

Rodríguez-Martínez, J. (2008). “En busca de la calidad perfecta en los procesos y en los productos: Sistemas a prueba de errores mediante dispositivos Poka Yoke.” p. 62-73.

Revista Tiempo de Diseño. Año 3, número 4 (junio, 2008)-

Editor responsable: Marcela Esperanza Buitrón de la Torre.

México. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. División de Ciencias y Artes para el Diseño. ISSN: 1870-0829



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

© (2008). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad.

EN BUSCA DE LA CALIDAD PERFECTA EN LOS PROCESOS Y EN LOS PRODUCTOS: SISTEMAS A PRUEBA DE ERRORES MEDIANTE DISPOSITIVOS **P****KA-YOKE**

Por Jorge Rodríguez

El objetivo es presentar una reseña del movimiento en busca de la calidad perfecta. Un antecedente es la formación de gremios en la Edad Media, quienes establecían sus estándares de calidad. El surgimiento de la Revolución Industrial con el uso de máquinas y la división del trabajo, así como la introducción de inspectores de calidad y el uso del control estadístico del proceso, cambiaron la relación del operario con su trabajo. Caso interesante es Japón, en el periodo de posguerra, en particular la empresa Toyota, que desarrolló un sistema de producción enfocado al valor agregado y a la lucha contra el desperdicio. Shingo propuso la utilización de dispositivos a prueba de errores que garantizaban calidad perfecta. Las funciones regulatorias son de dos tipos: control y advertencia. Estos dispositivos, llamados también *poka-yoke*, se aplicaron en un principio en el piso del taller y después en productos de consumo y en automóviles; se presentan ejemplos de ambos. Se concluye que estos dispositivos deben incorporarse, cuando sea posible, a los diseños de productos para mejorar la función para la que fueron creados, ofrecer seguridad y mejorar la calidad de vida del usuario. Su uso reduce la posibilidad de falla y de convertirse en un costo por mala calidad para la empresa.



Antecedentes de la calidad

El movimiento de la calidad se remonta a los orígenes del ser humano. Los productos de barro, cuero, metal o madera, que se necesitaban en el hogar, trabajo de campo, cacería, e incluso para la guerra, eran manufacturados por artesanos especializados que se agruparon en gremios. Estos tenían el monopolio de una actividad y cuidaban celosamente que se cumplieran los estándares mínimos de calidad que eran establecidos por ellos mismos. Estos artesanos trabajaban de manera individual o con aprendices y se encargaban de todo el proceso de elaboración de los productos: seleccionaban la materia prima, le daban forma y vendían el producto terminado. Los artesanos trataban directamente con el comprador, el cual recurría al artesano porque los productos llevaban su ‘sello personal’.

El advenimiento de la Revolución Industrial transformó la relación del ser humano con su trabajo. La identificación personal con el producto final se perdió con la división en labores especializadas que se realizaban separadamente. Los artesanos se volvieron obreros, muchos de ellos migraron de las zonas rurales a las ciudades. Se inventaron las máquinas que eran capaces de reproducir el mismo producto cientos o miles de veces. La fuerza motriz de la manufactura dejó de ser la fuerza de la persona y se cambió por el impulso proporcionado por el vapor o por el movimiento que transmitían las aguas de los ríos o cascadas. Se intensificó el comercio entre las diferentes

regiones de países como Inglaterra, posteriormente se expandió a Francia, Alemania y a otros países y regiones del mundo.

Con la Revolución Industrial la producción de productos manufacturados se incrementó notablemente. El trabajo de producción se segmentó en actividades muy especializadas y repetitivas. El concepto dominante en la producción en masa fue el llamado “Taylorismo” o “Fordismo”, que se basó en la línea de producción móvil. Surgió la figura del capataz, que era una persona que tenía la suficiente experiencia, antigüedad y don de mando, como para dirigir y corregir el trabajo de otros. A principios del siglo XX aparecieron por primera vez los inspectores de calidad, su enfoque era detectar productos defectuosos.

En la década de los años veinte del siglo XX, se aplicaron por primera vez, los conceptos del control estadístico del proceso (CEP) desarrollados por el doctor Shewart, que fueron difundidos por el especialista estadounidense Edwards Deming. El uso del CEP en plantas de manufactura cambió la forma de inspección al dejar de depender únicamente del juicio del inspector. La calidad se refería al cumplimiento de los requerimientos internos de la planta. En el periodo anterior y durante el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial, la calidad estuvo influida por las normas con las que se regulaba la proveeduría de materias primas y manufactura de armas. Las normas más importantes de esta época

ca fueron las MIL del ejército de Estados Unidos, y las BS (Normas Británicas). Un antecedente de la aplicación de dispositivos a prueba de errores durante la guerra, fueron los paracaídas que salvaron muchas vidas de pilotos de aviones derribados.

El periodo de la posguerra

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, los países que formaron el eje Berlín-Roma-Tokio yacían derrotados militarmente y con su infraestructura destruida. Sin embargo, los países vencedores también sufrieron numerosas bajas humanas y grave destrucción material. Los finales de la década de los años cuarenta, así como las décadas de los cincuenta y sesenta del siglo anterior, fueron de un dominio abrumador en los ámbitos económico y tecnológico por parte de Estados Unidos. Este país, que no sufrió ataque alguno en su territorio continental, estaba en la mejor posición de conquistar mercados para sus productos. Las compañías estadounidenses aprovecharon la oportunidad ofrecida por la gran demanda del momento –tanto en su país como en el mundo– de productos. Los productores no se daban abasto para surtir autos, productos de línea blanca, electrodomésticos y otros enseres para el hogar. Durante este periodo los productos competían por precio; posteriormente lo hicieron también por calidad.

