

125
2º



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

MEDICION DE LAS FUERZAS DE CORTE DURANTE EL MAQUINADO EN TALADRO Y TORNO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
ULISES SANTANA VAZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS:
ING. JESUS ROVIROZA LOPEZ



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.

INDICE.

	pag.
Introducción.....	1
1.- Las máquinas convencionales y su uso.	
1.1.- La máquina de torneear.....	2
1) Torno paralelo.....	4
2) Torno semiautomático.....	7
1.2.- La máquina taladradora.....	10
1) Taladradora sensitiva.....	11
2) Taladro de columna.....	13
3) Taladro radial.....	15
4) Taladradora de dos husillos.....	17
5) Taladradora de husillos múltiples.....	17
2.- Angulos y filos de las herramientas de corte.	
Introducción.....	18
2.1.- Herramientas para torneear.....	19
2.2.- Herramientas para taladrar.....	24
3.- Lubrificantes y refrigerantes.	
Introducción.....	39
3.1.- Inconvenientes del corte sin refrigeración...	41
3.2.- Ventajas de la refrigeración.....	41
3.3.- Aceites solubles.....	44
3.4.- Taladrina blanca.....	45
3.5.- Taladrinas verdes.....	46
3.6.- Normas generales.....	46
3.7.- Aditivos.....	47
3.8.- Aceite de corte no solubles.....	48

4.- Abrasivos.	
Introducción.....	50
4.1.- Constitución de las muelas.....	51
4.2.- Tipos de abrasivos.....	52
4.3.- Granos y polvos.....	54
4.4.- Tipos de aglutinantes.....	55
4.5.- Formas y dimensiones de las muelas.....	57
5.- Medición de las fuerzas de corte.	
5.1.- Métodos de medida.....	59
5.2.- Método hidráulico.....	59
5.3.- Método neumático.....	61
5.4.- Método eléctrico.....	62
a) Método por resistencia.....	62
b) Método por capacidad.....	63
c) Método magnético.....	64
d) Método del cuarzo piezoeléctrico.....	65
6.- Desarrollo y cálculo para una medición de fuerza de corte.	
6.1.- Para un torneado.....	66
6.2.- Para un barreno.....	71
7.- Implementación del sistema de medición.	
7.1.- Para torno.....	75
7.2.- Para taladro.....	85
8.- Alternativas y variantes.	
8.1.- Angulos de corte utilizados para los buriles y las brocas.....	100
8.2.- Máquinas empleadas.....	103
8.3.- Parametros de máquina.....	103
8.4.- Fluidos de corte.....	103
8.5.- Equipo de medición.....	104

9.- Hoja de proceso.	
9.1.- Para torno.....	107
9.2.- Para taladro.....	108
10.- Lectura, medición y resultados.	
10.1.- Para torno.....	110
10.2.- Para taladro.....	119
Conclusiones.....	133
Abreviaturas.....	136
Bibliografía.....	138

INTRODUCCION.

EL compromiso de la Facultad de Ingeniería con sus alumnos es el de capacitarlos y darles todo el apoyo para su formación profesional, debido a esto es necesario mejorar la calidad de la enseñanza.

Es conveniente reforzar los planes de estudio en cada una de sus diferentes especialidades, con la implementación de nuevos laboratorios, mejorando los existentes, para así dar al estudiante un panorama más real de lo que es la Ingeniería.

Atendiendo a los fines educativos y la necesidad que existe en la industria de profesionales capacitados, se ha desarrollado el presente trabajo, en el que se analizan los requerimientos para la implementación de pruebas y mediciones de fuerza de corte para el torno y taladro en el taller de Ingeniería mecánica.

El fin principal de la medición de las fuerzas de corte en el torno y en el taladro, es el de analizar su efecto al momento del maquinado, así como la respuesta a la variación tanto de la geometría de cortadores como la aplicación de lubricantes de corte.

Para el desbaste de los materiales empleados se utilizaron buriles y brocas con ángulos de corte, normalizados.

1.- LAS MAQUINAS CONVENCIONALES Y SU USO.

1.1.- LA MAQUINA DE TORNEAR.

El torno es, ciertamente, entre las máquinas herramientas, una de las más antiguamente conocidas, y entre las máquinas de trabajo, una de las más primitivas. Sin su desarrollo no hubiera sido posible el gran progreso industrial del presente siglo.

Su historia se remonta a la más lejana antigüedad, ya que los egipcios lo representaron en sus monumentos. El torno más antiguo perfeccionado fué construido por el francés Jacques Berson, en 1569. Esta máquina, provista de un husillo patrón de madera, permitía roscar.

Seguidamente aparece la máquina herramienta, propiamente dicha, con el carro porta herramientas, que se desplaza longitudinalmente. La introducción de tal dispositivo se atribuye al inglés Henry Maudslay en (1798).

Sin embargo, en el museo del Conservatorio de Artes y Oficios de París, existe un torno construido por Vaucanson, hacia 1745, que posee igual perfeccionamiento. Fue Maudslay quien ideó y construyó el dispositivo para roscar mediante el husillo patrón y las ruedas de engranaje intercambiables.

Posteriormente apareció el torno para roscar del francés Senot en 1795, según planos de Leonardo da Vinci. Parece, finalmente, que el primer torno para cilindrar fué

construido en 1830, por un industrial de origen escocés y establecido en América, John Rea. En esta máquina, el carro longitudinal estaba accionado por una cadena, de donde su denominación de torno de cadena. La bancada estaba formada por dos largos tableros apoyados sobre robustos pies, también de madera. Este torno, continuó su servicio hasta 1875, época en que aparecieron las primeras bancadas de fundición.

Según parece, fué este el primer tipo de Torno paralelo técnicamente utilizado antes de llegar a la concepción de toda la gama de máquinas para torneear que hasta nuestros días no han cesado de perfeccionarse. Actualmente existen una gran variedad de tornos, como son: el torno paralelo, el torno revolver, el torno semiautomático y tornos automáticos.

Para la fabricación de piezas torneadas en grandes cantidades se utilizan los tornos automáticos; en los cuales se pueden hacer un sinnúmero de piezas en un tiempo mínimo de errores en las dimensiones. Hay varios tipos de tornos automáticos los cuales se diferencian en sus capacidades y velocidades de operación. Para cada tipo de pieza y según el número de operaciones para hacer la pieza, se selecciona el tipo de torno adecuado a las necesidades del trabajo.

En los tornos automáticos los movimientos de avance de las herramientas, de cilindrar, de roscar, de taladrar y de desvestar, se obtienen mediante levas de disco especialmente diseñadas para cada pieza a fabricar. Hay varios fabricantes de tornos automáticos, mismos que pueden ser diferenciados por sus mecanismos de operación.

En el torno se pueden elaborar piezas mecánicas de sección transversal circular, como por ejemplo: ejes, ruedas, pernos, ruedas dentadas, poleas, casquillos y manguitos, cojinetes, empuñaduras, válvulas, anillos de junta, tornillos, husillos, brocas, machos de roscar, escariadores, fresas, etc., así como piezas para máquinas de muy diferentes clases.

1.-Torno paralelo.

El análisis de los órganos fundamentales que constituyen un torno paralelo puede efectuarse dividiendo en tres grupos el conjunto de la máquina.

Cabezal motor, que encierra los mecanismos para la transmisión del movimiento de trabajo a la pieza.

Carro longitudinal, que contiene los mecanismos para la transmisión del movimiento de avance de la herramienta.

Cabezal móvil, que mediante el contrapunto sostiene la pieza a trabajar.

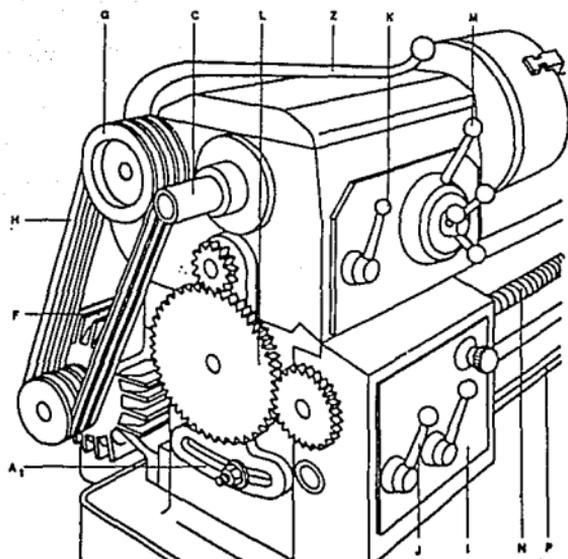
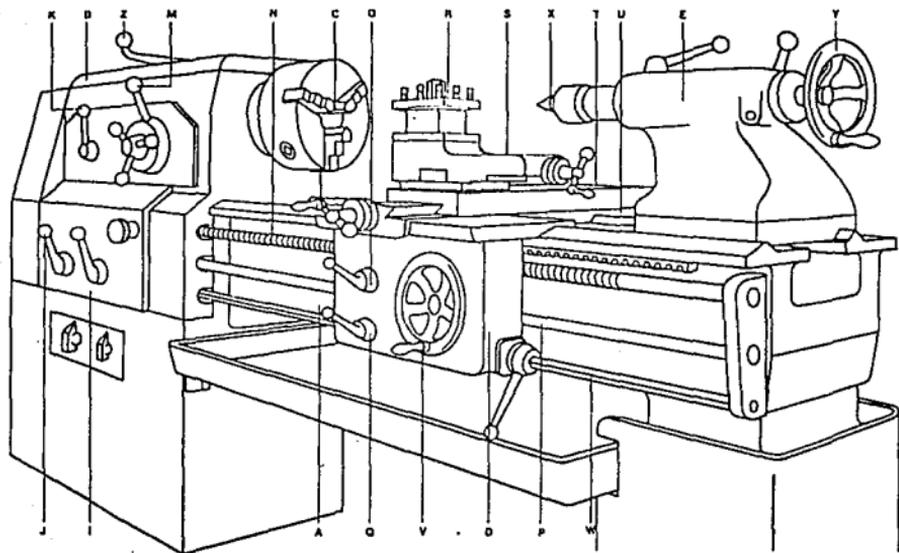
Estos tres grupos principales están dispuestos en este mismo orden sobre la bancada del torno, como se ilustra a continuación, así como las partes principales del torno paralelo.

Las partes principales del torno paralelo son:

- A.- Bancada.
- B.- Cabezal motor.
- C.- Husillo.

- D.- Carro longitudinal.
- E.- Cabezal móvil.
- F.- Motor.
- G.- Polea.
- H.- Correas trapeciales.
- I.- Caja de cambio de velocidades de avance.
- J.- Palanca del cambio de velocidades de avance.
- K.- Palanca de inversión del movimiento de avance.
- L.- Engranajes de unión entre el husillo y la caja de cambios.
- M.- Palanca del cambio de velocidades del husillo.
- N.- Barra de roscar.
- O.- Palanca de acoplamiento con la barra de roscar.
- P.- Barra de cilindrar.
- Q.- Palanca para la transmisión del movimiento de la barra de cilindrar al carro superior (carrillo).
- R.- Portaherramientas.
- S.- Carro portaherramientas.
- T.- Carro transversal.
- U.- Puente del carro.
- V.- Volante para el desplazamiento longitudinal del carro.
- W.- Barra de transmisión para el mando del embrague de la barra de cilindrar.
- X.- Contrapunto.
- Y.- Volante del cabezal móvil.
- Z.- Palanca del embrague a fricción y freno.
- A1- Soporte para engranajes, llamado cabeza de caballo.

Se ilustra a continuación.



Torno
parallelo.

2.-Torno semiautomático.

Los tornos semiautomáticos, llamados también tornos revólver, son tornos en los que las herramientas necesarias para las sucesivas operaciones se disponen radialmente sobre un soporte exagonal, llamado torreta, que al girar sobre su propio eje pone las herramientas en posición de trabajo, una después de otra siguiendo un orden preestablecido.

El torno semiautomático no dispone de barra de roscar ni de contrapunto y resulta adecuado para mecanizados complejos de piezas de dimensiones medias y pequeñas que pueden fijarse en platos autocentrantes o con piezas.

Generalmente los tornos semiautomáticos trabajan directamente con barra y tienen, por esta razón, el husillo hueco para permitir el paso de la barra.

Las partes principales que constituyen el torno semiautomático son:

- A.- Bancada.
- B.- Cabezal motor.
- C.- Husillo.
- D.- Portaherramientas giratorio para fijar cuatro herramientas.
- E.- Carro transversal.
- F.- Puente del carro lateral.
- G.- Volante de mando del carro transversal.
- H.- Volante de mando del carro lateral.
- I.- Cremallera para el avance del carro lateral.
- L.- Palanca del embrague de la barra de cilindrar.

- M.- Caja de cambios para los avances automáticos.
- N.- Barra de cilindrar (para avances automáticos).
- O.- Protección de la correa de transmisión.
- P.- Torreta revólver.
- Q.- Carro del revólver.
- R.- Palanca de mando del avance del carro del revólver.
- S.- Patín fijo sobre cuyas guías superiores se mueve el carro del revólver Q.
- T.- Guías de la bancada sobre las que deslizan el puente del carro lateral F y el patín fijo S.
- U.- Tornillos de ajuste de la carrera del carro del revólver, uno para cada una de las herramientas fijadas en la torreta revólver.

Se ilustra a continuación.

1.2.- LA MAQUINA TALADRADORA.

Una máquina de taladrado es un equipo necesario en cualquier taller porque, su función principal es la de barrenado, pudiendo hacerse otras operaciones, tales como el escariado, abocardado, avellanado, etc., empleando sencillamente el tipo de herramienta de corte apropiado.

La herramienta de corte se sujeta, en un mandril, del extremo del eje vertical al que se hace girar por medio de la fuerza suministrada mediante el motor principal, a una velocidad particular adecuada al tipo de metal que se esté taladrando.

La máquina de taladrar más flexible, especialmente para piezas grandes, es la de tipo radial, la cual esta diseñada de forma que el eje se encuentre montado sobre un brazo móvil que puede girar a cualquier posición deseada para taladrar.

Con esta máquina se pueden taladrar barrenos a diversos ángulos y posiciones sin mover la pieza, la cual se puede sujetar con bridas a la mesa horizontal, o a una prensa y/o dispositivo de taladrar. Para taladrar cierto número de barrenos a la vez se utiliza una máquina de taladrar de husillos múltiples.

El abocardado se utiliza para agrandar un barreno, a una profundidad que permita a la cabeza de un sujetador, tal como la cabeza de gota de un tornillo, quedar al nivel de la superficie de la pieza a través de la cual pasa.

A continuación se presenta una clasificación general de las máquinas taladradoras:

- 1).- Taladro sensitiva
- 2).- Taladro columna
- 3).- Taladro radial
- 4).- Taladro de dos husillos
- 5).- Taladro de husillos múltiples

1.- Taladradora sensitiva.

El taladro sensitivo es una máquina pequeña de alta velocidad y construcción simple, similar al taladro prensa vertical ordinario. Es el tipo más simple de máquinas herramientas destinada al mecanizado de barrenos. Con esta taladradora se efectúan barrenos de diámetro relativamente pequeños, con un máximo de 15 mm.

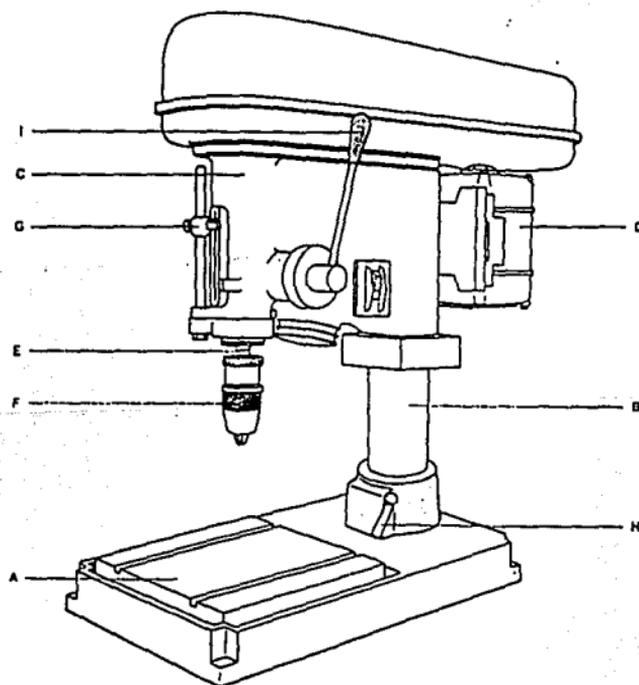
El movimiento de avance de la herramienta lo regula manualmente el operario mediante una palanca; de aquí el nombre de "sensitiva" dado a la máquina: en efecto, el operario regula la presión del brazo sobre la palanca "sintiendo" la resistencia que presenta el material a la penetración de la herramienta.

Las partes principales que constituye la taladradora sensitiva son:

- A.- Mesa porta piezas y bancada.
- B.- Montante.
- C.- Cabezal portahusillo o cabezal motor, regulable en altura.

- D.- Motor.
- E.- Husillo.
- F.- Porta herramientas aplicado al husillo.
- G.- Regulador de la profundidad del taladro.
- H.- palanca de bloqueo del cabezal motor.
- I.- Palanca de mando del avance.

Se ilustra a continuación.



Taladradora sensitiva.

2.- Taladro de columna.

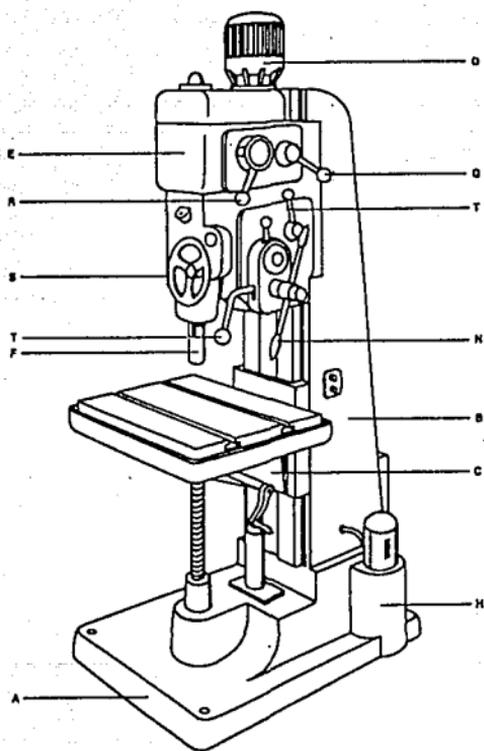
Las taladradoras de columna así llamadas por la forma de su montante, son taladradoras de tamaño variable y con gran capacidad de trabajo. Con la taladradora de columna es posible obtener barrenos de hasta 80 milímetros de diámetro.

En tales taladradoras se ha provisto no sólo el avance sensitivo, sino también el avance automático. A diferencia con las taladradoras sensitivas, estas máquinas permiten desplazar verticalmente la mesa portapiezas para el posicionado en altura de la pieza que se desea taladrar.

Las partes principales que constituyen una taladradora de columna son:

- A.- Bancada.
- B.- Montante.
- C.- Ménsula con mesa desplazable a lo largo de la parte inferior del montante.
- D.- Motor.
- E.- Cabezal motor que contiene los engranajes de la transmisión.
- F.- Husillo.
- H.- Bomba para la refrigeración.
- N.- Palanca de mando para el avance sensitivo.
- Q.- Palanca del cambio de velocidades.
- P.- Palanca del cambio de velocidades.
- S.- Mando del avance no automático.
- T.- Palanca de mando de los avances automáticos.

Se ilustra a continuación.



Taladradora de columna.

3.- Taladradora radial.

La taladradora radial sirve para taladrar barreno en piezas voluminosas. Puede además efectuar fresados, roscados y refrentados. Con una taladradora radial es posible taladrar completamente hasta un diámetro de 100 mm.

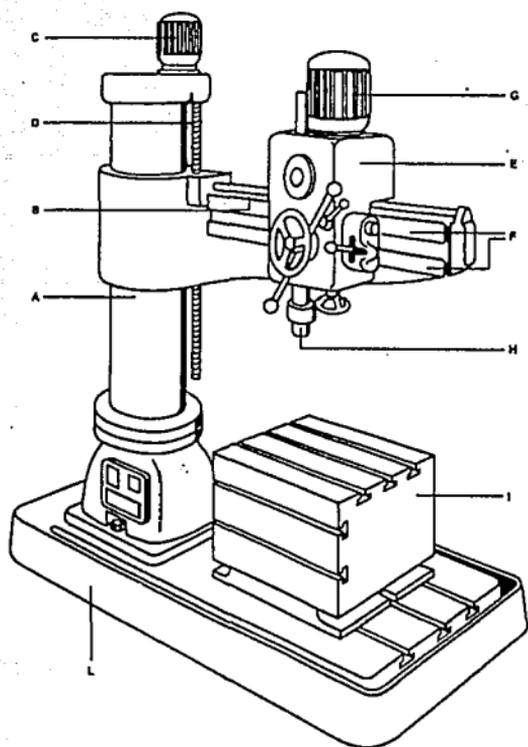
El cabezal motor está dispuesto de manera que pueda deslizar a lo largo de un brazo horizontal que, a su vez, gira al rededor de un eje vertical llamado columna. Además, el brazo puede moverse en dirección vertical a lo largo de la columna.

