



REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL COMO SUPERVISOR DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE SUAJES

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

"TITULACIÓN POR TRABAJO PROFESIONAL"

NOMBRE DEL ALUMNO: ADÁN VALVERDE AGUILAR

NÚMERO DE CUENTA: 304192975

CARRERA: ING. MECATRÓNICA.

ASESOR: DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZALEZ

AÑO: 2013

Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería Mecánica e Industrial

Datos de la Empresa

NOMBRE DE LA EMPRESA: OFFSET IMPRENTA SA. DE C.V.

TÍTULO: SUPERVISOR DE FABRICACIÓN DE SUAJES

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	10
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	14
DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL ALUMNO EN LA EMPRESA.	17
PROYECTOS REALIZADOS	20
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	34

INTRODUCCIÓN

El proceso de fabricación de cajas plegadizas envuelve una serie de sub-procesos que pueden tomarse por separado en diferentes áreas, pero todos se encuentran relacionados entre sí para poder así satisfacer el objetivo común, que es dar una calidad que satisfaga al cliente.

En las empresas que se dedican a la manufactura de productos como son cajas plegadizas para cualquier área de mercado, y que se encuentra dentro del medio de las artes gráficas, se puede encontrar la división de su estructura dentro de tres grandes bloques, que son: Administración, Producción y Calidad.

Administración: se puede encontrar aquí funciones como las siguientes: administración interna, planeación, contabilidad, atención a clientes, entre otras.

Producción: se encuentran las áreas necesarias para realizar físicamente las acciones para poder manufacturar los productos pedidos por el cliente.

Calidad: se tiene el objetivo de tener las revisiones por todas las áreas de producción, para poder verificar que se está teniendo procesos correctos que conlleven así a una buena práctica de fabricación.

En las empresas que se dedican a la fabricación de cajas plegadizas se puede encontrar que el sistema de Producción se divide en tres grandes áreas que son: Impresión, Suaje y Pegado.

Aunque se puede encontrar en cada empresa una división diferente, pero a grandes rasgos se puede encontrar de la siguiente manera.

- Impresión: Diseño, Cartón e Impresión
- Suaje: Fabricación de suajes, y Máquinas de suajes.
- Pegado: Pegado y empaquetado.

El proceso de troquelado frecuentemente recibe el nombre de suaje, y se aplica este cambio cuando se tiene materias primas suaves, como son cartón, papel, piel, tela, etc. Pero en general el proceso de troquelado es el siguiente:

Troquelado

Es uno de los varios procesos reductores de masa. Los procesos de reducción de masa se usan extensamente en la industria manufacturera; se caracteriza porque el tamaño de la pieza de trabajo original es lo bastante grande para circunscribir la geometría final y porque el material indeseable se elimina en forma de rebaba, partículas, etc. (esto es, como desechos). La rebaba o desechos es un mal necesario para obtener la geometría, tolerancias, y superficies deseadas. La

cantidad de desechos puede variar desde un pequeño porcentaje hasta 70-80% del volumen de material de trabajo original.

La mayoría de componentes metálicos están sujetos, en una u otra etapa, a un proceso de eliminación de material. Muchos otros materiales (tales como plástico, madera y cartón) frecuentemente quedan sometidos a procesos similares.

A causa de la deficiente utilización del material en los procesos reductores de masa, de la prevista escasez de materiales y energía y de los costos crecientes, el desarrollo durante la última década ha estado dirigido hacia una creciente aplicación de los procesos conservadores de masa. Sin embargo, los costos de los moldes (incluyendo troqueles y matrices) y el costo de capital de la maquinaria siguen siendo elevados; en consecuencia, los procesos reductores de masa son los más económicos en muchos casos, a pesar del alto desperdicio de materiales, que sólo tiene valor de desecho. Por tanto, es de esperar que los procesos de eliminación de material mantengan durante algunos años su relevante posición en la manufactura. Además, el desarrollo de sistemas automatizados de producción ha progresado con más rapidez para los procesos reductores de masa que para los conservadores de masa.

El troquelado se caracteriza porque la impresión de información se establece a través de medios rígidos (esto es, la geometría final es resultado tanto de la geometría de los dos medios como el patrón de movimientos). Es un proceso mecánico que incluye fractura causada específicamente por cizallamiento. La energía se suministra primordialmente a través de alguno de los dos movimientos. Una evaluación de las precisiones geométricas que se pueden obtener del proceso de troquelado muestra que se tiene el potencial de proporcionar componentes bastantes precisos, debido a los rígidos medios de transferencia.

Descripción y semejanza de procesos.

Los procesos de troquelado y perforación se caracterizan por un material sólido, conformación unidimensional y un estado cortante de esfuerzo. El material, en forma de lámina o tiras, se coloca en la matriz, y el punzón baja y atraviesa el material. Si el recorte es la pieza del trabajo, se llama troquelado, y si es el desecho el proceso se llama perforación.

Aplicaciones del proceso de troquelado.

Los procesos de troquelado y perforación se usan extensamente en las industrias eléctricas y mecánicas para producir partes de motores eléctricos, de equipo eléctrico, de aparatos domésticos, de máquinas de escribir y otras. Típicamente es un proceso de producción masiva.¹

¹ Altling, Leo. PROCESOS DE INGENIERIA DE MANUFACTURA, Ed. Alfaomega, México, 1990.

Maquinaria utilizada para el proceso de troquelado

La maquinaria usualmente consiste en prensas mecánicas o hidráulicas, pero las matrices constituyen la parte importante de los procesos. Pueden ser matrices de operación única o matrices progresivas.

FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS

Existen muchos procesos que se pueden realizar y también muchos detalles que se les pueden dar a las cajas plegadizas además de las muy diversas geometrías que se les pueden dar, entres los procesos que se pueden dar a las cajas plegadizas destacan: impresión normal, barniz uv, sensormatic, estampado, realce, holograma, etc. Y entre los detalles que se pueden dar las cajas plegadizas, destacan: Punteado, pre cortes, ventanas, braille, etc. Para que ciertos procesos se puedan llevar a cabo se necesita la preparación sobre el material en donde se va a realizar el detalle (cartón), y el tipo de trabajo que se quiera hace variar la secuencia de los procesos a seguir.

A continuación y como un ejemplo representativo de la secuencia de procesos que se sigue en la empresa para la fabricación de cajas plegadizas, se presenta un diagrama de un caso general de pedido de un cliente con impresión normal, donde se puede apreciar los procesos que se necesitan realizar para la fabricación de cajas plegadizas.



La coordinación entre las diversas áreas permite tener la entrega de los productos de una manera eficiente, y a tiempo, con la calidad solicitada por el cliente.

El tiempo compromiso de entrega al cliente debe atender al tiempo en que se necesitará conseguir el material, el tiempo en que se podrá concluir el proceso que haya pedido el cliente, y los posible contra tiempos.

Para cada proceso de los mencionados anteriormente se tiene un tiempo estimado de término, y puede variar de unas cuantas horas, hasta dos semanas, dependiendo también de la cantidad de cajas plegadizas solicitadas por el cliente.

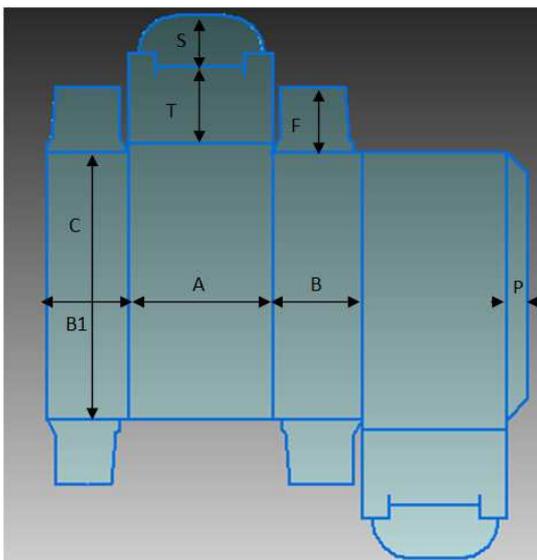
DISEÑO DE CAJAS PLEGADIZAS

Tipos de cajas plegadizas

Existe una gran cantidad de tipos cajas plegadizas, tantas cómo las aplicaciones que se le quiera dar, y que si bien dependiendo del producto a ser utilizado varía los parámetros de sus geometrías, se pueden tener las siguientes como las más comunes:

- Caja normal
- Caja Hot melt
- Caja con fondo automático
- Caja con fondo semi automático
- Caja tipo avión.