Los principales teóricos de la calidad fueron: Edwards Deming, Joseph Juran, Philip Crosby, Armand Feigenbaum y Kaoru



Ishikawa, entre otros. Las teorías de estos maestros de la calidad toman en cuenta tanto el control estadístico del proceso como al elemento humano. Ellos mencionan que la persona que elabora un producto u ofrece un servicio, debe sentirse orgullosa de lo que hace; pero, por otro lado, el cliente o usuario debe estar contento y satisfecho del producto o servicio que adquirió. El enfoque de la calidad es al cliente, por lo tanto las especificaciones internas de cualquier compañía deben estar orientadas a la satisfacción de sus requerimientos y necesidades, tanto las percibidas como las reales.

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos ocupó militarmente a Japón. Como parte de las actividades de reconstrucción, las fuerzas de ocupación invitaron a los especialistas en calidad Deming y Juran, para que enseñara a los japoneses las técnicas de control estadístico del proceso y que las aplicaran a la mejora de sus productos, que tenían reputación por ser baratos pero de poca calidad. Las técnicas del CEP se difundieron por medio de boletines, programas de radio y sesiones de estudio de los círculos de calidad. Japón es un caso notable que ha aplicado la calidad como estrategia competitiva en la exportación de productos manufacturados. De finales de la guerra hasta principios de la década de los años setenta, es la época que se caracteriza por la producción en masa y por una expansión considerable de las exportaciones japonesas manufacturadas gracias a la mejora constante de la calidad y al precio accesible de sus productos.

La compañía Toyota y su filosofía de la calidad

La compañía automotriz Toyota, que recientemente sobrepasó a General Motors de Estados Unidos como la compañía más grande del mundo, tuvo sus orígenes como una compañía que fabricaba maquinaria textil.

En la década de los treinta del siglo XX, Toyota incursionó en la rama automotriz y en la producción de camiones. Toyota tuvo una participación importante durante la Segunda Guerra Mundial, aunque en los tiempos de paz se enfrentó a una situación económica difícil. Sin embargo, de manera irónica, fueron dos guerras las que consolidaron su recuperación: la guerra de Corea (1950-1953) y la Guerra de Vietnam (1963-1975).

La filosofía de la compañía Toyota refleja la situación a la que se enfrentó Japón, ya que ser un país pequeño con una gran densidad de población y tener pocos recursos naturales, les obligó a tener una política de dar valor agregado a sus productos. Toyota es la compañía que creó el concepto del “justo a tiempo” (JAT) el cual consiste en producir solamente las partes necesarias, en el momento en que se requieren y con la calidad perfecta.

El sistema JAT puede ser descrito como “sistemas que interactúan entre sí y que se van sumando entre sí” (GUAJARDO: 1996, 82), y cuyo objetivo es tener cero inventarios en proceso. Toyota declaró una “guerra contra el desperdicio” que se peleó en varios frentes a la vez:

Toyota es la compañía que creó el concepto del “justo a tiempo” (JAT) el cual consiste en producir solamente las partes necesarias, en el momento en que se requieren y con la calidad perfecta. El sistema JAT puede ser descrito como “sistemas que interactúan entre sí y que se van sumando entre sí”

- Materia prima: para el surtido de materiales y piezas para la producción, su estrategia se basó en una relación de socios con los proveedores, con los que mantiene una estrecha relación de colaboración y participan en actividades como la mejora de productos.
- Maquinaria: permite la transformación de la materia prima dentro del sistema de producción de Toyota, agrega dispositivos poka-yoke (concepto que se definirá adelante) para facilitar la operación de manufactura o ensamble. Parte integral son los juegos de luces Andón que indican si la operación de manufactura funciona correctamente.
- Mano de obra: debe estar capacitada y estar especializada, no en una sola actividad sino en varias y ser *multihabilidades*.



■ Método de trabajo: se apoya en ayudas visuales, así como en el acomodo de áreas de trabajo. Una parte importante es el desarrollo de estándares para la realización de las actividades de manufactura. Un ejemplo de aplicación es la técnica del cambio rápido de troquel que reduce significativamente el tiempo que la máquina está detenida.

■ Dinero: se busca reducir los costos mediante la reducción o eliminación de inventario en proceso o de inventario terminado. Los costos también se reducen mediante la simplificación del proceso y la utilización de dispositivos a prueba de errores.

Shigeo Shingo, ingeniero de la Toyota creador del concepto poka-yoke

El ingeniero Shigeo Shingo (1909-1990), junto con Taiichi Ohno, han sido reconocidos como los creadores del Sistema de Producción de Toyota. En *Zero Quality Control*, Shingo describe cómo en el año 1951 muchas compañías japonesas adoptaron el CEP que había llevado a Japón Deming por considerarlo la mejor estrategia; sin embargo, él no estaba convencido ya que la efectividad no era del 100%, fue así como desarrolló un concepto clave, que era detectar los errores antes de que se convirtieran en defectos (SHINGO: 1986).

Shingo (1986) escribe que hay dos tipos de olvidos: el primero es cuando a uno se le olvida algo, mientras que el segundo es olvidarse de que uno olvidó algo. De la misma manera que cuando vamos al supermercado con una lista (*check list*) de lo que queremos comprar para no olvidarnos de nada, y vamos tachando lo que ya adquirimos, Shingo sugiere hagamos lo mismo con las operaciones de manufactura. Por lo que si, algún trabajador olvida incluir alguna pieza, o de soldar una parte, un sistema le recordará que comete un error. De manera paralela, es recomendable que la compañía incorpore un programa de capacitación y educación para que los obreros desempeñen mejor sus tareas, así como estandarizar dentro de lo posible las actividades de manufactura.