Gracias a la gran libertad de movimiento del cabezal de una taladradora radial es posible trabajar no sólo sobre piezas de grandes dimensiones, sino también sobre aquellas de formas especiales y voluminosas.

Las partes principales que constituyen una taladradora radial son:

- A.- Cilindro giratorio (Columna).
- B.- Brazo que gira junto con A.
- C.- Motor para la elevación del pesado brazo B.
- D.- Tornillo de elevación del brazo.
- E.- Cabezal motor montado en el carro.
- F.- Guías del carro.
- G.- Motor del husillo.
- H.- Husillo.
- I.- Mesa porta piezas.
- L.- Bancada.

Se ilustra a continuación.



Taladradora radial.

4.- Taladradoras de dos husillos.

En las operaciones de taladrado para trabajar en serie suelen utilizarse taladradoras de dos o más husillos; existen dos clases de taladradoras, idóneas, para realizar este trabajo:

- A.- Taladradora con dos o más cabezales de acción simultánea, para taladrar varios barrenos al mismo tiempo.
- B.- Taladradoras con dos o más cabezales independientes para taladros sucesivos de diferente diámetro y con herramientas a distinta velocidad.

5.- Taladradora de husillos múltiples.

Los cabezales de éste tipo de máquinas tienen un tipo de husillos especiales con dos variantes:

- A.- Con puntos de husillos fijas.
- B.- Con puntas de husillos ajustables.

2.- ANGULOS Y FILOS DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

INTRODUCCION

Las herramientas de corte fueron una de las primeras creaciones del hombre. Los vestigios de una era que se remonta a cien mil años antes de la nuestra, muestran en efecto que nuestros antepasados han utilizado sucesivamente siete materiales para la fabricación de armas y herramientas: primero madera y conchas, después piedra, y por último los metales: cobre, bronce y hierro.

En todos los tiempos ha tenido la herramienta una importancia primordial en la vida del hombre, una prueba la tenemos en las clasificaciones realizadas en el estudio de la prehistoria. Estas clasificaciones, que se extienden sobre un formidable número de años en los que se determina un estado de civilización, corresponden algunas al perfeccionamiento de las herramientas.

Estas modificaron sus formas y se multiplicaron en el curso de las edades pero sus características fundamentales siempre se han conservado. Así tenemos ciertas piezas denominadas sílex (roca silícica sedimentaria, formada fundamentalmente por cuarzo microscópico, textura fina; generalmente es de color blanco o rojo), talladas, en el alba lejana de la técnica, con los ángulos que son los predecesores de los actuales ángulos de corte y de incidencia, en las actuales herramientas de corte utilizadas en la manufactura.

Actualmente el hombre sigue tallándolas mediante golpes, pero añade un pulimento. Durante largo tiempo fueron utilizadas las herramientas de hierro, después las de acero, así los artesanos las manejaron a mano hasta la aparición de los carros portaherramientas, durante el año 1795.

Por último, los progresos realizados en la elaboración y el afino del acero permitieron la fabricación de aceros finos al carbon utilizados para la construcción de herramientas de corte. Estas recibieron el nombre de herramientas de aceros fundidos, porque su elaboración se efectuaba mediante el vaciado de crisoles.

2.1.- HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

Las herramientas de corte utilizadas para todas las operaciones de torneado deben ser concebidas teniendo en cuenta los cuatro datos variables enunciados por Taylor:

- 1.- Composición química y tratamiento del acero utilizando para construir la herramienta;
- 2.- Duración del corte de la herramienta;
- 3.- Forma de la herramienta y ángulos que determinan sus aristas cortantes;
- 4.- Presión de la viruta sobre la herramienta. La presión de la viruta sobre el pico de la herramienta está determinada, de una parte, por la velocidad de rotación de la pieza y, de otra parte, por la forma y disposición de las aristas cortantes de la herramienta.

La duración del filo de corte de una herramienta es función, no sólo de su forma, sino sobre todo de la composición del acero empleado para su fabricación.

A continuación se presenta una clasificación de las herramientas de corte usadas en el torno:

- 1.- Según la materia prima de que están construidas;
- 2.- Según su forma, determinada por su utilización;
- 3.- Según sus condiciones de corte.

Los aceros utilizados para la fabricación de las herramientas de corte deben poseer ciertas cualidades tales que puedan permitir un máximo rendimiento para un mínimo desgaste.

Su composición, función casi siempre del trabajo a ejecutar, deberá permitir alcanzar, después del tratamiento térmico, durezas mayores cuanto más resistente sea el metal a trabajar.

La clasificación de los aceros para herramientas de corte en torno podrá efectuarse, por dureza creciente, según tres categorías:

- 1.- Aceros fundidos
- 2.- Aceros de corte rápido
- 3.- Stelita y carburos metálicos

Condiciones ideales que debe reunir una buena herramienta de torno:

- 1a. Adaptarse a la naturaleza del material a cortar.
- 2a. Arrancar el mayor caudal de virutas con el menor consumo de energía.
- 3a. Permanecer afilado el mayor tiempo posible de uso.
- 4a. Adaptarse a las condiciones operativas y aplicativas prefijadas.

Eficiencia cortante. Es la condición o propiedad más deseable en una buena herramienta, en lo que a comportamiento durante el corte se refiere. Es la capacidad de la herramienta para cortar un determinado metal o material en las mejores condiciones técnico-económicas. Los factores principales que determinan la eficiencia cortante de una herramienta dada son: la magnitud de los ángulos que constituyen su filo y la forma como es aplicada a su misión especificada.

Capacidad de corte. En otros términos puede definirse como la resistencia mecánica que una herramienta debe poseer, para soportar perfectamente los esfuerzos originados por su aplicación al torneado.

Resistencia al desgaste. A fin de que pueda cumplir la primera y segunda condición, es indispensable construir las herramientas con elementos adecuados, que pueden imponer sus propiedades físicas a las del material o materiales que han de cortar.

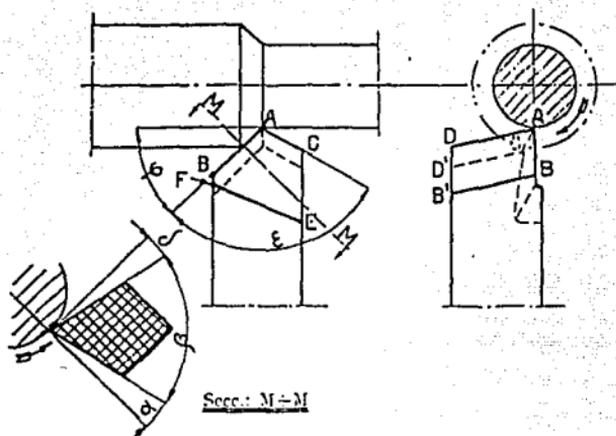
Adaptabilidad operativa y aplicativa. No basta la eficiencia, ni la capacidad, ni la resistencia de una herramienta, para asegurar su adaptabilidad a cualquier exigencia operativa o aplicativa.

Una herramienta monocortante adecuada para torneear está normalmente constituida por una barra de sección cuadrada, rectangular o redonda, de acero para herramientas, forjada por un extremo formando la arista cortante. Esta parte se llama punta, la restante, mango.

Para distinguir las herramientas entre sí, toman diversas denominaciones que dependen:

- 1.a De la forma de la punta, la cual puede ser de uña, de corte, de pasada, etc.
- 2.a De la forma del mango, el cual puede ser recto, de cuello, acodado, etc.
- 3.a De la posición del filo de corte respecto al eje del mango; el filo cortante se puede encontrar a la derecha, izquierda o en simetría, teniendo presente de considerar la herramienta por la parte de la punta.
- 4.a Del grado de trabajo de la superficie que la herramienta debe realizar, el cual puede ser de desbaste o acabado.

Perfil de la parte cortante. Consideremos una herramienta recta de cilindrar obtenida de una barra de sección rectangular, se ilustra a continuación, teniendo presente que las consideraciones valen también para otros tipos. Podemos establecer las siguientes denominaciones para las aristas o cantos:



- a).- Arista de corte o filo cortante: el filo AB.
- b).- Arista secundaria: el filo AC.
- c).- Arista de incidencia: el filo AD.

Para las caras:

- a).- Superficie anterior o de ataque: la cara ACEFB.
- b).- Superficie de incidencia: la cara ABB'D.
- c).- Superficie secundaria: la cara ACD'D.

Los ángulos que caracterizan la herramienta, dan la inclinación a las caras; distinguimos, de la figura anterior:

- A.- Angulo del filo de corte β , formado por la superficie de ataque con la superficie de incidencia.
- B.- Angulo de ataque α , formado por la superficie de ataque con el plano horizontal que pasa por el filo de corte.
- C.- Angulo de incidencia δ , formado por la superficie de incidencia con el plano vertical que pasa por el filo de corte.

- D.- Angulo de incidencia lateral θ , formado por el filo cortante con el eje de la barra a torner.
- E.- Angulo de resistencia o de la punta ϵ , formado por el filo cortante con la arista secundaria.

Se les llama ángulos de trabajo a la suma de los ángulos $\beta + \delta$, y sabemos que $\alpha + \beta + \delta = 90^\circ$

En general se puede afirmar que el valor de los distintos ángulos depende:

- 1) De la calidad del material a arrancar.
- 2) De la calidad del material que constituye la herramienta.
- 3) De la clase de trabajo, o sea, si es desbaste, acabado, etc.

2.2.- HERRAMIENTAS PARA TALADRAR.

La herramienta utilizada para la obtención de barrenos de forma cilíndrica casi siempre y algunas veces de forma cónica o distinta montada en un aparato o máquina, llamada taladradora.

El origen de la broca es muy antiguo, pues se sabe que la barrena ya fue empleada para los egipcios para agujerar la madera.

La herramienta la movían mediante un arco, ejerciendo con la mano la presión necesaria para hacer penetrar la barrera. Posteriormente se modificaron las brocas,

agrandándose para conseguir barrenos de mayor diámetro y profundidad.

Mas tarde, se utiliza la broca llamada de tonelero y la broca para metales llamada, en el siglo XIX, broca en lengua de áspid, porque tenía en el centro del filo una punta para centrarla, que impedía se desviara durante el trabajo.

Las brocas en lengua de áspid se emplean unicamente para taladrar barrenos de un diámetro inferior a 1 mm, que sirven algunas veces como barrenos de centrado.

La broca helicoidal, llamada también algunas veces broca americana, presenta unas ventajas considerables frente a la broca en lengua de áspid, es especial por la precisión del trabajo, la evaluación de las virutas, la facilidad de afilado y su duración.

Las brocas helicoidales son las de mayor uso en los talleres mecánicos. También existen una serie de brocas especiales destinadas, ya sea a determinados trabajos de taladrado, o bien para agrandar barrenos ya existentes.

Una herramienta para taladrar se fabrica, en general, a partir de una barra cilíndrica, y en uno de sus extremos se maquina el mango, que puede ser:

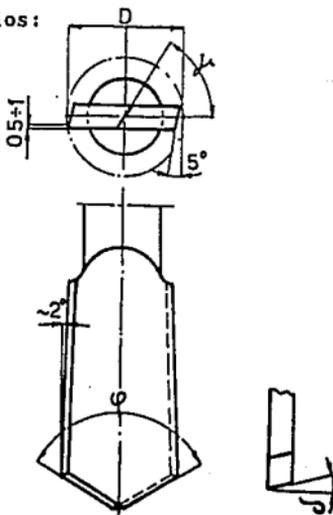
- 1.- Cilíndrico liso (UNI 435).
- 2.- Cilíndrico con diente de arrastre (UNI 436).
- 3.- Cónico Morse o metálico (UNI 521).

Brocas de punta.- su empleo es excepcional por el limitado rendimiento y por la limitada posibilidad de descargar la viruta. Se emplean con bastante utilidad para el desbaste de barrenos largos y grandes, los cuales, en este caso, son ejecutados al torno; la posición horizontal de la herramienta facilita la expulsión de la viruta, que también es ayudada por el chorro a presión del líquido refrigerante.

La broca de punta presenta, en la cabeza, dos caras destalonadas que se encuentran según una línea llamada cresta; dichas caras, con las de corte, constituyen los filos cortantes, como se muestra a continuación. La herramienta puede obtenerse de una barra de sección redonda o rectangular. Para el trabajo de materiales frágiles es útil hacer unas ranuras rompevirutas en los dos filos cortantes de la punta.

Para trabajar materiales tenaces se da a la punta una forma conveniente, estableciéndose, para el acero, fundición y bronce, los siguientes ángulos:

- $\alpha = 10^\circ / 15^\circ$
- $\beta = 65^\circ / 55^\circ$
- $\delta = 15^\circ / 20^\circ$
- $\theta = 120^\circ$
- $\tau = 62^\circ / 65^\circ$



Broca de punta.

Brocas helicoidales.- Son las herramientas conocidas universalmente y las más extendidas por su aplicación común de hacer barrenos, y en la actualidad podemos darnos cuenta que en la manufactura de materiales, cualquier taller necesita brocas así como el individuo el pan cotidiano. Es quizá por eso que, con frecuencia, apenas se tienen en cuenta y son tratadas con una gran ligereza y abandono.

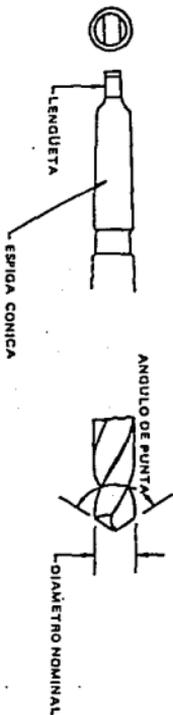
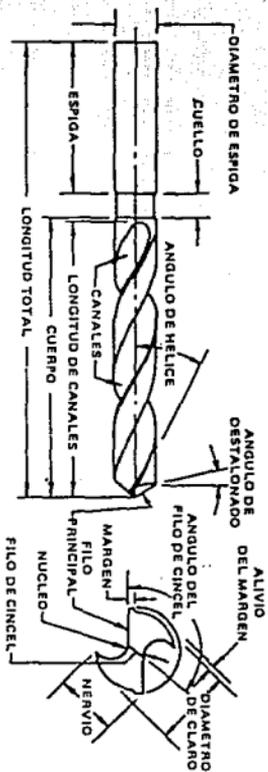
Las brocas helicoidales, por los méritos y características derivadas de su forma, presentan dificultades de construcción importantes, hasta el punto de que requieren el interés exclusivo de algunos talleres especializados.

Las brocas helicoidales deben dar los siguientes resultados:

- 1.- Producir barrenos de precisión y rectos
- 2.- Penetrar fácilmente en el material con el mínimo gasto de energía.
- 3.- Descargar fácilmente la viruta a lo largo de las ranuras helicoidales.
- 4.- Máxima duración del filo cortante y, por tanto, mínimo desgaste de la broca.

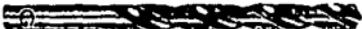
Para lograr todo esto es necesario que las brocas reúnan las características siguientes:

- 1.- Angulos de corte correctos
- 2.- Angulos de inclinación de las ranuras helicoidales correctos en relación a la clase de material a trabajar;
- 3.- Un buen centrado de toda la herramienta.

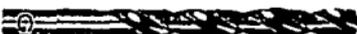


Las partes de una broca se ilustran a continuación, así como algunos tipos de brocas:

Partes principales de una broca helicoidal.

DESCRIPCION	FIGURA
AUTOMOTRICES LARGAS ESPIGA RECTA CON LENGÜETA	
CON ESPIGA RECTA DE 6.35 MM. (1/4")	
EXTRALARGA CON ESPIGA RECTA	
EXTRALARGA CON ESPIGA CONICA	
PARA CENTROS	
PARA CENTROS TIPO CAMPANA	
CORTAS CON ESPIGA RECTA	
CON ESPIGA RECTA MENORES DE 1.00 MM.	
JUEGOS Y ESTUCHES	

Tipos de brocas.

DESCRIPCION	FIGURA
CON ESPIGA RECTA DE ACERO ALTA VELOCIDAD	
CON ESPIGA RECTA DE ACERO AL COBALTO	
LARGAS CON ESPIGA RECTA	
CON ESPIGA RECTA DE 12.70 MM. (1/2")	
MILIMETRICAS CON ESPIGA RECTA	
ALFABETICAS CON ESPIGA RECTA	
NUMERICAS CON ESPIGA RECTA	
CON ESPIGA CONICA	

Tipos de brocas.

El ángulo recomendado tiene un valor aproximado de 118° para los aceros y fundiciones y prácticamente es el que da mejores resultados en toda clase de trabajos. No obstante, puede llegar a valer 140° cuando se trata de cortar metales tenaces y disminuir hasta 80° , e incluso 50° , para materiales frágiles y quebradizos.

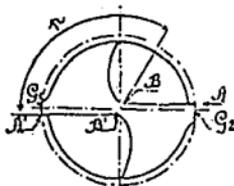
Los filos.- Estan formados por la intersección de las superficies de incidencia de los labios de la broca con las superficies de desprendimiento de esta última.

En el caso de la broca helicoidal, el filo es la intersección de la superficie de incidencia con la ranura helicoidal .

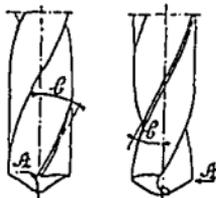
Para lograr que la punta se desgaste menos, interesa que el ángulo de incidencia tenga un valor más elevado en la zona próxima a la punta que en los extremos.

Generalmente se admite que los ángulos de incidencia son correctos cuando el ángulo que forma la proyección del filo transversal BB' con la de los filos principales BA y B'A' es aproximadamente de 125° , como se muestra en la próxima figura.

Los dos filos principales deben tener necesariamente la misma longitud y el mismo ángulo de afilado respecto al eje de la broca, es decir, que geoméricamente debieran coincidir sin uno de ellos girase un ángulo de 180° .



La hélice de la broca.- En las brocas helicoidales, el ángulo (b) de la hélice tiene también una gran importancia. Se sabe que este ángulo está formado por la tangente a la hélice y la generatriz del cilindro circunscrito a la broca, se muestra a continuación.



El ángulo nominal de la hélice de una broca es el medido sobre el diámetro exterior; es preciso indicar que este ángulo representa el ángulo de desprendimiento en el punto considerado.

Tabla de variación de los ángulos de las brocas helicoidales según el material mecanizado

MATERIAL	Hélice	Ángulo de punta	Observaciones
Acero forjado o laminado sin aleación R=70 Kg/mm ² Fundición	30°	118°	Valor indispensable para el taladrado rápido del acero. Utilizar ángulos idénticos para mecanizados de materiales duros.
Acero forjado o laminado de temple y cementación R ₂ 70kg/mm ²	25°	118°	Para el taladrado profundo, emplear un ángulo de hélice débil
Acero al níquel y al cromo-níquel (aceros de cementación)	35° a 40°	118°	Para el taladrado profundo, empleando un ángulo de hélice débil
Electrón	40° a 45°	100°	Para obtener un buen estado superficial, afilar correctamente los labios
Esclerón	40° a 45°	140°	
Silumina			
Aluminio			
Latón fundido	18° a 20°	130°	
Latón duro (broca-pequeña)			
Latón estirado	30°	10°	
Cobre	40°	40°	
Materias aislantes encoladas y prensas (Perhitax, fibras Vulcan), Emonita, Novotex	40° a 45°	140° 90 segun Agte 60°	(Según Stoewer) Colocar labios de metal duro
Marmol, piedra	30°	90°	Metal duro
Vidrio	-	60°	Tres labios (metal duro)

El valor del ángulo de la hélice debe considerarse a la clase de material que se vaya a trabajar; generalmente tiene un valor comprendido entre 25° y 30°, pudiendo variar entre 18° y 45°.

Prácticamente se resume en tres tipos, designados de la manera siguiente:

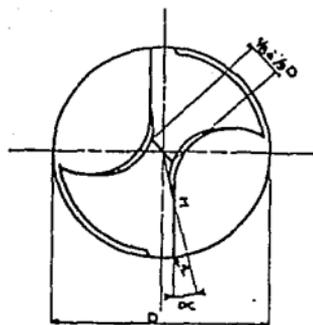
- Hélice normal, para aceros y fundiciones.
- Hélice larga, para materiales duros y aleaciones que den virutas irregulares y fragmentadas.
- Hélice corta, para los metales blandos; aluminio, cobre, etc., que forman virutas continuas.

