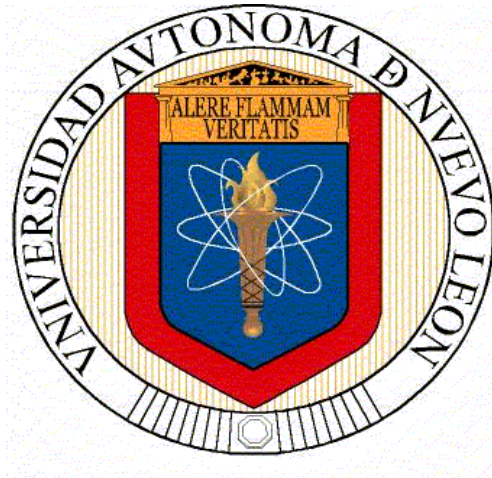


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION GENERAL DE UNA CELDA DE  
MANUFACTURA

POR

Daniel Martínez Beltrán

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
INGENIERIA DE MANUFACTURA CON ESPECIALIDAD EN  
AUTOMATIZACION

Monterrey, N.L., a 30 de Junio de 2003

## DEDICATORIA

Mi trabajo de tesis se la dedico con todo mi corazón a mi hija mayor Daniela Martínez Quintana; que me regaló parte de su tiempo que me permitió ir a estudiar, a mi hija menor Dafne Dalid Martínez Quintana que se quedó dormida infinidad de veces bajo mi computador cuando yo realizaba esta.

Y desde luego a mi esposa que siempre me ha apoyado a lo largo de mi carrera profesional Verónica Quintana Quiroga.

También quiero dedicar esta tesis a tres seres queridos que hoy ya no se encuentran más aquí: A mi madre Esperanza Beltrán de Martínez, a mis cuñados Carlos Estrada y Carlos Quintana.

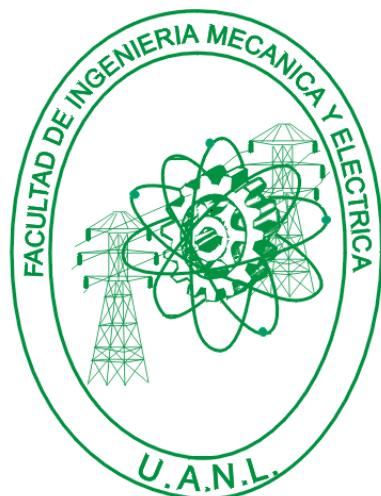
Y agradecer con mucho amor y respeto a mi padre Héctor Martínez Vázquez por haberme dado la oportunidad y la guía para obtener una carrera profesional.

A todos mis maestros y catedráticos de los cuales recibí la enseñanza en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION GENERAL DE UNA CELDA DE  
MANUFACTURA

POR

Daniel Martínez Beltrán

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
INGENIERIA DE MANUFACTURA CON ESPECIALIDAD EN  
AUTOMATIZACION

Monterrey, N.L., a 30 de Junio de 2003

# INDICE GENERAL

CAPITULO 1	
Introducción	2
CAPITULO 2	
Tecnología de grupos	4
CAPITULO 3	
Tecnologías de manufactura	8
CAPITULO 4	
KANBAN	11
CAPITULO 5	
Funciones del sistema de Poka Yoke	23
CAPITULO 6	
Calidad en la celda de manufactura	42
CAPITULO 7	
Aplicación de un robot	68
Bibliografía	79
Conclusiones y Recomendaciones	80
Resumen Autobiográfico	82

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION 1.1

Dada la problemática generalizada en el área de producción; por producir siempre el producto de excelente calidad y excediendo la expectativa del cliente; pensando en el aseguramiento de la calidad del mismo, nos hemos visto en la necesidad de crear espacios óptimos dónde a su vez sean productivos y versátiles, esto da la pauta para pensar en la implementación de tecnología de grupos y para esto se incluye la separación de partes por familias. Los productos de estas se producen en celdas de manufactura que no son otra cosa que una

línea de producción a menor escala capacitada para producir diferentes modelos de una familia de productos que tienen semejantes características, dando la flexibilidad de los cambios de modelo en menor tiempo.

En la actualidad las celdas de manufactura deben ser móviles o rodantes; ya que la ventaja que presentan las mismas es el poder dar mantenimiento a equipos en general para mantener la capacidad del proceso de las máquinas y equipos.

## Objetivo de la tesis 1.2

Es implementar celdas de manufactura usando las mejores practicas recomendadas que usa la industria automotriz para lograr exceder las expectativas del cliente como son la de entrega a tiempo de los productos y cero defectos en los mismos.

## Metodología 1.3

Usando los sistemas de control estadístico del proceso, implementación de dispositivos a prueba de error, llevando un sistema de kanban y aplicando las herramientas de implementación de procesos como los son el proceso de falla y análisis de modo de efecto (PFMEA) y el modo de falla en el diseño (DFMEA) se lograra tener un sistema robusto de manufactura que cumple los métricos de la compañía.

## CAPITULO 2

# TECNOLOGÍA DE GRUPOS

Es una familia de partes y la familia de partes es un grupo de partes que poseen similitudes en la forma geométrica y el tamaño, o en los pasos de procesamiento que se usa en su manufactura. Siempre hay diferencias entre las partes en una familia, pero las similitudes son lo bastante cercanas para poder agrupar las partes en la misma familia. Hay varias formas de identificar familias de partes en la industria. Un método involucra la inspección visual de todas las partes

hechas en la fábrica o la fotografía de las partes y el uso del mejor juicio para agruparlas en familias apropiadas.

Otro enfoque es el denominado análisis de flujo de producción, usa la información que contienen las hijas de ruta para clasificar las partes. En efecto, las partes con pasos de manufactura similares se agrupan en la misma familia. El método que probablemente se use más, y también sea el más costoso, es la clasificación y codificación de partes.

La clasificación y codificación de partes implica la identificación de similitudes y diferencias entre las partes para relacionarlas mediante un esquema de codificación común. La mayoría de los sistemas de clasificación y codificación están entre los siguientes:

1. Sistemas basados en atributos del diseño de partes,
2. Sistemas basados en la manufactura de partes
3. Sistemas basados tanto en atributos de diseño como de manufactura.

### Atributos de diseño de partes

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| -dimensiones principales      | -tipo de material    |
| -forma básica externa         | -función de la parte |
| -forma básica interna         | -tolerancias         |
| -relación longitud / diámetro | -acabado superficial |

### Atributos de manufactura de partes

- |                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| -proceso principal      | -dimensiones principales      |
| -secuencia de operación | -forma básica externa         |
| -tamaño del lote        | -relación longitud / diámetro |
| -producción anual       | -tipo de material             |
| -máquinas herramienta   | -tolerancias                  |
| -herramientas de corte  | -acabado superficial          |



## Celdas de Manufactura

Una celda de manufactura es diseñada para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes, con lo que sigue el principio de la especialización de las operaciones. La celda incluye equipo especial de producción y herramientas y soportes personalizados para optimizar la producción de partes. En efecto, **cada celda se convierte en una fábrica dentro de la fábrica.**

### Diseño de una celda de maquinado de tecnología de grupos

Primeramente entenderemos el concepto de parte compuesta a los miembros de una familia de partes poseen diseño y características de manufactura similares. Por lo general hay una correlación entre las características del diseño de partes y las operaciones de manufactura que producen tales características.

La parte compuesta de una familia determinada (no debe de confundirse con una parte hecha de material compuesto) es una parte hipotética que incluye todos los atributos de diseño y manufactura de la familia.

Una celda de producción diseñada para una familia de partes incluiría las máquinas requeridas para hacer la parte compuesta, tal celda sería capaz de producir cualquier socio de la familia con sólo omitir las operaciones que correspondieran a las características que no posee la parte particular.

La celda también se diseñaría para permitir variaciones dentro de la familia, al igual que variaciones en las características.

## Clasificación en el diseño de celdas de maquinado

Las celdas de maquinado se clasifican de acuerdo con la cantidad de máquinas y nivel de automatización. Las posibilidades son:

- a) máquina única
- b) varias máquinas con manejo manual, varias máquinas con manejo mecanizado
- c) celda flexible de manufactura
- d) Sistema flexible de manufactura.

# CAPITULO 3

## TECNOLOGIAS EN MANUFACTURA

Aunque en casi todas las industrias se han presentado cambios tecnológicos, es posible que muchos sean exclusivos de una industria en particular. Por ejemplo, los bloques de concreto reforzado son un avance tecnológico exclusivo de la industria de la construcción. Varios desarrollos notables en el diseño de automóviles tendrán como resultado vehículos fabricados a partir de piezas reciclables.

Algunos de los avances tecnológicos registrados en las últimas décadas han tenido un impacto significativo y generalizado en las compañías manufactureras de muchas industrias. Estos avances se pueden clasificar de dos maneras: sistemas de hardware y sistemas de software.

Las tecnologías de hardware por lo general han redundado en una mayor automatización de los procesos; realizan labores que anteriormente exigían una utilización intensiva de mano de obra. Como ejemplo de estos tipos de tecnologías de hardware se pueden mencionar las herramientas mecánicas de control numérico, los centros de mecanizado, los robots industriales, los sistemas automatizados de manejo de materiales y los sistemas flexibles de manufactura. Todos estos son dispositivos controlados por computador que se pueden utilizar en la manufactura de productos. Las tecnologías con base en software ayudan en el diseño de productos manufacturados y en el análisis y la planeación de actividades de manufactura. Estas tecnologías incluyen diseño asistido por computador y sistemas automatizados de planeación y control de manufactura.

## Sistema de hardware

Las máquinas de control numérico, o numerically controlled (NC), están compuestas por una herramienta mecánica típica utilizada para hacer girar, perforar o molturar distintos tipos de piezas: y (2) un computador que controla la secuencia de los procesos realizados por la máquina. Las máquinas NC fueron originalmente adoptadas por las compañías aeroespaciales de los Estados Unidos en los años sesenta, y desde entonces han proliferado en muchas otras industrias. En los modelos más recientes, los circuitos de control de retroalimentación determinan la posición de la herramienta de maquinado durante el trabajo, comparan constantemente la ubicación real con la ubicación programada y efectúan las correcciones necesarias. Esto se conoce como control adaptativo. Los centros de mecanizado representan un nivel mayor de automatización y complejidad en comparación con las máquinas NC. Los centros de mecanizado no sólo proveen control automático de una máquina, sino que también tienen muchas herramientas que se pueden cambiar automáticamente dependiendo de lo que exija cada operación.

Los robots industriales se utilizan como sustitutos de trabajadores para efectuar numerosas actividades manuales repetitivas, así como labores peligrosas, sucias o aburridas. Un robot es una máquina multifuncional programable que puede estar equipada con una extremidad. Algunos ejemplos de extremidades son los agarradores para recoger objetos, o herramientas como llaves de tuerca, soldadores o pulverizadores de pintura. Se han diseñado capacidades avanzadas en los robots para permitir visión, sensación táctil y coordinación mano a mano. Además, a algunos modelos se les puede “enseñar” una secuencia de movimientos en un patrón tridimensional. A medida que un trabajador mueve el extremo del brazo del robot con los movimientos requeridos, el robot registra el patrón en la memoria y lo repite cuando se lo ordenan.

# CAPITULO 4

## KANBAN

En la actualidad, si una empresa no es lo suficientemente flexible para adaptarse a los cambios del mercado se podría decir que esa empresa estará fuera de competencia en muy poco tiempo.

¿Que es ser flexible?, de acuerdo a su definición literal es "Que se puede doblar fácilmente, que se acomoda a la dirección de otro", esto aplicado a manufactura se traduciría, "que se acomoda a las necesidades y demanda del cliente", tanto de diseño, calidad y entrega.

Uno de las problemáticas más comunes en lo que respecta a la planeación de la producción es producir lo necesario en el tiempo necesario, sin sobrantes ni

faltantes, para lograr esto se necesita un plan, un plan flexible, un plan hecho para ser modificado, un plan que se pueda modificar rápidamente.