Shingo, en su búsqueda por la calidad perfecta, desarrolló una serie de dispositivos que les denominó primeramente a “prueba de estúpidos o de tontos”. Como estos términos se encontraron ofensivos por un gran número de obreros, se les cambió el nombre por los de poka-yoke o dispositivos a “prueba de errores”. Las características más importantes son: lograr una inspección al 100% y que ello no implique una actividad extra. Shingo (1986) llegó a la conclusión de que si una compañía pudiera eliminar los errores desde la fuente, aunados a dispositivos poka-yoke, podría alcanzar la calidad perfecta, o Control de Calidad Cero. Para Shingo, la calidad está en el origen, por lo que es necesario enfocarse en la fuente de los defectos (*source inspection*) para poder controlarla, algunos de los más importantes según Shingo (1986) y Méndez (MÉNDEZ) son los siguientes:

1. Proceso de manufactura omitido.
2. Errores en el procesamiento de partes.
3. Errores en el montaje entre dos o más partes.
4. Partes ausentes en el ensamble.
5. Partes equivocadas.
6. Procesamiento de partes equivocadas.
7. Omitir operaciones de manufactura y/o ensamble.
8. Errores por ajuste.
9. Equipos o sistemas que no fueron instalados.
10. Herramientas y apoyos que fueron preparados de manera inapropiada.

El concepto de los dispositivos poka-yoke es lograr una inspección al 100% de todas las partes o productos y hacer obvia cualquier anomalía mediante una retroalimentación inmediata del usuario. Los dispositivos poka-yoke tienden a ser simples y relativamente económicos. Son de dos tipos principales: métodos de control que detienen el funcionamiento u operación de la máquina, son muy eficaces y se recomienda su uso en actividades críticas. El segundo tipo son los métodos de advertencia que funcionan con luces y/o sonidos, son menos eficaces que los métodos de control, ya que si el ambiente en que se instalan es muy ruidoso, pueden pasar desapercibidos para el operario (Shingo: 1989).

Ejemplos de aplicación de dispositivos poka-yoke en procesos de manufactura

El diseño industrial se ha enfocado de manera tradicional al diseño de productos; sin embargo, un área de oportunidad es tener una colaboración activa en el piso de taller donde se manufacturan productos. La intención es la mejora del proceso, con particular atención a las fuentes de los defectos antes mencionados. Shingo (1986) recomienda la utilización de métodos de contacto y de no contacto. Los contactos se instalan entre el producto y el (o los) sensor(es), los cuales detectan cualquier variación en la forma o dimensión de la parte; otro ejemplo es la detección de un número de movimientos o contador de las operaciones que se tienen que realizar. Los métodos de no contacto funcionan por medio de sensores luminosos, sensores de área, de posicionamiento, de colores, o de posición de soldado.

El diseño industrial puede participar en la mejora de la productividad y, al mismo tiempo, reducir el número de accidentes laborales. Un ejemplo es cuando un operario de una cizalla o prensa, tiene que usar ambas manos para que ésta funcione, con lo que se evita que el operario se pueda cortar los dedos por error.



Otros ejemplos de sistemas que se pueden usar son los siguientes:

- Sistema de luces llamados Andón incorporados a una máquina y que funcionan como un semáforo: verde si todo está bien, ámbar si hay un problema y rojo si hay un problema crítico que detenga la máquina. Este sistema es de uso común no sólo en máquinas industriales sino también en las cajas registradoras de supermercados, lo que permite a un supervisor conocer de inmediato la situación de sus empleados sin tener que desplazarse.
- Otro ejemplo son los dispositivos de armado (jig design) de piezas o subensambles, que pueden controlar el proceso mediante la geometría de las piezas o la utilización de pines de diferentes tamaños
- Instalar detectores de errores y alarmas que funcionan al existir una anomalía. Un ejemplo es la omisión de orificios perforados en una pieza que acciona una alarma si el número de orificios no es el correcto (Méndez: 2000).
- Diseño de áreas de trabajo donde se tomen en cuenta los aspectos ergonómicos óptimos

para el desempeño de una actividad, así como la entrada y salida de las piezas. En el sitio de trabajo se pueden incorporar sensores, sistemas de medición y de peso. Un ejemplo es si aun destornillador neumático se el incorporan luces verdes que indiquen cuando se ha logrado el torque adecuado de tuercas o algún otro elemento de sujeción entre dos partes (ejemplo visto en compañía fabricante de asientos para Chrysler, planta Toluca).

Ejemplos de aplicación de dispositivos poka-yoke en productos de consumo

Los dispositivos poka-yoke tuvieron tanto éxito en el piso del taller, que posteriormente se incorporaron a los productos que allí se manufacturaban. El objetivo central es el usuario. El ideal es que la interfaz entre el usuario y el producto sea lo más amigable posible (user-friendly). El producto debe servir para desempeñar la función para la cual fue creada. Si existe alguna anomalía, el funcionamiento normal de la máquina o dispositivo se detiene. Este tipo de método de control es más eficiente que los de adverten-

cia, y su uso es más recomendable siempre que la salud e integridad física del usuario o de las personas que se encuentran alrededor o del medio ambiente, esté en juego.

