

20  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE INGENIERIA

PUESTA EN MARCHA Y OPERACION DE UN EQUIPO  
DE MEDICION DE FUERZAS DE CORTE EN EL  
MAQUINADO.

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N  
BARRIOS MARTINEZ, ANDRES MARTIN T.  
CAMACHO TOXQUI JUAN CARLOS

*Director de Tesis*

ING. JESUS ROVIROZA LOPEZ



México, Cd. Universitaria 1992.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

PUESTA EN MARCHA Y OPERACION DE UN EQUIPO DE MEDICION DE  
FUERZAS DE CORTE EN EL MAQUINADO.

CAPITULO	TEMA	pag.
1	INTRODUCCION	2
2	LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS	5
3	LOS CORTADORES Y SU GEOMETRIA	25
4	LOS LUBRICANTES Y REFRIGERANTES	44
5	TRANSDUCTORES Y SU APLICACION	55
6	INSTALACION Y OPERACION DE EQUIPO	64
7	PRUEBAS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	84
8	COMCLUSIONES	
	BIBLIOGRAFIA	

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

#### ¿ PORQUE MEDIR FUERZAS DE CORTE ?

El corte por arranque de viruta es una de las técnicas más importantes para el conformado de los metales .

Los métodos modernos de producción imponen siempre altas demandas en máquinas y herramientas. Por esto los valores empíricos obtenidos de la práctica , no son suficientes para establecer las condiciones óptimas de corte.

Cuando la herramienta de corte ejerce una fuerza en la pieza de trabajo para cortar la viruta: a esta se le denomina *fuerza de corte*.

La velocidad de corte, profundidad de corte, avance, tipo de material y geometría de la herramienta de corte, y refrigerante son solo algunas de las características del proceso que gobiernan la magnitud y dirección de la fuerza de corte.

Una poderosa herramienta para la ingeniería de producción e investigación son los transductores piezoeléctricos con los cuales se pueden medir las componentes de las fuerzas en un sistema de coordenadas determinado.

Algunos ejemplos de aplicación son los siguientes:

Investigación en la maquinabilidad de materiales.

Comparación y selección de herramientas.

Comparación de materiales similares de diferentes fuentes.

Determinación de las condiciones óptimas de corte.

Determinación de los refrigerantes y lubricantes adecuados.

Encontrar las condiciones para producir el mejor acabado superficial.

La influencia de las fuerzas de corte el uso y vida de la herramienta.

Como podemos observar la medición de las fuerzas de corte es de gran importancia en toda operación de maquinado ya que con esto se obtienen las condiciones óptimas de operación.

Por lo anterior realizamos este trabajo que ponemos a su consideración.

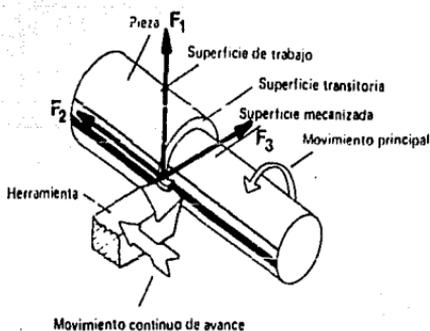


fig.1.1 fuerzas de corte en torno.

En las figuras 1.1 y 1.2 se muestran las fuerzas de corte que actúan durante el torneado y taladrado

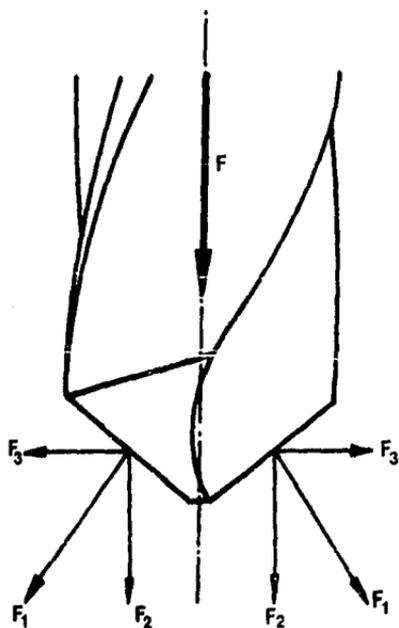


fig.1.2 fuerzas de corte en taladro.

## CAPITULO 2

### LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS

En este capítulo llamado las máquinas herramientas trataremos de una forma detallada sus características principales, en particular de dos importantes máquinas herramientas, como son el torno y el taladro, destinándoles nuestra principal atención en el presente trabajo.

#### EL TORNO COMO MAQUINA HERRAMIENTA

Una de las máquinas de trabajo más antiguamente conocidas es el torno y fué la herramienta primitiva, sin la cual no hubiera sido posible el gran progreso industrial del presente siglo.

Esta herramienta ha sido usada tanto para hacer vasijas de barro, como para labrar madera, hueso y marfil.

En la edad media se trabajaron el estaño y la arcilla en tornos muy rudimentarios que se denominaron tornos de alfarero.

Los leñadores dedicados al torneado de madera usaban los árboles como instrumento de trabajo al cual denominaron árbol torno (fig.2.1).



fig.2.1 árbol torno



fig.2.2 torno de pala

A partir de este se fueron perfeccionando pasando por el torno de pala (fig.2,2), el torno de pedal y el más completo que constaba de un husillo de madera, que permitía roscar. Después aparece la máquina herramienta propiamente dicha con el carro portaherramienta que se desplaza longitudinalmente. Posteriormente se ideó el dispositivo para roscar mediante el husillo patrón y las ruedas de engranes intercambiables.

El primer torno para cilindrar fue construido en 1830. Esta máquina fue accionada por una cadena para el movimiento de el carro longitudinal, por lo cual se le conoce como torno de cadena.

Este torno continuó en servicio hasta 1875 . En esta época aparecen los tornos de bancada de fundición considerandose estos como los primeros tornos paralelos y los cuales fueron evolucionando hasta los actualmente conocidos.

#### CLASIFICACION DE LOS TORNOS

Podemos considerar una clasificación de los tornos de acuerdo a las piezas que se trabajan, y el tipo de los trabajos que pueden ejecutarse. Por lo que mencionaremos las características de cada clase de torno.

Las características generales de trabajo de cada clase de torno, se presentan a continuación

1.-El torno paralelo:(fig.2.3), para cilindrar y roscar trabaja las piezas situadas horizontalmente, y es el mas versatil.

2.-Torno vertical:(fig.2.4) concebido para trabajar piezas pesadas y de dificil manejo.

3.-Torno (al aire) en cantiliver:(fig.2.5)trabaja piezas de gran diámetro y poca longitud.

4.-Torno revolver:(fig.2.6) semiautomático o automático, las

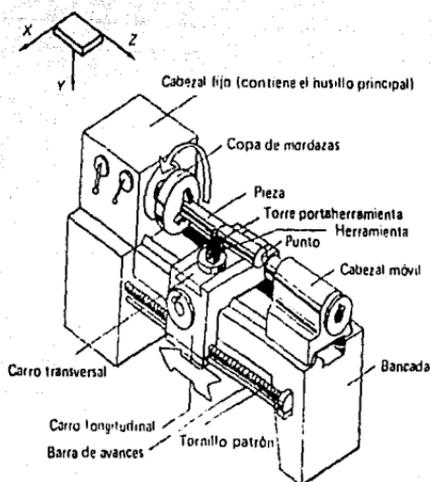


fig.2.3 Torno paralelo.

operaciones de torneado de las piezas se ejecutan manual o automáticamente. La torreta revolver permite ejecutar sucesivamente las operaciones en que se descompone el trabajo.

5.-Torno semiautomático: (fig.2.7) el automatismo es solo para los movimientos de trabajo, debiendo intervenir el obrero en la alimentación de las piezas a tornear ó el avance de la barra.

6.-Tornos automáticos: (fig.2.8) los movimientos de avance de las herramientas: de cilindrado, de roscado, de taladrado y de corte se obtienen mediante levas de disco o levas de tambor especialmente construidas para cada serie de piezas a fabricar, Las condiciones de trabajo son superiores a la del torno paralelo.

7.-Torno de precisión:(fig.2.9) es utilizado en trabajos específicos para la construcción o reparación de piezas con

dimensiones pequeñas, una gran precisión y un acabado fino.

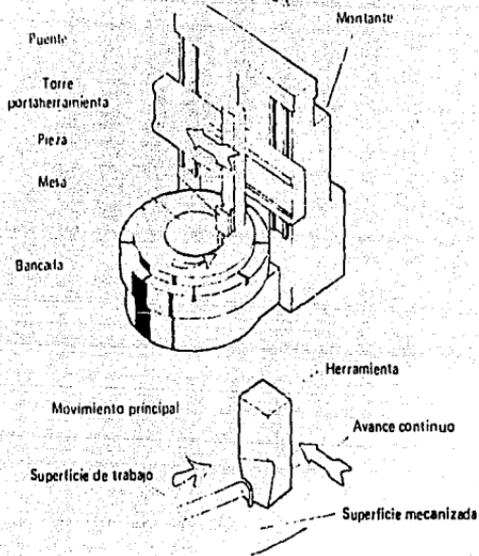


fig.2.4 torno vertical

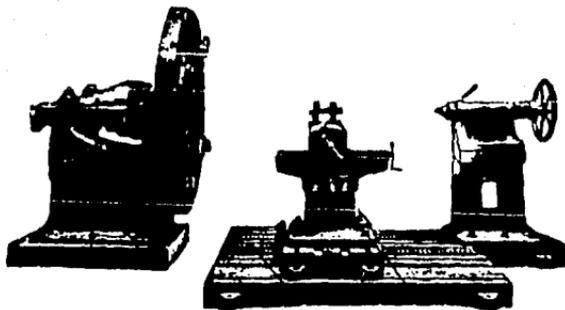


fig.2.5 torno al aire (cantiliver).

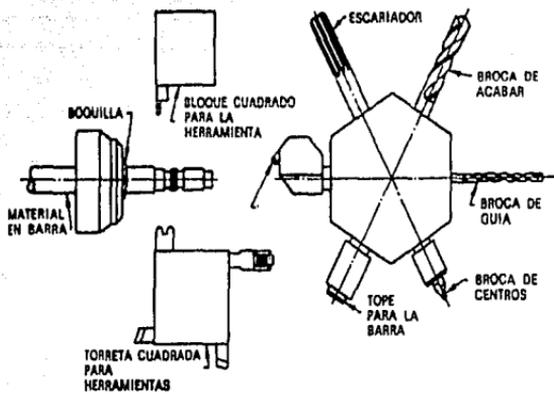


fig.2.6 torno revolver.;

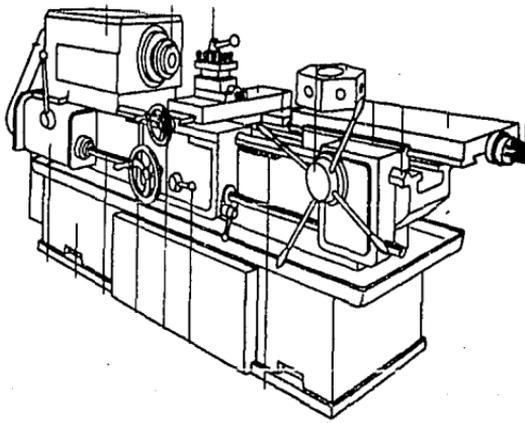


fig 2.7 torno semiautomático.

De los tornos citados anteriormente haremos mención del torno paralelo que es, en particular el utilizado para la obtención de resultados en las pruebas que realizaremos.

#### EL TORNO PARALELO

Definición : La denominación de torno paralelo proviene de la particularidad siguiente:

La automaticidad del carro longitudinal, permite la construcción de piezas con generatrices paralelas, estén aquellas

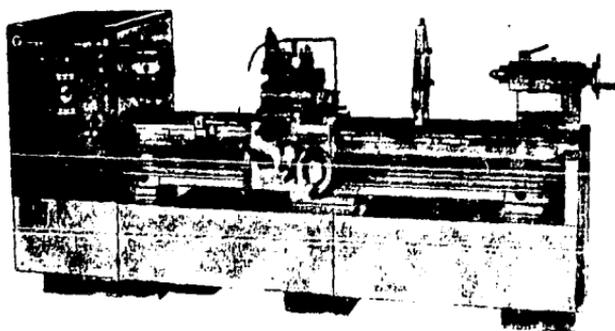


fig.2.8 torno automático.

en cantiliver o entre puntos , siendo necesario, en el último caso, ajustar previamente el contrapunto, para garantizar el paralelismo.

#### CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA

Las características de cada máquina son semejantes pero varían evidentemente según la marca, el tamaño y el tipo utilizado.

Para los tornos paralelos, tales características se muestran en las figuras 2.10 y 2.11 siendo las siguientes:

1.- Volteo: Es la distancia vertical comprendida entre la parte superior de la bancada y el punto del husillo principal.

2.- Distancia entre puntos: Es la distancia entre el punto del

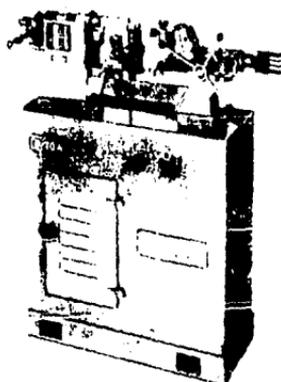


fig.2.9 torno de precisión.

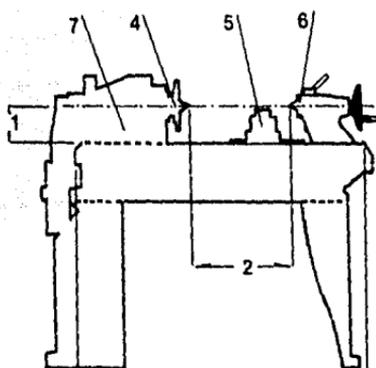


fig.2.10 y 2.11 características del torno.

cabezal fijo y el punto del cabezal móvil.

3.- Distancia transversal de la bancada: Es la distancia entre las guías.

4.- Cabezal fijo: Soporta las piezas a trabajar.

5.- Carro portaherramientas: Soporta y desplaza la herramienta

de corte.

6.- Contrapunto ó cabezal móvil: Soporta la pieza cuando esta no pueda trabajarse en cantiliver

7.- Caja Norton: Dispositivo para los pasos de rosca y avances de los carros portaherramienta

- a). Paso de la rosca del husillo patrón.
- b). Número de pasos métricos con sus valores.
- c). Número de pasos ingleses con sus valores.

8.-Motor : Potencia, velocidad.

9.-Dimensiones: Espacio que ocupa, y su peso.

#### MOVIMIENTOS FUNDAMENTALES

En todo torno paralelo existen, siempre, dos movimientos fundamentales. Tales movimientos son la rotación de la pieza y la translación de la herramienta.

1.- La rotación de la pieza alrededor de su eje es accionada por el cabezal fijo a las distintas velocidades.

2.- La translación de la herramienta se obtiene mediante los movimientos de los carros y puede efectuarse en las direcciones siguientes:

a). Dirección paralela al eje entre puntos, para un cilindrado o un roscado.

b). Dirección perpendicular al eje entre puntos, para refrentar, sesgar, o cortar.

c). Dirección oblícua al eje entre puntos, para un torneado cónico.

d). Dirección cualquiera, resultante de la combinación de las

dos primeras, es para un torneado o reproducción de una muestra plantilla (tornos copiadores).

#### DESCRIPCION DEL TORNO PARALELO

El torno paralelo está constituido por las partes fundamentales siguientes:

1.-Bastidor . El bastidor está formado por una bancada de una sola pieza, de fundición muy dura, en forma de dos largueros, apoyada y sujeta sobre pies ó un zócalo aligerado, también de fundición.

El bastidor soporta algunas partes auxiliares, tales como las siguientes:

- a). Los cojinetes de la barra de cilindrar y el husillo patrón.
- b). La caja del dispositivo para los avances y pasos de rosca.
- c) Las partes de transmisión del movimiento de rotación desde el motor al husillo principal y desde el último a la caja de los avances.

2.-Cabezal fijo. Es la parte principal del torno paralelo, puesto que simultáneamente soporta la pieza y le transmite el movimiento de rotación. Su cuerpo de fundición, soporta el husillo principal, también llamado husillo de trabajo, es hueco de acero sometido a tratamiento térmico, y recibe el movimiento de rotación del motor. La extremidad del husillo principal, del lado de el contrapunto esta rectificada interiormente con el cono morse, normalizado, para el centro del punto giratorio del torno. Exteriormente está roscado para recibir los diferentes platos o mandriles.

3.-Contrapunto. Es también llamado cabezal móvil, tiene por objeto soportar un extremo de las piezas de trabajo que por su longitud, no pueden ser torneadas en cantiliver. Es de fundición y lleva una zapata ajustable que se apoya perfectamente sobre la parte central de la bancada.

La parte superior del contrapunto, en forma de cañón, aloja en su interior un casquillo cilíndrico, que se desplaza longitudinalmente mediante un tornillo accionado a su vez, por un volante; es en el cono morse del casquillo donde se centra el punto no giratorio del torno.

#### 4.-Carros :

a). Carro inferior o longitudinal. El carro inferior es una especie de escuadra de fundición cuya ala horizontal se denomina deslizadera corredera, y a la ala vertical delantal o placa delantera.

El delantal lleva los dispositivos para los accionamientos manual y automático del propio carro longitudinal y transversal.

b). Carro intermedio o transversal. El carro transversal se desliza sobre la parte superior del carro longitudinal, accionado por un tornillo y tuerca. El tornillo de accionamiento va provisto de un volante con tambor graduado.

c). Carro superior o portaherramienta. Sobre el carro transversal está situado otro denominado carro portaherramienta.

El desplazamiento del carro superior se acciona exclusivamente a mano. En su parte superior esta situado el dispositivo portaherramienta.