La table anterior indica el valor de los ángulos de la hélice y de los ángulos de la punta para el trabajo con distintos materiales.

El aguzado de la broca.- El filo transversal ejerce una gran presión sobre el material que se taladra. Aguzando el alma de la broca, se mejoran las condiciones de trabajo del filo, transversal, pues además de conseguir que la broca penetre con más facilidad, en el punto (M), por ejemplo, el filo trabaja con mayor inclinación.

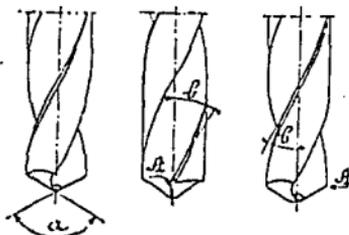
Este filo transversal no corta. Por consiguiente, el alma de la broca en la punta debe ser suficientemente gruesa para proporcionarle la debida resistencia.

El aguzado del alma de la broca en su punta, hace que sea menor la fuerza de penetración y la potencia necesaria para el taladrado. En una broca aguzada, el espesor del alma debe ser aproximadamente igual a $1/8$ ó $1/9$ del diámetro nominal. En este caso la simetría también es de rigor, puesto que el alma debe quedar perfectamente centrada y conservarse la punta original.



Como indica la figura anterior el aguzado afecta a una longitud del filo bastante grande. Por regla general, la parte adelgazada debe tener una longitud al menos igual a la cuarta parte del diámetro de la broca, enlazándose progresivamente con la parte no modificada.

Cuando se practica correctamente esta operación, se consigue una disminución de la fuerza de taladrado que puede llegar a ser hasta del 40%.

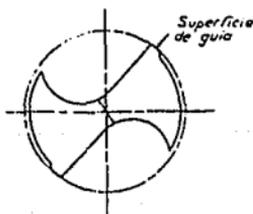


Las superficies de guía y canales.— Observando el punto (A) de las figuras anteriores, que es el más alejado del centro, se comprueba que esta parte de la herramienta trabaja como la punta de una cuchilla de cilindrar, con la diferencia de que el ángulo (A) es vivo (sin redondear) y que el contrafilo (AG) no tiene ángulo de incidencia como se ilustra a continuación. Este punto de filo soporta un

esfuerzo considerable a consecuencia del rozamiento sobre las paredes del barreno y del corte de la viruta en el punto donde la velocidad es máxima. Todo esto debe tenerse en cuenta para evitar que la broca se desgaste muy deprisa.



Además, si a toda la hélice de la broca sobre la cual está situado el punta (A), le siguiera una superficie que tuviera ángulo de incidencia, el ángulo vivo que se formaría sería muy frágil y haría que el filo se desgastase muy rápidamente; por esta razón las brocas tienen unas superficies de guía cilíndricas como se ilustra a continuación, de una anchura reducida y que refuerzan el contrafilo de la broca.



Angulo de incidencia.— Generalmente se mide sobre la circunferencia exterior. El ángulo de incidencia (α) varía, según:

1) Con la clase de material que debe trabajarse.

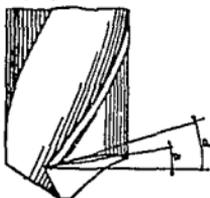
Un ángulo de incidencia muy grande aumenta la fragilidad de los filos y facilita la penetración de la broca en el material.

2) Con el avance empleado.

El ángulo de incidencia debe evitar el contacto de las superficies de incidencia con las superficies en curso de trabajo en el fondo del taladro.

Además, la curva descrita por cada punto del filo es una hélice. Por esta razón, la superficie de incidencia posterior a cada filo, debe afilarse de manera que resulte una superficie helicoidal.

Es preciso, para conseguir el destalonado, que esta superficie tenga un ángulo (d) superior al ángulo (a). Dicho de otra manera, el ángulo de afilado en un punto cualquiera debe ser superior al ángulo de la hélice descrita por este punto durante el trabajo, como se muestra a continuación.



Cuando mayor es el avance, mayor debe ser el ángulo de incidencia de la broca. El ángulo de incidencia tiene un valor que generalmente está comprendido entre 6 y 8°, pero puede llegar incluso hasta los 15°.

Es interesante indicar que para las brocas con filos de carburo duro se recomienda labrar, juntamente con el destalonado, un bisel cónico. Este bisel prolonga la efectividad del afilado.

Los últimos progresos realizados en la fabricación de brocas consisten en darles un tratamiento superficial que les confiere unas cualidades de rozamiento excepcionales.

Este tratamiento, llamado sulfinizado, permite trabajar a velocidades de corte más elevadas para una misma duración de la broca entre dos afilados, o bien, manteniendo las condiciones de corte normales, aumentar la duración entre afilados.

3.- LUBRICANTES Y REFRIGERANTES.

INTRODUCCION.

Es difícil determinar con precisión cuándo y cómo empezaron a usarse los fluidos de corte en las operaciones de corte de metales. Mucho antes que el corte de los metales se hubiera extendido tanto como en la actualidad, se usaba el agua para enfriar las herramientas afiladas en piedras de amolar, según la vieja costumbre, y se aplicaba aceite a las llamadas piedras aceitadas, usadas para el afilado de cuchillería fina. Por tanto, parece razonable suponer que al menos se hacía algún uso experimental de los fluidos de corte poco tiempo después de la introducción del torno de cortar metales.

La pérdida de dureza que experimentan los filos con el calor originado por el calor de los metales, provoco la búsqueda de nuevos procedimientos para conservar la capacidad de corte de las herramientas, refrigerando sus filos.

Los primeros ensayos son relativamente recientes. Se realizaron mediante líquidos y particularmente con agua. Hata el año 1880 no se empleó la refrigeración de las herramientas. En su memoria sobre el corte de los metales, F.W. Taylor menciona, que hacia el año 1890, en algunas fábricas americanas existían unas instalaciones que permitían enviar sobre la herramienta grandes chorros de agua saturada con sosa para evitar la oxidación de las piezas y facilitar el corte.

Durante la misma época se empezaba en Francia a refrigerar las herramientas con agua jabonosa mezclada con carbonato de sosa. En la Exposición Universal de 1900 se dio a conocer a los técnicos de todo el mundo, el empleo de los aceros de corte rápido y los dispositivos de refrigeración, que produjeron una verdadera revolución en la técnica del corte de los metales.

En esta época, debido a la facultad que tenían los aceros rápidos de conservar su dureza hasta la temperatura del rojo sombra, se consideró inútil el refrigerar tales herramientas, de las cuales se creía obtener el máximo rendimiento al hacerlas producir bonitas virutas azules.

En la actualidad, nadie tiene ninguna duda sobre la necesidad de enfriar los filos. El empleo en las construcciones mecánicas de metales cada vez más difíciles de trabajar de piezas más precisas y con buen acabado superficial y el deseo cortante de rebajar los precios de coste, han contribuido a esta evolución.

No obstante, desde que se emplean los carburos duros, el aumento de la velocidad de corte hace que la refrigeración mediante líquidos; sea dificultosa. Por esta razón se ha ensayado refrigerar con gases, habiéndose registrado unos resultados muy esperanzadores.

Aunque los carburos duros sean menos sensibles a la pérdida de dureza por el aumento de temperatura debido al corte, el trabajo sin refrigeración disminuye la capacidad de corte de estas herramientas.

3.1.- INCONVENIENTES DEL CORTE SIN REFRIGERACION.

Los inconvenientes del trabajo realizado sin refrigeración se deben al calentamiento simultáneo de la herramienta, de las virutas y de la pieza. Cuando la cuchilla es de acero rápido, puede llegar a alcanzar durante el trabajo, una temperatura a partir de la cual su dureza disminuye rápidamente.

También el calentamiento de la pieza es muy perjudicial: la dilatación falsea las dimensiones y hace imposible una comprobación precisa. En el caso de torneear entre puntos, el alargamiento de la pieza puede agarrotar el contrapunto. Además, cuando la pieza es larga, el calentamiento puede ocasionar una deformación permanente de la misma.

Por último, la temperatura a la que salen las virutas en trabajos de desbaste, puede representar un solo peligro para el obrero si no se adoptan unas precauciones especiales para dirigir las virutas y asegurar que los órganos de maniobra de la máquina queden expeditos en todo momento.

3.2.- VENTAJAS DE LA REFRIGERACION.

La refrigeración determina siempre una mayor producción por unidad de tiempo, cualquiera que sea la calidad y tipo de herramienta empleada, puesto que proporciona las siguientes ventajas:

- 1.- Enfría simultáneamente la herramienta y la pieza.
Con ello se evitan los inconvenientes ya relatados: dilatación, esfuerzo anormal sobre el contrapunto, etc., y se mantiene el filo a una temperatura inferior a la que corresponde a la pérdida de sus cualidades de corte.
- 2.- Disminuye el trabajo de rozamiento, pues la lubricación facilita el deslizamiento de la herramienta sobre la pieza y el de la viruta sobre la cuchilla.
- 3.- Reduce la potencia consumida por la máquina para la producción de un determinado peso de virutas.
- 4.- Permite aumentar, ya sea la velocidad de corte, y a la sección de viruta, o ambas cosas a la vez.
En todos los casos, el precio de coste por kilogramo de virutas disminuye notablemente.
- 5.- Aumenta la producción de virutas entre dos afilados de la cuchilla y, de una manera general, reduce su desgaste, por lo que su afilado es más sencillo que si trabaja en seco.
Prolonga, pues, la duración de las herramientas y, por consiguiente, puede ser menor el capital invertido en las mismas.

Resumiendo, la refrigeración de las herramientas proporcionan:

- una calidad mejor en los trabajos realizados,
- una economía notable en mano de obra, fuerza motriz y en herramientas,
- una utilización más racional de las máquinas, que, al trabajar más de prisa, emplean menos tiempo en la ejecución de los trabajos.

En lo que respecta al ahorro de fuerza motriz, numerosos ensayos realizados en condiciones de corte bien determinadas han demostrado que la reducción en el consumo de potencia, por el hecho de trabajar con refrigeración, es del orden del 10%.

Características que deben tener los fluidos de corte.

A fin de determinar las características necesarias de un fluido de corte, es necesario establecer su funcionamiento principal, ante todo, un fluido de corte debe reunir cierto número de requisitos que son:

- 1.- Una velocidad de corte suficientemente alta,
- 2.- La obtención de un buen acabado superficial,

Las condiciones que deben reunir los aceites de corte en general son las siguientes:

- 1.- Calor específico lo más elevado posible.
- 2.- Emulsión estable en agua.
- 3.- Índice de vaporización elevado.
- 4.- Poseer un buen poder de detergencia.
- 5.- Que se pueda manipular cómodamente con la solución madre o aceite de corte.
- 6.- Que posea una conductividad térmica muy alta.
- 7.- Que el poder de protección bacteriana sea alto.

3.3.- ACRITES SOLUBLES.

Se trata de emulsiones que, generalmente, constan de un jabón, aceite mineral (un spindle más o menos viscoso) y los aditivos adecuados de oxidación, antiespuma, etc.

Para que una de estas emulsiones sea buena, como se ha dicho, debe guardar las condiciones ya expuestas y, sobre todo, dar una emulsión lechosa consistente, perdurable, grasosa, no oxidante, en una proporción de 2 a 10 % en agua.

Normalmente esta emulsión es, como se ha indicado, lechosa, más o menos blanca y opaca, pero, según para el trabajo a que se destine.

A estos tipos de concentrados químicos se les suele llamar <taladrinas>, y pueden ser blancas, o verdes.

Las condiciones principales que debe poseer todo aceite de corte soluble en agua son las siguientes :

- 1.- Que sea capaz de reducir las temperaturas que se originan en el trabajo de mecanización o corte; es decir, debe tener gran poder de refrigeración.
- 2.- Que reduzca el rozamiento entre la pieza a mecanizar y la herramienta de corte, de modo que disminuyan los desgastes.
- 3.- Que evite que la punta de la herramienta de trabajo y la viruta arrancada a la pieza se suelden entre sí.

- 4.- Que sea capaz, por el gasto el líquido, de arrastrar la viruta, evitando los entorpecimientos en el trabajo, con lo que se gana tanto en el perfeccionamiento del acabado de la pieza como en la economía del taller.

3.4.- TALADRINA BLANCA.

El mejor aceite refrigerante, descubierto como tal por E. W. Taylor en 1880, es el agua, pues permitía aumentar en un 40 % la velocidad del torno con la consiguiente elevación del rendimiento del mismo, al utilizar dicho líquido como fluido refrigerador.

Características fundamentales del agua como refrigerante.

Calor específico kcal/kg°C	1.
Índice de conductividad térmica kcal/mh°C	0.6
Calor de vaporización kcal/kg	545.
Tensión superficial dyn/cm	70.
Viscosidad cinemática (centistokes a 50°C) cSt	1.
Grados Engler (E°) a 50°C	1.

Por disponer, pese a disponer de un refrigerante tan magnífico, fallaba en él un factor importantísimo: corroía los metales que se trabajaban; por ello se tuvieron que buscar nuevos sistemas, adicionales alguna sustancia que le eximiera de este poder de oxidación.

3.5.- TALADRINAS VERDES.

Se trata de unos productos de fácil elaboración, constituidos por mezclas de sustancias que benefician el trabajo de ciertos metales y que, al disolverlas en agua, en vez de tomar el color blanco adquieren un color verdoso.

Hay infinidad de fórmulas para estos preparados, aunque casi todas ellas se basan en la mezcla de un alto porcentaje de aceite mineral puro (spindle de viscosidad baja) y de la mejor calidad posible, con algún agente anticorrosivo y antioxidante, y un aditivo soluble en agua, que, además de darle un mayor poder de refrigeración, proporcionan el mencionado color verde fluorescente.

3.6.- NORMAS GENERALES.

Como en todas las técnicas, existen ciertas reglas que son básicas para la buena marcha de la elaboración de un producto cualquiera, así como.

a) En los aceites solubles es importantísimo controlar su PH, debiendo procurar que se mantenga entre 7 y 7.5, es decir, neutro. De lo contrario, ligeramente alcalina, pues de lo contrario por la formación de jabones, ocasionando además alguna otra consecuencia de tipo dérmico.

b) La densidad de la solución madre debe ser tal que, al ser disuelto en agua, en las proporciones ya indicadas, ha de tener un peso específico muy próximo al del agua.

c) Con respecto a la viscosidad de los aceites de corte, según Prevost, para máquinas que trabajen a velocidad superior a 30 m/min deben utilizarse aceites solubles y fluidos, y para las que trabajan a velocidad inferior a la citada debe emplearse aceites viscosos y por lo tanto no solubles.

d) Como regla empírica para dosificar el gasto de lubricante en una máquina con su herramienta en pleno trabajo, se debe tomar tantas veces cuatro litros de lubricantes por minuto, como CV se absorban en el trabajo de corte.

e) Nunca se debe añadir el agua al aceite si se desea obtener una buena emulsión lechosa, persistente y consistente, sino al contrario, y además debe llevarse a cabo agitando fuertemente.

Con estas normas, no solamente aplicables a las taladrinas, sino también a los aceites no solubles.

3.7.- ADITIVOS.

Dichos productos químicos, que se incorporan generalmente en pequeñas cantidades, para mejorar el comportamiento de un aceite, en relación con una determinada aplicación, se llama aditivos. Normalmente el aditivo más importante que se debe agragar a un aceite soluble es el antioxidante. Hay muchos preparados aconsejados por numerosos industriales de solvencis internacional y en los que su elevado precio no influye excesivamente en el del producto final, ya que las proporciones empleadas son

pequeñas. Prácticamente se ha comprobado que los nitritos dan resultados satisfactorios, si bien ciertas industrias extranjeras prefieren el benzoato sódico. Aditivos antiespumantes, aditivos antivacterianos, aditivos de untuosidad, etc. Todos ellos se pueden añadir a estos aceites solubles, siempre pensando en la calidad del producto y en el precio a que se deseen vender.

Condiciones que debe cumplir y aditivos que debe contener un aceite de corte soluble

Lubrificantes	Aceite soluble
Tipos de aditivos utilizados	Sulfonatos solubles en agua. Jabones y otros emulsionantes. Bactericida.
Fines que cumple el aditivo	Lograr la estabilidad del aceite en la emulsión acuosa. Eliminar la acción bacteriana.

3.8.- ACEITES DE CORTE NO SOLUBLES.

Los primeros aceites de corte no solubles para el mecanizado de metales, que se emplearon en la industria metalúrgica, consistieron en aceites minerales puros, aceites fijos o grasos y aceites compounds, es decir, mezclas de aceites minerales y vegetales o animales.

Estos aceites deben tener sobre todo un gran poder lubricante, superior incluso al poder refrigerante, que también debe ser alto.

Como aceite característico, se utilizó primeramente el aceite de colza, en particular para aquellos trabajos en que el mecanizado debía ser profundo y de gran precisión; incluso estos aceites tuvieron denominaciones especiales, tales como 66K1 y 69.

Se designaba por aceites K1 los aceites de pie de cerdo, colza, algodón, etc., es decir, todos aquellos aceites denominados grados. Pronto se vio que estos tipos de aceites, si bien no son nada desdeñables para ciertos trabajos, en otros resultaban insuficientes, por lo que se añadió a ellos azufre libre, apareciendo con ello los llamados aceites de corte sulfurados que se utilizan sobre todo a elevadas temperaturas.

La acción del azufre libre se puede interpretar del siguiente modo: con este lubricante, al actuar sobre la pieza que se mecaniza se va formando, a cada pasada de la herramienta, una capa superficial de sulfuro metálico, que aumenta la adherencia del lubricante y tiende a disminuir el frotamiento, con lo que se gana velocidad de corte y, por lo tanto, se hace una economía al tardar menos tiempo en mecanizar la pieza.

No obstante esta ventaja, se debe advertir que los aceites sulfurados no deben utilizarse con el aluminio, aleaciones de aluminio, aceros al carbono ni con aceros aleados; solamente se puede hacer una salvedad con los aceros semiduros.

4.- ABRASIVAS.

INTRODUCCION.

Las muelas abrasivas son necesarias en las siguientes operaciones:

- 1.- En el desbaste, donde es requerido un simple arranque de material sin mucha precisión ni pulido (desbarbado de piezas fundidas, etc.).
- 2.- En el rectificado, donde la muela debe determinar superficies lisas y de precisión.
- 3.- En el afilado, donde la muela regenera el filo de corte (según una relativa precisión) de los ángulos característicos de la despulla.

En la tecnología de las operaciones mecánicas, las muelas son consideradas como herramientas policortantes, cuyas cuchillas, numerosas y protegidas, están constituidas por los granos abrasivos que arrancan el material en pequeña cantidad.

Las condiciones del trabajo deben elegirse oportunamente, considerando:

- a) La calidad del trabajo (en función de la calidad y dureza del material a trabajar).
- b) El tamaño del grano (en función del grado de pulido que se desea obtener).
- c) El tipo de aglomerante.

- d) La velocidad de la muela.
- e) La velocidad de la pieza.
- f) La profundidad de la pasada.
- g) La velocidad de avance lateral.
- h) La clase y cantidad del líquido refrigerante.

4.1.- CONSTITUCION DE LAS MUELAS.

Los elementos básicos que intervienen en una muela son:

- 1.- El grano abrasivo.
- 2.- El material aglomerante.
- 3.- El grado.
- 4.- La estructura.

1.- El grano abrasivo, o elemento que hace el trabajo de corte.

2.- El material aglomerante, o elemento que actúa como un cemento y mantiene a los granos abrasivos en la forma que se requiera.

3.- El grado, o medida de la resistencia con la que el material aglomerante sujeta a las partículas de material abrasivo, y mide también la resistencia compuesta que ofrecen el material aglomerante y los granos abrasivos a las tensiones del trabajo a que son sometidos, que actúan separando los granos de la cara de la muela, ocasionando así el desgaste de éste.

4.- La estructura, puesto que todos las muelas de rectificar son porosas en algún grado, dependiente del tamaño de los espacios entre poros, la estructura es básicamente la relación entre los granos abrasivos con el

material aglomerante, y la relación de estos dos elementos con los espacios vacíos que los separan.

4.2.- TIPOS DE ABRASIVOS.

Un abrasivo es un material extremadamente duro, y más o menos tenaz, en el que se forman, al romperse, muchos ángulos con aristas agudas. Un abrasivo está compuesto de pequeños granos; hay dos tipos de granos abrasivos, el natural y el artificial o manufacturado.

