

41126
20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**“MODIFICACIÓN, PARTES Y DISEÑO DE UN
TROQUEL PROGRESIVO”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
(ÁREA MECÁNICA)
P R E S E N T A :
CHAIRES RANGEL JUAN MARTÍN

ASESOR: ING. RODRÍGUEZ LORENZANA ALEJANDRO

SAN JUAN DE ARAGÓN

2002

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta tesis esta dedicada a:

MI DIOS Y MI VIRGEN:

QUE SON MI SUSTENTO ESPIRITUAL.

A MI MADRE:

QUE FUE UN GRAN APOYO EMOCIONAL.

A CARMEN:

QUE SIN SU GRAN APOYO, NO HUBIERA LLEGADO AL FINAL.

A MIS HERMANAS QUE TANTO AMO:

ANA, MAGDA, CHELA.

A MIS HERMANOS:

PABLO, MANUEL, ARTURO, LUIS, JESUS

A LA UNAM, A LA ENEP ARAGON, A MI ASESOR, A LOS PROFESORES, Y A TODA AQUELLA PERSONA QUE HAYA APOYADO MI FORMACIÓN.

B

MODIFICACION, PARTES Y DISEÑO DE UN TROQUEL PROGRESIVO.

| | |
|--|----|
| II.- INTRODUCCIÓN. | 1 |
| III.- ANTECEDENTES. | 2 |
| 1. TIPOS DE TROQUELES. | |
| 1.1 TROQUEL COMPUESTO. | 5 |
| 1.2 TROQUEL DE DOBLES. | 6 |
| 1.3 TROQUEL PROGRESIVO. | 8 |
| 1.4 TROQUEL DE ACUÑADO. | 9 |
| 1.5 OTROS. | 10 |
| 2. PARTES DE UN TROQUEL PROGRESIVO. | |
| 2.1 ZAPATAS. | 11 |
| 2.2 MATRIZ. | 13 |
| 2.3 PUNZONES. | 15 |
| 2.4 BUJES. | 17 |
| 2.5 PORTA PUNZONES. | 18 |
| 2.6 REGLAS. | 19 |
| 2.7 ELEMENTOS DE UNION. | 19 |
| 2.8 COLUMNAS. | 20 |
| 2.9 MUÑÓN. | 20 |
| 2.10 PLACA INTERMEDIA. | 21 |
| 2.11 PLANCHADOR. | 21 |
| 2.12 SUFRIDERA DE PUNZONES. | 21 |
| 2.13 PILOTOS. | 22 |
| 2.14 TOPES. | 22 |
| 3. DISEÑO DEL TROQUEL. | |
| 3.1 DISEÑO DE LA MATRIZ. | 26 |
| 3.2 DISEÑO DE PUNZONES. | 28 |
| 3.3 DISEÑO DE LAS REGLAS. | 29 |
| 3.4 DISEÑO DE PLACA PORTA PUNZONES. | 30 |
| 3.5 DISEÑO DE PILOTOS. | 31 |
| 3.6 DISEÑO DE BUJES. | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 4. ACEROS Y TRATAMIENTOS TERMICOS. | |
| 4.1 TIPOS DE ACEROS. | 33 |
| 4.2 ACEROS PARA UN TROQUEL. | 34 |
| 4.3 TEMPLADO DE ACEROS DEL TROQUEL. | 35 |
| 4.4 REVENIDO EN LOS ACEROS DEL TROQUEL. | 37 |
| 5. PARTE EXPERIMENTAL. | |
| 5.1 MODIFICACION DE PUNZON. | 39 |
| 5.2 EVALUACION DE CORTE DE LA PIEZA. | 41 |
| 5.3 VIDA UTIL DEL PUNZON MODIFICADO. | 42 |
| 5.4 ANALISIS DE CORTE DE PIEZA. | 43 |

RESULTADOS.

CONCLUSION.

ANEXOS.

BIBLIOGRAFIA.

Introducción.

E

INTRODUCCION:

" NUNCA ACEPTES EL FRACASO HASTA NO HACER EL ÚLTIMO INTENTO, Y NO LO HAGAS EL ÚLTIMO INTENTO HASTA NO HABER TRIUNFADO".

ANONIMO.

Desde la época de piedra, los seres humanos buscaron la manera de simplificar su trabajo, inventando herramientas que fueran eficientes para sus necesidades (principalmente para cazar), razón por la cual primero hicieron uso de materiales que encontraron a su mano como: madera, alguna piedra afilada etc. hasta que por fin descubrieron los metales, aunque era muy reducido el uso de estos, ya que durante siglos solo utilizaron unos cuantos (bronce, cobre, hierro y plomo). Ya tenían los metales, pero se necesita una máquina herramienta que realice la forma deseada para un fin específico, y es por esta necesidad que es inventada la taladradora en 1778, esta realizaba pequeños barrenos y fue inventada por Jhon Wilkinson. Años más tarde es inventado por Henry Maudsley el primer torno en 1794 dando así un gran avance en el maquinado de metales.

Ahora bien, se tiene el metal y máquinas herramientas para hacer piezas, aunque no con mucha precisión, pero sí muy útiles en su época. Al maquinar estas piezas, se requiere de especificaciones que deben cumplir, razón por la cual en 1861 Sorby realiza un trabajo en donde se conoce que es lo que sucede con los metales cuando se calientan o se trabajan mecánicamente, dando así inicio a los tratamientos térmicos en una forma científica, ya que antes se realizaban de forma empírica.

Finalmente se tiene el metal (acero), las máquinas-herramientas, y se sabe tratar térmicamente al metal para que alcance altas durezas. Por otra parte esta pleno auge la revolución industrial, en donde se dejó por un lado el trabajo artesanal, surgiendo ciudades y pequeños talleres que comienzan a producir las cosas en serie. Con este conjunto de circunstancias históricas se dan las condiciones idóneas para el surgimiento de una herramienta que producirá piezas metálicas de diversas formas en masa. Dándose de esta manera la fabricación del primer troquel en Inglaterra, en el siglo XIX y al llegar esta herramienta a EUA, es perfeccionada.

En la actualidad el diseño de herramientas es una cuestión bastante interesante y complicada y día a día se requiere mayor exactitud para poder diseñar, fabricar y dar mantenimiento a los troqueles, aunado a esto el alto costo de su mantenimiento; se hace necesario un buen conocimiento de estas herramientas tan indispensables en el área metal-mecánica.

Capítulo 1

Tipos De Troqueles.

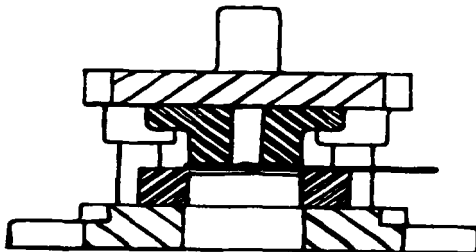
TIPOS DE TROQUELES:

*"TU FUTURO ESTA NO ESTA EN TUS MANOS, ESTA EN TU MENTE"
ANONIMO.*

1.1 TROQUEL COMPUESTO:

Al troquel lo podemos definir como la herramienta de mayor precisión que se fabrique, ya que sus tolerancias, el material con el que se elabora, sus dibujos y todo lo que lleva consigo, implican toda una tecnología de los materiales y diseño. Aunque el troquel también es llamado molde, para nuestros fines y de aquí en adelante, simplemente lo llamaremos troquel.

Entre los diseños de troqueles, el troquel compuesto es sugerible para piezas que sean, sencillas con cortes poco complicados y con algún embutido, dobles, biselado, estampado o alguna operación sencilla, como es el caso de un engrane, rondana, campana, moneda, etc. ya que entre sus limitantes, es que se debe de realizar la pieza de un solo paso, es decir por cada vez que la prensa baja, debe de hacer el troquelado total, razón por la cual no podemos realizar piezas complicadas, ya que se podría despostillar el punzón, la matriz o bien con cualquier pequeño desajuste, salir las piezas fuera de tolerancia.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Troquel compuesto, su principal característica es que con un solo punzonado la pieza sale terminada.

Entre sus ventajas están que una vez comenzando a producir, tendremos que despreocuparnos por cualquier operación posterior, ya que la pieza es hecha en su totalidad, otra ventaja es que nos disminuye el costo de producción de la pieza que se troquele, ya que no es necesario ningún otro troquel, para un procedimiento posterior, finalmente solo es necesaria una prensa, ya que en otro procedimiento, sería necesario el uso de mas de un troquel, mas de una prensa, para la producción de la pieza requerida, y por consiguiente de otro operario, aumentando costos en maquinaria, mano de obra, energía y espacio.

Es decir este tipo de troqueles son diseñados y elaborados para piezas de poca complejidad, aunque se gasta mucho más en mantenimiento que cualquier otro troquel, debido a que cada vez que termine con su producción, tiene que ser ajustado en todas sus componentes, checando que sus tolerancias, alturas y todos sus componentes estén conforme al dibujo, pero todo esto se justifica por todas las ventajas antes mencionadas.

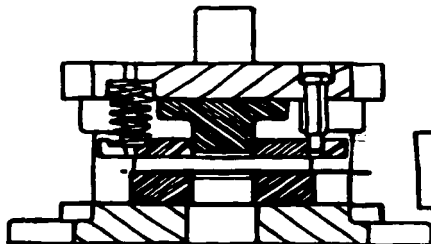
Es importante señalar que en el diseño y en el mantenimiento es necesario incluir siempre limitadores, ya que si a estos troqueles se les da mas de la presión requerida, pueden causarse daños irreversibles en punzones y matrices o en casos severos, sufrir ruptura total y salir pequeños fragmentos de material templado proyectados a gran velocidad.

1.2 TROQUEL DE DOBLES

El troquel de dobles es de los mas comunes que podamos hayar, ya que junto con el progresivo y el compuesto son los que mas uso tienen en la industria metal mecánica.

Gran parte de las piezas que son troqueladas, tienen dobleces o tienen diferentes ángulos, por lo cual es necesario el diseño de un troquel de dobles, aunque en piezas muy complicadas se requieren de dos, tres o hasta mas troqueles de dobles, aquí es importante señalar que hay ocasiones que los troqueles de dobles también tienen que hacer barrenos, ya que debido a que las piezas son dobladas, los granos del material, solo fluyen por donde se lleva a cabo el dobles, y de hacerse el barrenado antes del dobles, este se estirara, y si era redondo quedara ovalado.

Es lógico que un troquel progresivo o compuesto puede realizar un dobles sencillo, pero cuando el dobles es complicado, o con muy poca tolerancia y la pieza tiene que ser puesta de acuerdo a especificaciones mínimas (hay ocasiones en que tienen que pasar por un juez, que checa varias medidas y todas tienen que coincidir) es mucho mejor diseñar un troquel de dobles, que con solo ajustar unos pernos de registro nos dará las especificaciones requeridas, pero en contra parte, si la pieza no requiere de tolerancias muy reducidas, es mejor que los dobleces sean en un troquel progresivo o compuesto. Otro factor determinante en la toma de decisión de un troquel de dobles, es cuando la pieza es demasiado grande, por ejemplo el toldo de un automóvil si se realizara en un troquel progresivo, el tamaño de la prensa seria grandisimo, es mejor realizar la figura en un troquel progresivo de recorte y la forma en un troquel de dobles.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Después de salir de una pieza de un troquel progresivo es común que se realice un troquelado de dobles.

Entre las ventajas de un troquel de dobles, esta que las piezas pueden entrar a juez mucho más fácilmente que en un compuesto o progresivo, su mantenimiento es mínimo y difícilmente se daña, además por medio de dispositivos o brazos mecánicos se pueden abastecer de piezas a dichos troqueles. Entre sus desventajas están que su costo inicial es caro, requiere de un operario por cada operación de dobles que realice, se requiere de una prensa extra, etc.

El troquel de dobles por tener que realizar los ángulos o formas que requiera la pieza se le llama de segunda operación, es decir, la primera operación la realiza un troquel progresivo o un compuesto y en donde se le da la forma se le llama segunda operación.

Como medida precautoria, es importante que donde se diseñen troqueles de doblez, se ponga siempre limitadores, es decir elementos que condicionen la presión máxima de la prensa, ya que si no los hay, se puede dañar seriamente el troquel, también es importantísimo que el troquel sea checado constantemente en sus medidas, ya que si alguna llega a fallar por desgaste, el operario de la prensa es muy común que le aplique mas presión a la prensa para que se ajuste la pieza conforme a tolerancias, en algunos caso en donde el desgaste es intenso, es recomendable implantar insertos de carburo de tungsteno, para evitar dicho desgaste.

1.3 TROQUEL PROGRESIVO:

El troquel progresivo es el mas usado en el troquelado de piezas, ya que este funciona por medio de pequeños avances (llamados pasos), y en cada paso, se le va realizando una operación, la cual consiste, ya sea un barrenado, un dobles, un recorte complejo, el contorno de la pieza o bien la pieza terminada.

En la actualidad el troquel progresivo a evolucionado mucho, ya que con las maquinas manejadas por control numérico y principalmente las hiloerccionadoras, es posible realizar punzones y matrices de gran complejidad en estos troqueles, por lo tanto en algunos casos son capaces de tener hasta diez estaciones, es decir, antes de salir la pieza, se han realizado diez avances con troqueles diferentes.



