

Diseñando Operaciones a Prueba de Errores

Ivan R. Sánchez, MIE

Director Instituto Excelencia Operacional

Quality for Business Success, Inc.

Contenido

- Fuentes de Errores
- Estrategias de inspección para detectar los defectos
- Regulación y niveles de aplicación en los sistemas a prueba de error
- Métodos para diseñar mecanismos a prueba de error
- Principios de diseño para sistemas a prueba de error

Definición de Error

Un error es el resultado de una actividad, mental o física, que se desvía de lo que fue su intención original.

El resultado de un error se convierte en un *defecto*.

Fuentes de Errores

Equipos y Máquinas



- Partes desgastadas
- Piezas rotas
- Pérdida de calibración
- Partes encajadas
- Fallas mecánicas

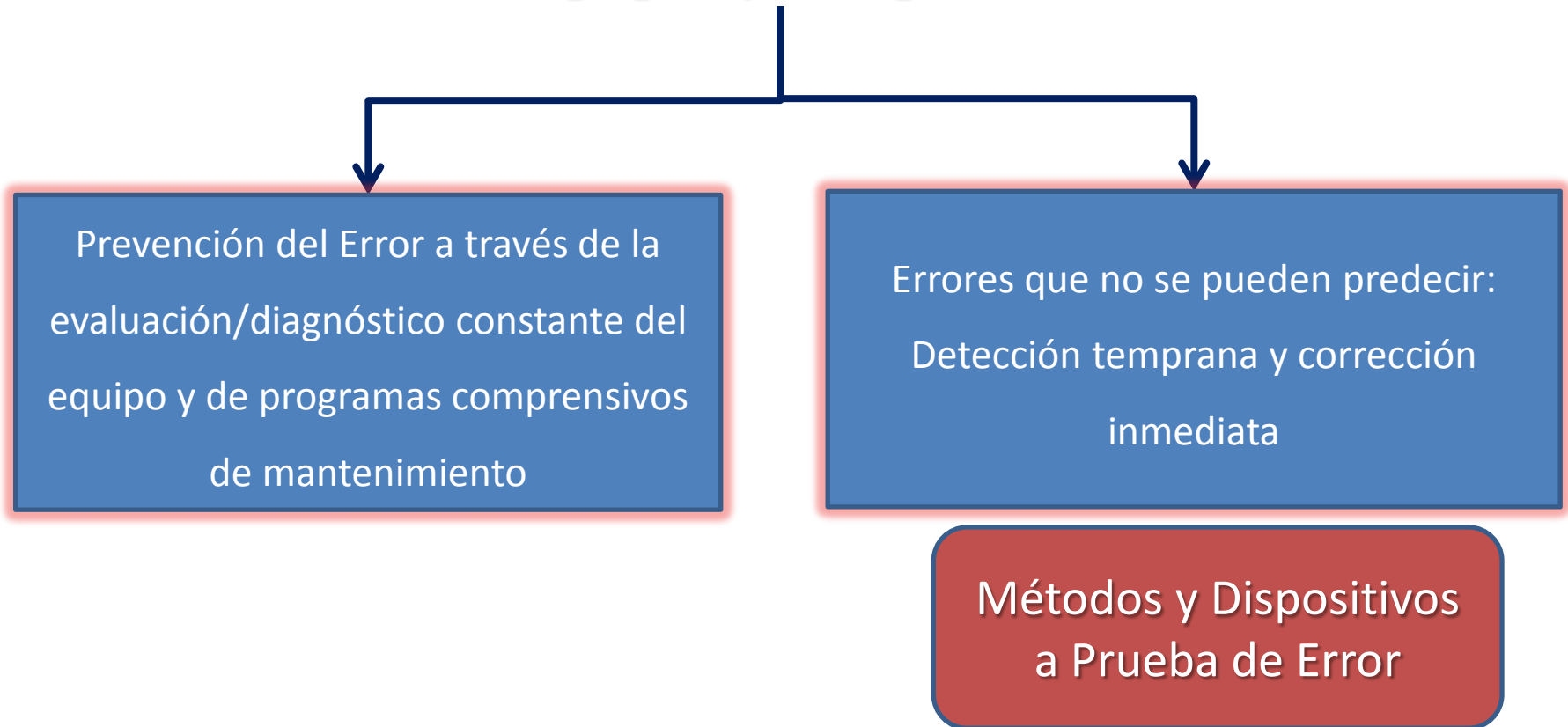
Recurso Humano



- Errores ejecutando la operación del proceso:
 - Trabajo incorrecto
 - Trabajo no requerido
 - Trabajo en la orden incorrecta
 - Trabajo a un paso lento