Un plan de producción es influenciado tanto externamente como internamente. Las condiciones del mercado cambian constantemente. Para responder a estos cambios, se deben dar instrucciones constantemente al área de trabajo. Ya que queremos producir en un sistema Justo a Tiempo, las instrucciones de trabajo debe ser dadas de manera constante en intervalos de tiempo variados. La información más importante en el área de trabajo cuanto debemos producir de cuál producto en ese momento, las instrucciones pueden ser dadas como se van necesitando.

Ya que no es conveniente hacer ordenes de producción muy grandes tratando de prevenir la demanda del mercado ya que nos podemos quedar cortos o largos de producto, así como no es conveniente hacer ordenes unitarias, lo más conveniente es hacer ordenes de lotes pequeños, este es el concepto fundamental. Es muy importante que los trabajadores sepan qué están produciendo, qué características lleva, así como qué van a producir después y que características tendrá.

Muchas compañías manufactureras japonesas visualizaron el ensamble de un producto como continúa desde el Diseño-Manufactura-Distribución de Ventas-Servicio al Cliente. Para muchas compañías del Japón el corazón de este proceso antes mencionado es el Kanban, quien directa o indirectamente maneja mucho de la organización manufacturera. Fue originalmente desarrollado por Toyota en la década de los 50's como una manera de manejo del flujo de materiales en una línea de ensamble. Sobre las pasadas tres décadas el proceso KANBAN que se define como "Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente" ha desarrollado un ambiente de óptimo manufacturero envuelto en competitividad global.

Es muy común la asociación de KANBAN = JIT o KANBAN=CONTROL DE INVENTARIOS, esto no es cierto, pero si esta relacionado con estos términos, KANBAN funcionará efectivamente en combinación con otros elementos de JIT, tales

como calendarización de producción mediante etiquetas, buena organización del área de trabajo y flujo de la producción.

KANBAN es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. KANBAN significa en japonés "etiqueta de instrucción".

La etiqueta KANBAN contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

### Funciones de KANBAN

Son dos las funciones principales de KANBAN: Control de la producción y mejora de los procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT en la cual los materiales llegaran en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y si es posible incluyendo a los proveedores.

Por la función de mejora de los procesos se entiende la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de KANBAN, esto se hace mediante técnicas ingenieriles (eliminación de desperdicio, organización del área de trabajo,

reducción de set-up, utilización de maquinaria vs. utilización en base a demanda, manejo de multiprocesos, poka-yoke, mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, etc.), reducción de los niveles de inventario.

Básicamente KANBAN nos servirá para lo siguiente:

- 1.- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- 2.- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- 3.- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.



Otra función de KANBAN es la de movimiento de material, la etiqueta KANBAN se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograrán los siguientes puntos:

- 1.- Eliminación de la sobreproducción.
- 2.- Prioridad en la producción, el KANBAN con más importancia se pone primero que los demás.
- 3.- Se facilita el control del material.

### Implementando KANBAN

Es importante que el personal encargado de producción, control de producción y compras comprenda como un sistema KANBAN (JIT), va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de la supervisión directa.

Básicamente los sistemas KANBAN pueden aplicarse solamente en fábricas que impliquen producción repetitiva.

Antes de implementar KANBAN es necesario desarrollar una producción "labeled/mixed producción schedule" para suavizar el flujo actual de material, esta deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos KANBAN no funcionará y de lo contrario se creará un desorden, también tendrán que ser implementados sistemas de reducción de setups, de producción de lotes pequeños, judoka, control visual, poka-yoke, mantenimiento preventivo, etc. todo esto es prerrequisito para la introducción KANBAN.

También se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implementar KANBAN:

- 1- Determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.

2- Se debe establecer una ruta de KANBAN que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material esta fuera de su lugar.

3- El uso de KANBAN esta ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.

4- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.

5- Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.

6- El sistema KANBAN deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

#### Implementación de KANBAN en cuatro fases

Fase 1. Entrenar a todo el personal en los principios de KANBAN, y los beneficios de usar KANBAN

Fase 2. Implementar KANBAN en aquellos componentes con mas problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continua en la línea de producción.

Fase 3. Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de KANBAN, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.

Fase 4. Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de KANBAN:

1.- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia

2.- Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente

### Reglas de KANBAN

#### Regla 1:

No se debe de mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes.

La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, par prevenir que este no vuelva a ocurrir.

Observaciones para la primera regla:

El proceso que ha producido un producto defectuoso, lo puede descubrir inmediatamente.

El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal implicado, no se debe permitir la recurrencia.

#### Regla 2:

Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario.

Esto significa que el proceso subsiguiente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una pérdida si el proceso anterior sule de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que este no los necesita o en una cantidad mayor a la que este necesita. La pérdida puede ser muy variada, incluyendo pérdida por el exceso de tiempo extra, pérdida en el exceso de inventario, y la pérdida en la inversión de nuevas plantas sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente. La peor pérdida ocurre cuándo los procesos no pueden producir lo que es necesario cuando estos esta produciendo lo que no es necesario.

Para eliminar este tipo de errores se usa esta segunda regla. Si suponemos que el proceso anterior no va a suplir con productos defectuosos al proceso subsiguiente, y que este proceso va a tener la capacidad para encontrar sus propios errores, entonces no hay

necesidad de obtener esta información de otras fuentes, el proceso puede suplir buenos materiales. Sin embargo el proceso no tendrá la capacidad para determinar la cantidad necesaria y el momento adecuado en el que los procesos subsecuentes necesitaran de material, entonces esta información tendrá que ser obtenida de otra fuente. De tal manera que cambiaremos la forma de pensar en la que "se suplirá a los procesos subsiguientes" a "los procesos subsiguientes pedirán a los procesos anteriores la cantidad necesaria y en el momento adecuado"

Este mecanismo deberá ser utilizado desde el ultimo proceso hasta el inicial, en otras palabras desde el último proceso hasta el inicial.

Existen una serie de pasos que aseguran que los procesos subsecuentes no jalaran o requerirán arbitrariamente del proceso anterior:

1. No se debe requerir material sin una tarjeta KANBAN.
2. Los artículos que sean requeridos no deben exceder el numero de KANBAN admitidos.
3. Una etiqueta de KANBAN debe siempre acompañar a cada artículo.

Regla 3:

Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente

Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, para esto se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

1. No producir mas que el número de KANBANES.
2. Producir en la secuencia en la que los KANBANES son recibidos.

#### Regla 4:

##### Balancear la producción

De manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria. En este caso si el proceso subsiguiente pide material de una manera incontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y máquinas en exceso para satisfacer esa necesidad. En este punto es el que hace énfasis la cuarta regla, la producción debe estar balanceada o suavizada (Smooth, equalized).

#### Regla 5:

KANBAN es un medio para evitar especulaciones.

De manera que para los trabajadores, KANBAN, se convierte en su fuente de información para producción y transportación y ya que los trabajadores dependerán de KANBAN para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción se convierte en gran importancia.

No se vale especular sobre si el proceso subsiguiente va a necesitar mas material la siguiente vez, tampoco, el proceso subsiguiente puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente lote un poco mas temprano, ninguno de los dos puede mandar información al otro, solamente la que esta contenida en las tarjetas KANBAN.

Es muy importante que este bien balanceada la producción.

Regla 6:

Estabilizar y racionalizar el proceso.

El trabajo defectuoso existe si el trabajo no esta estandarizado y racionalizado, si esto no es tomado en cuenta seguirá existiendo partes defectuosas.

Tipos de KANBAN y sus usos.

Estos varían de acuerdo a su necesidad:

KANBAN de producción:

Este tipo de KANBAN es utilizado en líneas de ensamble y otras áreas donde el tiempo de set-up es cercano a cero. Cuando las etiquetas no pueden ser pegadas al material por ejemplo, si el material esta siendo tratado bajo calor estas deberán ser colgadas cerca del lugar de tratamiento de acuerdo a la secuencia dentro del proceso.

KANBAN señalador/KANBAN de material:

Este tipo de etiquetas es utilizado en áreas tales como prensas, moldeo por inyección y estampado (die casting). Se coloca la etiqueta KANBAN señalador en ciertas posiciones en las áreas de almacenaje, y especificando la producción del lote, la etiqueta señalador KANBAN funcionara de la misma manera que un KANBAN de producción.

## Información necesaria en una etiqueta de KANBAN

La información en la etiqueta KANBAN debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. La información necesaria en KANBAN sería la siguiente:

- 1.- Numero de parte del componente y su descripción
- 2.- Nombre / numero del producto
- 3.- Cantidad requerida
- 4.- Tipo de manejo de material requerido
- 5.- Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
- 6.- Punto de re orden
- 7.- Secuencia de ensamble / producción del producto

## Como circulan los KANBANES

(caso TOYOTA)

- 1.- Cuando las piezas necesarias en la línea de montaje se van a utilizar primero, se recoge un KANBAN de transporte y se coloca en una posición específica.
- 2.- Un trabajador lleva este KANBAN hasta el proceso previo para obtener piezas procesadas. Retira un KANBAN de producción de un pallet de piezas procesadas y lo coloca en una posición prefijada. El KANBAN de transporte se coloca en el pallet y el pallet se transporta a la línea.
- 3.- El KANBAN de trabajo en proceso o KANBAN de producción retirado del pallet en el proceso previo, sirve como tarjeta de orden e instrucción de trabajo que promueve el procesamiento de piezas semiprocesadas aprovisionadas desde el proceso previo.
- 4.- Cuando ocurre esto, la tarjeta de producción correspondiente el proceso anterior al previo se retira de un pallet de piezas semiproducidas y se reemplaza por un KANBAN de transporte.

Con este sistema, solamente se necesitan indicar el cambio de planes al final de la línea de montaje. Este sistema tiene el beneficio añadido de simplificar la burocracia, cuando la producción se ejecuta pasando instrucciones a cada proceso, algunos de estos pueden retrasarse, o la producción especulativa puede generar inventarios innecesarios. El sistema KANBAN previene este despilfarro.

El sistema de producción intenta minimizar los inventarios de trabajos en proceso así como los stocks de productos acabados. Por esta razón, requiere una producción en pequeños lotes, con numerosas entregas y transportes frecuentes. No se utilizan las tarjetas de instrucción de trabajo y transferencia de los procesos convencionales de control. En vez de ello, los tiempos y los lugares de las entregas se especifican en detalle. El sistema se establece como sigue:

- Las entregas se realizan varias veces al día.
- Los puntos de entrega física se especifican en detalle para evitar colocar piezas en almacén y tener después que retirarlas para transferirlas a la línea.
- El espacio disponible para la colocación de piezas se limita para hacer imposible acumular excesos de stocks.

El movimiento de los KANBANES regula el movimiento de los productos. Al mismo tiempo, el número de KANBANES restringe el número de productos en circulación.

**EL KANBAN DEBE MOVERSE SIEMPRE CON LOS PRODUCTOS.**

Ventajas del uso de sistemas JIT y KANBAN

1. Reducción en los niveles de inventario.
2. Reducción en WIP (Work in Process).
3. Reducción de tiempos caídos.
4. Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
5. El rompimiento de las barreras administrativas (BAB) son archivadas por Kanban
6. Trabajo en equipo, Círculos de Calidad y Auto nominación (Decisión del trabajador de detener la línea)



7. Limpieza y Mantenimiento (Housekeeping)
8. Provee información rápida y precisa
9. Evita sobreproducción
10. Minimiza Desperdicios

Un sistema KANBAN promueve mejoras en dos aspectos:

- El KANBAN hace patentes las situaciones anormales cuando se provocan por averías de maquinas y defectos del producto.
- Una reducción gradual en el numero de KANBANES conduce a reducciones en el STOCK, lo que termina con el rol de STOCK como amortiguador frente a las inestabilidades de la producción. Esto pone al descubierto los procesos incapacitados y a los que generan anomalías y simplifica el descubierta de los puntos que requieren mejora. La eficiencia global se incrementa concentrándose en los elementos débiles (Teoría de Restricciones).