Vista física de un troquel progresivo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El troquel progresivo es tal su importancia que cualquier pieza tiene que ser troquelada en este troquel o en un compuesto (el troquel compuesto tiene usos específicos y limitados), es muy posible hablar que del 95 por ciento de las piezas troqueladas de una maquina de escribir mecánica, son realizadas por medio de un troquel progresivo.

Otro ejemplo claro es una chapa de la puerta de nuestra casa, el 90 por ciento de las piezas troqueladas, son hechas en un troquel progresivo y así seguir enumerando un sin fin de piezas troqueladas.

El troquel progresivo tiene muchas ventajas, ya que una vez comenzando a producir piezas, lo único que se tiene que hacer es alimentarlo con lamina y puede alcanzar a producir, hasta 120,000 piezas o muchas mas, dependiendo del numero de piezas que realice en cada vez que se realice el troquelado, en troquelados sencillos como son las rondanas, es posible realizar gran cantidad de piezas en tan solo tres pasos, pero en ocasiones en piezas complicadas solo se puede realizar una en seis o mas pasos.

El tamaño de estos es muy variado, pueden ser desde pequeños de 30cm de largo, 20cm de ancho y 15cm de altos, hasta troqueles de varias toneladas de peso, como los usados en la industria automotriz o en la industria aeronáutica, aquí es importante señalar que primero mencione distancias y luego peso, ambas son validas, además, un troquel se deben adaptar a las características de la prensa, es decir, si se requiere hacer alguna pieza pequeña, no justificaria el costo de la compra de una prensa pequeña, si solo hay prensas de gran capacidad, es preferible diseñar un troquel grande que realice muchas piezas, aunque solo se utilice poco.

Entre sus limitantes es no poder realizar piezas de gran complejidad, ya que si se realizan, su costo en mantenimiento seria muy alto y se podría dañar con mucha facilidad.

1.4 TROQUEL DE ACUÑADO:

El troquel de acuñado, es muy propio en la elaboración de monedas, emblemas etc. este tipo de troqueles son elaborados en gran parte por pantógrafos o por electroerosión de penetración, estos troqueles son propios para un fin específico, y son poco comunes. Entre sus principales problemas es que con el uso, las formas o figuras se van deteriorando, por lo cual constantemente se tiene que erosionar la matriz y el punzón, además es muy importante no exceder la presión requerida, ya que puede dañarse fácilmente el punzón o la matriz, aquí es indispensable el uso de limitadores (son topes que condicionan la cantidad de presión que pueda ejercer el punzón o la matriz a la pieza troquelada), también en este tipo de troqueles es muy importante la altura, ya que en ocasiones el punzón, puede estar hecho por partes y si todas sus partes no mantienen la misma altura, a la hora de troquelar se puede apreciar de un lado más penetración y por consecuencia una mejor definición de la moneda o del elemento troquelado y por otro a penas perceptible la figura. En algunos troqueles las tolerancias permitidas entre las diferentes alturas son de 5 centésimas de milímetro, incluso para ajustar a cero hay linternas de 3, 5, 8, 10, y 12 centésimas de milímetro. También es importante erosionar todas las partes que acuñan el troquel y no solo una, ya que de lo contrario de la parte que halla sufrido un mayor desgaste, acuñara menos que la que no ha tenido desgaste, a pesar de que tengan la misma altura. El troquel de acuñado en formas y tamaños es muy variado, al igual que la mayoría de los troqueles esto dependerá de las necesidades del troquelado a elaborar.

1.5 OTROS:

Hay gran cantidad de troqueles clasificados por sus usos, aparte de los antes mencionados, entre los más comunes están los de biselado y estruccion, generalmente el nombre se les asigna, depende del tipo de operación que realicen. Si se pudieran clasificar los troqueles por importancia- uso, estarían en primer lugar los progresivos, compuestos, de dobles, de acuñado, de estruccion y biselado. la importancia de cada uno, radica en el tipo de proceso que se lleve a cabo, por ejemplo en una planta donde se realicen ollas express, el más importante es el de estruccion, al igual en una empresa donde se hagan tubos, pero en la casa de moneda, los mas importantes serán los de acuñado, y así sucesivamente, pero en términos generales en cualquier empresa siempre se encontraran los progresivos.

Un troquel es muy importante en el área metal-mecánica, aunque cada día hay muchas piezas que son sustituibles por piezas de plástico; en cuanto a características mecánicas, de durabilidad, de desgaste etc. aun no hay plásticos que suplan fácilmente a las piezas metálicas.

Capítulo 2

**Partes De Un Troquel
Progresivo.**

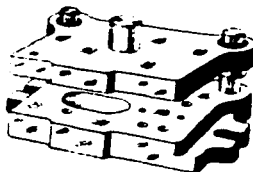
PARTES DE UN TROQUEL PROGRESIVO.

"EN LA VIDA SE NECESITA ACTITUD Y APTITUD PARA LLEGAR A CUALQUIER PARTE".

CARMEN CHAIRES.

2.1 ZAPATAS:

Las zapatas son elemento primario de un troquel, generalmente ya están estandarizadas, aunque estas se pueden realizar conforme a necesidades o a diseño, las zapatas pueden variar de tamaño y dimensión, hay autores que les llaman zócalos, la principal función de estas es mantener la estructura firme y rígida del troquel, es decir es la parte superior e inferior del troquel, unidas entre sí por dos columnas paralelas, las zapatas también sirven para sujetar punzones y matrices, así como para sujetar todas las partes del troquel, que generalmente tienen elementos de unión como tornillos roscados.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Son diversas las formas y los materiales de las zapatas, pero las más comunes son como las mostradas en la figura.

El material ideal para las zapatas es el hierro colado, debido a sus características mecánicas principalmente la de no deformarse, pero por cuestión de costo en la actualidad hay muchas zapatas que se construyen con acero al carbón como un 1040 o un 1045. Las zapatas con este material, son bastante funcionales, aunque en ocasiones cuando se llegan a "amarrar las columnas" o se cae el troquel, estas se deforman fácilmente o bien tienden a torcerse, en cambio con las hechas con hierro colado no sucede esto.

Otro aspecto importante es que las zapatas hechas con acero al carbón, tienden a desgastarse mucho mas que las de hierro colado, por lo cual en muchas ocasiones se hace necesario un mayor mantenimiento, ya que se deben de mandrilar y poner bujes nuevos, la presión requerida para el buje es aumentar dos centésimas mas que el barreno que esta en la zapata, y de preferencia que al comienzo del buje, se tenga una pequeña reducción en el diámetro exterior para facilitar su entrada en el orificio hecho en la zapata.

Otro factor importante es que cuando se este maquinando la zapata (siempre y cuando sea de hierro colado) se debe de evitar que tenga contacto con aceite, ya que este material con aceite dificulta su maquinado, si existe un calentamiento excesivo, es sugerible esperar a que se enfríe, ya que de lo contrario, si se trabaja con algún refrigerante, existe el riesgo que patine la sierra y pueda causar daño al operario. Aunque lo ideal es que toda la zapata sea hiloerosionada.

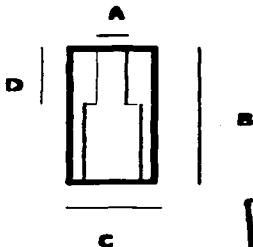
En la actualidad, al recibir el troquel (solo entregan zapatas y columnas) es necesario rectificar las zapatas por ambos lados, ya que estas nos darán la referencia de todo el troquel, es importante dejar un buen rectificado, es decir, que la rectificadora de varias pasadas, con poco avance, con gran cantidad de soluble, para así obtener un acabado muy fino.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.2 MATRIZ:

La matriz es uno de los principales componentes de un troquel y a que por medio de esta se hacen barrenados, dobleces, acuñados, etc.

Las matrices se dividen principalmente en de figura, de recorte, redondas y seccionadas. Las redondas son las mas sencillas, de elaborar, como su nombre lo indica, son matrices que hacen círculos en la tira del material, las mas importantes son las que dan el paso, también es muy común encontrar barrenos en muchas piezas por lo cual muchos troqueles de todos tipos llevan varias matrices redondas. En la actualidad toda la placa es hiloerosionada, inclusive las matrices redondas, cuando estas se llegan a despostillar mas de cuatro décimas de milímetro, es sugerible, hacer una penetración de 10 milímetros y darle 7 milímetros de vida a la matriz, en caso que la placa no este templada, la matriz entrara en su cavidad con una presión de una o dos centésimas, pero si la placa esta templada solo una con una centésima. Aquí también es importante mencionar que si la matriz esta fisurada o rota, pero el material troquelado no presenta ninguna rebaba, es conveniente que la matriz siga produciendo.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- Matriz redonda. A: Diámetro interno.
B: Longitud total.
C: Diámetro externo.
D: La vida de la matriz.

La matriz seccionada tiene gran uso en los troqueles que no son hiloerosionados en su totalidad, ya que esta consiste en una superficie redonda con un perno de referencia y una figura irregular, esta está constituida de dos partes de medio círculo cada una y orientadas por un perno, estas principalmente son perfiladas, con un ángulo de medio grado hacia abajo, esto es para evitar que se pueda quedar atascado el material. Una variación de la matriz seccionada es la matriz de recorte, la cual tiene como función el cortar partes que pudieran ser críticas para el troquel, como son las acabadas en punta.

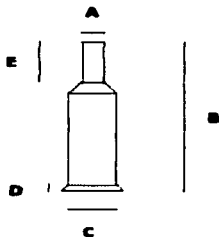
La matriz de figura, es aquella que recorta todo el contorno de la pieza ya troquelada, esta es muy importante, ya que determina las medidas y las tolerancias de la pieza.

Hay mucho mas tipos de matrices, como las de acuñado, las cuales le dan la forma o el diseño a lo que se troquele, o de embutido o de extruccion, las cuales le dan la forma por medio de pequeños golpes hasta obtener la profundidad deseada, las de biselado, las cuales le dan cierta inclinación a la orilla de la pieza, o como tantas otras que son muy especificas, dependiendo del tipo de trabajo que realicen.

2.3 PUNZONES:

Los punzones al igual que las matrices, son los elementos más importantes en un troquel, ya que por medio de estos, se determinan el tamaño, forma, y acabado de la pieza troquelada.

Hay muchos tipos de punzones, en cuanto a forma como en tamaño, los hay desde figuras de un milímetro, hasta de varios metros de largo, los que son muy extensos se realizan en partes, ya que resultaría muy difícil maquinar estos de una sola pieza, además que si de alguna parte se fractura o se rompe, se puede reemplazar solo la parte dañada. Si los punzones se clasifican en cuanto a forma, hay de muchas formas, por ejemplo los de paso, que son redondos y determinan el avance de la tira de material, los hay de recorte, estos son los que se encargan de cortar las partes complicadas de las piezas troqueladas, los hay de figura, los cuales recortan todo el contorno de la pieza.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Punzón de agujereado

- A : Diámetro del punzón.
- B : Longitud total del punzón.
- C : Diámetro del cuerpo del punzón.
- D : Longitud de la cabeza.
- E : Vida del punzón.

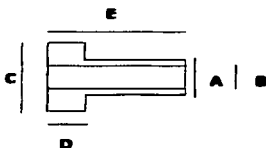
Los hay de doblez, los cuales son los que se encargan de dar la forma y los ángulos deseados a la pieza, aquí es importante mencionar que en algunos casos conviene darles en forma práctica un grado mas al punzón, por la recuperación elástica que tiene el material, o bien hacerte una "vena" (consiste en un pequeño borde en la orilla del punzón de dobles) para que la recuperación elástica del material sea mucho menor y la presión de la prensa sea menor, también hay punzones de embutido o de extracción, en los cuales es sugerible darle un ángulo de salida para evitar que el punzón se "atasque" y pueda romperse, este ángulo dependerá del material troquelado, también hay punzones de estampación, los cuales por medio de presión dan la figura que fue erosionada al material en proceso, hay muchos mas punzones, los cuales los llaman por el tipo de troquelado que realicen. También es valido clasificar a los punzones solamente en redondos y de figura.

En algunos lugares, a los punzones de dobles, también los conocen como machos. En la actualidad los punzones son sujetos a la placa porta punzones, por medio de dos pernos, son fáciles de cambiar en caso de ruptura, ya que son hiloerosionados en maquinas de cnc y el ajuste es mínimo. Hay muchos troqueles que aun se realizan por medio de punzones redondos y se les da forma por medio de un cepillado, y son orientados por bujes redondos colocados en la placa intermedia, este proceso es tardado y depende de la habilidad del matricero para ajustar el punzón, ya que durante el templado, este se puede torcer y no coincidir con la matriz, o por dar mas luz de la requerida, esto representa un verdadero problema, cuando van a cero luz (esto quiere decir que lo que mide la matriz debe de medir el punzón) ya que cualquier pequeña falla y ya no servirá el punzón y se deberá de volver el proceso de su fabricación, aunque las ventaja que este representa es que difícil mente se descabeza.

2.4 BUJES.

Los bujes son elementos generalmente redondos con dos diámetros una cabeza y un cuerpo que son proporcionales al tipo de pieza que valla a entrar o a deslizarse dentro o fuera de estos, los bujes van empotrados en diferentes partes del troquel. Por lo general, estos son empleados en tareas de mantenimiento, es decir, cuando a habido un desgaste en alguna pieza del troquel y la tolerancia que debe existir ya es sobrepasada, existe un juego perjudicial para este, razón por la cual debe de hacerse un orificio redondo, en el cual se inserta un buje y el troquel vuelve a tener las especificaciones según diseño. También tienen gran importancia los bujes, cuando los punzones son redondos, ya que estos son la guía en la placa intermedia.