Además de que estas pueden combinarse con las diferentes charolas, fajillas, carteras, con candado, con cierre de seguridad, con banco, o una mezcla de varias. Para poder dar una explicación acerca de las consideraciones que se necesitan tener al realizar un diseño de cajas plegadizas, y que es donde comienza el proceso de la fabricación de suajes, a continuación se mostrará una caja tipo normal donde se indican los parámetros de diseño a considerar, cuyas medidas son tomadas en forma de arbitraria:



- A= MEDIDA DEL FRENTE DE CAJA
- B=MEDIDA DEL ANCHO DE CAJA
- C= MEDIDA DE ALTURA DE LA CAJA
- B1= MEDIDA DE CARA LATERAL DE LA CAJA CON DESCUENTO
- S= MEDIDA DE SOLAPA DE CIERRE
- T= MEDIDA DE TAPA
- F= MEDIDA DE FLAP
- P= MEDIDA DE SOLAPA DE PEGUE

Consideraciones en la fabricación de cajas plegadizas.

Calibre de cartón

El calibre de cartón se debe elegir dependiendo de la aplicación de la caja, del peso, cantidad, y tamaño del producto que contendrá, así como el tipo de caja y el detalle elegido por el cliente, si es que lleva.

Para todo esto la empresa cuentan con tablas y procedimientos internos que en base a experiencia cuentan con la información del calibre del cartón que debe llevar, y con el cual se le sugiere al cliente.

Tipo de cartón

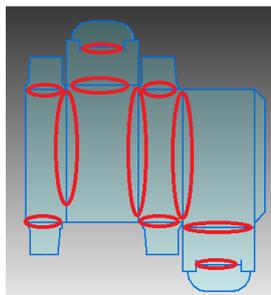
El cliente en base a la información del calibre de cartón a elegir, determina en qué tipo de cartón quiere que se fabrique su pedido. Entre los tipos de cartón que se tienen son:

- Sulfatado blanco
- Reciclado
- Reverso Blanco
- Reverso Gris
- Laminado
- Micro flauta

Para determinar el tipo de cartón se toma en consideración, el producto a exhibir, el costo del cartón, la estética, y los procesos necesarios.

Ancho de canales

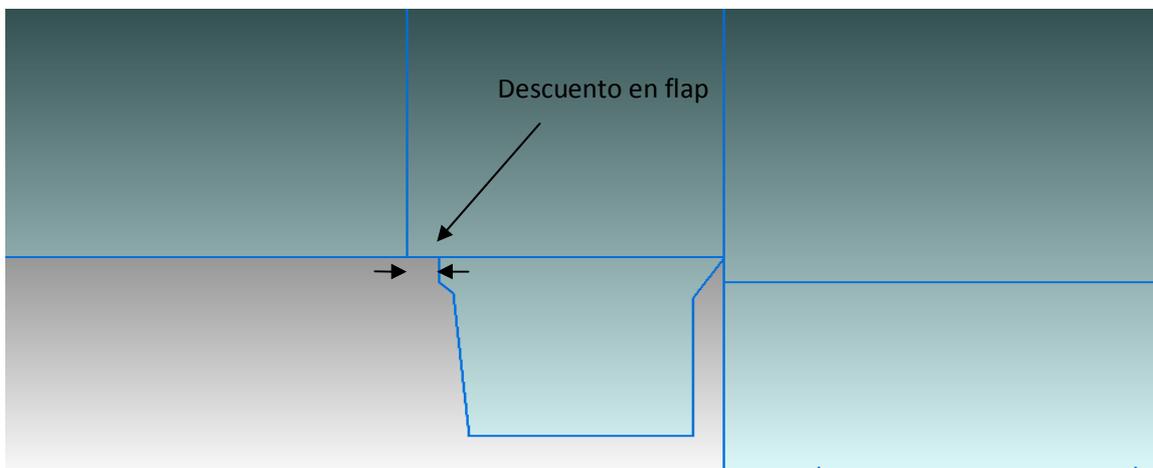
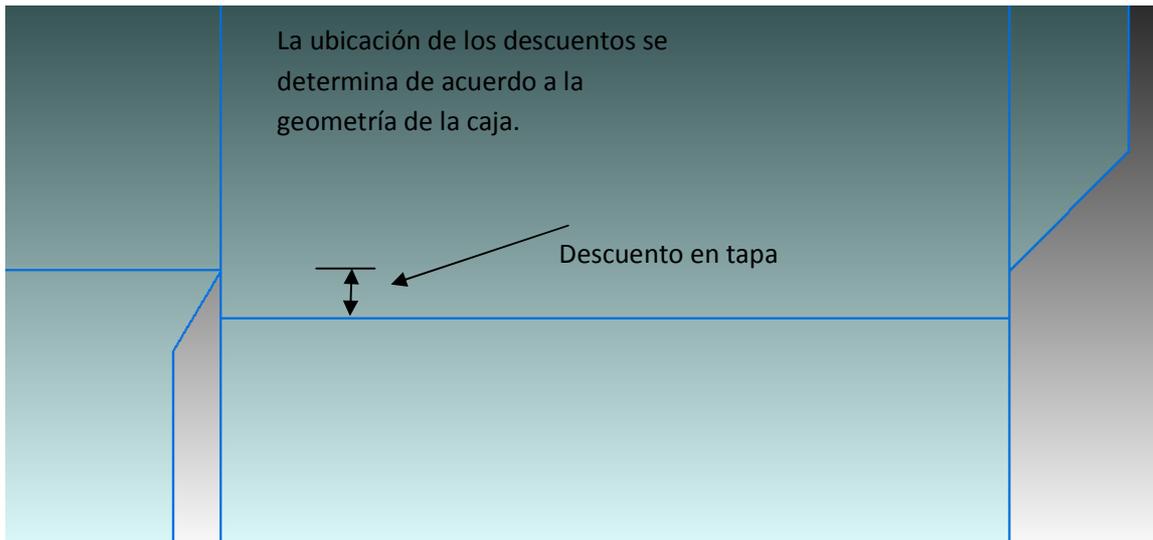
Uno de los parámetros fundamentales en el diseño y fabricación de cajas plegadizas, son los anchos de canal de las cajas plegadizas, varía de acuerdo al tipo de caja, detalle de la caja, calibre y tipo de cartón. Estos anchos de canal son los que permiten obtener un buen armado de la caja y para que a la hora de ser troquelada, el dobléz quede bien marcado sin reventar el cartón.



Descuentos

Se le llama descuentos a la medida que se le necesita reducir o aumentar al tamaño de una cara de la caja para que esta pueda cerrar de manera eficiente, es decir que se trabaje con los “candados” de la caja.

La consideración de estos descuentos depende del calibre de cartón, de la especificación del cliente y, de las consideraciones geométricas de la caja.



Después de realizar el diseño de una caja, se realiza un plano múltiple que es la formación con un número determinado de cajas de manera que se pueda aprovechar la mayor cantidad de material (planillas impresas), el diseño de los herramientas parten directamente de este plano múltiple.

Dependiendo de la máquina de troquelado que realiza el proceso, se realizarán los diferentes herramientas, que son:

- Contra hendidos en Pertinax
- Contra hendidos en Press board
- Útil inferior
- Útil superior.
- Separación de poses superior
- Separación de poses inferior
- Realces
- Estampados
- Dados o cinturones de braile

Para poder elegir la máquina de troquelado donde se programará el proceso, dependerá en gran medida de la cantidad solicitada de producto o el tamaño del producto que se necesita fabricar. Dependiendo de los estaciones de trabajo que tenga la máquina de troquelado, se fabricarán los herramientas a utilizar.

A continuación se muestra máquinas de troquelado de la marca BOBST con dos y tres estaciones de trabajo:



CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Nombre: OFFSET IMPRENTA S.A. DE C.V.

De acuerdo a los documentos de la empresa, se puede tener la siguiente descripción de la empresa.

- **VISIÓN:** Ser una de las empresas con mayor reconocimiento y participación en el mercado nacional e internacional a través de la producción de cajas plegadizas que cumplan con los requisitos de calidad y funcionalidad de cualquier empresa ya sea la industria farmacéutica, alimenticia, cosmética, etc. Para ello, deberá alcanzar un alto nivel de productividad en todas sus áreas apoyado en tecnología especializada, personal capacitado y consciente de la importancia de la realización adecuada de sus actividades, eficaces canales de comunicación y trabajo en equipo.
- **MISIÓN:** Offset Imprenta S.A. de C.V. es una empresa privada dedicada a la producción de cajas plegadizas, primordialmente para la Industria Farmacéutica, que cumple con los requisitos establecidos por el cliente mediante la innovación tecnológica, calidad en los procesos, entrega oportuna y precios competitivos.

