

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ DEL AVIÓN KFIR A ESCALA PARA
UTILIZAR EN LA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO Y CAUCHO DEL
ITSA**

POR:

CHALCO CABRERA MILTON WLADIMIR

Proyecto de Grado como requisito parcial para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2005

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CHALCO CABRERA MILTON WLADIMIR**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MÉCANICA AERONÁUTICA**.

Ing. Guillermo Trujillo Jaramillo
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, octubre del 2005

DEDICATORIA

A mi madre la cual tuvo que afrontar muchos retos por darme todo lo que necesitaba tanto así fue el cariño, comprensión, durante todo este tiempo donde compartiendo mis triunfos y fracasos, por estar siempre a mi lado en una lucha constante para darme lo mejor con gran sacrificio sin recibir nada a cambio.

A mi tía y mi hermana que siempre me apoyan en los momentos más difíciles, brindándome, confianza, seguridad en mi mismo para así poder salir adelante.

Alno. Chalco Cabrera Milton Wladimir

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mi madre por haberme dado la vida y todo el apoyo necesario para poder cumplir con mi objetivo, a mi hermana, persona que supo brindarme confianza para así poder seguir adelante, a la FUERZA AÉREA ECUATORIANA por haberme abierto sus puertas y darme la oportunidad de pertenecer a tan noble institución, deseo expresar mi sincero agradecimiento a mi familia por haber depositado entera confianza en mi persona.

Alno. Chalco Cabrera Milton Wladimir

ÍNDICE

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Alcance.....	4

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Matriz	5
1.1.1 Generalidades.....	5
1.1.2 Tipos de matrices.....	5
1.1.2.1 Matrices para cortar.....	5
1.1.2.2 Matrices progresivas.....	7
1.1.2.3 Matrices con punzones rígidos.....	8
1.1.2.4 Matrices con punzones rígidos.....	9
1.1.2.5 Matrices para punzonar.....	9
1.1.2.6 Electroerosión.....	10
1.1.2.7 Matrices para estampado.....	11
1.1.2.7.1 Curvado.....	12
1.1.2.7.2 El arrollamiento de piezas.-.....	12
1.1.2.7.3. Recalcado.....	13

1.1.2.7.4 Roblonado.....	13
1.1.3 Construcción de matrices.....	14
1.1.3.2 Construcción de las matrices.....	14
1.1.3.3. Preparación corriente de matrices y punzones.....	15
1.1.3.4. Tratamiento térmico de matrices.....	15
1.1.3.5. Montaje y fijación de las matrices.....	17
1.2 Materiales.....	19
1.2.1 Plásticos.....	19
1.2.1.1 Tipos de plásticos.....	19
1.2.1.2 Polimerización.....	19
1.2.1.3 Por el proceso de polimerización.....	20
1.2.1.4 Posibilidades de procesado	20
1.2.2 El caucho.....	20
1.2.2.1 Caucho natural.....	20
1.2.2.2 Recolección del látex.....	21
1.2.2.3 Propiedades físicas y químicas.....	21
1.2.2.4 Procesos de fabricación modernos.....	21
1.2.2.5 Aplicaciones.....	22
1.2.2.6 Caucho sintético.....	23
1.2.2.6.1. Tipos de caucho sintético	23
1.2.2.6.2 Neopreno.....	23
1.2.2.6.3 Buna o caucho artificial	23
1.2.2.6.4 Caucho de butilo	24
1.2.2.6.5 Otros cauchos especiales.....	24
1.3 Moldes.....	25
1.3.1 Generalidades y definición.....	25
1.3.2 Modelos.....	25
1.3.3 Dimensiones de los modelos.....	27
1.3.4 Construcción de modelos.....	30
1.3.5 Preparación de moldes.....	33
1.3.5.1 Vaciado de los objetos en moldes.....	33
1.3.6 Tipos de moldeo.....	34
1.3.6.1 Moldeo soplado por extrusión continua.....	34
13.6.2 Moldeo soplado intermitente.....	34

1.3.6.3 Moldeo soplado por coextrusión.....	35
1.3.6.4 Moldeo por inyección.....	35
1.3.6.5 Moldeo soplado por estiramiento inyectado.....	37
1.3.6.6 Moldeo soplado en 3D.....	37
1.3.6.7 Arenas de moldeo.....	38
1.3.6.7.1 Arenas	39
1.3.7 Cajas de moldeo.....	40
1.3.8 Máquina manual de inyección construida por el Cbos. Mauricio Cuichán.....	42
1.3.8.1 El sistema térmico.....	42
1.3.8.2 El sistema de inyección.....	43
1.3.8.3 El sistema de cierre.....	44
1.3.8.4 El bastidor.....	45

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVA

2.1 Definición de alternativa.....	46
2.2 Análisis de factibilidad de proyecto.....	46
2.2.1 Primera alternativa.....	46
2.2.2 Segunda alternativa.....	47
2.3 Parámetros de evaluación.....	47
2.4 Complejidad de construcción.....	48
2.5 Matriz de selección.....	52
2.6 Selección de la mejor alternativa.....	53

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ

3.1 Materiales.....	54
---------------------	----

3.1.1 Planos del avión kfir a escala.....	54
3.1.2 Modelo inicial.....	55
3.2 La matriz.....	55
3.2.1 El molde.....	56
3.2.2 La estructura.....	56
3.3 La matriz de inyección.....	57
3.3.1 Especificaciones técnicas.....	57
3.4 La matriz de inyección.....	57
3.5 Avión kfir a escala	58
3.6 Pruebas de funcionamiento.....	58
3.7 Calculo del número de llaveros por una tolva llena.....	60
3.8 Calculo de tiempo que se demora en fabricar cada avión.....	60
3.9 Material que se utiliza para obtener el producto final	61
3.9.1 Pintado del avión.....	61
3.9.2 Base de madera	61
3.9.3 Rodamiento.....	62
3.9.4 Tubo de soporte.....	62
3.9.5 Stikers del avión.....	62
3.9.6 Escudo del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.....	63
3.9.7Producto final.....	63

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1 Descripción general.....	66
4.2 Tabla de contenidos de los manuales.....	67
4.3 Manual de operaciones.....	68
4.4 Manual de mantenimiento.....	71
4.5 Manual de seguridad.....	73
4.6 Registros.....	73

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Presupuesto.....	74
5.2 Estudio Económico.....	74
5.3 Análisis Económico.....	75

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	77
6.2 Recomendaciones.....	78

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Evaluación cualitativa y cuantitativa.....	47
Cuadro 2.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de complejidad de construcción.....	48
Cuadro 2.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de operación.....	48
Cuadro 2.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de mantenimiento.....	49
Cuadro 2.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costos.....	50
Cuadro 2.6 Evaluación cualitativa y cuantitativa de la fuerza ejercida por el operario.....	50
Cuadro 2.7 Evaluación cualitativa y cuantitativa de peso.....	51
Cuadro 2.8 Evaluación cualitativa y cuantitativa de seguridad de operador.....	51
Cuadro 2.1 Matriz de selección.....	52
Cuadro 5.1 Costo de los materiales.....	75
Cuadro 5.2 Costos de la máquina y herramienta.....	75
Cuadro 5.3 Costo de la mano de obra.....	76
Cuadro 5.4 Costo total de la matriz de moldeo por inyección.....	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Base de la matriz de inyección.....	57
Tabla 3.2 Estructura o chapa de la matriz de inyección	57
Tabla 3.3 Diagrama de procesos de la matriz de inyección.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Matrices para cortar.....	6
Figura 1.2 Matrices para punzonar.....	9
Figura 1.3 Equipo básico de electroeroción por penetración.....	10
Figura 1.4 Curvado.....	12
Figura 1.5 El arrollamiento de piezas.....	13
Figura 1.6 Recalcado.....	13
Figura 1.7 Roblonado.....	14
Figura 1.8 Construcción de matrices.....	14
Figura 1.9 Preparación corriente de matrices.....	15
Figura 1.13 Montaje de la matriz.....	18
Figura 1.14 Proceso de los plásticos.....	19
Figura 1.15 Construcción de modelos.....	31
Figura 1.16 Casquillo.....	32
Figura 1.17 Soporte vertical de cojinete.....	33
Figura 1.18 Moldeo soplado por coextrusión.....	35
Figura 1.19 Moldeo por inyección.....	36
Figura 1.20 Moldeo soplado en 3D.....	38
Figura 1.21 Molde de arena.....	39
Figura 1.22 Caja de moldeo.....	41
Figura 1.23 De dos cajas y dos chapas.....	41
Figura 1.24 Sistema Térmico.....	42
Figura 1.25 Sistema de inyección.....	43
Figura 1.26 Sistema de cierre	44
Figura 1.27 El bastidor.....	45
Figura 3.1 Modelo del avión kfir a escala.....	55
Figura 3.2 El molde.....	56
Figura 3.3 Estructura de la matriz.....	56
Figura 3.4 Matriz de inyección.....	58
Figura 3.5 Pruebas de funcionamiento.....	59
Figura 3.6 pintado del avión.....	61

Figura 3.7 Base de madera.....	61
Figura 3.8 Rulemán.....	62
Figura 3.8 Tubo de soporte.....	62
Figura 3.9 Stikers del avión.....	62
Figura 3.9 Escudo del ITSA.....	63
Figura 3.10 Producto final.....	63

RESUMEN

El presente proyecto, surge de la necesidad, debido a sus presentaciones en las diferentes ferias educativas en la cual van dirigidas a todos los bachilleres de la República del Ecuador, donde el material que se tiene para promocionar al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico son comprados a personas externas al Instituto. Como objetivo principal en este proyecto fue la construcción de una matriz para la fabricación de aviones kfir a escala para utilizar en la máquina inyectora de caucho realizada por el Sr. Mauricio Cuichan.

Debido al estudio de investigación, existen varios tipos de matrices así mismo podemos demostrar la diferencia entre moldes y Matrices, también se estudio los tipos de caucho y plástico que se puede utilizar en la fundición para fabricar los aviones.

Se plantean varias alternativas, en la cual fue analizada sus ventajas y desventajas, de modo que se seleccionó la alternativa para su construcción, al término de este análisis se obtuvo la mejor alternativa la cual cumplía con todas las exigencias y medidas de seguridad al momento de operar.

Concluida con la construcción de la matriz se procedió a realizar sus respectivas pruebas de funcionamiento, la elaboración de manuales de mantenimiento, operación y hojas de registro.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La constante participación del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO en las diferentes ferias educativas, dirigidas a los bachilleres de la República del Ecuador, ha motivado la necesidad de promocionar a nuestro Instituto en las diferentes giras educativas , visitas técnicas , condecoraciones, reconocimientos, etc., razón por lo cual los directivos se han visto obligados a requerir de servicios de proveedores externos en lo concerniente a artículos de promoción (llaveros, stickers, esferos), siendo consecuencia de egresos económicos altos o no programados. Por los antecedentes antes mencionados propongo la construcción de la matriz del avión kfir, la cual facilite la elaboración de aviones kfir a escala de caucho, hecha en la máquina inyectora de caucho que permita la publicidad en beneficio del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO y permita generar , recursos de autogestión.

JUSTIFICACION

La construcción de esta matriz permitirá una reducción de gastos en artículos publicitarios por lo tanto se mejorará la imagen en cada uno de los eventos en que participe el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, como centro educativo consiguientemente permitirá una mejor acogida de los alumnos interesados en ingresar a este por lo que se podría decir que productos que se exhibe se venden.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

“CONSTRUIR UNA MATRIZ DEL AVIÓN KFIR A ESCALA “

OBJETIVOS ESPECÍFICO:

- Analizar en forma teórica – práctica el funcionamiento de una matriz para inyección de plástico o polímeros.
- Analizar los diferentes procesos de fabricación existentes.
- Conocer el material que se va a utilizar en la fabricación de la matriz.
- Plantear alternativas de construcción.
- Construir la alternativa seleccionada.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la matriz.
- Dejar 10 aviones como stock para el ITSA.

ALCANCE

Este proyecto va encaminado al ahorro económico que se puede generar al Instituto en artículos de promoción, generando un medio de autogestión y promoción para el ITSA.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 MATRÍZ

1.1.1 GENERALIDADES

Las matrices son los dispositivos adecuados para el trabajo de corte de metales, estampado o forja y embutido de los mismos.

Tanto para la estampación como para el troquelado y la embutición se debe tener conocimiento y sobre todo técnica. De forma muy genérica podríamos decir que la diferencia entre el molde y la matriz es como sigue. Se llama matriz a los útiles destinados a las operaciones de corte, embutición, como taladrar, acuñar en el caso de las monedas y medallas, etc. Es decir, todas aquellas operaciones que se realizan en las prensas.

Se llama moldes a los útiles que partiendo de una chapa plana la transforman en un objeto o pieza de forma hueca. Se utilizan, por ejemplo, para la fabricación de botes, filtros de aceite para automoción, etc.

1.1.2 Tipos de matrices

La descripción precedente se refiere al tipo de matrices pero la variedad de requisitos requeridos exigidos hace que exista una gama diversificada de moldes y matrices adaptada a cada uno de ellos.

1.1.2.1 Matrices para cortar

En el caso de tener que cortar perfiles que tienen como puntos de referencia agujeros practicados anteriormente, se emplean punzones que tienen un perno de guía. Con el objeto de que este perno se pueda embocar fácilmente en el agujero, la cabeza del mismo se hace con forma de bala, con un radio igual a su diámetro. En cualquier caso el perno deberá rectificarse y su cuello entrará a presión en el agujero apropiado. También puede centrarse sobre la tira mediante dos tornillos que coinciden con dos agujeros previamente practicados en ella. Es necesario que las dos cabezas estén perfectamente centradas con

los agujeros de la tira, puesto que si no se verifica esta condición, se producirá un desplazamiento de la tira después de haber efectuado algunos cortes. Si los agujeros de referencia efectuados en la chapa son muy pequeños y como consecuencia requieren unas guías muy pequeñas, convendrá hacer que éstas puedan esconderse mediante muelles. En efecto, si las puntas no consiguieran introducirse en los agujeros de la chapa, retrocederían y no se deformarían, limitando el daño solamente a la pieza de chapa que haya sido cortada sin referencias.

Estos dispositivos van montados en prensas adecuadas que dan movimiento a una de las partes de la matriz. Está formada por la matriz' propiamente dicha o base de la misma, el punzón, macho o placa de cubrimiento y chapa anexa en matrices cortantes hechas de aleación de cinc. Conjuntamente con esta chapa porta punzones, se perforan una después de otras tres planchas rectangulares más que son: la placa de guía, la placa matriz, que deberá templarse después, y la placa de base. En la industria del cartón, para la fabricación de cajas plegadas se utilizan troqueles que usan cuchillas de fleje de acero flexibles, con el temple propio del acero para resortes y el borde afilado cortante. Estos troqueles consisten en tableros de madera contra placada aserrados que tienen piezas de goma interpuesta que sirven para llenar los huecos entre madera que sirve para expulsar los cortes para la fabricación de series cortas a veces se utilizan placas matriz de una aleación de cinc llamada Zamak Z 430 5, que corresponde aproximadamente a la aleación americana Kirksite B. Su punto de fusión es de 390 °C, estando considerablemente por debajo de las temperaturas que influyen sobre la resistencia y la estructura del bastidor y de los punzones de acero.

