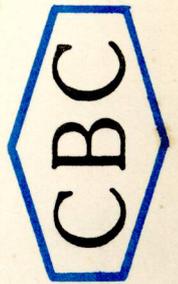


MECANICA GENERAL



COLECCIONES BASICAS CINTERFOR

Vol. 5 - INFORMACIONES TECNOLOGICAS

CBC
621
CINTM
V.5

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE MECANICA GENERAL



En Seis Volúmenes

VOLUMEN QUINTO

INFORMACIONES TECNOLOGICAS

11 JUN. 1980



CINTERFOR-1980

Las publicaciones de la Organización Internacional del Trabajo están protegidas por el *Copyright* de conformidad con las disposiciones del protocolo número 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor.

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE MECÁNICA GENERAL (en seis volúmenes)

PRIMERA EDICIÓN 1980

Esta obra sustituye a trece títulos de CBC correspondientes a las siguientes ocupaciones:

- Mecánico ajustador: 1^a edic. 1971, 2da. corregida 1975.
- Tornero: 1^a edic. 1971, 2a. corregida 1975.
- Fresador: 1^a edic. 1972, 2da. corregida 1975. - Sold. arco: 1^a edic. 1972, 2da. 1977. - Sold. oxiacet.: 1^a edic. 1972, 2da. 1977.
- Tratador térmico: 1^a edic. 1972. - Rectificador: 1^a edic. 1972.
- Afilador de herramientas: 1^a edic. 1974. - Matricero (metales): 1^a edic. 1974. - Matricero (plásticos): 1^a edic. 1974. - Herrero: 1^a edic. 1977. - Calderero: 1^a edic. 1977.
- Trabajador en chapa fina y perfiles: 1^a edic. 1977.

Hecho el depósito legal N° 139.517/80

El Centro Interamericano de Investigación y Documentación sobre Formación Profesional (Cinterfor) es una agencia regional especializada de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Establecida en 1964, Cinterfor tiene como objetivos impulsar y coordinar los esfuerzos de los institutos, organismos y empresas que se ocupan de formación profesional en América Latina.

*Dir. Postal: Casilla de correo
1761*

Dir. Telegráfica: "CINTERFOR"

Télex: CINFOR UY6521

Montevideo - Uruguay

761921

FEB. 1980

Títulos publicados

Operador de máquinas agrícolas -AGRIC. (Segunda edición corregida)
 Mecánico automotriz -CIUO 8-43.20
 Cocinero profesional -CIUO 5-31.30
 Electricista de automóviles -CIUO 8-55.41
 Electricista de edificios -Instalador- -CIUO 8-55.20
 Ajustador electricista, Bobinador -CIUO 8-51.20/30
 Mecánico de maquinaria agrícola -CIUO 8-49.55
 Mecánico de motores diesel -CIUO 8-49.20 y 8-43.21
 Plomero -CIUO 8-71.05
 Albañil -CIUO 9-51.20
 Encofrador -CIUO 9-52.20
 Armador de hormigón -CIUO 9-52.30
 Mecánico de refrigeración -CIUO 8-41.80
 Camarera de hotel -CIUO 5-40.50
 Productor de maíz -AGRIC.
 Productor de naranja -AGRIC.
 Productor de tomate -AGRIC.

Mecánico Ajustador -CIUO 8-41.05 (2da. correg.)
 Tornero mecánico -CIUO 8-33.20 (2da. correg.)
 Fresador mecánico -CIUO 8-33.30 (2da. correg.)
 Rectificador mecánico -CIUO 8-33.70
 Tratador térmico de metales -CIUO 7-26.10
 Soldador por arco eléctrico -CIUO 8-72.20 (2da.)
 Soldador oxiacetilénico -CIUO 8-72.15 (2da.)
 Matricero para metales -CIUO 8-32.21
 Matricero para plásticos -CIUO 8-32.22
 Afilador de herramientas -CIUO 8-35.30
 Herrero -CIUO 8-31.10
 Calderero -CIUO 8-73.10 y 8.74.30
 Trabajador en chapa fina y perfiles
 -CIUO 8-73.30/40

A partir de 1980 estos
 títulos se publican
 agrupados en la

**ENCICLOPEDIA PRÁCTICA
 DE MECÁNICA GENERAL
 en seis volúmenes**

Algunos títulos aún pueden
 ser suministrados por separado.

Títulos en preparación

Pintor a pistola -CIUO 9-39.30
 Chapista de automóviles -CIUO 8-73.70
 Recepcionista de hotel -CIUO 3-94.20
 Conserje de hotel -CIUO 5-40.55
 Cajero de hotel -CIUO 3-31.60
 Productor de arroz -AGRIC.
 Electronicista -CIUO 8-52.10
 Ciencias básicas (Colección de hojas de
 informaciones complementarias)

INDICE DE HOJAS DE INFORMACIONES TECNOLOGICAS

HIT 130 A 259

III - Índice de TEMAS TECNOLÓGICOS por número de REFERENCIA para MECÁNICA GENERAL.



Volumen 5

REFERENCIA	TÍTULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Código de temas
130	Medición con rodillos (Cálculos)	2-5.3
131	Mandril descentrable y mandril fijo	4-4.36
132	Aparato mortajador - Sus herramientas y portaherramientas	3-4.15
133	Engranajes (Generalidades)	4-3.41
134	Engranaje cilíndrico recto	4-3.43
135	Medición de dientes de engranajes	2-7.1
136	Ruedas de cadena	4-3.2
137	Tren de engranajes (Generalidades)	4-3.42
138	Divisor lineal	3-4.15
139	Cabezal para fresar cremallera	3-4.15
140	Aparato divisor (División diferencial)	3-4.15
141	Hélices	4-3.51
142	Engranaje cilíndrico helicoidal	4-3.44
143	Engranajes cónicos	4-3.45
144	Corona para tornillo sin fin	4-3.46
145	Espiral de Arquímedes (Aplicaciones en levas y rosca frontal)	4-3.6
146	Rectificadora (Generalidades)	3-4.23
147	Rectificadora plana	3-4.23
148	Muelas (Generalidades)	3-4.23
149	Platos magnéticos	4-4.53
150	Diamante para rectificar muelas	3-4.23

III - Índice de TEMAS TECNOLÓGICOS por número de REFERENCIA para MECÁNICA GENERAL.

REFERENCIA	TÍTULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Código de temas
151	Equipo de protección (Máscaras - Aspiradores antipolvillo)	5-4.1
152	Muelas (Elementos componentes)	3-4.23
153	Avance de corte en la rectificadora plana	3-4.23
154	Muelas (Características)	3-4.23
155	Bloques magnéticos	5-2.21
156	Cilindro y columna para controlar perpendicularidad	2-3.42
157	Soporte para balancear muelas	3-4.23
158	Brida y mandril porta-muela	4-4.46
159	Muelas (Tipos)	3-4.23
160	Dispositivo para rectificar muelas en ángulo	3-4.23
161	Muelas (Especificaciones para su elección)	3-4.23
162	Velocidad de corte en las muelas (Cálculo y tablas)	3-4.23
163	Mesa inclinable	5-2.22
164	Mesa de senos	5-2.22
165	Bloques calibradores	2-3.44
166	Regla de senos	2-2.4
167	Rectificadora cilíndrica universal	3-4.23
168	Velocidad de corte de la pieza en la rectificación cilíndrica	3-4.23
169	Avance de corte en la rectificadora cilíndrica	3-4.23
170	Calibradores cónicos	2-3.43
171	Rectificación (Defectos y causas)	3-4.23
172	Luneta de resortes	4-4.47
173	Hornos para tratamientos térmicos (Generalidades)	3-5.3
174	Hornos eléctricos (Tipos y características)	3-5.3
175	Pirómetros termoelectrónicos (Tipos, funcionamiento y usos)	2-2.5

III - Índice de TEMAS TECNOLÓGICOS por número de REFERENCIA para MECÁNICA GENERAL.

REFERENCIA	TÍTULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Código de temas
176	Elementos de trabajo (Para tratamientos térmicos)	5-2.3
177	Hornos especiales (De electrodos para baños)	3-5.3
178	Pirómetros de radiación (Tipos, características y usos)	2-2.5
179	Hornos de combustión (Tipos y características)	3-5.3
180	Ensayo de dureza (Máquina, tipos y características)	2-3.61
181	Ensayo de dureza Rockwell (Generalidades)	2-3.61
182	Ensayo de dureza Brinell (Generalidades)	2-3.61
183	Ensayo de dureza Vickers (Generalidades)	2-3.61
184	Tablas de dureza (Brinell, Vickers y Rockwell)	2-3.61
185	Tratamientos térmicos (Generalidades)	1-4.1
186	Aceros SAE (Clasificación y composición)	1-2.3
187	Aceros SAE (Tratamientos térmicos usuales)	1-4.1
188	Normalizado	3-5.14
189	Recocido	3-5.13
190	Temple	3-5.11
191	Medios de enfriamiento (Características y condiciones de uso)	1-4.1
192	Revenido	3-5.12
193	Hornos especiales (De circulación forzada)	1-4.1
194	Temple isotérmico	3-5.11
195	Temple superficial (Por llama)	3-5.11
196	Temple superficial (Por alta frecuencia)	3-5.11
197	Tratamientos termoquímicos (Generalidades)	3-5.2
198	Cementación (Con sustancias sólidas)	3-5.21
199	Cementación (Con sustancias líquidas)	3-5.21
200	Cianuración	3-5.22

III - Índice de TEMAS TECNOLÓGICOS por número de REFERENCIA para MECÁNICA General.

REFERENCIA	TÍTULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Código de temas
201	Hornos especiales (Para tratar con gas)	3-5.2
202	Cementación (Con sustancias gaseosas)	3-5.21
203	Nitruración	3-5.23
204	Carbonitruración	3-5.24
205	Arco eléctrico	3-6.13
206	Equipo de protección (Máscara)	5-4.1
207	Equipo de protección (Vestimenta de cuero)	5-4.1
208	Máquina de soldar (Transformador)	3-6.11
209	Electrodo (Generalidades)	3-6.12
210	Accesorios para limpieza (Cepillo de acero - Piqueta)	5-1.10
211	Porta-electrodo y conexión a masa	3-6.11
212	Posiciones de soldar	3-6.13
213	Electrodo (Movimientos)	3-6.12
214	Equipo de protección (Lentes de seguridad)	5-4.1
215	Electrodo revestido (Tipos y aplicaciones)	3-6.12
216	Electrodo revestido (Especificaciones)	3-6.12
217	Máquina de soldar (Generador)	3-6.11
218	Soldadura (Intensidad y tensión)	3-6.13
219	Procesos de soldadura (Soldadura manual con arco eléctrico)	3-6.13
220	Juntas (Tipos)	3-6.13
221	Soldadura (Calidades-características-recomendaciones)	3-6.13
222	Máquina de soldar (Rectificador)	3-6.11
223	Soldadura (Contracciones y dilataciones)	3-6.13
224	Soldadura (Soplo magnético)	3-6.13
225	Procesos de soldadura (Soldadura bajo atmósfera de gas)	3-6.13

III - Índice de TEMAS TECNOLÓGICOS por número de REFERENCIA para MECÁNICA GENERAL.

REFE- RENCIA	TÍTULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Código de temas
226	Equipo para soldar bajo atmósfera de bióxido de carbono	3-6.11
227	Gases utilizados en la soldadura (Argón-Bióxido de carbono)	3-6.12
228	Equipo para soldar bajo atmósfera de gas inerte	3-6.11
229	Equipo para soldar con oxiacetileno (Generalidades)	3-6.21
230	Procesos de soldadura (Soldadura a oxigas)	3-6.23
231	Gases utilizados en la soldadura (Oxígeno - Acetileno - Propano)	3-6.22
232	Equipo para soldar con oxiacetileno (Boquilla - Soplete para soldar)	3-6.21
233	Llama oxiacetilénica	3-6.23
234	Equipo para soldar con oxiacetileno (Cilindros - Válvulas - Reguladores)	3-6.21
235	Equipo para soldar con oxiacetileno (Manguera - Economizador de gas)	3-6.21
236	Oxicorte manual	3-6.23
237	Matriz de corte (Definición y nomenclatura)	3-7.11
238	Matriz de corte (Conjuntos principales)	3-7.11
239	Matriz de corte (Espiga)	3-7.12
240	Matriz de corte (Placa superior)	3-7.12
241	Matriz de corte (Placa de choque)	3-7.12
242	Matriz de corte (Placa porta punzones)	3-7.12
243	Matriz de corte (Placa guía)	3-7.12
244	Matriz de corte (Guías laterales)	3-7.12
245	Matriz de corte (Placa matriz)	3-7.12
246	Placa base (Tipos y fijación)	3-7.12
247	Placa base universal (Dimensiones)	3-7.12
248	Matriz de corte (Punzones)	3-7.12

III - Índice de TEMAS TECNOLÓGICOS por número de REFERENCIA para MECÁNICA GENERAL.

REFE- RENCIA	TÍTULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Código de temas
249	Pilotos centradores	3-7.12
250	Pasadores	3-7.12
251	Corte en matricería (Proceso)	3-7.13
252	Corte en matricería (Juego, cálculo y aspecto)	3-7.13
253	Esfuerzo de corte	3-7.13
254	Paso	3-7.14
255	Sistema de avance (Topes y cuchillas de avance)	3-7.14
256	Disposición de la pieza en la tira	3-7.14
257	Localización de la espiga (Proceso gráfico y analítico)	3-7.12 3-7.13
258	Diagrama para determinar el espesor de la placa matriz	3-7.13
259	Dureza de las piezas	3-5.11

ADVERTENCIAS

- 1) Las hojas incluidas a continuación, servirán de patrón para imprimir matrices o estenciles para máquinas offset de oficina, mimeógrafos u otro tipo de duplicadores. Deben ser tratadas con cuidado a fin de no dañar el papel, ni manchar su superficie.
- 2) Es conveniente que las hojas sean verificadas antes de realizar la impresión de las matrices, pudiendo retocarse con lápiz común o tintas de dibujo los trazos demasiado débiles, así como tapar las manchas e imperfecciones con "gouache" (témpera blanca).
- 3) Los agregados, enmiendas o sustitución de palabras que deba hacerse a las hojas, pueden escribirse en papel blanco y pegarse en el lugar correspondiente.



Este es un tipo de medición indirecta que se utiliza para medir con precisión algunas dimensiones de las ranuras en forma de cola de milano y ranuras en "V". Este tipo de medición resulta ser más cómodo, ya que permite determinar mediante el cálculo, además de las dimensiones lineales, los valores angulares con más exactitud.

Principio de la medición con rodillos.

El procedimiento consiste en tomar unas medidas de cotas previamente calculadas, para deducir a través del cálculo, otras de difícil verificación por los procedimientos de medición directa.

La medición con rodillos se funda en las tres relaciones trigonométricas elementales de un triángulo rectángulo (triángulo BAC en la figura 1) en el que se considera el ángulo para los efectos de los cálculos correspondientes.

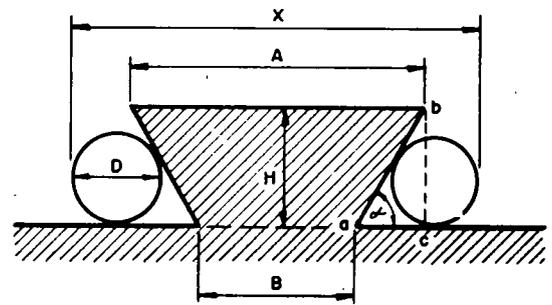


Fig. 1

RANURA EN COLA DE MILANO MACHO (fig. 1)

FORMULAS:

Cálculo de (X)

I - Conociendo (A)

$$X = A + D + \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{2H}{\operatorname{tg} \alpha}$$

II - Conociendo (B)

$$X = B + D + \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Ejemplo 1.

DATOS

D = 12 mm

A = 38 mm

H = 15 mm

$\alpha = 60^\circ$

$\frac{\alpha}{2} = 30^\circ$

$\operatorname{tg} 60^\circ = 1,73205$

$\operatorname{tg} 30^\circ = 0,57735$

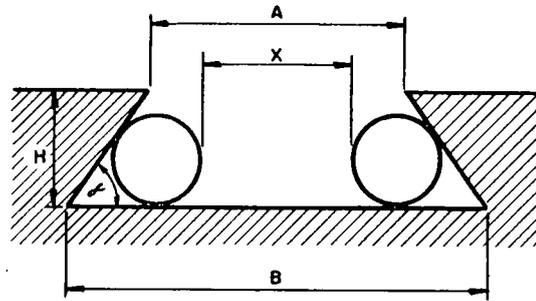
sustituyendo en la fórmula las letras por sus valores correspondientes, se tiene:

$$X = 38 + 12 + \frac{12}{0,57735} - \frac{30}{1,75205}$$

$$X = 50 + 20,784 - 17,32$$

$$X = 53,56 \text{ mm}$$

RANURA EN COLA DE MILANO HEMBRA (fig. 2)



Cálculo de (X)

I - Conociendo (A)

Fig. 2

$$X = A + \frac{2H}{\text{tg } \alpha} - D - \frac{D}{\text{tg } \frac{\alpha}{2}}$$

II - Conociendo (B)

$$X = B - \frac{D}{\text{tg } \frac{\alpha}{2}} - D$$

Ejemplo 2.

Datos

$$A = 68 \text{ mm}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$H = 30 \text{ mm}$$

$$\alpha = 55^\circ$$

$$\frac{\alpha}{2} = 27^\circ 30'$$

$$\text{tg } \alpha = 1,42815$$

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = 0,52057$$

Sustituyendo en la fórmula las letras por sus valores respectivos, se tiene:

$$X = 68 - 25 - \left(\frac{25}{0,52057} - \frac{2 \times 30}{1,42815} \right) = 43 - \left(\frac{25}{0,52057} - \frac{60}{1,42815} \right)$$

Eliminando el paréntesis

$$X = 43 - \frac{25}{0,52057} + \frac{60}{1,42815}$$

Resolviendo las operaciones indicadas:

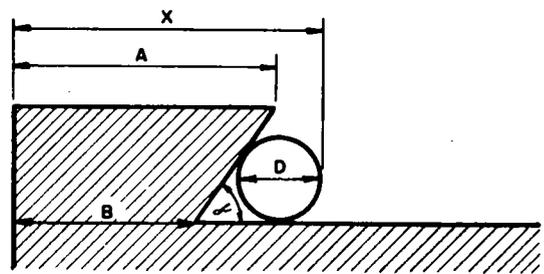
$$X = 43 - 47,64 + 42$$

$$X = 43 + 42 - 47,64$$

$$X = 85 - 47,64$$

$$X = 37,36 \text{ mm}$$

FORMULAS PARA MEDICIONES CON UN SOLO RODILLO (fig. 3)



I - Conociendo (A)

Fig. 3

$$X = A + r + \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha}$$

II - Conociendo (B)

$$X = B + \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + r$$

RANURAS DE UNA SOLA COLISA (fig. 4)

I - Conociendo (A)

$$X = A + \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - r$$

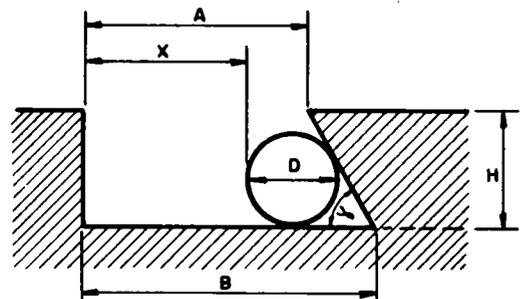


Fig. 4

II - Conociendo (B)

$$X = B - \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - r$$

RANURA EN "V" (fig. 5)

$$X = (H - h) + r + \frac{r}{\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}}$$

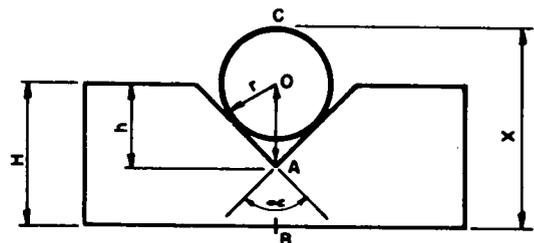
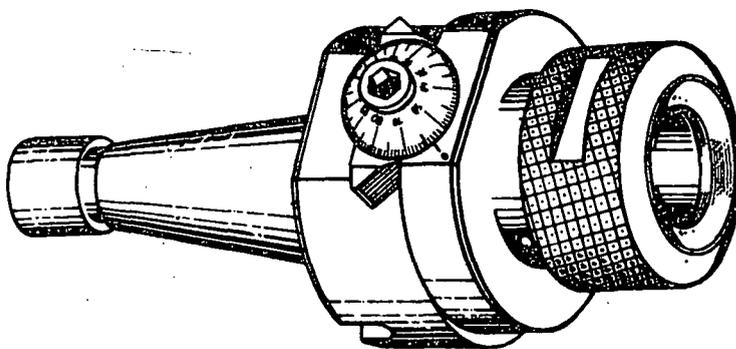


Fig. 5



I - MANDRIL DESCENTRABLE.

Es un dispositivo usado en la fresadora para la sujeción y control de la herramienta de corte (cuchilla). Se utiliza fundamentalmente en operaciones de alisado, pero dada su característica también permite la ejecución de operaciones de refrentado, escalonado y ranurados. Estos dispositivos se construyen en acero y su comportamiento es de un portaherramienta graduable y preciso (fig. 1). Consta de las siguientes partes:



- cuerpo fijo
- cuerpo portaherramienta
- barra portacuchilla

Fig. 1

El cuerpo fijo.

Es la parte del mandril que se acopla al husillo de la fresadora. Lleva en uno de sus extremos una espiga cónica agujereada y roscada para recibir el tirante que la fija al husillo.

En el otro extremo lleva ranuras en cola de milano que sirven de guía a la colisa.

El cuerpo portaherramienta.

Es la parte que se desplaza sobre la cola de milano. Tiene un tornillo con anillo graduado que produce y regula esos desplazamientos y además un agujero donde se ubica la herramienta o la barra que sujeta la herramienta.

La barra portacuchilla.

Por uno de sus extremos se ubica en el agujero del cuerpo portaherramienta, en el otro extremo lleva un agujero cuadrado o redondo donde se aloja la cuchilla.

TIPOS.

Existen varios tipos, pero en general se pueden clasificar en:

- de avance manual (como el de la fig. 1)
- de avance automático (fig. 2)

FUNCIONAMIENTO.

La regulación del corte se logra haciendo girar el tornillo con anillo graduado, quien hace que se deslice la colisa acercando o alejando la herramienta del eje de giro. En los mandriles descentrables de avance automático, el desplazamiento radial de la herramienta puede ser dado automáticamente por medio de la tuerca de avance (fig. 2).

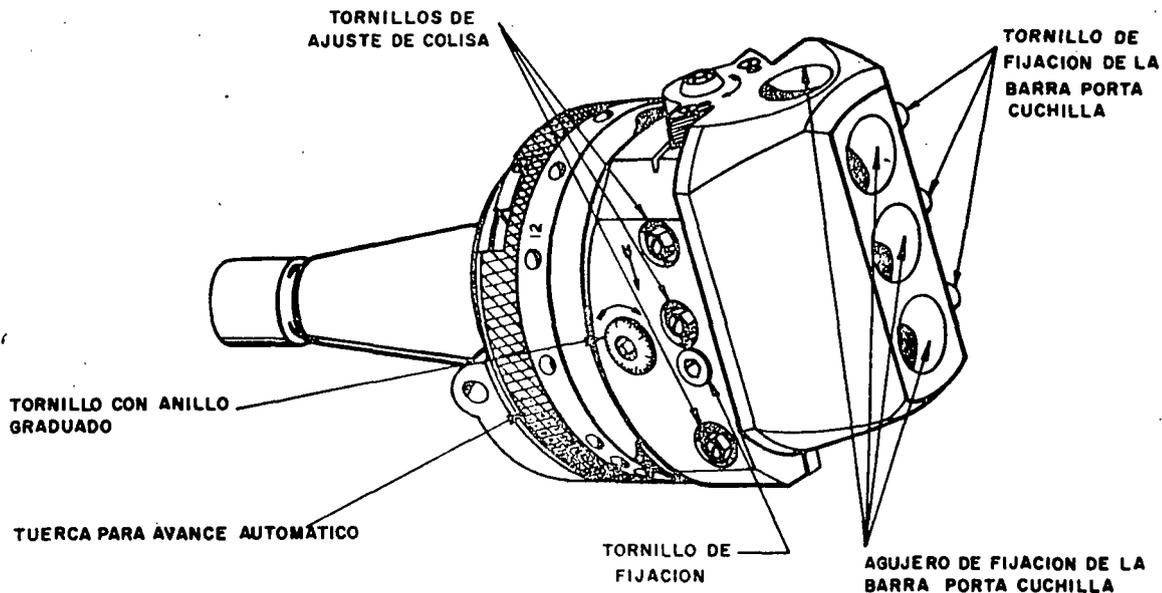


Fig. 2

CONDICIONES DE USO.

Para obtener un buen alisado el mandril debe de tener un buen ajuste con la colisa y el tornillo. La barra portaherramienta o la herramienta deben ajustar bien en su alojamiento.

MANTENIMIENTO.

Para que el mandril se conserve en buen estado, al terminar de usarlo debe de limpiarse, lubricarse y guardarse en lugar seguro.

II - MANDRIL FIJO.

Consiste este útil en una barra cilíndrica construída en acero (fig.3). En uno de sus extremos lleva un agujero de sección cuadrada o cilíndrica, que aloja la cuchilla. Estos mandriles, que son de uso muy frecuente en los talleres, presentan en uno de sus extremos una variedad de formas para sujeción y regulación de la cuchilla. Suelen construirse en el mismo taller.

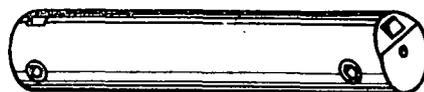


Fig. 3

CLASIFICACION Y TIPOS.

- 1- De sujeción que permite controlar y regularizar los deslizamientos de la cuchilla (fig. 4).
- 2- De sujeción sencilla en los cuales la regulación está sujeta a la habilidad del operador (fig. 5).
- 3- Para agujeros ciegos (fig. 6), los cuales llevan el alojamiento de la cuchilla inclinada.

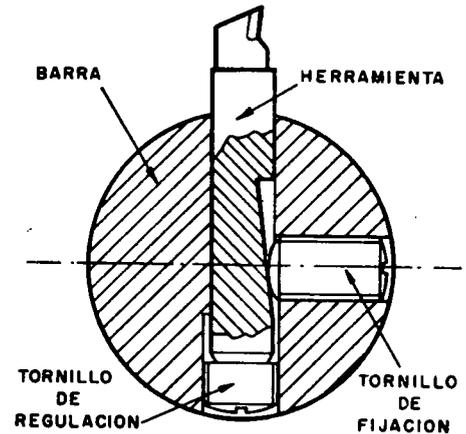


Fig. 4

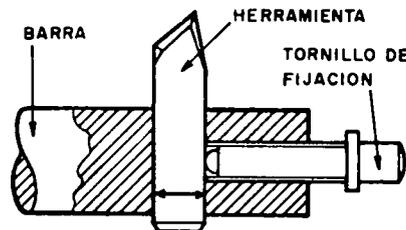


Fig. 5

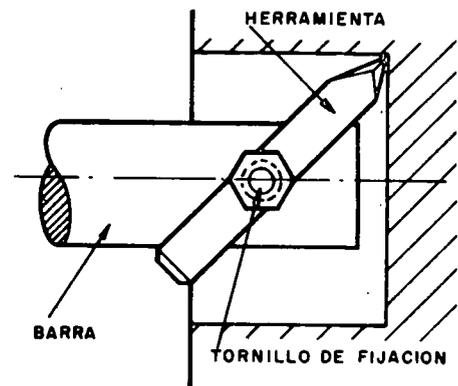


Fig. 6

Los mandriles fijos pueden ser sujetados al husillo de la fresadora si viene dispuesto en uno de sus extremos un cono de acoplamiento (fig. 7); de lo contrario, se fijarán en dispositivos sujetadores como mandriles descentrables, porta pinzas u otros elementos de fijación.

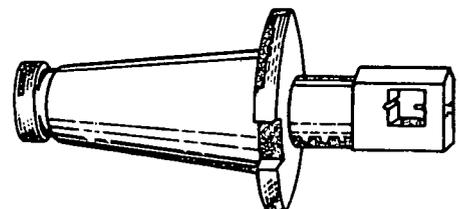


Fig. 7

CONDICIONES DE USO.

Las barras deben ser seleccionadas considerando:

- El diámetro del agujero por mecanizar.
- El esfuerzo de corte a que será sometido.
- La longitud de la superficie por trabajar.



Es un accesorio de la fresadora universal. Consta de un cuerpo de hierro fundido que se monta en el bastidor y se acopla, por medio de un eje intermediario, al husillo principal de la máquina (fig. 1). Posee un sistema de corredera por donde se desliza el porta herramienta con movimiento rectilíneo alternativo. Se utiliza en la construcción de chaveteros, ranuras en anillos, engranajes interiores y contornos en general (figs. 2 a 6) y para perfilar agujeros.

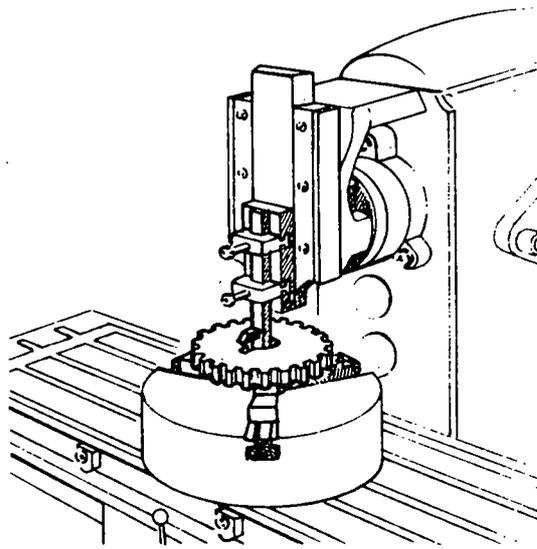


Fig. 1

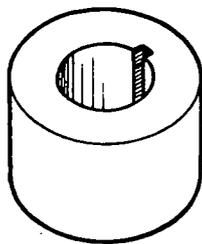


Fig. 2

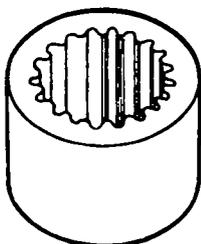


Fig. 3

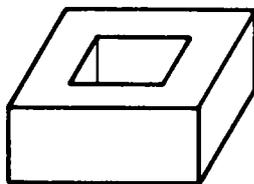


Fig. 4

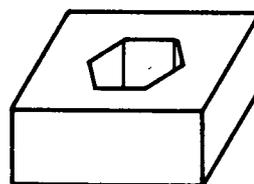


Fig. 5

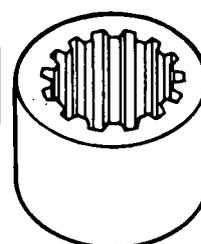


Fig. 6

NOMENCLATURA (fig. 7).

1. Carro portaherramienta.
2. Gorrón.
3. Biela.
4. Guías de ajuste.
5. Eje excéntrico.
6. Volante (rueda manivela).
7. Eje del aparato.

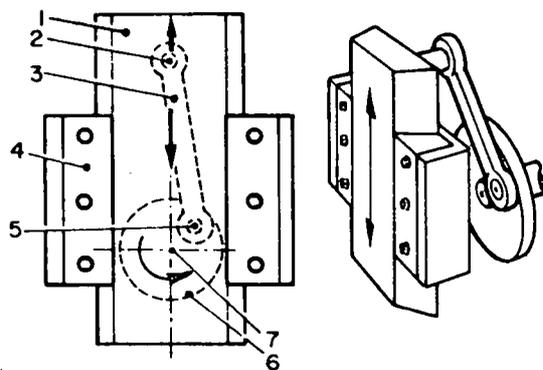


Fig. 7

FUNCIONAMIENTO.

El movimiento del aparato mortajador es transmitido por el husillo de la fresadora, a través del eje intermediario y el movimiento del portaherramienta es dado por un sistema de biela y manivela, que transforma el movimiento rotativo en rectilíneo alternativo.

La regulación del recorrido es dada a través del eje excéntrico (5) que dispone de un mecanismo que permite acercarlo o alejarlo del centro de la rueda manivela. Cuanto más cerca del centro se halle, menor será el recorrido del carro portaherramienta.

PORTAHERRAMIENTA.

Son accesorios contruidos de acero en forma de barra cilíndrica o cuadrada que tiene en uno de sus extremos un agujero donde se aloja la herramienta y se fija con un tornillo (figs. 8 y 9).

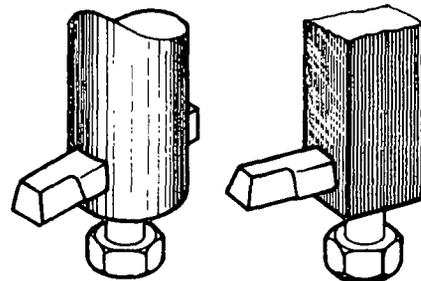


Fig. 8

Fig. 9

HERRAMIENTAS PARA MORTAJAR.

Las herramientas de mortajar son de acero rápido; frecuentemente, para ahorrar material se emplean plaquitas soldadas a una barra de acero. En estos casos, no se emplea el portaherramientas. Las plaquitas soldadas pueden ser de carburo metálico, si hay que trabajar metales duros y tenaces. En estos casos el ángulo de salida se suele hacer negativo (hasta 10°).

Las formas de las herramientas varían según el perfil de la ranura o el con torneado que se desee hacer. Las ilustraciones adjuntas muestran herramientas de formas usualmente empleadas en los talleres (fig. 10).

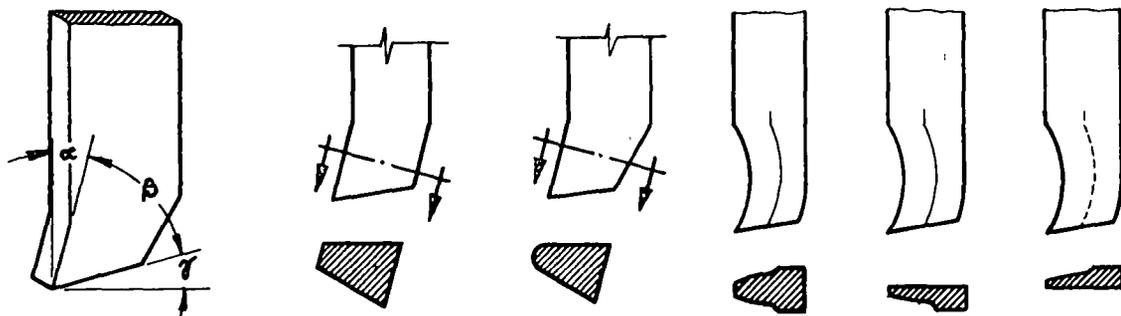


Fig. 10

CONDICIONES DE USO.

El aparato mortajador, para estar en condiciones de uso, es necesario que tenga las guías de la corredera bien ajustadas, libre de surcos y rebabas, y los tornillos de fijar el portaherramientas en buen estado.



CONSERVACION.

El aparato mortajador debe ser lubricado periódicamente. Se debe retirar el portaherramienta después de ser usado para evitar que el tornillo y el carro portaherramienta queden en tensión. Se debe limpiar cuidadosamente las superficies de apoyo, las correderas y también el cono del eje intermedio. Después de ser usado, se recomienda que se limpie y se le aplique una película de aceite o grasa para evitar la oxidación. Debe ser guardado en sitio apropiado y exento de polvo.



Un engranaje es un sistema compuesto por dos ruedas dentadas, que permite relacionar dos ejes de tal forma que el movimiento de uno de ellos (eje conductor o motor) se transmite al otro eje conducido o receptor (fig. 1). A la rueda mayor de un par se le suele llamar *corona*, y a la menor *piñón*.

En el engranaje, cada diente de una rueda encaja en una ranura de la otra y recíprocamente. Durante la transmisión del movimiento, siempre hay por lo menos un diente de la rueda conductora empujando a uno de la conducida.

La principal ventaja de los engranajes, es la de mantener constante la relación de transmisión, entre sus dos ejes.

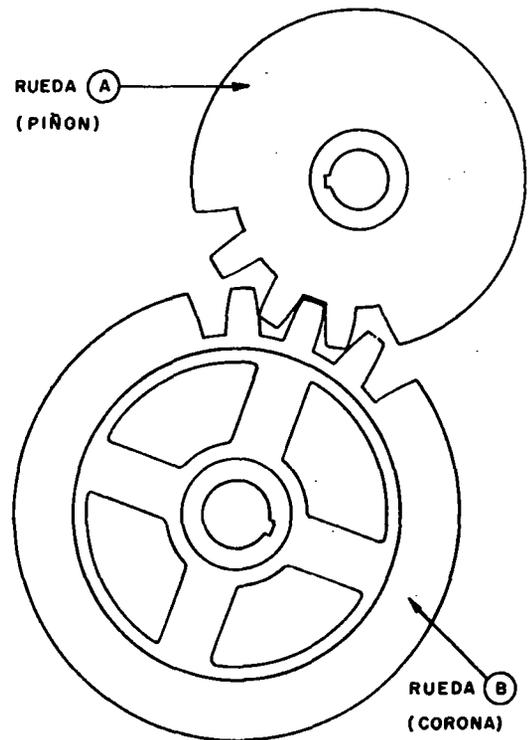


Fig. 1

CONSTITUCION

Cada una de las ruedas que constituye el engranaje tiene un cuerpo, que casi siempre es cilíndrico o cónico, según la posición de sus ejes (fig. 2).

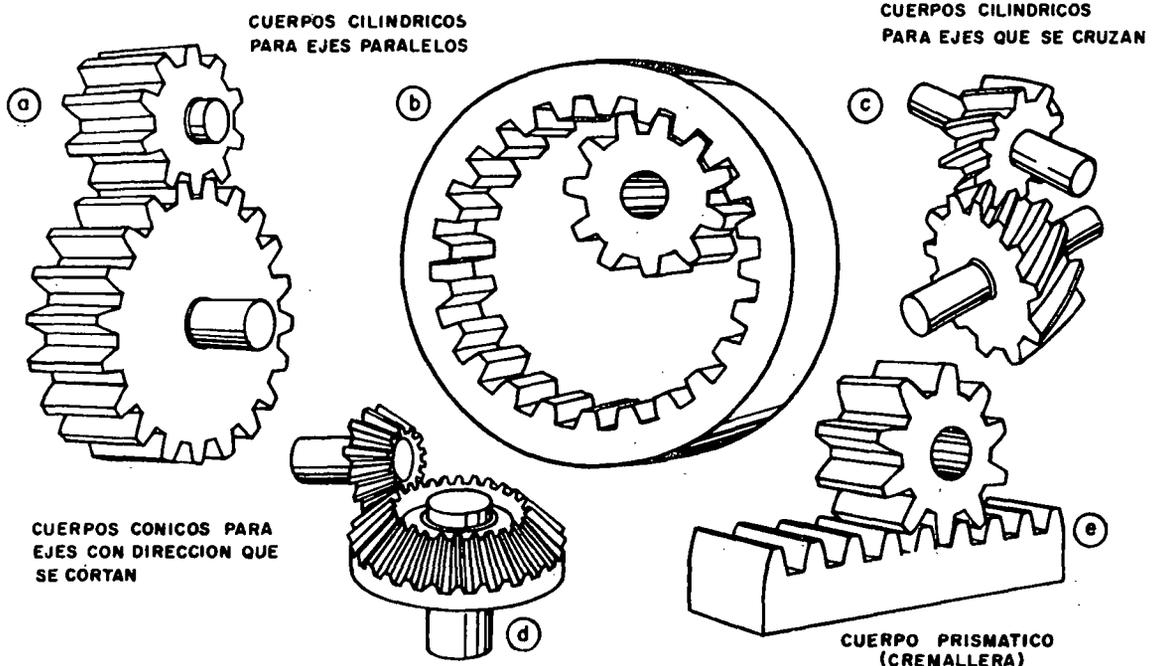


Fig. 2

A la parte periférica del cuerpo, donde se inscriben los dientes se le llama *llanta*. En la parte central hay un agujero donde encaja el eje, normalmente con chavetero y chaveta. En las ruedas grandes, a fin de alivianarlas, se hace un vaciado lateral, quedando entonces una corona en el centro del material, que se llama *cubo* y va unido a la llanta a través de una pared más delgada con brazos o rayos (fig. 3).

Hay un caso particular de engranaje, en el cual uno de los cuerpos tiene sus dientes sobre una superficie plana y se le llama cremallera (fig. 2-e).

CARACTERISTICAS

Las ruedas dentadas de engranajes tienen ciertos elementos característicos comunes y otros particulares, cuyo conocimiento permiten su cálculo y construcción.

A continuación se destacan algunas de esas características comunes más importantes (fig. 4).

Circunferencia y diámetro exterior.

Son los que corresponden a la sección del cilindro que incluye a los dientes. Con arcos de esa circunferencia se limitan los dientes exteriormente.

Circunferencia y diámetro interior.

Corresponden a la sección del cilindro que resultaría si quitáramos los dientes. Es la que pasa por el fondo de las ranuras o vanos.

Circunferencia y diámetro primitivos.

Son dos valores teóricos. Corresponden a dos cilindros sin dientes que trabajando por fricción, establecerían entre los ejes una relación de transmisión igual a la que establecen las respectivas ruedas dentadas. Las circunferencias

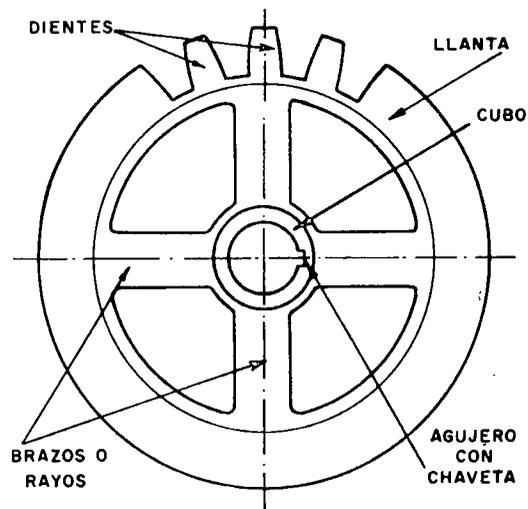


Fig. 3

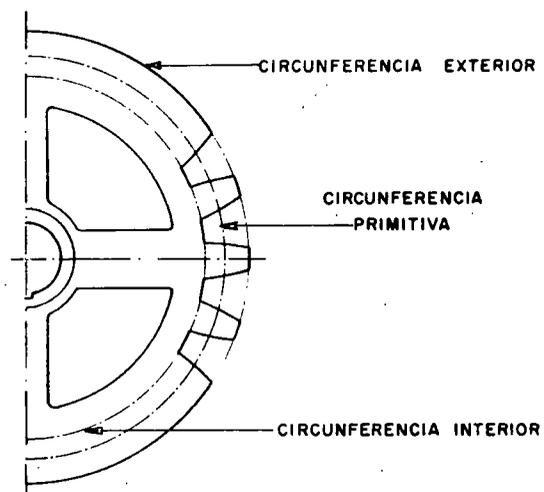


Fig. 4

primitivas son tangentes y tienen la misma velocidad lineal.

El diente.

Los dientes de las ruedas de engranaje pueden ser de cualquier forma, pero para las fabricaciones mecánicas se construyen sólo de formas y valores normalizados. Entre esas normas se consideran las siguientes: (fig. 5).

Cabeza, es la parte del diente comprendida entre las circunferencias primitiva y exterior. Su altura es la distancia entre ellas (diferencia de radios).

Pie, es la parte del diente comprendida entre las circunferencias primitiva e interior. Su altura es la distancia entre ellas.

Altura, es igual a la profundidad de la ranura, o bien la suma de las alturas del pie más la de la cabeza. También es la distancia entre las circunferencias interior y exterior.

Longitud, es el ancho de la llanta de la rueda.

Espesor circunferencial, es la longitud del arco de circunferencia primitiva que abarca un diente.

Número, es la cantidad de dientes que tiene la rueda. Su valor es siempre un número entero.

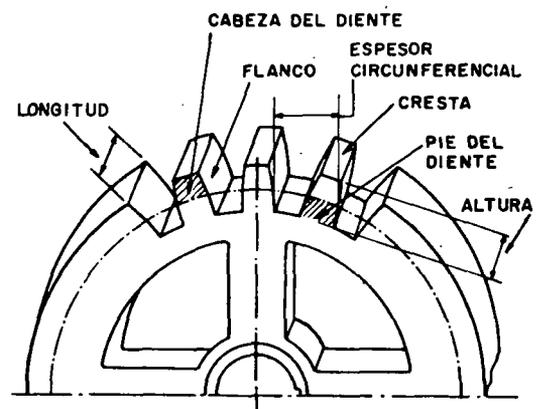


Fig. 5

Flanco, es la superficie lateral del diente, que tiene como generatriz una parte del perfil.

Cresta, es la superficie lateral del cuerpo que limita la cabeza del diente.

Vano o hueco, se denomina así a la ranura comprendida entre dos dientes consecutivos. Su espesor circunferencial es teóricamente igual al del diente, o sea la longitud del arco que abarca de circunferencia primitiva.

Paso, se le llama a la longitud del arco de circunferencia primitiva comprendida entre dos dientes consecutivos.

Es lo mismo que decir que vale la suma de los espesores circunferenciales



del diente y la ranura.

Para un engranaje es condición necesaria, que ambas ruedas tengan el mismo paso.

Módulo, se llama módulo a un número exacto que multiplicado por (π), da el valor del paso del engranaje.

Basado en este número se dimensiona todo el engranaje. Para el fresador es un dato que se da, entre otros, de la rueda y que el proyectista calcula en función de la potencia que debe transmitir el engranaje. Con el módulo se identifica la herramienta para tallar el engranaje y en los casos de reparaciones, se deberá deducir usando las fórmulas que se estudian en cada tipo de engranaje.

Los módulos usuales son los que se encuentran en las tablas de valores normalizados.

CONSTRUCCION

Varios factores, entre los cuales se hallan la potencia a transmitir y la precisión de esa transmisión, determinan el material y el procedimiento con que se deben construir las ruedas de engranaje. A título informativo daremos algunos ejemplos:

Materiales.

Para engranajes de alta velocidad y potencia - aceros al carbono; aceros aleados con cromo, níquel y molibdeno; fundiciones con aditivos.

Para engranajes de máquinas corrientes - hierro fundido, gris y con aditivos.

Para mecanismos expuestos a la oxidación - bronce y otros metales inoxidables.

Para engranajes que transmiten poca potencia o que deben ser silenciosos - aluminio, latón, telas prensadas y sintéticos.

Procedimientos.

- Fundidos, en moldes de tierra o metálicos.
- Estampados o sintetizados en moldes.
- Troquelados.
- Fresados, por reproducción del perfil de la fresa.
- Generados, por movimiento circular o rectilíneo alternado de la herramienta.
- Rectificados.

La construcción por el procedimiento de fresado, reproduciendo el perfil de la fresa, es el normal en la fresadora universal.

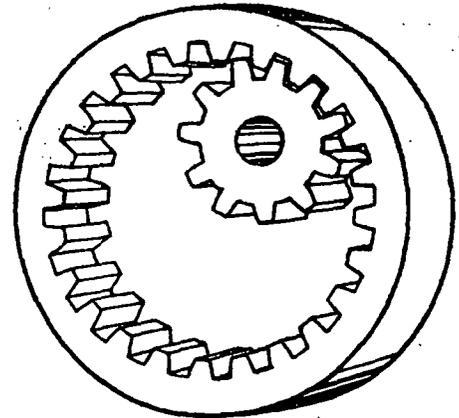
CLASIFICACION

Por la forma de su cuerpo.

- Cilíndricos
- Cónicos
- Prismáticos (cremalleras)
- Otros (de perfil elíptico, cuadrado, etc.) se construyen excepcionalmente y no responden a las generalidades de los engranajes.

Por la forma longitudinal de sus dientes (fig. 6).

- | | | |
|--------|---|--------------|
| Rectos | { | Paralelos |
| | | Convergentes |
| Curvos | { | Helicoidales |
| | | Espirales |
| | | Otros* |



* Existen una gran variedad de curvas especiales sobre cuerpos cónicos.

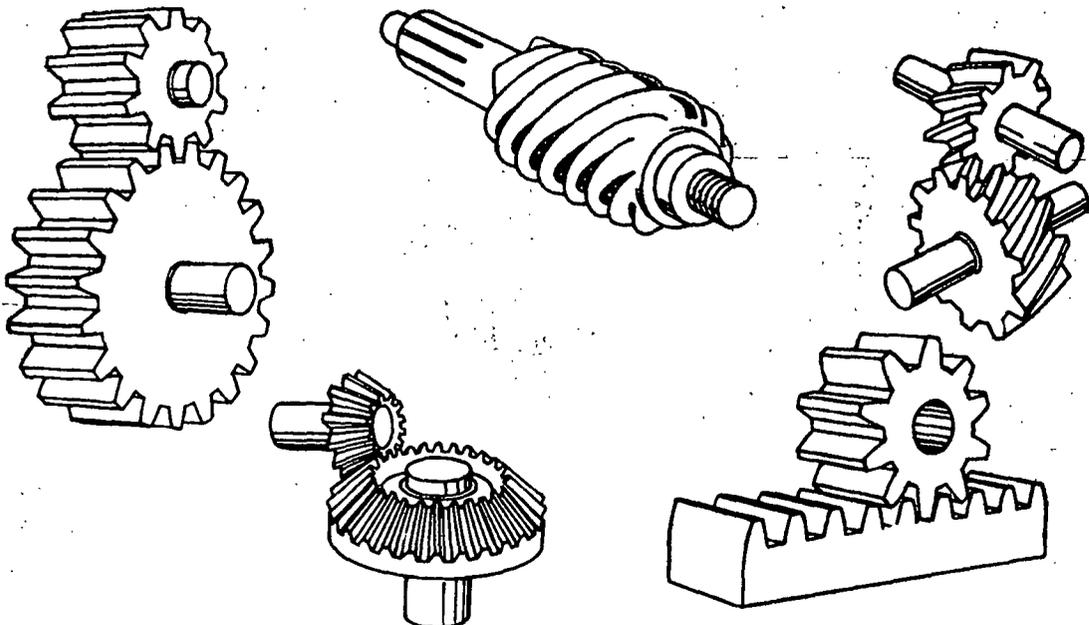
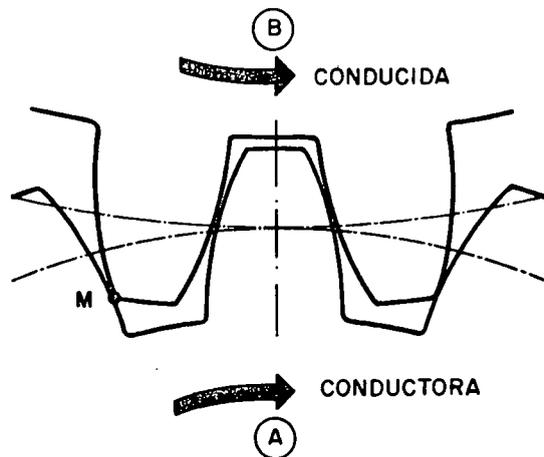


Fig. 6

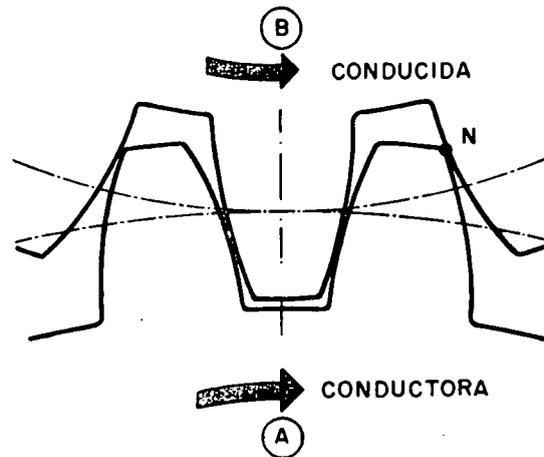
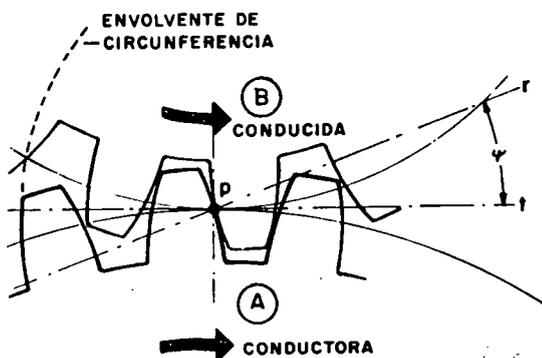
FUNCIONAMIENTO

Durante el funcionamiento del engranaje, la forma del perfil normalizado hace que el período de contacto entre dos dientes, se inicie en un punto M (fig. 7), cuando la arista de la cresta del diente conducido se pone en contacto con el flanco del diente conductor. Una vez iniciado el contacto, continúa entre los flancos de los dientes hasta que se llega a la arista de la cresta del conductor en el punto N (fig. 8). A todo contacto entre los flancos de los dientes, corresponde un punto de contacto en los perfiles como (M) y (N).


Fig. 7

Hay uno particular, el (P) que coincide con el de contacto de las circunferencias primitivas, y se le llama *punto primitivo*. Todos esos puntos estarán sobre una recta (r) (fig. 9), la cual forma con la tangente (t) común a ambas circunferencias primitivas, un ángulo (ψ), llamado *ángulo de presión*.

La curva del perfil de los dientes que corresponde a los flancos, se llama *envolvente de circunferencia*.

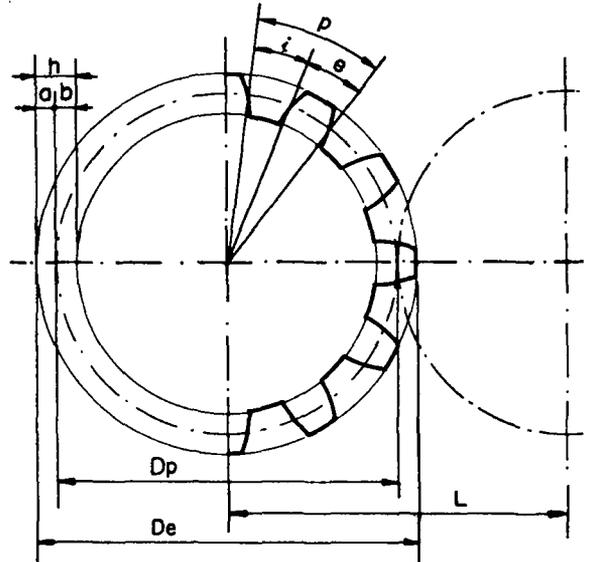

Fig. 8

Fig. 9



De acuerdo a las clasificaciones basadas en la forma del cuerpo y de los dientes, este engranaje sería el que se establece entre ruedas *cilíndricas*, con dentado *recto*. Este tipo de engranaje es el más común debido a su relativo bajo costo, y a la cantidad de aplicaciones que tiene.

DETERMINACION DE LA RUEDA

Aunque el fresador normalmente recibe todos los datos necesarios para construir las ruedas del engranaje, muchas veces debe deducirlos de una rueda gastada o rota. Por ese motivo debe conocer aquellas relaciones, fórmulas y normas que le permitan obtener todos los datos necesarios.



Notaciones convencionales (fig. 1).

Fig. 1

NOMBRE	NOTACION	NOMBRE	NOTACION
Número de dientes	Z	Altura de la cabeza del diente	a
Diámetro interior	Di	Altura del pie del diente	b
Módulo	M	Altura total del diente	h
Paso	p	Espesor circunferencial del diente	e
Circunferencia primitiva	Cp.	Espesor circunferencial del vano	i
Diámetro exterior	De	Angulo de presión	ψ
Diámetro primitivo	Dp.		
Longitud del diente	l		
Distancia entre ejes	L		

Valores normalizados para dentado común.

Angulo de presión - Los más comunes son: $\psi = 14^\circ 30'$ y $\psi = 20^\circ$

Altura de la cabeza del diente - $a = M$

Altura del pie del diente $b = 1,17 M$ para $\psi = 14^\circ 30'$
 $b = 1,25 M$ para $\psi = 20^\circ$

Altura del diente $h = a + b$; $h = 2,17 M$ para $\psi = 14^\circ 30'$
 $h = 2,25 M$ para $\psi = 20^\circ$

Paso de los dientes $p = M \cdot \pi$

Espesor circunferencial del diente $e = \frac{p}{2} = \frac{M \cdot \pi}{2}$

Espesor circunferencial del vano $i = \frac{M \cdot \pi}{2}$

Longitud del diente l (se puede elegir entre los valores en mm de 6, 8, 10, 12, ó 16 veces el módulo).

Fórmulas para dimensionar la rueda.

La circunferencia primitiva, como toda circunferencia tiene una longitud

$$C_p = D_p \cdot \pi$$

pero también es $C_p = p \cdot Z$

entonces $C_p = D_p \cdot \pi = p \cdot Z = M \cdot \pi \cdot Z$, en donde se puede

despejar el D_p . y resulta $D_p = M \cdot Z$

Observando la figura 1 se deduce que el diámetro exterior se puede conocer sumando dos alturas de cabeza de diente al diámetro primitivo.

Entonces $D_e = D_p + 2a$; como $a = M$

$$D_e = M \cdot Z + 2M = M(Z + 2) \Rightarrow D_e = M(Z + 2)$$

También se deduce de la figura 1 que el diámetro interior se puede calcular restando al diámetro primitivo dos alturas del pie del diente.

$$D_i = D_p - 2b$$

Otra dimensión importante en el engranaje es la distancia entre ejes, que tal como se aprecia en la figura 1 es igual a la suma de los radios de las circunferencias primitivas. Entonces su valor es:

$$L = \frac{D_{pA}}{2} + \frac{D_{pB}}{2} = \frac{M Z_A + M Z_B}{2} = \frac{M (Z_A + Z_B)}{2}$$

Ejemplo 1.

Calcular las dimensiones necesarias para construir una rueda para engranaje cilíndrico recto que debe tener 40 dientes de módulo 3.

Datos: $Z = 40$

Para preparar la rueda:

$M = 3$

$$D_e = M (Z + 2) = 3 (40 + 2) = 126 \text{ mm}$$

$$l = 10 \cdot M = 30 \text{ mm}$$

Para fresar los dientes:

$$h = 2,25 \cdot M = 2,25 \times 3 = 6,75 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M \cdot \pi}{2} = \frac{3 \times 3,1416}{2} = 4,71 \text{ mm}$$

Ejemplo 2.

De un engranaje gastado se puede deducir que tiene un diámetro exterior de 33 mm y 20 dientes. Calcular las dimensiones para hacer uno nuevo.

Datos: $D_e = 33$

Cálculo del módulo:

$Z = 20$

de la fórmula $D_e = M (Z + 2)$

$$\text{se deduce } M = \frac{D_e}{Z + 2} = \frac{33}{20 + 2} = 1,5$$

$$h = 2,25 M = 2,25 \times 1,5 = 3,375 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M \cdot \pi}{2} = \frac{1,5 \times 3,1416}{2} = 2,36 \text{ mm}$$

ENGRANAJE PIÑÓN - CREMALLERA

Hay un caso particular de engranaje; es el que está constituido por una rueda cilíndrica, el piñón y otra con el dentado en una superficie plana, llamada cremallera (fig. 2).

A la cremallera puede considerársele como una rueda de diámetro infinitamente grande, y entonces cada circunferencia característica de la rueda es una recta. Por ello la circunferencia primitiva del piñón es tangente a la línea primitiva de la cremallera.