- **Valores de la compañía**

Vocación de servicio. En nuestro trabajo para satisfacer las necesidades del cliente externo e interno, presentes y futuros.

Mejora continua. Es nuestra actitud hacia el trabajo, para aprovechar y crear áreas de oportunidad.

Calidad. Es nuestra actividad para asegurar que todo se hace bien a la primera vez.

Dedicación, Esfuerzo, y Orden. En nuestro desempeño para cumplir eficaz con las tareas recomendadas y preservar la seguridad del personal e instalaciones.

Responsabilidad social. Hacia nuestra comunidad para contribuir a su mejoramiento y bienestar social.

Integridad. En nuestra actuación congruente con la misión, principios y guías de acción en la organización.

Superación personal permanente. Con medio para crecer dentro de la empresa y de la sociedad.

Honestidad. Valor recto de un comportamiento responsable y transparente en el manejo de los bienes y recursos de la empresa, nuestra gente, nuestros clientes, y proveedores.

- Calidad acreditada

OFFSET IMPRENTA S.A. DE C.V. es evaluada y certificada por sus clientes, quienes a través de auditorías dan seguimiento y aprobación a los procesos y calidad de productos, cubriendo satisfactoriamente las necesidades y expectativas que nuestros clientes desean obtener, a través del cumplimiento de las especificaciones previas.

- Historia

Empresa en expansión, 100% Nacional con capital propio, dedicada totalmente a la fabricación de cajas plegadizas. Iniciada hace más de 61 años, con instalaciones que ocupan actualmente un área de 10,500 m².

- Principales clientes

BAYER DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
BRISTOL MYERS SQUIBB, S.A. DE C.V.
PROMECO S.A. DE C.V.
MERCK S.A. DE C.V.
AVENTIS PHARMA S.A. DE C.V.
HERSHEYS'S MEXICO
GRUPO ROCHE SYNTEX, S.A. DE C.V.

Productos principales

Cajas plegadizas para la industria Farmacéutica e Industria en General.
Procesos a especializados en Realzado, Hot Stamping (Estampado y Holograma) Barniz UV, Barniz a Registro, Ventanas de Acetato, Aplicación de Sensormativ, Checkpoint, RFID.

❖ Organigrama

El puesto que desempeñe en OFFSET IMPRENTA, fue el de Supervisor de Diseño y Fabricación de Suajes. Se encuentra directamente bajo el cargo del Gerente de Planta, debido a que no se contaba con jefe de suaje, durante todo el tiempo que laboré en la empresa.

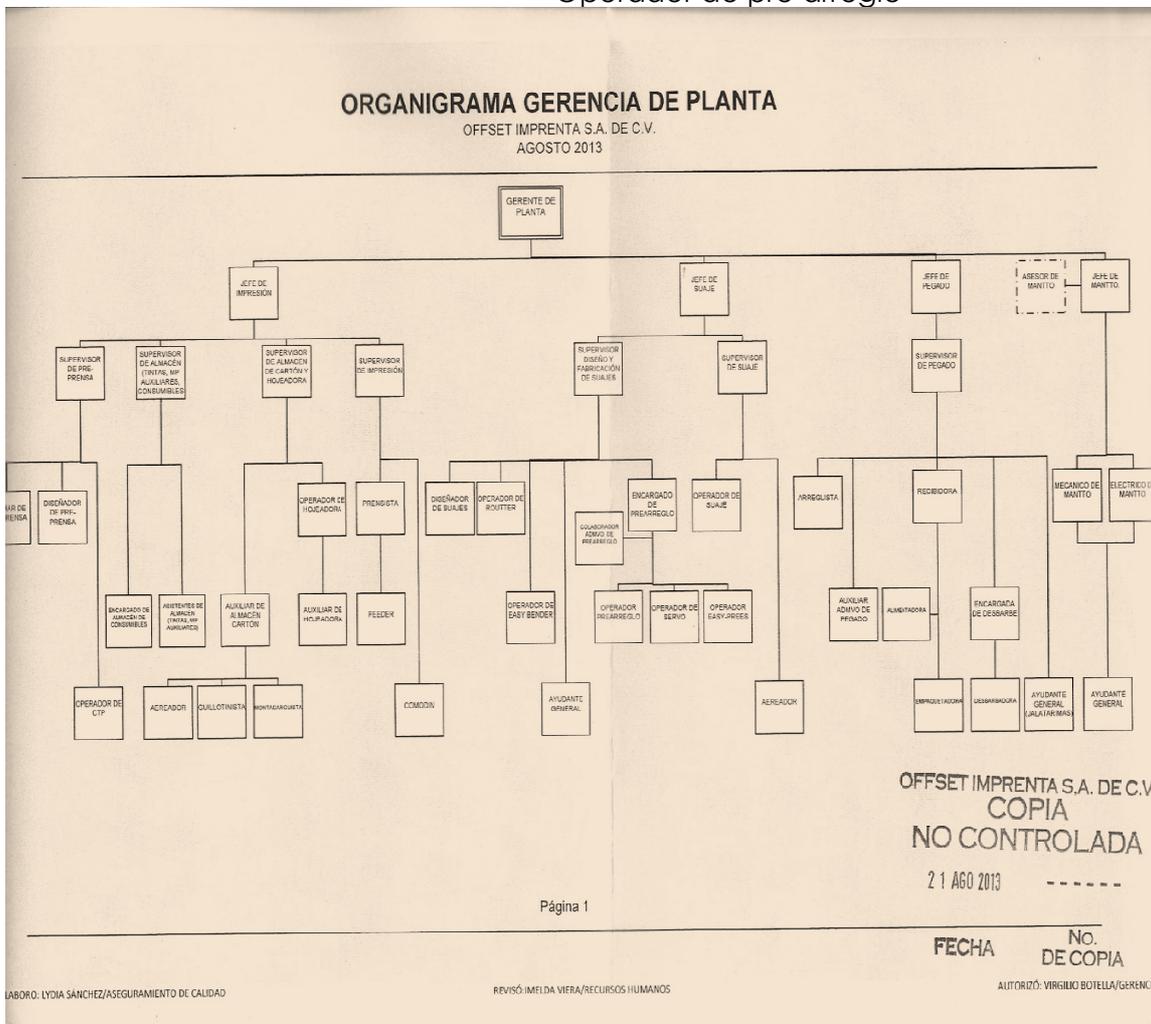
Al cargo del Supervisor de Fabricación de Diseño y Fabricación de Suajes se encuentran los siguientes puestos:

ROUTER:

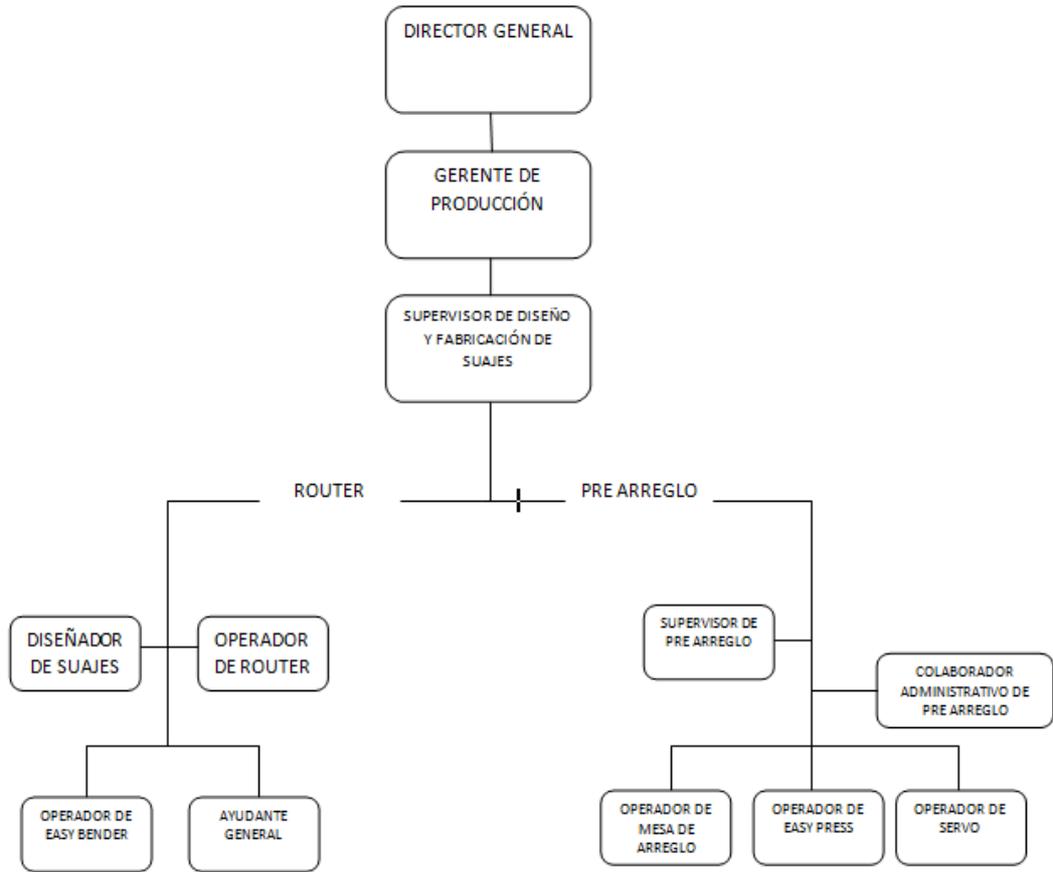
Pre arreglo

- *Diseñador de suajes
- *Operador de Router
- *Operador de Easy bender
- *Ayudante general

- *Encargado de Pre arreglo
- *Colaborador Administrativo de Pre arreglo
- *Operador de Servo
- *Operador de easy press
- *Operador de pre arreglo



La siguiente imagen amplifica la parte del organigrama donde se muestra el lugar del puesto de Supervisor de Diseño y Fabricación de suajes dentro de la organización:



CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE PUESTO

NOMBRE DE PUESTO: SUPERVISOR DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE SUAJES.

ÁREAS A CARGO: ROUTER Y PRE-ARREGLO

PUESTO AL QUE REPORTA: DIRECTOR GENERAL Y GERENTE DE PLANTA.

1.- OBJETIVO DEL PUESTO:

ROUTER: Dirigir, controlar y coordinar las actividades del personal a su cargo en todo lo relacionado con la elaboración de cajas plegadizas y fabricación de suajes en función de las necesidades determinadas por el cliente.

PREARREGLO: Supervisar, coordinar y capacitar al personal a su cargo, a fin de que se realicen los pre-arreglos de las máquinas de suaje al 100% de acuerdo a las especificaciones para evitar tiempos "muertos".

Así mismo tener control del almacén de herramientas, suajes, realces, estampados, acetatos de holograma, realce y estampado, arreglos de presión, y material utilizado para formar los herramientas.

PUESTO AL QUE SUPERVISA:

A) ROUTER:

Objetivo de la sub área de Router:

Diseñar y fabricar suajes y herramientas para productos solicitados por los clientes de acuerdo a los estándares de calidad de la empresa, siguiendo los especificaciones de los procedimientos internos de diseño y calado de la empresa, y entregarlos de manera oportuna de manera de que el proceso de fabricación sea fluido y se evite el tiempo muerto de las máquinas de troquelado.

- Diseñador de suajes
- Operador de router
- Operador de easy-bender
- Ayudantes generales.

B) PREARREGLO:

Objetivo de la sub área de Pre arreglo:

Tener un seguimiento de los productos a ser fabricados, verificar la existencia y el estado de los herramientas para tenerlos listos y evitar el tiempo muerto de las máquinas de troquelado.

Así como mantener un orden en el almacén de suajes, herramientas, realces, estampados, ajustes de presión, acetatos de realces, estampados, holograma, y braille, a manera de que cuando sean solicitados sea pronta su obtención.

- Supervisor de pre-arreglo
- Colaborador administrativo de pre-arreglo
- Operador de mesa de prearreglo
- Operador de servo
- Operador de easy-press.

2.- ÁREAS DE COMUNICACIÓN

a) INTERNA

ROUTER:

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD: Entrega de procedimientos al personal operativo y capacitación en el llenado de órdenes de producción.

ALMACEN DE REFACCIONES Y CONSUMIBLES: Requisición de herramientas y material.

RECURSOS HUMANOS: Permisos laborales, tiempos extras, solicitud de nuevo personal, y entrega de exámenes de reclutamiento.

SUAJE: Entrega de suajes y herramientas.

SISTEMAS: Solicitud de asesorías y soporte en fallas del sistema.

PREARREGLO:

ALMACEN DE REFACCIONES Y CONSUMIBLES: Suministros de material y herramientas de trabajo.

SUAJE: Entrega de herramental y prearreglo completo.

ROUTER: Recepción de suaje, herramientas para el arreglo y planos múltiples.

CONTROL DE CALIDAD DE SUAJES: Solicitar órdenes de producciones para verificar las especificaciones de los planos contra el suaje.

b) EXTERNA

ROUTER:

PROVEDORES:

RIBEL: Soporte técnico en fallas en equipo de cómputo.

PLECAMER: Materiales nuevos que se someten a prueba.

3.- PRINCIPALES FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

Capacitar y entrenar al personal a su cargo.

Supervisar que los operadores cumplan con sus actividades conforme al procedimiento.

Revisar que todos los equipos cuenten con el mantenimiento adecuado y de acuerdo a fechas, verificando que los desperfectos sean reparados.

Supervisar y coordinar las actividades del personal a cargo, así como la asignación de horarios de trabajo.

Verificar que los programas de mantenimiento se lleven a cabo y reportar cualquier falla en los equipos.

Llevar el control de registro de productividad diarios.

Programar la producción diaria con base en los listados de producción tomando en cuenta las fechas de entrega, cantidad a suajar y tamaño de planillas.

Llevar un control acerca de los insumos al personal.

Mejorar continua de los procesos desarrollados en las áreas.

4.- AUTORIDAD:

Autorizar o modificar especificaciones internas.

Vo.Bo de planos mecánicos, estampado y realce.

Autorizar suajes para re-emplecado o nuevo calado.

Asignación de actividades al personal.

Priorizar actividades de las áreas.

5.- PERFIL DE PUESTO:

ESCOLARIDAD: Licenciatura o conocimientos equivalentes

EDAD: 20 a 30 años.

SEXO: Masculino.

6.- HABILIDADES:

- Creatividad
- Trabajo en Equipo
- Toma de decisiones
- Manejo del personal
- Facilidad de palabra
- Flexible
- Trato amable
- Proactivo
- Organización
- Responsable

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL ALUMNO EN LA EMPRESA.

Funciones realizadas

Flexibilidad de programación de trabajos

Cuando comencé a introducirme en los procesos de calado, entendiendo este proceso como el de darle la geometría necesaria a la materia prima, en el área de Router, me percaté de los tiempos promedios que se tardaban los calados de herramientas específicas y cómo era su programación en una sola máquina específica. Dando como resultado que algunas máquinas se tuvieran con un mismo trabajo por mucho tiempo, y que los tiempos de entrega de los productos realizados en el área se retrasaran por esperar a que se terminaran de calar los trabajos.

Uno de los cambios que se realizaron en el área de Router, es la flexibilidad de programación de trabajos, esto se refiere a que cada máquina tenía una función de calado específica para algún herramental y se analizaron las ventajas y desventajas de estas programaciones, al final se concluyó que no había ventajas contundentes para seguir con este sistema de trabajo.

Al realizar los cambios, en un principio los operadores tenían demasiados paradigmas que impedían se pudieran programar trabajos para una máquina diferente a la que se venía utilizando, existía siempre presente un comentario de que “no se podía”, “que era una pérdida de tiempo”, etc. Pero también existieron operadores que apostaron por pruebas, por nuevos conocimientos.

Se comenzaron a realizar pruebas de calado en diferentes máquinas, se tomaron datos, se analizaron los datos, y hubo conclusiones, las cuales arrojaban una reflexión que nos llevaba a las soluciones de los problemas que se habían presentado.

Para poder determinar si se había logrado tener la calidad necesaria para poder realizar los calados en diferentes máquinas se mandaron trabajos de manera normal a planos que ya iban a entrar a máquina, y se tuvo como conclusión que no había alguna diferencia.

Posteriormente se empezaron a mandar y se observó lo rápido que se manufacturaban los herramientas, por lo que se determinó que fue un cambio positivo para el área. Y se logró este resultado debido a que se realizaban en diferentes máquinas, logrando así que no se detuviera el proceso, y mientras una máquina fabricaba algún herramental, en las demás se podía realizar los demás, logrando tener un flujo de procesos mucho más rápido y eficiente.