En un troquel los bujes pueden ser empleados en diferentes partes, por ejemplo en las zapatas donde están las columnas, en la placa intermedia, etc. el material del buje puede variar, dependiendo el tipo de esfuerzo que se realice, el buje puede ser un hierro colado, de un acero templado, de un acero al carbón o hasta de bronce, lo importante es la presión que estos tengan, ya que debe de ser de una a tres centésimas, dependiendo del lugar, el tamaño y el tipo de esfuerzo que realicen, por ejemplo: el adecuado para que se deslice la columna en la zapata es el buje de hierro colado o bronce fosfatado, con una presión de dos centésimas con un ajuste h7 y rectificado, lo contrario a un buje que se localiza en la placa intermedia y que sirve de guía, este tiene que ser de acero indeformable, con una dureza de 60 a 62 Rc, rectificado y con un ajuste h7.



Dibujo de un buje.

- A: Diámetro exterior.
- B: Diámetro interior.
- C: Diámetro de la cabeza.
- D: Longitud de la cabeza.
- E: Longitud total.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.5 PORTA PUNZONES:

Los porta punzones, son placas de acero mediano carbón sin tratamiento térmico de ocho o diez milímetros de espesor, de los cuales cinco son para que entre la cabeza o bien los pernos de sujeción del punzón. Esto dependerá del tipo de punzón que sea, si es "clavado", será redonda la cavidad, con un perno de referencia de tres milímetros, en caso que el punzón haya sido hiloerosionado, se sujetará con dos pernos. La placa porta punzones esta sujeta con tornillos, los cuales se dejarán apenas sujetos, y estos se apretarán en su totalidad, hasta que el troquel haya sido nivelado.

Solo en casos muy específicos una placa porta punzones puede llevar pernos de registro con un ajuste h7, y por lo general solo sujeta un punzón de figura cuando tiene pernos. Por último es importante dejar un desnivel entre la placa porta punzones y la cabeza del punzón que puede ir de una décima a dos décimas de milímetro, este juego es para que el punzón se reacomode en caso de que no haya un paralelismo entre la placa porta punzones y el buje que se encuentra en la placa intermedia.

2.6 REGLAS:

Las reglas son utilizadas en un troquel progresivo, como las guías por donde pasara el material (que generalmente es lamina de acero, aluminio, cobre o bronce). Estas deben ser de un material templado con una dureza superior a 56 Rc, ya que debido al constante paso de la lámina, estas tienen un gran desgaste y más aún si la lámina es semitemplada. Las reglas, no deben de tener un juego mayor a una décima de la tolerancia de la lámina (la tolerancia mayor), ya que de tenerlo, existe el riesgo, que al acomodarse con los pilotos, esta se mueva y los rompa o llegue inclusive a romper los punzones si son pequeños, estas deben de estar sujetas con elementos roscados y posesionadas con pernos de registro, por lo general los pernos de registro, posesionan a las reglas, matriz y zapata inferior, y los elementos roscados solo posesionan a las reglas y la zapata. Otra característica de las reglas es que una es más corta que otra, para su fácil colocación en el armado de troquel, de ser iguales es conveniente que las reglas se marquen con puntos o letras de golpe, indicando donde debe de ir cada una. Con lo que respecta a su espesor, no hay una norma, ya que en espesores de un milimetro es conveniente que tengan cinco veces su espesor, pero en dos milímetros y medio, esta norma no aplica, tampoco cuando el espesor es de dos o tres décimas de milimetro (ver figuras partes 9 y 10).

2.7 ELEMENTOS DE UNION:

Los elementos de unión generalmente son tornillos allen, de diferentes medidas, estos van en función del tamaño del troquel, en raras ocasiones se utilizan soldaduras, estas son más propias de mantenimiento, estas pueden ser de plata por medio de acetileno, de electrodos autotemplantes o soldadura normal por medio de arco eléctrico o bien por medio de microalambre, con argón.

2.8 COLUMNAS:

Las columnas son elementos por donde se desplaza la zapata superior y están sujetas en la parte inferior, normalmente son redondas, con dos diámetros, uno que sujeta la parte inferior (es el diámetro mayor) con una presión de tres o cuatro centésimas de milímetro y el otro con un ajuste H7. En la actualidad hay gran diversidad de columnas, desde la más comerciales, hasta las más complejas, compuestas por muchos rodamientos que evitan que estas se "amarren", aunque la desventaja es que son de importación y en ocasiones no es fácil adquirirlas, además de su alto costo. Su dureza debe ser de 58 Rc en adelante, su acabado es rectificado, sus dimensiones son muy variadas, aunque hay medidas estandarizadas.

Las columnas juegan un papel importante en un troquel, ya que estas son los elementos que le darán la precisión a todo el troquel como conjunto, ya que alinean a la zapata superior, placa intermedia y zapata inferior, hay troqueles que llevan dos o cuatro columnas, y otras suplementarias para cuando se realizan piezas de precisión (como para componentes electrónicos). Es sugerible que cuando haya un desgaste en una columna se cambie, y que solo en casos muy específicos se saque una columna de su posición, ya que al volverla a posesionar, el troquel puede presentar pequeños desajustes y dejar fuera de tolerancia las piezas.

2.9 MUÑÓN:

El muñón es la parte del troquel, que tiene como función sujetarlo con la prensa en la parte superior. Es de acero mediano carbón, puede tener diversas formas, pero por lo general, es cilíndrico, con alguna forma en su cuerpo o bien solo cilíndrico, con una rosca que va en función con el peso del troquel, es importante señalar que este debe de ir bien apretado a la hora de sujetarlo a la prensa, además es sugerible, hacerle un orificio en la parte superior, para que ahí se introduzca una varilla que haga palanca y así asegurar su buen "amarre".

2.10 PLACA INTERMEDIA:

La placa intermedia tiene un uso importante dentro de los troqueles principalmente en los progresivos, ya que es por medio de esta placa en donde se guían los punzones, generalmente tienen la figura del punzón, aunque si el punzón es redondo se utilizaran bujes también redondos.

La placa intermedia es de un acero mediano carbón, guiada por tasas (que pueden ser dos o cuatro generalmente), estas son de acero templado, unidas a la placa intermedia por pernos y tornillos, con un ajuste h7, en ocasiones cuando los punzones se han agotado, y la base del punzón (conocido también como capitel), comienza a rozar, es necesario darle mas holgura a la placa intermedia para que los punzones no choquen con esta (ver figura parte 4).

2.11 PLANCHADOR:

El planchador tiene como función el aprisionar la tira o la pieza, con la matriz, para que bajen los punzones y troqueleen la lámina. El planchador es de un espesor de 6.5mm. es de un material templado, generalmente un acero mediano carbón con una holgura entre punzones de una décima de milímetro, este está fijado por dos o más pernos de referencia y cuatro o más tornillos, si es muy largo, es sugerible realizarlo por partes, para que sea más fácil sustituir una parte, en caso de que haya ruptura, este puede ser soldado, con plata (ver dibujo parte 17).

2.12 SUFRIDERA DE PUNZONES:

La sufridera, debe hacerse de un acero templado, con una dureza superior a 55Rc, generalmente es una placa con un espesor de 4.5mm. con varios barrenos para que se sujete con la placa porta punzones. La función de la sufridera, es evitar que la cabeza de los punzones pueda dañar la zapata, ya que al haber una diferencia de durezas, la cabeza del punzón comienza a clavarse en la zapata dañándola (ver figura parte 9).

2.13 PILOTOS:

La función de los pilotos, es alinear la tira, para que esta sea troquelada, es decir da el paso. Los pilotos son de acero templado, con la misma dureza y tolerancia de un punzón, su función es importante, ya que de estos depende la precisión con la que se troquele la tira, por lo cual constantemente se debe de checar que tengan las especificaciones de diseño, ya que al tener contacto con la lámina troquelada, estos tienden a tener mucho desgaste. Un troquel puede tener desde cuatro, hasta mas de diez pilotos, dependiendo del numero de pasos que tenga la tira.

2.14 TOPES:

Los topes tienen como función evitar que la tira sea sobre aprisionada, ya que en ocasiones se excede en presión el troquelador y puede dañar la tira, con el uso de topes, solo puede ser aprisionada la tira hasta un décimo de milímetro. El inconveniente es que se puede torcer la placa intermedia, ya que sobre de esta recae toda la presión extra. Los topes son de acero normal, sin tratamiento térmico, son redondos y generalmente son cuatro o más, su diámetro dependerá del tamaño del troquel.

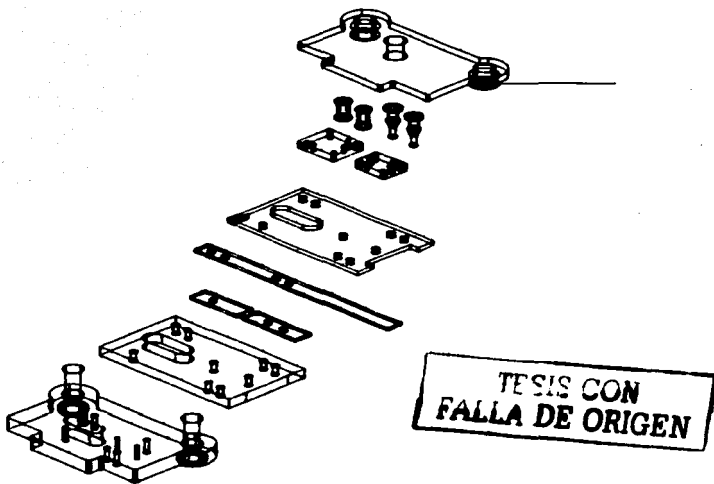
Capítulo 3

Diseño De Un Troquel.

DISEÑO

DE

TROQUEL.



DISEÑO DE TROQUEL:

"CONTINUAMENTE NOS TOPAMOS CON GRANDES OPORTUNIDADES BAJO EL MAGISTRAL DISFRAZ DE UN PROBLEMA SIN SOLUCIÓN" ANÓNIMO.

PASOS A SEGUIR PARA EL DISEÑO DE UN TROQUEL.

- 1.- Estudiar y analizar la parte para la cual se ha de diseñar el troquel, clase de material, espesor, forma etc.
- 2.- Calcular la presión necesaria para el troquelado (corte, dobléz, etc.).
- 3.- Ver si tenemos la prensa con las especificaciones necesarias para efectuar el trabajo, altura de cierre mínima, potencia, carrera, distancia del centro de la espiga hasta la garganta, etc. para adaptar nuestro diseño a ellos.
- 4.- Hacer un prediseño en bosquejo a mano alzada o libre procurando desperdiciar lo menos que se pueda 4el material a trabajar para el producto, de ser posible hacerlo en autocad.
- 5.- Empezar a dibujar el troquel en forma completa a escala hasta donde sea posible con trazo tenue todas sus vistas y cortes necesarios para poder interpretarlo en forma clara y correcta por cualquier persona.
- 6.- Analizar cada uno de sus puntos del funcionamiento.
- 7.- Después de estar seguro del diseño llenar líneas, en la actualidad todo esto se puede modificar en autocad sin mayor problema.
- 8.- Numerar y acotar medidas de montaje.
- 9.- Hacer lista de materiales especificando numero, cantidad, descripción, material y medidas maquinables.
- 10.- Rayado de secciones, cortes y vistas.
- 11.- En el despiece indicar tipo de aceros o material, cantidad, temple, dureza, cantidad de piezas, escala y tolerancias.

- 12.- La revisión se debe hacer con otra persona con otro criterio para evitar el máximo de errores antes de pasar la información al taller para su proceso.
- 13.- Una vez elaborado el diseño se puede conocer su costo, el de el material, la materia prima, etc.
- 14.- También podemos calcular tiempo de fabricación, personal capacitado, tipo de maquinaria solicitada para dicha fabricación, etc.
- 15.- Finalmente entre mayor número de piezas estándar tenga el troquel será mejor, ya que será mucho más rápida su reparación.

3.1 DISEÑO DE LA MATRIZ:

Al diseñar una matriz, se tienen que tomar en cuenta algunos criterios, que van desde los teóricos hasta los prácticos, también es importante mencionar que se deben de enumerar todas las partes y elementos de la matriz, para evitar que se tenga que gastar en un retrabajo.

En las grandes empresas, es muy común que ya todo se haga por hiloerosión, pero este procedimiento es caro y en algunos casos cuando la hiloerosionadora sufre algún daño, las piezas soy de importación y tardan algún tiempo en llegar, por ejemplo: un motor (el cual determina las coordenadas X o Y que tiene una precisión de milésimas de milímetro) es importado desde Japón y puede tardar hasta tres semanas en llegar, esto representa mucho tiempo, o bien, si es un taller mecánico que no cuenta con el presupuesto para tener hiloerosionadora, se hace uso de las máquinas convencionales como son fresa, erosionadora, cepillo, rectificadora, etc. para maquinarse la matriz. Razón por la cual aquí se mencionará la forma de diseño de la matriz, por métodos convencionales.

Al diseñar una matriz, se tienen que tener en cuenta: Las dimensiones de la pieza, espesor de la pieza, forma del contorno de la pieza y tipo de matriz. Es común que las piezas pequeñas se construyan de una sola pieza la matriz, y si las dimensiones de la matriz son grandes, esta es recomendable que se construya en partes, ya que tiene muchas ventajas, por ejemplo: se produce menos deformación en el temple, se puede corregir la deformación mediante el rectificado, se puede sustituir cualquier parte en caso de rotura y se evita maquinarse piezas de dimensiones mayores.

