

**CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PARTES CRÍTICAS.**  
**División de Ingeniería Mecánica e Industrial, Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería UNAM**  
**Díaz Romero Efrén: efrén\_cei@yahoo.com.mx**  
**Hernández García Silvina: silvina\_hg@yahoo.com**  
**Téllez Ballesteros Susana Casy: stellezb@hotmail.com**

**Resumen**

El objetivo de este artículo es mostrar la metodología del diseño para controlar el proceso de fabricación de tres partes metálicas críticas en el un área de troquelado (Prensas) de una empresa basándose en la Herramienta del Sistema Japonés, "POKA YOKE"

Se muestra el análisis de las especificaciones técnicas del cliente, para el diseño y elaboración del Dispositivo de Inspección (Poka Yoke o "Gage") más apropiado para cada parte metálica, tomando en cuenta las cotas de control que tienden a variar y salirse de especificación constantemente durante el proceso.

Mejorar y adaptar los formatos de los Registros de Calidad ya existentes (QIPs, Programas de Mejoramiento de la Calidad), para un mejor Control de la Calidad durante el Proceso a través de la aplicación de Poka Yokes.

**Abstract**

The paper objective is to develop the design methodology to control the factory process of three metallic critical items at die cut process using a Japanese System tool: "Poka Yoke". It had developed the analysis of technical customer specification, to design and make the most suitable inspection issue (Poka Yoke or "gage") for each metallic item; it had tacked the control limits, which constantly become out specification during the process.

To improve and adapt the forms of actual quality record (QIPs, Quality Improvement Programs), to reach a better quality control throw the process and the used of Poka Yoke.

**Introducción**

El proceso de producción requiere control para mantener un estándar prescrito. Existen dos formas para controlar la "calidad" del producto: controlando el producto cuando sale de los procesos de producción o controlando los procesos a través de los cuales pasa el producto.

Es necesario el poder planear los procesos de producción por lo cual se requiere que el proveedor identifique y planifique los procesos de producción que afecten directamente a la calidad, de acuerdo al Estándar. Poka Yoke es una técnica de calidad desarrollada en los años 60's, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de cometer.

Requerimientos para el control de procesos:

Los sistemas Poka Yoke son métodos para prevenir errores humanos que se convierten en defectos del producto final. La finalidad del Poka Yoke es la de eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador los note y lo corrija a tiempo. Si los errores no se permite que se presenten, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Normalmente las herramientas y / o dispositivos son también simples.

Un Sistema Poka Yoke posee dos funciones:

- Hacer la inspección del 100% de las partes producidas.
- Si ocurren anomalías puede darnos retroalimentación y acción correctiva.

Para reducir los defectos dentro de las actividades de producción, el concepto más fundamental es el de reconocer que los defectos son generados por el trabajo y que lo único que las inspecciones hacen es descubrir los defectos. Un sistema Poka Yoke puede ser combinado con inspecciones, que pueden completar la necesidad de esas técnicas que proveen el 100% de inspección e iniciar la retroalimentación y acción. El Poka Yoke enfatiza la cooperación interdepartamental y es la principal arma para las mejoras continuas, pues motiva las actividades de resolución continua de problemas.

Nadie intenta realizar errores. Pero mientras se está trabajando, los defectos pueden generarse sin notarlo. Usualmente pensamos que estamos haciendo las cosas bien, aun cuando erróneamente montamos la parte equivocada o perforamos un agujero en la posición equivocada. Los cinco elementos de la producción (usuario, material, máquina, método e información) determinan como un producto se manufactura correctamente o con defectos. Los productos libres de defectos se aseguran con controles en cada una de estas áreas.

1. Usuario, control en la disciplina, educación, tareas
2. Material, control en las fuentes de aprovisionamiento
3. Máquina, control en el aseguramiento de las condiciones a través de herramientas y participantes
4. Método, control en la línea de ensamble y estándares de trabajo
5. Información, control visuales, por ejemplo, instrucciones, hojas, tarjetas.