Actualmente el área cuenta con la capacidad técnica de poder hacer diferentes herramientas en máquinas diferentes a las habituales, ya que se realizaba el calado de herramientas sólo en máquinas router, cuyo proceso es como el de fresado y taladrado, y ahora se implementó en máquina láser cuyo método de diseño y corte es completamente diferente. Dando como resultado una forma de dar servicio de calado de manera muy rápida al área de suaje o pre-arreglo.

Pruebas realizadas.

Dentro de las actividades que he desarrollado como parte de mi puesto, se encuentra la realización de pruebas de materiales y procesos.

Prueba de materiales

La realización de pruebas a materiales se realizan principalmente en diferentes materiales nuevos que los proveedores ofrecen a la empresa, para poder determinar si su adquisición es factible. Estas pruebas están sujetas a parámetros predefinidos, y se lleva un control de todo el proceso en donde participará el material que se está probando.

Los registros que se han llevado han sido decisivos para materiales que ahora se implementan en la empresa, y que han servido para mejorar los procesos.

Prueba de procesos

Se han realizado pruebas en los que se tiene el propósito de poder mejorar un proceso ya sea de calado o de diseño. Estas pruebas son realizadas registrando los parámetros relacionados a los procesos que participan, como son en diseño distancias entre líneas de corte, doblez, pre-cortes, etc., y en calado como son velocidades de fresa de corte, avance, profundidad por paso, etc. Y se empieza desde el diseño hasta el final del troquelado, una vez que haya pasado por la máquina de troquelado, donde se tiene la aprobación o visto bueno de la pruebas, y/o bien los comentarios pertinentes, a fin de conseguir una mejoría en los herramientas que son entregados al área de suaje. Se han realizado pruebas para todas las máquinas, con que cuenta el área de router, y esto ha forzado a tener un conocimiento base antes de realizar las pruebas, lo que ha ido también generando interés de los operadores. Estas pruebas han tenido como resultado un aprendizaje para los operadores de las máquinas del área de router, y una estandarización de los parámetros de calado, lo que ha generado un incremento de nivel técnico de los integrantes del área.

Las pruebas que se realizaron tanto para material como para los procesos, han sido redituado en una documentación interna, donde se puede recurrir siempre que se quiera tener una referencia para los procesos a realizar.

Control de registros.

Como parte del control de los trabajos que se realizan en las áreas que tuve a cargo, se ha dado un papel fundamental a los registros, si bien es cierto que existe toda una estructura con la que ya se ha trabajado por años y se tienen los formatos con los que se debe cumplir, no se había tenido una revisión de los registros, se había dejado de lado este control, y daba por consecuencia la falta de información en el momento de querer recuperar datos de los procesos.

Implemente bitácoras internas, donde se dejan las observaciones durante los turnos, de los problemas que se presentaron y demás anotaciones que proporcionan al área una mejor comunicación, para poder tener al tanto de los eventos que se presentaron en la manufactura de los productos, a todos los integrantes de las áreas.

Se hace revisión de que los registros estén llenados correctamente y se siga con los procedimientos internos, para que no exista algún problema que comprometa la calidad de los productos que se fabrican dentro del área.

Documentación interna

Dentro de las funciones que realicé en Offset Imprenta con que más agrado participé fue la de generar documentos para el área de router, los cuales entre otros fueron plan de seguridad para los operadores de láser, generación de documentos de procesos, pruebas realizadas, cambio en procedimientos de la empresa, traducción de manuales, entre otros.

Cuando recién había ingresado, no se contaba con documentación interna, se tenían documentos guardados y que no se habían utilizados para los procesos o para el control interno del área.

Debido a este trabajo realizado se ha generado motivación para que los integrantes del área tengan un conocimiento más para realizar sus funciones, y que cuando se tenga duda sobre algún proceso tengan una fuente a donde recurrir.

Dentro de los documentos, se encuentran datos, imágenes, pruebas, gráficas y varios aspectos que puede llevar al que lo lea a un entendimiento general de los que acontece algún proceso, y pueda ser más fácil para recordarlo o aprenderlo.

CAPÍTULO 4: PROYECTOS REALIZADOS

Metodología

Para resolver los proyectos que a continuación describo, debo comentar que seguiré los siguientes pasos a forma de metodología de solución de problemas:

- Definición del problema
- Introducción
- Desarrollo
- Comprobación de solución
- Resultados

Proyecto de router 408

Definición del problema:

El problema que percibí de manera inmediata era la manufactura de los contra hendidos; se realizaba en forma individual, es decir, pose por pose. Lo cual en una formación de más de 20 cavidades presentaba una pérdida de tiempo máquina muy significativa, y si la caja tenía pre-cortes podía llegar a tardar hasta un turno completo (8 horas). Los operadores referenciaban a que cuando intentaban calar el contra hendido en planilla y mandarlo a máquina, se les rechazaba el trabajo, por problemas de varias índoles, cómo es el ancho de los canales, la profundidad de cama, desfase de la formación y desbaste.

Introducción:

Los router son máquinas con esquema de robot cartesiano, en el cual se realizan diversos calados de herramientas y elementos necesarios para el troquelado de trabajos que vayan a entrar a las máquinas de troquel.

La programación de estas máquinas se realiza con ayuda de un software CAD de manera primaria para realizar el diseño del herramental, y cuando se realiza algún realce o estampados se apoya de un software CAM, en el cual sólo se realiza el diseño y se simula el calado del estampado o realce. Posteriormente se exportan los archivos de diseños a un software especial para los routers, en el cual se definen las posiciones físicas de las herramientas en la máquina, así como sus configuraciones de corte, referencia y geometría del material.

El contra hendido, como se le conoce en la industria del troquel, es la contra del suaje, el cual debe de llevar el ancho de canal necesario para que las cajas a troquelar puedan tener un correcto armado, así como el espacio si es que es un proceso de suaje-realce.

La dificultad de la fabricación de estos contra hendidos es la profundidad de la cama, la precisión de los anchos de canal, desbaste en el sentido del movimiento de las planillas de cartón, y su correcta medida entre caras.

Desarrollo:

Me dediqué a estudiar el proceso, en el cual observé los elementos de máquina que conformaban todo el equipo y que participan en la manufactura del contra-hendido.

Tomé en cuenta algunos parámetros que podrían afectar la manufactura de los contra-hendidos:

- Movimiento indeseable de cabezal por fuga de aire, en el movimiento de los ejes "x", "y", y "z".
- Posible desnivel de mesa de router
- Velocidades y avances de corte.
- Desfasamiento debido al código generado por el software de la máquina.
- Material de sujeción de mesa en mal estado.

Movimiento indeseable de cabezal por fuga de aire, en el movimiento de los ejes "x", "y", y "z".

Realicé una prueba con la cual probar que no existiera un movimiento indeseable, la prueba fue la siguiente:

Para el eje z.

Se realizó un programa el cual constaba de líneas de diversas trayectorias, y con una profundidad donde se pudiera percibir un cambio de tono suficiente.

Al pasar la herramienta dejaba líneas, las cuales se pasaron con un plumón para repintarlas de un color. Y nuevamente se hizo correr el programa, y terminando el cual se observó que no hubo variación considerable, debido a que se presentó un desgaste parejo por donde paso la herramienta en todas las líneas.

Para el eje "x" y "y".

Se midió con un calibrador Vernier el ancho del canal, y se obtuvo un registro que demostraba que no se tenía una variación fuera de la tolerancia.

Posible desnivel de la mesa

Para poder tener un buen nivel en la mesa se realizó un desbaste de la misma. Ya que está hecho de un material parecido al asbesto su desbaste se realiza con periodicidad para poder tener un nivel aceptable y así no tener una variación fuera de lo aceptable de la cama del contra-hendido.

En el proceso de desbaste de la mesa, percibí que el desbaste se realiza a través de un programa donde se tiene la trayectoria de la herramienta, que el mismo proveedor proporcionó a los operadores.

Debido a que la trayectoria de la herramienta era en líneas paralelas a través del eje "y", terminaba una línea e iniciaba la siguiente justo donde terminaba el diámetro de la herramienta, dejando un zurco el cual se percibía a la vista.

