

300617  
13  
2e



UNIVERSIDAD LA SALLE A. C.



ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA UNAM

"MODELO DE LA INSTALACION Y OPERACION  
DE UN TALLER DE MAQUINAS HERRAMIENTAS"

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

**NACIP ANTONIO FAYAD CABALLERO  
GASPAR ALEJANDRO ACEVEDO MEYER**

DIRECTOR DE TESIS :  
ING. FERNANDO CHONG LARA

MEXICO, D. F.,

1990

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

# I N D I C E

	Pág.
* Introducción	4
* Generalidades	6
* Capítulo No. I	
Aspectos Teóricos de las Máquinas Herramientas	11
1. Máquinas para torneear	12
2. Máquinas Fresadoras.	20
3. Máquinas Rectificadoras.	27
4. Máquinas para Taladrar.	33
5. Cepillos de Codo y de Mesa	38
6. Tipos de Virutas	44
7. Buriles	48
8. Brocas	58
9. Fresas	62
10. Machuelos	68
11. Ruedas Abrasivas	72
12. Sierras de Arco y Seguetas	78
13. Materiales para herramientas de corte	83
* Capítulo No. II	
Aspectos Legales	92
1. Acta Constitutiva	93
2. Registro de Hacienda	94
3. Cuenta del IVA	97
4. Seguro Social	97
5. Infonavit	98
6. Salubridad	98

	Pág.
7. Uso de Suelo	99
8. Canacindra	99
* Capítulo No. III	
Instalación del Taller	109
1. Diseño de la Nave	111
2. Alumbrado e Instalación Eléctrica	129
3. Instalación de la Maquinaria	140
* Capítulo No. IV	
Operación del Taller. Caso Práctico	146
1. Calificado de las Piezas	149
2. Primer Desbaste en la Pieza	149
3. Segunda Operación de Desbaste	150
4. Medidas Finales	152
5. Optimización del Proceso	
5.1 Características de Diseño de las Levas	160
5.2 Secuencia de Operaciones	163
5.3 Determinación de las Trayectorias	173
5.4 Procedimientos de Diseño de las Levas	178
5.5 Desarrollo de un Programa en Basic	225
5.6 Evaluación de Procesos de Fabricación	232
* Capítulo No. 7	
Análisis Económico	234
1. Inversión Inicial	234
2. Balance Inicial	239
3. Costo de operación	240
4. Resultado del Ejercicio	240
* Conclusiones	242
* Bibliografía	246

## INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis consiste en determinar los parámetros más importantes que intervienen para poder instalar y operar un taller de máquinas herramientas, el cual representa una necesidad real para la industria del país ya que aunque existen muchísimos talleres de éste tipo, la mayoría no cuenta con la capacidad y conocimientos necesarios para ofrecer una excelente calidad en sus trabajos y por lo tanto poder competir no sólo a nivel nacional sino también en el extranjero, teniendo como principal destino a los Estados Unidos donde la mano de obra es muy costosa comparada con la de nuestro país.

Así, la tarea de implantar un taller metal mecánico de éste tipo no comienza con la actividad productiva y ni aún con su construcción, ya que para esto se necesita llevar a cabo una investigación previa para determinar la viabilidad del proyecto y darle al mismo tiempo la forma más adecuada para su funcionamiento, ya que se deben abarcar aspectos tanto técnicos como económicos y legales, los cuales quedarán ordenados de la siguiente forma:

- \* Breve historia de las máquinas herramientas y su evolución.
- \* Tipos de máquinas utilizadas en éstos talleres.
- \* Diseño del taller de acuerdo a las necesidades requeridas.
- \* Simulación de una producción en serie.
- \* Recuperación económica de la inversión inicial.

Por lo tanto, de acuerdo a los aspectos que se pretenden abarcar -

en ésta tesis podemos señalar los siguientes:

1. Conocer el campo de operación de éstos talleres así como sus limitaciones.
2. Conocer las principales máquinas herramientas (así como sus accesorios) para poder seleccionar en un momento dado la más adecuada para cubrir las necesidades requeridas.
3. Poseer la capacidad de diseñar la nave del taller, no importando el tamaño de éste.
4. Tener el conocimiento de todos los aspectos legales que deberán de cubrirse para poder operar un taller metal mecánico.
5. Evualuar el monto de la inversión inicial para poder determinar la viabilidad de instalar un taller de éste tipo.

## GENERALIDADES

El desarrollo tecnológico que ha tenido la humanidad a través del tiempo se debe entre otros factores a que el hombre siempre ha deseado facilitar sus tareas diarias, obteniendo al mismo tiempo las mayores ventajas posibles para poder de ésta manera, modificar su nivel de vida.

De esta constante necesidad se ha tenido que construir todo tipo de maquinaria, la cual de acuerdo a las exigencias del momento se han tenido que ir perfeccionando, elevando así la capacidad de producción, de duración, etc., e ir disminuyendo al mismo tiempo el personal para poder operarlas, los costos de mantenimiento, así como otros aspectos de los cuales nos ocuparemos más adelante.

Así pues, actualmente ha surgido una creciente necesidad por la especialización no sólo a nivel maquinaria sino que también a nivel humano, la cual nos ha llevado a crear diversos tipos de agrupaciones entre las cuales podemos encontrar de tipo económico, social, cultural, etc. De entre ésta inmensa gama nos ocuparemos de las agrupaciones de tipo económico industrial y más específicamente a aquellas referentes a la producción de piezas para la industria metal mecánica, es decir, a la de un taller de máquinas herramientas, donde la especialización tanto de maquinaria, de personal e incluso del tipo de producción son determinantes para el éxito de éstos.

Por lo tanto, para poder adentrarnos en lo que un taller de máqui-

nas herramientas es y representa, será preciso conocer los servicios - que presta para poder así delimitar sus funciones.

Históricamente hablando, encontramos que desde finales del siglo - XVIII y más significativamente debido a la Revolución Industrial que se suscitó en algunos países europeos, el panorama económico, político y - social se vió afectado grandemente, ya que de un sistema totalmente do- méstico se pasó a lo que conocemos actualmente como fábrica, es decir, - se sustituyó la doble función de agricultura-industria que en época de- escasa producción agrícola practicaban los campesinos en sus casas con- artefactos de su propiedad para comerciantes que les proporcionaban ma- terias primas y a su vez adquirían los productos elaborados, por un sis- tema en que los medios de producción estaban concentrados en un mismo - edificio, los cuales no eran de su propiedad y que al trabajarlos reci- bían una remuneración económica.

Ahora bien, al estar hablando de un taller metal mecánico, es im- plícito que tarde o temprano se hable de la maquinaria necesaria para - éste. Por lo tanto, como se mencionó anteriormente, durante el siglo - XVIII, la gran mayoría de las piezas y componentes necesarios para la - naciente industria, que se enfocaba básicamente a ruedas hidráulicas pa- ra la obtención de vapor, telares, industria minera, siderúrgica, ferro- viaria, etc., eran de madera, sin embargo, por la lógica necesidad de - hacerlas más duraderas, se empezó a trabajar con los metales conocidos- en ese entonces.

Este cambio que se produjo en las máquinas de hierro con algunos -

componentes de acero, propició que éstas fueran mejor construidas y de mayor garantía, pero al mismo tiempo más complejas, influyendo en forma determinante en el impulso necesario para las máquinas herramientas, - nombre genérico con el cual se designan a las máquinas de un taller metal mecánico.

Las máquinas herramientas surgieron para satisfacer las necesidades de la época, ya que durante siglos se habían utilizado máquinas muy sencillas como tornos para piezas en madera, máquinas para taladrar para la construcción de armas y cañones, herramientas de corte, cepilladoras y tornos para fabricantes de relojes y de instrumentos científicos, etc., pero al mismo tiempo se vieron en la necesidad de tener mayor precisión, de tener una tornillería más pequeña de paso muy fino y uniforme. Fue así, como la precisión conseguida por algunos fabricantes de herramientas como Jesse Ramsden provocó un impulso definitivo en el perfeccionamiento de las máquinas herramientas, provocando a su vez una mejor y mayor producción en los talleres, para que por fin, hacia el año de 1880, se empezaran a comercializar éstas máquinas, ya que las anteriores eran modelos únicos empleados exclusivamente en el taller de quién las había inventado.

Como ejemplo de lo mencionado, se tiene que según se dice, el torno fue inventado por el griego Teodoro Samos en el siglo VII a.C., pero la primera prueba histórica directa se halla en una pintura funeraria egipcia hacia el año 300 a.C., ya que en ella se describe el funcionamiento de ésta herramienta, en la cual la pieza que se está trabajando, aparece sostenida por sus extremos por un par de husos horizontales, -

mientras que el "tornero" mantiene su cincel contra un soporte. De ésta manera, la pieza se hace girar gracias a la acción de un segundo artesano el cual tira de los extremos de una cuerda enrollada alrededor de un huso. En éste proceso, es obvio el carácter intermitente del proceso giratorio, por lo que sólo era posible cortar cuando la pieza giraba hacia el filo del cincel, mientras que en el movimiento de regreso se eliminaban las astillas de madera. Este proceso viene a representar la principal característica de los tornos primitivos. Por lo anterior, es muy probable que el principio funcional del torno fuera sugerido por la rueda del alfarero.

Como hemos mencionado, aunque en un principio el torno fue utilizado sólo para trabajos en madera, posteriormente se adaptó a muchos otros usos como para tallar piedras o vidrio, hasta que se dispuso de mejores herramientas de corte para dar forma a los primeros objetos de metal como lo fueron los cuencos metálicos.

Así, el torno no experimentó nuevas mejoras hasta el siglo XII, época en la cual se acopló un renuevo flexible a un poste vertical por un extremo, de modo que la extremidad libre quedaba situada encima del torno. Desde ese extremo libre se hacía pasar una cuerda alrededor del huso y se fijaba a un pedal, el cual al ser presionado, la pieza giraba hacia el cincel, mientras que al cesar la presión, el vástago funcionando como muelle, hacía que la pieza volviera a su posición inicial. A este torno se le conoció con el nombre de Torno de Pértiga y permitió a los artesanos usar ambas manos para manejar la herramienta de trabajo y al mismo tiempo permitía ejercer mayor fuerza, ya que el pedal era --

accionado con el pie, por lo que se pudieron tornear piezas de mayor tamaño.

Un cambio de diseño se produjo en el siglo XV y se basaba en el principio de la rueda, la cual fue introducida a Europa desde el Lejano Oriente, pero a pesar de que ofrecía una mayor producción, no tuvo la popularidad esperada debido a que requería más mano de obra que las anteriores formas.

De ésta manera, se puede afirmar que aunque las máquinas herramientas han evolucionado grandemente, las formas de las máquinas de principios de siglo aún pueden reconocerse en las formas de las máquinas actuales y básicamente, para la instalación de un taller de ésta naturaleza es necesaria la misma maquinaria como lo son los tornos, fresadoras, cepillos, taladros, sierra, etc., así como herramientas de mano e instrumentos de medición.

Así pues, se ha explicado hasta este momento como se ha desarrollado el taller, los servicios que presta y la maquinaria requerida para éste, sin embargo, nada de lo anterior tendría validez si la presencia de éstos no representara un beneficio para alguien. El beneficio al que se hace referencia, es aquel que surge de la necesidad de la industria actual y más específicamente de México.

## CAPITULO No. I

### ASPECTOS TEORICOS DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS

Para la instalación y operación de un taller metal mecánico, es de suma importancia el conocer a fondo las diversas máquinas herramientas que existen, así como su aplicación y sus capacidades, ya que el apropiado uso de éstas para la solución de problemas de maquinado, requiere un conocimiento de varios campos como lo son la mecánica, plasticidad, fenómenos superficiales, metalurgia, etc.

Un término usado comunmente que comprende a la mayoría de los procesos que se llevan a cabo en un taller de máquinas herramientas, es el de maquinabilidad, el cual se define en términos de:

1. Duración de la herramienta.
2. Requerimientos de potencia.
3. Integridad de la superficie.

Así una buena capacidad de maquinabilidad indicará una combinación de larga duración de la herramienta, un requerimiento menor de potencia y una buena superficie de la pieza de trabajo, pero por lo general, resulta difícil conjuntar éstas tres variables.

La duración de la herramienta se considera como el factor importante, y en producción, se expresa generalmente como el número de piezas maquinadas entre reafiladas, sin embargo, ésta dependerá grandemente de

la máquina donde se esté trabajando, su estado y capacidad. Es por esto que el conocer los tipos de máquinas, sus capacidades, usos, etc., resulta vital para el éxito de un taller.

A continuación se describirán las máquinas herramientas más comunes y sus aplicaciones.

## 1. MAQUINAS PARA TORNEAR.

El torno fue una de las primeras máquinas herramientas que se construyeron y actualmente es una de las más versátiles y de mayor uso dentro de un taller metal mecánico.

A partir de los tornos para madera del siglo XIII, los cuales eran accionados por una cuerda enrollada o con un pedal, se ha evolucionado enormemente, al grado de que hoy día es una máquina de alta precisión - capaz de torneear piezas con tolerancias muy precisas.

Las máquinas para torneear incluyen a toda máquina herramienta que produce una forma cilíndrica o esférica y la manera más común de remover el material es por rotación de la pieza de trabajo contra un cortador de un solo filo. Esto se logra montando la pieza entre puntos, en un plato plano, en un mandril o con boquillas.

Aunque éstas máquinas son particularmente adaptables para producir piezas cilíndricas, también se pueden obtener superficies planas y efectuar las mismas operaciones con los mismos resultados. Dentro de éstas-

operaciones, tenemos que las más comunes son el refrentado, torneado de conos, torneado paralelo, corte de roscas, moleteado, barrenado, rectificación de interiores, escariado, etc., y por lo general el torno es usado para producir piezas individuales a las especificaciones requeridas o también cuando se necesita un número pequeño de piezas similares (corridas cortas de producción).

Ahora bien, es difícil dar una clasificación adecuada de estas máquinas, ya que existen muchas variables en cuanto a la medida, modo de accionamiento y propósito, pero una de las más comunes es la que se menciona a continuación.

#### 1.1 Tornos de Taller.

- a. Torno de Velocidad o Rápido.
- b. Torno Básico.
- c. Torno de Banco.
- d. Torno para herramientas.

#### 1.2 Tornos para copiado o de propósitos especiales.

#### 1.3 Tornos para producción en serie.

- a. Torno Revólver.
- b. Torno Automático.
- c. Máquina Automática Roscadora.

Antes de pasar a explicar cada uno de los tornos antes señalados, -

mencionaremos cuales son las partes más importantes de éstos.

**Partes principales del torno:**

- \* Cabezal Fijo.
- \* Husillo patrón.
- \* Porta herramientas.
- \* Carro Auxiliar.
- \* Contra punto.
- \* Caja de avances.
- \* Bancada.
- \* Carro transversal.
- \* Carro longitudinal.

Ver Figura No. 1 (Pág. 19).

A continuación se explicará brevemente algunas de éstas partes.

- \* Contra punto.

El contra punto de un torno puede ser ajustado a lo largo de - la bancada para el montaje de diferentes longitudes de barra.

Está provisto de un centro endurecido que puede ser ajustado - en longitud por medio de un volante y con tornillos de ajuste lateral, - colocados en la base y que son empleados para el alimento de los cen- - tros y para torneear conicidades.

- \* Husillo Patrón.

Es una barra larga cuidadosamente roscada, localizada abajo de

las guías de la bancada extendiéndose desde el cabezal hasta el contrapunto. Está engranado al cabezal de tal forma que puede invertirse su rotación y se ajusta al carro longitudinalmente, de manera que puede embragarse y desembragarse durante las operaciones de corte. El husillo patrón es solamente para maquinar roscas, debiendo estar desembragado cuando no se use para proteger su precisión.

#### \* Caja de Avances.

La caja de avances transmite el movimiento desde la caja de cambio hasta el mecanismo del carro longitudinal para obtener el avance transversal y longitudinal. Cuando es necesario el cambio de velocidad del husillo patrón o de la barra de avance, éste se hace por medio de la caja de engranes de cambio rápido localizada en el extremo del cabezal fijo del torno. Es necesario mover solamente las palancas según el valor indicado en la caja de engranes para el aumento del avance de la herramienta.

#### \* Carro Longitudinal.

Este comprende al carro compuesto, el porta herramientas y el delantal. Dado que el carro soporta y guía a la herramienta de corte, debe ser rígido y construido con precisión. Está provisto de dos avances manuales que guían a la herramienta en un movimiento transversal. en forma manual o automática.

Para la selección de un torno es necesario tomar en cuenta dos medidas, la primera se expresa en función del diámetro de la pieza que-

debe girar, es decir, el espacio libre que se tiene sobre las guías de la bancada al girar dicha pieza y generalmente se le denomina como Volteo. La Segunda dimensión sirve para definir la medida de la capacidad de la máquina en función de la longitud de la pieza de trabajo. Algunos fabricantes expresan lo anterior considerando la máxima longitud entre los centros del torno, mientras que otros lo expresan en función de la longitud de la bancada.

Ahora bien, una vez que se conocen las principales partes de un torno y la forma de conocer la capacidad de éstos, se describirán los tipos de tornos que se señalaron anteriormente.

#### a. Torno de Velocidad.

Este tipo de torno es el más simple de todos y consiste de una bancada, cabezal fijo, contra punto y una corredera ajustable para soportar la herramienta. Usualmente es accionado por un motor de velocidad variable montado dentro del cabezal fijo, pero el movimiento puede ser transmitido por banda y cono de poleas. Las herramientas empleadas son naturales y los cortes son pequeños, mientras que la pieza es montada entre centros o en un plato sobre el cabezal fijo. Este tipo de tornos se caracteriza por la rapidez de preparación y cambio de la pieza de trabajo, por su facilidad de operación y por el poco mantenimiento que necesita.

#### b. Torno Básico.

La diferencia primordial entre éste torno y el anterior, radi-

ca en que éste posee características adicionales para controlar la velocidad del árbol y para soportar y controlar el avance dado a la herramienta de corte. Se utilizan preferentemente para trabajos ligeros o medianos y reciben el movimiento del motor por medio de una banda pequeña o bien por una contra marcha formada por un cono de poleas. El cabezal-fijo está equipado de manera que al ser conectados los engranes con el cono de poleas, proporciona cuatro velocidades extras.

#### c. Torno de Banco.

Este es un torno pequeño que se encuentra montado sobre un banco de trabajo, de ahí su nombre, el cual presenta las mismas características que los dos primeros, difiriendo de éstos en la medida y la forma de montarse. Estos tornos se utilizan principalmente para maquinado ligero en piezas de trabajo pequeñas y poseen una capacidad máxima de volteo de 250 mm en la cara del plato.

#### d. Torno para Herramientas.

Como su nombre lo indica, está equipado con los accesorios necesarios para el maquinado preciso de herramientas, siendo éste un torno con cabezal engranado y posee una considerable variedad de velocidades en el husillo principal. Dentro de sus accesorios se incluyen luntas, engranes de cambio rápido, husillo patrón, barra de conicidades de mordazas, aditamento para boquilla interna y bomba para refrigerante.

#### e. Tornos para Copiado o de Propósitos Especiales.

Estos tornos son básicamente de taller, y presentan la adición de un aditamento coplador o un sistema de lectura digital. Generalmente se utilizan para reproducir piezas que serían muy difíciles o costosas de producir en otros tipos de tornos. Para el copiado se utiliza un sistema de tipo hidráulico aunque existen otros con sistema de lectura digital que se utilizan para acelerar la producción de piezas que normalmente se trabajan en otros tornos. Más adelante se abundará más sobre éstos tornos de copiado o semiproducción (Capítulo No. 4).

#### f. Tornos Revólver o de Torreta.

Se utilizan para producir un gran número de piezas iguales que pueden requerir operaciones tales como torneado, taladrado, barrenado, escariado, refrentado y corte de roscas. En algunos casos se pueden llegar a montar hasta veinte herramientas diferentes en una torreta de tipo de ariete o porta herramientas, donde cada una de éstas puede girar a su posición en forma rápida y exacta, por lo que una vez ajustadas, se producen piezas idénticas y en un menor tiempo.

#### g. Torno Revólver Horizontal.

Este tipo de torno se hace en dos diseños generales conocidos como el de Corredera y el de Silleta. Ambos reciben su nombre debido a la forma en que se encuentra montada la torre, ya que en el primero, se localiza directamente sobre una corredera que puede moverse hacia adelante y hacia atrás, mientras que el segundo, lleva la torre sobre un carro con forma de silla que al igual que el primero tiene movimiento hacia adelante y hacia atrás.

## Torno Básico.

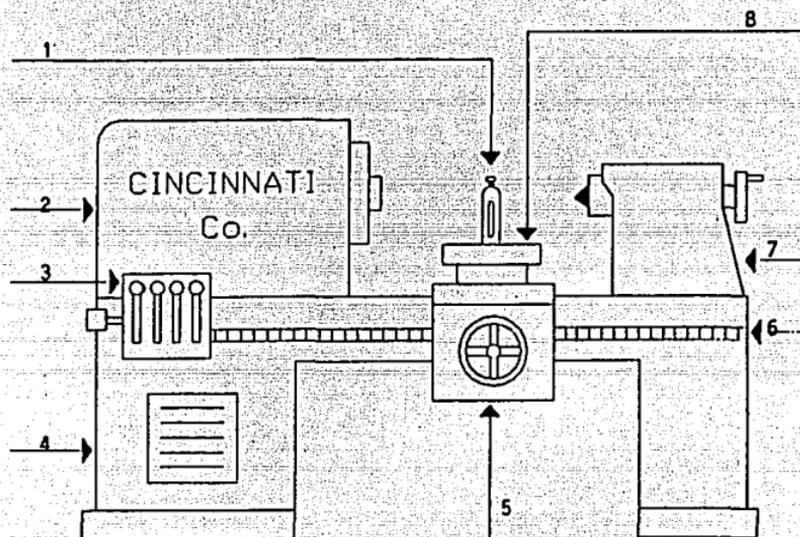


Figura No. 1

- 1 Porta herramienta
- 2 Cabezal fijo
- 3 Caja de Avances
- 4 Bancada
- 5 Carro longitudinal
- 6 Husillo Patrón
- 7 Contra punto
- 8 Carro Transversal.

## 2. MAQUINAS FRESADORAS.

La máquina fresadora fue inventada por Eli Whitney en el año de 1818 y actualmente es la más versátil de todas las máquinas herramientas, ya que la mayoría de las operaciones que se realizan en cepilladoras, generadoras de engranes, brochadoras, etc. pueden realizarse en ésta, teniendo al mismo tiempo un mejor acabado y una mayor precisión. Si a esto le aunamos la gran variedad de cortadores que existen comercialmente, tendremos que una máquina fresadora resulta casi indispensable en un taller metal mecánico.

Así pues, el fresado es un proceso de maquinado que produce superficies lisas o conformadas donde el material se remueve con un cortador al que se le denomina Fresa. Este cortador, es de dientes múltiples y cada uno remueve cierta cantidad de material, ya que se encuentra en rotación. Por lo general, la fresa gira en un eje vertical u horizontal conforme se mueve la pieza de trabajo perpendicularmente al eje de la fresa.

De acuerdo al diseño que presentan las máquinas fresadoras la clasificación más usual es la siguiente:

### 2.1 Por el tipo de Columna y Ménsula (Rodilla).

- a. Manual.
- b. Simple.
- c. Universal.

d. Vertical.

2.2 Fresadora Tipo Cepillo.

2.3 Centros de Maquinado.

2.4 Tipos Especiales.

a. Planetaria.

b. Perfiladora.

c. Copiadora.

d. Pantógrafo.

A continuación se mencionarán las partes más importantes que -  
constituyen a ésta máquina para posteriormente explicar cada uno de los  
tipos. Ver Figura No. 2 (Pág. 26).

\* Fresadora Horizontal.

Consta principalmente de un bastidor, soporte, árbol porta he-  
rramientas, luneta, mesa longitudinal, carro transversal y consola.

\* Fresadora Vertical.

Consta de bastidor, cabezal, porta herramientas, mesa longitu-  
dinal, carro transversal y consola.

Tipos:

a. Fresadora Manual.

Es la máquina más simple y generalmente es empleada en trabajos de producción con operaciones sencillas como lo son el corte de ranuras, pequeños cuñeros y acanalados. Posee un árbol horizontal donde se monta el cortador y la mesa de trabajo está provista con tres movimientos, con lo cual la pieza avanzará contra el cortador por movimiento manual de una leva o por un tornillo accionado por un volante.

#### b. Fresadora Simple.

Es prácticamente igual a la anterior a excepción de poseer una construcción más robusta y tener un mecanismo de avance automático para controlar los movimientos de la mesa. Existen dentro de éste tipo las fresadoras de bancada fija, las cuales tienen sólo movimiento longitudinal, pero el árbol que soporta al cortador tiene ajuste vertical y transversal.

#### c. Fresadora Universal.

En apariencia es similar a las anteriores, pero difiere en que la mesa de trabajo está provista de un cuarto movimiento el cual permite girar horizontalmente. Esta característica permite usar un cortador helicoidal. Así, éstas fresadoras pueden estar equipadas con aditamentos para fresado vertical, mesa giratoria, prensa, etc.

#### d. Fresadora Vertical.

Se le llama así por la posición vertical que presenta el árbol de corte. En éste, todos los cortadores son del tipo cilíndricos -

frontales y posee una gran variedad de aditamentos giratorios o mesas de trabajo giratorias, las cuales permiten el ranurado circular o fresado continuo en piezas de baja producción. Dentro de sus principales usos incluyen el taladrado, rimado, mandrinado, refrentado, etc.

#### e. Fresadora Tipo Cepillo.

Recibe su nombre a la gran semejanza que presenta con otra máquina herramienta conocida con el nombre de cepillo. En ésta, la pieza a trabajar se monta sobre una mesa larga la cual posee únicamente movimiento longitudinal, por lo que va en contra del cortador giratorio - siendo esto lo que la distingue del cepillo.

El árbol del cortador tiene movimientos vertical y transversal y generalmente éstas máquinas se utilizan para el fresado de piezas largas que requieren gran eliminación de material así como para el duplicado preciso de contornos y perfiles.

#### f. Centros de Maquinado.

Son máquinas de control numérico diseñadas para la producción de lotes pequeños y medianos. En éstos, se pueden realizar operaciones de fresado, taladrado, mandrinado, rimado y machueleado.

Aunque los centros de maquinado son muy versátiles, resultan excesivamente costosos y por lo general se pueden sustituir por otras máquinas diferentes.

#### g. Fresadora de mesa rotatoria.

Esta es una adaptación de la fresadora vertical y aquí la operación es continua por lo que es una máquina rápida pero presenta el inconveniente de estar limitada para el fresado de superficies planas.

#### h. Fresadora Planetaria.

Es usada para el fresado interior o exterior de roscas cortas y superficies. En ésta, la pieza es estacionaria y todos los movimientos necesarios para el corte son hechos por el cortador. Las aplicaciones típicas de ésta máquina incluyen el fresado de roscas internas y externas en toda clase de superficies cónicas, agujeros diferenciales, casquillos y puntas para bomba, etc.

#### i. Máquina Perfiladora.

Esta máquina posee un cortador giratorio cuyo movimiento es controlado por el movimiento manual de la mesa y generalmente es utilizada para el corte de matrices y moldes, grabado y perfilado. La mayoría son adaptaciones de la fresadora vertical, no obstante que algunas trabajan con el árbol en posición horizontal. Los movimientos son guiados por un perno guía el cual estará en contacto con la pieza o plantilla.

#### j. Máquina Duplicadora o Copiadora.

Se utiliza generalmente para la producción de matrices formadoras, para salpicaderas, tableros, toldos, portezuelas para automóvi-

les, etc. Los modelos o plantillas empleadas para éste tipo de trabajo son hechos de madera dura, yeso, cera u otros materiales, ya que su propósito es guiar al seguidor que controla la posición de la herramienta.

k. Pantógrafo.

Recibe su nombre del mecanismo de pantógrafo que se usa para reproducción de un modelo a escala ya sea aumentada o reducida, cambiando la disposición de los eslabones en él. Se usa para grabar plata y para matrices de piezas de metal delgado.

Dos aditamentos muy útiles para las fresadoras son las Cabezas Divisoras y las Mesas Giratorias. Las primeras, suelen estar montadas en la mesa y se utilizan para alinear con precisión las piezas de trabajo al ángulo deseado, mientras que las segundas, hacen girar a la pieza para poder trabajarla en cualquier posición sin perder su alineamiento contra el cortador.

Por lo general existen dos tipos de fresado:

1. Fresado en oposición.
2. Fresado en concordancia.

El fresado en oposición, es el más usado aunque produce un fuerte rozamiento y el corte tiende a levantar a la pieza, mientras que el fresado en concordancia presiona fuertemente para maquinar piezas contra su apoyo, usándose principalmente para maquinar piezas delgadas. La mesa de la máquina en éste tipo de fresado, no debe tener juego, pues si existe, se puede romper la pieza, la fresa o ambas.

## Fresadora Universal

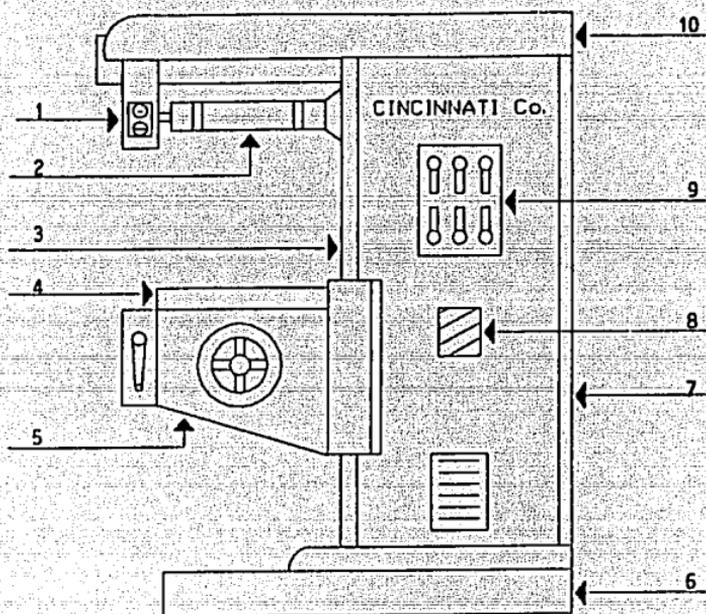


Figura No. 2

- 1 Soporte
- 2 Arbol porta herramienta
- 3 Bastidor
- 4 Mesa longitudinal
- 5 Carro transversal
- 6 Base
- 7 Consola
- 8 Switch
- 9 Caja de avances
- 10 Bastidor.

### 3. MAQUINAS RECTIFICADORAS.

Dentro de un taller de máquinas herramientas, el proceso de rectificado se refiere al arranque del metal por medio de una rueda abrasiva rotatoria, la cual tiene una función similar a la de un cortador para fresado.

Históricamente, la rectificación se utilizó primeramente para hacer herramientas para otras máquinas de producción, como lo son el afilado de buriles o simplemente para desgaste por fricción, pero actualmente, presenta grandes ventajas en otros usos:

a) Se obtienen acabados extremadamente lisos que son adecuados para superficies que se encuentran en contacto o que sufren rozamiento.

b) Con la rectificación, se pueden lograr acabados de piezas con dimensiones exactas. Esto se debe a que se arranca una pequeña cantidad de material.

c) La presión que se ejerce en la rectificación de una pieza, por parte de la rueda abrasiva es mínima, lo que permite hacer la rectificación en piezas frágiles que tenderían a saltar fuera de la herramienta. Esta característica, permite el uso de mesas magnéticas para sujetar las piezas en muchas operaciones de rectificado.

Los componentes más importantes de una máquina rectificadora son los que se mencionan a continuación:

- \* Cabezal porta pieza.
  - \* Piedra.
  - \* Cabezal porta piedra.
  - \* Cabezal móvil.
  - \* Bastidor.
  - \* Mesa.
- Ver Figura No. 3 (Pág. 32).

A continuación se menciona la clasificación más usual para dichas máquinas:

### 3.1 Máquinas Rectificadoras Cilíndricas.

- a) Para trabajos entre puntos.
- b) Sin centros.
- c) De sobre torno.

### 3.2 Rectificadoras de Interiores.

- a) De mandril.
- b) De rodillos.
- c) Con piedra estacionaria.

### 3.3 Rectificadora de Superficies Planas.

- a) De mesa alternativa.
- b) De mesa rotatoria.

### 3.4 Rectificadora Universal.

- a) Para piezas cilíndricas.
- b) Para piezas con rosca.
- c) Para engranes.
- d) Oscilante.

A continuación se explicará brevemente cada una de las anteriores:

a. Rectificadora Cilíndrica.

Como su nombre lo indica, esta máquina se usa principalmente - para rectificar superficies cilíndricas, así como también superficies - cónicas y otras formas simples. Estas se pueden clasificar a su vez de- acuerdo al método de sujeción de la pieza:

- Sin centros.

La pieza se sostiene por la disposición de su apoyo, es decir, por la rueda de regulación y por la rueda abrasiva.

- Entre centros o entre puntos.

Como su nombre lo dice, se tiene un contra punto por cada ex- tremo de la pieza.

- Rectificadora de Sobre-torno.

Se utiliza para rectificar diversas piezas pequeñas, las cua- les se sujetan sobre el carro porta herramientas y avanza a lo largo de la pieza.

b. Rectificadora de Interiores.

De acuerdo a la construcción general, hay varios tipos de és-

tas:

- La rueda gira en una posición fija mientras la pieza gira lentamente y se desplaza hacia uno y otro lado.
- La rueda gira y al mismo tiempo se desplaza a uno y otro lado a toda la longitud del agujero.
- La pieza permanece estacionaria y se le da al árbol rotatorio un movimiento excéntrico de acuerdo al diámetro del agujero por rectificar. Este tipo de rectificadora frecuentemente es llamado planetario y se usa para piezas que son difíciles de girar.
- En otro tipo de rectificadora de interiores, se incorpora el principio de rectificación sin centros, es decir, la pieza gira sobre su diámetro exterior por medio de rodillos conducidos, haciendo posible rectificar el agujero absolutamente concéntrico con el diámetro exterior. En ésta máquina es posible rectificar tanto agujeros rectos como cónicos.

c) Rectificadoras de Superficies Planas.

Para la rectificación de superficies planas, se han desarrollado dos tipos generales de máquinas:

- a) Mesa de movimiento alternativo o tipo cepilladora.
- b) Mesa de movimiento rotatorio.

Cada tipo de máquina tiene variaciones posibles en la posición del árbol de la rueda abrasiva, ya sea horizontal o vertical, por lo que se tiene 4 tipos en general:

\* Arbol horizontal y mesa alternativa.

\* Arbol horizontal y mesa rotatoria.

\* Arbol vertical y mesa alternativa.

\* Arbol vertical y mesa rotatoria.

## Rectificadora de Interiores.

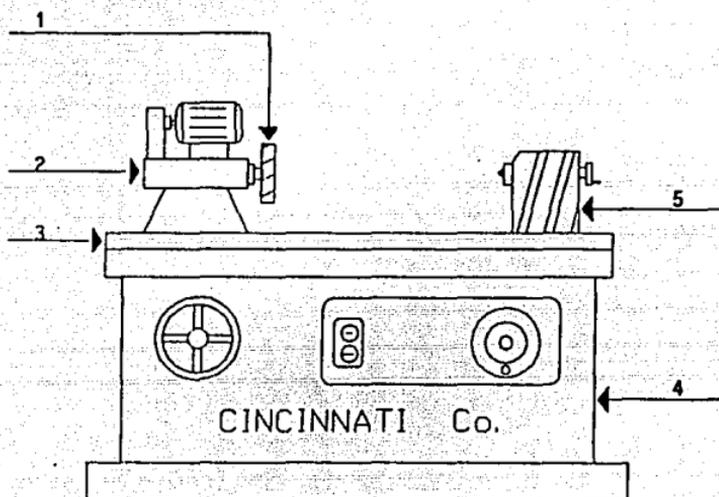


Figura No. 3

- 1 Piedra
- 2 Cabezal porta piedra
- 3 Mesa
- 4 Bastidor
- 5 Cabezal móvil (Contra punta)

#### 4. MAQUINAS PARA TALADRAR.

Se entiende por taladrar a la operación de producir un agujero en un objeto, forzando contra él una broca. La operación puede ser realizada permaneciendo estática la broca y girando la pieza de trabajo o viceversa (como acontece en el torno).

Las máquinas taladradoras se clasifican de acuerdo a su construcción general en:

##### 4.1 Taladro Portátil.

##### 4.2 Taladro Sensitivo.

- a) De Banco.
- b) De piso o Columna.

##### 4.3 Taladro Vertical.

- a) De trabajo ligero.
- b) De trabajo pesado.
- c) Múltiple.

##### 4.4 Taladro Radial.

##### 4.5 Taladro Revólver.

##### 4.6 Taladro de Arboles Múltiples.

- a) De una unidad.
- b) Del tipo de guías.

Ahora bien, entre las partes principales de un taladro podemos señalar las siguientes:

- \* Cabezal.
- \* Maneral.
- \* Porta herramientas.
- \* Mesa de trabajo.
- \* Base.
- \* Columna.

Ver Figura No. 4 (Pág. 37).

A continuación se explicará brevemente los diferentes tipos de taladros antes señalados.

#### a. Taladro Portátil.

Estos taladros son pequeños y compactos y la mayoría está equipado con motores eléctricos. Operan a muy altas velocidades y pueden alojar brocas de hasta 12 mm de diámetro. Algunos otros utilizan aire comprimido como fuente de energía y son usados donde las chispas de los motores pueden ser motivo de incendio.

#### b. Taladro Sensitivo.

Es una máquina pequeña de alta velocidad que consta de un bastidor vertical, base horizontal y árbol vertical el cual gira y soporta la broca. Son de avance manual y generalmente la transmisión es de cremallera y pinón.

Pueden ser operados por motor, banda o disco de fricción y - se utilizan principalmente para trabajos ligeros, y rara vez son capaces de operar con brocas mayores de 15 mm de diámetro.

c. Taladro Vertical.

Son similares a los anteriores con la excepción de que tienen mecanismos para el avance y giro de la broca, siendo por lo general pa ra trabajo pesado. Los puede haber con columna tipo caja o cilíndrica, siendo de mayor rigidez la primera.

d. Taladro Múltiple.

Se le llama así por que se tienen varios árboles taladrado-- res montados en un banco y se utiliza en trabajos de producción donde- varias operaciones deben ser desarrolladas.

e. Taladro radial.

Este taladro, está diseñado para piezas grandes donde no es- factible mover la pieza de un lado a otro para taladrar varios agujee-- ros. Generalmente, consiste de una columna vertical que soporta un bra zo, el cual sostiene el cabezal taladrador. El brazo puede girarse en- cualquier posición sobre la mesa de trabajo y el cabezal taladrador - tiene un ajuste radial a lo largo de éste brazo.

f. Taladro Revólver.

Básicamente realiza las mismas operaciones que un taladro -

múltiple pero supera las restricciones de espacio. Se puede montar una gran variedad de herramientas como en los tornos revólver.

g. Taladro de Arboles múltiples.

Estas son máquinas de alta producción que taladran gran cantidad de piezas y con bastante precisión. Usualmente, una plantilla - guía a las brocas con exactitud hacia el material.

Estos taladros frecuentemente emplean el avance de la mesa - para evitar el movimiento del cabezal, el cual contiene los mecanismos que hacen girar a las brocas y se hace por medio de una cremallera y - piñón, por tornillo y tuerca o por leva de disco giratorio. Esta última, suministra movimientos variables, es decir, acercamiento rápido, - avance de maquinado y retroceso rápido de las herramientas a la posición inicial.

## Taladro de Columna

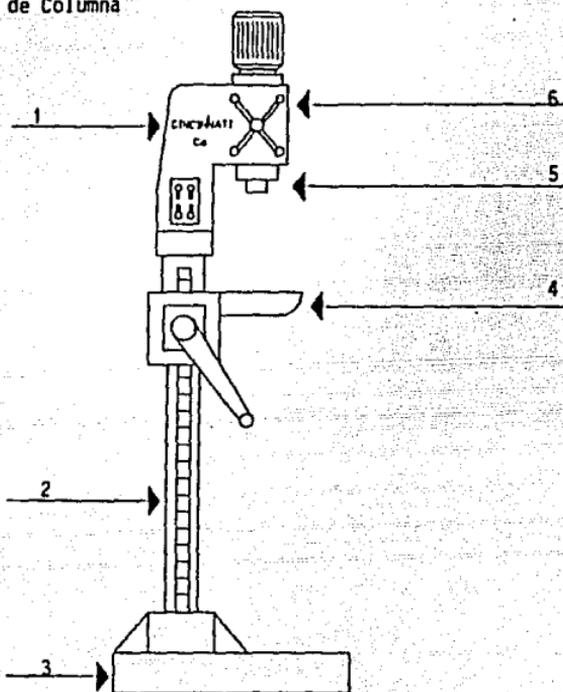


Figura No. 4

- 1 Cabezal
- 2 Columna
- 3 Base
- 4 Mesa de trabajo
- 5 Porta herramientas
- 6 Maneral.

## 5. CEPILLOS DE CODO Y DE MESA.

En forma histórica, el cepillo de mesa precede al cepillo de codo y fue inventado por Richard Roberts en Inglaterra en 1817.

El cepillo es una máquina con una herramienta de corte del mismo tipo que la del torno, efectuando un corte rectilíneo y generando de esta forma una superficie plana. No ofrece la perfección o exactitud de otras máquinas y se pueden realizar asimismo cuñeros externos e internos, cremalleras, colas de milano, ranuras en T, etc.

Los cepillos de codo, de acuerdo a su diseño se clasifican en:

### 5.1 Horizontal con Corte en el Avance.

- a) Simple (trabajo de producción).
- b) Universal (trabajo de herramientas).

### 5.2 Horizontal con Corte en el Retroceso.

### 5.3 Vertical.

- a) Ranuradora.
- b) Mortajadora.

Los cepillos de mesa se clasifican en:

### 5.4 De doble bastidor.

### 5.5 Lateralmente abierto.

## 5.6 Tipo Fosa.

## 5.7 Canteador.

Las partes principales de un cepillo de Codo son las siguientes:

- \* Ariete.
- \* Carro porta herramienta.
- \* Porta herramientas.
- \* Mesa de trabajo.
- \* Bastidor.