5.-Caja Norton. La caja Norton es el dispositivo para los

avances y los pasos de rosca, que acciona la barra de cilindrar ó, el husillo patrón. está constituido por un piñón deslizante que puede engranar sucesivamente con diversos engranes de distinto número de dientes. El número de vueltas transmitido es, pues variable y puede hacerse apropiado al avance conveniente ó al paso de rosca deseado.

6.-Movimientos auxiliares. Los movimientos auxiliares del torno paralelo se obtienen mediante dos dispositivos especiales: El poder y el inversor de marcha.

a.- El dispositivo de poder, consiste en una combinación de engranes que permite establecer diferentes relaciones de velocidades entre un eje motor y el husillo principal

El objeto del uso del poder es reducir las velocidades del árbol de trabajo con el fin de poder hacer frente a los mayores esfuerzos de torneado.

b.-Inversor de marcha De una manera general, para todas las operaciones ordinarias de torneado, el desplazamiento longitudinal del carro inferior se efectúa corrientemente desde la derecha hacia la izquierda. ( No obstante, en ciertos casos particulares roscando a la derecha girando al revés, roscando a la izquierda girando normalmente) Al cilindrar hacia el contrapunto, resulta obligado invertir el sentido de rotación de la barra de cilindrar ó del husillo patrón.

Tal maniobra resulta posible gracias a un mecanismo particular, que permite, para un mismo sentido de rotación del husillo principal, obtener los dos sentidos de rotación en dicha barra o husillo; aquél mecanismo, ó dispositivo, recibe el nombre de

inversor de marcha.

### ACCESORIOS UTILIZADOS EN EL TORNO

Los accesorios utilizados en el torno quedan comprendidos en los grupos siguientes:

1.- Los puntos:(fig.2.12) pueden ser fijos o giratorios.

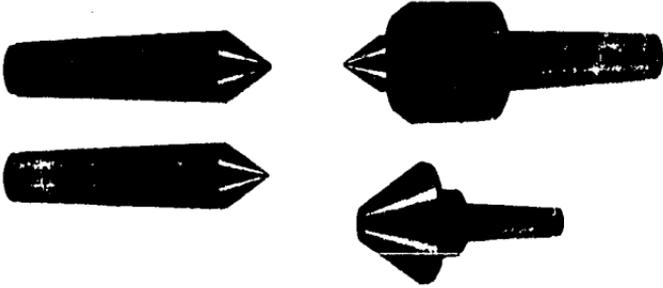


fig. 2.12 puntos.

2.- Las bridas de arrastre:(fig.2.13) comunmente llamados perros.

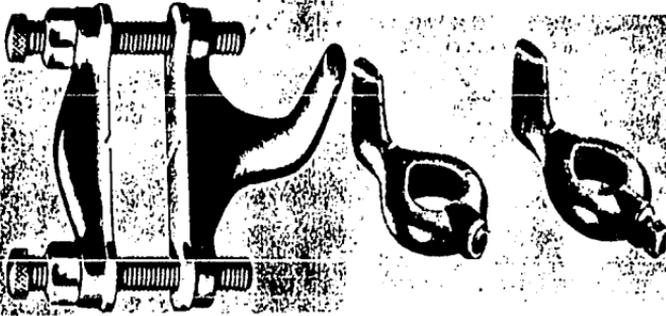


fig.2.13 bridas de arrastre.

3.- Los platos, mandriles y pinzas:(fig.2.14).

4.- Las lunetas:(fig.2.15).

5.- Los topes de final de carrera.

6.- El elemento medidor de los desplazamientos longitudinales del carro inferior (dial).

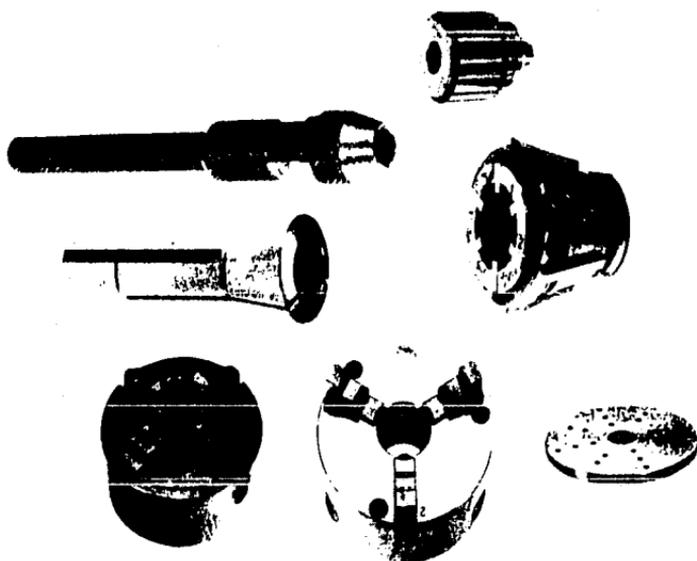


fig.2.14 platos mandriles y pinzas.

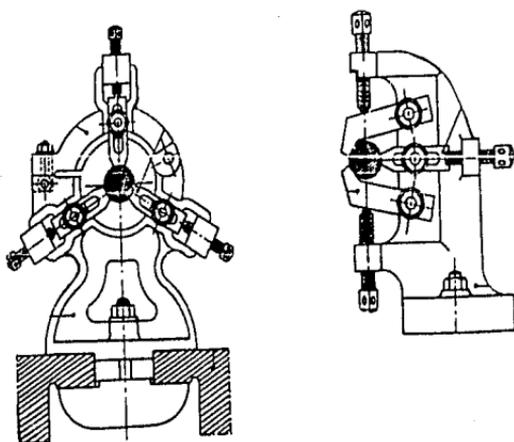


fig 2.15 lunetas.

## EL TALADRO COMO MAQUINA HERRAMIENTA

### ANTECEDENTES HISTORICOS

La acción más antigua de barrenar por medio de un movimiento de rotación de la que se tiene conocimiento es la trepanación, que es definida como la acción y efecto de horadar el cráneo con el trépano, siendo horadar perforar de parte en parte una cosa.

En un tratado de máquinas bélicas, se describe el trépano como la máquina demolidora empleada por griegos y romanos. Entre los latinos esta máquina se describe con el nombre de teretra, empleandose para taladrar o perforar los muros de las ciudades sitiadas.

Más adelante se conoce al berbiquí, ya como una herramienta que sirve para comunicar a la broca el movimiento de rotación necesario para el taladrado.

Se comenzó con el berbiquí de carrete que impartía un movimiento de avance y retroceso. Llegando hasta el berbiquí de Heyerhoff, en el cual el movimiento es continuo

El taladro considerado ya como máquina herramienta, en general, data de principios del siglo XVIII, sin que haya sido posible precisar a quién corresponde la gloria del invento.

De todas las máquinas y herramientas son sin duda alguna, las que más considerables progresos han experimentado en los últimos años, después de haber permanecido su construcción estacionada durante largo tiempo, en forma que con las taladradoras clásicas parecía que habían ya alcanzado los tipos definitivos.

La reacción manifestada en el campo de la construcción, no obstante, ha sido realmente formidable y desde principios del

siglo XX , han aparecido en el mercado industrial una variedad indefinida de modelos, con las más ingeniosas soluciones mecánicas y algunos de ellos de elegantísimas líneas, aptos para adaptarse a las más variadas necesidades de la moderna tecnología mecánica.

#### CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION DE LAS TALADRADORAS

La taladradora como parte del conjunto de máquinas herramientas, en la cual la pieza permanece estática y la herramienta se mueve, realizan agujeros cilíndricos, o barrenos con una herramienta especial llamada broca o barrena con la punta afilada que, al recibir un movimiento de giro y al mismo tiempo presionar hacia la pieza, penetra en esta cortando el material y expulsándolo hacia afuera, ya sea en materiales metálicos o no metálicos.

Es de notar que este procedimiento de maquinado, es posible obtener fácilmente un diámetro determinado y una distancia entre ejes fijada previamente, así como una superficie bien limpia, constituyendo por esto que el empleo de las taladradoras sea una importante mecanización para la industria metalúrgica.

En la figura 2.16 se muestran los elementos fundamentales que componen una taladradora y son los siguientes:

1.- Columna o pedestal: Sirve de soporte y apoyo de todos los mecanismos, conjuntamente con la mesa.

2.-Mesa: Es la plataforma sobre la que se debe colocar el material para ser barrenado.

3.- Husillo: Es un eje que se desplaza de arriba a abajo con el movimiento de una palanca y gira sobre si mismo en un sentido de

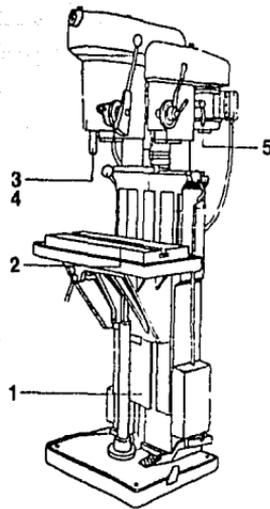


fig.2.16 partes fundamentales de la taladradora.

rotación, impulsado por el motor.

4.-Broca: En la punta inferior del husillo lleva la herramienta de corte que en contacto con el material, producirá el barreno.

5.-Motor: Es el encargado de producir el movimiento que un juego de poleas en unos casos, o de engranes en otros, se encargarán de transmitirlo al husillo y éste a su vez a la broca. Este juego de poleas o engranes produce diferentes velocidades que se aplican según la mayor o menor dureza del material a taladrar, ó el diámetro de los barrenos que se deben hacer.

Las máquinas herramientas taladradoras pueden clasificarse en taladradoras: Sensitivas, de Columna, Radiales y Portátiles

A.- Las taladradoras Sensitivas:(fig.2.17) normalmente de banco, constituyen el tipo más elemental y solo pueden producir barrenos

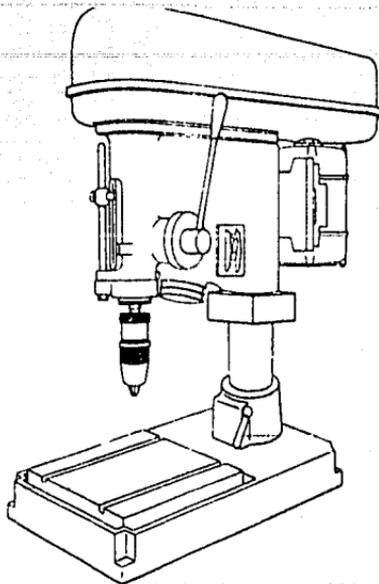


fig. 2.17 taladradora sensitiva.

de pequeñas medidas que oscilan entre 1 y 12 mm. de diámetro.

Se coloca sobre una mesa o banco de trabajo; se denominan sensitivas por que la acción del penetrado de la herramienta se efectúa a mano apretando la palanca por el propio operario. De ahí que el deba por si mismo dar mayor o menor presión a la palanca,

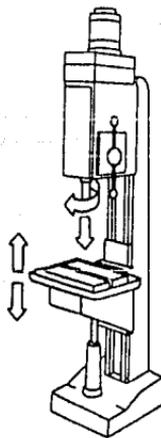


fig.2.18 taladradora de columna.

según la resistencia que presente el material.

Las taladradoras sensitivas suelen también tener cambios de velocidades.

B.-Taladradoras de Columna:(fig.2.18)-Están constituidas por una sólida columna de fundición que forma un eje rígido sobre el cual se desplazan los diferentes elementos de la máquina. Esta constitución es mucho más robusta, permite a este tipo de taladradoras efectuar barrenos de hasta 100 mm. de diámetro.

La mesa o plato es desplazable a lo largo de ella lo que le permite una mayor capacidad para practicar barrenos. Por otro lado la transmisión de velocidades es por medio de engranajes, alcanzándose mayores y mayor número de velocidades.

Muchas de las taladradoras de columna están equipadas con una palanca de retroceso de giro pudiéndose entonces realizar la operación de roscado.

El movimiento descendente de avance es automático, sin embargo también posee el avance sensitivo sustituyendo al automático.

C.-Taladradoras Radiales:(fig.2.19) Se componen de una amplia

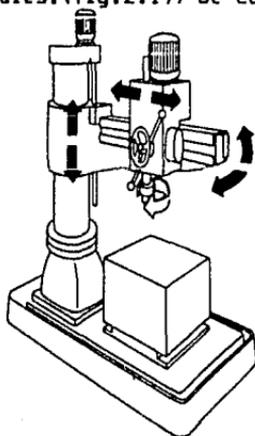


fig.2.19 taladradora radial.

base sobre la cual se encuentra la mesa y una sólida columna a la que va integrado un brazo giratorio a través del cual puede deslizarse el cabezal. Los movimientos que este puede adoptar son muy variados.

El brazo puede subir, bajar y girar alrededor de la columna.

Por otra parte, el cabezal puede deslizarse a lo largo del brazo por unas guías practicadas en él, que le permiten dicho movimiento. Y, finalmente, también tiene el movimiento vertical del husillo igual que las taladradoras sensitivas y de columna. De esta forma el cabezal puede orientarse de muchas y variadas formas, sin tener necesidad de cambiar la pieza, la superficie abarcada por esta taladradora es muy grande. Las taladradoras radiales se construyen en gran variedad de modelos y tamaños.

Existen taladradoras radiales que solamente llevan un motor que acciona todos los elementos de la máquina.

Las taladradoras radiales modernas normalmente van equipadas con dos o más motores. Uno para el movimiento del husillo y el otro para el movimiento del brazo. además la mayor parte de estas máquinas llevan motores independientes para accionar la bomba de lubricación, los avances rápidos, etc.

D.-Las taladradoras de control numérico:(fig.2.20) De concepción muy reciente, fundamentalmente son taladradoras normales provistas de control numérico, mediante el cual se consigue que la pieza se sitúe automáticamente en distintas partes.

El control numérico hace que la mesa, y la pieza fijada en ella, se desplace hasta la posición deseada para que la herramienta realice el barreno en el punto previsto, y en caso de

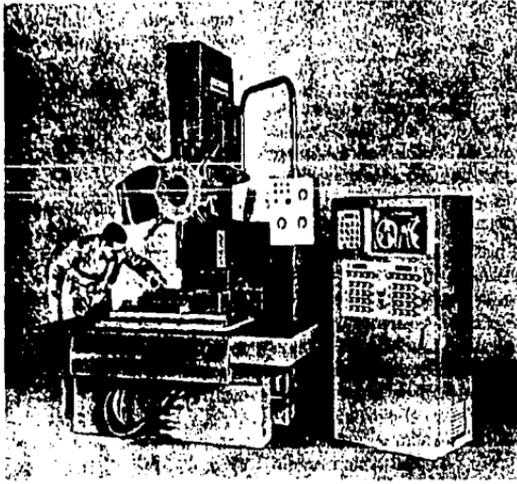


fig. taladradora de control numérico.

que sean varios los barrenos a efectuar, la mesa vuelve a desplazarse hasta lograr la posición requerida para la segunda operación, después para la tercera, y así sucesivamente; todo ello de forma automática y según un programa preestablecido.

Cabe hacer notar la importancia de los sistemas de refrigeración en las máquinas herramientas citadas.

Con lo anterior damos por terminado el presente capítulo denominado las máquinas herramientas (tornos y Taladradoras). En un capítulo posterior trataremos el tema de las herramientas de corte para las máquinas herramientas descritas.

## CAPITULO 3

### REFRIGERACION

Y

### LUBRICACION

Otro temas importante considerado dentro del área de las máquinas herramientas, al cual dedicamos el presente capítulo, son los lubricantes y refrigerantes (Fluidos de corte).

Dentro del mecanizado de los materiales se presenta generalmente un problema principal que es el calor.

El calor producido al efectuar la operación de corte, sobre una pieza metálica puede provenir de las siguientes causas:

a) De la energía procedente de la deformación plástica.

b) Del rozamiento ó fricción de la viruta arrancada a la pieza, cuando aquélla se desliza por la cara frontal de la herramienta.

c) Del rozamiento ó fricción de la herramienta contra la pieza metálica que se mecaniza.

De estas tres causas de la formación de calor durante la operación mecánica, es sin duda alguna la primera, la que mayor cantidad del mismo aporta y representa las dos terceras partes del calor total producido.

En cualquier operación de maquinado con arranque de viruta en un metal por medio de una herramienta de determinada dureza, es necesario consumir cierta cantidad de energía. De esta energía, alrededor de un 98% se convierte en calor.

En todo mecanizado al arrancar la viruta se produce una

deformación plástica o reblandecimiento. Este efecto mecánico del material tiene lugar en aquella zona de la pieza, anterior al útil que la corta, convirtiéndose también en calor, la energía necesaria para conseguir la deformación plástica, con la cual el problema térmico de la operación se agrava aún más.

En la figura 3.1 se muestra el área de la deformación plástica de la que se ha tratado.

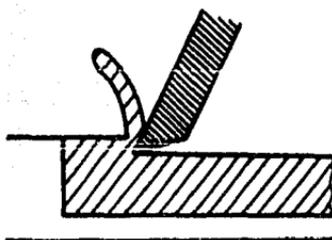


fig. 3.1 Area de deformación plástica

#### LUBRICANTE

Se denomina lubricante a toda sustancia capaz de reducir el rozamiento entre dos superficies sólidas, deslizándose una sobre otra, impidiendo el contacto directo entre ellos. El objetivo principal del lubricante es proteger los diferentes elementos de máquinas, del contacto metálico inmediato, por lo que se necesita que la película de engrase que se forma tenga bastante consistencia y sea más gruesa que la suma de las irregularidades formadas por las crestas de la rugosidad dejada al mecanizar ambas superficies.

En el caso de corte de viruta, el coeficiente de rozamiento de viruta es muy elevado, lo que dificulta la interposición de una película de lubricante entre los dos materiales en contacto, que reduzca el rozamiento.

## REFRIGERANTE

El refrigerante tiene como misión principal evitar que en el punto de corte se produzcan temperaturas elevadas, o si se producen, hacer una disipación rápida del calor mediante una buena conductividad térmica, que en los compuestos de base agua es mucho mas enérgica.