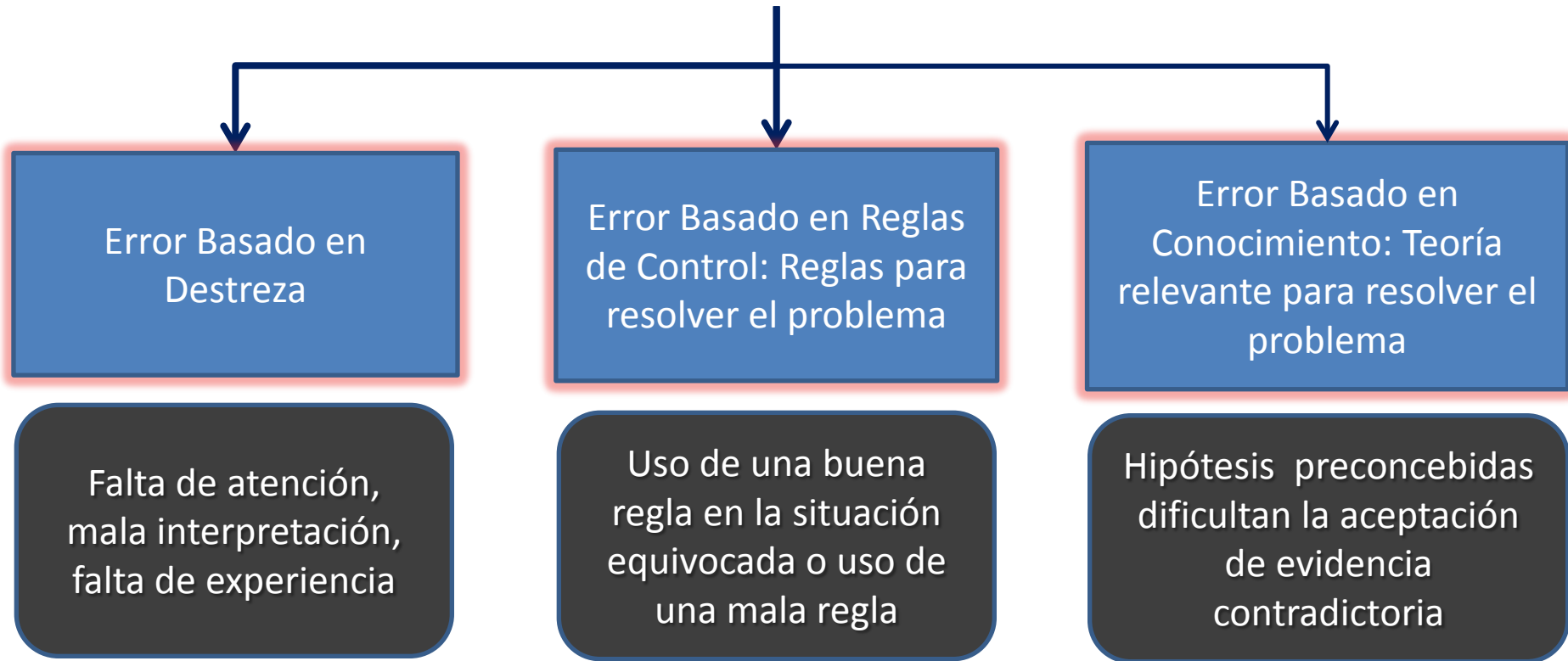
Fuentes de Errores

Equipos y Máquinas



Fuentes de Errores

Recurso Humano (Causas del Error)

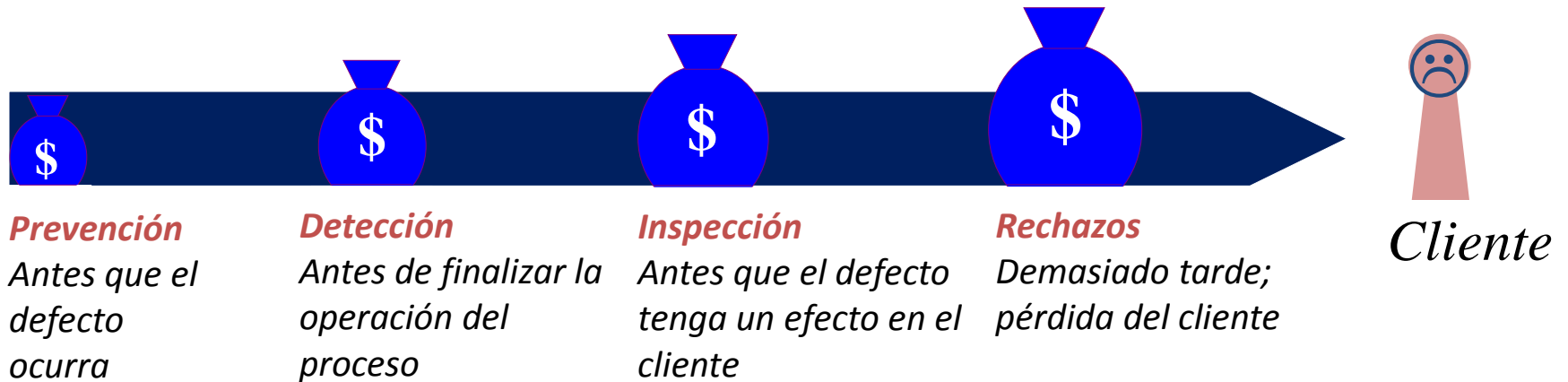


Primer paso para eliminar errores en su operación...