Ver Figura No. 5 (Pág. 43).

A continuación se explicarán brevemente los tipos de cepillos mencionados.

### - Cepillos de Codo Horizontales.

Un cepillo de codo horizontal, consiste de una base y un bastidor, el cual soporta un ariete. Dicho ariete es el que lleva a la herramienta y es movido a su vez por un mecanismo de retorno rápido, el cual está diseñado de manera que el recorrido de retroceso es más rápido que el de corte.

En el extremo del ariete se encuentra el cabezal porta herramienta, el cual puede girar angularmente y está provisto de un tornillo de avance para la penetración de la herramienta de corte. Este porta herramienta, se encuentra sujeto a una base basculante, la cual está pivotada en la carrera de retroceso evitando de esta manera que la herramienta de corte se levante en la carrera de retroceso al mismo -

tiempo que se incruste en la pieza de trabajo.

Un cepillo de codo universal, posee un ajuste giratorio en la mesa, lo que permite maquinar una pieza a cualquier ángulo requerido.

Los cepillos de codo con corte en el retroceso son usados para cuando se necesita demasiado desbaste, por lo que se usa con frecuencia para el corte de grandes placas de matrices y para el maquinado de piezas grandes en talleres ferroviarios.

#### - Cepillos de Codo Verticales.

Se emplean principalmente para cortes de interiores, planos o con ángulos donde se requieren cortes verticales debido a la posición en que se debe mantener la pieza. Se les conoce también como Ranuradoras.

El ariete del cepillo de codo opera de un modo vertical y al igual que el anterior, tiene el dispositivo de retorno rápido.

La mesa en este tipo de máquinas, posee un avance rotatorio, además de los movimientos usuales (transversal y longitudinal), el cual permite el maquinado de superficies curvas, mientras que los otros se utilizan para superficies planas.

Un tipo especial de cepillo de codo vertical es conocido como mortajadora y está diseñado especialmente para cortar cuñeros en engranes, poleas, levas, etc., y su funcionamiento es muy similar a los anteriores.

- Cepillo de Mesa de Doble Bastidor.

Este cepillo consta de una base pesada y larga en la que la mesa (plancha) se mueve alternativamente. El bastidor vertical en el centro se encuentra a los lados de la base y soporta el travesaño en el cual las herramientas avanzan a través de la pieza tanto en dirección vertical como transversal.

- Cepillo de Mesa Lateralmente Abierto.

Este cepillo se diferencia del anterior debido a que el bastidor se encuentra en un sólo lado, lo cual permite el maquinado de piezas anchas.

La mayoría de los cepillos de mesa tienen una gufa plana y una doble V lo cual permite expansiones desiguales en la bancada y la mesa. Posee a su vez bridas ajustables al lado de la bancada, las cuales limitan la longitud de la carrera de la mesa.

- Cepillo de Mesa Tipo Fosa.

Este es un cepillo de gran tamaño y difiere de los demás en que la bancada es estacionaria y la herramienta se mueve sobre la pieza de trabajo.

Dado su tamaño, puede tener dos cabezales con porta herramientas, siendo todos los avances automáticos y reversibles, pudiéndose operar en ambos extremos de la carrera del cepillado o en una sola de ellas.

- Cepillo de Mesa de Cantear.

Este cepillo se utiliza para el maquinado de los cantos de placas para recipientes a presión y de blindaje. En éste, la placa se sujeta a la bancada y el carro que sostiene a la herramienta cortante se mueve hacia atrás y adelante a lo largo del centro.

Estos cepillos, por lo general, usan fresas en lugar de buriles para dar así una mayor velocidad y precisión.

- Cepillo de Mesa de Cantear.

Este cepillo se utiliza para el maquinado de los cantos de -  
placas para recipientes a presión y de blindaje. En éste, la placa se-  
sujeta a la bancada y el carro que sostiene a la herramienta cortante-  
se mueve hacia atrás y adelante a lo largo del centro.

Estos cepillos, por lo general, usan fresas en lugar de burl  
les para dar así una mayor velocidad y precisión.

## Cepillo de Codo

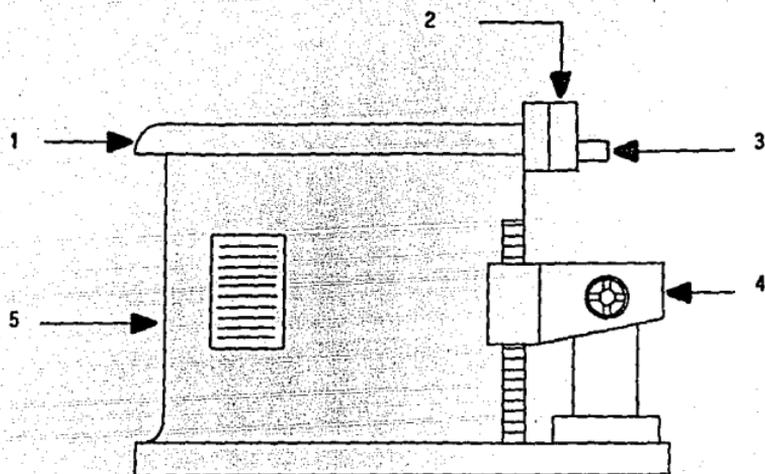


Figura No. 5

1. Ariete
2. Carro porta herramienta
3. Porta herramienta
4. Mesa de Trabajo
5. Bastidor.

## 6. TIPOS DE VIRUTAS.

Como se ha visto, todas las máquinas herramientas utilizadas en un taller metal mecánico tienen como función el arranque de material, es decir, la mecánica básica de los procesos de maquinado depende directamente de la formación de viruta. Así pues, independientemente de la operación de maquinado, hay cuatro tipos básicos de viruta o combinaciones de éstos:

### 6.1 Viruta Continua.

Se forma por el maquinado ininterrumpido de la pieza de trabajo delante de la herramienta, seguida de un suave flujo de ésta a lo largo de la cara de la herramienta. Estas virutas se obtienen ordinariamente al cortar materiales dúctiles con altas velocidades.

### 6.2 Viruta Discontinua.

Como su nombre lo dice, esta viruta se da por segmentos, que se producen por la fractura del metal delante de la herramienta. Dichos segmentos pueden estar unidos uno con otro en forma ligera o no unidos, y generalmente éste tipo de viruta se presenta al maquinar materiales quebradizos o al cortar materiales dúctiles a muy bajas velocidades.

### 6.3 Viruta no Homogénea.

Estas presentan regiones de deformación grandes y pequeñas, siendo características en metales de baja conductividad térmica o meta

les cuya resistencia a la cedencia decrece enormemente con la temperatura. Las virutas de aleaciones de titanio son frecuentemente de este tipo.

#### 6.4 Virutas de Borde Compuesto.

Son de una masa de metal que se adhiere a la cara de la herramienta, la cual fluye continuamente a lo largo de ella. Este tipo de viruta se encuentra muchas veces en las operaciones de maquinado y está asociada con la alta fricción entre viruta y herramienta así como por el mal acabado de la superficie de la pieza de trabajo.

Por lo tanto, un factor muy importante al cortar metal, es el desgaste de la herramienta para lo cual intervienen muchos factores que determinarán el tipo y la razón del desgaste que ocurre en ella.

Las variables críticas que afectan el desgaste de la herramienta son:

- \* La Temperatura de la herramienta.
- \* Dureza y tipo del material de la herramienta.
- \* Grado y condición de la pieza de trabajo.
- \* Lo abrasivo de los microconstituyentes del material de la pieza de trabajo.
- \* Geometría de la herramienta.
- \* Alimentación del corte.
- \* Fluido de refrigeración.

Así, el desgaste de la herramienta puede clasificarse como sigue:

- \* **Desgaste Abrasivo Uniforme.**

Es el causado por las salientes de desgaste de flanco.

- \* **Desgaste de Cráter sobre la cara de la herramienta.**

- \* **Desgaste Localizado.**

Producido por el redondeo del borde para cortar.

- \* **Despostillado del borde para cortar..**

- \* **Desgaste concentrado.**

Provocado por una ranura profunda en el borde de una herramienta de torneear.

Por lo que se ha expuesto hasta el momento, se puede afirmar que el afilado correcto de las herramientas de corte es muy importante ya que de ello depende la duración del filo de ésta y por ello se tendrán las siguientes ventajas:

- a) Duración de la herramienta.

- \* Mayor duración del filo.

- \* Mayor duración y capacidad de corte.

- \* Menos vibraciones y flexiones.

- b) Conservación de la máquina.

- \* Menor esfuerzo y desgaste de los mecanismos.

- \* Conservación de la precisión.

- \* Menor consumo de potencia.

**c) Calidad de las piezas.**

- \* Más precisión.**
- \* Mejor acabado superficial.**
- \* Menor tiempo de maquinado.**

Se verá a continuación las herramientas de corte más usuales de acuerdo a las máquinas herramientas antes mencionadas.

## 7. BURILES.

Los buriles son herramientas que por sus características tienen una amplia aplicación en el maquinado de materiales y generalmente se encuentran en el mercado en barras de sección cuadrada o de sección redonda y las medidas comerciales más usuales son:

- \* 3/16"
- \* 1/4 "
- \* 3/8 "
- \* 1/2 "
- \* 5/8 "

Los buriles sirven para realizar el corte de diferentes materiales, ya sea para dar forma y/o la dimensión a las piezas que se elaboran en tornos, cepillos, mandrinadoras, etc.

Partes principales de los buriles, (Figura No. 6):

- \* Vástago o zanco.

Es la parte de la herramienta que sirve para sujetarla en el porta herramientas.

- \* Base.

Sirve para asentar a la herramienta en posición horizontal en el porta herramientas.

- \* Cara de Desprendimiento.

Es la superficie por la cual se deslizan y salen las virutas -

durante la acción de corte.

\* **Filo.**

Es la arista principal que penetra y corta el material en las operaciones de maquinado.

\* **Nariz.**

Es el extremo o punta de la arista cortante.

\* **Flanco.**

Es la superficie que sirve para disminuir el rozamiento entre el material y la herramienta durante el corte (en la dirección del avance).

\* **Frente.**

Es la superficie que sirve para disminuir el rozamiento entre el frente de la herramienta y el material a cortar.

Es importante señalar que según el tipo de material de la pieza que se machine, depende directamente la velocidad de corte lo cual se menciona más detalladamente en la tabla No. 1.

- Descripción de los Angulos de los buriles y su función:

El conocimiento de los ángulos de los buriles y la función que desempeñan es de mucha importancia, ya que de ello depende que el afilado se realice correctamente. (Figura No. 7).

## Nomenclatura de un Buril.

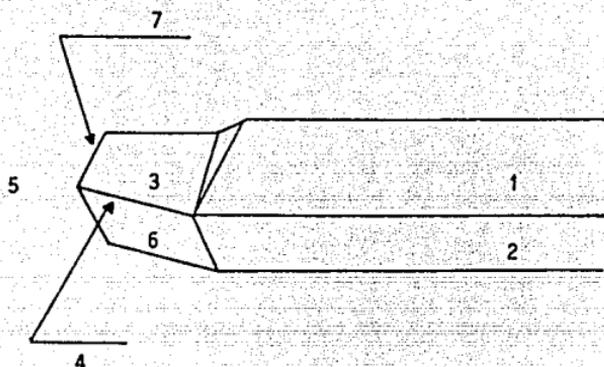
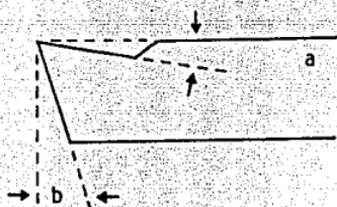


Figura No. 6

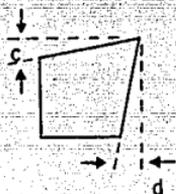
- 1 Vástago
- 2 Base
- 3 Cara de Desprendimiento
- 4 Filo
- 5 Nariz
- 6 Flanco
- 7 Frente.

## Angulos de los Buriles.



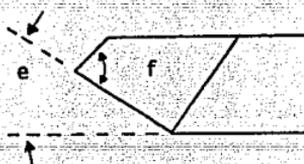
- a Angulo de Desprendimiento Posterior.
- b Angulo de Holgura Frontal.

## Vista lateral



- c Angulo de Desprendimiento Lateral.
- d Angulo de Holgura lateral.

## Vista Frontal



- e Angulo lateral de filo o de posición
- f Angulo de nariz.

## Vista superior.

Figura No. 7

### 1. ANGULO DE DESPRENDIMIENTO POSTERIOR.

Es el ángulo formado por la inclinación de la punta y el plano superior y sirve para facilitar y dirigir la salida de la viruta, pudiendo ser positivo o negativo.

### 2. ANGULO DE DESPRENDIMIENTO LATERAL.

Es el ángulo formado por la arista de corte y el plano superior de la herramienta. Sirve para disminuir la presión en el corte al facilitar la salida de la viruta.

### 3. ANGULO DE HOLGURA FRONTAL.

Es el formado por la punta y la superficie frontal de la herramienta y sirve para disminuir el rozamiento entre la superficie frontal y el material al efectuarse el maquinado.

### 4. ANGULO DE HOLGURA LATERAL.

Es aquel que se forma por el filo y el plano lateral de la herramienta. Permite al filo cortante trabajar libremente disminuyendo el rozamiento entre la superficie lateral y el material.

### 5. ANGULO LATERAL DE FILO O DE POSICION.

Es el formado por el filo cortante y el plano lateral de la herramienta, permitiendo que el filo penetre en forma gradual al realizar el corte.

## 6. ANGULO DE NARIZ.

Es el que se forma entre la arista cortante y la arista frontal y normalmente este ángulo se redondea en el vértice para darle mayor resistencia ya que es la parte que está más expuesta al desgaste. Para mayor referencia ver tabla No. 2 (Pág. 57).

### TIPOS DE BURILES:

#### 1. Buriles Derechos.

Son aquellos que para efectuar el corte avanzan de derecha a izquierda.

#### 2. Buriles izquierdos.

Son aquellos que para efectuar el corte avanzan de izquierda a derecha.

#### 3. Buriles a Dos manos.

Son aquellos que por su forma y filo permiten efectuar cortes con avances hacia la derecha y hacia la izquierda.

#### 4. Buriles para Desbaste.

Estos buriles deben tener una forma y filo robustos así como tener ángulo de desprendimiento lateral.

#### 5. Buriles para Acabado.

La forma y el filo de éstos buriles pueden ser la misma que para los anteriores, pero con la diferencia de que la punta debe ser redondeada, ya que esto permitirá que las piezas queden con un acabado superficial más liso y fino.

## 6. Buriles de forma

Los buriles de forma se afilan con un perfil determinado, lo cual permite dar a las piezas la forma requerida, como en el caso de los buriles para cuerdas, ranuras, radios, etc.

A continuación se mencionan los tipos de buriles más comunes utilizados dentro del taller, (Figura No. 8):

1. Para desbastar con ángulo de filo izquierdo.
2. Para desbastar con ángulo de filo derecho.
3. Para desbastar con filo recto izquierdo.
4. Para desbastar con filo recto derecho.
5. Para acabado a dos manos.
6. Para careado izquierdo o derecho.
7. Para careados finos izquierdos.
8. Para careados finos derechos.
9. Cuchilla para trozar.
10. Cuchilla para ranurar.
11. Para hacer radios izquierdos.
12. Para hacer radios derechos.
13. Para hacer ranuras.
14. Triangular.
15. Triangular.
16. Trapezoidal.
17. Cuadrado.
18. Para roscas interiores.
19. Para calibrado interior.

Buriles de Forma.

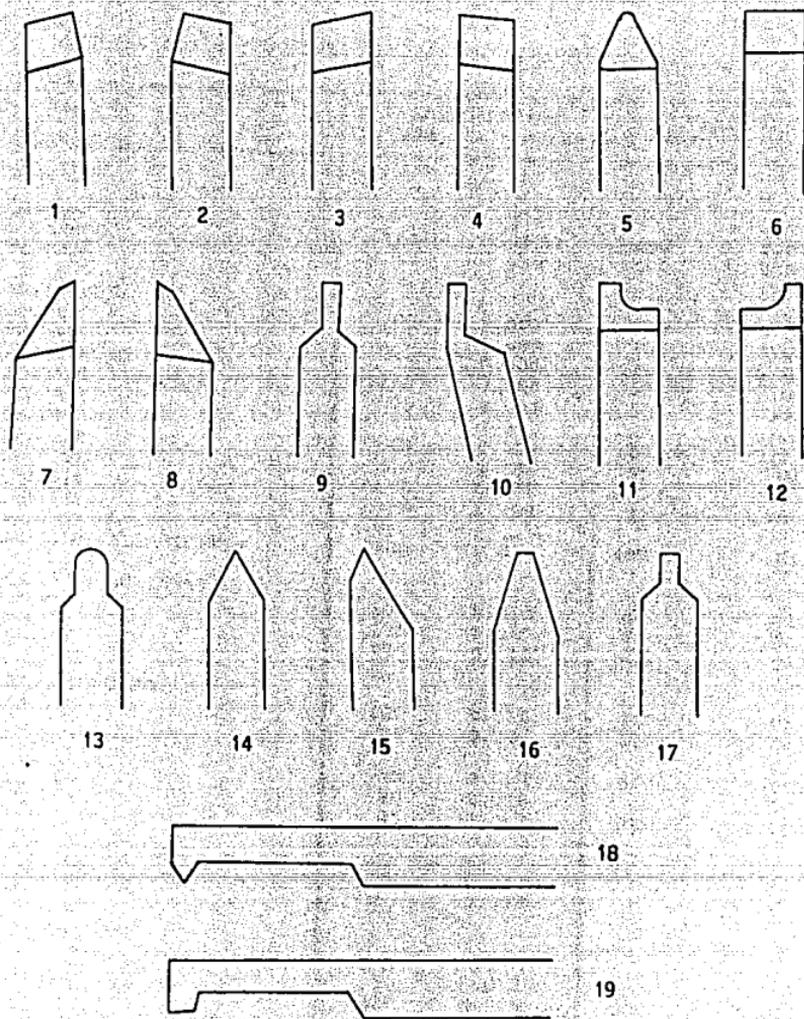


Figura No. 8.

TABLA No. 1  
VELOCIDADES DE CORTE Y AVANCES PARA DIVERSOS MATERIALES.

MATERIAL	ACERO RAPIDO		CARBURO	
	V (PPH)	A (in/rev)	V (PPH)	V (in/rev)
<b>* METALES</b>				
ACERO:				
AL CARBONO	160	0.010	550	0.015
AISI 4340	80	0.010	400	0.015
INOXIDABLE:				
TIPO 410	100	0.008	350	0.012
TIPO 416	110	0.005	350	0.010
TIPO 420	75	0.008	300	0.010
TIPO 430	100	0.008	350	0.012
TIPO 431	75	0.008	300	0.010
TIPO 440	50	0.008	275	0.010
TIPO 302	70	0.008	275	0.012
TIPO 303	100	0.005	350	0.010
TIPO 316	75	0.008	300	0.012
TIPO 321	70	0.008	275	0.012
ALUMINIO (ALEACIONES)	700	0.012	4000	0.015
COBRE (ALEACIONES):				
BLANDO	400	0.010	1000	0.010
DURO	125	0.010	600	0.010
MEDIANO	275	0.010	750	0.010
HIERRO FUNDIDO:				
BLANDO	100	0.010	325	0.015
DURO	75	0.010	375	0.015
INCOLOY	55	0.010	350	0.008
INCONEL	20	0.008	45	0.008
MONEL	95	0.010	325	0.008
NIQUEL (ALEACIONES):				
BLANDA	65	0.030	*	*
DURA	185	0.008	*	*
<b>* NO METALICOS</b>				
ACRILICOS	65	0.010	*	*
CAUCHO DURO	200	0.015	300	0.025
POLIESTIRENO	600	0.005	*	*

TABLA No. 2  
 ANGULOS PARA HERRAMIENTAS DE CORTE DE ACERO RAPIDO.

MATERIAL	ANGULO HACIA ATRAS	ANGULO LADO 1	ANGULO DE EXTREMO	ANGULO LATERAL
ACERO:				
AL CARBONO	16	14	8	12
ALEACION	8 - 16	12 - 22	8	10 - 12
HERRAMIENTAS	8	12	8	10
INOXIDABLE	10	15 - 20	8	10
ALUMINIO	35	15	8	12
BAQUELITA Y PLASTICOS	0	0	8	12
BRONCE	0	0 - 5	8	10
BRONCE FOSFORADO	10	0	12	10
COBRE	16	20	12	14
ALEACIONES COBRE	0	0	8	10
HIERRO FUNDIDO	5	12	8	10
INCONEL	8	25	8	8
LATON	0	1 - 5	8	10
MONEL	8	14	13	15
NIQUEL	8	14	13	15

## 8. BROCAS.

Las brocas de tipo helicoidal y rectas son las más comunes para la operación de taladrado y comercialmente se pueden encontrar en muchos diámetros y longitudes.

Las brocas de vástago recto se encuentran disponibles en tamaños por números que van del 1 al 80, en tamaños por letras que van de la A a la Z y en fracciones de pulgadas en etapas de 1/64" hasta llegar a 1/2".

Las de vástago cónico vienen en tamaños desde 1/8", hasta 1 3/4" de diámetro en etapas de 1/64"; después hasta 2 1/4" en etapas de 1/32" y hasta 3 1/2" de diámetro en etapas de 1/16".

La tendencia creciente a adoptar el sistema métrico ha provocado que las brocas milimétricas sean más usuales y se pueden encontrar en tipos de vástago recto y cónico, en tamaños que van desde 0.04 hasta 23 mm. en el primero y de 5 a 100 mm. de diámetro en el segundo (vástago cónico o Morse).

Para mayor referencia en cuanto a velocidades de corte en distintos materiales referirse a la tabla No. 3.

A continuación se presenta la nomenclatura de una broca:

\* De la figura 9A

1. Filo de cincel.
2. Filo principal.
3. Angulo de alivio o destalonado.

\* De la figura 9B.

1. Nervio.
2. Zanco cónico.
3. Lengüeta.
4. Canales.
5. Cuerpo.
6. Longitud total.
7. Cuello.
8. Mango.

\* De la Figura 9C.

1. Margen
2. Alivio del margen.
3. Talón.
4. Núcleo.
5. Diámetro del claro.
6. Angulo del filo de cincel.

\* De la Figura 9D.

1. Cara.
2. Talón (labio o gabilán).
3. Angulo de la punta

Los ángulos de destalonado que se usan normalmente, dependen directamente del material que se pretenda trabajar. Este ángulo de destalonado o alivio varía de acuerdo a la siguiente tabla:

* Materiales Duros	6 a 8 grados.
* Materiales Semi-duros.	8 a 12 grados.
* Materiales Suaves.	12 a 20 grados.
* Angulo normal	10 a 12 grados.

Nomenclatura de una broca.

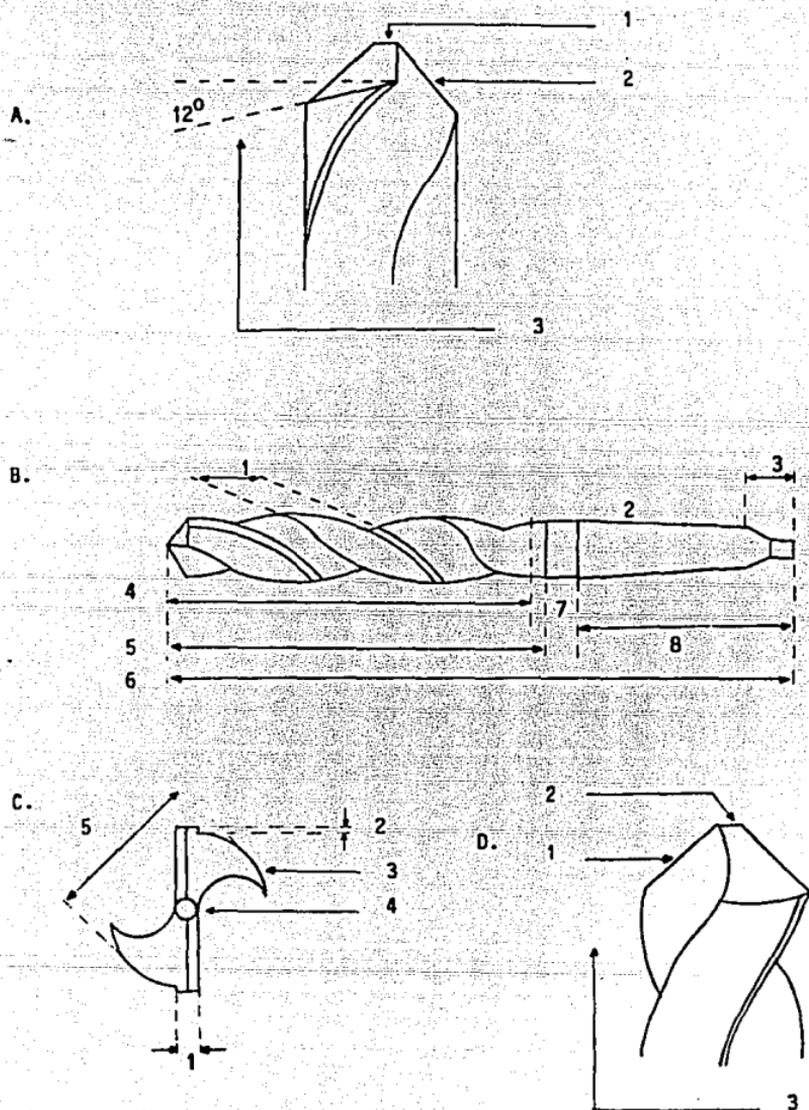


Figura No. 9

TABLA No. 3  
 VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA BROCAS.

MATERIAL	VELOCIDAD DE CORTE (ft/min)
ACERO AL CARBONO	80 - 100
ACERO FORJADO	50 - 60
ACERO INOXIDABLE: AISI SERIE 300	20 - 80
AISI SERIE 400	20 - 100
ALEACIONES ALUMINIO	200 - 300
BAQUELITA	100 - 150
COBRE	75- 175
HIERRO FUNDIDO	70 - 100
INCONEL	30 - 45
LATON Y BRONCE	200 - 300
MADERA	300 - 400
ALEACIONES MAGNESIO	150
MOLIBDENO	100 - 125
MONEL	40 - 60
ALEACIONES NIQUEL	40 - 60
TANTALO	40 - 50
TUNGSTENO	200 - 250
ZINC, FUNDICION A PRESION	200 - 300

## 9. FRESAS.

Las fresas, están disponibles en muchos tamaños y formas y su clasificación general es la siguiente:

- a. Periféricas.
- b. De frente.
- c. Escariadoras.

Las fresas periféricas cortan con dientes que están en la periferia de la fresa y por lo general se utilizan con su eje de rotación - paralelo a la superficie que se va a fresar.

Las fresas de frente, producen la superficie deseada en la pieza de trabajo por la acción de los dientes en la cara de la fresa y los filos en su diámetro exterior, y por lo general, se impulsa con un husillo en su eje perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo.

Las fresas escariadoras tienen filos en la cara y en la periferia y, por lo tanto, se utilizan como cualquiera de los tipos mencionados o en combinación. Estas se encuentran disponibles con vástago recto y cónico.

Las fresas más útiles para el trabajo técnico son la periférica, las fresas laterales, sierras para ranurar y las fresas escariadoras. Las fresas sencillas con dientes solo en la periferia, con cara de menos de 3/4" de anchura, suelen tener dientes rectos, mientras que las

más anchas tienen dientes helicoidales. Las fresas de corte lateral tienen dientes rectos y escalonados en la periferia, en ambos lados o en la periferia. Las fresas escariadoras tienen dientes helicoidales o rectos en la superficie cilíndrica y en el extremo y con frecuencia ambos lados tienen dientes con un vástago recto entre ellos.

A continuación se mencionan las partes que forman una fresa sencilla (o de dientes finos) y de una fresa de corte lateral.

(Figura No. 10).

- Fresa sencilla (o de dientes finos).

1. Filo Periférico.
2. Angulo de diente.
3. Angulo de inclinación radial positiva.
4. Angulo de salida primario.
5. Angulo de salida secundario.
6. Banda.
7. Filete.

- Fresa de corte lateral.

1. Angulo de inclinación radial.
2. Angulo de salida periférico.
3. Angulo de alivio periférico.
4. Filo de la cara.
5. Angulo de alivio de la cara.

Como se mencionó anteriormente, existen muchos tamaños y tipos

de fresas y no es posible incluir una lista de las fresas específicas para todos los posibles materiales que se vayan a trabajar. Ahora bien, como guía general para seleccionar las fresas, se deben recordar algunas cosas:

- El espacio para virutas en la fresa debe ser lo bastante grande para que las virutas no ocasionen atascamiento ni sobrecalentamiento.

- Se deben utilizar fresas con el mínimo número de dientes que permitan efectuar el trabajo, que es en sí el mínimo número de dientes que permita el corte ininterrumpido de la pieza de trabajo.

- El material también influye en el número de dientes seleccionados para un trabajo dado, ya que para materiales quebradizos, que producen virutas pequeñas o finas, se pueden usar un número mayor de dientes mientras que para materiales correosos o gomosos ocurre lo contrario.

Se presenta así mismo una tabla donde se presentan varios ángulos de dientes para fresas hechas de acero rápido y para 12 metales comunes, que puede servir como guía para seleccionar un tipo de fresa. (tabla No. 4), así como la velocidad y avance recomendado para fresar diversos materiales (tabla No. 5).

## Nomenclatura de una fresa.

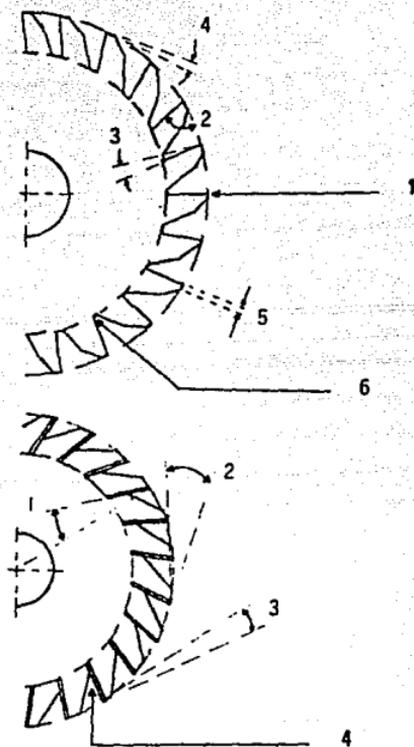


Figura No. 10

### Fresa Sencilla

1. Filo Periférico
2. Angulo de diente
3. Angulo de inclinación radial
4. Angulo Salida
5. Banda
6. Filete

### Fresa de Corte Lateral

1. Angulo de inclinación radial
2. Angulo Salida Periférico
3. Angulo alivio periférico
4. Filo de la cara.

TABLA No. 4  
 ANGULOS DE DIENTES PARA FRESAS DE ACERO RAPIDO.

MATERIAL DE LA PIEZA DE TRABAJO	ANGULO DE INCLINACION	ANGULO DE SALIDA	ANGULO SECUNDARIO DE SALIDA
ACERO AL CARBONO	15	5	10 - 20
INOXIDABLE	5 - 10	5 - 12	10 - 20
ALUMINIO	20 - 35	3 - 7	7 - 12
BRONCE	10 - 15	2 - 4	6 - 10
COBRE	0 - 15	5 - 15	6 - 12
HIERRO FUNDIDO	10 - 15	4 - 6	6 - 10
INCONEL	5 - 15	7 - 8	12 - 14
LATON	10 - 20	3 - 4	6 - 10
MAGNESIO	15 - 20	8 - 10	15 - 20
MONEL	5 - 15	7 - 8	12 - 14
NIQUEL	5 - 15	7 - 8	12 - 14
TITANIO	0	3 - 12	6 - 12

TABLA No. 5  
VELOCIDADES Y AVANCES RECOMENDADOS PARA FRESAR DIVERSOS MATERIALES.

MATERIAL	ACERO RAPIDO		CARBURO	
	V (ft/min)	A (in/diente)	V (ft/min)	A (in/diente)
ACERO:				
AL CARBONO	60 - 120	0.003 - 0.012	200 - 450	0.004 - 0.016
ALEACION	40 - 100	0.002 - 0.008	200 - 300	0.003 - 0.014
INOXIDABLE:				
TIPO 302	35 - 65	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 304	35 - 85	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 316	40 - 85	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 321	35 - 65	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 347	35 - 85	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 410	70 - 105	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 416	100 - 125	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 420	35 - 70	0.003 - 0.005	*	*
TIPO 431	70 - 105	0.003 - 0.005	*	*
ALUMINIO (ALEACIONES)	900	0.005 - 0.020	MAXIMA	0.005 - 0.020
BRONCE:				
BLANDO	200 - 300	0.018	500 - 1000	0.012
DURO	100 - 200	0.016	500 - 1000	0.010
CIRCONIO	*	*	150 - 200	0.002 - 0.010
COBRE	150 - 525	0.008 - 0.020	550 - 1200	0.010 - 0.018
HASTELLOY	*	*	15 - 20	0.005
HIERRO FUNDIDO:				
BLANDO	70 - 80	0.018	200 - 350	0.012
DURO	60 - 70	0.015	100 - 250	0.010
HIERRO GRIS	75 - 140	0.010 - 0.012	350 - 500	0.012 - 0.015
HIERRO MALEABLE	75 - 150	0.010 - 0.012	200 - 500	0.012 - 0.015
INCOLOY	*	*	30 - 40	0.002 - 0.006
INCONEL	*	*	10 - 20	0.001 - 0.004
LATON BLANDO	200 - 300	0.020	500 - 1000	0.012
MAGNESIO	600 - 1500	0.020	1000 - 1500	0.020
MOLIBDENO	90 - 110	0.001 - 0.010	225 - 275	0.004 - 0.005
NOMEL	50 - 65	0.005 - 0.010	60 - 80	0.002 - 0.008
NIQUEL (ALEACIONES)	50 - 65	0.005 - 0.010	80 - 100	0.002 - 0.004

## 10. MACHUELOS.

Los machuelos se clasifican en:

- Macizos.
- De expansión.
- Filos de Inserto.
- Seccional.
- Ajustable.
- Contraíble.

De los siete tipos mencionados anteriormente, el más común en los talleres son los machuelos macizos, por lo que nos ocuparemos solamente de éstos.

Estos machuelos son para hacer roscas rectas o cónicas; los machuelos rectos producen roscas de un mismo diámetro de paso a lo largo del barreno, mientras que los cónicos producen roscas de un diámetro de paso que se reduce con uniformidad de un hilo de rosca al otro.

\* Nomenclatura de un Machuelo.

Figura No. 11 A.

1. Longitud de cuadro.
2. Eje.
3. Diámetro de zanco.
4. Angulo de hélice.
5. Angulo de Chaflán.

6. Centro interno.
7. Centro externo.
8. Diámetro de punta.
9. Talón.
10. Arista de Corte.

\* Angulos de corte.

Figura No. 11 B.

1. Negativo.

Es para aplicaciones especiales y se utiliza para fundición gris y bronce duro.

2. Radial.

Para latón, bronce fosforado, hierro colado, hierro maleable, etc.

3. Positivo.

Para baquelita, bronce al manganeso, cold rolled y aceros en general.

4. Gancho.

Aluminio, babbit, cobre, metal monel, níquel, acero inoxidable, zamac.

\* Angulos Generales.

Figura No. 11 C

1. De hélice.

2. Paso.
3. Eje.
4. Raíz.
5. Cresta.
6. Angulo de rosca (60 grados).

**A continuación se muestra la nomenclatura de un machuelo.**

# Nomenclatura de un machuelo.

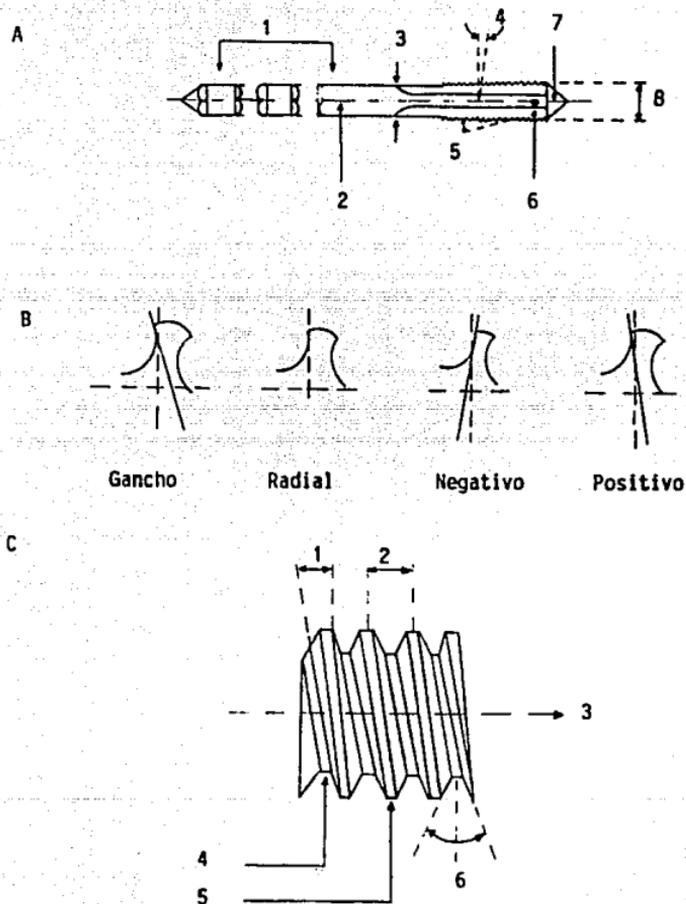


Figura No. 11

## 11. RUEDAS ABRASIVAS.

Existen varios factores que deben tomarse en cuenta para la selección de las ruedas o piedras abrasivas, entre los que podemos señalar los siguientes:

a. Tamaño y forma de la rueda.

b. Clase de abrasivo.

Existen 2 tipos, carburo de silicio y óxido de aluminio.

Los primeros se recomiendan para materiales de baja resistencia a la tensión (hierro fundido, bronce, hule, carburos cementados, etc.). Las segundas se usan en materiales de alta resistencia a la tensión (acero templado, de alta velocidad, aleado, hierro maleable, etc.).

c. Tamaño de grano de las partículas abrasivas.

Se utiliza grano fino para materiales duros y frágiles, así como en donde es importante el acabado. Los de grano grueso se usan para materiales suaves y para el rápido desprendimiento del material.

d. Grado o Resistencia del aglutinante.

Un aglutinante es duro si es capaz de retener los granos contra las fuerzas que tienden a separarlos; en sentido opuesto, será suave si solo se necesita una pequeña fuerza para separarlos. Así es como se recomiendan ruedas duras para materiales suaves y viceversa.

e. Separación del grano:

Los materiales suaves y dúctiles requieren un espacio amplio, mientras que para un acabado fino se requieren espacios reducidos, (para las formas normales de ruedas abrasivas ver figura No. 12).

En el siguiente cuadro se muestra el sistema normalizado de identificación de las ruedas abrasivas según ANSI (American National Standards Institute):

PREFIJO	1	2	3	4	5	6
51	-	A - 36	-	L - 5	-	V - 23

\* Prefijo

Símbolo del fabricante (uso opcional); indica la clave del tipo de abrasivo.

\* Número 1.

Indica el tipo de piedra:

A = Oxido de Aluminio.

C = Carburo de Silicio.

\* Número 2.

Tamaño de grano.

Basto	Medio	Fino
10	30	70
12	36	80
14	46	90

Basto	Medio	Fino
16	54	100
20	60	120
24		150
		180

\* Número 3.

Grado

Puede ser suave, mediano o duro y es según el orden alfabético,

A = muy suave      Z = muy duro.

\* Número 4.

Estructura (uso opcional).

Puede ser densa o abierta y va del 1 en adelante.

\* Número 5.

Tipo de Aglutinante:

V = Vitrificado.

S = Silicato

H = Hule.

R = Resinoide.

E = Laca (Shellac).

O = Oxidloruro.

Las ruedas más comunes se mencionan en la Tabla No. 6.

Quando las partículas se pegan al papel u otro respaldo flexible, se les llama abrasivos revestidos y los cinco tipos de respaldo más utilizados son:

Papel.

Tela.

Fibra.

Papel-tela.

Tela-fibra.

Cada uno de éstos tiene ciertas características que lo hacen - ventajoso para una aplicación en particular. Para trabajo pesado, se recomienda un revestimiento compacto por lo que los granos cubren completamente la superficie del respaldo. Si se quiere aumentar la flexibilidad se utiliza un revestimiento abierto.

Formas normales de ruedas abrasivas



Tipo No. 1

Plana.



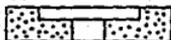
Tipo No. 2

Aro.



Tipo No. 4.

Cónica en los -  
dos lados.



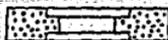
Tipo No. 5

Con caja en un  
lado.



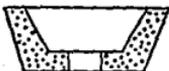
Tipo No. 6

De caja recta.



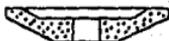
Tipo No. 7

Con caja en los dos  
lados.



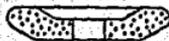
Tipo No. 11

De caja acampanada.



Tipo No. 12

Platillo.



Tipo No. 13.

De desbaste curvo.

Figura No. 12

TABLA No. 6

RUEDAS ABRASIVAS RECOMENDADAS PARA DIVERSOS MATERIALES.

MATERIAL	DUREZA	TIPO DE RUEDA
<b>ACERO:</b>		
AL CARBONO	500 BHN	A-46-J-8-V
ALEACION	500 BHN	A-46-J-8-V
HERRAMIENTAS	56 - 65 Rc	A-46-I-8-V A-60-I-8-V
<b>INOXIDABLE:</b>		
ENDURECIDO (PRECIPITACION)	160 - 440 BHN	A-46-H-8-V
SERIE 300	150 - 220 BHN	A-46-I-8-V
SERIE 400	150 - 220 BHN	A-46-J-8-V
ALUMINIO (ALEACIONES)	*	A-46-J-8-V
CIRCONIO	76 - 89 Rb	A-46-J-8-V
COBRE (ALEACIONES)	120 - 180 BHN 180 - 300 BHN	A-60-K-8-V A-46-J-8-V
<b>HIERRO:</b>		
GRIS	54 Rc	C-36-H-8-V
MALEABLE	300 BHN	C-36-H-8-V
MAGNESIO (ALEACIONES)	*	A-46-J-8-V
MOLIBDENO	250 BHN	A-60-H-8-V
NIQUEL (ALEACIONES)	150 - 320 BHN	A-46-I-8-V
TITANIO	150 - 230 BHN	A-46-J-8-V

## 12. Sierras de Arco y Seguetas.

Las sierras de arco mecánicas, se utilizan para cortar barras, formas extruidas y laminadas, tubos y otros. La hoja se encuentra tensa a un arco o bastidor el cual posee un movimiento de vaivén sobre la pieza de trabajo, la cual se sujeta en una prensa de tornillo en la mesa de la sierra. El peso de dicho arco varía según el tamaño de la máquina. Así mismo, la presión requerida entre la hoja y la pieza de trabajo se modifica con la adición de pesos en el bastidor, con tensión de resorte, con avance positivo de un sinfín y en ocasiones con algún mecanismo hidráulico. Dicha presión variará de acuerdo al material que se esté cortando.