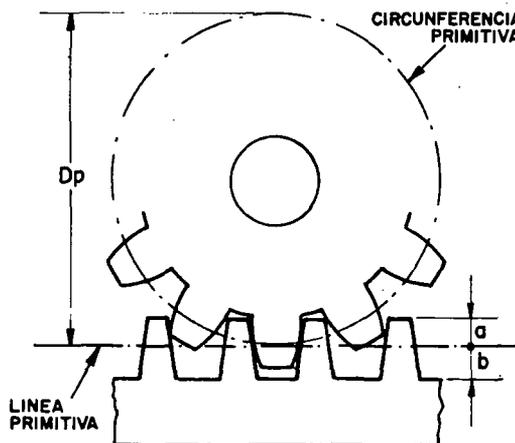


Fig. 2

ENGRANAJE INTERIOR

Otro caso especial de engranaje es aquél en que la corona tiene dentado interior. La circunferencia primitiva del piñón es tangente interior a la de la corona (fig. 3). La diferencia que puede confundir, está en que la circunferencia exterior de la corona pasa por el fondo de las ranuras y la interior por la cresta de los dientes.

Por ello las dimensiones (a) y (b) del diente son:

$$\frac{De - Dp}{2} = b$$

$$b = 1,17 \text{ para } \psi = 14^\circ 30'$$

$$b = 1,25 \text{ para } \psi = 20^\circ$$

$$\frac{Dp - Di}{2} = a = M$$

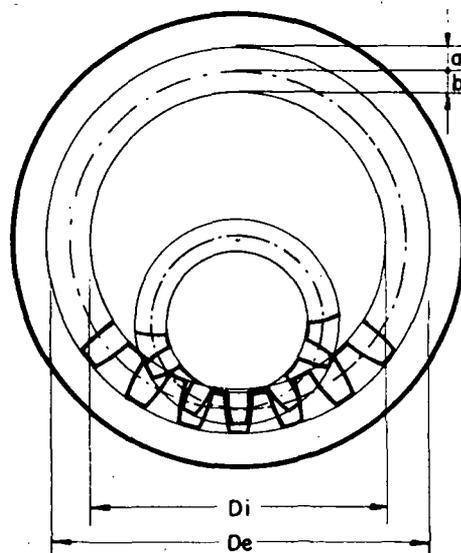


Fig. 3

Resumen de fórmulas prácticas.

$$Dp = M \cdot Z$$

$$De = M (Z + 2)$$

$$h = 2,25 M \text{ para } \psi = 20^\circ$$

$$h = 2,17 M \text{ para } \psi = 14^\circ 30'$$

$$l = \text{de 6 a 12 módulos}$$

$$L = \frac{M (Z_A + Z_B)}{2}$$

$$Z = \frac{Dp}{M}$$

$$Z = \frac{De}{M} - 2$$

$$M = \frac{De}{Z + 2}$$



MODULOS METRICOS NORMALIZADOS (Normalización I. S. O.)

Valores que deben usarse preferentemente:

1 - 1.25 - 1.50 - 2 - 2.50 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20

Valores secundarios:

1.125 - 1.375 - 1.75 - 2.25 - 2.75 - 3.50 - 4.50 - 5.50 - 7 - 9 - 11 - 14 - 18

Valores que se deben evitar, de ser posible:

3.25 - 3.75 - 6.5

DIAMETRAL PITCH

En aquellos casos en que las dimensiones de la rueda se expresan en pulgadas en el cálculo de engranajes se hace con otro número llamado "Pitch" (P). Se define como el cociente que resulta de dividir el número de dientes por el diámetro primitivo.

Ejemplo.

Una rueda de engranaje que tiene 5" de diámetro primitivo y 50 dientes; calcular su diametral Pitch.

$$P = \frac{Z}{D_p} = \frac{50}{5"} = 10$$

(Normalización I.S.O.)

Valores que deben usarse preferentemente:

20 - 16 - 12 - 10 - 8 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2.5 - 2 - 1.5 - 1.25 - 1

Valores secundarios:

18 - 14 - 9 - 7 - 5.5 - 4.5 - 3.5 - 2.75 - 2.25 - 1.75

*JUEGO DE FRESAS PARA ENGRANAJES*

Para el fresado de los dientes de las ruedas de engranaje, teóricamente tendría que disponerse de una fresa para cada módulo y para cada número de dientes. Como eso es imposible se construyen juegos de ocho fresas para cada módulo, así discriminadas:

Fresa No.	1	2	3	4	5	6	7	8
No. de dientes	12	14	17	21	26	35	55	135
por construir (Z)	13	16	20	25	34	54	134	cremallera



La buena construcción de una rueda de engranajes está determinada, entre otras cosas, por la correcta dimensión de sus dientes.

Un error en el dentado puede dar lugar, en un sistema de engranajes, a un desgaste excesivo, a un deterioro prematuro y a irregularidades en la relación de velocidades de rotación de los ejes correspondientes.

La verificación de las dimensiones del diente de una rueda de engranaje se realiza midiendo el espesor del diente en la circunferencia primitiva, y la altura de la cabeza del diente, quedando las otras dimensiones determinadas indirectamente mediante el cálculo.

Estas mediciones pueden hacerse directamente sobre el diente con el calibre especial para dientes de engranajes, o indirectamente con un calibre corriente.

MEDICION CON EL CALIBRE ESPECIAL (fig. 1)

La medición con este calibre consiste en fijar en el instrumento, las medidas previamente calculadas (X = longitud de la cuerda \overline{AB} del diente = medida a tomar con el cursor en la reglilla principal, y a' = la altura corregida de la cabeza del diente, medida que se fija con el cursor en la reglilla vertical) y verificar cuando se realiza el fresado hasta obtener en el diente las dimensiones fijadas.

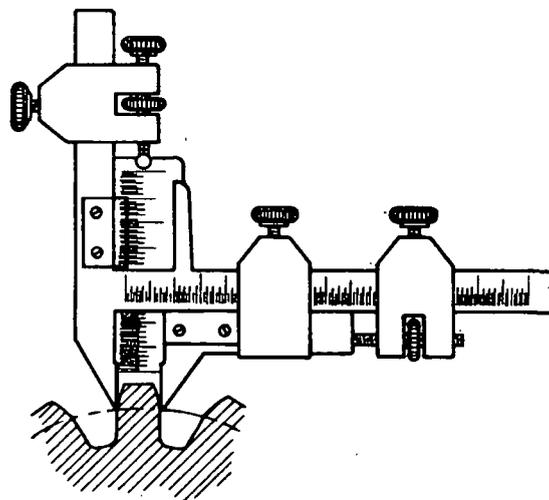


Fig. 1

Notaciones y fórmulas (fig. 2).

- a = Altura de la cabeza del diente
- a' = Altura corregida
- f = Flecha de corrección
- M = Módulo
- Z = Número de dientes de la rueda
- D_p = Diámetro primitivo
- R_p = Radio primitivo
- X = Longitud de la cuerda \overline{AB} del diente en la circunferencia primitiva
- β = Angulo del diente

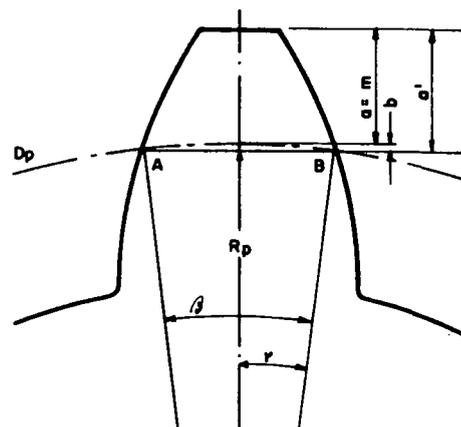


Fig. 2



$$\alpha = \frac{\beta}{2}$$

$$f = R_p (1 - \cos \alpha)$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$\alpha = \frac{90^\circ}{Z}$$

$$a' = M + f = a + f$$

$$X = \overline{AB} = D_p \cdot \text{Sen } \alpha$$

$$a = a' - f$$

En la tabla No. 1 aparecen ya calculados los valores de X y a' correspondientes a ruedas de 6 a 50 dientes de módulo = 1. Para ruedas con número de dientes mayor que 50 es más conveniente operar con la fórmula correspondiente.

TABLA No. 1

TABLA DE LONGITUD DE CUERDA X Y ALTURA a' PARA EL MODULO 1.

Z	X	a'	Z	X	a'	Z	X	a'
6	1,5529	1,1022	21	1,5693	1,0293	36	1,5702	1,0171
7	1,5568	1,0873	22	1,5694	1,0280	37	1,5703	1,0166
8	1,5607	1,0769	23	1,5695	1,0268	38	1,5703	1,0162
9	1,5628	1,0684	24	1,5696	1,0256	39	1,5703	1,0158
10	1,5643	1,0615	25	1,5697	1,0246	40	1,5703	1,0154
11	1,5653	1,0559	26	1,5698	1,0237	41	1,5704	1,0150
12	1,5663	1,0513	27	1,5699	1,0223	42	1,5704	1,0147
13	1,5669	1,0473	28	1,5699	1,0219	43	1,5704	1,0143
14	1,5675	1,0440	29	1,5700	1,0212	44	1,5704	1,0140
15	1,5679	1,0410	30	1,5700	1,0205	45	1,5704	1,0137
16	1,5682	1,0385	31	1,5701	1,0199	46	1,5705	1,0133
17	1,5685	1,0362	32	1,5701	1,0192	47	1,5705	1,0131
18	1,5688	1,0342	33	1,5701	1,0186	48	1,5705	1,0128
19	1,5689	1,0324	34	1,5702	1,0181	49	1,5705	1,0125
20	1,5691	1,0308	35	1,5702	1,0176	50	1,5705	1,0123

PARA MAYOR NUMERO DE DIENTES OPERAR CON LAS FORMULAS

La forma de operar con esta tabla es la siguiente:

Para un número de dientes determinado, se toma el valor correspondiente que aparece en la tabla y se multiplica por el valor del módulo con que se construirá el engranaje. Esos productos serán los valores de fijación en el calibre.

Para comprender mejor estos conceptos, véase el siguiente ejemplo:

Determinar las medidas a fijar en el calibre especial, para verificar las dimensiones de los dientes de una rueda con módulo $M = 4,5$ y $Z = 48$.

En la tabla, a $Z = 48$ corresponden los valores $X = 1,5705$
 $a' = 1,0128$

Entonces se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{la medida } X &= 1,5705 \cdot M \\ X &= 1,5705 \times 4,5 \\ X &= 7,067 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{la medida } a' &= 1,0128 \cdot M \\ a' &= 1,0128 \times 4,5 \\ a' &= 4,56 \text{ mm} \end{aligned}$$

MEDICION INDIRECTA CON EL CALIBRE DE NONIO CORRIENTE.

Este es un método de medición que simplifica la verificación de los dientes de una rueda de engranaje, independientemente de los valores de sus diámetros.

Consiste en tomar la medida de la cuerda correspondiente a un arco comprendido entre un número determinado de dientes de acuerdo al ángulo de presión y al número de dientes de la rueda (fig. 3).

La formula para deducir el valor de la constante (longitud K a medir) se basa en el método de formación de la envolvente. Como puede apreciarse en la figura 3, la longitud $FG = SZ =$ constante K, por ser tangente a la circunferencia del círculo base.

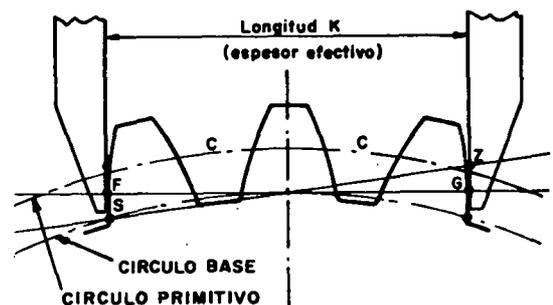


Fig. 3

*Notaciones.*

M = Módulo.

C = Número de intervalos de dientes.

Z = Número de dientes de la rueda.

 ψ = Angulo de presión en grados. ψ_1 = Angulo de presión en radianes.*Fórmulas simplificadas para ángulos de presión más usuales:*Para $\psi = 14^\circ 30'$; $K = M$ $(3,04280 \times C) + 1,5218 + (0,00514 \times Z)$ Para $\psi = 15^\circ$; $K = M$ $(3,03455 \times C) + 1,5177 + (0,00594 \times Z)$ Para $\psi = 20^\circ$; $K = M$ $(2,952 \times C) + 1,476 + (0,014 \times Z)$

TABLA No. 2

TABLA PARA LA SELECCION DEL NUMERO DE INTERVALOS DE LOS DIENTES ENTRE LOS PALPADORES DEL CALIBRE DE MEDICION

N° Mínimo de los intervalos de dientes	Angulos de presión	
	14°30'	20°
	Número de dientes	
C		
1	12-25	12-18
2	26-37	19-27
3	38-50	28-36
4	51-62	37-45
5	63-75	46-54
6	76-87	55-63
7	88-100	64-72
8	---	73-81

La medición por este método resulta rápida y eficaz, y con la tabla para la selección de intervalos de los dientes (tabla No. 2) que se ha introducido, se simplifica notablemente la operación de verificación.



Las ruedas de cadena son en esencia, ruedas de engranajes de características particulares, cuyo engrane no se produce directamente entre sí, sino a través de los rodillos y las bridas que constituyen la cadena (fig. 1).

Son un caso particular de un sistema de engranajes cilíndricos de dientes rectos, que se utilizan para la transmisión del movimiento entre ejes paralelos con una distancia entre centros mayor que la suma de los radios de las ruedas.

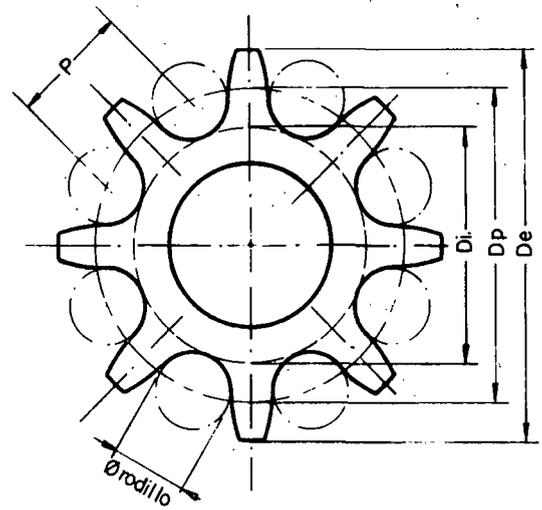


Fig. 1

CONSTITUCION

Como rueda de engranaje que es, la rueda de cadena tiene muchas características y notaciones comunes con las ruedas de engranajes cilíndricos de dentado recto, pero el dentado tiene una forma diferente y las dimensiones se calculan basadas en los elementos de la cadena. En efecto, en las ruedas de cadena se consideran, para el cálculo y su construcción, los siguientes datos: (ver figs. 1 y 2).

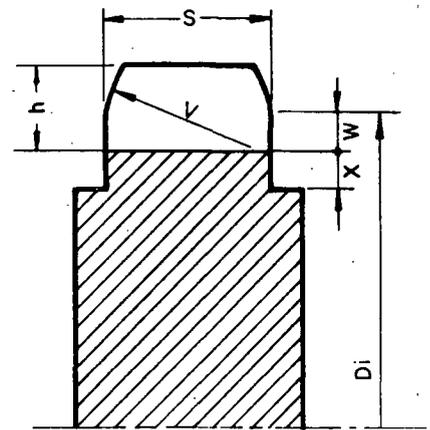


Fig. 2

α = ángulo comprendido entre los radios que pasan por los centros de dos dientes consecutivos, o lo que es igual, la abertura de un paso.

Z = Número de dientes.

Dp = Diámetro primitivo.

De = Diámetro exterior.

Di = Diámetro interior.

d = Diámetro de los rodillos.

P = Distancia entre centros de los rodillos de la cadena = paso de la cadena.

h = Altura del diente.

V = Radio del flanco del diente.

S = Largo del diente.

x = Descanso de la cadena.



Fórmulas para el cálculo:

$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$D_p = \frac{P}{\text{sen } \alpha}$$

$$D_e = D_p + d$$

$$D_i = D_p - d$$

$$d = D_p - D_i$$

$$Z = \frac{180^\circ}{\alpha}$$

$$P = D_p \times \text{sen } \alpha$$

Otros valores señalados en la figura 2, se indican en la Tabla No. 1 de dimensiones normalizadas de las ruedas de cadena.

TABLA No 1

DIMENSIONES NORMALIZADAS

Paso P	RODILLO			RUEDAS				
	L	d	S máx.	V	W	h	X	
8	3,00	5,00	2,69	8	1,27	5,00	2,16	
9,52	3,94	6,35	3,58	9,53	1,52	5,95	2,03	
	5,72		5,33					
12,70	2,38	7,75	2,05	12,70	3,48	7,94	2,16	
	3,30		2,97		2,92			
	4,88		4,47					
	5,21	8,51	4,80		2,03		2,79	
	7,75		7,24					
15,87	3,30	7,75	2,97	15,88	3,56	8,76	2,16	
	4,88		4,47					
	6,48	10,16	6,02		2,54		9,92	3,30
	9,65		9,04					
19,05	7,87	12,07	7,37	19,05	3,05	11,9	3,81	
	11,68		11,00					
25,40	12,70	15,88	11,99	25,40	4,06	15,9	4,19	
	17,02		16,13					

CONSTRUCCION

El mecanizado de los dientes de estas ruedas, suele hacerse con fresas de formas (fig. 3), especialmente concebidas para estas operaciones pero a falta de éstas, se construyen por un procedimiento que consiste en hacer perforaciones de diámetros iguales a los de los rodillos de la cadena, con centro en la circunferencia primitiva. Luego, con una herramienta (cuchilla) de forma especialmente construida para esto, se termina de dar la forma y dimensiones al diente.

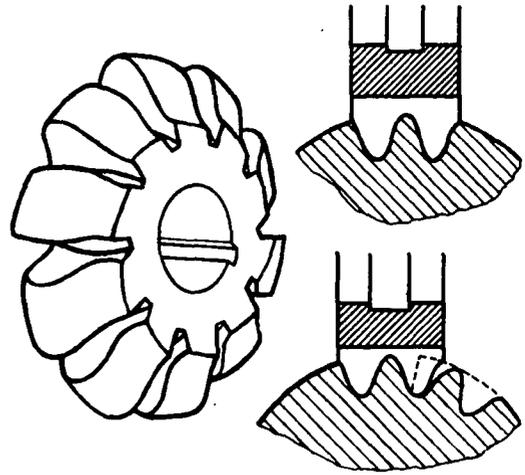


Fig. 3

En la tabla No. 2 se indica un dato muy importante (diámetro unitario) que permite resolver con bastante rapidez los cálculos de las dimensiones de estas ruedas. En efecto, para obtener el diámetro primitivo de una rueda, se toma en la tabla el valor del diámetro unitario correspondiente al número de dientes que tendrá la rueda, y se multiplica por el valor del paso de la cadena.

Ejemplo.

Calcular las dimensiones de una rueda de 68 dientes para una cadena de paso = 19,05 mm, cuyos rodillos tienen un diámetro = 12,70 mm.

El valor del diámetro unitario correspondiente a 68 dientes (ver tabla) es 21,6528.

Luego para el D_p se tendrá:

$$D_p = 21,6528 \cdot P$$

$$D_p = 21,6528 \times 19,05$$

$$D_p = 413,48 \text{ mm}$$

Para D_e se tiene:

$$D_e = D_p + d$$

$$D_e = 413,48 + 12,70$$

$$D_e = 425,55 \text{ mm}$$

Para el D_i se tiene:

$$D_i = D_p - d$$

$$D_i = 413,48 - 12,70$$

$$D_i = 401,41$$



Para el ángulo α se tiene:

$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$\alpha = \frac{180^\circ}{68}$$

$$\alpha = 2^\circ 38' 49''$$

TABLA No 2

Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm	Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm	Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm	Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm
7	2,3047	43	13,6995	79	25,1531	115	36,6102
8	2,6131	44	14,0176	80	25,4713	116	36,9285
9	2,9238	45	14,3356	81	25,7896	117	37,2467
10	3,2361	46	14,6537	82	26,1078	118	37,5650
11	3,5494	47	14,9717	83	26,4260	119	37,8833
12	3,8637	48	15,2898	84	26,7443	120	38,2016
13	4,1786	49	15,6079	85	27,0625	121	38,5198
14	4,4940	50	15,9260	86	27,3807	122	38,8381
15	4,8097	51	16,2441	87	27,6990	123	39,1564
16	5,1258	52	16,5622	88	28,0172	124	39,4746
17	5,4422	53	16,8803	89	28,3355	125	39,7929
18	5,7588	54	17,1984	90	28,6537	126	40,1112
19	6,0755	55	17,5166	91	28,9719	127	40,4295
20	6,3925	56	17,8347	92	29,2902	128	40,7478
21	6,7095	57	18,1529	93	29,6084	129	41,0660
22	7,0266	58	18,4710	94	29,9267	130	41,3843
23	7,3439	59	18,7892	95	30,2449	131	41,7026
24	7,6613	60	19,1073	96	30,5632	132	42,0209
25	7,9787	61	19,4255	97	30,8815	133	42,3391
26	8,2962	62	19,7437	98	31,1997	134	42,6574
27	8,6138	63	20,0619	99	31,5180	135	42,9757
28	8,9314	64	20,3800	100	31,8362	136	43,2940
29	9,2491	65	20,6982	101	32,1545	137	43,6123
30	9,5668	66	21,0164	102	32,4727	138	43,9306
31	9,8845	67	21,3346	103	32,7910	139	44,2488
32	10,2023	68	21,6528	104	33,1093	140	44,5671
33	10,5201	69	21,9710	105	33,4275	141	44,8854
34	10,8380	70	22,2892	106	33,7458	142	45,2037
35	11,1558	71	22,6074	107	34,0640	143	45,5220
36	11,4737	72	22,9256	108	34,3823	144	45,8403
37	11,7916	73	23,2438	109	34,7006	145	46,1585
38	12,1096	74	23,5620	110	35,0188	146	46,4768
39	12,4275	75	23,8802	111	35,3371	147	46,7951
40	12,7455	76	24,1985	112	35,6554	148	47,1134
41	13,0635	77	24,5167	113	35,9737	149	47,4317
42	13,3815	78	24,8349	114	36,2919	150	47,7500



Se da el nombre de tren de engranajes a un conjunto de ruedas dentadas, cuya combinación está destinada a transmitir el movimiento de giro de un eje a otro, de acuerdo a una cierta relación de velocidad prevista.

CLASIFICACION

Hay diversos tipos de trenes de engranajes, tales como:

- Trenes de engranajes de ejes fijos.
- Trenes de engranajes desplazables.
- Trenes de engranajes basculantes.
- Trenes de engranajes planetarios.

empleados en los mecanismos de cambio de velocidades, cambio de avances, inversión de marcha, etc. En este tema nos preocuparemos exclusivamente de los "trenes de engranajes de ejes fijos", por ser éstos los únicos que se calculan para cambiarse o modificarse en el momento previo a la ejecución de un determinado trabajo.

CONSTITUCION DE UN TREN DE ENGRANAJES

Las máquinas herramientas, en las que se usa este mecanismo, traen los elementos necesarios para poder armarlo y montarlo de diferentes maneras. Las partes principales de un tren de engranajes son (fig. 1):

- soporte de engranajes (S)
- eje intermedio (E)
- ruedas dentadas:
 - conductora (A)
 - intermedia (B)
 - conducida (C)

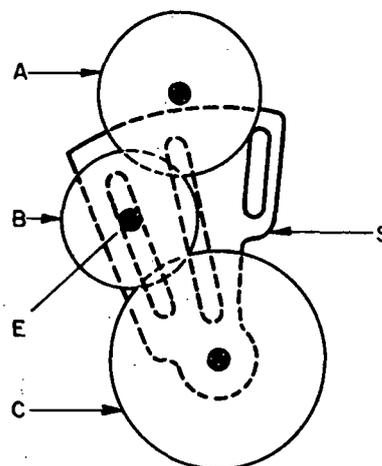


Fig. 1

Soporte de engranajes (fig. 2).

Es una placa de hierro fundido con diversas ranuras (a) para permitir el acople de los ejes intermedios. Lleva un agujero (b) que sirve de guía para su ubicación y como pivote para facilitar el ajuste del tren de engranajes.

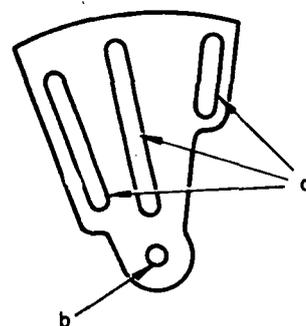


Fig. 2

Los soportes de engranajes pueden tener formas variadas dependiendo de la máquina y lugar en que se ubican.

Ejes intermedios (figs. 3-a y 3-b).

Son los ejes que se ubican en el soporte de engranajes para montar las ruedas dentadas que completan el tren de engranajes.

En estos ejes se distinguen básicamente las siguientes partes:

- Parte cilíndrica (L), en la que van ubicados los engranajes. Su largo admite un máximo de 2 engranajes.
- Espiga roscada (R), que permite la fijación del eje a la lira.
- Agujero roscado (T), que aloja el tornillo que impide la salida de los engranajes.

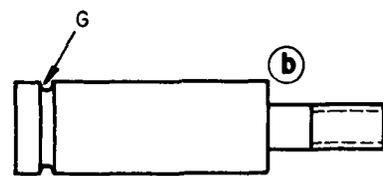
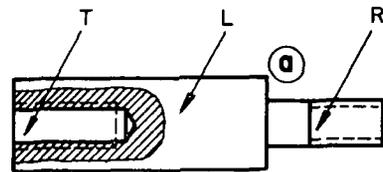


Fig. 3

Hay ejes que en lugar del agujero roscado llevan una ranura circular (G) que aloja un anillo de seguridad (fig. 3-b).

Entre el eje y el agujero central de las ruedas dentadas se monta un buje (F) con chavetero (fig. 4) que permite a la rueda conducida transmitir el movimiento de giro a la rueda conductora del mismo eje (fig. 5).

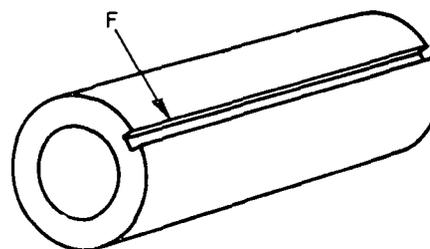


Fig. 4

Ruedas dentadas (fig. 5).

Las máquinas en las que se aplican los trenes de engranajes de ejes fijos traen uno o más juegos de ruedas dentadas, con diferente número de dientes, que posibilitan una amplia gama de combinaciones.

Según la posición relativa que en el tren de engranaje tengan las ruedas dentadas, será la función que cumpla cada una de ellas y el nombre que reciban. Estas funciones son tres:

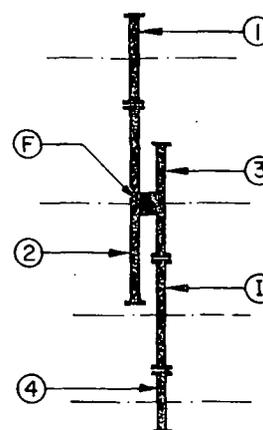


Fig. 5

Rueda conductora (1 y 3), recibe el movimiento de un eje y lo transmite a una rueda.

Rueda conducida (2 y 4), recibe el movimiento de una rueda y lo transmite a un eje.

Rueda intermedia (I), recibe el movimiento de una rueda y lo transmite a otra rueda. También se le conoce como rueda parásita, por no alterar la relación de transmisión en el tren de engranajes.

Cálculo de un tren de engranajes (relación de transmisión).

Como el propósito de un tren de engranajes es transmitir el movimiento de giro de un eje a otro, de acuerdo a una cierta *relación*, se puede determinar mediante un cálculo sencillo cuáles deben ser los engranajes que harán posible la transmisión del movimiento, en las condiciones previstas, aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

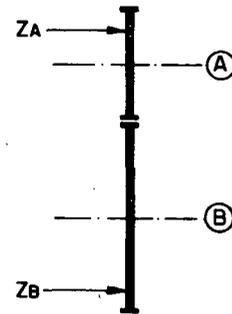


Fig. 6

en la cual (fig. 6):

N_A = velocidad de rotación del eje "A"

N_B = velocidad de rotación del eje "B"

Z_B = número de dientes del engranaje que debe ir en el eje "B"

Z_A = número de dientes del engranaje que debe ir en el eje "A"

Ejemplo

Un eje "A" gira a 350 rpm y se desea transmitir su movimiento a otro eje "B", pero de manera que la velocidad del eje "B" sea de 100 rpm ¿Qué engranajes deben ocuparse para conseguir esta relación y cómo deben ubicarse en los ejes?

Desarrollo

Aplicando la fórmula:
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

se tiene al reemplazar:
$$\frac{350}{100} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

al dividir cada término por 50 queda: $\frac{350}{100} = \frac{7}{2}$

Como el propósito es determinar el número de dientes de los engranajes en la fracción $\frac{7}{2}$, se multiplica cada término por un mismo número para obtener un quebrado cuyo numerador y denominador coincidan con el número de dientes de un par de ruedas dentadas contenidas en el juego de engranajes de la máquina.

$$\frac{350}{100} = \frac{70}{20}$$

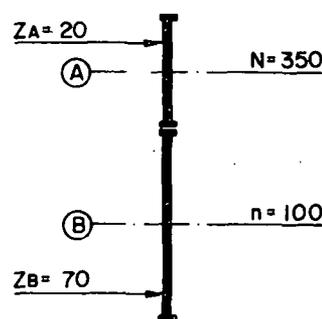


Fig. 7

lo cual se interpreta de la manera siguiente (fig. 7)

- El numerador $Z_B = 70$ corresponde a una rueda dentada de 70 dientes, la cual debe ubicarse en el eje "B".
- El denominador $Z_A = 20$ corresponde a una rueda dentada de 20 dientes, la cual debe ubicarse en el eje "A".

De esta manera se cumple con la *relación de transmisión*

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \quad \text{ya que:} \quad \frac{350}{100} = \frac{70}{20}$$

Este ejemplo permite sacar algunas conclusiones de tipo general:

1ra. Según sea la relación de velocidad $\frac{N_A}{N_B}$ entre el eje que transmite el movimiento (eje conductor) y el eje que recibe el movimiento (eje conducido), será la relación que haya entre el número de dientes de la rueda conductora y el de la rueda conducida $\frac{Z_A}{Z_B}$.

2da. Si por cualquier motivo se tiene que intercalar (fig. 8) una rueda dentada (I) entre una rueda conductora (Z_A) y una conducida (Z_B), la *relación de transmisión* $\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$ no se

altera. Por eso la rueda intermedia se denomina también parásita.

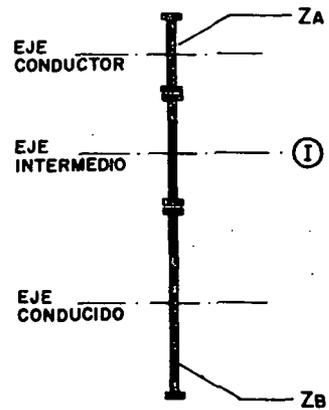


Fig. 8

3ra. Aplicando la fórmula de *relación de transmisión*

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \quad \text{se puede determinar cualquier tipo de tren de engranajes.}$$

TIPOS DE TRENES DE ENGRANAJES

Los trenes de engranajes se diferencian entre sí por la cantidad de ruedas conductoras y ruedas conducidas que llevan. Esta cantidad de ruedas está determinada principalmente por dos factores:

- por la relación de transmisión, que puede ser más simple o más compleja que otras, según sean las características de los ejes, husillos y tornillos que se quieren vincular mediante un tren de engranajes;
- por la gama de ruedas dentadas, de diferente número de dientes, que tenga el juego de ruedas de la máquina.

De acuerdo a estas dos condiciones la razón $\frac{Z_A}{Z_B}$ se puede descomponer en varios factores como:

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \quad \text{y también} \quad \frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

lo cual sin alterar la *relación de transmisión* origina los distintos tipos de engranajes:

1- Tren de engranajes simple:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

Se caracteriza por llevar una rueda conductora (Z_A) y una conducida (Z_B) (fig. 9). El ejemplo desarrollado anteriormente corresponde a un tren de engranajes simple. En este tren se puede intercalar uno o dos engranajes intermedios (I) según convenga, ya sea porque los engranajes conductor y conducido quedan muy separados o porque se desea que el eje conducido gire en un determinado sentido (fig. 10).

Esto es válido para cualquier tren de engranajes.

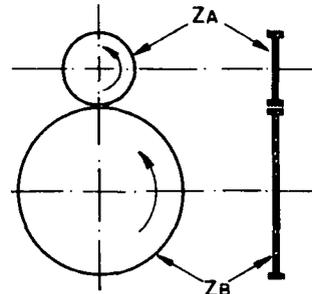


Fig. 9

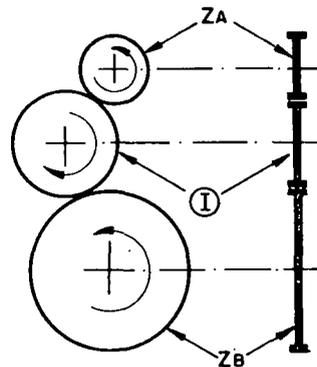


Fig. 10

2- Tren de engranajes compuesto de cuatro ruedas:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

Este tren de engranajes se caracteriza por llevar dos engranajes conductores (Z_2 y Z_4) y dos conducidos (Z_1 y Z_3) (fig. 11).

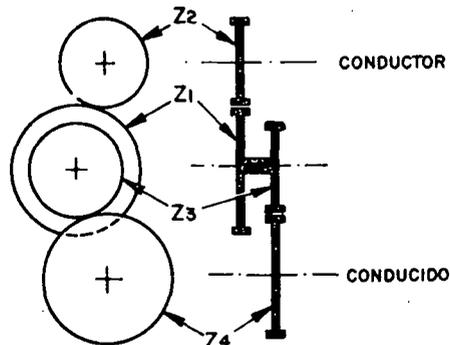


Fig. 11

Ejemplo

Se necesita que un eje "B" dé 2 vueltas en el mismo tiempo que un eje "A" da 6,3 vueltas. Calcular un tren de engranajes que haga posible esta relación y dar la ubicación a cada rueda.

Desarrollo

Aplicando la fórmula: $\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$

se tiene al reemplazar: $\frac{6,3}{2} = \frac{Z_B}{Z_A}$

multiplicando numerador y denominador por 10 se obtiene la siguiente proporción:

$$\frac{6,3}{2} = \frac{63}{20}$$

Si no hay rueda dentada de 63 dientes la razón $\frac{63}{20}$ puede convertirse en $\frac{7 \times 9}{2 \times 10}$ en la que multiplicando cada término por 10 se convierte en:

$$\frac{70 \times 90}{20 \times 100}$$

Con lo que se cumple la *relación de transmisión*:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

3- *Tren de engranajes compuesto de seis ruedas: (fig. 12)*

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

Este tren de engranajes se caracteriza por llevar tres ruedas conductoras (Z_2, Z_4 y Z_6) y tres conducidas (Z_1, Z_3 y Z_5).

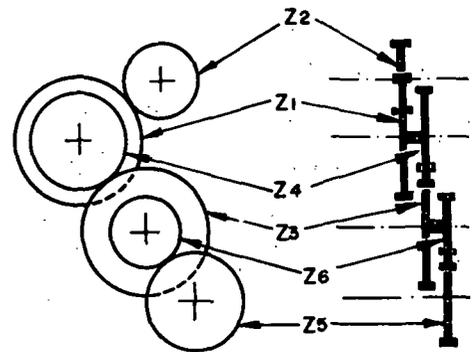


Fig. 12

Ejemplo

Se necesita conectar dos ejes, de manera que mientras el eje conductor da 5 vueltas el conducido dé 81.

Determinar un tren de engranajes que proporcione esta relación y dar la ubicación que corresponde a cada rueda dentada.

Desarrollo

Se aplica la fórmula:
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$



reemplazando los términos por los valores conocidos y procediendo según las reglas de razones y proporciones, se obtiene sucesivamente:

$$\frac{81}{5} = \frac{9 \times 9}{5 \times 1} ; \quad \frac{81}{5} = \frac{90 \times 90}{50 \times 10} ; \quad \frac{81}{5} = \frac{90 \times 45 \times 2}{25 \times 20 \times 1}$$

y finalmente:
$$\frac{81}{5} = \frac{90 \times 45 \times 60}{25 \times 20 \times 30}$$

con lo que se cumple la *relación de transmisión*:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

Disposición de un tren de engranajes.

Para armar un tren de engranajes y distribuir las ruedas dentadas se debe tener presente los siguientes aspectos:

- 1- Identificar cuál es el eje conductor del movimiento y por lo tanto cuál será el conducido.
- 2- En función del eje conductor, determinar cuáles son las ruedas conductoras y cuáles las conducidas.
- 3- Las ruedas conductoras pueden ubicarse en cualquier posición, siempre que mantengan su condición de conductoras (ver definición). Lo mismo es válido para las conducidas.
- 4- Las ruedas intermedias o parásitas *no* modifican la *relación de transmisión*, pero *si* modifican el sentido de giro final.
- 5- El sentido de giro del eje conducido será igual al sentido de giro del eje conductor si el número de ejes del tren de engranajes es impar. Será contrario si el total de ejes es un número par.

Aplicaciones del tren de engranajes.

El tren de engranajes es un mecanismo básico para lograr cualquier *relación de transmisión*; se utiliza con suma frecuencia en las máquinas herramientas torno y fresadora.

En el torno, principalmente para roscar.

En la fresadora para hacer posible la división diferencial, para hacer divisiones lineales, para hacer fresados de trayectoria circular, helicoidal y espiral. Los cálculos para la aplicación del tren de engranajes, en cada uno de esos casos, son tratados como temas independientes.



Este divisor es un mecanismo que se conecta con el tornillo de accionamiento longitudinal de la mesa de la fresadora. Mediante este mecanismo se le puede hacer divisiones a una pieza, en el sentido de desplazamiento de la mesa, en forma mucho más cómoda y precisa que recurriendo al tambor graduado del tornillo respectivo. Se utiliza especialmente para la ejecución de cremalleras.

TIPOS DE DIVISORES LINEALES.

Las formas en que se presenta este mecanismo son muy variadas, dependiendo del tipo de fresadora y del diseño del fabricante. A continuación se indican algunos de los tipos más usados.

TREN DE ENGRANAJES, COMO DIVISOR LINEAL.

Consiste en un tren de engranajes, dispuesto en un soporte de engranajes, ubicado en la cabecera de la mesa, cuya última rueda dentada está conectada con el tornillo de la mesa (fig.1).

El giro se efectúa con una manivela (N) acoplada al eje conductor. Para controlar el giro se dispone de un disco (D) generalmente con cuatro ranuras en su periferia, y un perno retráctil (R), cuyo soporte está fijo al soporte de engranajes.

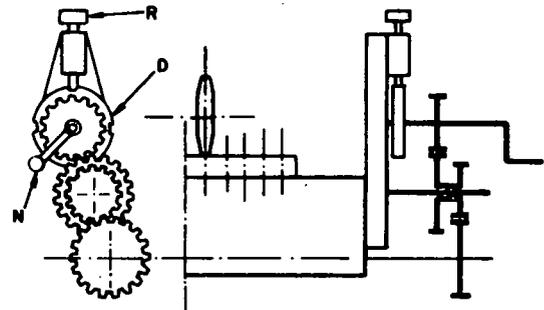


Fig. 1

Para determinar el tren de engranajes que se va a usar como divisor lineal se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{P}{p} = \frac{z}{Z},$$

en la cual:

P = paso de las divisiones que se quieren hacer

p = paso del tornillo de la mesa

z = rueda conductora

Z = rueda conducida

El cálculo del número de ruedas dentadas del tren de engranajes, como la cantidad de dientes de cada una, se efectúa de la misma manera que para calcular un tren de engranajes cualquiera.

De esta forma, con una vuelta completa de la manivela se consigue hacer una división.

En el caso de las cremalleras, como cada división corresponde al paso entre dientes, hay que tener presente algunas consideraciones:

- a) El paso P es igual al módulo M del diente multiplicado por π ($P = M \cdot \pi$).
- b) Para el cálculo, el valor de π se puede reemplazar por la fracción: $\frac{22}{7}$ sin que esto afecte mucho la precisión de la división.
- c) Una forma de simplificar los cálculos, para ejecutar cremalleras con pasos diferentes, es determinar un tren de engranajes para hacer cremalleras de módulo $M = 1$ y utilizar el mismo tren para cremalleras de cualquier módulo, pero con la condición de tener que dar a la manivela tantas vueltas como unidades representa el módulo que debe tallarse. Por ejemplo, si se trata del módulo, $M = 2,5$ se le deben dar dos vueltas y media a la manivela para cada división.

DISCO PERFORADO, COMO DIVISOR LINEAL (fig. 2)

Esta es una forma bastante simple para ejecutar divisiones lineales. Se monta y fija en el tornillo de la mesa un disco perforado (D), en el cual se aloja la punta del perno retráctil (R) de la manivela (N) que gira en forma solidaria con el tornillo de la mesa. Para inmovilizar el plato y el tornillo se usa un pestillo (L) fijo al cabezal de la mesa.

La fórmula que se emplea para el cálculo es:

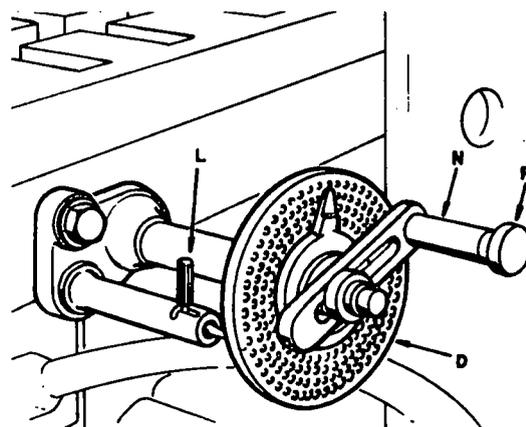
$$\frac{p}{P} = \frac{a}{c}$$


Fig. 2

en que:

- p = paso de las divisiones por hacer
- P = paso del tornillo de la mesa
- a = número de agujeros que debe girar la manivela
- c = número de agujeros de la circunferencia elegida

La circunferencia de agujeros se elige de acuerdo con el paso "P" del tornillo de la mesa.

Los discos perforados, para estos efectos, se suelen fabricar con los círculos precisos para conseguir el paso correspondiente a todos los módulos normales.

REDUCTOR DE ENGRANAJES Y DISCO, COMO DIVISOR LINEAL (fig. 3).

Este mecanismo consta de una reducción de engranajes (E), un disco (D) con un círculo de 100 agujeros y una manivela (N) con su correspondiente perno retráctil (R).

Para su funcionamiento, se acopla la reducción al tornillo de la mesa. Esta reducción es tal que al hacer girar la manivela en una vuelta completa, la mesa avanza 1 mm. De donde se deduce que por cada agujero que se recorra,

la mesa avanzará $\frac{1}{100}$ de vuelta, lo que es igual a 0,01 mm.

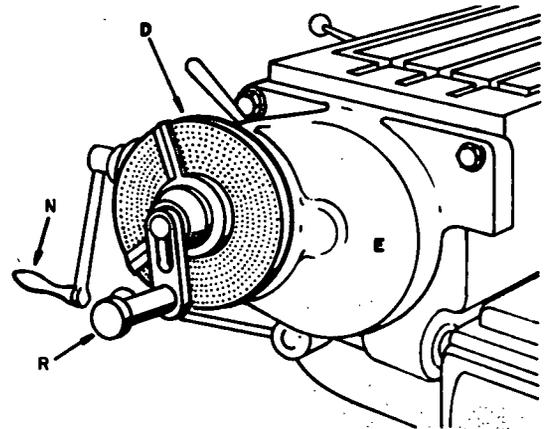


Fig. 3

Para hacer las divisiones, prácticamente no se requiere de cálculos. Así, para hacer una cremallera de módulo $M = 1$, como el paso es $p = 3,14$, basta dar tres vueltas completas a la manivela y recorrer catorce agujeros.

CONCLUSION.

Así como estos mecanismos, hay otros que con mayor o menor precisión se emplean para hacer divisiones lineales, por ejemplo, del propio divisor universal, los cuales aunque varían en su funcionamiento y forma siempre deben ir acoplados al tornillo de la mesa para hacer posible la división lineal.



Es un accesorio de la fresadora que se monta en el bastidor, muy similar al cabezal universal, que sirve para fresar cremalleras. Es de hierro fundido y en general está constituido por dos o tres cuerpos ensamblados por colisas que permiten la inclinación del eje (fig. 1).

La ventaja de utilizar este aparato es poder usar las fresas comunes para fresado de dientes de engranaje, cuando no se disponen de fresas especiales, de diámetros mayores o disimétricas (fig. 2).

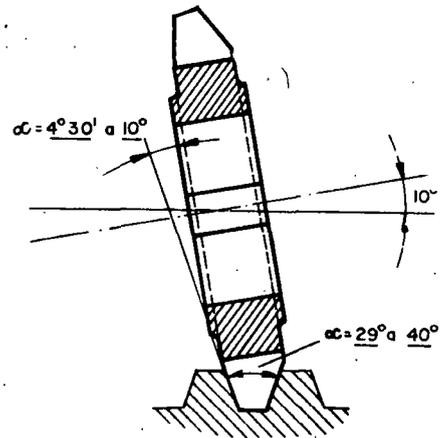


Fig. 1

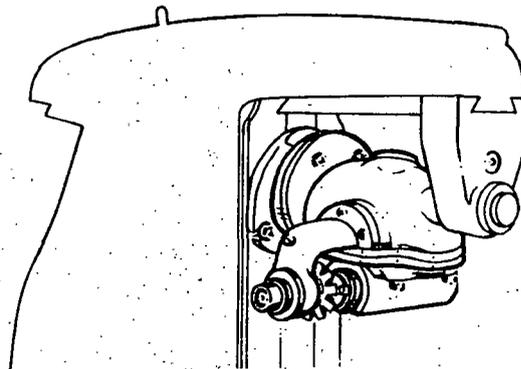


Fig. 2

FUNCIONAMIENTO

El movimiento giratorio de su eje es transmitido por el husillo principal a través del eje intermediario y el mecanismo interior del aparato.

TIPOS

Hay aparatos para fresado de cremalleras que se montan en lugar del tercer cuerpo del cabezal universal (fig. 3).

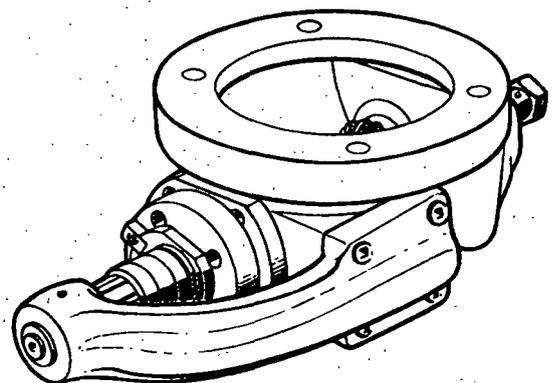


Fig. 3

Otro tipo dispone de una sola colisa que permite la inclinación de su eje en el plano horizontal (fig. 4); en algunos casos, son también utilizados en otras operaciones.

El aparato más simple se muestra en la figura 5, el cual es fijo y no tiene posibilidad de inclinación.

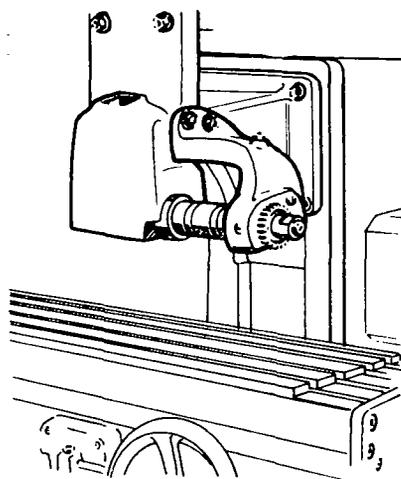


Fig. 5

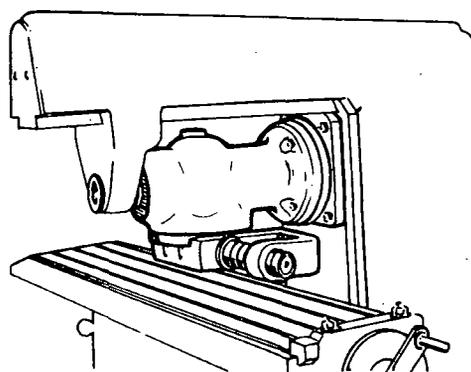


Fig. 4

CONDICIONES DE USO

Estos aparatos para que estén en buenas condiciones de uso, es necesario que estén ajustados, que tengan rodamientos en perfecto estado, sus conos y caras de apoyo sin rebabas o rayaduras.

CONSERVACION

Para mantenerlo en buen estado de conservación es necesario:

- lubricarlo periódicamente con aceite o grasa adecuados y recomendados por el fabricante;
- limpiar los conos y caras de apoyo antes de montarlo en la fresadora;
- después de utilizado, limpiarlo y protegerlo de la corrosión con una película de aceite;
- guardarlo en lugar propio, libre de polvo y humedad.



Es el método que permite hacer posible, en el cabezal divisor, las divisiones que no puedan efectuarse por medio de la división indirecta. Estas divisiones se logran a través de una relación de transmisión originada por las ruedas dentadas, montadas entre el eje del husillo del cabezal divisor y el eje secundario, el cual mueve los engranajes cónicos que desplazan el plato perforado (fig. 1).

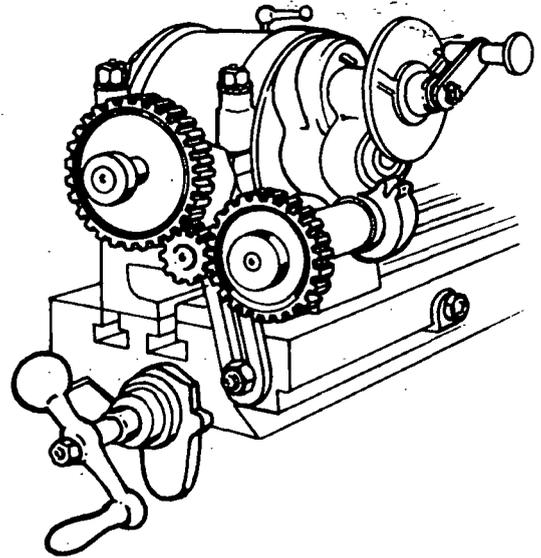


Fig. 1

MECANISMOS.

El esquema (fig. 2) indica cada una de las partes que intervienen en hacer posible este sistema de división y permiten unir el husillo portapieza "C" con el plato perforado mediante las ruedas elegidas a, b, c, d.

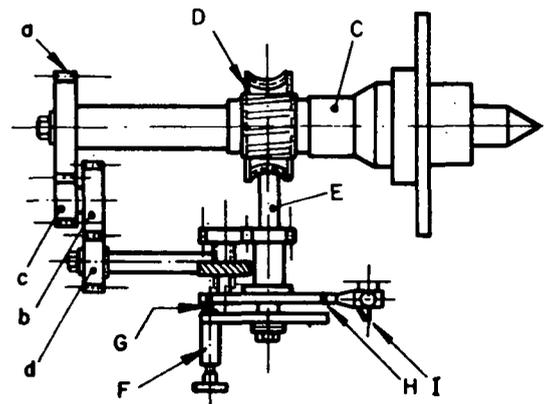


Fig. 2

FUNCIONAMIENTO.

Se hace girar la manivela (F) del divisor (H) desarticulando el pitón (I) y el obturador (G) de los agujeros del plato; el movimiento que se origina en el husillo que sujeta la pieza, arrastra también en movimiento al plato divisor por el movimiento que le imprime el tren de engranajes.

CALCULO.

Para la aplicación de este método de división se identifican dos pasos esenciales:

- 1- para las operaciones de cálculo, la selección del número de divisiones es aproximado, por exceso o diferencia y debe ser controlable por las circunferencias disponibles en el disco perforado;
- 2- para el montaje del tren de engranajes se debe tener en cuenta el sentido de giro previsto para el plato perforado.

1er. paso - Giro aparente de la manivela.

Se procede a la selección del plato divisor y la disposición del sistema de reglaje actuando como se hizo para la división indirecta.

$$\text{es decir, } F = \frac{K}{A}$$

Designación.

K = Constante del divisor

A = N° seleccionado de divisiones

F = Desplazamiento en la manivela

Z = Rueda en el husillo

z = Rueda en el eje secundario

N = N° de divisiones por obtener

2do. paso - Cálculo de los engranajes por montar $\frac{Z}{z}$

CASO I - CALCULO DE LOS ENGRANAJES POR EXCESO

Se opera con la fórmula siguiente:

$$\frac{Z}{z} = (A - N) \frac{K}{A}$$

Ejemplo:

$$N = 271; K = 40; A = 280$$

Desarrollo:

1er. paso - Cálculo de F

$$F = \frac{K}{A} = \frac{40}{280} = \frac{1}{7} \times \frac{9}{9} = \frac{9}{63}$$

$$F = \frac{9}{63}$$

2do. paso - Cálculo de $\frac{Z}{z}$

$$\begin{aligned} \frac{Z}{z} &= (A - N) \frac{K}{A} = (280 - 271) \frac{9}{63} = \frac{9}{1} \times \frac{9}{63} = \\ &= \frac{9}{7} \times \frac{8}{8} = \frac{72}{56} \end{aligned}$$

$$\frac{Z}{z} = \frac{72 \text{ (Rueda en el husillo)}}{56 \text{ (Rueda en eje secundario)}}$$

La disposición de los engranajes $\frac{Z}{z}$

debe de estar complementada con las ruedas intermediarias necesarias atendiendo a la siguiente regla:

cuando el número de divisiones aproximado "A" es mayor que el número de divisiones requerido "N", el plato divisor y la manivela giran en el mismo sentido (fig. 3).

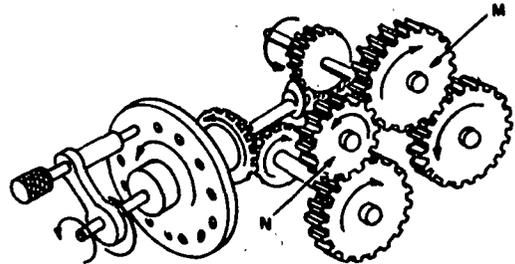


Fig. 3

CASO II - CALCULO DE LOS ENGRANAJES POR DEFECTO

Se operan con la fórmula siguiente:

$$\frac{Z}{z} = (N - A) \frac{K}{A}$$

Ejemplo:

$$N = 63; K = 40; A = 60$$

1er. paso - Cálculo de F

$$F = \frac{K}{A} = \frac{40}{60} \quad F = \frac{40}{60}$$

2do. paso - Cálculo de $\frac{Z}{z}$

$$\frac{Z}{z} = (N - A) \frac{K}{A} = (63 - 60) \frac{40}{60}$$

$$\frac{3}{1} \times \frac{40}{60} = \frac{120}{60} = \frac{60}{30}$$

$$\frac{Z}{z} = \frac{60 \text{ (Rueda en el husillo)}}{30 \text{ (Rueda en eje secundario)}}$$

La disposición de los engranajes ($\frac{Z}{z}$) estará complementada con ruedas intermediarias atendiendo a la siguiente regla:

Cuando el número de divisiones aproximado "A" es menor que el número de divisiones requerido "N", el plato divisor y la manivela giran en sentido contrario (fig. 4).

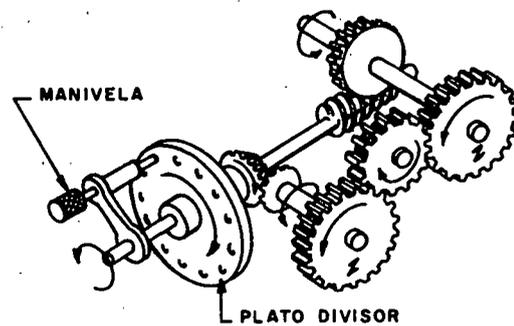


Fig. 4



La hélice es la curva que se obtiene arrollando una línea (l) sobre la superficie de un cilindro recto tal como si fuera un hilo; de manera tal que forme un ángulo constante con las generatrices del cilindro (fig. 1). En las piezas mecánicas se tienen muchas aplicaciones de esta curva, por ejemplo en los filetes de las roscas, dientes de engranajes y ranuras para lubricación.

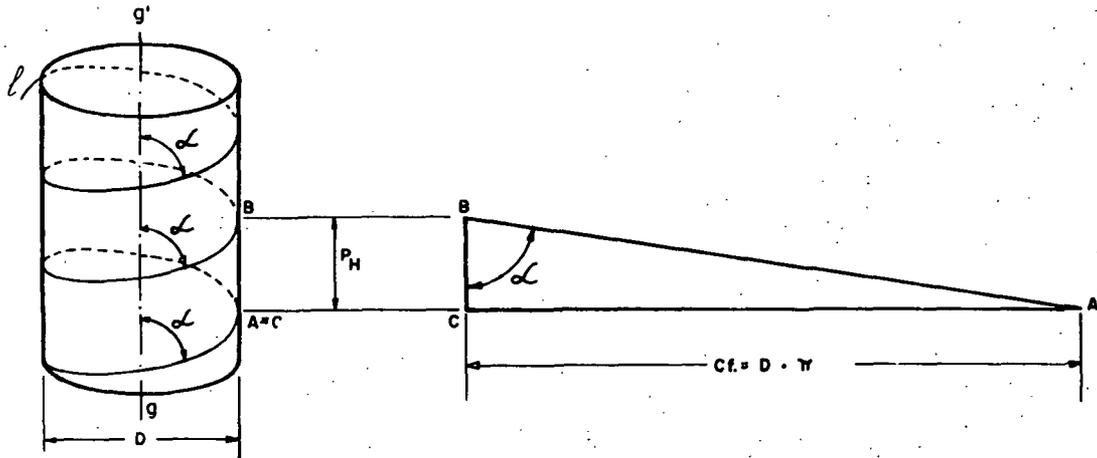


Fig. 1

CARACTERÍSTICAS (fig. 1)

Una hélice se puede caracterizar por los valores que toman los siguientes elementos que la definen:

El paso.

Es la longitud de un segmento de generatriz del cilindro como el \overline{AB} , determinado por dos intersecciones consecutivas con la hélice.

La espira.

Es la longitud del arco de hélice \widehat{AB} . Se tiene en su verdadera magnitud como hipotenusa del triángulo ABC, al desarrollar la superficie del cilindro.

Angulo.

Se conviene en llamar ángulo de la hélice, al que forma con una generatriz cualquiera del cilindro.

Ese ángulo puede tomar valores entre 0° y 90° . La de 0° sería una recta que coincide con una generatriz, y la de 90° sería una circunferencia.

El ángulo se mide entre una generatriz y la tangente a la hélice en su punto de intersección con esa generatriz. Se puede calcular en el triángulo ABC, del desarrollo, conociendo (P_H) y el diámetro (D). En efecto:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\overline{CA}}{\overline{BC}} = \frac{C_f}{P_H} = \frac{\pi \cdot D}{P_H}$$

Sentido.

Una hélice es derecha o positiva, cuando ubicada una reglilla sobre una generatriz del cilindro para ponerla tangente a la hélice debe girar en el sentido de las agujas del reloj. Es izquierda o negativa, cuando la regla debe girar en sentido contrario a las agujas del reloj (fig. 2-a y b).