Los abrasivos naturales, tales como la piedra esmeril, la piedra sílica, el corindón, y el cuarzo, que se extraen de yacimientos, son considerados como abrasivos naturales, porque son producidos por fuerzas incontroladas de la naturaleza; a falta de esta falta de control y la consiguiente presencia de impurezas, el uso de abrasivos naturales a disminuido bastante. Por ejemplo, la piedra esmeril puede contener 65 % de material abrasivo o de corte y 35 % de impurezas; estas últimas no solamente perjudican a la acción de corte, sino que tienden a impedir a la uniformidad en las muelas fabricadas con este abrasivo natural.

Los abrasivos artificiales, tales como el óxido de aluminio fundido y el carburo de silicio, son productos de horno eléctrico. Los métodos de su producción son controlados; por consiguiente, pueden cambiarse la calidad y las características de estos dos tipos de abrasivo, a fin de que reúnan condiciones específicas para el trabajo de rectificar o afilar. La composición de cualquier muela

manufacturada con estos dos tipos de abrasivos no se hace por intuición.

Oxido de aluminio. Este abrasivo es un grano tenaz y agudo, cuya fórmula química es Al_2O_3 . Se obtiene en el horno eléctrico de arco, cargandolo con bauxita, una arcilla que contiene más pura de óxido de aluminio que se encuentra en cantidades comerciales, con un porcentaje de coque en polvo y limaduras de hierro. En el voluminoso horno de arco es extraído el agua combinada químicamente, se reducen las impurezas del mineral de sus metales, se combina con el hierro y se reúne en el fondo, y se forman unas masas pesadas de óxido de aluminio cristalino, uno de los materiales más duros conocidos; recogidas estas masas y enfriadas, son trituradas, se separan en ellas las impurezas, y es tamizan los granos para separarlos en tamaños normalizados.

Algunos fabricantes de muelas producen el óxido de aluminio bajo nombres comerciales, tales como los que a continuación se enlistan:

Fabricante	Nombre comercial
The Carborundum Company	Aloxite
The Norton Company	Alundum
Mackiln Company	Oxido de aluminio
Abrasive Company	Borolon

Carburo de silicio. Es un grano muy duro y agudo, cuya fórmula química es SiC . Es el abrasivo indicado para el rectificado de materiales de poca resistencia a la tracción, tales como fundición, bronce, aluminio, cobre, y materiales no metálicos. El carburo de silicio es el resultado de la

formación cristalina de los elementos silicio y carbono, efectuada sometiendo una masa de arena silícea y coque (con cantidades relativamente pequeñas de serrín y sal, para ciertas reacciones químicas) a temperatura de unos 4000 °C, durante treinta o más horas, en un horno eléctrico de resistencia. Cuando se han enfriado, las masas de cristales de bonitos colores se trituran, con grandes rodillos, una y otra vez, se limpian de todas sus impurezas, y se tamizan para clasificarlas en varios tamaños.

Debido a la extremada fragilidad de los cristales de carburo de silicio, las muelas hechas con este abrasivo no son las que mejor se adaptan para el rectificado de materiales de alta resistencia a la tracción, como el acero. Son recomendables para materiales de baja resistencia a la tracción, tales como la fundición, latón, bronce, aluminio y cobre, así como a sustancias no metálicas, como caucho, celuloide, mármol y vidrio.

He aquí algunos de los nombres comerciales dados al carburo de silicio por fabricantes de muelas:

Fabricante	Nombre comercial
The Carborundum Company	Carborundum
The Norton Company	Crystolon
Mackiln Company	Carburo de silicio
Abrasive Company	Electrolon

4.3.- GRANOS O POLVOS.

Una vez que el material abrasivo está triturado y limpio de suciedad y otras impurezas, se procede a separarlo en varios tamaños de granos. Las partículas más pequeñas son

separadas mediante tamizado a través de tamices de diferentes números de mallas. Las partículas abrasivas de estos tamaños son llamadas polvos o granos. Las dimensiones de tales granos son denominados de acuerdo con las dimensiones de las mallas de los tamices por los que pasan, y los tamaños de grano así establecidos están normalizados en toda la industria de abrasivos.

Las dimensiones comerciales de granos son las siguientes:

Gama basta: de 6 a 24

Gama media: de 30 a 100

Gama fina : de 120 a 600

La de 180 se marca con F

La de 320 se marca con FF

La de 500 se marca con FFF

4.4.- TIPOS DE AGLUTINANTES.

El aglomerante es el material que aglutina las partículas de grano abrasivo. El aglomerante puede compararse a una portaherramientas, que sujeta el grano -la herramienta de corte- en su lugar, mientras hace su trabajo.

Cuando las partículas de grano abrasivo llegan a romperse completamente, el material aglomerante deja suelto el grano abrasivo roto, y deja así expuestas nuevas partículas agudas para continuar el trabajo. Cinco tipos principales de aglomerante usados en la fabricación de muelas son:

Aglomerante vitrificado.
Aglomerante al silicato.
Aglomerante a la resina.
Aglomerante a la gamalaca.
Aglomerante al caucho.

Aglomerante vitrificado. Se usa en más del 75 % de las muelas de rectificar. Las características de porosidad y resistencia de las muelas hechas de este aglomerante proporcionan una alta capacidad de corte. Este aglomerante no es afectado por el agua, ácidos, aceite, o las condiciones ordinarias de temperatura.

Aglomerante al silicato. Para el rectificado de filos de herramientas, y en condiciones en las que el calor generado en el rectificado debe ser mantenido a un mínimo, se usan muelas con aglomerante al silicato, las cuales desprenden los granos abrasivos más fácilmente que las muelas de aglomerante vitrificado.

Aglomerante a la resina. Es un conjunto orgánico sintético, y las muelas pueden hacerse con él en varias estructuras, desde las muelas como las anteriores, duras, bastas, a las blandas, abiertas y finas; cortan con poca elevación de temperatura, quitan rápidamente el material y pueden girar a altas velocidades.

Aglomerante a la gomalaca. El abrasivo que contiene este tipo de aglomerante es capaz de producir un alto acabado en árboles de levas, cilindros de laminar, etc. Se aplica para corte en frío sobre aceros templados de herramientas y secciones finas.

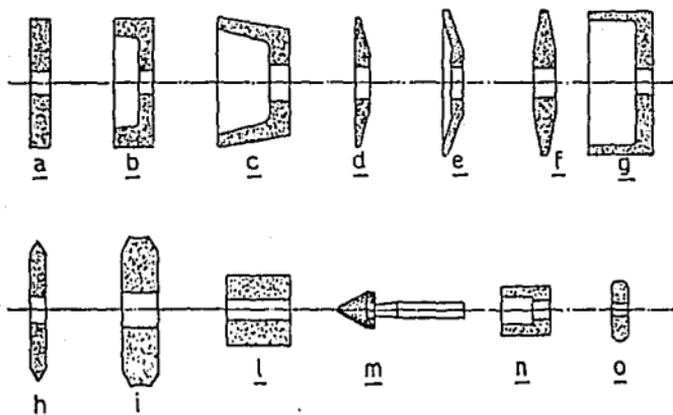
Aglomerante al caucho. En donde se requiere un buen acabado, se usa principalmente el caucho como aglomerante. A causa de su resistencia y tenacidad, este aglomerante se usa exactamente para hacer muelas extremadamente finas.

4.5.- FORMAS Y DIMENSIONES DE LAS MUELAS.

Al tratar de las rectificadoras y las afiladoras hemos visto que la herramienta (muela) aplicada a estas máquinas es un sólido de revolución generado por una línea girando alrededor de un eje. Las muelas, a este respecto, pueden tener un número infinito de formas y dimensiones. Algunas de estas formas son:

- a.- De disco.
- b.- De copa.
- c.- De copa.
- d.- De plato.
- e.- De plato, hueca (para fresas).
- f.- Biconica.
- g.- De copa cilíndrica.
- h.- De disco para, roscas.
- i.- De forma para árboles ranurados.
- l.- Para superficies cilíndricas interiores.
- m.- Dental.
- n.- Para superficies cilíndricas interiores.
- o.- Convexas de radio.

Se ilustran a continuación.



5.- MEDICION DE LAS FUERZAS DE CORTE.

5.1.- METODOS DE MEDIDA.

Han sido muchos los procedimientos ideados para determinar las fuerzas de corte durante el trabajo de torneado. Se ha prestado la máxima atención especialmente a la medida de la fuerza vertical (reacción de corte), aunque algunos métodos permiten la medida simultánea de las tres componentes de la fuerza, que son:

- a.- Fuerza de avance F_x .
- b.- Fuerza de penetración F_y .
- c.- Fuerza de corte F_z .

La dificultad de estas mediciones reside en el hecho de que la fuerza que se quiere medir varía mucho, mientras que el desplazamiento de la punta de la cuchilla es muy pequeño.

A continuación se mencionan algunos métodos para la determinación de las fuerzas como son:

- Método hidraulico.
- Método neumatico.
- Método electrico.

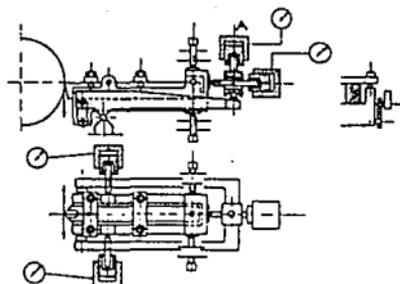
5.2.- METODO HIDRAULICO.

Consiste en medir, mediante manómetros, la presión del aceite de unos cilindros cuyos pistones reciben la acción de las fuerzas que se trata de medir. Aunque el aceite sea prácticamente incompresible, no obstante se necesita cierto

desplazamiento del pistón para conseguir la suficiente sensibilidad.

Puesto que la punta de la cuchilla no puede desplazarse respecto a la pieza más que una cantidad muy pequeña (del orden de 0.5 mm), necesariamente se debe prever una aplicación de los movimientos de la herramienta mediante un sistema de palancas.

La figura siguiente nos muestra como se realiza esta aplicación.



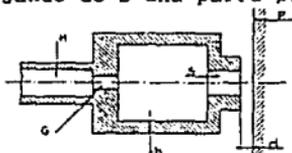
La herramienta se fija sobre un soporte que puede oscilar por su extremo y que transmite la fuerza sobre una segunda palanca, la cual amplía el movimiento de la punta y actúa sobre el pistón de medida (A).

Este método simple es también uno de los más antiguos. Presenta el inconveniente de dar únicamente valores medios, cuya precisión es relativa puesto que depende de los rozamientos y de la estanqueidad, la cual no se alcanza más que aumentando las resistencias pasivas.

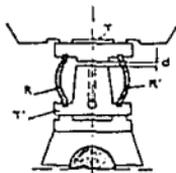
5.3.- METODO NEUMATICO.

Está basado en el dinamómetro neumático Solex, se muestra a continuación. Se sabe que si admitimos aire comprimido a presión constante por H, entre las dos paredes de G y S se producirá una presión h que será función de las secciones de los orificios G y S.

Si la sección de S es inferior a la de G, pero relativamente grande, la presión en h podrá hacerse variar aproximando o alejando de S una pared plana P.



Así pues resulta posible, midiendo la presión en h , determinar la separación (d) que existe entre la tobera y la pared plana. La figura siguiente indica el esquema del aparato.



La fuerza a medir se aplica sobre la placa T', que hace flexar las ballestas R y R'; la separación (d) entre la tobera de salida y la pared T disminuye, por lo cual aumentará la presión h .

El aparato en sí es sensible y preciso, pero el registro de las lecturas sobre un tambor depende

evidentemente de la inercia del sistema mecánico de registro empleado.

Este sistema de valores medios y muy buenos, pero no puede revelar más que variaciones de la fuerza de una frecuencia baja, resultando insuficiente para un análisis profundo del fenómeno del corte.

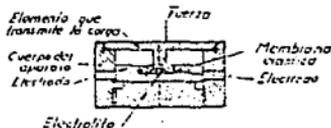
5.4.- METODO ELECTRICO.

Son muy ventajosos. Registran las fuerzas con mucha precisión y permiten conocer no solamente la fuerza instantánea y la fuerza media sino también la frecuencia de las fuerzas instantáneas y los valores máximos.

Así tenemos que según el elemento fundamental, utilizado dentro del proceso de medición eléctrico, podemos contemplar varios métodos dimensionados por su característica principal de trabajo como son:

a) Método por resistencia.

Una cubeta de material aislante, tapada con una membrana de caucho, está dividida en dos compartimentos por un tabique intermedio, cuya altura es ligeramente inferior a la de la cubeta, se muestra a continuación.



Toda la cubeta se llena hasta los bordes con un electrolito. En cada uno de los compartimentos se introduce

un electrodo. La corriente pasa de un electrodo a otro a través del electrolito entre la membrana y el tabique.

Cuando la fuerza a medir actúa sobre la pared superior, la flexa, así como a la membrana; la separación entre membrana y tabique disminuye. Esta reducción de la sección de paso ofrecida a la corriente por el electrolito, hace aumentar la resistencia del circuito, midiéndose eléctricamente las variaciones de la intensidad.

Contrastando el aparato, puede leerse directamente la fuerza que corresponde a la variación experimentada por la corriente. Este aparato es delicado por la dificultad que se presenta en la práctica para mantener sus constantes.

b) Método por capacidad.

Como en el aparato interior, la fuerza a medir actúa sobre una pieza flexible que origina una variación de la separación de las armaduras y por lo tanto de la capacidad del condensador, se ilustra a continuación.



Un punto de medida permite medir con un galvanometro la variación de la fuerza, cuyos valores absolutos se obtienen por contraste. El método por capacidad tiene la ventaja sobre el método por resistencia de no emplear electrolito en consecuencia, el aparato tiene más probabilidad de permanecer constante y por lo tanto no exige su comprobación en cada empleo.

Además, puede emplearse para la medida de fuerzas instantáneas, pero en este caso será preciso alimentar el punto eléctrico de medida con una corriente cuya frecuencia deberá ser muy superior a la de las variaciones de la fuerza que se investiga.

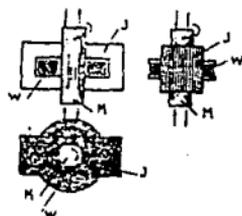
c) Método magnético.

Modificando el estado elástico de un núcleo magnético, sus propiedades magnéticas cambian. El aparato representado en la próxima figura se compone esencialmente de un núcleo magnético que resiste la fuerza (o el par) que se trata de medir.

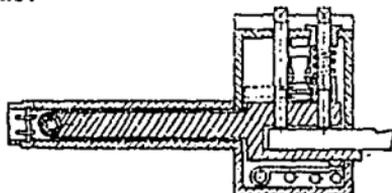
M núcleo magnético

W bobina

J caja de láminas metálicas
para proteger a M y a W
de los campos exteriores



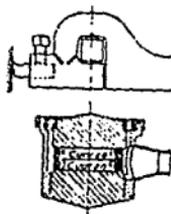
La variación de la propiedades magnéticas del núcleo origina una variación de la inductancia de la bobina que lo envuelve. Como esta bobina está alimentada por corriente alterna, habrá modificación de la corriente, la cual se medirá mediante un puente de medida. Para proteger el aparato de los campos exteriores, el núcleo magnético y la bobina están encerrados por una envoltura metálica (jaula de Faraday). La próxima figura muestra este aparato montado sobre un torno.



d) Método del cuarzo piezoeléctico.

Se parece mucho al método anterior, pero el aparato empleado tiene una sensibilidad mayor. Se basa en la ley de Curie. Se sabe que un cristal de cuarzo sometido a una presión produce un campo eléctrico proporcional a ésta. La gran ventaja del cuarzo es la de ser prácticamente incompresible, debido a su módulo de elasticidad próxima a 8000.

Resulta que el cuarzo, sobre el cual se apoya la herramienta durante el trabajo, recibe la fuerza directamente sin desplazamiento apreciable. En este aparato, las diferencias de potencial se miden mediante un electrómetro constituido por una lámpara termoiónica, cuyas variaciones de corriente están registradas por un oscilógrafo catódico. La corriente se regula de tal manera que la tensión de alimentación permanece constante cualesquiera que sean las variaciones de la red, en la figura siguiente se muestra.



6.- DESARROLLO Y CALCULOS PARA UNA MEDICION DE FUERZA DE CORTE.

Acontinuación se desarrolla una metodología para el cálculo de las mediciones de fuerza obtenidas en un proceso específico de corte o arranque de viruta.

6.1.- PARA UN TORNEADO.

Inicialmente se especifica el cálculo de las fuerzas de corte durante una operación de torneado y específicamente, en cilindrado el cual coadyeva características específicas que se enuncian a continuación.

Primeramente se presenta un panorama general de las acciones de corte en la pieza dentro de una ruta de trabajo.

Se presenta una ruta de trabajo:

Proceso de fabricación	Herramienta de corte	Sujesión
1.- Corte de material	Seguta	Banco
2.- Refrentar cara	Buril de desbaste	Chuck U.
3.- Taladrar	Broca de centros	Chuck U.
4.- Cilindrar	Buril de desbaste	Chuck U. y punto giratorio

Previamente a los cálculos se debe saber el tipo de herramienta de corte y el material a desbastar.

La herramienta de corte utilizada puede ser de diferentes tipos de materiales, algunos se mencionan a continuación.

Acero rápido.

Acero superrápido.

Plaquita de metal duro.

(Insertos de carburo y tungsteno)

El material a desbastar puede ser de diferentes tipos, unos se mencionan a continuación.

Acero extrabiando.

Acero duro.

Acero extraduro.

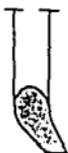
Cobre.

Latón.

Aluminio.

etc.

Teniendo el tipo de la herramienta de corte, el material a desbastar y haciendo una operación de desbaste, se tiene la velocidad de corte (V_c) en metros por minuto de la siguiente tabla.

Material de la herramienta R = acero rápido RR = acero superrápido W = plaquita de metal duro	Tornear exterior			Acabado			Tornear interior		
	Desbastado			Acabado			Desbastado y acabado		
									
	R	RR	W	R	RR	W	R	W	
Acero extrablado	60	90	100	80	120	150	40 70	70 100	
Aceros duros	35	50	95	45	70	120	25 40	50 95	
Aceros extraduros	30	40	65	40	50	80	20 30	40 65	
Aceros bonificados	20	25	60	30	35	70	15 18	35 60	
Fundición dulce	40	60	90	50	70	100	30 40	65 90	
Fundición dura	20	40	60	30	55	70	15 20	40 60	
Cobre - Bronce B-14	45	65	165	60	90	260	35 45	80 160	
Latón	100	200	220	200	300	350	75 100	100 220	
Aluminio	200	300	400	300	500	600	150 200	300 400	

Teniendo el material a desbaste y la operación de desbaste se tiene el avance (S) en milímetros por revolución de la siguiente talba, utilizando herramientas de acero rápido.

	Tornear exterior		Tornear Interior	
	Desbastado	Acabado	Desbastado	Acabado
Acero dulce	0,1-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3	0,05-0,2
Acero duro	0,1-0,4	0,05-0,25	0,05-0,3	0,05-0,2
Acero extraduro	0,1-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3	0,05-0,2
Acero tratado	0,1-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3	0,05-0,2
Fundición dulce	0,1-0,8	0,05-0,2	0,05-0,6	0,05-0,2
Fundición dura	0,1-0,8	0,05-0,25	0,05-0,5	0,05-0,2
Cobre - bronce	0,1-0,8	0,05-0,25	0,05-0,5	0,05-0,025
Latón	0,1-0,8	0,05-0,25	0,05-0,6	0,05-0,2
Aluminio	0,1-0,8	0,05-0,25	0,05-0,4	0,05-0,2

Cálculos.

Considerando las siguientes condiciones de trabajo se ejemplifica el desarrollo del cálculo para las fuerzas de corte en el torneado.

a) Herramienta - Acero rápido.

Material - Acero duro, con diámetro $D = 35$ [mm]
Acero 430 inoxidable.

Operación - Desbaste.

Consultando los parametros de máquina de las tablas anteriores.