Los errores humanos son usualmente inadvertidos. Las herramientas Poka-Yoke ayudan a evitar defecto, aun cuando los errores se realizan de maneja inadvertido. Poka-Yoke ayuda a crear calidad en el proceso. Aquí se muestran cinco ejemplos de Poka-Yoke para detectar y prevenir defectos causados por errores humanos:

1. Guías de diferentes tamaños
2. Detectores de errores y alarmas
3. Interruptores de límites
4. Contadores
5. Listas de verificación

#### **Partes metálicas críticas y con posibilidades de aplicar Poka-Yokes en la empresa: “Diseño y Metalmecánica”**

Las partes críticas se presentan en el proceso de troquelado progresivo. En este proceso el dado ejecuta dos o más operaciones sobre una lámina de metal en dos o más posiciones con cada golpe de prensa. El rollo de lámina se alimenta de una posición a la siguiente y en cada uno de estos lugares se ejecutan las diferentes operaciones (punzonado, muescado, doblado, embutido y perforado). La parte sale de la última posición completa y separada (cortada) del rollo remanente. Se consideran partes críticas, ya que tienden a una de las cotas de control tiende a variar constantemente saliéndose de especificación.

Los dados de troquelado son más complicados y costosos, pero se justifican económicamente para partes complejas que requieren operaciones múltiples a altas velocidades de producción.

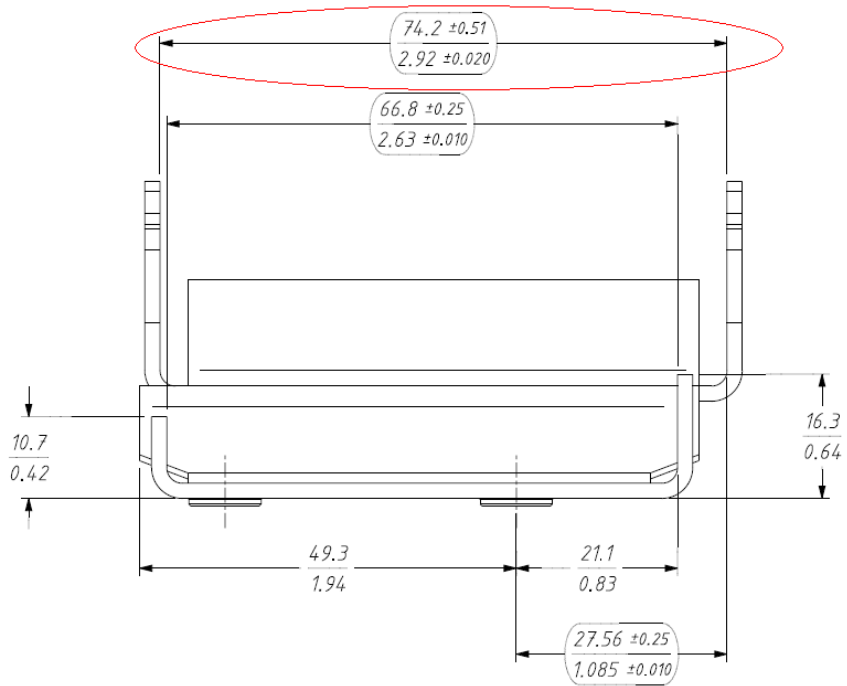
Las partes metálicas que se convierten en objeto del estudio son:

- Plate
- Mounting Bracket 056
- Mounting Bracket 088

Las tres piezas son troqueladas en una prensa de 150 toneladas. Por lo cual también la maquinaria es parte fundamental para que se puedan presentar condiciones similares en las tres piezas.

#### **Descripción de la pieza Mounting Bracket 088**

Las especificaciones que el cliente requiere para esta pieza se muestran a continuación. La cota que se sale de control que deseamos controlar mediante la creación de un dispositivo de inspección se muestra en la siguiente imagen:

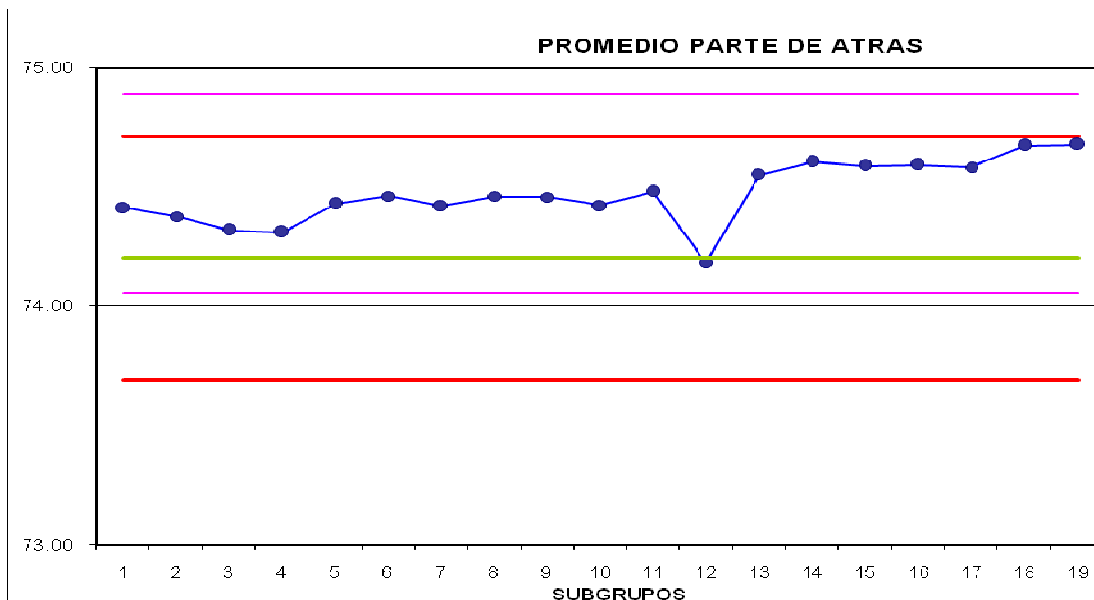


El proceso de fabricación es el siguiente:

1. Utiliza una lámina ASTM A 109 CRS 1010,  $1.98 \pm 0.03$  mm, de acuerdo a los especificado en el plano de control del cliente.
2. La lámina entra por el alimentador y se le agrega un lubricante para que no se deforme la pieza y no se caliente a la vez para que sea más fácil el formado y la pieza no se atore en el troquel y la prensa no pierda el paso.
3. Se van haciendo una por una o dos de las formas que conforman a la parte por medio de semimuecados, muecados, punzonados cuadrados, punzonados, embutidos, dobleces y partido.
4. Sale al final de la prensa la pieza.



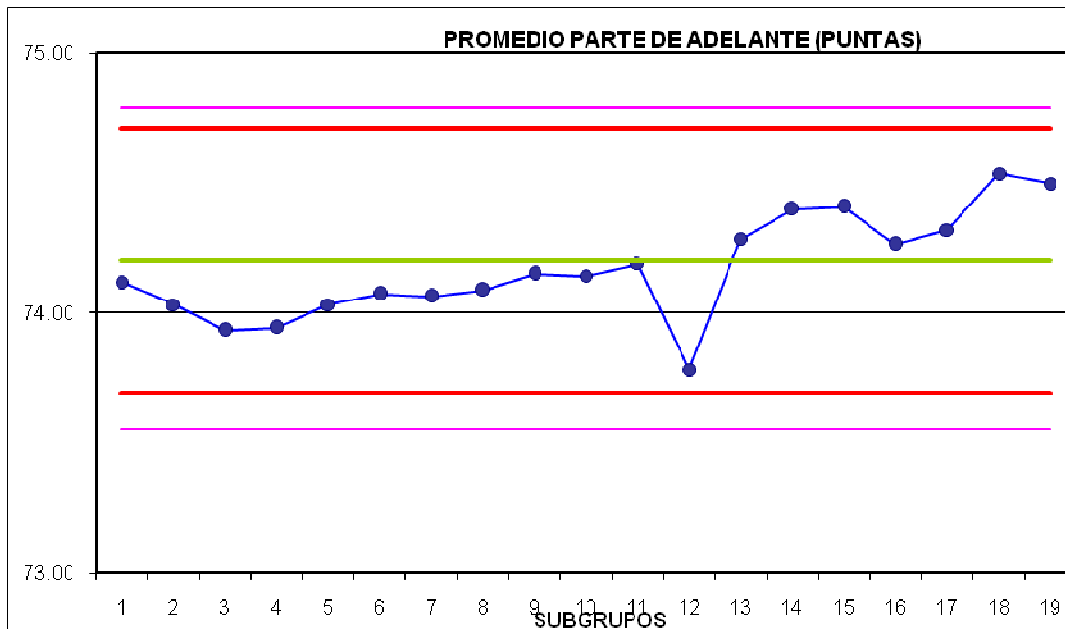
Se muestran los datos estadísticos recolectados y graficados del Mounting Bracket 088.