Realicé una prueba donde se dejaba una planilla de material llamado "pertinax", y a través de un control manual del router, bajando el avance de manera considerable puse una hoja carta e hice bajar el cabezal del router hasta que hiciera contacto con la hoja. Posteriormente se encendieron los motores y se realizaron trayectorias variables por toda el área de la planilla. El resultado fue que donde estaban los zrcos de la mesa dejaba la huella por donde la herramienta había pasado. Considerando que se tienen tolerancias de ± 0.05 [mm], mandé a realizar un programa hecho por los operadores, donde en lugar de tener la trayectoria de la herramienta con el diámetro de la herramienta se hizo otro programa para desbastar la mesa, cuya trayectoria fue la mitad del diámetro de la herramienta. Al final del desbaste se realizó la misma prueba, y se percibió que fue mucho mejor el resultado, teniendo imperceptibles a simple vista las líneas por donde pasó la herramienta.

Se realizó el calado de un contra-hendido y el resultado fue muy bueno, el cual fue aprobado por el jefe de suaje.

Sin embargo, se percibió que en ciertas zonas de la mesa, variaba de forma muy similar, con lo cual se determinó que era necesario cambiar una goma que sujeta el material de la mesa, con lo cual se podrían corregir los errores de las zonas ya detectadas con ese problema.

Velocidades y avances de corte

Antes de realizar las pruebas se ajustaron las velocidades de corte de los cortadores que son de la medida de los canales, porque antes se utilizaba una sola broca para todos los tamaños de los canales y se tenía un tiempo extra por un proceso llamado "multipaso", el cual afectaba a la productividad del área.

Se hizo una prueba con velocidades y avances, la prueba se realizó de la siguiente manera:

1. Se hizo un programa con diversas trayectorias de líneas.
2. Se realizó una prueba con diferentes avances, desde 50 [mm/s] hasta 120 [mm/seg], con una variación de 10[mm/seg], manteniendo la velocidad angular fija, y posteriormente variando de 5000 rpm, iniciando de 10,000 rpm, hasta 35 rpm en cada prueba.

3. Se midieron los canales con un medidor ocular y un calibrador Vernier, se graficaron y se tomó el mejor resultado para estandarizar las velocidades y el avance.
4. Se realizó el trazo final, y quedó un resultado muy preciso de los anchos de los canales

Desfasamiento debido al código generado por el software de la máquina.

Se hizo el diseño de una plantilla de contra-hendido, con la posición de un plano múltiple de suaje, para que se compare con el plano del suaje, para que así se pudiera calificar si existía un desfase o no.

Debido a que no se necesita el corte del contra-hendido, se realizó el calado sólo de los canales de contra hendido, Se eligió un producto que la empresa fabrica de manera recurrente, y que presentaba características con las cuales se podía calificar el contra-hendido como complejo.

Se tomó la planilla y se llevó a una mesa con luz, y se observó que no existía el desfase que se había mencionado.

Material de sujeción de mesa en mal estado.

Esta fue la última fase, y se dejó al último por el tiempo que se llevaba en la realización del cambio del material. Se realizó en coordinación con el personal de mantenimiento que realizó la operación del cambio del material.

Nunca antes se había cambiado este material desde que se ha tenido el router en la empresa, por lo que también fue un reto y responsabilidad el posible resultado que tendría este proceso.

Primero observamos la situación actual del material, el cual presentaba en ciertas zonas un comportamiento anormal, debido a que con escasa presión ejercida en este material se observaba que se comprimía y no tenía la elasticidad para regresar a su estado inicial.

No se tenía un procedimiento para el cambio de este material, y se analizaron los pasos a seguir porque según las recomendaciones de parte de mantenimiento se tenía que dejar pasar un tiempo entre todos los pasos para cumplir este proceso. Los pasos fueron los siguientes:

Pasos para el cambio de guías de mesa de router 408

- Primero se calan las guías en el router 408. Este proceso no se había realizado antes, por lo que se tuvieron que tomar mediciones.
- Posteriormente se desprende la mesa y guías anteriores, para lo cual el router está apagado.
- Se limpia la mesa de aluminio de manera persistente con solvente (R7), acetona y una lima, de manera que quede sin residuos o brumos, debido a que se necesita tener una calidad de mesa adecuada para la fabricación de contra hendido y estas perturbaciones podrían llegar a afectar la fabricación del contra hendido.
- Posteriormente se manda un programa de barrenado en vacío para verificar si se cuenta con el mismo origen.
- Posteriormente las guías son limpiadas y se coloca cinta doble cara para su sujeción a la mesa.
- Ya que estos pasos son realizados se pegan las guías a la mesa de aluminio del router 408, se coloca peso bien distribuido.
- Al día siguiente se quita el peso y se manda un programa para barrenar las guías.
- Se calibran individualmente las brocas contra las guías (mesa de router).
- Y con una profundidad de 6.604 que es el tamaño de la mesa y se comienza a barrenar.
- Al acabar de barrenar se desbasta las guías de la mesa, con una profundidad 0.5 [mm] para dejar a nivel la guías, hay que verificar que se desbastan todas las guías en forma pareja, sino se cumple con tener las guías con un acabado parejo se debe aumentar la profundidad.
- Posteriormente se pegan las tablas que forman las mesas plásticas y se barrena con la geometría que debe llevar.

Después de este último paso se mandaron a realizar trabajos con los cuales comprobar los resultados.

Comprobación de solución:

Se mandaron a calar diferentes trabajos con los cuales comprobar si se había logrado el objetivo, y las pruebas para asegurar su funcionalidad fueron varias, se mencionan a continuación:

Medición de los canales del contra hendido.

Se midió con diferentes instrumentos, como calibrador vernier, regla ocular, y cuenta hilos con cinta métrica con una resolución de una centésima de milímetro.

Los anchos de canal estaban muy bien definidos, y sus medidas entraron dentro de las tolerancias que se necesitan.

Medición de la cama de contra hendido.

Se utilizó un calibrador vernier, un medidor de profundidad, y mesa con luz, para poder tener certeza de la calidad que se tuvo.

La cama tuvo la calidad que se esperaba, y se tuvo la autorización de los encargados de suaje, que mencionaron que nunca se había tenido tal calidad como se obtuvo en esta ocasión.

Medición de la geometría.

Se utilizó un plano múltiple del suaje a que pertenecía el contra hendido, y un calibrador vernier.

No hubo desfase, se verificaron físicamente todas las medidas.

Prueba en máquina suajadora.

Se mandó a máquina para poder probar el contra hendido.

Los trabajos que se eligieron fueron algunos con los que se tenían mayor tiempo de calado, y que tenían geometrías que representaban mayor complejidad de calado.

Los operadores de las máquinas de troquelado que ajustaron los contra hendidos realizados mencionaron que se obtuvo un resultado satisfactorio pues no se tuvo la dificultad de ajuste como la que tiene que realizar cuando trabajan con contra hendidos recién hechos.

Resultados

El resultado en cada prueba fue satisfactorio.

Después de estas pruebas, y lo mencionado anteriormente, se concluye que los resultados fueron positivos, se cumplió a con todos los objetivos propuestos, los que llevará a tener en la operación de calado de contra hendidos una mejor calidad, un menor tiempo máquina, y la posibilidad de realizar trabajos de una manera más eficiente.

Proyecto de cortadores

Definición de problema:

Con los cortadores que se tienen, para lograr tener la precisión necesaria de los canales de los contra hendidos, se necesita implementar una función llamado multi paso, la cual aumenta el tiempo de calado en cada pose fabricada.

Introducción

Se necesita tener una precisión en los canales de los contra hendidos de ± 0.05 [mm], se tienen 2 medidas de cortadores para realizar los canales de los contra hendidos, pero debido a las medidas que deben de llevar dichos canales, los integrantes del área solo habían utilizado una sola medida de cortador para realizar los canales de los contra hendidos. Para poder implementar la medida necesaria, utilizan una función del equipo que consiste en realizar varias pasadas para obtener la medida necesaria del canal de contra hendido llamada "multi-paso".

Se tiene por objetivo tener cortadores de cada medida que se utiliza en la empresa, pero estos a su vez necesitan de parámetros de corte para obtener la precisión necesaria, y cuando se solicitan a los distribuidores se menciona el no tener estos parámetros. Al indagar los parámetros con los proveedores de los cortadores mencionaron que varía mucho dependiendo de las máquinas, y sólo se obtuvieron parámetros de velocidad de corte y avance sugeridos por los proveedores, los cuales al ser probados, no ofrecieron la precisión necesaria para tener medidas aceptables de anchos de canal.

Desarrollo

Una vez teniendo los cortadores a la medida de dos diferentes proveedores, se dispone primero a determinar el tipo de cortador con que se cuenta. En primera instancia se diferencia por el número de gabilanes y diámetros de cada uno, el material para los cortadores de ambas empresas es el mismo.