Como estas dos funciones de lubricar y refrigerar ha de realizarlas el mismo fluido, es por lo que es tan difícil conjugar ambos criterios ya que el agua tiene también un elevado poder oxidante, lo que la hace inutilizable sin la adición de otros elementos para contrarrestar su poder oxidante.

El fluido de corte tiene dos misiones fundamentales en las operaciones de mecanizado de piezas metálicas; a saber: la de disminuir el coeficiente de rozamiento y la de proveer la refrigeración suficiente durante la operación. Ambas dirigidas a reducir el aumento de calor producido durante el corte.

El factor que influye de una manera decisiva en el corte de una pieza metálica es la duración del útil de corte. Si éste se vuelve inservible con rapidez, la operación mecánica es mala bajo todos los aspectos. Una herramienta de corte se inutiliza, cuando se genera calor excesivo y no es disipado rápidamente.

Las investigaciones llevadas a cabo sobre el particular han proporcionado el claro resultado de que son necesarios pequeños aumentos de temperatura para que la vida del útil de corte se reduzca considerablemente.

Por dicho motivo se hace imprescindible el empleo de aceites de corte que posean las propiedades necesarias y suficientes para

que la temperatura de trabajo se mantenga, en todo momento, por debajo de la temperatura de reblandecimiento de los materiales de la herramienta y de la piezas que intervienen en la operación.

La temperatura producida durante el corte, se puede controlar de las dos formas que a continuación se indican:

a) Proporcionando una película continua de lubricante entre la viruta y la cara de desprendimiento de la herramienta, así como entre el flanco de ésta y la pieza, con lo que se reduce considerablemente el rozamiento y por lo tanto el calor,

b) Eliminando el calor del área de corte utilizando un fluido refrigerante.

La manera en que se forma la viruta sobre la herramienta, la alta velocidad con que cada día se trabajan los metales y las altas temperaturas desarrolladas, impiden una buena refrigeración porque el líquido es rechazado con violencia y tan corto espacio de tiempo en contacto, no posibilita el enfriamiento.

Las figuras 3.2 y 3.3 indican una manera corriente y errónea de lubricar una herramienta.

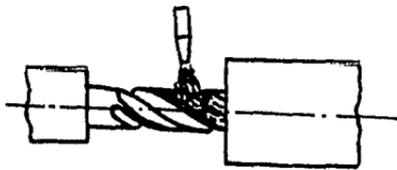


fig.3.2

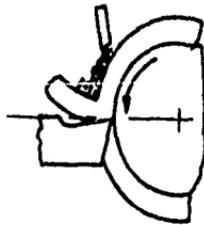


fig.3.3

Por el contrario en las figuras 3.4 y 3.5 permiten que el fluido de corte llegue al filo de la herramienta con facilidad, a cambio de contar con una presión mayor en el caudal en algunos casos.

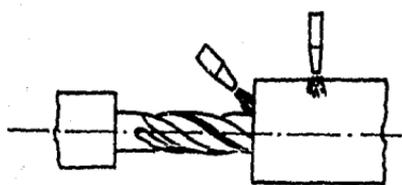


fig. 3.4

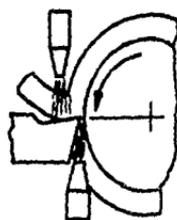


fig. 3.5

Esta presión no es suficiente para hacer llegar el aceite a la cara superior de la herramienta, que es donde existe el mayor rozamiento. Pero como la temperatura desarrollada en el filo es muy superior a la temperatura de ebullición del fluido de corte, una buena parte de este se vaporiza penetrando por los intersticios a la parte superior formando la película lubricante que reduce el rozamiento. Por tal razón muchas herramientas van perforadas para facilitar la llegada del refrigerante hasta el mismo punto de corte.

#### LUBRICANTES Y REFRIGERANTES

Los compuestos químicos generalmente denominados aceites, lubricantes y refrigerantes de aplicación industrial tienen fórmulas químicas, en algunos casos complejas, dentro de las cuales el aceite solo sirve de base para unir una serie de

aditivos que son los verdaderamente eficaces ante el trabajo de una máquina o ante un maquinado determinado.

Las condiciones que deben reunir los fluidos 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 o dispersión.
- 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.

Otro tipo de condiciones que hay que exigir a los fluidos de corte en general son, evitar; los efectos de dermatosis, las espumosas, y las oxidaciones rápidas o lentas

Las razones que justifican la presencia de aditivos en los fluidos de corte son:

-Formar un compuesto superficial sobre la pieza, que resulte más mecanizable que ella misma, con lo que se reduzca el rozamiento y, en consecuencia, el calor.

-Evitar las oxidaciones rápidas o lentas.

El cloro y el azufre son los aditivos de uso más común que constituyen cloruros y sulfuros respectivamente que forman una capa protectora que resiste hasta 1200 °C, teniendo estas películas un valor relativamente bajo de maquinabilidad y sirven como buenos aditivos EP y antisoldante.

Los aditivos clorados son para operaciones mecánicas que tengan

lugar a velocidades altas que correspondan a un mecanizado poco profundo.

En cambio los aditivos sulfurados se utilizan en las que las temperaturas generadas sean muy altas y en las que se trabaje para obtener un mecanizado muy profundo.

#### CLASIFICACION DE LOS FLUIDOS DE CORTE

Las necesidades que se deben cubrir o se pudieran presentar con respecto al cambio de temperatura, oxidación etc. en el corte de materiales, por arranque de viruta, son contrarrestados por los fluidos llamados de corte.

Estos fluidos, por su utilidad y naturaleza, se clasifican en dos grandes grupos, cubriendo las necesidades requeridas en el corte.

Estos grupos son los fluidos acuosos y los fluidos puros.

#### FLUIDOS ACUOSOS

Son casi todos solubles en agua o por lo menos, forman emulsión con ella, distinguiéndose los siguientes subgrupos:

- a) Sintéticos
- b) Semisintéticos
- c) Emulsiones
- d) Emulsiones *extreme pressure*

Las propiedades principales que deben reunir cada uno de estos subgrupos para que cumplan su cometido con eficacia y máximo rendimiento son las siguientes:

- a) Sintéticos

Deben ser, solubles en agua, poseer un poder antioxidante

elevado y un poder detergente considerable, aunque el poder lubricante sea pequeño.

#### b) Semisintéticos

Son aceites de corte que deben tener, por lo menos, una parte soluble en agua y otra emulsionable. Esta particularidad debe ir acompañada de un poder antioxidante elevado, un poder detergente bastante grande y un poder lubricante superior a los del subgrupo anterior.

#### c) Emulsiones

Son aceites de corte constituidos por mezclas de aceite mineral y grasas naturales, que en contacto con el agua forman emulsiones.

Deben poseer además un buen poder antioxidante, así como una buena capacidad de detergencia.

#### d) Emulsiones *extreme pressure*

Son fluidos formados por aceite de corte a los que se han incorporado determinados aditivos (compuestos químicos clorados y/o sulfurados).

Deben formar con el agua, que este exenta de dureza, una emulsión estable. Además han de poseer una gran capacidad lubricante y un poder antioxidante normal.

Dentro de la clasificación de los aceites solubles tenemos las llamadas taladrinas, que son emulsiones lechosas más o menos blancas y opacas, según para el trabajo a que se destine, se puede hacer transparente o translúcida.

#### TALADRINA BLANCA

EL mejor agente refrigerante hasta 1880 era el agua pues permitía aumentar un 40 % la velocidad del torno con la

consiguiente elevación del rendimiento del mismo

Pese a que el agua es un refrigerante muy bueno tiene un factor importantísimo en el que falla, este factor es la corrosión de los metales que se trabajaban. Para mejorarla, se le adicionaron sustancias que redujeran el poder de oxidación. Primeramente se utilizó el carbonato sódico al 1.5 % , esto representaba un peligro pues atacaba la piel del operario y la pintura de la máquina. Desde entonces se hicieron repetidas modificaciones en dichas fórmulas llegando a la conclusión de que la mejor y la más útil para trabajar mecánicamente los metales, son las llamadas taladrinas, las cuales no son más que emulsiones que tienen un gran poder de lubricación y casi el mismo de refrigeración que el agua, y a las que se les ha añadido productos antibacterianos.

Los aceites solubles o taladrinas tienen tres componentes esenciales y en ciertos casos hasta cuatro estos componentes son: aceite mineral, detergentes, antioxidantes y antiespumantes.

#### TALADRINA VERDE

Estas están constituidas por mezclas de sustancias que benefician el maquinado de ciertos metales y que, al disolverlas en agua, en vez de tomar un color blanco adquiere un color verdoso.

Casi todas las fórmulas se basan en la mezcla de un alto porcentaje de aceite mineral puro y de la mejor calidad posible con algun 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.

Tanto en este tipo de fluidos de corte, como en las emulsiones y en los semi sintéticos, la dureza del agua es un factor de gran importancia que debe corregirse pues provoca una considerable disminución de la cantidad del agente emulsionante y de su poder de emulsión, así como una dermatosis muy aguda en el operario.

#### FLUIDOS PUROS

Estos son los llamados *aceites de corte* propiamente dichos y podemos dividirlos también en varios subgrupos. a saber:

- e) De baja presión.
- f) De media presión.
- g) De extrema presión clorados.
- h) De extrema presión sulfo-clorados.

Al igual que los anteriores, cada uno de ellos debe gozar de unas propiedades características para su uso correcto, propiedades que vamos a enumerar brevemente.

- e) De baja presión

compuestos de: aceite mineral; aditivo antioxidante; aditivo antiespuma; que deben tener poca viscosidad.

Las viscosidades, como hemos dicho anteriormente, de estos aceites, para poder mecanizar directamente con ellos los metales, deben ser bajas; aproximadamente y según la clasificación SAE debe de ser de 10

Otra condición importante es que no deben formar emulsión con agua.

Deben resistir la oposición mecánica de los metales ligeros.

Han de tener un flujo bajo y una conducción calorífica buena

f) De media presión

constituídos por: aceite mineral; aditivo antioxidante; aditivo antiespuma; aditivo *mild extreme pressure*.

Las viscosidades de estos aceites deben de ser bajas, si bien ligeramente superiores a las de los fluidos de corte del apartado anterior.

g) Extrema presión clorados

estos aceites deben cubrir una amplia gama de viscosidades y además de los aditivos contenidos en los aceites expresados en el apartado f), deben incorporar también a su composición aditivos EP.

h) Extrema presión sulfoclorados

De este subgrupo de aceites, se puede decir lo mismo que se ha indicado para el g), agregando a su composición química, aditivos sulfurados.

#### ACEITES SULFURADOS

Los aceites sulfurados están constituídos a base de aceite de manteca de cerdo disuelto en un 90 % de aceite mineral sulfurado. Suelen llevar aditivos *extreme pressure* (EP) con azufre libre.

Los aceites sulfurados permiten acabados excelentes y suelen disolverse con queroseno.

#### ACEITES CLORADOS

Suelen estar compuestos generalmente de un aceite mineral y un compuesto orgánico clorado, como la cloroparafina.

Todos estos aceites que van con un aditivo Extrema Presión son

corrosivos, pero este factor carece de importancia, puesto que el aceite de corte suele estar muy poco tiempo en contacto con la pieza, no ofreciendo por ello un peligro excesivo de oxidación, ya que inmediatamente después de realizado el mecanizado se debe lavar la pieza.

Las condiciones con que estos aceites deben fluir sobre las piezas que se mecanizan son las siguientes:

- a) Flujo de 11 a 18 litros por minuto.
- b) Dirección adecuada del chorro de forma que evite la deformación y resquebrajamiento de la pieza por calentamientos irregulares. Aproximadamente el chorro debe tener un diámetro igual a  $3/4$  del de la herramienta.
- c) Para mecanizados de mucha dificultad debe utilizarse un flujo de 4 litros por minuto y por unidad de potencia (CV).

#### ELECCION DE LOS FLUIDOS DE CORTE

Antes de iniciar recordemos dos ideas con carácter de reglas que el usuario debe tener en cuenta, en todo momento en el estudio de los fluidos de corte.

1. Cuando en una operación de mecanizado deben realizarse varias operaciones de corte simultáneas, la más difícil y profunda es la que domina, debiéndose lubricar según corresponda a ella.

2. En el momento de elegir un fluido de corte, no solamente se tendrá en cuenta el precio por kg del mismo, sino también otros muchos costos tales como la vida útil de las herramientas, frecuencia con que se deterioran, acabado perfecto de las piezas

en tiempos mínimos, perturbaciones de las máquinas-herramientas, etc.

Daremos las aplicaciones generales a continuación, que puede tener cada uno de los fluidos de corte relacionados anteriormente, para luego de una manera más racional, entrar en las formas sistematicas de hacer una correcta elección del aceite de corte.

a) Fluidos acuosos sintéticos.- Adecuados para el rectificado de desbaste.

b) Fluidos acuosos semisintéticos.- Se pueden aplicar indistintamente a un rectificado de acabado o de semiacabado. También en el caso de un mecanizado de poca exigencia.

c) Fluidos acuosos emulsión.- Son adecuados para operaciones de mecanizado normal.

d) Fluidos acuosos emulsión *extreme pressure*.- Se pueden utilizar sin riesgo, en operaciones de mecanizado de gran profundidad.

e) Fluidos de baja presión .- Adecuados para rectificados de superacabado y tambien para mecanizados de poca profundidad, en materiales de buena maquinabilidad.

f) Fluidos de media presión.- Para mecanizados generales de profundidad media y trabajando con metales de buena maquinabilidad.

g) Fluidos puros de extrema presión clorados.- Para mecanizados de metales de mala maquinabilidad, trabajando en operaciones muy profundas.

h) Fluidos puros de extrema presión sulfoclorados.- Para trabajos sobre aceros de muy baja maquinabilidad en operaciones de

gran exigencia.

De lo anterior la elección de un aceite de corte depende del trabajo mecánico a realizar y de la profundidad e importancia de la operación.

Tabla de los aceites de corte adecuado para los distintos trabajos de mecanizado de los diversos materiales

	ABOCHADO	TALLADO ENGRANAJE	TALLADO Y ESCARIA- DO	TORNADO	FRESADO	RECTIFI- CADO
Aluminio		3	2			3
Laton		1				
Bronce ordinario		1				
Bronce duro		1				
Cobre				2		5
Magnesio			5			
Monel		3	4			
Fundicion dura		2				
Fundicion dulce		2				
Acero de menos de 30 kg. de dureza		4		2		6
Acero de mas de 30 kg. de dureza		3		4		9
Acero tratado		3		1		9
Aleacion de acero		7	10	10		11
Acero Stainless		7		10		9

Clave

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1.- Aceites grasos.                 | 6.- Aceites de fuerte accion quimica.         |
| 2.- Aceites solubles                | 7.- Aceites grasos sulfoclorados.             |
| 3.- Aceites grasos sulfurizados.    | 8.- Aceites con medía accion quimica.         |
| 4.- Aceites minerales sulfurizados. | 9.- Aceite solubles EP.                       |
| 5.- Aceite mineral puro             | 10.- Aceites solubles de debil accion quimica |

tabla 3.1

En la tabla 3.1 se indica un sistema para elegir el aceite de

corde más adecuado, según la operación mecánica a realizar y según el material empleado en ella.

Al pie de la misma se halla la clave, en la que se aclara la naturaleza del fluido de corte apropiado a cada caso.

Operación	Acero				C.I.	Cobre				Al	Al & Mg	Plástico	
	I	II	III	IV		V	VI	VII	VIII			IX	X
BROCHADO SUEVE	S120 S M40	S140 S M40	S140 S M40	S140 S M40	10:1E M40 N	15:1E M10 N	15:1E M20 N	10:1E M40 N	S140 S M40	M20 S M40			
BROCHADO BASTO	S110 S 15:1E	S110 S 15:1E	S120 S 10:1E	S120 S 10:1E	10:1E M40 N	15:1E M10 N	15:1E M20 N	10:1E M40 N	S140 S M40	M40 S M40	20:1E N	10:1E N	SECO SECO
BROCHADO FINO	M40 S N	S110 M20 S	S120 M40 S	S120 M40 S	10:1E N SECO	15:1E M10 N	15:1E M20 N	10:1E M40 S	S120 M40 S	M20 S SECO	20:1E SECO	10:1E N	SECO SECO
ROSCADO	S M40 N	S110 S M40	S120 S M40	S140 S M40	10:1E SECO N	15:1E N M20	10:1E M10 M20	10:1E M40 N	S120 S M40	S120 S M40	20:1E N	10:1E N	SECO N
ROSCADO EN MAQUINAS AUTOMATICAS	S110 S M20	S110 S M20	S120 S M40	S140 S M40	10:1E SECO N	15:1E N M20	10:1E M40 N	10:1E M40 N	S120 S M40	M20 S M40	30:1E N	20:1E N	SECO N
TALLADO DE ENGRANAJES POR CORTE	S110 S M20	S110 S M40	S120 S M40	S140 S M40	10:1E SECO N	15:1E N M20	10:1E M10 M20	10:1E M40 N	S140 S M40	S120 S M40	20:1E SECO	10:1E N	SECO SECO
TALLADO DE ENGRANAJE POR CEPILLADO	S M40 N	S M40 N	S120 S M40	S140 S M40									
ESCARIADO	15:1E S M10	10:1E S M20	10:1E S M40	10:1E S M40	20:1E M20 N	15:1E N SECO	15:1E M10 M20	10:1E M40 N	10:1E S M40	M10 S M40	20:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
TALADRADO	20:1E M10 N	15:1E M10 N	10:1E M20 N	10:1E S M20	20:1E S SECO	15:1E M10 N	15:1E M20 M10	10:1E M40 N	30:1E S M40	30:1E SECO	15:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
FRESADO	20:1E S M10	15:1E S M10	10:1E S M20	10:1E S M40	20:1E SECO N	15:1E M10 N	15:1E M20 M10	10:1E M40 N	30:1E S M40	30:1E SECO	20:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
MAQUINADO	20:1E S M10	15:1E S M10	10:1E S M20	10:1E S M40	20:1E SECO N	15:1E M10 N	15:1E M20 M10	10:1E M40 N	30:1E S M40	30:1E SECO	20:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
CEPILLADO Y PLANADO	30:1E S M10	30:1E S M10	30:1E S M10	20:1E S M10	20:1E SECO N	15:1E M10 N	15:1E M20 M10	10:1E M40 N	30:1E S M40	30:1E SECO	20:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
TORNADO	30:1E M10 S	30:1E S110 S	30:1E S120 M40	30:1E S140 S	20:1E SECO N	15:1E M10 N	15:1E M20 M10	15:1E M40 N	30:1E S M40	30:1E SECO	20:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
CORTE POR SIERRA	30:1E 10:1E N	30:1E 10:1E N	20:1E 10:1E N	10:1E S N	20:1E SECO N	20:1E N SECO	20:1E N SECO	20:1E N SECO	30:1E S M40	30:1E SECO	20:1E SECO	15:1E SECO	SECO SECO
RECTIFICADO DE SUPERFICIES PLANAS	50:1E N SECO	50:1E N SECO	50:1E N SECO	30:1E M10 SECO	30:1E SECO N	50:1E N SECO	50:1E N SECO	50:1E N SECO	S120 S M40	S120 S M40	70:1E N	70:1E N	SECO SECO
RECTIFICADO DE SUPERFICIES CURVAS	S110 M10 N	S110 M10 N	S120 M20 N	S140 M40 N	M10 SECO N	S110 M10 N	S110 M20 M10	S120 M40 N	S140 M40 N	S120 M20 N			

tabla 3.2

Existen también otros sistemas más racionalizados que

mencionaremos seguidamente: El primero esta basado en el manejo de la tabla 3.2, teniendo en cuenta que, como el anterior, se funda en la clase de operación de corte y en el material a mecanizar.