El primer producto a analizar es el automóvil, mismo que ha sido denominado como la “máquina que transformó al mundo” por su enorme impacto en la forma de vida de las personas, en el diseño de las ciudades, etc. Un automóvil es una máquina compleja de uso cotidiano que consta de varios sistemas, por lo que representa un buen ejemplo de aplicación de dispositivos poka-yoke, tanto de control como de advertencia. Los ejemplos usan como referencia varios modelos de autos, pero tienen como objetivo la seguridad del conductor y los pasajeros con métodos de control que protegen, en especial a bebés e infantes. Los métodos de advertencia recuerdan al conductor si deja las luces prendidas o de que algún fluido del motor está bajo. Los modelos más recientes están equipados con sensores y radares en las defensas delanteras y traseras, mismos que proporcionan importante información acerca de la cercanía de autos, objetos o personas.

PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Automóvil	En los modelos automáticos, la llave sólo se puede retirar hasta que la palanca de cambios se encuentre en la posición de <i>parking</i> . Ejemplo: es de uso común en los autos automáticos.	Función de bloqueo. Método de control.	Se asegura que el automóvil estará en una posición de frenado, lo que evitaría que se ruede en una calle con pendiente.
	La puerta se puede cerrar únicamente con llave. Ejemplo: Pointer de la VW.	Mecanismo de cerrado Método de control	Evitar que inadvertidamente se quede la llave adentro del automóvil, lo que implicaría tener que traer un cerrajero con el consiguiente gasto de tiempo y dinero.
	La tapa del tanque de la gasolina tiene un cable Ejemplo: modelos Toyota.	Sujeción mecánica Método de control	Evitar que al ir a una gasolinera se olvide la tapa.
	Camionetas con puertas laterales deslizables del lado del conductor y pasajero. Ejemplo: camioneta Town & Country de Chrysler.	Si la tapa del tanque de la gasolina está abierta, el funcionamiento de la puerta se bloquea de manera automática. Método de control.	Evitar accidentes que podrían dañar la pistola despachadora de gasolina o que exista el riesgo de generar una chispa que pudiera causar un incendio.
	El cofre de acceso al motor se abre mediante el uso de dos mecanismos, uno interno y otro externo. Ejemplo: prácticamente todos los autos de modelo reciente tienen este mecanismo.	La primera operación funciona desde el interior del automóvil al jalar una palanca de liberación, la segunda operación es desde el exterior hay que empujar un pestillo de seguridad localizado bajo el borde delantero del cofre Método de control.	Evitar que se pueda abrir el cofre de manera inadvertida mientras el automóvil está en circulación

PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Automóvil	En algunos modelos de Ford de la década de los años noventa, al cerrar la puerta del conductor o copiloto, activaba un mecanismo del cinturón de seguridad, el cual prácticamente “envolvía” al conductor y al pasajero.	El mecanismo funcionaba con el accionar de una campana y posteriormente el mecanismo aseguraba que los tripulantes tuvieran puesto el cinturón de seguridad Método de control.	Asegurar que la tripulantes tuvieran puesto su cinturón de seguridad. Sin embargo, este sistema ha de ver tenido dificultades, ya sea por oposición de las personas a usar cinturón o por problemas mecánicos.
	Sistema de cerrado automático desde el asiento del conductor. Si el automóvil tiene sistema eléctrico para subir o bajar las ventanas, el conductor puede bloquear el mecanismo para las otras puertas Ejemplos: Toyota Corolla y Toyota Sienna. Sistema manual de cerrado de las puertas traseras para evitar que niños pequeños la abran accidentalmente cuando el vehículo está en movimiento. Ejemplos: Tsuru de Nissan y Toyota Sienna.	Con un solo botón se cierran todas las puertas. Esta misma acción la realiza la llave de control a distancia. Método de control.	No es necesario revisar las puertas de una en una para cerciorarse de que todas están cerradas. Los padres pueden manejar y viajar confiados de que los hijos viajan seguros.
	El control remoto de cerrado automático del automóvil no funciona si existe una o más puertas que no están bien cerradas. Ejemplo: Toyota Sienna	Sonido tipo campana como recordatorio. Método de control.	Este dispositivo que impide el cerrado a control remoto de las puertas del vehículo, obliga al conductor a revisar cuál es la puerta (o puertas) mal cerrada(s), lo que le da seguridad al conductor de que el vehículo quedó bien cerrado.
	La puerta de atrás tipo <i>hatch back</i> de la camioneta no se pueden abrir a menos que la palanca de velocidades se encuentre en la posición de parking. Ejemplo: Toyota Sienna.	Función de bloqueo Método de control	Este dispositivo obliga al conductor asegurarse que el automóvil está inmovilizado antes de abrir la puerta hatch back, esta precaución es muy importante en un vehículo de tipo familiar como el analizado.
	Vallas de acceso a estacionamientos controlados.	Para poder entrar al estacionamiento, es necesario retirar la tarjeta para que se levante la valla. Método de control.	Evitar que uno entre al estacionamiento sin el boleto. Desafortunadamente el sistema sólo sirve al entrar, ya que el conductor puede perder el boleto y tener problemas al salir.
	Radar en la defensa delantera que avisa si nos acercamos demasiado a un vehículo, también indica la ubicación de algún objeto o persona. En la defensa trasera el vehículo tiene un sensor que indica de la proximidad de otro automóvil o pared en el momento de echarse en reversa para estacionarse Ejemplo: Toyota Sienna.	Sonido que varía su intensidad y frecuencia al acercarse a algún automóvil, objeto, persona o animal. Método de advertencia.	El radar y el sensor son dos ayudas muy útiles para el conductor que le sirven para evaluar la distancia y la velocidad más adecuada al momento de manejar, estacionarse o echarse en reversa.
	Recordatorio al dejar encendidas las luces después de que se ha apagado el automóvil. Ejemplos: modelos Toyota Corolla y Yaris, Cavalier de GM.	Sonido tipo campana como recordatorio. Método de advertencia.	Evitar que la batería del automóvil se descargue.
	El tablero del conductor tiene una serie de luces que informan del estado de una serie de sistemas del automóvil.	Luces de diferentes colores. Rojo: freno, batería, aceite, cinturón de seguridad. Naranja: motor, frenos ABS. Verde: indicadores para dar vuelta. Azul: luces altas. Método de advertencia.	Estar bien informado del funcionamiento adecuado o no de alguno de los sistemas mencionados.