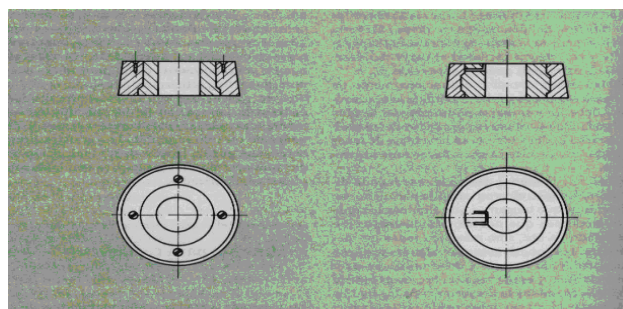


Figura 1.1 Matrices para cortar

1.1.2.2 Matrices progresivas

En la producción de grandes series muchas veces es conveniente construir estampas especiales que sean aptas para trabajos progresivos. Se entiende por «trabajo progresivo» del estampado la serie de operaciones sucesivas que transforman gradualmente, con una misma estampa, una chapa plana, una tira o una cinta a fin de obtener piezas con otra forma. Un trabajo Progresivo comprende un mínimo de dos fases:

- Corte y doblado
- Embutido y corte

El objeto principal es obtener, en un solo tiempo y con una sola estampa, una serie de operaciones sucesivas que de otro modo habrían de efectuarse con varias estampas simples o independientes. Debido a la gran variedad de piezas no es posible definir las fases para la determinación de cada uno de los grados inherentes a las fases siguientes. Es esencial introducir en la estampa, en la primera fase, tanto material como requiera la forma acabada. Debe procurarse que la transformación de un grado a otro sea lo más pequeña posible para que las partes de la herramienta operadora resulten sencillas. El proyecto de estas estampas difícilmente puede ser definido de primera intención. Antes de empezar la construcción de una de las matrices ya indicadas es necesario efectuar algunas pruebas prácticas con estampas simples e independientes.

De este modo se puede determinar el número de pasadas para obtener la pieza requerida.

Sólo entonces es conveniente decidirse a proyectar la matriz múltiple para el trabajo progresivo. No es tarea fácil poner a punto una de estas matrices sin embargo, haciendo trabajar regularmente los punzones se obtendrá un funcionamiento uniforme y seguro a tal fin es necesario que los punzones, además de estar perfectamente paralelos entre sí, actúen sincronizados, o sea que den al mismo tiempo el golpe sobre toda la superficie de la pieza a trabajar.

Las matrices de paso, que realizan el estampado progresivo, pueden tener una disposición de punzones lineal o circular matrices de metal duro debemos

recordar que el metal duro es una aleación constituida principalmente por un 80- 85 % de carburo de wolframio. Naturalmente, el metal duro para matrices no debe confundirse con el metal duro para herramientas de corte.

Las características relativas al tipo de metal duro que interesa para matrices son:

- Dureza
- Resistencia a la flexión
- Peso específico

Debe tenerse presente que el mejor acero al cromo para punzones y matrices alcanza una dureza de 66 HRc a todo temple, quedándose después el revenido sobre los 60 HRc. La mayor dureza Rockwell de las aleaciones duras permite por consiguiente una mayor resistencia al desgaste según la relación 15: 1 respecto a la del acero al cromo. Estos datos conducen a la conclusión de que para las grandes producciones de elementos cortados es indudablemente conveniente la elección de las matrices por punzones y matrices en metal duro.

1.1.2.3 Matrices con punzones rígidos

Los punzones están fijados rígidamente en la parte superior y las matrices en la inferior. Las dos partes están alineadas mediante columnas guiadas en los agujeros de los respectivos casquillos. El pisador sólo tiene la única exclusiva función de fijar primeramente la cinta y extraerla después de que los punzones hayan penetrado en ella. Este sistema es el que se adopta en la mayoría de las estampas. Matrices con punzones guiados.

En este caso los punzones están unidos con la parte superior teniendo un pequeño juego y las matrices van fijadas rígidamente en la parte inferior. Las dos partes están alineadas por un elemento intermedio que tiene la triple función de guía-punzones, pisador y extractor. Este último sistema de construcción es adoptado cuando un determinado número de punzones presenta secciones transversales especialmente críticas.

1.1.2.5 Matrices para punzonar

Para disminuir la resistencia al frotamiento, el punzón y la matriz se construyen ligeramente cónicos, como se indica en la misma figura 1.2. Esta conicidad acostumbra a ser de 1 a 4 grados para el punzón y de 2 a 4 grados para la matriz. Los bordes cortantes del punzón y la matriz están sobre un plano perpendicular a la dirección del movimiento del punzón, pero cuando se desea disminuir el esfuerzo máximo que debe dar la máquina, el punzón adopta la forma de la figura en este caso el material no es arrancado de una vez, por lo que se puede utilizar una máquina menos potente, la cual, con los útiles anteriores, correría el peligro de romperse.

Para el hierro, por ejemplo, se puede trabajar al rojo, ya que a 500°C su resistencia es la mitad que en frío y a 600°C se ha reducido en un 75 por ciento. La resistencia del corte de cuero se puede rebajar en un 15 por 100 después de haberlo tenido dentro de vapor de agua. Para cortar goma dura y resma artificial se calientan hasta unos 100 grados.

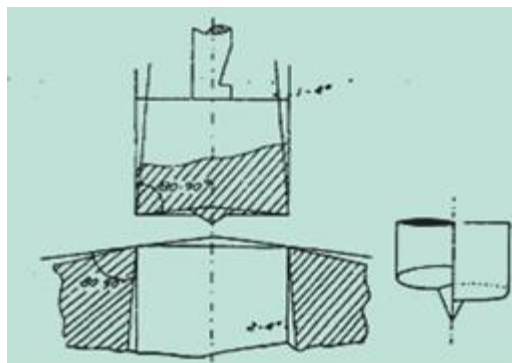


Figura 1.2 Matrices para punzonar

1.1.2.6 Matrices por electroerosión

Se podría definir la electroerosión como un proceso de mecanizado que utiliza la energía suministrada a través de descargas eléctricas entre dos electrodos para eliminar material de la pieza de trabajo, siendo ésta uno de los electrodos. Al electrodo que hace las funciones de herramienta se le suele denominar simplemente electrodo mientras que al electrodo sobre el cual se desea llevar a cabo el arranque se le conoce como pieza de trabajo.

El origen del mecanizado por electroerosión se remonta a los años cuarenta y está relacionado con la mecanización de matrices y, por tanto, con una de las variantes del método que es la electroerosión por penetración. Su desarrollo como técnica competitiva de fabricación ha estado ligado al desarrollo de alguno de sus componentes. Entre ellos cabe citar la aparición de los generadores transistorizados que permiten controlar los pulsos de corriente. También es importante el desarrollo tanto del control numérico como del control numérico computarizado, por la posibilidad de controlar en todo momento la distancia entre electrodo y pieza de trabajo, automatizar tareas y la posibilidad de hacer que el electrodo describa determinadas trayectorias que permiten la mecanización de geometrías complejas, entre otras.

La posibilidad de mecanizar piezas utilizando como herramienta un hilo conductor en movimiento continuo cae dentro de la denominada electroerosión por hilo. Si el movimiento del hilo está controlado por un sistema de control numérico con cinco grados de libertad, las posibilidades de mecanización de geometrías complejas aumentan.

Por último, una variante del método general de electroerosión permite su utilización en procesos de rectificado. En la Figura 1.3 se representa en esquema, un equipo básico de electroerosión por penetración. La pieza de trabajo, que como se ha indicado a de ser conductora de la corriente eléctrica, se conecta a un polo de un generador de corriente. El electrodo, realizado con material también conductor, se conecta al otro polo del generador.

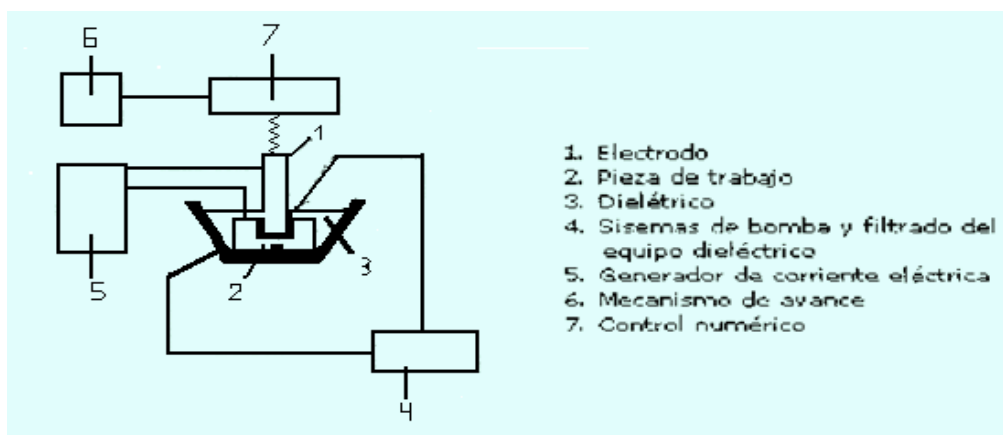


Figura 1.3 Equipo básico de electroerosión por penetración

Las dos partes, que están separadas por una pequeña distancia, están inmersas en un fluido dieléctrico con el fin de controlar la resistencia a la descarga eléctrica en esa zona intermedia. Al aplicar un incremento del voltaje en los electrodos se consigue un aumento del desorden interno en el fluido comprendido entre los electrodos hasta que termina siendo ionizado de forma que esta zona intermedia, que en condiciones normales no era conductora, pasa a serlo, permitiendo el flujo de corriente de un electrodo a otro en forma de descarga de chispas.

El canal a través del cual se transmite la descarga tiene una sección tan pequeña que se consigue una alta densidad de corriente, del orden de 10^4 a 10^6 amperios / cm^2 . Como consecuencia, la temperatura en el canal oscila entre 5.000 y 10.000 ° C, dando como resultado una fusión y vaporización de pequeñas cantidades de material, de ambas superficies, electrodo y pieza de trabajo, en los puntos en los que se produce la descarga. La liberación de gas producida en la vaporización origina una burbuja de gas dieléctrico en torno al canal de descarga. Cuando termina el pulso eléctrico se paran inmediatamente tanto las chispas como el calentamiento. Como consecuencia, el canal de descarga y la bolsa de gas desaparecen, se diluyen. La irrupción del fluido dieléctrico frío en el lugar que antes ocupaba la burbuja consigue solidificar bruscamente el material fundido tanto de la herramienta como de la pieza de trabajo y es expulsado violentamente. Se produce un pequeño cráter' en la superficie de los dos y una pequeña bolita de material solidificado que es extraída de la zona por el fluido dieléctrico.

1.1.2.7 Matrices para estampado

Se puede definir el estampado diciendo que es la operación de dar forma a los metales sin arrancar virutas y utilizando punzones y matrices.

Con el empleo de matrices puede procederse a una serie de operaciones que estudiaremos a continuación. Estas operaciones serán el curvado, el arrollado, el recalado, roblonado.

1.1.2.7.1 Curvado

Para curvar una pieza de cualquier material, basta cogerla con las manos o por medio de una herramienta adecuada, apoyándola por la zona que se desea curvar o bien sujetándola por uno de sus extremos, en un tornillo de banco por ejemplo, doblándola por la parte deseada colocándola sobre un apoyo especial adecuado.

Esta es la manera más sencilla de proceder a curvar una pieza, pero como es natural, el curvado de estas piezas se efectúa corrientemente por medio de montajes especiales con los cuales se procede a su cambio de forma en frío; y como quiera que, en general, se trata de curvar piezas de alambre o de plancha de pequeño grosor, estas operaciones, que requieren poca potencia, se efectúan a mano como fuerza motriz y por medio de matrices o estampas.

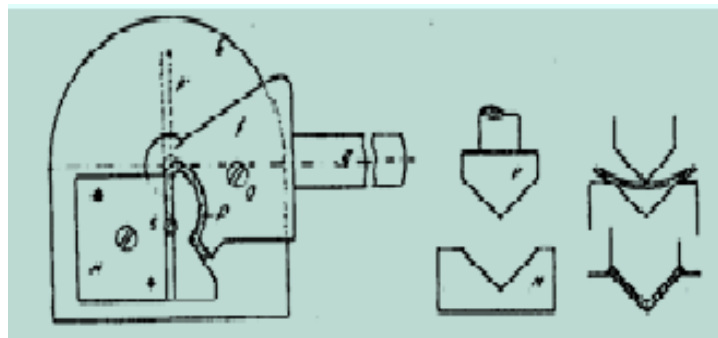


Figura 1.4 Curvado

1.1.2.7.2 El arrollamiento de piezas.

Esta operación tiene por objeto el formar bordones en los cantos de las piezas estampadas, bien sea para proceder a la consolidación de dichos cantos, por ejemplo, en recipientes tales como pucheros, vasijas, etc., o bien para quitar los cantos vivos a fin de que no ofrezcan peligro de rozaduras y constituyan una protección contra posibles heridas que se pueden producir por la parte cortante que presentan, especialmente en los aparatos de uso doméstico contruidos con planchas delgadas.

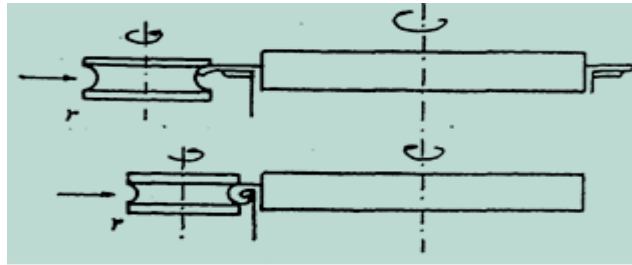


Figura 1.5 El arrollamiento de piezas

1.1.2.7.3. Recalcado

El recalcado en frío, como todo trabajo en frío de los metales, aumenta su dureza, que es tanto mayor cuanto más elevado sea el grado de recalcado, el que, como promedio, corresponde al de la escala de dureza Brineil. En general el endurecimiento es ventajoso, puesto que aumenta la resistencia de la pieza recalcada en comparación con la pieza en bruto de donde procede.

Como material para recalcado se emplean metales no féreos y el acero; de los primeros se utiliza de preferencia el latón para prensar, con 63 a 72 por 100 de cobre, y el cobre, con 0,25 por 100 de arsénico.

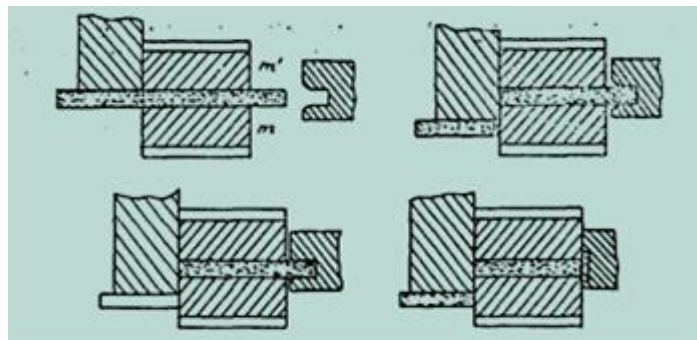


Figura 1.6 Recalcado

1.1.2.7.4 Roblonado.

El roblonado es un recalcado de una varilla de corta longitud que tiene por objeto el ensamble de varias piezas.