El siguiente ejemplo aclara la manera de utilizar la citada tabla.

Ejemplo:

Se desea hacer un fresado en acero al carbono.

Se busca la intersección entre la columna segunda y la fila en la que se halla la operación de fresado y en dicho punto se encontrará la siguiente inscripción:

15:1E

S

ML 10

La interpretación es la siguiente:

15:1E, emulsión de aceite soluble en 15 partes de agua por 1 de aceite.

S, aceite mineral sulfurado.

ML10, aceite de manteca de cerdo con un 10% de aceite mineral.

De todo ello resulta que hay que buscar para la operación mecánica propuesta, si se desea hacer un trabajo la más perfecto posible, un fluido de corte que cumpla dichas condiciones

Para elegir el tipo de aceite más idóneo deben tenerse en cuenta una serie de factores, tales como la velocidad a que se va a realizar el trabajo, la alimentación prevista del lubricante, los fines requeridos y el material con que ha sido fabricada la herramienta de corte que se va a utilizar.

Al mismo tiempo, la selección del aceite de corte depende

también de la viscosidad precisada, del color del mismo y de su precio de costo.

Ahora citaremos otra clasificación , en donde los lubricantes se dividen en :

1.- Naturales.

2.- Artificiales.

#### LUBRICANTES NATURALES

Entre ellos se pueden citar:

a) Cuerpos grasos naturales.

b) Aceite de colza.

c) Aceite de palma.

d) Aceite de spindle de petróleo.

e) Petróleo diáfano.

f) Grafito.

#### LUBRICANTES ARTIFICIALES

Todos los lubricantes artificiales se fabrican para usos especiales y como existe una variada gama de aplicaciones, metales y aleaciones metálicas, los fabricantes se ven obligados a producir numerosos compuestos químicos más o menos complejos, para conseguir en cada caso la solución más adecuada.

#### APLICACIONES DE LOS LUBRICANTES NATURALES EN LAS OPERACIONES DE CORTE

Los cuerpos grasos naturales para desbaste general.

El aceite de colza se utiliza para la ejecución de desahogos y gargantas , así como en trabajos sobre aleaciones de cobre.

El aceite de palma es adecuado para operaciones realizadas

sobre hierro blanco.

El petróleo diáfano se usa en trabajos de acabado a la piedra, como en el que se realiza en las camisas de los cilindros de un motor.

El aceite de spindle de petróleo se suele emplear en el laminado del acero dulce y aleaciones no ferrosas.

El grafito es adecuado en las operaciones de trefilado.

Para finalizar este capítulo mencionaremos brevemente algunos aspectos de higiene personal que debemos tener en cuenta cuando se trabaja con lubricantes y refrigerantes.

#### HIGIENE PERSONAL

Una de las enfermedades mas comunes cuando se trabaja con lubricantes y refrigerantes es la dermatitis y está demostrado que el 90 % de estas infecciones son debidas a la falta de higiene personal, y por ello evitables extremando los cuidados:

A continuación se presentan algunas reglas de higiene que deberan seguirse siempre

-El operario se eliminará rápidamente cualquier producto derivado del petróleo que puede ser dañino para la piel, lavándolo con jabón y abundante agua caliente.

-Evitará el empleo de gasolina, petróleo o solventes para la limpieza de las manos.

-Se lavará escrupulosamente al abandonar el trabajo, y durante el mismo, si ha de interrumpirlo momentaneamente para tomar algún alimento.

-Se lavarán frecuentemente la toalla y ropas de trabajo.

-Evitará respirar los vapores desprendidos del refrigerante.

-Puede protegerse las manos antes de comenzar el trabajo con alguna crema adecuada de las existentes en el mercado.

## CAPITULO 4

### HERRAMIENTAS DE CORTE

Cuando se esta realizando una operación de corte es de suma importancia que la geometría de la herramienta sea la correcta, pues de ello depende que la operación se realice en condiciones óptimas.

Para cada herramienta de corte y para cada material determinado, existe siempre una relación inversamente proporcional entre los calores generados en las operaciones de corte y de remoción de cierta cantidad de viruta y el ángulo de la herramienta.

Así pues tenemos:

$$C_m = 1 / \alpha$$

en la que  $C_m$  es el calor producido y  $\alpha$  es el ángulo de corte de la herramienta.

El ángulo  $\alpha$  está relacionado con el coeficiente de rozamiento entre la viruta y la herramienta, de forma que a mayor ángulo, menor rozamiento y, como consecuencia inmediata menor cantidad de calor ( $C_m$ ) producida.

A continuación se presentan las características principales que deben reunir las herramientas de corte de punta única (buriles) y brocas helicoidales (2 gavilanes)

#### BURILES

La herramienta de punta única, o buril, es una pieza de acero rápido o aleado, cuya sección es, por lo general, cuadrada. Para su fabricación se parte de la barra laminada

cortada en trozos apropiados.

Se realiza el afilado en tres de sus superficies para formar una arista de corte. Estas superficies tienen un determinado ángulo y son los que a continuación se indican:

- A. ángulo de salida o de desprendimiento superior;
- B. ángulo de desprendimiento lateral;
- C. ángulo de incidencia frontal;
- D. ángulo de incidencia lateral;
- E. ángulo de filo lateral;
- F. ángulo de filo frontal.

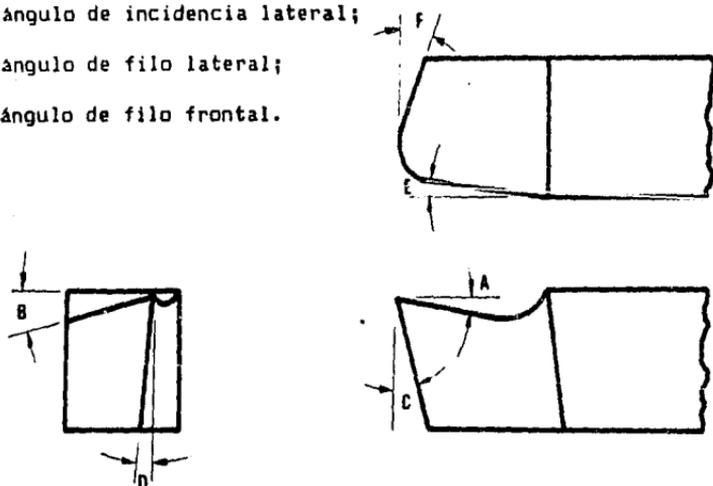


fig.4.1 ángulos de una herramienta de corte de un solo filo

Ángulo de desprendimiento superior. Es el ángulo que forma la superficie superior de la herramienta y la cara superior de la punta de la misma. El objeto de este ángulo es principalmente el de guiar la dirección de flujo de la viruta, también sirve para proteger la punta de la herramienta. la medida de este ángulo depende del material. Puede ser positivo, negativo o neutro.

A).- Ángulo de desprendimiento lateral. Es el ángulo formado al afilar la superficie superior de la cuchilla, ya que a esta superficie se le da una inclinación hacia abajo partiendo del filo

lateral. Realiza una función similar a la del del ángulo de desprendimiento superior: guía la dirección de salida de la viruta hacia afuera de la pieza.

B).- Ángulo de incidencia lateral. Esta formado por aquella superficie de la herramienta que se encuentra debajo del filo. Este ángulo permite que la cuchilla avance de lado de la pieza, pudiendo cortar sin fricción; si es demasiado pequeño, la herramienta no puede avanzar sobre el material, ya que al rozar contra el mismo se sobrecalienta y se embota. De esta forma el acabado es muy basto y rasposo. Si el ángulo de incidencia es demasiado grande, el filo se rompe en partículas pequeñas debido a un soporte insuficiente.

C).- Ángulo de incidencia frontal. Es el formado por la cara frontal de la herramienta y una recta imaginaria tangente a la pieza y perpendicular al eje del torno. Sirve para evitar el frotamiento de la cuchilla contra la pieza. La medida de este ángulo puede variar entre 8° y 15°, siendo el diámetro de la pieza uno de los factores que determinan dicha medida. Si el ángulo es demasiado pequeño, la herramienta tiene roce con la pieza. Si el ángulo es demasiado grande, la punta o arista de corte de la cuchilla tendrá poco soporte y se romperá.

E).- Ángulo de filo lateral. Es el ángulo formado por el ángulo de pico y el ángulo de filo frontal dando como resultado un ángulo de 90°.

Rompevirutas (fig.4.2). Es una ranura practicada con muela precisamente detrás del filo de la cuchilla.

Los rompevirutas se practican con muelas en las puntas de las

herramientas de filo con el fin de regular las salidas de las virutas en forma de cinta que se producen a altas velocidades.

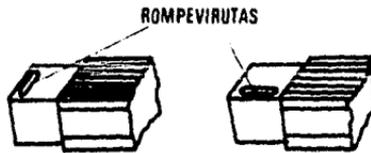


fig.4.2 rompevirutas.

La dureza del material a mecanizar determina los ángulos de afilado de una cuchilla. Para mecanizar metal duro, se necesita más soporte a fin de mantener el filo; una cuchilla afilada para mecanizar aluminio blando no resistirá el mecanizado de hierro fundido.

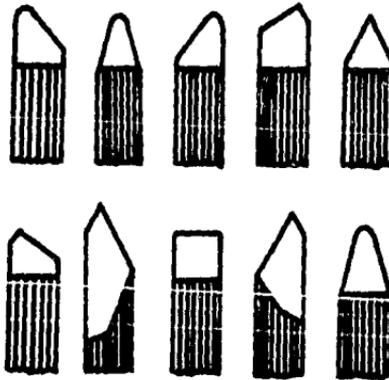


fig.4.3 formas de punta para diferentes trabajos de torno

La forma de la punta de una herramienta de un solo filo depende

del trabajo que debe efectuarse con ella. (ver fig.4.3) En todos los casos, independientemente de la forma, conviene recordar que cualquier filo ha de tener un ángulo de incidencia y que debe tenerse en cuenta la dirección según la cual la herramienta necesita avanzar en la pieza. La medida de los ángulos de desprendimiento y de incidencia dependerá del material, del tamaño de la pieza, del valor del avance y de la profundidad de corte.

Las herramientas de corte no deben sufrir sobrecalentamiento alguno el calor que se origina al afilar excesivamente causa la ruptura del filo. El sobrecalentamiento puede también producirse a consecuencia de una muela sobrecargada, una muela demasiado dura, o una presión excesiva aplicada a la punta de la cuchilla.

Muy a menudo la eficiencia de corte de las herramientas de punta única es de la responsabilidad del mecánico, dependiendo de esta eficiencia el éxito de una operación de mecanizado. La eficiencia de una herramienta de corte se juzga por:

- 1) la facultad de la herramienta para quitar material.
- 2) la calidad del acabado de la pieza mecanizada.
- 3) la cantidad de trabajo de corte realizado por la herramienta antes de que sea necesario reafilarla.

Hay muchos factores que contribuyen al rendimiento o eficiencia de la herramienta de corte; entre ellos, los más importantes son los siguientes:

1. El grado de rectificado con que han sido afilados los distintos ángulos de una herramienta de corte de punta única.
2. La forma del filo de corte que quita el exceso de material.
3. El grado de lisura y de agudeza del filo que quita el exceso de material.

4. La elección correcta del tipo de herramienta de corte para el material que debe mecanizarse.

Entre los otros factores que afectan al rendimiento de la herramienta, cabe citar:

- A. La velocidad y el avance correctos.
- B. El tratamiento térmico dado a la herramienta de corte.
- C. La elección correcta y el uso eficaz de los refrigerantes.
- D. La forma de la pieza.
- E. Las condiciones en que se encuentra la máquina.
- F. Efectos de la soldadura.

Los factores 1, 2 y 3 resultan del afilado de la herramienta de corte; si ésta no es afilada según la forma correcta, con los ángulos correctos, y con un filo cortante liso y agudo, se perderá mucho tiempo, la precisión será imposible y se obtendrá un acabado defectuoso.

El factor que más influye en la vida de la herramienta es el causado por la presencia del fenómeno del falso filo.

La viruta arrancada por la herramienta, debida al calor generado, se suelda a ella muy cerca del filo cortante. Acumulándose en esta zona las virutas metálicas. Puede afirmarse que son realmente ellas las que llevan a cabo el corte del metal, constituyendo lo que se denomina *falso filo*. En la figura 4.4 se representa el falso filo al que a veces también se le da el nombre de falsa cuchilla.

El falso filo, durante la operación de corte, se está formando y desprendiendo constantemente. Una de las funciones del fluido de corte es precisamente la de controlar el crecimiento excesivo del

mismo.

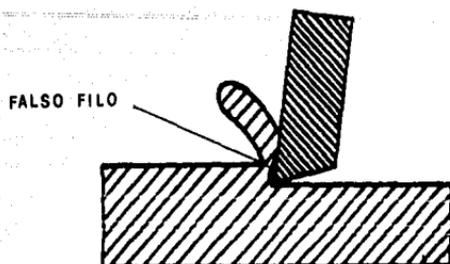


fig. 4.4 falso filo o falsa cuchilla de herramienta.

Como la temperatura que se produce en el corte es elevada, por un efecto de soldadura se van arrancando algunas partículas de la herramienta, en la que acaba de producirse un pequeñísimo cráter, justamente detrás del filo de corte. Este cráter que al principio es muy pequeño, conforme avanza la operación va creciendo hasta alcanzar el filo que se debilita progresivamente hasta no poder soportar la presión de trabajo, con lo que la destrucción de la herramienta de trabajo es muy rápida.

TABLA DE LOS ANGULOS DETERMINANTES DEL CORTE  
DE UNA HERRAMIENTA DE ACERO RAPIDO

Material a trabajar	Angulo de salida de la viruta A	Angulo de incidencia C
Acero suave	30°	6°
Acero semiduro	20°	6°
Acero duro	10°	6°
Fundición gris	25°	6°
Fundición blanca	5°	6°
Cobre rojo	40°	6°
Latón	5°	6°
Bronce	5°	6°
Aluminio	50°	8°
Alpaca	20°	8°
Duraluminio	30°	8°
Ebonita	45°	8°

## BROCA HELICOIDAL NORMAL

Una broca helicoidal normal (2 gavilanes) es una barra cilíndrica que tiene 2 ranuras helicoidales longitudinales que permiten el desahogo del material que va siendo removido.

Los nombres de las partes principales de una broca helicoidal normal vienen dados en la figura 4.5. El cuerpo es la unidad de corte, y el mango es la parte en que se aloja en la máquina de taladrar a fin de conseguir el accionamiento o giro de la broca.

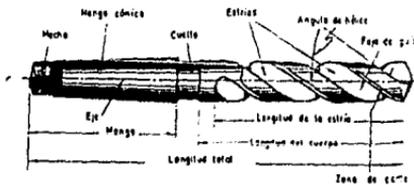


fig.4.5 partes principales de una broca helicoidal normal.

El ángulo de hélice, o ángulo de corte, de una broca es el ángulo que forma la estria con el plano de la pieza a taladrar (ver figura 4.6). Para el taladrado ordinario, el ángulo de hélice establecido por el fabricante de la broca es el correcto y debe mantenerse inalterable. Si este ángulo fuese de  $90^\circ$  o más, no daría un buen filo de corte. Sin embargo, si el ángulo, al afilar queda demasiado pequeño, se obtiene un filo de corte tan delgado que se rompe bajo el esfuerzo de trabajo.

El ángulo de corte también determina parcialmente el espesor según el cual las virutas se desprenden (correspondientes a ellas mismas) y, por tanto, el espacio que ocupan. a igualdad de las otras condiciones, un ángulo de hélice muy grande produce una viruta que tiende a enrollarse fuertemente, mientras que un ángulo de hélice más pequeño hace que las virutas salgan con tendencia a

enrollarse más flojamente.