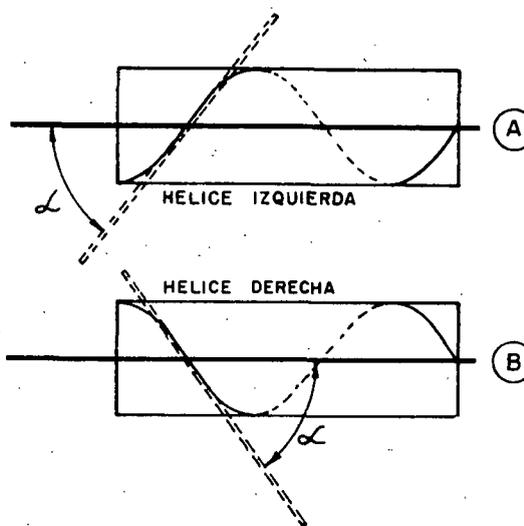


Fig. 2

Paso normal.

Este otro paso de la hélice es la longitud del arco \widehat{CE} (fig. 3), que se tiene en su verdadera magnitud, en el triángulo ABC del desarrollo. Ese arco queda definido sobre otra hélice perpendicular a la que estamos considerando.

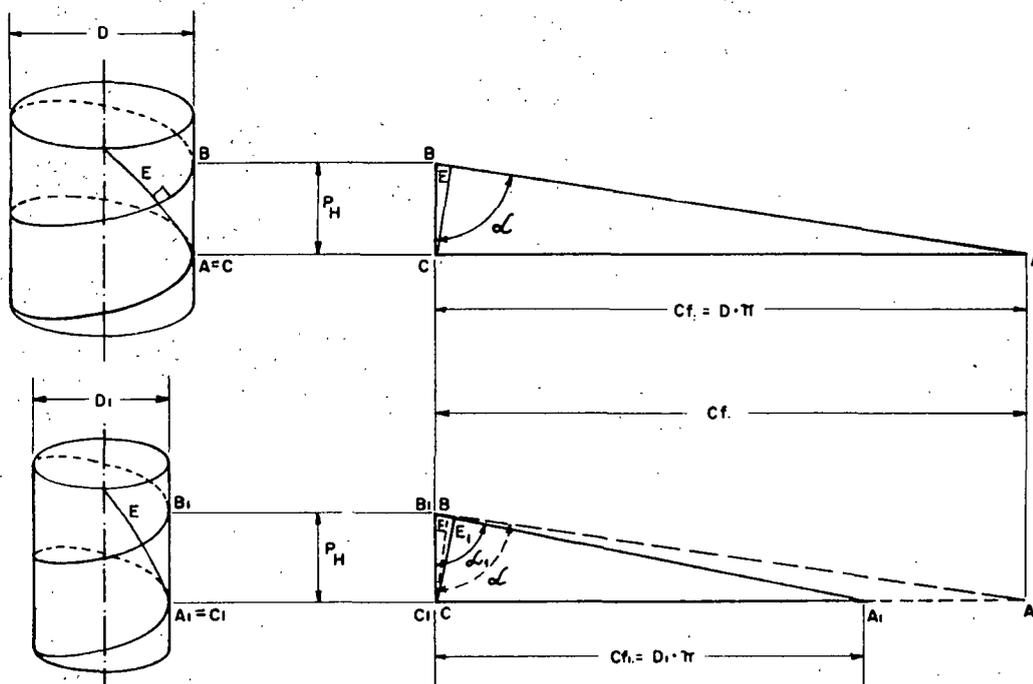


Fig. 3

El cilindro.

Es aquél en la superficie del cual se va a construir la hélice. Dos hélices pueden tener igual paso (P_H), pero si están construidas sobre cilindros de distinto diámetro, serán también ellas distintas.

Por ejemplo: sobre dos cilindros de diámetros distintos D y D_1 , se cons-

truye una hélice del mismo paso en cada uno. En el desarrollo resultan dos triángulos (ABC) y (A₁B₁C₁), que al superponerlos dejan evidente las diferencias, siendo el diámetro (D) mayor que (D₁), $D > D_1$, tenemos:

espira (BA) mayor que la (B₁A₁) - $\overline{BA} > \overline{B_1A_1}$

ángulo (α) mayor que (α_1) - $\alpha > \alpha_1$

paso normal (p) mayor que el (p₁) - $\overline{CE} > \overline{C_1E_1}$

CONSTRUCCION

Una hélice puede construirse marcando la huella que resulta al trasladar un punto (M) sobre la superficie de un cilindro, con dirección paralela a su eje, cuando el cilindro gira (fig. 4).

Entre el giro del cilindro y la traslación del punto (M) debe existir una relación constante, tal que para cada vuelta completa del cilindro, el punto se desplace una longitud $\overline{MM_1}$ igual al paso de la hélice por construir (P_H).

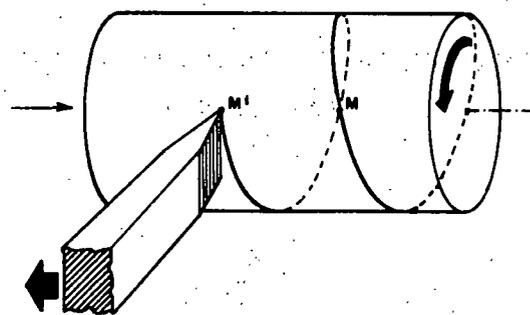


Fig. 4

Así ocurre exactamente en el torno donde el punto (M) es la punta de la herramienta. En cambio, cuando se hace rosca a mano con la terraja, cada diente de ésta hace los dos movimientos, el de giro y el de avance.

En la fresadora, para construir una hélice, los dos movimientos los hace la pieza montada en el aparato divisor, el que debe dar una vuelta completa, cuando la mesa con movimiento simultáneo, se desplaza una longitud igual al paso de la hélice. Para ello se debe establecer una relación cinemática entre el tornillo de (P_H) la mesa y el husillo del aparato divisor. En esa cadena interviene un tren de engranajes (A-B-C) (fig. 5), que se monta especialmente en el soporte de engranajes y en los propios mecanismos del aparato divisor.

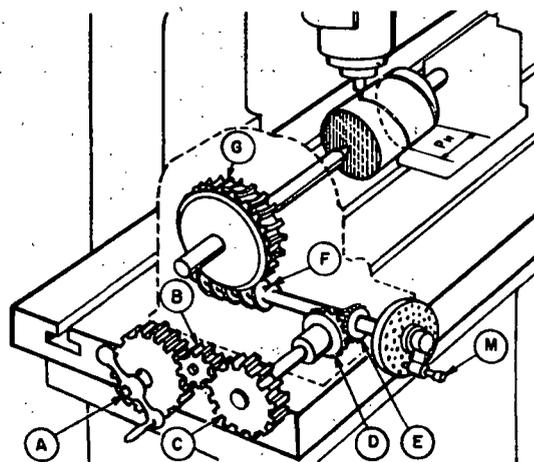


Fig. 5



El movimiento se inicia cuando se gira el tornillo para trasladar la mesa; la rueda (A) montada sobre el tornillo es la conductora del tren (A-B-C) con el cual el movimiento llega al eje secundario del aparato divisor. *Ese tren es el que debe calcularse para cada hélice.*

Lo que sigue de la cadena es constante, ya que pertenece al mecanismo del aparato divisor y consta de lo siguiente:

Un engranaje entre las ruedas cónicas (D y E), en el extremo del eje secundario, opuesto al que se encuentra la rueda (C); el plato perforado para dividir, en el cual se introduce el perno retráctil de la manivela (M) que lleva con su eje el movimiento al sistema del tornillo sinfín (F) y de la corona (G). Dado que la corona y la pieza están unidas al husillo del aparato divisor, ambas giran simultáneamente.

Cálculo del tren de engranajes.

El cálculo del tren de engranajes (ABC) para construir una hélice de paso (P_H), se hace teniendo presente que para cada vuelta completa de la pieza, la mesa se debe desplazar una longitud (P_H), basada en la relación:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A}$$

Z_A = Número de dientes de la rueda A
 N_A = Número de vueltas de la rueda A
 Z_C = Número de dientes de la rueda C
 N_C = Número de vueltas de la rueda C
 K = Constante del divisor. En general es 40 pero puede tener otro valor

Para que la pieza haga una vuelta completa, la manivela debe dar 40 (según la constante del divisor) lo mismo que la rueda (C), ya que entre ésta y la manivela el movimiento no se modifica. Por lo tanto podemos escribir $N_C = K$ en todos los casos. Al estar la rueda (A) montada sobre el tornillo de la mesa que debe trasladarse (P_H) entonces el tornillo y la rueda (A) deben dar:

$$N_A = \frac{P_H}{p} \text{ vueltas.}$$

P_H = paso de la hélice a construir

p = paso del tornillo de la mesa

Por ejemplo, si $p = 5$ mm y $P_H = 80$ mm, el tornillo para trasladarse (P_H), debe dar

$$N_A = \frac{P_H}{p} = \frac{80}{5} = 16 \text{ vueltas}$$

Para $p = 5$ y $P_H = 133$ mm :

$$N_A = \frac{P_H}{p} = \frac{133}{5} \text{ vueltas}$$

Entonces podemos escribir:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{40}{\frac{P_H}{p}} = \frac{40p}{P_H}$$

(si la constante del divisor fuese otra se coloca en lugar de 40).

Ejemplo:

Calcular el número de dientes de la rueda conductora (A) y el de la conducida (C) del tren de engranajes para construir una hélice de $P_H = 150$ mm, en una fresadora que tiene un paso $p = 6$ mm, en el tornillo de la mesa.

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{40 p}{P_H} = \frac{40 \times 6}{150} = \frac{8}{5} = \frac{32}{20} = \frac{48}{30} = \frac{72}{40} = \frac{96}{60}$$

De acuerdo a las ruedas disponibles se elige la más conveniente entre las fracciones equivalentes encontradas.

El intermediario o los intermediarios, como la rueda B (fig. 5) puede ponerse de cualquier número de dientes, de acuerdo a las necesidades para montar el tren y del sentido de rotación que debe hacer la pieza.

Para pasos de hélice pequeños ($P_H < 15$ mm), a fin de facilitar el cálculo del tren de engranajes, la rueda conducida (C) se monta en la prolongación del husillo del aparato divisor. De esa manera se elimina la relación 1 a 40 del tornillo sinfín y corona, y el cálculo se plantea así:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{1}{\frac{P_H}{p}} = \frac{p}{P_H}$$



Es un engranaje cilíndrico en el que los dientes están orientados siguiendo una trayectoria helicoidal (fig. 1). Se utiliza como órgano de transmisión de movimiento entre ejes paralelos o entre ejes que se cruzan formando cualquier ángulo entre sí (fig. 1).

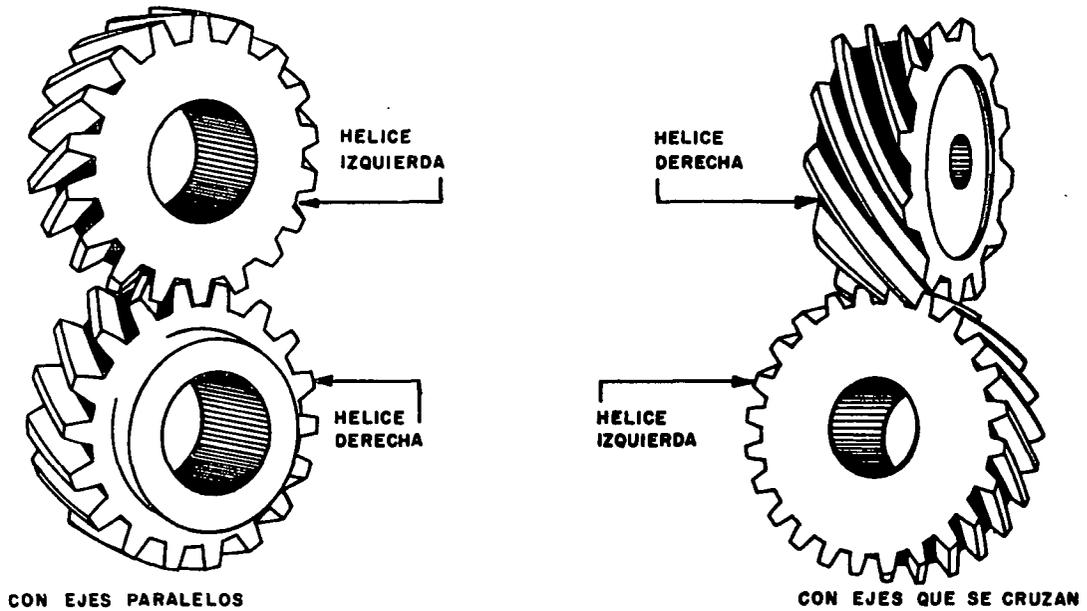


Fig. 1

CASO DE EJES PARALELOS

Cuando se desea transmitir movimientos de grandes esfuerzos y altas velocidades en una relación de transmisión de mucha precisión, entre ejes paralelos, los engranajes helicoidales sustituyen con ventaja a los de dentado recto, cuando se desea transmitir movimientos con altas velocidades y grandes esfuerzos de manera uniforme y silenciosa.

En estos casos, el dentado de cada rueda debe ser de igual inclinación pero de sentido contrario, es decir, una rueda debe ser de hélice izquierda y la otra de hélice derecha.

CREMALLERAS HELICOIDALES

En el caso de los engranajes helicoidales, la cremallera tiene sus dientes inclinados, el mismo ángulo (fig. 2) que los dientes del piñón pero con sentido opuesto.

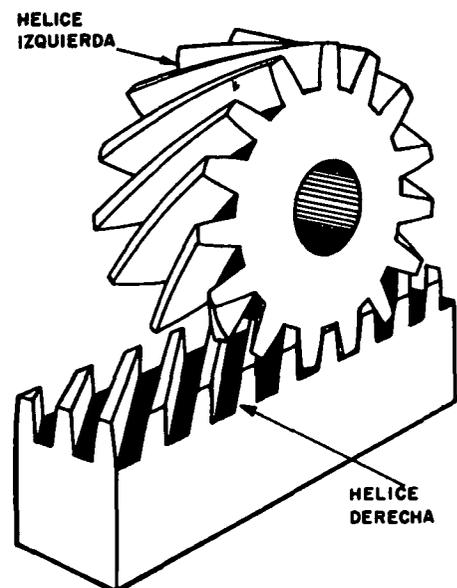
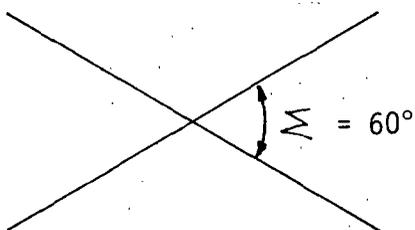


Fig. 2

CASO DE EJES QUE SE CRUZAN

Si bien estos engranajes se utilizan en algunos casos para la transmisión entre ejes paralelos, su característica más importante es la de permitir las transmisiones de movimientos entre ejes que se cruzan, y en esta disposición de los ejes, el caso más generalizado es entre ejes que se cruzan en ángulo de 90° . En estos casos los ángulos de inclinación de los dientes de las ruedas son complementarios entre sí, y para lograr mejor transmisión conviene hacer los dientes de ambas ruedas inclinados a 45° y en igual sentido. En general debe tenerse en cuenta como condición necesaria los datos de la siguiente tabla:



$$\Sigma = \text{Angulo de los ejes} = 60^\circ$$

$$\alpha_1 = \text{Angulo de la hélice de la rueda A}$$

$$\alpha_2 = \text{Angulo de la hélice de la rueda B}$$

Soluciones posibles		Sentido de las hélices	Angulo de los ejes
α_A	α_B		
$\alpha_A = 30^\circ$	$\alpha_B = 30^\circ$	Iguals las dos derechas las dos izquierdas	$\Sigma = 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$
$\alpha_A = 40^\circ$	$\alpha_B = 20^\circ$	Iguals las dos derechas las dos izquierdas	$\Sigma = 40^\circ + 20^\circ = 60^\circ$
$\alpha_A = 70^\circ$	$\alpha_B = 10^\circ$	Contrarias una derecha y otra izquierda	$\Sigma = 70^\circ - 10^\circ = 60^\circ$
$\alpha_A = 20^\circ$	$\alpha_B = 80^\circ$	Contrarias una derecha y otra izquierda	$\Sigma = 80^\circ - 20^\circ = 60^\circ$

Relación de transmisión.

Al igual que en los engranajes de dentado recto, el número de revoluciones que dan dos ruedas helicoidales acopladas están en razón inversa de sus números de dientes respectivos.

NOMENCLATURA

En los engranajes helicoidales, se contemplan, además de los elementos ya considerados en los engranajes de dientes rectos, otros cuyos valores están en función del ángulo de inclinación de la hélice que forma el diente. A continuación se estudian estos nuevos elementos.

Paso aparente o circunferencial (P_c)

Es el paso de los dientes de la rueda que se mide en la circunferencia primitiva en la sección perpendicular al eje del engranaje (fig. 3). El módulo que corresponde a este paso se llama también *módulo aparente o circunferencial*.

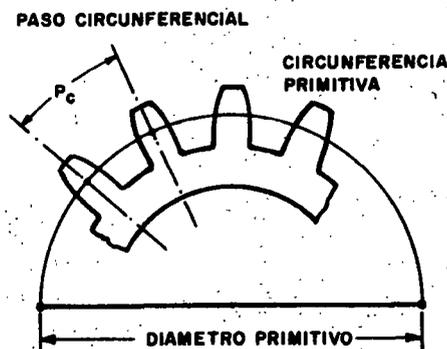


Fig. 3

Paso normal.

En estos engranajes es el paso de los dientes medido en una sección perpendicular a la hélice de los dientes. Su valor sigue siendo

$$P = M \cdot \pi$$

Debido a la inclinación de los dientes, tiene con el paso aparente la relación

$$\frac{P}{P_c} = \cos \alpha$$

$$P_c = \frac{P}{\cos \alpha}$$

El módulo que corresponde a este paso normal es el módulo normal.

Paso de hélice

Una rueda con dentado helicoidal puede considerarse como un tornillo de tantas entradas como dientes tiene la rueda. Según este criterio, el paso de la hélice de un diente viene indicado por la distancia en línea recta que hay entre dos puntos correspondientes de un mismo diente, medida sobre una generatriz tangente a la circunferencia primitiva. Pero en la práctica esta medida no se toma directamente en la rueda, sino que se deduce en el triángulo rectángulo ABC del desarrollo (fig. 4)

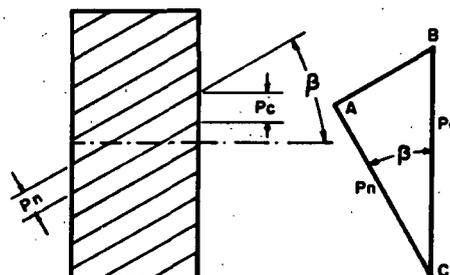


Fig. 4

$$C_p = D_p \cdot \pi$$

$$C_p = Z \cdot P_c$$

luego se tiene que: $D_p \cdot \pi = Z \cdot P_c$

de donde:
$$D_p = \frac{Z \cdot P_c}{\pi}$$

En el triángulo ABC, se cumple que:

$$\frac{\overline{CB}}{\overline{AB}} = \operatorname{tg} \alpha \quad \text{de donde:} \quad \overline{AB} = \frac{\overline{CB}}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Pero $\overline{CB} = D_p \cdot \pi$ y $\overline{AB} = P_H$

luego se tiene que:
$$P_H = \frac{D_p \cdot \pi}{\operatorname{tg} \alpha} = D_p \cdot \pi \cdot \operatorname{Cotg} \beta$$

El ángulo de la hélice que se considera es el correspondiente a la circunferencia primitiva.

Diámetro exterior e interior.

El diámetro exterior en las ruedas helicoidales se calcula de igual forma que en los engranajes rectos; sumándole al diámetro primitivo dos veces la altura de la cabeza del diente, lo cual queda expresado por la siguiente fórmula:

$$D_e = D_p + 2a$$

Pero $a = M$; luego se tiene que: $D_e = D_p + 2M$

Para el diámetro interior se tiene:

$$D_i = D_p - 2b$$

pero $b = 1,25 M$ para $\psi = 20^\circ$

$$b = 1,17 M \quad \text{para} \quad \psi = 14^\circ 30'$$

luego se tendrá:

$$D_i = D_p - 2 \times 1,25 M = D_p - 2,50 M$$



$$D_i = D_p - 2 \times 1,17 M = D_p - 2,34 M$$

El fresado de los dientes de un engranaje helicoidal, se realiza con una fresa de módulo normal, correspondiente a un engranaje recto con un número de diente Z deducido de la siguiente fórmula:

$$Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$$

Donde Z_f = número ficticio de dientes

Z = número de dientes de la rueda helicoidal

α = ángulo de inclinación de la hélice

Por ejemplo:

Si el engranaje helicoidal que se va a construir tiene 30 dientes

($Z = 30$); módulo $M = 2$ y $\alpha = 20^\circ$

$$\text{Se tendrá: } Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha} = \frac{30}{\cos^3 20^\circ} = \frac{30}{(0,9)^3}$$

$$Z_f = \frac{30}{0,729} = 41$$

lo que nos indica que debemos elegir una fresa para una rueda de 41 dientes.

TABLA DE SIMBOLOS Y FORMULAS PARA LOS ENGRANAJES HELICOIDALES

SIMBOLOS	FORMULAS
P_c = paso circunferencial	$P_c = \frac{P_n}{\cos \alpha} = \frac{M \cdot \pi}{\cos \alpha}$
P_n = paso normal	$P_n = P_c \cdot \cos \alpha = M \cdot \pi$
M = módulo normal	$M = \frac{P_n}{\pi}$



SÍMBOLOS	FORMULAS
Mc = módulo aparente o circunferencial	$Mc = \frac{M}{\cos \alpha}$
Cp = circunferencia primitiva	$Cp = Dp \cdot \pi = Z \cdot Pc$
Dp = diámetro primitivo	$Dp = \frac{Cp}{\pi} = \frac{Z \cdot Pc}{\pi}$
De = diámetro exterior	$De = Dp + 2a = Dp + 2M$
Di = diámetro interior	$Di = Dp - 2b = Dp - 2,50M \text{ (Para } \psi = 20^\circ)$ $Di = Dp - 2,34M \text{ (Para } \psi = 14^\circ 30' \text{ ó } 15^\circ)$
Z = número de dientes	$Z = \frac{Dp \cdot \pi}{Pc}$
Zf = número ficticio de dientes	$Zf = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$
a = altura de la cabeza del diente	$a = M = \frac{Pn}{\pi}$
b = altura del pie del diente	$b = 1,25M \text{ para } \psi = 20^\circ$ $b = 1,17M \text{ para } \psi = 14^\circ 30'$
α = ángulo de inclinación de la hélice	
Σ = ángulo que forman los ejes de las ruedas	
Pn = paso de la hélice	$Pn = \frac{Dp \cdot \pi}{\operatorname{tg} \alpha} = Dp \cdot \pi \operatorname{Cotg} \beta$
h = altura del diente	$h = a + b = M + 1,25M = 2,25M$ $h = a + b = M + 1,17M = 2,17M$



Este sistema de engranaje, permite la transmisión del movimiento de rotación entre ejes cuyas direcciones se cortan.

En esa transmisión se verifica también la propiedad de mantener constante la relación entre los números de vueltas de los ejes.

TIPOS

Según la forma de sus cuerpos.

Estos en general tienen forma de troncos de cono, con ángulos que varían según la posición de los ejes (fig. 1).

En algunos casos, una de las ruedas tiene los dientes sobre la superficie plana, y se constituye en lo que era la cremallera para los engranajes cilíndricos (fig. 2).

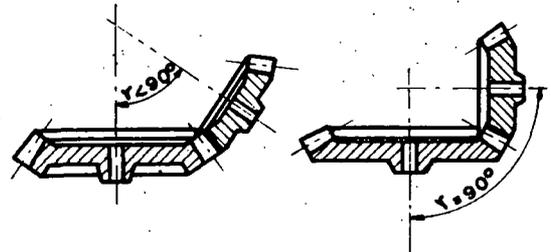


Fig. 1

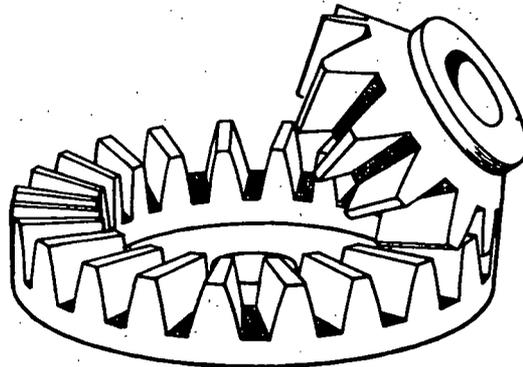


Fig. 2

Otro caso especial lo constituye el par con engranaje interior (fig. 3).

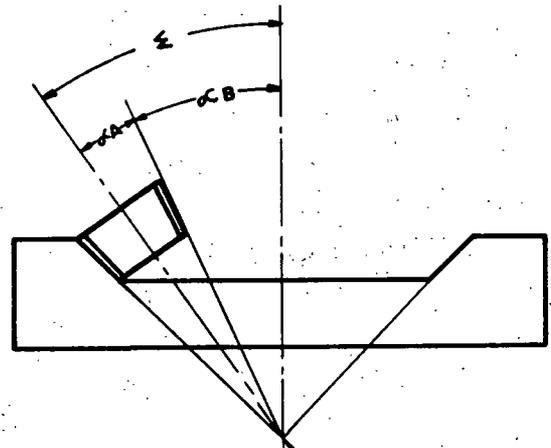


Fig. 3

Según la forma de sus dientes.

Pueden ser de dientes rectos que convergen hacia el vértice del cono, como los de las figs. 1 y 2, o pueden ser de dentado curvo, en las cuales los dientes no convergen al vértice, y tienen formas de curvas (hélices, espirales o arcos de circunferencia) (fig. 4).

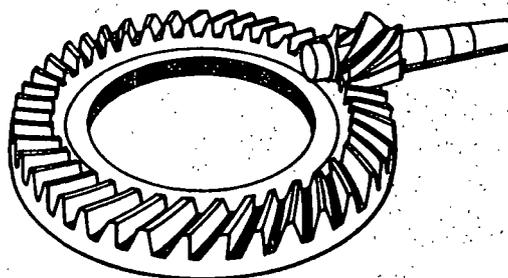


Fig. 4

CARACTERISTICAS DE LAS RUEDAS CON DIENTES RECTOS (fig. 5)

En las ruedas cilíndricas, todas las secciones perpendiculares al eje son iguales, y en cualquiera de ellas se tienen los elementos que caracterizan la rueda. En las cónicas, en cambio, todas las secciones son distintas y disminuyen hacia el vértice.

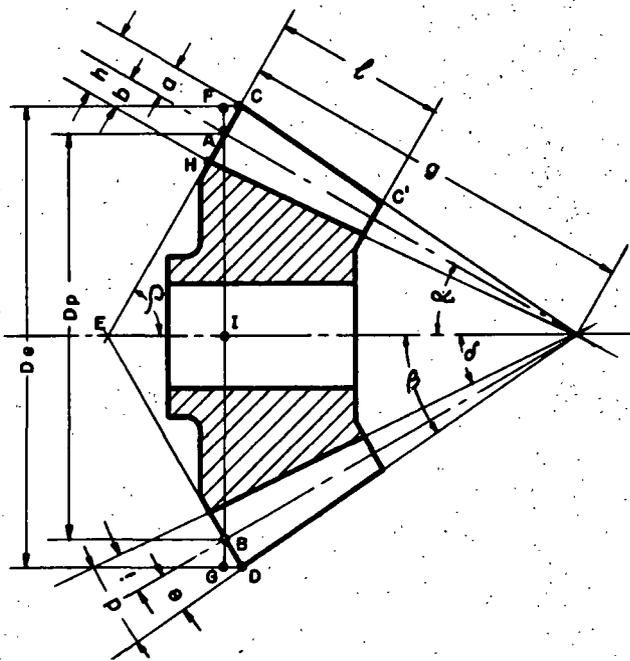


Fig. 5

En una rueda dentada cónica se considerarán las siguientes características de las ya vistas:

Cono exterior.

Es la superficie de la llanta en la que se construyen los dientes. Las crestas de los dientes forman parte de esa superficie. El ángulo que forma una de sus generatrices con el eje se llama ángulo externo (β).

Cono interior.

Es el cono que pasa por el fondo de las ranuras, el que resultaría si quitáramos los dientes. El ángulo de su generatriz con el eje se llama ángulo interior (δ).

Cono primitivo.

Es un cono teórico que está determinado por las circunferencias primitivas de todas las secciones. Sería el que debiera tener cada rueda cónica, si no tuviera dientes, para mantener la misma relación en la transmisión. El ángulo que forma su generatriz con el eje es el ángulo primitivo (α).

Conos complementarios.

Son superficies cónicas que limitan la rueda. Sus generatrices son perpendiculares a las del cono primitivo. Su ángulo con el eje se llama ángulo complementario (ρ).

Angulo de la cabeza del diente (\hat{e}).

Es el formado por las generatrices del cono exterior y las del cono primitivo en una misma sección que contenga el eje de la rueda.

Angulo del pie del diente (\hat{i}).

Es el formado por las generatrices del cono primitivo y del cono interior.

Angulo del diente (\hat{d}).

Es el formado por las generatrices del cono exterior y del cono interior.

Angulo de los ejes (Σ).

Es el ángulo formado por los ejes que se relacionan con el par de ruedas. Su valor es la suma de los ángulos primitivos de las ruedas. En el caso del engranaje interior, su valor es la diferencia de los ángulos primitivos de las ruedas (fig. 3).

FORMULAS Y CALCULOS

Debido a que en cada sección de la rueda para engranaje cónico, se tiene un módulo distinto, se convino en que cuando se habla de un diámetro, del paso, o del módulo de la rueda, sin especificar más nada, se refieren a los de la sección mayor (fig. 5).

En esa sección el diámetro primitivo $D_p = AB$ es el que corresponde a la

sección del cono primitivo como si fuera para un engranaje cilíndrico recto o sea

$$AB = D_p = M \cdot Z$$

En cambio para lograr un buen engranaje, lo que concierne a los dientes, se estudia sobre el cono complementario, perpendicular al primitivo. De ello resulta que los dientes estarían en su verdadera magnitud en la circunferencia de radio (CE). En ella

$$CH = h = a + b$$

$$CA = a = M$$

$$HA = b = (1,25 M \text{ o } 1,17 M, \text{ según el ángulo de presión } \psi)$$

El diámetro exterior es entonces: $De = FG = CD = AB + FA + GB$

siendo $FA = GB = AC \cdot \cos \alpha = M \cdot \cos \alpha$

$$De = D_p + 2 \cdot M \cdot \cos \alpha$$

o bien

$$De = M (Z + 2 \cos \alpha)$$

El ángulo complementario (β), se calcula en el triángulo rectángulo EAV, ya que siendo recto el ángulo en A, debe ser $\alpha + \beta = 90^\circ$

y entonces

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

La generatriz ($g = CV$) en el triángulo rectángulo (AIV), conociendo el (D_p) es:

$$g = \frac{AI}{\sin \alpha} = \frac{\frac{D_p}{2}}{\sin \alpha} = \frac{M \cdot Z}{2 \cdot \sin \alpha}$$

Largo del diente ($l = CC'$) de acuerdo a lo normalizado es aproximadamente

$$l = \frac{g}{3} = \frac{M \cdot Z}{6 \cdot \sin \alpha}$$

Angulo exterior (β), es el que se utiliza en el torno para preparar la rueda, en la cual se construirán los dientes. Se calcula sumando al cono primitivo (α), el ángulo de la cabeza del diente (\hat{e}).

$$\beta = \alpha + \hat{e}$$

Angulo interior (δ), es el que se coloca en el aparato divisor para fresar los dientes. Se calcula restando al ángulo primitivo, el ángulo del pie del diente:

$$\delta = \alpha - \hat{i}$$

Angulo de la cabeza del diente (\hat{e}), se calcula en el triángulo rectángulo CAV, en el cual

$$\text{tg } \hat{e} = \frac{\overline{AC}}{\overline{AV}} = \frac{M}{g}$$

Angulo del pie del diente (\hat{i}), se calcula en el triángulo rectángulo HAV, en el cual

$$\text{tg } \hat{i} = \frac{AH}{g} ; \quad \text{tg } \hat{i} = \frac{1,25 M}{g} \quad \text{cuando } \psi = 20^\circ$$

$$\text{tg } \hat{i} = \frac{1,17 M}{g} \quad \text{cuando } \psi = 14^\circ 30'$$

ELECCION DE LA FRESA.

Ya se dijo que los dientes se estudiaban en el cono complementario. Se hace como si fueran de un engranaje cilíndrico de diámetro primitivo $D_r = 2 \overline{CE}$, al cual corresponde un número de dientes, que llamaremos ficticio que designaremos (Z_r)

$$\text{siendo } D_r = \frac{D_p}{\cos \alpha} \quad \text{es } Z_r = \frac{Z}{\cos \alpha}$$

Para ese número (Z_r) se elige la fresa modular.

MODULO DE LA SECCION MENOR

Cuando los dientes se construyen en la fresadora universal, se hace primero una ranura con la fresa de módulo correspondiente a la sección menor. Ese módulo (M_1) es aproximadamente dos tercios del módulo de la sección mayor.

Por ejemplo:

$$\text{si } M = 3, \text{ es } M_1 = \frac{2}{3} \quad M = \frac{2}{3} \times 3 = 2$$

Eso es debido a que el diámetro de la sección menor es dos tercios del de la sección mayor: $d_p = \frac{2}{3} D_p$

Ejemplo:

Calcular la rueda dentada para un engranaje cónico, que debe tener un ángulo primitivo $\alpha = 30^\circ$, un número de dientes $Z = 20$, con módulo $M = 2$. El ángulo de presión es $\psi = 20^\circ$.

Para preparar el cuerpo:

$$D_e = M (Z + 2 \cos \alpha) = 2 (20 + 2 \cos 30^\circ)$$

$$D_e = 40 + 4 \times 0,866 = 43,46 \text{ mm}$$

Cálculo de g :

$$g = \frac{\frac{D_p}{2}}{\sin \alpha} = \frac{M \cdot Z}{2 \sin 30^\circ} = \frac{2 \times 20}{2 \times 0,5} = 40 \text{ mm}$$

$$l = \frac{g}{3} = \frac{40}{3} = 13,3 \text{ mm}$$

$$\beta = \alpha + \hat{e} ; \quad \text{tg } \hat{e} = \frac{M}{g} = \frac{2}{40} = 0,05 \Rightarrow \hat{e} = 2^\circ 52'$$

$$\beta = 30^\circ + 2^\circ 52' = 32^\circ 52'$$

$$p = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

Para fresar los dientes:

$$d = \alpha - \hat{i} \quad \text{tg } \hat{i} = \frac{1,25 M}{g} = \frac{2,5}{40} = 0,0625 \Rightarrow \hat{i} = 3^\circ 35'$$

$$d = 30^\circ - 3^\circ 35' = 26^\circ 25'$$

$$h = 2,25 M = 2,25 \times 2 = 4,5 \text{ mm}$$

$$M_1 = \frac{2}{3} M = \frac{2}{3} \times 2 = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ (módulo de la sección menor)}$$

Si el valor calculado de M_1 no coincide con ningún valor de los normalizados, se elige el inmediato superior.

En este caso que $M_1 = 1,33$ se elige $M_1 = 1,375$

Cuando se quiere calcular el valor del módulo para una sección intermedia, se puede utilizar el mismo recurso de la proporcionalidad y así sería en la figura 6.

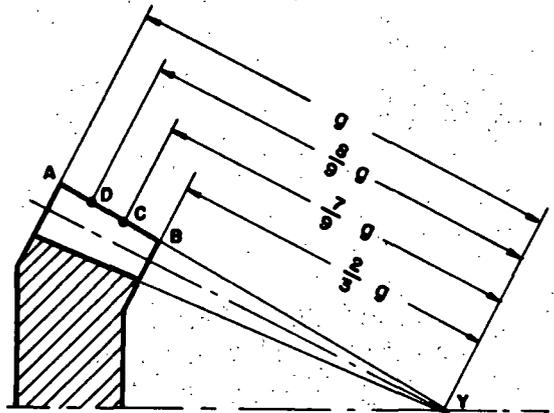


Fig. 6

$$\text{en D} \quad M_2 = \frac{8}{9} M = \frac{16}{9} = 1,77$$

$$\text{en C} \quad M_3 = \frac{7}{9} M = \frac{14}{9} = 1,55$$



La corona es una de las ruedas dentadas del sistema de engranaje tornillo sinfín-corona (fig. 1).

Puede ser un engranaje simple con dientes helicoidales o puede tener su llanta cóncava, adaptada a la forma del tornillo sinfín.

APLICACIONES

La corona es generalmente la rueda conductora del sistema del tornillo sinfín-corona. Este sistema se utiliza para relacionar ejes que se cruzan, normalmente a 90°.

Este sistema es muy aplicado para obtener grandes reducciones de velocidades y para transmitir grandes potencias.

CONSTRUCCION

La corona se construye en hierro fundido, materiales sintéticos y para grandes potencias, en bronce especiales.

La construcción correcta en la fresadora universal se hace desbastando los dientes con una fresa modular y luego se termina con una herramienta llamada creador, que tiene la forma del tornillo sinfín, pero con filetes provistos de dientes.

TIPOS

Rueda cilíndrica helicoidal.

Este tipo de rueda funciona también como corona para tornillo sinfín. Los contactos entre sus dientes y del sinfín, se hacen en apenas un punto, y por esto no son muy resistentes. Es aplicada cuando la potencia de la transmisión es muy reducida.

Rueda helicoidal con chaflanes y llanta cóncava.

En este tipo de rueda el engrane con el sinfín es más resistente, pues los contactos entre sus dientes y del sinfín se hacen en una línea. Es empleado en las transmisiones en que la potencia es considerable.

Rueda helicoidal con llanta cóncava y sin chaflanes.

En este tipo de corona, el contacto entre los dientes es mayor que en los casos anteriores. Por esta razón es más resistente y por esto es empleado en transmisiones de grandes potencias.

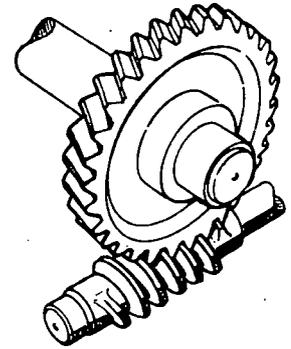


Fig. 1

DIMENSIONES

Cuando la corona es cilíndrica, se calcula como si fuera una rueda de engranaje helicoidal. Si la corona es cóncava, las dimensiones de los diámetros se consideran en una sección perpendicular a su eje y que pasa por el centro de la garganta.

Notaciones a utilizar:

Corona

M = Módulo	de = Diámetro externo
Z = Número de dientes	dp = Diámetro primitivo
Dp = Diámetro primitivo	
De = Diámetro externo	
D ₂ = Diámetro mayor	
ℓ = Ancho de la rueda	
R = Radio de la curva de la llanta	
δ = Angulo de los chaflanes de la llanta	
a = Altura de la cabeza del diente	
b = Altura del pie del diente	
h = Altura del diente	
r = Radio de la cabeza	
α = Angulo de la hélice	
E = Distancia entre ejes de la rueda y del sinfín	

Sinfín

de = Diámetro externo
dp = Diámetro primitivo

Fórmulas:

Rueda A (fig. 2)

$$P = M \cdot \pi$$

$$D_e = D_p + 2M$$

$$D_p = \frac{M \cdot Z}{\cos \alpha}$$

$$D_2 = D_e + 2R(1 - \cos \delta)$$

$$E = \frac{D_p + d_p}{2}$$

$$R = E - \frac{D_e}{2}$$

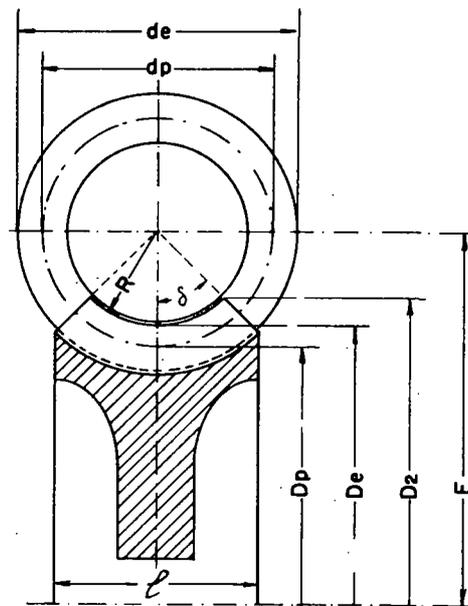


Fig. 2

Valores de ℓ

Para sinfín de uno o dos filetes: $\ell = 2,38 \cdot P + 6 \text{ mm}$

Para sinfín de más de dos filetes: $\ell = 2,15 \cdot P + 5 \text{ mm}$

Valores de h

$h = a + b$, siendo $a = M$ y $b = 1,25 M$

Cuando el ángulo de presión es $14^\circ 30'$ ó 15° , $h = 2,167 \cdot M$

Cuando el ángulo de presión es 20° , $h = 2,25 \cdot M$

$$\cos \delta = \frac{dp}{de}$$

RUEDA B (fig. 3)

Valores de D_2

Para tornillo sinfín de uno o dos filetes:

$$D_2 = D_e + 0,4775 P$$

Para tornillo sinfín de más de dos filetes:

$$D_2 = D_e + 0,3183 P$$

$$r = 0,25 \cdot P$$

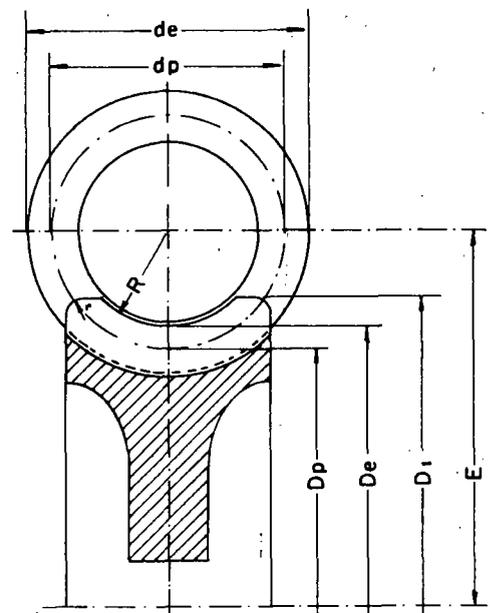


Fig. 3

Las demás fórmulas son comunes a las ruedas A y B.

Las dimensiones de la corona se basan en el sinfín que va a engranar; por esta razón es necesario conocer las dimensiones de éste, así como su módulo, número de filetes y el valor del ángulo de presión.



Ejemplo de cálculo:

Calcular una rueda de corona con llanta cónica de 50 dientes, para engranar con un sinfín, con los siguientes datos:

Sinfín de 1 filete:

$$\begin{aligned}M &= 2 \\dp &= 24 \text{ mm} \\de &= 28 \text{ mm} \\ \alpha &= 4^\circ 45'\end{aligned}$$

$$\text{Angulo de presión} = 20^\circ$$

Cálculos de la corona:

$$M = 2$$

$$Z = 50$$

$$D_p = \frac{M \cdot Z}{\cos \alpha} = \frac{2 \times 50}{0,996} = 100,4 \text{ mm}$$

$$D_e = D_p + 2M = 100,4 + (2 \times 2) = 104,4 \text{ mm}$$

$$\cos \delta = \frac{dp}{de} = \frac{24}{28} = 0,8606 \implies 30^\circ 37'$$

$$D_2 = D_e + 2R(1 - \cos \alpha) = 104,4 + 2 \times 10(1 - 0,8829) = 106,74 \text{ mm}$$

$$E = \frac{D_p + dp}{2} = \frac{100,4 + 24}{2} = 62,2 \text{ mm}$$

$$R = E - \frac{D_e}{2} = 62,2 - 52,2 = 10 \text{ mm}$$

$$l = 2,38 \cdot P + 6 \text{ mm}$$

$$l = 2,38 \times 6,2832 + 6 = 20,95 \text{ mm}$$

$$a = M = 2 \text{ mm}$$

$$b = M \cdot 1,25 = 2 \times 1,25 = 2,5 \text{ mm}$$

$$h = a + b = 2 + 2,5 = 4,5 \text{ mm}$$



La espiral de Arquímedes es una curva generada por un punto (M) que se desplaza sobre una recta (r), cuando ésta gira alrededor de uno de sus puntos. El desplazamiento del punto (M) sobre la recta, en una vuelta completa de ésta (360°) denomínase paso de la espiral (Pe) (fig. 1-a). El movimiento es uniforme y el desplazamiento es proporcional al giro. En una vuelta (360°), el desplazamiento del punto (M) es igual al paso; en media vuelta (180°), el desplazamiento es $\frac{P}{2}$, en $\frac{1}{4}$ de vuelta (90°) el desplazamiento es $\frac{P}{4}$ y así sucesivamente (fig. 1-b).

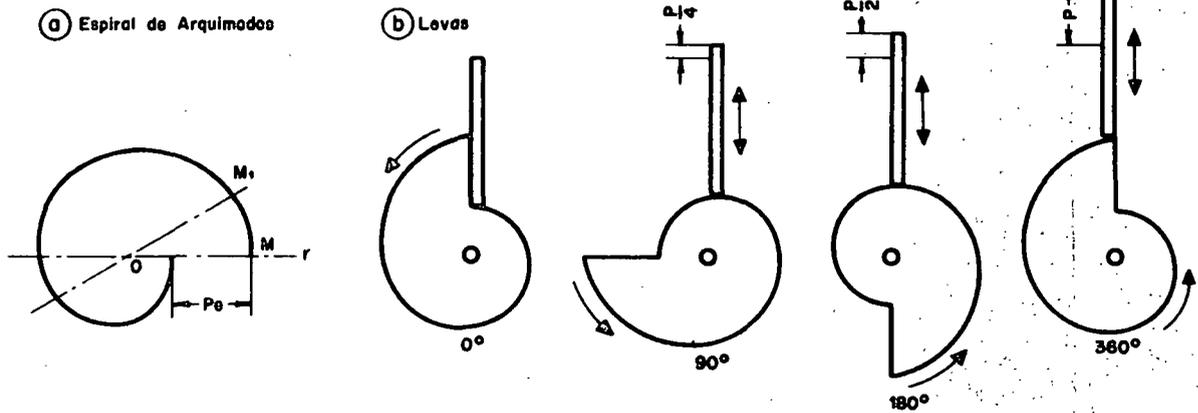


Fig. 1

Esta curva se utiliza en piezas de fabricación mecánica, tales como: levas para accionamiento de carros, en máquinas herramientas automáticas, levas para apriete rápido de piezas en su montaje, roscas frontales, superficie de incidencia en las fresas de perfil constante y otros.

LEVA

Es una pieza giratoria en cuyo contorno se apoya y desliza el extremo de una varilla, de forma que el movimiento de rotación uniforme de la leva se transforma en movimiento rectilíneo alternativo de la varilla (fig. 1-b).

ROSCA FRONTAL

Es una rosca desarrollada sobre un plano con forma de espiral de Arquímedes; el paso de la espiral es el paso de la rosca.

La rosca frontal se aplica en los platos universales que se usan en el torno y fresadoras. El movimiento circular de la pieza roscada provoca el desplazamiento de las mordazas hacia el centro o hacia la periferia del plato, según el sentido de giro (fig. 2).

Esta espiral es una curva que puede construirse, marcando la huella de un punto M (fig.3) que se desplaza sobre el radio de la superficie plana de un disco, cuando éste gira. Como ya se ha dicho el avance debe ser proporcional al giro. En el torno el punto (M) sería la punta de herramienta que se desplazaría perpendicular al eje (fig.3) mientras el disco gira.

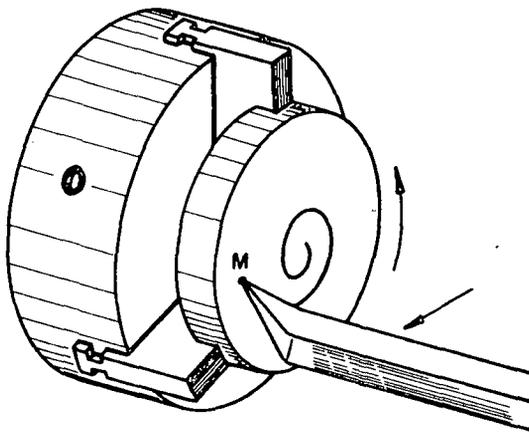


Fig. 3

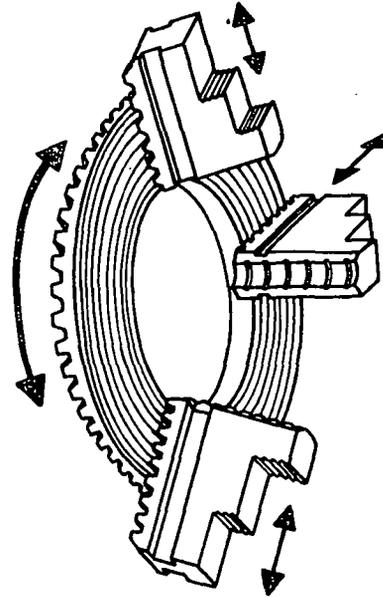


Fig. 2

En la fresadora, el disco montado en el aparato divisor gira (M_r) y se traslada a la vez transportado por la mesa (fig. 4).

Para obtener esos dos movimientos (M_a) y (M_r) sincronizados, se monta un tren de engranajes igual que cuando se construye una hélice.

La diferencia está en que para la espiral, el montaje de la pieza se hace con el husillo del aparato divisor a 90° , y que por cada vuelta de la pieza la mesa se debe trasladar el paso de la espiral $MM' = P_e$ (fig. 4).

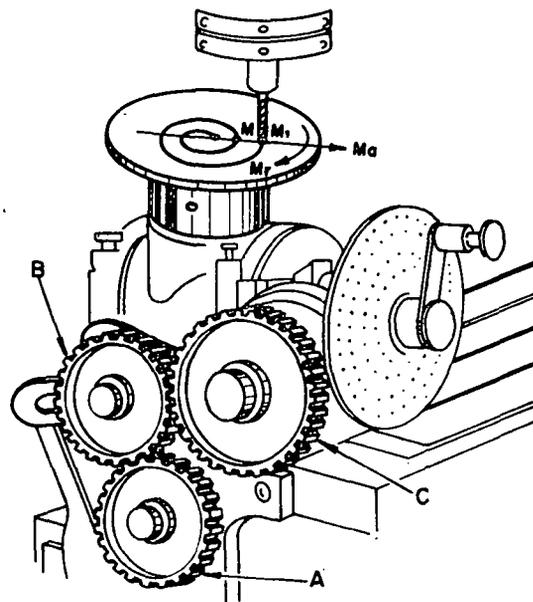


Fig. 4

Cálculo del tren de engranajes.

De acuerdo a lo ya considerado para las hélices, tenemos que:

$$\frac{Z_A}{Z_c} = \frac{N_c}{N_A} = \frac{\frac{P_e}{p}}{40} = \frac{P_e}{p \cdot 40}$$

P_e = paso de la espiral

De donde: $\frac{Z_A}{Z_c} = \frac{P_e}{p \cdot 40}$

p = paso del tornillo de la mesa

40 = constante del divisor que puede ser otro, en ese caso se sustituye en la fórmula.

Ejemplo:

Calcular el tren de engranajes para construir una espiral de $P_e = 60$ mm en una fresadora con un paso $p = 5$ mm en el tornillo de la mesa.

$$\frac{Z_A}{Z_c} = \frac{N_c}{N_A} = \frac{60}{40 \times 5} = \frac{24}{80} = \frac{30}{100} = \frac{36}{120}$$

De acuerdo a las medidas disponibles se elige la fracción más conveniente. Las intermedias como B, pueden ser de cualquier número de dientes y se colocan tantas como sean necesarias para el montaje y para dar el sentido de giro necesario en la pieza. Para pasos pequeños ($P_e < 15$ mm) se calcula y se monta el tren de engranajes acoplado el husillo del aparato divisor directamente con el tornillo de la mesa.

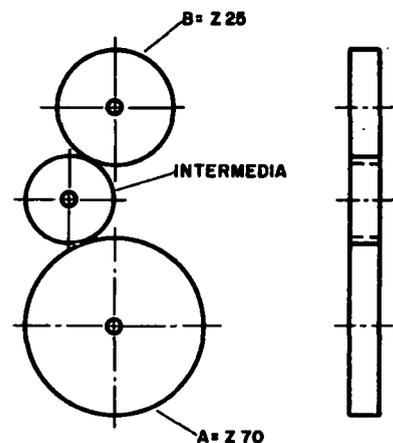
Ejemplo:

$P_e = 14$ mm

$p = 5$ mm

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{P_e}{p} = \frac{14}{5} = \frac{70}{25}$$

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{70}{25}$$



Cuando se construyen levas de disco, y el paso de la espiral (P_e) es tal que resulta difícil calcular el tren de engranajes, se puede emplear el siguiente recurso:

1 - Se elige un paso mayor, el menor posible, que permita calcular el tren de engranajes.

2 - Se inclina el husillo un ángulo α (fig. 5) que se calcula en la siguiente forma:

$$\text{sen } \alpha = \frac{P_e}{P_f}$$

siendo P_e = paso de la espiral

P_f = paso seleccionado

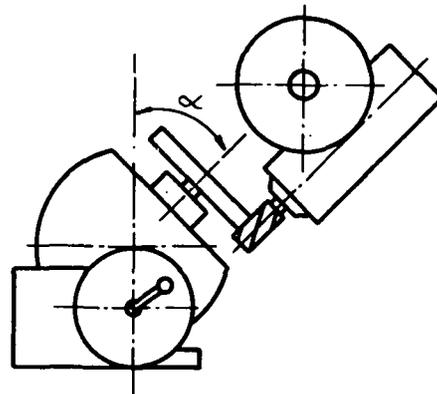


Fig. 5

Ejemplo:

Para construir una espiral de $P_e = 4,33$ mm, elegimos un $P_f = 5$ mm

Calcular la inclinación del husillo del aparato divisor

$$\text{sen } \alpha = \frac{P_e}{P_f} = \frac{4,33}{5} = 0,866$$

$$\alpha = 60^\circ$$



Es una máquina que está dispuesta para el mecanizado por abrasión (rectificación) de materiales o piezas, que se encuentran en estado natural o tratadas térmicamente, por medio de una herramienta llamada *muela*. El hecho de que esta herramienta de trabajo sea de filos múltiples y que se puedan montar en el husillo correspondiente muelas de distintos tipos y formas, confieren a la rectificadora características especiales y una ventaja sobre otras máquinas herramientas (limadora, cepilladora, torno, fresadora), como ser la de poder dar a las superficies ya trabajadas por esas, una *terminación más precisa y un acabado prolijo*.

CLASIFICACION

En cuanto al sistema de movimiento.

- Rectificadoras con movimientos manuales.
- Rectificadoras con movimiento semi-automático.
- Rectificadoras con movimiento automático.

En cuanto a operaciones que realiza.

- Rectificadoras planas (fig. 1).
- Rectificadoras cilíndricas (fig. 2).
- Rectificadoras especiales (fig. 3).

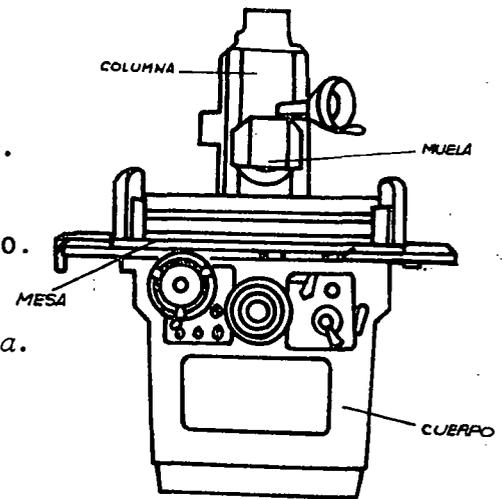


Fig. 1

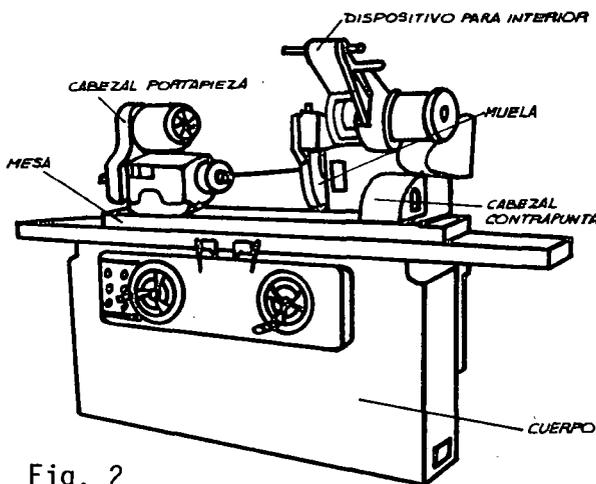


Fig. 2

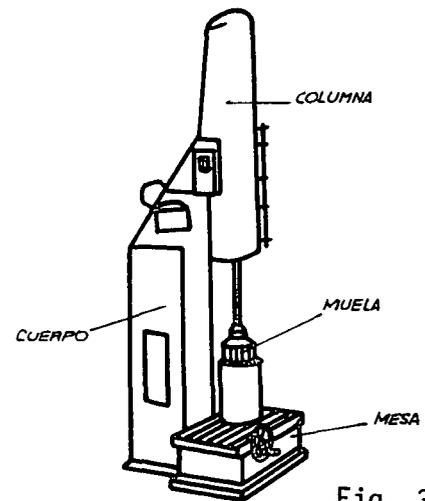


Fig. 3

CONSTITUCION

La rectificadora se compone básicamente de las siguiente partes:

- 1 - Base.
- 2 - Mesa base o bancada
- 3 - Cabecal porta-muela.
- 4 - Sistema de movimiento.

*Base*

Es de fundición sólida y bien proporcionada con gran superficie de apoyo. Es la parte por medio de la cual la máquina se apoya en el suelo, y que sirve de sostén a los demás órganos de la máquina. Las guías de deslizamiento de la mesa o cabezal exceden la longitud de trabajo impidiendo así la flexión de éstos; las guías son: prismáticas, planas o ambas combinadas y están perfectamente ajustadas a mano; su lubricación puede ser automática o no.

Mesa de base o bancada

Sirve de sostén a piezas que han de ser trabajadas, directamente montadas sobre ella o a través de accesorios de fijación. Es construida en fundición, posee nervaduras y una superficie plana prolijamente terminada con ranuras para la colocación de los tornillos de fijación. En su parte inferior se halla fijada una cremallera para recibir el movimiento manual y los soportes para la fijación del sistema de movimiento automático, con las guías de deslizamiento. Su frente presenta una ranura longitudinal donde se alojan los topes móviles para limitar el recorrido de la mesa.

Cabezal porta-muela

Es una de las partes más esenciales de la máquina, pues sirve de soporte al husillo porta-muela el cual recibe movimiento a través del motor. La construcción es de fundición, el asiento del husillo puede ser sobre cojinetes de bronce o rodamientos. Posee un sistema de lubricación que puede ser forzada, o en baño de aceite. En la parte que posee las guías de deslizamiento también se encuentra la tuerca para el sistema de movimiento manual y los soportes para la fijación del sistema de movimiento automático.

Sistema de movimiento

MANUAL - Los movimientos de las mesas y del cabezal porta-muela se efectúan por medio de tuercas y tornillos y/o piñón y cremallera.

SEMI-AUTOMATICO - Estos movimientos son comandados únicamente por sistema hidráulico, mecánico y manual combinados.

AUTOMATICO - Los movimientos son comandados únicamente por sistema hidráulico, eléctrico y mecánico o todos combinados.