En la figura 1.7 se puede apreciar que el roblón R ha sido introducido en los agujeros practicados en las piezas P y P', orificios que coinciden en el mismo eje y por medio de la estampa E, cuya parte inferior tiene una semiesfera como forma de la cabeza que ha de adoptar el roblón una vez ha actuado dicha matriz, quedando como indican la figura.

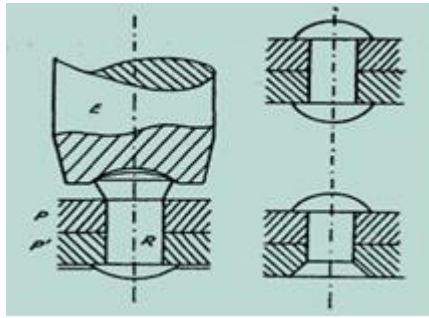


Figura 1.7 Roblonado

1.1.3 CONSTRUCCION DE MATRICES

1.1.3.2 Construcción de las matrices

Para la construcción de las matrices debe seguir la misma norma que para punzones, empleando piezas de acero más cementadas y templadas superficialmente, con el fin de economizar material.

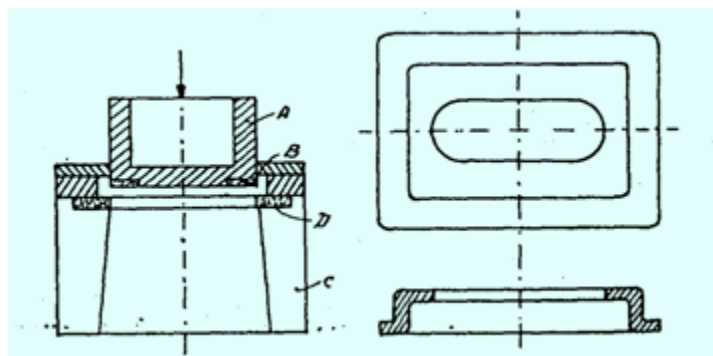


Figura 1.8 Construcción de matrices

Para cortes pequeños o sencillos, en vez de una matriz labrada y obtenida de una pieza maciza de acero de herramientas se emplea una simple plancha de acero de herramientas en la que le forma por medio de una prensa de embutir, economizando así un gran trabajo. Una matriz de esta clase es ligera y económica y por su poco peso es de fácil manejo y conservación.

Como dicho, esta matriz no puede aplicarse más que para cortes sencillos y para ejecutar un número, reducido de piezas.

1.1.3.3. Construcción corriente de matrices y punzones

Salvo en los casos que apuntado, el material para la construcción de matrices y punzones debe ser de inmejorable calidad y de gran dureza, en especial acero para herramientas con 1 por 100 de carbono.

Para construir la matriz debe desbastarse hasta conseguir una forma aproximada a la definitiva y entonces reconocerla a fin de eliminar las tensiones interiores que podría haber en el metal como resultado de las operaciones a que haya sido sometido éste durante su manufactura, por ejemplo, un exceso de laminado.

Una cuestión muy importante al preparar una matriz es la de disponerla de tal modo que el desperdicio de la plancha a trabajar sea el mínimo.

Comparando estas dos figuras se ve en seguida que la plancha a utilizar puede ser más estrecha por el simple hecho de ejecutar la matriz oblicuamente, y además, comparando las dimensiones a y b, se ve que a longitudes de plancha iguales se obtienen más piezas con la matriz en disposición oblicua.

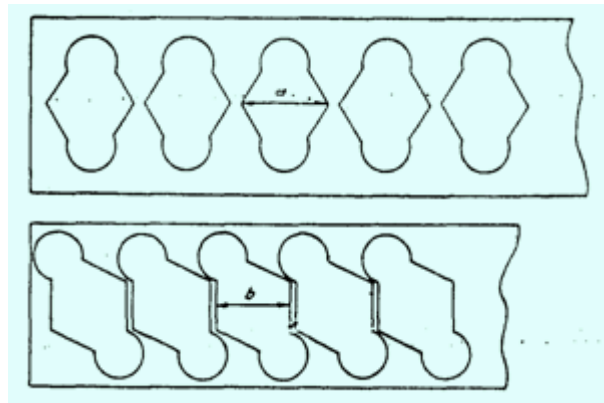


Figura 1.9 Construcción corriente de matrices y punzones

1.1.3.4. Tratamiento térmico de matrices.

Esta operación es de importancia capital, pero muy difícil de establecer un método para efectuarla. De todas formas, el secreto del éxito del temple es obtener un calentamiento uniforme.

Para conseguirlo, la matriz debe ser calentada lentamente, porque, de lo contrario, los bordes y las partes delgadas se calentarían más que el resto de la pieza y se romperían al enfriarse.

Al planear la cara superior de la matriz es aconsejable arrancar por lo menos 1,5 milímetros de material que podría estar, descarbonado. También es práctico rellenar de arcilla refractaria o de amianto todos los agujeros para tornillos, espigas, etc. Así se elimina el peligro de que se rompa el acero en los bordes de dichos agujeros. Se calienta lentamente en un horno y luego se sumerge en un baño de agua algo caliente, lo que elimina el peligro de romper la pieza sin quitarle por esto su dureza.

Todavía mejor que agua corriente es utilizar agua con sal en una proporción del 6 al 7 por 100 y acidulada con ácido sulfúrico en la proporción de 1,2 por 100 en volumen, lavándola luego con una disolución de carbonato de sosa.

La matriz debe entrarse verticalmente en el baño, moviéndola de un lado para otro a fin de que el agua atraviese los agujeros y también para que el enfriamiento sea más uniforme.

Sin embargo, una pieza con ángulos agudos y partes delgadas no deberá moverse porque estas partes se enfriarían antes que el resto de la pieza y ésta se quebraría en sus aristas.

Para evitar esto se introduce la matriz en un baño bastante caliente, se mueve muy lentamente y, en cuanto las partes que se desea queden duras estén frías, se quita del baño y se mete en. Un baño de aceite caliente hasta que toda la pieza tenga la misma temperatura del aceite.

En general las roturas de matrices son debidas a una de estas dos causas: calor no uniforme o baño demasiado frío. Como siempre, después de templar hay que proceder a la operación de revenido. Un método sencillo de revenido es el siguiente: Se calienta la matriz sobre una plancha de fundición que tenga de 10 a 12 milímetros de espesor. Esta plancha va al fuego y la matriz sobre ella con la cara superior hacia arriba. La matriz debe moverse de un lado para otro a fin de que el calentamiento sea uniforme.

El color de revenido depende del uso a que esté destinada la pieza en general es conveniente un amarillo oscuro.

Una vez verificado el revenido, se pule con la piedra de aceite para corregir las deformaciones que hubieran podido presentarse.

Para templar el punzón hay que calentarlo con mucho cuidado y muy lentamente con objeto de que no se calienten los bordes en demasía, puesto que éstos son los que están luego sometidos a grandes esfuerzos.

Un método muy sencillo es el siguiente: Se introduce el punzón unos 2 centímetros en un baño de plomo fundido hasta que toma un color rojo medio, lo cual ocurre entre 700 y 800°, y luego se enfría.

Siguiendo este método el punzón tiene poca tendencia a deformarse, ya que la mayor parte de la pieza está fría y lo impide. De esta manera el punzón es menos duro que la matriz, y, en caso de accidente, lo probable será que la matriz corte al punzón sin estropearse.

1.1.3.5. Montaje y fijación de las matrices.

En general la matriz se monta y fija directamente en la mesa de la prensa. Esta mesa ya presenta disposiciones de fijación de formas muy diversas, como son agujeros en los que se pueden pasar tornillos, ranuras de diferentes dimensiones distribuidas en forma conveniente, y además, hay diferentes aberturas para facilitar la salida del material cortado.

Es corriente montar la matriz en la mesa de la prensa por medio de grapas, como indica la figura, grapas que están sujetas por medio de pernos introducidos en las ranuras correspondientes de la mesa de la prensa.

Así mismo, y como ocurría con los punzones, las matrices pueden fijarse a la mesa de la prensa por medio de una placa, que se llama placa de asiento. Esta fijación puede ser efectuada mediante tornillos o de tornillos de presión, como indica la figura. Para ello la matriz lleva unos agujeros donde se encajan las

puntas de los tornillos de presión. El número y diámetro de estos tornillos deben calcularse de manera que no produzcan deformaciones en la matriz. Además, hay placas de asiento de aplicación general y de fácil construcción, como la indicada en la figura.

En la figura 1.13 se monta la matriz en la placa de asiento por medio de col de milano y tornillo de presión. Esta rigidez de fijación depende del número de tornillos de presión y de la longitud de la superficie de la guía.

En el montaje de la figura únicamente hay una superficie inclinada, para facilitar su construcción; en este caso, para conseguir la misma rigidez del caso anterior, debe aumentarse la presión de los tornillos.

Los casos que hemos expuesto indican que al montar la herramienta, o bien queda centrada automáticamente, o bien debe centrarse después. El sistema de fijación debe ser adoptado según las condiciones en que deba efectuarse el trabajo, por lo que es recomendable aplicar uno u otro método de fijación según el sistema de corte que haya de realizarse.

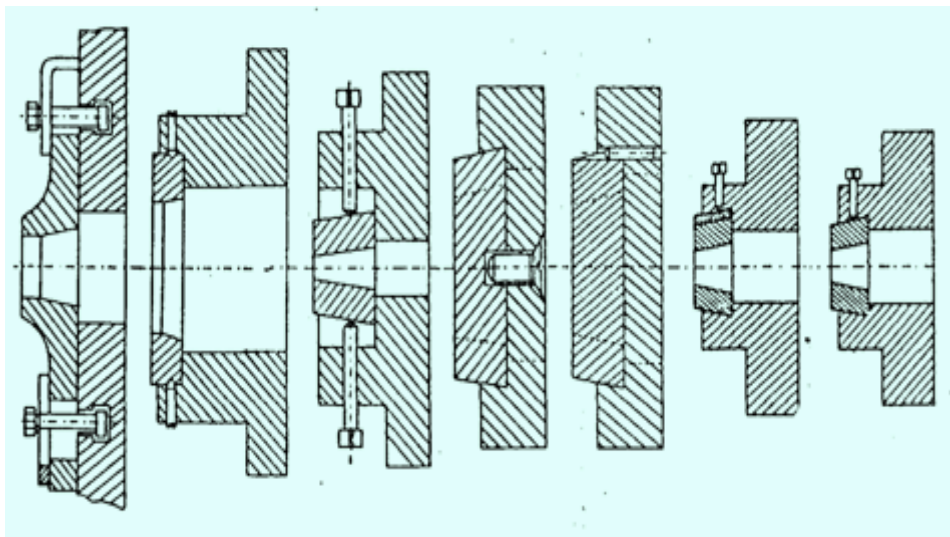


Figura 1.13 Montaje de la matriz

1.2 MATERIALES

1.2.1 PLÁSTICOS

Plásticos, materiales polímeros orgánicos (compuestos formados por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nylon.



Figura 1.14 Proceso de los plásticos

1.2.1.1 TIPOS DE PLÁSTICOS

Se puede establecer la siguiente clasificación de los plásticos: por el proceso de polimerización, por la forma en que pueden procesarse y por su naturaleza química.

1.2.1.2. Polimerización

Procesado de plásticos en esta fábrica, el plástico pasa por una serie de rodillos de calentado y se transforma en láminas finas. El plástico se moldea durante su producción, porque una vez endurecido no puede fundirse y modelarse de nuevo. Los plásticos se utilizan cada vez más, porque son relativamente duraderos, baratos y versátiles.

1.1.2.3. Por el proceso de polimerización

Los plásticos se pueden clasificar en polímeros de condensación y polímeros de adición. Las reacciones de condensación producen diferentes longitudes de polímeros, mientras que las reacciones de adición producen longitudes específicas. Por otro lado, las polimerizaciones por condensación generan pequeñas cantidades de subproductos, como agua, amoníaco y etilenglicol, mientras las reacciones de adición no producen ningún subproducto.

1.1.2.4. Posibilidades de procesado

El plástico se procesa de formas distintas, según sea termoplástico o termoestable. Los termoplásticos, formados por polímeros lineales o ramificados, pueden fundirse. Se ablandan cuando se calientan y se endurecen al enfriarse. Lo mismo ocurre con los plásticos termoestables que están poco entrecruzados. No obstante, la mayoría de los termoestables ganan en dureza cuando se calientan; el entrecruzado final que los vuelve rígidos se produce cuando se ha dado forma al plástico.

1.2.2 EL CAUCHO

Caucho o Hule, sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados.

1.2.2.1 CAUCHO NATURAL

En estado natural, el caucho aparece en forma de suspensión coloidal en el látex de plantas productoras de caucho. Una de estas plantas es el árbol de la especie *Hevea Brasiliensis*, de la familia de las Euforbiáceas, originario del Amazonas. Otra planta productora de caucho es el árbol del hule, *Castilloa elástica*, originario de México (de ahí el nombre de hule), muy utilizado desde la época prehispánica para la fabricación de pelotas, que se utilizaban en el juego de pelota, deporte religioso y simbólico que practicaban los antiguos mayas.

Indonesia, Malasia, Tailandia, China e India producen actualmente alrededor del 90% del caucho natural.

El caucho en bruto obtenido de otras plantas suele estar contaminado por una mezcla de resinas que deben extraerse para que el caucho sea apto para el consumo. Entre estos cauchos se encuentran el guayule, la gutapercha y la balata, que se extraen de ciertos árboles tropicales.

1.2.2.2 Recolección del látex

Recolección del látex La obtención del caucho natural comienza con la del látex, una sustancia blanca y lechosa producida por las células de diversas plantas. Mediante un corte inicial y retirando selectivamente la corteza, un árbol de caucho produce anualmente alrededor de 1,8 Kg. de caucho en crudo.

1.2.2.3 Propiedades físicas y químicas

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. El compuesto de caucho más simple es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es C_5H_8 . A la temperatura del aire líquido, alrededor de $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$, el caucho puro es un sólido duro y transparente. De 0 a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ es frágil y opaco, y por encima de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superiores se descompone.

El caucho puro es insoluble en agua, álcalis o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y sulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente.

1.2.2.4 Procesos de fabricación modernos

Láminas de látex de caucho en la fábrica los operarios manejan láminas de látex prensadas por una máquina satinadora. En el proceso de satinado, el látex natural tratado se hace pasar por unos rodillos. Éstos producen el suficiente

calor para dar al látex su textura y crear láminas lisas, o para producir una capa fina con la que laminar otras superficies. En la fabricación moderna de artículos de caucho natural se trata el caucho en máquinas con otras sustancias.

La mezcla se procesa mecánicamente sobre una base, colocándose luego en moldes para su posterior vulcanizado.