$V_c = 35$ m/min

$S = 0.1$ a 0.4 [mm/rev]

$S = 0.25$ [mm/rev] (promedio)

Para calcular las revoluciones por minuto tenemos la siguiente expresión.

$$n = \frac{(1000) V_c}{\pi D}$$

DONDE

n revoluciones por minuto [RPM]

V_c velocidad de corte en [m/min]

D diametro original de la pieza en [mm]

π constante igual a 3.1416

Sustituyendo los valores en la expresión anterior, tenemos que las revoluciones por minuto son:

$$n = 318.31 \text{ [RPM]}$$

- b) Herramienta - Acero rápido
 Material - Acero extraduro, diámetro D = 50 [mm]
 Acero H13 inoxidable
 Operación - Desbaste

Entrando a tablas para obtener los parámetros de máquina tenemos que:

$$V_c = 30 \text{ [m/min]}$$

$$S = 0.1 \text{ a } 0.4 \text{ [mm/rev]}$$

$$S = 0.25 \text{ [mm/rev]} \quad (\text{promedio})$$

Las revoluciones por minuto se calculan con la misma expresión anterior, por lo tanto las RPM son:

$$n = 190.986 \text{ [RPM]}$$

- c) Herramienta - Acero rápido
 Material - Acero extrablando, diámetro D = 38 [mm]
 Acero Cold Roll
 Operación - Desbaste

Los parámetros de máquina de tablas son:

$$V_c = 60 \text{ [m/min]}$$

$$S = 0.1 \text{ a } 0.4 \text{ [mm/rev]}$$

$$S = 0.25 \text{ [mm/rev]} \quad (\text{promedio})$$

Sustituyendo estos parámetros para obtener las revoluciones por minuto en la expresión correspondiente las RPM son:

$$n = 502.594 \text{ [RPM]}$$

6.2.- PARA UN BARRENO.

Inicialmente se especifica el cálculo de las fuerzas de corte durante una operación de taladrado el cual coadyeva características específicas que se enuncian a continuación.

Primeramente se presenta un panorama general de las acciones de corte en la pieza dentro de una ruta de trabajo.

Se presenta una ruta de trabajo.

Proceso de fabricación	Herramienta de corte	Sujeción
1.- Corte de material	segueta	Banco
2.- Barrenar	Broca	Banco

Previo a los cálculos se debe conocer el material a desbastar y el diámetro de la broca.

Con el material a desbastar se escoge la velocidad periférica o la velocidad de corte (V_c) en metros por minuto como se muestra en la próxima tabla.

Materiales a taladrar	Velocidad m / min	velocidad pie / min
Aceros aleados hasta de 29 Rc. de Dureza.	15.2 a 21.3	50 a 70
Aceros aleados arriba de 29 Rc. de Dureza.	9.1 a 15.2	30 a 50
Aceros aleados de más de 38 Rc. de Dureza.	4.5 a 9.1	15 a 30
Aceros forjados	15.2 a 18.2	50 a 60
Aceros inoxidable "magnéticos"	12.2 a 18.2	40 a 60
Aceros inoxidables "No magnético"	6.1 a 15.2	20 a 50
Aceros de "libre maquinado"	22.8 a 38.1	75 a 125
Aceros Mag. o Estruct. 0.10 a 0.30 % de C.	24.3 a 33.5	80 a 110
Aceros Mag. o Estruct. 0.30 a 0.70 % de C.	21.3 a 24.3	70 a 80
Aceros Mag. o Estruct. 0.70 a 1.20 % de C.	12.2 a 18.2	40 a 60
Aluminio y sus aleaciones.	60.9 a 91.4	200 a 300
Bakelita	30.4 a 45.7	100 a 150
Bronce	45.7 a 91.4	150 a 300
Bronce de "alta resistencia tensil"	21.3 a 45.7	70 a 150
Hierro fundido "aleado"	15.2 a 21.3	50 a 70
Hierro fundido "gris"	24.3 a 30.4	80 a 100
Hierro maleable	24.3 a 27.4	80 a 90
Latón	30.4 a 60.9	100 a 200
Madera	91.4 a 121.9	300 a 400
Mármol, Pizarra y piedra de construcción.	4.5 a 7.6	15 a 25
Metal monel	12.2 a 15.2	40 a 50

Con el diámetro de la broca se escoge el avance (S) en milímetros por revolución como se muestra en la próxima tabla.

Díámetro de la broca en mm	Díámetro de la broca en pulg.	Avance en mm / rev	Avance en Pul/rev
Hasta 2.38	Hasta 3/32	0.04 0.06	0.0015 0.0025
3.17 a 3.96	1/8 a 5/32	0.05 0.10	0.002 0.004
4.76 a 5.56	3/16 a 7/32	0.07 0.15	0.003 0.006
6.35 a 7.94	1/4 a 5/16	0.10 0.20	0.004 0.008
9.52 a 11.11	3/8 a 7/16	0.15 0.25	0.006 0.010
12.70 a 14.29	1/2 a 9/16	0.20 0.30	0.008 0.012
15.87 a 17.46	5/8 a 11/16	0.22 0.33	0.009 0.013
19.05 a 20.64	3/4 a 13/16	0.25 0.35	0.010 0.014
22.22 a 23.81	7/8 a 15/16	0.27 0.38	0.011 0.015
25.40 a 28.57	1 a 1.1/8	0.30 0.40	0.012 0.016
31.75 a 38.10	1.1/4 a 1.1/2	0.30 0.46	0.014 0.018
Arriba de 38.10	Arriba de 1.1/2	0.40 0.51	0.016

Calculos.

Considerando las siguientes condiciones de trabajo se ejemplifica el desarrollo del cálculo para las fuerzas de corte en el torneado.

Teniendo el diámetro de la broca, el material a desbistar y la formula para calcular las revoluciones por minuto (n).

$$n = \frac{(1000) V_c}{\pi D}$$

DONDE

- n revoluciones por minuto [RPM]
 Vc velocidad de corte [m/min]
 D diámetro de la broca [mm]
 π constante igual a 3.1416

Tenemos que los parametros de máquina y los calculos son los que se muestran acontinuación.

- a) Material: H13 inoxidable
 Acero inoxidable magnetico

Diámetro (D)		Velocidad de corte (Vc)	Avance (S)	Revoluciones (RPM)
[mm]	[pul]	[m/min]	[mm/rev]	[RPM]
6.35	1/4	15.2	0.15	761.94
9.52	3/8	15.2	0.20	508.22
12.70	1/2	15.2	0.25	380.96

- b) Material: aluminio

Diámetro (D)		Velocidad de corte (Vc)	Avance (S)	Revoluciones (RPM)
[mm]	[pul]	[m/min]	[mm/rev]	[RPM]
6.35	1/4	76.15	0.15	3817.21
9.52	3/8	76.15	0.20	2546.14
12.70	1/2	76.15	0.25	1908.60

7.- IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION.

7.1.- PARA TORNO

El conocimiento del valor de las fuerzas de corte en el torno es indispensable para la determinación de los diferentes tipos de angulos y los refrigerantes utilizados durante el corte de materiales. Estas fuerzas de corte pueden conocerse de una manera exacta puesto que la medición de las fuerzas se realizan por medio de un equipo que nos imbolucra tanto los angulos de corte, como refrigerantes empleados en la herramienta y pieza de trabajo.

El objetivo fundamental es el poder obtener la medición de las fuerzas aplicadas a la pieza de trabajo, en los ejes x, y, z. Así, tenemos una evaluación en F_x , F_y y F_z obteniendo:

- La fuerza de avance F_x .
- La fuerza de corte F_z .
- La fuerza de penetración F_y .

EQUIPO UTILIZADO.

- 2 Galvo amplificadores KIAG SWISS type 5211A
- 2 Amplificadores de carga KISTLER type 5001
- 1 Transductor de fuerza KIAG SWISS type 9263
- 1 Registrador ultravioleta
- 1 Torno, con volteo de 51 cm y de bancada 2.58 metros.
- 1 Buril de 5/16" con angulos α 7° β 58° θ 15°
Acero Cold Roll para desbastar
- 1 Broquero Núm 36 con llave

- 1 Broca de centros Núm 4
- 1 Chock Universal
- 1 Contrapunto o punto giratorio Núm 36
- 1 Cono Núm 4
- 1 Llave allen de 1/8"
- 1 Llave allen de 3/16"
- 1 Llave allen de 5/16"
- 1 Llave allen de 5/32"

EQUIPO NECESARIO POR BRIGADA.

- 1 Contrapunto o punto giratorio Núm 36
- 1 Cono Núm 4
- 1 Llave allen de 1/8"
- 1 Llave allen de 3/16"
- 1 Llave allen de 5/16"
- 1 Llave allen de 5/32"

Se establece que las personas que realicen este tipo de mediciones, es recomendable tengan las bases teóricas necesarias para el buen entendimiento del tema, como son:

- 1.- Manejar torno.
- 2.- Conocer las fuerzas de corte.
- 3.- Como afectan los refrigerantes en la medición de las fuerzas de corte.

DESARROLLO.

Acontinuación se enumeran los pasos a seguir en la realización de una medición de fuerzas con el equipo antes mencionado. En primer término es necesario:

- 1.- Colocar el Chock universal en el torno.
- 2.- Conectar a la fuente de poder el siguiente equipo, el cual se ilustra al final de este capítulo y hacer las conexiones según se detalla en la siguiente página.

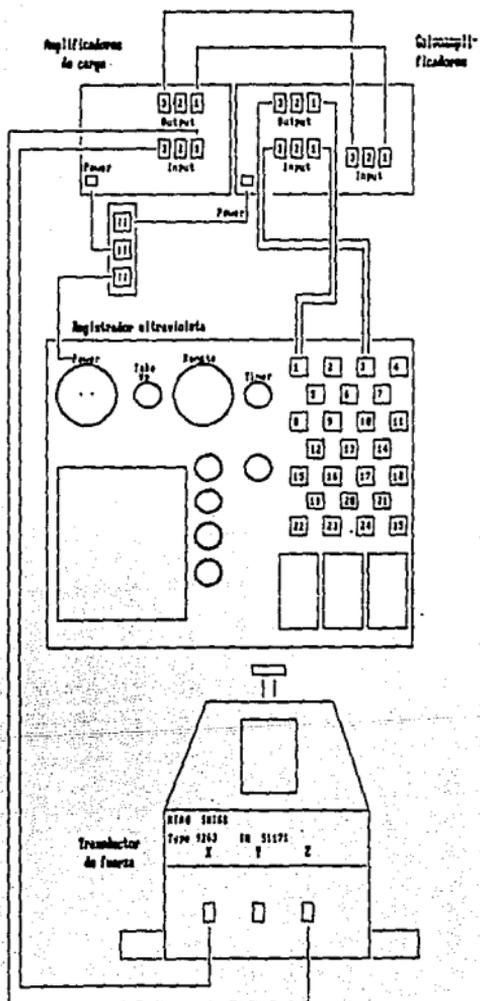
Los Galvoamplificadores.

Los amplificadores de carga.

El registrador ultravioleta.

El torno.

- 3.- Colocar el transductor de fuerza en la placa del torno, sujetandolo con seis tornillos y el buril ponerlo en el transductor de fuerza.
- 4.- Conectar el transductor de fuerza con el amplificador de carga.
- 5.- Colocar el material a desbastar (acero Cold Roll) en el Chock universal.
- 6.- Colocar el broquero, la broca de centros y hacer el centro en el material.
- 7.- Colocar el contrapunto para sujetar el material a desbastar.
- 8.- Prender los dos galvoamplificadores (perilla A), se prende una luz roja indicando que esta en funcionamiento.
- 9.- Prender los dos aplicadores de carga (perilla B), se prende una luz roja indicando que esta en funcionamiento.
- 10.- Prender el registrador ultravioleta (perilla C), se prende una luz amarilla indicando que esta en funcionamiento.



ESTA TESIS
SALIR DE LA 79^a SERIE
BIBLIOTECA

11.- Prender la lampara del registrador ultravioleta (perilla E), se prende una luz roja indicando que esta en funcionamiento, debe estar prendida durante quince minutos antes de iniciar las mediciones de fuerza.

AJUSTE DEL EQUIPO.

Previamente a la medición de las fuerzas, es necesario el ajuste y calibración del equipo por lo cual a continuación, se especifican los puntos necesarios para esto.

12.- Las perillas (F) y (Q) del registrador ultravioleta, las cuales deben estar marcando el número 4, estas dos perillas nos dan la intensidad de rayado en el papel (cuadrículado), así como también la intensidad de línea en la grafica.

13.- En la parte superior posterior del registrador ultravioleta, se tiene un compartimiento donde se encuentran los galvanómetros 1 y 3, los cuales por medio de un desatornillador se fija una señal de luz en el número 1 y la otra señal de luz en el número 7 de la regleta que esta al frente de este equipo.

14.- Poner la perilla (G) de los galvoamplificadores en (o), esta posición es solamente para calibrar el equipo.

15.- Poner la perilla (H) de los amplificadores de carga en (Reset) para calibrar el equipo, en esta posición se encuentra aterrizado el equipo.

16.- Poner la perilla (I) de los alplificadores de carga en (Long), en todo momento debe estar en esta posición para hacer las mediciones de fuerza.

17.- Colocar un desatornillador en la perilla (J) de los galvoamplificadores moviendolo hacia el lado indicado suabemente, simultaneamente se tiene que presionar la perilla (K) de los galvoamplificadores hacia arriba hasta que la señal obserbada en la regleta del registrador ultravioleta se desplase ± 1 centimetro de la posición donde se haya fijado la señal.

18.- Haciendo lo mismo que en el paso 17, pero la perilla (K) se debe presionar hacia a bajo hasta que la señal del registrador ultravioleta en la regleta se mueva ± 5 centimetros de la posición donde se haya fijado la señal.

19.- Hacer los pasos 17 y 18 para las dos señales.

PARA HECER LAS MEDICIONES DE FUERZA.

Para la obtención de los resultados y su interpretación debenos de obtener los siguientes puntos.

20.- Para identificar de cada una de las señales se sigue la secuencia del paso 34, pero antes de la identificación se deben de llevar a cabo los siguientes pasos hasta llegar al 34.

21.- Colocar la perilla (G) de los Galvoamplificadores en (Dir) o en (Inv) dependiendo de la polaridad de la deflexión de la grafica, es decir si el haz de luz se obserba en la regleta del registrador ultravioleta deitro del papel registrador cuando se esten haciendo las mediciones de fuerza.

22.- Colocar el multiplicador (perilla L) de los galvoamplificadores en ($\times 1$), para que las graficas no se

salgan de los límites del papel en el registrador ultravioleta.

23.- Colocar la perilla (H) de los amplificadores de carga en (Operate), esta posición es solamente para hacer las mediciones de fuerza.

24.- Colocar la perilla (M) de los amplificadores de carga en (1+11), ya que este es el rango en donde se encuentra el valor del capacitor del transductor de fuerza.

25.- Colocar la perilla (N) de los amplificadores de carga en (1 x 50), se escogió este factor pues con este valor se obtiene una grafica aceptable en el registrador ultravioleta, puede ser mayor o menor este factor.

26.- Colocar la perilla (P) de los amplificadores de carga en, las siguientes posiciones según sea el caso:

Si es para medir la fuerza F_x en 3.76

Si es para medir la fuerza F_y en 3.76

Si es para medir la fuerza F_z en 3.83

En esta perilla se fija la sensibilidad de cada una de las señales a medir, esta sensibilidad depende de el tipo de transductor de fuerza utilizado y su rango de operación.

27.- Del registrador ultravioleta, colocar la velocidad de salida del papel de la siguiente forma:

Primero escogemos las unidades con que queremos que salga el papel presionando la perilla seconds o la perilla minutes

Segundo, si escogemos la perilla (seconds) tenemos tres diferentes velocidades de papel que son; 50, 20 y 10 en mm/s estas se escogen presionando el boton de cada una de ella dependiendo de la que se quiera, para la perilla minutes

tenemos otras tres velocidades que son; 5, 2 y 1 en mm/min se seleccionan igual que las velocidades anteriores. Estas velocidades estan unidas a unos multiplicadores es decir escogiendo cualquier velocidad podemos aumentarla o bajar la velocidad escogida sin modificarla, los multiplicadores son (x100, x10, x1,) tanto para seconds como para minutos tenemos los mismos multiplicadores. Tenemos ademas una perilla llamada multiplier que al presionarla nos disminuye la velocidad del papel, tiene las siguientes posiciones a escoger x0.4, x0.5, x0.6, x0.7, y x1. si la perilla multiplier no se presiona quiere decir que esta desconectada.

La velocidad que se sugiere es de 10 mm/s, y se puede fijar presionando las perilla S, T y U del registrador ultravioleta.

28.- Se selecciona el tiempo que va a durar el evento, se recomiendan 10 segundos con la perilla (W).

29.- Para tener un rayado en el papel cada segundo se debe colocar la perilla (V) en (1), porque es mas facil identificar el rayado cada segundo en el papel que utilizando un tiempo menor de rayado.

30.- Coloca el avance y las RPM en la máquina.

31.- Da una penetración de 5 milímetros al diámetro, con el torno funcionando.

32.- Presionando la perilla (Sta) del registrador ultravioleta y simultaneamente poner en marcha el avance automatico del torno, se tendra la medición de fuerza.

33.- Cuando se prenda la perilla (St) del registrador ultravioleta (color rojo), indicará que se termino el evento de la medición de fuerza por lo tanto debe desconectar el avance automatico del torno.

34.- Para indentificar cada una de las señales primero se debe de desconectar un cable del transductor de fuerza, posteriormente se procede ha hacer un evento pero sin dejar correr el papel, obserbando que un haz de luz se muebe en la regleta, este haz de luz es la señal conectada en el transductor de fuerza, y el otro haz de luz es la otra señal que se quiera medir.

35.- Despues de cada evento se debe Resetear el equipo con las perillas (R y H), de los Galvoamplificadores y los Amplificadores de carga respectivamnente. En el caso del Galvoamplificador se debe de presionar la perilla R, y con respecto al amplificador de craga se debe de colocar la perilla H en reset.

36.- Como solo hay equipo para dos componentes. En el transductor de fuerza se debe cambiar el cable que se encuentra en la señal Fx por la señal Fy en el transductor de fuerza o visebersa, para poder medir las tres componentes de fuerza.

37.- Para hecer otro evento, repetir desde el paso 30.

TOMA DE DATOS.

Acontinuación se establecen los formatos necesarios para las lecturas pertinentes en la interpretación y calculos de resultados, los cuales se utilizan para dicho fin.

En la siguiente tabla se colocan los valores de los galvoamplificadores (perilla L) y los valores de los amplificadores de carga (perilla N) para cada una de las

señales.

Material	Galvo. Per. L señal x [N/V]	Ampli. Per. N señal x [V/cm]	Galvo. per. L señal y [N/V]	Ampli. Per. N señal y [V/cm]	Galvo. Per. L señal z [N/V]	Ampli. Per. N señal z [V/cm]

* ver abreviaturas

En la siguiente tabla se depositan los valores tomados del eje y de las graficas que nos representan la fuerza medida en unidades de centimetros.

Material	De la grafica		
	fx [cm]	fy [cm]	fz [cm]

* ver abreviaturas

Despues de hacer las operaciones pertinentes para obtener los resultados de las fuerzas se deben depositar los resultados en la siguiente tabla.

Material	Resultados					
	Fx		Fy		Fz	
	N	Kgf	N	Kgf	N	Kgf

* ver abreviaturas

7.2.- PARA TALADRO

El conocimiento del valor de la fuerza de corte y el momento en el taladro es indispensable para la determinación de los diferentes tipos de ángulos y los refrigerantes utilizados durante el corte de material. Estas fuerzas de corte pueden conocerse de una manera exacta puesto que la medición de las fuerzas se realizan por medio de un equipo que nos involucra tanto los ángulos de corte como refrigerantes empleados en las herramientas y piezas de trabajo.

El objetivo fundamental es el poder obtener la medición de las fuerzas aplicadas a la pieza de trabajo . Así, podemos tener una evaluación en F_z y M_z obteniendo:

- La fuerza de penetración F_z .
- El momento producido M_z .

EQUIPO UTILIZADO.

- 2 Galvo amplificadores KIAG SWISS type 5211A
- 2 Amplificadores de carga KISTLER type 5001
- 1 Transductor de fuerza
- 1 Registrador ultravioleta
- 1 Taladro de banco con avance automatico
- 1 Broca de 1/4" con ángulo de 118°
Aluminio para barrenar
- 1 Broquero Núm 36 con llave
- 1 Cono Núm 4
- 1 Dsatornillador
- 1 Llave española 9/16"

EQUIPO NECESARIO POR BRIGADA.

- 1 Broqero Núm. 36 con llave.
- 1 Cono Núm. 4.
- 1 Desatornillador.
- 1 Llave española de 9/16".