CARACTERISTICAS

Las características más comunes de estas máquinas son:

- dimensiones de la mesa
- recorrido máximo longitudinal
- recorrido máximo transversal
- velocidades del cabezal porta-muela
- dimensiones de la muela
- potencia de los motores
- capacidad de trabajo
- dimensiones y peso de la máquina

ACCESORIOS NORMALES

- muela
- juego de llaves de servicio
- equipo para balanceo de muela
- porta-diamante para rectificar la muela
- platillo porta-muela
- extractor para poleas y platillos
- poleas motor cabezal porta-muela

CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

Dado que la rectificadora es una máquina concebida para realizar trabajos de gran precisión, su fabricación es hecha con mucho cuidado, lo cual motiva un elevado costo; por lo tanto, se deduce la necesidad de conservarla en condiciones óptimas de uso. Esto se logra de la siguiente manera:

- a. mantenga su mecanismo bien acoplado
- b. lubrique las superficies de rotación y deslizamiento
- c. revise periódicamente el filtro de la bomba del circuito hidráulico.
- d. renueve el fluido de corte cuando no se encuentre en condiciones normales, procurando mantenerlo en buen estado de limpieza.
- e. renueve *SEMESTRALMENTE* el aceite del cabezal *PORTA-MUELA* y *ANUALMENTE* el aceite del movimiento hidráulico.

VOCABULARIO TECNICO

MUELA - piedra de rectificación-piedra esmeril.

BASE - pedestal - cuerpo.

PLATILLO - plato de sujeción.



Las máquinas de rectificar plano o rectificadoras planas, como generalmente se las llama, permiten rectificar todos los tipos de superficies planas que pueda poseer una pieza paralela, perpendicular u oblicua.

TIPOS

La posición del husillo porta-muela con respecto a la superficie de la mesa determina los procesos de rectificar y dos tipos de rectificadora plana: la *tangencial horizontal* y la *vertical*.

En la *rectificadora plana tangencial* (fig.1), el husillo porta-muela se encuentra paralelo a la superficie de la mesa, siendo la periferia de la muela la superficie de ataque (fig. 2), se utiliza en este caso una muela cilíndrica (tipo recta plana).

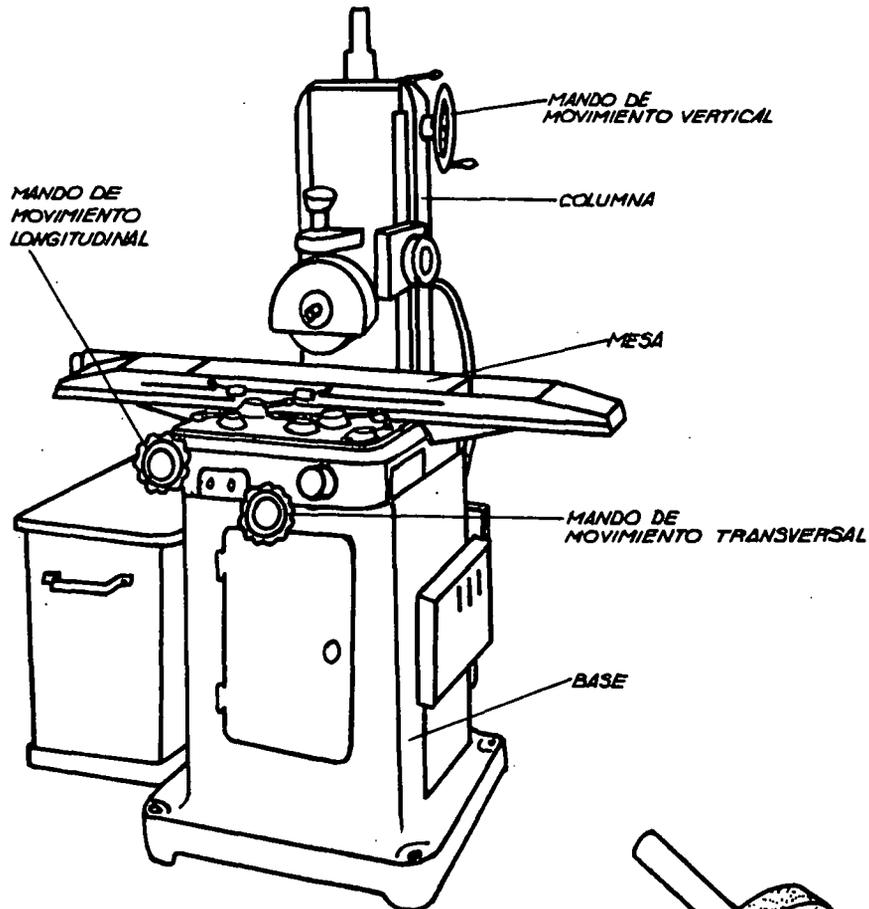


Fig. 1

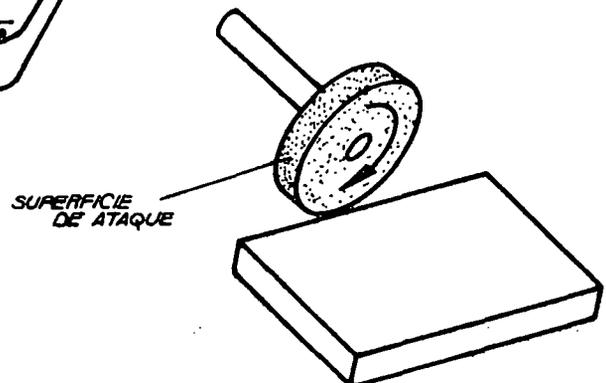


Fig. 2

En la *rectificadora vertical* (fig. 3), el husillo porta-muela se encuentra perpendicular a la superficie de la mesa, siendo utilizada una muela tipo copa o anillo cuya cara de ataque es su parte plana que tiene forma de corona circular (fig. 4).

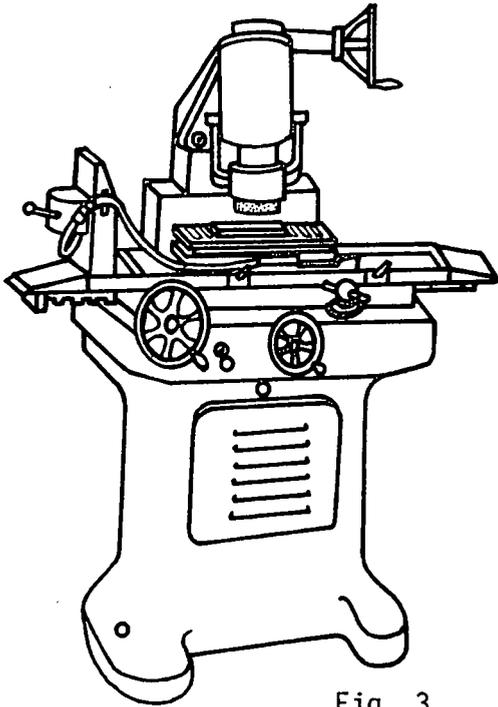


Fig. 3

En ambos tipos, el movimiento de la mesa tanto puede ser alternativo (va y ven) como circular; en el primer caso la mesa es rectangular y en el segundo es circular (fig. 5).

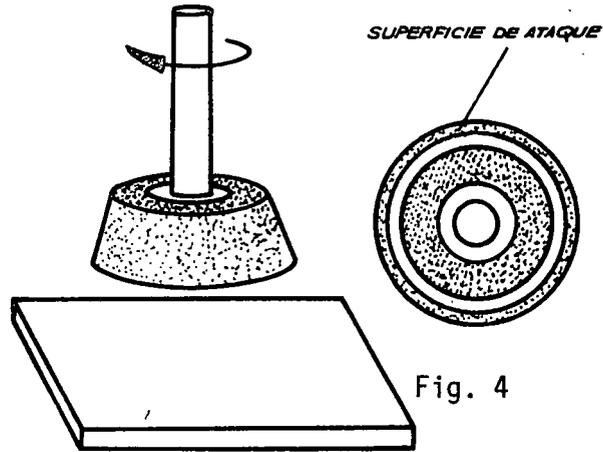


Fig. 4

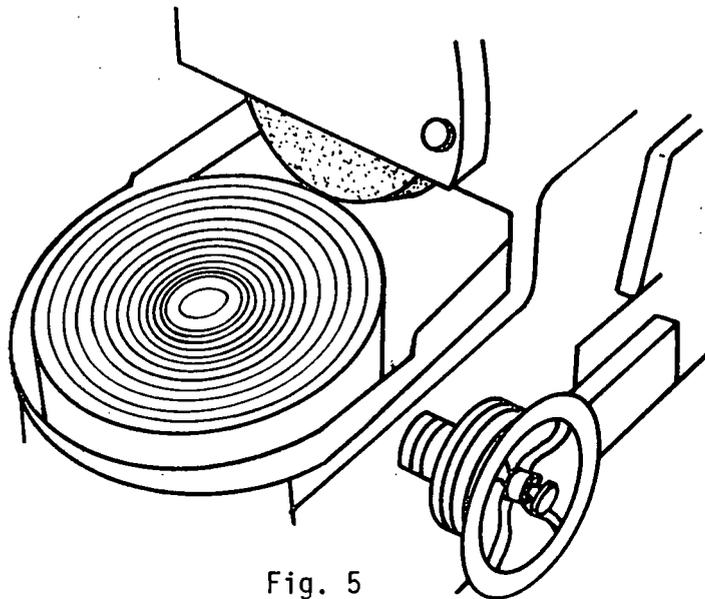


Fig. 5

CONSTITUCION

Además de la constitución básica ya mencionada, las rectificadoras planas poseen:

columna

Es de fundición convenientemente nervada y montada sobre guías transversales o fijadas rígidamente a la base. Posee también guías en posición vertical para el ajuste y desplazamiento del cabezal porta-muela.

mesa transversal

Algunas máquinas poseen este tipo de mesa, con la cual se consigue el desplazamiento transversal. Es de fundición y en su parte superior posee guías para el deslizamiento de la mesa de trabajo y en su parte inferior tiene guías perfectamente ajustadas para permitir su deslizamiento.



CARACTERISTICAS

Además de las comunes, las rectificadoras planas poseen las siguientes :

Velocidad longitudinal de la mesa.

Velocidad de avance transversal (continuo o paso a paso).

Desplazamiento vertical (cabezal porta-muela).

ACCESORIOS ESPECIALES

Dispositivos para diamantar muelas en ángulo.

Mesa inclinable.

Morsa de máquina.

Morsa universal

Mesa de senos.

FUNCIONAMIENTO

Un motor acciona la bomba del circuito hidráulico, que da el movimiento longitudinal a la mesa de trabajo y al avance continuo o paso a paso de la mesa transversal.

En el primer caso, el control de la velocidad se efectúa por medio de una válvula, que abriéndola progresivamente aumenta dicha velocidad.

En el segundo caso, el avance transversal continuo o paso a paso se consigue invirtiendo la posición de la válvula del movimiento transversal.

El avance paso a paso posee un registro igual al del primer caso.

Algunas máquinas también poseen el avance del cabezal porta-muela accionado por este sistema.

El husillo porta-muela recibe el movimiento de giro por medio de un motor, acoplado directamente o por transmisión de correas.

Algunas máquinas poseen el desplazamiento rápido vertical del cabezal porta muela, que se obtiene por medio de un motor que acciona un sin fin y corona.

Todas estas rectificadoras planas poseen una bomba para el fluido de corte, que es accionado por un motor independiente de los demás; regulándose el paso de fluido por medio de una válvula que se encuentra en un lugar accesible al operario.



MECANICA GENERAL

La muela es una herramienta universal utilizada en máquinas apropiadas para cortar, desvistar o pulir cualquier tipo de material metálico o no (fig.1).

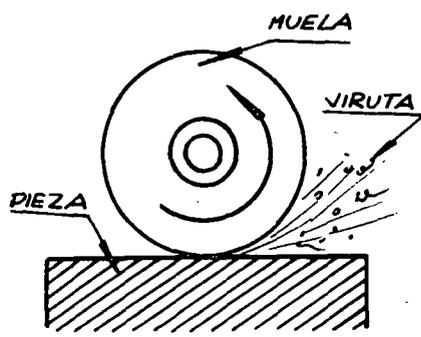


Fig. 1

Está formada por una cantidad de granos abrasivos de gran dureza, unidos entre sí por medio de un material aglomerante y sus formas dependen de la tarea a efectuar.

Cada grano abrasivo que entra en contacto con el trabajo remueve una cantidad de material en condiciones idénticas a los dientes de una fresa (fig.2)

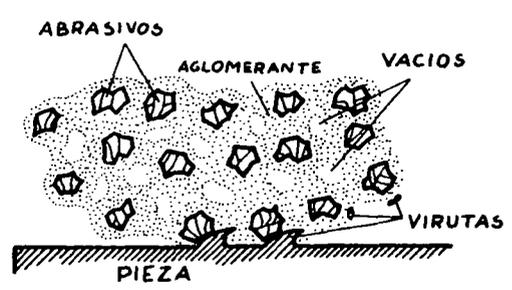


Fig. 2

A medida que se desarrolla esta operación, los granos abrasivos van perdiendo sus propiedades de corte, exigiendo mayor presión sobre la muela. Esta fuerza fractura y desprende los granos abrasivos, haciendo que entren en contacto con el trabajo, nuevos granos con puntas agudas y cortantes. Esta propiedad de la muela es única y desconocida en cualquier otra herramienta de corte.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Por ser una herramienta construída en varias formas, prácticamente se puede utilizar en todos los tipos de operaciones, debido a la gran variación de su especificación en casi todos los tipos de materiales, como así también, ejecutar desde el desbaste grueso, hasta un acabado muy fino o pulimento y lapidación dentro de la precisión más rigurosa. Debido a su constitución, es una herramienta que una vez montada en la máquina, se puede utilizar hasta el final sin ser necesario desmontarla para ser afilada como las herramientas comunes.

Por ser frágil y trabajar con un elevado rozamiento no permite remover gran cantidad de material por pasada.

CODIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS

3-4.23

*CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION*

Esta herramienta es cara y delicada, por lo tanto deben extremarse las precauciones para evitar un desgaste rápido. Algunos aspectos que se deben considerar para poseer mejores condiciones de uso y mantenimiento son las siguientes :

- a) Elija la muela para cada trabajo.
- b) Trabaje en las condiciones adecuadas.
(velocidad de corte, profundidad, refrigeración).
- c) Verifique que este bien montada.
- d) Una vez terminado el trabajo guárdela en su lugar evitando ser golpeada.

VOCABULARIO TECNICO

AGLOMERANTE - liga



Son dispositivos de fijación que permiten la sujeción de piezas de metal ferroso, por medio del sistema magnético o electromagnético que lleva incorporado.

CLASIFICACION

EN CUANTO A SU FORMA

Hay dos tipos de platos magnéticos: los de FORMA PRISMÁTICA (rectangular, fig. 1) generalmente adaptados en mesas de máquinas herramientas y los de FORMA CILÍNDRICA (circular, fig 2) que pueden ser adaptados a husillos de cabezales porta-piezas. Los platos magnéticos cilíndricos pueden adaptarse también a mesas de máquinas herramientas.

CIRCUITOS DE IMANES PERMANENTES

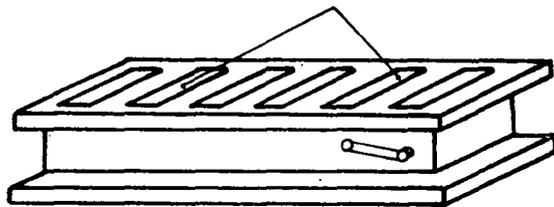


Fig. 1

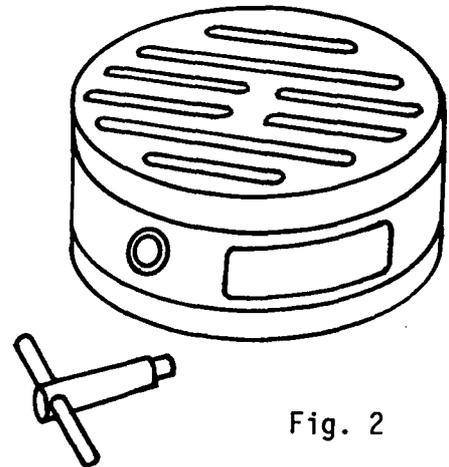


Fig. 2

EN CUANTO A CARACTERISTICAS

Se caracterizan por el proceso de magnetización de su cara superior, que es plana, y puede hacerse con imanes permanentes o por medio de corriente eléctrica continua. Se los conoce por el nombre de PLATOS DE IMAN PERMANENTE y PLATOS ELECTROMAGNETICOS.

CONSTITUCION

Están constituidos por una BASE, la cual se fija a la mesa o husillo de la máquina, un NUCLEO de imanes permanentes o bobinas, ubicadas dentro del cuerpo del plato y una PLACA SUPERIOR formada por cierto número de piezas de acero de bajo contenido de carbono, separados entre si por placas de metales no magnetizables. En los laterales de ésta, posee una serie de agujeros roscados para la fijación de reglas de referencia (fig. 3).

CIRCUITOS DE IMANES PERMANENTES PLACA SUPERIOR

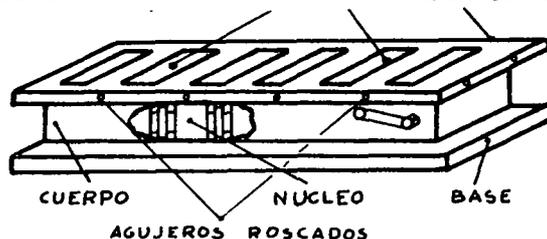


Fig. 3



VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La fijación del plato a la máquina es rápida y fácil, pues no necesita de a lineación, a no ser que se utilice la regla de referencia. Otra ventaja no lograda con otros sistemas es que permite la sujeción de piezas de poco espesor o fácilmente deformable o de difícil fijación.

También las piezas pueden fijarse con rapidez.

El plato magnético tiene la desventaja de no poder sujetar piezas que no tengan propiedades magnéticas como el aluminio, cobre y bronce.

CONDICIONES DE USO

El plato magnético para estar en condiciones de uso tiene que tener su superficie libre de surcos y rebabas; los agujeros roscados para fijar las reglas deben estar en buen estado.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Es importante la revisión periódica del magnetismo del plato antes de ser usado; en caso que pierda las condiciones magnéticas, habrá que repararlo.

El plato magnético es un accesorio delicado e importante en la fijación de piezas y por lo tanto, merece mucho cuidado y atención durante su uso y una vez concluido el trabajo.

Esto significa que debe trasladarse y montarse con precaución evitando golpearlo.

Se recomienda después de su uso una limpieza y la aplicación de una película de aceite o grasa, para evitar la oxidación.

Deben guardarse en lugar apropiado con sus superficies protegidas.

FUNCIONAMIENTO

PLATO DE MAGNETISMO PERMANENTE

Posee una llave (manivela) externa en uno de los extremos del cuerpo del plato, cuando éste es rectangular y en un lugar de su perímetro cuando es circular. Girando esta llave 180°, se consigue el deslizamiento del núcleo de imanes permanentes, que se posicionan con las piezas separadas que forman el núcleo de la placa superior.

Una vez en esta posición, el campo magnético producido por el núcleo cubre la superficie superior, produciendo una fuerte adherencia entre éste y la pieza, fijándola.

PLATOS ELECTROMAGNETICOS

Al accionar una llave inversora externa, se conectan las bobinas a un circuito de corriente continua (fig. 4) produciéndose campos magnéticos, que se transmiten a la superficie de las piezas separadas (que forman la placa superior), fijando fuertemente la pieza. Terminada la operación se invierte el sentido de la corriente por medio de la llave inversora por breve tiempo para desmagnetizar la pieza, desconectándose enseguida para retirarla.

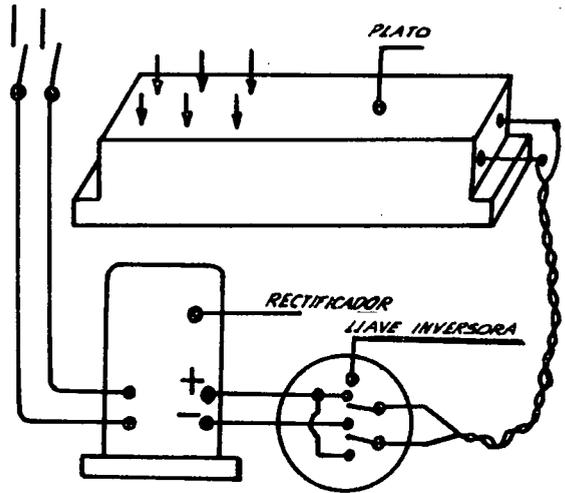


Fig. 4

OBSERVACION

No se debe usar fluido de corte en los platos electromagnéticos, a no ser que estos tengan constitución especial, apropiada a la refrigeración húmeda.

RESUMEN

*PLATOS
MAGNETICOS*

<p><i>Clasificación</i></p>	<p>Por su forma</p>	Prismática
		Circular
	<p>Por características</p>	Imán permanente
		Electroimán
<p><i>Ventajas</i></p>	Rapidez de sujeción	
	Sujeción de piezas de poco espesor	
<p><i>Desventajas</i></p>	La no sujeción de piezas no magnetizables	Bronce
		Cobre
<p><i>Funcionamiento</i></p>	Magnético	Imán permanente
	Electromagnetismo	Corriente continua



Esta herramienta impropriamente llamada "diamante", es en rigor de verdad el rectificador de muelas con punta de diamante (fig. 1).

CONSTITUCION

Está formado por un mango de acero al carbono y un diamante engarzado en su punta de trabajo. El diamante empleado en este tipo de herramienta generalmente es de origen natural.

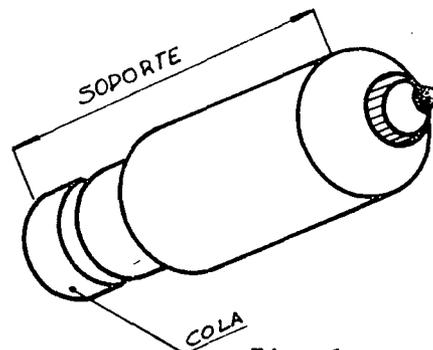
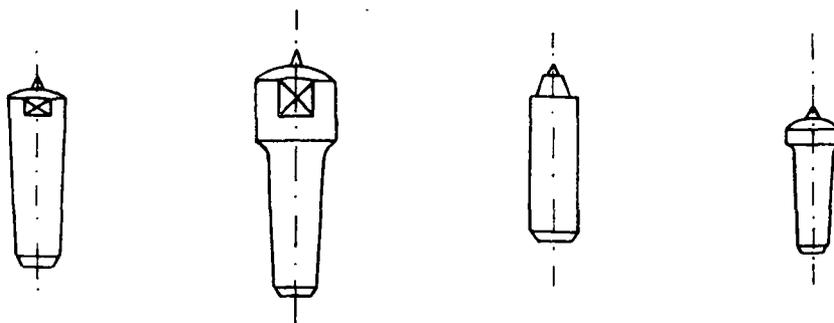


Fig. 1

MANGOS (TIPOS Y USOS)

Los mangos pueden ser de distintos tipos y formas, siendo las más comunes los de COLA CILINDRICA PARALELA y CILINDRICA CONICA (figs. 2, 3, 4 y 5).



Figs. 2, 3, 4 y 5

Las colas de todos estos tipos de mangos se rectifican para permitir un perfecto ajuste al ser montadas en el alojamiento del soporte porta-diamante, y evitar vibraciones durante el rectificado de la muela.

También existen mangos de cola cuadrada, exagonal o roscada, que son utilizadas en máquinas especiales.

DIAMANTE

Es una piedra preciosa natural, constituida por carbono cristalizado. Se caracteriza por ser el más duro de los materiales abrasivos conocidos, ya que ocupa el número 10 de la escala de "MOHS".

El diamante utilizado en la rectificación de muelas es el diamante industrial.

El DIAMANTE NEGRO es el más duro, pero no tiene aristas agudas.

El DIAMANTE CLARO posee menos dureza que los negros sin embargo es el más usado en la rectificación de muelas, por tener aristas muy afiladas.

El diamante que es empleado en herramientas rectificadoras de muelas, generalmente, es lapidado en diversas formas, siendo la más común la octaédrica

TIPOS DE ENGARSE DEL DIAMANTE

El engarce del diamante se efectúa, por lo general introduciendo a éste en un alojamiento apropiado, que se hace en la punta del mango y rellenándolo con soldadura de bronce o plata (fig. 6).

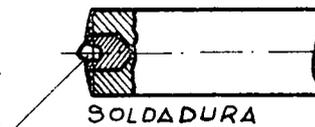


Fig.6

Existen también otros tipos de engarce, donde la fijación del diamante es hecha por medio de una tuerca que hace de tapón (fig. 7). Un resorte actúa como una almohadilla en la parte posterior del diamante de manera que éste no se rompa por efecto de los choques (fig. 8).

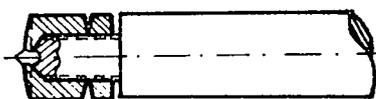


Fig. 7

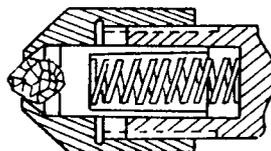


Fig. 8

Estos dos últimos tipos de engarce permiten cambiar fácilmente la posición del diamante una vez desgastado, pero no son muy usados, puesto que la fijación no es tan sólida.

SELECCION DEL DIAMANTE

Para elegir el diamante, se debe tener en cuenta el diámetro de la muela. La tabla siguiente indica el peso del diamante en quilates.

DIAMETRO DE LA MUELA EN MILIMETROS	QUILATES
HASTA 50	0,5
50 a 100	0,75
100 a 200	1
200 a 400	1 a 1,5
400 a 600	1,5 a 3
MAS DE 600	3 a 5

CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

- 1) Durante el uso debe girarse periódicamente el diamante para evitar que se forme una parte plana.
- 2) Se puede usar con fluido de corte, o en seco; en este caso, se debe dar tiempo entre cada pasada para que el diamante se enfrie.

CONSERVACION

Dada su fragilidad, debe guardarse en estuche para protegerlo contra golpes

VOCABULARIO TECNICO

RECTIFICADOR DE MUELA - diamante.

MANGO DE DIAMANTE - porta-diamante.



Estos elementos son utilizados por el rectificador para los trabajos en seco. Tienen la propiedad de retener el polvillo desprendido durante las operaciones de rectificado de muelas o piezas, protegiendo de esta manera las vías respiratorias del operario.

MASCARAS ANTIPOLVILLO

Tipos

Existen varias formas de máscaras antipolvillo. Las más usadas son las indicadas en las figuras 1 y 2.

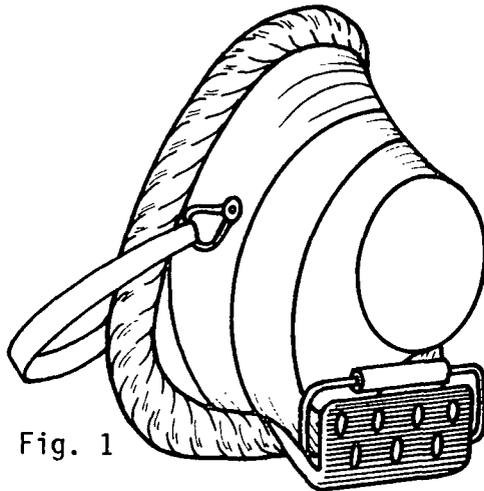


Fig. 1

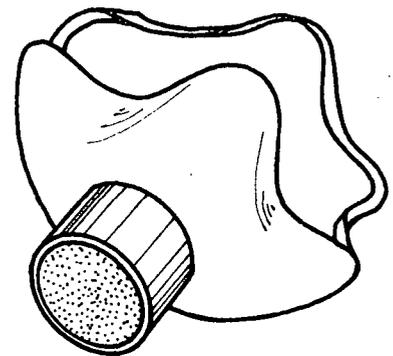


Fig. 2

Constitución y características

Generalmente su cuerpo está constituido en plástico o metal, teniendo los bordes que apoyan en la cara del operario una protección de paño, felpilla o goma para no dañar la piel del rostro.

En la parte por la cual se respira, posee un filtro constituido por una o más telas metálicas, un fieltro suave y una gasa tratada.

Las máscaras se ajustan al rostro por medio de un elástico que rodea la nuca del operario; son de rápida y fácil colocación, resistentes y adaptables a la configuración de la cara.

Condiciones de uso

El filtro debe ser renovado, cuando por estar sucio o tapado pierde sus condiciones protectoras, como así también el elástico y el revestimiento de los bordes cuando pierden sus condiciones de uso normal.

Conservación

Este elemento debe guardarse en lugares limpios y apropiados evitando la rotura de la máscara y el deterioro del filtro.

ASPIRADORES

Tipos

Se utilizan dos tipos de aspiradores antipolvillos: los que forman parte constitutiva de la máquina (fig.3) y los equipos independientes que se aplican a las máquinas según necesidad (fig. 4).

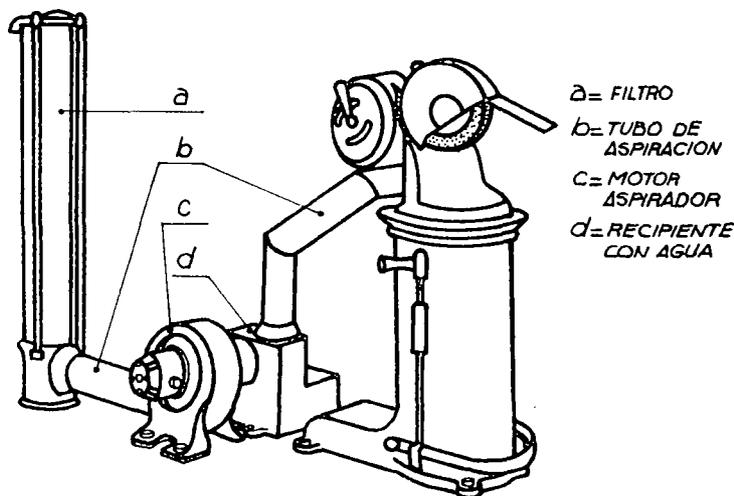


Fig. 3

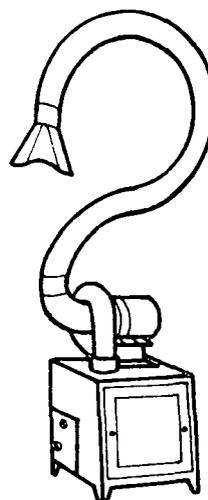


Fig. 4

Constitución

Ambos equipos están constituidos por los mismos elementos que son:

- FILTRO
- CONDUCTO DE ASPIRACION
- CONJUNTO MOTOR ASPIRADOR
- DEPOSITO DE DECANTACION

Funcionamiento

Al funcionar el equipo, provoca una corriente de aspiración que extrae las partículas de muela y material desprendidas siendo trasladadas éstas, por la corriente de aspiración, a través del conducto respectivo y caen por gravedad o son retenidas por rozamiento con la superficie, en el líquido; las más pesadas, en el depósito que contiene agua y las más livianas se mantienen en suspensión en la corriente de aire y retenidas al final por el filtro.

Mantenimiento

Periódicamente se deberá controlar el depósito de decantación y el filtro. Del depósito se retirarán las partículas depositadas en él, y se renovará el agua. El filtro de aire deberá limpiarse o renovarse según el estado del mismo.



Son dos los componentes : *abrasivo y aglomerante.*

ABRASIVOS

Se encuentran en la muela en forma de granos y están destinados a ejercer acción cortante.

Existen dos tipos : *sintéticos y naturales.*

ABRASIVOS SINTETICOS

Son componentes químicos con distintas características. Se utilizan principalmente los de *óxido de aluminio* y los de *carburo de silicio*.

Oxido de aluminio

Presenta coloración, que varía de rosado oscuro al blanco y varios grados de refinación.

Tipos y Características

Están dados por el grado de pureza, color y mezcla de los mismos denominándose por las letras A, AA, DA, GA.

- A Oxido de aluminio común: de color gris o marrón; es menos refinado: 96% de pureza.
- AA Oxido de aluminio de color blanco o rosado; es el más refinado : 99% de pureza.
- DA Oxido de aluminio combinado : de color variado, pero generalmente es rosado oscuro. Mezcla de A y AA.
- GA Oxido de aluminio intermedio: de color marrón claro a gris claro, con aproximadamente 97% de pureza.

Carburo de silicio

Presenta coloración del gris oscuro al verde claro y también varios grados de refinación.

Tipos y Características

Son más duros que el óxido de aluminio siendo los más usados, tres tipos también simbolizados por las letras C, GC, RC.

- C Carburo de silicio gris : de color gris oscuro a gris claro, siendo el menos refinado.
- GC Carburo de silicio verde: de color verde oscuro a verde claro, más refinado, siendo uno de los abrasivos sintéticos más duros que se conocen.
- RC Carburo de silicio combinado: de color gris verdoso, siendo una mezcla de C con GC.



ABRASIVOS NATURALES

Son extraídos de minerales, y presentan también distintas características.

Tipos y características

Se utilizan principalmente el esmeril, corindón y diamante.

Esmeril

De coloración negra a marrón, con una dureza inferior al óxido de aluminio.

Corindón

De coloración variada entre rosado oscuro al blanco. Posee la misma dureza que el óxido de aluminio.

Diamante

De color negro o claro. Es el más duro de los materiales.

AGLOMERANTE

Es el material que actúa como cemento para unir los granos abrasivos.

Características

Se caracterizan por su capacidad para retener los granos y su flexibilidad.

Tipos

Existen dos: *naturales* y *sintéticos*. Son simbolizados por letras: V, B, R, S y M.

Aglomerantes naturales

Pueden ser orgánicos o minerales.

V (*vitricado*) - Es mineral, rígido y quebradizo.

S (*silicato*) - Es mineral, rígido y quebradizo.

R (*caucho*) - Es orgánico, elástico y flexible

M (*metálico*) - Es mineral, rígido y resistente.

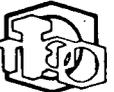
Aglomerante sintético

Son compuestos químicos.

B (*resinoso*) - Es más elástico y resistente que el vitricado.

RESUMEN

1 ABRASIVOS	Artificiales	Oxido de aluminio	A AA DA GA C GC RC
		Carburo de silicio	
2 AGLOMERANTES	Naturales	Esmeril	Vitrificado - V Silicato - S Caucho - R Metálico - M Resinoso - B
		Diamante	
2 AGLOMERANTES	Sintético	Coridón	

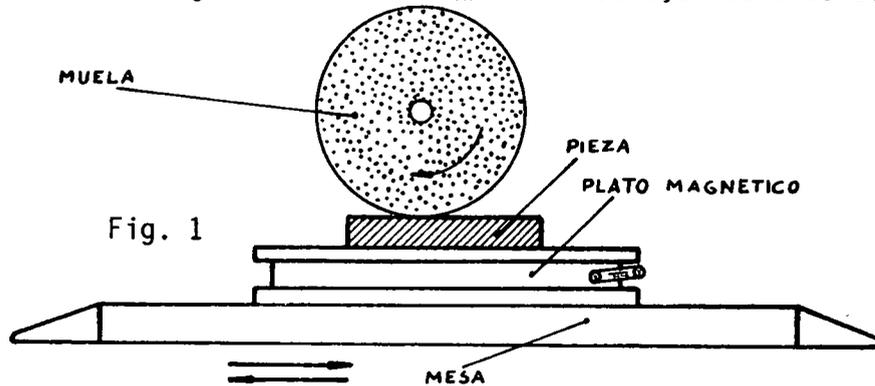


Los avances de corte en la rectificadora plana son en rigor, la resultante del avance transversal y de la velocidad longitudinal de la mesa.

Como todos los tipos de rectificadora plana, posee mecanismos adecuados para la regulación. Es necesario la observación de la velocidad y el avance, para obtener las mejores condiciones posibles en la técnica y economía del trabajo a realizar.

VELOCIDAD LONGITUDINAL DE LA PIEZA

Es la velocidad en metros por minutos con que se traslada la pieza alternadamente de uno, a otro sentido. En una fase del movimiento, la mesa avanza en el mismo sentido de giro de la muela, y en la otra, en sentido contrario (fig. 1)



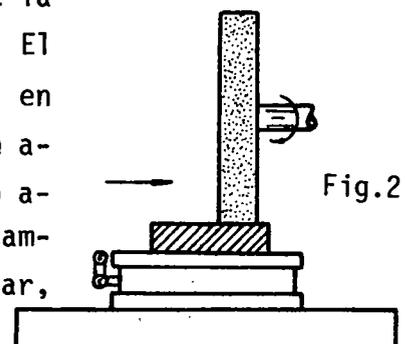
Las velocidades muy altas generalmente desgastan rápidamente la muela. Teniendo en cuenta estos datos, los fabricantes de muelas han recomendado la siguiente tabla de velocidades en m/min.

VELOCIDADES EN m/min

TIPO DE MUELA \ MATERIAL A RECTIFICAR	ACERO COMUN	ACERO TEMPLADO	ACEROS ALEADOS TRATADOS	FUNDICION	BRONCE LATON	ALUMINIO
	RECTA PLANA	9	8,5	8	9	10
DE COPA	11	10,5	10	11	12	12

AVANCE TRANSVERSAL

Es el avance de la muela, en mm, por cada pasada de la pieza en su desplazamiento longitudinal (fig. 2). El avance en cada curso de la mesa no debe exceder, en general, la mitad del ancho de la muela. Se adoptan avances menores que la media para trabajos de fino acabado; sin embargo en la práctica se relaciona también el avance con el tipo de material a rectificar, como se recomienda en la siguiente tabla.



AVANCE TRANSVERSAL POR PASADA

MATERIAL \ TIPO DE CORTE	DESBASTE	ACABADO
ACERO	0,15.E a 0,25.E	0,02.E a 0,10.E
FUNDICIONES	0,20.E a 0,45.E	0,05.E a 0,15.E
BRONCE LATON	0,25.E a 0,50.E	0,10.E a 0,25.E
ALUMINIO	0,25.E a 0,50.E	0,10.E a 0,25.E

Siendo E = Espesor de la muela en milímetros.

El avance transversal, la muela no debe salir de la superficie más de la mitad de su ancho. Esto es para evitar la pérdida de planitud por el combado de los extremos, que se producen por la pérdida de presión de la muela en el área de corte al salir de la superficie.

AVANCE DE PENETRACION DE LA MUELA

La penetración de la muela está relacionada con el tamaño de los granos de ésta, por lo tanto, cuanto menor sea el tamaño del grano abrasivo menor podrá ser el volumen del material arrancado (fig.3). De acuerdo con esto, el avance de penetración **no** podrá ser mayor que la dimención de los granos abrasivos de la muela.

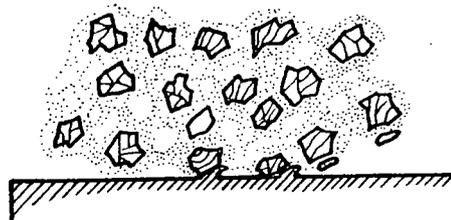


Fig. 3

Se recomienda, como norma general, para los distintos trabajos los siguientes avances en mm

Para desbaste 0,1 a 0,15

Para semiacabado 0,05 a 0,02

Para acabado 0,02 a 0,005



MECANICA GENERAL

Las características básicas de las muelas estan dadas por:naturaleza del a-brasivo,tamaño de grano,dureza,estructura,aglomerante,forma y dimensión.

NATURALEZA DEL ABRASIVO

- A Oxido de aluminio común.
- AA Oxido de aluminio blanco.
- DA Oxido de aluminio combinado.
- GA Oxido de aluminio intermedio.
- C Carburo de silicio gris.
- GC Carburo de silicio verde.
- RC Carburo de silicio combinado.
- D Diamante.

TAMAÑO DE GRANO

Los granos se clasifican en amplia escala de tamaño. Esta se obtiene después del proceso de trituración del material abrasivo,separándolo al hacerlo pasar por distintas zarandas (fig.1).

El número indicativo del tamaño de grano corresponde a los hilos contenidos en 25,4 mm lineales de la zaranda que se ha utilizado.

Los granos del 220 al 600 se separan por decantación.

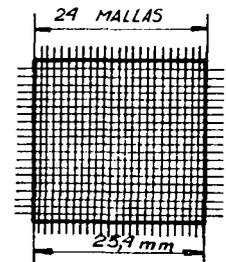


Fig. 1

GRUESO	MEDIO	FINO	ULTRA FINO
8	30	70	220
10	36	80	240
12	46	90	320
14	54	100	400
16	60	120	500
		150	600
		180	

DUREZA

El término dureza, aplicado a las muelas,se refiere a la tenacidad con que el aglomerante retiene las partículas cortantes,o granos abrasivos.No se de be confundir el grado de dureza que es dado a la muela, con la dureza del abrasivo.

CODIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS
3-4.23

El grado de dureza de la muela está designado por letras en orden alfabético que van desde la E (muy blanda) a la Z (extra dura).

MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	DURA	MUY DURA	EXTRA DURA
E	H	L	P	S	W
F	I	M	Q	T	X
G	J	N	R	U	Y
	K	O		V	Z

ESTRUCTURA

En el proceso de prensado de la muela no todo el espacio es ocupado por el aglomerante y los granos, quedando entre si espacios vacíos, llamados estructura o porosidad; estos proporcionan el ángulo de corte al grano y está indicado por números del 1 al 12, siendo el 1 la estructura más cerrada y el 12 la estructura más abierta.

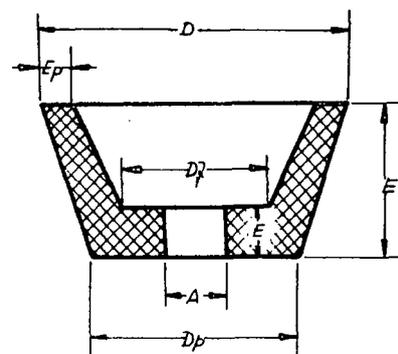
CERRADA	MEDIANA	ABIERTA	MUY ABIERTA
1	5	8	11
2	6	9	12
3	7	10	
4			

AGLOMERANTE

- V Vitrificado
- S Silicato
- R Caucho
- M Metálico
- B Resinoso

DIMENSIONES

Las dimensiones normales en milímetros, se refieren al diámetro exterior, espesor y al diámetro del agujero (D x E x A). Las otras dimensiones de talladas de muelas de forma especial, se encuentran siempre especificadas en los dibujos de los catálogos (fig.2).



- D - DIAMETRO (Total)
- E - ESPESOR (Total)
- A - AGUJERO
- Ep - ESPESOR DE LA PARED
- E - ESPESOR EN EL AGUJERO
- Dq - DIAMETRO DEL PLANO INTERIOR
- Dp - DIAMETRO DEL PLANO EXTERIOR

Fig. 2

SISTEMA DE MARCACION DE MUELAS

Los fabricantes de muelas adoptan un código universal, constituidos por letras y números, para indicar las especificaciones de la muela (fig. 3).

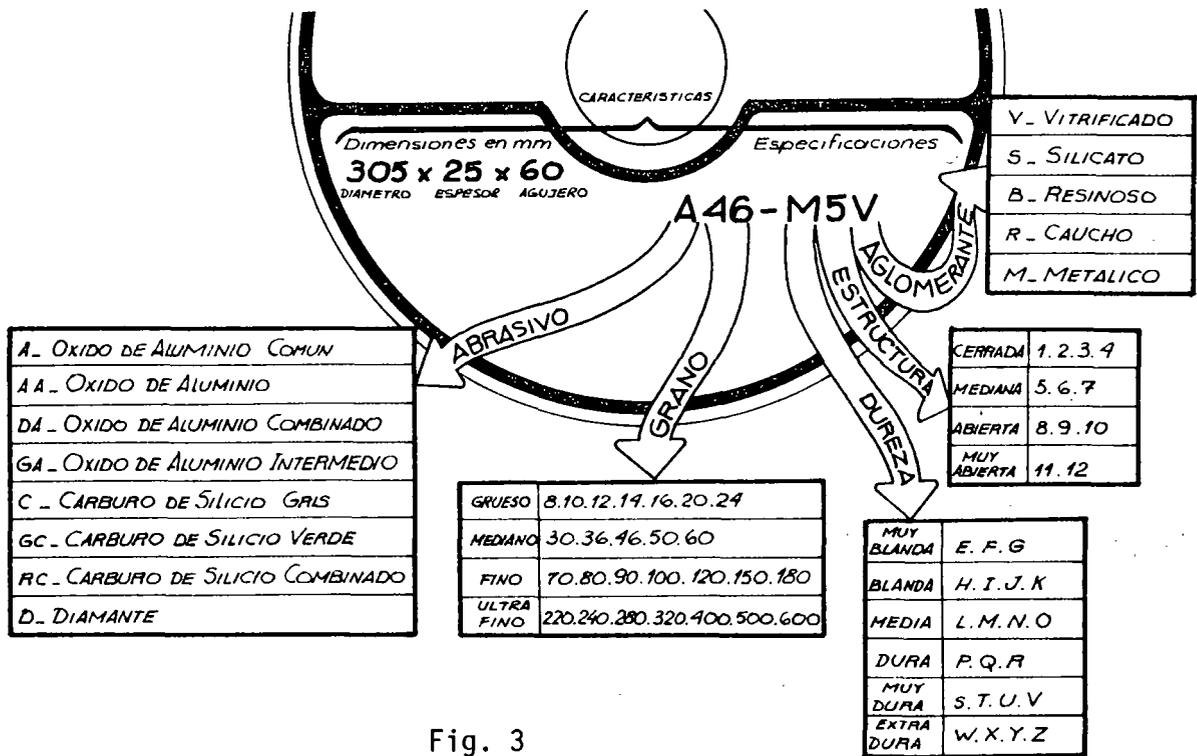


Fig. 3

Este sistema de marcación no comprende a las muelas de diamante y piedras de mano.



Son utensillos utilizados para la fijación, directa e indirecta, de piezas por acción del flujo magnético.

TIPOS

Podemos diferenciar por su forma de actuar, dos tipos: de *fijación directa*, que posee su fuente de energía magnética y de *fijación indirecta*, el cual transmite el flujo magnético recibido de otro elemento de fijación (plato magnético). Los dos tipos pueden ser de forma prismática paralela o de ranuras paralelas y en "V".

CONSTITUCION Y CARACTERISTICAS

Los que solo transmiten el flujo magnético recibido, están constituidos por láminas intercaladas de acero y metal no magnético (fig.1) y los que funcionan con su propia fuente de energía se basan en el mismo principio de los platos magnéticos (fig. 2).

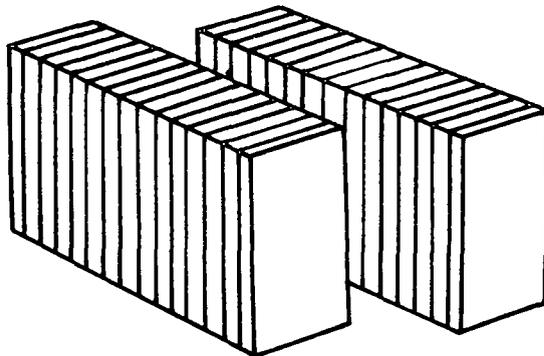


Fig. 1

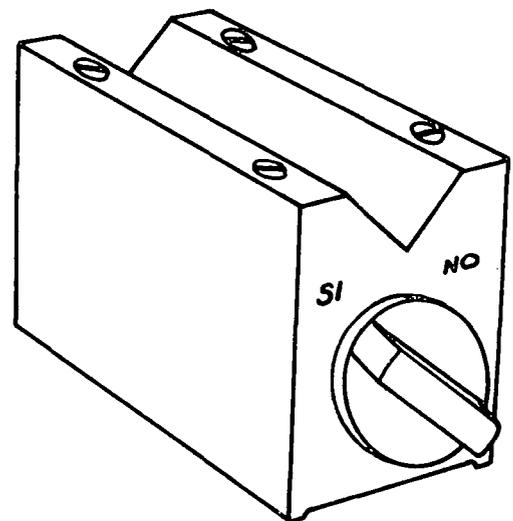


Fig. 2

VENTAJAS

Los bloques magnéticos son ventajosos porque sujetan con rapidez piezas de material magnetizable de sección redonda, rectangular o de forma irregular, las cuales pueden colocarse entre las caras en "V" y en contacto con las mismas (fig. 3).

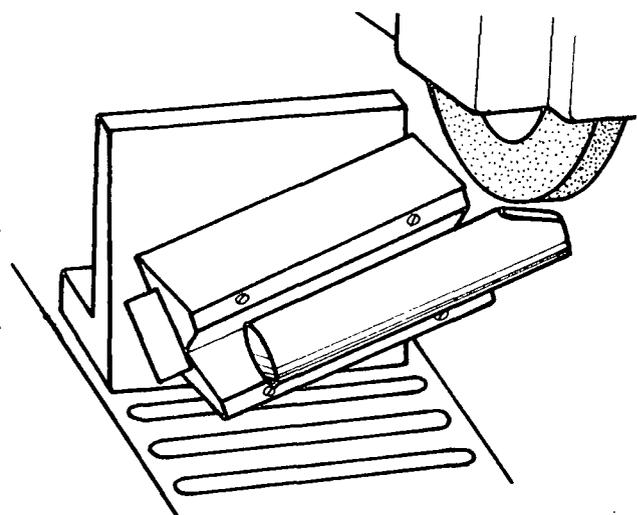


Fig. 3

También se utilizan en piezas con superficie saliente que no permiten la fácil sujeción sobre la superficie de un plato magnético (fig.4). Son adecuados para la fabricación de herramientas, inspección y operaciones a mano así como para trabajos ligeros a máquina y para rectificado húmedo o seco.

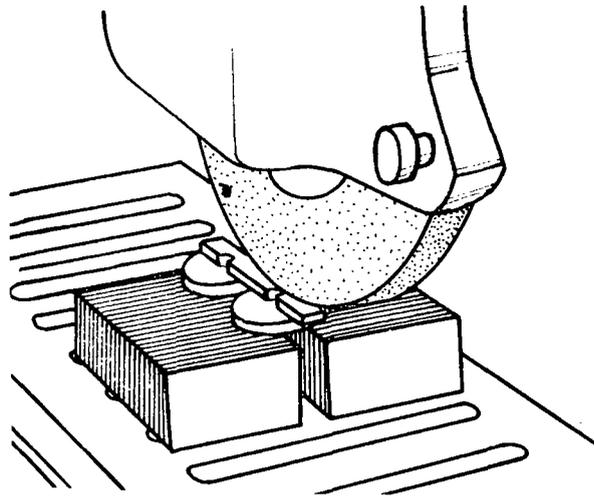


Fig. 4

CONDICIONES DE USO

Estos elementos deben poseer sus superficies libres de surcos y rebabas para mantener sus condiciones de uso.

Por ser accesorios delicados e importante en la fijación de piezas, merecen mucho cuidado y atención durante su uso y una vez concluido el trabajo. Por lo tanto, deben trasladarse y montarse con precaución evitando golpearlos. Se recomienda después de su uso una buena limpieza y la aplicación de una película de aceite o grasa, para evitar la oxidación. Deben guardarse en lugares apropiados con sus superficies protegidas.

FUNCIONAMIENTO

con fuente propia

Una llave permite la fijación de este elemento sobre la superficie en que a poya, si ésta es magnéticamente conductora, al mismo tiempo que sujeta las piezas que se apoyan sobre sus caras magnéticas.

Los que transmiten magnetismo

Apoyado sobre un plato magnético transmite su flujo a través de las láminas de acero y de la pieza, quedando ésta firmemente fijada a los bloques y estos a la superficie de fijación del plato magnético. *Estos bloques pueden usarse sobre sus cuatro lados, pero no sobre sus extremos.*



Son elementos de control que se utilizan para verificar la perpendicularidad de las superficies mecanizadas. Están constituidos por una pieza de acero tratado y rectificado.

CARACTERISTICAS

Los cilindros de control tienen sus bases rigurosamente perpendiculares a cualquier generatriz de su superficie cilíndrica (fig. 1); también la columna de control posee sus bases perfectamente perpendiculares a cualquiera de sus cuatro planos, estrictamente tallados en sus aristas longitudinales cuidadosamente rectificadas (fig. 2).

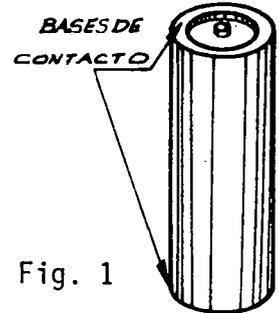


Fig. 1

CONDICIONES DE USO Y CONSERVACION

El cuidado y limpieza de estos elementos de control son esenciales para su uso y conservación.

Es importante, antes de su utilización, la limpieza tanto de la base como de la superficie cilíndrica, pues por causa de golpe o suciedad obtendríamos un falso control; por lo tanto, se recomienda guardarlas en lugares apropiados y cubiertos con una capa de aceite o grasa.

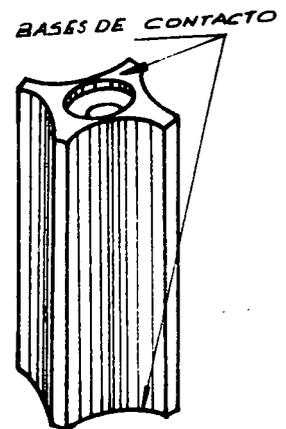


Fig. 2

CONDICIONES DE USO

Se debe verificar primeramente si la superficie en la cual se va a apoyar está limpia para luego posicionarlo contra la cara a controlar observando a trasluz la exactitud o no de la superficie (fig. 3).

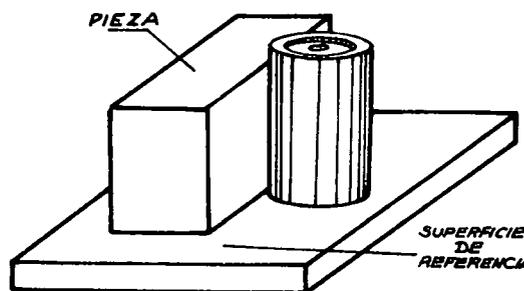


Fig. 3

Cuando el control se efectúa con la columna se procede, haciendo apoyar contra la cara a controlar una de sus cuatro aristas.



Es un accesorio indispensable que generalmente acompaña a las rectificadoras como equipamiento normal y se utiliza para balancear las muelas.

TIPOS

Existen dos tipos principales de soportes: los de regla con filo (fig.1) y los de cilindros rectificados (fig. 2).

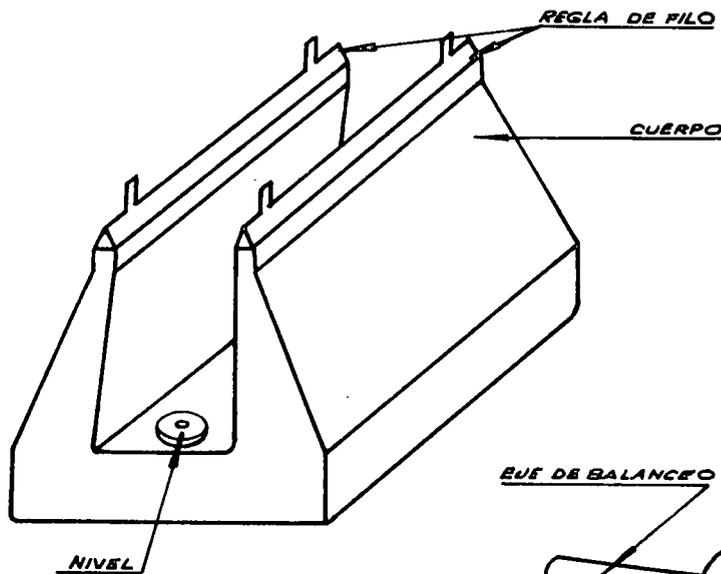


Fig. 1

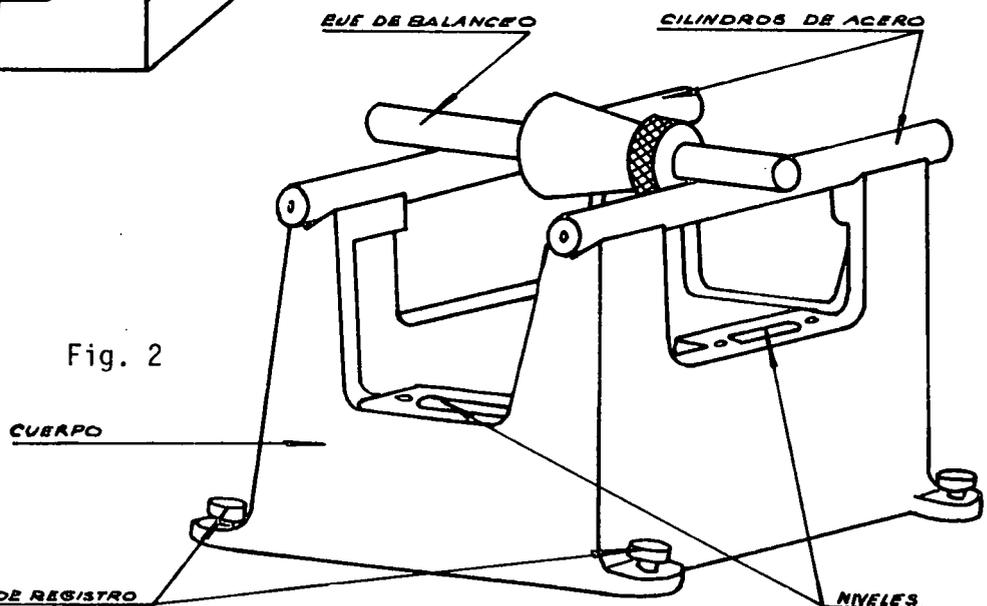


Fig. 2

CONSTITUCION Y CARACTERISTICAS

Estos soportes pueden diferir en su forma, pero básicamente están constituidos por un cuerpo de hierro fundido; reglas de filo, o cilindros de acero tratado y rectificadas, fijados o apoyados en la parte superior del cuerpo. En la parte inferior del cuerpo están colocados generalmente 2 ó 4 tornillos para nivelación del soporte. En una parte del cuerpo, próxima a la base, se encuentran los niveles de burbuja. Estos soportes siempre se acompañan de un eje de balanceo de acero tratado y rectificado, compuesto de dos cuerpos cilíndricos del mismo diámetro y, en el medio, un cono en el cual, es fijado con una tuerca el conjunto muela platillo.



VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Su uso es muy sencillo pues no requiere conocimiento o adiestramiento especial. Por su reducido tamaño, también puede ser fácilmente transportado, pero no permite obtener un equilibrio de rigurosa precisión como en las máquinas de balanceo dinámicas.

CONDICIONES DE USO

El soporte de balanceo para perfectas condiciones de uso debe estar:

- 1) CON LOS NIVELES EN BUEN ESTADO Y PERFECTAMENTE REGISTRADOS.
- 2) CON LAS REGLAS O CILINDROS LIBRES DE SURCOS O GOLPES.
- 3) CON EL EJE DE BALANCEO EN BUEN ESTADO.
- 4) CON LOS TORNILLOS DE NIVELACION EN BUEN ESTADO.

CONSERVACION

El soporte de balanceo al igual que los otros accesorios de la rectificadora debe ser trasladado con cuidado para evitar golpes. Durante su uso, ha de procurarse mantener constantemente limpias las reglas o los cilindros y el eje de balanceo. Debe guardarse en un lugar en que esten libres de golpes y polvo, como también cuidar que se le aplique una película de aceite o grasa en las reglas y el eje para preservarlos de la oxidación.

VOCABULARIO TECNICO

SOPORTE PARA BALANCEAR MUELAS - aparato para balanceo estático.

EJE DE BALANCEO - eje porta-brida.



Son accesorios de la rectificadora que se usan para montar las muelas, y a la vez, transmitirle el movimiento de rotación que recibe del husillo de la máquina.