Los principales agentes para vulcanizar el caucho son el azufre, el selenio y el telurio también se emplean, pero generalmente con una elevada proporción de azufre. En la fase de calentamiento del proceso de vulcanización, se mezcla el azufre con el caucho a la vez que con el resto de los aditivos. La proporción azufre-caucho varía entre un 1:40 para el caucho blando hasta un 1:1 en el caucho duro. La vulcanización en frío, que se utiliza para fabricar artículos de caucho blando como guantes y artículos de lencería, se lleva a cabo por exposición al vapor de cloruro de azufre (S_2Cl_2). Los agentes aceleradores de la vulcanización que se empleaban en un principio eran solamente óxidos metálicos como el blanco de plomo y la cal.

Antes de mezclarlo con otras sustancias, el caucho es sometido a un proceso de trituración, llamado masticación, que lo vuelve suave, pegajoso y plástico. En este estado, el caucho está en mejores condiciones para mezclarse con otras sustancias como pigmentos, agentes vulcanizantes y otros aditivos secos.

1.2.2.5 Aplicaciones

Comparado con el caucho vulcanizado, el caucho no tratado tiene muy pocas aplicaciones. Se usa en cementos, cintas aislantes, cintas adhesivas y como aislante en mantas y zapatos.

El caucho vulcanizado tiene otras muchas aplicaciones. Por su resistencia a la abrasión, el caucho blando se utiliza en los dibujos de los neumáticos de los automóviles y en las cintas transportadoras; el caucho duro se emplea para fabricar carcasas de equipos de bombeo y tuberías utilizadas para perforaciones con lodos abrasivos.

Por su flexibilidad, se utiliza frecuentemente para fabricar mangueras, neumáticos y rodillos para una amplia variedad de máquinas, desde los rodillos para escurrir la ropa hasta los instalados en las rotativas e imprentas. Por su elasticidad se usa en varios tipos de amortiguadores y mecanismos de las carcasas de máquinas para reducir las vibraciones.

1.2.2.6 CAUCHO SINTÉTICO

Puede llamarse caucho sintético a toda sustancia elaborada artificialmente que se parezca al caucho natural. Se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados. Los compuestos básicos del caucho sintético, llamados monómeros, tienen una masa molecular relativamente baja y forman moléculas gigantes denominadas polímeros. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.

1.2.2.6.1. Tipos de caucho sintético

Se producen varios tipos de caucho sintético: neopreno, buna, caucho de butilo y otros cauchos especiales.

1.2.2.6.2. Neopreno

Uno de los primeros cauchos sintéticos logrados gracias a la investigación de Carothers fue el neopreno, el polímero del monómero cloropreno, de fórmula $\text{CH}_2\text{=C}(\text{Cl})\text{CH=CH}_2$. Las materias primas del cloropreno son el etino y el ácido clorhídrico. El neopreno fue desarrollado en 1931 y es resistente al calor y a productos químicos como aceites y petróleo. Se emplea en tuberías de conducción de petróleo y como aislante en cables y maquinaria.

1.2.2.6.3. Buna o caucho artificial

Químicos alemanes sintetizaron en 1935 el primero de una serie de cauchos sintéticos llamados buna o cauchos buna, obtenidos por copolimerización, que consiste en la polimerización de dos monómeros denominados comonómeros. La palabra buna se deriva de las letras iniciales de butadieno, uno de los

comonómeros, y natrium (sodio), empleado como catalizador. En la buna N, el otro comonómero es el propenonitrilo ($\text{CH}_2\text{CH}(\text{CN})$), que se produce a partir del ácido cianhídrico. La buna N es muy útil en aquellos casos en los que se requiere resistencia a la acción de aceites y a la abrasión. También se obtiene caucho industrialmente por copolimerización de butadieno y estireno (buna S).

1.2.2.6.4. Caucho de butilo

Este tipo de caucho sintético, producido por primera vez en 1949, se obtiene por copolimerización de isobutileno con butadieno o isopreno. Es un plástico y puede trabajarse como el caucho natural, pero es difícil de vulcanizar.

Aunque no es tan flexible como el caucho natural y otros sintéticos, es muy resistente a la oxidación y a la acción de productos corrosivos. Debido a su baja permeabilidad a los gases, se utiliza en las cámaras interiores de los neumáticos.

1.2.2.6.5. Otros cauchos especiales

Se han desarrollado numerosos tipos de cauchos con propiedades específicas para aplicaciones y usos especiales. Uno de estos cauchos especiales es el coroseal, un polímero de cloruro de vinilo. Estos polímeros son resistentes al calor, la corrosión y la electricidad, y no se deterioran por la acción de la luz ni por un almacenamiento prolongado. El coroseal no se puede vulcanizar, pero mientras no se le someta a altas temperaturas, se muestra más resistente a la abrasión que el caucho natural o el cuero.

Otro tipo de caucho especial es el tiocol, que se obtiene por copolimerización de dicloruro de etileno ($\text{CHCl}_2\text{CHCl}_2$) y tetrasulfuro de sodio (Na_2S_4). Puede trabajarse y vulcanizarse como el caucho natural y es resistente a la acción de los aceites y los disolventes orgánicos usados en barnices; se emplea para aislamientos eléctricos pues no se deteriora con la luz ni la electricidad.

Muchos otros tipos de caucho sintético se producen con métodos parecidos a los antes descritos. La introducción de algunos cambios en los procesos de polimerización ha mejorado la calidad de los productos y abaratado costes. Uno

de los mayores avances ha sido la utilización del petróleo como aditivo, bajando los costes al poder conservarse grandes cantidades de caucho sintético almacenado. Gracias a ello se ha conseguido fabricar neumáticos de larga duración. Otros dos avances importantes son el desarrollo de la espuma de caucho sintética, que se usa en tapicería, colchones y almohadas, y el caucho bruto de superficie arrugada, para la industria del calzado.

1.3 MOLDES

1.3.1 generalidades y definición

La palabra molde tiene muchísimas acepciones, por lo que no hay posibilidad alguna de precisar lo que se entiende por molde, aunque, en general, puede decirse que es aquella pieza en la cual se hace en hueco la figura que en sólido quiere darse a la materia fundida que en él se vacía, como, por ejemplo, la cera, el yeso, un metal cualquiera, etc.

En Paleontología se llaman moldes a las formas orgánicas que no presentan rastro alguno de su primitiva naturaleza, que ha desaparecido su antigua presencia. Por ejemplo, cuando una concha ha sido disuelta y arrastrada por la infiltración del agua a través de la roca, muchas veces ha dejado en ésta, ahora compacta, un molde o impresión de su superficie externa y otra de una superficie interna, y entre las dos superficies, una cavidad correspondiente al espesor de la pared de la concha.

En este caso la forma, las dimensiones y los contornos del cuerpo orgánico que existió, sin tener la más pequeña parte de su sustancia orgánica original ni señal alguna de su estructura interior.

Según la sustancia con que está construido el molde se denomina de una u otra manera. Así: molde de metal es el construido de hierro fundido; molde de piezas es el construido por varias piezas que en conjunto, ajustadas cuidadosamente unas con otras, componen en hueco a figura que se ha de reproducir; molde descubierto, aquel en que la impresión o el dibujo se hace para una cara sola, quedando la otra cara reverso plana o conforme resulte al

enfriarse el metal en contacto con el aire libre; molde perdido, el que sólo sirve para fundir un ejemplar del objeto a reproducir, debido a la poca consistencia de la materia de que está formado o por la especial disposición de las piezas que lo componen.

No prescindir de fijar conceptos en cuanto a la aplicación disparatada de los diversos vocablos que determinan las diferentes operaciones que se efectúan en el moldeo y la reproducción de piezas por moldeo. Se dice corrientemente fundir una pieza., refiriéndose a la reproducción de una pieza al verter el metal o sustancia fundida dentro del molde, del cual se sacará una vez solidificada de nuevo después del conveniente enfriamiento. A esto se denomina vaciar una pieza, acepción que siempre ha concedido el Diccionario de la Lengua al verbo vaciar.

El denominar a este vaciado por la palabra fundido es un gran barbarismo, por cuanto fundido representa la acción de convertir en plástico un metal o sustancia sólida, sustancia que en estado de fusión o plasticidad es apta para ser vertida en moldes, dentro de los cuales adoptará exactamente la forma de los huecos y salientes que presente dicho molde en su interior.

Así, pues, la acción de verter la sustancia plástica dentro de un molde se denomina vaciado.

Se confunde asimismo y de una manera lamentable el vocablo molde con el de matriz, y viceversa. Molde, como queda indicado, es la pieza o dispositivo formado por un conjunto de piezas en que aparece en hueco la figura que se quiere reproducir en sólido, mientras que matriz es el dispositivo formado por diversas piezas de manera que conjuntamente, con el movimiento que se les imprime, conducen a la formación de una pieza u objeto de forma y dimensiones definidas.

1.3.2 Modelos

Para la construcción de moldes es necesario casi siempre construir el llamado modelo, que en escultura es la representación en barro, cera, arcilla, etc., de una obra que se ha de ejecutar en mármol, madera u otra materia. Las

medallas se modelan generalmente en cera y en tamaño mayor del natural; los bocetos de estatuas, en barro y en tamaño menor, y para esculpir las en mármol se hace otro modelo igual de barro que después se vacía en yeso. En metalurgia el modelo es una pieza de madera o metal cuya forma es reproducida luego al verter el metal fundido en la huella (vaciado) que ha dejado el modelo en la arena tierra seca.

El modelo puede ser nuclear, como el de una culata, o tener partes huecas, como un cilindro en este caso hay que preparar aparte el molde del espacio interior, modelo que se construye de la misma arena especial, llamada arena para hoyos pues hoyo se denomina el modelo que forma en relieve el hueco que deberá tener pieza una vez sea extraída del molde.

1.3.3 Dimensiones de los modelos

Los modelos han de tener dimensiones mayores que las definitivas, porque al solidificarse y enfriar la colada se contraen.

Así pues, en fundición vaciado de piezas por medio de hierro debe tenerse en cuenta, que para la construcción de modelos, vamos a tener diferentes clases de fundiciones.

Fundición negra.-Tiene una contracción del 13 al 15 por ciento.

Fundición gris.-Se puede tomar el 11 por 100 por término medio; un poco más para piezas muy bajas y estrechas, y menor para las macizas de cierto tamaño, en las que el ancho, y profundidad son del mismo orden.

Métodos modernos de fundición

La fundición o colada centrífuga.- Es un método para fundir objetos de forma circular, y consiste en hacer girar rápidamente un molde circular durante el fundido. No hace falta núcleo, porque la rotación del molde mantiene el metal apretado contra él debido a la fuerza centrífuga. Esta técnica es útil para fabricar tubos metálicos.

En la fundición inversa.- Una adaptación del proceso de cera perdida para la fabricación de piezas fundidas ornamentales, el modelo se construye en cera, a

menudo con una máquina de fundido a presión, y se recubre con una pasta de material refractario que se deja secar. Esta capa refractaria, con el modelo de cera dentro, se recubre de arena y después se cuece todo el molde. La cera se derrite y se vierte fuera del molde, con lo que éste queda listo para recibir el metal. Las piezas fabricadas con este proceso tienen una gran precisión y reproducen bien detalles finos.

En el proceso de fundición continua.- Se vierte acero fundido a un ritmo constante sobre la parte superior de un molde de sección transversal uniforme refrigerado por agua, y se extrae acero sólido de la parte inferior del molde de forma continua.

Las aleaciones de cobre tienen en general una contracción de 12 a 15 milímetros por metro. A los vaciados de latón y bronce debe dárseles una extensión tanto menor cuanto mayor sea la superficie y el espesor de los mismos. Puede ser suficiente contar con una contracción de 9 a 10 milímetros. Las diferentes partes que constituyen el modelo se sujetan con tornillos o con empalmes especiales de punta, ángulo, cruz, lengüeta, cola de milano, media madera. Etc.

Estos ensambles deben practicarse con mucho cuidado, trazándose por medio de máquinas en los grandes talleres de construcción de modelos.

Las diferentes piezas que constituyen un modelo se ajustan a veces con marcas especiales de ajuste, especialmente en piezas de reporte. El modelo presenta, por ejemplo, un saliente cilíndrico en el que encaja fuertemente el reporte por un hueco del mismo diámetro, etc.

En el modelo ha de haber también ciertos salientes para apoyo del macho o noto que se llaman marcas de macho. Estas marcas han de tener suficiente salida, a la vez que suficiente longitud para guiar al macho y permitir un ajuste exacto, siendo su diámetro el necesario para que ofrezcan la debida resistencia. El macho conviene que quede fijo, para evitar que el empuje de la colada lo pueda hacer flotar o remover.

Hay que prever la existencia de agujeros par sacar la arena del interior de los órganos, como por ejemplo, en las camisas de los cilindro Estos agujeros se cierran luego, una vez extraída la arena, con soldadura autógena o se les obtura con una barra de cobre o un metal dilatable entrándolos a rosca y aserrando el saliente inútil.

En cuanto a las terrajas, diremos de antemano que es un calibre de plancha de hierro de madera cuya forma responde a la sección meridiana de la pieza a reproducir. Con ella evita la construcción del modelo. Si esta terraja es de madera, se refuerzan las aristas por medio de planchas de hierro.

En las partes de la pieza a reproducir y que luego tienen que ser sometidas a la acción máquinas herramientas tales como limadoras mandriladoras, planeadoras, moladoras, fresadoras, etc., hay que dejar mayor espesor que definitivo. Para trabajos pequeños se dejan de 4 milímetros. Para grandes piezas de acero fundición convendrá llegar a 8 ó 10 milímetros.

La variación de espesores en un modelo es gran inconveniente para la homogeneidad del enfriamiento en la solidificación. Hay que tomar precauciones especiales, puesto que la desigualdad de enfriamiento da lugar a tensiones intensivas, tales que pueden ocasionar la rotura al más insignificante esfuerzo. Deben evitarse, pues, siempre que ello sea posible, variaciones bruscas en la sección, los ángulos obtusos y pocos agudos; y, en caso de necesidad, es preferible hacer el ángulo obtuso o poco agudo y bajarlo después.

El trabajo del modelista es el de un carpintero, si bien sus conocimientos deben ser más tensos, y hasta las herramientas son de mar cuidado y perfección. En el ensamble de 3 piezas para modelo debe ponerse sumo cuido a fin de evitar el ulterior deterioro y servirse de portadas o salientes, que se introducen huecos de otras piezas y que se pintan negro, así como las superficies que no han de tener contacto con la arena de fundición, sino sólo entre las partes de que consta el modelo.

Así mismo ha de tener conocimientos de dibujo y geometría descriptiva y conocer el arte del fundidor, especialmente las contracciones, cuyo detalle enumerado, y el modo cómo aquél ha de disponer los modelos y machos para llevar a cabo su cometido.

El modelista, al recibir el dibujo, debe copiarlo a escala natural dándole las dimensiones correspondientes, si es que no ha sido trazado ya teniendo en cuenta éstas. Para facilitar su trazado se vale de un metro que en vez de tener 100 centímetros tiene en realidad 101, si bien está dividido en 100 partes. El modelista, al leer 67 centímetros en el plano de la pieza que haya que reproducir por vaciado, tomará 67 centímetros de su metro en el dibujo que él ejecute.

Con el dibujo a tamaño natural trazará los perfiles en las tablas de madera, ideará los ensambles, etc., pasando las tablas así preparadas a los operarios encargados de trabajarlas, bien a máquina, bien a mano.