En una placa matriz, al diseñarla debemos de tener en cuenta todos los siguientes elementos: orificios para tornillo (estos deben de estar con cuerda antes de templar, debe de ser cuerda fina para una mejor sujeción). Orificios machueliados para sujeción de guías o bien barrenos para perno de deslizamiento de tira, barrenos de pernos de referencia para matriz y reglas, barrenos para eleva cinta, barrenos para pilotos, barrenos para limitadores, espacio para matrices seccionadas y/o matrices redondas y en casos extremos, si queda muy cerca de las columnas, hacer una descarga de cinco milímetros para evitar un posible accidente o dañar la columna cuando se afile la matriz (ver figura partes 16, 2, 11, 12).

En caso de que la pieza sea simétrica, es importante diseñar los barrenos y pernos de referencia de la matriz a diferentes distancias, ya que si son equidistantes, puede el matricero armar el troquel invertido y causar severos daños a la herramienta.

Generalmente no se construye un troquel, se construyen muchos, por lo cual es económico que se hagan placas matriz standard, que se pueden mecanizar durante los periodos de poco trabajo, o por aprendices, almacenándolas para cuando sean utilizadas, estas placas ya están bajo medidas específicas, ya sea por el fabricante de troqueles o por normas internacionales o por normas de la empresa o taller que las realiza.

También con las matrices redondas es lo mismo, hay medidas estándares para las más comunes, estas medidas son dadas por los fabricantes o bien por los diseñadores y se pueden producir en serie, para economizar.

Finalmente cuando una matriz es grande, es conveniente hacerla por secciones, ya que se evita dificultad del maquinado, se produce menos deformación en el temple, entre otras ventajas, aquí es bueno mencionar, que una regla fundamental en la unión de elementos de matriz es que si tienen aberturas con contornos curvados NO aplicar nunca la línea de unión tangencialmente a un arco.

3.2 DISEÑO DE PUNZONES:

Al diseñar un punzón, se tiene que tomar en cuenta lo siguiente: Estabilidad, para evitar la desviación. Tornillos adecuados para retenerlo en la carreta ascendente. Correcta situación de las clavijas para la exactitud en el posicionado. Seccionamiento si es necesario.

Mientras sea un punzón redondo no habrá mayor problema, debido a que no importa si este cambia de posición o no, cuando el punzón tiene alguna figura y es redondo del cuerpo, tiene que ser fijado por algún método, los más usuales son pequeñas varillas en la cabeza o bien pernos, aunque es más práctico por medio de pernos (pernos de referencia), en algunas ocasiones pueden ser fijados mediante un corte recto en la cabeza del mismo.

Con lo que respecta a los punzones que son fijados por una base (capitel) es conveniente hacerles un radio que sirva como soporte y así evitar que sufran fractura, ya que este les da estabilidad. Por otro lado cuando el espacio es limitado se puede dejar una parte para otros componentes, es decir dejar sin la parte de capitel que se requiera para otro elemento.

Cuando los punzones son grandes no requieren capitel, se pueden sujetar de la base con tornillos y pernos, sin olvidarse de hacer una descarga a los pernos para que salgan fácilmente si así se requiere. Los punzones, al igual que las matrices cuando son grandes es conveniente que se hagan por secciones, las cuales deben estar provistas de sus respectivos pernos y tornillos (ver figuras partes 6, 7, 15).

Si se tiene una pieza grande, es común que se atore en el punzón, razón por la cual se le tiene que poner extractores o expulsores para que la pieza no se quede adherida, estos están compuestos por un resorte y un prisionero que regula la presión. Aquí es importante mencionar que si el punzón es grande, se debe de poner un destalonado que consiste en darle algún ángulo al punzón, para que sea menor la presión que se requiera para cortar la pieza o bien cuando hay muchos punzones juntos, ya que de no hacerse así se puede deteriorar la pieza. Los destalonados pueden ser en forma de V de un solo lado o según la pieza lo requiera.

Aunque existen medidas estándar en el diseño de troqueles, solo son referencias, ya que el diseñador se debe de adaptar a las condiciones, prensas, y materiales a la mano, el fabricante de zapatas, puede tener zapatas estándares, pero si el diseño requiere salirse de los parámetros establecidos, no hay ninguna norma que indique que no se puede hacer, incluso, un punzón para elaborar una misma pieza puede ser diseñado de una manera diferente por dos personas, ya que cada una incluirá su criterio y experiencia para su diseño.

3.3 DISEÑO DE LAS REGLAS.

Las reglas o también conocidas como guías, tiene como función, que por medio de estas se deslice la tira del material. Aquí es importante mencionar que no solo se puede guiar la tira por medio de reglas, también pueden existir pernos guías, cuya función es la misma que las reglas, pero estos son metidos a presión en un barreno previo y sujetados por medio de una rondana y un tornillo, estos son usados en troqueles progresivos que cortan piezas a diferentes medidas, ya que solo se sacan los pernos y se ponen otros en otra posición y se corta otra pieza, estos son prácticos, aunque los barrenos por donde entran al paso del tiempo pueden aumentar de diámetro y moverse.

Al diseñar las reglas se tiene que tener en cuenta lo siguiente: La elección del material (se debe utilizar acero de herramienta templado en la fabricación de estas, ya que al pasar la lámina, esta sufre un desgaste excesivo). El espesor adecuado, tanto la regla posterior como superior, deben ser suficientemente gruesas para evitar que la tira se atore y cause posible flexión en la tira. Exactitud en su posición. Las superficies de contacto con la tira deben estar rectificadas. Como dato anexo, siempre deben de contar con pernos de referencia y tornillos, para asegurar su buen posicionamiento.

Primero se deben de diseñar las reglas anteriores, y deben de mantenerse unidas con las posteriores para que se deslice de manera eficiente la tira, en algunas ocasiones las reglas llegan a tener anchos diferentes, ya que sirve de tope y de regla a la vez, esto solo es usado en troqueles de mucha precisión en donde se pone un punzón de recorte.

El espesor de las reglas es algo arbitrario, ya que por ejemplo a espesores de lamina pequeños (como de .10 a .50mm) no existe una proporción, y para espesores de lamina mayores si, aunque se pudiera estandarizar, ya que si el espesor esta entre .10 y 2.0mm pueden ser las reglas de 6mm. ya que de un espesor más pequeño y con lo largo, estas a la hora de templarlas se tuercen y es muy difícil de enderezarlas, en ocasiones se fracturan o rompen en el proceso. Lo que si es importante es que tengan una dureza superior a 56 RC después de ser revenidas, ya que de no ser así, estas se comenzaran a desgastar de una manera rápida (ver figura parte 5 y 10).

3.4 DISEÑO DE PLACA PORTA PUNZONES:

En el diseño de portapunzones, es necesario tener en cuenta ciertos criterios, como por ejemplo: El espesor adecuado para soportar correctamente el punzón. Suficiente introducción de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación esta placa debe de estar rectificadas por ambos lados, si es para un punzón se diseña generalmente de sección cuadrada, con dos pernos de registro y dos tornillos, estos irán en función del punzón. Cuando el punzón es de figura, es necesario crear un método de sujeción para que este no gire de la cabeza, el método más común es por medio de un orificio con tolerancia h7 en el cual se meterá a presión un perno que será el que le dará la posición al punzón. En algunos casos cuando la pieza lleva diferentes alturas (después de haber sido dobladas), en estos casos la placa portapunzones llevara diferentes alturas.

El espesor sugerido para la placa portapunzones, es en la proporción de 1 ¼ veces el diámetro del cuerpo del punzón redondo (esto no aplica en los punzones hiloerosionados).

Cuando se trata de varios punzones en una placa portapunzones, (caso muy común en los troqueles progresivos) se puede calcular la fuerza separadora con una fórmula muy sencilla, mediante la fórmula:

$$P = (LxT) / 0.00117$$

DONDE: L = Longitud del corte, en este caso la suma de los perímetros de todas las caras de los punzones perforadores.

T = Espesor del material.

P = Fuerza en libras.

En casos cuando solo son punzones redondos, no es necesario que la placa portapunzones tenga pernos de registro, ya que son autocentrados con los bujes de la placa intermedia. Cuando se le da mantenimiento al troquel (cuando es desarmado en su totalidad), los tornillos de la placa intermedia son los últimos en apretarse, ya que de no hacerse así, se puede forzar la placa intermedia (ver figura parte B)

Por último, es importante que el perno de referencia del punzón de figura, tenga descarga, ya que en caso de rotura de este, es fácil sacarlo.

3.5 DISEÑO DE PILOTOS:

En el diseño de pilotos, al igual que al diseñar cualquier parte del troquel, se deben de tener recomendaciones previas, en para este caso son: Deben ser suficientemente fuertes, para que los choques repetidos no sean causa de fractura. Deben de tener la punta redondeada, para su fácil introducción en el agujero de la tira. Los pilotos largos y de poco diámetro deben estar suficientemente guiados y soportados para evitar que se curven. Deben ser de fácil extracción cuando sea afilado el troquel. Deben tener suficiente dureza para que no se desgasten con facilidad y por último, deben de ser de un material grado herramienta.

Hay varias clases de pilotos, entre los más comunes están los llamados con sobresalto que están sostenidos con una tuerca. La punta del piloto puede ser redonda o a 60°, también hay pilotos sostenidos por tornillos, entre los mas comunes se encuentran los que entran a presión en el punzón, estos no deben de exceder dos centésimas de milímetro de presión ya que pueden dañar el punzón. En los troqueles progresivos es muy común encontrar pilotos con resorte en la parte inferior, sujetos por un prisionero que esta en la zapata. En todos los casos los punzones son redondos, el diámetro ira en función de características o cualidades de la pieza troquelada, solo en casos extraordinarios el piloto tendrá alguna forma irregular.

El punzón debe de entrar en la tira y ajustarla para que se comience el troquelado de la pieza, lo que se recomienda para tal operación es de $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{3}$ del espesor del material. Aunque lo importante es el ajuste que existe entre el barreno y el diámetro del punzón.

Para centrar la lámina hay dos formas, una directa y otra indirecta, la directa consiste en centrar directamente los pilotos en agujeros perforados en la superficie de la tira, los cuales forman parte de la pieza. Mientras que el indirecto consiste en perforar agujeros en la superficie de la tira de recorte, para los cuales hay varias condiciones: 1) Tolerancia muy precisa en los barrenos (al entrar los pilotos pueden agrandar el diámetro). 2) Agujeros demasiado pequeños (se requirieren pilotos pequeños que se pueden pandear). 3) Agujeros demasiado próximos a los bordes de la pieza. 4) Agujeros en una parte débil. 5) Agujeros demasiados próximos. 6) Piezas sin agujeros y 7) Salientes en los agujeros.

3.6 DISEÑO DE BUJES:

El diseño de bujes, casi es algo monótono, ya que consiste en un cilindro (generalmente), con una cabeza, la cual puede entrar a presión, o bien con tornillos y en algunos casos con pernos de registro los valores y medidas variaran en función de las necesidades.

Los bujes en un troquel, son utilizados en la placa intermedia, ya que esta sirve de guía para los punzones redondos y los pilotos, cuando el troquel a trabajado por un buen tiempo o es requerido con mucha frecuencia, las piezas se van deteriorando y van perdiendo precisión razón por la cual se hace necesario ajustar de nuevo el troquel y si este presenta mucho juego entre sus componentes, es necesario el uso de bujes.

El uso de bujes más común es en la zapata, cuando a habido un desgaste y existe juego entre las columnas u la parte en donde estas se deslizan, es conveniente hacer los bujes de bronce o hierro colado, de ser posible ponerles pernos de registro y tornillos, además de entrar con una presión de dos o tres centésimas de milímetro de presión. Lo mismo se puede hacer en la placa intermedia, en la parte en donde pasan las columnas, en este caso es sugerible hacer los bujes con un material templado, que contenga una alta dureza. En la zapata cuando a habido un desgaste en donde entran los pernos, es importante poner bujes templados, ya que estos dan la referencia a los punzones. En donde no es recomendable poner bujes bajo ningún motivo es en las reglas, aquí es sugerible rellenar los barrenos con soldadura y mandrilar, para dar posición nuevamente (ver pp. 17 y 23).

Capítulo 4

Aceros y Tratamientos Térmicos.

ACEROS Y TRATAMIENTOS TERMICOS.

*"NO TEMAS A LA COMPETENCIA, SI NO HA TU INCOMPETENCIA".
J. A. RAZO*

4.1 TIPOS DE ACEROS.

Hay múltiples tipos de aceros, los más comerciales son: Aceros herramienta, acero maquinaria, acero inoxidable y aceros especiales.

Por acero se entiende la composición de hierro con carbón, el cual puede ser aleado por uno o más elementos para darle características específicas.