BRIDA

Constitución y características

Este accesorio sirve para montar como también para balancear la muelas. Se construye en acero y está constituido por: platillo contraplato, juego de contrapeso y tornillos de fijación (fig.1). Los platillos y contraplatos se complementan y fijan entre si la muela, por medio de los tornillos.

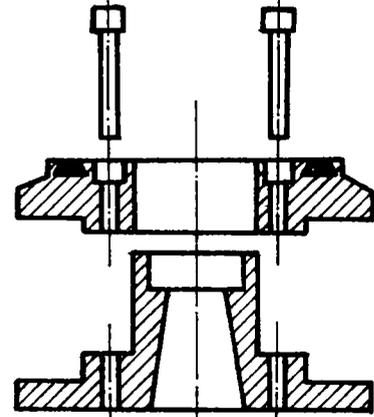


Fig. 1

El platillo

Posee un agujero cónico (coincidente con el husillo porta-muela de la máquina) y un rebaje para el alojamiento de la tuerca y arandela de fijación al husillo porta-muela, en la parte de menor diámetro del cono.

El *contra plato* tiene un agujero que se acopla en el platillo y una ranura circular para el deslizamiento de los contrapesos.

Condiciones de uso y conservación

Es importante observar antes del montaje de la muela y de este conjunto en el husillo de la máquina, su *perfecta limpieza*; cuando la brida no se use, conviene *revestirla con una capa de aceite o grasa y guardarla en un lugar protegida contra golpes y polvo*.

MANDRILES

Constitución

Están constituido por un eje de acero con un extremo con alojamiento para la muela y un rebaje roscado para permitir la fijación de esta, por medio de una tuerca y arandela.

El otro extremo puede tener para su montaje en la máquina un cono interior con agujero roscado (fig.2) o un cono externo con rebaje roscado (fig. 3).

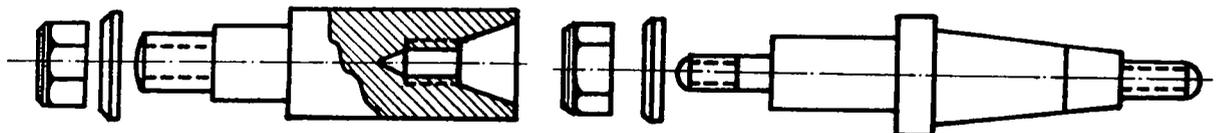


Fig. 2

Fig. 3

Características

Las piezas a operar y las muelas a utilizar determinan las características de estos accesorios, que difieren por el diámetro y la longitud.

Condiciones de uso

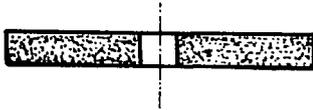
Son similares a las enunciadas para los platillos.



Los fabricantes de muelas establecieron una clasificación patrón de formas, cuyos tipos se detallan a continuación.

MUELAS RECTAS

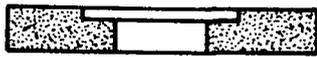
RECTA PLANA



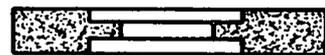
CONICA EN AMBOS LADOS



CON REBAJE EN UN LADO



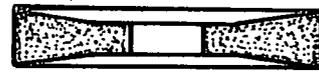
CON REBAJE EN DOS LADOS



CONICA EN UN LADO

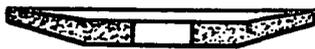


DOBLE PERFILADA



MUELAS DE PLATO

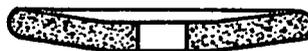
PLATO



PLATILLO RECTO



TRONCO CONICO

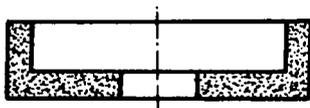


MUELA DE ANILLO CILINDRICO

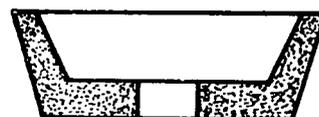


MUELAS DE COPA

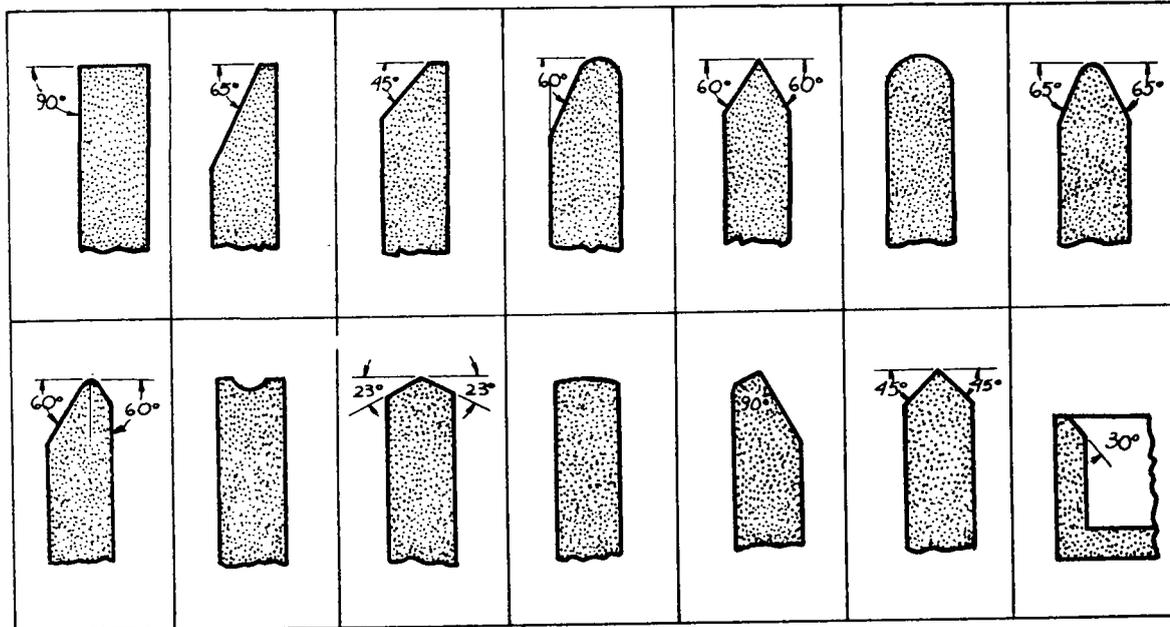
COPA RECTA



COPA CONICA



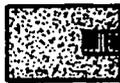
MUELAS CON PERFILES NORMALIZADOS



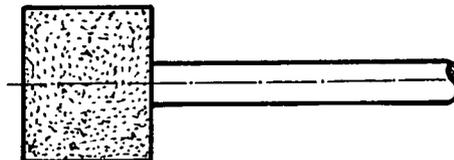
MUELAS PARA INTERIORES

Tipo recto

CON BUJE ROSCADO



CON EJE MONTADO



CON AGUJERO

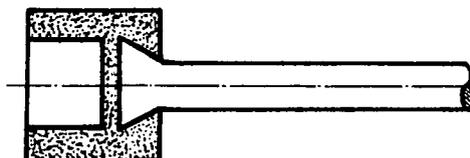


Tipo copa recta

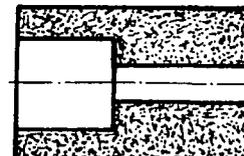
CON BUJE ROSCADO



CON EJE MONTADO



CON AGUJERO





Este accesorio es exclusivamente utilizado para dar perfiles angulares a las muelas que así lo requieren (fig. 1).

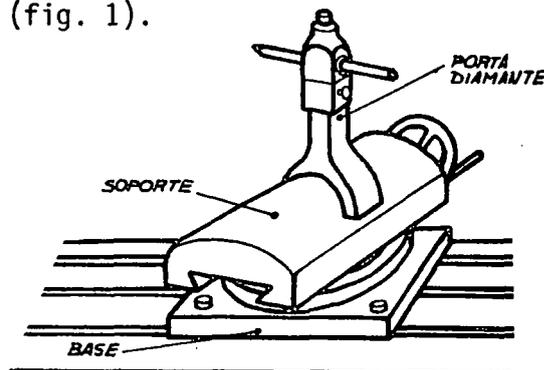


Fig. 1

CONSTITUCION

Estos dispositivos pueden diferir en su aspecto exterior, pero básicamente se hallan constituidos por: *base-soporte* y *portadiamante*.

LA *BASE* sirve, para fijar el dispositivo a la mesa y tiene en su parte superior alojamiento circular para soporte y sector graduado.

EL SOPORTE

Dispone de movimiento circular en su apoyo sobre la base (360°) y las dos piezas que lo componen se deslizan en colizas, por medio de tuercas y tornillo con manivela: fijándose a la base con tornillos.

EL PORTADIAMANTE

Fijado en la parte superior del soporte, posee alojamiento para la cola del diamante, con movimiento universal.

CARACTERISTICAS

Este accesorio está construido en fundición gris; sus colizas de aceros, son registrables y precisas, su uso es sencillo y de gran exactitud.

FUNCIONAMIENTO

El accionar de este accesorio es similar al del carro superior del torno.

La base se fija a la mesa por medio de tornillos.

El ángulo se obtiene liberando los tornillos correspondientes y ajustándolos nuevamente al ubicar la inclinación deseada.

El desplazamiento longitudinal se consigue por medio de la manivela que acciona el tornillo correspondiente.

El portadiamante se sitúa en posición de trabajo mediante el movimiento universal.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Debe limpiarse de polvillo con sumo cuidado, una vez usado, y *aceitar las colizas* y el *tornillo de movimiento*, guardándose luego en lugar libre de humedad.

VOCABULARIO TECNICO

COLIZA - guías, cola de milano



MECANICA GENERAL

Las muelas para rectificación de variados tipos y formas, deben ser elegidas para cada operación teniendo en cuenta las recomendaciones y especificaciones de los fabricantes.

Los factores más importantes que hay que considerar para dar con la especificación de una muela son: material a rectificar, acabado, área de contacto y naturaleza de la operación.

MATERIAL A RECTIFICAR

MATERIAL	ABRASIVO
Todos los tipos de acero con excepción de los sensibles al calor.	A
Aceros templados y sensibles al calor.	AA
Aceros endurecidos no tan sensibles al calor.	DA
Aceros blandos o endurecidos.	GA
Aleaciones, metales no ferrosos y fundición.	C
Carburo de tungsteno.	GC

MATERIAL A RECTIFICAR	GRANO	DUREZA	ESTRUCTURA
Duro y quebradizo	Fino	Blanda	Cerrada
Blando y maleable	Grueso	Dura	Abierta

ACABADO

ACABADO	GRANO
Desbaste	Grueso
Terminación	Fino

ACABADO	AGLOMERANTE
Desbaste y semiterminación.	Vitrificado
Terminación especial.	Resinoso
Pulido y fina terminación.	Caucho
Para afilado de herramientas.	Silicato
Corte y afilado de herramientas de metal duro.	Metálico

CODIGO DE TEMAS TECNOLOGICOS
3-4.23



SUPERFICIE DE CONTACTO	GRANO	GRADO	ESTRUCTURA
Grande	Grueso	Blando	Abierta
Pequeña	Fino	Duro	Cerrada

NATURALEZA DE LA OPERACION

TIPO DE OPERACION	AGLOMERANTE
Rectificación de precisión (cilíndrica, interna o plana)	Vitrificado
Rectificación de gran terminación.	Resinoso y caucho
Cortes con muelas de discos.	Resinoso y caucho
Rebabado y rectificación de fundiciones.	Resinoso y caucho
Afilado de herramientas.	Silicato
Corte y afilado de herramientas de metal duro.	Metálico

TABLA DE ESPECIFICACIONES PARA RECTIFICACION CILINDRICA

MATERIAL	ESPECIFICACION
Aceros especiales de más de 65 H R C	AA-46/60 J 8 V
Aceros sin temple hasta 120 Kg/mm ²	A - 46/60 N 9 V
Aceros templados hasta 62 H R C	AA-60 L 8 V
Hierro fundido	C - 46 J 8 V
Metal duro o similares para terminación	GC - 120 H 9 V
Metal duro o similares para desbaste	GC - 60 I 8 V
Herramientas con pastillas de metal duro	GC - 80 H 12 V

TABLA DE ESPECIFICACION PARA RECTIFICACION PLANA

MATERIAL	ESPECIFICACIONES	
	MUELA RECTA PLANA	MUELA DE COPA
Aceros de más de 65 H R C	AA - 46 J 8 V	AA-30 H 12 V
Aceros hasta 63 H R C	AA - 48 I 8 V	AA-36 I 8 V
Aceros revenidos hasta 120 Kg/mm ²	AA - 46 I 8 V	AA-36/46 K 12 V
Aceros sin temple hasta 70 Kg/mm ²	A - 46 K 12 V	A -36 K 12 V
Hierro fundido	C - 46 I 8 V	C -36 I 8 V
Metal duro o similares	GC -60 G 12 V	GC-60 G 12 V



La velocidad de corte de la muela es de gran importancia, ésta depende principalmente del tipo del aglomerante.

Si se adopta una velocidad muy baja, habrá desperdicio de abrasivo y el trabajo será de poco rendimiento.

Si se adopta una velocidad muy alta, como consecuencia, podrá romperse la muela.

En las muelas se distinguen dos clases de velocidades: la periférica o tangencial y la angular.

VELOCIDAD PERIFERICA O TANGENCIAL

Se expresa en metros por segundo, siendo ésta el recorrido de un punto de la periferia en metros, durante un segundo (m/seg.).

VELOCIDAD ANGULAR DE LA MUELA

Adoptada en la práctica como número de revoluciones de la muela en un minuto (r p m).

FORMULA PARA OBTENER LA VELOCIDAD PERIFERICA (m/seg.)

Siendo: D el diámetro de la muela en mm y N el número de r p m se obtiene, en un giro de la muela, el recorrido lineal de:

$$\pi \times D = 3,14 \times D \longrightarrow \frac{3,14 \times D}{1.000} \longrightarrow (m)$$

En N vueltas de la muela, en el tiempo de un minuto, resulta la velocidad en metros por minuto.

$$V = \frac{3,14 \times D \times N}{1.000} \longrightarrow (m/min.)$$

Finalmente dividiendo por 60, tenemos la velocidad periférica.

$$V = \frac{3,14 \times D \times N}{1.000 \times 60} \longrightarrow (m/seg.)$$

Para obtener r p m De la fórmula $V = \frac{3,14 \times D \times N}{1.000 \times 60}$

Se despeja N en función de V y D.

$$N = \frac{1.000 \times 60 \times V}{3,14 \times D} \longrightarrow N = 19.100 \frac{V}{D}$$



Para que la muela mantenga su velocidad periférica a medida que se desgasta, se debe aumentar la $r p m$ progresivamente cuanto menor sea su diámetro. Deberá emplearse siempre la velocidad indicada por el fabricante para cada tipo de muela. Por sus experiencias en el establecimiento de la granulación grado, estructura y aglomerante adecuados, es este el más apto para especificar las velocidades y las muelas correctas para los diversos trabajos.

TABLA DE VELOCIDADES MAXIMAS PERIFERICA EN m/seg.

TIPOS DE MUELAS	AGLOMERANTES VITRIFICADOS SILICATOS			AGLOMERANTES ORGANICOS		
	Baja resistencia	Media resistencia	Alta Resistencia	Baja resistencia	Media resistencia	Alta resistencia
Recta plana Cónica de ambos lados c/rebaje de un lado c/rebaje de dos lados Cónica de un lado Plato Platillo	28	30	33	33	40	48
Anillo o cilíndrico	23	28	30	25	30	35
Copa cónica	23	28	30	30	40	48
Copa recta	23	25	28	30	40	48
Anillo montado en disco (placa)	23	28	30	25	30	35

De modo general, en la práctica se adoptan las siguientes velocidades según el aglomerante.

VITRIFICADO - Hasta 35 m/seg.

RESINOSO - Hasta 45 m/seg para rectificación y hasta 80 m/seg con disco en corte a seco.

SILICATO - Hasta 30 m/seg.

METALICO - De 30 a 35 m/seg.



La mesa inclinable de precisión puede adaptarse para hacer posible el rectificado de ángulos en las piezas. Este accesorio es de suma utilidad aunque no se provee como elemento normal en las rectificadoras.

TIPOS Y CONSTITUCION

Las hay de diversas formas y tamaños, pero básicamente se hallan constituidas por una base que permite fijarla a la mesa de la máquina disponiendo de un eje de pivoteo (fig.1) o ranuras circulares (fig.2) en las cuales se desliza la mesa.

La mesa con superficie plana rectificada, para el apoyo de las piezas, provista de ranuras en T para ubicar los elementos de fijación, construida en fundición gris estacionada. En la base se encuentra un sector circular graduado.

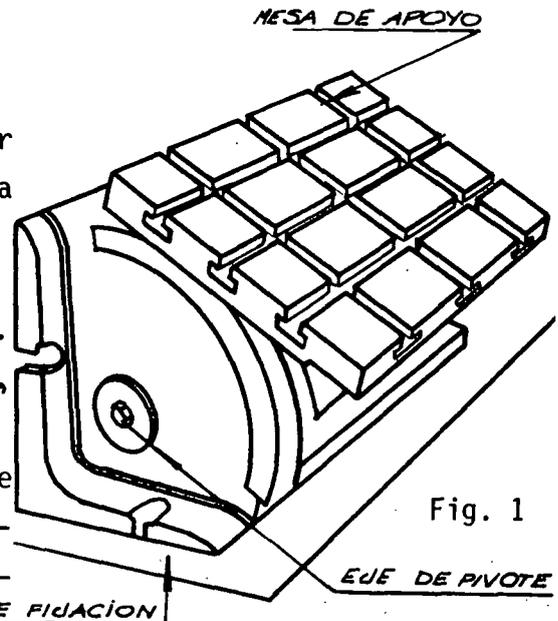


Fig. 1

CARACTERISTICAS

Estas mesas se caracterizan por el distinto desplazamiento angular en relación a su base y por las distintas dimensiones de la mesa.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

A pesar de ser un accesorio de traslado dificultoso por su peso, posee la gran ventaja de obtener un ángulo en la pieza con gran rapidez y facilidad, aunque no permite la obtención de ángulos con gran precisión como la mesa de senos.

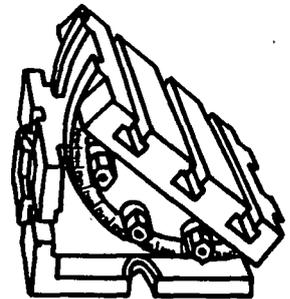


Fig. 2

CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

Debe tener los tornillos de fijación angular en buen estado. Las guías de deslizamiento angular limpias y lubricadas, como también exentas de golpes, para permitir un deslizamiento y fijación precisa de la mesa.

El mantenimiento general de este accesorio es el cambiar cuando así lo requieren, los tornillos de fijación de la mesa; limpiándola y guardándola convenientemente.

FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento es muy sencillo, pues una vez fijada la base sobre la mesa de la máquina, se aflojan los tornillos de fijación de la mesa y se ubica a ésta en el ángulo deseado, fijándola luego por medio de tornillos.

VOCABULARIO TECNICO

MESA INCLINABLE - mesa basculante.

Es un accesorio de precisión utilizado para montar o controlar piezas con superficies angulares.

CONSTITUCION

Las superficies de trabajo de estas mesas están construidas en fundición gris estacionada y rectificada. Los rodillos de apoyo son de acero tratado y rectificado (fig. 1).

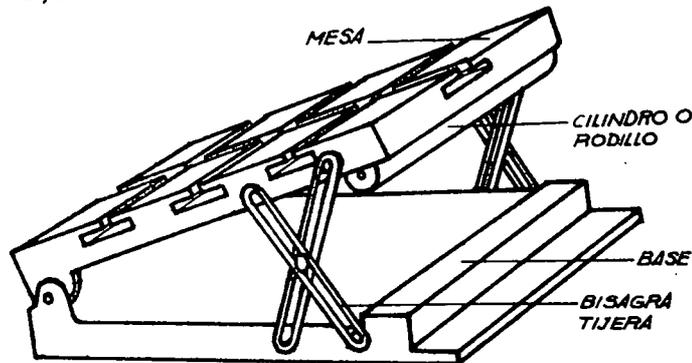


Fig. 1

La base de forma rectangular tiene ranuras para fijación a la mesa de la máquina. En uno de sus extremos se encuentra el alojamiento para uno de los rodillos y en el otro, el apoyo de los suplementos que determinan el ángulo por la abertura dada; lateralmente se hallan fijadas las bisagras tijera. La mesa con superficie de trabajo rectificada está provista de ranuras "T" permitiendo así el uso de tornillos de fijación con los elementos ya conocidos, abajo en sus extremos se encuentran los rodillos y lateralmente las bisagras tijeras para fijación.

Los rodillos que se encuentran entre la base y la mesa se utilizan; uno como pivote o eje de giro de la mesa y el otro para apoyar sobre los bloques calibrados que determinan la inclinación de la mesa.

Las bisagras tijera permite la fijación rígida entre la base y la mesa una vez que se obtuvo la inclinación deseada.

CARACTERISTICAS

Son características particulares de este accesorio, la distancia entre centros de los rodillos que distan entre 200 y 500 mm, y el plano que los contiene debe ser paralelo a la mesa.

CONDICIONES DE USO

Deben estar en perfectas condiciones todas las partes que lo componen, puesto que si los rodillos estuvieran golpeados, o la mesa sucia, o que haya sufrido deformaciones por golpes, o mal trato no permitiría una exactitud en la comparación de medidas, o en la obtención del plano inclinado deseado.



MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Para conservarla en perfecto estado, puesto que es un accesorio costoso y preciso, deben *limpiarse y aceitarse* las partes maquinadas después de ser utilizado. Debe *guardarse* en su caja correspondiente.

FUNCIONAMIENTO

Es necesario en primer lugar determinar la altura correspondiente al ángulo deseado, para esto, de acuerdo al ángulo dado, se busca en la tabla trigonométrica el valor del seno correspondiente y se le multiplica por la distancia existente entre centros de rodillos; el resultado es la altura en milímetros a separar mesa y base.

Ejemplo: (fig. 2) dados:

Angulos a obtener 50° Distancia entre rodillos - 200 mm

Determinar la altura H.

Tenemos; seno de $50^\circ = 0,766$; luego $H = 200 \times \text{seno de } 50^\circ$

$$H = 200 \times 0,766 \quad H = 153,2 \text{ mm}$$

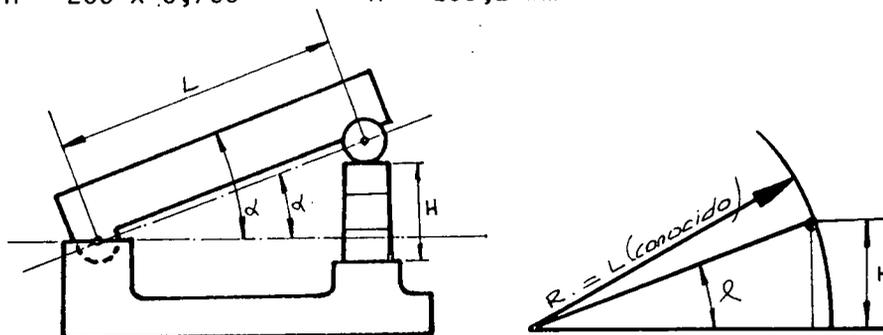


Fig. 2

Se prepara un conjunto de bloques calibrados de acuerdo a la medida obtenida y se colocan sobre el apoyo de la base; luego se hace apoyar el rodillo sobre los bloques (fig.3), fijando es esta posición las bisagras tijera.

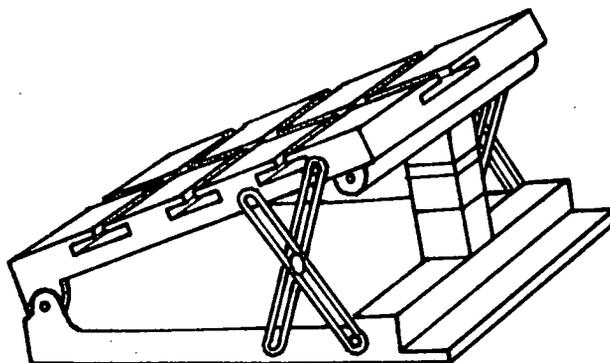


Fig. 3



Son cuerpos sólidos macizos con forma de prisma que permiten el control por comparación con gran precisión, combinándolos entre sí o utilizándolos independientemente.

El valor de estos bloques está definido por la distancia entre las dos superficies planas, pulidas y paralelas (fig. 1).

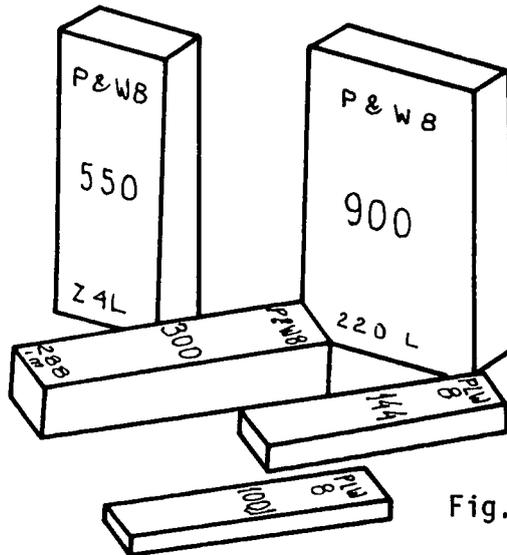


Fig. 1

CARACTERÍSTICAS Y CONSTITUCION

Se caracterizan por la extrema precisión, siendo más conocidas las siguientes calidades:

- AA - bloques para laboratorio.
- A - bloques para inspección.
- B - bloques para taller.

Son fabricados en acero especial tratado, rectificado y aproximadamente de 9,5 x 35 y sus superficies de contacto con dimensiones determinadas, con tolerancia muy reducida. A una temperatura de 20° C, estos bloques tienen la siguiente precisión : AA = 0,00005 mm; A = 0,0001 mm; B = 0,0002 mm.

A partir de la cota 1 mm se han establecido los valores de estos bloques, siguiendo una progresión aritmética a razón de 0,001 - 0,01 y 0,1; a partir de 2 mm siguen la progresión 1 - 5 - 10.

Un juego ordinario de bloques contendrán por ejemplo:

- 9 bloques de 0,991 a 0,999 mm : progresión 1 μm
- 9 bloques de 1,001 a 1,009 mm : progresión 1 μm
- 9 bloques de 1,01 a 1,09 mm : progresión 10 μm
- 9 bloques de 1,1 a 1,9 mm : progresión 100 μm
- 25 bloques de 1 a 25 mm : progresión 1 mm.



Además, hay un bloque de 50, uno de 75 y uno de 100 mm.

Esto permite realizar combinaciones agrupando distintos bloques. Ejemplo : la dimensión 132, 894 mm está constituida por los elementos siguientes :

1,004; 1,09; 1,8; 9; 20; 100.

$$1,004 + 1,09 + 1,8 + 9 + 20 + 100 = 132,894.$$

En los grupos de bloques apilados, los errores debido a sus tolerancias pueden sumarse y por eso es conveniente reducir, todo lo que se pueda, el número de bloques.

VENTAJAS

Permite controlar con gran precisión instrumentos de medición y comparación tales como : mesa de seno y micrómetros. Sirven también para controlar piezas, o utilizarse directamente en dispositivos de máquinas.

Da idéntico resultado, cualquier número de veces en manos de distintos operarios.

CONDICIONES DE USO Y CONSERVACION

Dos bloques pueden acoplarse fácilmente si se limpia primero la grasa que cubre las superficies (para esto debe utilizarse alcohol fino y gamuza); luego de ser limpiadas se deslizan las superficies una sobre la otra, de manera que se haga desaparecer la lámina de aire comprendida entre ambas superficies. La adherencia tan grande que se obtiene de esta manera (aproximadamente 50 kg) se produce por el fenómeno de atracción molecular. Por ser estos elementos de control, costosos y de gran precisión, deben estar protegidos contra golpes y rayaduras, conservándolos para esto dentro de un estuche después de haber sido utilizados, limpios y untados con vaselina.

Durante su uso deben cuidarse convenientemente.

VOCABULARIO TECNICO

BLOQUE CALIBRADOR - bloque-patrón, galga calibrada, galga-patrón.



Es un aparato solidario a un mármol o mesa de control. Se utiliza tanto para comparar ángulos, como para posicionar una superficie en un ángulo dado, dentro de límites muy estrechos.

TIPOS

Hay varios tipos de reglas de senos. Un tipo es el de una regla unida rígidamente mediante tornillos a dos botones cilíndricos iguales (fig. 1); otro es el que tiene una junta articulada a una base que puede ajustarse en altura (fig. 2). Hay un tercer tipo similar al anterior, que no posee base (fig. 3).

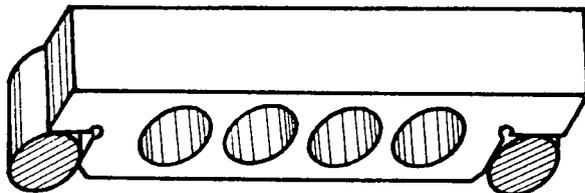


Fig. 1

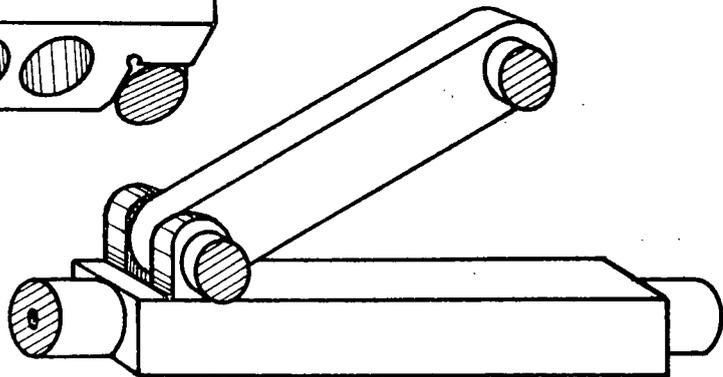


Fig. 2

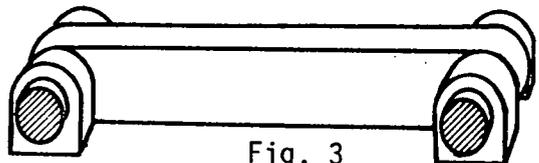


Fig. 3

CARACTERÍSTICAS Y NORMAS

Se caracterizan por las diferentes medidas entre los centros de los botones, que van desde 100 hasta 500 mm, y el plano que los contiene, es paralelo a los bordes de la regla.

VENTAJAS

Por ser un aparato de dimensiones reducidas, de fácil traslado y de manejo sencillo, permite obtener un control preciso en los ángulos.

CONDICIONES DE USO

Para ser usada convenientemente la regla, debe estar limpia, libre de rayaduras y golpes.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Por ser un aparato caro y de gran precisión, se deben extremar los recursos para evitar golpes durante y después de ser utilizado, limpiándolo convenientemente antes de ser guardado en su estuche especial.

FUNCIONAMIENTO

Para colocarse a un ángulo determinado, el ajuste se hace agrupando bloques calibrados en uno de los botones o base, utilizando la misma superficie de referencia en que apoya el otro botón o base (fig. 4).

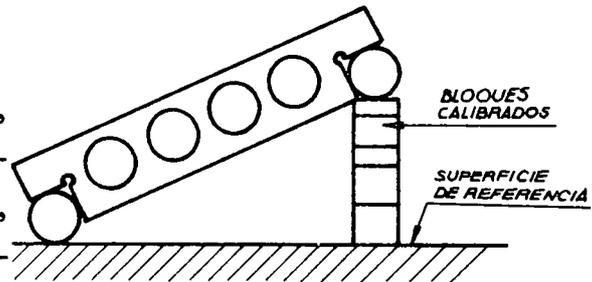


Fig. 4

Se busca en la tabla trigonométrica el valor del seno del ángulo a colocar; una vez obtenido este valor, se le multiplica por la distancia entre centros de los botones y ese resultado es la altura, en milímetros, que se debe formar con los bloques calibrados.

Ejemplo (fig. 5)

Siendo H = altura a determinar

L = distancia entre centros de los botones

α = ángulo a obtener 20°

Tenemos $H = L \cdot \text{seno de } \alpha$

Siendo seno de $20^\circ = 0,342$ y la distancia entre centros de botones 100mm

tenemos: $H = 100 \times 0,342$

$H = 34,2 \text{ mm}$

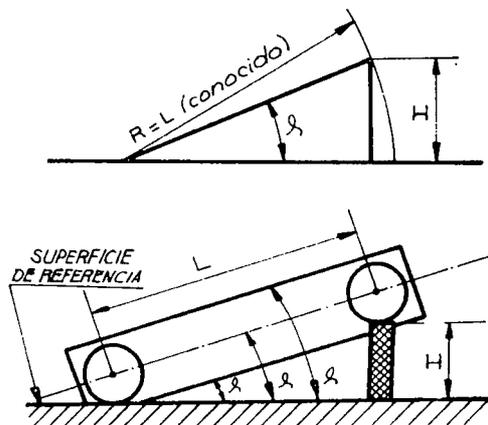
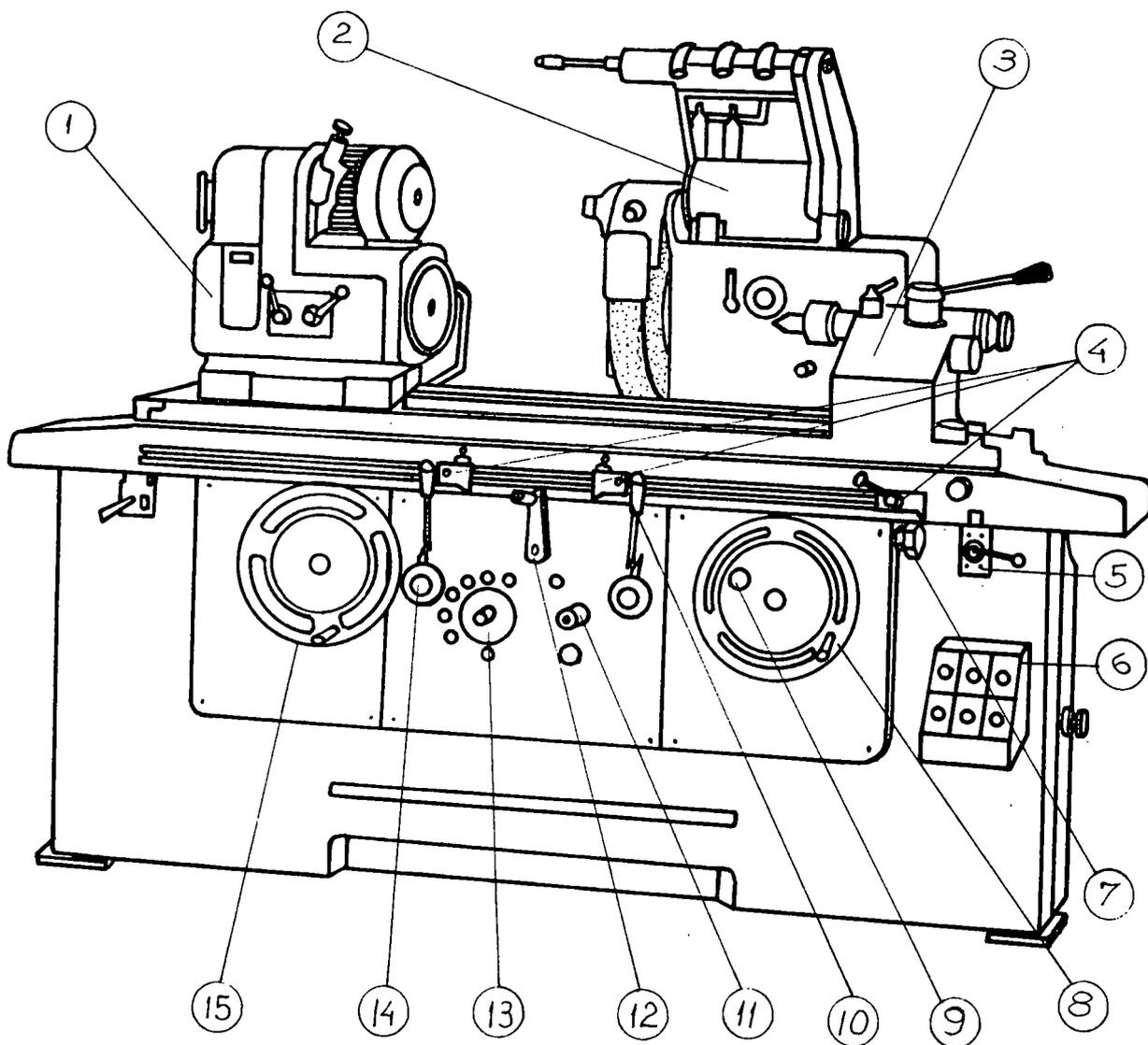


Fig. 5



Es la máquina que se utiliza en la rectificación de todas las superficies cilíndricas externas o internas, permitiendo también en algunos casos la rectificación de superficies planas (refrentar).

NOMENCLATURA (fig.1)



- | | |
|---|--|
| 1) Cabezal porta-piezas | 8) Volante de avance transversal. |
| 2) Dispositivo para rectificación interior. | 9) Fijación de la escala móvil. |
| 3) Contrapunta. | 10) Movimiento del cabezal porta-muela. |
| 4) Topes. | 11) Control de velocidad de la mesa. |
| 5) Apoyo de tope lateral. | 12) Inversión del movimiento de la mesa. |
| 6) Panel de mando. | 13) Registro de avance de la muela. |
| 7) Microcorrector de avance transversal. | 14) Mando general. |
| | 15) Movimiento manual de la mesa. |



CONSTITUCION

Además de la constitución básica ya mencionada la rectificadora cilíndrica universal posee:

Cabezal porta-pieza.

Cabezal contrapunta.

Dispositivo para rectificar interior.

Mesa de trabajo.

CABEZAL-PORTA-PIEZA

Es la parte donde se encuentra montado el husillo, en el cual se colocan los dispositivos que sujetan las piezas. Está constituido por: base, cuerpo, caja de cambio de velocidad y motor.

LA BASE

Es de fundición y sirve para fijar el cabezal a la mesa de trabajo.

EL CUERPO

Es de fundición y en su interior se aloja el husillo y la caja de velocidad

EL HUSILLO

Es de acero tratado y rectificado; en el extremo derecho en el cual se montan los dispositivos de fijación se encuentra alojado el plato de arrastre y posee un agujero cónico normalizado que permite el montaje de las puntas.

LA CAJA DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Consta de una caja de fundición, dentro de la cual se encuentra montado un juego de engranajes de acero templado y rectificado, que acoplados en distintas posiciones (entre sí) por medio de las palancas selectoras modifican las r p m que recibe del motor y la trasmite al plato de arrastre y según la operación, que deba realizarse, este plato le da movimiento al husillo.

CABEZAL CONTRAPUNTA

Es el elemento que sirve de soporte de la contrapunta destinada a apoyar uno de los extremos de la pieza a ser rectificada.

Es de fundición y posee un husillo (de acero) con resorte regulable. La función de éste es regular la presión de la contrapunta en la pieza. El movimiento de este husillo se da por medio de una manivela.



DISPOSITIVO PARA RECTIFICAR INTERIOR

Constituyen este dispositivo: base, cuerpo, husillo y motor. Todo este conjunto está montado, sobre el cuerpo del cabezal porta-muela.

Base

Es de fundición con su parte superior plana para la fijación del motor, su parte inferior posee un sistema de colizas para posicionarla sobre el cabezal porta-muela. En su frente tiene un alojamiento para el cuerpo.

Cuerpo

Es de fundición y en el extremo inferior se encuentra el alojamiento para el husillo. En el otro extremo este cuerpo se articula en el alojamiento que posee la base.

Husillo

Es de acero tratado y rectificado montado sobre rodamientos. En un extremo se encuentra la polea que recibe movimiento del motor y en el otro el alojamiento para el mandril porta-muela.

Cuando la distancia entre poleas es grande, este dispositivo viene provisto de un tensor de correas.

MESA DE TRABAJO

Es la parte de la máquina en la cual se alojan el cabezal porta-pieza, cabezal contrapunta, lunetas y soportes para diamantar muelas. Está montada sobre la mesa de base o bancada, en un eje ubicado en su centro permitiendo así su desplazamiento angular. Sus dos extremos rebajados permiten su fijación a la mesa de base por medio de zapatas. Es de fundición y sus superficies inferior y superior rectificadas, pudiendo tener esta última una ranura en "T" para alojar los tornillos de fijación.

CARACTERÍSTICAS

Las características de esta rectificadora además de las ya mencionadas son:

- Inclinação máxima de la mesa en ambos sentidos.
- Inclinação máxima del cabezal porta-muela.
- Inclinação máxima del cabezal porta-pieza.
- Velocidades del dispositivo para rectificar interiores.
- Velocidad longitudinal de la mesa.
- Avance automático del cabezal porta-muela.



ACCESORIOS ESPECIALES

- Boquillas para muela con eje montado
- Plato universal de tres mordazas
- Plato de mordazas independientes
- Boquillas para fijación de piezas
- Mandriles porta-muelas

FUNCIONAMIENTO

Un motor acciona la bomba del circuito hidráulico que da el movimiento longitudinal a la mesa y al avance del cabezal porta-muela, siendo este avance combinado con movimiento mecánico.

En el primer caso el control de la velocidad se efectúa por medio de una válvula, que abriéndola progresivamente aumenta dicha velocidad.

En el segundo caso la variación de avance se obtiene por la regulación de un tornillo micrométrico adaptado al mecanismo de avance del cabezal porta-muela.

El husillo del cabezal porta-muela recibe el movimiento de giro, por medio de un motor; éste movimiento es transmitido por correas.

En el cabezal porta-pieza, un motor transmite por medio de correas el movimiento de giro a la caja de velocidades. Este movimiento es modificado por los engranajes y transmitido por el eje principal al plato de arrastre, por medio de correas. Cuando es necesario dar movimiento de giro al husillo, se acopla este al plato de arrastre, por medio de un tornillo o chaveta.

El dispositivo para rectificar interiores, posee un motor que transmite el movimiento de giro al husillo, por medio de una correa de superficie plana.

Estas máquinas poseen un bomba para el fluido de corte, que es accionada por un motor independiente de los demás, regulándose el paso del fluido por medio de una válvula que se encuentra en un lugar accesible al operario.



INFORMACION TECNOLOGICA:

VELOCIDAD DE CORTE DE LA PIEZA
EN LA RECTIFICACION CILINDRICA

MECANICA GENERAL

Para efectuar el corte de materiales dentro de las velocidades recomendadas de acuerdo a la experiencia, se debe calcular el número de las revoluciones por minuto con el fin de obtener condiciones ideales de trabajo.

Tanto la velocidad periférica como la velocidad de rotación, tienen las mismas definiciones que las dadas para las velocidades de la muela y se calculan por las mismas fórmulas, siendo: D - diámetro de la pieza, en milímetros, V - velocidad de corte, en metros por segundo; N - N° de revoluciones por minuto (r p m).

$$N = \frac{1.000 \times 60 \times V}{3,14 \times D} \qquad N = 19.100 \frac{V}{D}$$

La práctica aconseja observar una relación entre la velocidad de la pieza y la velocidad de la muela, para disminuir el desgaste de ésta última. De un modo general pueden ser adaptados los siguientes valores, para las velocidades de corte de las piezas.

MATERIAL	VELOCIDADES PERIFERICAS DE LA PIEZA EN METROS POR SEGUNDO		
	DESBASTE	ACABADO	RECTIFICADO INTERNO
ACERO	0,15 a 0,20	0,20 a 0,25	0,30 a 0,40
ACERO TEMPLADO	0,20	0,25 a 0,30	0,40 a 0,50
ALEACIONES ACERO	0,15	0,15 a 0,20	0,40 a 0,50
HIERRO FUNDIDO	0,25 a 0,30	0,25 a 0,30	0,60
BRONCE LATON	0,30 a 0,35	0,30 a 0,35	0,70
ALUMINIO	0,30 a 0,35	0,30 a 0,35	0,80



MECANICA GENERAL

El avance transversal de la pieza sobre la muela, que se identifica como el movimiento longitudinal de la mesa, depende del espesor de la muela y del número de revoluciones de la pieza, que está siendo rectificada.

Por esta razón no se acostumbra a indicar con un valor en metros por minuto, sino de modo más adecuado como una fracción del espesor de la muela, referente a una revolución de la pieza, a pesar de que la velocidad longitudinal de la mesa es independiente de la velocidad de la pieza.

Para que la superficie trabajada quede perfectamente acabada (esto es, que no se produzcan espiras o fajas) el avance transversal debe ser menor que el espesor de la muela. Entre tanto de un modo general la práctica aconseja observar la relación también en función de la dureza del material a rectificar, de modo que pueden ser adaptados los siguientes valores para avance transversal de la pieza por revolución de ésta.

MATERIAL	AVANCE TRANSVERSAL POR REVOLUCION DE LA PIEZA (mm/vuelta)	
	DESBASTE	ACABADO
ACERO	0,25.E a 0,50.E	0,15.E a 0,25.E
FUNDICION	0,30.E a 0,50.E	0,20.E a 0,30.E
BRONCE LATON	0,60.E a 0,75.E	0,25.E a 0,50.E
ALUMINIO	0,60.E a 0,75.E	0,25.E a 0,50.E

Siendo E= Espesor de la muela en milímetros.

En el avance transversal la muela no debe salir de la superficie más de la mitad de su ancho. Esto es para evitar la pérdida de paralelismo por el comado de los extremos, producido por la pérdida de presión de la muela en el área de corte al salir de la superficie.

*AVANCE DE PENETRACION DE LA MUELA*

Como la penetración de la muela está relacionada con el tamaño de los granos de ésta, cuanto menor sea el tamaño del grano abrasivo, menor podrá ser el volumen del material arrancado. De acuerdo con esto, el *avance de penetración* no podrá ser mayor que la dimensión de los granos abrasivos de la muela.

En la rectificación cilíndrica se recomienda dar menos penetración que en la rectificación plana debido a que la fijación de la pieza ofrece menor rigidez, recomendándose como *norma general*, para los distintos trabajos, los siguientes avances, en *milímetros por pasada*.

- para desbaste de - 0,05 a 0,1
- para semi-acabado - 0,01 a 0,05
- para acabado - 0,001 a 0,01



Son instrumentos generalmente fabricados de acero al carbono y templados; las superficies cónicas de contacto son rectificadas o lapidadas con rigurosa precisión.

Utilizanse para *verificar y controlar superficies cónicas externas o internas*; pudiendo ser de distintos ángulos y diámetros.

TIPOS

Calibradores cónicos para agujeros, también llamados calibres cónicos tapón (fig. 1).



Fig. 1

Calibradores cónicos para ejes llamados calibres de anillo (fig. 2).

Las marcaciones que tienen en general, en sus cuerpos corresponden a un sistema de conos normalizados.

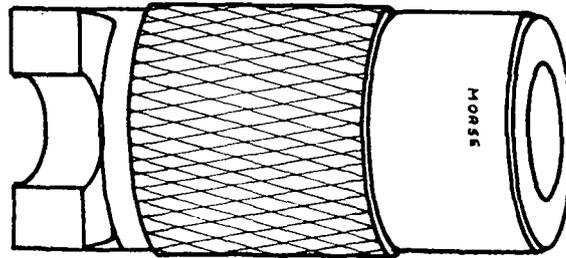


Fig. 2

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El uso correcto de estos elementos permite controlar con rapidez y gran exactitud las piezas cilíndricas cónicas, pero en cambio no permiten el control de piezas de dimensiones o ángulos para los que no han sido fabricados específicamente.

CONDICIONES DE USO

Estos elementos deben estar en óptimas condiciones de trabajo; por lo tanto no deben presentar golpes ni rayaduras.

CONSERVACION

Evitar choques y caídas.

Limpiar y pasar aceite fino.

Guardarlo en estuche, en lugar protegido contra polvo y humedad.

FORMAS DE CONTROLAR

El control se efectúa primero por ensayo de balanceamiento transversal (el balanceamiento es nulo cuando el cono es exacto); después se controla por rozamiento, tras haber extendido sobre la superficie rectificada una capa muy delgada de una pasta coloreada, que deja marcas sobre las partes en contacto. Por último, se controla el diámetro según la posición hasta donde haya llegado a penetrar el calibre (figs. 3 y 4).

REFERENCIA DE PENETRACION

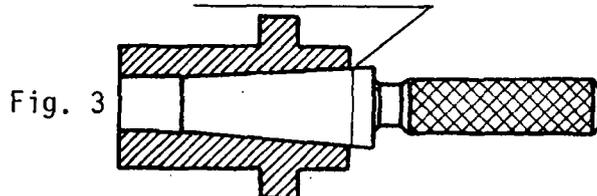


Fig. 3

REFERENCIA DE PENETRACION

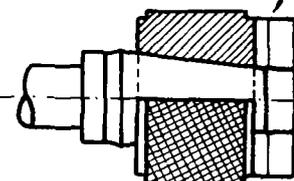


Fig. 4



MECANICA GENERAL

Una pieza puede estar aparentemente bien rectificada, pero llevada a cuidadosa inspección visual u óptica podemos encontrar algunos defectos superficiales, que se pueden corregir fácilmente conociendo las causas.

Ciertas fallas en la rectificación son producidas por causas tales como: defectos de la pieza antes de ser rectificada, mal funcionamiento de la máquina o por impericia del operador y estado emocional de éste.

TIPOS Y CARACTERISTICAS DE ALGUNOS DE LOS DEFECTOS

Grietas: son rayaduras irregulares en la superficie.

Quemaduras: son manchas de color azulado en espacios irregulares o no, sobre la superficie.

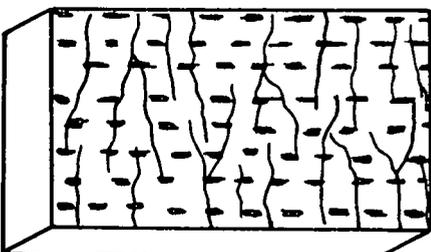
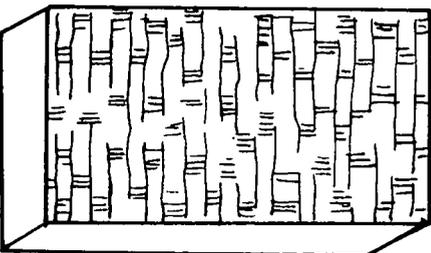
Facetas: son ondulaciones de la superficie en forma irregular o no.

Espiras: son marcas en forma de hélice sobre la superficie cilíndrica.

Estrías: son marcas finas, poco espaciadas, en forma de surcos.

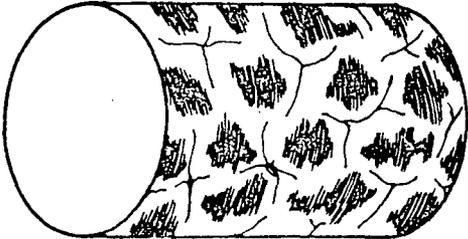
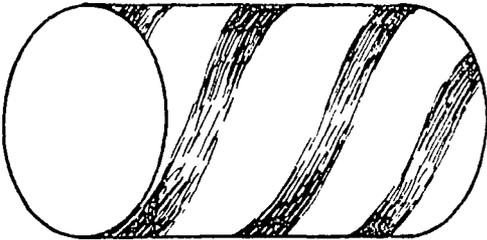
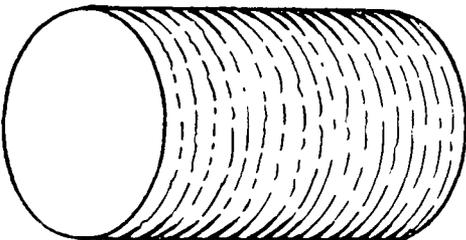
Piques o arrancado de material: son marcas de forma irregular y de profundidad variada (en forma de raya).

PRINCIPALES DEFECTOS DE LA RECTIFICACION PLANA

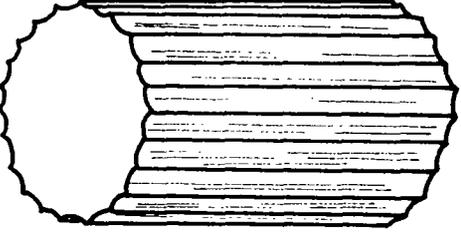
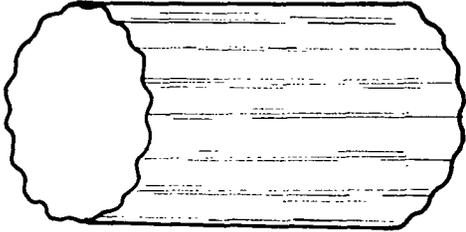
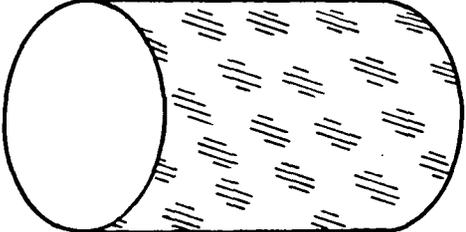
DEFECTOS	CAUSAS
<p>Quemaduras y grietas</p> 	<p>Pasada muy profunda. Velocidad de traslación muy rápida o muy lenta (conforme a la profundidad de pasada). Ataque muy brusco de la muela. Patinar de las correas. Movimiento irregular de la mesa. Muela mal rectificada. Fluido de corte insuficiente o mal dirigido. Fluido de corte de composición mal preparado.</p>
<p>Facetas</p>  <p>Defectos del paralelismo</p>	<p>Muela desequilibrada. Juego en el husillo porta-muela. Mal estado del mecanismo de traslación de la mesa. Deformación o desgaste de las guías de la mesa Juego del husillo porta-muela.</p>

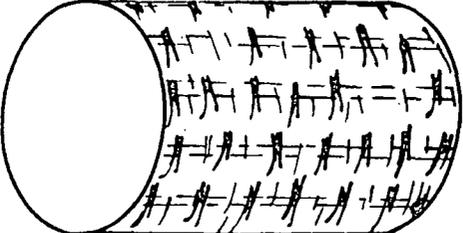
CODIGO DE TEMAS TECNOLOGICOS
3-4.23

PRINCIPALES DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LA RECTIFICACION CILINDRICA
Algunos de los principales defectos y causas que se producen durante la rectificación cilíndrica son los siguientes:

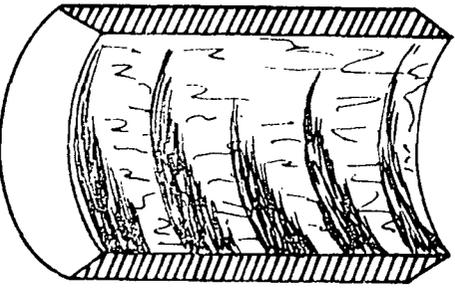
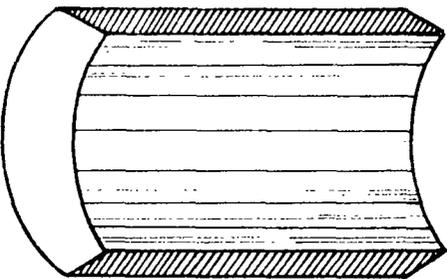
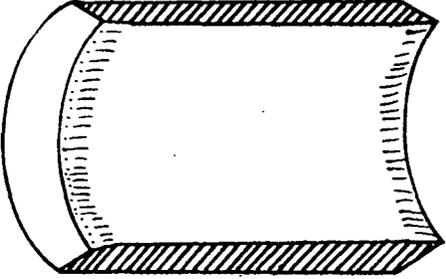
DEFECTOS	CAUSAS
<p>Quemaduras y grietas</p> 	<p>Velocidad de traslación muy rápida. Pasada muy profunda. Ataque muy brusco de la muela. Patinar de las correas. Movimiento irregular de la pieza. Rectificación defectuosa de la muela. Refrigeración insuficiente o mal dirigida. Fluido de corte de composición mal preparado.</p>
<p>Marcas en forma de espira</p> 	<p>Posición indebida de las lunetas. Pieza fijada incorrectamente. Puntas mal alineadas. Guías lubricadas en exceso. Juego excesivo o desgaste anormal de la máqui na. Muela mal rectificada.</p>
<p>Estrías</p> 	<p>Velocidad de traslación excesiva.</p> <p>Muela mal rectificada</p> <p>Diamante muy pun- tiagudo o en mal estado. Rectificación de la muela muy rús- tica.</p>
<p>Irregularidades en las dimensiones de las piezas.</p>	<p>Juego en el husillo porta-muela. Mesa fluctuante.</p> <p>Muela mal rectificada</p> <p>Refrigeración insuficiente.</p> <p>Diamante muy blan- do o muy chico. Porta-diamante fi- jado mal.</p>



DEFECTOS	CAUSAS
<p>Facetas con cantos o aristas vivas</p> 	<p>Pieza mal fijada. Profundidad excesiva del paso. Vibraciones de la máquina. Muela desequilibrada.</p>
<p>Facetas con canto o aristas redondeadas</p> 	<p>Movimiento defectuoso de la pieza. Movimiento imperfecto de la muela. Juego en el husillo porta-muela. Muela desequilibrada.</p>
<p>Facetas en hélice</p> 	<p>Husillo porta-muela en mal estado. Falta de simetría de los canales de lubricación en los bujes del husillo. Muela desequilibrada. Cara de trabajo de la muela en mal estado. Flúido de corte sucio.</p>
<p>Falta de concentricidad en diferentes partes de la misma pieza</p>	<p>Mala posición de las lunetas. Puntas mal montadas. Mala alineación de los centros de la pieza. Deformaciones en la estructura de la máquina</p>
<p>Ovalización de las piezas</p>	<p>Centro de las piezas mal hecho o diferentes. Mala alineación de los centros. Exceso o falta de juego entre las puntas y la pieza. Angulos de los puntos diferentes. Puntas de la máquina en mal estado. Movimiento defectuoso de la pieza. Refrigeración intermitente.</p>

DEFECTOS	CAUSAS
<p>Piques y arrancado de material</p> 	<p>Movimiento irregular de la mesa. Excentricidad del husillo porta-muela. Mala diamantación de la muela (vibración del diamante). Flúido de corte sucio.</p>

RECTIFICACION INTERNA

DEFECTOS	CAUSAS
<p>Quemaduras y grietas</p> 	<p>Pasada muy profunda. Penetración brusca de la muela. Velocidad de traslación muy rápida. Falta de potencia en el motor. Patinar de las correas. Mala rectificación de la muela. Flúido de corte insuficiente o mal dirigido.</p>
<p>Facetas</p> 	<p>Movimiento defectuoso de la pieza. Movimiento defectuoso de la muela. Juego en el husillo porta-muela. Husillo porta-muela muy fino . Vibraciones de la máquina. Muela desequilibrada.</p>
<p>Piezas agrandadas en la entrada y salida</p> 	<p>Husillo porta-muela muy largo (falta de rigidez). Recorrido muy largo de la muela.</p>



Es un accesorio normal de la rectificadora que se utiliza como soporte intermedio para piezas cilíndricas, cuando su longitud es mayor o por lo menos igual a 10 veces su diámetro.

CONSTITUCION (fig. 1)

Su *cuerpo* está construido en fundición y sus *dados* son de bronce; y poseen un resorte regulable que permite conservar siempre la abertura de éstos según vaya disminuyendo el diámetro de la pieza por acción de la muela.

Este accesorio consta de dos dados, uno inferior y otro lateral; estos dados quedan siempre del lado opuesto de la muela, pasando esta a constituir el tercer punto de apoyo cuando toma contacto con el material.