Una de las funciones de KANBAN es la de transmitir la información al proceso anterior para saber cuales son las necesidades del proceso actual. Si hay muchos KANBANES , la información deja de ser tan efectiva, si hay muchos KANBANES no se sabe cuales partes son realmente necesitadas en ese momento.

Si se reduce el número de KANBANES se reduce el numero de SET-UPS. Mientras menos KANBANES existan es mejor la sensibilidad del sistema.

## CAPITULO 5

# FUNCIONES DEL SISTEMA DE POKA YOKE O PRUEBA DE ERROR

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

Los efectos de un sistema poka-yoke en la reducción de defectos varían dependiendo del tipo de inspección.

## Tipos de inspección

Para tener éxito en la reducción de defectos dentro de las actividades de producción, debemos entender que los defectos son generados por el trabajo, y que toda inspección puede descubrir los defectos.

Inspección de criterio

Inspección informativa

Inspección en la fuente

### Inspección de criterio

Error \_\_\_\_\_ Defecto \_\_\_\_\_ Defecto Detectado \_\_\_\_\_

Inspección para separar lo bueno de lo malo.

Comparado con el estándar .

Muestreo o 100%, cualquiera de los dos.

Paradigmas existentes

Los errores son inevitables.

La inspección mejora la calidad

La inspección de criterio o juicio es usada principalmente para descubrir defectos.

Los productos son comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados.

El muestreo también puede ser usado, usualmente cuando una inspección de 100% es muy costosa.

La principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos.

Este enfoque, sin embargo, no elimina la causa o defecto.

Inspección Informativa

Inspección para obtener datos y tomar acciones correctivas.

Usado típicamente como:

Auto inspección.

Inspección subsiguiente.

Auto-Inspección.

La persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata.

Algunas ventajas son:

Rápida retroalimentación

Usualmente inspección al 100%

Más aceptable que crítica exterior

La desventaja es que la auto-inspección es más subjetiva que la inspección del operador subsiguiente.

Empleado A, opera\_\_\_\_\_ Empleado B, inspecciona y opera\_\_\_\_\_

Empleado C, inspecciona y opera... D

Inspección subsiguiente

Inspección de arriba hacia abajo y resultados de retroalimentación.

Algunas ventajas son:

Mejor que la auto inspección para encontrar defectos a simple vista.

Promueve el trabajo en equipo

Algunas de las desventajas son:

Mayor demora antes de descubrir el defecto.

El descubrimiento es removido de la causa raíz.

Inspección en la fuente (Source Inspection)

Causa dispositivo resultado

Error Dispositivo a prueba de errores Cero Defectos

Utilizada en la etapa del error

Se enfoca en prevenir que el error se convierta en defecto

La inspección en la fuente es utilizada para prevenir defectos, para su posterior eliminación.

Este tipo de inspección esta basada en el descubrimiento de errores y condiciones que aumentan los defectos.

Se toma acción en la etapa de error para prevenir que los errores se conviertan en defectos, no como resultado de la retroalimentación en la etapa de defecto.

Si no es posible prevenir el error, entonces al menos se debe querer detectarlo.

Poder del sistema a prueba de errores

Un sistema a prueba de errores involucra retroalimentación inmediata y toma de acción tan pronta como el error o defecto ocurre.

Involucra inspección al 100% e incorpora las funciones de una lista de verificación.

Integra la inspección al proceso.

El objetivo es recortar el ciclo enfocándose en la causa del error y desarrollando dispositivos que prevengan errores o al menos que detenga la ocurrencia de un error.

Normalmente el ciclo grande es en semanas, meses o incluso años.

El ciclo a prueba de error es comúnmente encontrado en segundos o fracciones de segundo.

La diferencia en el tiempo ilustra el poder del sistema a prueba de error.

## Defectos vs. Errores

El primer paso para lograr cero defectos es distinguir entre errores y defectos.

"DEFECTOS Y ERRORES NO SON LA MISMA COSA"

**Defectos** son resultados.

**Errores** son las causas de los resultados

ERROR: Acto mediante el cual, debido a la falta de conocimiento, deficiencia o accidente, nos desviamos o fracasamos en alcanzar lo que se debería de hacer.

Un enfoque para atacar problemas de producción es analizar los defectos, primero identificándolos y clasificándolos en categorías, del más al menos importante.

Lo siguiente sería intentar determinar las causas de los errores que producen los defectos. Para esto se puede utilizar el diagrama CEDAC, el cual puede también obtener la causa raíz.

El paso final es diseñar e implementar un dispositivo a prueba de errores o de detección de errores.

## Condición propensa al error

Una condición propensa al error es aquella condición en el producto o proceso que contribuye a, o permite la ocurrencia de errores. Ejemplos típicos de condiciones propensas al error son:

Ajustes

Carencia de Especificaciones adecuadas

Complejidad

Programación esporádica

Procedimientos estándar de operación inadecuados

Simetría / asimetría

Muy rápido / muy lento

Medio ambiente

## Tipos de errores causados por el factor humano en las operaciones

1. Olvidar. El olvido del individuo.
2. Mal entendimiento. Un entendimiento incorrecto / inadecuado.
3. Identificación. Falta identificación o es inadecuada la que existe.
4. Principiante / Novatez. Por falta de experiencia del individuo.
5. Errores a propósito por ignorar reglas ó políticas. A propósito por ignorancia de reglas o políticas.
6. Desapercibido. Por descuido pasa por desapercibida alguna situación
7. Lentitud. Por lentitud del individuo o algo relacionado con la operación o sistema.
8. Falta de estándares. Falta de documentación en procedimientos o estándares de operación(es) o sistema.
9. Sorpresas. Por falta de análisis de todas las posibles situaciones que pueden suceder y se de la sorpresa.
10. Intencionales. Por falta de conocimiento, capacitación y/o integración del individuo con la operación o sistema se dan causas intencionales.

## Tipos de sistemas de poka-yoke

Los sistemas Poka-Yoke van estar en un tipo de categoría reguladora de funciones dependiendo de su propósito, su función, o de acuerdo a las técnicas que se utilicen. Estas funciones reguladoras son con el propósito de poder tomar acciones correctivas dependiendo del tipo de error que se cometa.

## Funciones reguladoras Poka-yoke

Existen dos funciones reguladoras para desarrollar sistemas Poka-Yoke:

- \* Métodos de control
- \* Métodos de advertencia

### Métodos de Control

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

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

### Métodos de Advertencia

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



En los casos donde una luz advierte al trabajador; una luz parpadeante puede atraer con mayor facilidad la atención del trabajador que una luz fija. Este método es efectivo solo si el trabajador se da cuenta, por lo que en ocasiones es necesario colocar la luz en otro sitio, hacerla más intensa, cambiar el color, etc. Por otro lado el sonido puede atraer con mayor facilidad la atención de la gente, pero no es efectivo si existe demasiado ruido en el ambiente que no permita escuchar la señal, por lo que en este caso es necesario regular el volumen, tono y secuencia.

En muchas ocasiones es más efectivo el cambiar las escalas musicales o timbres, que el subir el volumen del mismo. Luces y sonido se pueden combinar uno con el otro para obtener un buen método de advertencia.

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

## Clasificación de los métodos Poka-yoke

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

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

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

## Medidores utilizados en sistemas de poka-yoke

Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos:

- \* Medidores de contacto
- \* Medidores sin-contacto
- \* Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.

### Medidores de contacto

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

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

Transformador diferencial. Cuando se pone en contacto con un objeto, un transformador diferencial capta los cambios en los ángulos de contacto, así como

las diferentes líneas en fuerzas magnéticas, esto es de gran ayuda para objetos con un alto grado de precisión.

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

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

#### Medidores sin-contacto

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

Interruptores fotoeléctricos (transmisores y reflectores. Interruptores fotoeléctricos incluyen el tipo transmisor, en el que un rayo transmitido entre dos interruptores fotoeléctricos es interrumpido, y el tipo reflector, que usa el reflejo de las luces de los rayos. Los interruptores fotoeléctricos son comúnmente usado para piezas no ferrosas, y los de tipo reflector son muy convenientes para distinguir diferencias entre colores. Pueden también detectar algunas áreas por las diferencias entre su color.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Algunas de las compañías que se dedican a la fabricación de este tipo de dispositivos son:

Citizen Watch Co., Ltd.

Gomi Denki Keiki, Ltd.

Lead Electric, Ltd.

Matsushita Electric Works, Ltd.

Omron Tateishi Electronics Co., Ltd.

SUNX, Ltd.

Toyota Auto Body, Ltd.

Yaskawa Electric Mfg Co., Ltd.

Se puede observar que conforme la aplicación se torna más tecnológica, el costo también se incrementa.

Lo que se necesita hacer es encontrar la solución al problema, no justificar la compra de un dispositivo muy costoso.

## Servicio libre de errores

Los sistemas Poka-yoke, también se pueden aplicar a los servicios. Acciones del sistema, el servidor y el cliente pueden estar libres de errores.

De acuerdo a la teoría del control total de calidad, que se practica en la manufactura, los dispositivos a prueba de errores se localizan en el transcurso de las diferentes actividades. Pero en los servicios, los dispositivos a prueba de errores son una decisión sobre el diseño del producto. Esto es que deben de ser incluidos al frente, al principio de cualquier actividad de calidad.

Los administradores necesitan pensar en acciones específicas para llevar a cabo el primer principio de...  
calidad: hacerlo bien a la primera vez.

Diseñar poka-yokes es parte de arte y parte ciencia.

## Algunos ejemplos y aplicaciones

Entrenamiento para la prevención de errores.

TRW Vehicle Safety System Inc. está produciendo sistemas de bolsas de aire con una tasa creciente sin disminución de su calidad o su productividad.

Para el éxito de la producción de bolsas de aire de TRW es fundamental el entrenamiento para la prevención de errores, que es enseñado por la Universidad de Restricciones de la compañía. Todos los empleados participan en los cursos impartidos por la Universidad de Restricciones de acuerdo a su desarrollo y entrenamiento, pero la prevención de errores es obligatoria para todos los ingenieros de manufactura..

El concepto se basa en lo escrito por Shigeo Shingo, que enfatiza en el poka-yoke, que es el sistema japonés para la prevención de errores.

La TRW quiere adoptar el sistema de prevención de errores para toda la compañía para lograr así obtener el producto de excelente calidad y lograr sus entregas a tiempo.

Ejemplos de dispositivos a prueba de errores:

1. Los discos de 3.5 pulgadas no pueden ser insertados al revés gracias a que no son cuadrados y esto no permite su entrada. Al ser insertados al revés, la esquina empuja un dispositivo en la computadora que no permite que el disco entre, lo que evita que este sea colocado incorrectamente.

2. Algunos archiveros podían caerse cuando se abrían 2 o más cajones al mismo tiempo, esto se corrigió colocando un candado que solamente permite abrir un cajón a la vez.

3. Al área de llenado de gasolina se le adaptaron algunos dispositivos a prueba de errores como lo es el tamaño menor del tubo para evitar que se introduzca la pistola de gasolina con plomo; se le puso un tope al tapón para evitar que se cierre demasiado apretado y un dispositivo que hace que el carro no se pueda poner en marcha si el tapón de la gasolina no está puesto.

4. A los automóviles con transmisión automática se les colocó un dispositivo para que no se pueda retirar la llave a menos que el carro esté en posición de Parking. Además no permite que el conductor cambie de posición la palanca de velocidades, si la llave no está en encendido.

5. Las luces de advertencia como puerta abierta, fluido de parabrisas, cajuela, etc. se colocaron para advertir al conductor de posibles problemas.

6. Los seguros eléctricos de las puertas tienen 3 dispositivos: Asegurar que ninguna puerta se quede sin seguro; Asegurar las puertas automáticamente cuando el carro excede de 18 millas / hora. El seguro no opera cuando la puerta está abierta y el motor encendido.



7. El sistema de frenos antibloqueo (ABS) compensa a los conductores que ponen todo el peso del pie en el freno. Lo que antes era considerado como un error de manejo ahora es el procedimiento adecuado de frenado.