El CARBÓN no es considerado una aleación, pero al alearse al hierro, aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y de la resistencia a la abrasión y al desgaste. El MANGANESO es utilizado para desoxidar y desgasificar el acero, se combina con el azufre para dar mayor facilidad de maquinado. Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la resistencia a la abrasión y desgaste, aumenta la facilidad de cementado. El FOSFORO aumenta la dureza y facilita el maquinado, pero vuelve al acero frágil y que sea quebradizo. El AZUFRE aumenta el maquinado y disminuye la facilidad de soldar y la tenacidad. El SILICIO es desoxidante y desgasificante, aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la permeabilidad magnética. El CROMO aumenta la resistencia a la tracción y aumenta la dureza y la tenacidad, da resistencia a la abrasión y desgaste, produce resistencia a la corrosión y oxidación. El NIQUEL aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza sin sacrificar la tenacidad, aumenta la resistencia a la corrosión cuando se introduce mas el 8%. El MOLIBDENO aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la tenacidad y conserva la dureza a temperaturas elevadas. El TUNGSTENO aumenta dureza y tenacidad, produce resistencia a temperaturas elevadas y mantiene alta resistencia a la cizalla. El VANADIO aumenta la dureza, produce resistencia a golpe fine, intensifica el efecto de otras aleaciones. El COBALTO mantiene la dureza al rojo y aumenta la tenacidad e intensifica el efecto de otras aleaciones.

4.2 ACEROS PARA UN TROQUEL:

En un troquel, los aceros más importantes son los de grado herramienta (conocidos comercialmente como indeformables), ya que con estos se construyen punzones, matrices, pilotos, bujes y columnas, en menor grado de importancia le preceden los de mediano carbón (comercialmente conocidos como 1040, 1045, 1050 o 1055), con estos se construyen la placa intermedia, reglas, sufridera, limitadores, muñón, planchador y porta punzones, en la actualidad por costos, la zapata se hace de un acero 1040, en lugar de hierro colado.

Es importante señalar que el factor costo es importante para asignación de un acero para la construcción de un troquel, en las partes en que no se debe de escatimarse el costo, es en la compra de un acero para matrices y punzones, ya que de estos depende el buen funcionamiento del troquel, aunque resulta muy difícil generalizar el tipo de acero para una matriz o punzón, esto es debido al tipo de trabajo que se vaya a realizar, de esta manera si el troquel es para cizallado, extrusión, dobles o cualquier otra función se requerirá de un acero diferente para cada tipo de trabajo que se realice, incluso en algunos casos es recomendable hacer insertos de carburo para garantizar un mínimo de deformación y desgaste en determinadas partes del troquel.

En los troqueles progresivos, se emplea el mismo acero para matriz y punzones, del grado herramienta tipo D el cual esta compuesto por alto carbón y alto cromo, en donde el contenido de carbón va de 1.50 a 2.35 y el de cromo es del 12.00, el cual puede contener el 3.00 de cobalto o bien el 4.00 de vanadio, todo esto es recomendado por la American Society For Metals.

Las características del acero tipo D son las siguientes: el endurecimiento es entre 950 y 1100 grados centígrados, temple es en aceite, la dureza es de 56 a 62 rockwell C, la templabilidad es profunda, las propiedades de no deformación son óptimas, la tenacidad es deficiente, el endurecimiento al rojo es buena, la resistencia al desgaste es óptima, la maquinabilidad es deficiente y la resistencia a la descarburación es regular. Este acero es comercialmente denominado como indeformable, bora o con diversos nombres si es de importación, aunque por reconocimiento mundial, el mejor acero es el sueco, y es distribuido en México por palmer. Estos aceros son reconocidos al esmeril, debido a que su chispa es pequeña, amarilla en intensa, su distribución es en placas y redondos de diversos tamaños y su pedimento puede demorar hasta varias semanas.

4.3 TEMPLADO DE ACEROS DEL TROQUEL:

El templado consiste en calentar el acero a una temperatura predeterminada (de austenización); mantener esta temperatura hasta que el calor haya penetrado hasta el corazón de la pieza y enfriar bruscamente en el medio correspondiente según el tipo de acero (aire, aceite o agua). En el caso de los troqueles progresivos, el medio de temple es el aceite para matrices, punzones, bujes columnas y pilotos, con una temperatura aproximada a los 1100 grados centígrados, y el medio de temple para el planchador, sufridera de punzones, topes y reglas es el agua, la temperatura aproximada de temple es de 900 grados centígrados. Aquí es importante señalar que el color del material nos dará una referencia de que tanta temperatura tiene, en el caso de los indeformables (AISI aceros del grupo D), el color del material debe ser apenas amarillo, y en el caso de los aceros al carbón debe ser casi rojo.

Antes de templar es conveniente precalentar el acero, debido a que los aceros de herramienta son malos conductores del calor, al precalentar el material se tienen las siguientes ventajas: Elimina las tensiones del maquinado. Acorta el tiempo necesario para templar y así reduce la decarburización y creación de escamas y por último disminuye la deformación que pudiera resultar (es conveniente precalentar entre 650 y 700 grados centígrados los aceros que se utilizaran para cizallar o doblar).

Aquí es importante "señalar que la estructura, dureza y resistencia resultantes de un tratamiento térmico se determinan por la rapidez del enfriamiento real obtenida del proceso de temple. Si la rapidez de enfriamiento real excede a la rapidez crítica de enfriamiento, solo se obtendrá martensita, si la rapidez real de enfriamiento es menor que la rapidez crítica de enfriamiento, la pieza no endurecerá completamente. A mayor diferencia entre las dos rapididades de enfriamiento, los productos de transformación serían más blandos y la dureza menor."

Ahora bien durante el proceso de templado, es normal que se produzca una pequeña capa de color negro llamada cascara debido a que el acero se expone a una atmósfera de oxidación, debido a la presencia de vapor de agua o de oxígeno en el horno. Para evitarla es sugerible un recubrimiento de cobre con una capa de varias centésimas de milímetro, o bien una atmósfera inerte respecto al acero los gases más comunes para este método son hidrógeno, amoníaco y gas quemado, los mejores resultados se obtienen templando en baños de sal, los cuales tiene entre sus ventajas:

- 1) transmitir la temperatura rápida y uniforme.
- 2) Facilitar la medición de la temperatura.
- 3) Evitar la decarburización.
- 4) Evitar la oxidación.
- 5) Producir superficie limpia.

En caso de no tener sales, es conveniente empacar la piezas en una caja de lámina protegiéndolas con ceniza, viruta de hierro gris o carbón vegetal y así templarlas.

El tiempo requerido para que el calor penetre es diferente para cada caso, pero se puede calcular de 5 a 10 min. Por cada 10 mm. de espesor y en caso que la pieza esté precalentada, se puede reducir el tiempo. Es importante rellenar los agujeros con barro refractario o asbesto, las herramientas débiles y de poca sección deben de soportarse dentro del horno para evitar que se deformen por su propio peso. **Es primordial tener cuidado que la temperatura sea uniforme, que no sea sobre pasada y que no se prolongue su tiempo más de lo indicado de lo contrario habría fuerte decarburización y crecimiento del grano.**

Si el acero templea en agua, ésta debe tener una temperatura de 20 a 30°C y si el acero templea al aceite, éste debe tener una temperatura de 50°C.

Es indispensable tener agua o aceite para que no suba mucho la temperatura al enfriar el acero.

Al enfriar bruscamente de la temperatura de temple al medio de temple agua o aceite, una herramienta, sufre un cambio de volumen, este cambio de volumen brusco causa fuertes tensiones internas en el acero, las cuales pueden causar roturas. Por esta razón nunca debe de permitirse que el acero se enfríe completamente. La herramienta debe de sacarse del medio de enfriamiento con la mano e inmediatamente revenirla para librar estas tensiones y así evitar roturas, pero eso lo veremos en el siguiente inciso.

Por último, es importante que al comprar un acero de acuerdo a su composición química no es garantía que su dureza total se obtendrá bajo ciertas condiciones de temple. Como la resistencia es el factor principal en el diseño, a menos que se deseen propiedades especiales, pareciera más económico basar la especificación del material en la respuesta a la templabilidad, para lo cual hay algunas pruebas o ensayos como el jominy.

4.4 REVENIDO EN LOS ACEROS DEL TROQUEL.

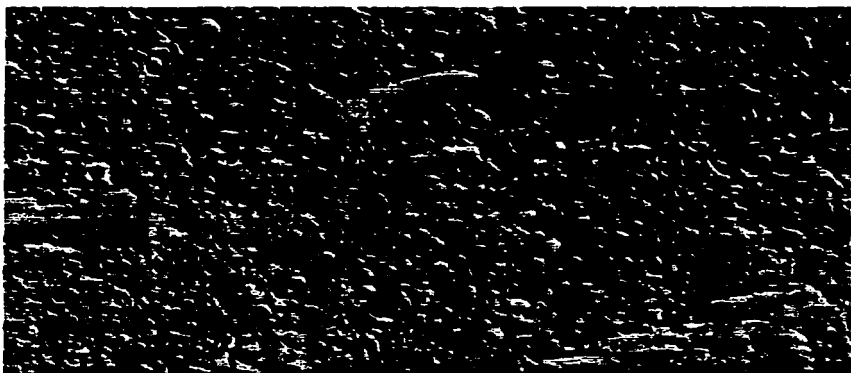
El acero en la condición martensítica sin tratamiento térmico, es demasiado frágil para la mayoría de las aplicaciones. La formación de martensita origina grandes tensiones residuales, por lo tanto, el endurecimiento casi siempre sigue de un tratamiento de revenido, el cual consiste en calentar el acero a alguna temperatura menor que la inferior crítica. El propósito del revenido es liberar los esfuerzos residuales y mejorar la ductilidad y tenacidad del acero.

Como se ha dicho, para liberar las tensiones del temple, el acero debe revenirse inmediatamente después de haberlo templado, entre las ventajas del revenido, es que aumenta la tenacidad del acero y da la dureza apropiada para cada uno. Es importante consultar las curvas del revenido para saber a qué temperatura se obtiene la dureza deseada.

En el proceso de revenido es importante indicar que el enfriamiento debe ser a temperatura ambiente. Las durezas indicadas después del temple, sufren algunas variaciones pero se pueden considerar exactas en $+ 0 - 2$ puntos de dureza Rockwell C. El tiempo requerido para revenir varía según la temperatura del revenido, si el revenido se hace de 200 a 300°C, se recomienda calcular como mínimo una hora por cada 10mm. de espesor o diámetro, si se hace a 150°C se recomienda dos horas por cada 10mm. y si el revenido se hace de 450 a 650°C basta con calcular 30min. por cada 10mm. de espesor.

El revenido se realiza con frecuencia a ojo, observando el color que aparece. La superficie de la herramienta debe pulirse para facilitar la observación del color, el cual debe ser un paja (café), cuando el material toma tonalidades moradas o azules, el revenido se ha pasado y como consecuencia disminuirá la dureza. Conviene agregar que en los aceros con alta aleación los colores de revenido aparecerán a una temperatura más alta que en los aceros normales.

La fotografía mostrada en la parte de abajo corresponde a una matriz templada y revenida de acero indeformable (aumentada 1000 veces), marca fortuna, la cual fue pulida y tratada con nital al 3%. La fotografía corresponde a la de los aceros tipo D2 con características de alto carbón y alto cromo, según "Atlas or microstructures of industrial alloys" del American Society For Metals, volumen 7, octava edición



TF SIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 5

Parte Experimental.

3E-A

PARTE EXPERIMENTAL:

*"CADA VEZ SAHEMOS MAS Y ENTENDEMOS MENOS"
ALBERT EINSTEIN.*

5.1 MODIFICACION DE PUNZON:

Hay ocasiones que por características propias de una pieza se tienen que hacer a un lado determinadas especificaciones de diseño, como puede ser el caso de los tornillos, pernos o cualquier otro tipo de componente del troquel, o bien cuando se hacen reparaciones, es necesario, modificar el troquel para reparar por ejemplo solo la parte dañada, por ejemplo: una matriz la cual fue mordida o fracturada de solo una parte, solo se recurre a reparar la parte dañada, a esta reparación se le llama inserto, pero no solo una matriz, también un punzón, el cual fue despostillado y no resulta rentable recuperarlo, se le puede hacer un postizo.

Pero que es lo que sucede cuando requerimos de un punzón redondo, el cual es de diámetro pequeño y el espesor de la lámina que troquelada es grande en función a dicho punzón. Una alternativa para realizar dicha operación puede ser el realizar el barreno por medio de una taladradora horizontal, pero que implica: 1) Una o varias taladradoras en función del número de piezas requeridas. 2) Operarios de dichas taladradoras. 3) Dispositivos para colocar la pieza. 3) Brocas. 4) Afilado para las brocas. 5) Espacio para las taladradoras. 6) Energía eléctrica para la taladradora. Etc. La otra alternativa es buscar la forma que dicho barreno se realice por medio de un troquel.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: se tiene una lámina de acero dulce de dos milímetros de espesor y se desea hacer un barreno de 1.15 milímetros. Características originales de un punzón: la parte útil (la vida) de un punzón redondo normal es de 10mm. La longitud total del punzón es de 60mm. Es de acero grado herramienta (del grupo de los D). La dureza debe ser de 60 a 62 Rc. Tratamientos térmicos, templado y revenido. Maquinado (torneado y posteriormente rectificado). Tolerancia h7 (+7 +47). Cabeza del punzón a 90°, juego entre la cabeza del punzón y el portapunzones de una décima de milímetro. Juego entre punzón y matriz (la luz) un décimo del espesor del material. Problema real: con "la vida" normal de un punzón este se romperá por flexión antes de que produzca piezas. El espesor máximo de un punzón debe de ser dado por la relación: S / D menor de 1.2; es decir, $S_{max} = 1.2 D$ para condiciones límites, donde **S es el espesor y D el diámetro**, aquí tenemos una relación de 1.7, por lo cual se tiene que modificar el punzón para obtener el barreno por troquelado.