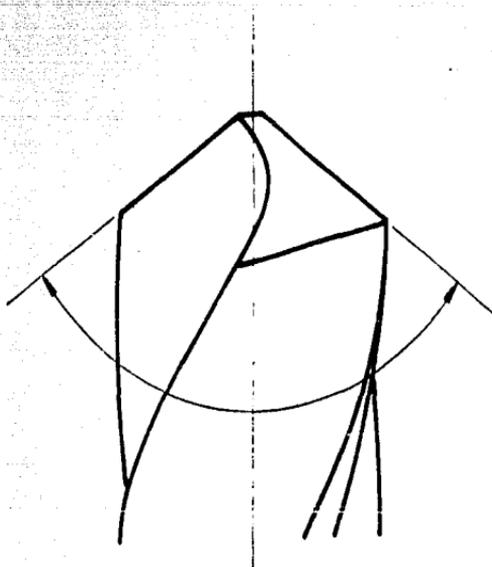


fig. 4.6 ángulo de corte.

La experiencia ha puesto de manifiesto que el ángulo de  $59^\circ$  (ángulo del cono de punta igual a  $118^\circ$ ) es el mejor para el afilado de una broca que debe trabajar sobre acero o hierro fundido. No obstante, para otros materiales, la medida de este ángulo debe variarse; para metales muy duros, es mejor un ángulo mayor, de hasta  $70^\circ$ , mientras que, para metales blandos, como fibra, puede reducirse hasta  $40^\circ$  (ver fig. 4.7).

El talón (superficie de la punta detrás del labio de corte) debe afilarse, a partir del filo, con un ángulo de  $8^\circ$  a  $12^\circ$ , que es el que da la holgura de labio adecuado. Este ángulo suele también llamarse ángulo de incidencia.

Si la incidencia es nula, o muy reducida, se pierde el filo. Cuando se ejerce presión para taladrar, la broca no corta, lo que a

veces, da por resultado la rotura de la misma. Si el ángulo de destalonado es demasiado grande, las esquinas de las aristas de corte pueden romperse por falta de soporte.

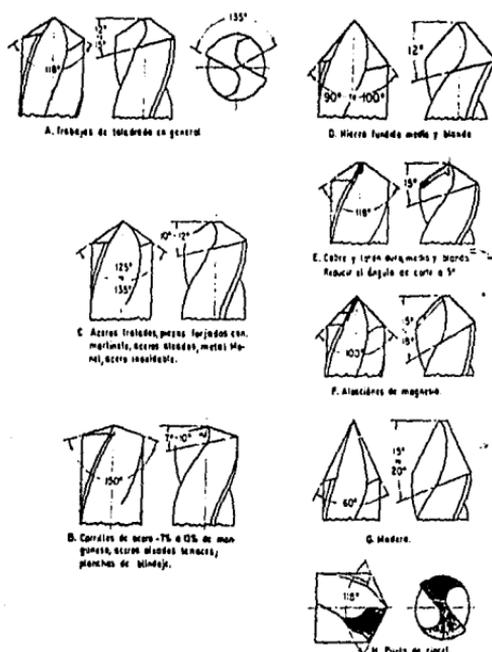


fig.4.7 diferentes ángulos para una broca helicoidal.

¿Que sucedería si los ángulos de corte de una broca son iguales pero los labios son de longitud diferente?. El resultado será que tanto la punta como el labio estarán descentrados, siendo ello causa de que se obtenga un barrenado de diámetro mayor que el de la broca. En estas condiciones, los efectos son los mismos que produciría una muela con su eje pasando por cualquier punto que no fuera en el centro exacto de la misma. Por otra parte, tales condiciones ocasionan esfuerzos anormales en la taladradora, el husillo tiende al balanceo y a las oscilaciones, la broca se

desgasta rápidamente y, si se sigue trabajando de esta manera, la máquina puede sufrir eventualmente roturas en virtud de las tensiones que se originan en los cojinetes del husillo y otras partes .

Si la broca es afilada con su parte centrada, pero con ángulos de corte diferentes, la broca quedará pegada a un lado del barreno, y sólo un labio o arista de corte efectuará el trabajo; esto da lugar a un rápido desgaste de dicho labio, y el barreno tendrá un diámetro mayor que el de la broca.

El ángulo de cono de la punta de la broca, así como el ángulo de destalonado, deben variar según las características de la pieza. Asimismo, cuando se usa una broca helicoidal para taladrar latón y algunos otros metales blandos, es necesario reducir el ángulo de corte; esto se hace para evitar que la broca escarbe o se atore dentro del metal. Las brocas helicoidales nuevas vienen generalmente afiladas con un ángulo de cono de  $118^\circ$ , el cual es bastante satisfactorio para taladrar acero dulce y para trabajos en general. La figura 4.7 muestra los ángulos de punta y de destalonado o incidencia adecuado para varios materiales.

Los refrigerantes y aceites de corte se emplean en el taladrado para eliminar el calor de la punta de la broca y evitar un sobrecalentamiento de la misma. Así, son posibles mayores velocidades de corte y se alarga la vida de la herramienta. Prácticamente todos los metales requieren el empleo de refrigerantes o lubricantes cuando son taladrados; no obstante, el hierro fundido puede taladrarse sin refrigerar, ya que contiene un elevado porcentaje de grafito que actúa en forma de lubricante.

## TRANSDUCTORES

Se le denomina transductor a un elemento por medio del cual es posible cambiar de un fenómeno físico a otro que sea más fácilmente medible ( generalmente eléctrico ). Y forma parte de un sistema de medición.

La mayoría de los sistemas de medición se pueden dividir en tres etapas:

1. Una etapa detectora transductora la cual detecta la variable física y efectúa una transformación, ya sea mecánica o eléctrica para convertir la señal a una forma más manejable. En el sentido general, un transductor es un dispositivo que transforma un efecto físico en otro. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la variable física se transforma en una señal eléctrica, ya que ésta es la forma de señal más fácilmente medible.
2. Alguna etapa intermedia, la cual modifica la señal que proviene del transductor, ya sea por amplificación, filtrado u otros medios para tener una salida deseable.
3. Una etapa final o terminal, en la cual se indica, graba o controla la variable que va a ser medida.

## TRANSDUCTORES PIEZOELECTRICOS

Los transductores piezoeléctricos están formados por arreglos de dieléctricos cristalinos (fig.5.1), los cuales al ser deformados producen una pequeñísima carga eléctrica. Su uso principal es para medición de fuerzas, teniendo las siguientes

características. Si se aplica una fuerza a un material dieléctrico sólido cristalino se producirá un esfuerzo en el cristal y una deformación en la red cristalina. En algunos cristales con distribución de carga asimétrica (cuarzo), la deformación de la red es, en efecto un desplazamiento relativo de las cargas positivas y negativas en la red. El desplazamiento de las cargas internas producirá cargas externas iguales, de polaridad opuesta en lados opuestos del cristal (*efecto piezoeléctrico*). Las cargas pueden ser medidas colocando electrodos en la superficie y midiendo la diferencia de potencial entre ellos.

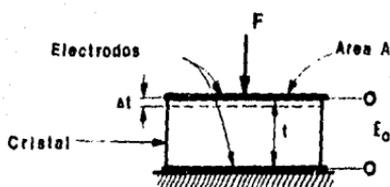


fig.5.1 dieléctrico cristalino.

La magnitud y polaridad de las cargas de superficie inducidas son proporcionales a la magnitud y dirección de la fuerza aplicada  $F$ .

$$Q = dF$$

donde  $d$  es una constante del cristal (ver fig. 1). La fuerza  $F$  provoca una variación de espesor de el cristal, por ejemplo; un desplazamiento  $\Delta t$ . La carga inducida, escrita en términos del desplazamiento  $\Delta t$ , es:

$$Q = d \left( a Y / t \right) \Delta t$$

donde  $a$  es el área del cristal,  $t$  es el espesor, y  $Y$  es el módulo de Young.

$$\gamma = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{deformación a } \Delta t} = \frac{Ft}{\Delta t}$$

La carga en los electrodos da una elevación de voltaje  $E_0 = Q / C$ , donde  $C$  es la capacitancia entre los electrodos puesto que  $C = \epsilon a / t$  ( $\epsilon$ , constante dieléctrica), el voltaje de salida es

$$E_0 = \frac{dt}{\epsilon a} F = g \frac{t}{a} F = gtp$$

Donde  $g$  es una constante del cristal (ver tabla 5.1) y  $p$  es la presión aplicada al cristal piezoeléctrico.

MATERIAL	ORIENTACION	SENSIBILIDAD DE CARGA Coulomb/ N d	SENSIBILIDAD DE VOLTAJE Volt#m/ N g
CUARZO	Corte en X extension longitudinal en Y	$2.25 \times 10^{-12}$	0.055
	corte en X espesor longitudinal	-2.04	-0.050
	corte en Y cortante	4.40	0.108
	corte en X $45^\circ$		
SAL DE ROCHELLE	extension longitudinal	435.0	0.098
	corte en Y $45^\circ$		
FOSFATO DIHIDROGENADO DE AMONIO	extension longitudinal	-7.84	-0.29
	corte en Z $0^\circ$		
CERAMICOS DE TITANATO DE BARIO	cortante	48.0	0.354
	corte en Z $45^\circ$		
CERAMICOS DE TITANATO DE BARIO	extension longitudinal	24.0	0.177
	paralelo a polarizacion perpendicular a polarizacion	130-160	0.106
		-56.0	0.0042-0.0053

Tabla 5.1 constantes piezoeléctricas.

El elemento piezoeléctrico es generalmente una placa o, "corte", tomado de un cristal. La magnitud y dirección de el

efecto piezoeléctrico del corte depende sobre esta orientación con respecto a los ejes de el cristal. Los cortes son identificados por la dirección del estiramiento perpendicular a la cara más grande del corte; si esta dirección cae dentro de la dirección del eje X de un cristal, el elemento llamado corte X . Otros cortes más complejos son identificados por sus orientaciones angulares con respecto a sus otros dos ejes cristalinos. La evaluación analítica de las propiedades de los cortes de cristal es complicada a causa de la anisotropía mecánica y eléctrica y a causa de la variación de las constantes del cristal con la variación de las cargas mecánicas.

Los elementos piezoeléctricos hechos de cerámicos de titanato de bario son libres de limitaciones impuestas por la estructura del cristal. Pueden ser moldeados en diferentes tamaños y formas y el eje eléctrico puede ser incorporado en el proceso de producción.

#### *MODOS DE OPERACION*

PLACA UNICA. En placas piezoeléctricas únicas, pueden ser distinguidos cuatro modos diferentes de operación, dependiendo del material y de la orientación cristalográfica de la placa. Estos modos son mostrados en la fig.5.2.

Una salida eléctrica puede surgir en uno u otro en respuesta a un movimiento de compresión o expansión (fig.5.2 a y b ) o en respuesta a un movimiento cortante (fig.5.2 c y d ) dependiendo del material, una compresión de la placa ( a y b ) puede causar una disminución del volumen de la placa, o puede causar una expansión de la placa en otras direcciones ( expansión transversal ), así

que el volumen de la placa permanece constante. La mayoría de los cristales presentan una cierta expansión transversal y un pequeño cambio de volumen neto. los pares mecánicos internos dentro del cristal pueden causar respuesta simultánea a la compresión a expansión y acción cortante. Por la orientación apropiada del corte y la colocación de los electrodos, los cristales pueden también ser usados para movimientos flexionantes o torsionales.

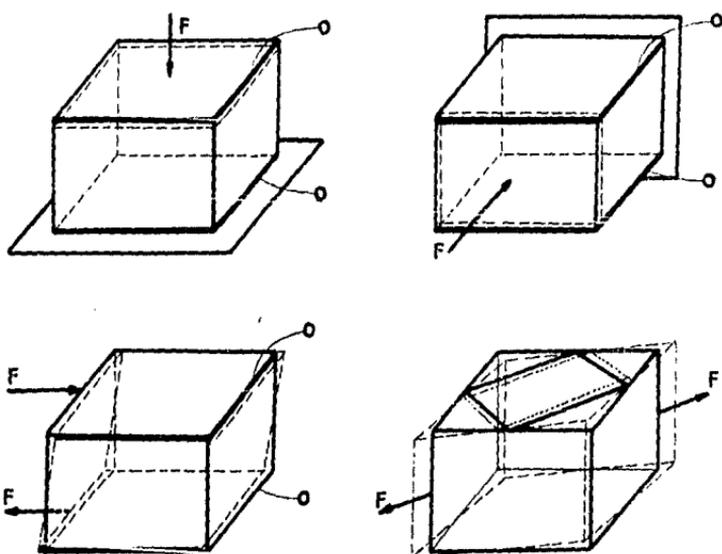


fig.5.2 modos de operación de transductores piezoeléctricos.

El efecto piezoeléctrico es reversible; la aplicación de un campo eléctrico a un cristal provoca un desplazamiento del cristal.

Arreglos múltiples; los arreglos multiples ( apilamientos ) de elementos piezoeléctricos operando en el modo de compresión expansión son mostrados en la figura 5.3. Los elementos pueden ser conectados en serie encaminados a un voltaje da salida más alto para la misma fuerza, o en paralelo que resulta en una impedancia

de salida más baja que un elemento Único. Los apilamientos de cristal pueden también ser arreglados de modo que la respuesta de los cristales vecinos a una vibración externa o una fuerza indeseada es compensada eléctricamente.

Los transductores piezoeléctricos de plato Único mostrado en la figura 5.2 o los arreglos múltiples en la figura 5.3 son útiles para manejar grandes fuerzas pero pequeños desplazamientos ( del orden de  $10^{-7}$  mm ) si fuerzas pequeñas o desplazamientos grandes son convertidos en señales eléctricas los sistemas piezoeléctricos ilustrados en las figuras 5.4 y 5.5 son más apropiados .

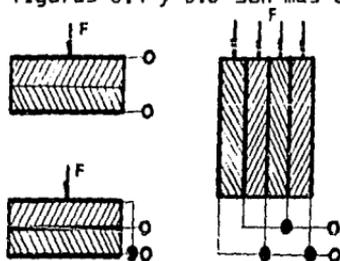


fig.5.3 arreglos múltiples.

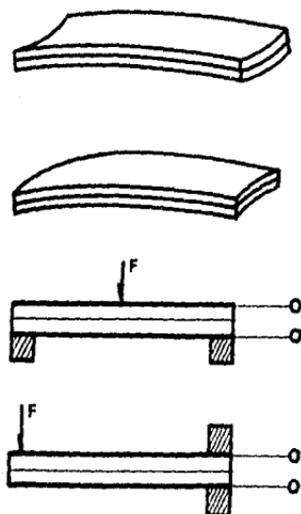


fig.5.4 bimorfos dobladores.

**BIMORFOS, Dobladores.** Los elementos mostrados en la figura 5.4 consisten de dos platos expandidos transversalmente pegados de tal manera que un plato se contrae y otro se expande. Si un voltaje es aplicado a dicho elemento y si el elemento tiene permitido moverse libremente, se curvará como se muestra (exagerado) en la parte *a* si es hecho de un cristal, o en la forma de la parte *b* si es hecho de un cerámico piezoeléctrico (bimorfo curvado).

El bimorfo curvado puede ser usado para transductores de entrada; un doblamiento de el elemento provoca el desarrollo de un potencial entre los electrodos. Ejemplos de dichos sistemas son mostrados en la parte *c* ( simplemente apoyados ) y parte *d* ( cantiliver ) sistemas de este tipo son frecuentemente usados en pastillas de registro fonográfico.

**TORCEDORES.** En la figura 5.5a dos placas cuadradas son pegadas ( diagonales-perpendiculares ). Si un voltaje es aplicado a ambos platos y el sistema tiene permitido moverse libremente este asumirá la forma que se muestra exageradamente en la figura. Este movimiento llega a ser porque la diagonal *AC* se contrae mientras la diagonal *A'C'* se expande; similarmente *BD* se expande y *B'D'* se contrae ( un paraboloides hiperbólico ).

La torcedura mecánica de estos elementos provocará un voltaje entre los electrodos. Una aplicación para transductores de entrada es mostrado en la figura 5.5 b.

Si el torcedor es fijado en las esquinas *B*, *C* y *D* . Un desplazamiento del punto *A* en dirección de la flecha provocará un movimiento de torsión de el elemento y dará elevación al voltaje de salida. Otra aplicación es mostrada en la figura 5.5c donde un

movimiento torsional de la flecha *D* provoca un movimiento torsionante del bimorfo e induce una señal de salida. Una tercera aplicación, ilustrada en la figura 5.5d, muestra la conversión de un movimiento en una torsión del elemento piezoeléctrico y más adelante en una señal eléctrica de salida.

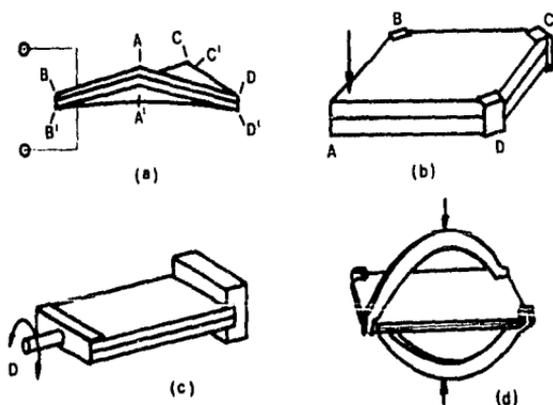


fig. 5.5 bimorfos torcedores.

La doble curvatura en bimorfos, los curvadores y los tipos torsión, requieren precaución especial en el montaje del elemento. Una montura ideal deberá permitir el doblamiento deseado o el movimiento a torsión sin interferir con la flexión normal del elemento. Esto es generalmente difícil; una aproximación práctica es soportar los bimorfos pegados o engrapados entre colchones de goma.

La frecuencia de resonancia mecánica de los bimorfos es considerablemente más baja que la de los elementos piezoeléctricos únicos.

Veinte materiales de treinta y dos clases cristalográficas presentan propiedades piezoeléctricas, pero sólo unos pocos materiales son prácticos para transductores piezoeléctricos de

entrada, considerandose primeramente cuarzo, sal de rochelle, fosfato dihidrogenado de amonio y cerámicos hechos con titanato de bario. Los materiales usados con menos frecuencia son tourmaline, etileno, tartrato diamino, tartrato dipotásico, y sulfato de litio.