8. Las nuevas podadoras requieren de una barra de seguridad en la manivela que debe de ser jalada para encender el motor, si se suelta la barra la navaja de la podadora se detiene en 3 segundos o menos. Esta es una adaptación del "dead man switch" de las locomotoras.

9. Los interruptores de los circuitos eléctricos que previenen incendios al cortar la corriente eléctrica cuando existe una sobrecarga.

10. Los lavamanos cuentan con un orificio cerca del borde superior que previene el derramamiento del agua fuera del lavamanos.

11. Algunas planchas se apagan automáticamente cuando no son utilizadas por unos minutos, o cuándo son colocadas en su base sin haber sido apagadas antes.

12. Las ventanas en los sobres previenen que el contenido de una carta sea insertado en un sobre con otra dirección.

13. Las secadoras y lavadoras de ropa se detienen automáticamente al abrir la puerta.

14. Los apagadores de luz en los baños de los niños se encienden automáticamente. Cuando el baño ha sido desocupado por algunos minutos la luz se apaga automáticamente. Esto elimina el error de olvidar apagar la luz.

15. La secadora de cabello montada sobre la pared cuenta con dos botones en ambos lados del switch. La montura en la pared cuenta con dos extensiones que

al ser montada en su base la secadora se apaga automáticamente si el usuario no lo hace.

16. Los estacionamientos techados presentan advertencias de la altura al entrar, para asegurar que el carro que entra al estacionamiento sea de la altura apropiada estos señalamientos cuentan con una lamina que al ser golpeada por el carro se mueve para evitar que este se dañe lo que ocurriría al pegar con el carro la orilla de concreto.

17. Algunos lavamanos y mingitorios cuentan con un sensor de luz. Estos sensores de luz aseguran que el correr del agua se detenga cuando no están en uso.

18. En la biblioteca de la Universidad Metodista del Sur (SMU) ha sido instalado un sistema de estantes movibles para incrementar la utilización de espacio. Estos estantes cuentan con sensores instalados en el piso para evitar que los estantes se muevan mientras alguien esta parado entre ellos.

19. Un batiscafo es un submarino de aguas profundas utilizado para explorar las partes mas profundas del océano. Esta diseñado para funcionar eléctricamente. Una vez sumergido si la batería o el sistema eléctrico fallara la mejor opción seria regresar a la superficie. Los diseñadores lograron que esto ocurriera deteniendo el contrapeso con fuerza electromagnética. Cuando la energía se pierde, el contrapeso se suelta automáticamente y el submarino empieza su ascenso.

Juran y Gryna:

Los componentes y/o herramientas se pueden diseñar con patas de sujeción y ranuras para lograr un efecto similar a la chapa y la llave que hace imposible que se ensamblen mal. Las herramientas se pueden diseñar de manera que detecten automáticamente la presencia y corrijan automáticamente las operaciones

anteriores o que un sensor detenga el proceso cuando el suministro de material se agota. Por ejemplo en la industria textil si el hilo se rompe, se refleja un dispositivo cargado con un resorte que detiene la máquina.

Los sistemas de protección, como los detectores de fuego, se pueden diseñar para que "no fallen" y enciendan alarmas al igual que las señales de evacuación.

Por ejemplo, pesar los ingredientes en un lote de productos farmacéuticos deben realizarlo en forma independiente, dos especialistas en farmacología. Los productos que se parecen pueden tener códigos de identificación múltiples (números, colores, formas, etc.). Una inspección automatizada del 100% se puede sobreponer los controles del proceso. La "cuenta regresiva", que se representa tan bien en la fase anterior al despegue de un vehículo espacial, es también una forma de redundancia.

Usando las técnicas Poka-Yoke para la rápida detección de defectos.

Recientemente Hewlett Packard desarrolló un software con aplicaciones de Poka-Yoke, dispositivos a prueba de errores, para prevenir literalmente cientos de defectos de localización de software.

Un sistema de detección se usa cuando un error fue cometido para que el usuario pueda corregirlo inmediatamente. Características de un buen sistema Poka-Yoke:

Son simples y baratos.

Son parte del proceso.

Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

## Poka-Yoke, tu camino al éxito.

En 1995, AT&T Power System se convirtió en la segunda empresa norteamericana en obtener el Premio Deming, que es entregado por la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses a la compañía con el mejor sistema de control total de calidad.

El ganador debe ser competitivo a nivel mundial y enfocarse a las necesidades actuales y futuras del cliente.

## Conclusiones

Las compañías líderes en la revolución de calidad han aprendido que pueden mejorar la calidad de sus productos y servicios más rápidamente cuando se enfocan a mejorar sus procesos que usan para elaborar sus productos y servicios.

Estos procesos incluyen los procesos manufactureros y los no manufactureros.

Un proceso que es flexible, fácil de manejar, y a prueba de errores es un sistema robusto. Un proceso debe ser efectivo, eficiente, y robusto si desea ser considerado de gran calidad. La clave para llegar a tener cero errores, es identificar la fuente del error, ver que lo ocasiona y buscar una solución. Al tener la solución hay que crear un dispositivo Poka-Yoke que nos permita no volver a cometer el mismo error.

Como se pudo observar en los ejemplos, los dispositivos pueden llegar a ser muy simples, no necesariamente tienen que ser complicados y costosos. El crear un sistema robusto es anticiparse a las posibles causas y situaciones que puedan generar algún tipo de problema; lo cual permitirá una fácil adaptación de un dispositivo Poka-Yoke.

# CAPITULO 6

## CALIDAD EN LA CELDA DE MANUFACTURA

### 6.1 Requerimientos de sistema de calidad.

#### Definición

Los requerimientos del sistema de calidad ( QS-900, ISO 9000, EAQF, AVSQ, VDA'6, Etc.) definen las expectativas fundamentales del sistema de calidad para una organización, incluyendo planeación de calidad, control de calidad, y mejoramiento de calidad.

Todos los niveles de documentación desarrollados para una por una organización para cumplir con los requerimientos del sistema de calidad)Manual de calidad, Procedimientos de calidad, Instrucciones de trabajo)sirven como la definición del sistema de calidad para esa organización. La implementación efectiva y el mantenimiento del sistema de calidad proporcionan la estabilidad y predicibilidad del proceso, que habilitara el mejoramiento. La meta es proporcionar para el mejoramiento continuo enfocándose en la prevención del defecto, reducción de variación y eliminación de desperdicio, para el beneficio del cliente y la organización. A continuación, una guía para desarrollar un plan para preparar y lograr el registro del sistema de calidad.

Como hacerlo

1. Obtener el conocimiento del sistema de calidad requerido y de los requerimientos del cliente.
  - Repase los requerimientos
  - Asistir a los cursos de educación / entrenamiento del sistema de calidad.
  - Comunicarse con los clientes.
  - Comunicar la importancia al consejo de calidad y al personal de planta.
  - Desarrollar una tabla de tiempos para la implementación del proyecto.
  
2. Desarrollar / modificar el manual de calidad y los procedimientos.
  - Comparar los procesos y procedimiento a los requerimientos.
  - Escribir el primer borrador del manual de calidad.
  - Escribir el primer borrador de la documentación.
  - Proporcionar educación y entrenamiento requerido para implementar y mejorar la documentación.
  - Implemente el borrador de la documentación.
  
3. Lleve a cabo auditorias internas y repasos con la administración.
  - Seleccione el equipo de auditoria.
  - Entrenar al equipo de auditoria.

- Desarrollar un horario interno de auditorias.
  - Repase los hallazgos con la dirección superior.
  - Implementar y confirmar la efectividad de la acción correctiva.
  - Continué horario interno de auditorias.
4. Implementar / mejorar el sistema de calidad.
- Revise la documentación basándose en los resultados de las auditorias internas.
  - Lleve a cabo una pre- evaluación interna.
  - Repase los hallazgos con la dirección superior.
  - Asegúrese de que se corrijan todas las no conformidades.
5. Iniciar la actividad de registro por una tercera parte.
- Verifique la disponibilidad del registrador.
  - Seleccionar el registrador.
  - Organice la visita inicial del registrador.
  - Someter manual de calidad al registrador.
  - Lleve a cabo una pre – evaluación
  - Repase los hallazgos con la dirección superior.
  - Asegúrese de que se corrijan todas las no conformidades.
6. Organice la auditoria por una tercera parte del sitio.
- Acompañe y guíe a los auditores por la planta.
  - Asista a la reunión de cierre.
  - Repase con la dirección superior.
  - Implemente las acciones correctivas.
  - Confirmar la efectividad de las acciones correctivas con la tercera parte.
  - Lograr el registro.

## 6.2 Administracion de calidad.

### Definición

Administración de calidad en el proveedor es un proceso que identifica y documenta los requerimientos para los proveedores que proporcionan partes compradas para los sistemas automotrices de Delphi. Seguir estos requerimientos ayuda a asegurar el recibo de productos buenos. El manual del proceso de mejoramiento de calidad del proveedor de compras globales de Delphi, describe un proceso común de dieciséis pasos que se enfoca proactivamente en los requerimientos, para así evitar los problemas de calidad al inicio de producción y promueve el mejoramiento continuo durante la producción. La organización de seguridad / desarrollo de calidad de proveedores dentro de compras globales de Delphi tiene la responsabilidad de implementar este proceso.

Las plantas deben de monitorear y proporcionar retroalimentación al departamento de compras con respecto a cualquier desempeño pobre de los proveedores. Las reuniones con la organización de compras se deben llevar a cabo periódicamente, para revisar a los proveedores con problemas, para desarrollar los planes de acción conforme sean requeridos, y para supervisar el mejoramiento.

## 6.3 Liderazgo de Calidad

Es la demostración de un nivel alto de compromiso e involucramiento de un líder y su Staff para la implementación exitosa y mantenimiento del Proceso del Sistema de Calidad de la Administración de Delphi. “El compromiso a la excelencia es una actitud demostrada por líderes a través de sus acciones (conducta) que es caracterizada por una conducta consistente y predecible. Involucramiento es conducta que que comunica participación personal.”

El líder y su Staff deben entender y promover la importancia de la Calidad dentro de la Cultura de Excelencia. Además, los recursos adecuados necesitan



ser destinados para resolver los problemas de Calidad. Con el tiempo, la resolución de problema debe progresar de un modo reactivo hacia un modo proactivo. El liderazgo debe enfocarse en la Planeación de la Calidad y Control de Calidad, junto con la promoción del Mejoramiento de la Calidad....

## Como Hacerlo

1.- Desarrollar un Plan de Calidad para la planta, que es un componente del plan de negocios; donde se definen los objetivos y estrategias para asegurar la Calidad del producto y su mejoramiento continuo.

Objetivos de un Plan de Calidad:

- Ninguna pérdida en la Calidad al arrancar
- Reduciendo los PPM en apoyo al Plan del Negocio de la División
- Certificación y mantenimiento de los Requerimientos del Sistema de Calidad (ISO/QS-9000, VDA6, EAQF, etc.)
- Reduciendo la garantía (IPTV)

2.- Desarrolle estrategias, con tiempos asignados y responsabilidades, para asegurar el logro de los objetivos subrayados en el Plan de Calidad.

3.- Definir las mediciones y metas para rastrear el desempeño; algunas mediciones pueden ser:

- Número de "Derrames" de Calidad
- Devoluciones / Rechazos de Partes por Millón (PPM)
- Incidentes Por Miles de Vehículos (IPTV)
- Calidad Inicial (FTQ)
- Sensibilidad PR/R
- Número de errores de etiqueta
- Retrabajo

- Desperdicio

4. Entender cualquier idioma contractual sindical aplicable, local o nacional, como pertenezca a nuestro compromiso hacia la Calidad del Producto.

5. Establezca una estructura organizacional, junto con papeles y responsabilidades asociadas, para apoyar las estrategias.

6. Desarrolle un proceso para proporcionar los recursos que se requerirán para implementar y sostener el Proceso Administración del Sistema de Calidad.