Alternativas de solución: 1) Barrenar con un punzón de mayor diámetro y posteriormente biselar y pasar punzón para dar medida. 2) Punzonar directamente con punzón de 1.15mm con una vida no mayor a 3.5mm. 3) Biselar y punzonar. 4) Biselar, punzonar con punzón de 1.15mm. y poner en el siguiente paso otro punzón de 1.15 (ambos punzones con una vida no mayor a 3.5mm.).

5.2 EVALUACION DE CORTE DE LA PIEZA.

La pieza resultó con buen corte en el contorno, donde presentaba algo de rebaba fue en la parte del orificio de 1.15mm. pero esto era debido a que cuando el punzón realiza el barreno, queda en hueco la parte del biselado, aunque si la pieza pasa por un proceso de "ROBATO" se elimina fácilmente toda esta rebaba, aquí cabe mencionar que la rebaba nunca superó una décima de milímetro, por lo cual puede ser considerada la pieza como buena, o dentro de las especificaciones de rebaba normal.

En caso de que la pieza no hubiera permitido que se realizara un biselado, esta se hubiera tenido que hacer por medio de broca, ya que no hay otro medio por el cual se realice esta, si se realizara un dispositivo mediante el cual se fijaran y se barrenaran, este no podría diseñarse para barrenar tres piezas al mismo tiempo, ya que la broca podría romperse de manera fácil, la única manera de producir este barreno en serie, sería con varias taladradoras y un dispositivo de alimentación automático, pero el costo sería muy elevado y con muchas probabilidades de hacer gran cantidad de piezas que irían al desecho.

La pieza en términos generales resultó satisfactoria, ya que presentó en su gran mayoría, piezas dentro de tolerancia, y terminó la producción requerida al troquel. Como el troquel tiene un dispositivo de apagado automático, al romperse cualquier punzón, este se activa y se detiene la producción, pero al eliminar la pieza dañada, este funcionó produciendo de forma normal debido a que contaba con un punzón de respaldo, aunque por seguridad hubiera sido bien recibido que se anexara otro punzón en el siguiente paso.

"ROBATO": Procedimiento mediante el cual en una tina con piedras y piezas, se hacen girar y al contacto mutuo unas con otras se desprende la rebaba, este procedimiento puede durar varias horas, esto ira en función con la cantidad de rebaba y el acabado que se deseé.

5.3 VIDA UTIL DEL PUNZON MODIFICADO:

El término vida en los troqueles, ya sea matiz o punzón es la cantidad de material que estos tienen para poder ser utilizados, sin perder especificaciones de diseño, por ejemplo una matriz puede tener hasta 28mm. de espesor, pero de esta solo servirá una parte, esta irá en función del tipo y espesor del material troquelado, ya que no se le da la misma salida a la matriz de un material dúctil como el plomo o estaño a un acero semitemplado, si se diera la misma salida y luz, el primero se atascaría y el otro trabajaría de manera ideal. Por su parte en un punzón, las condiciones son variadas, por ejemplo: un punzón redondo, tiene por diseño una vida de 10mm, mientras que uno de figura o recorte con capitel puede tener hasta 27mm.

En comparación con los demás punzones, el que se modificó su vida útil es muy inferior, casi una quinta parte, ya que mientras los punzones redondos normales tienen una vida normal de 10mm. el punzón modificado es de apenas de 3.5mm. ahora si tomamos en cuenta que cada afilada es de aproximadamente 0.10mm, este tiene una vida de un milímetro, es decir diez afiladas, ya que de dársele más, se corre el riesgo que se deforme la pieza o se pueda dañar el troquel por un exceso de presión. El costo actual de un punzón de estas características es de 9 a 12 dólares.

Como medida precautoria, sería conveniente que los punzones de 1.15mm. tuvieran 0.50mm por debajo de los demás para que estos sean los últimos que troqueleen la lámina, y entren lo mínimo a la matriz. Así de esta manera se evitara que se pueda romper el punzón o sé de exceso de presión al troquel.

Es importante señalar aquí que la matriz no sufre ninguna variación en cuanto a su diseño, el único inconveniente es que las piezas se ven dañadas por las rebabas que se botan al troquelar la pieza, razón por la cual es conveniente que se ponga un sistema neumático constante que vote las rebabas hacia fuera del troquel.

Para finalizar es importante señalar que en este caso fue un acero bajo carbón, pero en otra situación pudo haber sido un acero al molibdeno, el cual con el impacto del biselado se endurecería, complicando mucho más el proceso. También no debe de pasar desapercibido que los punzones fueron hechos con un acero grado herramienta, que es con el que normalmente son hechos y presentaron un desgaste normal a cualquier otro bajo las mismas condiciones de trabajo, así que como conclusión quedaría que disminuyendo la vida del punzón se puede obtener mayor resistencia al impacto, siempre y cuando el diámetro sea igual o menor al espesor del material.

5.4 ANALISIS DE CORTE DE LA PIEZA:

Al troquelar una pieza, se debe observar una parte rugosa y una lisa, este es el indicativo de cuanto juego hay entre punzón y matriz. Si la mayor parte es rugosa, mayor será la cantidad de juego que haya entre punzón y matriz. En algunas ocasiones solo hay parte liza y con rebaba, (arrastre) esto nos indica que le falta luz, es decir, cuando el punzón cizalla sobre la matriz, el espacio existente entre estos es insuficiente para un buen corte y en ocasiones extremas cuando hay exceso de luz, la pieza en lugar de cortarse se dobla o viceversa si la luz es insuficiente se embute.

Otro caso común es que la distribución de la luz entre punzón y matriz no sea equidistante, razón por la cual alrededor de la pieza troquelada, haya partes lisas y rugosas distribuidas de una manera dispareja, aquí se debe de taponar la zapata y colocar al punzón en el lugar adecuado, inmediatamente informar a la secretaría técnica, para que se realicen las correcciones pertinentes.

En el caso de nuestra pieza, todo el contorno salió bien distribuido en cuanto a la luz, a excepción de las esquinas, ya que es casi imposible dejar una esquina a 90° y más si es hiloerosionada, ya que siempre quedara redondeada la esquina, por especificaciones propias del hilo y además quedará con costuras en donde sea el origen y final de la hiloerosión.

En donde si hubo un poco de rebaba y una mala distribución de la luz fue en el punzón modificado, ya que cuando el punzón entra para cizallar al barreno, "no encuentra la matriz" y arrastra un poco el material, hasta que comienza a cizallar, esto es debido a que con el bisel, queda una parte (aproximadamente medio milímetro) arriba de la matriz, la rebaba no es mucha, es menor a un décimo de milímetro, pero si se desea eliminar, se consigue con el procedimiento explicado anteriormente.

Resultados.

43-A

RESULTADOS:

*"CUANDO HAS DADO LO MEJOR DE TI, EL RESULTADO ES SECUNDARIO"
JUAN MARTIN.*

Alternativas de solución: 1) Barrenar con un punzón de mayor diámetro y posteriormente biselar y pasar punzón para dar medida. 2) Punzonar directamente con punzón de 1.15mm con una vida no mayor a 3.5mm. 3) Biselar y punzonar. 4) Biselar, punzonar con punzón de 1.15mm. y poner en el siguiente paso otro punzón de 1.15 (ambos punzones con una vida no mayor a 3.5mm.).

Soluciones: 1) El punzón que más se asemeja a la relación anteriormente citada es de 1.6mm. primero se barreno con este, posteriormente se realizó el bisel por ambos lados y finalmente se dio medida con el punzón de 1.15mm. Los resultados obtenidos fueron que no se obtenía la precisión deseada (tolerancia de +7 +47), la medida era variada en las piezas, razón por la cual no es muy fiable este procedimiento, ya que casi el 40% de las piezas tenían que ser desechadas. 2) La segunda alternativa resultó casi ideal, ya que brindaba una solución parcial al problema, entre sus inconvenientes esta que el punzón se rompe muy frecuentemente y en ocasiones sufría ruptura antes de comenzar la producción, en promedio reporto una producción de 700 piezas, antes de cambiar el punzón de 1.15mm. el inconveniente es que se necesita un alto costo de mantenimiento e ineficiente para altas producciones, además que si el operario da más presión a la prensa puede dañar la matriz. 3) Este procedimiento resultó más rentable, ya que se disminuía el espesor del material y posterior mente se le daba la medida adecuada, aunque en algunas ocasiones después de "montar" el troquel el punzón se rompió y se tubo que volver a cambiar, esta fue la idea que mostraba mejores resultados, ya que se satisfacía hasta la producción requerida. La alternativa número cuatro fue la más viable, ya que por medio de esta, el troquel produjo de forma normal, como si se tratase de un punzón común, aunque en algunas ocasiones fue necesario sustituir alguno de los dos punzones, pero esto fue después de haberse terminado la producción.

Conclusión.

44-A

CONCLUSION:

***"NO TENGO LA OBLIGACION DE SABER TODO, PERO
SI TENGO LA OBLIGACION A PREGUNTAR"***

MAGDA.

Los objetivos planteados al comienzo de la tesis se han cumplido, ya que la presente tesis puede servir como apoyo para el diseño o mantenimiento de un troquel.

Es importante señalar que el diseño de un troquel depende de la habilidad de cada diseñador, así como la experiencia con la que este cuente.

Los materiales a emplear dependerán de la capacidad económica de la empresa en donde se labore, ya que en algunas ocasiones en lugar de emplear acero indeformable, se llega a utilizar acero tratado (tx10), o bien las zapatas se llegan a hacer del material más barato que haya, es lógico que todos estos cambios repercutirán en las fallas del troquel así como en la vida útil de este. En situaciones de excesivo desgaste ya sea por dobles o corte, es conveniente poner insertos de carburo, aquí es necesario señalar que se debe de emplear el carburo adecuado para cada tipo de proceso.

También es importante añadir en lo mayor posible dispositivos de paro de prensa en caso de falla (rotura de punzones o matriz), o bien poner limitadores que eviten el daño del troquel por exceso de presión.

En caso que se labore en el área de producción, hay que recordar al troquelador las prioridades en caso de un accidente. Primero esta el operario, después esta la prensa y por último el troquel. Ya que el área metal-mecánica es la segunda actividad con mayor número de accidentes.

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE DIFERENTES MATERIALES.

MATERIALES

RESISTENCIA AL CORTE EN KG/MM²

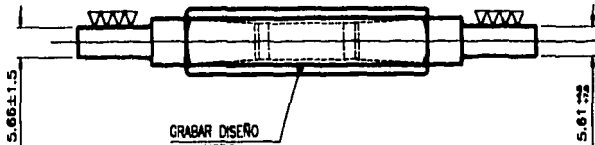
| | BLANDO | DURO |
|----------------------------|---------------|-------------|
| DURALUMINIO | 7-9 | 13-16 |
| ALUMINIO | 22 | 38 |
| COBRE | 18-22 | 25-30 |
| LATON | 22-30 | 35-40 |
| LAMINA NEGRA | 32 | 40 |
| LAMINA P/EMBUTIR | 30-35 | |
| LAMINA DE ACERO | 30-45 | 55-60 |
| ACERO CON 0.1% C | 25 | 32 |
| ACERO CON EL 0.2% C | 32 | 40 |
| ACERO CON EL 0.3% C | 36 | 48 |
| ACERO CON EL 0.4% C | 45 | 56 |
| ACERO CON EL 0.6% C | 56 | 72 |
| ACERO CON EL 0.8% C | 72 | 80 |
| ACERO CON EL 1.0% C | 80 | 105 |
| ACERO C/SILICIO | 45 | 56 |
| LAMINA ACERO INOX. | 52 | 56 |

**TESIS CON
MALLA DE ORIGEN**

Anexo.