Se establece que las personas que realicen este tipo de mediciones, es recomendable tengan las bases teoricas necesarias para el buen entendimiento del tema, como son:

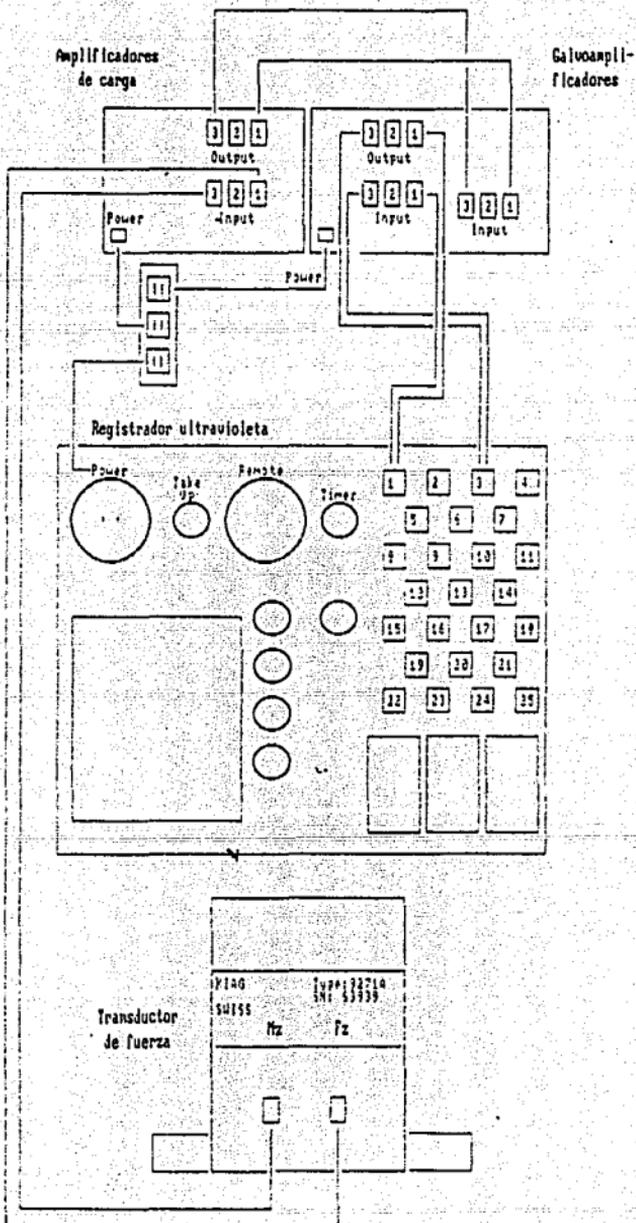
- 1.- Manejar Taladro de banco con avance automatico.
- 2.- Conocer las fuerzas de corte.
- 3.- Como afectan los refrigerantes en la medición de las fuerzas de corte.

DESARROLLO.

Acontinuación se enumera los pasos a seguir en la realización de una medición de fuerzas con el equipo antes mencionado. En primer termino es necesario:

- 1.- Colocar el cono Núm. 4 en el broquero Núm 36 y ponerlos en el husilo del taladro.
- 2.- Conectar a la fuente de poder el siguiente equipo, el cual se ilustra al final de este capitulo y hacer las conexiones según se detalla en la siguiente pagina.

- Los Galvoamplificadores.
- Los amplificadores de carga.
- El registrador ultravioleta.
- El taladro de banco.



3.- Colocar el transductor de fuerza en la mesa del taladro, sujetandolo con dos tornillos.

4.- Conectar el transductor de fuerza con el amplificador de carga.

5.- Colocar la broca de 1/4" en el broquero.

6.- Colocar el material a desbastar (aluminio) en el transductor de fuerza, sujetandolo.

7.- Prender los dos galvoamplificadores (perilla A), se prende una luz roja indicando que esta en funcionamiento.

8.- Prender los dos aplicadores de carga (perilla B), se prende una luz roja indicando que esta en funcionamiento.

9.- Prender el registrador ultravioleta (perilla C), se prende una luz amarilla indicando que esta en funcionamiento.

10.- Prender la lampara del registrador ultravioleta (perilla E), se prende una luz roja indicando que esta en funcionamiento, debe estar prendida durante quince minutos antes de iniciar las mediciones de fuerza.

AJUSTE DEL EQUIPO.

Previamente a la medición de las fuerzas, es necesario el ajuste y calibración del equipo por lo cual a continuación, se especifican los puntos necesarios para esto.

11.- Las perillas (F) y (Q) del registrador ultravioleta, las cuales deben estar marcando el número 4, estas dos perillas nos dan la intensidad de rayado en el papel (cuadrulado), así como también nos da la intensidad de línea de la grafica.

12.- En la parte superior posterior del registrador ultravioleta, se tiene un compartimiento donde se encuentran los galvanómetros 1 y 3, los cuales por medio de un desatornillador se fija una señal de luz en el número 1 y la otra señal de luz en el número 7 de la regleta que esta al frente de este equipo.

13.- Poner la perilla (G) de los galvoamplificadores en (o), esta posición es solamente para calibrar el equipo.

14.- Poner la perilla (H) de los amplificadores de carga en (Reset) para calibrar el equipo, en esta posición se encuentra aterrizado el equipo.

15.- Poner la perilla (I) de los alplificadores de carga en (Long), en todo momento debe estar en esta posición para hacer las mediciones de fuerza.

16.- Colocar un desatornillador en la perilla (J) de los galvoamplificadores moviendolo hacia el lado indicado suabemente, simultaneamente se tiene que presionar la perilla (K) de los galvoamplificadores hacia arriba hasta que la señal obserbada en la regleta del registrador ultravioleta se desplace ± 1 centimetro de la posición donde se haya fijado la señal.

17.- Haciendo lo mismo que en el paso 17, pero la perilla (K) se debe presionar hacia a bajo hasta que la señal del registrador ultravioleta en la regleta se mueva ± 5 centímetros de la posición donde se haya fijado la señal.

18.- Hacer los pasos 16 y 17 para las dos señales.

PARA HACER LA MEDICION DE FUERZA

Para la obtención de los resultados y su interpretación debenos de obtener los siguientes puntos.

19.- Para identificar de cada una de las señales se sigue la secuencia del paso 32, pero antes de la identificación se deben de llevar a cabo los siguientes pasos hasta llegar al 32.

20.- Colocar la perilla (G) de los Galvoamplificadores en (Dir) o en (Inv) dependiendo de la polaridad de la deflexión en la grafica, es decir si el haz de luz se obserba en la regleta del registrador ultravioleta dentro del papel registrador cuando se esten haciendo las mediciones de fuerza.

21.- Colocar el multiplicador (perilla L) de los galvoamplificadores en ($\times 1$), para que las graficas no se salgan de los limites del papel en el registrador ultravioleta.

22.- Colocar la perilla (H) de los amplificador de carga en (Operate), esta posición es solamente para hacer las mediciones de fuerza.

23.- Colocar la perilla (M) de los amplificadores de carga en ($1+11$), ya que este es el rango en donde se encuentra el valor del capacitor de el transductor de fuerza.

24.- Colocar la perilla (N) de cada amplificador de carga en, las siguientes posición según sea el caso:

Sí es para medir la fuerza F_z en 1×10^2

Sí es para medir el momento M_z en 5×10

Se escogió este factor pues con este se obtienen una graficas aceptables en el registrador ultravioleta, este factor puede ser mayor o menor.

25.- Colocar la perilla (P) del amplificador de carga en, las siguientes posiciones según sea el caso:

Si es para medir la fuerza F_x en 2.02

Si es para medir el momento M_z en 1.59

En esta perilla lo que se fija es la sensibilidad de cada unas de las señales a medir, esta sensibilidad depende de el tipo de transductor de fuerza utilizado y su rango de operación.

26.- Del registrador ultravioleta, colocar la velocidad de salida del papel de la siguiente forma:

Primero, escogemos las unidades con que queremos que salga el papel presionando la perilla seconds o la perilla minutes

Segundo, si escogemos la perilla (seconds) tenemos tres diferentes velocidades de papel que son; 50, 20 y 10 en mm/s estas se escogen presionando el boton de cada una de ella dependiendo de la que se quiera, para la perilla minutes tenemos otras tres velocidades que son; 5, 2 y 1 en mm/min se seleccionan igual que las velocidades anteriores. Estas velocidades estan unidas a unos multiplicadores es decir escogiendo cualquier velocidad podemos aumentarla o bajar la velocidad escogida sin modificarla, los multiplicadores son ($\times 100$, $\times 10$, $\times 1$,) tanto para seconds como para minutes tenemos los mismos multiplicadores. Tenemos ademas una perilla llamada multiplier que al presionarla nos disminuye la velocidad del papel, tiene las siguientes posiciones a

escoger x0.4, x0.5, x0.6, x0.7, y x1. si la perilla multiplier no se presiona quiere decir que esta desconectada.

La velocidad que se sugiere es de 10 mm/s, y se puede fijar presionando las perilla S, T y U del registrador ultravioleta.

27.- Seleccionar el tiempo que va ha durar el evento, se recomiendan 10 segundos, con la perilla (W).

28.- Para tener un rayado en el papel cada segundo se debe colocar la perilla (V) en (1), porque es más facil identificar el rayado cada segundo en el papel que utilizando un tiempo menor de rayado.

29.- Coloca el avance y las RPM en la máquina.

30.- Presionando la perilla (Sta) del registrados ultravioleta y simultaneamente poner en marcha el avance automatico del taladro, se tendra la medición de fuerza.

31.- Cuando se prenda la perilla (St) del registrados ultravioleta (color rojo), indicá que se termino el evento de la medición de fuerza por lo tanto debe desconectar el avanve automatico del taladro.

32.- Pra indentificar cada una de las señales primero se debe de desconectar un cable del transductor de fuerza, posteriormente se procede ha hacer un evento pero sin dejar correr el papel, obserbando que un haz de luz se muebe en la regleta, este haz de luz es la señal conectada en el transductor de fuerza, y el otro haz de luz es la otra señal que se quiera medir.

33.- Despues de cada evento se debe Resetear el equipo con las perillas (R y H), de los Galvoamplificadores y los Amplificadores de carga respectivamente. En el caso del Galvoamplificador se debe de presionar la perilla R, y con

respecto al amplificador de carga se debe de colocar la perilla H en reset.

34.- Para hacer otro evento, iniciar desde el paso 29.

TOMA DE DATOS.

Acontinuación se establecen los formatos necesarios para las lecturas pertinentes en la interpretación y calculos de resultados, los cuales se utilizan para dicho fin.

En la siguiente tabla se colocan los valores de los galvoamplificadores (perilla L) y los valores de los amplificadores de carga (perilla N) para cada una de las señales.

Material	Galvo. Per. L señal z [N/V]	Ampli. Per. N señal z [V/cm]	Galvo. per. L señal ■ [N/V]	Ampli. Per. N señal ■ [V/cm]

* ver abreviaturas

En la siguiente tabla se depositan los valores tomados del eje y de las graficas que nos representan la fuerza medida en unidades de centímetros.

Material	De la grafica	
	fz [cm]	m [cm]

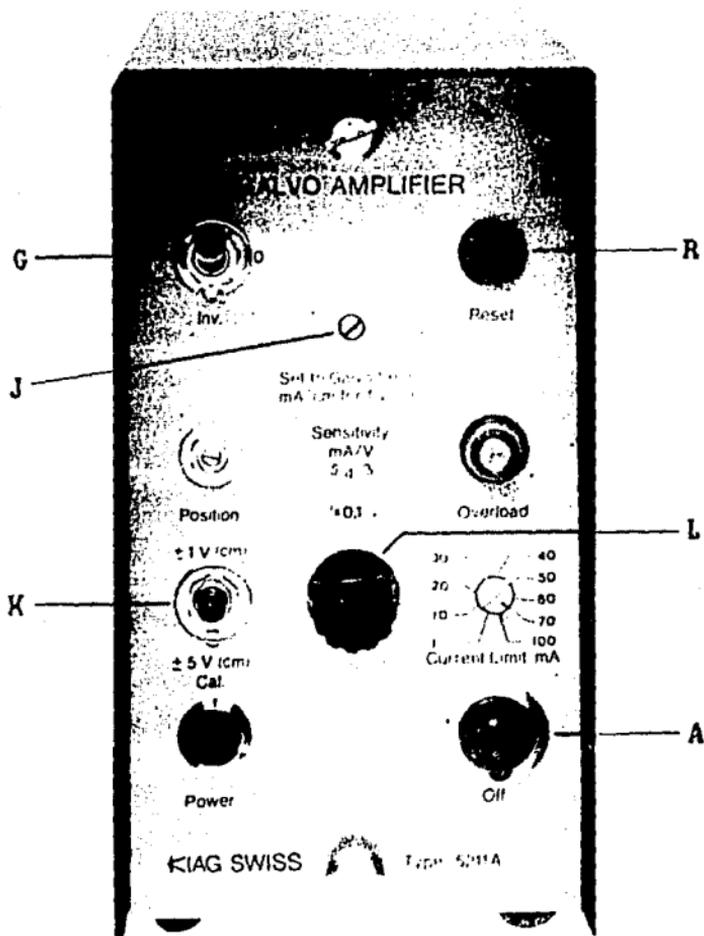
* ver abreviaturas

Despues de hacer las operaciones pertinentes para obtener los resultados de las fuerzas se deben depositar los resultados en la siguiente tabla.

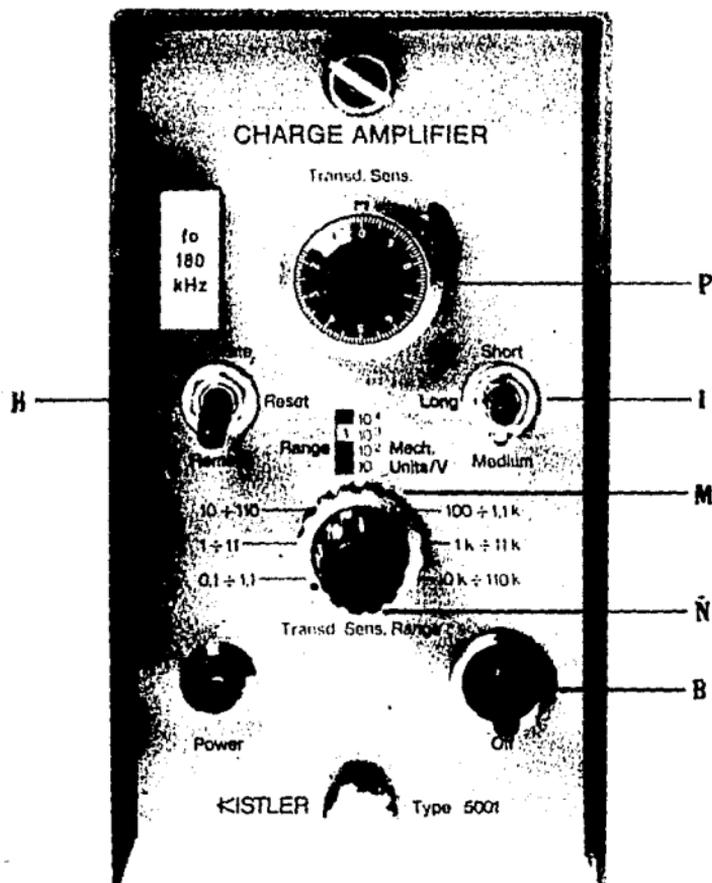
Material	Resultados			
	Fz		Mz	
	N	Kgf	Ncm	Kgfc
Aluminio				

* ver abreviaturas

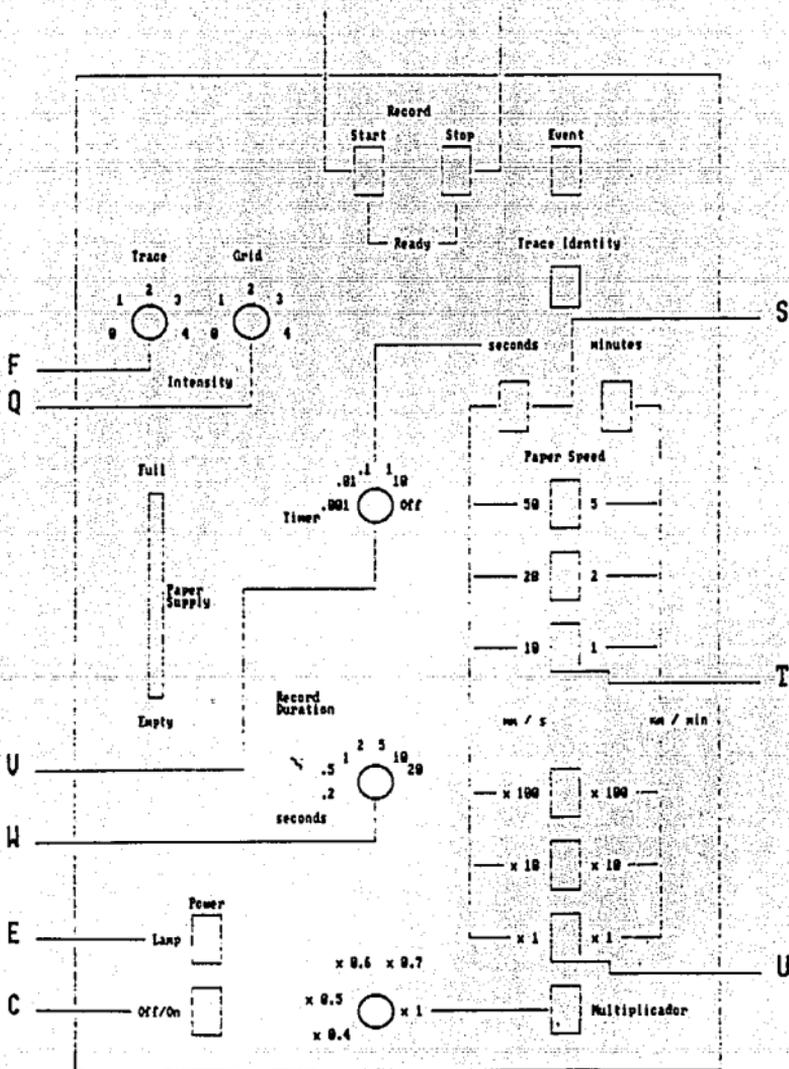
GALVOAMPLIFICADOR.



AMPLIFICADOR DE CARGA.



Sta St



8.- ALTERNATIVAS Y VARIANTES.

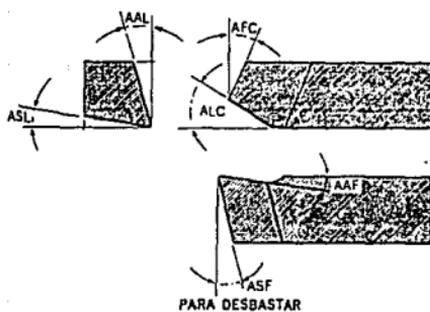
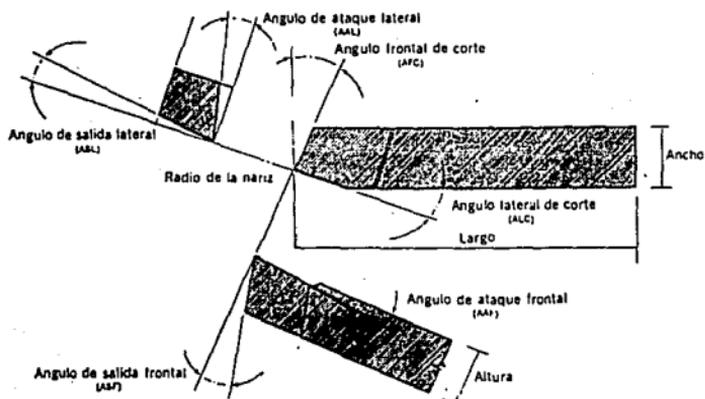
8.1.- ANGULOS DE CORTE UTILIZADOS PARA LOS BURILES Y LAS BROCAS.

Para los diferentes ángulos utilizados en cada uno de los planos del buril, se tiene un rango de variación en el cual se pueden manejar dichos ángulos para la herramienta de corte, quedando ésta aún dentro de las especificaciones de normalización para su afilado según materiales y tipo de trabajo a realizar.

Lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

Material	AAF	AAL	ALC	AFC	ASL	ASF
Acero suave Cold Roll	15°	10° a 12°	0° a 15°	8° a 15°	7°	7°
Acero suave Acero 430 Inox. suave	0° a 15°	15°	0° a 15°	8° a 15°	7°	7°
Acero H13 Acero suave Inox. Juro	0°	8°	0° a 15°	8° a 15°	7°	7°

Nomenclatura del buril

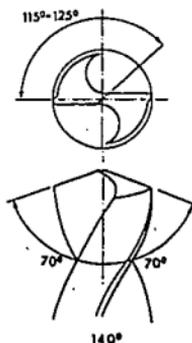
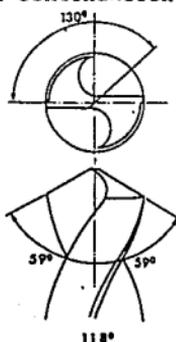


Como se observo en la tabla anterior, existen rangos de ángulos para cada una de las caras del buril, debido a esto en la siguiente tabla se muestran ángulos para cada uno de los materiales utilizados en las pruebas de fuerza de corte, para tener una variación de ángulos en los buriles y observar su comportamiento en las mediciones de fuerza.