Estar en el *lugar* adecuado y en el *momento* adecuado para atrapar los errores.

Para así **Retro-alimentar** el sistema y corregir el error.

Puntos y Niveles para Atrapar Defectos y Errores

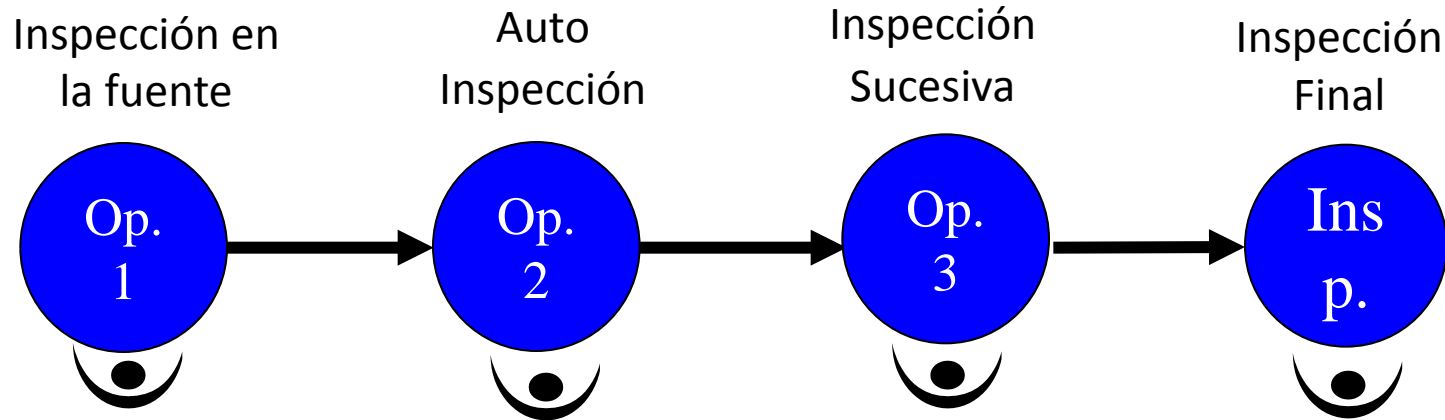


▶ Mientras más temprano se identifica el error o defecto, el costo para eliminarlo será menor

- **Enfoque Tradicional**
 - Inspección de las características del producto al final del proceso
 - El objetivo es encontrar defectos
 - Usualmente se basa en inspección por muestreo usando niveles de calidad aceptables (AQLs)

- **Enfoque de prevención y detección de errores**
 - Inspección cercano a la fuente
 - El objetivo es detectar y corregir
 - Basado en 100% de inspección
 - Usa técnicas a prueba de error

Estrategias de Inspección



Inspección Final: El inspector separa las piezas buenas de las malas

Inspección Sucesiva: Operador 3, revisa el trabajo del Operador 2 antes de hacer su trabajo u operación

Auto-Inspección: Operadores verifican su trabajo

Inspección en la Fuente: Inspeccionar insumos del proceso (materiales, herramientas)

Inspección Sucesiva

- Cada operador inspecciona 100% del trabajo del operador anterior antes de hacer su propia operación
- *Problemas:*
 - Necesita limitar el número de características a revisar (2-3)
 - Debe proveer una retro-alimentación inmediata cuando el defecto es encontrado
 - Requiere detener la línea de transformación para corregir el problema
 - Inicialmente aumentan los defectos
 - Potenciales problemas entre operadores

Auto Inspección

- El operador revisa el 100% de su trabajo. Los defectos son descubiertos cuando ocurren, permitiendo retroalimentación inmediata y acciones para corrección.
- *Problemas:*
 - Los operadores no son siempre objetivos, algunas veces olvidan
 - Necesita limitar el número de características a evaluar