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

048

GRABAR DISEÑO
Y MEDIDA

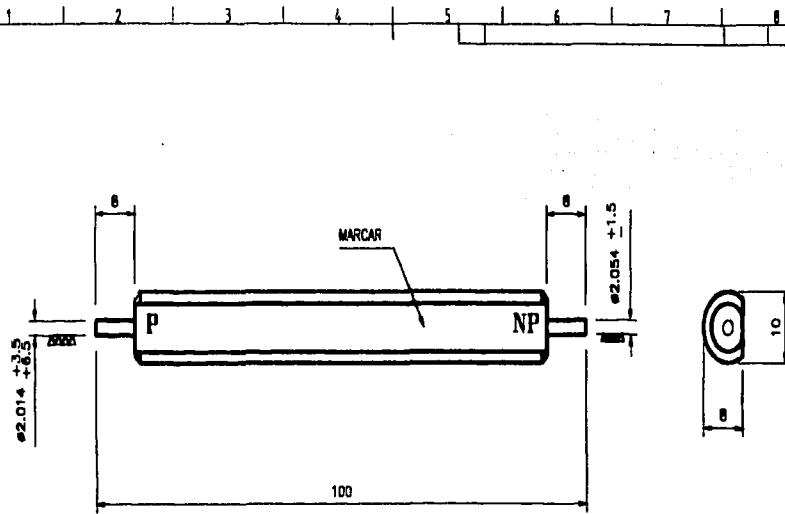
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NOTA

- USAR S.E. ANOTADOS Y GRABADOS No. DE DIS. Y DIMS. PARA LADO PASA Y LADO NO PASA.

| REF. | PZAL. | RESPONSABLE | PARTE: | | |
|--|---------------|------------------|--------------------|----------|---------|
| DISEÑO | REVISO | APROBADO - PZAL. | ARCHIVO | FECHA: | ENCALDA |
| JR. CHARRIS | A. LINDENBERG | | | | SI |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | JUEZ | | |
| | | | TÍT. T. | ENCUB. O | FECHA |
| | | | TEMPLADO 66-62 HRC | | |
| | | | B UT | | |

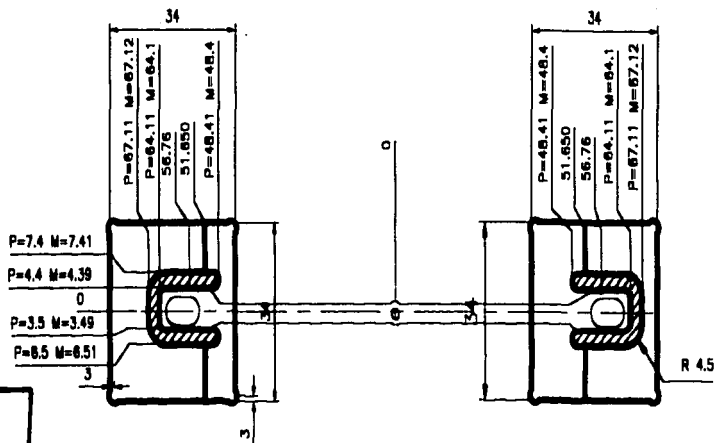
049



**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

| REF. | FECHA | DESCRIPCION | PARTE: | | |
|--|-------------------------|---------------------------------|---------|--------|---------------|
| REVISOR: J.R. DOMEST | REVISOR: A. LOBREGAN | APROBADO - FECHA | ARCHIVO | FECHA: | CREADA MVS |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | JUEZ | | | |
| | | PART. 1: TEMPERADO 68-42 HRC | | | ERRORES 0 |
| | | | | | REVIS 1/1 |

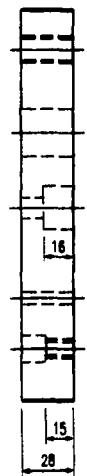
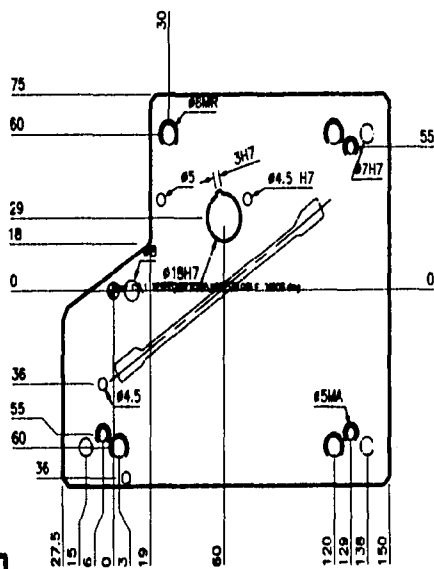
050



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

| REF. | FEAL | INDEFINIBLE | PARTE: I | |
|--|----------------|---------------------|----------|-------|
| DESCRIPCION | REVISA | APROBADO - FECHA | ANEXO | FECHA |
| EN CHOCOS | A. LABORATORIA | | | 51 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | INSERTO | | |
| | | FOLIO 1 | | |
| | | TEMPERADO 60-62 HRC | | |
| | | ENCOM. | FECHA | LU |
| | | 0 | | |

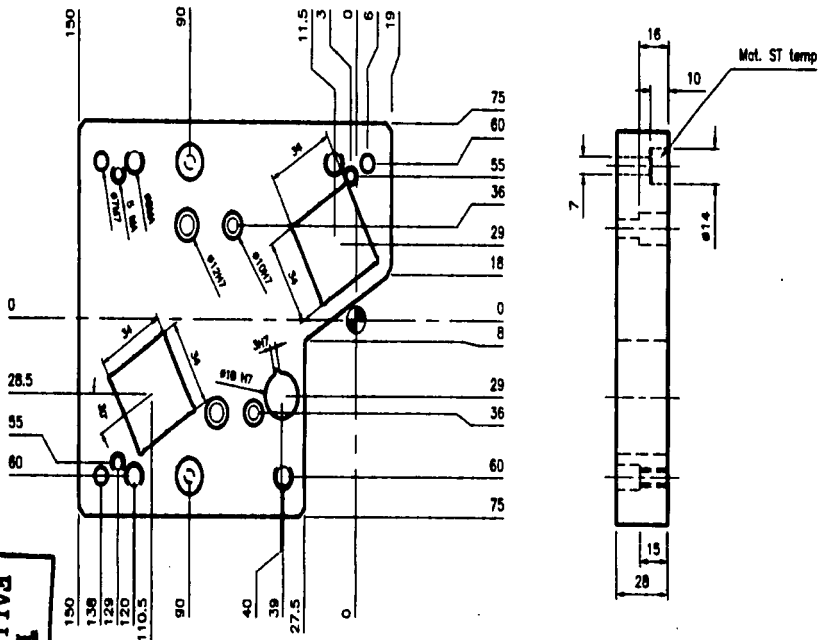
051



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

| | | | | | |
|--|-------|------------------|----------|-------|--------|
| IMP | PCAL | INDISPONIBLE | PARTE: 2 | | |
| INDIC | REVIS | APROBADO - FECHA | ARCIVO | FECHA | ESCALA |
| JPL | C | A | | | 1:1 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | MATRIZ | | |
| PAT. T. | | | ENGR | HEB | 91 |
| | | | 0 | 0 | |

052

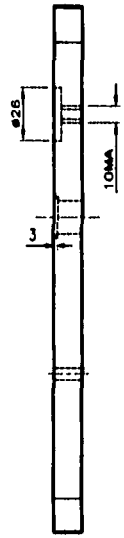
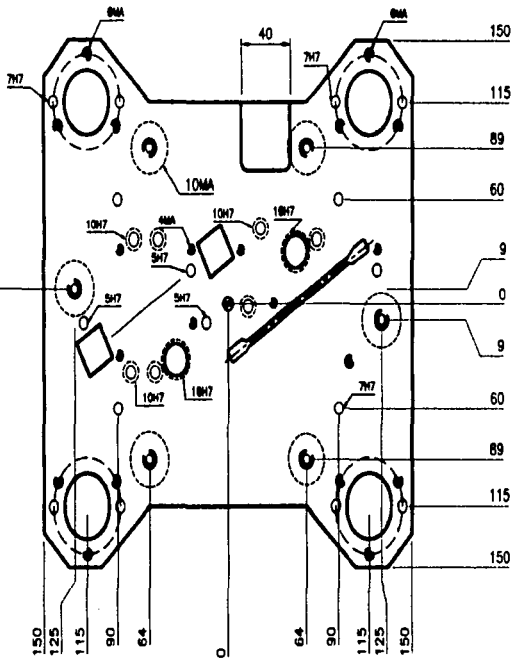


**TRISIS CON
FALTA DE ORIGEN**

| | | | | |
|--|-------------|------------------|--------------------|-------------|
| NO | FECH | NO | PART: 3 | |
| REVIS | REVIS | APROBADO - FECHA | ARCHIVO | FECHA |
| JR. CHARRIS | A. LOPEZ/AN | | | ESCALA: 1:2 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | PLACA PORTA MATRIZ | |
| | | | TRAT. T. | ENCUBO 8 |
| | | | SEM/ TRAT. T. | MEMA 17 |

053

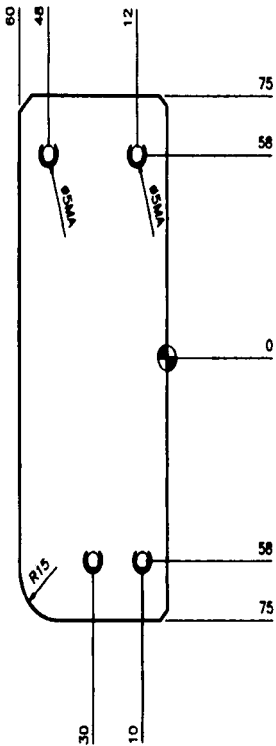
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



| | | | | |
|---------------------------------|---------------|------------------|----------|-------------|
| REF | FEAL | UNA | PARTE: 4 | |
| INSTR: | REVISO | APROBADO - FECHA | ARCIVOS | FECHA: |
| JUL COMES | A L. MURCIANO | | | ESCALA: 1:1 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | PLACA INTERMEDIA | | |
| | | TRAT. T. | ESCALA | UNA |
| | | SIN TRAT. T. | 0 | 1:1 |

054

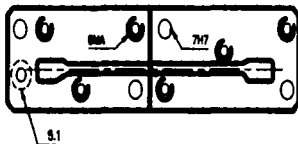
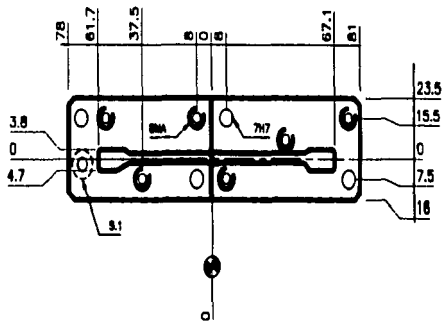
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



4.5

| | | | | |
|--|--------------|------------------|----------------|----------|
| REF | FEAL | IND | PARTI: 5 | |
| UNDA | REVIS | APROBADO - FECHA | ANEXO | FECHA |
| J.R. DANIEL | A. LOPEZGAMI | | | |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | REGLA ANTERIOR | |
| | | | TRAT. T. | ENCOR 8 |
| | | | SM/ TRAT. T. | INDIA 97 |

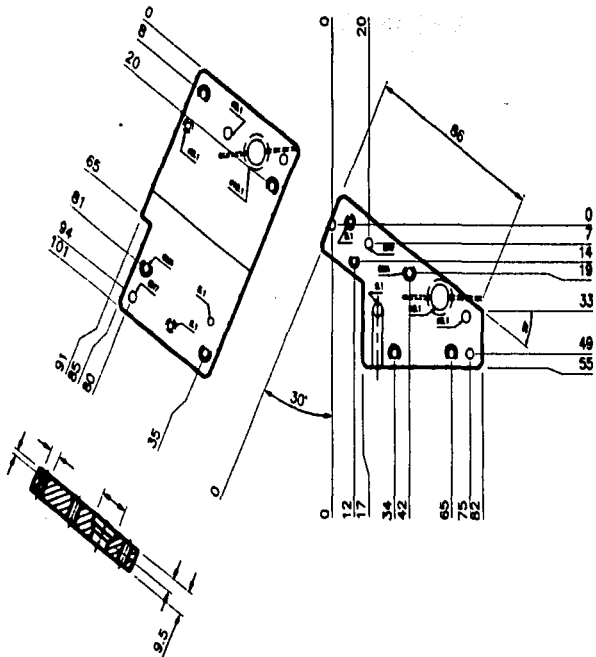
056



FALLA DE ORIGEN

| | | | | | |
|--|--------------|------------------|---------------------|----------|----------|
| REP. | PLAZ. | INDISPONIBLE | PART. 1 | | 7 |
| DESCR. | REVIS. | APROBADO - FECHA | ARCIBO | FECHA | ESCALA |
| JR. OMBRES | A. LOBERGANS | | | | 1:2 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | PUNZON DE FIGURA | | |
| MAT. T. | | | TEMPLEADO 60-62 HRC | ESPEC. 8 | HELA 1/1 |

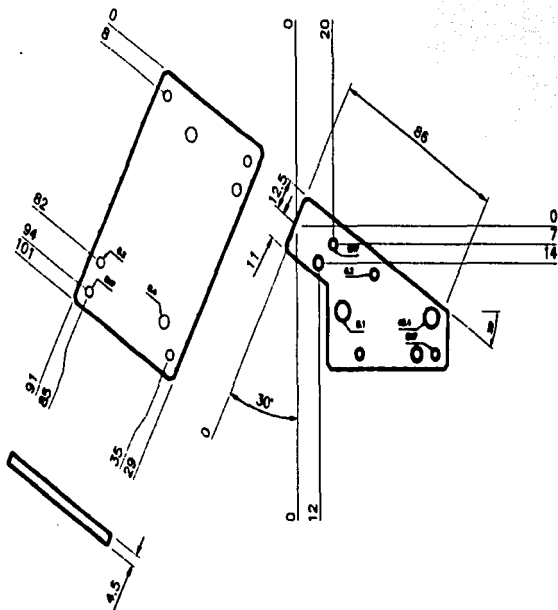
057



TRABAJOS CON
FALTA DE ORIGEN

| REF. | PZAS. | MSI | PARTES: | | 0 |
|--|----------------------|--------------------------------|----------------|----------|---------------|
| 0000 | REYES J.R. CHAMES | APUNZADO - PEDA & LUBRIZAMA | ARCONES | PEON- | ESCALA 1:2 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | PORTA PUNZONES | | |
| | | | TRAT. T. | TRAT. T. | 0 1/2 |