Las hojas para las sierras mecánicas son de acero aleado con tungsteno, acero al tungsteno para alta velocidad y acero al molibdeno para alta velocidad, de las cuales las primeras son las más generalizadas. Estas hojas están disponibles en longitudes de hasta 36 " y en pasos de 2 1/2 a 18 dientes por pulgada (DPP) y su espesor varía de 0.032 a 0.100". Más adelante, se presenta una tabla con las velocidades de corte y los DPP de la segueta que se recomiendan para diversos materiales, (Tablas No. 7 y 8).

Por lo general en las sierras de arco mecánicas se debe utilizar una hoja de la longitud necesaria para abarcar el tamaño de la pieza con el espesor suficiente para soportar la presión de avance y siempre teniendo, cuando menos, 3 dientes en contacto con la pieza de trabajo. Para los materiales blandos se utilizan dientes gruesos y dientes -

finos para los materiales duros. Las velocidades de corte son entre 150- y 600 carreras por minuto siendo la más alta para materiales blandos y - las más bajas para materiales duros y tenaces.

Los arcos para las sierras de mano están hechos para colocar las ho-  
jas estándar de 8, 10 y 12 pulgadas de longitud. Dichas hojas tienen de-  
7/16" a 9/16" de anchura y 0.025 de espesor con 4 tipos de pasos:

14, 18, 24 y 32 dientes por pulgada y generalmente son de acero de-  
aleación al tungsteno, acero a carbono y acero rápido.

En general, se utilizan las hojas de 14 dientes para cortar mate-  
rial redondo de 1" o más y materiales blandos que requieren máximo despe-  
je para las virutas.

Para materiales de 1/4" a 1" de  $\emptyset$  y para uso general en el taller -  
se utilizan en el mayor de los casos hojas de 18 DPP. Para materiales de  
1/8" a 1/4" de espesor se usan hojas de 24 dientes y para materiales de-  
menos de 1/8" de espesor de 32 DDP.

Ver figura No. 13.

TABLA No. 7

SIERRAS DE ARCO MECANICAS.

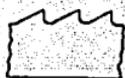
DIENTES PARA LA HOJA Y VELOCIDADES DE CORTE RECOMENDADAS.

MATERIAL	DIENTES POR PULGADA	CARRERAS/MIN
<b>* MATERIALES FERROSOS</b>		
ACERO:		
ALEACION	4 - 6	60 - 90
BLOQUES PARA TROQUELES	4 - 6	60 - 90
CARBONO (HERRAMIENTAS)	4 - 6	90 - 120
INOXIDABLE	3 - 4 - 6	60 - 90
MAQUINARIA	3 - 4 - 6	90 - 120
RAPIDO	6 - 10	60 - 90
TUBO	6 - 10	120
BARRA	10	90
HIERRO:		
FUNDIDO	6 - 10	90 - 120
MALEABLE	6 - 10	90
MATERIAL PARA FORJAR:		
ALEACION	4 - 6	90
DULCE	3 - 4 - 6	120
RIELES	6 - 10	60 - 90
TUBO:		
PARED DELGADA	14	120
PARED GRUESA	6 - 10	120
<b>* MATERIALES NO FERROSOS</b>		
ALUMINIO	3 - 4 - 6	120
BABBIT	4 - 6	120
BRONCE (FUNDICIONES)	4 - 6 - 10	90
BRONCE-MANGANESO	6 - 10	60 - 90
COBRE (BARRAS)	3 - 4 - 6	90
COBRE (TUBO)	10	120
LATON FUNDICIONES:		
BLANDA	6 - 10	120
DURA	6 - 10	90 - 120
MONEL	6 - 10	60 - 90

TABLA No. 8  
 SIERRAS DE ARCO DE MANO.  
 DIENTES PARA LA HOJA Y VELOCIDADES DE CORTE RECOMENDADAS.

MATERIAL	DIENTES POR PULGADA	CARRERAS/MIN
<b>* MATERIALES FERROSOS</b>		
ACERO:		
HERRAMIENTAS	18 - 24	50
MAQUINARIA	14 - 18	60
BARRA	18 - 24	40
CONDUITS RIGIDOS	24	50
FORMAS ESTRUCTURALES:		
DELGADAS	24	60
GRUESAS	18	60
HIERRO FUNDIDO	14	60
LAMINA METALICA	24 - 32	60
RIELES	14	40
TUBO DELGADO	32	60
TUBO NORMAL	24	60
<b>* MATERIALES NO FERROSOS</b>		
ALUMINIO	14	60
COBRE	14	60
FORMAS ESTRUCTURALES	14 - 24	60
LATON, TUBO	24	60
LATON Y BRONCE	14 - 24	60
<b>* MATERIALES NO METALICOS</b>		
ASBESTO	14	60
FIBRAS	14	60
PIZARRA	14	50

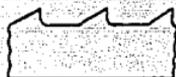
### Construcción de los dientes de las hojas de segueta.



Dientes rectos (Hojas de Segueta).



Dientes Recortados (Hojas Largas).



Dientes de Garganta Ancha (Acero y Hierro).

### Tipos de Triscados para Seguetas Metálicas.



Triscado incidente (Para acero y Hierro)



Triscado Ondulado (Hojas delgadas de metal).



Triscado Común (Latón, Bronce y Plástico).

Figura No. 13.

### 13. MATERIALES PARA HERRAMIENTAS DE CORTE.

Los principales materiales empleados en las herramientas de corte son los siguientes:

#### 13.1 Aceros de Alto Carbono.

Antes del desarrollo de aceros para herramientas de alta velocidad, se usaban aceros al carbono para todas las herramientas cortantes. Limitándose el contenido de carbono de 0.80 a 1.20 %. Estos aceros tienen una buena templabilidad y con un tratamiento térmico apropiado alcanzan una dureza tan grande como cualquiera de las aleaciones de alta velocidad. A máxima dureza, el acero es muy quebradizo y si se desea algo de tenacidad se debe obtener a costa de la dureza. La capacidad de penetración del temple es baja, limitándose el uso de éste acero a herramientas pequeñas. Debido a que éstas herramientas pierden dureza alrededor de los 300o C, no son convenientes para altas velocidades y trabajo pesado, restringiéndose su utilidad al trabajo en materiales blandos como la madera. Así pues, el acero de alto carbono para herramientas, tiene poca importancia para el corte de metales y sus aplicaciones principales son para herramientas de bajo uso que pueden usarse sólo en corridas cortas. Los aceros al carbono para herramientas se usan en grandes cantidades para dados de forja y fundición, para herramental de trabajo en lámina de metal y para otras aplicaciones distintas del maquinado, donde la dureza, resistencia, etc., son importantes.

#### 13.2 Aceros de Alta Velocidad.

Los aceros de alta velocidad son de un alto contenido de aleación,

tienen una excelente templabilidad y mantienen un buen filo cortante a temperaturas de cerca de 650°C. A la capacidad de una herramienta para resistir al ablandamiento en altas temperaturas se le conoce como dureza al rojo y ésta es la cualidad más deseada. El primer acero para herramientas que mantenía su filo cortante a casi un calor rojo, fue desarrollado en 1900 por Fred W. Taylor y M. White. Esto se efectuó añadiendo al acero, 18 % de tungsteno y 5.5 % de cromo como los principales elementos de aleación. La práctica actual en la fabricación de aceros de alta velocidad aún emplea estos dos elementos en aproximadamente el mismo porcentaje. Otros elementos de aleación comunes son el vanadio, molibdeno y cobalto. Aunque hay numerosas composiciones de acero de alta velocidad, todas ellas se pueden agrupar en las siguientes tres clases:

#### 13.2.1 Acero de Alta Velocidad 18-4-1.

Este acero contiene 18 % de tungsteno, 4 % de cromo y 1 % de vanadio, y se le considera uno de los mejores aceros para herramientas de propósitos múltiples.

#### 13.2.2 Acero de alta velocidad al molibdeno.

Muchos aceros de alta velocidad usan molibdeno como elemento principal de aleación, ya que una parte de éste sustituirá a dos partes de tungsteno. Los aceros al molibdeno tales como el 6-6-4-2 que contienen 6 % de tungsteno, 6 % de molibdeno, 4 % de cromo y 2 % de vanadio, tienen una tenacidad y capacidad cortante excelentes.

#### 13.2.3 Aceros rápidos superiores.

Algunos aceros de alta velocidad contienen cobalto, el cual va ría en cantidades comprendidas entre el 2 y el 15 %, puesto - que éste elemento aumenta la eficiencia de corte especialmente a altas temperaturas. Debido al mayor costo de este material, - se usa principalmente para operaciones de corte pesadas que im ponen presiones y temperaturas elevadas.

La mayoría de las brocas, rimas y muchos cortadores de fresa - son de acero rápido. El uso del material para herramientas de - una sola punta está limitado a herramientas de forma especial - y a aquellas usadas en operaciones donde la velocidad de corte y la duración de la vida de la herramienta tienen relativamen - te un efecto pequeño en el costo global.

### 13.3 Aleaciones Fundidas no Ferrosas.

Numerosas aleaciones no ferrosas, que contienen principalmente cro mo, cobalto y tungsteno con porcentajes menores de uno o más elementos - formadores de carburo como el tántalo, molibdeno o boro, son materiales - excelentes para herramientas de corte. Estas aleaciones tienen una alta - dureza al rojo y son capaces de mantener buenos filos cortantes en las - herramientas a temperaturas por encima de los 925oC. Comparadas con los - aceros de alta velocidad, se pueden usar al doble de la velocidad de cor - te y aún mantener el mismo avance. Sin embargo, son más quebradizas, no - responden al tratamiento térmico y se pueden maquinar solamente por esme - rilado. El rango de elementos en estas aleaciones es del 12 al 25 % de - tungsteno, 40 a 50 % de cobalto y 15 a 35 % de cromo. Estas aleaciones - tienen una buena resistencia a la craterización y pueden resistir mucho -

mejor que los carburos a las cargas de choque. Como material de herramientas para la eficiencia de corte, están en un rango medio entre los aceros de alta velocidad y los carburos.

Así pues, la forma de la herramienta usualmente es de un filo único para usarse en tornos y cepillos. Tanto el acero rápido como las aleaciones no ferrosas tienen una amplia aplicación como materiales estructurales, sobre todo en ambientes de alta temperatura. Las aleaciones no ferrosas también tienen alta resistencia a muchos químicos y a la acción de los abrasivos.

#### 13.4 Carburos Cementados.

Los insertos de carburo para herramientas de corte se hacen sólo por la técnica de metalurgia de polvos en la cual los polvos del metal del carburo de tungsteno y el cobalto se forman por compresión, se presinterizan para facilitar su manejo y acabado de su forma final, se sinterizan en un horno con atmósfera de hidrógeno a  $1550^{\circ}\text{C}$  y se terminan con una operación de esmerilado. Los aceros de bajo carbono para herramientas y de alta velocidad, dependen de la formación de carburos de metal para su dureza. En los aceros simples al carbono, es el carburo de cromo el que proporciona la dureza y la resistencia a la abrasión. La mayoría de los carburos de metal son en sí, materiales extremadamente duros y tienen potencial como herramientas de corte. Los carburos cementados que por lo general se usan, como materiales para herramientas de corte contienen del 3 % al 25 % de cobalto o níquel como un agente de liga.

Los carburos tienen un alto módulo de elasticidad, 350 GPa (50 mi-

llones de lb/in<sup>2</sup>) o más, en comparación con los 200 GPa (30 millones de lb/in<sup>2</sup>) del acero. La cualidad de rigidez indicada por este valor es importante en la aplicación donde se desea deflexión mínima bajo carga. - Los carburos cementados tienen altas cualidades de amortiguación, lo que les da un valor adicional en muchas operaciones de maquinado donde la vibración puede ser de otra manera un problema.

En términos generales, existen cuatro clases de carburos para uso en herramientas de corte:

13.4.1 Carburo directo al tungsteno (WC).

13.4.2 Resistente al cráter para corte de acero (WC+TiC+TaC).

13.4.3 Carburo directo al titanio (TiC).

13.4.4 Carburos revestidos.

El carburo directo al tungsteno se usa principalmente para metales no ferrosos y hierro fundido, ambos para operaciones de desbastado y acabado.

La adición de carburo de titanio y/o carburo de tántalo al carburo de tungsteno aumenta la resistencia a los cráteres y reduce la tendencia para la soldadura entre la herramienta y la pieza de trabajo cuando se maquina acero.

El carburo directo de titanio con cobalto como agente de liga produce una herramienta muy dura y resistente al desgaste, adecuada sólo para alteraciones de acabado en el acero debido a la alta fragilidad y-

a una tendencia a descascararse bajo cargas de choque.

Las herramientas cortantes de carburo cementado se hacen como composiciones por el uso de dos grados diferentes de carburo u otros materiales. Un grado tenaz, resistente al choque se usa como núcleo del cuerpo principal de la herramienta. Este núcleo se reviste por depósito de vapor con una capa muy delgada de carburo de titanio, nitruro de titanio, nitruro de hafnio u óxido de aluminio y cobalto u otro agente de liga. El núcleo proporciona la tenacidad necesaria para las cargas de choque y el revestimiento proporciona una superficie muy resistente al desgaste, lo que hace a las herramientas adecuadas para ambas operaciones de desbaste y acabado. Los carburos revestidos se producen sólo como insertos posicionables.

El costo inicial de las herramientas de carburos cementados es de dos a diez veces la de las de acero rápido de diseño similar, no sólo debido al costo más alto del material, sino también por la mayor dificultad para conformar el material. El alto costo inicial, con frecuencia se recupera en corto tiempo debido a la más alta velocidad de operación y a la más larga vida de desgaste del material.

### 13.5 Herramienta de cerámica.

El polvo de óxido de aluminio, junto con aditivos de titanio, magnesio u óxido de cromo se mezcla con algún aglutinado y se transforma con técnicas de metalurgia de polvos, en una herramienta de corte de inserción. El inserto se sujeta en el porta herramienta o se le adhiere por medio de una resina epóxica. El material resultante tiene una resisten-

cia a la comprensión extremadamente alta, pero es muy quebradizo. Debido a esto se debe dar a los insertos una inclinación negativa de 5 a  $-7^{\circ}$  para fortalecer su filo cortante y deben estar bien soportados por el portaherramienta. El punto de ablandamiento de una herramienta de cerámica es mayor de  $1100^{\circ}\text{C}$  y esta característica, aunada a su baja conductividad térmica, posibilita a la herramienta para operar a altas velocidades de corte y a admitir cortes profundos. No se ha indicado algún aumento sustancial en la duración de la herramienta con el uso de refrigerante. Las ventajas de las herramientas de cerámica incluye la dureza y la resistencia a altas y bajas temperaturas, alta resistencia a la comprensión, falta de afinidad con el metal que se corta, resistencia a la craterización y una baja conductividad térmica. El uso de herramientas de cerámica está limitado por su fragilidad, la rigidez, capacidad y velocidad de las máquinas herramientas convencionales y la dificultad para asegurar el inserto en su soporte.

### 13.6 Abrasivos.

Todos los materiales precedentes se usan para herramientas de corte con un sólo filo y para herramientas de filos múltiples en las cuales las aristas cortantes están relacionadas entre sí. Otro grupo de materiales para herramientas, conocidos como abrasivos, se usan en operaciones de rectificado. Los abrasivos son herramientas de filos múltiples debido a que cada grano del material abrasivo en la superficie de la herramienta sirve como una arista cortante. La orientación de estos granos varía sobre la superficie de la rueda y los ángulos de inclinación y alivio de los granos individuales son diferentes. Así, para con-

tinuar el corte con eficiencia, la rueda debe reafilarse por sí misma, - lo cual se lleva a cabo por la acción combinada de la fractura de los - granos del abrasivo que presentan aristas cortantes nuevas y por la liberación de los granos completamente desgastados del agente de liga que los mantiene juntos. Pero independientemente de esto, la acción de corte es esencialmente la misma que con cualquier otra herramienta cortante. Las ruedas y otras herramientas abrasivas se manufacturan por la - combinación del abrasivo cristalino, cuidadosamente clasificado por tamaños, con uno de varios materiales de liga. La mezcla se comprime a la forma adecuada y se hornea o seca dependiendo del material de liga para producir la resistencia de la herramienta final.

Hay tres tipos de abrasivos de mayor importancia:

#### 13.6.1 Oxido de Aluminio.

Es un grano fuerte, tenaz que tiene el mayor uso en la producción - de ruedas de rectificado y herramientas cortantes de cerámica.

#### 13.6.2 Carburo de Silicio.

Estos cristales son más duros y con aristas más marcadas, pero por lo mismo presenta mayor fragilidad. Las ruedas de éste material se usan para esmerilar materiales de baja resistencia a la tensión, ta les como el hierro fundido y el aluminio.

#### 13.6.3 Diamante.

Las partículas de diamante son trituradas ya sea por el hombre o na turalmente y se graduan por tamaño. Se combinan con un material de liga y se aplican a un material de soporte en la forma de un anillo o banda para producir una rueda de rectificado. Estas ruedas son -

muy caras, pero al tener una vida larga y a que pueden efectuar trabajos que otros materiales no podrían, llegan a ser la compra más económica.

CAPITULO No. II  
ASPECTOS LEGALES.

Toda actividad comercial que se realice en la República Mexicana - causa derechos y obligaciones. Dentro de la instalación de un taller de máquinas herramientas se deben cumplir con ciertas obligaciones de tipo legal tanto para la iniciación de la empresa como para su operación.

Las obligaciones se pueden dividir de acuerdo a la institución ante quien se debe responder en:

- a. Estatal.
- b. Municipal.
- c. Federal.
- d. A terceros.

- Las obligaciones de tipo estatal, son aquellas que se contraen con el gobierno del estado donde se opera y se deben de pagar las cuotas correspondientes en las receptorías de renta del estado que correspondan a la localidad particular del negocio. Los fondos provenientes de estas recaudaciones son del estado y su monto depende de la legislación estatal.

- Las obligaciones municipales dependen de lo dictado por las normas de cada municipio y se pagan en la tesorería del municipio. Por lo general, son menores que las cuotas estatales o las federales y dependen de medidas de tipo urbano, ecológico, etc.

- Las obligaciones federales son aquellas que prevalecen en toda la República y por lo general, son de tipo gravario. Se deben cumplir - en la Tesorería de la Federación correspondiente a la localidad del negocio.

- Las obligaciones con terceros dependen en mucho del giro de la empresa y se adquieren principalmente con los mismos obreros. Como ejemplo de éstas tenemos: el Infonavit, Seguro Social, Liquidaciones, Reparo de utilidades, etc.

A continuación se mencionarán las obligaciones que debe cumplir un taller de máquinas de herramientas en el orden en que normalmente se requieren, mencionando la periodicidad con que se deben renovar y las dependencias donde se debe acudir.

#### 1. ACTA CONSTITUTIVA.

Cuando se desea iniciar algún tipo de sociedad, primeramente - se deben determinar los siguientes puntos:

- \* Tipo de Sociedad.
- \* Giro de la empresa.
- \* Capital de inicio.

Una vez determinado lo anterior, se procede a formalizar la sociedad para lo cual debe darse fe pública ante un notario. Para esto, - se redacta el Acta Constitutiva, la cual contendrá los siguientes datos:

- \* Lugar y fecha del acto.

- \* Número de socios (mínimo cinco).
- \* Capital contable mostrado en el acto.
- \* Giro de la empresa.
- \* Puesto de cada socio.
- \* Número de acciones emitidas.
- \* Valor de cada acción.
- \* Cantidad de acciones que posee cada socio.
- \* Descripción general del acto.

El acta quedará asentada en los libros de la notaría y en un original entregado a la empresa estando todas las hojas selladas y firmadas por el notario y por todos los socios al margen.

## 2. REGISTRO DE HACIENDA.

Una vez obtenida el acta constitutiva, se procede a dar de alta a la empresa ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para lo cual, se debe acudir a la delegación correspondiente de la localidad donde se encuentra la empresa, donde se procede a llenar una forma (F.- I) donde se especifica lo siguiente:

- \* Fecha de escrituración.
- \* Fecha de inicio de operaciones.
- \* Domicilio fiscal.
- \* Giro de la empresa.
- \* Cierre del ejercicio fiscal.
- \* Obligaciones por ser retenedor.
- \* Pago del IVA.

\* Registro Federal de Contribuyentes.

Lo más importante de ésta forma es el Registro Federal de Contribuyentes, ya que éste representa el nombre de la empresa ante la Secretaría de Hacienda.

En el caso de un taller, se deben pagar los impuestos retenidos de acuerdo a lo siguiente:

DIA DEL MES	IMPUESTO
11	IVA
11	ISR, ISPT
15	IMSS

Después de presentar la forma, se debe pagar la cuota correspondiente.

Una vez que se ha cumplido con éste requisito, se puede iniciar la operación del taller para que posteriormente por medio del correo se obtenga el registro oficial (F.II).

Ahora bien, a partir de la fecha en que se cierre el ejercicio fiscal, se cuenta con 15 días para presentar los siguientes libros contables ante la SHCP:

- Libro de mayor.
- Diario General.
- Inventarios y Balances.
- Estado de Resultados.

- Activos.

Esto se hace con el fin de que se tenga un control estricto sobre la contabilidad de la empresa por parte de la Secretaría.

En caso de que se desee cambiar el sistema manual por un sistema de cómputo, se deberá dar aviso a Hacienda a través de una forma (F.III) en la cual se especifica lo siguiente:

- Registro Federal de Contribuyentes.
- Domicilio fiscal de la empresa.
- Giro de la empresa.
- Representante legal.
- Sistema anterior.
- Fecha de la modificación.
- Marca del equipo.
- Porcentaje de la contabilidad que abarca el nuevo sistema.
- Capacidad y características del equipo.
- Descripción de los programas.
- Ingresos declarados los dos últimos años.

Otras obligaciones para con la Secretaría de Hacienda son el dar aviso cuando se presente uno de los siguientes casos:

- Cambio de nombre.
- Inicio de la liquidación.
- Cambio de domicilio.
- Inicio de sucesión.
- Cambio de actividad preponderante.

Más adelante se presenta una forma (F.IV) como ejemplo de lo anterior.

### 3. CUENTA DEL IVA.

Una vez realizado lo anterior, se procede a obtener el registro en la Secretaría de Finanzas del Estado donde se esté operando, ya que el IVA es un impuesto de carácter federal (F. V).

Por lo anterior, la empresa se encuentra obligada a cobrar el IVA en todas sus facturas para posteriormente pagarlo en la fecha correspondiente.

### 4. SEGURO SOCIAL.

Uno de los derechos de los trabajadores mexicanos es el del Seguro Social para lo cual se necesita dar de alta ante dicha institución llenando una forma (F. VI).

Así, al iniciarse la empresa es necesario que el patrón se dé de alta, para lo cual es necesario presentar los servicios y registros ya mencionados así como presentar la forma correspondiente. Una vez hecho esto, se está en posibilidad de contratar personal, al cual se le deberá dar de alta ante el IMSS.

Como otra obligación ante el seguro social, está la de dar aviso de las bajas de los trabajadores que cesen su relación laboral con la empresa.

## 5. INFONAVIT.

Esta es una institución de ayuda para los trabajadores, la cual proporciona créditos y facilidades para la adquisición de viviendas y mobiliario o usos generales. El patrón debe registrarse en él, y debe realizar pagos bimestrales por el 5 % del salario de cada trabajador. Ahora bien si el trabajador obtiene un crédito por medio de éste, el patrón debe retener los pagos, los cuales serán liquidados junto con los del IMSS en la fecha correspondiente.

## 6. SALUBRIDAD.

El registro de salubridad es un trámite municipal que consta de dos partes:

a) Se debe efectuar un pago en la Tesorería Municipal conocido con el nombre de Derecho de Placa, que es en realidad el registro ante dicha institución.

Este trámite no causa inspección y sólo se obtiene de él la placa, la cual comprobará que la empresa se encuentra registrada ante la SHCP.

b) Esta segunda parte consiste en la obtención de la licencia sanitaria, para lo cual se debe llenar la forma correspondiente (F. VII), en la cual se estipula lo siguiente:

\* Domicilio.

\* Giro.

- \* Fecha de expedición.
- \* Fecha de vencimiento.

Una vez llena esta forma, un inspector revisa que la empresa cumpla con los requisitos estipulados como lo son baños, ventilación, - iluminación, etc., y de ser así se obtiene la licencia, la cual debe renovarse cada 2 años.

#### 7. LICENCIA DE USO DE SUELO.

Este trámite también es de carácter municipal y tiene por obje to el verificar que el funcionamiento de la planta queda dentro de lo - estipulado por los reglamentos del municipio.

Para obtener esta licencia, se debe acudir al ayuntamiento y - llenar la forma correspondiente, la cual deberá renovarse anualmente - (F. VIII).

#### 8. CANACINTRA.

La Cámara Nacional de la Industria de la Transformación es una asociación que agrupa a todas las industrial (pequeñas, medianas o gran des) que de alguna manera transforman materia prima.

En el caso de un taller de máquinas herramientas, se tiene la obligación de pertenecer a dicha asociación y para ello se deben de -- efectuar pagos anuales que van de acuerdo al tamaño y giro de la empre sa.

Como comprobantes de los pagos se obtienen recibos, los cuales deben permanecer a la vista junto con una placa como comprobante del registro.

Como se puede apreciar, son muy diversas las obligaciones que se deben cumplir para el inicio de una empresa, por lo que se requiere mucho orden para no dejar de cumplir con alguna de éstas, así como su conocimiento previo.

HACIENDA

HRFC-1

1041584

REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

DECLARACION DE INSCRIPCION PARA PERSONAS NO ASALARIADAS

ANTES DE LLENAR ESTA FORMA, LEA DETENIDAMENTE LAS INSTRUCCIONES CONTENIDAS AL REVERSO.

OFICINA FISCAL DE HACIENDA EN:

OFICINA REGISTRADORA ESTADAL EN:

IDENTIFICACION DEL CONTRIBUYENTE:

1				2			
3				4			
5				6			
7				8			
9				10			
11				12			
13				14			

11 OBLIGACIONES FISCALES SEÑAL LAS OBLIGACIONES POR LAS QUE DEBE DECLARAR

PERSONAS FÍSICAS		PERSONAS FÍSICAS	
<input type="checkbox"/> 101	COMERCIO MERCANTIL	<input type="checkbox"/> 107	ACTIVIDADES EMPRESARIALES
<input type="checkbox"/> 102	ORGANISMOS BENEFICENTIALES, PROFESIONALES, EMPLEADOS, ETC.	<input type="checkbox"/> 108	CONTRIBUYENTES NO MENORES
<input type="checkbox"/> 103	ASOCIACIONES Y ASOCIACIONES DE CARÁCTER CIVIL	<input type="checkbox"/> 109	CONTRIBUYENTES MENORES
<input type="checkbox"/> 104	SOC. COOPERATIVAS DE PRODUCCION	<input type="checkbox"/> 110	COMPROPIETARIO
<input type="checkbox"/> 105	SOC. COOPERATIVAS DE CONSUMO	<input type="checkbox"/> 111	REPRESENTANTE COMÚN
<input type="checkbox"/> 106	PERSONAS CON VENTAJAS FISCALES QUE DEBE DECLARAR	<input type="checkbox"/> 112	REPRESENTADO
OTRAS ACTIVIDADES:		<input type="checkbox"/> 113	REPRESENTANTE COMÚN
<input type="checkbox"/> 114	REPRESENTANTE COMÚN	<input type="checkbox"/> 115	REPRESENTADO

<input type="checkbox"/> 116	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 117	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES
<input type="checkbox"/> 118	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 119	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES
<input type="checkbox"/> 120	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 121	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES

<input type="checkbox"/> 122	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 123	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES
<input type="checkbox"/> 124	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 125	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES

<input type="checkbox"/> 126	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 127	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES
<input type="checkbox"/> 128	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES	<input type="checkbox"/> 129	FORNISTORES DE SERVICIOS PERSONALES

FORMA 1

Forma 1

datos de identificación actualizados

SR. CONTRIBUYENTE, ESTA SECRETARIA LE COMUNICA QUE LOS DATOS DE IDENTIFICACION ABAJO SEÑALADOS SE HAN REGISTRADO EN SU CUENTA UNICA.

NOMBRE, DENOMINACION O RAZON SOCIAL Y DOMICILIO FISCAL

CLAVE DE R. F. C.

LE VISE LOS DATOS DE NOMBRE, DENOMINACION O RAZON SOCIAL Y DOMICILIO FISCAL. ALGUNO DAÑO ESTA EQUIVOCADO, PRESENTE LA ACLARACION CORRESPONDIENTE ANTE LAS OFICINAS AUTORIZADAS.

EL C. DIRECCION GENERAL DE RECAUDACION

LE RECUERDA QUE SI HA DEMASO DE PRESENTAR ALGUN AVISO AL REGISTRO DE CONTRIBUYENTES LO HAGA ANTE DICHAS OFICINAS

CEDULA DE REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

CLAVE DE R. F. C.

NOMBRE, DENOMINACION O RAZON SOCIAL

INVARIAEMENTE DEBE CITAR ESTA CLAVE EN FORMA COMPLETA EN TODAS LAS DECLARACIONES Y MANIFESTACIONES QUE PRESENTE ANTE AUTORIDADES FISCALES.

HE ACUMPLIDO LO DEMANDADO POR EL COMISO FISCAL DE LA FEDERACION Y EL RECLAMAMIENTO DEL REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES, SE LE NOTIFICA QUE SE HAN REGISTRADO EN SU CUENTA UNICA LA CLAVE DE REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (ARRIBA SEÑALADA) QUE ESTA SECRETARIA LE HA ASIGNADO.

LE RECUERDA QUE SI HA DEMASO DE PRESENTAR ALGUN AVISO AL REGISTRO DE CONTRIBUYENTES LO HAGA ANTE DICHAS OFICINAS AUTORIZADAS.

Forma II

aviso de adopción o modificación de registros electrónicos de contabilidad

HSR 10

UNO LA CLAVE DE LA D.F.A. FEEL	CLAVE DE LA D.F.A. JUN	6
-----------------------------------	---------------------------	---

1. OFICINA FEDERAL DE HACIENDA EN: \_\_\_\_\_

EL DATOS DE IDENTIFICACION DEL CONTRIBUYENTE

EL REGISTRO DE CONTRIBUYENTES:

PERSONAS FISICAS ESPECIAS: EXTENSO, NATURAL, DOMICILIO, DIFERENCIA DE DERECHOS, DIFERENCIA DE DERECHOS

PERSONAS MORALES: DENOMINACION, DIFERENCIA DE DERECHOS, DIFERENCIA DE DERECHOS

BOLETIN DE FISCALIDAD: \_\_\_\_\_

LOCALIDAD: \_\_\_\_\_ MUNICIPIO EN EL CASO DEL D.F. DELEGACION POLITICA: \_\_\_\_\_ ENTIDAD FEDERATIVA: \_\_\_\_\_

TIPO O ACTIVIDAD PRINCIPALMENTE: \_\_\_\_\_ CLAVE DE LA ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_

APellidos PATERNO, MATERNO Y NOMBRES DEL REPRESENTANTE LEGAL: \_\_\_\_\_

INDICAR LOS DATOS DE LOS CONTRIBUYENTES: \_\_\_\_\_

INGRESOS ACUMULABLES DECLARADOS EN LOS DOS ULTIMOS EJERCICIOS DE 12 MESES AÑO MONEDAS AÑO MONEDAS

INDICAR EN SU CASO EL SISTEMA QUE SUSTITUYE: \_\_\_\_\_

INDIQUE LA FECHA DE ADOPCION O MODIFICACION EN SU CASO DEL SISTEMA DE REGISTROS ELECTRONICOS DE CONTABILIDAD: \_\_\_\_\_ DIA MES AÑO

MARCA DEL EQUIPO DE COMPUTO ELECTRONICO: \_\_\_\_\_ LENGUAJES QUE UTILIZA: \_\_\_\_\_

FORNecedor DE SU CONSERVACION QUE SIGUE EL MODO SISTEMA ELECTRONICO: \_\_\_\_\_

CAPACIDAD Y CARACTERISTICA DE LAS MAQUINAS:  
 72 KBT (CAPACIDAD MEMORIA)  
 80 MB (CAPACIDAD EN DISCO)

FOR/1140  
 1 UNIDAD DE CDITAS  
 1 IMPRESORA 300 LPM  
 1 DISCO DE SWAP  
 17 TERMINALES TS

DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS A EMPLEAR

Se declara con fe de fe de dicho modo por las partes que se propone al empleo: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

SIGNA DEL CONTRIBUYENTE EN SU CASO SIGNA DEL REPRESENTANTE LEGAL: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES  
 Este aviso se presentará ante la oficina de su jurisdicción, dentro de los 15 días siguientes a la fecha de adopción o de cambio de sistema de contabilidad conforme dispuesto por el Reglamento de la Ley del Impuesto sobre la Renta.  
 Documental que deben anexar.  
 Programa general del o los sistemas de cómputo que van a emplear.  
 Base de comprobación de saldos a la fecha en que se presenten o modifiquen dichos registros.  
 Este aviso no surte efectos cuando se presente una declaración de ingresos, o bien, cuando en su caso, dejen de acumular los documentos que se indican o se presente uno de los datos mencionados.

PASELERIAS USABOS, S. R. L.  
 Calle Comercio No. 10 - C.A. Llanos 448

FORMA IV (FORMA 5 DE 1973)

PREMIERO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

AVISO DE: (MARQUE "X")

CONTRIBUYENTE

<input type="checkbox"/> CAMBIO DE NOMBRE	<input checked="" type="checkbox"/> CAMBIO DE DOMICILIO	<input type="checkbox"/> CAMBIO DE ACTIVIDAD (PROFESIONAL)
<input checked="" type="checkbox"/> CAMBIO DE CATEGORIA	<input checked="" type="checkbox"/> CAMBIO DE SUCESION	

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE DOMICILIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE SUCESION: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE NOMBRE: \_\_\_\_\_

FORMA DE PAGO:

6, 6, 6

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE PAGO: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE CATEGORIA: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE SUCESION: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE DOMICILIO: \_\_\_\_\_

NOMBRE COMPLETO DEL CONTRIBUYENTE (NOMBRE Y APELLIDOS)		
NOMBRE COMPLETO DEL REPRESENTANTE LEGAL (NOMBRE Y APELLIDOS)		
COLOMBIA	CIUDAD	DEPARTAMENTO
LOCALIDAD	MUNICIPIO O FISCALIA	ENTIDAD TERRITORIAL

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE NOMBRE, DEMARCACION O RAZON SOCIAL: \_\_\_\_\_

FECHA EN QUE DECEDE:	DIA	MES	AÑO	ELECCION	FECHA	FECHA	FECHA
----------------------	-----	-----	-----	----------	-------	-------	-------

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE DOMICILIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_

FECHA EN QUE DECEDE:	DIA	MES	AÑO	ELECCION	FECHA	FECHA	FECHA
----------------------	-----	-----	-----	----------	-------	-------	-------

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE DOMICILIO: \_\_\_\_\_

COLOMBIA	CIUDAD	DEPARTAMENTO
LOCALIDAD	MUNICIPIO O FISCALIA	ENTIDAD TERRITORIAL

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE ACTIVIDAD (PROFESIONAL): \_\_\_\_\_

FECHA EN QUE DECEDE:	DIA	MES	AÑO	ELECCION	FECHA	FECHA	FECHA
----------------------	-----	-----	-----	----------	-------	-------	-------

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_

FECHA EN QUE DECEDE:	DIA	MES	AÑO	ELECCION	FECHA	FECHA	FECHA
----------------------	-----	-----	-----	----------	-------	-------	-------

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE SUCESION: \_\_\_\_\_

FECHA EN QUE DECEDE:	DIA	MES	AÑO	ELECCION	FECHA	FECHA	FECHA
----------------------	-----	-----	-----	----------	-------	-------	-------

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA DE EFECTOS DEL CAMBIO DE DOMICILIO: \_\_\_\_\_

Forma IV



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO  
SECRETARÍA DE FINANZAS  
SOLICITUD DE EMPADRONAMIENTO  
DEPARTAMENTO DE MUESTROS ESTATALES

19		30		008		EACCI	
P. E. M. S.	M. I. Y. S.	ESTADO DE MUESTROS ESTATALES	NUMERO	LOCALIDAD	IMPUESTO		

IMPUESTO DE ERASACIONES POR HONORARIOS AL TRABAJO PERSONAL E-1-1-1-10 <sup>1284801</sup>

Reg. Fed. de Contribuyentes..... No. de Reg. Patronal IMSS.....  
Nombre de empresa o casa.....  
Dirección.....  
Nombre del Propietario.....  
Fecha de Inicial.....  
Actividad o Oficio.....  
Capital en Otro..... No. de Trabajadores.....

IMPUESTO SOBRE HONORARIOS POR ACTIVIDADES PROFESIONALES Y EJERCICIOS LUCRATIVOS CUENTA.....

Nombre de Masón Social.....  
Lugar donde se ejerce la Actividad.....  
Domicilio Particular.....  
Profesión o Actividad.....  
Fecha de Iniciación de Operaciones..... Reg. de Prof. del Edo.....  
Reg. Fed. de Contribuyentes.....  
Si pertenece Ud. alguna Unión de Profesionales llene los siguientes datos.  
Denominación.....  
Dirección.....

Forma V

# INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL DEPARTAMENTO DE AFILIACION

SUBDELEGACION

FORMA No. 3-A

<p>AVISO DE MODIFICACION DE SALARIO QUE DETERMINE CAMBIO DE GRUPO DE COTIZACION O DE LA CUOTA DIARIA O QUE SE REFIERA A TRABAJADORES INCASADOS EN GRUPO "A"</p>	<p>1. NUMERO DE REGISTRO PATRONAL</p>	<p>2. NUMERO DE AFILIACION DEL ANSEGLAADO</p>										
<p>3. NOMBRE COMPLETO DEL ANSEGLAADO</p>	<p>11. FECHA Y HORA DE RECEPCION DE ESTE AVISO EN EL INSTITUTO</p>											
<p>4. NOMBRE DEL PATRONO PATRON SOCIAL</p>	<h3 style="text-align: center;">3. - SALARIO BASE DE COTIZACION</h3> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">a). Inmediato Anterior.</td> <td style="width: 50%;">b). ACTUAL</td> </tr> <tr> <td>CUOTA DIARIA \$ _____</td> <td>\$ _____</td> </tr> <tr> <td>SALARIO DIARIO INTEGRADO \$ _____</td> <td>\$ _____</td> </tr> <tr> <td colspan="2">En los términos del Artículo 22 LEY</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">GRUPO DE COTIZACION <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">  </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">  </span></td> </tr> </table>		a). Inmediato Anterior.	b). ACTUAL	CUOTA DIARIA \$ _____	\$ _____	SALARIO DIARIO INTEGRADO \$ _____	\$ _____	En los términos del Artículo 22 LEY		GRUPO DE COTIZACION <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">  </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">  </span>	
a). Inmediato Anterior.	b). ACTUAL											
CUOTA DIARIA \$ _____	\$ _____											
SALARIO DIARIO INTEGRADO \$ _____	\$ _____											
En los términos del Artículo 22 LEY												
GRUPO DE COTIZACION <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">  </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">  </span>												
<p>5. DIRECCION DEL CENTRO DE TRABAJO</p> <p>_____ CALLE _____ NO. _____ COLONIA _____ C.P. _____</p>	<p>NOTA: En los términos del Artículo 22 de la LEY, el cambio de cotización se efectúa con los salarios vigentes en vigencia del grupo anterior, y sus cotizaciones correspondientes, computando la cotización propia correspondiente antes de haberse producido este cambio. La cotización que se introduce en el grupo de cotización que se cambia se computa desde el primer día de cambio. Este grupo de cotización que se cambia no afecta a las cotizaciones de los trabajadores que ya están en el grupo de cotización que se cambia ni a los trabajadores que se incorporan a este grupo de cotización con la vigencia de la cotización que se cambia.</p>											
<p>6. LUGAR DE RESIDENCIA DEL TRABAJADOR</p> <p>_____ CALLE _____ NO. _____ COLONIA _____ C.P. _____</p>	<p>Las cotizaciones y las cotizaciónes de los trabajadores de este grupo de cotización que se cambia, se computan con los salarios vigentes en vigencia del grupo de cotización anterior, y sus cotizaciones correspondientes, computando la cotización propia correspondiente antes de haberse producido este cambio. La cotización que se introduce en el grupo de cotización que se cambia se computa desde el primer día de cambio. Este grupo de cotización que se cambia no afecta a las cotizaciones de los trabajadores que ya están en el grupo de cotización que se cambia ni a los trabajadores que se incorporan a este grupo de cotización con la vigencia de la cotización que se cambia.</p>											

FORMA VI

SOLICITUD DE LICENCIA SANITARIA POR

\_\_\_\_\_  
 No. DE ENTRADA

\_\_\_\_\_  
 No. DE CONTROL

\_\_\_\_\_  
 No. DE EXPEDIENTE

REFRESCO (In)validación ( ) ( )

CAMBIO DE PROPIETARIO ( ) ( )

CAMBIO DE UBICACIÓN ( ) ( )

MODIFICACIÓN DE PLANTO ( ) ( )

CAMBIO DE DENOMINACIÓN ( ) ( )

REPOSICIÓN ( ) ( )

**DATOS DEL PROPIETARIO**

APARTADO 1.10 DEL REGLAMENTO DE SANIDAD PÚBLICA DEL ESTADO DE MÉXICO

**RECIBIDO**

FECHA \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_

CALLE APLICAS \_\_\_\_\_

---

**DATOS DEL ESTABLECIMIENTO**

NOMBRE COMPLETO O RAZÓN SOCIAL \_\_\_\_\_

DOMICILIO PARA RECIBIR NOTIFICACIONES Y DOCUMENTOS \_\_\_\_\_

NÚMERO \_\_\_\_\_ COLONIA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_ TELEFONO \_\_\_\_\_

NOMBRE O DENOMINACIÓN \_\_\_\_\_

GIRO O ACTIVIDAD \_\_\_\_\_

CALLE \_\_\_\_\_ NÚMERO \_\_\_\_\_ COLONIA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_

TELÉFONO \_\_\_\_\_ CÁMARA A LA QUE PERTENECE \_\_\_\_\_ No. REGISTRO \_\_\_\_\_ REG.FED. CAUSANTES \_\_\_\_\_

CEG.INGNER. \_\_\_\_\_ CAPITAL EN GIRO \_\_\_\_\_ No. EMPLEADOS \_\_\_\_\_ No. OBREROS \_\_\_\_\_ No. MAQUINAS \_\_\_\_\_ TIPO MAQS \_\_\_\_\_

**DATOS QUE ALTERA LA JURISDICCIÓN SANITARIA**

No. LICENCIA \_\_\_\_\_ TIPO DE RIESGO: CLAVE RI I RI I

FECHA DE EXPEDICIÓN \_\_\_\_\_ FECHA DE VENCIMIENTO \_\_\_\_\_ DERECHOS A PAGAR \_\_\_\_\_

**JOSÉ C. SANCHEZ BENDIZ.**  
 NOMBRE Y FIRMA DEL CALIFICADOR

ESTE DOCUMENTO NO ES AUTORIZACIÓN SANITARIA ART. 391 DEL CÓDIGO SANITARIO DE LOS E.U.M.