Material	AAF	AAL	ALC	AFC	ASL	ASF
Acero suave Cold Roll	15°	11°	15°	8°	7°	7°
Acero suave Acero 430 Inox. suave	8°	15°	15°	15°	7°	7°
Acero H13 Acero suave Inox. duro	0°	8°	8°	15°	7°	7°

Para los ángulos de las brocas, se utilizarán también ángulos normalizados, en este caso empleamos dos diferentes ángulos, el primero de 118° ó 59° por lado. Este filo trabaja en la mayoría de aceros al carbono y aceros aleados suaves, se ilustra a continuación.

Y el segundo ángulo es de 140°, éste se recomienda para barrenar aceros al manganeso y aceros inoxidable. Se ilustra a continuación.



8.2.- MAQUINAS EMPLEADAS.

El torno usado para la medición de fuerzas fue escogido debido a que se le implemento una placa o dispositivo especial donde el transductor de fuerza puede ser montada.

El taladro utilizado tiene una gran variedad de RPM, las cuales son semejantes a las calculadas matematicamente. Ademas fueron utilizadas dichas máquinas porque no tienen vibración a la hora de hacer las pruebas de fuerza.

8.3.- PARAMETROS DE MAQUINA.

Utilizando tablas de velocidad de corte y conociendo los materiales a desbastar se calcularon las revoluciones por minuto con que deberían trabajar las máquinas, pero las revoluciones por minuto obtenidas en los cálculos no se encontraron definidas en el panel de las máquinas, por lo cual se prosiguió a escoger el valor más cercano al calculado matematicamente. Se realizo la misma tecnica para los avances de desbaste y de barrenado.

8.4.-FLUIDOS DE CORTE.

Toda operación debe ser realizada bajo ciertas condiciones de corte. Una de estas condiciones es la presencia de un fluido de corte. Las tablas que se muestran al final de este capítulo proporcionan una guía para la selección del fluido más apropiado.

Los fluidos de corte utilizados en los desbastes y barrenos, fueron aceite de corte y aceite soluble.

8.5.- EQUIPO DE MEDICION.

Se utilizarón dos Galvoamplificadores, dos transductores de fuerza, dos Amplificadores de carga y un registrador ultravioleta.

Material	Fluidos para barrenos
Aluminio y sus aleaciones	Petróleo Petróleo y manteca Aceite soluble
Laton y Bronce	En seco
Barrenos profundos	Petróleo y Aceite Mineral Manteca Aceite soluble
Magnecio y sus aleaciones	Grasa mineral Petróleo En seco
Cobre	Grasa mineral Aceite soluble En seco
Metal Monel	
Aceros suaves	Grasa Mineral
Aceros duros	
Aceros forjados	Aceites Sulfurados
Aceros Fundidos Hierro forjado Acero de alta tensión	Aceite soluble
Acero al manganeso Hierro fundido	En seco
Hierro Maleable	Aceite Soluble En Seco
Acero Inoxidable Aleaciones de Titanio	Aceite Soluble
Aceros Grado Herramienta	Grasa Mineral y Petrleo Petrleo Grasa Mineral
Abrasivos y plásticos Fibras, Asbestos y Madera Hule y Gomas Duras	En seco

Material	Fluidos para torneear
Aluminio y sus aleaciones	Petróleo Petróleo y manteca Aceite soluble
Laton y Bronce	En seco
Barrenos profundos	Petróleo y Aceite Mineral Manteca Aceite soluble
Magnecio y sus aleaciones	Grasa mineral Petróleo En seco
Cobre	Grasa mineral Aceite soluble En seco
Metal Monel Aceros suaves	Grasa Mineral
Aceros duros Aceros forjados	Aceites Sulfurados
Aceros Fundidos Hierro forjado Acero de alta tensión	Aceite soluble
Acero al manganeso Hierro fundido	En seco
Hierro Maleable	Aceite Soluble En Seco
Acero Inoxidable Aleaciones de Titanio	Aceite Soluble
Aceros Grado Herramienta	Grasa Mineral y Petróleo Petróleo Grasa Mineral
Abrasivos y plásticos Fibras, Asbestos y Madera Hule y Comas Duras	En seco

9.- HOJA DE PROCESO.

Se presentan unas tablas las cuales son para registrar las condiciones de trabajo, tanto del material a trabajar como de la herramienta de corte y los parametros de la máquina a utilizar, las tablas son:

9.1.- PARA TORNO.

Se propone esta siguiente tabla para los datos anteriormente mencionados en las pruebas de fuerza en el torno.

Material	RPM [RPM]	Avance [mm/rev]	Penetra [cm]	Angulos [°]	Refri	Diámetro del material
Cold Rolled	450	0.252	0.5	ver cap. 8	A corte	38 mm

* ver Abreviaturas

9.2.- PARA TALADRO.

Se propone esta siguiente tabla para los datos anteriormente mencionados en las pruebas de fuerza en el taladro.

Material	RPM [RPM]	Avance [mm/rev]	Angulo [°]	Refri.	Barreno	
					mm	pul
Aluminio	3817	0.15	118°	Petroleo	6.35	1/4

* ver Abreviaturas

10.- LECTURA, MEDICION Y RESULTADOS.

La obtención de los resultados en la medición de las fuerzas ejercidas durante el corte ya sea en este caso, mediante torno o taladro, como ya se mencionó se puede obtener mediante un cálculo matemático o bien mediante la interpretación del gráfico obtenido de dicha prueba, en seguida se ejemplifica la forma de manejar estos dos tipos de lectura medición e interpretación de los resultados, teniendo en primer termino la interpretación del gráfico obtenido.

Para obtener los resultados se multiplica el valor de la perilla (L) del Galvoamplificador por el valor de la perilla (N) del Amplificador de carga, y por el valor tomado de las graficas del registrador ultravioleta.

Unidades

Perilla (L)	Unidades Mecánicas / Volts
Perilla (N)	Volts / Centimetro
Graficas	Centimetros

Se presenta a continuación un analisis dimensional de la operación indicada anteriormente, las unidades de la perilla (L) (unidades mecánicas) equivalen a las unidades de Newtons (N) si se esta midiendo fuerza y de Newton centimetro (N cm) si se esta midiendo momento.

Fuerza = (perilla L) x (perilla N) x (grafica)

$$= \frac{N}{V} \times \frac{V}{\text{cm}} \times \text{cm}$$

= Newton (N)

Momento = (perilla L) x (perilla N) x (grafica)

$$= \frac{N \text{ cm}}{V} \times \frac{V}{\text{cm}} \times \text{cm}$$

= Newton centimetro (N cm)

10.1.- PARA TORNO.

A continuación se presenta un ejemplo:

Tomando en cuenta que se han realizado todos los pasos del capítulo 7, primero se colocan los valores en los multiplicadores de los Galvoamplificadores (perillas L) y en el amplificador de carga se coloca el rango apropiado del capacitor correspondiente al transductor de fuerza utilizado (perillas M), además con la prilla (N) del amplificador de carga se escoge la escala apropiado de la grafica en cada uno de los equipos, utilizando en este ejemplo el material Cold Rolled, en la siguiente tabla se pondran dichos valores, los cuales son los que se proponen para este material pues la escala es la optima, utilizando una escala mas pequeña las graficas se salen de los limites del papel, y si la escala es mas grande las graficas que se registran en el papel ultravioleta son muy pequeñas.

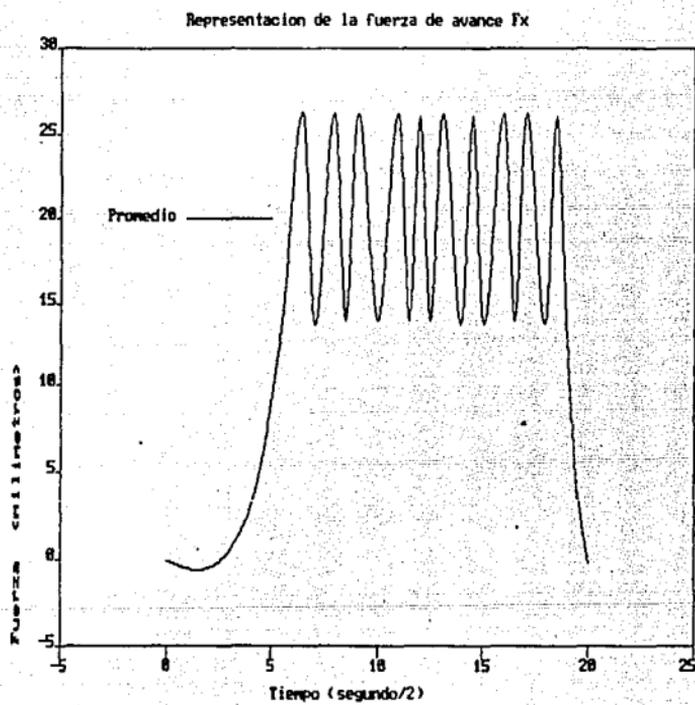
Material	Galvo. Per. L señal x [N/V]	Ampli. Per. Ñ señal x [V/cm]	Galvo. per. L señal y [N/V]	Ampli. Per. Ñ señal y [V/cm]	Galvo. Per. L señal x [N/V]	Ampli. Per. Ñ señal x [V/cm]
ColdRolled	1	50	1	50	1	50

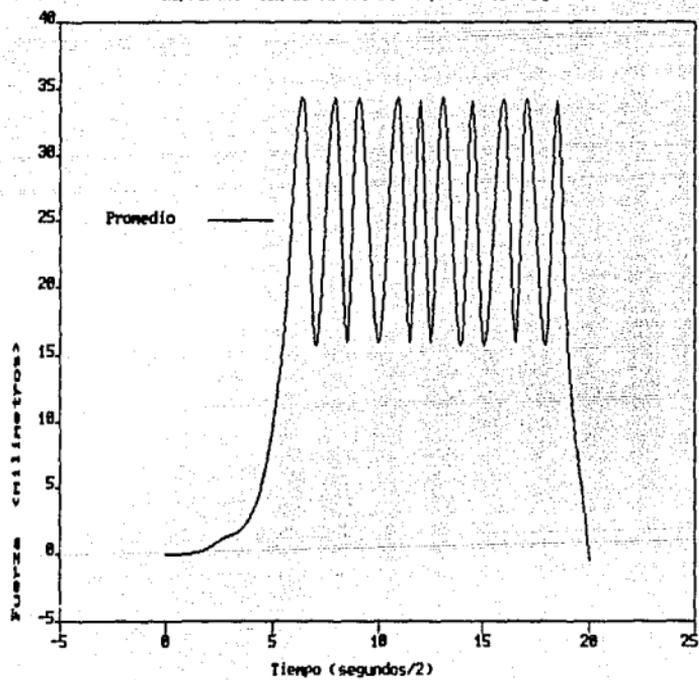
* ver abreviaturas

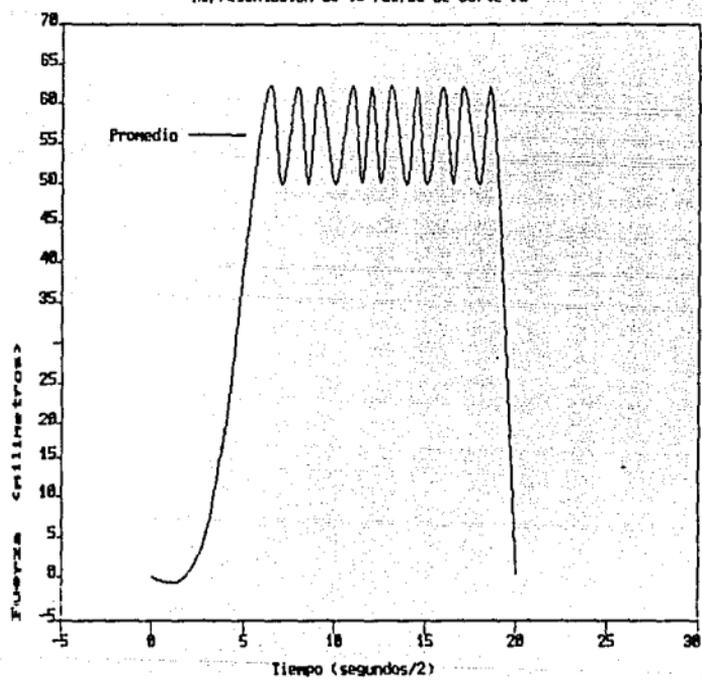
Como esta indicado en el capítulo 7 se hace la medición de las siguientes fuerzas, fuerza tangencial o fuerza principal de corte (F_z), fuerza axial o fuerza de avance (F_x) y la fuerza radial o fuerza de rechazo (F_y), de esta medición se obtienen una grafica para cada una de las señales.

En estas graficas obtenemos en el eje de las abscisas (eje x) la distancia que se maquina y en el eje de las ordenadas (eje y) la fuerza medida en las unidades de centímetros.

Del eje de las ordenadas de cada una de las gráficas se toma un promedio como se muestra a continuación, el cual va a representar la fuerza medida de cada una de las señales, este valor se coloca en la siguiente tabla, se tomo el valor promedio en las graficas para no trabajar con valores extremos.



Representación de la fuerza de penetración F_y 

Representación de la fuerza de corte F_z 

Material	De la grafica		
	f_x [cm]	f_y [cm]	f_z [cm]
ColdRolled	2.0	2.5	5.6

* ver abreviaturas

Para obtener los resultados de las fuerzas de corte se debe de multiplicar el valor del Galvoamplificador (perilla L) por el valor del Amplificador de carga (perilla N) y por el valor promedio de la grafica, para cada una de las señales.

Todos estos valores se encuentran en las tablas anteriores. Por lo tanto las operaciones a realizar son:

$$F_x = (1)(50)(2) \\ = 100 \text{ N}$$

$$F_y = (1)(50)(2.5) \\ = 125 \text{ N}$$

$$F_z = (1)(50)(5.6) \\ = 280 \text{ N}$$

Para convertir las unidades de fuerza de Newtons (N) a Kilogramos fuerza (Kgf) solo se debe dividir entre 9.81 con unidades de Newtons.

Material	Resultados					
	Fx		Fy		Fz	
	N	Kgf	N	Kgf	N	Kgf
ColdRolled	100	10.19	125	12.71	280	28.54

* ver abreviaturas

Se realizarón una serie de pruebas de fuerza de corte variando los siguientes factores, los ángulos de corte y el tipo de refrigerante.

Los ángulos normalizados son los que se utilizaron en cada una de las pruebas de fuerza, los cuales se numeran a continuación:

- 1) ALC: Angulo de lateral de corte = 15°
 AFC: Angulo frontal de corte = 8°
 AAF: Angulo de ataque frontal = 15°
 AAL: Angulo de ataque lateral = 11°
 ASF: Angulo de salida frontal = 7°
 ASL: Angulo de salida lateral = 7°

- 2) ALC: Angulo de lateral de corte = 15°
 AFC: Angulo frontal de corte = 15°
 AAF: Angulo de ataque frontal = 8°
 AAL: Angulo de ataque lateral = 15°
 ASF: Angulo de salida frontal = 7°
 ASL: Angulo de salida lateral = 7°

- 3) ALC: Angulo de lateral de corte = 8°
 AFC: Angulo frontal de corte = 15°
 AAF: Angulo de ataque frontal = 0°
 AAL: Angulo de ataque lateral = 8°
 ASF: Angulo de salida frontal = 7°
 ASL: Angulo de salida lateral = 7°

Los tipos de refrigerantes utilizados en las pruebas de fuerza de corte son los adecuados para cada material empleado, los cuales se numeran a continuación:

- 1) Aceite soluble.
- 2) Aceite de corte.
- 3) Sin refrigerante.

Debido a que el procedimiento para efectuar las pruebas de fuerza es igual al mencionado en el capitulo 7 y en este capitulo, así como tambien las graficas son iguales, se muestra a continuación una tabla con los resultados de dichas pruebas especificando los tipos de ángulos y el tipo de refrigerante utilizados, con los números correspondientes indicados anteriormente.

Material	Ref	Angulos	Resultados					
			Fx		Fy		Fz	
			N	Kgf	N	Kgf	N	Kgf
Cold Rolled	2	1	100	10	125	13	280	28
" "	1	1	200	20	125	13	350	36
" "	3	1	200	20	220	22	260	26
" "	2	2	115	12	120	12	250	25
" "	1	2	110	11	140	14	300	30
" "	3	2	250	25	330	34	250	25
" "	2	3	225	23	340	35	375	38
" "	1	3	400	41	280	28	380	39

Material	Ref	Angulos	Resultados					
			Fx		Fy		Fz	
			N	Kgf	N	Kgf	N	Kgf
Cold Rolled	3	3	520	53	440	45	330	34
430 F inox.	2	1	240	24	255	15	365	37
" " "	1	1	200	20	140	14	330	34
" " "	3	1	220	22	210	21	250	25
" " "	2	2	160	15	150	15	310	32
" " "	1	2	170	17	145	15	325	33
" " "	3	2	380	39	350	36	270	27
" " "	2	3	220	22	165	17	340	35
" " "	1	3	235	24	165	17	350	36
H 13 inox.	3	3	250	25	250	25	280	28
" " "	2	1	110	11	150	15	325	33
" " "	1	1	270	27	230	23	300	30
" " "	3	1	270	27	300	30	440	45
" " "	2	2	170	17	120	12	350	36
" " "	1	2	180	18	165	17	355	36
" " "	3	2	250	25	370	38	270	27
" " "	2	3	250	25	190	19	370	38
" " "	1	3	260	26	200	20	370	38
" " "	3	3	580	59	450	46	470	48

* ver abreviaturas

10.2.- PARA TALADRO.

A continuación se presenta un ejemplo:

Tomando en cuenta que se han realizado todos los pasos del capítulo 7, primero se colocan los valores en los multiplicadores de los Galvoamplificadores (perillas L) y en el amplificador de carga se coloca el rango apropiado del capacitor correspondiente al transductor de fuerza utilizado (perillas M), además con la prilla (N) del amplificador de carga se escoge la escala apropiado de la grafica en cada uno de los equipos, utilizando en este ejemplo el material aluminio, en la siguiente tabla se pondran dichos valores, los cuales son los que se proponen para este material pues la escala es la optima, utilizando una escala mas pequeña las graficas se salen de los limites del papel, y si la escala es mas grande las graficas que se registran en el papel ultravioleta son muy pequeñas.

Material	Galvo. Per. L señal z [N/V]	Ampli. Per. N señal z [V/cm]	Galvo. per. L señal m [N/V]	Ampli. Per. N señal m [V/cm]
Aluminio	1	100	1	50

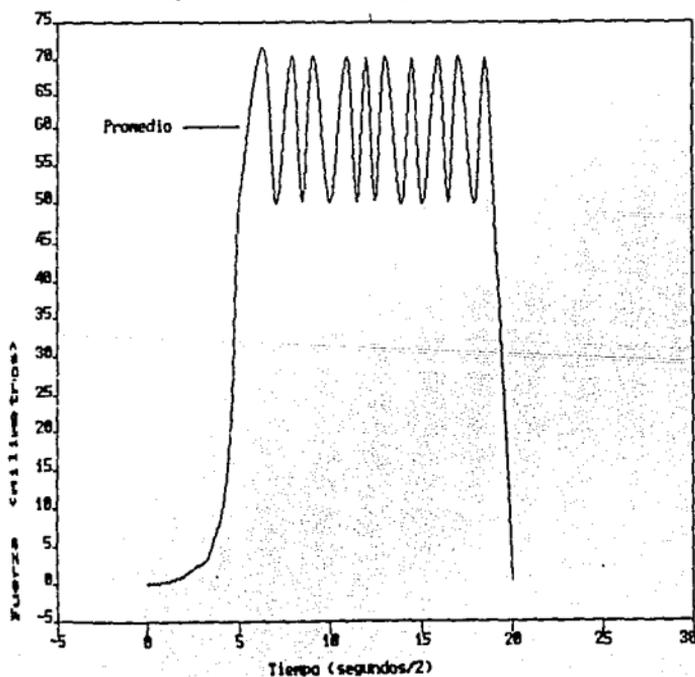
* ver abreviaturas

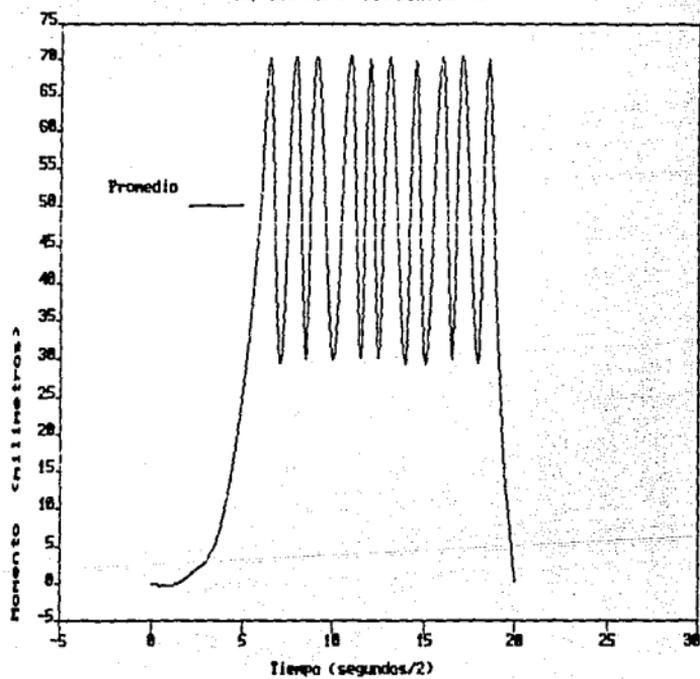
Como esta indicado en el capítulo 7 se hace la medición de las siguiente fuerza, fueza de penetración o fuerza principal de corte (Fz) y el momento producido en el corte del material (Mz), de esta medición se obtienen una grafica para cada una de las señales.