#### APLICACIONES

El dinamómetro o transductor piezoeléctrico de dos componentes, para medición de fuerza axial y par. Tiene la más alta resolución, alta rigidez, deformación mínima y el diseño compacto. se aplica a mediciones dinámicas y cuasiestáticas de fuerza axial y par alrededor de su eje

Algunos casos de aplicación son:

- Fuerzas de arrastre y medición de par en taladrado y roscado.
- pruebas de torquímetros.
- Pruebas de resortes con o sin torsión.
- Medición de fuerzas de montaje de baleros pequeños, embragues de fricción, etc.
- Mediciones de par de arranque y las cargas en baleros de motores.

## capitulo 6

### INSTALACION Y OPERACION DE EQUIPO

#### MANUAL DE OPERACION DEL EQUIPO DE MEDICION DE FUERZAS.

##### I. INTRODUCCION

##### II. DESCRIPCION DEL EQUIPO DE MEDICION DE FUERZAS DE CORTE.

Transductor.

Amplificador de carga.

Galvoamplificador.

Registrador Ultravioleta.

##### III. CONTROLES Y FUNCIONES DE:

Amplificador de carga

Galvoamplificador

Registrador Ultravioleta

##### IV. CONEXIONES DEL EQUIPO.

Diagramas de conexión.

##### V. PUESTA EN OPERACION.

Instrucciones de manejo.

##### VI. MEDICION.

Precauciones.

Toma de lecturas.

##### VII. INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Gráficas.

##### VIII. MANTENIMIENTO.

##### IX. ALMACENAMIENTO

## I INTRODUCCION

### *Características generales de los componentes.*

El equipo consta de tres etapas básicas, que nos permiten de una manera práctica conocer las magnitudes de las fuerzas de corte que intervienen en las operaciones de torneado y barrenado de los metales. Estas etapas son las siguientes y se muestran en la fig. 6.1:

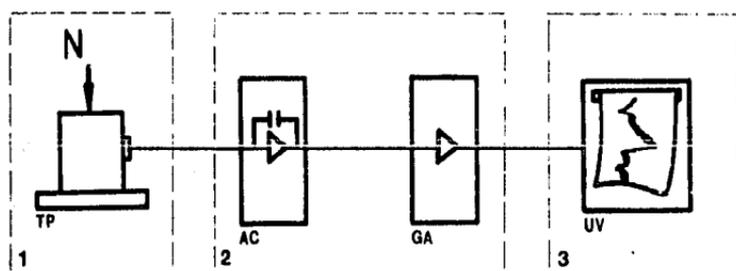


fig. 6.1 etapas del equipo de medición de fuerzas.

1. *Señal de entrada.* - Se recibe a través de un transductor piezoeléctrico, el cual convierte la variable mecánica (*par y/o fuerza*) en una carga eléctrica.

2. *Amplificación de señal.* La carga eléctrica es recibida por un amplificador de carga, que convierte la carga eléctrica en un voltaje, este a su vez pasa a un galvo amplificador que tiene la función de convertir el voltaje en una corriente eléctrica.

3. *Registrador de señal.* Mencionaremos solo tres formas de registro de señal:

- Por cinta magnética.
- Por medio de osciloscopio.
- Gráfica sobre papel en un registrador ultravioleta.

De las formas de registro anteriores, se utilizará la opción de gráfica sobre papel.

El registro de la señal se logra mediante la incidencia de un haz de luz ultra-violeta que se proyecta sobre un papel sensible a la luz quedando así impreso.

## II DESCRIPCION DE EL EQUIPO DE MEDICION DE FUERZAS DE CORTE

A continuación se presentan las características particulares de cada uno de los elementos del equipo de medición de fuerzas.

### TRANSDUCTOR

Se cuenta con dos transductores piezoeléctricos; uno de ellos nos sirve para medir fuerza axial, y parces el, apropiado para investigación en las operaciones de taladrado, se puede medir satisfactoriamente barrenos desde 1 mm hasta 20 mm.(fig.6.2). Y el otro, fuerzas longitudinal, transversal y normal en un sistema ortogonal, se utiliza en la investigación de operaciones de torneado, pudiendose utilizar, herramientas de corte de acero de alta velocidad o con insertos de carburo de tungsteno. (fig.6.3)

Los transductores pueden ser montados directamente en la mesa de trabajo y en el carro portaherramientas respectivamente por medio de tornillos, se recomienda que las probetas empleadas sean compactas ya que esto nos beneficiará con una frecuencia de alta resonancia y una mínima vibración.

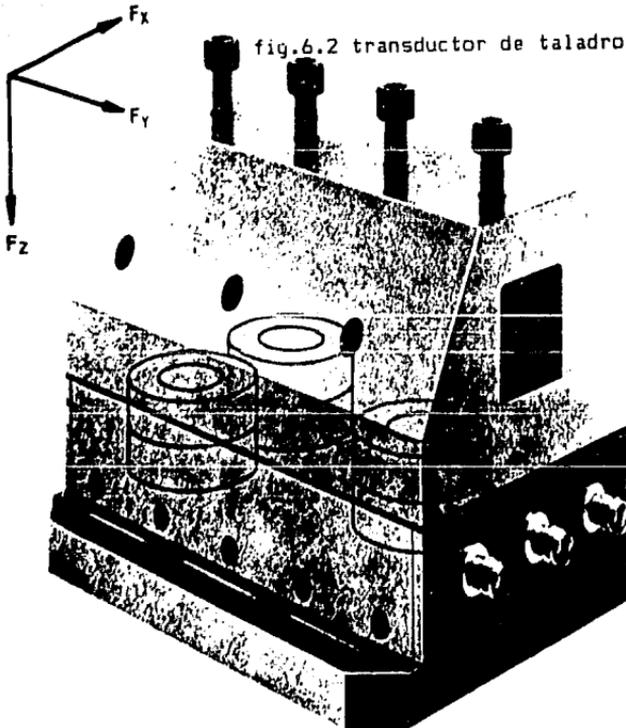
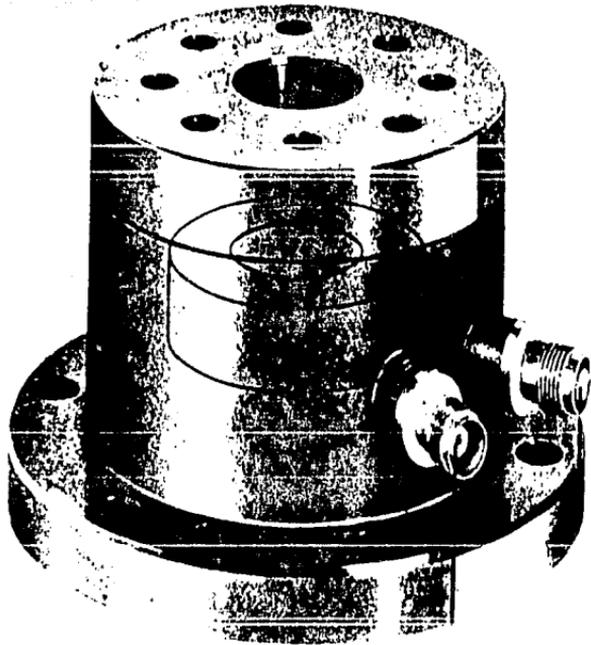


fig 6.3 transductor de torno.

En la tabla siguiente se encuentran las condiciones de operación de cada uno de los transductores.

#### TRANSDUCTOR TALADRO

	UNIDADES		Fx		Fz
RANGO DE MEDICION	[ N ]	1	0...20000	[ Ncm. ]	± 10000
		2	0...-5000		
SENSIBILIDAD	[ $\mu\text{C}/\text{N}$ ]	1	-1.98	[ $\mu\text{C}/\text{Ncm.}$ ]	1.59
		2	2.11		
TEMPERATURA			0...70 °C		

#### TRANSDUCTOR TORNO

	UNIDADES	Fx	Fy	Fz
RANGO DE MEDICION	[ N ]	0...10000	0...10000	0...20000
SENSIBILIDAD	[ $\mu\text{C}/\text{N}$ ]	-3.76	-3.76	-3.83
TEMPERATURA				0...70 °C

TABLA No 1

#### AMPLIFICADOR DE CARGA

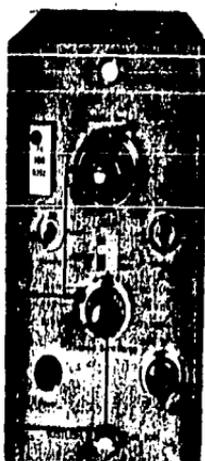


fig. 6.4 amplificador de carga.

El amplificador de carga utilizado, (fig. 6.4) es un amplificador de corriente directa de muy alta impedancia de entrada con una retroalimentación capacitiva negativa, que convierte la carga eléctrica del transductor piezoeléctrico en un voltaje proporcional en la salida.

El factor de calibración fijado en el amplificador de carga (ajuste de la sensibilidad del transductor en el amplificador) hace posible estandarizar sensibilidades del amplificador. Es decir que cuando se opere con distintos transductores se debe de ajustar la sensibilidad en el amplificador de acuerdo a la sensibilidad del transductor con el que se este trabajando.

#### GALVO-AMPLIFICADOR

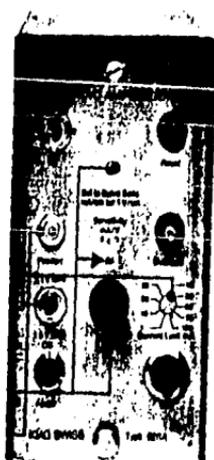


fig 6.5 galvo-amplificador.

El galvo-aplicador (fig 6.5) es un aplicador de corriente directa con corriente de salida independiente de la carga para controlar los galvanómetros de un registrador ultravioleta.

Algunas características notables son la facilidad de operación, protección electrónica de seguridad contra sobrecarga, control de posición de cero eléctrico en todos los rangos de medición y permite la calibración de la desviación de la corriente del valor estándar de los galvanómetros instalados.

### REGISTRADOR ULTRAVIOLETA

El registrador ultravioleta (fig.6.6) es un instrumento adicional que contiene hasta 25 canales para entrada de información sobre un papel de registro de 6" de ancho.

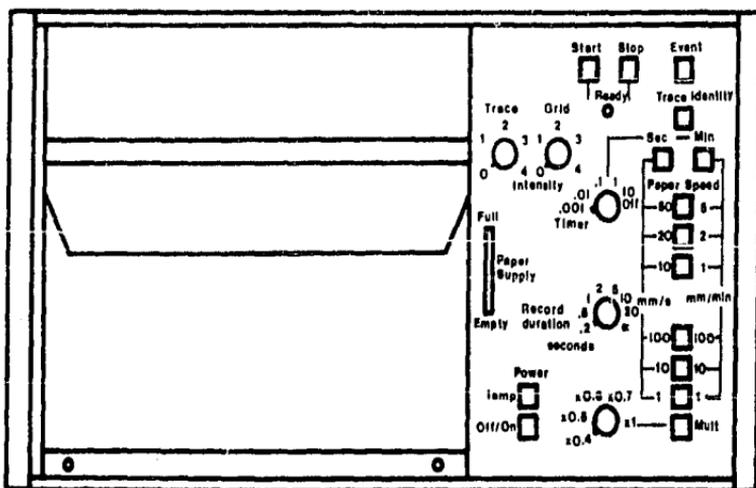


fig.6.6 registrador ultravioleta.

Tiene un servomotor para mayor eficiencia de alimentación de

papel con 18 velocidades y control de velocidad continuo desde 1 mm/min. a 5 m/seg.

Aplicaciones :

Las aplicaciones presentadas para el uso de transductores y de sistemas electrónicos para medición de parámetros físicos tiene una amplia consideración el uso del registrador ultravioleta, para mediciones simples o de varios canales, estas mediciones son plasmadas graficamente en un tiempo real de los parámetros de interés. Cálculo y análisis.

Algunos ejemplos de mediciones que se han hecho y registrado, son las siguientes:

PRESION

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD

ACELERACION

VIBRACION TORSIONAL

FUERZA

TORSION

TEMPERATURA

Y MUCHAS OTRAS MEDICIONES MAS

Los galvanómetros están disponibles en anchos de rango para registro cuasiestático y señales dinámicas, en una frecuencia de rango DC a 20 KHz., amplitudes pequeñas, baja salida. Para fenómenos de alta frecuencia que tienen que ser registrados, de rango estable, galvanómetros de alta sensibilidad.

Algunos amplificadores están disponibles con interfaces de

sistemas de registro.

ESPECIFICACIONES :

Galvanómetros Tipo tubular de miniatura de serie SMI.

Número de canales de información

25

Lámpara de registro 100 watt.de mercurio de superpresión de 2 electrodos. Operada independientemente, del switch principal. lámpara de arranque automático.

Material de registro Papel Linagraph (15.2cm x 30.5m) tipo 1895 .

Control de velocidad Switch de botones de presión localizados en la parte frontal, provisto de 3 velocidades con 6 saltos de velocidad.

Velocidad variable Se selecciona presionando el botón multiplicador (Calibrated 0.4 x a 1 x ).

provee una reducción de velocidad de las 18 velocidades fijas desde 0.04 a 1.0.

Duración de registro Facilita la repetición de tiempos de registro de : 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0, 20.0, seg. con control manual.

### III CONTROLES Y FUNCIONES DE:

#### CONTROLES OPERACION Y SUS FUNCIONES

#### AMPLIFICADOR DE CARGA

En la fig.6.7 se muestran cada uno de los controles y perillas del amplificador de carga. ( Perilla D controla variable  $\alpha$  )

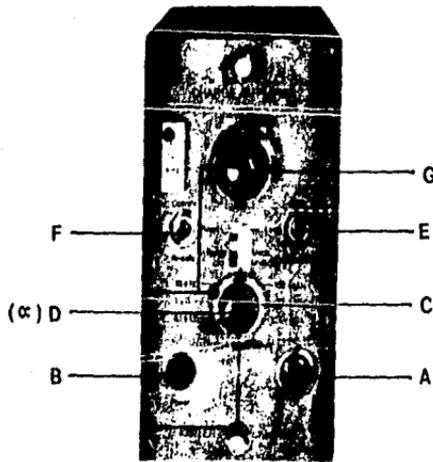


fig.6.7 controles del amplificador de carga.

Control

funciones

- A Switch de encendido
- B Luz indicadora de encendido
- C Rango de sensibilidad del transductor ( posiciona el punto decimal de los valores de sensibilidad del transductor ).
- D Perilla de rango. Esta perilla selecciona el rango apropiado para la medición, dependiendo de la magnitud de la fuerza a medir y el espacio disponible en la

gráfica. ( En particular el rango de medición que tenemos disponible es de 1 a 5000.N), con los siguientes valores:

1 + 11    1,2,5 x 1    1,2,5 x 10    1,2,5 x 10<sup>2</sup>    1,2,5 x 10<sup>3</sup>

E    Constante de tiempo. Cuando este switch se encuentra en la posición de *long* nos da el comportamiento estático del amplificador ( Sin embargo a causa de las corrientes estáticas, el tiempo disponible para la medición esta limitado normalmente del orden de minutos).durante el evento de la calibración del equipo la perilla deberá encontrarse en esta posición.

Cuando se realicen mediciones dinámicas la perilla,puede trabajar indistintamente en la posición *short ó medium*.

F    La posición de operación normal de esta perilla es cuando se encuentra en la posición *OPERATE*. En la posición *RESET* el amplificador es aterrizado. Antes y despues de una medición la perilla deberá de encontrarse en esta posición.En la posición *REMOTE* el amplificador puede ser controlado por una unidad de control remoto.

G    Ajuste de la sensibilidad del amplificador de carga de acuerdo al valor de sensibilidad del transductor (especificado por el fabricante) y se fija según la secuencia numerica sin importar el punto decimal. El punto decimal se fija con la perilla A. Ejemplo: si el valor de la sensibilidad del transductor es de 84.2 pC/N el valor que deberá fijarse en la perilla G será de 8-42 y la perilla C deberá encontrarse en el rango de 10 a 110,si el valor de sensibilidad del transductor fuera de

8.42 el valor de la perilla G seria el mismo pero la perilla C se deberá encontrar en el rango de 1 a 11.

## CONTROLES OPERACION Y SUS FUNCIONES

### GALVO-AMPLIFICADOR

En la figura 6.8 se muestran los controles y perillas del galvo-amplificador. ( Perilla 7 controla variable 7 )

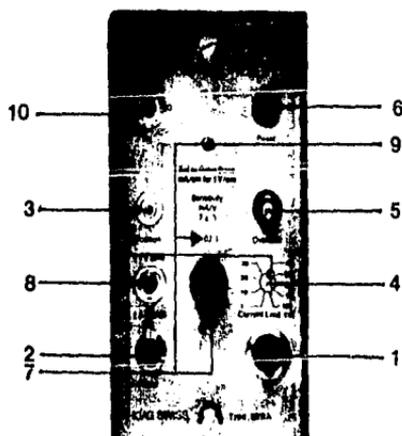


fig.6.8 controles del galvo-amplificador.

#### Control No

#### Funciones

- 1 Switch de encendido.
- 2 Luz indicadora de encendido.
- 3 Con este switch se posiciona el cero eléctrico en rango de control de  $\pm 10$  V referido a la entrada.
- 4 Esta perilla sirve para ajustar la corriente máxima admisible del galvanómetro. Si la corriente máxima es excedida, el amplificador se desconecta y la luz del indicador de sobrecarga (*overload*) se enciende.

La energía se restablece presionando el botón (reset).

5 Luz indicadora que avisa cuando se ha sobrepasado la corriente que se ha fijado como máxima (sobrecarga).

6 Botón que restablece la energía en el galvo amplificador cuando se presiona el botón de reset (después de que la sobrecarga a sido corregida).