1.3.4 Construcción de modelos.

Ya dicho que los modelos son contruidos, en general, de madera o de metal. Este último se utiliza para la confección de las llamadas placas para el moldeo mecánico. Los modelos pueden ser de fundición, que es lo corriente, bronce, metal blanco o bien de otras aleaciones duras. Las maderas empleadas en la construcción de modelos suelen ser de preferencia la encina o el pino. También se emplean el nogal, álamo, tilo, castaño, haya, etc.

Sea la que fuere la madera que se emplee en la construcción de modelos, es condición indispensable que esté bien seca. El pino resinoso se emplea bastante en la confección de grandes modelos. La madera de chopo es muy apreciada para la construcción de modelos de calidad, existiendo dos calidades, el chopo negro y el blanco. Tiene la gran propiedad de que es bastante plástica y se alabea muy poco.

Para modelos de piezas de arte se utiliza el tilo, por su estructura compacta y su facilidad en ser trabajado. El tilo recién cortado se contrae mucho y se

alabea fácilmente, pero bien desecado se conserva muy bien y su gran plasticidad evita que se agrieten las piezas con él fabricadas. También es una madera muy buena para la confección de modelos el peral, pero tiene el inconveniente de que es caro, por lo que únicamente se utiliza para pequeños modelos; lo mismo ocurre con el nogal.

La cola que debe utilizarse para la construcción de modelos es la que tiene un color uniforme (amarillo o pardo). Debe ser dura, áspera y poco quebradiza, transparente y limpia. Debe partirse antes que doblarse, mostrando una fractura brillante como el vidrio.

Siempre que se construya un modelo habrá que tener presente el desmoldeo, de manera que al quitar el modelo no arrastre consigo parte de la arena que haya sido moldeada con él. A tal fin conviene que la superficie sea convexa si el modelo es de una sola pieza, y aun en este caso se dará a las paredes normales a la junta una ligera inclinación que aumente su convexidad.

Con el mismo fin se emplean varias cajas de arena, de manera que los planos de junta lo sean de separación de partes convexas, lo que en el lenguaje de taller se dice tener salida.

Cuando no existe convexidad no es posible construir el modelo de una sola pieza. En este caso se dice que el modelo tiene contrasalida y hay que construirlo de varias piezas, como se indica en la figura 1.15, en donde vemos que el modelo está construido por dos partes, la superior a y la inferior b. La salida de las dos partes del modelo se efectuará de acuerdo con la dirección que indican las flechas.

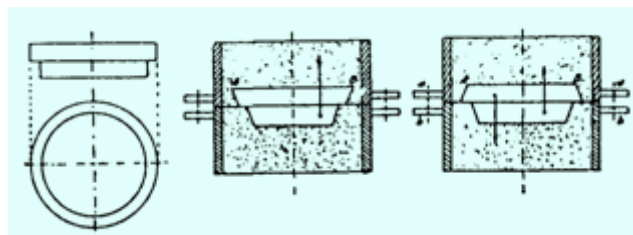


Figura 1.15 Construcción de modelos

Cuando las piezas tienen hueco, además del modelo correspondiente hay que hacer el hoyo, que es el modelo de la parte hueca. Así, en la figura 1.16 el modelo de la pieza, que es un casquillo cilíndrico con un hueco sencillamente cilíndrico.

En el caso del casquillo de la figura 1.16, que tiene el hueco de diferentes diámetros, el modelo será el mismo de la figura.

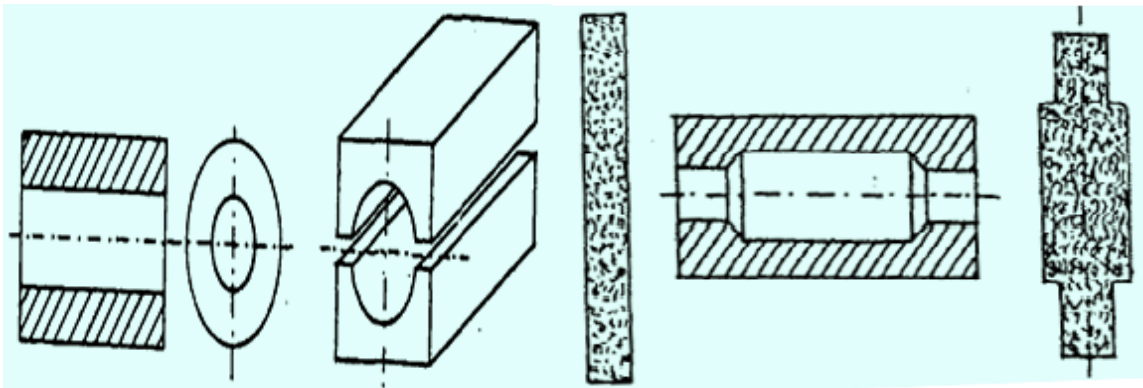


Figura 1.16 Casquillo

Si, por ejemplo, tenemos que preparar la pieza de la figura 1.17, que es un soporte vertical de cojinete, construiremos el modelo correspondiente, que tendrá la forma de dicha figura, y con cotas o dimensiones adecuadas, teniendo en cuenta la contracción del metal con el que va a fundirse la pieza y cuyos datos hemos dado ya en el apartado 3.

A continuación los correspondientes a los huecos A y B, que a su vez corresponden al hueco de bancada y de agujero de cojinete respectivamente. El noyo del macho del hueco de bancada A se ejecutará por medio de la caja de machos indicada en la cual a es la tabla de asiento que tiene los travesaños b y b para impedir que esta tabla se alabe se indica el molde acabado con los dos machos A y B que corresponden a los agujeros o huecos citados.

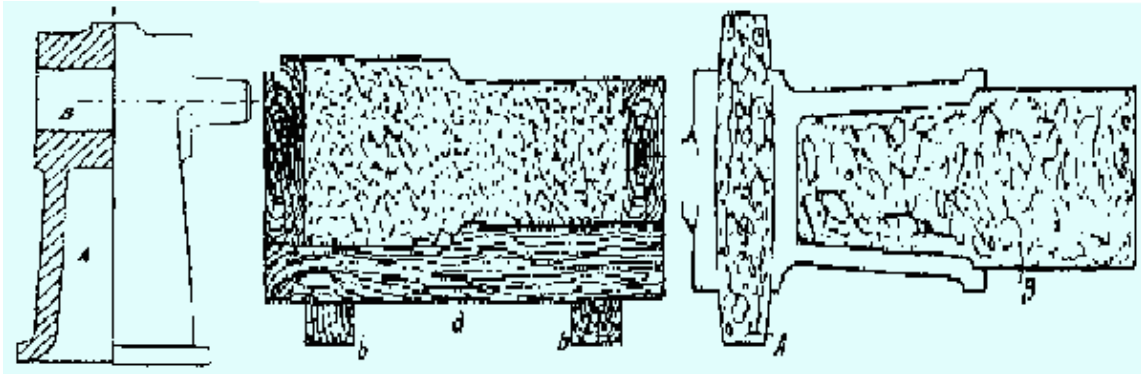


Figura 1.17 Soporte vertical de cojinete

1.3.5 PREPARACIÓN DE MOLDES

1.3.5.1 Vaciado de los objetos en moldes.

El vaciado en molde es objeto de estudio por parte de la Tecnología Mecánica cuando ésta se ocupa en dar forma a los objetos valiéndose de la propiedad que tienen algunas sustancias de endurecerse después de haber tomado la forma líquida o una más o menos pastosa que les permita adaptarse perfectamente a los menores pliegues o sinuosidades del recipiente que los contiene, cuya impresión conservan con más o menos fidelidad después de su endurecimiento, reproduciendo así, de una manera más o menos exacta, en su superficie exterior, la forma de las paredes interiores del recipiente en que estaban contenidos.

Esto indica que para proceder a la formación de un objeto por medio del vaciado es preciso disponer de un recipiente o vasija, a que se da el nombre de molde, cuya superficie interior reproduzca fielmente en sentido inverso todos los detalles de la superficie exterior del objeto o modelo. De manera que lo que en el modelo es lleno, en el molde es hueco, y recíprocamente.

La condición principal que debe presentar la sustancia que se utilice para el vaciado es que tome fácilmente la forma líquida o pastosa. Las sustancias que en más alto grado reúnen esa circunstancia son los metales, pues a la facultad de tomar la forma líquida por fusión hay que agregar su fácil paso al estado

sólido por enfriamiento y la gran dureza de su superficie, que los hace a propósito para reproducir fielmente los detalles más insignificantes del modelo, así como su gran cohesión, que asegura la solidez del conjunto y hace imposibles los desprendimientos por adherencia con las sustancias de que está compuesto el molde.

Además de los metales pueden utilizarse sustancias como el azufre, la parafina y otras, cuya fusión es también fácil y que reproducen con exactitud los detalles del modelo, pero su escasa consistencia y la delicadeza necesaria para su manejo limitan mucho sus aplicaciones; finalmente, hay otras sustancias, como el yeso y el cemento, que toman una forma pastosa muy a propósito cuando contienen gran cantidad de agua, endureciéndose después y tomando la forma sólida a medida que se van secando.

El vaciado de objetos de metal recibe el nombre de fundición y en realidad es el de aplicaciones más extensas, pues es tan grande el número de metales y sus aleaciones, así como sus propiedades y sus precios de coste, que su utilización abarca desde el más insignificante objeto doméstico hasta las colosales estatuas que adornan las calles y paseos públicos.

1.3.6 TIPOS DE MOLDEO

1.3.6.1 Moldeo soplado por extrusión continua

En el proceso continuó, una extrusora estática plastifica y empuja el polímero fundido a través de la cabeza para formar un parison continuo.

13.6.2 Moldeo soplado intermitente

En el moldeo por soplado intermitente, la fundición se acumula antes de llegar a la matriz y es expulsada de un solo disparo. El moldeo soplado intermitente se utiliza principalmente para piezas grandes, dado que hay que trabajar con un parison más pesado que la pequeña pieza a moldear.

1.3.6.3 Moldeo soplado por coextrusión

El moldeo soplado por coextrusión permite combinar materiales con diferentes propiedades para crear un producto terminado destinado para una aplicación particular. Con este proceso usted puede fabricar productos que contengan varias capas en sus estructuras de pared. Asimismo, las distintas partes de la estructura se pueden optimizar para obtener un mejor balance entre las propiedades y los costos.

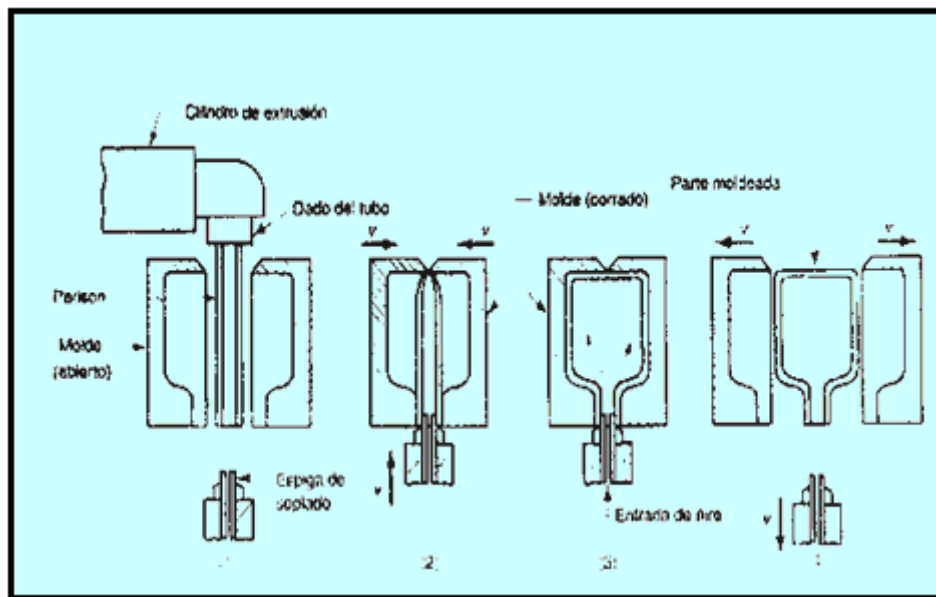


Figura 1.18 moldeo soplado por coextrusión

1.3.6.4 Moldeo por inyección

El moldeo comienza con el moldeo por inyección de un pre-formado, el cual luego es recalentado hasta obtener su forma final en un molde, también es capaz de producir artículos moldeados su función es de recibir la masa plástica distribuirla, darle forma, enfriarla, pasarla por un estado sólido y extraer la pieza. Es indispensable en la construcción de un molde que sus placas al ser mecanizadas queden perfectamente paralelas así como también las columnas de guala deben estar en escuadra perfecta con sus placas para dar un funcionamiento suave en la abertura del molde

Básicamente consta de las siguientes partes de acuerdo a la figura 1.19

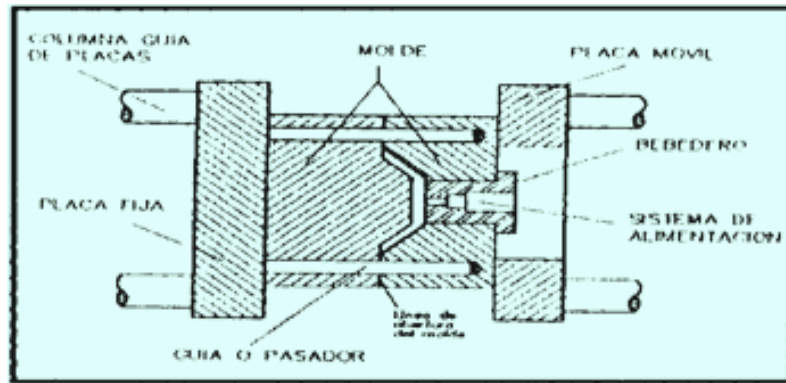


Figura 1.19 Moldeo por inyección

1. Placas de fijación. Sujetan las dos mitades del molde. La una es fija o estacionaria y la otra móvil o deslizante.
2. Columnas guías de placas. Permiten el deslizamiento de las placas y consecuentemente la separación de las dos mitades del molde.
3. Bebedero. Es un componente del molde que permite a través de si mismo, el flujo del material plástico desde la máquina inyectora hacia las cavidades del molde.
4. Sistema de alimentación. Se compone de mazarota, canales de distribución, entradas o puntos de inyección.
Mazarota. Es el producto del bebedero.
Canales de distribución. Es la parte del sistema que une el bebedero con las entradas a las cavidades.
Entrada o punto de inyección. Es el canal de estrangulamiento u orificio que conecta el sistema de alimentación con la cavidad del molde. Esta pequeña sección es necesaria para evitar el rechupado en el producto moldeado y permitir la separación del sistema de alimentación del producto. La dimensión de la entrada depende del flujo del material a ser moldeado, del espesor de pared del producto, del volumen de material a ser inyectado, de la temperatura del material fundido y de la temperatura del molde.
5. Guías o pasadores. Posicionan correctamente las dos mitades del molde, una respecto a la otra, para que coincidan exactamente y el cierre del molde sea hermético.
6. El molde propiamente dicho. Consta de dos mitades que, por lo general, se fijan directamente sobre las placas de fijación.