7. Desarrollar un proceso para supervisar las mediciones, para asegurar que las metas y los objetivos sean satisfechos.

8. Los " Paseos de Calidad " por la organización de liderazgo es un método sugerido para demostrar el liderazgo de Calidad. Comités de liderazgo, Consejos de Calidad de Areas, Supervisores de Areas y personas del comité del área se incluyen en los paseos de calidad. Durante los paseos de calidad, la dirección debe visitar las áreas de planeación, control y mejoramiento de calidad.

9. Los problemas de calidad existentes deben ser identificados y documentados en una gráfica de Pareto.

#### 6.4 Administración de calidad en el proveedor

Es un proceso que identifica y documenta los requerimientos para los proveedor que proporcionan partes compradas para los Sistemas Automotrices de Delphi. Seguir estos requerimientos ayuda a asegurar el recibo de productos conformantes. El Manual del Proceso de Mejoramiento de Calidad del Proveedor (SQIP) de compras globales de Delphi, describe un proceso común de dieciséis pasos que se enfoca proactivamente en los requerimientos, para así evitar los

problemas de calidad al inicio de producción y promueve el mejoramiento continuo durante la producción. La organización de Asegurancia / Desarrollo de Calidad del Proveedor dentro de Compras Globales de Delphi tiene la responsabilidad de implementar este proceso. Las plantas deben monitorear y proporcionar retroalimentación al departamento de Compras con respecto a cualquier desempeño pobre de los proveedores. Las reuniones con la Organización de Compras se deben llevar a cabo periódicamente, para revisar a los proveedores con problemas, para desarrollar los planes de acción conforme sean requeridos, y para supervisar el mejoramiento.

#### Como Hacerlo

La actividad de SQIP se compone de un total de 16 pasos claramente definidos. La tabla escalones ver figura es una cronología que se enfoca alrededor del arranque de producción, en cualquier producto y/o proceso dado. Los primeros ocho pasos se enfocan en los requerimientos proactivos, diseñados para evitar problemas de calidad en la fuente, El resto de los pasos, después del arranque de producción, deben de enfocarse en el mejoramiento continuo y reaccionar a los problemas de calidad del proveedor, conforme se requiera. La organización de compras administra este proceso, sin embargo, es esencial el apoyo e información por parte de Ingeniería y Operaciones.

# Delphi Automotive Systems

## Proceso de Mejoramiento de Calidad en el Proveedor

<p><b>Línea de Tiempo</b></p>	<p>Compras global Reunión de Mejoramiento Taller de calidad Embarques controlados nivel II Embarques controlados nivel I Resolución / Reportes de problemas Monitoreo de Desempeño Mejoramiento Continuo</p>
<p>Contención de producción temprana Capacidad de Producción Aprobación de parte de producción Aprobación de muestra de prototipo Reunión previa a producción Planeación de calidad avanzada Diseño de adquisición Evaluación de proveedores potenciales</p>	<p><b>Vida de la Parte</b></p>

## Auditorias Internas

Las auditorias internas son ejecutadas en sí, usando su propio personal. Estas auditorias evalúan el Sistema de Calidad establecido, para proporcionar una seguridad de que cumple con los requisitos del cliente, de que se adhiere al mismo y de que se mantiene apropiadamente. Las auditorias internas deben ejecutarse para verificar el cumplimiento con los procedimientos e instrucciones relacionadas con calidad, como es requerido por los Requerimientos del Sistema de Calidad (ISO / QS 9000, VDA6, EAQF, etc.) . QS-9000 / ISO 9000. Las Auditorias del Producto y de los Procesos pueden ser requeridas para supervisar la calidad del producto y la integridad del proceso. Es imperativo proteger al cliente.

Las Auditorias del Producto se ejecutan para verificar que los planes de control establecidos proporcionan productos conformantes. Son una re-inspección del producto terminado que ha completado todas las operaciones, incluso la inspección final. Las auditorias del producto final deben también incluir la verificación de los errores de empaque y de etiquetado.

Las auditorias del proceso se ejecutan para evaluar los procedimientos del proceso establecidos, primordialmente los controles en proceso de una operación o una serie de operaciones. Verifican que los procedimientos de ese proceso (es decir, Instrucciones del Operador, Especificaciones del Proceso, Planes de Control) existen, que son apropiados y que son seguidos.

A continuación se describe los puntos de cómo hacerlo:

1. Defina los términos y definiciones aplicables.
2. Determine los objetivos y alcance de la auditoria.
3. Defina los papeles y responsabilidades.
  - Auditor Líder

- Auditor(es)
4. Asegure la independencia de los auditores.
  5. Inicie la auditoria.
    - Alcance de la Auditoria
    - Frecuencia de la Auditoria
    - Repaso preliminar de la descripción del sistema de calidad
  6. Prepare la auditoria.
    - Plan de la Auditoria
    - Asignaciones del equipo de la Auditoria
    - Documentos de trabajo (lista de revisión, etc.)
  7. Ejecute la auditoria.
    - Reunión de apertura
    - Recolección de evidencia objetiva
    - Observación de la auditoria
    - Reunión de cierre
  8. Documentar la auditoria.
    - Preparación del reporte de la Auditoria
    - Contenido del reporte
    - Distribución del reporte
    - Retención del registro
  9. Satisfaga los criterios de ejecución de la auditoria.
  10. Asegure seguimiento a las acciones correctivas.

## Proteger al Cliente

Consiste en un grupo de actividades que colectivamente se aseguran que el cliente reciba productos que satisfacen sus requerimientos cuando anticipan o han ocurrido problemas de calidad. Estas actividades son:

### Control del producto no-conformante

Este involucra la identificación, documentación, evaluación, segregación y disposición del producto no-conformante. Esta actividad es esencial para asegurar que el cliente siempre recibe productos que satisfacen las especificaciones del cliente.

### Contención

Es un proceso de control temporal, para proteger al cliente de recibir partes no-conformantes cuando haya potenciales problemas de calidad (proactivo) o cuando haya evidencia de que hayan ocurrido problemas de calidad (reactivo). En el evento de un cambio de diseño o un cambio de proceso, se debe iniciar la contención proactiva hasta que se logren niveles aceptables de calidad. Se inicia la contención reactiva como una respuesta a los problemas de calidad. El proceso de contención permanece activo hasta que se implanten las acciones correctivas y resulten efectivas.

### Revisión y Evaluación de Aceptación del Cliente (C.A.R.E.)

C.A.R.E. es un proceso de control continuo para proteger al cliente de recibir partes discrepantes, cuando el nivel de calidad del proceso de manufactura continuo de un proveedor no satisface los requerimientos de calidad del cliente. El proceso de C.A.R.E. permanece activo mientras se hacen mejoramientos para incrementar el desempeño de calidad a un nivel que consistentemente satisface los requerimientos de los clientes. El proceso C.A.R.E. puede ser conjuntamente

con el de contención. El proceso C.A.R.E. usa datos orientados hacia el cliente, para identificar las potenciales quejas del cliente, y de ese modo mejora la contención, control, comprobación y procesos de inspección. Esta intencionado para asegurar que el producto aceptable sea enviado hasta que el proceso o diseño sea corregido o vaya libre de errores. También mejorará el , impulsará las acciones correctivas y pruebas de errores, y la retroalimentación es visible y oportuna. Es una “ mejor práctica recomendada para proteger al cliente cuando otras actividades han fallado.

### Apoyar al cliente en el proceso de ensamble

Apoyar al cliente en el proceso de ensamble es un proceso de comunicación entre las plantas de manufactura de partes de componentes y las plantas de ensamble. Este proceso de comunicación puede utilizar Ingenieros de apoyo al cliente y/o otros empleados designados (operativos o administrativos). Esta actividad promueve una mejor comprensión de cómo se usan los productos y que tipo de problemas actuales se están encontrando. También ayuda a establecer un idioma común cuando se discuten los problemas potenciales o actuales. Se recibe y provee retroalimentación en base normal.

### Pasos para la implementación del C.A.R.E.

#### 1. Control de producto no-conformante

- Desarrolle una estrategia de control de lotes, esta minimizará la cantidad de producto sospechoso que necesitará ser contenido si ocurren problemas de producción.
- Establezca el número de piezas o cantidad reportable del proceso del lote. Los lotes deben ser pequeños y deben interactuar con el Elemento Interdependiente de Movimiento de Material.
- Defina un método de rastreabilidad, incluyendo cómo se identificará el producto a través del proceso.



- Desarrolle un procedimiento que maneje la contención, revisión y disposición del producto no-conformante/sospechoso. El procedimiento debe designar responsabilidad para la revisión y disposición del producto como sigue:

Retrabajar o reparar para satisfacer las especificaciones originales.

Aceptar sin retrabajo con la aprobación del cliente.

Re-clasificar para aplicaciones alternas.

Desechar o rechazar.

- Al reconocer que el producto no-conformante pudo ser enviado a una cierta localidad, indique el punto de ruptura entre el producto bueno y el producto sospechoso.
- Rápidamente notifique al cliente y al Ingeniero de Apoyo al Cliente, si es aplicable. Implemente el proceso de contención.
- Identifique producto sospechoso / no-conformante; documentando la descripción, autoridad de liberación, cantidad y fecha.
- Si el producto tiene una tarjeta de jalón, quítela del producto indicando que se ha consumido.
- Determine si el producto sospechoso es no-conformante por evaluación del producto de acuerdo al Plan de Control o por otros métodos documentados.
- Si es no-conformante, determine si el producto se puede reparar y/o retrabajar. Re-inspeccione todo el producto reparado y/o retrabajado de acuerdo al plan de control y/o otros métodos documentados. Las instrucciones de Retrabajo serán accesibles y utilizadas. Cuando sean requeridos por el contrato reporte el uso correcto o reparación del producto no conformante al cliente.
- Determine la raíz de la causa del producto rechazado, reparado y/o retrabajado, para facilitar el mejoramiento continuo.

- Documente la disposición del producto.
- Establezca y rastree los planes para la reducción del producto no conformante.

## 2. Contención.

- Identifique la necesidad de contención (proactivo o reactivo).
- Identifique el producto para revisiones de contención.
- Notifique al personal de embarques que el número de parte está bajo contención. Únicamente los productos que han pasado por el proceso de contención pueden ser enviados,
- Desarrolle un plan de contención que especifique las características a ser verificadas y los criterios de aceptación.
- Entrene a los operadores en el proceso de contención.
- Ejecute las revisiones de contención y documente los resultados.
- Si se encuentra una inconformidad, inicie el proceso de resolución de problemas y documente la disposición del producto.
- Si no se encuentra ninguna inconformidad, satisfaga los criterios de salida.

## 3. Revisión y evaluación de aceptación del cliente (C.A.R.E.)

- Establezca el área de C.A.R.E. que está físicamente lejos del área de manufactura asociada.
- Establezca la estructura de la organización para el proceso de C.A.R.E. Los operadores de C.A.R.E. deben de ser independientes a la organización de la línea de manufactura que está produciendo el producto (preferentemente reportado a través de la organización de calidad de la planta). Se recomienda que la administración proporcione un supervisor de tiempo completo cuyo enfoque primario está en proceso cuyo enfoque primario está en el proceso de C.A.R.E..

- Desarrolle un alista de prioridades de C.A.R.E. (grafica pareto) de los defectos del producto, basándose en las quejas del cliente, derrames, PRR's datos de PPM's, información sobre garantías, etc.
- Basándose en la lista anterior del producto de defectos de producto, diseñe un programa de C.A.R.E. para ejecutar ya sea una inspección o una auditoria 100% o una auditoria intensiva del producto.
- Desarrolle un sistema de reporte de resultados de C.A.R.E.
- Desarrolle un entrenamiento para operadores de C.A.R.E.
- desarrolle o proporcione y/o proporcione un escrito completo y/o instrucciones de trabajo ilustrados.
- Notifiqué el personal de embarque que el numero de parte esta bajo C.A.R.E. Los únicos productos que hayan pasado por el proceso de C.A.R.E. pueden ser enviados.
- Identifique el producto que esta bajo el proceso e C.A.R.E. y transferencia al área de C.A.R.E.
- Lleve a cabo cavidades de C.A.R.E. después de que todas las actividades del proceso normales hayan sido completadas, incluyendo reparación y contención (si es aplicable). Las actividades de C.A.R.E. se pueden llevar a cabo después del empaque.
- Registre los resultados en base diaria, usando herramientas estadísticas, tal como mapas de atributo, mostrando el número de defectos o PPM's. Los mapas o gráficas deben usarse para rastrear el progreso del proceso de C.A.R.E..
- Los mapas y gráficas se deben desplegar en el área de C.A.R.E. y en las bases de manufactura apropiadas.