7 Conecta el amplificador para la sensibilidad del galvanómetro conectado, multiplicando de 0.01 a 10 por décadas en el switch de rango. Para el ajuste de la corriente constante del galvanómetro, se obtiene una escala estandarizada de grabación de 1 V/cm. en el registrador conectado.

El quinto paso en el switch de rango zero salida cortocircuitada pero no aterrizada.

El sexto paso en el switch de rango V/V. El amplificador opera como amplificador de voltaje cargable a 100 mA.

8 Cuando este interruptor se opera, se aplica  $\pm 1$  V ó  $\pm 5$  V a la entrada, intermitente. Si el amplificador es ajustado propiamente, esta calibración de voltaje inducirá una deflexión de  $\pm 1$  cm ó  $\pm 5$  cm respectivamente en el registrador.

Si no sucede así, el ajuste del amplificador deberá ser ser modificado con el tornillo de ajuste No. 9 hasta que concuerde con la escala en el registrador. La señal es sobrepuesta sobre la señal de medición.

Cuando el switch de calibración es operado, la posición zero eléctrico es cortocircuitada durante la

calibración.

- 9 Tornillo de ajuste de deflexión del haz de luz en el registrador UV.
- 10 Cuando este switch esta en la posición *DIR* un voltaje positivo en la entrada produce una corriente de salida positiva, y una salida de corriente negativa en la entrada negativa.

En la posición *INV* las entradas son invertidas.

En la posición media *O* significa que ambas entradas están desconectadas.

#### CONTROLES OPERACION Y SUS FUNCIONES

#### REGISTRADOR ULTRAVIOLETA

En la fig.6.9 se muestran los controles y funciones del registrador ultravioleta.

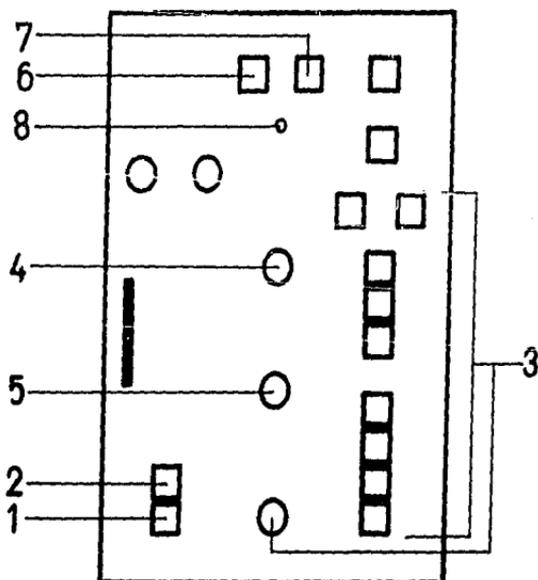


fig.6.9 controles del registrador ultravioleta.

## Control No.

## Funciones

- 1 Switch de encendido controla a los circuitos.
- 2 Botón que controla la lámpara ultravioleta y la unidad servo para la velocidad de papel.
- 3 Conjunto de botones que controlan la velocidad de papel. Selección de velocidad del registrador ultravioleta. Cuenta con 18 velocidades en dos rangos básicos ( mm/seg. y mm/min ) con tres velocidades básicas y tres múltiplos, que se presentan a continuación :
 

5 m/s	2 m/s	1 m/s
500 mm/s	200 mm/s	100 mm/s
50 mm/s	20 mm/s	10 mm/s
500 mm/min	200 mm/min	100 mm/min
50 mm/min	20 mm/min	10 mm/min
5 mm/min	2 mm/min	1 mm/min
- 4 Perilla que controla la variable tiempo de la gráfica
- 5 Perilla que controla la duración de registro y puede ser en segundos o minutos.
- 6 Botón que controla el inicio del registro
- 7 Botón para control de fin de registro
- 8 Luz indicadora de registro cuando está encendido indica que puede iniciarse el registro.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PANEL POSTERIOR

en la fig.6.10 se muestra el panel posterior del registrador ultravioleta.

Fusibles.

Enchufe de cable de línea.

Señal de entrada.

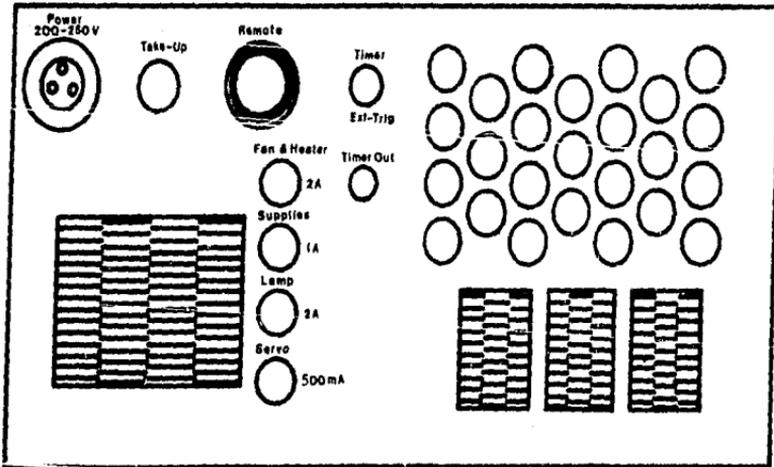
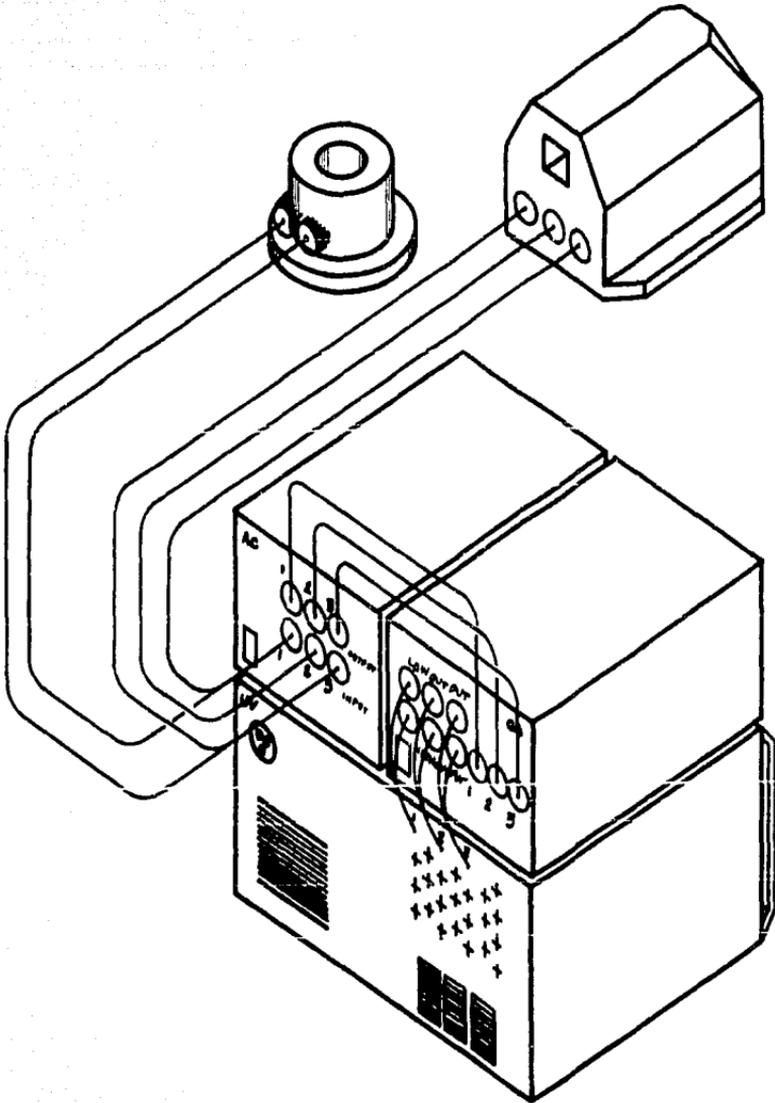


fig.610 panel posterior registrador uv.

NOTA: Los controles o enchufes de *take-up* , *remote control* , *timer* .  
no se utilizan por lo cual no se mencionan.

diagrama 1. diagrama de conexiones.



en la fig.6.11 se muestran la parte posterior de los elementos de el equipo de medición de fuerzas. También se puede observar la forma en que se encuentran interconectados.

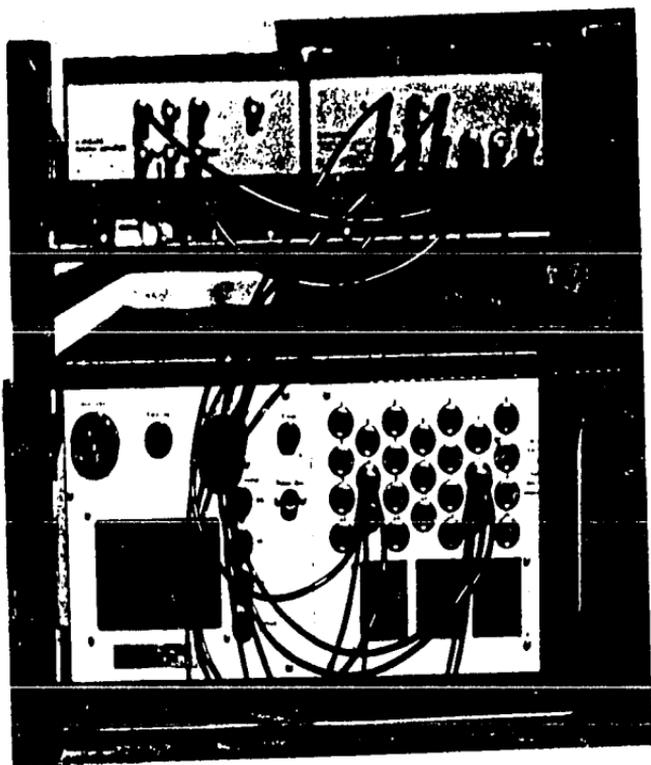


fig.6.11 conexiones del equipo.

## V PUESTA EN OPERACION

a) Realice la conexiones de los instrumentos según la figura 6.11 y el diagrama 1 de conexiones.

b) Conectese a una fuente de  $110\text{ V} \pm 10\%$  60 Hz.

c) Encienda los módulos; las luces rojas deberán encender.

d) Ajuste el fusible electrónico, del galvoamplificador por debajo de la corriente máxima admisible del galvanómetro para protegerlo contra sobrecargas ( 30 mA ).

e) Ajuste inicialmente el control No 7. en la posición de  $\times 1$

f) Realice la calibración del galvoamplificador, con ayuda del registrador ultra-violeta (ver control No. 8 de *CONTROLES Y FUNCIONES*). Asegurece que el control E este en la posición *long*.

g) Ajuste la luz de referencia como sea requerida en la gráfica. ( Línea de referencia ).

h) Compruebe la polaridad de la deflexión en la gráfica y corrija si es necesario con el control NO 10 del .

Ahora , para poner en operación el amplificador de carga calíbrelo de la siguiente forma: en la tabla No 1 se encuentran los valores de sensibilidad que han de ser fijados en los controles G y C (ver ejemplo de control G) . El control E deberá encontrarse en la posición *long* y el control F en la posición *operate*.

Después de lo anterior. el equipo de medición de fuerzas, esta listo para operar en una escala de  $1\text{ V} / \text{cm}$ . Solo resta seleccionar la velocidad del papel y duración del evento, el cual será de acuerdo a las necesidades de la medición.

**NOTA :**

Inicie las pruebas de selección de velocidad siempre por la más pequeña, para evitar que el papel salga demasiado rápido y se inutilice.

## TOMA DE LECTURAS

Una vez que el equipo ha sido calibrado como se indicó en la sección anterior, se procede a realizar la toma de lecturas, siempre en una forma que la gráfica que se obtenga sea de fácil lectura, es decir que este libre de vibración, teniendo cuidado de anotar en la gráfica, las condiciones de trabajo y los valores de las perillas para facilitar la interpretación de dichas gráficas.

## VII INTERPRETACION DE RESULTADOS

### GRAFICAS

Después de realizada la toma de lecturas (gráfica obtenida grafica 1) se procederá a realizar los cálculos de fuerza y/o par de la manera siguiente:

	Anotación	de	datos	Valores
<i>Perillas</i>	#		<i>dimensiones</i>	
<i>Unidades mecanicas / Volt</i>	D		(U.M./V)	----α----
<i>Volts / cm.</i>	7		( V/cm.)	----β----
<i>Amplitud de la grafica</i>			( cm. )	----γ----

Fórmula :

$$\alpha \quad \beta \quad \gamma = \text{valor de fuerza o par}$$

Las dimensiones de las variables serán :

$\alpha$	[ N / V ].	$F_x, F_y, F_z$	[ N ]
$\beta$	[ V / cm ].	Mz	[ Ncm ]
$\gamma$	[ cm ].		

Anote los valores de las perillas D y 7 y sustitúyalos en la fórmula anterior. Realizando las operaciones necesarias obtendrá directamente las magnitudes de fuerza y/o par.

## VIII. MANTENIMIENTO Y ALMACENAMIENTO

Como cualquier aparato electrónico observe las siguientes indicaciones :

Evite golpearlo.

Evite las vibraciones excesivas.

Mantenga las conexiones limpias y en buen estado.

No exponga el papel a la luz intensa.

Evite al mínimo tocar los galvanómetros.

Mantenga el equipo limpio.

Mantenga el equipo en un lugar seco y libre de polvo.

si retira el papel del registrador, guardelo en un lugar seco y obscuro.

## capítulo 7

### PRUEBAS

Para la realización de las pruebas de medición de fuerzas de corte es necesario conocer de antemano, la magnitud de las fuerzas de corte calculadas teóricamente para que el ajuste del rango de medición sea el adecuado y la realización de la prueba sea lo más sencillo.

#### Fuerzas de corte en taladrado.

La forma de conocer dicha magnitud es mediante la siguiente expresión:

$$f_0 = 2 f_1 + 2 f_2$$

$f_1$  se calcula con la siguiente expresión:

$$f_1 = (k_s)(a)(d) / 4$$

donde  $f$  representa la fuerza.

$k_s$  es la fuerza específica de corte [ $N/mm^2$ ].

$a$  es el avance por vuelta en mm. de la broca o pieza.

$d$  es el diámetro de la broca en mm.

el valor de  $k_s$  se obtiene de tablas con las características de el material de que se trate (tabla 7.1)

$$y \quad 2 f_2 = 0.433 f_1$$

nota: de la fig. 7.1 la suma de las fuerzas  $f_0$  es igual a cero.

FUERZAS ESPECIFICAS DE CORTE  
TORNADO Y TALADRADO

MATERIAL		DUREZA HB	Ks	
			Kp/mm <sup>2</sup>	Lb/sg-inch
ACERO SIN ALEACION DE CARBON	C 0.15%	125	198	278188
	C 0.35%	158	218	298628
	C 0.78%	188-258	238	327868
ACERO BAJO CARBONO	RECOCIDO	125-288	218	298628
	ENDURECIDO			
	TEMPLADO	288-275	258	355888
ACERO ALTO CARBONO	RECOCIDO	228-325	275	391858
	ENDURECIDO			
	TEMPLADO	325-458	388	426688
ACERO INOXIDABLE RECOCIDO	MARTENSITICO	158-278	238	327868
	FERRITICO			
	AUSTENITICO	158-228	268	369728
FUNDICION ACERO (INOXIDABLE)	NO ALEADO	158	188	255968
	BAJA ALEACION	158-258	218	298628
	ALTA ALEACION	168-288	248	341288
ACERO AL MAGNESIO (12%)		258	368	511928
ACERO MOLADO		HRC 58-65	458	639988
FUNDICION DE HIERRO MALEABLE	VIRUTA CORTA	118-145	118	156428
	VIRUTA LARGA	288-258	188	142288
FUNDICION DE HIERRO GRIS	BAJA TRACCION	188	118	156428
	ALTA TRACCION	158	268	369728
ACERO NODULAR	FERRITICO	158	118	156428
	PERRITICO	258	188	255968
FUNDICION DE HIERRO ENFRIADO		488	275	391858
		688	358	497788
COBRE ELECTROLITICO		58-85	118	156428
FUNDICION BRONCE-LATON	ALEACION LATON-PLOMO	88-158	78	99548
	LATON ROJO	68-118	75	186658
	BRONCE FOSFORADO	85-118	175	248858
ALEACION DE ALUMINIO	NO TRATABLE	38-88	58	71188
	TRATABLE	88-128	78	99548
FUNDICION ALEACION DE ALUMINIO	NO TRATABLE	188	75	186658
	TRATABLE	138	98	127988

tabla 7.1 fuerza especifica Ks.

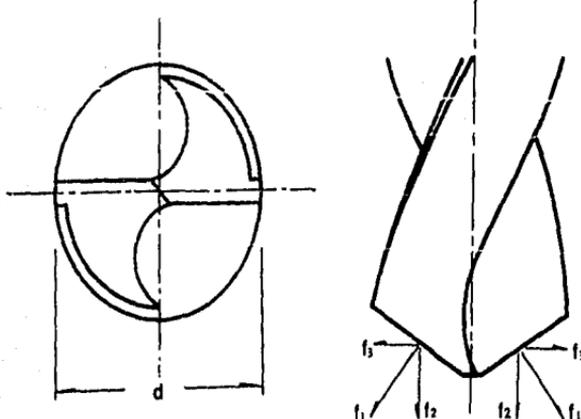


fig.7.1 fuerzas de corte en taladrado.

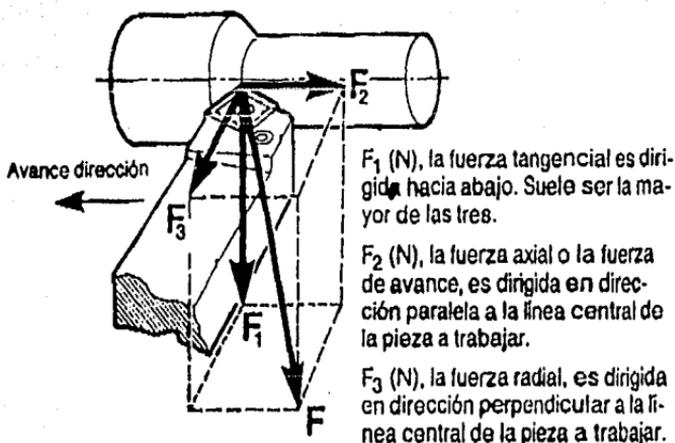


fig.7.2 fuerzas de corte en torneado.