1.3.6.5 Moldeo soplado por estiramiento (stretch) inyectado

El moldeo soplado estirable por inyección comienza con el moldeo por inyección de un pre-formado, que también es recalentado, pero estirado con una clavija, al mismo tiempo en que es soplado en el molde. Este es el típico proceso de conversión para producir botellas de PET.

1.3.6.6 Moldeo soplado en 3D

El moldeo soplado en 3D es un desarrollo reciente en el cual el parison es manipulado por un brazo robotizado para ubicar el parison en un molde tridimensional, antes de ser soplado. Las ventajas que presenta son bajo nivel de desperdicio y la capacidad de producir formas complejas. Generalmente, se lo utiliza para fabricar piezas de automóviles la moldería es el arte de preparar los moldes en los que se hace el vaciado o colada del metal fundido.

La operación general de moldeo para el vaciado de metales consiste en;
Construir un modelo de madera o modelado.

Rodearlo de arena bien apisonada y convenientemente preparada.

Quitar el modelo o desmodelado.

Añadir aquellas partes de arena que corresponden a huecos o partes internas.

Así pues, para hacer un molde se construye primeramente un modelo, generalmente de madera; se recubre luego de arena apelmazada; se quita después el modelo, y en el hueco que dejase vierte el metal fundido.

La operación de rodear de arena el modelo de madera se ejecuta llenando de arena el espacio que queda entre el modelo y una caja de hierro fundido de forma de paralelepípedo recto y de paredes con nervaduras para que tenga mayor resistencia, abierta por las dos bases, es decir, sin tapa ni fondo, y con agarraderas laterales para poderlas suspender y así transportarlas fácilmente.

Estas cajas se pueden superponer. Entre cada dos o más se acostumbra colocar el modelo. Estas cajas, una vez llenas de arena rodeando el modelo, quedan separadas por la línea AB.

La moldería comprende, por consiguiente, la construcción de modelos y calibres, la preparación de las cajas de arena que forman el molde que ha de recibir el metal y la obtención de arenas que reúnan las condiciones y cualidades necesarias. Ya dicho las que ha de reunir el modelo y también las dimensiones que debe tener, habida cuenta de la contracción y de la mayor cantidad de materia que ha de tener la pieza fundida para poder luego ser trabajada con las máquinas-herramientas correspondientes.

El espesor o grueso superior al definitivo que debe tener la pieza se saca con un exceso de 6 milímetros para piezas de grandes dimensiones o de contracción dudosa. Cuando la contracción es conocida con exactitud, es suficiente un margen de 3 milímetros. En las piezas que deben ser alisadas o mandriladas, su diámetro al salir de fundición debe ser de 6 a 10 milímetros superior al definitivo

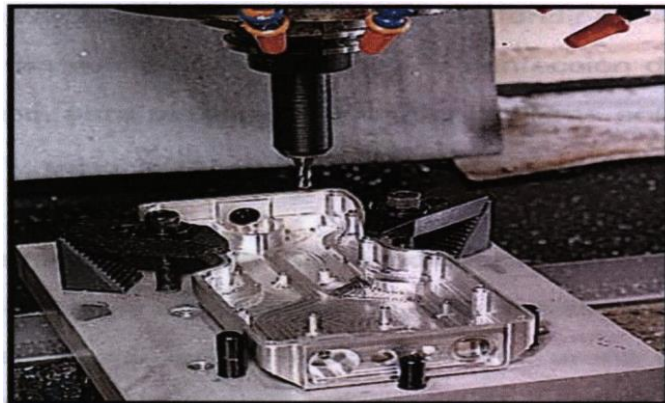


Figura 1.20 Moldeo soplado en 3D

1.3.6.7 Arenas de moldeo

Las arenas de moldeo no deben tener ni óxido de hierro, ni cal, ni magnesia, ni materias orgánicas, porque si las contienen se alteran a las elevadas temperaturas de fusión. Estas arenas deben ser plásticas, para lo cual la alúmina debe entrar en la proporción de un 5 a un 15 por 100; deben ser porosas, para facilitar la salida de los gases que se forman. Además, han de ser homogéneas, y no formar grietas, lo cual se obtiene con una proporción de sílice entre 75 y 90 por ciento.

1.3.6.7.1 Arenas

Antes de utilizar una arena, lo mejor es probarla fundiendo una pieza pequeña, las arenas se clasifican en grasas, semigrasas, magras, dulces y de río. La proporción de alúmina disminuye de la primera, que tiene un 12 por 100, a la última, que tiene un 5 por 100 de carbono.

La primera se emplea en moldes que han de fundir en seco; la segunda para fundir sin desecar, en verde; la tercera para la confección de machos; la cuarta, que es de grano fino, para piezas pequeñas, y la última sólo se utiliza en casos especiales.

Arena verde es toda arena en que al moldear no se espera a su desecación para proceder a la colada, y arena de estufa es la que se seca antes de la colada. A la arena verde se mezcla arena fresca ordinaria, arena de grano fino vieja y hulla pulverizada. Si la pieza es pequeña, la arena verde ha de resultar magra, untuosa y de grano fino. Para piezas mayores el grano puede ser más grueso. La arena para la confección de machos debe ser muy porosa a fin de dar salida a los gases de disgregación fácil, porque luego hay que quitarla.

La llamada arena ordinaria es magra, mezcla de arena vieja de machos y arena semigrasa granulada. También se emplea arena de estiércol, a base de arena y estiércol o tanino.

Cuando se requiere gran porosidad se emplea arena de sílice pura aglutinada con harina. Los moldes y los hoyos o machos se recubren de negro mineral, que es hulla pulverizada mezclada con arena, para que la superficie de los mismos a la elevada temperatura de la colada no se vitrifique. El negro mineral se usa sólo para recubrir arenas verdes.

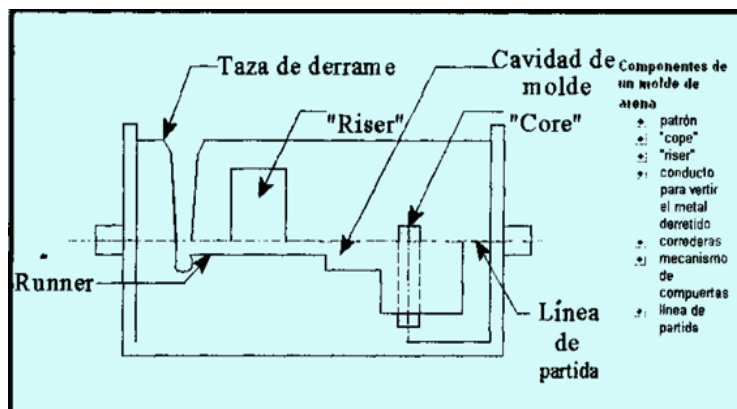


Figura 1.21 Molde de arena

La moldería es el arte de preparar los moldes en los que se hace el vaciado o colada del metal fundido.

La operación general de moldeo para el vaciado de metales consiste en:

1. Construir un modelo de madera o modelado.
2. Rodearlo de arena bien apisonada y convenientemente preparada.
3. Quitar el modelo o desmodelado.
4. Añadir aquellas partes de arena que corresponden a huecos o partes internas.

Así pues, para hacer un molde se construye primeramente un modelo, generalmente de madera; se recubre luego de arena apelmazada; se quita después el modelo, y en el hueco que deja se vierte el metal fundido.

La operación de rodear de arena el modelo de madera se ejecuta llenando de arena el espacio que queda entre el modelo y una caja de hierro fundido de forma de paralelepípedo recto y e paredes con nervaduras para que tenga mayor resistencia, abierta por las dos bases, es decir, sin tapa ni fondo, y con agarraderas laterales para poderlas suspender y así transportarlas fácilmente.

1.3.7 CAJAS DE MOLDEO

Las cajas de moldeo, que es donde se preparan los moldes, son comúnmente de fundición y constan de dos marcos, en general, con orejetas para su mejor transporte y para su ajuste.

Si para la confección del molde son precisas más cajas, se colocan otras intermedias llamadas chapas. Las cajas terminales o cajas corrientes, cuando son de grandes dimensiones, llevan refuerzos o traviesas para poder sostener la arena.

La altura corriente de una caja de moldeo es de 50 a 100 milímetros.

En la figura 1.22 se representa una caja de moldeo vista en planta. En la figura 1.28 se representa cómo están dispuestas dos cajas y una chapa.

La caja inferior se halla provista de dos orejetas A y dos traviesas a. a. La chapa o caja intermedia no lleva traviesas y sus paredes son ligeramente más

gruesas y tiene cuatro orejetas: dos B, en la parte inferior, con pasadores, y dos C, en la parte superior. La caja superior tiene dos orejetas D con pasadores.

Cuando la caja superior tiene más de 400 milímetros, se la provee de las traviesas d. Los refuerzos interiores R de todas las cajas sirven para mantener la arena en su sitio, y gracias a sus rebordes no es necesario poner traviesas en las chapas.

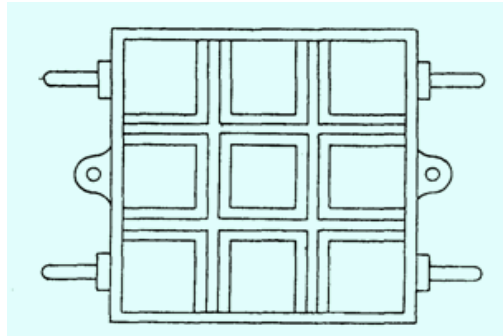


Figura 1.22 Caja de moldeo

Los pasadores se fijan con chaveta y tuerca. Hay otros sistemas, pero son menos usados. Para su transporte las cajas llevan asideros y empuñaduras diversas. Estos asideros acostumbran servir también para el ensamblaje y enlace de cajas, de modo que las diversas cajas que intervienen en la colada formen un conjunto sólido.

Como hemos indicado, la mayor parte de las cajas de moldeo son de fundición, pero las hay también de hierro laminado o perfilado, de madera, desmontables, metálicas, articuladas, etc.

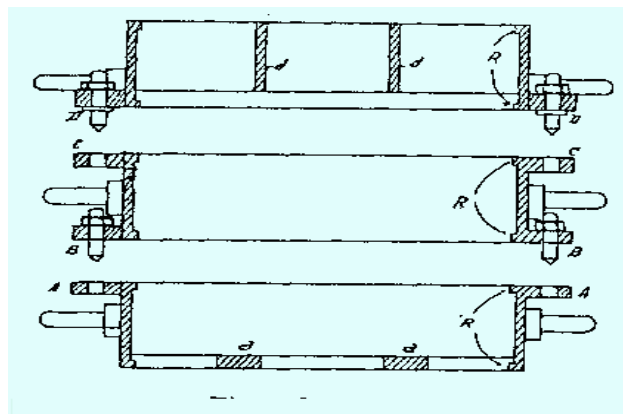


Figura 1.23 De dos cajas y dos chapas

1.3.8 Máquina manual de inyección construida por el Cbos. Mauricio Cuichán

Se toma en cuenta esta máquina manual de inyección porque es ahí donde se va ensamblar y utilizar la matriz por inyección del avión Kfir a escala.

Esta máquina tiene las siguientes características técnicas que consta de:

2. El sistema térmico
3. El sistema de inyección
4. El sistema de cierre
5. El bastidor

1.3.8.1 El sistema térmico

El sistema térmico está constituido por una serie de elementos que deben ser capaces de transformar el material granular en material fundido. El sistema térmico su principal objetivo es repartir calor al material para que este cumpla con su función que es ser plastificado para posteriormente ser moldeado, su temperatura de fusión del caucho es de 80°C y del polietileno es: 115°C.



Figura 1.24 Sistema Térmico

1.3.8.2 El sistema de inyección

El sistema de inyección es un mecanismo que permite el flujo del material fundido hacia las cavidades del molde, de acuerdo con la figura 1.25 al aplicar una fuerza a la palanca de inyección el movimiento se transmite a través del sistema piñón-cremallera hacia el pistón que es el encargado de empujar el material hacia boquilla.

Las funciones de la unidad de inyección son:

- Plastificar y homogenizar al material
- Inyectar el material fundido dentro del molde a altas velocidades y presiones.
- Dosificar la cantidad necesaria del material para un ciclo de trabajo.



Figura 1.25 Sistema de inyección

1.3.8.3 El sistema de cierre

El sistema de en proyección va a ser un dispositivo accionado mecánicamente que permita el deslizamiento de la placa móvil hacia la fija para unir las dos mitades del molde y formar una cavidad hermética que evite que el material fundido escape

Función.

La unidad de cierre tiene la función de efectuar el movimiento hacia la posición de cierre y apertura del molde dentro del ciclo total de trabajo de la máquina.

Características:

- Deben de ser robustas y además paralelas entre las platinas.
- No debe de ser tan complicado y debe de facilitar su lubricación.
- Debe tener un sistema manual capaz de permitir la rapidez de los movimientos con mínimo consumo de energía.

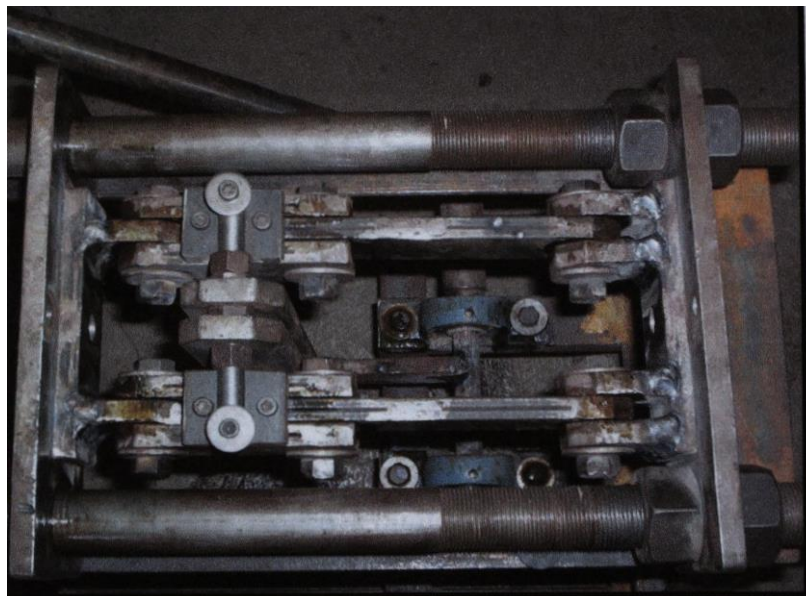


Figura 1.26 Sistema de cierre

El bastidor

Consta de un bastidor el cual cumple la función de soportar todos los elementos de la maquina y proporcionar una adecuada disposición de todos los sistemas.



Figura 1.27 El bastidor

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVA

Una matriz para construir o fabricar aviones de caucho se lo realiza mediante el molde por inyección la cual tiene como misión principal en moldear un cierto tipo de material mediante la inyección.

En bases a todas las necesidades y capas de satisfacer todas las necesidades o requerimientos se propone las siguientes alternativas:

- Construcción de la matriz por inyección de caucho.
- Construcción de la matriz por electroerosión.