Métodos y Dispositivos a Prueba de Error
pueden trabajar con estos problemas

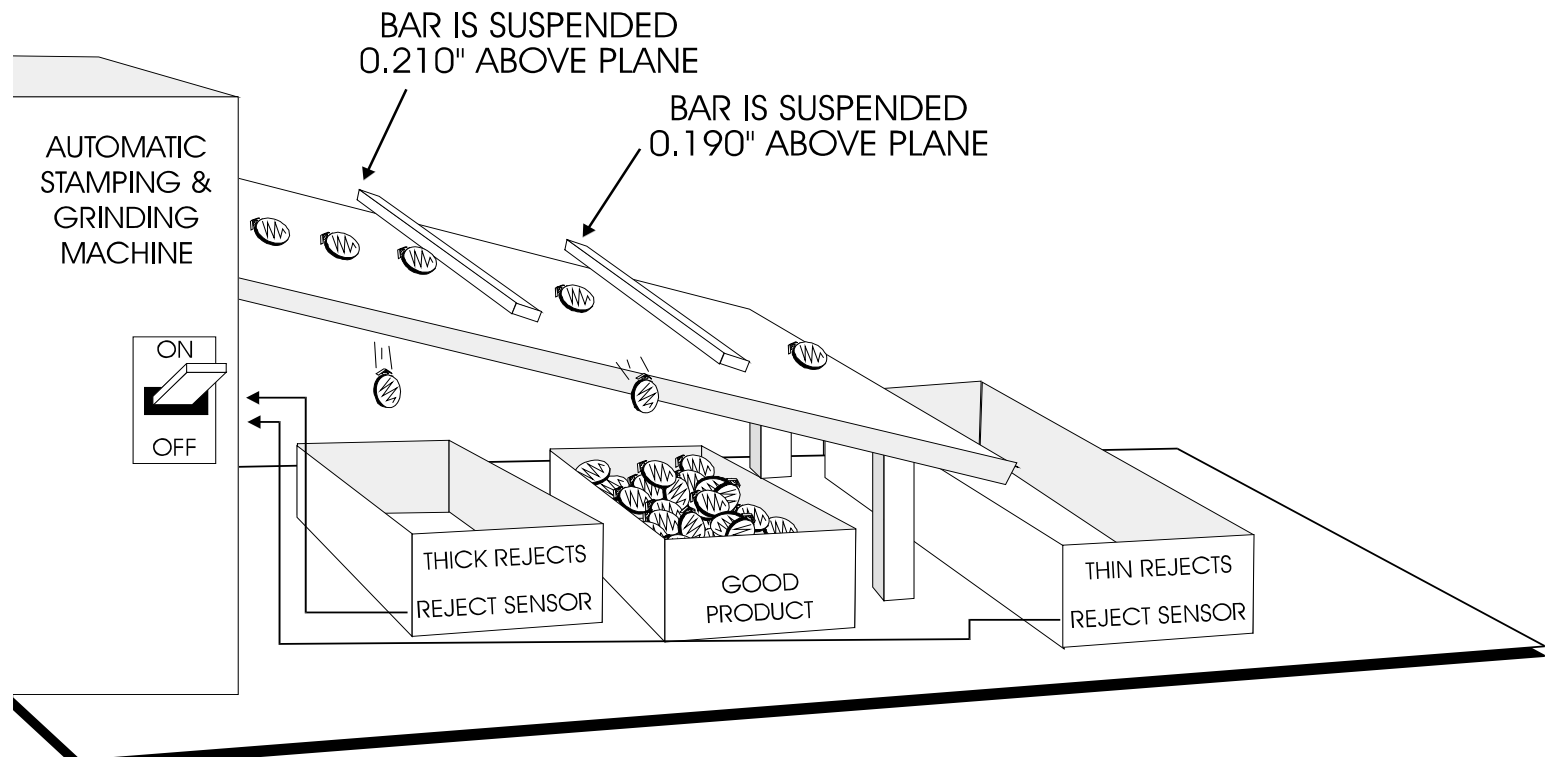
Inspección en la Fuente

- Se descubren los errores en condiciones que pueden provocar el defecto y se toman acciones para corregir el error antes de producir el producto defectuoso.
- *Fuentes de Error:*
 - Recursos humanos
 - Material
 - Máquinas/equipos
 - Métodos
 - Información

Usar inspección en la fuente y los Métodos y Dispositivos a Prueba de Error para agilizar la Retroalimentación y corrección

Uso de Dispositivos y Métodos a Prueba de Error en las Operaciones: Poka Yoke

- Diseño de dispositivos de bajo costo o métodos que permiten inspeccionar 100% con el objetivo de la eliminación del defecto.



Sistemas de Regulación

- **Sistemas de Control:** Detiene el proceso cuando el problema ocurre, previniendo defectos adicionales.
 - Método de más poder
 - Usar siempre que sea posible
- **Sistema de Alerta:** Se activa una señal o alarma cuando el problema ocurre, pero los defectos continúan sucediendo al menos que el operador tome alguna acción.
 - Usar cuando el impacto del problema es menor
 - Usar cuando el sistema de control no es práctico

Cuatro (4) Niveles de Aplicación de los Sistemas a Prueba de Error

Nivel 1	Indicadores visuales
Nivel 2	Señales visuales
Nivel 3	Controles visuales/barreras
Nivel 4	Garantía en el diseño