Manifiesto BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD que los datos anotados en la presente son ciertos

UBICACIÓN DEL NEGOCIO


\_\_\_\_\_  
 PROPIETARIO

\_\_\_\_\_  
 APODERADO

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA

Forma VII

**M. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL  
TULTITLÁN, EDO. DE MEXICO**



**LICENCIA  
SOBRE USO ESPECIFICO DEL SUELO**

LICENCIA No. 673			
CONTINUIDAD <input checked="" type="checkbox"/> XXXXX 1981			
CLAVE			
FECHA	DIA	MESES	AÑO
D I A S	LUNES a VIERNES	SUJETO	
	SABADOS	AL	
	DOMINGOS	BAJADO	
		MUNICIPAL	

NOMBRE O RAZON SOCIAL:	
DIRECCION	COLONIA
CIRIO	
DENOMINACION DEL NEGOCIO:	

**SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION**

EL PRESIDENTE MUNICIPAL CONSTITUCIONAL

EL TESORERO MUNICIPAL

C. ANTONIO HERNANDEZ REYES

C. SAMUEL SALDARIA RINCON

**NOTAS:** Esta Licencia deberá fijarse en un lugar visible del establecimiento, su conservación será senonada.  
Deberá solicitar renovación dentro de los primeros treinta días del año y no será válida si contiene, adiciones, tachaduras y enmendaduras

1989

Forma VIII

CAPITULO No. III  
INSTALACION DEL TALLER.

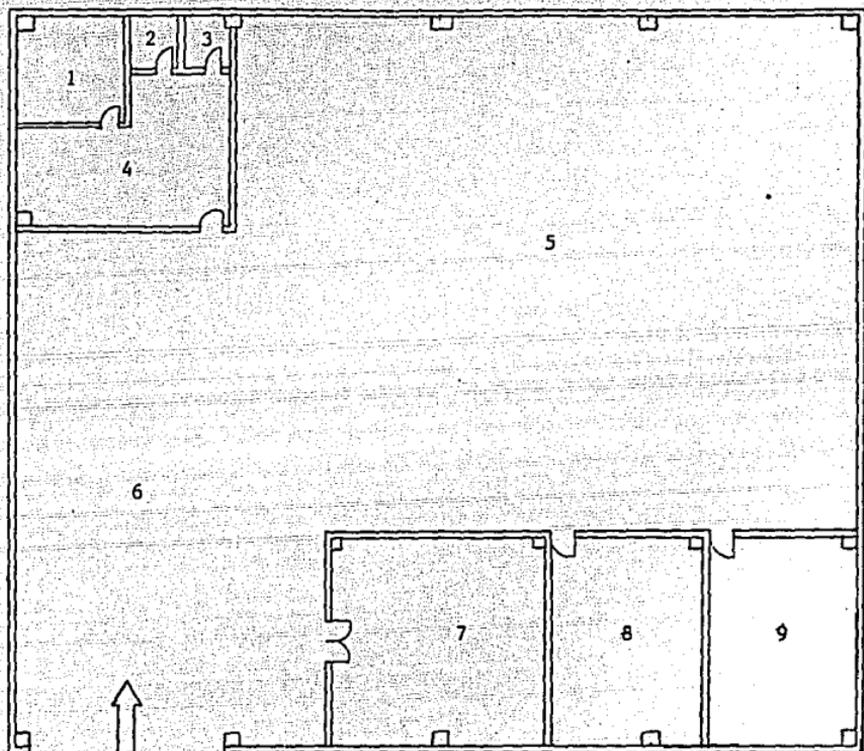
Uno de los objetivos que se plantearon en este trabajo de tesis fue el de la instalación del taller, dentro del cual los puntos principales a tratar serán los siguientes:

- \* Diseño de la armadura y techado de la nave industrial.
- \* Cálculo de las columnas y cimentación de la nave.
- \* Cálculo de las losas.
- \* Instalación del alumbrado
- \* Instalación de la maquinaria (Eléctrica y cimentación)
- \* Lay Out de la planta.

Para poder cubrir lo anterior es preciso determinar la magnitud del taller, lo cual depende principalmente del aspecto económico ya que esto limitará en gran medida la capacidad de producción del mismo. Así, en este caso específico se planteará un taller de tamaño mediano con espacio suficiente para tener alguna ampliación en el futuro.

Así, seleccionaremos arbitrariamente un terreno de 35 x 40 m2 dentro del cual se tendrán las siguientes áreas;

1. Patio y estacionamiento
2. Almacén
3. Comedor
4. Vestidores y baños
5. Oficinas generales
6. Area de taller.



1 OFICINA

2 BODEGA

3 BAÑO

4 OFICINA GRAL.

5 AREA DE MAQUINAS

6 PATIO

7 BODEGA Y ALMACEN

8 COMEDOR

9 VESTIDORES

Por lo tanto, conociendo el tamaño del terreno así como los servicios que se desean se pueden realizar los cálculos pertinentes para la instalación del taller, los cuales se describen a continuación.

## I DISEÑO DE LA NAVE.

\* Datos conocidos.

Tamaño de la nave: 35 x 40 metros

Altura: 6.00 metros.

Largo de la estructura 35 metros.

Número de Estructuras: 5

Espaciamiento entre estructuras: 10 metros.

Material de la Estructura: Acero A-36 ASTM.

$\sigma$  del material:  $t=1520 \text{ Kg/cm}^2$  (manual AHMSA)

Por lo tanto:

Para la selección de la armadura nos basaremos en la siguiente relación:

$$R = \frac{h}{l} = \frac{6}{35} = 0.1714$$

Y de acuerdo al Manual Monterrey (Pág.246) tenemos:



$$\tan \theta = \frac{\text{catop}}{\text{catady}} = \frac{6}{17.5}$$

$$\theta = \text{angtan} \frac{6}{17.5} = 19^\circ$$

donde  $R = 0.1666 \approx 0.1714$

\* Cálculo de la Estructura.

Del Manual Monterrey obtendremos los siguientes coeficientes de esfuerzos de cada miembro de la estructura:

MIEMBRO	VALOR
Ca	- 7.91
Db	- 6.32
Ed	- 4.74
Aa	+ 7.50
Ac	+ 6.00
ab	- 1.58
bc	+ 0.50
cd	- 1.80
de	+ 2.00

donde: + Miembro a Tensión

- Miembro a Compresión

\* Cálculo del Techo de la Nave:

1. Area Tributaria de cada estructura.

$$A = 2 (\text{hip} \times \text{largo})$$

$$\text{donde hip} = \sqrt{6^2 + 17.5^2} = 18.5 \text{ m.}$$

$$\text{largo} = 10 \text{ m.}$$

$$A = 2 (18.5 \times 10) = 370 \text{ m}^2.$$

## 2. Carga por Viento.

Según el Reglamento de Construcciones, la carga ejercida por el viento será:

$$W = 0.00555 \times C \times A \times V^2$$

donde:

W = fuerza debida al viento (Kg).

C = factor de empuje = 1.43 (adim)

A = área tributaria = 370 m<sup>2</sup>.

V = velocidad de diseño = 85 Km./hr.

$$W = 0.00555 \times 1.43 \times 370 \times 85^2 = 21,216.25 \text{ Kg.}$$

## 3. Carga Viva.

De acuerdo al Reglamento de Construcciones antes mencionado, se debe calcular la carga viva con un promedio de 70 Kg/m<sup>2</sup> de acuerdo a:

$$W = \text{Area tributaria} \times 70 \text{ Kg/m}^2.$$

$$W = 370 \times 70 = 25,900 \text{ Kg.}$$

## 4. Carga por peso del Techo.

Para el techo, seleccionaremos de acuerdo a los productos comerciales de AHMSA lo siguiente:

Lámina Galvanizada Rectangular Tipo MR-102

Dimensiones: 12 Ft de largo por 106 cm. de ancho.

Calibre # 18 y espesor de 1.25 mm.

Peso: 11.6 Kg/m<sup>2</sup>.

Por lo tanto:

$W = \text{Area Tributaria} \times \text{Peso de la lámina.}$

$W = 370 \times 11.6 = 4.292 \text{ Kg.}$

5. Carga debida al peso de los largueros.

$w_l = W \text{ Viento} + \text{Peso Propio} + \text{Carga Viva} + \text{Peso techo.}$

5.1 Area tributaria de los largueros.

$A = 3.08 \times 5 = 15.40 \text{ m}^2.$

5.2 Carga por viento.

$W = 0.00555 \times C \times A \times V^2$

$W = 0.00555 \times 1.43 \times 15.40 \times 85^2 = 883.05 \text{ Kg.}$

5.3 Carga Viva.

$W = \text{Area tributaria} \times 70 \text{ Kg/m}^2.$

$W = 15.40 \times 70 = 1,078 \text{ Kg.}$

5.4 Carga debida al techo.

$W = \text{Area tributaria} \times \text{peso techo}$

$W = 15.40 \times 11.60 = 178.64 \text{ Kg.}$

5.5 Peso propio del larguero

Seleccionaremos del Manual AHMSA:

Canal Estándar de 6" con peso de 19.35 Kg/m y una área de 25.94 cm<sup>2</sup>.

Material: Acero ASTM A-36 Grado 1 ó 2.

Acero SAE 1008 a 1025.

$$W = 19.35 \text{ Kg/m} \times 5 \text{ m} = 96.75 \text{ Kg.}$$

### 5.6 Comprobación del Canal Seleccionado.

$$W \text{ Tot} = W \text{ Viento} + W \text{ carga viva} + W \text{ techo} + \text{peso propio.}$$

$$W \text{ Tot} = 883.05 + 1,078 + 178.64 + 96.75 = 2236.5 \text{ Kg.}$$

$$W \text{ Tot/L} = \frac{2236.5 \text{ Kg}}{500 \text{ cm.}} = 4.47 \frac{\text{Kg}}{\text{cm.}}$$

Obteniendo el Momento Máximo:

$$M = \frac{Wl^2}{8} = \frac{4.47 \times 500^2}{8} = 139,777.5 \text{ Kg.cm.}$$

Obteniendo el Esfuerzo Máximo:

$$S = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma} = \frac{139,777.5 \text{ Kg.cm}}{1520 \text{ Kg/cm}^2} = 91.95 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto:

$$91.95 \text{ cm}^3 < 94.5 \text{ cm}^3 \quad \therefore \text{ Es correcto}$$

### 6. Número de Largueros y Peso.

Serán 13 largueros de 5 metros ya que:

$$\text{No. Larg} = \frac{40 \text{ m}}{3.08 \text{ m}} = 12.98 \approx 13 \times 5 = 65 \text{ m.}$$

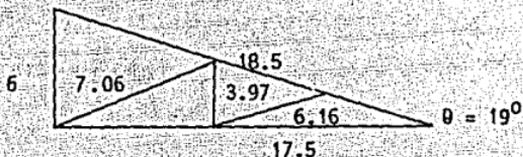
Por lo tanto:

$$W = 65 \text{ m} \times 19.35 \text{ Kg/m} = 1257.75 \text{ Kg.}$$

### 7. Carga por peso propio de la Armadura.

Se seleccionará ángulo estándar de lados iguales de 6" x 6" con 3/4 de espesor y peso de 42.71 Kg/m

Longitud de ángulo a usar:



$$L_{tot} = 6 + 2(7.06) + 2(3.97) + 2(6.16) + 2(18.5) + 2(17.5)$$

$$L_{tot} = 112.38 \text{ m.}$$

Por lo tanto:

$$W = 112.38 \times 42.71 = 4800 \text{ Kg.}$$

8. Cálculo de la Armadura y comprobación del ángulo seleccionado.

$$W_{tot} = W_{Viento} + \text{Carga Viva} + W_{techo} + W_{largueros} + W_{armadura}$$

$$W_{tot} = 21,216.25 + 25,900 + 4,292 + 1,257.75 + 4,800$$

$$W_{tot} = 57,466 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto:

$$P_{unit} = \frac{W_{tot}}{\# P} = \frac{57,466}{6} = 9,577.66 \text{ Kg}$$

Calculando todos los elementos de la estructura, tenemos:

$$C_a = -7.91 \times P = -75,759.30 \text{ Kg}$$

$$D_b = -6.32 \times P = -60,530.81 \text{ Kg.}$$

$$E_d = -4.74 \times P = -45,398.10 \text{ Kg.}$$

$$A_a = +7.50 \times P = +71,832.45 \text{ Kg.}$$

$$A_c = +6.00 \times P = +57,465.96 \text{ Kg.}$$

$$a_b = -1.58 \times P = -15,132.70 \text{ Kg.}$$

$$B_c = +0.50 \times P = + 4,788.83 \text{ Kg.}$$

$$c_d = -1.80 \times P = -17,239.78 \text{ Kg.}$$

$$d_e = + 2.00 \times P = -19,155.32 \text{ Kg.}$$

Para comprobar el perfil, tomamos el valor mayor (sea a T ó c):

$$\text{Area Sección} = \frac{P_{\text{mayor}}}{\sigma}$$

$$A = \frac{75,759.30}{1520} = 49.84 \text{ cm}^2 < 54.45$$

Por lo tanto:

Es correcto.

\* Cálculo de las columnas y cimentación de la nave.

1. Columnas.

La armadura estará soportada por una columna en cada extremo de ésta, por lo que la carga total a soportar de cada una será:

$$P_c = \frac{W_{\text{estructura}}}{2} = \frac{57,466 \text{ Kg.}}{2} = 28,733 \text{ Kg.}$$

2. El largo de la columna será de 6 metros y se considerará por cuestiones de diseño con rotación y traslación restringidos. Esto implica que el valor del factor de longitud efectiva será  $K = 0.65$

3. Relación de Esbeltez de la columna.

$$\lambda = \frac{kl}{r} < 120$$

Para usar ésta fórmula es necesario seleccionar antes el tipo de perfil. Para nuestro caso seleccionaremos:

Perfil 2 cps con placas interrumpidas de 6". (Manual AHMSA).

Características:

$$d = 152.4 \text{ mm.}$$

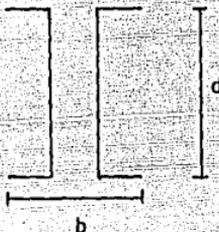
$$b = 103.3 \text{ mm.}$$

$$\text{Peso} = 31.26 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Area} = 39.62 \text{ cm}^2.$$

$$r = 5.64 \text{ cm.}$$

Datos tomados del Manual Monterrey Pág. XXV Parte IV y del Manual - AHMSA.



Por lo tanto:

$$\lambda = \frac{0.65 (600 \text{ cm})}{5.64 \text{ cm}} = 69.15 \approx 70.0 < 120$$

Por lo que es correcto.

Del Manual AHMSA (Pág. 7) corresponde a 1157.4 Kg/cm<sup>2</sup>. para acero - A-36.

Por lo tanto:

$$A = \frac{P_c}{\sigma} = \frac{28,733 \text{ Kg}}{1157.4} = 24.83 \text{ cm}^2.$$

Comprobación del Perfil:

$$39.62 \text{ cm}^2 \text{ 2 cPS6" } > 24.83 \text{ cm}^2 \text{ DISEÑO}$$

Por lo que el perfil seleccionado es correcto.

4. Se seleccionará ahora el tipo de placa interrumpida que irá en la -

columna (Pág. 111 Manual AHMSA):

Datos conocidos:

$d = 152.4 \text{ mm.}$

Espesor Placa =  $1/4''$

Datos obtenidos:

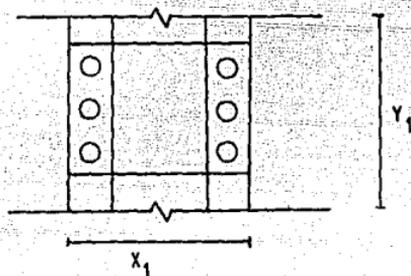
$Y_1 = 152 \text{ mm.}$

$X_1 = 190 \text{ mm.}$

$d1 \text{ max} = 900 \text{ mm.}$

Peso Placa =  $1.442 \text{ Kg.}$

$\emptyset$  Tornillos =  $5/8''$



5. Seleccionando la base de la columna tendremos:

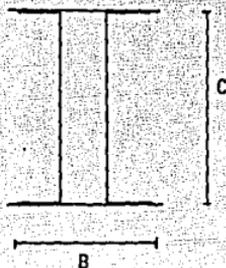
Perfil 2 CPS de  $6''$

Presión unitaria en el Concreto  $Puc = 42 \text{ Kg/cm}^2.$

Espesor =  $32 \text{ mm.}$

$B = 305 \text{ mm.}$  (Largo)

$c = 430 \text{ mm.}$  (Ancho)



(Datos: Manual Monterrey Pág. 230).

#### 6. Zapatas de Cimentación de las columnas.

Datos:

Medidas de la base: 305 mm x 430 mm.

Carga de la columna: 28,733 Kg.

Resistencia del terreno: Resistencia media a la penetración

$$W = 0.75 \text{ ton/ft}^2$$

$$f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

Se supondrá un peso propio de la cimentación de 7500 Kg.

Area de cimentación.

$$A = \frac{P}{W}$$

donde:

$$P = \text{carga} + \text{Peso cimentación} = 28,733 + 7,500 = 36,233 \text{ Kg.}$$

$$W = 0.75 \text{ ton/ft}^2 = 0.7323 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$A = \frac{36,233 \text{ Kg.}}{0.7323 \text{ Kg/cm}^2} = 49,478.35 \text{ cm}^2 = 4.9 \text{ m}^2$$

Como la cimentación es cuadrada tenemos:

$$A = l^2$$
$$l = \sqrt{A} = \sqrt{4.9} = 2.20 \text{ m.}$$

#### 7. Determinación del Peralte.

$$\text{Carga Penetración } V = (A - L^2) W$$

donde:

$$A = \text{área de cimentación} = 49,478.35 \text{ cm}^2$$

$$L = \text{ancho base columna} = 43 \text{ cm.}$$

$$W = \text{resistencia a la penetración} = 0.7323 \text{ Kg/cm}^2.$$

Por lo tanto:

$$V = (49,478.35 - 43^2) (0.7323) = 34,878.97 \text{ Kg.}$$

Por ser un cuadrado, el perímetro que transmite la carga es:

$$4 \times 43 \text{ cm} = 172 \text{ cm} = P$$

Por lo que:

$$dp = \frac{V}{P \times f'c \text{ (penetración)}}$$

donde:

$$f'c \text{ (penetración)} = 0.12 f'c = 0.12 \times 140 = 16.8 \text{ Kg/cm}^2.$$

Por lo tanto:

$$dp = \frac{34,878.97 \text{ Kg}}{172 \text{ cm} \times 16.8 \text{ Kg/cm}^2} = 12.07 \text{ cm} \approx 12 \text{ cm.}$$

### 8. Altura del Cuadrado de Cimentación.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$d = \frac{1.75 V'/W + 2}{7 V'/W + 4} a + \sqrt{\frac{(1.75 V'/W + 2 a)^2}{7 V'/W + 4} + \frac{A - a^2}{7 V'/W + 4}}$$

donde:

$$\text{Relación } \frac{V'}{W} = \frac{\text{Esfuerzo Cortante}}{\text{Resistencia Penetración}}$$

$$V' = 0.02f'c = 0.02 (140) = 2.8 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$W = 0.7323 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\frac{V'}{W} = \frac{2.8}{0.7323} = 3.82$$

$$a = 43 \text{ cm.}$$

$$A = 49,478.35 \text{ cm}^2.$$

Por lo tanto:

$$d = \frac{1.75 (3.82) + 2}{7 (3.82) + 4} (43) + \sqrt{\frac{1.75(3.82)+2(43)^2}{7(3.82)+4} + \frac{49,478.35 - 43^2}{7(3.82)+4}}$$

$$d = \frac{8.685}{30.74} (43) + \sqrt{\frac{8.685}{30.74} (43) + \frac{47,629.35}{30.74}}$$

$$d = 12.15 + \sqrt{12.15 + 1549.43} = 12.15 + 39.52 = 51.66 \text{ cm.}$$

$$d = 52 \text{ cm.}$$

### 9. Peso del Concreto y Comprobación.

$$\text{Volumen Zapata } Vz = (0.52 + 0.12) (2.20)^2 = 3.10 \text{ m}^3$$

$$\sigma \text{ concreto} = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$W = \text{Peso} = \sigma \times Vz = 2400 \times 3.10 = 7434.24 \text{ Kgs.}$$

Por lo tanto:

$$7,500 \text{ Kg.} > 7,434.24 \text{ Kg.}$$

Por lo que es correcto el cálculo.

#### 10. Número y Selección de las varillas de Cimentación para las Zapatas.

Considerando una separación entre varillas de 100 cm., y suponiendo un cuadro de varillas dobles, tenemos:

$$\text{No. Varillas} = \frac{\text{Lado Cimiento}}{\text{Separación}} = \frac{2.20 \text{ m.}}{0.1 \text{ m.}} = 22 \text{ varillas}$$

$$\text{Y por ser doble No. varillas} = 2 \times 22 = 44 \text{ varillas.}$$

$$\text{Longitud total de Varilla} = 2.20 \times 44 = 96.8 \text{ m.}$$

Por norma se deben de utilizar aproximadamente 120 Kg. de varilla - por cada m3, por lo que tendremos:

$$P_v = 120 \text{ Kg} \times 3.10 \text{ m}^3 = 372 \text{ Kg.}$$

$$P_v = \frac{372 \text{ Kg}}{96.8} = 3.84 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

Así, seleccionaremos del Manual Monterrey (Pág.60) varilla corrugada tipo redondo de 1" con peso de 4.003 Kg/m ya que:

$$3.84 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} < 4.003 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

... es correcto.

#### 11. Cálculo de las Anclas de Cimentación.

Para este cálculo nos auxiliaremos de la siguiente fórmula:

$$L = \frac{Dfs}{4u}$$

$$7,500 \text{ Kg.} > 7,434.24 \text{ Kg.}$$

Por lo que es correcto el cálculo.

#### 10. Número y Selección de las varillas de Cimentación para las Zapatas.

Considerando una separación entre varillas de 100 cm., y suponiendo un cuadro de varillas dobles, tenemos:

$$\text{No. Varillas} = \frac{\text{Lado Cimiento}}{\text{Separación}} = \frac{2.20 \text{ m.}}{0.1 \text{ m.}} = 22 \text{ varillas}$$

$$\text{Y por ser doble No. varillas} = 2 \times 22 = 44 \text{ varillas.}$$

$$\text{Longitud total de Varilla} = 2.20 \times 44 = 96.8 \text{ m.}$$

Por norma se deben de utilizar aproximadamente 120 Kg. de varilla - por cada m<sup>3</sup>, por lo que tendremos:

$$P_v = 120 \text{ Kg} \times 3.10 \text{ m}^3 = 372 \text{ Kg.}$$

$$P_v = \frac{372 \text{ Kg}}{96.8} = 3.84 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

Así, seleccionaremos del Manual Monterrey (Pág.60) varilla corrugada tipo redondo de 1" con peso de 4.003 Kg/m ya que:

$$3.84 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} < 4.003 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

... es correcto.

#### 11. Cálculo de las Anclas de Cimentación.

Para este cálculo nos auxiliaremos de la siguiente fórmula:

$$L = \frac{Dfs}{4 u}$$

Donde:

D = diámetro de la varilla.

f<sub>s</sub> = esfuerzo permisible del acero = 1400 Kg/cm<sup>2</sup>

U = esfuerzo permisible de adherencia, que para barras corrugadas es igual a:

$$u \leq \frac{2.25 \sqrt{f'c}}{\phi}$$

f'c = esfuerzo permisible del concreto = 140 Kg/cm<sup>2</sup>

L ≥ 12 φ en barras corrugadas.

Seleccionaremos varilla de 1/2" φ = 1.270 cm. φ

Por lo tanto:

$$u = \frac{2.25 \sqrt{140}}{1.27} = 20.96 \text{ cm.}$$

$$L = \frac{1.27 \times 1400}{4 \times 20.96} = 21.20 \text{ cm.}$$

Comprobación:

$$L = 21.20 \text{ cm.}$$

Que es 16.70 veces mayor en el φ . . . es correcto. (Figura No. 15):

\* Losas de la Nave y Oficinas.

1. Piso de la Nave.

Dimensiones de la Nave: 35 x 40 m.

Dimensiones de las Losas: 10 x 7 m.

Zapata de cimentación de las columnas.

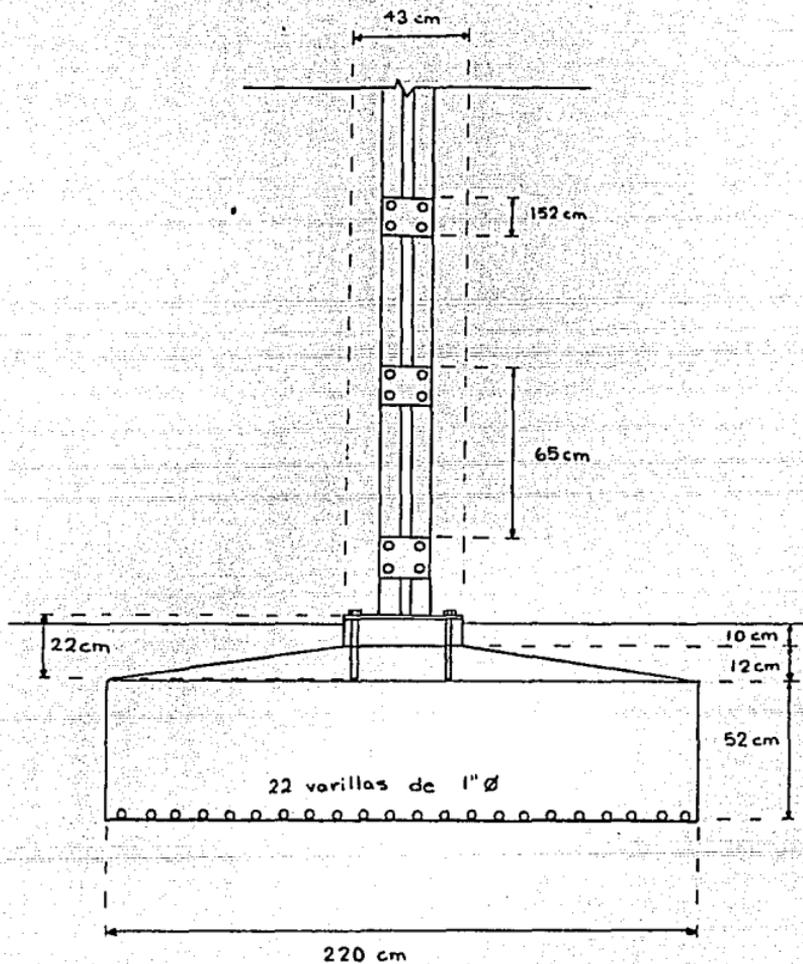
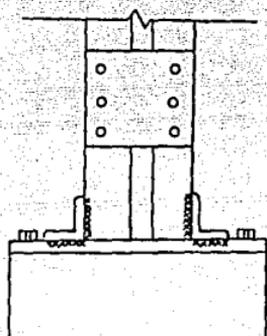


Figura No. 15

Detalle de unión con la columna (Parte inferior).



Detalle de unión con la columna (Parte superior).

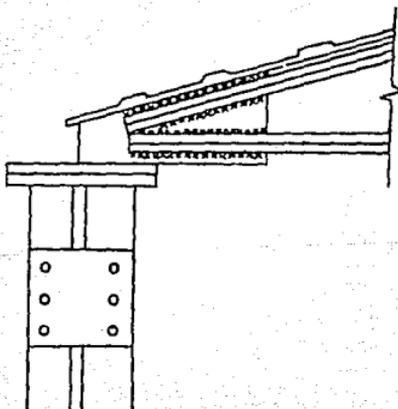


Figura No. 16.

Las losas estarán sujetas a las siguientes cargas:

Carga Viva = 500 Kg/m<sup>2</sup>.

Carga muerta = 1000 Kg/m<sup>2</sup>.

Por lo tanto:  $\emptyset = 1,500 \text{ Kg/m}^2$ .

A continuación tomaremos las siguientes fórmulas para obtener los -  
coeficientes de distribución de carga:

$$q_1 = 0.709 \emptyset = 0.709 \times 1500 = 1063.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$q_2 = 0.291 \emptyset = 0.291 \times 1500 = 436.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

Por lo tanto, los momentos flexionantes serán:

$$M_1 = \frac{q_1 L^2}{8} = \frac{1063.5 \times 7^2}{8} = 6,513.9 \text{ Kg.m}^2$$

$$M_2 = \frac{q_2 L^2}{8} = \frac{436.5 \times 10^2}{8} = 5,456.2 \text{ Kg.m}^2.$$

Ahora bien, suponiendo que la losa es libremente apoyada tomamos -  
los siguientes factores:

$$b = 100$$

$$j = 0.867$$

$$k = 9.67$$

$$p = 0.00885$$

Por lo que el peralte será:

$$d = \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{kb}} = \frac{\sqrt{651,390}}{\sqrt{9.67 \times 100}} = 25.95 \text{ cm} \approx 26 \text{ cm}.$$

2. Cálculo de la armadura.

$$A = pbd = 0.00885 (100) (26) = 22.10 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

Por lo que si el largo = 10 m. tendremos:

$$A = 22.1 \text{ cm}^2/\text{m} \times 10 \text{ m} = 221 \text{ cm}^2.$$

### 3. Selección de la Varilla:

Corrugado Tipo Redondo de 1"  $\phi$  con  $A = 5.07 \text{ cm}^2$ . con separación de 23 cm. que proporciona un área de  $22.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

$$\therefore \text{tendremos: } \frac{221 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 43.58 \text{ varillas} \approx 44 \text{ varillas.}$$

$$\text{La armadura es enrejada } \therefore \text{Ancho} = 7 \Rightarrow \frac{700}{23} = 30.43 \approx 30$$

Total No. Varillas  $\Rightarrow 30 + 44 = 74$  varillas por losas de -  
(10 x 7) m.

### 4. Comprobación de la Carga Específica.

Presión sobre la superficie:

$$q_s = \frac{G_m + G_f}{F}$$

donde:

$$G_m = \text{peso carga} = 1500 \text{ Kg/m}^2 \times 70 \text{ m}^2 = 105,000 \text{ Kg.}$$

$G_f = \text{peso losa.}$

$$\text{Concreto } 10 \times 0.26 = 18.2 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 43,680 \text{ Kg.}$$

$$\text{Acero } \Rightarrow \text{Largo } 44 (10) + 30 (7) = 650 \text{ m} \times 3.975 \text{ Kg/m} = 2,583.75 \text{ Kg.}$$

$$G_f = 2583.75 \text{ Kg} + 43,680 = 46,263.75 \text{ Kg.}$$

$$F = 700 \times 1000 = 700,000 \text{ cm}^2.$$

$$\therefore q_s = \frac{105,000 + 46,263.75}{700,000} = 0.216 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$q_1 = 1.5 q_0 = 1.5 \times 0.216 = 0.324 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$q_0 = 0.5 \text{ Kg/cm}^2 > q_1 = 0.324 \text{ Kg/cm}^2.$$

∴ el cálculo es correcto.

## II. ALUMBRADO E INSTALACION ELECTRICA.

### 1. Zona del Taller.

Se necesita una área iluminada de aproximadamente 15 x 25 m y - para determinar el número de lámparas necesarias tenemos:

$$\text{No. lamp.} = \frac{\text{Area (m}^2\text{)} \times \text{Nivel Iluminación (luxes)}}{\text{CU} \times \text{CM} \times \text{CD} \times \text{lúmenes.}}$$

donde:

$$\text{Area} = 15 \times 25 = 375 \text{ m}^2.$$

$$\text{Nivel iluminación} = 500 \text{ luxes.}$$

$$\text{CU} = \text{Coeficiente de utilización} = 0.55$$

$$\text{CM} = \text{Coeficiente de Mantenimiento} = 0.70$$

$$\text{CD} = \text{Coeficiente de Depreciación Luminosa} = 0.91$$

Datos obtenidos del Manual Westinghouse para Alumbrado.

$$\text{lúmenes} = 11,500$$

Dato obtenido del Manual Electro Lighting Mexicana (Lámpara Power - Grove 2x160).

Por lo tanto:

$$\text{No. de lamp.} = \frac{375 \times 500}{0.55 \times 0.70 \times 0.91 \times 11,500} = 46.53 \approx 47$$

$$\text{No. luminarias} : \frac{\text{No. lamps.}}{\text{lamp x unidad}} = \frac{47}{2} = 23.5 \approx 24$$

2. Zona del Almacén.

Area iluminada de  $10 \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$ .

Nivel iluminación = 500 luxes.

Lúmenes = 6,200 (Lámpara Tipo Slim Line 2 x 74 Tipo Blanco Frío).

Por lo tanto:

$$\text{No. lamp.} = \frac{100 \times 500}{0.55 \times 0.70 \times 0.91 \times 6,200} = 23.01 \approx 23$$

$$\text{No. luminarias} = \frac{23}{2} = 11.5 \approx 12$$

3. Zona de Comedor:

Area iluminada de  $7 \times 8 = 56 \text{ m}^2$ .

Nivel iluminación = 500 luxes.

Lúmenes = 5,400 (Lámpara Slim Line 2 x 74 Tipo Luz de día).

Por lo tanto:

$$\text{No. lamp} = \frac{56 \times 500}{0.55 \times 0.70 \times 0.91 \times 5,400} = 14.8 \approx 15$$

$$\text{No. luminarias} = \frac{15}{2} = 7.5 \approx 8$$

4. Zona de Baños y Vestidores.

Area iluminada =  $8 \times 6 = 48 \text{ m}^2$ .

Nivel iluminación = 500 luxes.

Lúmenes = 5,400 (Lámpara Slim Line 2 x 74 Tipo Luz de día).

Por lo tanto:

$$\text{No. lamp.} = \frac{48 \times 500}{0.55 \times 0.70 \times 0.91 \times 5,400} = 12.68 \approx 13$$

$$\text{No. luminarias} = \frac{13}{2} = 6.5 \approx 6$$

## 5. Zona de Oficinas.

### 5.1 Privados.

$$\text{Area iluminada} = 5 \times 5 = 25 \text{ m}^2.$$

$$\text{Nivel iluminación} = 500 \text{ luxes.}$$

$$\text{Lúmenes} = 5,400 \text{ (Lámpara Slim-Line 2 x 74 Tipo Luz de día).}$$

Por lo tanto:

$$\text{No. lamp.} = \frac{25 \times 500}{0.55 \times 0.7 \times 0.91 \times 5,400} = 6.6 \approx 7$$

$$\text{No. luminarias} = \frac{7}{2} = 3.5 \approx 4$$

### 5.2 Generales.

$$\text{Area iluminada} = 5 \times 10 = 50 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area iluminación} = 500 \text{ luxes.}$$

$$\text{Lúmenes} = 5,400 \text{ (Lámpara Slim-Line 2 x 74 Tipo Luz de día).}$$

Por lo tanto:

$$\text{No. lamp} = \frac{50 \times 500}{0.55 \times 0.7 \times 0.91 \times 5,400} = 13.21 \approx 14$$

$$\text{No. luminarias} = \frac{14}{2} = 7 \approx 6$$

### 5.3 Baño y Bodega.

Dos lámparas incandescentes de 75 watts.

Potencia consumida:

Zona 1 24 lámparas de 2 x 160 x 1.25 = 400 Watts.

Zona 2 12 lámparas de 2 x 74 x 1.25 = 185 Watts.

Zona 3 8 lâmparas de 2 x 74 x 1.25 = 185 Watts.

Zona 4 6 lâmparas de 2 x 74 x 1.25 = 185 Watts

Zona 5 10 lâmparas de 2 x 74 x 1.25 = 185 Watts.

2 lâmparas de 1 x 75 x 1.0 = 75 Watts.

Pot. Tot. Cons = 24 (400) + 12 (185) + 8 (185) + 6 (185) + 10 (185) + 2 (75)

Pot. Tot.Cons = 9600 + 6660 + 150 = 16,410 Watts.

Balanceo:

Zona	Fluorescente	Incandescente	a	b	c	Total
A1	4	-	X			1600
A2	4	-	X			1600
A3	4	-		X		1600
A4	4	-		X		1600
A5	4	-			X	1600
A6	4	-			X	1600
B1	4	-	X			740
B2	4	-		X		740
B3	4	-			X	740
C1	4	-	X			740
C2	4	-		X		740
D1	2	-	X			370
D2	2	-		X		370
D3	2	-			X	370
E1	4	-			X	470
E2	2	-	X			370
E3	2	-		X		370

Zona	Fluorescente	Incandescente	a	b	c	Total
E4	2	-			X	370
E5	-	2			X	150

Por lo tanto:

a= 5420 Watts.

b= 5420 Watts.

c= 5300 Watts.

$$\text{Balanceo} = \frac{5420 - 5300}{5420} \times 100 = 2.2 < 5\%$$

∴ Es correcto

\* Selección de conductores y tubería.

A. Circuito An.

Para éstos circuitos tenemos 4 lámparas Fluorescentes tipo Power - Grove de Electro Lighting Mexicana de 11,500 lúmenes.

A.1 Cálculo por Corriente.

$$I = \frac{W}{V \times FP}$$

donde:

I = corriente (amps).

W = potencia consumida (watts) = 1600

V = Voltaje (volts) = 127.5

FP= factor de potencia = 0.85

Por lo tanto:

$$I = \frac{1600}{127.5 \times 0.85} = 14.76 \text{ amps.}$$

Selección:

Conductor Calibre # 14.

Tipo TW 60°C.

Sección transversal de 2.66 mm<sup>2</sup>.

A.2 Cálculo por caída de tensión

$$S = \frac{4LI}{Ve\%}$$

donde:

s= área del conductor

L= longitud = 20m.

I= corriente = 14.76 amp.

V= voltaje = 127.5

e% = 1.0

Por lo tanto:

$$s = \frac{4LI}{Ve\%} = \frac{4(20)(14.76)}{127.5 \times 1.0} = 9.26 \text{ mm}^2.$$

Selección:

Conductor calibre # 8.

Tipo TW 60°C

Sección transversal de 10.81 mm<sup>2</sup>.

Realizando la comparación entre el cálculo por corriente y caída de

tensión la selección final será:

Conductor Calibre # 8 con A 40% = 29.07 mm<sup>2</sup>.

Conduit 1/2" con A 40% = 53.09 mm<sup>2</sup>.

Protección: Interruptor termomagnético de 20 amps.

#### B. Circuito Bn.

Se tienen 4 lámparas fluorescentes tipo Slim Line de 6,200 lúmenes-  
de Electro Lighting Mexicana.

##### B.1 Cálculo por Corriente.

$$I = \frac{W}{V \cdot FP} = \frac{740}{127.5 \times 0.85} = 6.83 \text{ amps.}$$

Por lo que le correspondería conductor calibre # 14 con una

A = 2.66 mm<sup>2</sup>.

##### B.2 Cálculo por Caída de Tensión.

$$S = \frac{4LI}{V_e\%} = \frac{4 \times 15 \times 6.83}{127.5 \times 1} = 3.21 \text{ mm}^2.$$

Por lo que le corresponde un conductor calibre # 12 con una A=4.23 mm<sup>2</sup>

#### Selección:

Conductor calibre # 12

Tipo TW 60°C.

Sección Transversal de 4.23 mm<sup>2</sup>.

Conduit de 1/2" (13 mm) con A 40% = 9.25 mm<sup>2</sup>.

Protección: Interruptor termomagnético de 15 amps.

#### C. Circuito Cn.

Se tienen 4 lámparas de 5,400 lúmenes cada una de Electro Lighting-

Mexicana.

### C.1 Cálculo por Corriente.

$$I = \frac{W}{V \cdot FP} = \frac{740}{127.5 \times 0.85} = 6.83 \text{ amps.}$$

Por lo que le corresponde conductos calibre # 14 con una A=2.66 mm<sup>2</sup>

### C.2 Cálculo por Caída de Tensión.

$$s = \frac{4LI}{V \cdot e \cdot \%} = \frac{4 \times 25 \times 6.83}{127.5 \times 1} = 5.35 \text{ mm}^2.$$

Por lo que le corresponde a un conductor calibre # 10 con una - -  
A = 6.83 mm<sup>2</sup>.

### Selección:

Conductor calibre # 10

Tipo TW 60<sup>o</sup>c

Sección transversal de 6.83 mm<sup>2</sup>.

Conduit de 1/2" (13 mm) con A 40% = 9.25 mm<sup>2</sup>.

Protección: Interruptor termomagnético de 15 amps.

### D. Circuito Dn

Se tienen 2 lámparas de 5,400 lúmenes cada una tipo Slim Line.