Posteriormente se realiza un diseño de prueba donde cada cortador debe realizar diferentes tipos de líneas que son características de los contra hendidos, en un calibre de perfinax que más es utilizado con cotidianidad en la producción de contra hendidos, con los parámetros de avance y velocidad angular con que se ha venido trabajando con el cortador con que cuenta la empresa. Al tomar las medidas se percibe que los parámetros deben ser modificados debido a que las medidas fueron demasiado variables dentro de un mismo canal.

Con los mismos diseños que se realizó la prueba anterior, se realizan pruebas con un avance fijo, y variando las velocidades angulares.

Se utilizaron los siguientes instrumentos de medición para la medición de canales:

- Calibrador Vernier
- Medidor ocular
- Cuenta hilos con regla de acetato

Se toma en cuenta no sólo la precisión de los anchos de canal, sino también el acabado que cada cortador dejó en la base del canal.

Se graficaron los resultados para cada conjunto de parámetros de corte realizados, para obtener una forma visual de determinar con que valores se obtuvieron los mejores resultados. Para cada medida de cortador variaban los parámetros, y había valores diferentes que daban la exactitud del ancho de canal.

Para poder determinar la relación entre que avance y velocidad angular tomar para la medida exacta del canal se tienen en consideración los siguientes aspectos:

- Duración de la vida útil del cortador
- Tiempo de calado.

Se graficaron también los registros de las consideraciones anteriores y se determinó un punto en el que el compromiso entre la vida útil del cortador y el tiempo de calado fueran aceptables.

Comprobación de solución:

Se determinaron los parámetros de corte para cada medida de cortador, basándose en la precisión de cada canal del contra hendido tomando hasta tres registros por cada canal, y en el acabado de los canales.

Primero se llegó a la conclusión que los cortadores de un proveedor no daban el acabado que se necesita aún cuando se tuvo un espectro grande de pruebas de avances y velocidad de corte.

De los demás cortadores se eligió cuáles se debían utilizar y se establecieron los parámetros de corte que se debían utilizar, para la fabricación de los contra hendidos.

Resultados

Después de entregar los pertinax, se recogieron las opiniones de los operadores de las máquinas de troquelado, quienes expresaron que se había dado una mejora significativa en la calidad de fabricación de los contra hendidos, por lo que se mejoró el tiempo de ajuste de los contra hendidos recién realizados, y por ende mejor tiempo de producción.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

Para poder tener los resultados que a continuación se mostraran, debo comentar que los conocimientos proporcionados por la facultad fueron fundamentales desde las materias de ciencias básicas hasta las materias de ingeniería, pero se pueden destacar algunas de las demás, entre las asignaturas que más relación tuvieron con las funciones que realicé fueron las siguientes:

- Dibujo mecánico e industrial.

En esta materia aprendí la mejor forma de acotar las dimensiones de algún diseño, lo cual me permitió en la práctica tener una mejor comunicación con clientes y/o proveedores, acerca de las dimensiones de los trabajos que se realizaron en el área a mi cargo.

- Sistemas de Manufactura Flexible:

Esta materia en cuestión a lo que se refiere a los sistema CNC. Como trabajan estos sistemas, como lo que se refiere a sistemas de referencia, y demás cuestiones de procesos automatizados de manufactura.

- Robótica

Esta materia me ayudó mucho principalmente en el momento de realizar el proyecto del "router 408", pues necesité entender el funcionamiento de la máquina, para poder determinar en qué movimiento o función de la máquina se podía tener algún posible error, o una posible mejora. Aunque si bien, no modifiqué su estructura mecánica, el estudio de los robots cartesianos me permitió entender en que principios se basaban, e incluso poder asesorar al personal de mantenimiento en el momento de realizar los procesos que se realizaron en este proyecto.

- Ingeniería de manufactura

En esta materia recibí los conocimientos generales de los procesos de manufactura, que amplíe en mi trabajo profesional. Pero estos conocimientos introductorios fueron base para entender mejor los procesos realizados por la empresa.

- Diseño y Manufactura Asistido por computadora

Esta materia aprendí, como se pueden mejorar los procesos de manufactura a través de algún software que permita tener una visión general del proceso de manufactura que le continuará, a través de las simulaciones y parámetros de diseño. Si bien, no realicé diseño de manera práctica, logré asesorar a los colaboradores a mi cargo y saber que podríamos lograr.

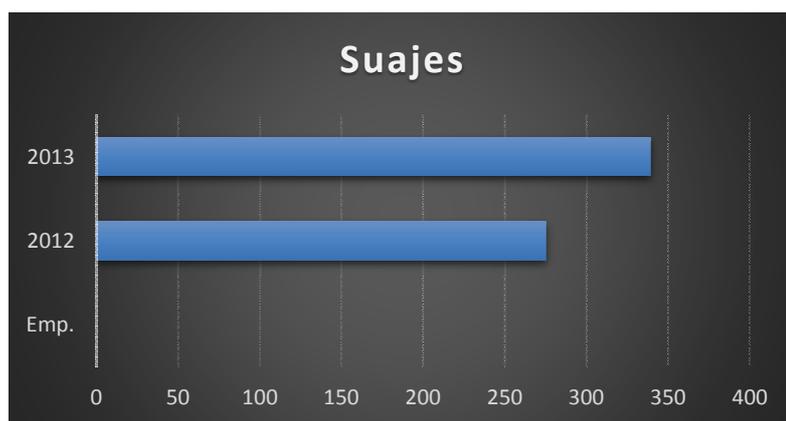
A continuación se presentan los resultados que alcancé, durante el tiempo en que realice mis funciones dentro de la empresa:

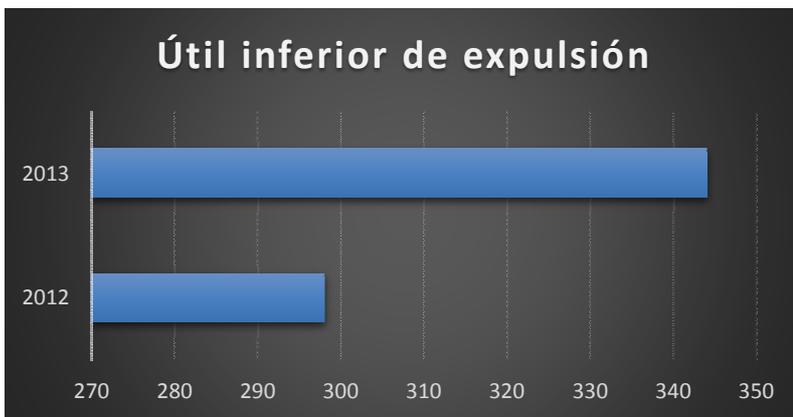
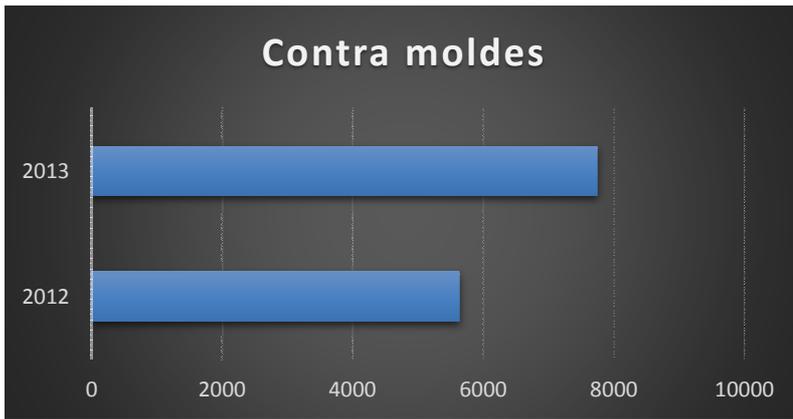
Resultados obtenidos

- Aumento de productividad
- Mejora en la calidad de los contra hendidos
- Desarrollo de conocimientos para la empresa
- Ahorro en material
- Mejor control de la documentación
- Mejor organización del personal del área
- Disminución de tiempos muertos para el área de suajes
- Disminución de reportes por parte de Aseguramiento de Calidad
- Mejor establecimiento de funciones de los integrantes
- Mejor control del almacén de suajes y herramientas
- Mejor abastecimiento de las necesidades de herramientas y suajes
- Mejor control de ubicaciones de arreglos de presión y acetatos

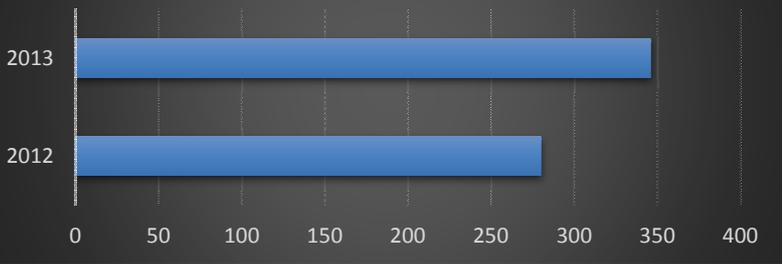
En las siguientes gráficas se muestra una comparativa de productividad del año pasado(2012) contra este año(2013), en el mismo período de tiempo. Del 01/Enero/2012 al 19/Septiembre/2012, y del 01/Enero/2013 al 19/Septiembre/2013. Se tomó el mismo período porque la carga de trabajo varía de acuerdo en la época del año.