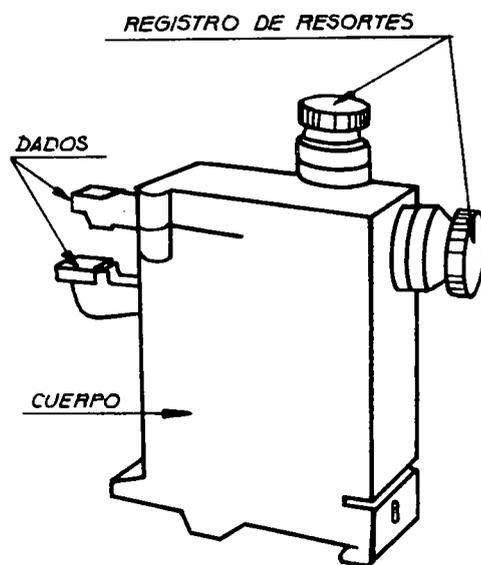


Fig. 1

VENTAJAS

Por tener libre el frente por el cual se desplaza la muela, permite que la luneta pueda estar dentro de cualquier punto de la superficie a rectificar sin impedir que la pieza se desplace libremente frente a la muela.

CONDICIONES DE USO, CONSERVACION Y MANTENIMIENTO

El cuidado y la limpieza de este accesorio son indispensable para su correcta utilización, es importante conservar en estado óptimo los resortes y controlar si su tensión es ideal, también así los dados de bronce y cuando estos pierden sus condiciones de uso por desgaste, se deben cambiar, es necesario guardarlo en lugares apropiados, donde no puedan recibir golpes, ni ser afectadas por la oxidación, sus partes mecanizadas.

REGULACION

Se hace apoyar los dados sobre la superficie de la pieza a utilizar de apoyo y se regulan con suave presión la tensión de los resortes teniendo en cuenta que si la presión fuese menor que la necesaria, la pieza llegaría a vibrar y si fuese excesiva produciría una curvatura, perdiendo así su paralelismo.



Para realizar todos los tratamientos térmicos, se utilizan hornos de diseño especial que permiten calentar los materiales, a las temperaturas requeridas para cada tratamiento.

La fuente de calor está alimentada con energía eléctrica o por combustible, el control y regulación de las temperaturas, se realiza mediante pirómetros y llaves que se hallan acoplados al horno.

Los principales tipos de hornos son: los eléctricos, los de combustión y los especiales.

HORNOS ELECTRICOS

Están constituidos por una cámara de calentamiento, alrededor de la cual se hallan instaladas varias resistencias eléctricas, que suministran el calor necesario para realizar los tratamientos térmicos.

Existen dos clases de hornos eléctricos: de cámara o mufla y de baño con crisol.

En los hornos de cámara, las piezas se colocan directamente dentro de ésta, en los hornos de crisol se sumergen en el baño de sales fundidas, contenidas por el crisol.

Generalmente en los hornos de mufla, la misma es rectangular o abovedada y está construida con material refractario altamente resistente al fuego: grafito, carburo de silicio y otros de tipo cerámico. En los hornos de baño, el crisol es de acero especial para alta temperatura, denominado acero refractario, o de fundición de hierro para crisoles y tienen generalmente una sección circular o elíptica.

HORNOS DE COMBUSTION

El calor en este tipo de hornos, se consigue mediante la combustión de una mezcla de aire y combustible, la cual se efectúa mediante un dispositivo especial denominado quemador.

El aire se suministra a presión por un ventilador, y el combustible se inyecta por gravedad o por bombeo desde un depósito. Los combustibles más usados son: el Fuel Oil, el Gas Oil y el gas natural.

También son muy usados tres tipos de hornos de combustión: de mufla, de semi-mufla y verticales de crisol para baño de sales.

En los hornos de mufla la calefacción es indirecta, y los productos de la combustión, no entran en contacto con las piezas y su atmósfera es poco oxidante; se mejora ésta condición si se coloca dentro de la mufla, junto o debajo de las piezas a tratar, bloques o sustancias carbonáceas:



En los hornos de semi-mufla la llama no debe tocar a las piezas, pero sí los productos de la combustión, por este motivo la atmósfera de éstos hornos es oxidante, en especial a temperaturas elevadas.

En los hornos verticales de crisol para baño, el calor es entregado, de la fuente calorífica a las piezas sumergidas en las sales fundidas, a través de éstas y del crisol, por este motivo el rendimiento térmico de éstos hornos, es inferior a los de semi-mufla, pero en cambio su atmósfera se puede controlar químicamente con cierta precisión.

Tanto los hornos de mufla y semi-mufla como los de baño, están provistos de dos cámaras: una denominada cámara de combustión, donde se inflama la mezcla de aire y combustible, y otra que recibe el nombre de cámara de calentamiento, porque en ésta son calentadas las piezas que se van a tratar.

HORNOS ESPECIALES

Para realizar algunos tratamiento térmicos, se utilizan hornos equipados con dispositivos especiales, siendo los más empleados los siguientes: hornos de electrodos, hornos para tratamientos termoquímicos con gas y hornos de circulación forzada.

HORNOS DE ELECTRODOS

Sirven para hacer tratamientos en baños de sales, a temperaturas medias y elevadas.

Están dotados de tres electrodos, entre los cuales se hace circular una corriente eléctrica, a través de las sales fundidas que contiene el crisol del horno, este baño desempeña la función de una resistencia eléctrica.

Los electrodos están sumergidos dentro del baño y se hallan conectados a un transformador.

HORNOS PARA TRATAMIENTOS TERMOQUIMICOS CON GAS

Sirven para efectuar algunos tratamientos termoquímicos tales como: nitruración, carbonitruración, cementación con sustancias gaseosas.

Están provistos de un sistema de preparación, control, inyección y circulación de los gases, generalmente la calefacción se consigue por medio de resistencias eléctricas. En ciertos hornos el calor se obtiene por medio de la combustión de gas.

HORNO DE CIRCULACION FORZADA

Están equipados con un ventilador acoplado en la parte superior o inferior de la cámara de calentamiento, que sirve para hacer circular la atmósfera caliente, alrededor de las piezas que se están tratando, lográndose de este



modo que la temperatura sea uniforme, en todas las zonas del horno.
El calor se proporciona por medio de resistencias eléctricas, aunque últimamente se está empleando combustible gaseoso en algunos tipos de hornos, modificando para esto, ciertas características del mismo.

RESUMEN

HORNOS PARA TRATAMIENTOS TERMICOS

TIPOS	<i>Eléctricos</i>	de cámara de baño	
	<i>De combustión</i>	de cámara de baño	de mufla de semi-mufla
	<i>Especiales</i>	de electrodos para tratar con gas de circulación forzada	

<i>Eléctricos</i>	calefacción por medio de resistencias eléctricas
<i>De combustión</i>	calefacción por medio de un quemador, que utiliza una mezcla de aire y combustible líquido o gaseoso.
<i>De electrodos</i>	provistos de tres electrodos, que sirven para la fusión de las sales.

CARACTERISTICAS

<i>Especiales para tratar con gas</i>	provistos con dispositivos de inyección y circulación de gases.
<i>De circulación forzada</i>	provistos de un ventilador o turboventilador, acoplado a la cámara de calentamiento.

VOCABULARIO TECNICO

HORNO DE BAÑO - horno vertical de crisol para baño.



Están provistos estos hornos de un sistema de calefacción eléctrico incorporado a la cámara, donde se colocan las piezas que van a calentarse. Son muy usados en los talleres de tratamientos térmicos, debido a la facilidad de su manejo, a la uniformidad de calentamiento y a la precisión de las temperaturas, que se desean alcanzar y el mantenimiento constante de las mismas.

Los más comunes son los denominados: de cámara y de baños de sales.

HORNOS DE CAMARA

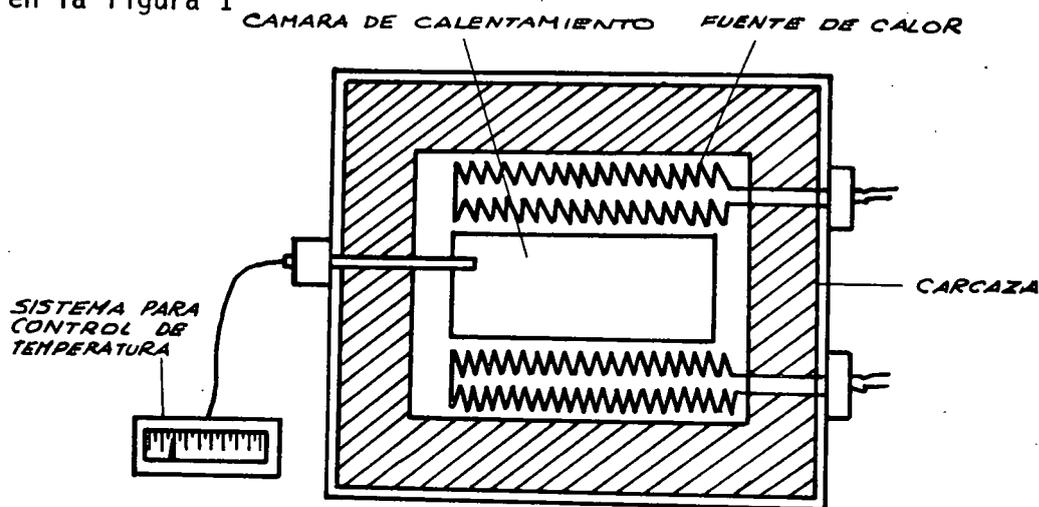
Se emplean principalmente para realizar las operaciones de recocido, temple y normalizado, siendo necesario proteger las piezas contra la descarburación, usando cajas especiales.

HORNOS DE BAÑOS DE SALES

Se usan para efectuar tratamientos donde se requiere uniformidad en el calentamiento. En este tipo de hornos, las sales fundidas protegen directamente a la pieza, contra la descarburación.

CONSTITUCION

Los hornos eléctricos están constituidos por los elementos que se muestran en la figura 1



Carcasa

Fig. 1

Es la parte exterior del horno que está construida en chapa de acero. Interiormente lleva un revestimiento de material refractario que sirve para evitar pérdidas de calor en el medio ambiente.

Fuente de calor

En los hornos de cámara y en los de baño, la fuente de calor está constituida por una resistencia alimentada por energía eléctrica.

Las resistencias se construyen en alambre, o cinta con una aleación de cromo-níquel, resistente a las altas temperaturas, o varillas refractarias a base de silicio o carburo de silicio y se hallan ubicadas en el interior de la carcasa, rodeando el crisol, o cubriendo la superficie interna de la cámara.

Camara de calentamiento

Es el lugar donde se colocan las piezas que van a tratarse térmicamente. La cámara suele denominársela mufla y se fabrica en material refractario. Las resistencias eléctricas están instaladas en las paredes laterales. Generalmente tienen forma rectangular, frecuentemente con el techo abovedado y sus dimensiones son variables, según la capacidad del horno y la finalidad para la que fue construída (fig.2).

En los hornos de baño esta cámara se denomina crisol, el cual se halla ubicado en la zona central del horno. Se fabrica en acero refractario o fundición especial y en la mayoría de los casos tiene forma cilíndrica (fig.3).

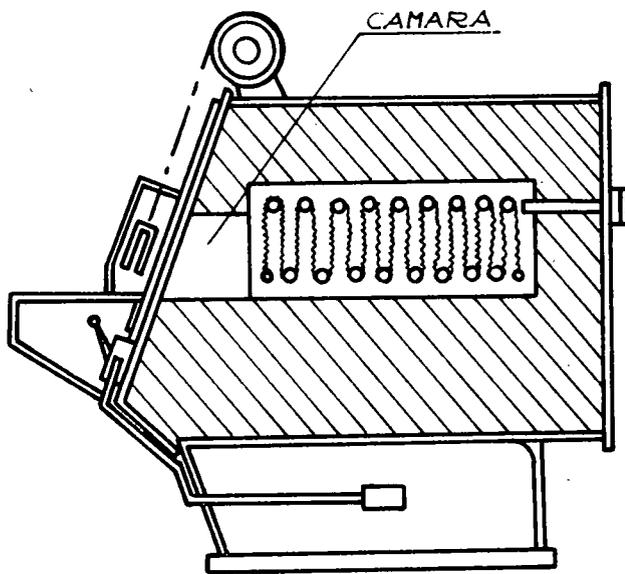


Fig. 2

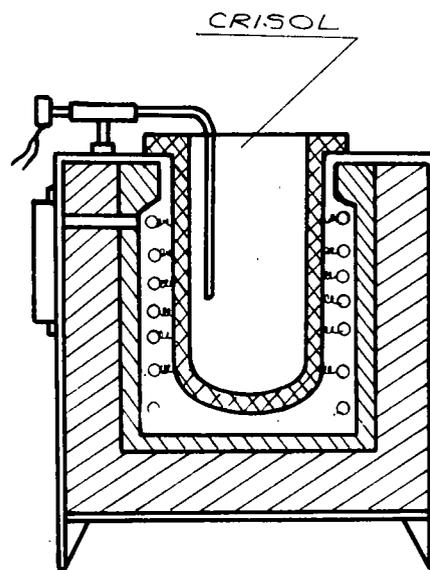


Fig. 3

Control de temperatura

Para controlar la temperatura de la cámara de calentamiento, se utiliza un pirómetro. El termopar de éste, está situado dentro de la mufla o crisol.

En los hornos de cámara es fijo y se halla ubicado en la parte posterior o superior de la mufla, en un alojamiento especial; cuando el horno es de gran longitud, puede tener más de un termopar.

En los hornos de baño, el termopar se coloca dentro del crisol, apoyándolo en un dispositivo de sujeción.

VOCABULARIO TECNICO

TERMOPAR -Termocupla, termoelemento, par termoeléctrico.

CRISOL -Retorta

CAMARA -Mufla



Los pirómetros termoelectrónicos son aparatos que se usan para medir y controlar temperaturas generalmente comprendidas entre 100 y 1500°C. Se utilizan en los hornos para tratamientos térmicos, en calderas y en otros equipos industriales.

CONSTITUCION

Estos pirómetros (fig.1) están constituidos básicamente por un termopar, un hilo de compensación y un aparato indicador.

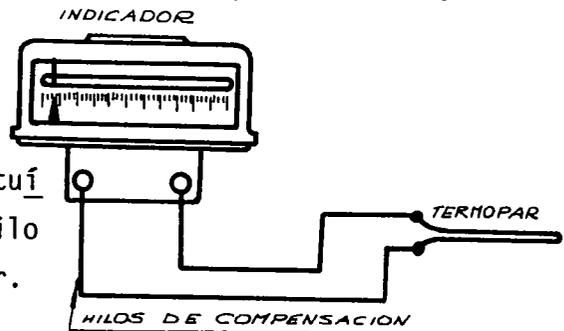


Fig. 1

El termopar

Está compuesto por dos alambres metálicos de composición química diferente, soldados en uno de sus extremos y unidos en el otro al hilo de compensación según figura 2.

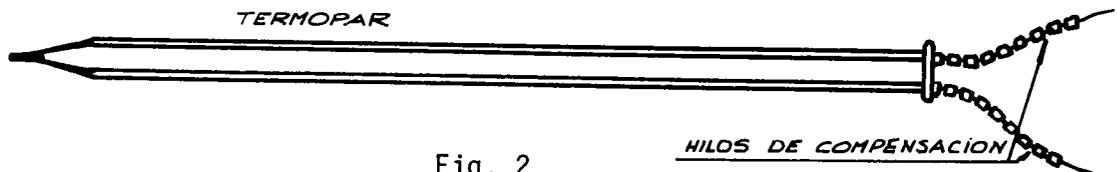


Fig. 2

Usualmente se protege al termopar contra roturas y ataques de gases u otras materias destructivas, colocándolo dentro de un tubo de protección, (fig.3), el cual está construido con materiales metálicos o refractarios.

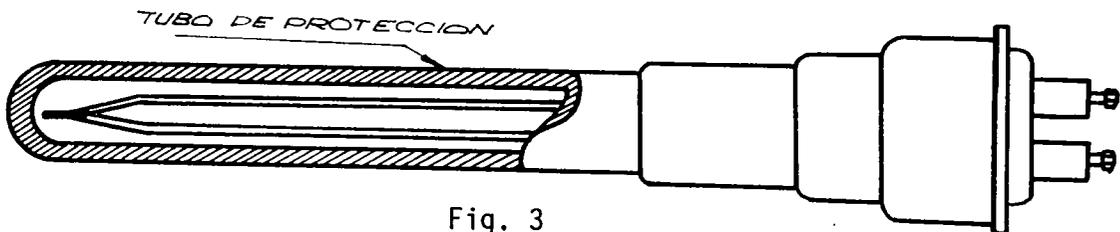


Fig. 3

Los hilos de compensación

Son alambres que sirven para conectar el termopar con el aparato indicador; están hechos de materiales especiales que evitan errores y variaciones en la medición de temperatura.

El aparato indicador

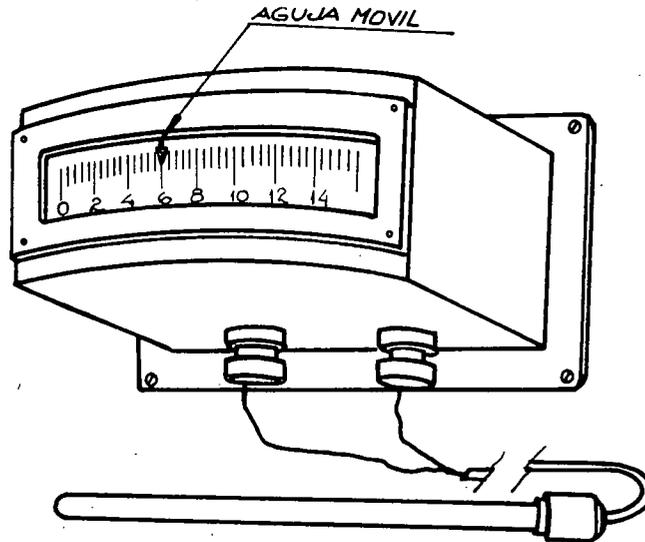
Esencialmente, están constituidos por un instrumento eléctrico de medición que sirve para registrar la temperatura.

Las lecturas se hacen observando una aguja indicadora móvil que se desplaza sobre una escala graduada.

TIPOS DE PIROMETROS

Existen básicamente dos tipos de pirómetros termoelectrónicos, el simple y el automático, en los cuales los aparatos medidores son los únicos elementos que los diferencian.

Pirómetro termoelectrónico simple (fig.4)



Tiene un indicador que únicamente registra las temperaturas.

Pirómetro termoelectrónico automático (fig.5)

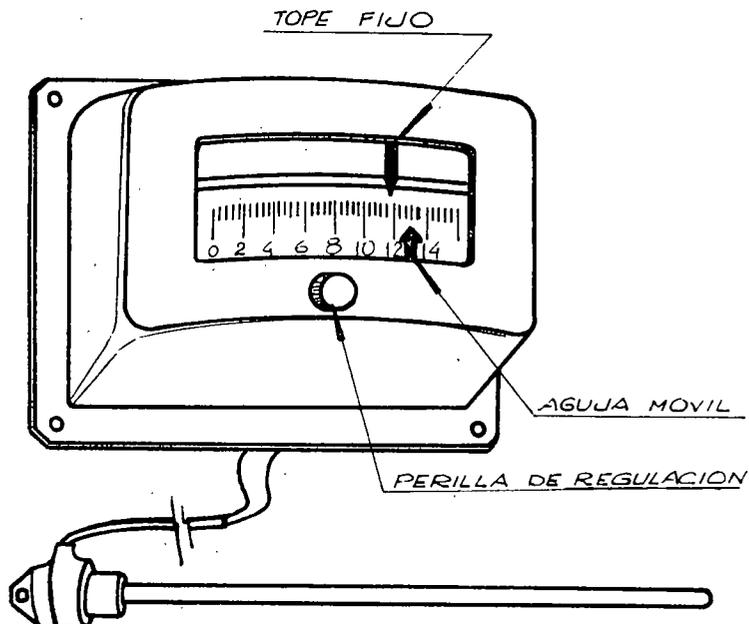


Fig. 5

Estos pirómetros tienen incorporados un regulador de temperatura, al aparato indicador.

Este aparato tiene dos agujas móviles, una de ellas señala la temperatura y la otra sirve como limitador de la misma.

El control de temperatura es automático y la selección de valores en la escala graduada, se hace accionando la perilla de regulación que desplaza a la aguja limitadora. Este tipo de indicador también se denomina regulador automático de temperatura.



FUNCIONAMIENTO

Cuando los extremos soldados del termopar se calientan al ponerse en contacto con una fuente de calor, se crea una corriente eléctrica entre los dos alambres soldados. Esta corriente eléctrica se transmite por medio del hilo de compensación hasta el aparato indicador, donde acciona la aguja móvil, la cual se desplaza sobre una escala de temperaturas.

El desplazamiento de la aguja sobre la escala de temperaturas es mayor, cuando mayor es la temperatura de la fuente calorífica medida. La corriente eléctrica generada, es directamente proporcional a la temperatura del termopar.

CONDICIONES DE USO

Los pirómetros se deben montar en un lugar que no pueda ser afectado ni por vibraciones, ni por el calor del horno o de piezas calientes.

Además se debe comprobar que los terminales del hilo de compensación, estén firmemente conectados a los bornes del indicador de temperatura.

OBSERVACION

Existen pirómetros termoeléctricos automáticos con registrador gráfico. Los más utilizados en los talleres de tratamientos térmicos son los automáticos, debido a que con ellos se obtiene un control y regulación permanente de la temperatura.

VOCABULARIO TECNICO

HILO - alambre, cable.

TERMOPAR - termocupla, termoelemento, par termoeléctrico.

HILOS DE COMPENSACION - conductores de extensión.

TOPE FIJO - aguja limitadora.



MECANICA GENERAL

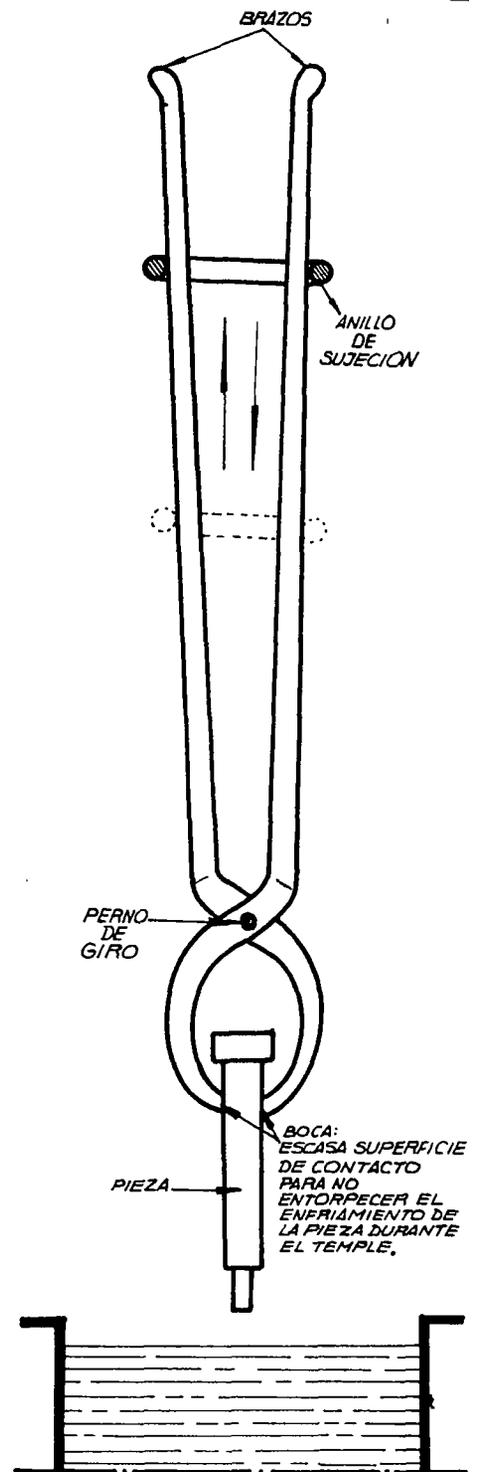
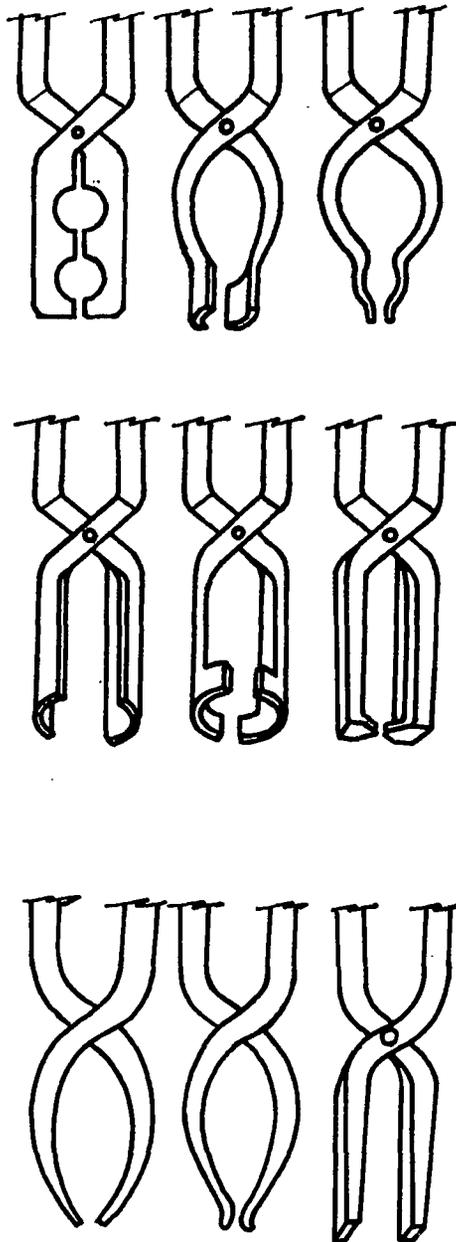
Para facilitar la ejecución de las tareas en los talleres de tratamiento térmico, se emplean elementos que permiten movilizar o transportar las piezas o los materiales, siendo los más comunes: tenazas, ganchos, cucharas, cajas, dispositivos de guía, sujeción y de temple.

TIPOS Y CARACTERISTICAS

Tenazas

Son útiles construídos en acero y están constituídos por una boca y dos brazos. Se usan para manipular las piezas, cuando éstas son introducidas o sacadas del horno, o de los baños de enfriamiento.

Las tenazas se caracterizan por las formas variadas, que presenta la boca (fig. 1).



CÓDIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS

5-2.3

Ésta puede ser cuadrada, redonda o plana, según el tipo de piezas que se desea sujetar. La boca de la tenaza debe estar bien conformada, para asegurar una sujeción firme de las piezas, evitar marcarlas y además debe permitir que el líquido de temple, tome contacto con toda la superficie de la pieza. Los brazos tienen diferentes longitudes y sirven para evitar que la persona que esté manipulando las piezas, sufra quemaduras o accidentes provocados por un contacto directo con el cuerpo caliente. Alrededor de los brazos se debe colocar un anillo de fijación, que permite a la boca ceñirse sobre la pieza sujetándola firmemente, esto se consigue desplazando el anillo sobre los brazos.

Ganchos

Estos elementos contruídos en acero al carbono de bajo porcentaje, tienen uno de sus extremos doblados en forma de alojamiento, que permite sujetarlos con las manos, y el otro curvado que sirve para agarrar las piezas, especialmente cuando éstas se encuentran amarradas con alambre (fig. 2). La dimensión de los ganchos es variable. Normalmente miden de 0,30 a 1,50 m de longitud, y las puntas curvadas poseen formas y dimensiones que varían de acuerdo a las necesidades.

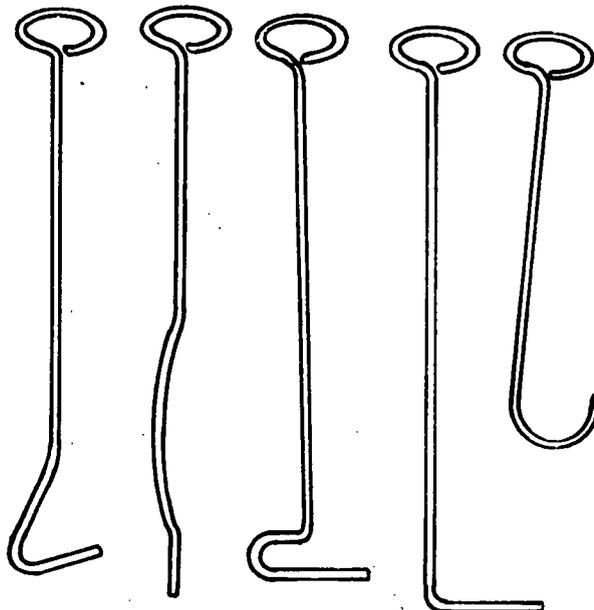


Fig. 2

Cucharas

Las cucharas sirven para colocar y retirar las sales, o remover las escorias de los crisoles en los hornos de baño. Están contruídas en acero y tienen diversas formas y tamaños como se observa en la figura 3.

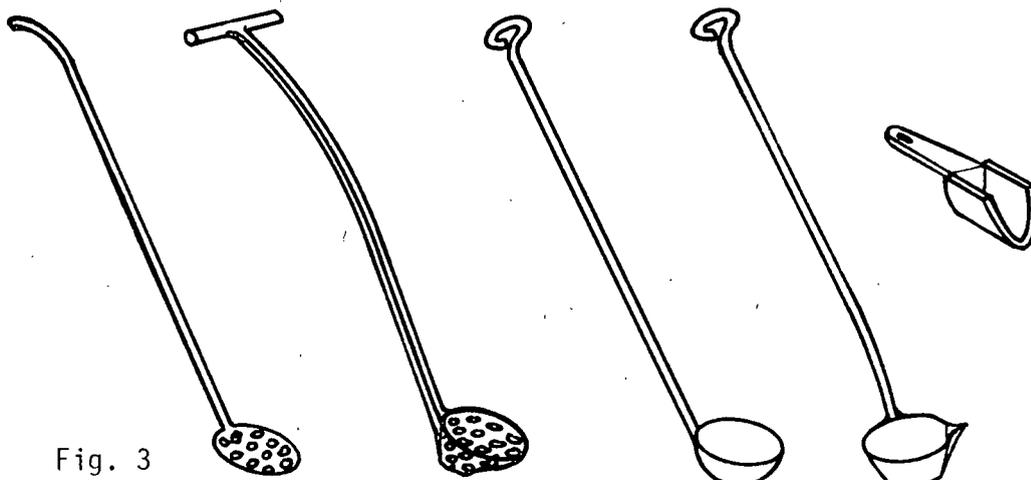


Fig. 3

Las cucharas usadas para remover escorias son perforadas, presentando la forma de un colador o espumadera. Las cucharas para manipular sales, tienen a veces situado el cabo a 90° con respecto al pico de la cuchara para facilitar su manejo. Estos elementos mencionados, pueden considerarse palancas.

Cajas

En la cementación con sustancias sólidas, o en los tratamientos en que es necesario proteger las piezas contra la descarburación, éstas se colocan en cajas de acero ordinario bajo en carbono, o de acero inoxidable, antes de introducir las en el horno.

Se usan diversas formas y tamaños de cajas, siendo las más comunes las de forma rectangular o circular (fig.4). Para facilitar la penetración del calor y una temperatura uniforme es conveniente que las cajas apoyen sobre patas, para mantener el fondo de las mismas separadas del piso del horno unos 20 a 30 mm aproximadamente. Todas estas cajas están provistas de una tapa la cual permite cerrarlas semi-herméticamente.

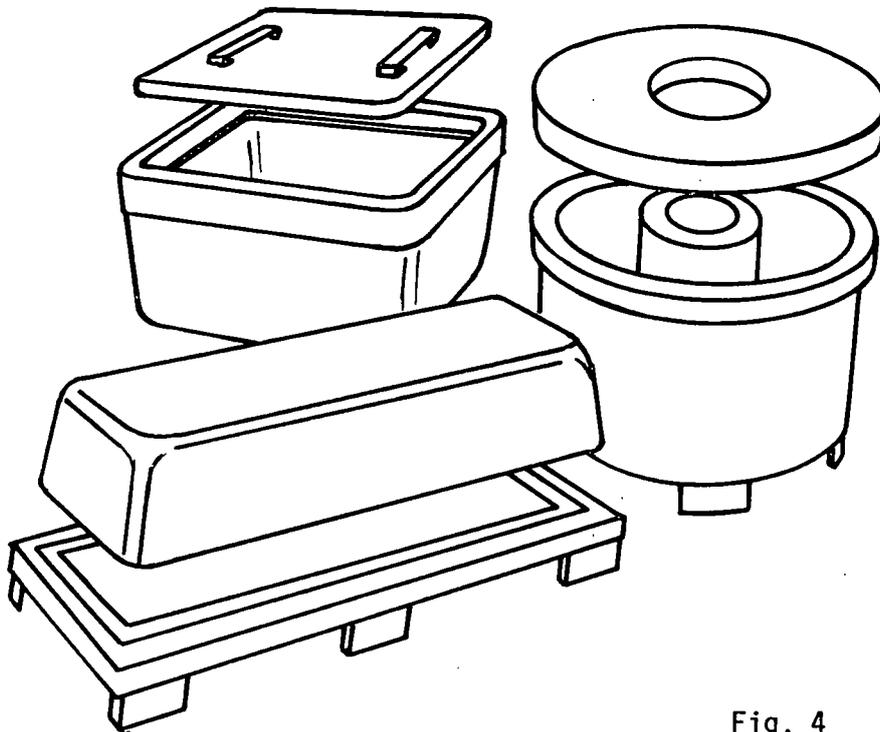


Fig. 4

Dispositivos de guías y sujeción

Las piezas que van a ser tratadas térmicamente en hornos de baño o de atmósfera gaseosa, se colocan en dispositivos especiales que tienen por objeto sujetarlas y posicionarlas, para evitar deformaciones durante el calentamiento y el enfriamiento.

Existen diversos tipos de dispositivos de sujeción, de acuerdo a la forma y tamaño de las piezas que van a colocarse en ellos, y según el tipo de horno utilizado en el tratamiento (fig. 5).

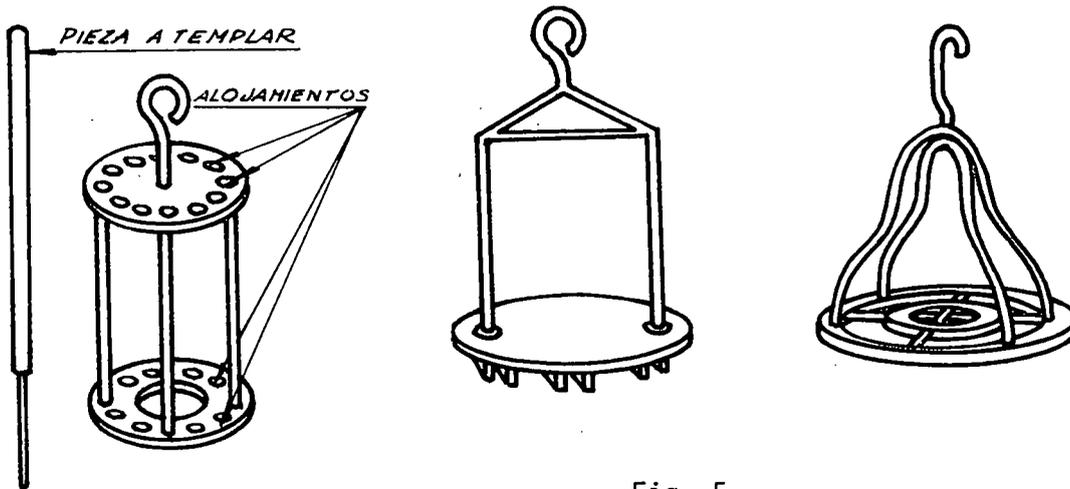


Fig. 5

En los hornos de atmósfera gaseosa, los dispositivos de sujeción de las piezas, generalmente se apoyan sobre un soporte-guía que posee la cámara del horno.

En algunos casos, el mismo dispositivo de sujeción que se utiliza para el calentamiento, sirve para el enfriamiento, en esos casos se sumerge todo el conjunto en el baño; en otros casos se utilizan otros dispositivos únicamente para enfriar, como por ejemplo la prensa tipo "Klingelberg", que comprime las piezas mediante matrices con orificios y/o ranuras, por las cuales se inyecta uniformemente el fluido de refrigeración, éste sistema se usa para evitar deformaciones en piezas seriadas. Existen también otros dispositivos que se utilizan para perseguir los mismos objetivos u otros, como por ejemplo; temple selectivo, distintas durezas por zonas, etc. (fig. 6).

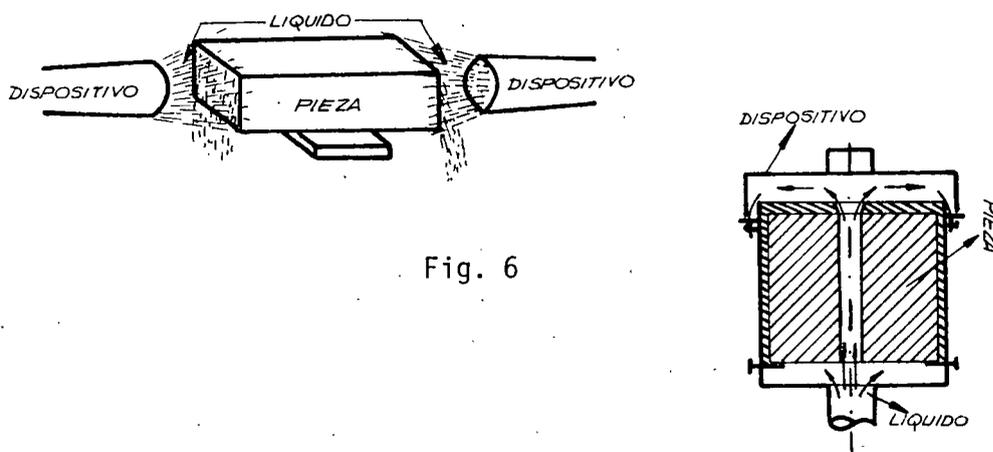


Fig. 6



Generalmente se utilizan para tratar térmicamente piezas, que requieren: calentamiento a temperaturas medias y elevadas, protección contra la descarburación, o tratamientos termoquímicos.

Están provistos de tres electrodos que sirven para fundir las sales que contiene el crisol; la corriente eléctrica circula por los electrodos a través de las sales fundidas, las cuales hacen las veces de resistencia eléctrica.

CONSTITUCION

Las principales partes constitutivas de estos hornos son las que se muestran en la figura 1.

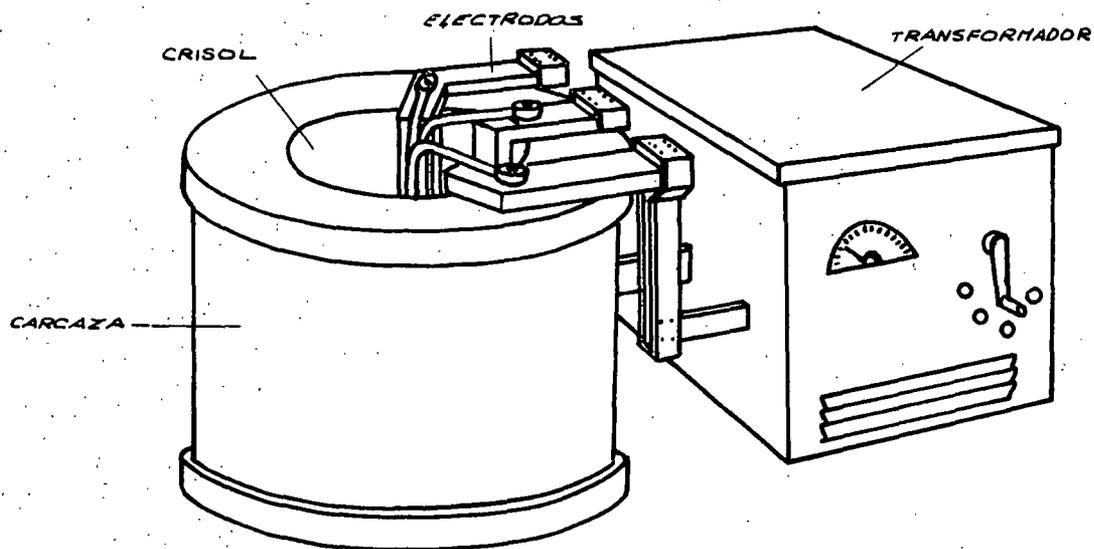


Fig. 1

Carcaza

Es la parte exterior del horno y esta formada por una pared, construida con una chapa envolvente de acero, revestido interiormente por material refractario.

Crisol

Es el lugar donde se colocan las sales del baño y las piezas que van a recibir el tratamiento térmico.

Existen crisoles de acero inoxidable, o fundición especial de hierro, y su forma puede ser rectangular o circular, siendo esta última la más generalizada.

Electrodos

El horno funciona con tres electrodos principales, que se hallan ubicados dentro del crisol y están conectados con la fuente de energía eléctrica. Además cuenta con tres electrodos adicionales, de menor tamaño, denominados electrodos de iniciación que acoplan en la parte superior de los principales, y sirven para comenzar la fusión de las sales.



Los electrodos están *constru*idos en aceros resistentes a altas temperatu - ras y a la acción corrosiva de los baños de sales.

Transformador

Se utiliza para regular la tensión y la intensidad de la corriente eléctri-- ca utilizada,de acuerdo a los valores necesarios para fundir las sales,dentro del crisol.

Generalmente los transformadores son trifásicos y llevan incorporados un se lector regulable,que permite variar la intensidad de corriente,para obtener la temperatura requerida por el tratamiento a realizar.Un amperímetro indica dicha intensidad de corriente.

FUNCIONAMIENTO

La fusión de las sales que se han colocado en el crisol,se inicia por medio de la corriente eléctrica que se hace pasar entre los electrodos de iniciación.Debido a que éstos se encuentran a corta distancia uno del otro, después de comenzar la fusión de las sales frías por medio de un soplete, ésta se efectúa con facilidad.Cuando la licuación es total,se retiran los electrodos de iniciación,dejando conectados los electrodos principales al transformador,el paso de la corriente entre los mismos a través del baño,se mantiene durante toda la operación.

CONDICIONES DE USO

- a) Tanto los electrodos principales como los de iniciación, deben estar firmemente ajustados,al dispositivo de sujeción de los mismos.
- b) Cuando se inicia la fusión de las sales que se encuentran frías,es conveniente hacerlo por medio de un soplete,o un disco de carbón,colocado entre los electrodos de iniciación,antes de que éstos se conecten a la corriente eléctrica.

PRECAUCIÓN

LOS GASES DESPRENDIDOS AL CALENTARSE LAS SALES A ALTAS TEMPERATURAS SE DEBEN ELIMINAR CON UN EXTRACTOR,DEBIDO A QUE SON NOCIVOS , ESPECIALMENTE EN AQUELLOS BAÑOS QUE CONTIENEN CIANUROS.

VENTAJAS

Las principales ventajas que ofrecen los hornos de electrodos son:la rapidez de la operación,la uniformidad de calentamiento y el acabado superficial de las piezas que se tratan.



Son aparatos que sirven para determinar altas temperaturas, en base a la medición de la energía radiante que emiten los cuerpos calientes.

Estos pirómetros son utilizados en la industria metalúrgica y en los talleres de tratamientos térmicos, cuando se quiere controlar y realizar mediciones de temperaturas superiores a 600°C.

TIPOS

Existen varios tipos de pirómetros de radiación, siendo los más usados el de radiación total y el óptico de desaparición de filamento.

PIROMETROS DE RADIACION TOTAL (FIGS. 1 y 2)

Estos aparatos se componen tres partes esenciales: un dispositivo de concentración de radiaciones, un hilo de compensación y un aparato indicador de temperatura. En los pirómetros portátiles, el aparato indicador y el hilo de compensación, están incorporados al dispositivo de concentración.

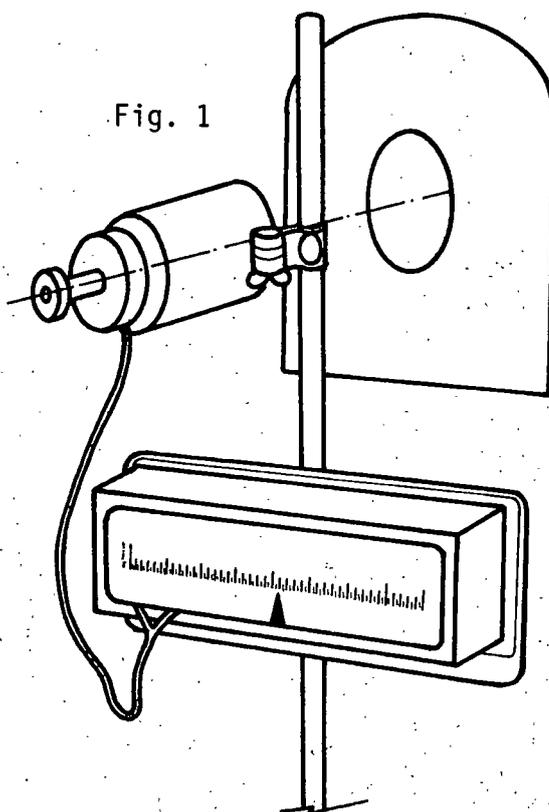


Fig. 1

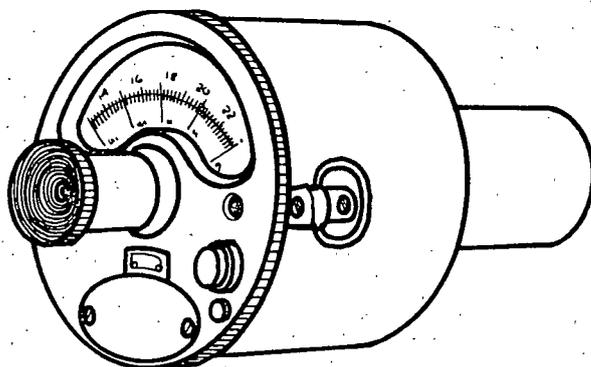


Fig. 2

CONSTITUCION

El dispositivo de concentración (fig.3) está constituido por los siguientes elementos:

- 1- OCULAR
- 2- TERMOPAR
- 3- OBJETIVO
- 4- BORNES
- 5- SOPORTE

Ocular

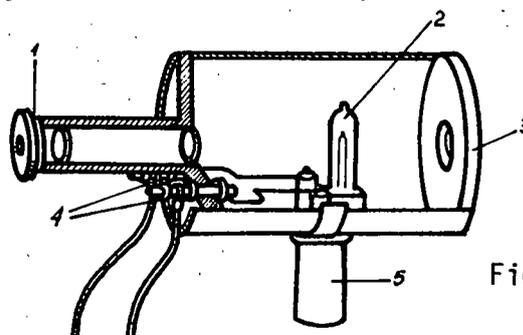


Fig. 3

Tiene una forma cilíndrica y en su interior lleva una lente y un filtro, que sirven para enfocar la fuente de calor que se desea medir.

El termopar

Está compuesto por dos alambres especiales soldados en un extremo, los cuales se encuentran protegidos por una ampolla de vidrio, en la que se ha hecho el vacío.

El objetivo

Está constituido por una lente y es la parte, por donde penetran las radiaciones emitidas por la fuente de calor.

Los bornes

Son los elementos de sujeción, que conectan los terminales del termopar con los hilos de compensación.

El soporte

Es el dispositivo de fijación de todo el conjunto. Tiene una articulación que permite movimientos en varias direcciones.

Hilos de compensación

Son conductores especiales entre el dispositivo de concentración y el indicador, sirven para conducir la corriente generada por el termopar.

Aparato indicador

Es un instrumento eléctrico utilizado para registrar las temperaturas, está provisto de una escala graduada y una aguja móvil.

FUNCIONAMIENTO

Todos los pirómetros de radiación total, operan concentrando la energía radiante de los cuerpos, mediante una lente llamada objetivo. La radiación emitida por el cuerpo, se enfoca sobre un termopar el cual al recibir las radiaciones, se calienta y genera una fuerza electromotriz, ésta es conducida por un hilo de compensación hasta el aparato indicador, donde la aguja marca la temperatura del cuerpo caliente que se ha enfocado.

OBSERVACION

Existen otros pirómetros de radiación total, que no utilizan una lente como elemento de concentración de las radiaciones, sino un espejo cóncavo, pero el funcionamiento es similar a los anteriores.

PIROMETRO OPTICO DE DESAPARICION DE FILAMENTO (FIG.4)

Estos aparatos están constituidos por las siguientes partes:

- | | |
|------------------------|---------------|
| 1 OCULAR | 4 AMPERIMETRO |
| 2 LAMPARA DE FILAMENTO | 5 BATERIA |
| 3 CUÑA OPTICA MOVIL | 6 OBJETIVO |

Ocular

Está compuesto por una lente y un filtro y sirve para observar la intensidad luminosa del filamento y del objetivo que se ha enfocado.

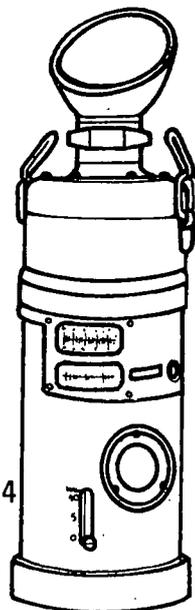
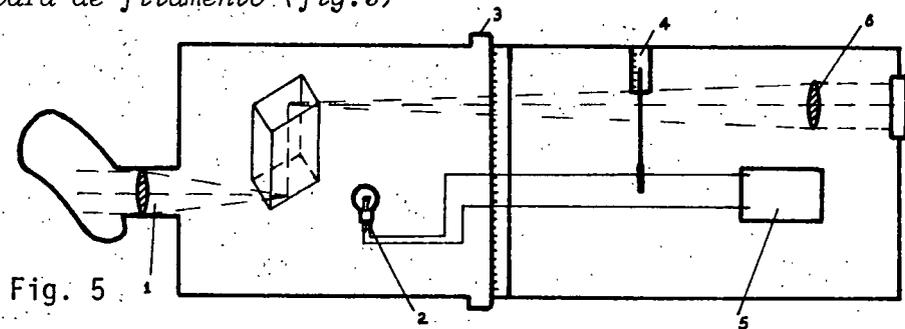


Fig. 4

Lámpara de filamento (fig. 5)



Se halla conectada con una batería y su filamento se utiliza como referencia patrón, para comparar la luminosidad del mismo con la del objeto, del cual se desea determinar su temperatura.

Cuña óptica

Es un disco que sirve para modificar la intensidad observada, procedente del cuerpo caliente. La modificación de intensidad se logra haciendo girar el disco.

Esta cuña viene acoplada a una escala de temperatura.

Amperímetro

Está incorporado al cuerpo del pirómetro y sirve para registrar la corriente eléctrica, que llega a la lámpara proveniente de la batería.

Batería

Es la fuente de energía eléctrica que alimenta la lámpara de filamento.

Objetivo

Está compuesto por una lente y un vidrio protector, y es la parte del pirómetro por donde penetran los rayos luminosos del cuerpo caliente.

FUNCIONAMIENTO

La medición de las temperaturas en este aparato, se realiza comparando la intensidad luminosa del filamento de la lámpara incorporada al pirómetro, con la luminosidad del cuerpo cuya temperatura se quiere medir.

La medición se realiza enfocando el cuerpo caliente, y haciendo pasar una corriente eléctrica a través de la lámpara; esto se consigue accionando el interruptor.

Para determinar la temperatura, se acciona la cuña óptica variando la intensidad luminosa observada, hasta lograr que la imagen del objeto y la del filamento patrón, tengan la misma luminosidad y se confundan entre sí.

En el momento en que esto se logra, la imagen observada a través del ocular, presenta el aspecto de la figura 6; en la escala indicadora, que posee el disco o cuña óptica sobre su periferia, se puede leer la temperatura correspondiente.

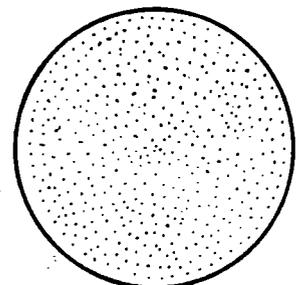


Fig. 6

Si la temperatura indicada es baja, se ve como lo indica la figura 7.
Si la temperatura indicada es alta se ve como lo indica la figura 8.

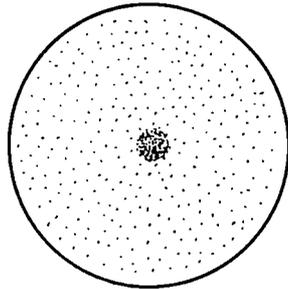


Fig. 7

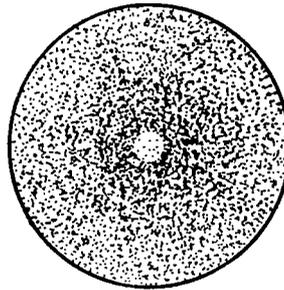


Fig. 8

OBSERVACION

Se utilizan también otros pirómetros ópticos de desaparición de filamento, en los cuales para determinar la temperatura no se usa una cuña óptica, sino un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la brillantez del filamento de la lámpara.

CONDICIONES DE USO

Las lentes de los pirómetros deben estar completamente limpias, antes de ser usadas.

Por ser aparatos delicados, el manejo de los pirómetros debe hacerse con cuidado.

RESUMEN

PIROMETROS DE RADIACION

Uso

Para medir altas temperaturas

Características

Tienen un sistema de observación óptica, para enfocar la fuente de calor. La medición de la temperatura se logra sin necesidad de que el aparato, se ponga en contacto con el cuerpo caliente.

*Radiación
total*

Portátiles: se usan para mediciones periódicas de temperatura.

Fijos: Se utilizan para trabajos continuos.

TIPOS MAS USADOS

*Desaparición de
filamento*

Con cuña óptica: se modifica la intensidad observada, mediante el accionamiento de un disco.

Con dispositivo eléctrico: se modifica la brillantez del filamento.



MECANICA GENERAL

Los hornos de combustión están dotados generalmente de dos cámaras, en una de ellas se colocan las piezas y en la otra que es más pequeña, se realiza la combustión mediante un quemador que mezcla aire y combustible, en proporciones determinadas, para inflamarla luego produciendo el calor requerido en los distintos tratamientos térmicos.

Existen dos tipos de hornos de combustión: de cámara y de baño de sales.

CARACTERISTICAS

Hornos de cámara

Pueden ser de mufla o de semi-mufla. Los de mufla (fig.1) se caracterizan por estar dotados de una cámara de calentamiento, construida con material refractario de buena conductabilidad térmica, resistencia mecánica y a la oxidación a temperaturas elevadas, sirve para colocar las piezas que se van a tratar térmicamente, de éste modo las piezas quedan aisladas de los gases de la combustión.

Los hornos de semi-mufla son parecidos a los de mufla pero la cámara de combustión se comunica con la de calentamiento, por medio de aberturas o canales. Los gases de la combustión entregan su calor directamente a las piezas y a las paredes del horno.

CONSTITUCION

Los hornos de cámara están constituidos por las siguientes partes (fig.2).

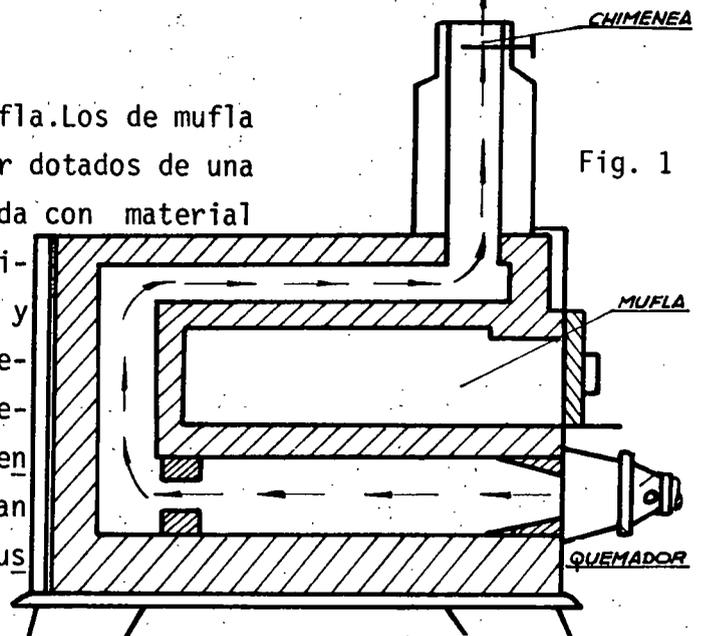


Fig. 1

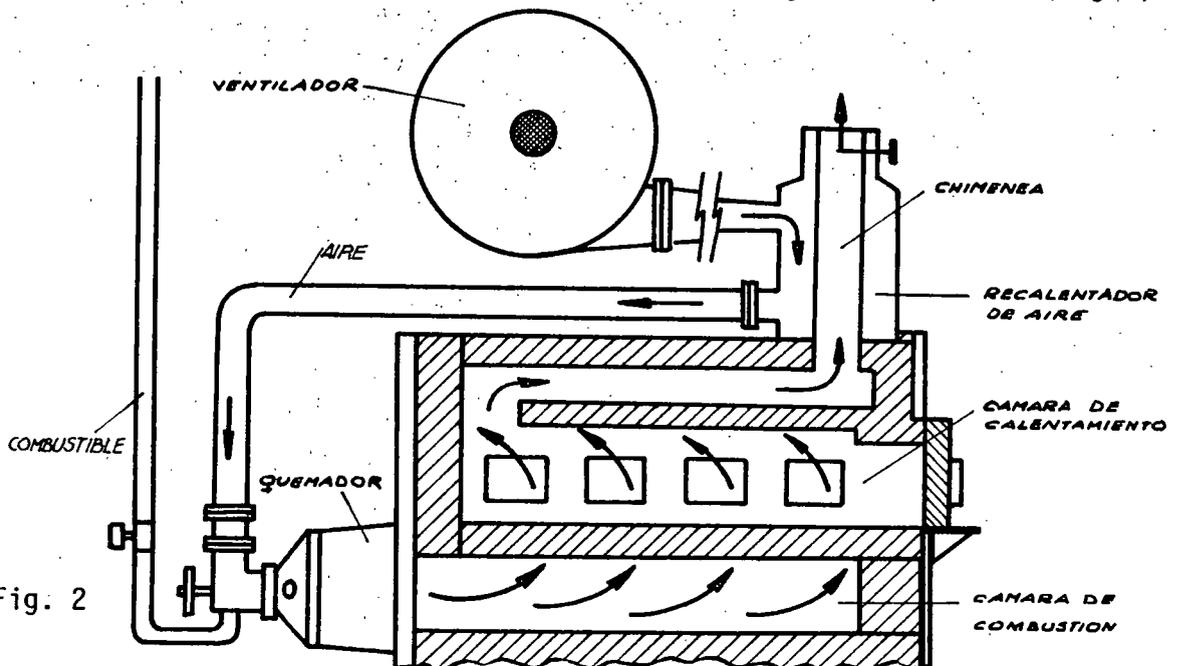


Fig. 2

CÓDIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS
3-5.3

Cámara de combustión

Generalmente esta cámara se encuentra situada en la parte inferior de la cámara de calentamiento.

Cámara de calentamiento

Es el lugar donde se colocan las piezas que van a tratarse térmicamente. Está provista de una tapa que permite mantenerla cerrada durante la operación. Además esta cámara lleva incorporado, el termopar de un pirómetro que registra las temperaturas de trabajo.

Chimenea

Es un tubo cilíndrico que se halla situado en la parte superior del horno y se conecta con la cámara de calentamiento (hornos de semi-mufla) o con la de combustión (hornos de mufla). Sirve para desalojar los gases producidos en la combustión y hacerlos circular por los canales, conductos y zonas del horno de acuerdo a las necesidades de distribución del calor, necesidades que se han tenido en cuenta al proyectar y calcular el horno.

Recalentador de aire

Es la parte exterior de la salida de humos y está acoplado a dos tubos que conducen el aire proveniente del ventilador. Facilita la combustión y aumenta el rendimiento térmico del horno. También suele precalentarse al combustible, especialmente los pesados y viscosos como el fuel-oil, los aceites y el petróleo.