2.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROYECTO

Se empieza a analizar las ventajas y las desventajas de cada una de las alternativas para definir y analizar los requerimientos apropiados para poder elaborar la matriz apropiada.

2.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA

Ventajas

- Esta matriz es de fácil construcción
- Es de fácil operación
- Su costo de construcción es medio
- Su mantenimiento es fácil
- Fácil de transportar

Desventajas

- El operador trabaja junto al conjunto
- Actúa bajo la acción directa del mecanismo de la máquina
- Los niveles de producción son medianamente bajos

2.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA

Ventajas

- Este método permite obtener piezas con mayor complejidad de construcción.
- Incrementa la productividad de la pieza a realizar.
- Menos horas hombre de trabajo.

Desventajas

- Su costo de construcción es elevadamente alto.
- Para su uso se necesita de maquinaria especial y de personal altamente calificado.
- Dificultad en su construcción.

2.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de las alternativas que están planteadas debemos tomar en cuenta la operación, mantenimiento, costo, fuerza ejercida por el operador al momento de construir y de utilizar la matriz.

La evaluación de cada parámetro se lo realiza en forma cualitativa, calificándoles de mala, buena, muy buena, sobresaliente. Con la finalidad de cuantificar se asigna una puntuación de 7, 8, 9 y 10 definitivamente a fin de poderse determinar la mejor opción sobre las alternativas de las matrices.

Cuadro 2.1 evaluación cualitativa y cuantitativa

CUALITATIVA	CUANTITATIVA
SOBRESALIENTE	10
MUY BUENA	9
BUENA	8
REGULAR	7

2.4 COMPLEJIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Hace referencia a las características técnicas y propiedades del material utilizada en la construcción de la matriz por inyección y la matriz por electroerosión, así como los pasos de fabricación y construcción.

Cuadro 2.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de complejidad de construcción

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	9	MB
Matriz por electroerosión	8	B

Operación

La manera en la cuales se va a operar la matriz por inyección es manualmente, se utiliza en gran parte la fuerza bruta del operador para poder iniciar el proceso de moldeo por inyección, en el caso de la matriz por electroerosión es automatizada.

Cuadro 2.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de operación

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	8	B
Matriz por electroerosión	9	MB

Mantenimiento

Es necesario e importante dar un buen mantenimiento a la matriz para mantener en condiciones estándar de operación en todo momento; allí también alargar la vida útil del material de la matriz.

El mantenimiento en la matriz por inyección es realmente de fácil acceso a todo su componente y así mismo lubricar todo el mecanismo de la maquina inyectora de caucho en la cual tendremos una reducción de tiempo en todo su mantenimiento tanto de la matriz como en el de la máquina inyectora de caucho.

El mantenimiento en la matriz por electroerosión es un poco difícil ya que depende de las piezas que esta conformado la matriz.

Cuadro 2.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de mantenimiento

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	10	S
Matriz por electroerosión	9	MB

Costo

En cuanto al costo se puede decir que el material es de fácil accesibilidad para las dos alternativas pero el precio de construcción es diferente ya que para la matriz por inyección es solo de dos piezas y para la construcción de la matriz por electroerosión es según cuantas piezas de la matriz se haga.

Cuadro 2.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costos

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	9	MB
Matriz por electroerosión	8	B

Fuerza ejercida por el operador

En la matriz por inyección la fuerza que ejerce el operario es mínima gracias a los mecanismos de la máquina, por lo tanto el operario se desempeña de mejor manera en el momento de producirse la inyección

En la matriz por electroerosión no es necesaria la fuerza bruta del operario ya que es controlado por medio de una computadora, es automatizada.

Cuadro 2.6 Evaluación cualitativa y cuantitativa de la fuerza ejercida por el operario

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	8	B
Matriz por electroerosión	9	MB

Peso

La determinación del peso de la matriz por inyección es realmente liviano en la cual se utiliza un material liviano como es el hierro fundido.

La determinación del peso de la matriz por electroerosión se puede decir que depende de las piezas que se fabrican y del material con el que es construida.

Cuadro 2.7 Evaluación cualitativa y cuantitativa de peso

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	10	S
Matriz por electroerosión	9	MB

Seguridad de operador

La seguridad que opera la matriz por inyección es muy importante por eso esta matriz debe tener protección en caso se derrame el material caliente en la cual la maquina inyectora tiene una palanca que mientras esta no ejerce presión esta no entra en funcionamiento.

La seguridad que opera la matriz por electroerosión es en base a su automatización.

Cuadro 2.8 Evaluación cualitativa y cuantitativa de seguridad de operador

TIPOS DE MATRIZ	EVALUACIÓN	
Matriz por inyección	10	S
Matriz por electroerosión	9	MB

2.5 MATRIZ DE SELECCIÓN

En el siguiente cuadro se resumen todos los resultados obtenidos de las dos alternativas de construcción, para obtener la mejor matriz que cumpla con las expectativas planteadas.

Cuadro 2.1 Matriz de selección

PARAMETROS		TIPOS DE MATRICES					
		MATRIZ POR INYECCIÓN			MATRIZ POR ELECTROEROSIÓN		
		Cualit.	Cuant.	PxCt	Cualit.	Cuant.	PxCt
Complejidad de construcción	0.8	MB	9	7.2	B	8	6.4
Operación	0.8	B	8	6.4	MB	9	7.2
Mantenimiento	0.9	S	10	9	MB	9	9
Costo	0.8	MB	9	7.2	B	8	6.4
Fuerza ejercida por el operador	0.7	B	8	5.6	MB	9	6.3
Peso	0.9	S	10	9	MB	9	9
Seguridad del operador	0.9	S	10	9	MB	9	9
TOTAL		53.4			44.39		

2.6 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Después de haber hecho la evaluación y el estudio técnico de cada una de las alternativas se llegó a la conclusión que la primera alternativa es la recomendable en vista de sus ventajas de orden técnico – económico en su construcción y operación que rebasa a la otra alternativa.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ

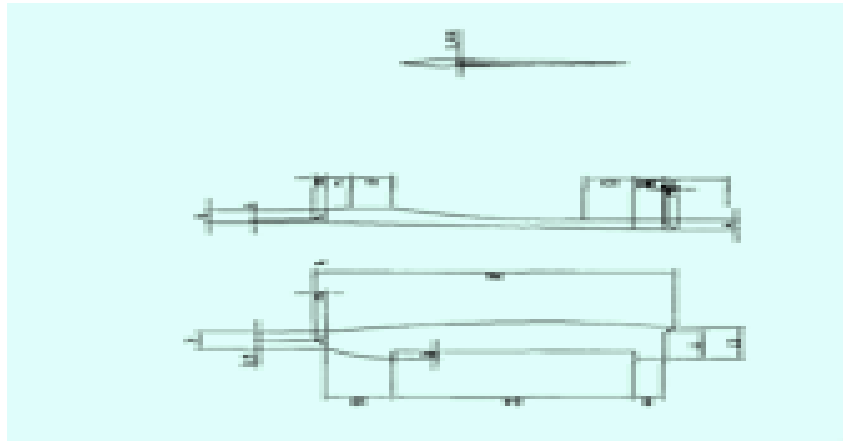
3.1 MATERIALES

Para la construcción de la matriz se utilizó los siguientes materiales.

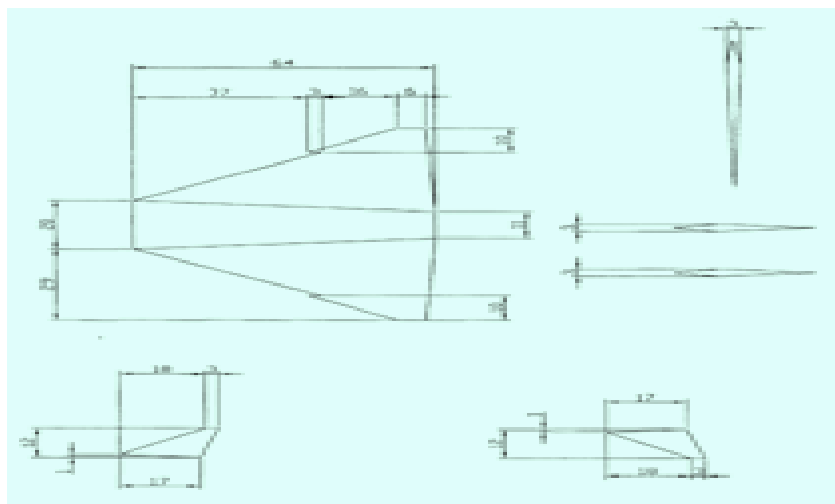
3.1.1 planos del avión kfir a escala.

Como punto inicial se tomaron los planos del modelo del avión kfir a escala, estos planos nos servían para fabricar los aviones con material de aluminio, hieo, plomo, lo cual tomaba mucho tiempo fabricar estos prototipos tomando así un tiempo de una semana o 120 horas.

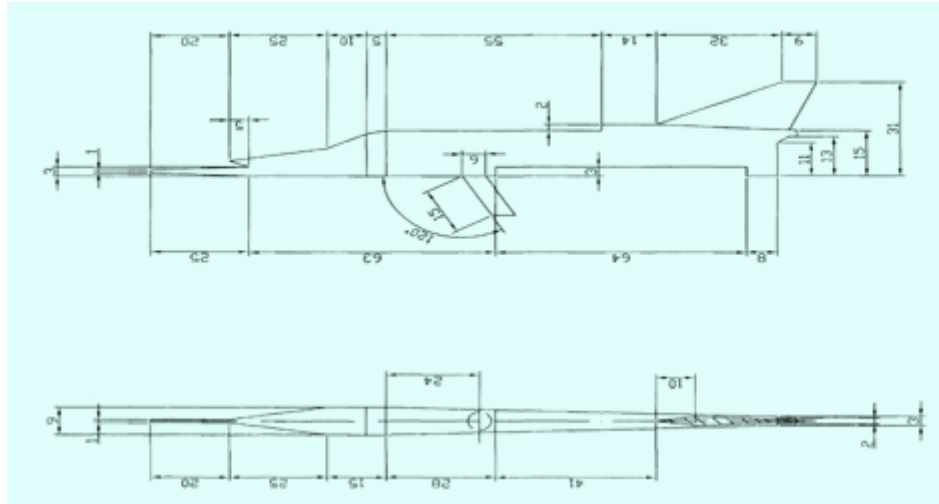
Planos de los motores



Planos de las alas



Planos del fuselaje



3.1.2 Modelo inicial

Como primer elemento se utilizó la balsa en la cual se fabricó el modelo del avión kfir a escala.



Figura 3.1 Modelo del avión kfir a escala

3.2 La matriz

La matriz esta construida por dos partes que son:

- El molde
- La estructura

3.2.1 El molde

El molde esta construida del siguiente material, de resina poliéster con polvo de diamante donde esta le da mayor dureza al molde de la matriz.



Figura 3.2 El molde

3.2.2 La estructura

Esta estructura o chapa esta construida del siguiente material, de acero tipo ST37.



Figura 3.3 Estructura de la matriz

La tabla 3.1, 3.2 presenta una lista de todos los elementos que constituyen la matriz de inyección.

3.3 LA MATRIZ DE INYECCIÓN

3.3.1 Especificaciones técnicas

Tabla 3.1 Base de la matriz de inyección

ELEMENTO	ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES
Base de la matriz	Resina poliéster con polvo de diamante	105mm por 175mm
Guías	Resina poliéster con polvo de diamante	Φ 12mm
Pernos	Acero	5/16 por 1 pulg.

Tabla 3.2 estructura o chapa de la matriz de inyección

ELEMENTO	ACERO	ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES
Estructura o chapa	ST37	Placas	213mm por 120mm
Guías	ST37	Agujeros	¼ por 5/16
Pernos		Pernos cabeza de estrella	¼ por 5/16

3.4 La matriz de inyección

La matriz de inyección es una unidad completa capaz de producir diferentes artículos moldeados, sus cavidades contienen la forma y las dimensiones del producto que el operario desea.



Figura 3.4 Matriz de inyección

3.5 Avión kfir a escala

Después de haber unido todo el elemento que comprende la matriz, siguiendo el manual de operación se llegó a obtener el avión kfir a escala utilizando como material para moldear al polietileno al igual que se puede hacer con el caucho.

3.6 Pruebas de funcionamiento

Según el análisis de los aviones, hechos en cada una de las pruebas en múltiples inyecciones se puede hacer las siguientes puntualizaciones.

Con respecto a la fuerza ejercida en el sistema de inyección se puede decir que para la fabricación de los aviones se requiere la aplicación de una fuerza moderada, ya que se inyecta forzadamente significa que el material aun no está completamente fundido o no se encuentra a la temperatura de fusión, mientras que si se inyecta el material sin mayor complejidad significa que hay un calentamiento excesivo.



Figura 3.5 Pruebas de funcionamiento

Ahora tomando en cuenta a un producto obtenido con rugosidades en su superficie o con rechupes, se debe a una falta de calentamiento del caucho, polietileno.

Ahora, si este producto se deforma inmediatamente después del desmoldeo, es consecuencia de un calentamiento excesivo del material que se está utilizando.

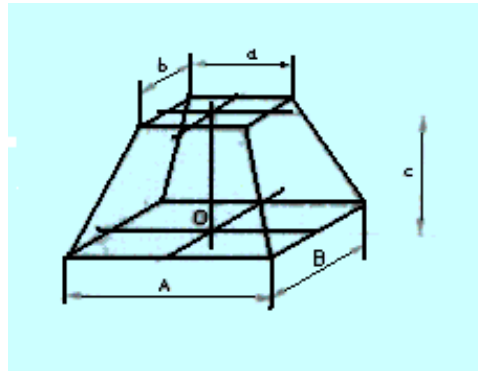
En lo respecta a la velocidad de inyección si se presenta rugosidades alrededor del punto de inyección quiere decir que la velocidad de inyección es muy baja.

En lo respecta a la fuerza de cierre de la matriz si el sistema de cierre no está bien calibrado, es evidente que la presencia de rebabas en el plano de partición del molde, así obteniendo un producto de mala calidad.

Por lo tanto para obtener un producto de buena calidad. Se debe controlar todos los parámetros de inyección, es decir, la velocidad de inyección, la

temperatura del calentamiento del material que va a ser inyectado y la calibración del sistema de cierre de la matriz.

3.7 Cálculo del número de aviones por una tolva llena



$$V_{tolva} = h [(2 a + a) B + (2 a + A) b]$$

$$V_{tolva} = 0.1667 * (0.095) [(0.110^2 (0.16) (0.16)+0.050^2]$$

$$V_{tolva} = 4.4496 * 10^{-5} [m^3]$$

$$V_{avión} = h [(2 a + a) B + (2 a + A) b]$$

$$V_{avión} = 0.05 * [(2 * 0.18 + 0.18) * 0.12 + (2 * 0.18 + 0.12) * 0.18]$$

$$V_{avión} = 0.08964 [m^3]$$

$$\# \text{ De aviones} = V_{avión} / V_{tolva}$$

$$\# \text{ De aviones} = 0.08964 \text{ m}^3 / 4.4496 * 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\# \text{ De aviones} = 2 \text{ aviones}$$

3.8 Calculo de tiempo que se demora en fabricar cada avión

En cuanto al tiempo que se demora en fabricar cada avión son de 15 minutos por avión.