- Si se identifica una no-conformidad, notifique al departamento de producción inmediatamente y regrese las partes a la línea de manufactura.
- Use la información recopilada por el proceso de C.A.R.E., para identificar las oportunidades claves para la resolución de problemas y/o pruebas de errores.
- Continúe el proceso de C.A.R.E. hasta que se recopile suficiente evidencia para demostrar que el defecto ya no ocurre.

4. Apoyar al cliente en el proceso de ensamble.

- Desarrolle un procedimiento para la actividad, incluyendo papeles y responsabilidades, archivos requeridos, etc.
  - Desarrolle una forma de reporte para el cliente contactado.
  - Establezca una lista de distribución para formas de reportes para el cliente contactado.
- Si la actividad involucra a otro personal que no sean los ingenieros de apoyo al cliente, solicite voluntarios en el sitio de manufactura para ser los contactos del cliente.
- Seleccione las persona(s) para ser contactos del cliente.
- Visite la planta de ensamble. Si aplica, notifique al ingeniero de apoyo al cliente.
- Llene la forma del reporte del contacto al cliente y distribuya de acuerdo a la lista de distribución.
- Si un problema o un potencial problema es comunicado, inmediatamente llame al ingeniero de apoyo al cliente, e inicie la acción correctiva en el sitio de manufactura.

## Análisis del sistema de medición.

El análisis del sistemas de medición se lleva a acabo para determinar si el sistema de medición posee las estadísticas requeridas y para descubrir si algún factor medioambiental tiene una influencia significativa en el sistema de medición. Un sistema de medición es la recolección de operaciones, procedimientos, calibradores y otro equipo, software, y personal utilizado, para asignar un numero a la característica siendo medida., El proceso utilizado para obtener mediciones. Se requiere evidencia para requerimientos del sistema de calidad, de que se han llevado a cabo estudios estadísticos para analizar la cantidad y tipos de variación de medición presentes, en cada tipo de medición. Las aplicaciones de tales estudio proporcionan lo siguiente.

- Un criterio nuevo para aceptar un equipo nuevo de medición.
- Una comparación de un aparato de medición contra otro.
- Una base para evaluar un calibrador sospechoso de estar deficiente.
- Una comparación del equipo de medición, antes y después de la reparación.
- Un componente requerido para calcular la variación del proceso y la aceptabilidad del nivel para un proceso de producción.

Un sistema de medición debe estar dentro de un control estadístico., o sea, la variación en el sistema de medición es debido a causas comunes y no debido a causas especiales. La variabilidad del sistema de medición debe de ser pequeña, comparada con la variabilidad del proceso de manufactura y con los limites de la especificación. Los incrementos de la medición deben de ser pequeños con relación al menor, ya sea de la variabilidad del proceso o de los limites de la especificación. Una regla básica que los incrementos no sean mayores a una décima del menor, ya sea de la variabilidad del proceso o de los limites de la especificación.

Tres preguntas fundamentales necesitan ser contestadas al evaluar un sistema de medición. Primero ¿Tiene el sistema de medición una discriminación adecuada? segundo ¿Es el sistema de medición estadísticamente estable a través del tiempo? tercero ¿Son las propiedades estadísticas consistentes a través del rango esperado y aceptable para el análisis de proceso o control?

Se puede clasificar el error del sistema de medición en cinco categorías: predisposición, repetibilidad, reproductividad, estabilidad, y linealidad. Predisposición es la diferencia entre el promedio observado de mediciones y el valor de referencia. Repetibilidad es la variación en las mediciones obtenidas con un instrumento de medición, cuando es usado varias veces por el evaluador, mientras que se mide la característica idéntica en la misma parte. Reproductividad es la variación en el promedio de las mediciones hechas por diferentes evaluadores, usando el mismo instrumento de medición al medir la característica idéntica en la misma parte. Estabilidad es la variación total en las mediciones obtenidas con un sistema de medición en el mismo maestro o partes, al medir una sola característica durante un periodo de tiempo extendido. Linealidad es la diferencia en los valores de predisposición a través del rango de operación esperado del calibrador.

Como hacerlo

1. Verifique que se mide la variable correcta.
2. Determine cuales propiedades estadísticas debe tener el sistema de medición para ser aceptable. Para hacer esta determinación, es importante saber como será usada la información.
3. Seleccione / desarrolle procedimientos de prueba.
4. Evalúe el sistema de medición.
  - Discriminación del sistema del sistema de medición
  - Estabilidad
  - Predisposición

- Repetibilidad
- Reproducibilidad
- Variación de parta o parte
- Linealidad

Establecer y mantener la capacidad de proceso de la maquina

El análisis de la capacidad de proceso de la maquina se usa como una herramienta para evaluar la estabilidad y limites naturales de control de una maquina o procesos, comparados con las especificaciones. La estabilidad y capacidad del proceso son completamente esenciales para reducir el tiempo de ciclo total del producto(TPc/t) del flujo del valor. Este análisis proporciona una valiosa información con respecto al nivel de variabilidad presente en las maquinas, herramientas, escantillones, etc. También sirve como una base para un proceso continuo supervisado por el mejoramiento continuo. las personas a quienes esta dirigida esta capacidad del proceso de las maquinas incluyen a los de estadísticas de la planta, gerentes de aseguranza de calidad / supervisores / ingenieros, ingenieros de proceso / manufactura, maestro de control estadístico del proceso y otras personas asignadas para resolver problemas.

Como mínimo, el análisis de la capacidad del proceso de la maquina debe usarse para establecer la estabilidad y la capacidad en todas las características claves del producto (KPC) y en las características claves del control(KCC). Sin embargo su uso no se debe limitar a características especiales. La falta de estabilidad y capacidad de las características criticas del proceso impactan severamente el FTQ y contribuye al aumento del tiempo del ciclo total del producto (TPc/t).

## Como hacerlo

1. Determinar las características a ser estudiadas, por ejemplo., características claves del producto (KCP), características claves del control (KCC), y/o otras características importantes.
2. Verifique que la maquinas / herramientas esten preparadas para las especificaciones de manufactura.
3. Verifique que el material de entrada cumpla con las especificaciones.
4. Verifique el sistema de medición llevando a cabo un análisis del sistema de medición.
5. Verificación que el diseño deseado esta al centro del ancho de la especificación.
6. Ejecute un estudio de capacidad del proceso a corto plazo.
  - Se requieren un mínimo de 100 piezas y 20 sub-grupos para un estudio a corto plazo.
  - La información debe tratarse en una grafica de control para determinar si el proceso es estable y establecer los limites naturales de control.
  - Calcule el Cpk si el proceso es estable. Use el método R-Bar/d2, para estimar A.
    - Un Cpk 1.67 es aceptable a menos que se especifique de otra manera por el cliente. Si el Cpk 1.67, investigue y elimine la fuentes de variación de la causa común a través de la resolución de problemas y el mejoramiento continuo.
    - Para procesos crónicamente inestables, con resultados que cumplen las especificaciones y un patrón predecible, un índice de desempeño, Ppk, se debe calcular usando la desviación estándar de la muestra de población. El valor de Ppk debe ser 1.67.



7. Ejecute estudios de capacidad / desempeño del proceso a largo plazo para demostrar el mejoramiento continuo.
- Los estudios de capacidad / desempeño del proceso se calculan a través del tiempo, de datos obtenidos durante la producción normal.
  - Calcule el Cpk si el proceso es estable a través del tiempo. Use el método  $R/\bar{X}/d_2$  para estimar A.
    - Un CPK 1.33 es aceptable a menos que se especifique de otra manera por el cliente. Si es Cpk 1.33, investigue y elimine las fuentes de variación de la causa común a través de la resolución de problemas de mejoramiento continuo.
    - Para procesos crónicamente inestables, con resultados que cumplen las especificaciones y un patrón predecible un índice de desempeño, Ppk, se debe calcular usando la desviación estándar de la muestra de población. El valor del Ppk debe ser (M.O.I.Q) 1.33.
8. El método de calificación mencionado arriba asume la normalidad y una especificación de dos lados (meta al centro). Cuando esto no es real el uso de ese análisis puede resultar en información no confiable. El proveedor y cliente deben decidir en un método alternativo. Este método alternativo puede requerir un tipo de índice diferente o algún método de transformación de la información. El enfoque debe estar en entender las razones para la no normalidad ( ¿Es estable a través del tiempo?) y en manejar la variación.

## Control del proceso

Es un grupo de actividades ejecutadas por la planta para asegurar que el cliente reciba los productos, que satisfagan sus requerimientos. El enfoque esta en continuamente mantener y mejorar la capacidad de un proceso, así como promoviendo la calidad en la fuente. Algunas de estas actividades:

- Planes de control
- Instrucciones de trabajo
- Mantenimiento planeado
- Prueba de errores
- Capacidad del proceso
- Verificación de ajuste
- Certificación del operador

Cada operación/ área de manufactura debe de planificar y planear los pasos del proceso necesarios para producir un producto. Estos pasos del proceso necesitan ser llevado bajo condiciones controladas definidas, que deben incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- Procedimientos/ instrucciones de trabajo documentadas que afecta la calidad del producto.
- Equipo adecuado de producción
- Un ambiente de trabajo adecuado que asegure el cumplimiento a todos los reglamentos gubernamentales de seguridad y medioambientales
- Cumplimiento con estándares de referencia aplicables, planes de control y/o otros procedimientos documentados

- Identificación y control de parámetros satisfactorios del proceso y características del producto
- Aprobación de procesos especiales y equipo asociado
- Establecer criterios objetivos de destrecidad
- Proporcionar un mantenimiento adecuado del equipo

#### Implementación:

1. la designación de características especiales es un paso importante para iniciar las actividades de control de proceso. Los resultados DFMEA y PFMEA deben identificar todas las características importantes (KPC y KCC) que requieren atención especial durante el proceso de manufactura. Basándose en estos resultados y la capacidad conocida- esperada de los procesos existentes, considera la necesidad de aparatos para pruebas de errores, y su uso.
2. De los datos disponibles de arriba, se desarrolla un plan de control de prelanzamiento. El plan de control de prelanzamiento define las mediciones dimensionales y las pruebas de material / funcionales requeridas después del prototipo y antes de producción completa. Debe de incluir controles adicionales de productos / procesos , que se implementarán hasta que se valide el proceso de producción.
3. Durante la corrida piloto, se recolectan datos adicionales por medio de estudios apropiados de la capacidad del proceso para determinar la estabilidad y capacidad del proceso. De nuevo, basándose en estos resultados se debe evaluar la necesidad y el uso de aparatos para pruebas de errores para evitar y/o descubrir no conformidades en el producto.
4. Basándose en todos los datos disponibles se desarrolla el plan de control de producción debe ser una extensión lógica del plan de control de prelanzamiento. Proporciona la documentación comprensiva de las características del producto / proceso, controles del proceso, pruebas y sistemas de medición requeridos durante la producción de alto volumen.