En estas graficas obtenemos en el eje de las abscisas (eje x) la distancia que se maquino y en el eje de las ordenadas (eje y) la fuerza medida en las unidades de centimetros.

Del eje de las ordenadas de cada una de las gráficas se toma un promedio como se muestra a continuación, el cual va a representar la fuerza medida de cada una de las señales, este valor se coloca en la siguiente tabla, se tomo el valor promedio en las graficas para no trabajar con valores extremos.

Representacion de la fuerza de penetracion F_z



Representación del momento M_z 

Material	De la grafica	
	fz [cm]	M [cm]
Aluminio	6	5

* ver abreviaturas

Para obtener los resultados de la fuerza de corte y el momento se debe de multiplicar el valor del Galvoamplificador (perilla L) por el valor del Amplificador de carga (perilla N) y por el valor promedio de la grafica, para cada una de las señales.

Todos estos valores se encuentran en las tablas anteriores. Por lo tanto las operaciones a realizar son:

$$Fz = (1)(100)(6) \\ = 600 \text{ N}$$

$$Mz = (1)(50)(5) \\ = 250 \text{ N cm}$$

Para convertir las unidades de fuerza de Newtons (N) a Kilogramos fuerza (Kgf) solo se debe dividir entre 9.81 con unidades de Newtons.

Material	Resultados			
	Fz		Mz	
	N	Kgf	Ncm	Kgfc
Aluminio	600	61.16	250	25.48

* ver abreviaturas

Se realizarón una serie de pruebas de fuerza de corte variando los siguientes factores, los ángulos de punta y el tipo de refrigerante.

Los ángulos de punta utilizados en las pruebas de fuerza de corte son los normalizados, para cada uno de los materiales empleados, los cuales se númeroan acontinuación:

- 1) Angulo de punta de 118°
- 2) Angulo de punta de 140°

Los tipos de refrigerantes utilizados en las pruebas de furza de corte son los normalizados para cada material empleado, los cuales se númeroan eseguida:

- 1) Aceite soluble.
- 2) Petroleo
- 3) Sin refrigerante.

El diámetro de las brocas utilizadas en esta pruebas de fuerza de corte son las que se númeroan acontinuación:

- 1) Broca de 6.35mm = 1/4" de diámetro.
- 2) Broca de 9.52mm = 3/8" de diámetro.
- 3) Broca de 12.7mm = 1/2" de diámetro.

Devido a que el procedimiento para efectuar las pruebas de fuerza es igual al mencionado en al capítulo 7 y en este capítulo, así como también las graficas son iguales, se muestra a continuaón una tabla con los resultados de dichas pruebas especificando los tipos de ángulos y el tipo de refrigerante utilizados, con los números correspondientes indicados anteriormente.

Material	Broca	Ref	Angulos	Resultados			
				Fz		Mz	
				N	Kgf	Ncm	Kgfc
Aluminio	1	2	1	600	61.16	250	25.48
"	1	1	1	420	42.81	150	15.29
"	1	3	1	470	47.91	200	20.38
"	2	2	1	700	71.35	400	40.77
"	2	1	1	580	59.12	270	27.52
"	2	3	1	700	71.35	330	33.64
"	3	2	1	900	91.74	650	66.26
"	3	1	1	960	97.86	670	68.29
"	3	3	1	1000	101.93	700	71.35
"	1	2	2	600	61.16	300	30.58
"	1	1	2	520	53.00	150	15.29
"	1	3	2	620	63.20	250	25.48
"	2	2	2	840	85.63	450	45.87
"	2	1	2	700	71.35	300	30.58
"	2	3	2	800	81.55	340	34.56
"	3	2	2	900	71.71	650	66.26
"	3	1	2	800	81.55	450	45.87
"	3	3	2	1180	120.28	700	71.35
H13 Inoxida	1	2	1	860	87.66	750	71.45
"	1	1	1	2350	239.55	330	33.64
"	1	3	1	2000	203.87	530	54.03
"	2	2	1	2000	203.87	850	86.65
"	2	1	1	2500	254.84	1060	108.05
"	2	3	1	2500	254.84	1040	106.01
"	3	2	1	3000	305.81	1650	168.19
"	3	1	1	3100	316.00	1650	168.19
"	3	3	1	3250	331.29	1650	168.19
"	1	2	2	720	73.39	150	15.29
"	1	1	2	2000	203.87	300	30.58
"	1	3	2	1900	193.76	500	50.96

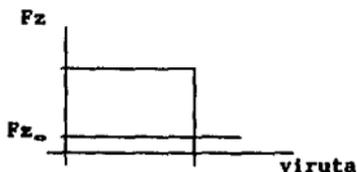
continua...

Material	Broca	Ref	Angulos	Resultados			
				Fz		Mz	
				N	Kgf	Ncm	KgfcM
H13 Inoxida	2	2	2	2000	203.87	600	61.16
"	2	1	2	3000	305.81	750	76.45
"	2	3	2	3100	316.00	1000	101.94
"	3	2	2	2000	203.87	1750	178.39
"	3	1	2	2500	254.84	1750	178.39
"	3	3	2	3000	305.81	1500	152.90

Analogamente a los resultados que se obtienen de las graficas obtenidas en el graficador ultravioleta se tiene la obsición de poder tener el cálculo de las fuerzas (Fuerza de corte, fuerza de penetración y la fuerza de rechazo) mediante un análisis matematico que nos involucra las características del material y herramientas usadas en el corte de los materiales.

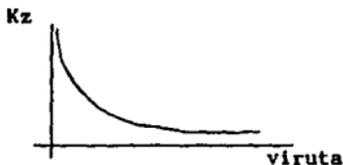
Por lo tanto a continuación se ejemplifica el proceso de calcular las fuerzas ya mencionadas a partir de un desarrollo matemático.

En la siguiente grafica se muestra la relación que existe entre la componente tangencial (F_z) de la fuerza de corte y el espesor de la viruta. Como puede observarse, para un ángulo constante de posición la relación es lineal, pero no pasa a través del punto de origen.



Esto es porque una cierta cantidad de la fueraz (Fz_0) es requerida para la compresión del material antes de la formación de la viruta. Entonces el espesor de la viruta y la componente tangencial se incrementan.

En la siguiente grafica se muestra la afinidad entre la fuerza especifica de corte y el espesor de la viruta. La fuerza que actua por cada mm^2 de la sección transversal de la viruta es llamada FUERZA ESPECIFICA DE CORTE (Ks), expresada en N/mm^2 , es decir :



Para un valor pequeño de viruta la curva indica un aumento considerable del Ks . La razon es analizada en la siguiente definición:

$$Ks = \frac{Fz}{A}$$

El Ks es usualmente expresado como un factor constante del material válido para ciertas condiciones y puede ser encontrado en tablas y en la recomendación de los datos de corte.

El área de la sección transversal de la virura (A) es el producto de la profundidad de corte y el avance es decir:

$$A = (s)(a)$$

donde:

s = Avance en mm/rev.

a = Profundidad de corte en mm.

A = Area de la sección transversal en mm^2 .

Para calcular las fuerzas de corte tenemos que la relación aproximada entre las tres componentes es la siguiente:

$$F_z : F_y : F_x$$

$$4 : 2 : 1$$

donde los valores F_x y F_y quedan determinados sobre todo por el ángulo de posición y el radio de punta de la herramienta.

La fuerza de corte tangencial (F_z) puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$F_z = (K_s)(a)(s)$$

donde:

K_s = Fuerza específica de corte en (N/mm^2) .

a = Profundidad de corte en (mm).

s = Avance en (mm/rev).

F_z = Fuerza tangencial en Newtons (N),

La fuerza axial (F_x) y la fuerza radial (F_y) se calculan con la relación de fuerzas indicada anteriormente.

Continuando con el ejemplo para torno:

Para calcular K_s tenemos que:

$$K_s = \frac{F_z}{A}$$

y el $A = (s)(a)$

la profundidad de corte $a = 0.25$ mm
 el avance $s = 0.25$ mm/rev la cual se calculo anteriormente
 de la pag. (126) tomamos $Fz = 280$ N

Sustituyendo los valores en la expresión para calcular Ks tenemos:

$$Ks = \frac{280}{(0.25)(0.25)}$$

haciendo un analisis dimensional tenemos:

$$Ks = \frac{N}{(\text{mm})(\text{mm/rev})} \quad ; \quad Ks = \frac{N}{\text{mm}^2}$$

por lo tanto $Ks = 4480$ N/mm²

calculando la fuerza tangencial:

la fuerza tangencial o de corte $Fz = (Ks)(a)(s)$
 sustituyendo valores

$$Fz = (4480)(0.25)(0.25) \\ = 280 \text{ N}$$

utilizando la relación de fuerzas:

$$Fz : Fy : Fx \\ 4 : 2 : 1$$

$$\text{la fuerza de avance } Fx = \frac{280}{4} = 70 \text{ N}$$

$$\text{la fuerza de penetración } Fy = \frac{280}{2} = 140 \text{ N}$$

Comporando estos resultados con los obtenidos experimentalmente tenemos que:

Fuerza	experimental	matematicamente	porcentaje error
F _x	100 N	70 N	30 %
F _y	125 N	140 N	10 %
F _z	280 N	280 N	0 %

Se ejemplifica a continuación el proceso para calcular la fuerza y el momento apartir de un desarrollo matemático para un taladro.

En una vuelta completa de la broca, cada uno de los filos corta una viruta de sección:

$$A = \frac{s}{2} \times \frac{d}{2} = \frac{sd}{4} \text{ mm}^2$$

donde:

s = Avance en mm/rev

d = Diámetro de la broca en mm

A = Area de la sección transversal en mm²

El esfuerzo sobre cada uno de los filos es:

$$Fz_1 = Fz_2 = (A)(Ks)$$

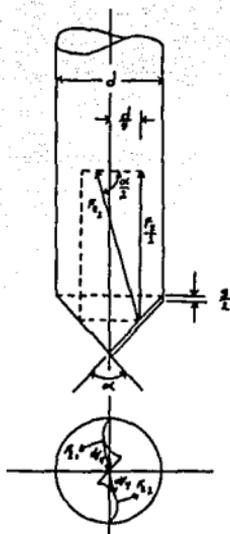
donde:

Ks = Fuerza especifica de corte en N/mm²

A = Area de la sección transversal en mm²

Fz₁ = Fuerza de corte de un filo de la broca

Calculemos ahora el momento de torsión M y la fuerza de corte que actua sobre el material, de la figura que se muestra a continuación se verifica que:



$$\frac{F_z}{2} = F_{z_x} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$= \frac{sd}{4} K_s \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_z = \frac{sd}{2} K_s \sin \frac{\alpha}{2}$$

donde:

α = Angulo de la broca

F_z = Fuerza de corte

De la expresión anterior tenemos que:

$$M = 2 F_{z_1} \frac{d}{4}$$

y como $F_{z_1} = f_{z_x}$, entonces el momento de torsión que actúa sobre la broca es:

$$M = \frac{sd}{2} (K_s) \frac{d}{4}$$

$$M = \frac{sd^2}{8} (K_s)$$

Continuando con el ejemplo para taladro:

Para calcular K_s tenemos que:

$$K_s = \frac{F_z}{A}$$

y el $A = \frac{sd}{4}$

El diámetro de la broca es $d = 6.35$ mm

El avance $s = 0.15$ mm/rev el cual se calculo anteriormente

De la pag. (122) tomamos $F_z = 600$ N

Sustituyendo los valores en la expresion para calcular K_s tenemos:

$$K_s = \frac{580}{\frac{(0.15)(6.35)}{4}}$$

$$K_s = 2435.6955 \text{ N/mm}^2$$

Empleando la expresió para calcular la fuerza de corte y sustituyendo los valores respectivos, en este ejemplo utilizamos $\alpha = 118^\circ$ por lo tanto tenemos que:

$$F_z = \frac{sd}{2} (K_s) \text{ sen } \frac{\alpha}{2}$$

Sustituyendo valores:

$$F_z = \frac{(0.15)(6.35)}{2} (2435.6955) \text{ sen } \frac{118}{2}$$

$$F_z = 512 \text{ N}$$

En el calcular el momento de torsión tenemos que:

$$M = \frac{sd^2}{8} (K_s)$$

Sustituyendo valores:

$$M = \frac{(0.15)(6.35)^2}{8} (2435.6955)$$

Se divide el resultado del momento entre 10 adimensional para que las unidades nos den en Newtons -centímetros.

$$M = 184.15 \text{ N cm}$$

Comparando los resultados experimentales y los resultados calculados matemáticamente tenemos que:

	experimental	matemáticamente	porcentaje error
fuerza	600 N	512 N	15 %
Momento	250 N cm	184 N cm	26 %

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se realizo la medición de las fuerzas de corte en el taladro y en el torno, realizando una serie de pruebas, con diversas variaciones en las condiciones de trabajo, por lo cual podemos concluir lo siguiente:

Durante la prueba de barrenado se comprobó que utilizando ángulos normalizados (en este caso de 118°) para materiales blandos como el aluminio, cobre, etc. se contemplo que tanto la fuerza de penetración como el momento producido durante la operación de corte son menores comparados con los resultados obtenidos en el caso de realizar la operación con otras condiciones de trabajo como el cambio en el ángulo de corte de la herramienta (ángulo de 140°).

Durante el barrenado en materiales no ferrosos como el aluminio se contemplaron diversas condiciones de prueba al variar los parametros y elementos refrigerantes como son; brocas de diferentes diámetros y dos diferentes refrigerantes (petroleo y aceite soluble), tambien se barreno sin utilizar refrigerante, obteniendo que los mejores resultados los obtuvimos con ciertos tipos de refrigerantes como se puede obserbar en el capítulo 10, con lo cual podemos concluir que para cada operación de corte con ciertas condiciones de trabajo y tipo de herramienta, se debe de utilizar el refrigerante adecuado para la operación.

Para trabajo en materiales ferrosos se obtuvieron las siguientes condiciones:

Barrenando el aluminio con una broca que tenga ángulo de corte de 140° se calienta y se adhiere a la broca aumentando la fuerza de penetración y el momento.

Empleando un ángulo de 140° y un material inoxidable H13 aumenta la fuerza de penetración y disminuye el momento, la viruta obtenida es muy pequeña, ya que con este ángulo tenemos mayor área de contacto al cortar.

Los refrigerantes utilizados en el barrenado del acero inoxidable fueron aceite de corte y aceite soluble, el óptimo fue el aceite de corte porque con este se registrarán menor fuerza de penetración y menor momento, como se muestra en el capítulo 10.

En general se registró las mayores fuerzas, los mayores momentos, el calentamiento más grande cuando no se utilizó refrigerante.

Los tres materiales utilizados en el desbaste fueron acero inoxidable H13, acero inoxidable 430F y coled rolled, en el material que se registraron las fuerzas mayores fueron en el acero inoxidable H13 y en el que se registró las menores fuerzas fue en el coled rolled, debido a la dureza de cada uno de los materiales.

Los refrigerantes utilizados en el desbaste fueron aceite de corte y aceite soluble, además se desbastó sin utilizar refrigerante, de estos el más óptimo fue el aceite

de corte porque se registrarón las menores fuerzas como se muestra en el capítulo 10.

Conforme disminuye el ángulo de salida de la viruta aumenta la fuerza de penetración (F_y) y la fuerza de avance (F_x), así como también disminuye la fuerza de corte (F_z), de los tres buriles utilizados el mejor fue el de mayor ángulo de salida, porque la viruta tiene un ángulo de salida y no choca de lleno con el buril.

Comparando las fuerzas medidas experimentalmente en el torno con las calculadas matemáticamente, observamos que existe una variación, esta puede ser debido a la calidad del material que estamos trabajando, a los ángulos utilizados, así como al tomar el valor promedio de las gráficas del registrador ultravioleta, esta variación es aceptable ya que el porcentaje de esta diferencia es pequeña.

En base a lo anterior podemos concluir finalmente que en toda clase de operación ya sea en torno o en taladro, se debe de trabajar con los parámetros adecuados, es decir, utilizar el refrigerante, las revoluciones por minuto, el avance, así como también el tipo de operación a realizar de acuerdo al material utilizado.

ABREVIATURAS.

Lista de abreviaturas utilizadas:

RPM	Revoluciones por minuto.
mm/rev	Milímetros por revolución.
cm	Centímetros.
pul	Pulgada.
D	Diámetro.
N/V	Newton por Volt.
V/cm	Volt por centímetro.
N	Newton.
Kgf	Kilogramo fuerza.
°	Grados.
mm	Milímetros
N cm	Newton centímetro.
Kgf cm	Kilogramo fuerza centímetro.
Galvo.	Galvoamplificador.
Ampli.	Amplificador de carga.
Per.	Perilla.
Refri.	Refrigerante.
Ref.	Refrigerante.
Cap.	Capítulo.
A.Corte.	Aceite de corte.
fx	Factor que representa la fuerza (x) en centímetros.
fy	Factor que representa la fuerza (y) en centímetros.
fz	Factor que representa la fuerza (z) en centímetros.
Fx	Fuerza de avance.
Fy	Fuerza de penetración.

Fz	Fuerzade coerte.
fz	Factor que representa la fuerza de penetración en el taladro.
mz	Factor que representa el momento en el taladro.
Fz	Fuerza de penetración en el barrenado.
Mz	Momento producido en el barrenado.
AAF	Angulo de ataque frontal.
AAL	Angulo de ataque lateral.
ALC	Angulo lateral de corte.
AFC	Angulo frontal de corte.
ASL	Angulo de salida lateral.
ASF	Angulo de salida frontal.

BIBLIOGRAFIA.

Diseño y utilización de herramientas para tornos automáticos

Angeles Cruz, René Aurelio

TESIS Biblioteca nacional

1971

Trabajos de torno

C. Roster

Editorial Juan Bruguera

1950

Taladro tipo vertical para usos multiples

Nieto Marquez, Rey Gabriel

TESIS (Diseño Industrial)

1985

Taladro Multiple

Romero Mendez, Francisco

TESIS (Diseño Industrial)

1980

El torno y la fresadora

Roberto Nadreau

Editorial Gustavo Gill

1981

Teoria y practica de las herramientas de corte

Eduardo Blanpain

Editorial Gustavo Gill

1981

Máquinas Herramientas Modernas

Mario Rossi

Editorial Dossat

1981

Herramientas de torno

Santelli Oscar Antonio

Editorial Alsina

1956

Manejo de las máquinas herramientas

Burghardt, Axelrod y Anderson

Editorial McGraw-Hill

1965

Aceites de corte y aditivos industriales

Vidal R, Benito

Editorial Gustaco Gili

1974

Manual Universal de la técnica Mecánica

E. Oberg, F.D. Jones y H.L. Horton

Editorial Labor

1984

Fabricación en serie de taladro de banco

Grau Urrutia Emilio

TESIS (Biblioteca Nacional)

1961

**Preparación y programación en un torno paralelo de control
numérico**

Dávalos Sanchez, Jorge Enrique

TESIS (Biblioteca Nacional)

1970

Alrededor de las Máquinas-Herramientas

Heinrich Gerling

Editorial Reverté

1974

Los lubricantes y sus aplicaciones

Eloy Mundi Crespo

Editorial Interciencia

1972

Manual Practico del torno

Schulze Hermann

Fundamentos de dibujo en ingeniería

Warren J. Luzadder, p.e.