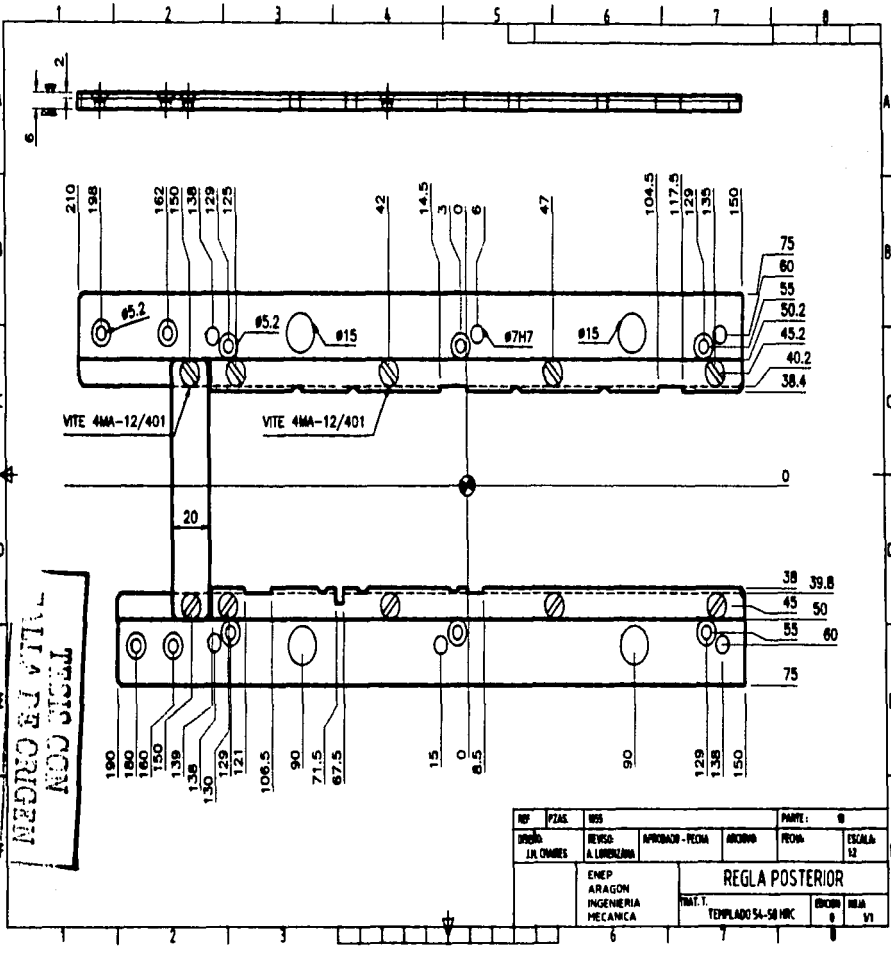
058



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

| | | | | | | |
|------|-------|--|------------------|-----------------|----------|----------------------------|
| REF. | FECHA | NOMBRE | | | PARTE: 9 | |
| 0000 | | REVISA A. LORENZANA | APROBADO - FECHA | ARQUIVO | FECHA | ESCALA: 1:2 |
| | | SUFRIDERA | | | | |
| | | ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | FMT. T. | | SECCION 8 HORA VI |
| | | | | TEPLADO -54 HRC | | |

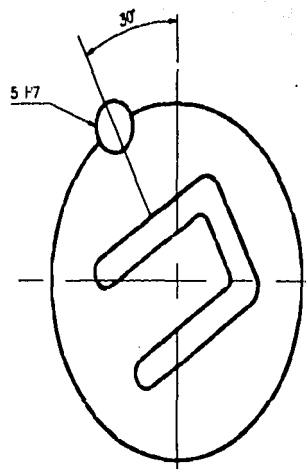
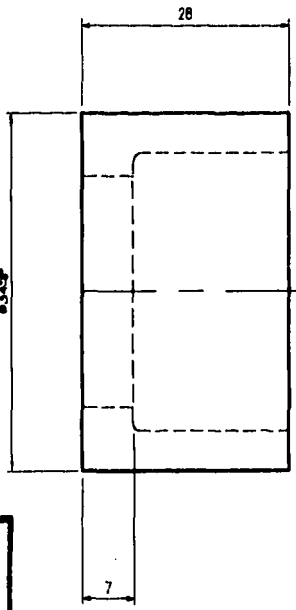
059



NEGRO DE VITIL
NOO BICEL
TRESIC CON
ORGEN

| REP | PLAZA | NOV | PARTES | | 0 |
|--|----------|------------------|-----------------|-------|--------|
| EDICION | REVISO: | APROBADO - FECHA | EDICION | FECHA | ESCALA |
| 1.º | A. LÓPEZ | | | | 1:2 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | REGLA POSTERIOR | | |
| TRAT. T. | | | EDICION | NOVA | |
| TEMLADO 54-50 HMC | | | 0 | VI | |

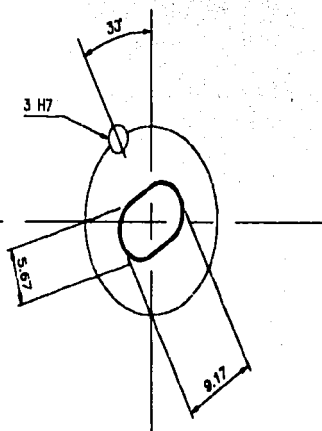
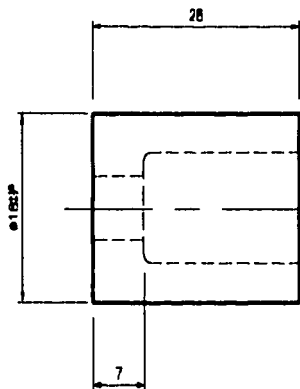
090



partes con
FALLA DE ORIGEN

| | | | | |
|--|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| REF | PTAL | REFORMABLE | PARTE: 11 | |
| DESCR | DETOS | APROBADO - FECHA | ARREVIS | FECHA |
| JIN CHARLES | AL OROSCIANA | | | SEALA 145 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | MATRIZ HILOEROSICNADA | | |
| | | TRAT. T. | TEMPLEADO 60-42+HC | SEMP 8 SEAL 271 |

061

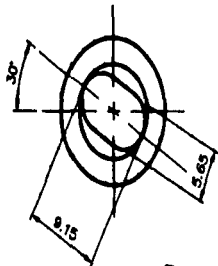


TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

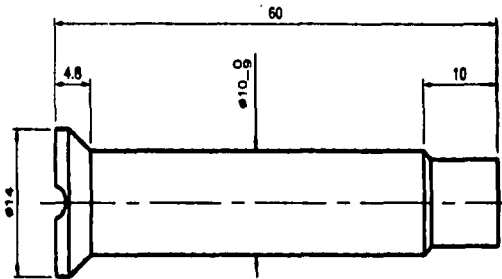
| REF. | PZAL. | INDISPONIBLE | PARTI: | | 13 |
|--|--------------------------|------------------|---------------------------------|--------|----------------|
| OPERO JULI CHAREZ | REPRO A. I. BRESZARDI | APROBADO - FECHA | ARCHIVO: | FECHA: | ESCALA: 1:5 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | MATR. T. TEMPLEADO 68-42 HRC | | ESCALA: 1:1 |

MATRIZ SECCIONADA

062

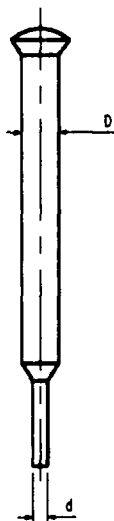


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



| | | | | |
|--|----------|------------------|------------------|-------------|
| REF. | PMAL | RESPONSABLE | PARTE: 0 | |
| DESIGN. | REVIS. | APROBADO - FECHA | ARCHIVO | FECHA |
| J.A. GARCIA | A. LOPEZ | | | ESCALA: 1:1 |
| EHEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | PUNZON DE FIGURA | |
| PROY. T. | | | SECCION | HOJA |
| TEPLANDO 68-62 HRC | | | 6 | 91 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



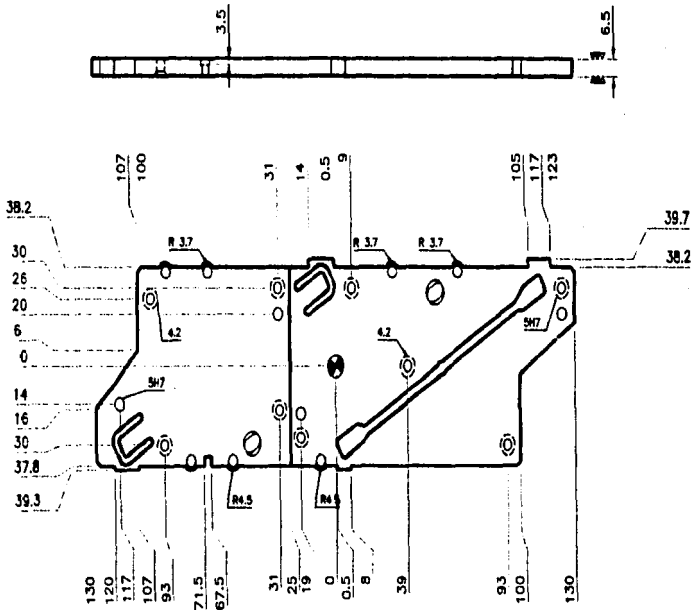
| No. pza. | CODIGO | d | D |
|----------|--------|-------|---|
| 1 | D | 2.054 | 5 |
| 2 | D | 4.5 | 5 |

| No. pza. | CODIGO | d | D |
|----------|--------|-------|----|
| 1 | D | 2.074 | 8 |
| 2 | D | 4.52 | 12 |

| | | | | |
|---------------------|-------------|--------------------------|--------------|-------------|
| REP | PZAC | RESPONSABLE | PAISE: S. U. | |
| UNIVERSIDAD | SECTOR | APUNTES - PEDON | ALUMNO | FECHA: |
| JR. COMES | A. LOMBARDI | | | ESCALA: 1:1 |
| ENEP ARAGON | | PUNZON Y MATRIZ REDONDOS | | |
| INGENIERIA MECANICA | | TRAT. T. | ENCUBO | HEBI |
| | | TEMPERADO 60-62 HRC | 8 | 11 |

063

064

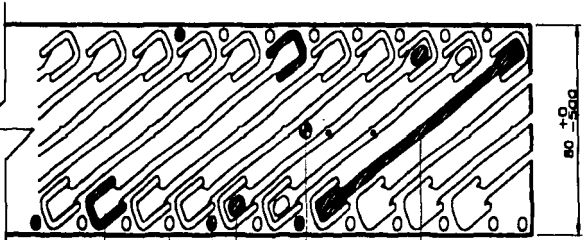


TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

| REF | POSA | NOB | PARTI | | 17 |
|--|--------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| DESIGN | REVISO | APROBADO - FECHA | ARC'DOS | FECHA | ESCALA |
| JR. CHAMES | A. LOBREGANA | | | | 1:2 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | | PLANCHADOR | | |
| | | | TRAT. T. | TEMPERADO 56-58 HRC | ENCOM. 8 MUN. 97 |

065

FALTA DE ORIGEN

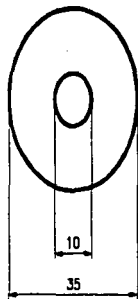
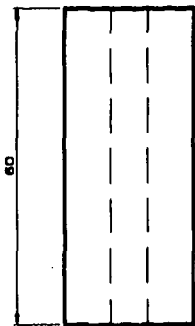


ESCALA 1:500

| | | | |
|--|------------------------|------------------|-------------|
| REP. FECHA | ASISTENTE | PARTE: 0 | |
| DIBUJO JR. DANES | REVISOR A. LUISERRA | APROBADO - FECHA | FECHA 12 |
| ENEP ARAGON INGENIERIA MECANICA | | TIRA | |
| TRAT. T. | | ENCUB. 0 | PLA. VI |
| SIN/TRAT. T. | | | |

066

PARTE CON
FALLA DE ORIGEN



| REF | PZAR | POLIPROPILENO | PARTE: 00 | |
|------------|--------------|-----------------|------------|---------|
| DESCR: | REVISO | APROBADO - PZAR | ANEXO: | ESCALA: |
| JR CHAMES | A LINDENBERG | | PECAS: | 1:1 |
| ENEP | | | ELASTOMERO | |
| ARAGON | | | TIT.: | ENCUBO |
| INGENIERIA | | | | 0 |
| MECANICA | | | | 01 |

Bibliografía.

BIBLIOGRAFIA.

Diseño de matrices.

J. R. Paquin.

Montaner y Simon S.A.

Barcelona.

Troquelado y estampación

Ed. Gustavo Gili, S.A.

Barcelona.

1976.

Estampado en frío de la chapa.

Mario Rossi.

Ed. Dossat, S.A.

Madrid.

1979.

Tecnología del material.

F. Aparicio, F. Escarpa.

Ed. Paraninfo.

Madrid.

1987.

Introducción a la metalurgia física.

Sydney H. Avner.

Ed. Mc Graw Hill.

Mexico.

1996.

Tool Steels.
George A. Roberts
American Society For Metals.
Ohio.
1988.

Templo del acero.
Elen Weyer.
Ed Aguilar.
Madrid.
1972.

Acero para herramientas.
Frank Palmer.
Ed. Representaciones y servicios ing. S.A.
1986.

Tecnología de los oficios metalúrgicos.
A. Leyensetter.
Ed. Reverté S.A.
Barcelona.
1979.

Metals Handbook.
Atlas of microstructures or industrial alloys.
8th edition.
Robert F. Mehl.
vol. 7

Manual olivetti
clase 80
italia
1976