En la grafica podemos observar el comportamiento de la pieza en la parte de atrás, las líneas en color rojo son los límites superior e inferior estándar, la línea verde es el valor nominal, las líneas rosas son los límites

superior e inferior promedio, mientras que la línea azul son los valores promedio que nos da en cada subgrupo, es decir, los valores que tiende la pieza a presentar.

Ahora se muestran la gráfica de los datos recolectados que se generó a partir de los datos en la parte de adelante del Mounting Bracket 088.



Como se ve en las gráficas, esta pieza tiende a abrirse en la parte de atrás y a cerrarse en la parte de adelante (puntas).

Es con este análisis de control estadístico, con el cual podemos darnos cuenta que el proceso puede variar de un momento a otro, provocando con ello que salgan piezas fuera de especificación.

Mientras en la parte de atrás el límite superior promedio tiende a estar por arriba del límite superior estándar y en la parte de adelante el límite inferior promedio tiende a estar por debajo del límite inferior estándar. Habiendo ocasiones en las cuales la pieza está casi llegando a los límites estipulados por el cliente.

También se ha detectado que en los cambios de material también hay una variación en los dos lados, ya que el material puede venir muy blando o muy duro, tendiendo a presentar estos cambios en la abertura.

### Propuestas

A continuación se muestra cada uno de los dispositivos poka-yoke y los formatos propuestos para su uso en proceso de cada una de las partes:

Dispositivo mediante el cual podemos verificar que no se salga de control la parte crítica "Mounting Bracket 088" y así mantener una mejor Calidad durante el proceso y del producto.



El dispositivo va a ser creado con material tratado 5254 RS o material tratado 9840. Y los trabajadores tendrán que checar pieza por pieza que salga de la prensa con los dispositivos, para que cuando una pieza no entre en el dispositivo pare inmediatamente el proceso.

Teniendo una reducción de costos en retrabajo y merma. Y tener una inspección menor cuando el producto está en el área de empaque y embalaje, teniendo con seguridad que las piezas que estamos enviando fueron producidas dentro de los parámetros pedidos por el cliente. Dando como resultado la mejora de la calidad tanto en el proceso como en el producto y por lo tanto la satisfacción del cliente así como produciendo el menor tipo de piezas defectuosas o fuera de control.

### **Conclusiones**

Los dispositivos propuestos para implementa Poka Yoke en el sistema de producción suple las tareas repetitivas o acciones que dependen de la vigilancia, inspección o memoria de los trabajadores liberándolos de ellas.

Aunque el dispositivo se encuentra al final del proceso, previene errores en las piezas que entrega a sus clientes. Además requiere de menos gastos en mantenimiento y calibración en el control de la calidad. Los dispositivos involucran retroalimentación inmediata y toma de acción tan pronta como el error o defecto ocurre. Y es sencillo de implementar.

### **Bibliografía**

- ISO 900 Manual de Sistemas de Calidad. Hoyle David. 4ª edición. parafino.1998
- Administración de la Calidad Total para ingenieros Zari, Mohamed Panorama Editorial.1993.
- Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas. Mikell P. Groover. Prentice Hill.1997
- Archivos y Formatos de Diseño y Metalmecánica 2007 a 2008.
- Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects; Hiroyuki Hirano, Nikkan Kogyo Shimbun Ltd, Nikkan
- <http://www.monografias.com/trabajos34/control-calidad/control-calidad.shtml> (Junio 2008)
- <http://www.plasfi.com/index.php?md=articles&id=334&lg=1> (Junio 2008)