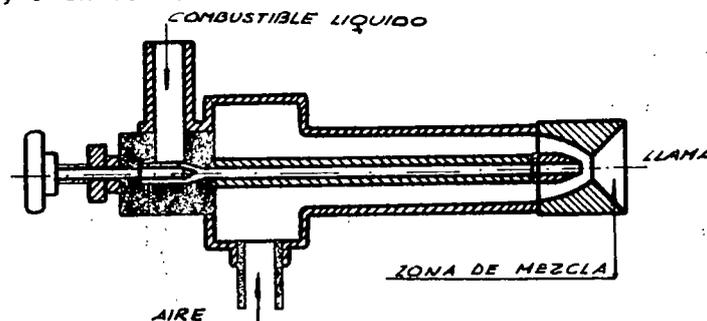
Ventilador

Se utiliza este tipo de hornos para impulsar el aire dentro del quemador del horno. La potencia del ventilador depende del tamaño del horno.

Quemador

Es la parte del horno donde se mezclan el aire con el combustible. Existen tres tipos principales: de alta presión, de baja presión y combinados. En general todos tienen (fig.3):

- a) Un conducto central para combustible.
- b) Un conducto generalmente anular que rodea al central.
- c) Una zona de mezcla, que puede estar localizada en el mismo quemador, o en la cámara de combustión del horno.



La forma de los conductos (en ciertas partes ensanchados o, estrangulados y algunos con paredes helicoidales) tienden a producir turbulencias, para dividir el chorro de combustible en gotitas microscópicas suspendidas en la masa del aire inyectado, en relaciones normales de 72,2 a 96,3 metros cúbicos de aire por cada kilogramo de combustible líquido.

REGULACION DE LA MEZCLA

Se realiza mediante los registros de aire y combustible para obtener la temperatura deseada (aumentando o disminuyendo la cantidad de combustible y de aire) y/o para obtener una atmósfera del horno oxidante, neutra o reductora (aumentando la proporción de una con respecto a la otra), aunque las dos últimas, no se consiguen en los hornos de semi-mufla comunes, para aproximarse a una atmósfera neutra, la llama que aparece por la chimenea del horno, debe ser corta anaranjada y no muy rígida, no debe aparecer humo negro. La cámara de trabajo no debe estar inundada por llamas ni humo negro durante el calentamiento de las piezas, tan solo pueden aparecer pequeñas y muy cortas llamas suaves y anaranjadas (en los hornos de semi-mufla).

OBSERVACION

Algunos hornos de semi-mufla se construyen con otra cámara encima de la primera aprovechando para su calefacción los gases calientes, que provienen del recinto inferior. La superior suele usarse para precalentar y la inferior para templar (fig.4).

HORNOS DE SEMI-MUFLA

Ventajas

Fácil de manejar.
Buen rendimiento térmico.
Es ágil puede subir o bajar su temperatura en tiempos relativamente cortos.

Desventajas

Atmósfera oxidante.
En la cámara hay casi siempre zonas más calientes que otras (generalmente la zona del medio, tiene una temperatura superior a la de los extremos), la zona cercana a la puerta es apreciablemente más fría que el resto.

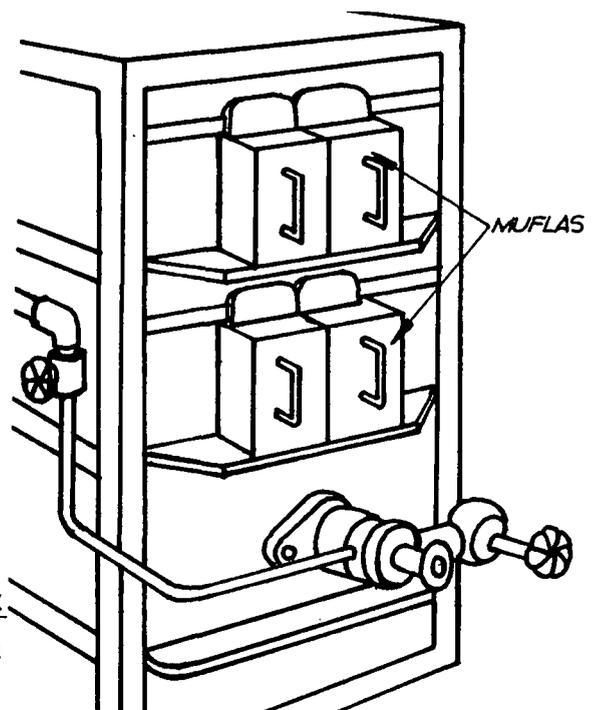


Fig. 4

HORNO DE MUFLA

Ventajas

Si el horno está bien diseñado y funciona bien, la temperatura es uniforme en todas las zonas de la cámara.

La atmósfera se puede controlar con facilidad debido a la ausencia de gases y de aire (solamente el que proviene de la puerta cuando ésta se abre, o cuando cierra mal, lo cual se soluciona extendiendo sustancias carbonáceas en el piso de la cámara).

Desventajas

Bajo rendimiento térmico el calor debe atravesar las paredes de la mufla, para calentar las piezas a tratar.

Demora más tiempo que el horno de semi-mufla para elevar o bajar su temperatura.

Su construcción es cara porque la mufla debe ser construída con materiales refractarios especiales y de alta calidad.

HORNOS PARA SALES

Los hornos para baños de sales están constituídos por elementos similares a los descritos para el horno de cámara, siendo su principal diferencia el crisol construído en acero refractario (inoxidable) o fundición especial de hierro que se encuentra dentro de la cámara de combustión tiene la forma de un recipiente generalmente cilíndrico, el cual es rodeado circularmente por las llamas, que proveniente del quemador, escapan luego por la chimenea. Las partes constitutivas de un horno de este tipo son las indicadas en la figura 5.

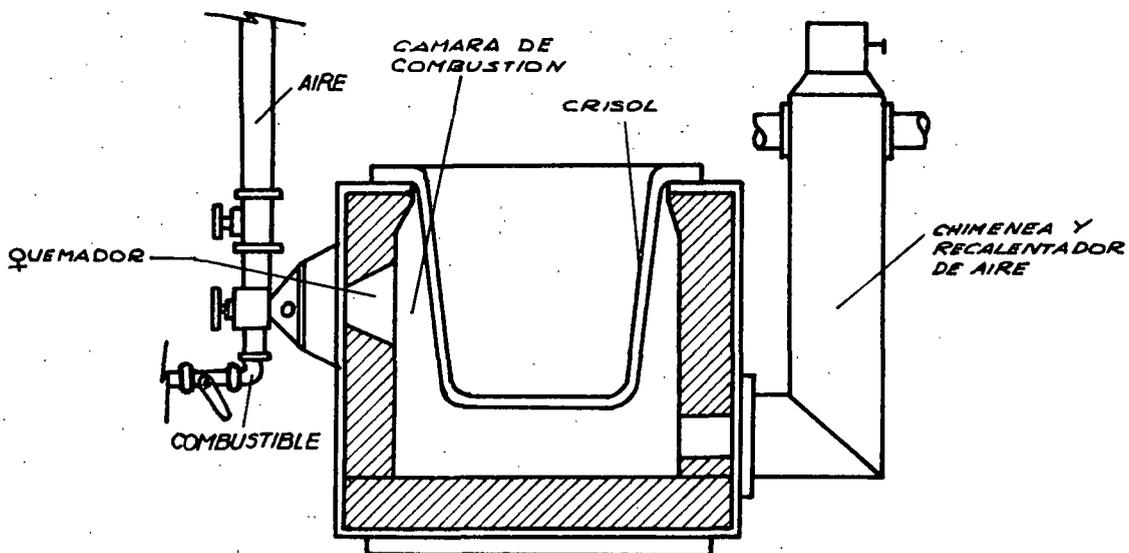


Fig. 5

OBSERVACION

Existen también hornos de baño de sal en los que se hallan acoplados un horno de precalentamiento, que funciona aprovechando los gases que salen de la cámara de combustión (fig.6).

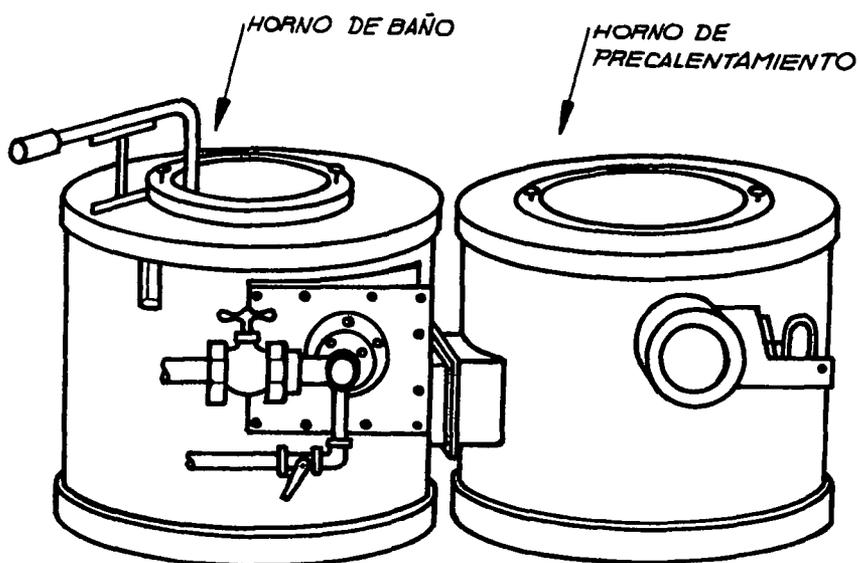


Fig. 6

VOCABULARIO TECNICO

QUEMADOR - mechero.

REGISTRO - llave - válvula.

MUFLA - cámara de calentamiento - cámara de trabajo.

CHIMENEA - conducto de humos.



Los ensayos de dureza Rockwell, Brinell y Vickers, se realizan utilizando máquinas de diversos tipos, que permiten que una carga aplicada sobre un penetrador actúe sobre el material a ensayar.

CONSTITUCION

Las máquinas de ensayo de dureza están constituidas básicamente por 4 elementos (fig. 1).

- 1) Cargas y su mecanismo de aplicación.
- 2) Soporte y elevador de las piezas.
- 3) Dispositivo de penetración.
- 4) Aparato de medición y lectura.

MECANISMO DE APLICACION DE CARGAS

Está constituido por dispositivos especiales que sirven para seleccionar las cargas y para aplicarlas sobre el penetrador.

Según el tipo de máquina, las cargas pueden actuar, accionando un sistema mecánico o hidráulico.

En el primer caso las diferentes pesas están colocadas en un extremo del mecanismo y la selección se hace manualmente o mediante un selector, en el segundo caso, se seleccionan las cargas y se controlan mediante un manómetro. Un amortiguador hidráulico puede regular la velocidad de aplicación.

SOPORTE Y ELEVADOR DE LAS PIEZAS

Es la parte de la máquina donde se colocan las piezas a ensayar; generalmente consta de 3 partes: soporte, elevador y volante.

El soporte situado en la parte superior del conjunto, es intercambiable y tiene diferentes formas y tamaños de acuerdo al tipo de piezas a ensayar.

El elevador es un tornillo, que permite subir o bajar la piezas mediante el giro de un volante, el cual se encuentra en la parte inferior del elevador.

DISPOSITIVO DE PENETRACION

Está compuesto por el cabezal y el penetrador. Éste puede ser un diamante o una esfera, según el tipo de ensayo.

El penetrador se sujeta al cabezal por medio de un tornillo o un cono roscado.

Algunas máquinas poseen un protector del penetrador.

APARATO DE MEDICION Y LECTURA

Existen dos clases de aparatos de medición y de lectura de dureza: los ópticos y los de lectura directa.

Los ópticos se utilizan para los ensayos Brinell y Vickers, y los de lectura directa para el ensayo Rockwell.

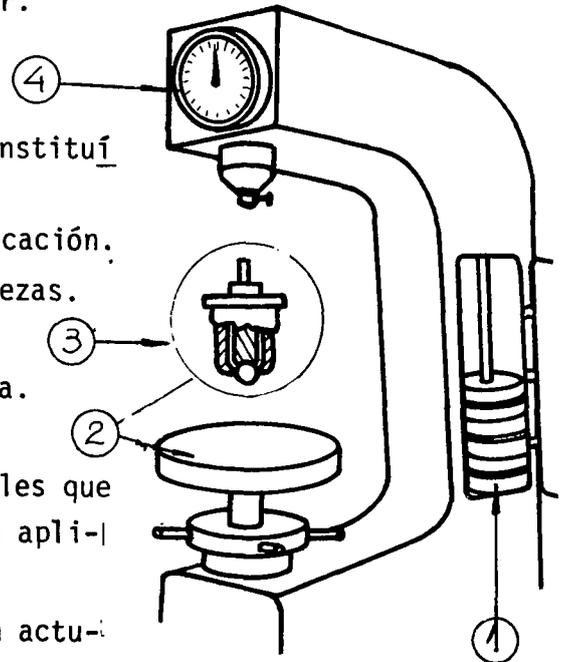


Fig. 1

TIPOS DE MÁQUINAS

Para realizar los ensayos Rockwell, Brinell y Vickers se utilizan los siguientes tipos de máquina.

Máquina Rockwell (fig. 2)

En el ensayo Rockwell se usan normalmente dos tipos de penetradores correspondientes a los ensayos Rockwell "C" o "B".

El reloj de la máquina tiene dos escalas, una roja y una negra, en las que se hacen las lecturas de las durezas. La escala puede girar libremente accionando el borde del reloj, lo cual permite regular la graduación del cero (fig. 3).

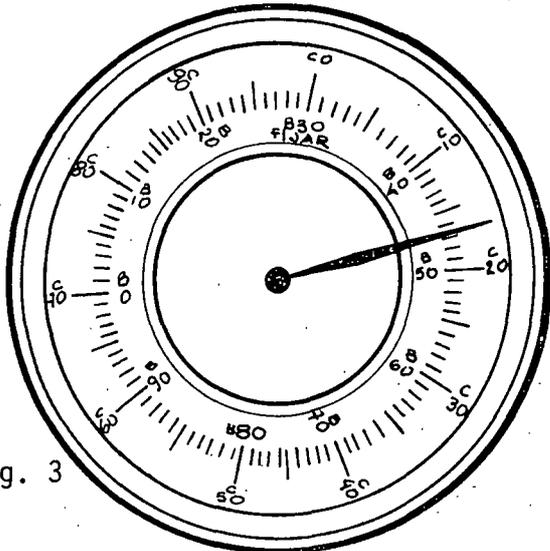


Fig. 3

El reloj se encuentra acoplado al soporte del penetrador en tal forma que cualquier movimiento vertical de éste, se traduce en una rotación de la aguja indicadora.

Algunos aparatos llevan una aguja pequeña, que sirve para indicar el momento en que se aplica la carga inicial o precarga de 10 Kg. Cuando esto sucede, esta aguja coincide con el punto marcado en la carátula del reloj.

Máquinas Brinell y Vickers (fig. 4)

Existen varios tipos de máquinas para realizar los ensayos Brinell y Vickers siendo las más usadas, las que disponen de un aparato óptico donde se mide la huella impresa.

En la máquina se puede seleccionar las diferentes cargas, y su aplicación sobre el cuerpo a ensayar, se regula mediante un sistema de amortiguación mecánico o hidráulico, que permite una aplicación lenta y gradual de las cargas

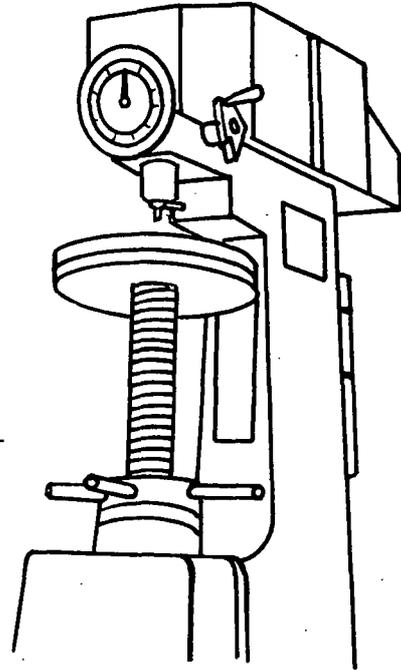


Fig. 2

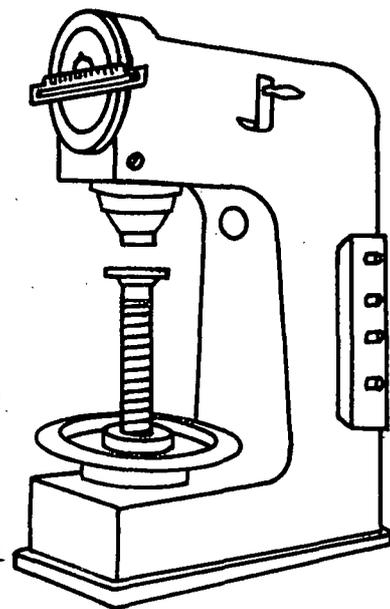


Fig. 4

y asegura que la presión no sobrepase nunca la conveniente para el ensayo. Si el ensayo que se realiza en este tipo de máquina, es el Brinell, los penetradores usados son esferas de acero o carburo de tungsteno de varios diámetros; en los ensayos Vickers, el penetrador utilizado es un diamante en forma de pirámide cuadrangular.

Otra característica de este tipo de máquinas, es que cuentan con un dispositivo especial que inmediatamente después de efectuar la impresión, sitúa en el lugar donde se encontraba el penetrador, un aparato óptico que proyecta sobre un vidrio la imagen de la huella, ampliada de 20 a 150 veces. A este aparato también se lo denomina micrómetro óptico, existiendo diversos tipos como los que se pueden ver en la figura 5.

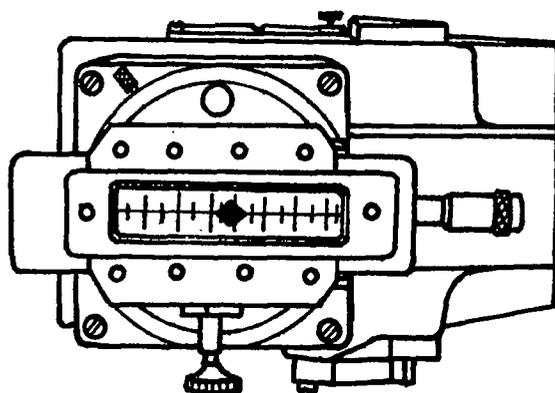


Fig. 5

OBSERVACIONES

- a) Cuando las máquinas no tienen incorporado el aparato óptico de medición, la huella es medida utilizando un microscopio o lupa graduada portátil como las representadas en la figura 6,

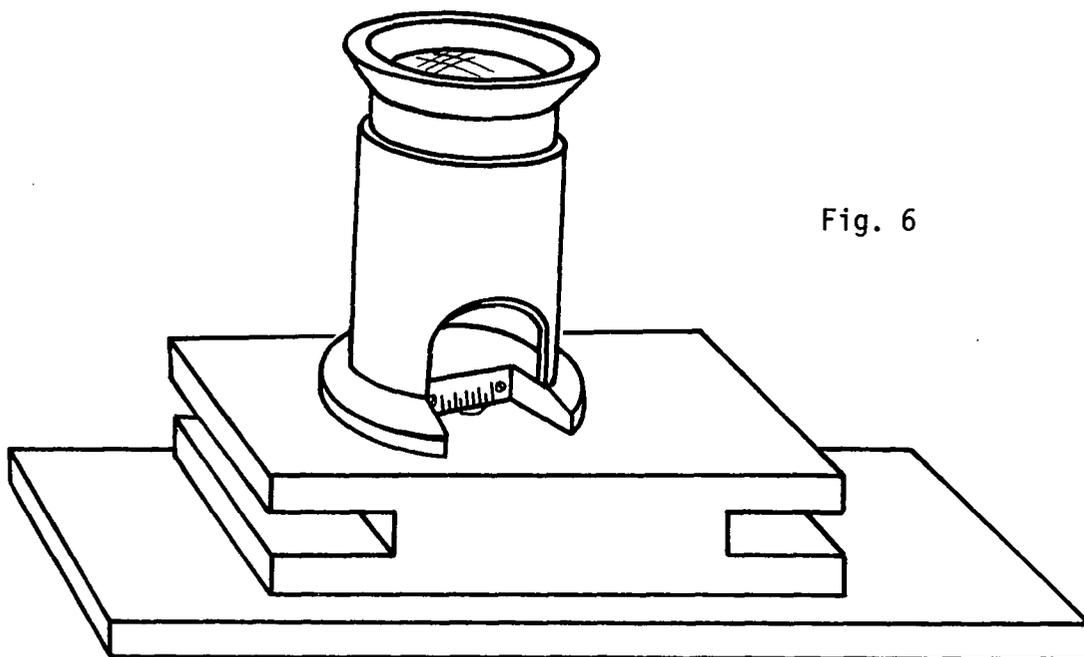


Fig. 6

b) Existen otros tipos de máquinas, llamadas universales, porque permiten realizar los tres ensayos de dureza descriptos (fig. 7).

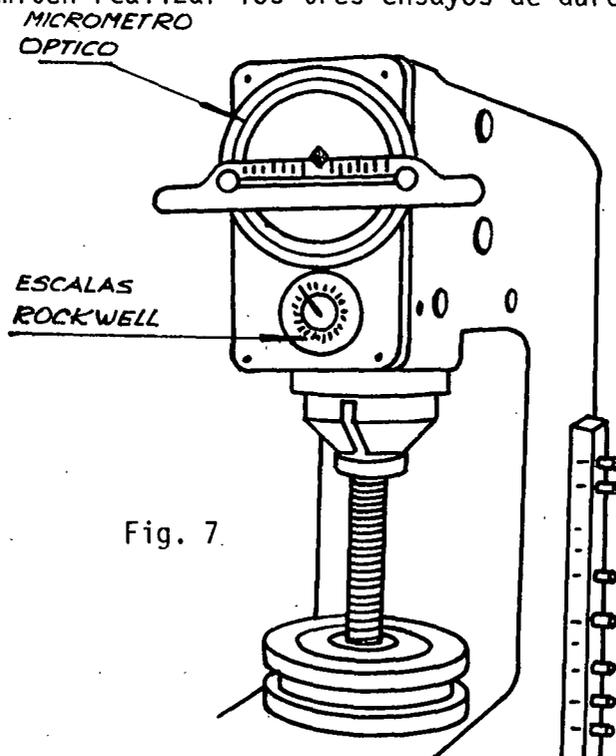


Fig. 7.

c) Las casas constructoras, también han diseñado máquinas para dureza Brinell con lectura directa, siendo utilizadas en las industrias que fabrican productos en serie y cuando no se requiere gran precisión en la determinación de la dureza.

RESUMEN

MAQUINAS PARA ENSAYO DE DUREZA

1) Mecanismos de aplicación de cargas
(Mecánico o hidráulico)

CARACTERISTICAS GENERALES

2) Soporte y elevador de las piezas

3) Dispositivo de penetración (penetradores de diamante o esferas de acero o carburo de tungsteno).

4) Aparato de medición y lectura (micrómetro óptico, microscopio y lupa graduada)

Rockwell: lleva incorporado un reloj de lectura directa

TIPOS

Brinell y Vickers: para medir la huella se usa un micrómetro óptico y la dureza se determina en tablas.



Consiste en hacer penetrar un cono de diamante o una esfera de acero sobre el material que se va a ensayar. La lectura de la dureza se hace en forma rápida y directa, en un reloj especial que traslada la medida de la penetración, en cifras unitarias de dureza ROCKWELL.

CARACTERISTICAS

Las características principales del ensayo Rockwell son las siguientes:

- a) Lectura directa de la dureza.
- b) Aplicación simultánea de dos cargas.
- c) Medida de la dureza por la longitud penetrada por el diamante o la esfera en la pieza.

Lectura directa

La lectura de los valores de la dureza se realiza, en las escalas del reloj que está incorporado y acoplado al dispositivo de aplicación de las cargas de la máquina de ensayo.

Aplicación de cargas

En los ensayos Rockwell se aplican dos cargas diferentes: una inicial de 10 Kg y después una carga final, mayor que la anterior, la cual varía de acuerdo a los tipos de ensayo.

Medida por la longitud penetrada

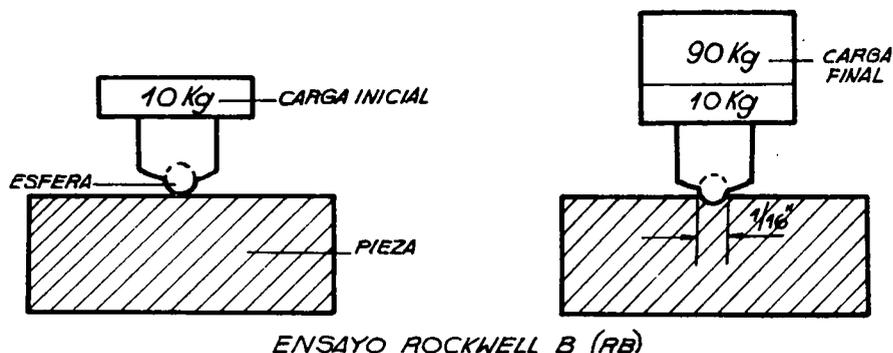
La distancia penetrada por el diamante o la esfera es directamente proporcional a la carga, e inversamente proporcional a la dureza del material, esta proporción no es lineal.

TIPOS

Existen varios tipos de ensayo Rockwell, siendo los más comunes, los denominados Rockwell B y Rockwell C.

Rockwell B

En este ensayo se utiliza como cuerpo penetrador una esfera de acero templado, con un diámetro de 1,578 mm y una carga final de 90 Kg (Fig 1).

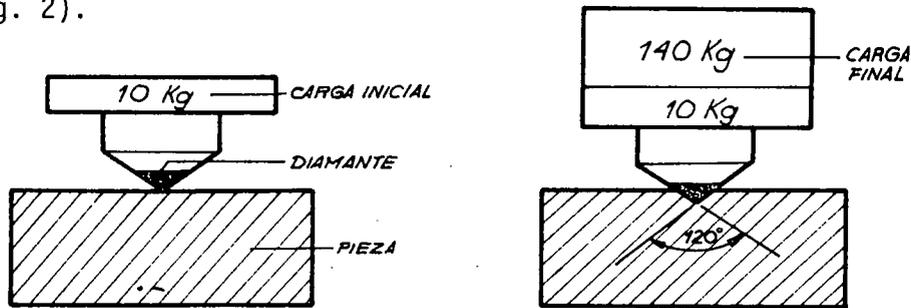


ENSAYO ROCKWELL B (RB)

Fig. 1

Rockwell C

El penetrador utilizado para este ensayo se denomina penetrador Brale, es un cono de diamante con un ángulo de 120° y con la punta esférica con un radio de 0,2 mm. La carga final empleada para realizar este ensayo es de 140 kilogramos (fig. 2).



ENSAYO ROCKWELL C (RC)

Fig. 2

USOS

El penetrador de bola de 1/16 de pulgada, es empleable para materiales cuya dureza oscile entre 0 y 100 de la escala Rockwell B. La lectura se hace en escala roja del reloj, también denominada escala RB (fig. 3).

El penetrador Brale se utiliza para materiales cuya dureza oscile entre 20 y 70 de la escala Rockwell C.

La lectura en este caso se efectúa en la escala negra del reloj o escala C.

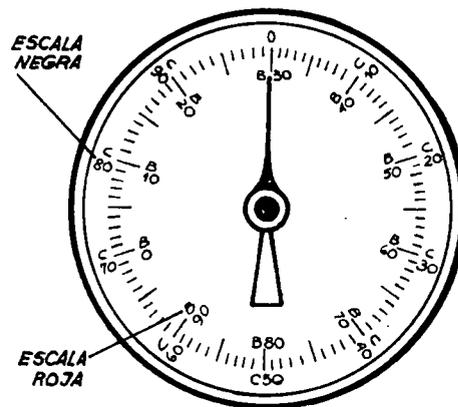


Fig. 3

OBSERVACION

Para determinar la dureza de la superficie de aceros nitrurados o cementados, descarbonados o de piezas delgadas tales como hojas de afeitar, se emplea un ensayo especial denominado "Rockwell Superficial", el cual se realiza usando un penetrador designado Brale N igual al descrito anteriormente, pero sujeto a tolerancias de fabricación más estrechas, se utiliza para metales duros con carga inicial de 3 Kg y adicionales de 12; 27 y 42 Kg Para metales blandos se usa el penetrador de bola de 1/16 de pulgada. Con las mismas cargas mencionadas la máquina, es más sensible que la normal y también regula la velocidad de recorrido del penetrador por medio de un freno hidráulico.



CONDICIONES PARA EL ENSAYO

- a) Antes de determinar la dureza de un material se debe realizar por lo menos una medición previa, por cuanto la primera lectura puede ser errónea.
- b) El penetrador debe quedar perpendicular a la pieza y ésta no debe moverse durante el ensayo.
- c) Las piezas deben presentar una superficie plana, lisa y libre de suciedad, cascarillas o partículas duras que puedan falsear los resultados del ensayo.
- d) La superficie de la pieza no debe calentarse durante su preparación para evitar el ablandamiento de la misma, por el efecto de revenido y para no crear tensiones internas en el material.
- e) En piezas redondas menores de diez mm de diámetro, la curvatura falsea el resultado, se debe entonces rectificar con piedra esmeril o lima, una pequeña zona para la impresión, de lo contrario se debe acompañar el valor del diámetro de la pieza al de la dureza obtenida.
- f) El espesor debe ser suficientemente grueso con respecto a la carga y al penetrador para evitar el "efecto yunque", éste puede detectarse observando la cara opuesta, para ver si aparecen señales de compresión o de la impresión del penetrador.
En general se establece un espesor de la pieza igual o mayor a 10 veces la penetración del diamante.



Consiste en comprimir contra la superficie de la pieza metálica a probar, una esfera de acero muy dura, aplicando una carga estática durante un cierto tiempo (fig.1), para medir luego las dimensiones de la huella impresa.

La impresión dejada por la bola en el metal de la pieza, es en términos geométricos, un casquete esférico; el valor numérico de la dureza Brinell, se obtiene dividiendo la carga aplicada por el área de la superficie de éste casquete esférico, la cual puede calcularse fácilmente, partiendo de su diámetro, a través de una serie de deducciones matemáticas, obteniéndose así una fórmula que utiliza como datos numéricos, el diámetro de la bola, el diámetro de la huella impresa y la constante π .

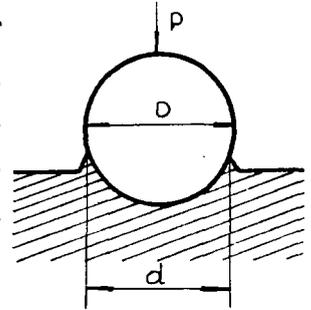


Fig. 1

$$\text{AREA DE LA HUELLA} = \frac{\pi \times D^2}{2} - \frac{\pi \times D}{2} \sqrt{D^2 - d^2}$$

Siendo:

D = diámetro de la bola en mm.

d = diámetro de la huella impresa en mm.

= 3,1416.

De acuerdo a lo dicho anteriormente se debe dividir la carga por el valor de ésta superficie, quedando:

$$\text{Dureza Brinell} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Siendo:

P = carga aplicada en Kg.

La carga se expresa en kilogramos y la superficie en milímetros cuadrados. En la práctica, y para mayor comodidad, se utilizan tablas que indican la dureza correspondiente, a cada uno de los diferentes diámetros de las huellas impresas, las cuales se miden con una lupa graduada o con un micrómetro óptico. Las tablas más usadas pueden ser consultadas en la HIT tablas de dureza *PENETRADORES Y CARGA*

Penetradores

En el ensayo Brinell normal, se emplean como penetradores las bolas esféricas de 5mm o 10mm de diámetro. Para casos especiales pueden utilizarse otras bolas, tales como 1,25mm, 2,50mm y 7mm, los ensayos realizados con tales bolas, no pueden considerarse ensayos tipos. Las bolas pueden estar construidas de:

- 1) Acero al carbono.
- 2) Acero aleado.
- 3) Carburo de tungsteno.

El empleo de éstas bolas depende de la dureza del metal ensayado.



Cargas

Las cargas para los ensayos, están en función del diámetro de la esfera y del material a ser ensayado, como se muestra en el siguiente cuadro:

DIAMETRO DE ESFERAS (mm)	CARGAS (Kg) Y CAMPOS DE APLICACION			
	ACEROS Y HIERROS FUNDIDOS	BRONCE Y LATON DURO	COBRE, ALUMINIO Y SUS ALEACIONES	METALES BLANDOS
10	3000	1000	500	250
5	750	250	125	62,50
2,5	187,50	62,50	31,25	15,625

OBSERVACIONES

Cuando se utiliza una esfera de 10mm y una carga de 3000 Kg, se puede teóricamente determinar la dureza Brinell, aplicando la fórmula anterior en una escala comprendida entre 95,5 y 945 unidades; sin embargo como las esferas de acero, sufren deformaciones cuando la dureza del material excede a 525 unidades Brinell, se deben utilizar entonces, esferas de carburo de tungsteno que son más duras y por lo tanto sufren menos deformaciones.

En general para mayor exactitud, se recomienda no exceder mediciones de dureza, mayores a 600 unidades Brinell.

USOS

Este ensayo se usa generalmente para determinar durezas de aceros recocidos laminados o normalizados y especialmente para metales no muy duros, tales como; el cobre y sus aleaciones, y el aluminio y sus aleaciones.

CONDICIONES PARA EL ENSAYO

Para obtener valores exactos en la determinación de las durezas, los ensayos Brinell deben reunir las siguientes condiciones:

- El ensayo debe ser hecho sobre una superficie plana, limpia, lisa y sin porosidades.
- El penetrador debe estar perpendicular a la superficie de la pieza y ésta no debe moverse durante el ensayo.
- La distancia del borde de la pieza, al punto donde se va a hacer la impresión, debe ser aproximadamente 3 veces el diámetro de la huella, y 4 veces del centro de otra impresión.
- El espesor de la pieza, debe ser mayor al doble del diámetro de la impresión, para evitar el "efecto de yunque". Después del ensayo la cara opuesta no debe presentar marcas.
- La superficie de la pieza a probar no debe calentarse durante su preparación, para no dar lugar al desarrollo de tensiones internas en el material.



El ensayo Vickers consiste en determinar la dureza de un material, utilizando un penetrador especial, para medir después la diagonal de la huella que éste deja, sobre la superficie de la pieza.

PENETRADOR DE CARGAS

El penetrador Vickers es un pequeño diamante tallado en forma de pirámide cuadrangular cuyas caras opuestas tienen un ángulo de 136° (fig.1). Este ángulo fué elegido para que los números de dureza Vickers coincidan con los Brinell, aunque esta semejanza solo se cumple hasta aproximadamente 350 unidades Brinell, debido a la deformación que sufre la bola durante el ensayo al sobrepasar ésta cifra.

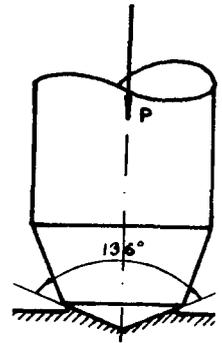


Fig. 1

Las cargas más recomendadas para realizar el ensayo Vickers son las de: 1 - 2,5 - 5 - 10 - 20 - 30 - 50 - 100 y 120 Kg de las cuales la más utilizada es la de 30 Kg.

DETERMINACION DE LA DUREZA

Después de haberse aplicado la carga sobre el material, en éste aparece una pequeña huella impresa (fig.2) para determinar la dureza, se miden las diagonales de la huella con un microscopio o un micrómetro óptico.

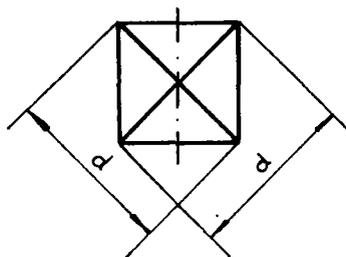


Fig. 2

El valor numérico se obtiene, como en el ensayo Brinell, al dividir la carga por la superficie de la huella, pero es más práctico utilizar tablas, siendo la más usual la correspondiente a la carga de 30 Kg; estas se pueden consultar en la HIT de tablas de dureza.

USOS

El ensayo Vickers se utiliza cuando se requiere precisión en la determinación de las durezas, debido a su versatilidad se emplea para ensayar materiales blandos o materiales templados y tratados termoquímicamente. Además como la huella impresa es muy pequeña permite ensayar láminas de poco espesor y piezas terminadas sin perjudicar las superficies de las mismas.

CONDICIONES PARA EL ENSAYO

- 1 - Las piezas que se van a ensayar deben presentar una superficie pulida, plana y perpendicular al eje de simetría del penetrador. La carga total se aplica lentamente en especial su última fracción para evitar los efectos de inercia y descarga brusca.
- 2 - La impresión debe realizarse en una zona plana de la pieza y el espesor mínimo de ésta debe ser aproximadamente 1,5 veces el tamaño de la diagonal de la huella, para evitar el "efecto de yunque". En la figura 3 se pueden observar los espesores mínimos que deben tener las piezas a ensayar, en relación a la carga utilizada y a la dureza del material ensayado.

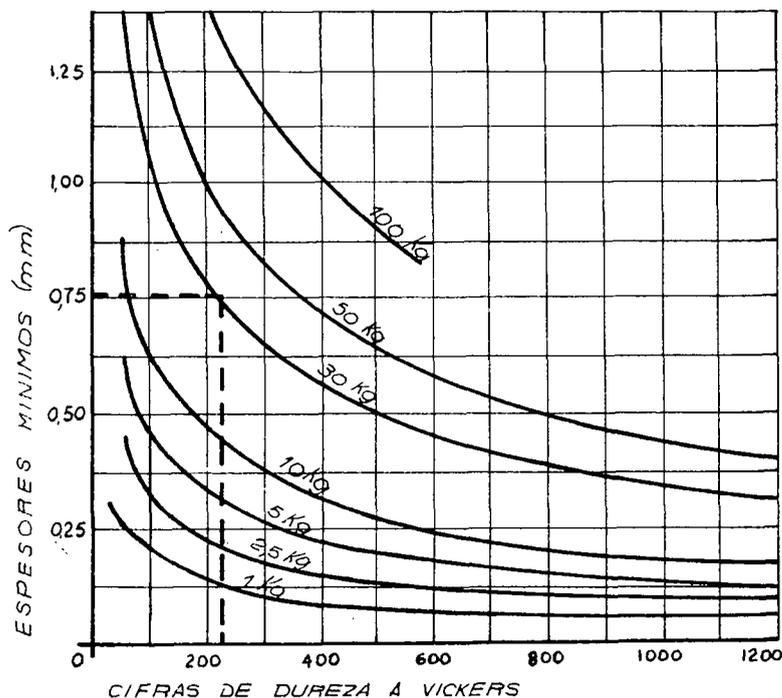


Fig. 3

Así por ejemplo para un ensayo de dureza Vickers con 30Kg para una dureza comprendida entre 200 y 300 unidades Vickers, la pieza deberá tener un espesor igual o mayor a 0,75 mm.

- 3 - El tiempo que permanece aplicada la carga total varía usualmente de 10 a 30 segundos. Esta permanencia de la carga tiene por objeto permitir que se completen las deformaciones plásticas del material, en la pequeña zona del ensayo.



MECANICA GENERAL

Los valores de la siguiente tabla son ciertos para todos los aceros perliticos en estado natural o recocido, refinado (templado y revenido alto, tambien llamado bonificado) y templado, no son correctos en cambio para aceros austeniticos, hierro fundido, fundición y metales no ferrosos.

La resistencia Brinell indicada en las tablas y por la prueba de dureza con bola, concuerda hasta 200 Kg/mm^2 aproximadamente, en la práctica exactamente con la resistencia a la rotura de una probeta tomada del mismo punto del material.

En durezas superiores, empero, la prueba de dureza con bola dá solo valores aproximados y en durezas arriba de 240 Kg/mm^2 las cifras son poco seguras debido a la deformación que sufre la bola.

Materiales de resistencia superiores a 200 Kg/mm^2 , se controlan convenientemente en aparatos con cono de diamante.

Ejemplo de lectura

Diámetro de la huella impresa: 4,10 mm.

Dureza Brinell: 217.

Durezas equivalentes

Vickers: 220.

Rockwell B: 97.

Rockwell C: 18

Resistencia aproximada a la tracción : 77 Kg/mm^2 .

ESTADO NATURAL Y RECOCIDO

Brinell: bola de 10 mm de diámetro; carga 300 Kg--*Vickers*: cono de diamante en ángulo de 136° ; carga 30 Kg--*Rockwell B*: bola de $1/16''$; carga 100 Kg-- *Rockwell C*: cono de diamante en ángulo de 120° ; carga 150 Kg.

RESISTENCIA BRINELL Kg/mm	DIAMETRO DE LA IMPRESION DE BOLA mm	DUREZA BRINELL	DUREZA VICKERS	ROCKWELL DUREZA B	ROCKWELL DUREZA C	RESISTENCIA BRINELL Kg/mm ²	DIAMETRO DE LA IMPRESION DE BOLA mm	DUREZA BRINELL	DUREZA VICKERS	ROCKWELL DUREZA B	ROCKWELL DUREZA C
RB	d	DB	DV	Rb	Rc	RB	d	DB	DV	Rb	Rc
30	6,33	84,6				60	4,62	169	173	86	
33	6,07	93				63	4,52	177	181	88	
36	5,85	101		58		66	4,42	185	189	90,5	
39	5,64	110		64,5		69	4,33	194	197	92	
42	5,45	118		69		72	4,24	202	206	94	
45	5,28	127		73		75	4,16	211	213	96	16
48	5,13	135		75,5		77	4,10	217	220	97	18
51	4,98	144		78,5		78	4,08	219	222		
54	4,85	152		81		81	4,01	228	230	99	20
57	4,73	161		84		84	3,94	236	238		22

CÓDIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS

2-3.61



Se entiende por tratamientos térmicos a las operaciones consistentes en calentar y enfriar las aleaciones ferrosas en condiciones especiales, con el fin de mejorar sus propiedades y características físicas.

En los tratamientos térmicos los materiales, sufren modificaciones y cambios de estructura al ser calentados por encima de una temperatura llamada crítica, posteriormente pueden ser enfriadas con distintas velocidades de enfriamiento, cada una de ellas le confiere al material propiedades físicas características, estas propiedades físicas, (dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, resistencia al choque, resistencia a la fatiga, maquinabilidad y otras) están asociadas a la estructura formada.

ETAPAS

En todos los tratamientos térmicos se distinguen tres etapas:

el calentamiento a temperatura determinada, la permanencia del material en ésta temperatura, y el enfriamiento en el medio adecuado, éste último determina la velocidad de enfriamiento.

Calentamiento

Esta etapa consiste en elevar la temperatura del material hasta que la estructura de éste se transforme o modifique.

Las temperaturas de calentamiento varían de acuerdo al tipo de tratamiento térmico que se realice, a la clase de material y al tamaño de las piezas. Los calentamientos se hacen en hornos especiales, las temperaturas se controlan mediante el uso de aparatos de medición.

Duración de calentamiento

La duración de calentamiento también depende del tratamiento térmico, de las dimensiones de la pieza, y de las características de la aleación.

En general el tiempo de permanencia del material a la temperatura de calentamiento debe permitir que toda la masa quede con una temperatura homogénea. Se exceptúa el caso de los tratamientos superficiales, donde solamente se calienta la periferia de las piezas.

Enfriamiento

En esta etapa, como las anteriores, tiene mucha importancia porque de ella dependen las propiedades y características finales, con las que quedan los materiales después de ser tratados.

Para enfriamiento de las piezas, se utilizan diversos medios tales como: agua, aceite, sales fundidas o aire, los cuales se seleccionan según el tratamiento que se realice.



TIPOS DE TRATAMIENTOS TERMICOS

Los más usados son: normalizado, recocido, temple y revenido.

TRATAMIENTO TERMICO	CLASE	MEDIO DE ENFRIAMIENTO
NORMALIZADO		Aire
RECOCIDOS	Regeneración Globular Sub-crítico	Horno Horno Aire
TEMPLES	Común Superficial Isotérmico	Agua o aceite Agua Baño caliente
REVENIDO		Aire o aceite

Normalizado

Se utiliza para eliminar las tensiones internas en piezas que han sido trabajadas en caliente o en frío, o que han recibido un tratamiento defectuoso.

Recocidos

Su objetivo es el de ablandar y eliminar las tensiones internas de las aleaciones ferrosas.

Temples

Sirven para endurecer las piezas y aumentar la resistencia de las mismas. El temple superficial se emplea para endurecer únicamente la periferia del material, y los temples isotérmicos sirven para endurecer las piezas, reduciendo las deformaciones que suelen presentarse en temples comunes.

Revenido

Este tratamiento se dá a las piezas que han sido templadas con el fin de reducir la fragilidad de la estructura de temple, eliminar las tensiones originadas por el mismo y para aumentar la tenacidad. Paralelamente la dureza disminuye con el aumento de la temperatura de revenido.

OBSERVACIONES

- Se denomina punto crítico inferior, a la temperatura durante la cual, el carbono previamente combinado bajo la forma de carburo de hierro, comienza a disolverse en el hierro, esto ocurre en los aceros al carbono, a una temperatura de 723°C.
- El punto crítico superior es la temperatura en la cual, el carburo termina de disolverse en el hierro, en los aceros al carbono varía de acuerdo al porcentaje de éste, por ejemplo para 0,1% de C la temperatura es de 900°C y de 1147°C para 2% de C.
- En los aceros aleados, los constituyentes tales como el níquel, cromo, molibdeno etc. modifican las temperaturas mencionadas.

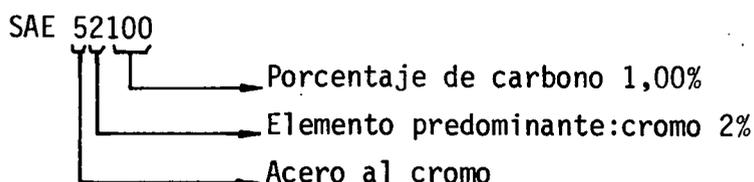
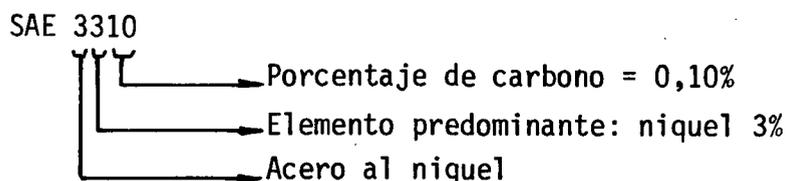
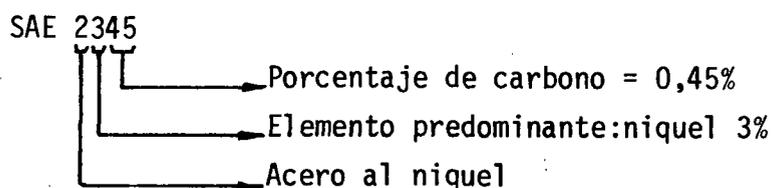
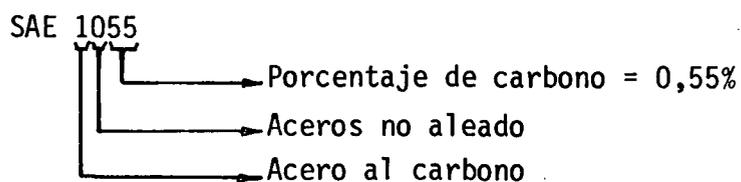


Las normas establecidas por la SAE (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS) Sociedad de Ingenieros de Automotores, indican la composición y clasificación de los aceros.

El sistema numérico de las normas SAE, está compuesto por cuatro o cinco cifras que significan lo siguiente:

La primera cifra de la norma indica la clase de acero. Así: el número "1" significa aceros al carbono; "2" aceros aleados con níquel; "3" aceros al cromo níquel; "5" aceros al cromo etc. (ver tabla 1). El segundo número indica el porcentaje aproximado del elemento de aleación predominante. Los números finales, indican el promedio del contenido de carbono en centésimos de porcentaje; cuando éste último es igual o pasa el 1 % el sistema numérico pasa a componerse por cinco cifras.

Ejemplos



Los ejemplos anteriores son aproximados. Debido a la aparición continua de nuevas aleaciones se hizo necesario incertar nuevos números representativos de aleaciones en la escala anterior. Por éste motivo la determinación exacta de un tipo de acero, se debe acudir a la tabla 1 y a la tabla 2.



TABLA Nº 1

TIPOS DE ACEROS	Nº SAE
Aceros al carbono	1...
Aceros no aleados	10..
Aceros de viruta corta resultados	11..
Aceros refosforados y resultados	12..
Aceros al manganeso	13..
Aceros al níquel	2...
Aceros	23..
Aceros al níquel	25..
Aceros al cromo-níquel	3...
Aceros al cromo-níquel	31..
Aceros al cromo-níquel	32..
Aceros al cromo-níquel	33..
Aceros inoxidables y refractarios	30..
Aceros al molibdeno	4...
Aceros al carbono-molibdeno	40..
Aceros al cromo-molibdeno	41..
Aceros al cromo-níquel-molibdeno	43..
Aceros al níquel-molibdeno	46..
Aceros al níquel-molibdeno	48..
Aceros al cromo	5...
Aceros de bajo contenido en cromo (para rodamiento)	501..
Aceros de mediano contenido en cromo (para rodamiento)	511..
Aceros de alto contenido en cromo (para rodamiento)	521..
Aceros inoxidables	52..
Aceros al cromo-vanadio	6...
Aceros al silicio-manganeso	9...
Aceros al silicio-manganeso	92..
Aceros de triple aleación, cromo-níquel-molibdeno	86..
Aceros de triple aleación, cromo-níquel-molibdeno	87..
Aceros de triple aleación, cromo-níquel-molibdeno	93..
Aceros de triple aleación, cromo-níquel-molibdeno	94..
Aceros de triple aleación, cromo-níquel-molibdeno	97..
Aceros de triple aleación, cromo-níquel-molibdeno	98..
Aceros de baja aleación y de alta resistencia	9...
Acero fundido inoxidable	60..
Acero fundido refractario	70..



TABLA Nº 2
ACEROS AL CARBONO
(Barras laminadas en caliente)

REFERENCIAS

- B - Indica acero Bessemer ácido.
- C - Indica acero de horno abierto.
- E - Indica acero de horno eléctrico.
- TS - Indica grados de ensayo normalizados para economizar materia les escasos, sustituyéndolos por sus equivalentes.

AISI Nº	C	Mn	P	S	SAE Nº
C 1010	0,08 / 0,13	0,30 / 0,60	0,040 máx.	0,050 máx.	1010
C 1020	0,18 / 0,23	0,30 / 0,60	0,040 máx.	0,050 máx.	1020
C 1035	0,32 / 0,38	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1035
C 1040	0,37 / 0,44	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1040
C 1045	0,43 / 0,50	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1045
C 1050	0,48 / 0,55	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1050
C 1060	0,55 / 0,65	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1060
C 1070	0,65 / 0,75	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1070
C 1085	0,80 / 0,93	0,70 / 1,00	0,040 máx.	0,050 máx.	1085
C 1090	0,85 / 0,98	0,60 / 0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	1090

COBRE Y PLOMO: Cuando se lo requiere se lo especifica como un elemento de a dición a un acero normalizado.

RESULFURADOS

AISI Nº	C	Mn	P	S	SAE Nº
C 1113	0,10 / 0,16	1,00 / 1,30	0,040 máx.	0,24 / 0,33	
C 1116	0,14 / 0,20	1,10 / 1,40	0,040 máx.	0,16 / 0,23	
C 1139	0,35 / 0,43	1,35 / 1,65	0,040 máx.	0,12 / 0,20	1139
C 1145	0,42 / 0,49	0,70 / 1,00	0,040 máx.	0,04 / 0,07	1145
C 1151	0,48 / 0,55	0,70 / 1,00	0,040 máx.	0,08 / 0,13	1151
B 1111	0,13 máx.	0,60 / 0,90	0,07 / 0,12	0,08 / 0,15	1111
B 1113	0,13 máx.	0,70 / 1,00	0,07 / 0,12	0,24 / 0,33	1113

En los aceros Bessemer ácidos no se especifica contenido de silicio.
Los resulfurados no están sujetos a análisis para comprobación de azufre.



INFORMACION TECNOLOGICA:
ACEROS SAE
(CLASIFICACION Y COMPOSICION)

REFER.: HIT. 186 4/5

© 1978
CINTERFOR
3ra. Edición

ACEROS DE ALEACION

AISI Nº	C	Mn	Ni	Cr	Mo	SAE Nº
1330	0,28/0,33	1,60/1,90				1330
1345	0,43/0,48	1,60/1,90				1345
E 2517	0,15/0,20	0,45/0,60	4,75/5,25			2517
3140	0,38/0,43	0,70/0,90	1,10/1,40	0,55/0,75		3140
E 3310	0,08/0,13	0,45/0,60	3,25/3,75	1,40/1,75		3310
4012	0,09/0,14	0,75/1,00			0,15/0,25	4012
4037	0,35/0,40	0,70/0,90			0,20/0,30	4037
4063	0,60/0,67	0,75/1,00			0,20/0,30	4063
4118	0,18/0,23	0,70/0,90		0,40/0,60	0,08/0,15	4118
4135	0,33/0,38	0,70/0,90		0,80/1,10	0,15/0,25	4135
TS 4140	0,38/0,43	0,80/1,05		0,90/1,20	0,08/0,15	
TS 4150	0,48/0,53	0,80/1,05		0,90/1,20	0,08/0,15	
4320	0,17/0,22	0,45/0,65	1,65/2,00	0,40/0,60	0,20/0,30	4320
E 4337	0,35/0,40	0,65/0,85	1,65/2,00	0,70/0,90	0,20/0,30	
4615	0,13/0,18	0,45/0,65	1,65/2,00		0,20/0,30	4615
4640	0,38/0,43	0,60/0,80	1,65/2,00		0,20/0,30	4640
4720	0,17/0,22	0,50/0,70	0,90/1,20	0,35/0,55	0,15/0,25	4720
4815	0,13/0,18	0,40/0,60	3,25/3,75		0,20/0,30	4815
5015	0,12/0,17	0,30/0,50		0,30/0,50		5015
5046	0,43/0,50	0,75/1,00		0,20/0,35		5046
5140	0,38/0,43	0,70/0,90		0,70/0,90		5140
5150	0,48/0,53	0,70/0,90		0,70/0,90		5150
E 50100	0,95/1,10	0,25/0,45		0,40/0,60		50100
E 51100	0,95/1,10	0,25/0,45		0,90/1,15		51100
8115	0,13/0,18	0,70/0,90	0,20/0,40	0,30/0,50	0,08/0,15	
8615	0,13/0,18	0,70/0,90	0,40/0,70	0,40/0,60	0,15/0,25	8615
8630	0,28/0,33	0,70/0,90	0,40/0,70	0,40/0,60	0,15/0,25	8630
8660	0,55/0,65	0,75/1,00	0,40/0,70	0,40/0,60	0,15/0,25	8660
8720	0,18/0,23	0,70/0,90	0,40/0,70	0,40/0,60	0,20/0,30	8720
8740	0,38/0,43	0,75/1,00	0,40/0,70	0,40/0,60	0,20/0,30	8740
8822	0,20/0,25	0,75/1,00	0,40/0,70	0,40/0,60	0,30/0,40	8822
E 9310	0,08/0,13	0,45/0,65	3,00/3,50	1,00/1,40	0,08/0,15	9310
9850	0,48/0,53	0,70/0,90	0,85/1,15	0,70/0,90	0,20/0,30	9850



ACEROS AL BORO

AISI Nº	C	Mn	Ni	Cr	Mo	SAE Nº
TS 14B35	0,33/0,38	0,75/1,00				
TS 14B50	0,48/0,53	0,75/1,00				
46B12	0,10/0,15	0,45/0,65	1,65/2,00		0,20/0,30	46B12
50B60	0,55/0,65	0,75/1,00		0,40/0,60		50B60
94B15	0,13/0,18	0,75/1,00	0,30/0,60	0,30/0,50	0,08/0,15	94B15
94B40	0,38/0,43	0,75/1,00	0,30/0,60	0,30/0,50	0,08/0,15	94B40

OBSERVACION

Estos aceros contienen un mínimo de 0,0005 % de boro.

NOTAS APLICABLES A LAS TABLAS DE ACEROS DE ALEACION

Las prescripciones que detallamos abajo son aplicables a materiales que no excedan 12,9 decímetros cuadrados de sección.

Cuando se fija el mínimo y el máximo de contenido de azufre, significa que se trata de acero resulfurado.

Los límites de fósforo y azufre se indican a continuación para cada proceso, excepto para los aceros resulfurados:

Para horno eléctrico básico: 0,025 % máx.

Para horno abierto básico: 0,040 % máx.

Para horno eléctrico ácido: 0,050 % máx.

Para horno abierto ácido: 0,050 % máx.

Salvo indicaciones en contrario, el contenido de silicio es de 0,20 a 0,35 %.



En la tabla siguiente se muestran las temperaturas de calentamiento utilizadas en los tratamientos de normalizado, recocido, temple y revenido de los aceros SAE, también se indican los medios de enfriamiento más recomendados para el temple.

ACEROS SAE	NORMALIZADO °C	RECOCIDO °C	TEMPLE °C	ENFRIAMIENTO PARA TEMPLE	REVENIDO °C
1034 y 1040	835 - 860	800 - 830	820 - 840	Agua	A
1045 a 1055	820 - 840	790 - 810	800 - 830	Agua	A
1060 a 1070	800 - 820	760 - 790	790 - 810	Aceite	A
1126 a 1137	870 - 925	760 - 815	830 - 860	Aceite o agua	A
1138 a 1144	870 - 925	760 - 815	800 - 850	Aceite	A
1330	870 - 925	815 - 870	815 - 840	Agua o aceite	A
1335 a 1345	870 - 925	815 - 870	830 - 860	Aceite	A
2330 a 2345	870 - 930	760 - 815	780 - 810	Aceite	A
2512 a 2517	900 - 935	- - - - -	780 - 810	Aceite	120 - 180
3130 a 3141	870 - 925	790 - 850	815 - 850	Aceite	A
3145 y 3150	870 - 925	760 - 815	815 - 850	Aceite	A
3340 y 3350	900 - 935	890 - 925	810 - 815	Aceite	A
4017 - 4032	900 - 935	890 - 925	800 - 815	Aceite	120 - 180
4037 y 4042	- - - - -	830 - 860	815 - 860	Aceite	A
4047 - 4053	- - - - -	790 - 845	815 - 860	Aceite	A
4063 y 4068	- - - - -	790 - 845	800 - 845	Aceite	A
4119	900 - 935	- - - - -	900 - 925	Aceite	120 - 180
4130	870 - 925	790 - 845	870 - 900	Agua o aceite	A
4137 y 4140	870 - 925	790 - 845	845 - 870	Aceite	A
4145 y 4150	870 - 925	790 - 845	815 - 870	Aceite	A
4317 y 4320	900 - 935	895 - 925	780 - 805	Aceite	120 - 180
4340	870 - 925	595 - 610	805 - 830	Aceite	A
4640	870 - 925	785 - 815	785 - 815	Aceite	A
4812 a 4820	900 - 935	890 - 925	790 - 815	Aceite	120 - 180
5045 y 5046	870 - 925	790 - 845	800 - 815	Aceite	A
5130 y 5132	900 - 950	790 - 845	815 - 845	Aceite o agua	A
5135 a 5145	900 - 950	790 - 845	815 - 845	Aceite	A
5147 a 5152	900 - 950	790 - 845	800 - 845	Aceite	A
50100 a 52100	- - - - -	735 - 790	800 - 870	Aceite	A
6150	875 - 950	845 - 890	875 - 890	Aceite	A
8615 a 8625	900 - 935	895 - 995	825 - 860	Aceite	120 - 180
8627 a 8632	870 - 925	790 - 845	845 - 900	Agua o aceite	A
8635 a 8641	870 - 925	790 - 845	830 - 860	Aceite	A
8642 a 8653	870 - 925	790 - 845	815 - 845	Aceite	A
8655 y 8660	900 - 950	790 - 845	800 - 845	Aceite	A
8715 y 8720	900 - 935	890 - 925	830 - 860	Aceite	120 - 180
8725 y 8740	870 - 925	790 - 845	830 - 860	Aceite	A
8745 y 8750	870 - 925	790 - 845	815 - 845	Aceite	A
9254 a 9262	- - - - -	- - - - -	815 - 900	Aceite	A
9310 a 9317	900 - 935	895 - 925	815 - 830	Aceite	120 - 180
9437 y 9440	870 - 925	790 - 845	845 - 870	Aceite	A
9442 y 9445	870 - 925	790 - 845	815 - 870	Aceite	A
9747	870 - 925	790 - 845	815 - 870	Aceite	A
9840	870 - 925	790 - 845	815 - 845	Aceite	A
9845 y 9850	870 - 925	790 - 845	815 - 845	Aceite	A

A: La temperatura de revenido varía de acuerdo a la dureza deseada.