### D.1 Cálculo por Corriente.

$$I = \frac{W}{V \cdot FD} = \frac{370}{127.5 \times 0.85} = 3.41 \text{ amps.}$$

Por lo que le corresponde a conductor calibre # 14 con una A = 2.66 mm<sup>2</sup>.

## D.2 Cálculo por Caída de Tensión.

$$S = \frac{4LI}{V e\%} = \frac{4 \times 20 \times 3.41}{127.5 \times 1} = 2.13 \text{ mm}^2.$$

Por lo que le corresponde conductor calibre # 14 con una A = 2.66 mm<sup>2</sup>.

### Selección:

Conductor calibre # 14.

Tipo TH 60°C.

Sección Transversal de 2.66 mm<sup>2</sup>.

Conduit de 1/2" (13 mm) con A 40 % = 9.25 mm<sup>2</sup>.

Protección: Interruptor Termomagnético de 15 amps.

## E. Circuito En.

El circuito más grande corresponde a 4 lámparas de 5,400 lúmenes y el resto de sólo 2 lámparas por lo que el cálculo se hará en base al primero.

### E.1 Cálculo por Corriente.

$$I = \frac{W}{V FP} = \frac{370}{127.5 \times 0.85} = 3.41 \text{ amps.}$$

Que corresponde a conductor calibre # 14.

### E.2 Cálculo por Caída de Tensión.

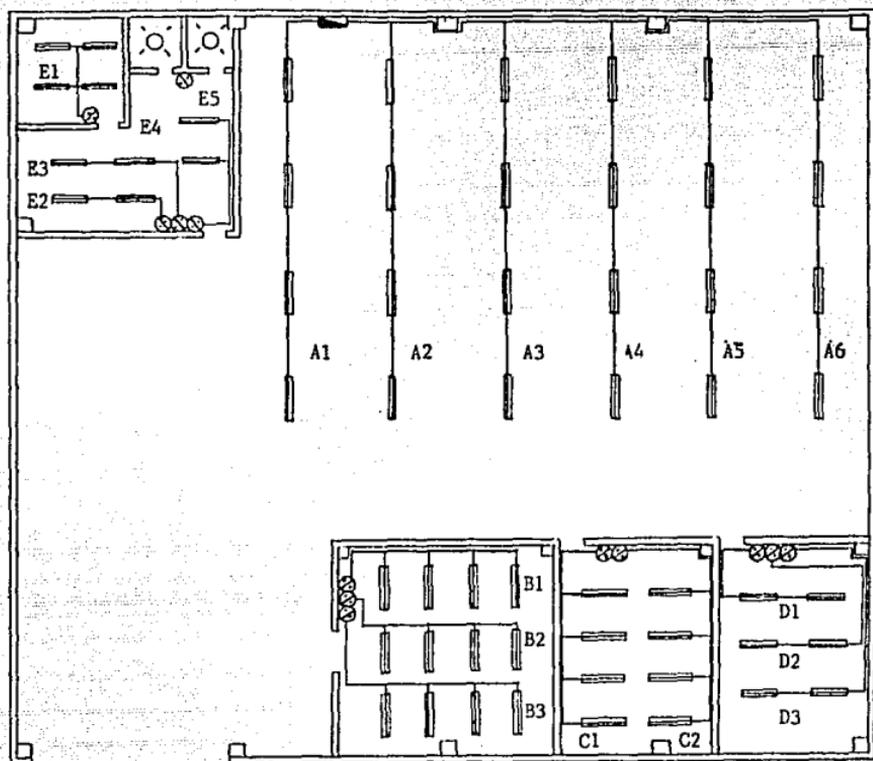
$$S = \frac{4 LI}{V e\%} = \frac{4 \times 10 \times 3.41}{127.5 \times 1} = 1.07 \text{ mm}^2.$$

Que corresponde a conductor calibre # 14.

### Selección:

Igual que el circuito anterior (Dn).

Potencia	F. P.	Sistema	Tensión	I	CxI	e'/%	C <sup>x</sup> e'/%	Long	Conductor	Prot.
1600	0.85	1Ø-2H	127.5	15	14	1	8	20	8	1 x 20
1600	0.85	1Ø-2H	127.5	15	14	1	8	20	8	1 x 20
1600	0.85	1Ø-2H	127.5	15	14	1	8	20	8	1 x 20
1600	0.85	1Ø-2H	127.5	15	14	1	8	20	8	1 x 20
1600	0.85	1Ø-2H	127.5	15	14	1	8	20	8	1 x 20
1600	0.85	1Ø-2H	127.5	15	14	1	8	20	8	1 x 15
740	0.85	1Ø-2H	127.5	7	14	1	12	15	12	1 x 15
740	0.85	1Ø-2h	127.5	7	14	1	12	15	12	1 x 15
740	0.85	1Ø-2H	127.5	7	14	1	12	15	12	1 x 15
740	0.85	1Ø-2H	127.5	7	14	1	10	25	10	1 x 15
740	0.85	1Ø-2H	127.5	7	14	1	10	25	10	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	20	14	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	20	14	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	20	14	1 x 15
470	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	10	14	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	10	14	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	10	14	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	10	14	1 x 15
370	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	10	14	1 x 15
150	0.85	1Ø-2H	127.5	4	14	1	14	10	14	1 x 15



**SIMBOLOGIA:**

-  LAMPARA FLUORESCENTE 2 x 74 WATTS
-  LAMPARA INCANDESCENTE 75 WATTS
-  APAGADOR Y CONTACTO
-  TABLERO DE ALUMBRADO
-  TUBERIA

\* Alimentador del Alumbrado.

La fase A = B y ambas son mayores que C por lo que el cálculo será para las 3 fases.

$$W = 5420 \text{ watts.}$$

$$I = \frac{5420}{127.5 \times 0.85} = 50.01 \text{ amps.}$$

Que corresponde a conductor calibre # 6

$$S = \frac{4(115)(50)}{127.5(1.0)} = 180.40 \text{ mm}^2.$$

Que corresponde a conductor calibre # 300.

Selección:

Conductor calibre # 300

Sección Transversal de 338.62 mm<sup>2</sup>.

Conduit de 1 1/2 (38 mm<sup>2</sup>) con una A 40% = 453.64 mm<sup>2</sup>.

Por lo que si 338.62 mm<sup>2</sup> < 453.64 mm<sup>2</sup> el cálculo es correcto.

### 3. INSTALACION DE LA MAQUINARIA.

I. Eléctrica

II. Cimentación.

I. Instalación Eléctrica.

En ésta parte se calculará sólo la instalación de 2 máquinas ya que el procedimiento es similar para todas las demás.

\* Máquina No. 1

Torno de 5 HP = 3.73 KW = 3730 W.

\* Máquina No. 2.

Fresadora de 3 HP = 2.24 KW = 2240 W.

1 HP = 0.7457 KW

a) Se usará un circuito trifásico de 4 hilos (3Ø-4H).

V fase = 220 V.

V línea = 127 V.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot E_f \cdot N \cdot \text{FP}} = \frac{3730}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8 \times 0.8} = 15.30 \text{ Amps.}$$

∴ corresponde a calibre # 12 ya que es para 20 Amp.

Por norma el calibre menor a usarse en motores es # 12 y en alumbrado # 14.

∴ para cal # 12 con 3 conductores con aislamiento tipo Vin nel - 900 el A 40% = 36.07 mm<sup>2</sup> y el tubo conduit será de 1/2" ya que A 40% = 53.09 mm<sup>2</sup>.

b) Sistema 3Ø-4H.

V<sub>f</sub> = 220 V

V<sub>l</sub> = 127 V

$$I = \frac{2240}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8 \times 0.8} = 9.20 \text{ Amps.}$$

∴ corresponde a cal # 14 ya que soporta hasta 15 Amps.

Pero por Norma los motores deben llevar mínimo cable calibre # 12.

A 40% = 36.07 mm<sup>2</sup>.

Tubo Conduit de 1/2" ya que A 40% = 53.09 mm<sup>2</sup>.

## II. Cimentación.

a) Torno 5 HP.

\* Cálculo de la altura H de cimentación.

$$H = \frac{l}{3} \sqrt[3]{\frac{Gm}{b \cdot e \cdot \delta}}$$

donde:

H = altura del cimiento al centro (m).

l = longitud del cimiento (m)

Gm = peso de la máquina y producto de trabajar (ton).

b = ancho del cimiento en el centro (m).

E = módulo de elasticidad del cemento ( $2.3 \times 10^6$  ton/m<sup>2</sup>)

$\delta$  = deflexión admisible ( $5 \times 10^{-5}$  m)

Características de la Máquina:

Embalaje = 2.56 x 1.07 x 1.65

Peso bruto = 1.850 Kg.

Peso Neto = 1.650 Kg.

$$\therefore H = \frac{2.56}{3} \sqrt[3]{\frac{1.85}{1.07 \times 2.3 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-5}}} = 0.21 \text{ m} \approx 20 \text{ cm.}$$

\* Características de Varilla.

Volumen de la cimentación:

$$V = 2.56 \times 1.07 \times 0.20 = 0.55 \text{ m}^3.$$

Cantidad de Varilla requerida:

$$Pvr = \text{Peso Varilla} = \frac{120 \text{ Kg}}{\text{m}^3} \times 0.55 \text{ m}^3 = 66 \text{ Kg.}$$

Tomaremos una separación entre varillas de 10 cms. suponiendo un cuadro de varillas dobles:

$$\text{No. Varillas} = \frac{1.07}{0.1} = 10.7 \approx 10 \text{ varillas} \times 2 = 20 \text{ varillas}$$

Longitud total de varilla:  $20 \times 1.07 = 21.40$  metros.

Peso de la Varilla por metro:

$$P_v = \frac{66 \text{ Kg}}{21.40 \text{ m}} = 3.08 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

∴ Según el Manual Monterrey usaremos varilla corrugada tipo redondo de 1" y con peso de 3.975 Kg/m (Pág. 60).

$$3.08 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} < 3.975 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

∴ el cálculo es correcto.

b) Fresadora de 3 HP (Tipo Universal).

\* Características Generales:

Peso Neto = 1280 Kg.

Peso Bruto = 1380 Kg.

Altura máxima = 2058 mm.

Ancho Base = 941 mm.

Largo Base = 820 mm.

$$H = \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{Cm}{be \cdot \bar{x}}}$$

$$H = \frac{0.82}{3} \sqrt[3]{\frac{1.38}{0.941 \times 23 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-5}}} = 0.064 \text{ m} = 6.4 \text{ cm.}$$

\* Características de Varilla:

Volumen de Cimentación:  $94.1 \times 82.0 \times 6.4 = 49383.70 \text{ cm}^3$ .

$V_c = 0.05 \text{ m}^3$ .

Cantidad Varilla:  $120 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.05 \text{ m}^3 = 6 \text{ Kg}$ .

Separación entre varillas de 10 cm con cuadro doble de éstas . .

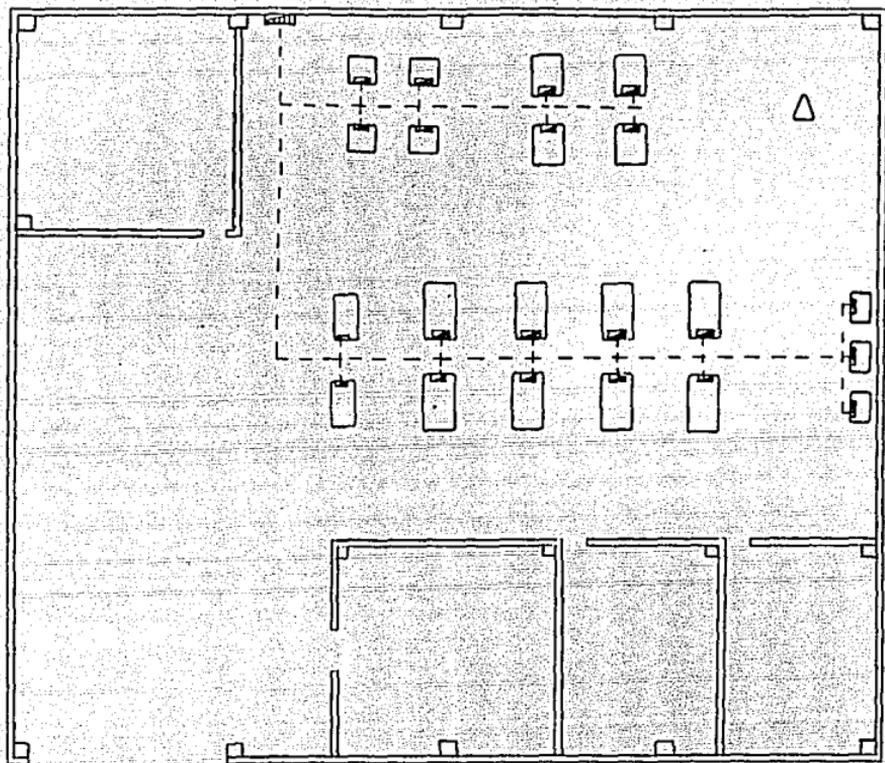
No. Varillas =  $\frac{0.941}{0.1} = 9.41 \approx 10 \text{ varillas} \times 2 = 20 \text{ v}$ .

Longitud total varilla =  $20 \times 0.941 = 18.82 \text{ m}$ .

Peso Varilla por metro:

$Pr = \frac{6}{18.82} = 0.32 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

. . Según el Manual Monterrey usaremos varilla corrugada tipo redondo - de 5/16" y con peso de 0.384 Kg/m (Pág. 60) o Manual AHMSA (Pág.102).



SIERRAS



INTERRUPTOR GENERAL



TORNOS



TUBERIA POR PISO (OCULTA)



TALADROS



TABLERO DE CONTROL



RECTIFICADORAS



FRESADORA



AREA DE SOLDADURA

CAPITULO No. IV  
OPERACION DEL TALLER.  
CASO PRACTICO

En este capítulo, trataremos de ejemplificar como se implementa una producción en serie en un taller de máquinas herramientas describiendo - un proceso en el que nos vimos involucrados durante la realización de -- esta tesis.

Tal vez este ejemplo pueda parecer demasiado particular ya que habla del diseño de un juego de levas para un equipo en realidad obsoleto, pero a cambio, se habla de lo importante que es la optimización de un proceso y de los altos beneficios económicos que se pueden obtener mediante la adaptación.

Este caso trata sobre la fabricación de un anillo para Gabriel de - México con las características mostradas en la figura 19.

La cantidad de piezas requeridas en un principio era de 5,000 mensuales con posibilidades de incrementar el número a corto plazo y las entregas se harían semanalmente (1,250 pzas.)

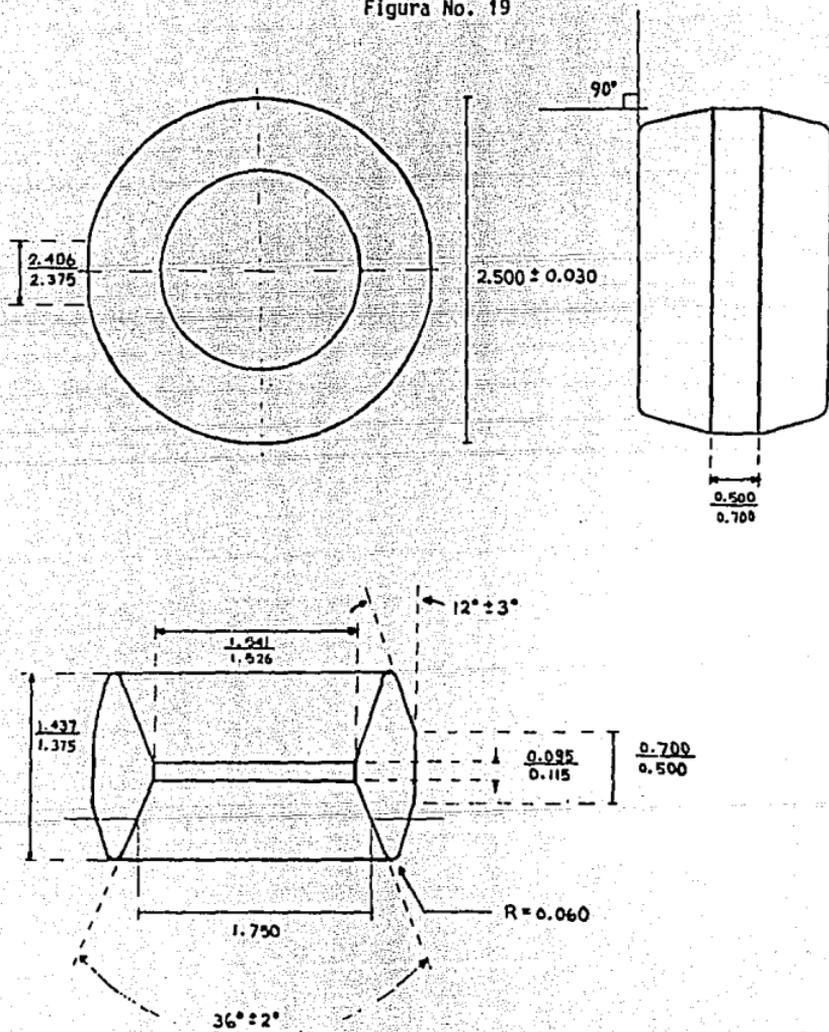
Para Gabriel existían tres medios para obtener las piezas:

- \* A partir de una forja muy fina que no requiriera maquinado posterior.
- \* A partir de una forja inicial con maquinado final.
- \* A partir de una barra maciza maquinada.

En la primera opción, el costo fuerte de producción consistía en la

poca tolerancia de desgaste permitida en los dados.

Figura No. 19

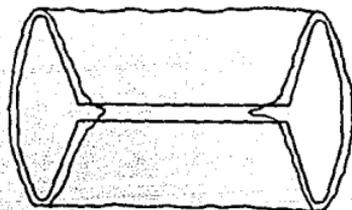


En la segunda opción, el costo se reducía en la forja por permitirse más tolerancia pero se aumentaba el costo y el tiempo de maquinado.

En la tercera opción, se anulaba el costo de la forja, pero el costo y tiempo del maquinado aumentaban.

Después de considerar el costo, tiempo y calidad de cada proceso, - Gabriel se decidió por la segunda opción: Un proveedor forjaba los anillos con ciertas tolerancias, que se mencionaran más adelante, y el taller se encargaba del maquinado final mediante un proceso que más tarde se optimizó. Estas mejoras son precisamente el objeto de este capítulo.

Las piezas de forja, se entregaban al taller a granel en contenedores y sus medidas se encontraban dentro de los rangos mostrados en la figura 20. Estos rangos se obtuvieron a partir de un muestreo estadístico.



Pieza obtenida de forja

Figura No. 20

Para el maquinado de estas piezas, se realizaban las siguientes operaciones:

### I CALIFICADO.

El calificado consistía en dar a la pieza el diámetro exterior correcto. Esta operación se llevaba a cabo en un torno revolver de 2" de volteo con motor de 5 HP y a 900 RPM en la mordaza. En promedio esta operación tomaba 1:00 min.

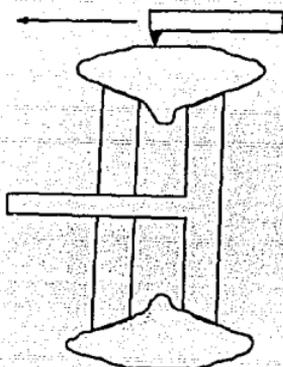


Figura No.21

### II PRIMER DESBASTE PARA EL DIAMETRO INTERIOR.

En esta operación se abría el centro de la pieza hasta  $1 \frac{7}{16}$ ". Se llevaba a cabo en un torno similar al de la operación I, pero a sólo 375 RPM en la mordaza, ya que el corte era bastante pesado. La operación tomaba 1:00 min. en promedio.

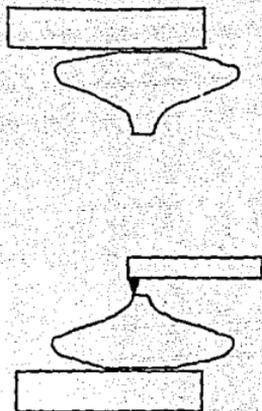


Figura No. 22

### III DIAMETRO INTERIOR FINAL/ALTURA

Con este maquinado, se daba a la pieza el diámetro interior final y se desbastaban los extremos hasta obtener la altura final (Todavía sin - hacer el radio). Esto se llevaba a cabo en un torno de dos cabezales con motor de 5 HP y a 1,000 RPM en las mordazas. Este torno es un torno vertical automático más no de control numérico; el movimiento de las herramientas de corte esta controlado por dos levas que determinan la trayectoria que siguen los portaherramientas (Un portaherramientas por cada cabezal).

El funcionamiento de este torno era como sigue: Una vez colocadas - las piezas en las mordazas, los 2 portaherramientas bajaban (Ver figura- 23) pero solo el de la izquierda tenía una herramienta de corte que daba el diámetro final a su pieza, después los portaherramientas subían y se desplazaban hacia la derecha. Al hacer esto, ambos portaherramientas -

desbastaban la parte superior de la pieza. Para la pieza de la izquierda, el corte era una primera aproximación a la altura final, pero a la pieza de la derecha que durante el ciclo anterior había estado en la mordaza izquierda pero volteada de cabeza, el corte le daba la altura final. Así pues, al final de cada ciclo: En la mordaza izquierda se colocaba una pieza que venía de la operación II, en la mordaza derecha se colocaba la pieza que durante el ciclo anterior había estado en la mordaza izquierda, pero volteada de cabeza, y la pieza que se encontraba en la mordaza derecha quedaba ya lista para pasar a la operación IV. Esta operación tomaba 1:15 min. en promedio.

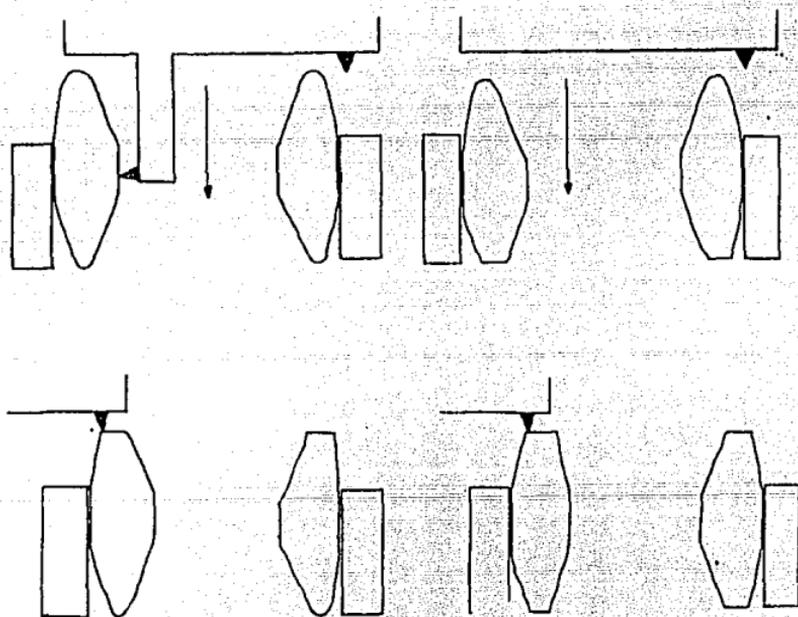


Figura No. 23

#### IV CONO EXTERIOR, INTERIOR Y RADIO

En este maquinado se le daba a la pieza las medidas finales para el cono interior y el cono exterior de ambos lados, además de hacerle los - dos radios.

Esta operación se llevaba a cabo en un torno semiautomático de propósitos especiales con mordaza hidráulica, dos pistones/portaherramientas, motor de 5 HP y a 1,500 RPM en el cabezal.

La figura 24 muestra una vista de planta de este torno:

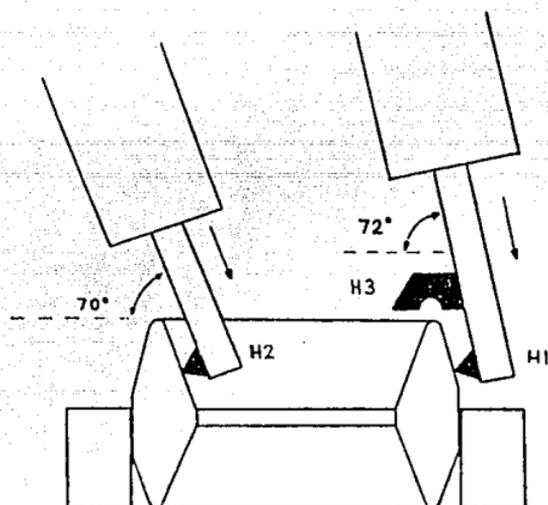


Figura No. 24

La mordaza se abría y cerraba con un control y el ciclo de maquinado se iniciaba con otro.

Los pistones estaban posicionados a 70 y 72 grados con respecto al plano de la mordaza y tanto la velocidad como la carrera del vástago se habían adecuado al maquinado.

Al iniciarse el maquinado, los dos vástagos avanzaban haciendo que la herramienta 1 maquinara el cono exterior, la herramienta 2 el cono interior y justo al terminar su maquinado esta última, la herramienta 3 maquinaba el radio. Una vez hecho esto, se volteaba la pieza y se maquinaba el lado contrario. La operación completa promediaba 40 seg.

Ya que se debían entregar 1,250 piezas semanales, se debían de ma--  
quinar 250 diarias trabajando 5 días a la semana. Esto implicaba las si-  
guientes Hr/maq-hombre:

OPERACION	TIEMPO UNITARIO (MIN)	TIEMPO DIARIO (HR)
OP I	1:00	4:10
OP II	1:00	4:10
OP III	1:15	5:12
OP IV	1:40	2:46

TOT. 16:18 HR

TOT. 16:3 HR

FIG. 25

El costo de la Hr/maq-hombre incluyendo utilidad que se tenía calculado en ese entonces era de \$ 22,000, por lo que el precio de cada pieza

sería:

$$\text{COSTO} = \frac{(16.3) (\text{HR}) (22,000) (\$/\text{HR})}{(250) (\text{PZA})} = 1,434 \text{ \$/PZA}$$

A Gabriel se le facturaba a \$ 1,400 cada pieza lo que representaba ya un margen de utilidad, pero había aún una posibilidad grande de descargar las operaciones II y IV del costo de la pieza lo que representaba un ahorro mensual de:

OP II: 4:10 HR

OP IV: 2:46 HR

TOT: 6:56 HR = 6.93 HR

Ahorro mensual = (6.93 HR/DIA) (22,000 \$/HR) (20 DIA/MES) = \$ 3,050,666

La idea se basaba en que el torno de dos cabezales utilizado en la operación III realizara todo el proceso con excepción del calificado de la operación I.

El torno de dos cabezales es un torno de propósitos especiales ya que el operador no tiene control sobre las herramientas de corte ni sobre las RPM del motor, sino que únicamente puede iniciar o detener los ciclos de maquinado y colocar las piezas a trabajar en las mordazas.

La disposición de las partes principales de este torno se muestra en la fig. 26.

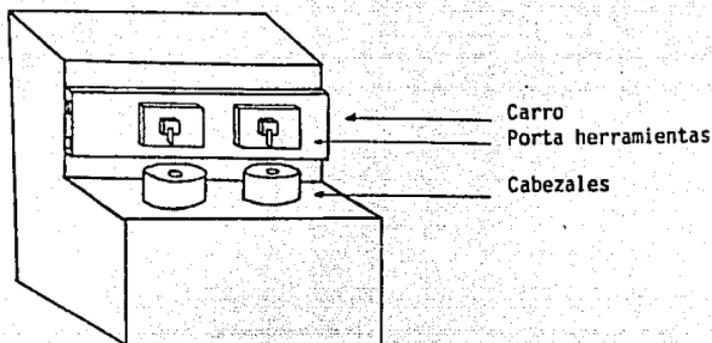


Figura No. 26

Las dos mordazas funcionan simultáneamente y obedecen a un mismo juego de controles.

Al iniciarse el ciclo, las mordazas se encuentran abiertas y el conjunto carro/portaherramientas está corrido hacia arriba, de manera que hay espacio suficiente para colocar las piezas en las mordazas.

Una vez colocadas las piezas, se cierran las mordazas y se acciona el botón de inicio. A partir de aquí las acciones de la máquina son automáticas.

- \* Comienza el giro en las mordazas.
- \* Baja el carro hasta la posición de inicio.
- \* El carro describe una trayectoria determinada maquinando las piezas (Los portaherramientas con los elementos de corte están fijos al carro).
- \* La trayectoria termina en la misma posición en que comenzó, en es

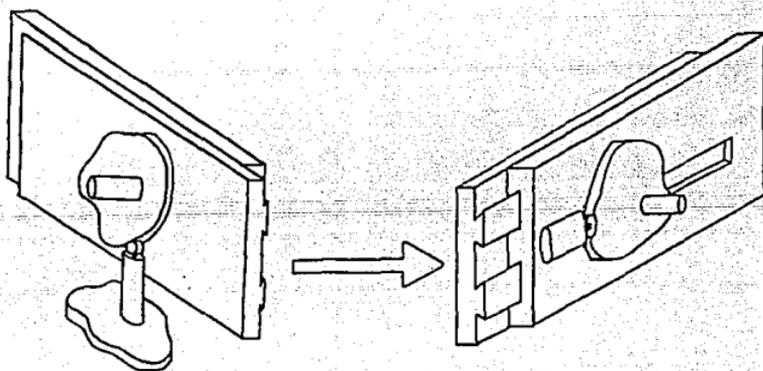
te momento el carro vuelve a subir hasta la posición que tenía al inicio del ciclo y se detienen las mordazas.

El hecho de que el carro suba y las mordazas se detengan al final del ciclo, obedece a la acción de un microswitch que llamaremos microswitch de paro. Ahora bien, la trayectoria descrita por el carro durante el maquinado es solo en dos dimensiones, por lo que se puede analizar como la combinación de dos movimientos:

\* Uno hacia la derecha y hacia la izquierda viendo al torno de frente que de aquí en adelante llamaremos movimiento en el eje X.

\* Y el otro hacia arriba y hacia abajo, que llamaremos movimiento sobre el eje y.

Cada uno de estos movimientos del carro esta regido por una leva como se indica a continuación.



Vista Posterior

Vista Frontal

Figura No. 27

El carro esta formado en realidad por dos partes, una posterior que sólo tiene movimiento vertical y una frontal a la cual están fijos los portaherramientas que viajan hacia arriba y hacia abajo junto con la parte posterior, pero que además se puede deslizar horizontalmente. Las levas funcionan de la siguiente manera: Ambas giran sobre la misma flecha que se encuentra apoyada sobre la parte posterior del carro.

El seguidor de la leva Y se encuentra apoyado en la estructura del torno de manera que al aumentar el radio de la leva mientras gira, el carro sube y viceversa.

El seguidor de la leva X se halla fijo a la parte frontal del carro como se muestra en la fig. 27 así que el carro se mueve hacia la izquierda (viéndolo de frente), y al aumentar el radio de la leva X y viceversa.

Este mecanismo permite que el carro describa alguna trayectoria necesaria para un maquinado específico, pero dentro de esta trayectoria, habrá momentos en los que la herramienta de corte esté en contacto con la pieza maquinándola y momentos en los que únicamente se esté colocando en la posición adecuada para iniciar otra parte del maquinado viajando sin tocar la pieza.

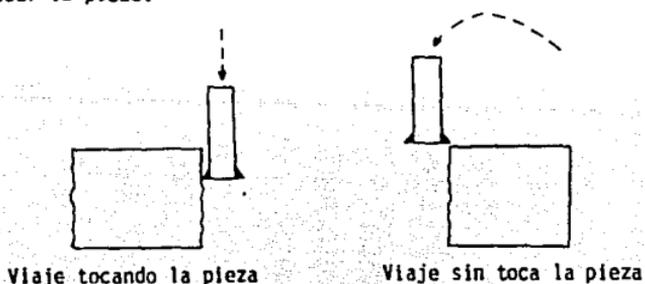
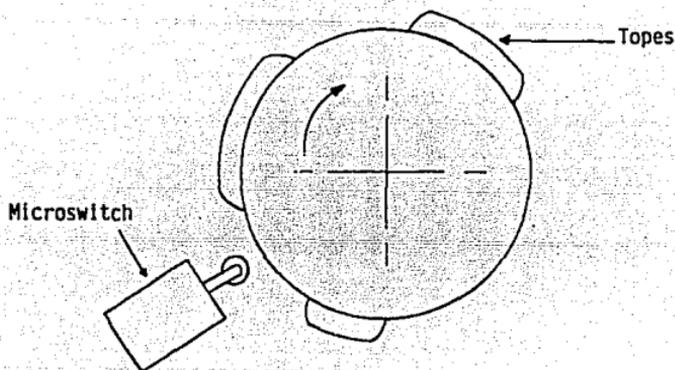


Figura No. 28.

Durante el corte, el avance de la herramienta es relativamente lento ya que existen limitaciones técnicas en estos procesos y sería un desperdicio importante de tiempo que se mantuviera esa velocidad aún cuando la herramienta únicamente se esté colocando en otra posición; Por esto - hay también un mecanismo que acelera considerablemente el giro de las levas y por lo tanto la velocidad a la que se mueve la herramienta durante las partes del ciclo en las que la herramienta únicamente se esta posicionando.

Este mecanismo obedece a la acción de un microswitch que se abre y cierra mediante una tercera leva que gira también sobre la misma flecha que las otras dos de la manera como se muestra en la fig. 29



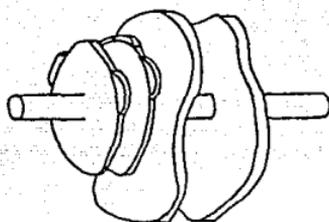
Figua No. 29

Como se aprecia, los topes accionan el microswitch en ciertas partes del ciclo, que diseñando la leva correcta se pueden hacer coincidir con los momentos en que la herramienta debe viajar rápido.

Por último, también sobre la misma flecha, existe una cuarta leva -

similar a la mencionada en el párrafo anterior pero con un sólo tope, - que se encarga de accionar el microswitch de paro marcando así el final de cada ciclo.

El conjunto de las 4 levas luciría así fuera del torno:



De izquierda a Derecha:

- Leva de Paro
- Leva de Giro
- Leva Y
- Leva X

Figura No. 30

Como se mencionó anteriormente, en un principio, este torno se utilizaba únicamente para una operación de todo el proceso, siendo que potencialmente podía realizar todo el maquinado abaratando en mucho el costo de producción ya que dos tornos quedarían libres para dedicarse a otras tareas.

Para intentar que el torno realizara todo el proceso, fue necesario diseñar un juego adecuado de levas, lo cual implicó el siguiente procedimiento:

\* Obtención de las características de diseño (RPM's, medidas máximas y mínimas, diámetro del seguidor , etc.)

\* Determinación de la secuencia de operaciones para realizar el maquinado y diseño de los portaherramientas.

\* Determinación de la trayectoria del carro y selección de veloci--

dades de avance en cada etapa.

- \* Determinación del procedimiento de diseño de las levas.
- \* Desarrollo de un programa en basic y obtención de resultados.
- \* Evaluación de procesos de fabricación.

A continuación detallaremos cada uno de estos pasos, ya que este di seño es un buen ejemplo de optimización de la producción y adaptación de la maquinaria a las necesidades reales de un proceso determinado:

#### PASO 1)

#### OBTENCION DE LAS CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Las dimensiones finales de las levas son función de una serie de da tos que se debían obtener de la máquina misma tales como:

#### LEVAS X y Y:

DATO	VALOR	USO EN EL DISEÑO
Diámetro del seguidor	1 3/4"	Como se verá en el desarrollo - matemático del diseño, si el <u>se</u> <u>guidor</u> no tiene el diámetro que se consideró, al diseñar su <u>tra</u> <u>yectoria</u> ésta puede variar de - manera importante.
Sentido de giro en las levas	Viendo el - torno de - frente 	Del sentido de giro de las levas depende la dirección en la que se diseñará su perfil

DATO	VALOR	USO EN EL DISEÑO.
<p>Punto de contacto de la leva con su seguidor.</p>	<p>Vista frontal</p> <p>Leva X:</p>  <p>Leva Y:</p> 	<p>Ya que las dos levas deben de estar coordinadas y al ser instaladas sólo tienen una posición, el punto de contacto de cada leva con su seguidor nos indica el punto a partir del cual se comienza a trazar el perfil.</p>
<p>RPM's en las levas con giro lento.</p>	<p>.27 RPM</p>	<p>La velocidad a la que giran las levas determina la forma que debe tener el perfil para darle una velocidad de avance determinada al seguidor.</p>
<p>Radio inicial en las levas.</p>	<p>4"</p>	<p>Al momento que baja el carro para iniciar el ciclo, el portaherramientas tiene una posición determinada que depende del radio inicial de cada leva.</p>
<p>RPM's en las mordazas.</p>	<p>1,000</p>	<p>Para convertir un avance dado en in/rev a velocidad lineal en la herramienta de corte es necesario saber a que velocidad giran las mordazas.</p>

DIMENSIONES GENERALES PARA LAS LEVAS X y Y.

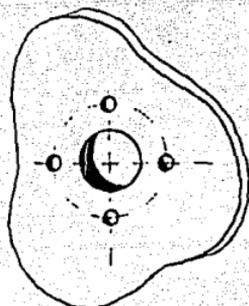


Figura No. 31

- Ø Barreno central: 2"
- Ø Círculo de barrenos: 2 3/8"
- Ø Barrenos de sujeción: 1/4"
- Espesor: 3/8 "

LEVAS PARA ACCIONAR LOS MICROSWITCHES

DATO	VALOR	USO EN EL DISEÑO
Carrera del - vástago del - microswitch.		Los topes se deben dimensionar de tal manera que accionen el microswitch sin llegar a forzarlo.

DIMENSIONES GENERALES PARA LAS LEVAS X, y Y,:

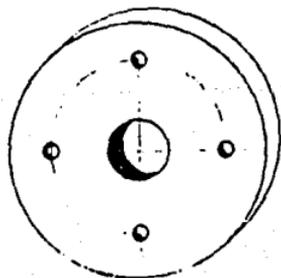


Figura No. 32

- Ø Barreno central: 2"
- Ø Exterior: 6"
- Ø Círculo de barrenos: 2 1/4"
- Ø Barrenos de sujeción: 3/16"
- Espesor: 1/2"

X,- Leva de paro  
Y,- Leva de giro  
rápido/lento

Todos estos datos se obtuvieron mediante medidas y pruebas efectuadas al torno y se aglizaron como constantes de diseño.

PASO II)

DETERMINACION DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES PARA REALIZAR EL MAQUINADO Y DISEÑO DE LOS PORTAHERRAMIENTAS.

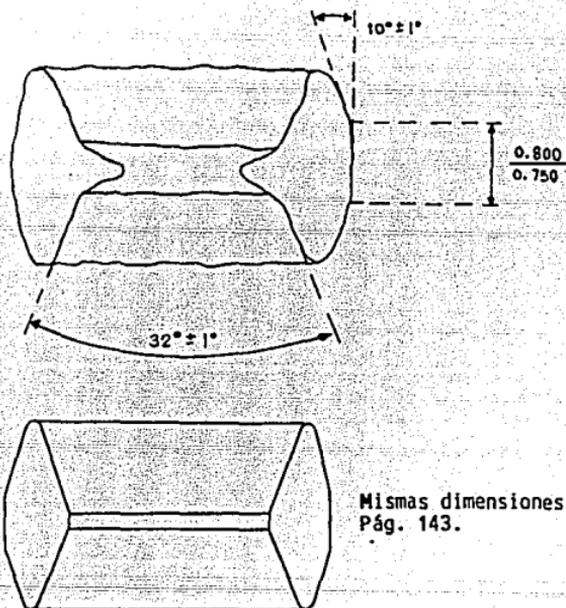


Figura No. 33

El dibujo superior muestra el anillo de forja con los rangos de sus medidas principales obtenidos a partir de un muestreo estadístico. El dibujo inferior muestra las medidas y tolerancias requeridas por Gabriel.

Para maquinar la pieza de forja se requería:

- \* Dar el diámetro interior correcto.
- \* Dar el careado interior de un lado.
- \* Dar el careado exterior del mismo lado.
- \* Hacer el radio del mismo lado (voltear la pieza).
- \* Dar el careado interior.
- \* Dar el careado exterior.
- \* Hacer el radio.
- \* Movimientos de colocación sin maquinar.

De la secuencia en la que se hicieran estas operaciones dependía la eficiencia del proceso y el diseño del portaherramientas.

Los puntos clave a considerar para determinar tanto ésta secuencia como el diseño del portaherramientas fueron los siguientes:

\*El tiempo en el que se realiza el ciclo completo no debe ser mayor que 3 min. 42 seg. que es lo que tardan las levas en completar una revolución con giro lento. (Esto es, claro, suponiendo que las trayectorias de acomodamiento se realizan también con giro lento y ocupan una determinada parte de los 3 min. 42 seg. aunque en la operación real estas trayectorias se harán con giro rápido y tomarán mucho menos tiempo).

\* Todos los maquinados se deben poder realizar con el menor número-

de herramientas posible, primeramente por razones económicas y en segunda por razones de espacio: Demasiadas herramientas dificultan tanto el diseño y fabricación del portaherramientas como la trayectoria final del carro ya que algunas herramientas podrían chocar indeseadamente con la pieza mientras alguna otra realiza su maquinado.

\* Las trayectorias de maquinado deben ser tan cortas como sea posible, ya que por lo lento del avance toman mucho tiempo y alargan el ciclo afectando directamente a la producción, más sin embargo, no deben ser tan cortas que pongan en peligro la calidad del proceso.

\* El portaherramientas debe permitir el cambio de las herramientas sin filo con facilidad, así como ajustes finos en su colocación. Para esto se diseñaron dos porta herramientas idénticos (Uno para cada cabezal).