Referencias: manuales de propietario de los vehículos mencionados.

La *Revista del Consumidor* publica mensualmente estudios de calidad que sus ingenieros y técnicos aplican a una gran variedad de productos o servicios que se ofrecen en México. El propósito principal es orientar al consumidor para que tome la mejor decisión de compra de acuerdo con sus necesidades y posibilidades. En cada uno de los estudios publicados incluyen una ficha con la metodología aplicada, la cual se basa en el cumplimiento o no de las normas mexicanas de tipo obligatorio NOM, o del tipo sugerido NMX, también llegan a usar normas internacionales. Se incluyen ejemplos de métodos de control que buscan garantizar la seguridad del usuario, como es el apagado automático del electrodoméstico o lavadora. Los métodos de advertencia se aplican con luces que indican si el aparato está encendido.

Funciones regulatorias: métodos de control en electrodomésticos

PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Plancha de vapor	Evitar la descarga eléctrica debido a un jalón del cable eléctrico Ejemplo: plancha de Phillips.	El cable tiene en la entrada un doblez (o guardacable) antes de llegar al sistema de encendido. En algunos modelos es un cable retráctil. Método de control.	Evitar que un jalón accidental dañe el mecanismo. NOM-003-SCFI-2000. Especificaciones de calidad de aparatos eléctricos.
	Sistema de apagado si la plancha no se usa después de un tiempo. Función de autoapagado. Ejemplo: plancha de Phillips.	Apaga automáticamente la plancha después de cierto tiempo de no usarse. Método de control.	NMX-J-521/1-ANCE-2005 Seguridad en aparatos electrodomésticos. Evitar quemaduras o incendios.
	Sistema antigoteo (<i>drip stop</i>). Ejemplo: plancha de Phillips.	Evitar que se derrame agua del depósito de la plancha a través de la suela. Método de control.	Evitar derrames que podrían provocar quemaduras.
	Indicador luminoso de encendido. Ejemplo: plancha de Phillips.	Luz (<i>LED</i>) que se enciende cuando la plancha está prendida. Método de advertencia.	Evita quemaduras accidentales al saber que la plancha está encendida.
Lavadoras de ropa	Al abrir la tapa de acceso al depósito donde se coloca la ropa sucia, el motor se detiene. Ejemplo: lavadora Whirlpool.	Evitar un accidente Método de control	Evitar que las aspas de la lavadora golpeen a la persona que meta la mano.
Aparatos electrodomésticos	Sistema indicador luminoso de encendido Ejemplos: varios aparatos de diversas marcas.	Por lo general se manejan dos colores, verde y rojo. Método de advertencia.	Permite conocer de manera rápida si un producto está o no encendido.

Referencias: estudios de calidad de la *Revista del Consumidor* en: www.profeco.gob.mx.

Las computadoras –tanto de escritorio como portátiles– se han vuelto de uso cotidiano y se les encuentra en cualquier oficina, casa, escuela, taller y se les emplea lo mismo en aeropuertos, parques y jardines. Se incluyen dos ejemplos, uno de control que es el darle forma y color diferentes a los cables que conectan todos los aditamentos, con el propósito de evitar errores de conexión. El segundo ejemplo es el uso de luces en las impresoras, para mantener bien informado al usuario del estado de avance de su trabajo.

Funciones regulatorias: métodos de control y advertencia en computadoras

PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Computadora de escritorio o tipo laptop	Los cables que se conectan para accionar la impresora, el ratón, el teclado, el contacto con la fuente de energía, etc. tienen diferente tipo de entradas, formas, colores e iconos. Ejemplo: esta práctica es de uso común entre todos los fabricantes.	Evitar que se conecte el cable en el lugar inadecuado Método de control	Facilitar al usuario la conexión de los cables, con lo que se evita que los sistemas de la computadora se dañen.
Impresora HP	La impresora maneja dos tipos de luces, verde si la operación es normal, y naranja si el papel se atasca. Ejemplo: HP 1200.	Conocer rápidamente cuál es la situación de trabajo de la impresora. Método de advertencia.	Permite conocer de manera rápida si la impresora funciona correctamente.

Referencias: computadora PC Dell y laptop HP, impresora HP 1200.

El siguiente bloque de ejemplos de dispositivos poka-yoke, usan el sonido, combinado o solo, para advertir al usuario el no olvidar su tarjeta, comida, video; otro uso es de seguridad como es el caso del aviso de las puertas del Metro que están próximas a cerrar, o de vehículos comerciales cuando se desplazan en reversa.