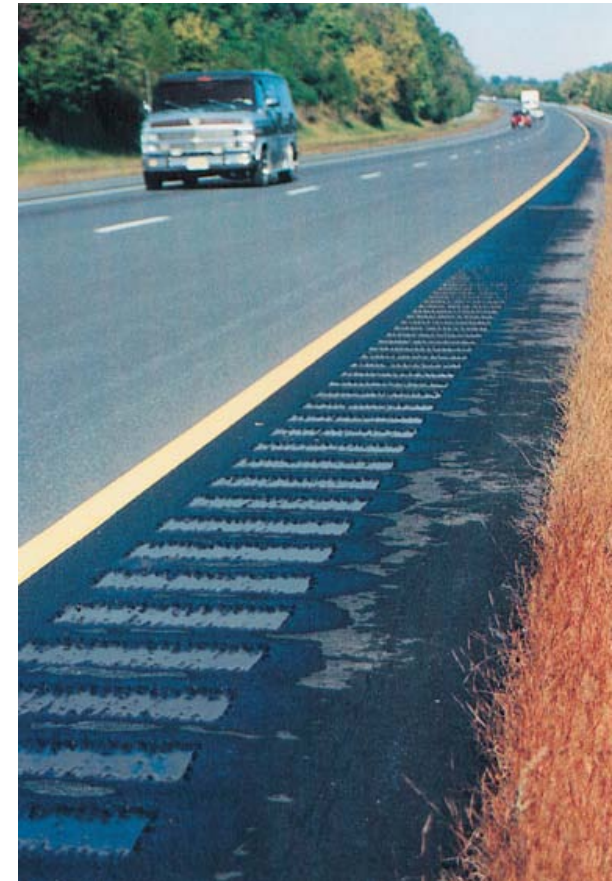
Niveles de Aplicación de dispositivos a Prueba de Error

- Indicador Visual – Sin Poder
 - Un **Indicador Visual** sólo dice un mensaje; este no tiene poder para lograr una acción específica. La acción es electiva; la decisión es de la persona.



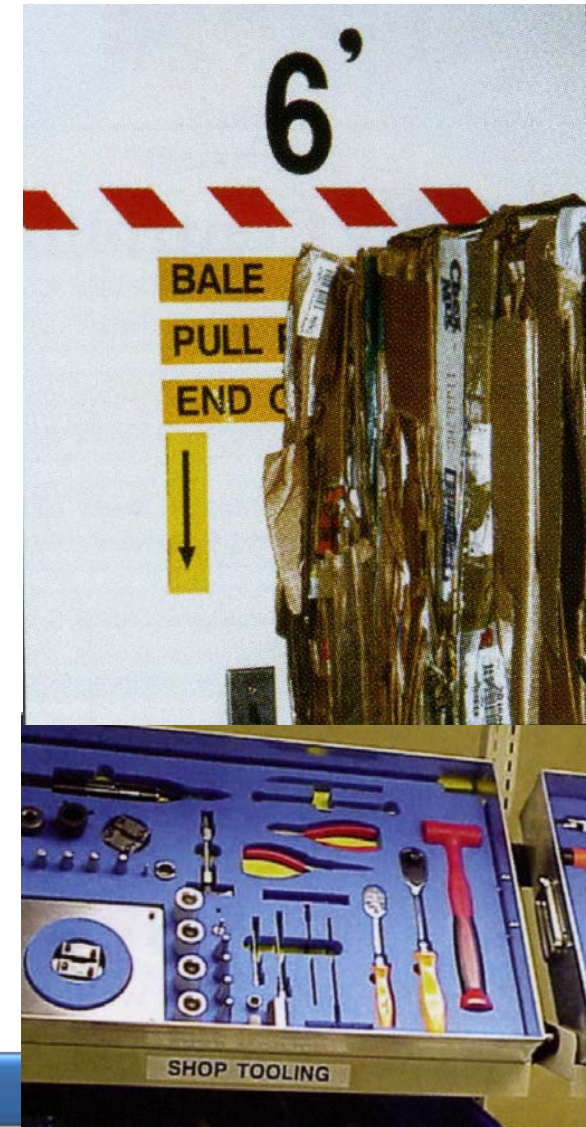
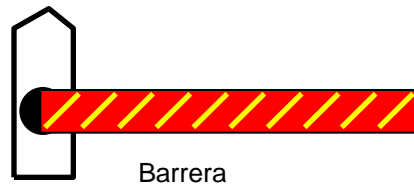
Niveles de Aplicación de dispositivos a Prueba de Error

- Señal Visual – Algún Poder
 - Una **Señal Visual** primero capta la atención, entonces entrega el mensaje.



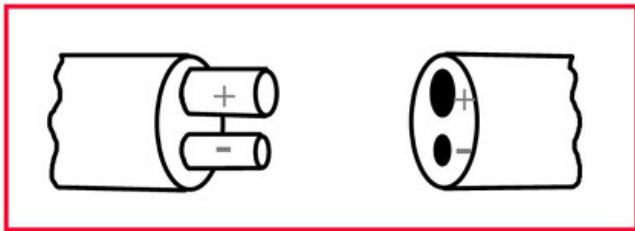
Niveles de Aplicación de dispositivos a Prueba de Error

- Control Visual – Poder Significativo
 - Un **Control Visual** estructura el comportamiento a través de tamaños, dimensiones y números. Induce el comportamiento previniendo la generación del error.



