calidad siempre y evitar por todos los medios de tener mala calidad.

Cuarto. Las organizaciones deben adoptar la filosofía de hacerlo bien a la primera haciendo más con menos, respetando la integridad de las personas.

Quinto. Poka Yoke requiere de trabajo en equipo y motivación constante a todo el personal, impulsando siempre la creatividad para logra los resultados deseados en forma expedita.

Mis Recomendaciones para quien quiere elaborar un Poka Yoke.

1ª. *No esperes a “mañana” para hacer el perfecto Poka Yoke. Hazlo ahora. Tal como es el lema de Nike: “Just do it”*

2ª. *Si tu idea para elaborar tu Poka Yoke tiene oportunidad de éxito mayor a 70% Desarróllalo. No dejes de hacerlo. No te desanimes, recuerda el punto 1 anterior. Si es menor a 70% visualiza alternativas, trata de entender mejor el problema y el proceso, corrige tu idea original, busca economía adicionalmente y vuelve a considerar esta 2ª recomendación. No te desanimes, lo vas a lograr.*

3ª. *Realiza ahora tu Poka Yoke... mejóralo posteriormente.*

CONCLUSIÓN

Uno de los puntos más importantes en la implementación de Poka Yoke es el hecho de que la gente en general, a todos los niveles, y a través de todas las funciones y actividades, empieza a pensar mucho más en “**MODO DE PREVENSIÓN**” en lugar de “después del hecho” y solo usar el modo de detección cuando no se logró impedir el error en relación a los procesos o procedimientos con los que trabajan.

Prever es el nombre de una correcta administración de la gestión de calidad.

Espero que los que hayan leído este artículo por curiosidad, creyendo encontrar nuevas palabras mágicas, sabrán que no es necesario ser mago para lograr excelentes resultados en cualquier rubro de nuestra vida.

Mi personal opinión y conclusión es que Poka Yoke ayuda a prever Amenazas, busca eliminar Debilidades, detecta Oportunidades e incrementar Fortalezas para lograr el liderazgo en nuestro campo.

BIBLIOGRAFÍA

Beauregard Michael, Mikulak Raymond & McDermott Robin. The basic of mistake-proofing. Quality Resources. USA. 1997.

Chase Richard & Stewart Douglas. Mistake-proofing: designing errors out. Productivity Press. Portland Oregon USA. 1995

Grout John R. & Downs Brian T. A Brief Tutorial on Mistake-proofing, Poka Yoke, and ZQC.
<http://facultyweb.berry.edu/jgrout/tutorial.html>

Hinckley Martin Make no mistake: an outcome-based approach to Mistake proofing. Productivity press. USA. 2001.

Hirano Hiroyuki. Poka Yoke: mistake-proofing for zero defects. PHP Institute. 1994

Inman R. Anthony. Poka Yoke. Reference for Business Enciclopedia of Business, 2nd ed.
<http://www.referenceforbusiness.com/management/Or-Pr/Poka-Yoke.html>

Kogyo Shimbun Nikkan. Poka Yoke: Improving product quality by preventing defects. Productivity Press. Portland Oregon. USA 1987.

Quality Hub. Quality Tools>Poka Yoke/Mistake proofing.
http://qhub.hbmeu.ac.ae/q_tools/pokayoke.htm

The World of Manage Mentor. Poka-Yoke: A Misunderstood Concept.
<http://www.themanagementor.com/enlightenmentorareas/mfg/qm/pokayoke.htm>

Shingo Shigeo. Zero Quality Control: Source inspection and the Poka Yoke System. Productivity Press. USA 1986.

Shingo Shigeo. Mistake-proofing for operators: the ZQC. Productivity Press. USA. 1997.

Tiffany Jordan Dr. A comparative study: Total Quality Management and the Japonese Poka-Yoke Stile. International Business Management A.C. USA 2002.

Vardem Stephen, Kann Casey, Bumblauskas Dan, Heck Kyan & Patnaik Aseem. The impact of Dr Shigeo Shingo on Modern manufacturing Practices.
<http://www.public.iastate.edu/~vardeman/IE361/f02mini/bumblauskas.pdf>