La secuencia de operaciones se determinó como sigue:

\* Primer barrenado interior (Filo A)

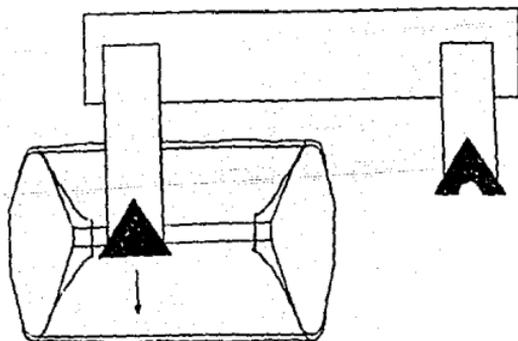


Figura No. 34

\* Acomodo

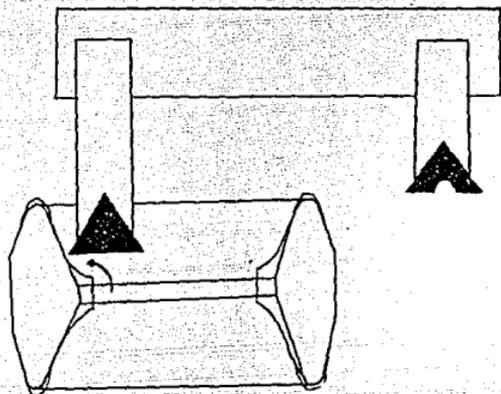


Figura No. 35

\* Barrenado final Interior (Filo A)

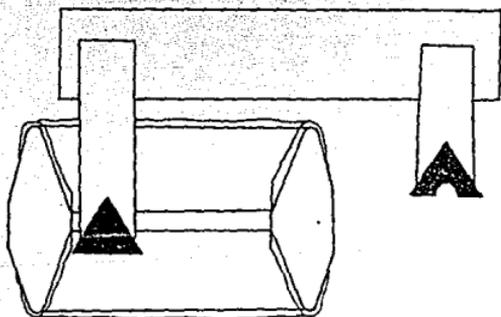


Figura No. 36

\* Acomoda

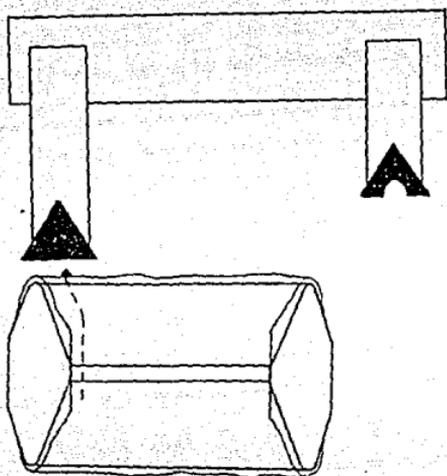


Figura No. 37

\* Primer careado interior (Filo A)

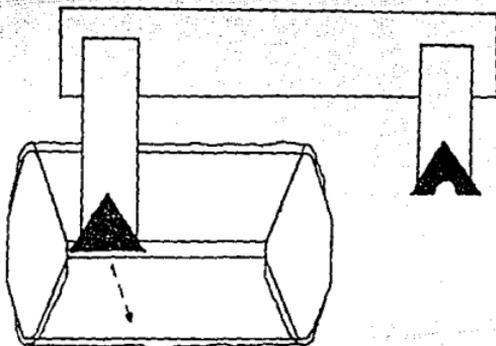


Figura No. 38

\* Acomodo

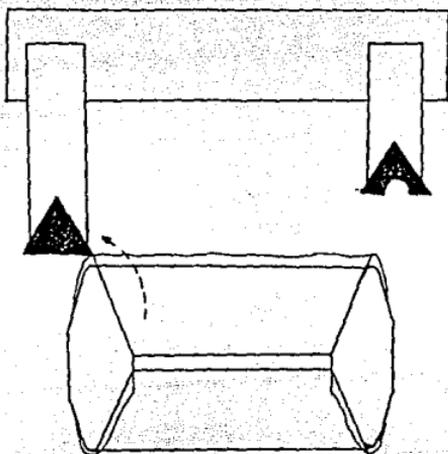


Figura No. 39

\* Primer careado exterior (Filo B)

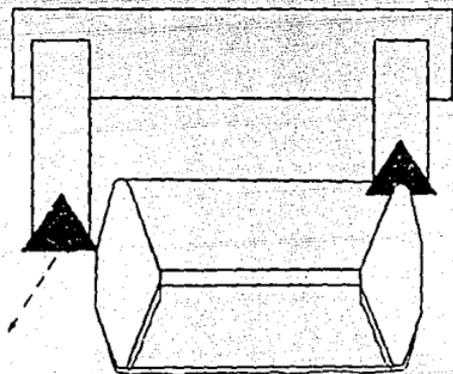


Figura No. 40

\* Acomodo

NO HAY TRAYECTORIA DE ACOMODO,  
YA QUE EL RADIO SE MAQUINA CON  
EL MISMO VIAJE DE LA HERRAMIENTA.

\* Primer radio (Filo C)

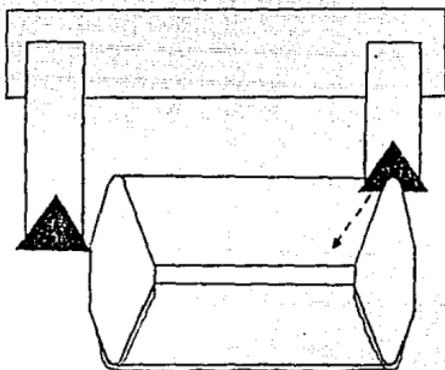


Figura No. 41

\* Acomodo

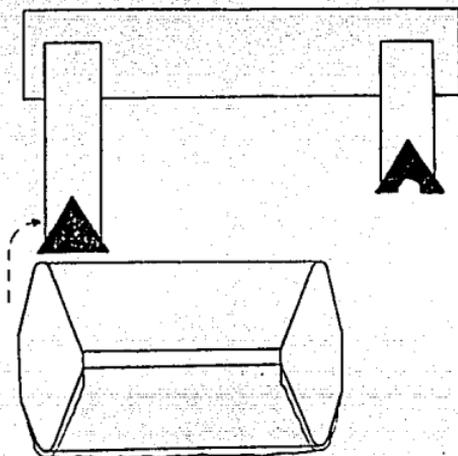


Figura No. 42

\* (Voltear la pieza)

\* Segundo careado interior (Filo A)

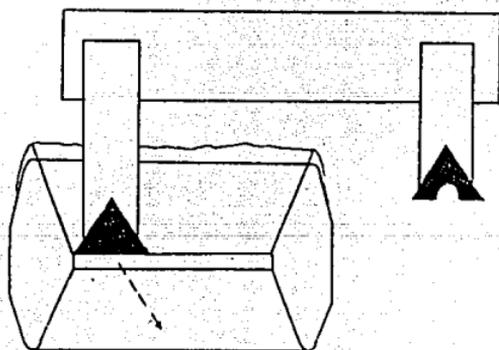


Figura No. 43

\* Acomodo

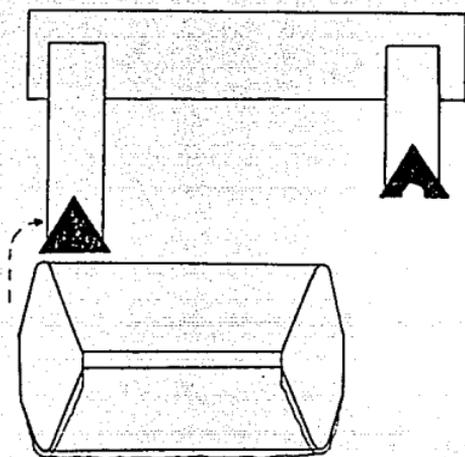


Figura No. 42

\* (Voltear la pieza)

\* Segundo careado interior (Filo A)

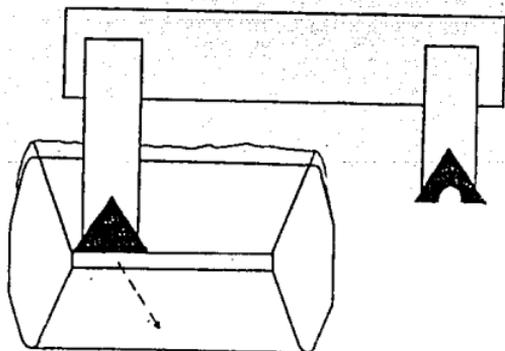


Figura No. 43

\* Acomodo

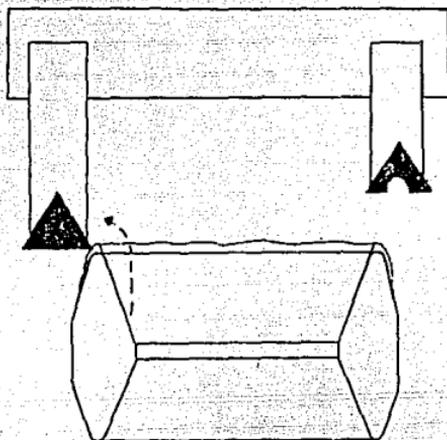


Figura No. 44

\* Segundo careado exterior (Filo B)

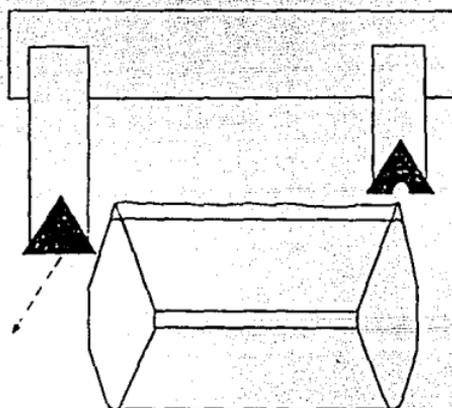


Figura No. 45

\* Segundo radio (Filo C)

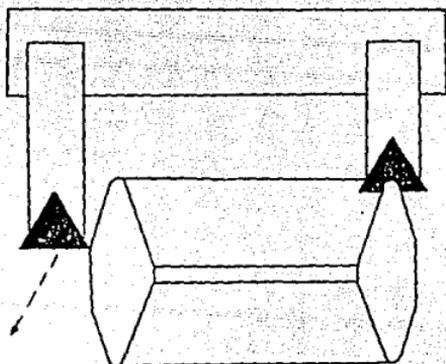


Figura No. 46

\* Regreso al punto inicial

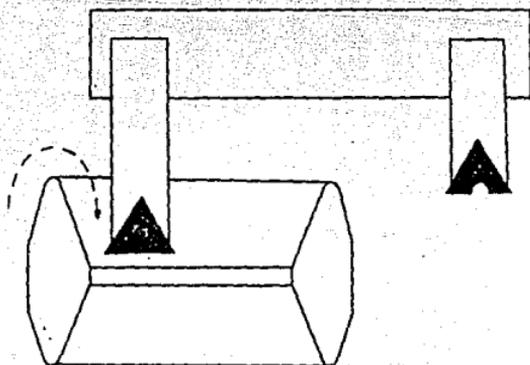


Figura No. 47

Se consideró que con ésta secuencia, el movimiento de los portaherramientas era óptimo, ya que se redujo al mínimo la cantidad de movimientos de acomodo.

### PASO III)

#### DETERMINACION DE LA TRAYECTORIA DEL CARRO

Una vez determinada la secuencia de las operaciones, se prosiguió a definir la trayectoria del portaherramientas.

Para marcar las referencias y medir distancias y ángulos con facilidad, se dibujó la pieza de forja sobre un plano cartesiano haciendo coincidir su centro con el origen.

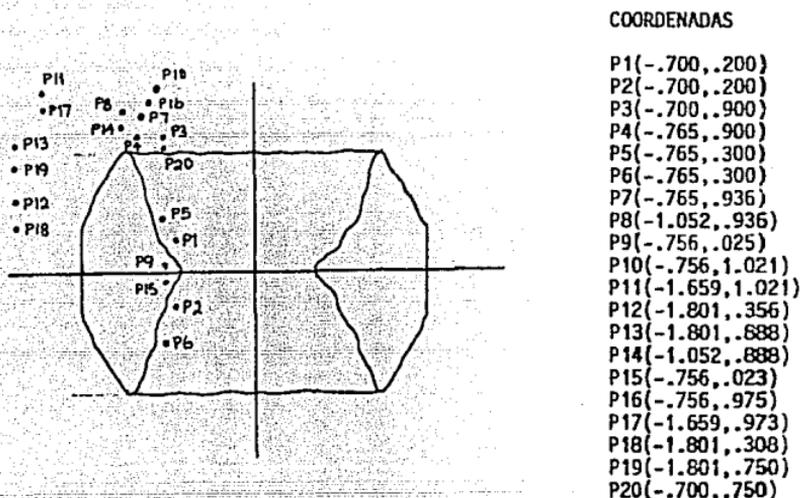


Figura No. 48

En la figura 48 se muestra la pieza de forja con sus medidas críticas y con los puntos iniciales y finales de todas las trayectorias de la herramienta acotados sobre el plano en pulgadas.

Al bajar el carro para iniciar el maquinado, el filo A del porta-herramientas se encuentra suficientemente lejos de la pieza como para evitar un choque aún con las piezas más grandes.

A partir de ahí, el carro debe iniciar su ciclo ya bajo el control de las levas; lo inicia con un movimiento vertical hacia abajo con un avance de .006 in/rev hasta alcanzar el punto 2 realizando así el primer maquinado, y describiendo la trayectoria I.

Una vez ahí, la herramienta debe subir hasta el punto 3 para luego desplazarse horizontalmente hasta el punto 4 y finalmente bajar hasta el punto 5. Todo este recorrido lo hará con giro rápido en las levas avanzando a .380 in/rev.

La trayectoria V (Entre los puntos 5 y 6) es continuación de la IV (Vertical hacia abajo) pero con giro lento de las levas (Avanzando a .0.10 in/rev pues en ella se realiza el segundo maquinado (Diámetro interior final)). La respuesta de la máquina al microswitch que cambia la velocidad de giro en las levas es muy rápida, sin embargo, se puede ver del dibujo, que existe un margen razonable entre el punto en donde cambia la velocidad (Punto 5) y la pieza. Esto es con el fin de prevenir posibles desajustes.

Una vez realizado este maquinado (Filo A en el punto 6), la herramienta viaja con giro rápido en las levas primero de regreso verticalmen

te hasta el punto 7 y después horizontalmente hasta el punto 8 (Trayectorias VI y VII). Una vez ahí, el giro de las levas es lento nuevamente para iniciar el maquinado del cono interior. El margen que existe entre el punto 8 y la pieza, no es sólo para permitir que el cambio de velocidad en el viaje de la herramienta se lleve a cabo sin problemas como en el caso del punto 5, sino que también se consideró que existe un cambio de dirección en la trayectoria y que esto implicaba una distancia de ajuste para permitir que la herramienta viajara ya en línea recta en el momento de iniciar el maquinado.

Nótese que el punto final de este maquinado (punto 9) aleja a la herramienta de la pieza lo suficiente como para asegurar que el maquinado fuera completo dentro del rango de medidas de la pieza. Los tres maquinados descritos hasta aquí se han realizado con el filo A de la herramienta, pero el maquinado del cono exterior (Trayectoria XI, entre los puntos 11 y 12) se realizará con el filo B.

Al terminar el maquinado interior (El filo A de la herramienta en el punto 9), el giro es nuevamente rápido, la herramienta viaja verticalmente hacia arriba hasta el punto 10 y luego horizontalmente hasta el punto 11, en donde el giro se vuelve nuevamente lento para iniciar el maquinado del cono exterior. Cuando el filo A de la herramienta se encuentra en el punto 11, el filo B se encuentra en la posición adecuada para iniciar el maquinado, claro esta, dejando un margen suficiente para absorber los efectos tanto del cambio de dirección como de velocidad.

Justo cuando el filo A llega al punto 12, el filo B termina el maquinado del cono exterior y el filo C cae sobre la pieza maquinando el radio.

Con esta trayectoria, queda terminado el maquinado de un lado para ambas piezas, las trayectorias XII y XIII llevan al filo A primero verticalmente del punto 12 al 13 y luego horizontalmente del punto 13 al 14, - ambas con giro rápido. Una vez que el filo A se encuentra en el punto 14 un tope en la leva que actúa el microswitch de terminación de ciclo debe accionar este microswitch causando que el carro suba y que el giro de las levas se detenga para dar oportunidad al operador de voltear las piezas y reiniciar el ciclo, con lo que las mordazas giran de nuevo y el carro baja.

Aquí nuevamente el filo A se encuentra en el punto 14. Este punto es el principio del maquinado del cono interior de este lado de la pieza que obviamente tiene la misma coordenada X que el punto 8 (Principio del maquinado del cono interior del otro lado) pero una menor coordenada y - para compensar el material perdido en los maquinados previos.

La trayectoria XIV (Entre los puntos 14 y 15) maquina el cono interior con el filo A. Una vez hecho esto, el filo A viaja con giro rápido, primero verticalmente hacia arriba del punto 15 al 16 y luego horizontalmente hacia la izquierda del punto 16 al 17. Nuevamente al estar el filo A en el punto 17, el filo B se encuentra en posición de iniciar el maquinado del cono exterior. La trayectoria 17 (Entre los puntos 17 y 18) - lleva a cabo este maquinado y al llegar el filo A al punto 18, también - nuevamente el filo C cae sobre la pieza para maquina el radio y terminar con esto el maquinado completo.

Después de esto, solo resta llevar al portaherramientas de nuevo al punto 1 con giro rápido. Para esto el portaherramientas viaja vertical-

mente hasta el punto 19, de ahí, horizontalmente hasta el 20, y finalmente de ahí verticalmente hasta el punto 1.

Al llegar el portaherramientas al punto 1, nuevamente se debe activar el microswitch de final de ciclo, esta vez, para permitir que el operador remueva las piezas terminadas y coloque las que se maquinarán en el próximo ciclo.

Todos estos puntos conforman la trayectoria que debe seguir el carro para maquinar las piezas con los portaherramientas que se diseñaron. No se especificaron aquí los cálculos para definir estos puntos ya que a pesar de ser un poco largos son en realidad muy sencillos. Básicamente involucran a:

- \* El teorema de Pitágoras.
- \* La fórmula de la pendiente.
- \* La fórmula de la distancia entre dos puntos.

Y se llevaron a cabo a partir de las medidas iniciales de la pieza de forja y considerando las medidas finales requeridas por Gabriel. Por ejemplo, es fácil ver que entre los puntos 8 y 9 que representan el maquinado del primer cono interior hay una pendiente de:

$$m = \frac{Y1-Y2}{X1-X2} = \frac{.936 - .025}{-1.052 + .756} = -3.078$$

Que implica un ángulo con el plano de las mordazas de:

$$\theta = \text{angtan}(-3.078) = -72^{\circ}$$

Que es lo especificado por Gabriel, o también es fácil verificar el radio interior final de la pieza ya que es igual a la coordenada X de los puntos 5 ó 6 (.765 in).

Con procedimientos similares se calcularon todos los cortes haciendo que las trayectorias coincidieran con las medidas requeridas.

Ya definida la trayectoria deseada para los portaherramientas, había que encontrar el procedimiento matemático y geométrico para obtener el perfil de las levas.

#### PASO IV)

##### DETERMINACION DEL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Cualquiera de las trayectorias que sigue la herramienta, se puede descomponer en dos movimientos: Uno horizontal, que llamaremos movimiento sobre el eje X, y el otro vertical que llamaremos movimiento sobre el eje Y. Como ya se explicó, una leva controla cada uno de estos movimientos.

El primer punto importante a considerar para diseñar el perfil de estas levas, es que para la leva Y el seguidor está fijo, de manera que al girar la leva, es esta la que sube y baja con relación al chasis del torno, mientras que la leva X esta fija y es su seguidor el que se desplaza hacia la izquierda o hacia la derecha al girar la leva.

El segundo punto a considerar, es el sentido de giro en las levas que es en el sentido de las manecillas del reloj para un observador que vea al torno de frente.

Estos puntos afecta en el diseño como se explica a continuación:

Cada trayectoria tiene tres variables de diseño:

- \* La distancia que se cubre durante ella.
- \* La dirección en que se debe mover el portaherramientas.

\* La velocidad con la que debe avanzar el portaherramientas.

Las dos primeras variables se definen con el punto inicial y el punto final de cada trayectoria y la velocidad se define con el avance requerido.

Como se explicó, las trayectorias se pueden descomponer en dos movimientos: Uno en X y otro en Y. Cada uno de estos movimientos para una trayectoria dada se determina restando las coordenadas X y Y de los puntos inicial y final:

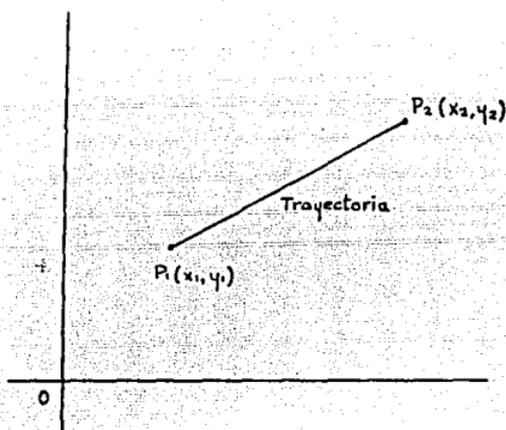


Figura No. 49

Estos componentes en si determinan tanto la magnitud como la dirección del movimiento en la trayectoria.

Para la leva X girando en el sentido de las manecillas del reloj y con un seguidor móvil:

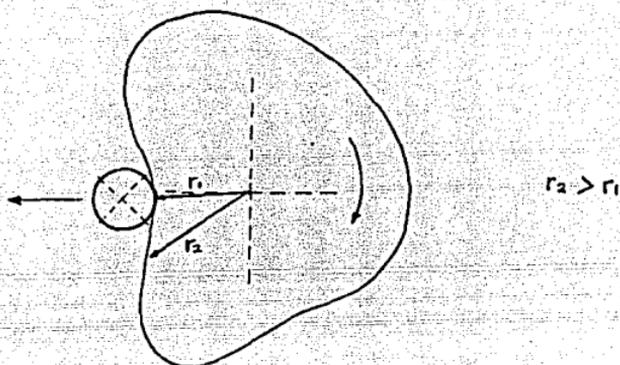


Figura No. 50

Un incremento en el radio empuja al seguidor hacia la izquierda, - disminuyendo la coordenada en X de la herramienta una distancia igual a ese incremento, por lo que se plantea la siguiente ecc.:

$$X_2 - X_1 = - (r_2 - r_1)$$

$$X_2 - X_1 = r_1 - r_2$$

$$X_1 - X_2 = \Delta x$$

Ec. No.1

Para la leva Y, girando en el sentido de las manecillas del reloj - y con el seguidor fijo:

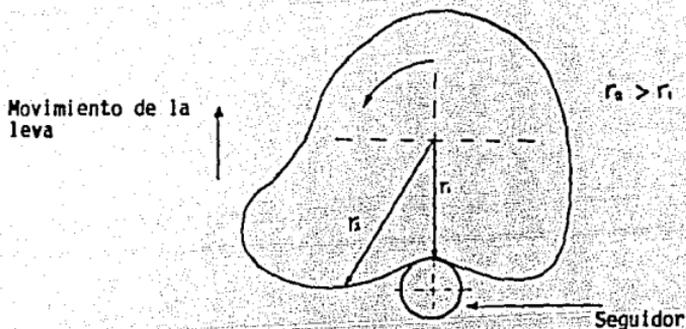


Figura No. 51

Un incremento en el radio empuja a la leva hacia arriba aumentando la coordenada Y de la herramienta una distancia igual a ese incremento, por lo que se plantea la siguiente ecc.:

$$Y_2 - Y_1 = r_2y - r_1y$$

$$Y_2 - Y_1 = \Delta r_y \qquad \text{Ec. No. 2}$$

Con las eccs. 1 y 2, se puede calcular la variación total del radio de cada leva durante una trayectoria dada a partir de sus puntos inicial y final.

Las trayectorias no se pueden recorrer a velocidad constante ya que requieren de un período de aceleración en su inicio y un período de desaceleración al final. Esto se debe a que la dirección y la velocidad a la que se mueve la herramienta varían de una trayectoria a otra.

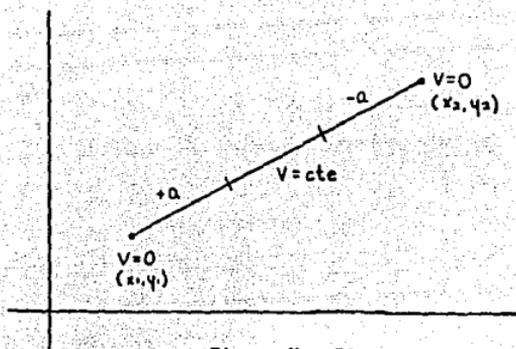


Figura No. 52

Para determinar la duración de estos períodos de aceleración, se debe determinar la aceleración máxima que pueden dar las levas a la herramienta.

Por observación se determina que la herramienta puede acelerar desde el reposo hasta 0.10 in/rev en 4 seg. (Más adelante se justificará matemáticamente esta observación), por lo que la aceleración máxima de diseño será:

$$A_{max} = \frac{V_f}{t}$$

$$A_{max} = \frac{V_f}{4}$$

$$V_f = (AVA) \text{ (RPM's) } / 60$$

$$V_f = (0.010 \text{ in/rev}) (1000) / 60$$

$$A_{max} = \frac{0.167}{4} = 4.175 \times 10^{-2}$$

Ec. No.3

donde: AVA = avance

RPM's =  $r_{pm}$  en los cabezales.

Para poder definir la trayectoria de cada seguidor, es necesario conocer la posición de la herramienta como función del tiempo dentro de la trayectoria de corte:

$$d = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

$$d = \frac{4.175 \times 10^{-2}}{2} t^2$$

$$d = (2.088 \times 10^{-2}) t^2 = \text{in}$$

Ec. No. 4

La ecc. 4 nos indica cuantas pulgadas ha recorrido la herramienta durante el período de aceleración al inicio de una trayectoria de corte cualquiera.

Basándonos en la ecc. 4, se puede obtener la ecuación polar de la trayectoria de cada seguidor durante el período de aceleración:

Velocidad angular en la leva:

$$W = (0.27 \text{ rpm}) (\text{min/seg}) (2 \pi \text{ rad/rev}) = 2.83 \times 10^{-2} \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Ec. No.5

Distancia recorrida sobre cada eje:

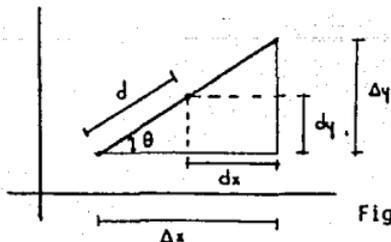


Figura No. 53

$$\theta = \arctan \left( \frac{\Delta y}{\Delta x} \right)$$

Sust. 1 y 2:

$$\theta = \arctan \left| \frac{Y2 - Y1}{X1 - X2} \right|$$

Distancia recorrida sobre los ejes:

Eje X  
 $dx = d \cos \theta$

Eje Y  
 $dy = d \sin \theta$

Sust. 4:

$$dx = (2.088 \times 10^{-2}) t^2 \cos \theta$$

Sust. 4:

$$dy = (2.088 \times 10^{-2}) t^2 \sin \theta$$

De 5:

$$W = \frac{\alpha}{t} ; \quad t = \frac{\alpha}{w} = \frac{\alpha}{2.83 \times 10^{-2}} = 35.33\alpha$$

donde  $\alpha$  = cualquier ángulo girado por la leva

$t$  = tiempo invertido en girar

Sustituyendo

$$dx = (2.088 \cdot 10^{-2}) (35.33 \alpha)^2 \cos \theta \quad dy = (2.088 \cdot 10^{-2}) (35.33 \alpha)^2 \sin \theta$$

$$dx = (26.056) (\cos \theta) \alpha^2 \text{ in} \quad dy = (26.056) (\sin \theta) \alpha^2 \text{ in}$$

$dx$  y  $dy$  son las distancias recorridas por la herramienta sobre cada eje y por lo tanto son en realidad la variación en pulgadas de los radios de las trayectorias de los seguidores X y Y respectivamente, pero recordando la deducción de las ecc. 1 y 2, se debe de considerar el sentido de la variación.

$$d1x = (26.056) (\cos \theta) (\alpha^2) \frac{X1 - X2}{|X1 - X2|} \quad d1y = (26.056) (\sin \theta) (\alpha^2) \frac{Y2 - Y1}{|Y2 - Y1|}$$

Al calcular en ángulo  $\theta$ , se consideró el valor absoluto del cociente de los incrementos de las distancias ( $\Delta Y/\Delta X$ ) ya que así:

$$0 \leq \theta \leq \pi/2$$

$$0 \leq \text{sen} \theta \leq 1$$

$$0 \leq \text{cos} \theta \leq 1$$

De esta manera,  $\text{sen} \theta$  y  $\text{cos} \theta$  actúan sólo como auxiliares para determinar la magnitud de las componentes  $dx$  y  $dy$  más no determinan su sentido. Este queda determinado por el último término de las eccs. 6 y 7 siguiendo el criterio de la deducción de las eccs 1 y 2.

Las eccs. 6 y 7 son las ecuaciones polares de la variación de los radios de las trayectorias de los seguidores X y Y respectivamente durante el período inicial de aceleración, ahora encontraremos las ecuaciones correspondientes al período de velocidad constante.

El procedimiento más sencillo para hallar estas ecuaciones, es suponer que la herramienta viajó a velocidad constante durante toda la trayectoria. Nos basamos en que las eccs. 1 y 2 nos dan el módulo y el sentido de la variación del radio de la trayectoria de los seguidores X y Y respectivamente. Conociendo la velocidad requerida por el avance y encontrar lo que hubieran girado las levas en ese período de tiempo. El cociente de la variación del radio y el giro total nos da la cantidad de pulgadas que debe aumentar el radio por cada radián girado por la leva si se quiere que la herramienta viaje con la velocidad constante requerida.

Primero se calcula la velocidad a la que se debe desplazar para un

avance dado:

$$V_L = \left( \frac{\text{AVA}}{\text{rev}} \right) (1,000 \text{ RPM}) \left( \frac{\text{min}}{60 \text{ seg}} \right) \text{ in}^2 \text{ in/seg}$$

Y después la distancia total recorrida por la herramienta durante la trayectoria:

$$D_{\text{tot}} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \text{ in}$$

Finalmente el tiempo ocupado en recorrer la trayectoria es:

$$T = \frac{D_{\text{tot}} \text{ (in)}}{V_L \text{ (in/s)}} = \text{seg}$$

$$T = \frac{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}}{\left( \frac{\text{AVA}}{1,000} \right)} (60) \text{ in}^2 \text{ seg}$$

$$T = (.06) \sqrt{\frac{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}{(\text{AVA})}} \text{ in}^2 \text{ seg}$$

Ahora bien, multiplicando la velocidad angular de las levas, por el tiempo que requiere una trayectoria dada, se obtiene la cantidad de radianes que deben girar las levas durante esa trayectoria:

$$\text{ARAD} = (2.83 \cdot 10^{-2}) \left( .06 \sqrt{\frac{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}{(\text{AVA})}} \right)$$

$$\text{ARAD} = \frac{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}}{(589.46) (\text{AVA})}$$

Ec. No. 8

Para determinar la ecuación de la variación del radio de la trayectoria del seguidor X durante el período de velocidad constante para cualquier trayectoria de la herramienta, se utiliza la siguiente ecuación general, en la que se reparte linealmente la variación del radio a lo largo del giro:

$$drx = \frac{\Delta x}{\Delta rad} \alpha$$

$$drx = \frac{(589.46)(X1 - X2)(AVA)}{\sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}} (\alpha) \quad \text{in} \quad \text{Ec. No. 9}$$

La variación del radio de la trayectoria del seguidor Y, se determina de manera similar:

$$dry = \frac{\Delta y}{\Delta rad} \alpha$$

$$dry = \frac{(589.46)(Y2 - Y1)(AVA)}{\sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}} (\alpha) \quad \text{in} \quad \text{Ec. No. 10}$$

Durante el periodo final de desaceleración, la variación del radio de las trayectorias de los seguidores se calcula como sigue:

Primero se calcula la distancia recorrida por la herramienta durante el periodo de desaceleración:

$$d = Vi \cdot t - \frac{at^2}{2}$$

La Vi es la velocidad final del periodo de velocidad constante:

$$Vi = (AVA) (1000) / (60)$$

$$Vi = (16.666) (AVA)$$

$$d = (16.66) (AVA) t - \frac{(4.175 \cdot 10^{-2}) t^2}{2}$$

$$d = (16.66) (AVA) t - (2.088 \cdot 10^{-2}) t^2 \quad \text{in}$$

De 5:

$$W = \frac{\alpha}{t} \quad \therefore \quad t = \frac{\alpha}{W}$$

$$t = \frac{\alpha}{2.83 \cdot 10^{-2}}$$

$$t = 35.33 \alpha \text{ seg}$$

Sustituyendo:

$$d = (\text{AVA}) (16.66)(35.33) \alpha - (2.088 \cdot 10^{-2}) (35.33 \alpha)^2$$

$$d = (588.6) (\text{AVA}) (\alpha) - (26.06) (\alpha)^2$$

Encontrando las componentes y su sentido:

$$d_2x = [(588.6) (\text{AVA}) (\alpha) - (26.06)(\alpha^2)] \cos \theta \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

Ec. No. 11

$$d_2y = [(588.6) (\text{AVA}) (\alpha) - (26.06) (\alpha^2)] \text{sen} \theta \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|}$$

Ec. No. 12

Hasta aquí, ya hemos obtenido ecuaciones para calcular la variación del radio de la trayectoria del seguidor durante cualquiera de los tres períodos que la componen: Período de aceleración inicial, período de velocidad constante y período de desaceleración final.

Para calcular la trayectoria real del seguidor durante cualquiera de estos períodos para cualquier trayectoria de corte de la herramienta, se toma el radio final de la última trayectoria calculada (En caso de ser la primera trayectoria, se toma el radio inicial de la leva de que se trate) y se le suma la variación correspondiente (Que puede ser positiva o negativa) como una función del ángulo girado durante la trayectoria dado en radianes.

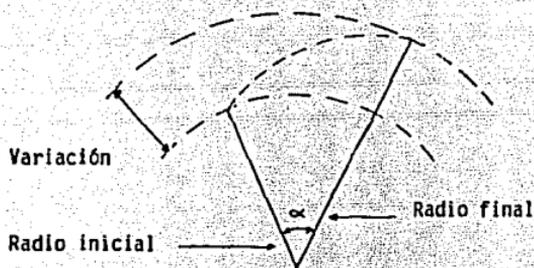


Figura No. 54

Dicho en otras palabras, las ecuaciones que calculan la variación del radio de la trayectoria del seguidor, nos dicen cuanto aumenta o disminuye el radio de la trayectoria del seguidor conforme este gira. Si recordamos la deducción de las eccs. 6, 7, 9, 10, 11 y 12, estas son función del ángulo  $\alpha$  girado durante la trayectoria. Al sustituir una determinada cantidad de radianes por  $\alpha$  en cualquiera de estas ecuaciones se obtiene una determinada cantidad de pulgadas que representa la diferencia entre el radio de la trayectoria al inicio del período del que se trate (Aceleración inicial, velocidad constante o desaceleración final) y el radio de la trayectoria después de haber girado  $\alpha$  radianes.

Así pues, para calcular la trayectoria real de ambos seguidores durante una trayectoria de corte de la herramienta determinada se calcula cada uno de los tres períodos por separado, pero para hacer esto, primero se debe definir el valor inicial y final de  $\alpha$  para cada período.

Período de aceleración inicial: Para conocer el giro total del seguidor durante el período de aceleración inicial se calcula primero el tiempo que le toma a la herramienta acelerar desde el reposo hasta el avance requerido para esa trayectoria de corte determinada:

$$V_f = (AVA) (1,000) / (60) \quad \text{in/seg}$$

$$V_f = (16.66) (AVA) \quad \text{in/s}$$

$$a = \frac{V_f}{t} \quad \therefore \quad t = \frac{V_f}{a}$$

$$t = \frac{(16.66) (AVA)}{(4.175 \cdot 10^{-2})} = (400) (AVA) \quad \text{SEG}$$

Una vez calculado el tiempo, se puede saber cuanto gira la leva en ese intervalo:

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \quad \therefore \quad \alpha = \omega t$$

$$\alpha_1 = (2.83 \cdot 10^2) (400) (AVA)$$

$$\alpha_1 = (11.29) (AVA) \quad \text{Rad}$$

Ec. No. 13

Período de velocidad constante: Para calcular el ángulo girado a velocidad constante por las levas, se debe conocer la distancia lineal recorrida por la herramienta durante el período de aceleración inicial:

$$2 ad = V_f^2 \quad \therefore \quad d = \frac{V_f^2}{2a}$$

$$d = \frac{(16.66 AVA)^2}{(2) (4.175 \cdot 10^{-2})}$$

$$d = (3,324) (AVA)^2 \quad \text{in}$$

Ya que la desaceleración es igual a la aceleración, la distancia recorrida durante el período final de desaceleración es igual a la distancia recorrida durante el período inicial de aceleración. De esta manera, la distancia total recorrida entre los períodos inicial y final es:

$$d_{\text{tot}} = 2 d$$

$$d_{\text{tot}} = (6.648) (AVA)^2 \quad \text{in}$$

Con este dato, se puede calcular la distancia recorrida por la herramienta a velocidad constante calculando primero la distancia total - que debe recorrer durante la trayectoria:

$$D_{\text{tot}} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

$$d_{\text{vcte}} = D_{\text{tot}} - d_{\text{tot}}$$

$$d_{\text{vcte}} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} - (6.648) (AVA)^2 \quad \text{in}$$

Conociendo esta distancia y la velocidad lineal de la herramienta - que es la velocidad al final del período de aceleración inicial, se puede determinar el tiempo ocupado en viajar a velocidad constante:

$$v = \frac{d}{t} \quad \dots \quad t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} - (6.648) (AVA)^2}{(16.66) (AVA)} \quad \text{SEG}$$

Y a partir de aquí, nuevamente se calcula el ángulo girado en ese tiempo a partir de la velocidad angular:

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \quad \dots \quad \alpha = \omega t$$

$$\alpha_1 = (2.83 \cdot 10^{-2}) \left[ \frac{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} - (6.648) (AVA)^2}{(16.66) (AVA)} \right]$$

$$\alpha_1 = \frac{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} - (6.648) (AVA)^2}{(588.69) (AVA)} \quad \text{Rad} \quad \text{Ec. No. 14}$$

Período de desaceleración final: Este período, como ya se dijo, -- abarca un ángulo igual al período de aceleración inicial y por lo tanto se calcula con la misma fórmula:

$$\alpha_3 = (11.29) (AVA) \quad \alpha = \text{Rad} \quad \text{Ec. No. 15}$$

Sólo resta por considerarse un caso: Puede suceder que la trayectoria de la herramienta sea tan corta o el avance requerido tan alto que no de tiempo de alcanzarlo con la aceleración que se esta utilizando. -- Si esto pasara, lo más sencillo es acelerar a la herramienta durante la primera mitad de la trayectoria sin importar que no llegue a la velocidad requerida y después desacelerarla hasta el reposo durante la segunda mitad.

Matemáticamente sabemos que no se puede alcanzar el avance requerido con la aceleración que se esta utilizando si la distancia recorrida a velocidad constante es igual o menor que cero. Si esto sucede, se debe calcular primero el tiempo que se invierte en recorrer la trayectoria -- acelerando durante su primera mitad y luego, utilizando la fórmula de -- la velocidad angular, se convierte ese tiempo al ángulo girado por las -- levas durante esa primera mitad que es igual al ángulo girado por las -- levas durante la segunda mitad ya que la aceleración es igual a la desaceleración.

SI:

$$\sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2} - (6.648) (AVA)^2 \leq 0$$

ENTONCES:

$$d = \frac{at^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2d}{a}} \quad \text{COMO SE CALCULA } d = \frac{\sqrt{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2}}{2}$$

LA 1a. MITAD DE LA TRAYECTORIA:

$$t = \sqrt{\frac{2 \sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}}{2 (4.175 \cdot 10^{-2})}}$$

$$t = (4.894) \left( \sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2} \right) \text{ s} \quad \text{SEG}$$

Ambas raíces se consideran positivas ya que ni las distancias ni los tiempos negativos tienen sentido en este desarrollo.