Con sonido: ejemplos diversos de aparatos electrodomésticos, cajeros automáticos, vehículos comerciales y Metro de la ciudad de México

PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Teléfono	Si el aparato se encuentra descolgado emite un sonido Ejemplo: Modelo de teléfono de Telmex	Zumbido Método de advertencia	Es un recordatorio a la persona que dejó descolgado el teléfono o lo dejó para atender otro asunto mientras lo utilizaba.
Video casetera VHS	Si el video se terminó y la cinta se sigue recorriendo emite un sonido. Ejemplo: Hitachi.	Zumbido. Método de advertencia. Este aparato también consta de un icono con forma de cassette que aparece cuando está dentro del aparato.	Evita el desperdicio de energía.
Cajeros automáticos ATM en oficinas bancarias	El sonido es un recordatorio para que el cliente no olvide recoger su tarjeta bancaria o su dinero. Ejemplo: cajeros de HSBC.	Sonido Método de advertencia	Evita el olvido y extravío de tarjeta, también que se pueda hacer mal uso de ella.
Camiones y camionetas de reparto	Cuando el vehículo se desplaza en reversa las luces blancas se encienden y se emite un sonido. Ejemplo: camiones y camionetas Ford.	Sonido que advierte a los peatones. Método de advertencia.	Evitar que inadvertidamente se atropelle a una persona o animal.
Hornos de microondas	Cuando el ciclo de calentamiento de algún alimento terminó y no se ha recogido se emite un sonido. Ejemplo: Panasonic.	Sonido. Método de advertencia.	Evitar el olvido de los alimentos que ya se calentaron.
Metro de la ciudad de México	Antes de cerrar las puertas hay una advertencia sonora.	Sonido y luz (en los modelos de vagones más nuevos).	Evitar que algún pasajero quede atrapado en la puerta; del momento que suena al cierre, pasan dos o tres segundos.

Referencias: experiencias propias.

Funciones regulatorias: métodos de control en hoteles.

PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Tarjetas que funcionan como llave en hoteles	La tarjeta se desliza para abrir y cerrar la puerta, así como para accionar las luces. Ejemplo: hoteles Marriott y hoteles en Japón.	La tarjeta tiene un sensor que activa el mecanismo de la puerta y el mecanismo de encendido de luces de la habitación. Método de control.	Evitar que el usuario pueda olvidar la llave y también que no se desperdicie energía, ya que sólo funciona cuando se encuentra una persona en la habitación

Referencias: experiencias propias.

Los dispositivos poka-yoke también se pueden encontrar en el sector servicios, por ejemplo en tarjetas que funcionan como llaves en hoteles y que tienen varias ventajas: que no es posible olvidar la llave y reducir el consumo de energía, ya que las luces solamente permanecen encendidas cuando la persona se encuentra en la habitación.

Para evitar errores se pueden utilizar letreros que sirven para obtener la correcta identificación de los productos que allí se ofrecen. Para el consumidor con poca experiencia que va al supermercado es factible confundir una verdura por otra, por lo que agregar una banda a cada uno de los productos facilita la decisión de compra. El beneficio se extiende a las cajeras, que también pueden tener dificultades en anotar el código correcto a la hora de cobrar.

Sección de verduras de un supermercado: correcta identificación de las verduras y vegetales de color verde.

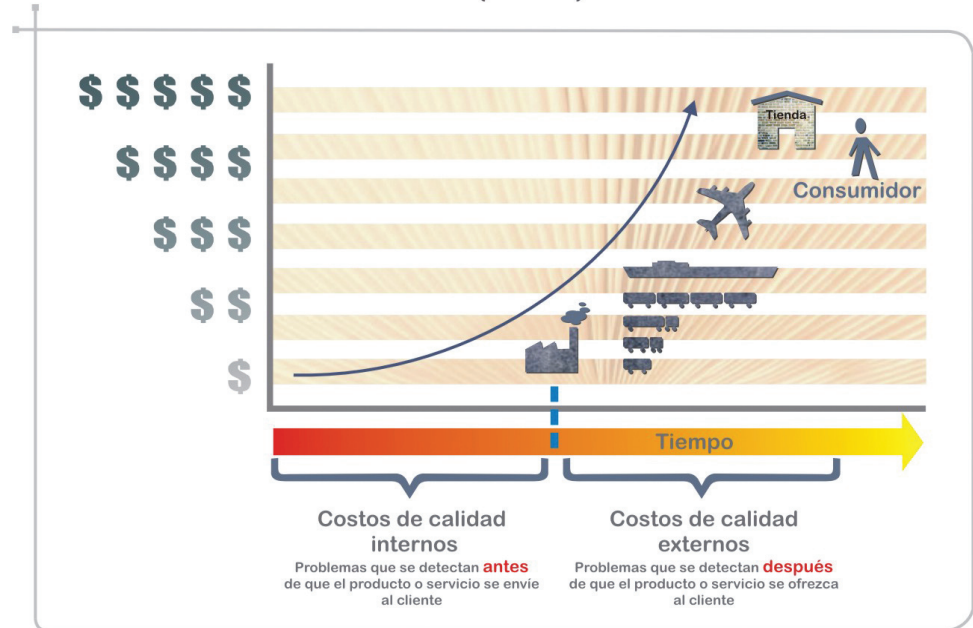
PRODUCTO	TIPO DE POKA - YOKE	DESCRIPCIÓN	VENTAJA
Supermercado, sección de Verduras	Alambre con una banda que indica el nombre de la verdura y el código interno de identificación de la Comercial Mexicana.	Banda informativa que permite diferenciar verduras verdes que pueden ser muy similares: berro, acelga, perejil, tomillo, albaca, cilantro, hierbabuena, etc. Método de advertencia.	El consumidor puede hacer la correcta selección, ya que en la banda aparece el nombre de la verdura, así como el código que necesita la cajera para cobrar correctamente.

Referencias: experiencias propias.