Niveles de Aplicación de dispositivos a Prueba de Error

- Garantía del Diseño – Poder Absoluto
 - Una **Garantía del Diseño** permite sólo la respuesta correcta, incorporando la información exacta en el mismo diseño del proceso o producto.



Métodos para Diseñar Mecanismos a Prueba de Error

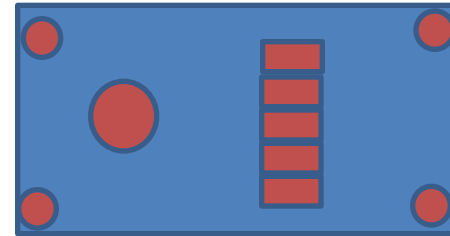
- Los métodos utilizados para diseñar mecanismos a prueba de error se pueden clasificar de la siguiente manera:
 - Características físicas
 - Secuencia de proceso
 - Valor constante

Características Físicas

Identifica defectos detectando inconsistencias en las características físicas de la pieza. Estos errores pueden afectar tamaño, forma, orientación, apariencia, presencia o ausencia.



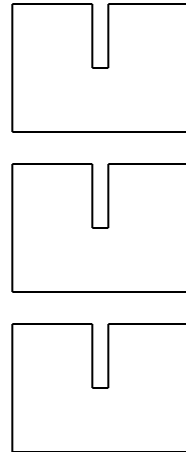
- Orientación y colocación
- Delimitación del espacio físico
- Dispositivos “Go-no go”



- Dispensadores
- Detector de presencia o ausencia
- Atributos físicos no usuales

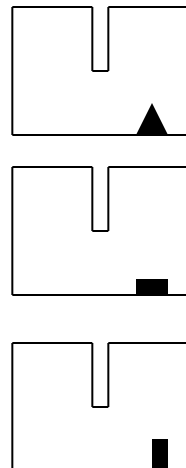
Ejemplo: Error en la selección

Problema:



Errores en la máquina al seleccionar el material de empaque correcto, porque varios empaques tienen la misma forma y dimensión (hechos con diferente grado de corrugado)

Solución:



Pequeñas mellas (exagerado aquí) fueron hechas en cada tipo de cartón, permitiendo que la máquina a través de un sensor identificara la caja y seleccionara el divisor correcto

Secuencia de Proceso

Identifica defectos detectando inconsistencias en el orden de los pasos del proceso. Determina si los pasos correctos han sido completados y se han hecho con la secuencia correcta.



La guarda de seguridad debe de cerrarse antes de activar el equipo



Una hoja de cotejo es forma simple de utilizar este concepto

Típicamente se utilizan:

- Sensores
- “Switch” foto-eléctrico
- Barreras
- Mecanismos de recompensa

Ejemplo: Secuencia de Proceso



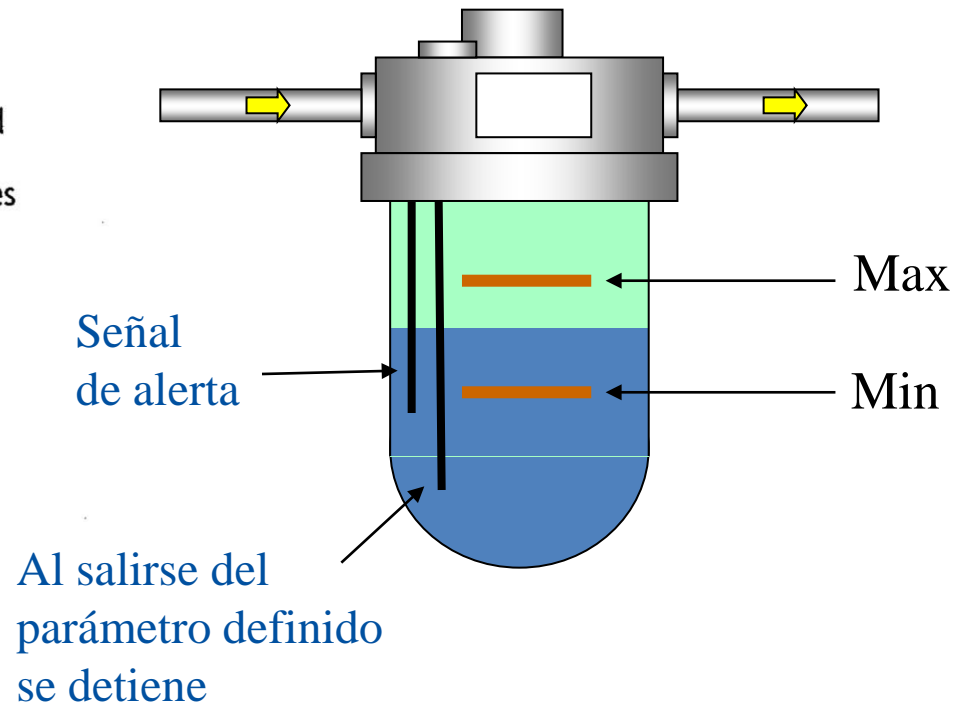
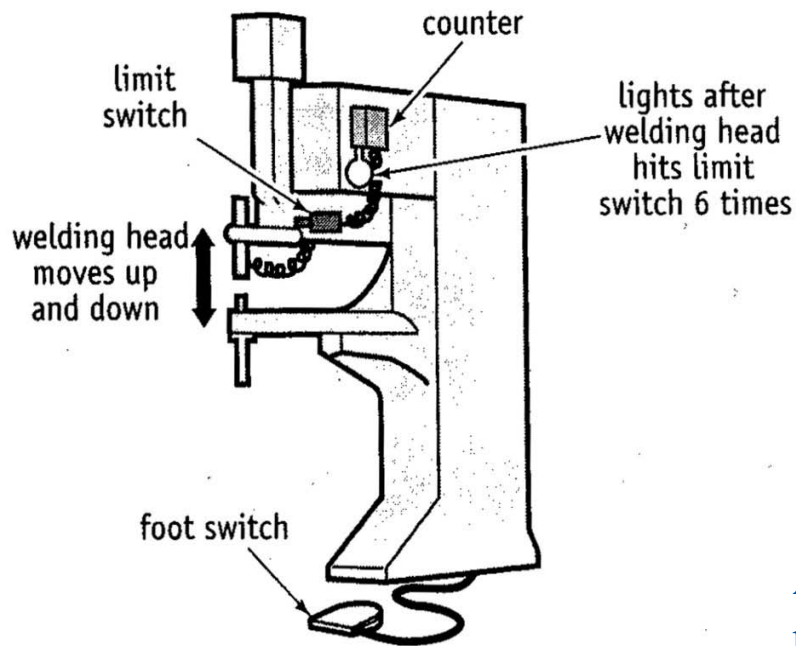
Seguro en la puerta del baño del avión. Primero cierra la puerta e inmediatamente enciende la luz



Al colocar la carta se sube inmediatamente la bandera

Valor Constante

Usado cuando un número fijo de pasos necesita ser completado. Los dispositivos cuentan el número de veces que algo debe ser hecho y permiten que el proceso continúe si los requisitos se completan.



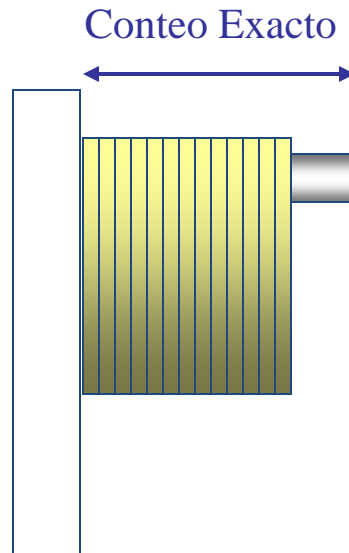
Ejemplo: Error en Conteo

Problema:



Ocasionalmente, el número equivocado de “O-rings” son empacados en la caja

Solución:



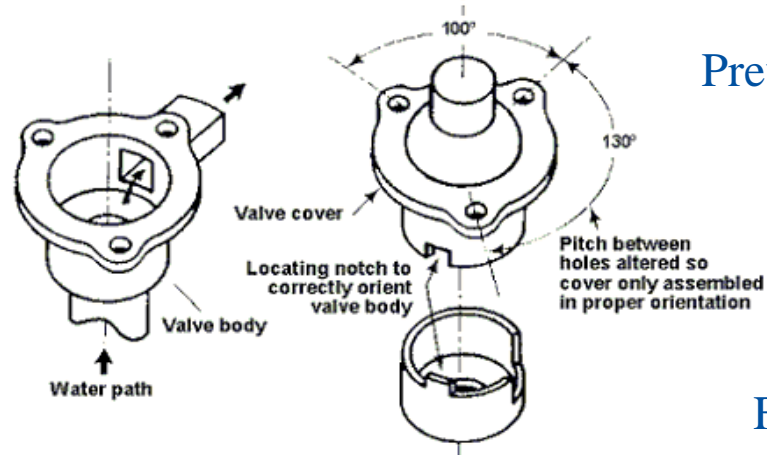
Un dispositivo fue preparado para aguantar los “O-rings” después de la última estación de manufactura. El largo de la varilla ayuda a precisar el número de “O-rings” a empacar en la caja.

Los Sistemas a Prueba de Error y el Diseño

- Inicialmente los sistemas Poka-Yoke estaban más enfocados en evitar los defectos una vez ya estaba el diseño del producto y el proceso.
- La evolución de este concepto ha sido hacia trabajar con el diseño del producto/proceso para prevenir que los errores sucedan.