Para calcular el ángulo girado en ese tiempo:

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \quad \alpha = \omega t$$

$$\alpha 4 = (2.83 \cdot 10^{-2}) (4.894) \left( \sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2} \right)$$

$$\alpha 4 = \frac{\sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}}{7.22} \text{ Rad}$$

Ec. No. 16

Ya obtenido el ángulo que giran las levas para llevar a la herramienta hasta la mitad de su trayectoria bajo la aceleración calculada, hay que obtener la ecuación de la variación del radio de la trayectoria de cada seguidor primero durante el período de aceleración correspondiente a la primera mitad de la trayectoria y después durante el período de desaceleración correspondiente a la segunda mitad de la trayectoria:

Período de aceleración: Distancia lineal recorrida por la herramienta:

$$d = \frac{at^2}{2}$$

$$d = \frac{(4.175 \cdot 10^{-2}) t^2}{2}$$

$$d = (2.088 \cdot 10^{-2}) t^2$$

Componentes y sentido:

$$d_4x = (2.088 \cdot 10^{-2}) t^2 (\cos \theta) \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

$$d_4y = (2.088 \cdot 10^{-2}) t^2 (\sin \theta) \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|}$$

Convirtiendo el tiempo a radianes:

$$\omega = \frac{\alpha}{t}$$

∴

$$t = \frac{\alpha}{2.83 \cdot 10^{-2}}$$

$$t = 35.33 \alpha$$

Sustituyendo:

$$d_4x = (4.167 \cdot 10^{-2}) (35.33 \alpha)^2 (\cos \theta) \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

$$d_4y = (4.167 \cdot 10^{-2}) (35.33 \alpha)^2 (\sin \theta) \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|}$$

$$d_4x = (26.06) \cos \theta \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|} \alpha^2$$

$$d_4y = (26.06) (\sin \theta) \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|} \alpha^2$$

Ec. No. 17 y 18

Período de desaceleración: Distancia recorrida por la herramienta durante el período de desaceleración:

$$d = v_{it} - \frac{at^2}{2}$$

La velocidad inicial del período de desaceleración es igual a la velocidad final del período de aceleración.

$$v_f = at_1$$

Se señala al tiempo como una constante ( $t_1$ ), ya que es el tiempo que le tomó a la herramienta recorrer la 1a. mitad de su trayectoria.

$$v_f = (4.175 \cdot 10^{-2}) t_1 \quad \text{in/s}$$

Sustituyendo:

$$d = (4.175 \cdot 10^{-2})(t_1)(t) - \frac{(4.175 \cdot 10^{-2}) t^2}{2}$$

$$d = (4.175 \cdot 10^{-2})(t_1)(t) - (2.088 \cdot 10^{-2}) t^2$$

Encontrando sus componentes y sentido:

$$d_{5x} = \left[ (4.175 \cdot 10^{-2})(t_1)(t) - (2.088 \cdot 10^{-2})(t^2) \right] \cos \theta \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

$$d_{5y} = \left[ (4.175 \cdot 10^{-2})(t_1)(t) - (2.088 \cdot 10^{-2})(t^2) \right] \sin \theta \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|}$$

Convirtiendo el tiempo a radianes:

$$t_1 = (4.894) \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$t = 35.33 \alpha$$

Sustituyendo:

$$d_{5x} = \left[ (4.175 \cdot 10^{-2})(4.894) \left( \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \right) (35.33)(\alpha) - (4.17 \cdot 10^{-2}) (35.33 \alpha)^2 \right] \cos \theta \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

$$d_5 Y = \left[ (4.175 \cdot 10^{-2})(4.894) \left( -\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \right) (35.33)(\alpha) - (4.17 \cdot 10^{-2})(35.33 \alpha)^2 \right] \operatorname{SENO} \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|}$$

$$d_5 X = \left[ (7.219) \left( \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \right) (\alpha) - (26.06)(\alpha^2) \right] \operatorname{COSO} \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|}$$

Ec. No. 19

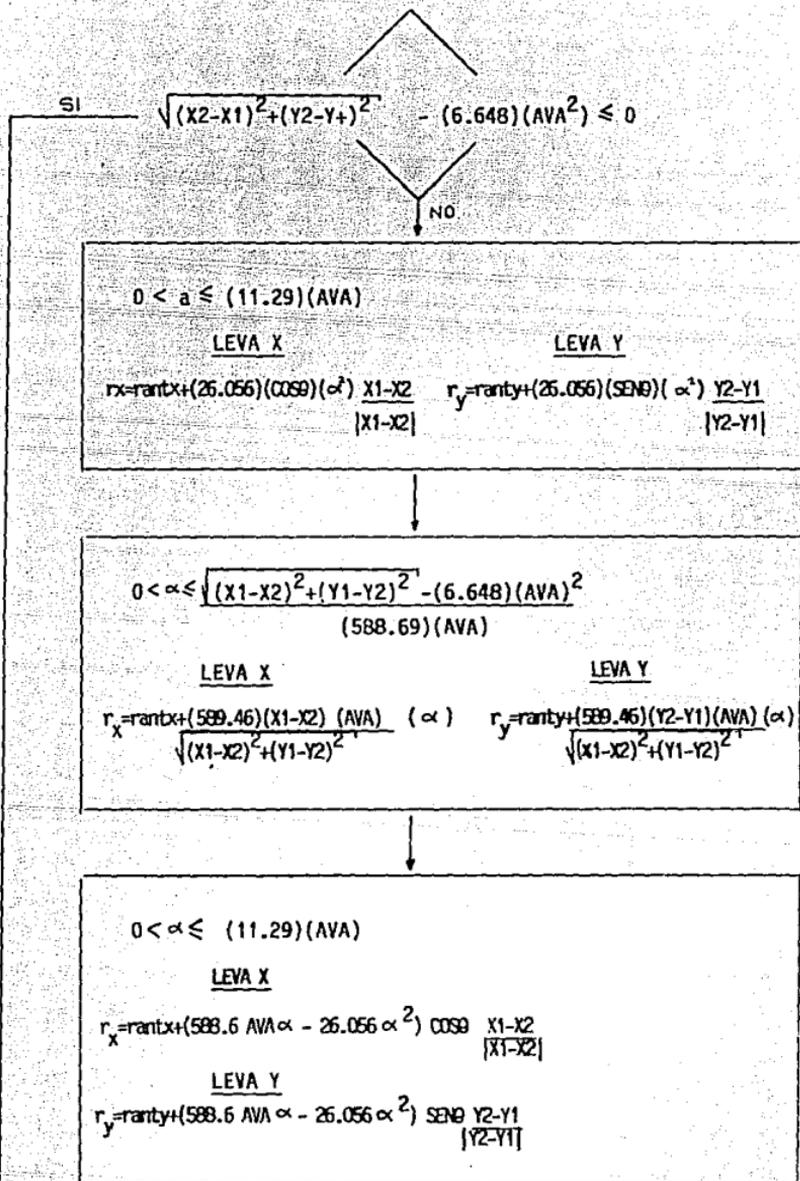
$$d_5 y = \left[ (7.219) \left( \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \right) (\alpha) - (26.06)(\alpha^2) \right] \operatorname{SENO} \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|}$$

Ec. No. 20

Hasta aquí hemos obtenido las ecuaciones para calcular la variación del radio de las trayectorias de los seguidores como una función del ángulo girado a partir de que esa ecuación es válida. Esto se debe a que - las fórmulas de aceleración lineal constante que se usaron en las deducciones consideran que el tiempo inicial es 0, y por lo tanto  $\alpha$  debe variar desde 0 hasta su valor calculado para un período determinado.

En otras palabras, si se calcula una trayectoria cualquiera,  $\alpha$  debe ser 0 al principio de cada período para luego incrementar: hasta el límite que le corresponda a ese período (Aceleración, velocidad constante y desaceleración).

El procedimiento anterior se resume como sigue:



Viene de Hoja 197.

$$0 < \alpha \leq \sqrt{\frac{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2}{(7.22)}}$$

<u>LEVA X</u>	<u>LEVA Y</u>
$r_x = r_{antx} + (26.056)(\alpha^2)(\cos\theta) \frac{X1-X2}{ X1-X2 }$	$r_y = r_{ant y} + (26.056)(\alpha^2)(\text{SENO}) \frac{Y2-Y1}{ Y2-Y1 }$

$$0 < \alpha \leq \sqrt{\frac{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2}{(7.22)}}$$

<u>LEVA X</u>	<u>LEVA Y</u>
$r_x = r_{antx} + [(7.219) \sqrt{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2} (\alpha) - (26.06)(\alpha^2)] \cos\theta \frac{X1-X2}{ X1-X2 }$	$r_y = r_{ant y} + [(7.219) \sqrt{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2} (\alpha) - (26.06)(\alpha^2)] \text{SENO} \frac{Y2-Y1}{ Y2-Y1 }$

Hasta aquí nos hemos referido a las ecuaciones como ecuaciones de la trayectoria del seguidor y no del perfil de la leva, esto se debe a - que el perfil de la leva no corresponde exactamente a la trayectoria del seguidor.

El objetivo final de que el radio de la leva aumente o disminuya es el de desplazar a la herramienta a lo largo de una trayectoria recta.

Como se explicó al describir el funcionamiento del torno, el seguidor X lleva el mismo sentido y velocidad que la herramienta lleva en su componente X y la leva Y lleva el mismo sentido y velocidad que la herra

mienta en su componente Y y la suma vectorial de estos dos componentes - determina la trayectoria real de la herramienta.

Cuando se habla de variar en una determinada distancia y a un determinado ritmo el radio de una leva, se hace pensando en que el seguidor - se apartará o se acercará al centro de la leva esa misma distancia y a esa misma velocidad. Ahora, esto sólo sucedería si el punto de contacto - entre la leva y el seguidor fuera siempre el que toca la línea que une - sus centros. (punto A en la fig. 55).

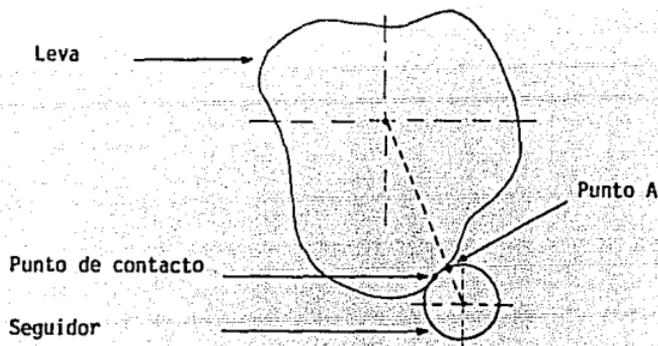


Figura NO. 55

Explicado de otro modo, si se aumenta el radio de la leva en una -- pulgada, se espera que la distancia que separa el centro de la leva del - centro del seguidor aumente también una pulgada desplazando así a la he - rramienta una pulgada, pero si el punto de contacto entre la leva y el - seguidor no coincide con la línea que une sus centros (como se muestra - en la fig. 55) estos se separarán una distancia menor que la esperada -

aunque el radio aumente una pulgada.

El punto de contacto sólo coincide con la línea de centros en el caso en el que el radio de la leva no varíe, o sea que la leva sea circular en esa parte de su perfil ( $V=0$  para la herramienta en el sentido de la leva), de otra manera mientras mayor sea la pendiente del perfil de la leva más se aleja el punto de contacto del punto A, distorsionando la variación deseada de la distancia entre los centros.

Esto quiere decir que el perfil descrito por las ecuaciones calculadas anteriormente no es el perfil que deben tener las levas sino las trayectorias que deben seguir los puntos A de los seguidores sin importar donde se encuentre el punto de contacto real. Esto es, las levas deben tener un perfil que haga que el punto A describa la trayectoria obtenida de las ecuaciones. Para determinar este perfil, se desarrolló lo que llamamos el método del plumón.

Este método supone que el centro de la leva es conocido pero su perfil no, lo que si es conocido es la trayectoria del punto A que por supuesto es el punto del seguidor más cercano al centro de la leva en todo momento.

Si, como se muestra en la fig. 56 el seguidor fuese la punta plana de un plumón, y se hiciese que el punto A siguiera su trayectoria, el plumón dibujaría el perfil que la leva debe tener para que el punto A siga esa trayectoria.

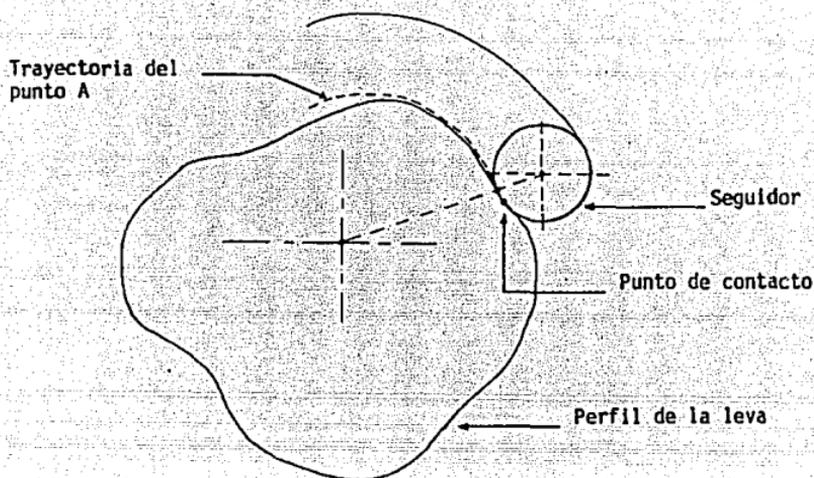


Figura No. 56

La consideración principal es que aunque la trayectoria trazada por el plumón sea distinta a la trazada por el punto A, sus pendientes deben ser las mismas para un mismo momento (Figura 57). Esto se explica si se piensa que la franja trazada por el plumón no es más que la superposición de las líneas trazadas por todos y cada uno de los puntos que lo componen y ya que todos esos puntos son parte de un mismo cuerpo rígido en movimiento, trazan trayectorias paralelas y por lo tanto de igual pendiente. La razón por la que el perfil de la leva no es igual a la trayectoria del punto A a pesar de tener la misma pendiente, es que la trayectoria del punto A precisamente está trazada por un sólo punto y el perfil está trazado por el punto de contacto que en ningún momento es el mismo punto físico sobre el seguidor sino que va cambiando conforme éste describe su trayectoria a menos que la trayectoria sea perfectamente cir

cular en cuyo caso el punto de contacto coincide con el punto A como ya se explicó.

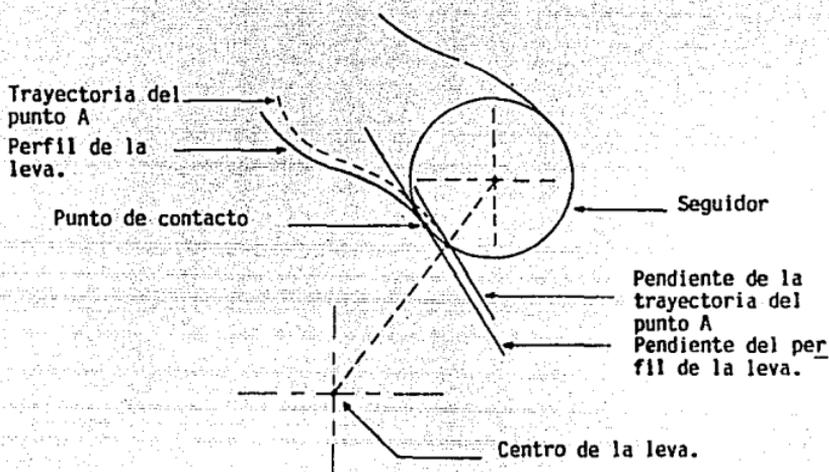


Figura No. 57

De cualquier forma, sea o no igual el perfil trazado por el plumón a la trayectoria del punto A, siempre llevarán la misma dirección en cualquier momento del trazo y por lo tanto tendrán la misma pendiente.

Conocer la pendiente del perfil de la leva, es conocer el punto de contacto sobre el seguidor debido a que el radio del seguidor que pase sobre el punto de contacto debe ser perpendicular a la trayectoria ya que ésta debe ser tangente al seguidor como se muestra en la fig. 58.

El radio marcado como "radio del seguidor" es el que pasa por el punto de contacto y es perpendicular a la línea marcada como pendiente del perfil que es tangente tanto al seguidor como al perfil en el punto de contacto.

En la fig. 58 no esta marcada la trayectoria del punto A ya que le quitaría claridad, pero sabemos que la pendiente del perfil de la leva - en el punto de contacto es igual que la pendiente de la trayectoria del punto A en ese momento, o sea que si apareciera trazada la trayectoria y se le trazara a esta una línea tangente en el punto A, esta línea sería paralela a la que aparece como pendiente del perfil y formaría el mismo ángulo  $X$  con la línea de centros.

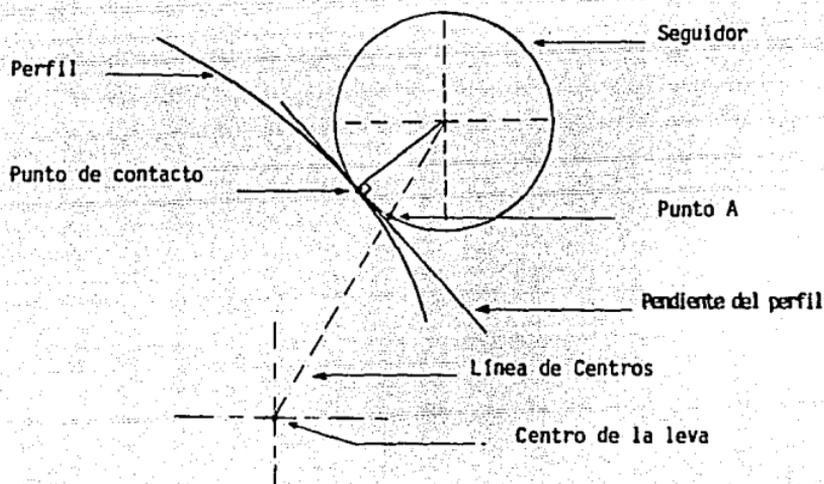
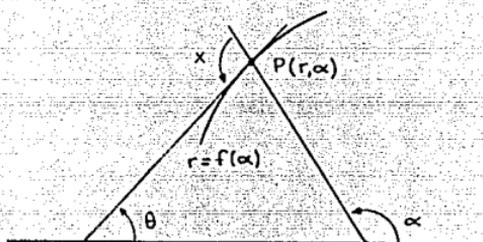
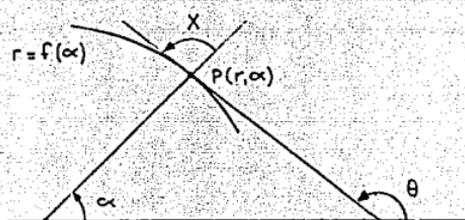


Figura No. 58

Una vez asentado esto, tomemos el siguiente teorema del cálculo de Louis Leithold, pg. 735:

Sea  $X$  la medida en radianes del ángulo entre la recta  $OP$  y la recta tangente a la gráfica de  $r = f(\alpha)$  en el punto  $P(r, \alpha)$  donde el ángulo-

se mide desde OP en sentido contrario al del reloj, entonces:



$$\tan(x) = \frac{r}{\frac{dr}{d\alpha}}$$

Figura No. 59

La línea de centros en la fig. 58 equivale a la recta OP del teorema y la trayectoria del punto A sería la gráfica de la curva  $r=f(\alpha)$ , - por lo que el ángulo X, sería el ángulo entre la línea de centros y la recta tangente a la trayectoria del punto A en un mismo momento que como ya se explicó, sería igual al ángulo X entre la pendiente del perfil y la línea de centros que se marca en la fig. 58 por lo tanto podemos to--

mar el teorema y deducir lo siguiente:

S<sub>I</sub>:

$$\tan(X) = \frac{r}{\frac{dr}{d\alpha}}$$

$$X = \text{ANGTAN} \left( \frac{r}{\frac{dr}{d\alpha}} \right)$$

Esto es, X es el ángulo cuya tangente es el radio de la trayectoria del punto A como una función de  $\alpha$  dividido entre la derivada de esta función con respecto a  $\alpha$ .

En seguida se muestran las ecuaciones para calcular el radio de la trayectoria del punto A con sus derivadas con respecto a  $\alpha$ :

$$r_1x = r \tan \alpha + (26.056)(\cos \theta) (\alpha^2) \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

$$\frac{dr_1x}{d\alpha} = (52.112)(\cos \theta) (\alpha) \frac{x_1 - x_2}{|x_1 - x_2|}$$

$$r_1y = r \tan \alpha + (26.056)(\sin \theta) (\alpha^2) \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|}$$

$$\frac{dr_1y}{d\alpha} = (52.112)(\sin \theta) (\alpha) \frac{y_2 - y_1}{|y_2 - y_1|}$$

$$r_2x = r \tan \alpha + \frac{(589.46)(x_1 - x_2)(AVA)}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}} (\alpha)$$

$$\frac{dr_2x}{d\alpha} = \frac{(589.46)(x_1 - x_2)(AVA)}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}$$

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$r_2y = r \tan \alpha + \frac{(589.46)(y_2 - y_1)(AVA)}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}} (\alpha)$$

$$\frac{dr_2y}{d\alpha} = \frac{(589.46)(Y_2 - Y_1)(AVA)}{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}}$$

$$r_3x = r_{antx} + (588.6 \text{ AVA } \alpha - 26.056 \alpha^2) \text{ COS } \theta \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|}$$

$$\frac{dr_3x}{d\alpha} = \left[ (588.6) (AVA) (\text{COS } \theta) \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|} \right] - \left[ (52.112) (\text{COS } \theta) \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|} (\alpha) \right]$$

$$r_3y = r_{anty} + (588.6 \text{ AVA } \alpha - 26.056 \alpha^2) \text{ SEN } \theta \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|}$$

$$\frac{dr_3y}{d\alpha} = \left[ (588.6) (AVA) (\text{SEN } \theta) \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|} \right] - \left[ (52.112) (\text{SEN } \theta) \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|} (\alpha) \right]$$

$$r_4x = r_{antx} + (26.056) (\alpha^2) (\text{COS } \theta) \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|}$$

$$\frac{dr_4x}{d\alpha} = (52.112) (\text{COS } \theta) \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|} (\alpha)$$

$$r_4y = r_{anty} + (26.056) (\alpha^2) (\text{SEN } \theta) \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|}$$

$$\frac{dr_4y}{d\alpha} = (52.112) (\text{SEN } \theta) \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|} (\alpha)$$

$$r_5x = r_{antx} + \left[ (7.219) \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} (\alpha) - (26.06) (\alpha^2) \right] \text{ COS } \theta \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|}$$

$$\frac{dr_5x}{d\alpha} = \left[ (7.219) \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} (\text{COS } \theta) \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|} \right] - \left[ (52.112) (\text{COS } \theta) \frac{X_1 - X_2}{|X_1 - X_2|} (\alpha) \right]$$

$$r_5y = r_{anty} + \left[ (7.219) \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} (\alpha) - (26.06) (\alpha^2) \right] \text{ SEN } \theta \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|}$$

$$\frac{dr_5y}{d\alpha} = \left[ (7.219) \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} (\alpha) (\text{SEN } \theta) \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|} \right] - \left[ (52.112) (\text{SEN } \theta) \frac{Y_2 - Y_1}{|Y_2 - Y_1|} (\alpha) \right]$$

A continuación, explicaremos como a partir del ángulo  $X$  y de la coordenada del punto  $A$  en un momento cualquiera del trazo del plumón, se puede determinar el punto real de contacto que debiera tener el seguidor con la leva o sea el punto del perfil que estaría trazando el plumón en ese mismo momento.

Como a partir de aquí, estaremos propiamente trazando las levas, primero debemos asentar algunas consideraciones:

Por simplicidad, conviene manejar la obtención de la trayectoria del punto  $A$  con las ecuaciones calculadas anteriormente que son polares y el trazo del perfil de la leva con las ecuaciones cartesianas que se describirán más adelante. Para el trazo del perfil en si mismo se continuará utilizando el método del plumón tomando en cuenta que para la leva  $X$ , el trazo debe comenzar a partir del semieje  $X$  negativo ya que ahí es donde hace contacto con el seguidor y para la leva  $Y$ , el trazo debe comenzar a partir del semieje  $Y$  negativo por la misma razón. Ya que las levas giran en el sentido de las manecillas del reloj, el trazo se realiza en sentido contrario.

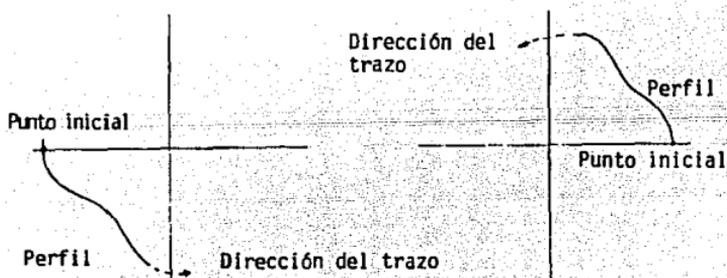


Figura No. 60

Para la obtención del perfil de la leva a partir de la trayectoria del punto A, se combinará el método del plumón con el método del eje Y positivo que consiste en obtener el punto A por medio de las ecuaciones conocidas y después suponer que se encuentra a la misma distancia del origen, pero sobre el eje Y positivo. Una vez hecho esto, se obtiene el punto de contacto correspondiente por medio del procedimiento que se describe a continuación para después girarlo de regreso a su posición correspondiente por rotación de ejes y así obtener el punto real.

Así pues, independientemente de la leva de que se trate, X o Y, tendremos el esquema que se muestra en la fig. 61 al suponer que el punto A se encuentra sobre el eje Y positivo:

En esta figura se muestra el punto A, y las dos posibilidades que existen para el punto de contacto: cuando el radio disminuye con el giro de la leva (Pendiente negativa en el perfil de la leva), que es cuando el punto de contacto se encuentra corrido hacia la derecha del punto A (Punto de contacto 1) y al contrario, cuando al girar la leva aumenta el radio (Pendiente positiva en el perfil de la leva) que es cuando el punto de contacto se encuentra corrido hacia la izquierda del punto A (punto de contacto 2).

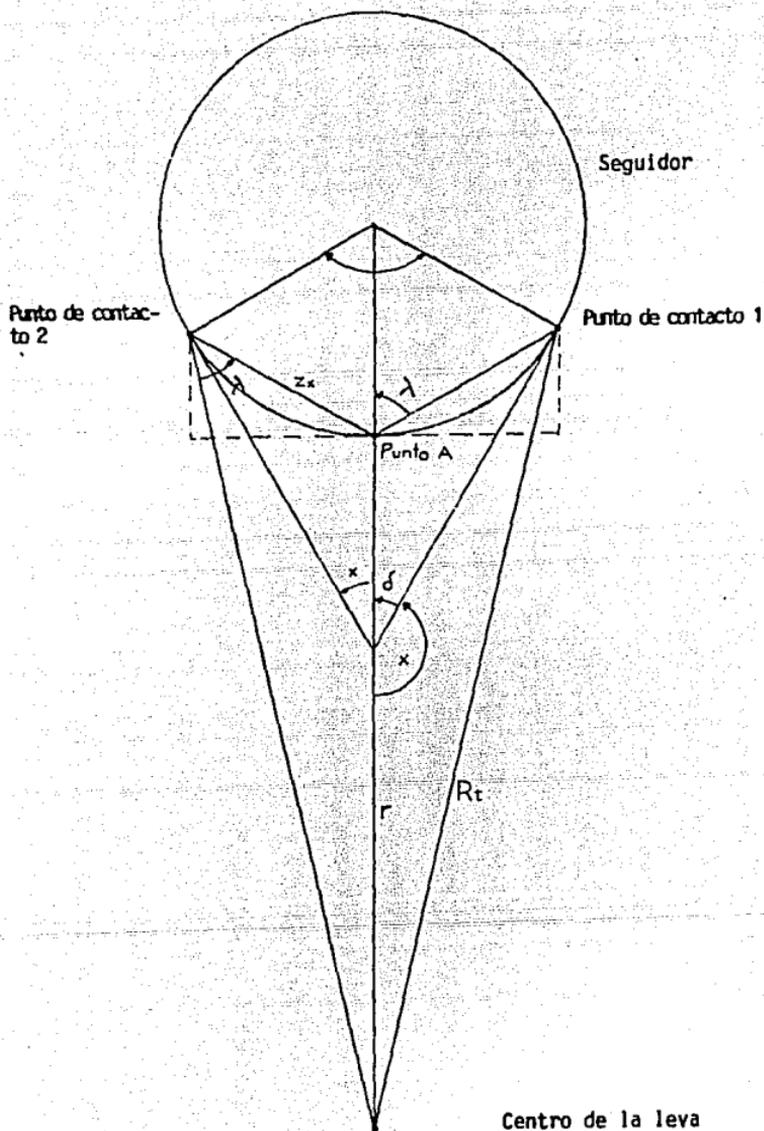


Figura No. 61

Para ambos casos, se encuentra acotado el ángulo  $X$  medido en sentido contrario al del reloj como lo indica el teorema del Leithold. El resto de los ángulos que se muestran, son sólo auxiliares para hallar las coordenadas del punto de contacto. En cualquiera de los dos casos, el procedimiento para hallar el punto de contacto es similar, pero cambian los signos de algunos ángulos, por lo que es conveniente revisarlos por separado:

Comenzaremos por el punto de contacto 1:

Sabemos que el ángulo  $X$  se obtiene por medio de la ecuación:

$$x = \text{ANGTAN} \left( \frac{r}{\frac{dr}{d\alpha}} \right)$$

Como se ve en la fig. 61

$$x > \frac{\pi}{2}$$

Se ve también que:

$$x + \delta = \pi$$

$$B + \delta = \pi/2$$

Por lo que:

$$\pi - x = \frac{\pi}{2} - \beta$$

Como:

$$\text{TAN}(x) = -\text{TAN}(\pi - x)$$

$$\text{TAN}(x) = -\text{TAN}(\pi/2 - \beta)$$

$$-\text{TAN}(\pi/2 - \beta) = -\text{COT}(\beta)$$

$$-\text{COT}(\beta) = \text{COT}(-\beta)$$

$$\beta = \text{ANGTAN} \left( \frac{dr}{d\alpha} \right) \cdot \frac{1}{r}, \quad \beta < 0$$

Ya que los radios del seguidor mostrados y la línea ZX forman un triángulo isósceles:

$$2\alpha + \beta = \pi$$

$$\alpha = \frac{\pi - \beta}{2}$$

Pero como  $\beta < 0$ :

$$\alpha = \frac{\pi + \beta}{2}$$

Dibujando el triángulo y dividiéndolo en dos triángulos rectángulos:

$$\frac{Z_x}{2} = (R_{\text{SEG}}) (\cos \alpha)$$

$$Z_x = 2(R_{\text{SEG}})(\cos \alpha)$$

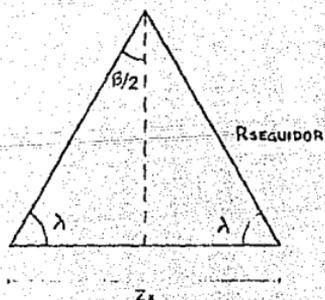


Figura No. 62

Ahora, para encontrar las coordenadas del punto de contacto 1:

$$x = Zx (\text{SEN } \lambda)$$

$$r = r + Zx (\text{COS } \lambda)$$

Una vez encontradas estas coordenadas, sólo resta girar de nuevo el seguidor hasta su posición original y obtener así las coordenadas reales del punto de contacto, pero como este procedimiento es común para los dos casos, analizaremos primero la obtención de las coordenadas en el caso 2 para luego describir el método de giro.

Para el caso 2, se observa que:

$$x < \pi/2$$

Y ya que:

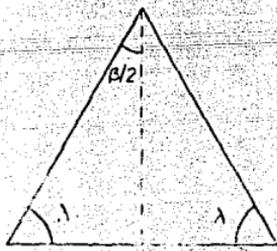
$$x + \beta = \pi/2$$

$$\text{TAN}(x) = \text{COT}(\beta)$$

∴

$$\beta = \text{ANGTAN} \left( \frac{dr}{d\alpha} \right), \quad \beta > 0$$

Nuevamente se forma el triángulo isósceles:



$$2\lambda + \beta = \pi$$

$$\lambda = \frac{\pi - \beta}{2}$$

Figura No. 63

Como  $\beta > 0$ , la fórmula permanece así, ahora, también nuevamente:

$$\frac{Zx}{2} = (RSE\theta) (\cos\alpha)$$

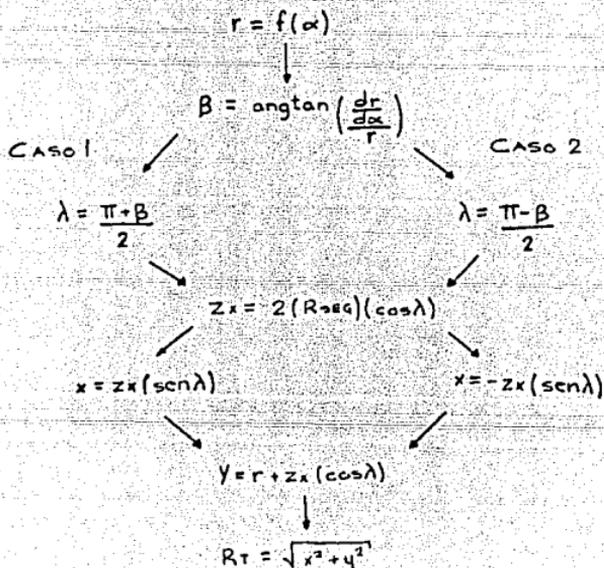
$$Zx = 2 (RSE\theta)(\cos\alpha)$$

Para el cálculo de las coordenadas del punto de contacto 2:

$$x = -Zx (\text{SEN } \alpha)$$

$$y = r + Zx(\text{COS } \alpha)$$

Las descripciones anteriores incluyeron la deducción de los métodos, pero en la práctica simplemente se pasa de una ecuación a la siguiente como se muestra:



Se pueden calcular tantos puntos del perfil como se deseen, dando mayor o menor incremento a  $\alpha$ , que varía desde 0 rads. al inicio de cada período hasta el límite calculado para ese giro.

Obviamente, este cálculo se debe realizar tanto para la leva X como para la leva Y calculando r con la ecuación que corresponda al período que se está trazando.

Para girar el seguidor de regreso a su posición correcta, se debe calcular primero el ángulo  $\eta$  por medio de la ley de los senos:

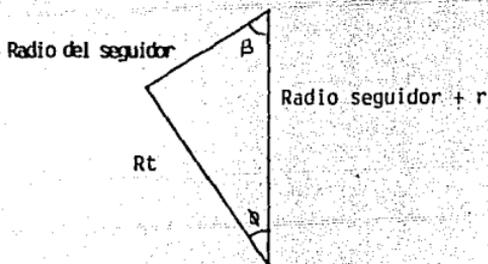


Figura No. 64

RT es el radio de trazo, y es la distancia del punto de contacto al origen:

$$Rt = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Luego:

$$\frac{Rt}{\text{SEN}(\beta)} = \frac{R \text{ SEG}}{\text{SEN}(\eta)}$$

$$\eta = \text{ANG SEN} \left( \frac{R \text{ SEG}}{Rt} \text{ SEN}(\beta) \right)$$

Como  $\beta < 0$  en el caso 1,  $\beta < 0$  también, pero esto no se toma en cuenta ya que como se verá el procedimiento mismo compensa el signo.

Llamémosle  $\gamma$  al ángulo total girado por el seguidor desde el inicio de todo el ciclo hasta el momento del cálculo recordando que la leva X comienza desde el semieje X negativo y la leva Y desde el semieje Y negativo en sentido contrario al del reloj:

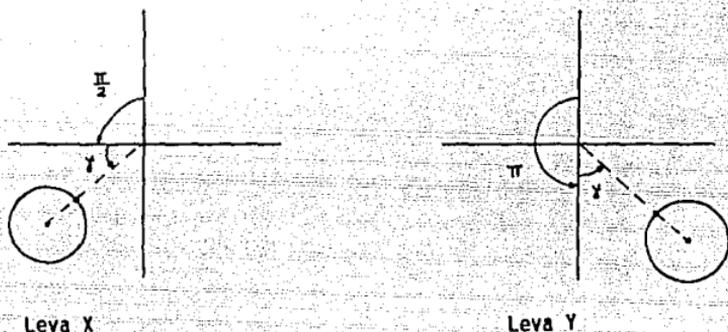


Figura No. 65

Llamémosle  $E$  al ángulo que debe girar cada seguidor tomando como positivo el sentido contrario al del reloj para volver a su posición original:

LEVA X  
 $E_x = \pi/2 + \delta$

LEVA Y  
 $E_y = \pi + \delta$

Así pues,  $E$  es el ángulo entre el eje Y positivo y la línea de centros de cada leva. Sea  $\omega$  el ángulo que hay entre el eje Y positivo y el

radio de trazo. Como se ve en la fig. 63 en el caso 1, RT se encuentra -  
 0 rads. atrasado y en el caso 2, 0 rads adelantado, por lo tanto:

CASO 1

$$W_1 = E - R$$

CASO 2

$$W_2 = E + R$$

Pero como  $R < 0$ :

$$W = E + R$$

Como ya se habia dicho, el signo de  $R$  queda compensado por su direc-  
 ción, y la fórmula general para calcular  $W$  es:

LEVA X

$$W_x = \frac{\pi}{2} + \theta + R$$

LEVA Y

$$W_y = \pi + \theta + R$$

Conociendo la magnitud del radio de trazo, sólo falta conocer su áng-  
 gulo con respecto al semieje X positivo tomando como positivo el sentido  
 contrario al del reloj para así tener las coordenadas polares del punto-  
 de contacto. Queda claro en la fig. 66 que sumando  $\pi/2$  rad a  $W_x$  U  $W_y$  se  
 obtiene este ángulo que llamaremos  $\mu$ :

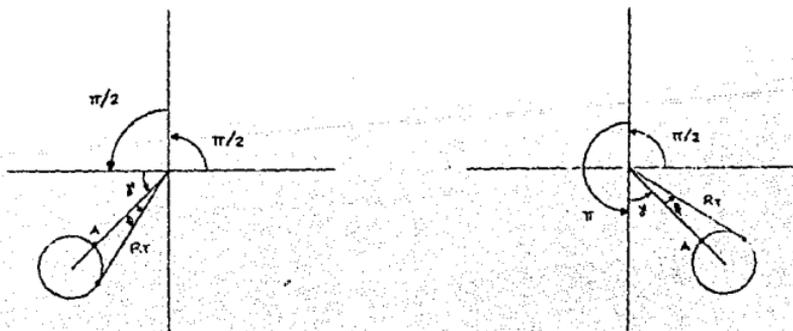


Figura No. 66

radio de trazo. Como se ve en la fig. 63 en el caso 1, RT se encuentra -  
 0 rads. atrasado y en el caso 2, 0 rads adelantado, por lo tanto:

CASO 1

$$W_1 = E - Q$$

CASO 2

$$W_2 = E + Q$$

Pero como  $Q < 0$ :

$$W = E + Q$$

Como ya se habia dicho, el signo de  $Q$  queda compensado por su direc-  
 ción, y la fórmula general para calcular  $W$  es:

LEVA X

$$W_x = \frac{\pi}{2} + \vartheta + Q$$

LEVA Y

$$W_y = \pi + \vartheta + Q$$

Conociendo la magnitud del radio de trazo, sólo falta conocer su ángu-  
 lo con respecto al semieje X positivo tomando como positivo el sentido  
 contrario al del reloj para así tener las coordenadas polares del punto-  
 de contacto. Queda claro en la fig. 66 que sumando  $\pi/2$  rad a  $W_x$  U  $W_y$  se  
 obtiene este ángulo que llamaremos  $\mu$ :

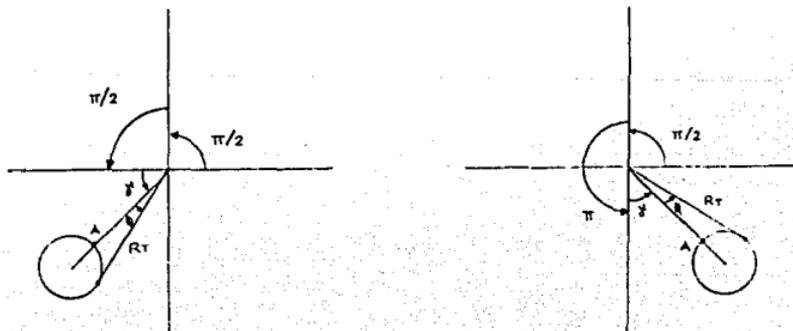


Figura No. 66

$$Mx = \frac{\pi + \delta + \theta + \pi}{2}$$

$$My = \pi + \delta + \theta + \frac{\pi}{2}$$

$$Mx = \pi + \delta + \theta$$

$$My = \frac{3\pi + \delta + \theta}{2}$$

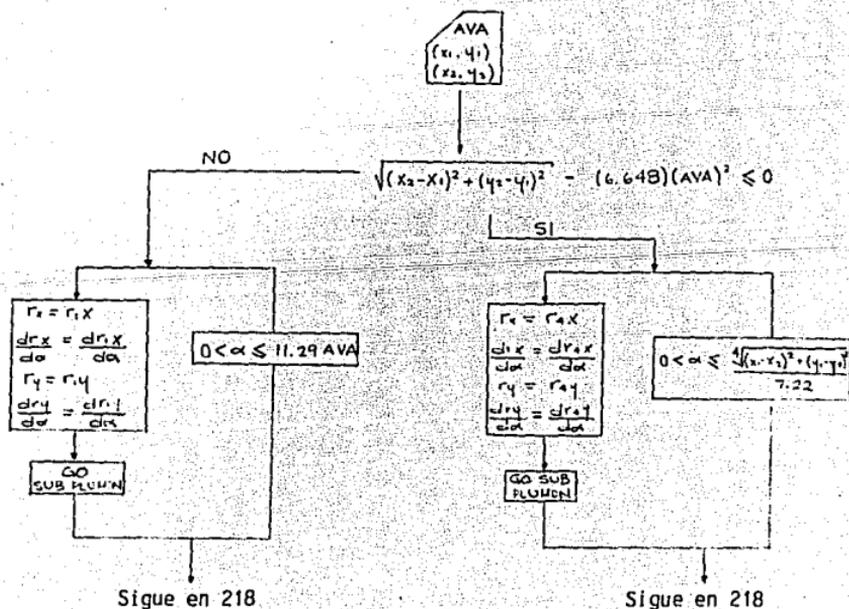
Así pues, las coordenadas rectangulares reales del punto de contacto para cada leva se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$X = Rt \cos(\mu)$$

$$Y = Rt \sin(\mu)$$

Estas fórmulas son el final del procedimiento que convierte la trayectoria del punto A al perfil de la leva.

Si se resume todo el procedimiento anterior, se obtiene el siguiente diagrama de flujo para definir un perfil tanto para la leva X como para la leva Y que lleve a la herramienta a un punto inicial a un punto final dados:



Viene de la 217

Viene de 217

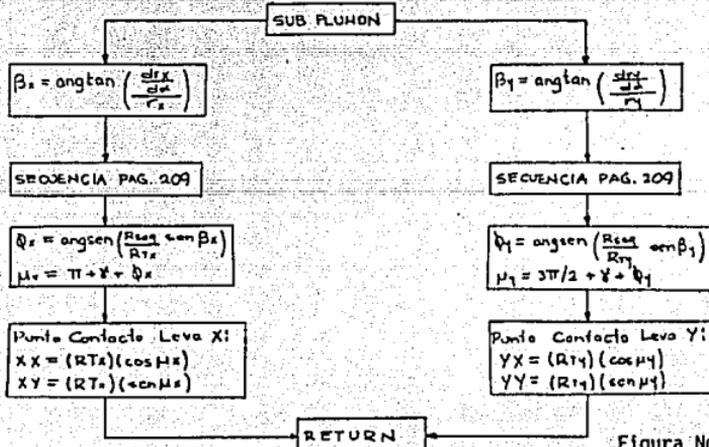
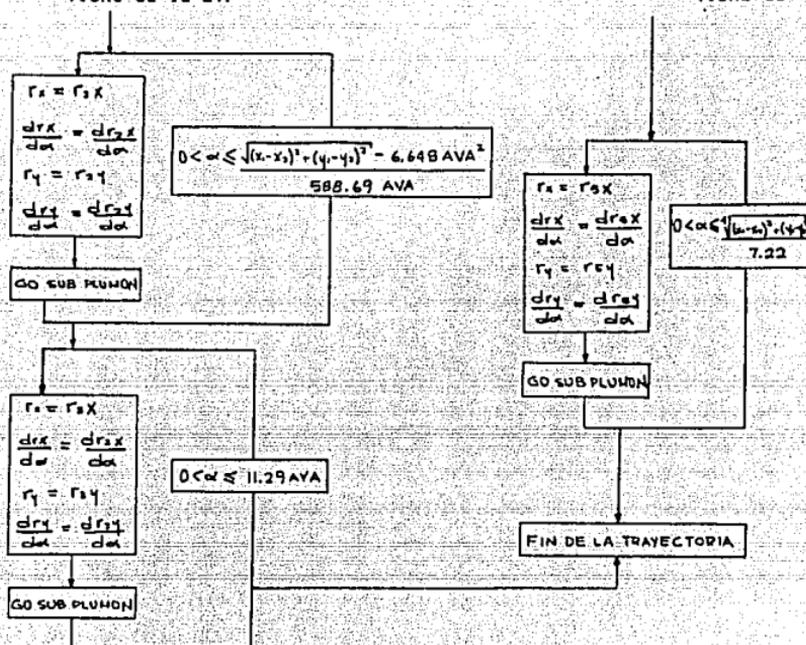


Figura No. 67

El método del plumón nos muestra dos limitantes físicas en el diseño de levas:

- \* Existe una aceleración máxima que una leva le puede dar a un seguidor con un radio determinado.