Dispositivos a prueba de niños (Child-proof devices)

En algunos productos se busca que los menores de edad no accionen inadvertidamente algún aparato que los puede lesionar. Pistolas, rifles, herramientas eléctricas de corte. Medicinas o líquidos que si se ingieren pueden ser mortales, se encuentran en recipientes o contenedores que son difíciles de abrir por la fuerza que se tiene que aplicar. Otro ejemplo son barreras de madera o plástico que impiden que un bebé baje por las escaleras o que bloquean la entrada a la cocina o algún otro lugar. Los contactos eléctricos pueden protegerse con tapones de plástico que impiden que infantes o bebés metan los dedos o algún objeto de metal que los podría electrocutar. En los ejemplos de dispositivos usados en los autos hay varios, ya mencionados, cuyo objetivo es la seguridad de los niños.

Costos de (mala) calidad



Costos de (mala) calidad

Los costos de (mala) calidad se definen como aquéllos en los que incurre una compañía para ofrecer al cliente un producto de calidad (Guajardo: 1996). Este tipo de costos pueden tener un fuerte impacto económico, pero también puede llegar a afectar la imagen de la empresa. Véase la figura que representa de manera gráfica los dos tipos de costos de calidad en los que puede incurrir una compañía, que se dividen en internos y externos.

- Costos de calidad internos: son los abocados a detectar y corregir los errores que se generan dentro de la empresa y están más orientados al proceso. Se pueden dividir en dos:
 - De prevención, es la planeación que se da antes de iniciar la fabricación del producto, como revisar que el producto cumpla con la normatividad correspondiente, el control de procesos, reportes de calidad.
 - De detección o evaluación, una vez iniciada la producción del producto son aquellos defectos como: retrabajos, desperdicios, máquinas detenidas o descompuestas, inspección de materias primas, así como pruebas del

producto o proceso. Los dispositivos a prueba de errores pueden jugar un papel importante, en la detección y prevención de errores durante el proceso.

- Costos de calidad externos, son los generados una vez que el producto ha salido de las instalaciones de la planta. Este tipo de costos son más altos que los internos, ya que mientras más tiempo pase en detectarse el error, el producto tiene más valor agregado y, posteriormente, hay que agregarle los costos de distribución y venta. Los costos pueden presentarse en forma de quejas, devoluciones, demandas legales, mala publicidad (General Physics 1995). Los costos de calidad que se generan a nivel producto, pueden reducirse si el producto funciona adecuadamente y no existe riesgo alguno para el usuario.

El ingeniero japonés Taguchi explica que los problemas de calidad afectan no únicamente al usuario o consumidor directo del producto o servicio, sino también a la compañía que lo manufacturó; la mala calidad puede llegar a afectar a la sociedad en su conjunto y llegar a restarle competitividad a un país.



Conclusiones

El trabajo del diseñador debe reflejarse en la previsión de la forma de uso de un producto, desde su proceso de manufactura y ensamble, hasta la manera de uso por el usuario. En todo momento el objetivo es buscar eliminar los errores para lograr que los productos se manufacturen y ensamblen con ‘cero defectos’ y su operación se haga sin contratiempo alguno. En la actualidad muchas de las normas reflejan una preocupación porque los fabricantes ofrezcan productos que protejan la integridad física de los usuarios, este es el caso de las cunas para bebé, que especifican la separación máxima entre barrotes o del diseño de la carcasa de los ventiladores para evitar que un niño meta los dedos y se lastime cuando el motor esté funcionando. Uno de los objetivos más importantes del trabajo del (la) diseñador(a) es resolver de manera adecuada la interfaz del producto con el usuario, buscar que el producto “comunique” su función y modo de uso de la manera más clara posible, esto puede lograrse si se recurre a dispositivos poka yoke para evitar un posible error. Esta estrategia puede beneficiar al fabricante con la reducción de costos de calidad y, al mismo tiempo, servirle para diferenciar sus productos de la competencia.

NOTAS

1 La estadística no era una ciencia nueva; sin embargo, fue Shewart el primero en aplicar el CEP a actividades de manufactura, y a determinar las técnicas de muestreo. Posteriormente fue el japonés Kaouru Ishikawa, otro de los maestros de la calidad, que agrupó por primera vez las siete herramientas del CEP, que definió de la siguiente manera: son cuadros, diagramas o gráficas que se utilizan en el estudio y análisis de los problemas de plantas y oficinas. Son herramientas muy sencillas que si se conocen y dominan desde el nivel operativo hasta la gerencia, pueden ayudar a resolver más del 90% de los problemas comunes [...]” Libro: Ishikawa, Kaouru (1986) ¿Qué es el control total de la calidad? Bogotá, Editorial Norma

2 Deming define a la calidad como “la cualidad de un producto o servicio de cumplir con las expectativas del cliente”; se le conoce por los 14 puntos para una mejor administración, y por proponer el círculo de la mejora continua que consta de cuatro pasos: planear, revisar, ejecutar y actuar. El Premio Nacional de Calidad del Japón se instituyó en 1951 y se le denominó Premio Deming en su honor, el primer premio de calidad a nivel mundial.

3 Juran escribe que “La calidad está definida por lo adecuado del uso y el propósito a los ojos del consumidor”. La calidad hay que planearla para que no existan fallas. Juran propuso la trilogía de la calidad que consta de tres partes: planeación de la calidad,

control de la calidad, y mejoría de la calidad. Este teórico visitó Japón en varias ocasiones y se hizo acreedor de varias distinciones.

4 Crosby propuso que “calidad se refleja en las utilidades, ya que es una fuente de ganancias, y éstas se dan cuando existen “cero defectos”, por lo que el concluye que la calidad no cuesta. La calidad debe ajustarse a las normas de conformancia, y cero defectos debe ser la norma. Las cosas deben hacerse bien a la primera y única vez.