La magnitud del momento se obtiene como sigue:

$$M = (f_o)(d) / 4$$

Fuerzas de corte en el torneado.

Mediante la expresión siguiente se obtiene la magnitud de las fuerzas de corte que se presentan en el torneado.

$$F_1 = (k_s)(S)$$

S sección de viruta en  $\text{mm}^2$

La sección de viruta S se calcula como :

$$S = (\text{avance})(\text{penetración})$$

Se desarrollan según la figura 7.2 donde  $F_1$ ,  $F_2$ , y  $F_3$  tienen la siguiente relación  $F_1 : F_2 : F_3 = 4 : 2 : 1$

#### AJUSTE DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION

Una vez que se conoce la magnitud teórica de las fuerzas y el momento, se ajustan cada uno de los instrumentos de medición como sigue:

Para el caso de las pruebas de taladro tenemos:

1.- amplificador de carga, se ajusta el valor de sensibilidad de el transductor (especificado por el fabricante) mediante las perillas C y G. Estos valores son los siguientes:

Fz 2.02 pC/N

Mz 1.59 pC/Ncm

Nota : Estos valores son solo para este transductor y no deberán alterarse durante la medición.

Los ajustes deberán hacerse cuidadosamente , para que la medición sea lo más confiable posible.

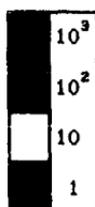
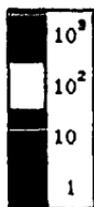
Con la perilla G *transd sens* se ajusta el valor numérico de Fz y Mz sin importar el valor decimal, es decir:

2 0 2 y 1 5 9 respectivamente

Con la perilla C *transd sens range* se ajusta el punto decimal de los valores anteriores, esto se logra poniendo la perilla C en la posición

1 + 11

Porque los valores de sensibilidad de Fz y Mz están contenidos en el rango de 1.00 a 11.00, y al fijar este rango aparecerán los valores en el disco como se indica a continuación :



finalmente el rango de medición se fija con la perilla D *range*, de

acuerdo a las magnitudes teóricas obtenidas. Cada uno de los valores del disco ( $1, 10^1, 10^2, 10^3$ ), es multiplicado por un factor (1, 2, 5) esto es :

1 x 1	1 x $10^1$	1 x $10^2$	1 x $10^3$
2 x 1	2 x $10^1$	2 x $10^2$	2 x $10^3$
5 x 1	5 x $10^1$	5 x $10^2$	5 x $10^3$

( siempre y cuando la perilla 7 esté en la posición x 1 ).

Al fijar alguno de los valores anteriores se obtiene el número de unidades mecánicas ( N o N cm ) que representará cada cm. en la gráfica.

Por ejemplo si la medición de la gráfica es de 2.5 cm y el valor de la perilla *D range* es de 100 U.M / cm. el valor de la fuerza que estamos leyendo es de 250 U.f.

2.- Galvoamplificador. Se fija la perilla 7 en el valor de :

*sensitivity* (x 1)

por comodidad al realizar los cálculos. (factor de multiplicación x 1 )

3.- Registrador ultravioleta. se deberá ajustar la velocidad de papel comenzando por la más baja (10 mm/s) y ajustarse posteriormente de acuerdo a las necesidades del evento, es decir, si solo se quiere en la gráfica medir la amplitud de está (caso de medición de fuerzas de corte), se elige la velocidad baja, como la que se indicó anteriormente. Si por el contrario lo que se pretende medir es la frecuencia del registro se elegirá una velocidad que satisfaga las condiciones de la prueba.

Duración del evento: El ajuste será de acuerdo al tiempo que tarde la operación de maquinado se puede prefiar cuando este se

conozca, o fijarlo en la posición marcada con "  $\alpha$  " de manejo manual.

Ya que se hayan realizado estos ajuste, instale el transductor en la máquina herramienta y realice las conexiones necesarias, (cap.6 diagrama 1) monte la probeta e inicie las pruebas previa elección de las condiciones de trabajo de la máquina.

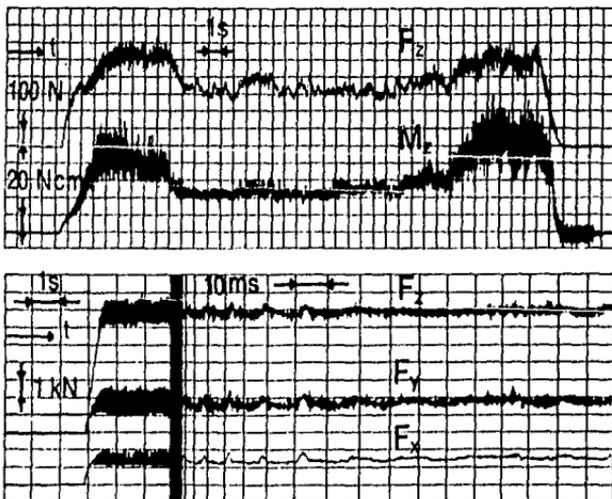
Para el caso de pruebas en el torno tenemos los siguientes valores de sensibilidad :

$$F_x = F_1 = -3.76 \quad \text{pC/N}$$

$$F_y = F_2 = -3.76 \quad \text{pC/N}$$

$$F_z = F_3 = -3.83 \quad \text{pC/N}$$

las gráficas que obtenga deberán ser similares a las mostradas a continuación:



gráficas

Las pruebas del equipo de medición de fuerzas se llevaron a cabo de la siguiente forma:

se fijan las condiciones de la máquina de acuerdo a las características del material, en este caso se trata de un acero 1018 cold rolled ( de la tabla 7.1  $k_e = 2100 \text{ N/mm}^2$  )

condiciones de trabajo de la máquina herramienta :

N	1115 RPM
AVANCE	1.5 milésimas"/rev
DIAMETRO DE LA BROCA	3/16 " (4.7mm) de acero alta velocidad y un ángulo de cono de 118 grados.

Cálculo teórico de las magnitudes de la fuerza y momento de corte en la operación de taladrado.

#### FUERZA

Utilizando la fórmula :  $f_o = 2f_1 + 2f_2$

donde  $f_1 = (k_e)(a)(d) / 4$

$$k_e = 2100 \text{ N/mm}^2$$

$$a = 0.0381 \text{ mm/rev}$$

$$d = 4.76 \text{ mm}$$

sustituyendo :  $f_1 = 95.21 \text{ N}$

$$\text{y } f_2 = 0.433 f_1$$

por lo tanto;  $f_o = 2(95.21) + 2(41.22)$

$$= 355.5 \text{ N}$$

$$(+ 10 \% ) * f_o = 391.0 \text{ N}$$

\* NOTA : A causa de mayor dificultad en la operación de taladrado se debe considerar un 10 % más del valor obtenido.

## MOMENTO

Utilizando la fórmula :  $M = (f_0)(d) / 4$

donde  $f_0 = 391.0 \text{ N.}$

$d = 0.476 \text{ cm.}$

$M = 46.53 \text{ N cm.}$

Una vez que se han obtenido los valores teóricos de fuerza y momento podemos ajustar la escala de la gráfica, mediante la perilla D, *range* ; esta perilla ajusta el número de unidades mecánicas por centímetro (ver "ajuste de instrumentos de medición").

Lo anterior es concerniente a medición de fuerzas en el taladro.

Para medición de fuerzas en el torno se sigue el mismo procedimiento cambiando solo los valores de sensibilidad del transductor, y la posición de la perilla D *range* para ajuste de la escala de la gráfica.

Cálculo teórico de las magnitudes de las componentes de la fuerza de corte en el torneado

Empleando la expresión  $F_t = (K_s)(S)$

de la tabla 7.1 se obtiene el valor de  $k_s = 2100 \text{ N/mm}^2$ .

condiciones de máquina :

avance =  $0.268 \text{ mm/rev.}$

$N = 450 \text{ rpm}$

penetración =  $0.5 \text{ mm.}$

$\phi = 30 \text{ mm.}$

por lo tanto  $S = (0.268)(0.5) = 0.134 \text{ mm}^2/\text{rev}$

sustituyendo :

$F_t = 2100 (0.134)$

$F_t = 281.4 \text{ N.}$

El cálculo de  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$  es de acuerdo a la relación :

$$F_1 : F_2 : F_3 = 4 : 2 : 1$$

$$F_2 = 141.2 \text{ N}$$

$$F_3 = 70.1 \text{ N}$$

Los valores teóricos obtenidos anteriormente, nos sirven para ajustar los instrumentos (variables  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), además sirven para comparar valores teóricos y prácticos.

A continuación se mencionan las condiciones en que se realizaron las pruebas de medición de pruebas en el taladrado y torneado.

#### TALADRADO

- Condiciones de máquina

$$N = 1115 \text{ rpm}$$

$$\text{Avance} = 0.0015 \text{ in / rev.}$$

$$\text{Broca} = 3 / 16" \text{ alta velocidad, ángulo de cono } 118$$

- Material

Cold rolled

Dureza 14 Rc

- Condiciones de equipo

TRANSDUCTOR	Fz	2.02	Pc / N
	Mz	1.59	Pc / Ncm

NOTA: Estos valores son exclusivos del transductor de taladro, y son proporcionados por el fabricante.

#### BALVO AMPLIFICADOR

Sensitivity	x 1	fuerza	Fz
		momento	Mz

#### AMPLIFICADOR DE CARGA

Transd. Sens.	Fz	2 0 2
---------------	----	-------

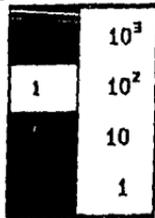
Mz 1 5 9

Posición 1 - 11 (porque los valores 2.02 y 1.59 están en el rango de 1 a 11)

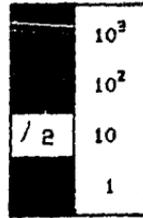
Transd. sens. range

Range

(1 cm = 100 UM)



Fz



Mz

(1cm=20 UM)

NOTA: Las UM (unidades mecánicas) del transductor están dadas en Newton, por el fabricante.

REGISTRADOR ULTRAVIOLETA

Timer 1

Velocidad 10 mm / s

Duración registro a s

Gráfica 7.2



Del capítulo 6-VII el valor de fuerza o par se calcula mediante la expresión:

$$Fz = \alpha_1 \beta_1 \gamma_1$$

$$Mz = \alpha_2 \beta_2 \gamma_2$$

Los valores correspondientes de fuerza son:

$$\alpha_1 = 1 \times 10^2 \quad \text{N / V}$$

$$\beta_1 = 1 \quad \text{V / cm}$$

$$\gamma_1 = 3.8 \quad \text{cm}$$

$$Fz = (1 \times 10^2) (1) (3.8)$$

$$= 380 \quad \text{N}$$

para el momento tenemos:

$$\alpha_2 = 2 \times 10 \quad \text{N / V}$$

$$\beta_2 = 1 \quad \text{V / cm}$$

$$\gamma_2 = 2.6 \quad \text{cm}$$

$$Mz = (2 \times 10) (1) (2.6)$$

$$= 52 \quad \text{N cm}$$

#### TORNEADO

Condiciones de máquina

$$\text{Avance} = 0.268 \quad \text{mm / rev}$$

$$N = 450 \quad \text{rpm}$$

$$\varnothing_{\text{pieza}} = 30 \quad \text{mm}$$

profundidad de corte = 0.5 mm

Material

Cold rolled

Dureza 13 rc

Condiciones equipo

TRANSDUCTOR

Fx 3.76 Pc / N  
 Fy 3.76 Pc / N  
 Fz 3.83 Pc / N

GALVO AMPLIFICADOR

Sensitivity

x 1 Fuerza Fx  
 x 1 Fuerza Fy  
 x 1 Fuerza Fz

AMPLIFICADOR DE CARGA

Transd. Sens

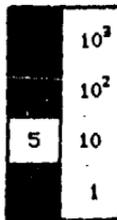
Fx 3 7 6  
 Fy 3 7 6  
 Fz 3 8 3

Posición

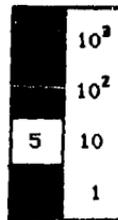
1 - 11

Transd. sens. rage

Range



Fx, Fy



Fz

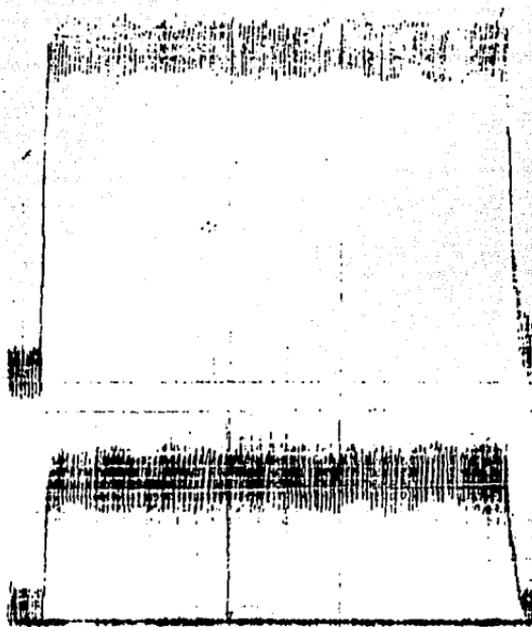
REGISTRADOR ULTRAVIOLETA

Timer 1

Velocidad 10 mm / s

Duración registro a s

Gráfica 7.3



$$\alpha_{xy} = 5 \times 10 \text{ N / V}$$

$$\beta_{xy} = 1 \text{ V / cm}$$

$$\gamma_{xy} = 2.2 \text{ cm}$$

$$F_{xy} = \alpha_{xy} \beta_{xy} \gamma_{xy}$$

$$F_{xy} = (5 \times 10) (1) (2.2)$$

$$= 110 \text{ N}$$

$$\alpha_z = 5 \times 10 \text{ N / V}$$

$$\beta_z = 1 \text{ V / cm}$$

$$\gamma_z = 5.3 \text{ cm}$$

$$F_z = \alpha_z \beta_z \gamma_z$$

$$F_z = (5 \times 10) (1) (5.3)$$

$$F_z = 265 \text{ N}$$

## capitulo 8

### CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo se confirmó la gran importancia que tiene el conocer las magnitudes de las fuerzas de corte. Por una parte para incrementar la eficiencia en las operaciones de maquinado, y por otra, por que es un gran apoyo en el área de ingeniería mecánica específicamente en los talleres de ingeniería mecánica.

Se comprendió el funcionamiento de los instrumentos de medición de corte con lo cual se logro poner en operación el mismo, posteriormente se comprobó el funcionamiento correcto mediante las pruebas de medición de fuerzas en el laboratorio.

En cuanto a las pruebas se puede concluir que la eficiencia de las operaciones de maquinado dependen directamente del afilado correcto de la herramienta (ángulos y calidad de afilado) y por otro lado los lubricantes y refrigerantes que ayudan a incrementar la eficiencia, mejoran la calidad del acabado y alargan la vida de las herramientas de corte.

Mediante el uso de estos instrumentos se pudo comparar gráficamente las magnitudes de fuerzas de 2 operaciones de maquinado iguales y con condiciones de afilado distintas.

Es de notar en el taladrado que en condiciones de máquina iguales pero con diferentes diámetros de broca, la fuerza de penetración se mantiene casi constante, pero no así en el par que se incrementa proporcionalmente al diámetro de la broca.

También es interesante observar que en operaciones de torneado

la fuerza de corte es dependiente directamente de la fuerza de avance y de la profundidad de corte, y en conjunto las tres se incrementan bajo un mal afilado, con lo cual se tiene una baja eficiencia y un acabado de mala calidad .

Podemos decir, que los objetivos fueron alcanzados y los resultados fueron los esperados. Esperando que se hayan cubierto las bases para futuras investigaciones.

Con lo anterior se deja un camino de investigación y de trabajo en el área, bastante grande por descubrir.

BIBLIOGRAFIA

HERRAMIENTAS DE TORNO

SANTELLI OSCAR A.

EDITORIAL ALSINA ARGENTINA

TJ 1195 594

HERRAMIENTAS Y MAQUINAS TOMO II

V.R.M.O.

TJ 1185 878

MAQUINADO DE METALES EN MAQUINAS HERRAMIENTAS

FEIRER, JOHN L.

EDITORIAL C.E.C.S.A.

TJ 85 F445

TOOL ENGINEERS HANDBOOK

A.S.T.M.

TJ 1185 A52

1959 Mc GRAW HILL

FRESADO, PLANEADO Y TALADRADO

LUCCHESI

TJ 1185 L82 EPE

MAQUINA HERRAMIENTAS

MEMBRETTI

EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

TJ 1160 m45

ESTUDIO GENERAL DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

ROBERTO ALBAIZAR G.

EDITORIAL DOSSAT S.A.

TJ 1230 A52

HERRAMIENTA DE CORTE

BLANPAIN EDWARD

EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

TJ 1230 B47

EL TORNO Y LA FRECADORA

ROBERT NADREAU

EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

TJ 1215 N315

FUNDAMENTOS DEL CORTE DE METALES Y LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS

GEOFFREY BOOTHROYD

EDITORIAL Mc GRAW HILL 1978

MAQUINADO DE METALES CON MAQUINAS HERRAMIENTAS

JOHN L. FEIRER

EDITORIAL CONTINENTAL 1978

MAQUINAS HERRAMIENTAS

FORMACION PROFESIONAL Y CULTURA TECNICA

EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

ACEITES DE CORTE Y ADITIVOS INDUSTRIALES

BENITO VIDAL

EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A. 1974

TJ 1077 B52