Año	Suajes	Pertinax	T.H.	D.M.	B.M.	B.H.	REALCES	BASES DE R.	ESPECIALES
2012	275	5636	298	179	210	280	1498	43	69
2013	339	7750	344	207	214	346	1986	72	85

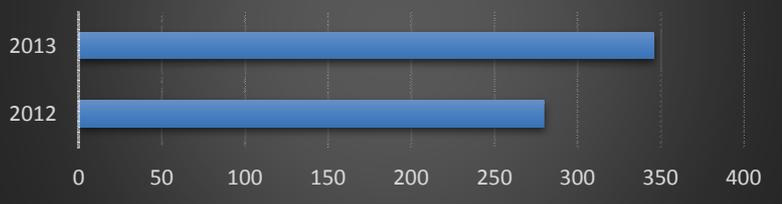




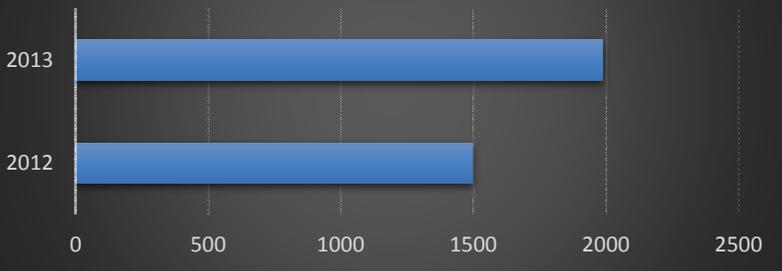
Separador de poses superior



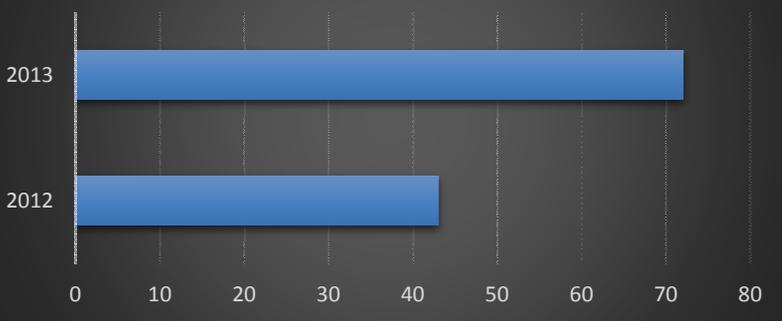
Separador de poses inferior



Placas de Realce



Bases de realce



Se puede observar en las gráficas anteriores que se mejoró la productividad de las áreas, con lo cual, se concluye que las determinaciones tomadas fueron las correctas, y que los proyectos realizados fueron de ayuda para el mejoramiento del área.

Se disminuyeron los tiempos muertos para las áreas a mi cargo (Router y Pre-arreglo), y debido a que estas áreas abastecen al área de Suaje, se mejoró de manera fehaciente la productividad de suaje. También disminuyó de manera considerable los reportes de aseguramiento de calidad, que se producen por la mala organización de las áreas lo cual había presentado problemas desde tiempo antes, pero con buena comunicación interna se logró resolver.

Cabe mencionar que la buena aceptación de los integrantes de las áreas fue fundamental, para poder tener buenos resultados, esto se debe a que hubo confianza de ambas partes. Y se logró obtener mejoras que no se habían realizado antes tanto de manera personal como técnicas.

EXPERIENCIA OBTENIDA DURANTE EL DESEMPEÑO DE MIS FUNCIONES

La experiencia que me deja el haber laborado como supervisor de diseño y fabricación de suajes, se puede dividir en las siguientes partes:

Diseño y fabricación de suaje y herramental

Principalmente para el proceso de fabricación de cajas plegadizas, que fue el medio específico donde me desarrolle. Este conocimiento me hace reflexionar sobre la capacidad que tengo para desempeñar cualquier función, pues en mi condición inicial dentro de la empresa, no tenía la seguridad de tener los conocimientos para poder desempeñar mis funciones, sin embargo conforme fue pasando el tiempo las bases que se me dieron en mi formación en la facultad, me permitió adaptarme rápidamente a los procesos y cuestiones de uso de herramientas y software utilizados en la empresa y con los cuales no había tenido práctica alguna.

Responsabilidades, liderazgo y toma de decisión

Siendo este mi primer empleo, no tenía la experiencia de dirigir grupos de personas que estuvieran directamente bajo mi supervisión y responsabilidad. Esto incluye la forma de dirigirme a ellos, la responsabilidad de mis decisiones y como están involucradas en el desempeño del área, las cuestiones de organización que realicé con el personal a mi cargo, y la modificación a los procesos que sin duda, estarían siendo parte de la productividad de la empresa.

La empresa exige una calidad y rendimiento que no permite errores, que puedan afectar a sus clientes, y por ende a sus ventas. Esta presión que existe en las áreas de producción me enseñó que las cosas se tienen que hacer rápido, y bien. Esto

con base en conocimiento, experiencia, y cooperación de los integrantes de las diversas áreas.

Al trabajar con grupos humanos fue de una gran importancia la motivación que les transmití a ellos, esto me quedo claro desde el inicio de mis responsabilidades. El hacerle saber que su trabajo era importante, que los tenía en consideración a cada uno, en darle oportunidad de expresar sus comentarios, inquietudes y sugerencias me permitió formar un grupo de trabajo, unido y solidario. En donde más de una vez me demostraron su apoyo cuando lo necesite.

De igual forma el trabajar con equipos industriales y máquinas, me hizo aprender la capacidad de la tecnología que no había tenido contacto hasta entonces. La importancia de sus correctos usos, el cumplimiento de los mantenimientos preventivos, la limpieza de las áreas y la importancia de revisión de sus dispositivos de seguridad en las diferentes máquinas, me enseñó y dejó una experiencia muy grande, que sin duda implementaré en las próximas funciones que desarrollaré en mi vida profesional.

Desarrollo profesional

El haber laborado me enseñó cuestiones que van más allá de la ingeniería, el querer desarrollar y dar lo mejor de mí como ser humano, profesionista, y trabajador, de hacer todas mis funciones con ética que se necesita tener como egresado de la Facultad de Ingeniería, de la UNAM, son de las cosas que me dejó este inicio de mi vida laboral. El vivir fuera del ambiente escolar en donde siempre me había desarrollado y ver el mundo desde fuera de ese ambiente, me hizo comprender que hay mucho más, y que se necesita esforzarse mucho, y que ese esfuerzo se pueda tener reflejado en cuestiones económicas, de conocimiento, reconocimiento, y de confianza en uno mismo que permita sentirse satisfecho con lo realizado.

Y ahora sólo me queda por mencionar que espero poder dar siempre lo mejor de mí, y que ese esfuerzo pueda dar una imagen positiva de la formación que he tenido, desde mi inicio escolar hasta la facultad Ingeniería. Y tengo la confianza de que podré lograr mis objetivos y plan de vida.

BIBLIOGRAFÍA:

Altmg, Leo. PROCESOS DE INGENIERIA DE MANUFACTURA, Ed. Alfaomega, México, 1990.

LASER SAFETY INFORMATION BULETIN, LASER INSTITUTE OF AMERICA, LASER APPLICATION AND SAFETY. Consultado el día 25 de Septiembre del 2013

REFERENCIAS:

<http://www.oisa.net/>, consulta el día 25 de Septiembre del 2013

<http://www.gerberinnovations.com/>, consultada el día 26 de Septiembre del 2013

<http://www.bobst.com/mxes/>, consultada el día 26 de Septiembre del 2013.