5 Feigenbaum acuñó el término “Control Total de la Calidad” (Total Quality Control), su enfoque para medir el progreso de la calidad en una empresa se basa en los métodos estadísticos. Los nueve factores que afec-

tan la calidad (también conocidos como “Las 9 M”) son: materia prima, mano de obra, métodos, mercados, motivación, máquinas, money (dinero), management (administración) y medio ambiente.

6 Ishikawa define que “La calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar, y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor”. Ishikawa es posiblemente el maestro japonés de la calidad más conocido, se le reconoce como el creador de los círculos de calidad y del diagrama de causa y efecto, también conocido como “diagrama de pescado”.

Nota: Todas las referencias en: RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, JORGE: 2001.

7 El círculo de calidad es un grupo de cinco a ocho personas del mismo departamento que se reúnen con cierta periodicidad para tratar de resolver problemas que se encuentran en la línea de producción, o para dar sugerencias y facilitar el trabajo cotidiano.

8 SMED (Single Minute Exchange of Die), el alistamiento o puesta a punto de la máquina (set up). Se puede dividir en dos tipos de operación: la primera son internas, es decir aquellas actividades que sólo pueden realizarse con la máquina detenida, como es el cambio y montaje de troquel; el segundo tipo son externas, o sea el tener listo el troquel que se va a usar, tener a la mano el medio de transporte, etc. (Shingo, 41-44).

9 En el idioma inglés la palabra tiene varias denominaciones: poka-yoke, fail-safing o mistake-proofing.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Guajardo Garza, Edmundo (1996). Administración de la Calidad Total. México: Editorial Pax.

Norman, Donald A. (1990). The Design of Everyday Things. New York: Doubleday Currency.

Rodríguez Martínez, Jorge (2001). Visión General del Tema de la Calidad y el Diseño Industrial (con un enfoque japonés). México DF: UAM-Azcapotzalco, ISBN: 970-654-080-6.

Shingo, Shigeo (1989). A Study of the Toyota Production System (From an industrial engineering viewpoint), Cambridge, Mass: Productivity Press.

Shingo, Shigeo (1986). Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System. Cambridge, Mass: Productivity Press.

Materiales de curso

General Physics (1995). Quality Systems Lead Auditor Training.

Méndez Guerra, Ana Judith (2000). Poka Yoke y Administración Visual. Texto de apoyo para el curso. México: Kenshu Center, AOTS México Japón, AC, México DF.

Revista

Rodríguez Martínez, Jorge. (2000). “Poka yoke y cero defectos”. Revista Contacto. (Febrero).

Páginas web consultadas

Michael J. Darnell (2007). Página que muestra una serie de productos de uso cotidiano que son difíciles de usar ya que no siguen los principios de los factores humanos. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.baddesigns.com/>>

La unión de consumidores (Consumer Union) (2007) Organización fundada en 1936 en Estados Unidos, posteriormente crearon la revista Consumer Reports. Esta organización tiene los laboratorios de prueba para productos para el consumidor más grande del mundo. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.consumerreports.org/>>

Gobierno de Estados Unidos. (2007). Sitio que enlista productos que han tenido problemas de calidad y que representan un peligro para la integridad física de los usuarios o tienen un mal funcionamiento, se les denomina product recall. Por ejemplo, el 16 de mayo de 2007, la revista Consumer Reports anunció que la compañía General Electric anunció un product recall de 2.5 millones de lavadoras de trastes porque se descubrió un defecto que puede ocasionar un incendio. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.recalls.gov>>

Procuraduría Federal del Consumidor. (2007). Cuenta con la Revista del Consumidor que publica mensualmente los resultados de estudios de calidad, mismos que pueden ser consultados en línea. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.profeco.gob.mx/>>

United States Patent and Trademark Office. (2007). [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.uspto.gov/>> .

Class 215 Bottles and Jars. (2007). Botellas y recipientes, existen algunos de ellos a prueba de niños por contener una sustancia tóxica, como el caso de medicamentos. En otro apartado se describen patentes de dispositivos a prueba de niños en armas o rifles que buscan evitar su uso accidental.). [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.uspto.gov/>>

Página académica de John Grout, Berry Collage, Georgia. EU. (2007). Muestra docenas de imágenes con ejemplos de productos de consumo que utilizan dispositivos poka-yoke. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://csob.berry.edu/faculty/jgrout/pokayoke.shtml>>

John Grout. (2007). Sitio que tiene una orientación comercial. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.mistakeproofing.com/>>

El premio Shingo de excelencia en la manufactura (Shingo Prize). (2007). Se instituyó en 1988 y se otorga anualmente a la empresa de Canadá, Estados Unidos y México, que haya obtenido la mejor aplicación en procesos de manufactura, sistemas y métodos, siguiendo los conceptos desarrollados por Shigeo Shingo. [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://bigblue.usu.edu/shingoprize/>>

American Society for Quality. (2007). [web en línea]. Disponible en Internet en: <<http://www.asq.org/learnabout-quality/process-analysis-tools/overview/mistake-proofing.html>>

Otros sitios con información relacionada con dispositivos poka-yoke. [web en línea]. Disponibles en Internet en: <<http://www.qualitytrainingportal.com/resources/mistake-proofing/index.htm>> <<http://www.isixsigma.com/library/content/c020128a.asp>> <<http://www.keyence.com/>>

<www.no-error.com/pokayoke.html>

<www.qualitycoach.net/zqc.html>

<www.alco.co.uk/news/japanese/pokayoke.html>