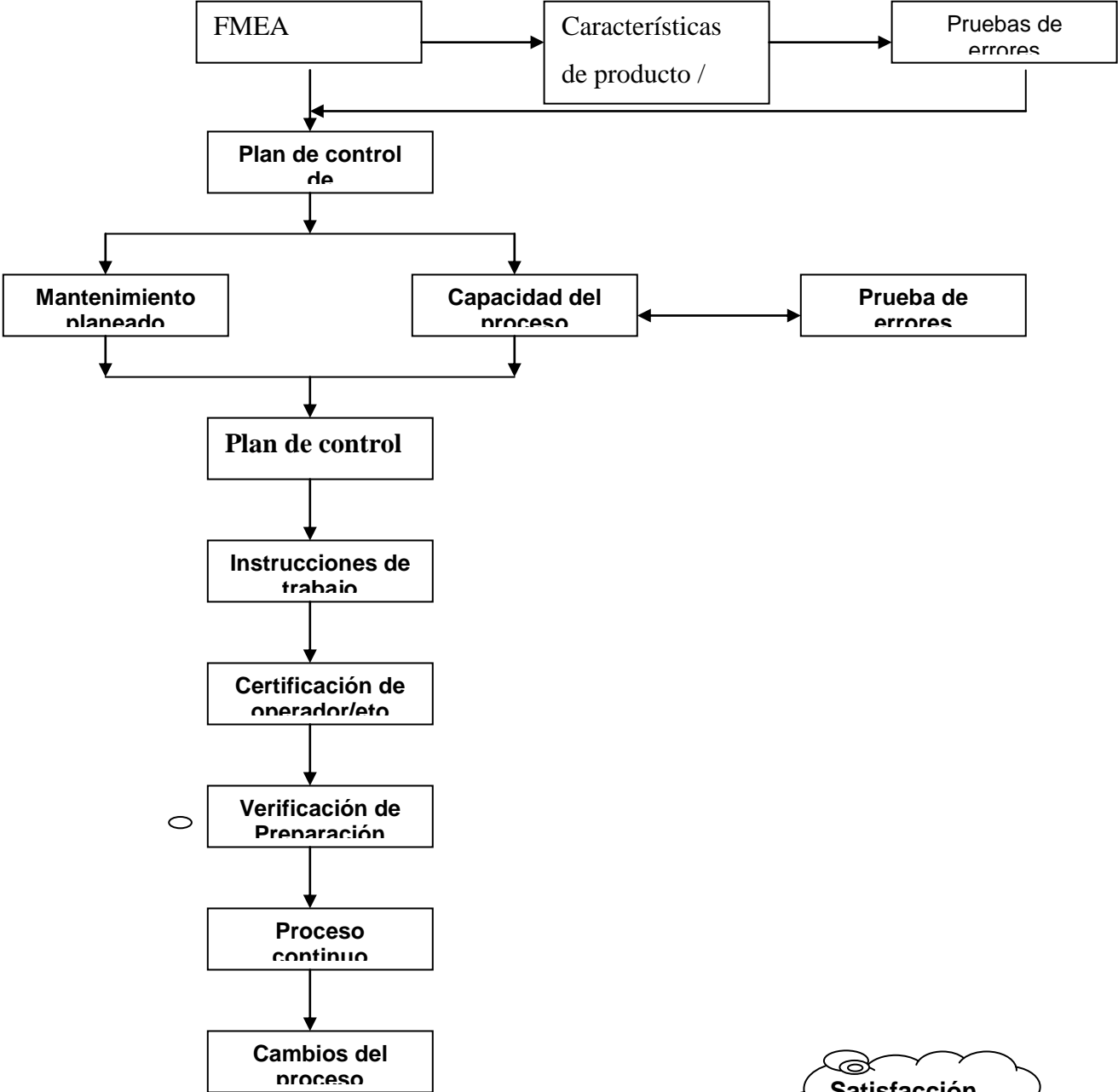
conforme se va adquiriendo experiencia al producir partes, las actualizaciones serán necesarias (adiciones y/o correcciones) para mejorar el plan de control.

5. Las instrucciones de trabajo del operador se pueden desarrollar y/o reforzar en este momento, para comunicar toda la actividad del trabajo, incluyendo toda la actividad de trabajo requerida para un actividad en particular. Estas instrucciones necesitan promoverse para la consistencia y predicibilidad al ejecutar los proceso de manufactura requeridos. Las instrucciones de trabajo deben ser fácilmente accesibles a la estación de trabajo y tomar una forma que es fácil de entender para el (los) operador(es).
6. Cada operador debe ser entrenado antes de ser colocado en el puesto. Esto es necesario para asegurar que los operadores tengan un completo entendimiento de las instrucciones aplicables al trabajo. Los operadores necesitan demostrar una habilidad al ejecutar las asignaciones de tareas. Un proceso de certificación del operador debe de ser considerado según sea requerido.
7. Se requiere una certificación de la preparación de trabajos para asegurar que cada preparación esta consistentemente produciendo partes conformantes. Se recomienda la revisión de la primera y ultima pieza después de un cambio de producto. Las técnicas de comprobación estadística también pueden ser útiles en este proceso.
8. Se requiere de un monitoreo continuo del desempeño del proceso para los siguientes criterios:
  - Para un proceso estable y datos normalmente distribuidos, debe lograrse un valor  $C_{pk}$  (MAYOR QUE)1.33, a menos que se especifique de otra manera por el cliente.
  - Para procesos crónicamente inestables, con resultados que cumplen con especificaciones y un patrón predecibles, debe lograrse un valor  $P_{pk}$  (mayor que).
  - Para datos no-normales, se requerirán otros métodos tal como  $P_{pm}$  u otros basándose en los requerimientos del cliente.

9. Se alientan los cambios de proceso para el mejoramiento continuo. Se deben de documentar todos los cambios de proceso de acuerdo a los requerimientos apropiados de aprobación de la parte de producción del cliente.

Calidad en su origen

### Modelo del proceso de control



Satisfacción del cliente

# CAPITULO 7

## APLICACIÓN DE UN ROBOT

Los robots son utilizados en una diversidad de aplicaciones, desde robots tortugas en los salones de clases, robots soldadores en la industria automotriz, hasta brazos teleoperados en el transbordador espacial.

Cada robot lleva consigo su problemática propia y sus soluciones afines; no obstante que mucha gente considera que la automatización de procesos a través

de robots está en sus inicios, es un hecho innegable que la introducción de la tecnología robótica en la industria, ya ha causado un gran impacto. En este sentido la industria Automotriz desempeña un papel preponderante.

Es necesario hacer mención de los problemas de tipo social, económicos e incluso político, que puede generar una mala orientación de robotización de la industria. Se hace indispensable que la planificación de los recursos humanos, tecnológicos y financieros se realice de una manera inteligente.

Por el contrario la Robótica contribuirá en gran medida al incremento de el empleo. ¿Pero, como se puede hacer esto? al automatizar los procesos en máquinas más flexibles, reduce el costo de maquinaria, y se produce una variedad de productos sin necesidad de realizar cambios importantes en la forma de fabricación de los mismo. Esto originara una gran cantidad de empresas familiares (Micro y pequeñas empresas ) lo que provoca la descentralización de la industria.

## **Industria**

Los robots son utilizados por una diversidad de procesos industriales como lo son : la soldadura de punto y soldadura de arco, pinturas de spray, transportación de materiales, molienda de materiales, moldeado en la industria plástica, máquinas-herramientas, y otras más.

A continuación se hará una breve explicación de algunas de ellas.

### **Aplicación de transferencia de material**

Las aplicaciones de transferencia de material se definen como operaciones en las cuales el objetivo primario es mover una pieza de una posición a otra. Se suelen considerar entre las operaciones más sencillas o directas de realizar por los robots. Las aplicaciones normalmente necesitan un robot poco sofisticado, y



los requisitos de enclavamiento con otros equipos son típicamente simples.

### **Carga y descarga de máquinas.**

Estas aplicaciones son de manejo de material en las que el robot se utiliza para servir a una máquina de producción transfiriendo piezas a/o desde las máquinas. Existen tres casos que caen dentro de esta categoría de aplicación:

- *Carga/Descarga de Máquinas.* El robot carga una pieza de trabajo en bruto en el proceso y descarga una pieza acabada. Una operación de mecanizado es un ejemplo de este caso.
- *Carga de máquinas.* El robot debe de cargar la pieza de trabajo en bruto a los materiales en las máquinas, pero la pieza se extrae mediante algún otro medio. En una operación de prensado, el robot se puede programar para cargar láminas de metal en la prensa, pero las piezas acabadas se permite que caigan fuera de la prensa por gravedad.
- *Descarga de máquinas.* La máquina produce piezas acabadas a partir de materiales en bruto que se cargan directamente en la máquina sin la ayuda de robots. El robot descarga la pieza de la máquina. Ejemplos de esta categoría incluyen aplicaciones de fundición de troquel y moldeado plástico.

La aplicación se tipifica mejor mediante una célula de trabajo con el robot en el centro que consta de la máquina de producción, el robot y alguna forma de entrega de piezas.

## **Operaciones de procesamiento.**

Además de las aplicaciones de manejo de piezas, existe una gran clase de aplicaciones en las cuales el robot realmente efectúa trabajos sobre piezas. Este trabajo casi siempre necesita que el efector final del robot sea una herramienta en lugar de una pinza.

Por tanto la utilización de una herramienta para efectuar el trabajo es una característica distinta de este grupo de aplicaciones. El tipo de herramienta depende de la operación de procesamiento que se realiza.

## **Soldadura por puntos.**

Como el término lo sugiere, la soldadura por puntos es un proceso en el que dos piezas de metal se soldan en puntos localizados al hacer pasar una gran corriente eléctrica a través de las piezas donde se efectúa la soldadura.

## **Soldadura por arco continua.**

La soldadura por arco es un proceso de soldadura continua en oposición a la soldadura por punto que podría llamarse un proceso discontinuo. La soldadura de arco continua se utiliza para obtener uniones largas o grandes uniones soldadas en las cuales, a menudo, se necesita un cierre hermético entre las dos piezas de metal que se van a unir. El proceso utiliza un electrodo en forma de barra o alambre de metal para suministrar la alta corriente eléctrica de 100 a 300 amperes.

## **Recubrimiento con spray**

La mayoría de los productos fabricados de materiales metálicos requieren de alguna forma de acabado de pintura antes de la entrega al cliente. La tecnología para aplicar estos acabados varía en la complejidad desde métodos manuales simples a técnicas automáticas altamente sofisticadas. Se dividen los métodos de recubrimiento industrial en dos categorías:

- 1.- Métodos de recubrimiento de flujo e inmersión.
- 2.- Métodos de recubrimiento al spray.

Los métodos de recubrimiento mediante flujo de inmersión se suelen considerar que son métodos de aplicar pintura al producto de baja tecnología. La inmersión simplemente requiere sumergir la pieza o producto en un tanque de pintura líquida.

## **Otras Operaciones de proceso**

Además de la soldadura por punto, la soldadura por arco, y el recubrimiento al spray existe una serie de otras aplicaciones de robots que utilizan alguna forma de herramienta especializada como efector final. Operaciones que están en esta categoría incluyen:

- Taladro, acanalado, y otras aplicaciones de mecanizado.
- Rectificado, pulido, desbarbado, cepillado y operaciones similares.
- Remachado, Corte por chorro de agua.
- Taladro y corte por láser.

## **Laboratorios**

Los robots están encontrando un gran número de aplicaciones en los laboratorios. Llevan acabo con efectividad tareas repetitivas como la colocación de tubos de pruebas dentro de los instrumentos de medición. En ésta etapa de su desarrollo los robots son utilizados para realizar procedimientos manuales automatizados. Un típico sistema de preparación de muestras consiste de un robot y una estación de laboratorio, la cual contiene balanzas, dispensarios, centrifugados, racks de tubos de pruebas, etc.

Las muestras son movidas desde la estación de laboratorios por el robot bajo el control de procedimientos de un programa.

Los fabricantes de estos sistemas mencionan tener tres ventajas sobre la operación manual: incrementan la productividad, mejoran el control de calidad y reducen la exposición del ser humano a sustancias químicas nocivas.

Las aplicaciones subsecuentes incluyen la medición del pH, viscosidad, y el porcentaje de sólidos en polímeros, preparación de plasma humano para muestras para ser examinadas, calor, flujo, peso y disolución de muestras para presentaciones espectromáticas.