- \* Existe una velocidad máxima a la que ese seguidor puede viajar.

Al suponer el método del plumón que el seguidor dibuja el perfil de la leva al girar alrededor de su centro siguiendo una trayectoria determinada asume que este perfil corresponde al límite interior de la franja barrida por el seguidor:

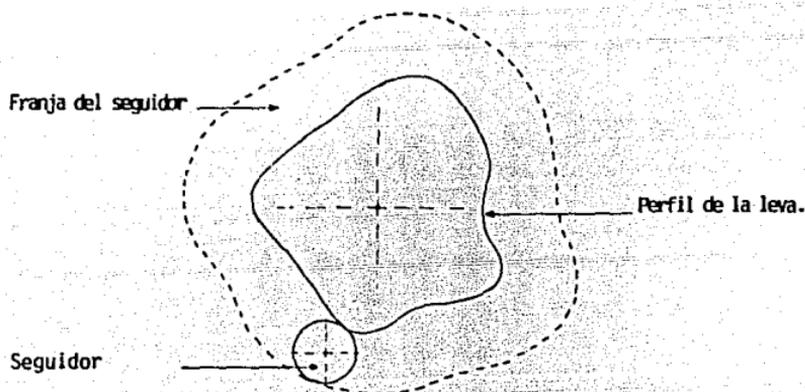


Figura No. 68

El método del plumón no dibuja toda la franja barrida por el seguidor sino que dibuja sólo su límite interior. Sin embargo, existe un caso en particular en el que el trazo del plumón no puede corresponder al per

fil de la leva y este caso representa la limitante geométrica para la aceleración.

Para dibujar este límite interior, el método del plumón encuentra siempre el punto sobre el seguidor en donde éste es tangente a su trayectoria. Esto no causa ninguna irregularidad hasta el caso en el que la pendiente de la trayectoria disminuye demasiado rápido.

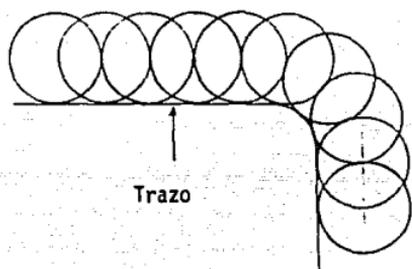


Figura No. 69

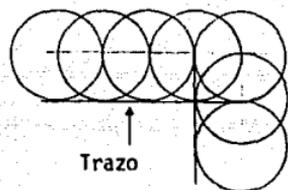


Figura No. 70

En la figura 69 se ve el caso en el que la disminución de la pendiente es suficientemente suave como para permitir que el ancho del seguidor "le de la vuelta a la curva" de manera que el punto de tangencia entre el seguidor y la trayectoria cae siempre sobre el límite interior de la franja trazando así una línea continua.

En la figura 70 se exageró la disminución de la pendiente hasta un cambio discontinuo de  $-90^{\circ}$ . Se observa como tanto el final del perfil horizontal como el principio del vertical se encuentran contenidos dentro de la franja por lo que el perfil no tiene un sentido físico real. No es necesario caer en un cambio discontinuo de la pendiente para que esto suceda, si su disminución es suficientemente rápida se obtendrá el mismo efecto.

Una manera de explicar esto se basa en que el punto de contacto -- (Que es el punto donde se encuentra la tangente entre el seguidor y su - trayectoria) se corre en sentido contrario al trazo cuando la pendiente- disminuye (Figura 71).

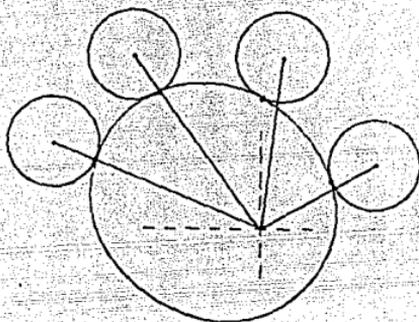


Figura No. 71

El trazo se realiza girando al seguidor a velocidad constante alrededor del centro de la leva. Si en una disminución de la pendiente el - punto de contacto viaja hacia atrás más rápido de lo que va avanzando el seguidor para trazar, se está trazando en una zona donde ya se había tra- zado (Dentro de la franja) y el perfil no tendrá un sentido físico deter- minado.

La pendiente del perfil (Primera derivada del perfil de la le-- va) es una medida de la velocidad a la que el seguidor se acerca o se - aleja del centro de la leva y el ritmo al que la pendiente aumenta o dis- minuye (Segunda derivada del perfil de la leva) es una medida de la ace- leración, por lo tanto, si existe un límite para el ritmo al que la pen- diente puede disminuir, existe un límite para la aceleración.

Como vimos, el ángulo girado por el seguidor durante el trazo debe aumentar más rápido de lo que aumenta el ángulo  $\psi$  (Entre la línea de centros y el punto de contacto, figura 61) para no trazar sobre una zona ya trazada. En el primer intento más o menos exitoso de dibujar las levas - se consideró que la herramienta se podría acelerar desde el reposo hasta 0.010 in/rev en 2 seg. Esta aceleración resultó ser demasiada y cuando - la pendiente disminuía, se obtuvo el efecto mostrado en la figura 54.

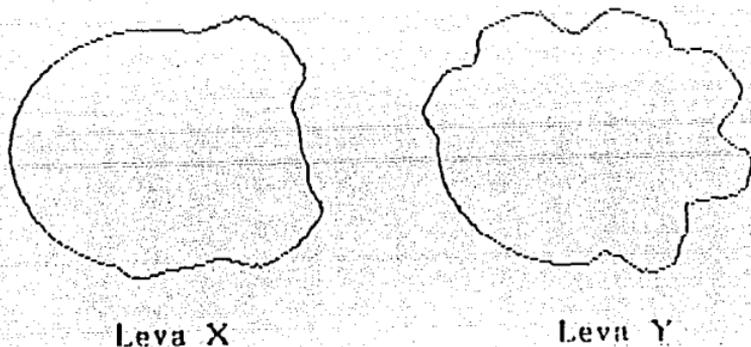


Figura No. 72

Se observa que en todas las disminuciones de la pendiente, el método trazó una porción del perfil del seguidor. Esto se debía a que el punto de contacto estaba viajando hacia atrás sobre el seguidor demasiado rápido.

En el programa de computación que se desarrolló para trazar las levas (Se hablará a detalle del programa más tarde) el trazo se lleva a ca

bo girando el seguidor 1 grado y calculando el punto de contacto para - ese ángulo luego de nuevo se gira el seguidor un grado y se calcula el - nuevo punto etc., por lo que la manera más sencilla de saber si la aceleración calculada al principio de este método es demasiada, es determinar si el ángulo  $\theta$  (Figura 61) aumenta más de un grado entre cálculo y cálculo, en cuyo caso, se disminuye la aceleración en un 10 % tantas veces como sea necesario hasta obtener un valor que no cause el efecto de retroceso.

Por lo que respecta a la velocidad máxima, sabemos ya que la pendiente del perfil es una medida de la velocidad a la que el seguidor se acerca o aleja del centro de la leva. A más pendiente más velocidad. Geométricamente, mientras mayor sea la pendiente del perfil, una línea tangente a este pasará más cerca del centro de la leva (Figura 73).

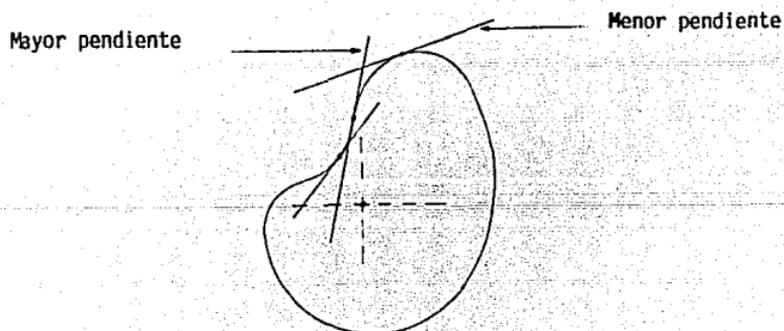


Figura No. 73

El límite geométrico de trazo es cuando esta línea pasa exactamente por el centro como se observa la figura 74.

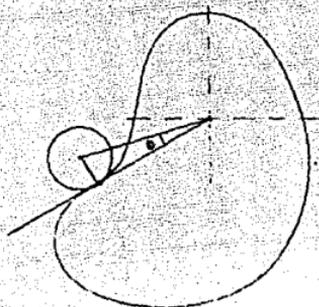


Figura No. 74

La fuerza aplicada por la leva al seguidor en el punto de contacto es siempre perpendicular al radio que llega a este punto. Si el punto de contacto no llega al límite mostrado en la figura 74 el seguidor será empujado por la leva de la misma manera en la que rebota una pelota arrojada con un cierto ángulo contra una superficie plana (Como se muestra en la figura 75 ya que la aplicación de la fuerza no es perpendicular a la superficie del seguidor, y por lo tanto, siempre existirá una componente en la dirección del movimiento del seguidor. Si el punto de contacto entre la leva y el seguidor llega a este límite, entonces la fuerza sobre el seguidor será perpendicular a las superficies tanto de la leva como del seguidor, y su vector pasará por el centro del seguidor causando un efecto similar al mostrado en la figura 76 en la que se ve una pelota que es arrojada perpendicularmente a una superficie y rebota en la dirección de la fuerza. En este caso no habría componente de la fuerza en el sentido del movimiento del seguidor.

Para controlar esto, el programa revisa el ángulo  $\varphi$  para evitar que se forme el triángulo rectángulo mostrado en la figura 74 de acuerdo con el siguiente criterio:

$$Rt^2 + Rseg^2 \leq (Rseg+r)^2$$

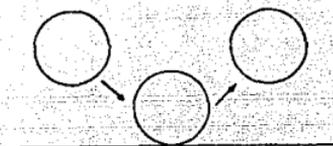


Figura No. 75

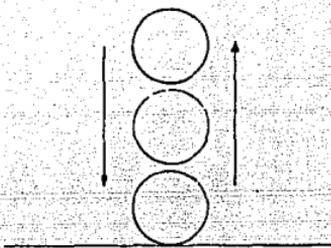


Figura No. 76

En caso de que el ángulo  $\varphi$  sea demasiado grande, se disminuye el avance de 10 % en 10 % tantas veces como sea necesario.

PASO V)

DESARROLLO DE UN PROGRAMA EN BASIC

Una vez obtenido el procedimiento matemático, se realizó un programa en basic para agilizar los cálculos, para obtener el dibujo de las levas en el monitor y para que los diseños futuros se redujeran a la obtención de los puntos de la trayectoria de la herramienta.

Básicamente, este programa está estructurado de la siguiente manera (Los únicos datos que necesita para el cálculo son los puntos de la trayectoria total y los avances para cada trayectoria parcial), ya que todas las constantes de diseño se encuentran ya consideradas en las ecuaciones:

\* El programa comienza con dos ciclos de lectura de datos, el primero lee las coordenadas y el segundo los avances. Estos datos se almacenan en una matriz que tiene tres columnas (coordenada X, Coordenada Y y avance) y un renglón más que es la cantidad de puntos en la trayectoria total. en este renglón de más se almacenan los mismos datos que en el primero, esto es, las coordenadas del punto inicial y el avance de la primera trayectoria.

Esto se hace porque la última trayectoria debe regresar a la herramienta al punto inicial y el programa está pensando de tal manera que el punto inicial y avance de cualquier trayectoria se encuentran en un renglón determinado y el punto final en el que sigue:

\* Una vez obtenidos los datos, el programa entra en un ciclo que se repetirá tantas veces como trayectorias haya que trazar. Al principio de este ciclo reconoce los puntos inicial y final además del avance de la trayectoria que se va a trazar. Después decide si el avance requerido y la distancia a recorrer durante esa trayectoria son suficientes para que haya un período de velocidad constante o sólo para acelerar durante la mitad de la trayectoria y desacelerar durante la otra mitad.

Dependiendo de esta decisión, comienza ya sea dos o tres ciclos anidados en el ciclo principal. Dos en caso de que la trayectoria se vaya a dividir en un período de aceleración y uno de desaceleración (Sin alcanzar el avance requerido) o tres en caso de que la trayectoria se vaya a dividir en un período de aceleración, uno de velocidad constante y uno de desaceleración (Alcanzando el avance requerido).

\* Todos estos ciclos tienen la misma estructura. Inicializan el án-

gulo  $\alpha$  como 0 y lo incrementan de grado en grado hasta el límite de giro de ese período. Cada vez que se ejecutan calculan el valor del radio de la trayectoria de cada seguidor como una función del ángulo  $\alpha$ , calculan el valor de las derivadas de esas funciones para ese mismo valor de  $\alpha$  y finalmente utilizan una subrutina común que convierte esas coordenadas - (Trayectoria del punto A) a las coordenadas de los puntos reales de contacto por medio del método del plumón. Esta subrutina también traza una línea en el monitor desde el punto de contacto anterior de cada leva hasta el punto recién calculado dibujando así los perfiles de las levas y - lleva la sumatoria del ángulo total girado por los seguidores.

\* Esta subrutina también mantiene a la velocidad y a la aceleración dentro de sus límites geométricos de acuerdo con los procedimientos descritos al final del paso IV.

\* Una vez terminado el ciclo principal, el perfil de las levas que lleva a la herramienta a lo largo de la trayectoria deseada se encuentra trazado, y se inicia un ciclo que continua trazando el perfil de cada - leva como un círculo hasta llegar al punto donde comenzó cada trazo.

\* De ser requerida, el programa puede dar una impresión de todos los puntos que calculó.

El diagrama de flujo es básicamente igual al de la Pág. 217. A continuación exponemos el listado y el dibujo de ambas levas obtenido a partir del programa.

## PROGRAMA LEVAS

1 DIM PTOS (21,3)  
2 PTOS (1,1) = - .7  
3 PTOS (1,2) = .2  
4 PTOS (1,3) = .01  
5 PTOS (2,1) = - .7  
6 PTOS (2,2) = -.2  
7 PTOS (2,3) =.01  
8 PTOS (3,1) = -.7  
9 PTOS (3,2) =.9  
10 PTOS (3,3) =.01  
11 PTOS (4,1) = -.765  
12 PTOS (4,2) = .9  
13 PTOS (4,3) = .01  
14 PTOS (5,1) = -.765  
15 PTOS (5,2) = .3  
16 PTOS (5,3) = .01  
17 PTOS (6,1) = -.765  
18 PTOS (6,2) = -.3  
19 PTOS (6,3) = .01  
20 PTOS (7,1) = -.765  
21 PTOS (7,2) =.936  
22 PTOS (7,3) = .01  
23 PTOS (8,1) = -1.052  
24 PTOS (8,2) = .936  
25 PTOS (8,3) = .01  
26 PTOS (9,1) = -.756  
27 PTOS (9,2) = .025  
28 PTOS (9,3) = .01  
29 PTOS (10,1) = -.756  
30 PTOS (10,2) =1.021  
31 PTOS (10,3) = .01  
32 PTOS (11,1) = -1.659  
33 PTOS (11,2) =1.021  
34 PTOS (11,3) =.01  
35 PTOS (12,1) = -1.801  
36 PTOS (12,2) =.356  
37 PTOS (13,1) = -1.801  
38 PTOS (13,2) =.888  
39 PTOS (13,3) =.01  
40 PTOS (14,1) = -1.052  
41 PTOS (14,2) =.888  
42 PTOS (14,3) =.01  
43 PTOS (15,1) = -.756  
44 PTOS (15,2) = -.023  
45 PTOS (15,3) =.01  
46 PTOS (16,1) = -.756  
47 PTOS (16,2) =.973  
48 PTOS (16,3) =.01  
49 PTOS (17,1) = -1.659  
50 PTOS (17,2) =.973  
51 PTOS (17,3) =.01  
52 PTOS (18,1) = -1.801

```

53 PTOS (18,2) =-.308
54 PTOS (18,3) =.01
55 PTOS (19,1) = -1.801
56 PTOS (19,2) =.75
57 PTOS (19,3) =.01
58 PTOS (20,1) = -.7
59 PTOS (20,2) =.75
60 PTOS (20,3) =.01
61 PTOS (12,3) =.01
62 PTOS (21,1) = -.7
63 PTOS (21,2) =.2
64 PTOS (21,3) =.01
105 CLS
110 RANTX-4 : RANTY=4 : RSEG=.5 : IMPXXI=50.42 : IMPXYI=100
115 IMPYXI=465 : IMPYYI=144.44 : GAMA=0
120 FOR XX=1 TO 20
125 XXM=XX+1
130 XI=PTOS (XX,1) : XII=PTOS (XXM,1) : YI=PTOS (XX,2) : YII=PTOS (XXM,2)
135 AVA = PTOS (XX,3)
136 IF XI XII THEN SENTX=((XI-XII)/ABS(XI-XII))
137 IF XI=XII (THEN SENTX=0
138 IF YI YII THEN SENTRY=((YII-YI)/ABS(YII-YI))
139 IF YI=YII THEN SENTRY=0
140 DIST=SQR (((XI-XII) ^ (2))+((YI-YII) ^ (2)))
150 IF XI XII THEN TETA=ATN(ABS((YII-YI)/(XI-XII)))
155 IF XI = XII THEN TETA = 1.5708
160 IF DIST-6648*(AVA)^2 =0 GOTO 410
170 FOR PECK=0 TO (11.29)*AVA STEP .018
175 IF PECK-(11.29)*AVA -.018 THEN PECK =11.29 *AVA
180 RX=RANTX+(26.056)*(COS(TETA))*(PECK)^2*SENTX
190 RY=RANTY+(26.056)*(SIN(TETA))*(PECK)^2*SENTRY
200 DRX=(52.03)*(COS(TETA))*(PECK)*SENTX
210 DRY=(52.03)*(SIN(TETA))*(PECK)*SENTRY
220 GOSUB 570
230 NEXT PECK
240 RANTX=RX : RANTY=RY : GAMA=GAMA+PECK
250 FOR PECK=0 TO (DIST-(6648)*(AVA)^2)/(588.69)/AVA STEP .018
255 IF PECK-(DIST-(6648)*(AVA)^2)/(588.69)/AVA .018 THEN
    PECK=(DIST-(6648)*(AVA)^2)/(588.69)/AVA
260 RX=RANTX+(589.46)*(XI-XII)*AVA*PECK/DIST
270 RY=RANTY+(589.46)*(YII-YI)*AVA*PECK/DIST
280 DRX=(589.46)*(XI-XII)*AVA/DIST
290 DRY=(589.46)*(YII-YI)*AVA/DIST
300 GOSUB 570
310 NEXT PECK
320 RANTX=RX : RANTY=RY : GAMA=GAMA+ PECK
330 FOR PECK=0 TO 11.29*AVA STEP .018
335 IF PECK-11.29*AVA -.018 THEN PECK=11.29*AVA
340 RX=RANTX+((588.6)*AVA*PECK-(26.056)*(PECK)^2)*COS(TETA)*SENTX
350 RY=RANTY+((588.6)*AVA*PECK-(26.056)*(PECK)^2)*SIN(TETA)*SENTRY
360 DRX=((588.6)*AVA*COS(TETA)*SENTX)-((52.03)*PECK*COS(TETA)*SENTX)
370 DRY=((588.6)*AVA*SIN(TETA)*SENTRY)-((52.03)*PECK*SIN(TETA)*SENTRY)
380 GOSUB 570
390 NEXT PECK

```

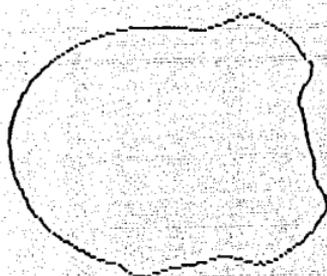
```

395 GAMA=GAMA+PECK : RANTX=RX : RANTY=RY
400 GOTO 560
410 FOR PECK=0 TO (DIST)^(.5)/7.22 STEP .018
415 IF (DIST)^(.5)/7.22-PECK .018 THEN PECK=(DIST)^(.5)/7.22
420 RX=RANTX+(26.056)*(PECK)^2*COS(TETA)*SENTX
430 RY=RANTY+(26.056)*(PECK)^2*SIN(TETA)*SENTY
440 DRX=(52.03)*COS(TETA)*(PECK)*SENTX
450 DRY=(52.03)*SIN(TETA)*(PECK)*SENTY
460 GOSUB 570
470 NEXT PECK
480 RANTX=RX : RANTY=RY : GAMA=GAMA+PECK
490 FOR PECK=0 TO (DIST)^(.5)/7.22 STEP .018
495 IF (DIST)^(.5)/7.22-PECK .018 THEN PECK=(DIST)^(.5)/7.22
500 RX=RANTX+((7.219)*(DIST)^(.5)*PECK-(26.06)*PECK^2)*COS(TETA)*SENTX
510 RY=RANTY+((7.219)*(DIST)^(.5)*PECK-(26.06)*PECK^2)*SIN(TETA)*SENTY
520 DRX=((7.219)*DIST^(.5)*COS(TETA)*SENTX)-((52.03)*PECK*COS(TETA)*SENTX)
530 DRY=((7.219)*DIST^(.5)*SIN(TETA)*SENTY)-((52.03)*PECK*SIN(TETA)*SENTY)
540 GOSUB 570
550 NEXT PECK
555 GAMA=GAMA+PECK : RANTX=RX : RANTY=RY
560 NEXT XX
561 FOR PECK=0 TO ( 2*3.1415926# ) - GAMA STEP .018
562 RX=4 : RY=4
563 GOSUB 570
564 NEXT PECK
565 END
570 BETAX=ATN(DRX/RX)
580 LAM=(3.1415926#-BETAX)/2
590 IF BETAX 0 THEN LAM=(3.1415926#+BETAX)/2
600 ZX=2*RSEG*COS(LAM)
610 XXX=ZX*SIN(LAM)
620 IF BETAX 0 THEN XXX=XXX
630 XXY = RX+ZX*COS(LAM)
640 RTX=(XXX^2+XXY^2)^(.5)
645 OP=(RSEG/RTX*SIN(BETAX))
650 OX=ATN(OP/SQR(-OP*OP+1))
660 MUX=3.1415926#+PECK+OX+GAMA
670 XXCONT=(RTX)*COS(MUX)
680 XYCONT=(RTX)*SIN(MUX)
690 BETAY=ATN(DRY/RY)
700 LAM=(3.1415926#-BETAY)/2
710 IF BETAY 0 THEN LAM=(3.1415926#+BETAY)/2
720 ZX=2*RSEG*COS(LAM)
730 XXX=ZX*SIN(LAM)
740 IF BETAY 0 THEN XXX=XXX
750 XXY = RY+ZX*COS(LAM)
760 RTX=(XXX^2+XXY^2)^(.5)
765 OP=(RSEG/RTX*SIN(BETAY))
770 OX=ATN(OP/SQR(-OP*OP+1))
780 MUX=4.712389+PECK+OX+GAMA
790 YXCONT=(RTX)*COS(MUX)
800 YY CONT=(RTX)*SIN(MUX)
810 IMPXX=XXCONT*26.14+155
820 IMPXY=XYCONT*11.11+100

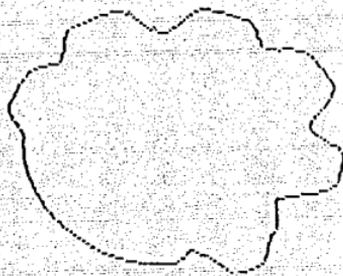
```

```
830 IMPYX=YXCONT*26.143/465
840 IMPYY=YYCONT*11.11/100
850 LINE (IMPXX1,IMPXY1)-(IMPXX,IMPXY)
860 LINE (IMPXX1,IMPYY1)-(IMPXX,IMPYY)
870 IMPXX1=IMPXX : IMPXY1=IMPXY
880 IMPYX1=IMPYX : IMPYY1=IMPYY
890 RETURN
```

Dibujo de las levas a partir del programa.



Leva X



Leva Y

Figura No. 77

## PASO VI)

### EVALUACION DE PROCESOS DE FABRICACION

Básicamente se evaluaron dos alternativas para la fabricación de las levas:

- \* Fabricarlas en el taller.
- \* Mandarlas hacer a Grupo Nueve, Hilo Erosión S. A. de C. V.

Fabricar las levas en el taller implicaba comprar la placa y barrenar en ella tanto el barreno central como los barrenos para los tornillos de sujeción y por último maquinar el perfil en una fresa. Las fresas del taller cuentan con un indicador numérico de la posición del cortador, pero éste no tiene ningún control sobre el movimiento de la máquina por lo que no había manera de alimentarlas con las coordenadas de los puntos que conforman el perfil de cada leva.

Para poder realizar el maquinado en esas fresas, se hubiera requerido trazar un perfil para cada leva lo más parecido posible a el real pero a base de líneas rectas y círculos con centro y radio conocidos.

Esto no hubiera sido demasiado problema en las trayectorias en las que la herramienta viaja horizontal o verticalmente ya que en estos casos una de las dos levas es circular y mientras la otra varíe su radio - la distancia esperada en el ángulo correcto, no importa demasiado si el perfil es el calculado o es tan sólo una línea recta un poco modificada para evitar choques bruscos del seguidor. Si se hiciera esto, se estarían variando tanto la aceleración como el avance, pero de cualquier forma la herramienta trazaría una línea recta, ya sea horizontal o vertical, entre los puntos esperados. Ahora bien, esto no funcionaría para las 4 -

trayectorias diagonales, ya que en ellas tanto la aceleración como el avance en ambas levas deben de estar coordinados.

Si se trazaran estos perfiles con líneas rectas, la herramienta iría de punto inicial al final pero su trayectoria no sería recta, por lo cual, la opción del taller quedaba al menos parcialmente descartada.

Hilo erosión es un proceso de corte de alta precisión que se puede comparar con una sierra cinta con mesa de control numérico. en lugar de la sierra cinta, se tiene un hilo de cobre que gira muy lentamente y que esta electrificado. La mesa mueve a la pieza contra el hilo a velocidades de mm/min que dependen del grosor del material y el corte se realiza con un mínimo de pérdida de material y con precisiones de hasta 0.0001 in.

Si se utilizaba este proceso, se podían alimentar todos los puntos en la máquina y trabajar sobre círculos de material de 5.5 in de radio (Que es alrededor de 0.4 in más que el radio máximo en las levas) que ya tuvieran los barrenos hechos para que sirvieran como referencia y que ya se hubieran mandado a endurecer ya que el perfil se deformaría si se endurecieran después.

Así, es obvio que al fabricar las levas por el proceso de hilo erosión era lo más conveniente ya que representaba mayor precisión en su acabado ofreciendo de ésta manera todas las características requeridas para el maquinado de los anillos.

CAPITULO No. V  
ANALISIS ECONOMICO

En este capítulo presentamos un análisis económico del taller visto como una inversión. Se parte del supuesto de que no se cuenta con ninguna infraestructura previa al inicio del negocio.

Primeramente es necesario obtener un estimado de la inversión inicial. A continuación se muestra un desglose de los gastos que implicaría montar el taller válidos a septiembre de 1990:

**TERRENO:**

El precio del metro cuadrado en la zona industrial de Tultepec, Estado de México fluctúa alrededor de los \$ 100,000, por lo que el costo de un terreno de 1,400 m<sup>2</sup> sería de:

$$\text{Costo del Terreno} = (1,400 \text{ m}^2) (100,000 \text{ \$/m}^2) = \$ 140,000.000$$

Fuente: Diario El Universal:

**NAVE:**

El precio por m<sup>2</sup> de la nave es de \$ 700,000, por lo que el costo de la nave es de:

$$\text{Costo de la Nave} = (1,400 \text{ m}^2) (700,000 \text{ \$/m}^2) = \$ 980,000.000$$

Fuente: Constructora Aurea.

**OFICINAS:**

El precio por m<sup>2</sup> del área administrativa y de servicios es de -- \$ 1,300,000, por lo que el costo del área de oficinas de 10x10 m<sup>2</sup> y el área de servicios de 10x10 m<sup>2</sup> es de:

Costo de oficinas y baños = (200 m2) (1,300,000 \$/m2) = \$260,000,000

Fuente: Constructora Aurea

#### EQUIPO DE OFICINAS:

Suponiendo el siguiente equipo:

- \* 4 escritorios
- \* 2 sillones
- \* 2 sillas
- \* 2 libreros
- \* 3 cestos de basura
- \* 1 archivero
- \* 2 percheros
- \* 2 restiradores

El costo total es de:

Costo de equipo de oficina = \$ 5,735,903

Fuente: Industria Riviera, S. A. de C. V.

#### EQUIPO DE COMPUTO:

Se considera que con una PC y una impresora se cubren las necesidades de cómputo del negocio:

Costo del equipo de cómputo: (\$19,600,000)+(\$4,200,000)=\$23,800,000

Fuente: Sistemas Karsten, S. A. de C. V.

#### HERRAMIENTA Y EQUIPO DE TALLER:

Aqui se considera un juego completo de herramienta de uso general y

6 juegos pequeños de herramienta de uso personal además de instrumentos-  
de medición:

Costo de la herramienta \$ 5,751,000

Fuente: Leon Weill, S. A.

#### INSTALACION:

Los gastos de instalación y cimentación de maquinaria, se estiman a  
razón de 5,000 \$/Kg. por lo que montar el equipo que pesa alrededor de -  
3.5 Tons. representa:

Costo de instalación = (5,000 \$/Kg) (3,500 Kg) = \$ 17,500,000

Fuente: Constructora Aurea

#### MAQUINARIA:

La maquinaria necesaria para el taller, se valúa aproximadamente en  
\$ 120,000,000, por lo que:

Costo de la maquinaria = \$ 120,000,000

Fuente: Leon Weill, S.A.

#### INSTALACION ELECTRICA:

De acuerdo al material calculado y a los gastos de instalación, el-  
costo de la instalación eléctrica es de:

Costo de la instalación eléctrica = \$ 70,000,000

Fuente: Constructora Aurea

## EQUIPO DE TRANSPORTE

Se considera que una camioneta de 3.5 Ton. cubre las necesidades -- del taller.

Costo del equipo de transporte = \$ 45,000,000

Fuente: Ford Zapata

## SEGUROS

Un seguro industrial contra siniestros por \$ 1,000,000,000 paga -- 5,000,000 anuales de prima:

Costo del seguro = \$ 5,000,000 anuales

Fuente: Seguros La Comercial

Los costos anuales de operación, se calculan como sigue:

Salarios de 6 gentes a \$ 390,000 mensuales:

Salarios = \$ 28,080,000 anuales

Sueldos de un ingeniero de planta (\$2,500,000 mensuales), un conta-  
dor (\$2,500,000 mensuales), un dibujante (\$1,000,000 mensuales), y una --  
secretaria (\$1,000,000 mensuales):

Sueldos = \$ 84,000,000 anuales

La energía eléctrica de 6 motores de 5 HP y el alumbrado de neón --  
8 hrs. diarias tomando en cuenta que el KW-hr cuesta \$ 100:

Costo de la energía eléctrica: \$ 5,586,000 anuales

El costo del servicio telefónico comparándolo con lugares de uso similar al del taller es de:

Costo del servicio telefónico: \$ 2,400,000 anuales.

La depreciación de la maquinaria se hará linealmente en 5 años:

Costo de la depreciación de la maquinaria: \$ 24,000,000 anuales.

La amortización de los gastos de instalación se hará también en 5 años y linealmente.

Costo de la amortización de los gastos de instalación: \$ 17,500,000 anuales.

Y las ventas suponiendo que se cobre la hr-maq-hombre a \$ 45,000, - que es el promedio actual, que hay 312 días hábiles al año y suponiendo 6 trabajadores con jornadas de 8 hrs. diarias, tenemos:

$$\text{VENTAS} = (45,000 \text{ \$/Hr.-maq-hom}) (8 \text{ hrs})(6\text{maq-hom})(312 \frac{\text{DIA}}{\text{AÑO}})$$

Ventas = \$ 673,920,000 anuales.

De acuerdo a lo anterior presentamos un balnce inicial con cargos-exclusivamente a capital, tomando en consideración que se cuenta con 5 socios capitalistas que aportan \$ 350,000,000 per cápita y considerando que con \$ 5,000,000.00 en el Banco se puede iniciar la operación:

BALANCE INICIAL

ACTIVO	PASIVO
<p>* Activo Circulante</p> <p style="padding-left: 40px;">Bancos      5,000,000</p> <p>Tot.act.circ.      5,000,000</p> <p>Maquinaria      120,000,000</p> <p>Terreno      140,000,000</p> <p>Nave      980,000,000</p> <p>Oficinas      260,000,000</p> <p>Eq. Oficina      5,736,903</p> <p>Eq. Cómputo      23,800,000</p> <p>Herramienta      5,751,000</p> <p>Eq. Transporte      <u>45,000,000</u></p> <p>Tot.act.fijo      1,582,287,903</p> <p>*Activo Diferido</p> <p style="padding-left: 40px;">Gastos de Instalación      87,500,000</p> <p>Seguros pagados por ant.      <u>5,000,000</u></p> <p>Tot.act.dif.      92,500,000</p> <p><u>Total de Activo      1,677,787,903</u></p>	<p>* Capital</p> <p style="padding-left: 40px;">Capital Social      1,000,000</p> <p>Capital Cont.      1,676,787,903</p> <p>Utilidades Acum.      0</p> <p>Utilidad del Ejerc.      0</p> <p><u>Total Pasivo y Capital      1'677,787,903</u></p>

Ahora, presentamos el estado de costo mensual presupuestado durante la operación normal:

### ESTADO DE COSTO MENSUAL PRESUPUESTADO

Materia Prima.....La proporciona el cliente  
Mano de obra.....Salarios  
Cargos indirectos.....Sueldos administrativos  
Costos en que se incurre indirectamente.

MANO DE OBRA:           2,340,000 salarios  
                                  58,500 impuestos (2.5%)  
TOTAL:                   2,398,500

CARGOS INDIRECTOS:   300,000 mantenimiento y refacciones  
                                  100,000 papelería  
                                  465,500 energía eléctrica  
                                  200,000 teléfono  
                                  2,000,000 depreciación de maquinaria  
                                  1,458,000 amortización de gastos de instalación  
Total:                   4,523,500

Total de costo mensual presupuestado:   6,922,000

### ESTADO DE RESULTADOS PRESUPUESTADO MENSUAL

Ventas:                                   56,160,000  
Costo de ventas:                       6,922,000  
Utilidad Bruta:                       49,238,000

Gastos Administrativos:	<u>7,000,000</u>
Utilidad Neta antes de Impuestos:	42,238,000
Impuestos (36%):	<u>15,205,680</u>
Utilidad Neta Presupuestada:	27,032.320

De acuerdo a lo anterior, la utilidad anual después de impuestos - sería de: \$ 324,387,840

- Por lo tanto, la inversión se recuperaría en:

$$\text{Recuperación de la inversión} = 1,677,787,903 / 324,387,840$$

$$\text{Recuperación de la inversión} = 5.17 \text{ años}$$

Y el rendimiento porcentual anual es de:

$$\text{Rendimiento anual} = (324,387,840 / 1,677,787,903) 100$$

$$\text{Rendimiento anual} = 19.33 \%$$

## C O N C L U S I O N E S

A lo largo del desarrollo del presente tema de tesis, se ha hecho mención en repetidas ocasiones de que es muy importante el conocer todos los requerimientos técnicos, administrativos y legales que deben ser cubiertos para poder aventurarse a instalar un taller de máquinas herramientas, ya que de esto depende en gran medida el éxito de éste como un verdadero negocio.

Lo anterior queda muy bien ejemplificado con el hecho de que aunque en el país proliferan estos talleres, la gran mayoría no cumple con los requisitos de calidad que se requieren actualmente en el mercado por lo que son escasos los talleres que pueden competir, mantenerse y más aún brindar un servicio completo tanto en asesoría como en soluciones a problemas que se presenten en un momento determinado.

Así podemos concluir con los siguientes puntos a nivel particular:

1. Las máquinas herramientas representan una parte fundamental en la industria como se mencionó en su momento, éstas han existido desde hace mucho tiempo empleándose primero en pequeños talleres de tipo doméstico, hasta que a través de la Revolución Industrial se formaron las primeras fábricas.
2. Dentro de las máquinas herramientas de mayor importancia tenemos, el torno, la fresadora, la rectificadora, el taladro, la sierra mecánica y el cepillo; básicamente éstas máquinas no han cambiado en su -

principio de construcción y de operación pero sí en cuanto a sus alcances de precisión, materiales de trabajo, rapidez de maquinado , - etc.

3. Es imprescindible el conocer no solo los tipos de maquinas herramientas, sino la variedad que existe en cada tipo para poder decidir antes de adquirir las máquinas, ya que esto dependerá, en un principio del tipo de trabajo que se vaya a realizar.
4. La capacidad de poder plantear soluciones a algún problema determinado de maquinado, en muchas ocasiones se ve limitado por el tipo de maquinaria que se posea, por lo que se tienen que realizar una serie de adaptaciones que no ofrecen la mayoría de los talleres.
5. Asimismo, actualmente nadie puede aventurarse a formar una compañía importando a lo que ésta se dedique, sin que antes se cuente con un respaldo administrativo y contable sólido, debido a todos los cambios fiscales que se han presentado a últimas fechas.
6. Lo anterior viene a reiterar la importancia que representa el conocer todos los aspectos legales que se trataron aquí ya que no se puede desligar lo técnico de lo administrativo.
7. Resulta muy conveniente el realizar un estudio previo a la instalación del taller o si se desea adquirir uno ya establecido, ya que se deben tomar en cuenta muchos factores antes de tomar la decisión.
8. Los factores que influyen más en nuestro punto de vista en ésta decisión son:

La localización del taller y el tipo de empresas con las que se pretende trabajar, ya que de éstos dos factores se desprenden varios más.

9. Dentro de esos factores secundarios (por llamarlos de alguna manera, podemos mencionar el fácil acceso mediante vías de comunicación, la facilidad de conseguir personal, la descentralización que exige el gobierno, la facilidad de poder realizar alguna ampliación en el futuro, el tipo de maquinaria que se debe adquirir, etc.
10. Podemos afirmar que la instalación y operación de un taller de máquinas herramientas presenta una muy buena opción como un negocio rentable, ya que como se vió en el análisis económico, el recuperar una inversión más o menos considerable en un lapso no mayor a cinco años resulta muy atractivo y esto tomando en cuenta un solo turno de trabajo de ocho horas y considerando los gastos de la empresa como si ya estuviera establecida, por lo que si se tuvieran dos turnos y se empezara con un taller no de las dimensiones que se habló aquí, la inversión puede ser recuperada en la mitad del tiempo.
11. En cuanto a la instalación del taller es necesario comentar que el planteamiento que aquí se realizó, fue arbitrario en cuanto a las dimensiones y a la distribución en planta, más sin embargo, se debe tomar en cuenta que la cimentación de la maquinaria, la instalación eléctrica, los servicios que se plantearon, etc., se pueden tomar como modelo no importando el tamaño del taller.

En cuanto a algunas conclusiones a la que podemos hacer mención de mane

ra global, podemos señalar las siguientes:

1. La existencia de un sin número de talleres de máquinas herramientas -son prueba inequívoca de que existe un gran mercado, el cual no ve -satisfechas sus necesidades completamente, por lo que un taller de -éste tipo es rentable.
2. El soporte técnico que presentan la mayoría de estos talleres es de- ficiente ya que en muchas ocasiones se descuida el aspecto de servi- cio al cliente, el cual es imprescindible actualmente para el éxito- de cualquier empresa.

Finalmente, no se pretende asegurar en un ciento por ciento que al ins- talar un taller de máquinas herramientas cuidando todos éstos detalles- se logrará tener un éxito completo, ya que cualquier inicio de una com- pañía es difícil y no se puede en muchas veces contar con algún contra- to inmediato que pudiera solventar los gastos de éste.

## BIBLIOGRAFIA

1. Máquinas herramientas, organización y sistemas.  
Astudillo.  
Ed. RSI.
- 2.- Manual de herramientas y máquinas para la industria metal mecánica.  
American Machinist.  
Ed. McGraw Hill.
3. Manual para técnicos en mecánica industrial.  
Maurice J. Webb.  
Ed. McGraw Hill.
4. Operación de Máquinas herramientas.  
Krar, Oswald, Amand.  
Ed. McGraw Hill.
5. Manual de métodos de fabricación metal mecánica.  
Sergio Villanueva, Jorge Ramos Watanabe.  
AGT Editor.
6. Manual del Ingeniero Mecánico. MARKS  
Baumeister, Avallone, Baumeister III.  
Ed. McGraw Hill.
7. Manual del Alumbrado.  
Westinghouse.  
Ed. Dossat.
8. Manual AHMSA.
9. Manual Monterrey.
10. Procesos de Manufactura.  
Oswald, Begeman, Amsted.  
Ed. CECSA.
11. El torno y la fresadora.  
Roberto Nandreu.  
Ed. Gustavo Gili.
12. Máquinas Herramientas Modernas.  
Rossi.  
Ed. Dossat.
13. Materiales y procesos de fabricación.  
Harry D. Moore, Doanld R. Kibbey.  
Ed. Limusa.

14. Teoría Elemental del Concreto Reforzado.  
Alberto Muñoz Casas.  
Ed. Latina, S. A.
15. Catálogo de Maquinaria León Weill.
16. Catálogo de Herramientas Kenametal.
17. Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.
18. Cálculo con Geometría Arolítica.  
Louis Leithold  
Ed. Mc Graw Hill.