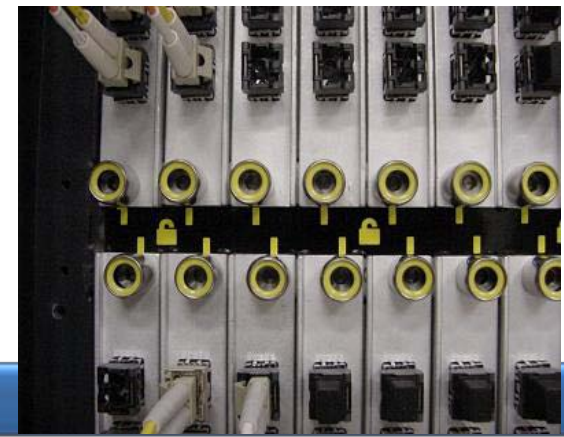
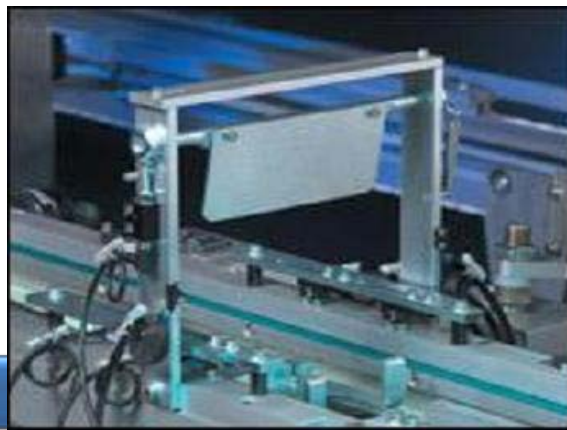
Los Sistemas a Prueba de Error y el Diseño

- Seis principios de Diseño:
 - i. Eliminación de tareas no necesarias
 - ii. Reemplazo
 - iii. Prevención
 - iv. Facilitación
 - v. Detección
 - vi. Mitigación



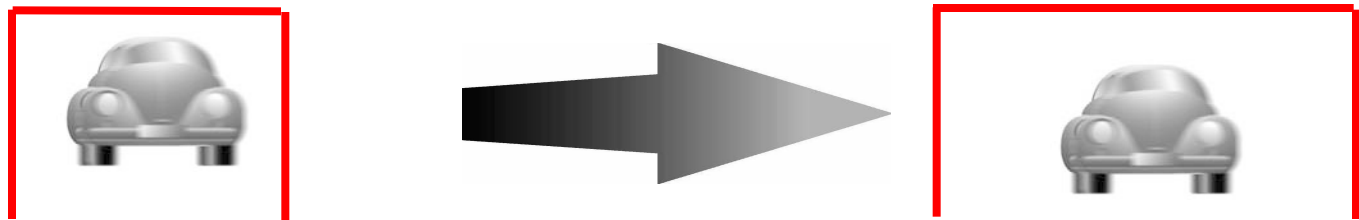
Facilitación

Detección



Los Sistemas a Prueba de Error y el Diseño

- *Principio Clave de Diseño*: Incrementar la capacidad del proceso dentro de las especificaciones y tolerancias.



Ciclo de Servicio en Distribución: Entrega en 48 hrs

Toma de Orden 0 hrs	Transmisión/ Validación Orden 12 hrs	Despacho de la Orden 20 hrs	Carga de los Camiones 36 hrs	Entrega 48 hrs
Toma de Orden 0 hrs	Transmisión/ Validación Orden 6 hrs - 12 hrs	Despacho de la Orden 14 hrs	Carga de los Camiones 20 hrs	Entrega 24-28 hrs

Los Sistemas a Prueba de Error y el Diseño

- ***Principio Clave de Diseño***: Considerar el principio de Redundancia en el diseño.
 - ***Para reducir al mínimo la posibilidad de errores, todo sistema necesita de mecanismos redundantes.***
 - ***Este principio se aplica cuando existe un riesgo de fallos por:***
 - ***Eventos Naturales***
 - ***Accidentes***
 - ***Fallos de Sistemas***



Conclusión: Pasos para la Implantación de Sistemas a Prueba de Error

- Identificar el problema
- Identificar la causa del problema
- Determinar a qué nivel se puede inspeccionar el proceso
- Determinar el método usado como mecanismo para evitar el error
- Determinar el nivel de regulación
- Diseñar e implementar (considerando los principios de diseño)
- Hacer pruebas
- Adiestrar a usuarios
- Evaluar resultados

Referencias

- Libros:
 - Mistake-Proofing: Designing Errors Out. Richard Chase y Douglas Stewart
 - Zero Quality Control: Source inspection and the Poka Yoke System. Shigeo Shingo
 - Make No Mistake: An Outcome-Based Approach to Mistake-Proofing. C. Martin Hinckley
 - Mistake-Proofing the Design of Health Care Processes. John Grout
- Website:
 - www.mistakeproofing.com

?