3.9 Material que se utiliza para obtener el producto final

3.9.1 Pintado del avión

En cuanto al pintado se puede decir que se utiliza pintura de esmalte puede ser de diferentes colores según la conveniencia y su pintado se lo realiza por medio de un soplete.



Figura 3.6 pintado del avión

3.9.2 Base de madera

La base de madera también puede ser pintada de diferentes colores según sea la conveniencia, consta de las siguientes medidas “de largo 10.5 cm. y de ancho 7.5 cm.” tallada en los filos para darle mayor elegancia.

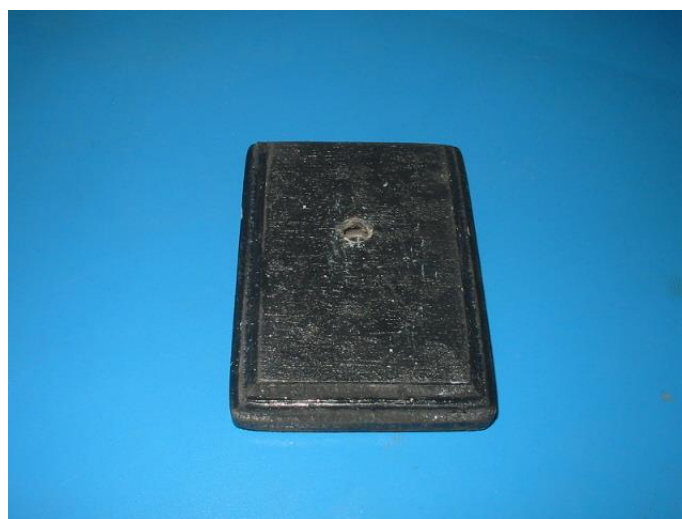


Figura 3.7 Base de madera

3.9.3 Rodamiento

Este sirve para darle un movimiento giratorio, consta de las siguientes medidas “su diámetro interior es de 8 mm y su diámetro exterior de 23 mm”. El rodamiento va introducido en la parte inferior de la tabla.



Figura 3.8 Rodamiento

3.9.4 Tubo de soporte

El tubo sirve también como una base en donde se asienta el avión, el material es de bronce la medida que debe ser cortado el tubo es de “7.5 mm de largo” también puede ir pintado de diferentes colores.



Figura 3.8 Tubo de soporte

3.9.5 Stikers del avión

En cuanto a los stikers se le pone estos para darle mas elegancia en su decorado del avión lo cual va a tener los siguientes stikers “ una bandera del Ecuador , un logotipo de FAE y el nombre del avión Kfir , escudo del kfir, placa del avión ” estos stikers se hará según el tamaño del avión.



FAE 091

FAE

Kfir 09

Figura 3.9 Stikers del avión

3.9.6 Escudo del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Este ira en la parte delantera de la tabla lo cual servirá como un sello de garantía del Instituto.



Figura 3.9 Escudo del ITSA

3.9.7 Producto final

El producto terminado se da uniéndolos todos estos elementos o materiales, mencionados anteriormente lo cual se obtiene, un producto con excelente acabado.



Figura 3.10 Producto final

Tabla 3.3 Diagrama de procesos de la matriz de inyección

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA MATRIZ DE INYECCIÓN								
AUCTOR	CHALCO CABRERA MILTON WLADIMIR							
FIRMA DE RESPONSABILIDAD								
MATERIA PRIMA								
ACTIVIDAD	SIMBOLO					TIEMPO minutos	DISTANCIA metros	MÉTODO RECOMENDADO
Elaboración del plano del modelo del avión kfir en AUCTOCAD	◻	⇒	D	□	▽	120		
Selección del material	◻	⇒	D	□	▽			
Elaboración del modelo del avión en balsa	◻	⇒	D	□	▽	120		
Construcción de la matriz	◻	⇒	D	□	▽	21600		
Cortar la matriz en dos partes	◻	⇒	D	□	▽	30		
Tallar la entrada de la boquilla de inyección en la matriz	◻	⇒	D	□	▽	15		
Taladrar en el conjunto anterior los agujeros que van a moldear al avión	◻	⇒	D	□	▽	120		

Taladrar los agujeros para los pernos de sujeción entre los bloques	□	⇒	D	□	▽	15		
Separar los bloques	□	⇒	D	□	▽	7		
Enguiar los bloques	□	⇒	D	□	▽	5		
Empernar los bloques	□	⇒	D	□	▽	10		
Fijar el molde de completo estético o secundario al conjunto de las placas sujetadoras	□	⇒	D	□	▽	15		
Enguiar las mitades del molde del avión	□	⇒	D	□	▽	10		
Comprobar la matriz cuando la maquina funcione	□	⇒	D	□	▽	15		
Comprobar medidas diámetros del avión	□	⇒	D	□	▽	10		
Inspección final	□	⇒	D	□	▽	30		
TOTAL						22022		

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En este capítulo, se da a conocer al operario el manual del operador para evitar accidentes y conocer paso a paso como montar la matriz en la máquina inyectora de caucho.

Un manual de mantenimiento sirve para preservar y extender la vida útil de la matriz así como la hoja de registro en donde se llevará un control de las veces que se utiliza la matriz y el tiempo de la operación de la misma.



MANUALES

TABLA DE CONTENIDO DE LOS MANUALES

Cuadro No.4.1

Elaborado por: Alno. Chalco Milton

Revisión No. 1

Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo

Fecha:

A continuación se detalla los diferentes manuales de referencia que contiene este capítulo, lo cual nos permite indicar todas las instrucciones y procedimientos que se debe seguir para mantener en perfectas condiciones de funcionamiento a la matriz.

REFERENCIA No.	CUADRO
MANUAL DE OPERACIÓN	4.1
MANUAL DE MANTENIMIENTO	4.2
MANUAL DE SEGURIDAD	4.3
HOJAS DE REGISTRO	4.4



MANUALES

MANUAL DE OPERACIONES

Cuadro No.4.2

Elaborado por: Alno. Chalco Milton

Revisión No. 1

Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo

Fecha:

Para evitar que los sistemas de cierre y de inyección se desplacen en la mesa superior del bastidor, se empernan a esta estructura los platos portamoldes fijo y ajustable.

Finalmente y antes de la inyección, se colocan las guías machos y hembras en la mitad fija del molde.

Una vez ya preparado con los aditivos correspondientes, es introducido en el cilindro de inyección para su calentamiento, ocupando todo volumen disponible.

Para tal efecto se conectan las resistencias eléctricas en paralelo a la fuente de de 110 V y se espera un tiempo de 17 minutos, para que el caucho o plástico alcance su estado de fusión.

En este estado y por acción tan solo del peso de la palanca de inyección, el material debe empezar a fluir por la boquilla.

El proceso de colado se debe realizar con una velocidad constante de 10 cm. /seg. Eso quiere decir que la palanca de inyección va a recorrer 10 centímetros en un segundo permitiéndonos, así tener una buena fundición del avión.



MANUALES

MANUAL DE OPERACIONES

Cuadro No.4.2

Elaborado por: Alno. Chalco Milton

Revisión No. 1

Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo

Fecha:

Al verificar esta situación, se cierra herméticamente la cavidad de inyección y se procede a inyectar, ejerciendo la acción del peso del operario sobre la palanca.

Antes de extraer la pieza moldeada, la alimentación de la energía es desconectada, para evitar el sobrecalentamiento de del caucho.

Al extraer el avión a escala es necesario que la palanca de inyección regrese a su posición previa.

Entonces se coloca nuevo material en el cilindro para que empiece a calentarse. Y se acciona la palanca de cierre para separar la placa portamoldes móvil de la fija, y de esta manera tener acceso al producto inyectado.

Antes de sacar el la pieza se debe dejar enfriar por lo menos unos 5 minutos

Al retirar la pieza del molde, la pieza debe ser inmediatamente sometida a un proceso de enfriamiento.

Como la plancha móvil en la cual va alojado una parte del molde hay que extraerlos en lo cual se debe tomar en cuenta que el macho que tiene la cabeza “loca” es el primero en desenroscarse.



	MANUALES	
	MANUAL DE OPERACIONES	Cuadro No.4.2
	Elaborado por: Alno. Chalco Milton	Revisión No. 1
	Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo	Fecha:

Nuevamente se colocan los machos en la mitad fija del molde, se acciona el sistema de cierre para desplazar el plato porta-moldes móvil hacia el fijo, se conectan la alimentación de energía, y el ciclo de inyección se inicia otra vez.



MANUALES

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Cuadro No.4.3

Elaborado por: Alno. Chalco Milton

Revisión No. 1

Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo

Fecha:

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de manual de mantenimiento para la correcta utilización y conservación de la matriz para la máquina inyectora de caucho.

2. ALCANCE

Mantener en condiciones óptimas de operación y brindar capacitación al personal involucrado del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico el procedimiento correcto de operación y mantenimiento para esta.

2. MANTENIMIENTO

Para mantener un continuo y satisfactorio funcionamiento de la matriz se debe realizar una inspección periódica de la misma en la cual se requiere tan solo mantener lubricadas todas las partes de la máquina inyectora de caucho.

Mantener lubricado el molde para que no se produzca corrosión.

Inspeccione después de cada operación en cada tiempo mas corto, todas las partes de la máquina a inyección que estén lubricadas y luego colóquela en un lugar seco para evitar la corrosión.



MANUALES

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Cuadro No.4.3

Elaborado por: Alno. Chalco Milton

Revisión No. 1

Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo

Fecha:

Mantenga limpio el dispositivo del molde de inyección libre de impurezas y de óxido.

Registre cada operación de mantenimiento y causa de efecto en el libro de vida de la matriz y en si la máquina manual de moldeo por inyección para llevar un buen control de su servicio.



MANUALES

MANUAL DE SEGURIDAD

Cuadro No.4.4

Elaborado por: Alno. Chalco Milton

Revisión No. 1

Aprobado por : Ing. Trujillo Guillermo

Fecha:

1. OBJETIVO

Instruir al operario cuales son los posibles peligros que pueden ocasionar al momento de poner en funcionamiento la máquina de inyección de caucho y la matriz.

2. ALCANCE

Evitar los peligros que puede ocasionar cuando se ponga en funcionamiento la máquina y en si la matriz.

3. PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD

Mantener en orden y aseado el lugar de trabajo, libre de suciedad y obstáculos que incomoden al operario.

Depositar el material de desecho en lugares apropiados para ello "basurero".

Tener mucho cuidado cuando el caucho este en estado de colabilidad ya que este puede causar quemaduras graves.

Trabajar con equipo de protección, guantes, gafas, etc.

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 PRESUPUESTO

Para la construcción de la matriz por inyección se utilizó materiales, máquinas, herramientas que fueron escogidos de la mejor manera para minimizar costos de construcción tomando en cuenta la operación y mantenimiento de la matriz.

5.2 Estudio Económico

Durante la realización de esta matriz lo que mas se destacó son los siguientes costos económicos.

- Materiales
- Máquinas herramientas
- Mano de obra

Materiales

En este caso comprende toda la, materia prima requerida y utilizada en la construcción de la matriz por inyección.,

Máquina Herramientas

En la construcción de la matriz por inyección se utilizó máquinas y herramientas se realzo tareas de taladrado, lijado y se realizaron procesos de cortes.

Mano de obra

En cuanto a la mano de obra comprende la construcción del modelo, montaje, desmontaje y limpieza.

5.3 Análisis Económico.

Cuadro 5.1 Costo de los materiales

No.	ITEN	CANT.	UNIDAD	V / UNITARIO USD	SUBTOTAL USD
1	BALSA	1	Tira de 50 cm.	2	2
2	PERNOS 5/16 x 2 Pulg.	4	unidades	0,25	1
3	PLACAS DE ACERO De 21cm. x 24 cm.	1		200	200
4	RESINA POLIESTER CON POLVO DE DIAMANTE	6	Libras	300	300
TOTAL					503

Cuadro 5.2 Costos de la máquina y herramienta

No.	ITEM	CANT.	UNIDAD	V / UNITARIO USD	SUBTOTAL USD
1	HOJA DE SIERRA	1	Unidad	2	2
2	LIJA PARA MADERA Y HIERRO	2	Unidades	0.50	1
3	TALADRO	2	Horas	1	2
TOTAL					5

Cuadro 5.3 Costo de la mano de obra

ITEM	SUBTOTAL USD
Modelo del avión en balsa	5
Montaje y desmontaje	5
TOTAL	10

Cuadro 5.4 Costo total de la matriz de moldeo por inyección

ITEM	VALOR TOTAL (USD)
Materiales empleados	503
Herramientas y equipos	5
Mano de obra	10
COSTO TOTAL DE LA MATRIZ	518

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El presente estudio ha permitido desarrollar una matriz de inyección para la producción de aviones kfir a escala, que se utilizará en la máquina manual de inyección así satisfaciendo una necesidad del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- La matriz en si es un cuerpo sólido la cual permite tener un buen acople entre el molde móvil y el molde fijo manteniendo así un buen sellado mientras se realiza la inyección del caucho, obteniendo así un producto bien terminado.
- En cuanto a la máquina de moldeo por inyección en la cual va a ser utilizada la matriz, la máquina no presenta ninguna complicación para adaptar cualquier tipo de matriz o molde, adquiriendo gran versatilidad en cuanto a la gran variedad de artículos moldeados.
- De manera general el moldeo por inyección es el proceso de transformación de los materiales como el caucho por lo tanto además del caucho, las maquina en estudio puede inyectar otros tipos de materiales como el polietileno, poliestireno, y el polipropileno.
- En cuanto a la fabricación de los aviones se toma en cuenta que de 12 aviones 10 tienen un excelente acabado, lo que implica un rendimiento del 83.3 %.

6.2 Recomendaciones

- La operación tanto de la máquina como de la matriz es totalmente sencilla, basta acoplarse con la secuencia del procedimiento de al inyección y la calidad del producto será óptima.
- Para mantener la máquina y a la matriz en perfectas condiciones de funcionamiento se debe dar un mantenimiento periódico, así evitando corrosión y daño en la máquina y matriz.
- Con el fin de optimizar el proceso de producción de la máquina se debe tomar ciertas acciones tendientes a cumplir con este objetivo, así inmediatamente después del desmoldeo es aconsejable enfriar el producto en agua para evitar deformaciones en el avión.
- El material de desecho del desmoldeo es decir la mazarota a los artículos que por cualquier motivo hayan sido imperfectos pueden ser reciclados sin necesidad de un tratamiento posterior.
- De manera general, la matriz debe permanecer en atmósfera inerte, libre de todo tipo de corrosión para preservar el fino acabado de su superficie.

BIBLIOGRAFÍA

- MENGES G., Moldes para inyección de plástico, Quito, editorial Gustavo Pili S. A.
- JREIN Moldes, matrices, y estampados, Ediciones EDIDAC.
- Biblioteca de Consulta Microsoft®, (2003. © 1993-2002), Encarta®, Microsoft Corporation.

Anexos

ANEXO A

Matriz de inyección del avión kfir



Figura 1. Placa fija



Figura 2. Placa móvil

ANEXO B

PLANOS DE LA MATRIZ DE INYECCION

ELABORADOS EN AUTOCAD