## **Manipuladores Cinemáticos**

La tecnología robótica encontró su primer aplicación en la industria nuclear con el desarrollo de teleoperadores para manejar material radiactivo. Los robots más recientes han sido utilizados para soldar a control remoto y la inspección de tuberías en áreas de alta radiación. El accidente en la planta nuclear de Three Mile Island en Pennsylvania en 1979 estimuló el desarrollo y aplicación de los robots en la industria nuclear. El reactor numero 2 (TMI-2) predio su enfriamiento, y provocó la destrucción de la mayoría del reactor, y dejo grandes áreas del reactor contaminadas, inaccesible para el ser humano. Debido a los altos niveles de radiación las tareas de limpieza solo eran posibles por medios remotos. Varios robots y vehículos controlados remotamente han sido utilizados para tal fin en los

lugares donde ha ocurrido una catástrofe de este tipo. Ésta clase de robots son equipados en su mayoría con sofisticados equipos para detectar niveles de radiación, cámaras, e incluso llegan a traer a bordo un minilaboratorio para hacer pruebas.

## **Agricultura**

Para muchos la idea de tener un robot agricultor es ciencia ficción, pero la realidad es muy diferente; o al menos así parece ser para el Instituto de Investigación Australiano, el cual ha invertido una gran cantidad de dinero y tiempo en el desarrollo de este tipo de robots. Entre sus proyectos se encuentra una máquina que esquila a la ovejas. La trayectoria del cortador sobre el cuerpo de las ovejas se planea con un modelo geométrico de la oveja.

Para compensar el tamaño entre la oveja real y el modelo, se tiene un conjunto de sensores que registran la información de la respiración del animal como de su mismo tamaño, ésta es mandada a una computadora que realiza las compensaciones necesarias y modifica la trayectoria del cortador en tiempo real.

Debido a la escasez de trabajadores en los obradores, se desarrolla otro proyecto, que consiste en hacer un sistema automatizado de un obrador, el prototipo requiere un alto nivel de coordinación entre una cámara de vídeo y el efector final que realiza en menos de 30 segundos ocho cortes al cuerpo del cerdo.

Por su parte en Francia se hacen aplicaciones de tipo experimental para incluir a los robots en la siembra, y poda de los viñedos, como en la pizca de la manzana.

## **Espacio**

La exploración espacial posee problemas especiales para el uso de robots. El medio ambiente es hostil para el ser humano, quien requiere un equipo de

protección muy costoso tanto en la Tierra como en el Espacio. Muchos científicos han hecho la sugerencia de que es necesario el uso de Robots para continuar con los avances en la exploración espacial; pero como todavía no se llega a un grado de automatización tan precisa para ésta aplicación, el ser humano aún no ha podido ser reemplazado por estos. Por su parte, son los teleoperadores los que han encontrado aplicación en los transbordadores espaciales.

En Marzo de 1982 el transbordador Columbia fue el primero en utilizar este tipo de robots, aunque el ser humano participa en la realización del control de lazo cerrado.

Algunas investigaciones están encaminadas al diseño, construcción y control de vehículos autónomos, los cuales llevarán a bordo complejos laboratorios y cámaras muy sofisticadas para la exploración de otros planetas.

En Noviembre de 1970 los Rusos consiguieron el alunizaje del Lunokhod 1, el cual poseía cámaras de televisión, sensores y un pequeño laboratorio, era controlado remotamente desde la tierra.

En Julio de 1976, los Norteamericanos aterrizaron en Marte el Viking 1, llevaba a bordo un brazo robotizado, el cual recogía muestras de piedra, tierra y otros elementos las cuales eran analizados en el laboratorio que fue acondicionado en el interior del robot. Por supuesto también contaba con un equipo muy sofisticado de cámaras de vídeo.

## **Vehículos submarinos**

Dos eventos durante el verano de 1985 provocaron el incremento por el interés de los vehículos submarinos. En el primero - Un avión de la Air Indian se estrelló en el Océano Atlántico cerca de las costas de Irlanda - un vehículo submarino guiado remotamente, normalmente utilizado para el tendido de cable, fue utilizado para encontrar y recobrar la caja negra del avión. El segundo fue el descubrimiento del Titanic en el fondo de un cañón, donde había permanecido después del choque con un iceberg en 1912, cuatro kilómetros abajo de la

superficie. Un vehículo submarino fue utilizado para encontrar, explorar y filmar el hallazgo.

En la actualidad muchos de estos vehículos submarinos se utilizan en la inspección y mantenimiento de tuberías que conducen petróleo, gas o aceite en las plataformas oceánicas; en el tendido e inspección del cableado para comunicaciones, para investigaciones geológicas y geofísicas en el suelo marino. La tendencia hacia el estudio e investigación de este tipo de robots se incrementará a medida que la industria se interese aún más en la utilización de los robots, sobra mencionar los beneficios que se obtendrían si se consigue una tecnología segura para la exploración del suelo marino y la explotación del mismo.

## **Educación**

Los robots están apareciendo en los salones de clases de tres distintas formas. Primero, los programas educacionales utilizan la simulación de control de robots como un medio de enseñanza. Un ejemplo palpable es la utilización del lenguaje de programación del robot Karel, el cual es un subconjunto de Pascal; este es utilizado por la introducción a la enseñanza de la programación.

El segundo y de uso más común es el uso del robot tortuga en conjunción con el lenguaje LOGO para enseñar ciencias computacionales. LOGO fue creado con la intención de proporcionar al estudiante un medio natural y divertido en el aprendizaje de las matemáticas.

En tercer lugar está el uso de los robots en los salones de clases. Una serie de manipuladores de bajo costo, robots móviles, y sistemas completos han sido desarrollados para su utilización en los laboratorios educacionales. Debido a su bajo costo muchos de estos sistemas no poseen una fiabilidad en su sistema mecánico, tienen poca exactitud, no existen los sensores y en su mayoría carecen de software.

## **El mercado de la robótica y las perspectivas futuras**

Las ventas anuales para robots industriales han ido creciendo en Estados Unidos a razón del 25% de acuerdo a estadísticas del año 1981 a 1992. El incremento de ésta tasa se debe a factores muy diversos. En primer lugar, hay más personas en la industria que tienen conocimiento de la tecnología y de su potencial para sus aplicaciones de utilidad. En segundo lugar, la tecnología de la robótica mejorará en los próximos años de manera que hará a los robots más amistosos con el usuario, más fáciles de interconectar con otro hardware y más sencillos de instalar.

En tercer lugar, que crece el mercado, son previsible economías de escala en la producción de robots para proporcionar una reducción en el precio unitario, lo que haría los proyectos de aplicaciones de robots más fáciles de justificar. En cuarto lugar se espera que el mercado de la robótica sufra una expansión más allá de las grandes empresas, que ha sido el cliente tradicional para ésta tecnología, y llegue a las empresas de tamaño mediano, pequeño y por que no; las microempresas. Estas circunstancias darán un notable incremento en las bases de clientes para los robots.

La robótica es una tecnología con futuro y también para el futuro. Si continúan las tendencias actuales, y si algunos de los estudios de investigación en el laboratorio actualmente en curso se convierten finalmente en una tecnología factible, los robots del futuro serán unidades móviles con uno o más brazos, capacidades de sensores múltiples y con la misma potencia de procesamiento de datos y de cálculo que las grandes computadoras actuales. Serán capaces de responder a ordenes dadas con voz humana. Así mismo serán capaces de recibir instrucciones generales y traducirlas, con el uso de la inteligencia artificial en un conjunto específico de acciones requeridas para llevarlas a cabo. Podrán ver, oír, palpar, aplicar una fuerza media con precisión a un objeto y desplazarse por sus propios medios.



En resumen, los futuros robots tendrían muchos de los atributos de los seres humanos. Es difícil pensar que los robots llegarán a sustituir a los seres humanos en el sentido de la obra de Carel Kapek, *Robots Universales de Rossum*. Por el contrario, la robótica es una tecnología que solo puede destinarse al beneficio de la humanidad. Sin embargo, como otras tecnologías, hay peligros potenciales implicados y deben establecerse salvaguardas para no permitir su uso pernicioso. El paso del presente al futuro exigirá mucho trabajo de ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, informática, ingeniería industrial, tecnología de materiales, ingenierías de sistemas de fabricación y ciencias sociales.

## BIBLIOGRAFIA

SHIGEO SHINGO Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System Productivity Press

Portland, Oregon

SHIGEO SHINGO The Poka-Yoke System I Theory Productivity Press

SHIGEO SHINGO The Poka-Yoke System II Practical Applications Productivity Press

The New Manufacturing Challenge Suzuki, Kiyoshi. Editorial The Free Press. 1987.

Administración de la Calidad Total para ingenieros Zari, Mohamed Panorama Editorial.1993. Bibl.

UNISON

Análisis y planeación de la calidad Juran, J.M. y Gryna,F.M. Editorial Mcgraw Hill Bibl. UNISON.

Título: On training for mistake-proofing Autor: Vasilash, Gary S. Fecha: Marzo 1995 Número de acceso:

00991649 ProQuest ABI/INFORM

Título: Make your service fail-safe Autor: Chase, Richard B; Stewart, Douglas M. Fecha: Marzo 1994

Número de acceso: 00854530 ProQuest ABI/INFORM

Título: Boka/yoke-ing your way to success Autor: Myers, Marc Fecha: 11 de septiembre, 1995 Número de

acceso: 01099673 ProQuest ABI/INFORM

Título: Sistema de manufactura de Delphi.

Fecha de publicación 04/15/99

Título: Administración de producción y operaciones

Fecha: Noviembre del 2000

ISBN:958-41-0071-8

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para poder implementar una celda de manufactura de cualquier tipo de producto es necesario considerar las herramientas que se han descrito en esta, sin olvidarse de los básicos primordiales: están incluidos en ellos lo(s) producto(s) que se tengan contemplados en el proyecto a iniciar para su futura fabricación; los materiales así como su materia prima necesaria para el mismo, espacio con locación predeterminada, y lo más importante el recurso humano que es el eje primordial, brindándole la capacitación, el adiestramiento necesario para conseguir su certificación en la especialidad del (los) trabajos que vayan a desempeñar en la celda; nunca se olvidara la retroalimentación en todo lo concerniente a ensamble, producción, función de maquinaria y herramientas así como los cambios que se presenten por razones de mejoramiento continuo que así requiera el proceso mismo.

Esto con el fin de poder cumplir con las metas preestablecidas de la compañía, como Primera vez calidad, Entrega, Calidad con el cliente, Efectividad.

Las metas del año se fijan primeramente sobre los requerimientos y demandas del cliente considerándose la base de resultados anteriores o necesidades financieras de esta misma.

Cada herramienta tiene un propósito en común: **exceder las expectativas del cliente.**

Otra recomendación es llevar planes de mantenimiento preventivo, revisión de acciones correctivas así como de la producción.

Es importante considerar que los nuevos productos en la industria automotriz tienen una fecha de implementación la cual hace sumamente importante el poder lanzar nuevos productos en la fecha preestablecida por el cliente.

## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Daniel Martínez Beltrán nacido en Reynosa, Tamaulipas el 30 de Octubre de 1964, teniendo como padres al Sr. Héctor Martínez Vazquez y madre a la Sra. Esperanza Beltrán Lucio.

Estudio la preparatoria en la U.A.N.L en la preparatoria núm. 7, posteriormente obtuvo el Título de Ing. en Electrónica y Comunicaciones en la Universidad Autónoma de Nuevo León en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en el año de 1989.

Experiencia laboral.

Febrero de 1993, laboro como Ing. de Calidad en la compañía TRW electrónica S.A. de C.V.

Agosto de 1994, laboró como supervisor de manufactura en la compañía Whirpool de Reynosa S.A. de C.V.

Mayo de 1995, empresa actual en la cual inicio como Ing. de Calidad, hasta el año de 1997 fue promovido a Ing. Señor de Calidad.

En 1999 fue asignado a Flint, Michigan para ser entrenado por un lapso de un año como Ingeniero de Soporte al Cliente.

En el año 2000 fue asignado como Líder de Mejora Continua, actualmente se desarrolla como Líder de Respuesta al Cliente desde 2001.

Daniel Martínez desea obtener el titulo de Master en Ciencias de la Ingeniería de Manufactura con especialidad en Automatización.

El titulo de la tesis la cuál fue desarrollada por Daniel Martínez es Implementación General de una celda de Manufactura.