MECANICA GENERAL

CODIGO DE TEMAS TECNOLOGICOS

1-4.1



Las piezas de acero que han sufrido trabajos en caliente o en frío, y enfriamientos o calentamientos irregulares en un tratamiento anterior, quedan con tensiones internas, las cuales se eliminan mediante el normalizado.

Este tratamiento sirve también para uniformar y refinar la estructura del material.

Se distinguen en este tratamiento tres etapas importantes: calentamiento, permanencia y enfriamiento.

CALENTAMIENTO

Las piezas que van a ser normalizadas, se deben calentar a una temperatura de 20 a 30°C por encima de la temperatura crítica superior.

Para los aceros al carbono las temperaturas usuales en el normalizado son las siguientes :

CONTENIDO DE CARBONO DEL ACERO (%)	TEMPERATURA DE NORMALIZADO (°C)
0,1	935
0,2	910
0,3	880
0,4	860
0,5	840
0,6	820
0,7	810
0,8	800
0,9	785

El calentamiento debe hacerse en forma lenta, especialmente cuando se van a normalizar piezas grandes o de formas complicadas. En caso de que el horno ya haya alcanzado la temperatura final de tratamiento, este tipo de piezas se deben precalentar antes de ser introducidas en el horno.

PERMANENCIA

Es el tiempo durante el cual se mantiene las piezas a la temperatura de tratamiento.

En el normalizado este tiempo es generalmente corto, dependiendo de la rapidez con que se haya efectuado el calentamiento del material. Así, si éste se realizó lentamente, la permanencia debe ser corta; pero si se calentaron las piezas con rapidez, el tiempo de permanencia en el horno debe ser mayor, con el fin de que todo el material alcance la temperatura de normalizado.

Los fabricantes de aceros suelen recomendar las temperaturas de calentamiento y el tiempo de permanencia. Sin embargo generalmente, cuando se usan hornos de cámara se emplea un tiempo de calentamiento de alrededor de 20 minutos por cada 20 mm de espesor o diámetro del material y usando hornos de baño el tiempo de calentamiento es menor.

En la figura 1 se presentan los tiempos de permanencia en hornos de cámara y de baño, de acuerdo al diámetro de las piezas. Si se está tratando en redondo de 40 mm, el tiempo en un horno de cámara es de 10 minutos y en el baño de sales, 6 minutos.

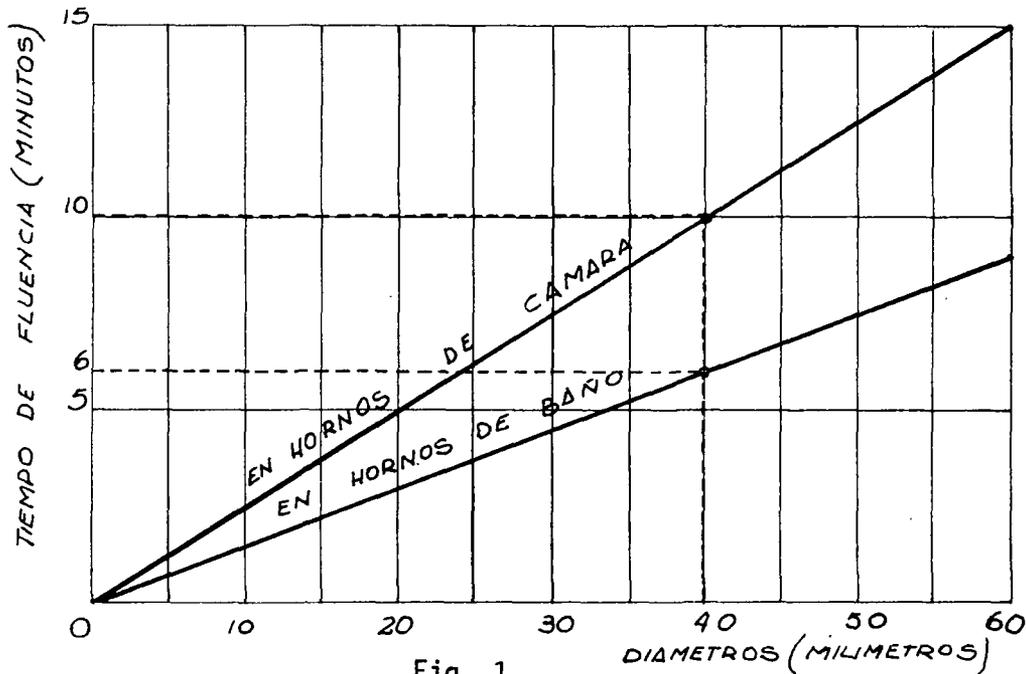


Fig. 1

ENFRIAMIENTO

El enfriamiento de las piezas en el normalizado se realiza en el aire tranquilo. Esto se hace con el fin de obtener una estructura fina y uniforme en el material tratado.

APLICACIONES

El normalizado se aplica generalmente a los aceros con un contenido de carbono hasta 0,5% que han sufrido trabajos en frío o en caliente tales como, laminación o forja.

Asimismo se normalizan los aceros que han sido sobrecalentados en un tratamiento anterior y en los que su estructura ha sufrido un crecimiento de los granos, al mantenerlos durante mucho tiempo a altas temperaturas.

También se normalizan las piezas de fundición, para obtener mejores cualidades mecánicas del material.

El normalizado se aplica solamente, en aceros que no adquieren dureza al enfriarse al aire tranquilo.



Se consigue con éste tratamiento ablandar los aceros y las fundiciones, con el objeto de que estos materiales puedan ser maquinados facilmente.

También se emplea el recocido, para regenerar la estructura y eliminar las tensiones internas de las piezas.

TIPOS

Los recocidos más utilizados, son los denominados: recocido de regeneración, recocido globular y recocido subcrítico.

Recocido de regeneración

Sirve para regenerar la estructura del material y ablandarlo.

En este tratamiento, las piezas son calentadas a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior, generalmente de 20 a 40°C.

Para los aceros al carbono, estas temperaturas son la siguientes.

CONTENIDO DE CARBONO EN EL ACERO (%)	TEMPERATURA DE RECOCIDO DE REGENERACION (°C)
0,1	910
0,2	890
0,3	850
0,4	830
0,5	810
0,6	790
0,7	775
0,8	760
0,9	760

Debido a que en el recocido de regeneración el material es calentado a temperaturas elevadas, se debe proteger contra la descarburación.

El calentamiento tiene que hacerse lentamente.

Cuando las piezas tienen un diámetro que supera los 200 mm, se deben precalentar antes de llevarlas a la temperatura de recocido.

El enfriamiento de las piezas se debe hacer con lentitud, con una velocidad de enfriamiento de 20 a 30°C por hora dentro del horno, hasta que se haya alcanzado una temperatura comprendida entre 300 y 500°C, dejando luego que se enfríen al aire. Cuanto más lento sea el enfriamiento, hasta cierto límite, más blando quedará el material.

Para determinar la temperatura de calentamiento, el tiempo de permanencia en el horno y la velocidad de enfriamiento de los aceros aleados, se deben consultar las tablas y diagramas confeccionados por los fabricantes de aceros.



Recocido globular

Este tratamiento se emplea para facilitar el maquinado de los aceros, dejándolos con una dureza menor que la obtenida con el recocido de regeneración.

El calentamiento se realiza a una temperatura intermedia entre la crítica superior e inferior.

Las temperaturas de recocido globular para los aceros al carbono son las siguientes:

CONTENIDO DE CARBONO EN EL ACEROS (%)	TEMPERATURA DE RECOCIDO GLOBULAR (°C)
0,1	780
0,2	780
0,3	780
0,4	760
0,5	760
0,6	760
0,7	760
0,8	750
0,9	750
1,0	760
1,1	780
1,2	780

El enfriamiento de las piezas también se hace en forma lenta, a una velocidad aproximada de 10 a 20°C por hora.

El recocido globular se aplica generalmente para los aceros al carbono o aleados con más de 0,9 % de carbono, aunque también se pueden recocer aceros con un contenido de carbono inferior al mencionado.

Recocido subcrítico

El calentamiento en éste tipo de recocido se realiza a temperaturas por debajo del punto crítico inferior, y el enfriamiento conviene hacerlo dentro del horno.

Para dar este tratamiento a los aceros aleados, se debe consultar los catálogos de los fabricantes. En general, las temperaturas de calentamiento están comprendidas entre 500 y 700°C manteniéndolas durante un tiempo de 30 minutos hasta varias horas según el espesor, la composición química del acero y el resultado deseado.

Se emplea este tratamiento para eliminar las tensiones internas y ablandar

el material, aunque las durezas obtenidas, son mayores a las que se consiguen cuando el acero se trata por un recocido globular o de regeneración. Generalmente los aceros y fundiciones empleados para la construcción de maquinarias se someten a éste tratamiento, el cual es muy utilizado industrialmente por ser el más económico y rápido.

En la figura 1 se pueden observar las diferentes durezas, medidas en unidades Brinell, que se obtienen con los tres tipos de recocido. Así por ejemplo cuando se ha tratado un acero con 0,7 % de carbono, las durezas conseguidas son las siguientes:

Con un recocido subcrítico 200 Brinell

Con un recocido de regeneración 186 Brinell

Con un recocido globular 175 Brinell

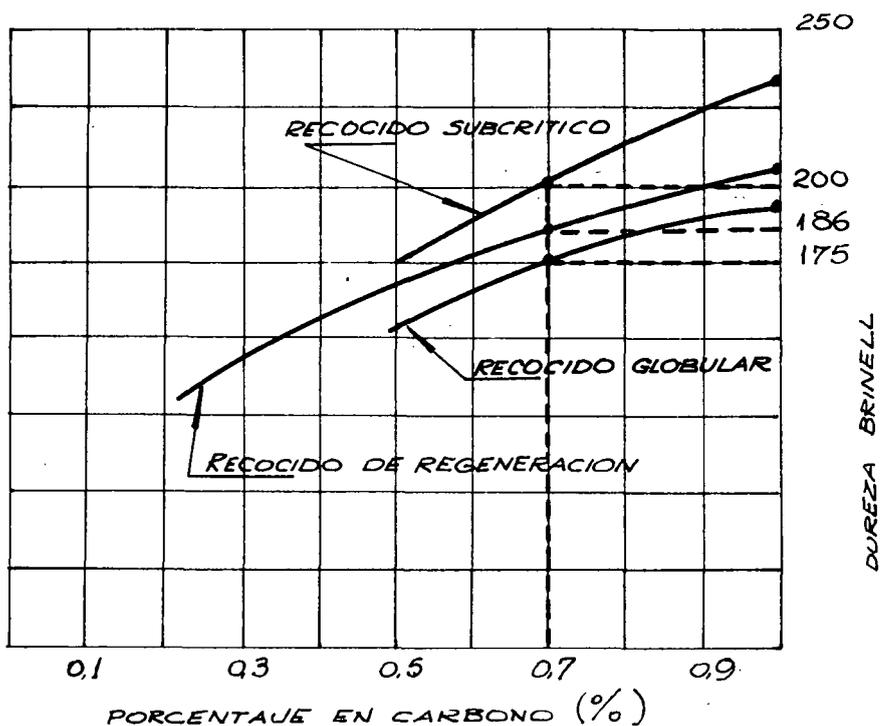


Fig. 1

OBSERVACION

Existe otro tratamiento de recocido denominado isotérmico, que consiste en calentar el material a una temperatura de 10 a 30°C por encima de la crítica superior, enfriarlo en un baño de sales calientes, a una temperatura de 10 a 20°C por debajo de la crítica inferior, manteniéndola el tiempo necesario (depende del espesor y de la composición química del acero), para que se verifique la transformación, para después enfriarlo al aire. Los tiempos en éste se determinan de acuerdo a las "curvas de la S" de los aceros. Este recocido se realiza más rápidamente que los ya descritos, y se aplica especialmente para ablandar los aceros para herramientas de alta aleación.



El temple tiene por objeto aumentar la dureza en los aceros y fundiciones. El aumento de dureza varía con el contenido de carbono del material, es decir se consiguen mayores durezas cuanto mayor es el porcentaje de carbono. El diagrama de la figura 1 muestra la variación de dureza en unidades Rockwell C, obtenidas al templar diferentes aceros. Así pues, para una lámina de acero con 0,2 % de carbono, la dureza es de 50 Rockwell C; mientras que para una lámina de acero con 0,6 % es de 64 Rockwell C. En cambio para un acero de espesor más grueso tenemos que para un contenido de 0,2 % de carbono la dureza es de 35 HRC y para 0,6 % C la dureza es de 57 HRC. En el proceso de temple se distinguen tres etapas: el calentamiento, la permanencia a la temperatura de temple y el enfriamiento.

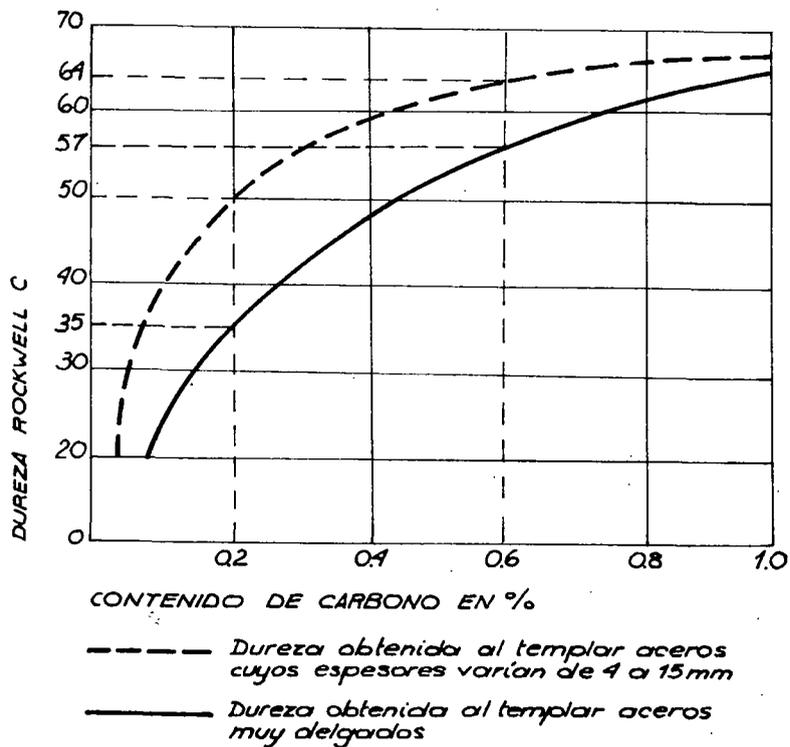


Fig. 1

CALENTAMIENTO

Generalmente las piezas antes de llevarlas hasta la temperatura final requerida por el tratamiento, se precalientan a una temperatura comprendida entre 500 y 600°C aproximadamente. Esto se hace con el objeto de evitar grietas debidas a tensiones internas, las cuales se producen al introducir un material frío, en un horno que se halla a la temperatura de temple.

Después del precalentamiento, las piezas se calientan de 40 a 60°C por encima de la temperatura correspondiente al punto crítico superior.

Las temperaturas de calentamiento de las fundiciones están comprendidas entre 750 y 900°C.

En la práctica para determinar las temperaturas de temple de los aceros SAE y aceros comerciales, se deben consultar las tablas SAE y los catálogos que publican los fabricantes.



Para los aceros al carbono, las temperaturas de temple en función del contenido de carbono son las siguientes.

PORCENTAJE DE C	TEMPERATURA	PORCENTAJE DE C	TEMPERATURA
%	(°C)	%	(°C)
0,1	925	0,8	780
0,2	900	0,9	775
0,3	870	1,0	770
0,4	840	1,1	770
0,5	830	1,2	765
0,6	810	1,3	760
0,7	790	1,4	760

PERMANENCIA A TEMPERATURA DE TEMPLE

La duración de calentamiento varía de acuerdo al espesor de las piezas y a la composición del material. Generalmente los aceros al carbono se mantienen 5 minutos por cada 10 mm de espesor, y los aceros aleados para esta misma dimensión, se mantienen 10 minutos.

Es recomendable que la permanencia de las piezas en el horno no sea excesiva porque se pueden descarburar, si no están protegidas.

Cuando el calentamiento se hace en baño de sales, la duración del tratamiento es más corta que en los hornos de cámara, debido a que la transmisión de calor se efectúa más rápidamente.

ENFRIAMIENTO

El acero después de haber alcanzado en el horno la temperatura de temple, se debe enfriar rápidamente.

Las propiedades finales del material templado dependen del medio de enfriamiento utilizado, por lo cual su elección debe ser cuidadosa teniendo en cuenta la composición química de los aceros.

Las velocidades de enfriamiento varían de un acero a otro, siendo mayores para los aceros al carbono y menores para los aceros aleados.

En general se utiliza agua para enfriar los aceros al carbono. El aceite se usa para los aceros aleados y para las fundiciones. El aire a presión o calmo se utiliza para templar aceros de alta aleación. No obstante lo mencionado anteriormente existen excepciones por ejemplo, un acero para herramienta de 1,10 % C con un espesor menor de 3 mm, es conveniente templarlo en aceite y ciertos aceros aleados de más de 100 mm de espesor se templen en agua.



Los fabricantes de aceros, indican los medios de enfriamiento que se debe utilizar en cada clase de material. La consulta de estas recomendaciones, debe hacerse especialmente cuando se está tratando un acero de composición especial (acero aleado).

OBSERVACIONES

- a) El tiempo transcurrido desde que se retira la pieza del horno hasta su inmersión en el baño, debe ser lo más breve posible, la permanencia en éste, debe permitir un enfriamiento completo.
- b) Las piezas alargadas o de poco espesor (ejes, mechas, láminas, cuchillas y otras similares) deben calentarse y enfriarse en posición vertical, para lograr esta condición, puede utilizarse soportes guías, u otros dispositivos especiales detallados en la HIT ELEMENTOS DE TRABAJO PARA TRATAMIENTOS TERMICOS.



En todos los tratamientos térmicos, las piezas después de haber sido calentadas, se enfrían en un medio que permita dar al material las condiciones finales deseadas.

Los medios más usados son: el mismo horno apagado u otro especial para enfriamiento muy lento, sustancias en polvo tales como: ceniza, arena u otro material refractario, baños de agua, aceite, sales o plomo fundido y el aire tranquilo o a presión.

BAÑOS DE AGUA

Este medio se utiliza especialmente en el temple de aceros al carbono con bajo contenido de este elemento.

Los baños de agua deben mantenerse a una temperatura comprendida entre 15 y 26°C, y no deben tener ninguna contaminación con jabón, debido a que este disminuye el poder refrigerante del medio.

Para mejorar las propiedades refrigerantes del baño, es recomendable agregar al agua un 10% de sal común, o un 5% de sosa cáustica.

BAÑOS DE ACEITE

Cuando se requiere un enfriamiento con una velocidad intermedia, se emplea como medio refrigerante el aceite, que generalmente es usado para templar aceros aleados y aceros con alto contenido de carbono.

Los baños de aceite deben reunir ciertas condiciones, tales como: no variar demasiado su viscosidad con la temperatura, poca volatilidad, buena resistencia a la oxidación y deben tener una temperatura de inflamación alta.

Estas características se consiguen por destilación fraccionada del petróleo. Los aceites empleados como medio de enfriamiento, deben tener en el momento del uso de 40 a 60°C de temperatura, para obtener los mejores resultados.

BAÑOS DE SALES Y PLOMO FUNDIDO

Cuando se realizan los tratamientos isotérmicos se utilizan baños de sales, o plomo fundido para la etapa de enfriamiento.

Con éstos baños se obtiene una buena velocidad de enfriamiento, hasta la temperatura del baño caliente, por la elevada conductibilidad térmica del mismo. Las sales más empleadas son el nitrito y nitrato de sodio y el nitrato de potasio, que se utilizan a temperaturas entre 150 y 400°C.

Las mezclas de sales más comunes son las siguientes:

- 55% de nitrato potásico y 45% de nitrito sódico
- 50% de nitrato potásico y 50% de nitrato sódico

El cianuro sódico y el carbonato sódico, se emplean para baños de enfriamiento comprendidos entre 400 y 600°C. Comercialmente se consiguen preparados de sales con diferentes nombres. Para usar estas mezclas se deben consultar las tablas de los fabricantes.



PRECAUCION

SE DEBE EVITAR TRASLADAR LAS PIEZAS DIRECTAMENTE DE UN BAÑO QUE CONTENGA SALES DE CIANURO A OTRO DE NITRATOS O NITRITOS, PORQUE HAY PELIGRO DE EXPLOSION.

AIRE

Este medio de enfriamiento es muy utilizado en varios tratamientos térmicos, El aire a presión se usa para templar aceros de alta aleación.

El aire tranquilo se utiliza como medio de enfriamiento en el normalizado, en el revenido y en el recocido subcrítico. También se emplea para la última etapa de enfriamiento del temple isotérmico y para los aceros autotemplantes.

SUSTANCIAS SOLIDAS EN POLVO

Se utilizan especialmente en los talleres chicos para enfriar lentamente los materiales, se usa ceniza, arena, tierra refractaria u otra sustancia incombustible y mala conductora del calor. También puede rodearse a la pieza con una gruesa capa de material pulverulento combustible, como carbón vegetal, aserrín, cáscara de arroz, etc. y cubrirla finalmente con una capa más gruesa de arena o tierra refractaria.

ENFRIAMIENTO EN EL HORNO

Es un procedimiento muy usado industrialmente, con él se consiguen las velocidades de enfriamiento más bajas, para efectuarlo se apaga el horno y se deja enfriar con la tapa cerrada, si se quiere bajar más aún la velocidad de enfriamiento, se enciende periódicamente el horno, durante un cierto lapso de tiempo.

OBSERVACION

Recuerde que en los hornos de combustión, para encenderlo, debe primeramente abrir la puerta del horno para evitar explosiones.

VELOCIDADES DE ENFRIAMIENTO

Las velocidades de enfriamiento que proporcionan cada uno de estos medios son diferentes. Los enfriamientos más rápidos se consiguen con agua y los más lentos en el horno. También el tamaño y forma de la pieza influyen en esta velocidad, siendo más rápidos, los enfriamientos de piezas de poco diámetro y gran superficie de contacto con el medio refrigerante.

Tomando como ejemplo dos piezas construidas con un mismo acero y con diámetros de 25 y 50 mm, las velocidades de enfriamiento medidas en grados por segundo, utilizando diversos medios, son las que aparece en la tabla siguiente:

MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DIAMETROS	
	25 mm	50 mm
Agua a 20°C	55 °C/s	15 °C/s
Aceite a 50°C	25 °C/s	10 °C/s
Aire a presión	2 °C/s	1 °C/s
Aire tranquilo	1 °C/s	0,5 °C/s

CONDICIONES PARA EL ENFRIAMIENTO

- a) Las piezas cuando son introducidas en los baños de enfriamiento, deben ser agitadas enérgicamente, con el fin de eliminar la capa de vapor que se produce alrededor de la misma, al entrar en contacto con el agua o el aceite (fig 1). Esta capa de vapor puede producir puntos blandos y tensiones internas en el material.
- b) Las piezas de forma alargada se deben introducir en el baño, en posición vertical y su agitación debe realizarse de arriba hacia abajo, según la figura 2.
- c) La cantidad del medio de enfriamiento, debe ser lo suficientemente grande, para que su temperatura no se eleve demasiado mientras se enfrían las piezas calientes.
- d) Cuando se usa aire a presión, debe darse un movimiento al chorro de aire o a la pieza, con el fin de que ésta se enfríe uniformemente lo más aconsejable es utilizar un dispositivo para éste fin (fig. 3).

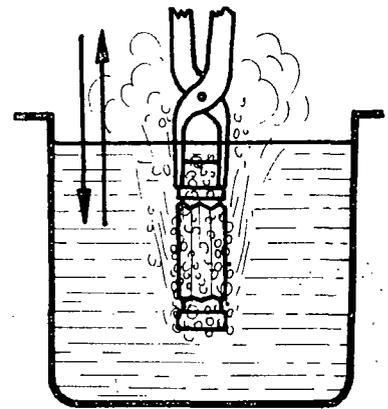


Fig. 1

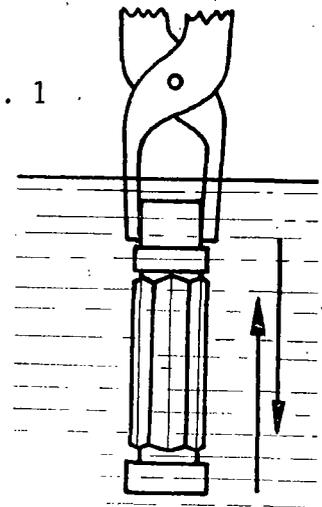


Fig. 2

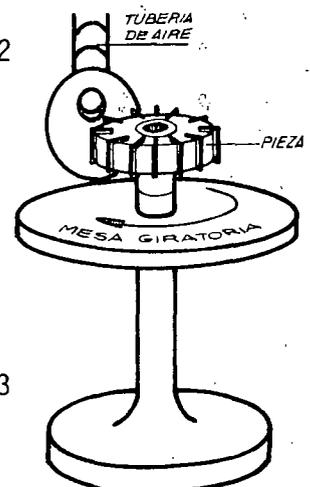


Fig. 3



Con el revenido se disminuyen las tensiones originadas en los aceros y fundiciones, cuando éstos han sido templados, aumenta la tenacidad y disminuye la dureza.

Las temperaturas de tratamiento, el tiempo de duración y el medio de enfriamiento son los siguientes :

CALENTAMIENTO

Generalmente el revenido se realiza en hornos de baño o de circulación forzada a temperaturas comprendidas entre 150 y 650 °C. Estas temperaturas varían de acuerdo a las características finales deseadas y al tipo de material. Así, cuanto más alta es la temperatura de calentamiento, más bajas son las durezas obtenidas.

En la figura 1 están representadas las durezas conseguidas al calentar a diferentes temperaturas de revenido, dos aceros al carbono con contenidos de 0,7 y 1 % de carbono.

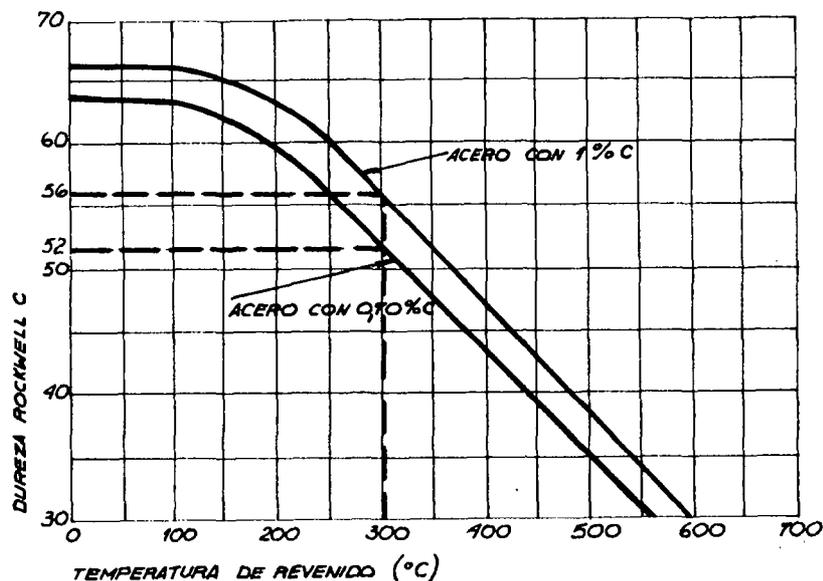


Fig. 1

Si por ejemplo calentamos los dos aceros a 300 °C, obtenemos para el acero con 0,7 % 52 unidades ROCKWELL C y para el acero con 1%, 56 unidades.

En la figura 2 se observa la variación de dureza cuando se da el revenido a diferentes temperaturas, a dos aceros de alta aleación. El acero rápido cuando se reviene a 300 °C queda con una dureza de 61 ROCKWELL C; y el acero para trabajos en caliente queda con una dureza de 50 ROCKWELL C. También puede observarse un curioso aumento de dureza por revenido o dureza "secundaria" a los 570 °C, para el acero rápido y a los 520 °C en el acero para trabajos en caliente.

Los fabricantes proporcionan diagramas similares al anterior, para todos los tipos de aceros.

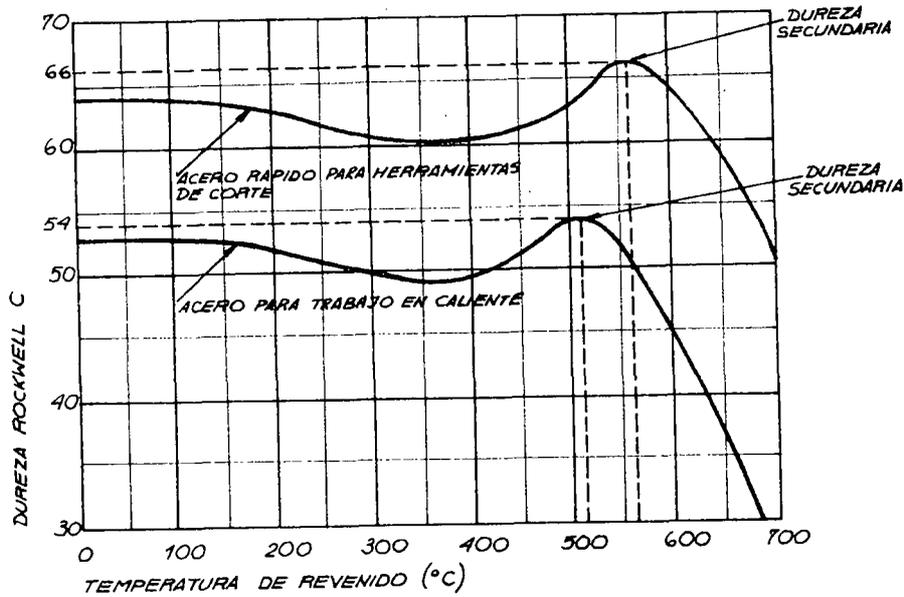


Fig. 2

PERMANENCIA Y ENFRIAMIENTO

La permanencia a la temperatura de revenido debe ser lo más prolongada posible, para obtener resultados satisfactorios. El tiempo puede calcularse de 30 minutos a 2 horas por cada 10 mm, de espesor o diámetro de las piezas. Después de esta permanencia las piezas se dejan enfriar al aire tranquilo.

OBSERVACIONES

- a) Cuando el tratamiento se dá, a piezas que van a ser sometidas a trabajos en caliente, la temperatura de revenido deberá ser, por lo menos de 30 °C más alta que la temperatura de trabajo de dichas piezas.
- b) En algunas ocasiones, si no se dispone de pirómetro cuando no se precisan condiciones finales muy exactas, se utiliza para determinar la temperatura de revenido, el color que adquieren los aceros cuando se calientan. Existen tablas donde se muestran las temperaturas correspondientes a los colores del revenido, las cuales se encuentran en los catálogos de los fabricantes de aceros.
- c) Los aceros al cromo níquel, que deben permanecer demasiado tiempo a las temperaturas de revenido por encima de los 550°C, deben enfriarse en agua o aceite, para evitar la fragilidad de revenido o enfermedad de Krupp. No deben revenirse estos aceros, a temperaturas entre 450 y 500°C, si estos aceros contienen molibdeno el peligro de fragilidad prácticamente no existe.



En este tipo de hornos se hace circular aire dentro de la cámara de calentamiento, mediante un ventilador que se encuentra acoplado a dicha cámara. Se utiliza para revenir o para precalentar las piezas, que van a ser tratadas térmicamente, consiguiéndose un calentamiento más uniforme.

CONSTITUCION

Los hornos de circulación forzada están constituidos por las partes indicadas en la figura 1.

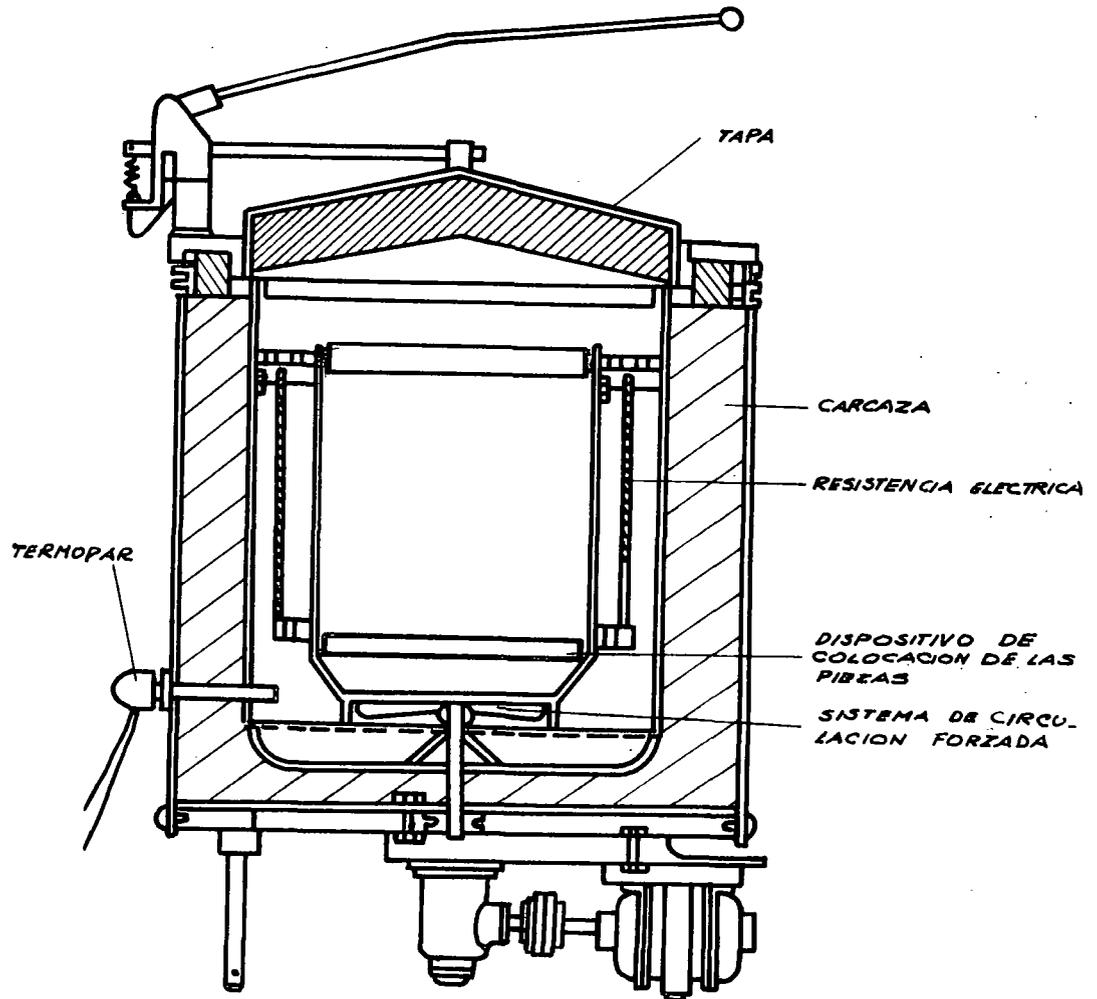


Fig. 1

Tapa

Es la parte superior del horno que sirve para cerrarlo herméticamente. Está provista de una palanca que facilita su manejo y asegura un ajuste a presión en el cierre.

Carcasa

Está constituida por dos chapas de acero: una exterior, la interior es de a cero refractario para soportar temperaturas elevadas. En la parte intermedia lleva material refractario que sirve para evitar pérdidas de calor en el me dio ambiente.

*Resistencia eléctrica*

Es el elemento que transforma la energía eléctrica en calórica actuando como fuente de calor. Está constituida por un alambre o cinta, construidas con una aleación especial de metales, generalmente a base de cromo y níquel, o varillas refractarias a base de silicio o carburo de silicio. Las resistencias se hallan situadas en la parte interior de la carcasa y se encuentran conectadas a la línea de corriente eléctrica.

Dispositivo de colocación de las piezas

Las piezas que van a ser tratadas, son colocadas en el horno en un cesto de acero, el cual presenta orificios por donde circula el aire caliente.

Sistema de circulación forzada

Un ventilador o turboventilador interno acoplado a un motor eléctrico, que le imprime movimiento, hace circular el aire dentro del horno.

Termopar

Para medir la temperatura, el horno lleva un termopar situado en la cámara de calentamiento y está unido a un aparato indicador de temperaturas.

FUNCIONAMIENTO

Una vez que el horno se halla encendido, se acciona el sistema de circulación forzada, el cual hace circular el aire, haciéndolo pasar entre las resistencias. El aire caliente circula alrededor de las piezas, calentándolas progresiva y uniformemente.

Este ciclo se repite durante toda la operación, hasta conseguir la temperatura del tratamiento que se está realizando.

OBSERVACION

Los hornos de combustión, también pueden considerarse de circulación forzada, aunque no siempre se logre la uniformidad de temperaturas, en todas las zonas de la cámara del horno, como ocurre con los eléctricos con ventilador o turboventilador.

DISEÑO

Las dimensiones, forma, construcción y capacidad de estos hornos son muy variables, dependiendo de la cantidad, tamaño de piezas que vayan a ser tratadas, temperaturas de trabajo, el tipo de tratamiento a realizar y la clase de atmósfera circulante.

VENTAJAS

La principal ventaja de éstos hornos es la rapidez de calentamiento y la distribución uniforme del calor en las piezas, por lo cual se utilizan con muy buenos resultados, para realizar el tratamiento térmico de revenido. También los hornos especiales para tratar con gas, son de circulación forzada.



Se emplea este tratamiento para evitar las deformaciones, roturas, grietas y tensiones internas que suelen aparecer cuando se tratan aleaciones ferrosas, con un temple ordinario. Especialmente en piezas de elevado contenido de carbono de forma complicada y/o diferencias grandes de secciones.

TIPOS

Existe dos tipos de temples isotérmicos denominados Austempering y Martempering que se diferencian uno del otro, por el tiempo de permanencia de las piezas en el baño de enfriamiento, y por la temperatura de éste.

Austempering

También denominado temple de fase intermedia o temple bainítico, para efectuarlo se calienta el material a una temperatura igual a la usada en el temple ordinario, enfriándolo inmediatamente en un baño de sustancias tales como sales o plomo fundidas, las cuales deben estar generalmente a temperaturas entre 250 y 550°C. Estas temperatura varían de acuerdo a la composición química de los aceros.

En el baño caliente se deben mantener las piezas un tiempo prolongado de acuerdo a la composición de acero, y después se enfrían al aire.

Los fabricantes suministran para cada tipo de material diagramas denominados "curvas de la S", por medio de los cuales se determina el tiempo de permanencia del acero en el baño de enfriamiento.

La figura 1 muestra en líneas punteadas la "Curva de la S" para un acero de 0,8 % de carbono, y en línea continua la curva del enfriamiento que se debe dar a éste acero, observándose que después del calentamiento a 780°C se lleva

rapidamente la pieza al baño que se halla a 300°C. La línea de enfriamiento corta a la "Curva de la S" en el punto correspondiente a 2040 segundos (34 minutos), lo cual nos indica el tiempo de permanencia de este acero en el baño caliente, para que se realicen las transformaciones estructurales intermedias que determinen las propiedades mecánicas deseadas en la pieza.

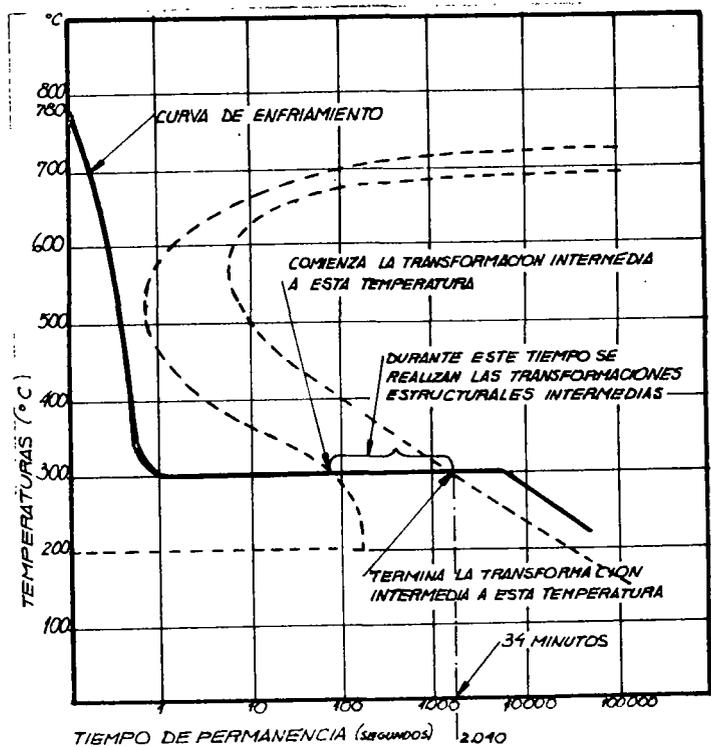


Fig.1

El tratamiento Austempering se utiliza para templar piezas pequeñas construidas en aceros al carbono o de aleación media como así también para destruir el efecto del estirado en alambres especiales, por ejemplo: el llamado cuerda de piano. En todos los casos se obtiene mayor tenacidad sin disminuir la dureza.

Martempering

En este tratamiento después de calentar el material a la temperatura de temple se lo enfría rápidamente en un baño de sales a temperaturas comprendidas entre 200 y 400°C. Estas temperatura varían con la composición química del acero.

Las piezas se mantienen en el baño caliente durante un tiempo no tan prolongado como en el tratamiento Austempering, sino que se les da una permanencia corta hasta que se iguale la temperatura en todo el material, después de lo cual se enfrían al aire,

La figura 2 da el detalle de la curva de enfriamiento para el mismo acero con 0,8 % de carbono, al cual se lo ha tratado por Martempering enfriándolo en un baño a 250°C. El tiempo límite de permanencia en este baño, está indicado en el sitio donde la "Curva de la S" es cortada por la línea horizontal de trazos, que indica el principio de la transformación de temple, en este caso es de 180 segundos (3 minutos).

Este tratamiento se recomienda para el temple de aceros

aleados, usados en la fabricación de engranajes, troqueles y matrices de formas complicadas, cojinetes para rodamiento, y en general de piezas en las cuales se desea aumentar la dureza y la tenacidad del material sin peligro de deformaciones. Después que el material ha recibido el tratamiento Martempering, se le da un revenido.

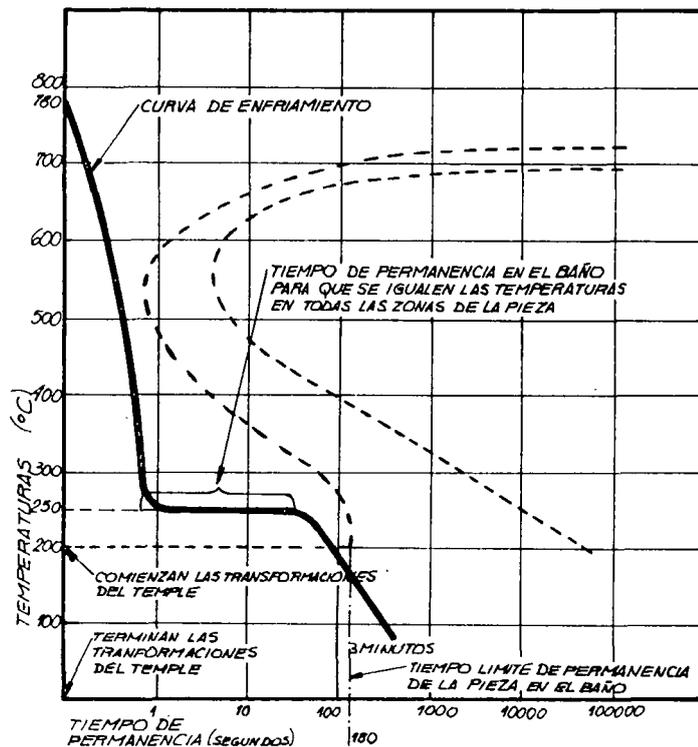


Fig. 2



Este tratamiento se aplica generalmente a piezas de gran tamaño, o de formas complicadas, que no pueden templarse en un horno de cámara o de baño y cuando se requiere endurecer solamente alguna zona, o superficialmente a toda la pieza, dejando el núcleo con sus propiedades primitivas.

CARACTERÍSTICA

La característica principal de éste tratamiento, es que el calentamiento se efectúa con una llama oxiacetilénica y el enfriamiento se hace en forma casi simultánea, después de que la pieza ha alcanzado la temperatura de temple.

DISPOSITIVOS PARA TEMPLAR

Van provistos de una boquilla con dos conexiones independientes: una para el soplete y otra para el agua, que permite calentar y enfriar casi simultáneamente la pieza. Las boquillas son intercambiables y presentan diversas formas, que se adaptan al perfil de la pieza que se está tratando (fig. 1).

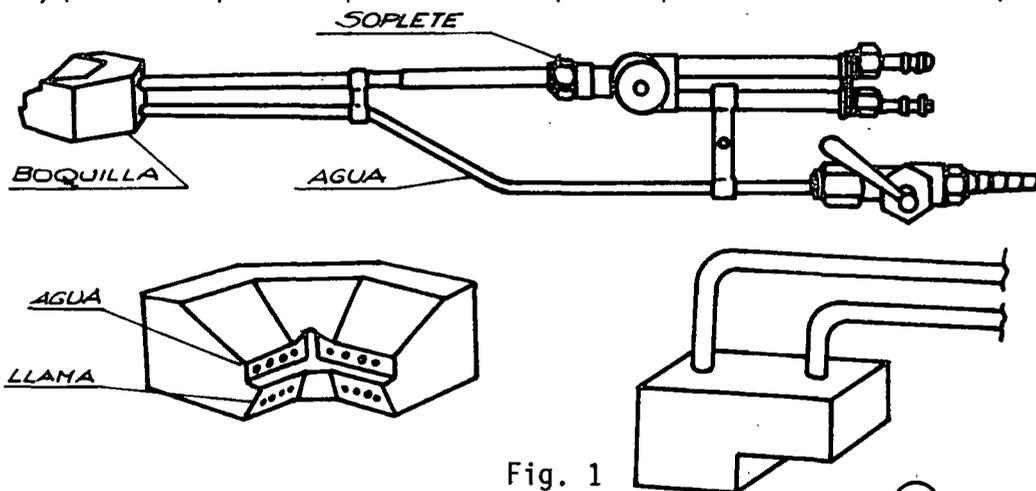


Fig. 1

OBSERVACIONES

- Los aceros utilizados deben estar comprendidos entre Q30 y Q65 % de C.
- La llama debe ser semi-carburante para evitar la oxidación de la pieza.
- En algunas ocasiones, en reemplazo del oxiacetileno se utiliza gas natural u otro gas combustible.

MÉTODOS DE TRABAJO

Existen tres métodos para realizar el temple superficial por llama: estacionario, progresivo y combinado.

MÉTODO ESTACIONARIO O TEMPLO LOCALIZADO

Consiste en aplicar la llama sobre la pieza hasta que alcance la temperatura de temple, enfriándola inmediatamente en un baño de aceite o agua (fig. 2). Este método se utiliza para templar piezas pequeñas o partes de una grande, aplicándose manualmente, utilizando un soplete común.

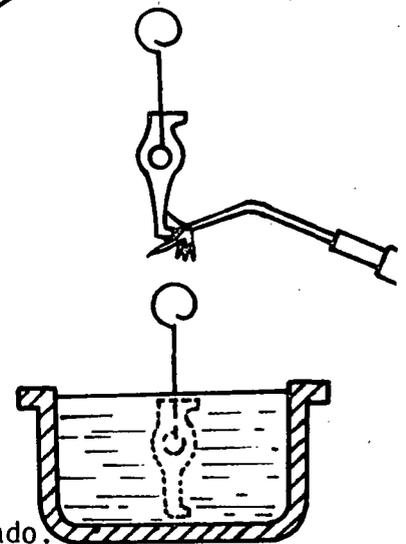


Fig. 2

METODO PROGRESIVO

En este caso, la pieza se mueve y el soplete permanece fijo. El enfriamiento se aplica inmediatamente después de que la llama ha calentado la pieza, lo cual se logra utilizando el dispositivo de temple (fig.3).

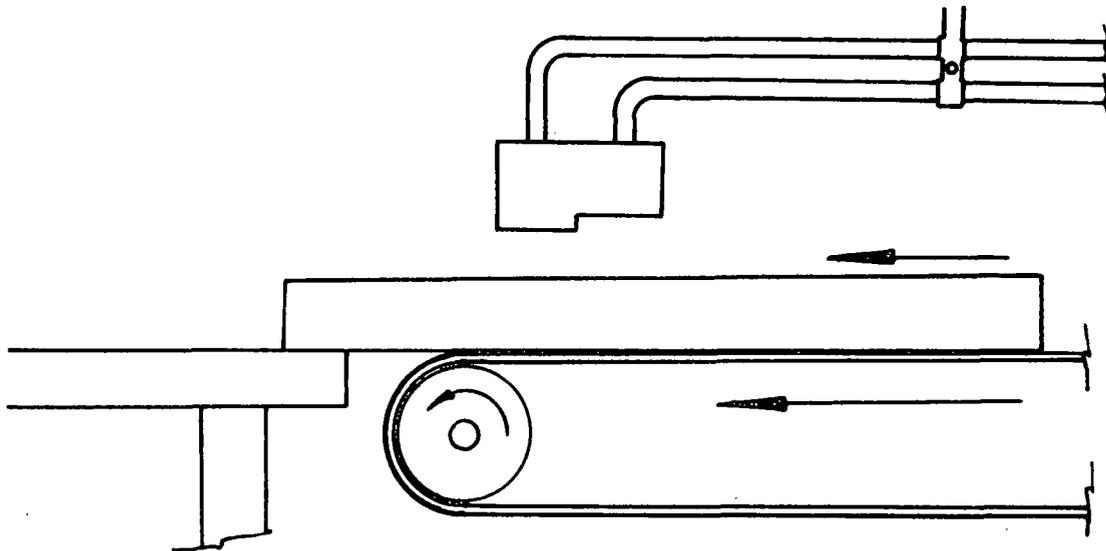


Fig. 3

Se emplea éste método cuando se van a temprar piezas de gran longitud o grandes cantidades de piezas pequeñas e iguales. En ambos casos, éstas se colocan sobre una cinta transportadora metálica, la cual avanza lentamente posicionando las piezas debajo de la boquilla.

Existe una variante de éste método, que consiste en mantener fija la pieza y hacer desplazar el dispositivo de temple a lo largo de ella.

METODO COMBINADO

Cuando la pieza y el soplete se mueven simultáneamente, el temple superficial se denomina combinado. En éste método, se utilizan máquinas especiales y se aplica generalmente en piezas cilíndricas y de gran tamaño.

El desplazamiento del dispositivo de temple, se realiza en un sentido longitudinal y el movimiento de la pieza se realiza progresivamente en forma circular con el fin de temprar todas las zonas de la pieza.

CAPA SUPERFICIAL

Las durezas obtenidas por medio de éste tratamiento varían entre 53 y 62 Rockwell C y se obtienen profundidades desde 1 a 5 mm, dependiendo de la COMPOSICION DEL ACERO y de la VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE LA LLAMA, la cual puede variar entre 5 y 40 cm por minuto.



También se puede dar una capa superficial dura a las piezas templándolas por medio de corriente de alta frecuencia.

Este tratamiento se utiliza en piezas pequeñas o zonas limitadas de piezas de gran tamaño. En los últimos años su uso se ha generalizado especialmente en el templeado superficial de ejes de transmisión, cigueñales y árboles de leva.

DISPOSITIVOS PARA TEMPLAR

En este tratamiento, para generar la corriente de alta frecuencia, y para convertirla a esta en calor, se utiliza básicamente una instalación constituida de: un generador y una bobina inductora, dentro de la cual se coloca la pieza (fig.1)

GENERADOR

Son equipos, contruídos para producir corrientes de alta frecuencia. Existen varios tipos, siendo los más utilizados para el temple superficial los denominados; motor generador, generador de válvulas y generador de chispa.

Los motores generadores trabajan con frecuencia de 1000 a 25000 ciclos por segundo y se emplean para dar capas superficiales profundas.

El generador de válvulas se utiliza para dar capas delgadas y trabaja con frecuencias comprendidas entre 100000 y 5.000.000 de ciclos por segundos.

El generador de chispa se utiliza para frecuencias y espesores de capa intermedias a las mencionadas.

BOBINAS INDUCTORAS

Están contruídas generalmente con tubo de cobre, dentro del cual circula agua para evitar su sobrecalentamiento durante el trabajo.

Presentan diversas formas que se adaptan al tipo de piezas que se van a tratar como se puede ver en la figura 2

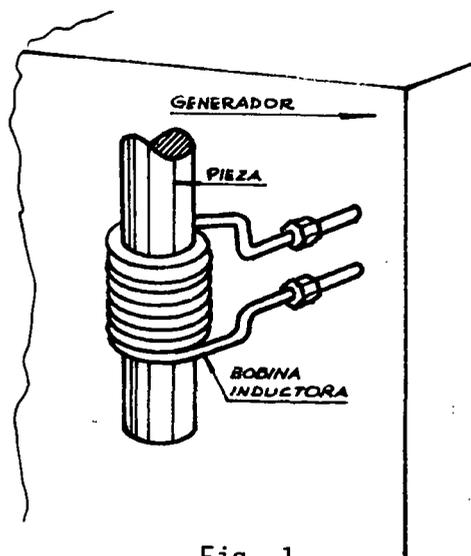


Fig. 1

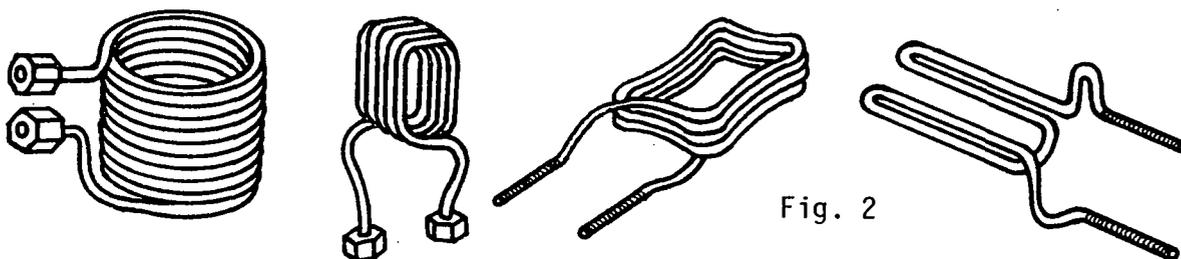


Fig. 2

Los dos extremos de la bobina se ponen en contacto con el generador y además se conectan a una línea de agua refrigerante.

FUNCIONAMIENTO

La corriente de alta frecuencia proveniente del generador llega a la bobina inductora donde se crea un campo magnético, éste por inducción electromagnética hace que la pieza que se halla colocada dentro de la bobina, se caliente rápidamente, consiguiéndose elevadas temperaturas.

MÉTODOS DE TRABAJO

Existen dos métodos para realizar el temple por alta frecuencia: simple y continuo.

Simple

En este caso se pone en contacto la zona de la pieza con la bobina inductora; se espera hasta que la pieza esté caliente, e inmediatamente después se la enfría con un chorro de agua o se la introduce en un baño de aceite. Este procedimiento se aplica a piezas o zonas pequeñas.

Continuo

Cuando las zonas superficiales a templar son grandes, por ejemplo, un eje de gran longitud, se utiliza éste proceso, que consiste en calentar y enfriar la pieza progresivamente, para lo cual se usan dispositivos especiales como lo indica la figura 3.

PROFUNDIDAD DE LA CAPA DURA

La profundidad de la capa varía de acuerdo a la frecuencia utilizada y al tiempo de permanencia de la pieza dentro de la bobina inductora. Por regla general, cuanto mayor sea la frecuencia, menor es la profundidad obtenida.

Así, un eje de acero de 15 mm de diámetro recibirá un temple total al calentarlo con una frecuencia de 2000 ciclos aproximadamente. Si al mismo eje, queremos templarlo solamente a una profundidad de 2,5 mm, se deberá aplicar 10.000 ciclos de frecuencia.

De la misma manera al aumentar el tiempo de aplicación de alta frecuencia aumenta la profundidad de la capa dura. Así, utilizando un equipo de 500.000 ciclos, se obtienen profundidades de 2 mm cuando la permanencia es de 1 segundo; si la permanencia es de 2 segundos la profundidad conseguida es de 3 mm. En general la regulación de los factores eléctricos y del tiempo con respecto a la pieza, y a los espesores de capa que se deseen, se efectúa empíricamente ensayando en probetas desechables antes de aplicar. No obstante los fabricantes de éstas máquinas la acompañan con indicaciones y tablas que pueden utilizarse como marca de referencia.

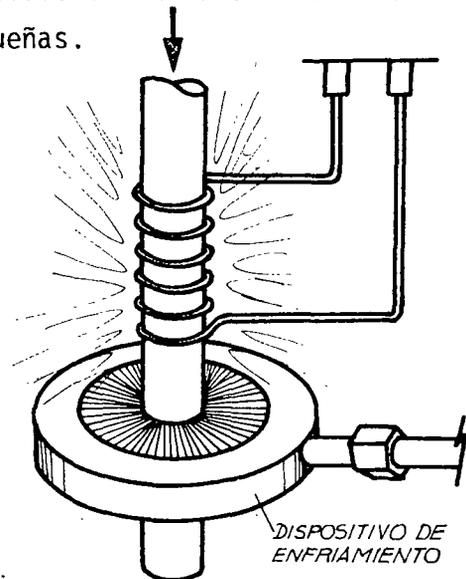


Fig. 3



Para que las piezas de acero adquieran una capa superficial de gran dureza y resistencia al desgaste por rozamiento, se tratan en un medio especial que puede estar constituido por sustancias sólidas líquidas o gaseosas, las cuales permiten que el material modifique su composición química superficial mediante la absorción de un elemento endurecedor que puede ser carbono y/o nitrógeno.

El espesor de la capa dura depende del medio utilizado, de la temperatura, y del tiempo de duración del proceso.

Estos tratamientos se usan especialmente con los aceros de bajo contenido en carbono y se realizan dentro de cajas cerradas en hornos de cámara, directamente en baños de sales, o de atmósfera gaseosa.

CARACTERISTICAS

Las piezas después de tratadas termoquímicamente quedan compuestas por dos zonas principales de composición química diferente: el núcleo y la periferia endurecida (fig. 1).

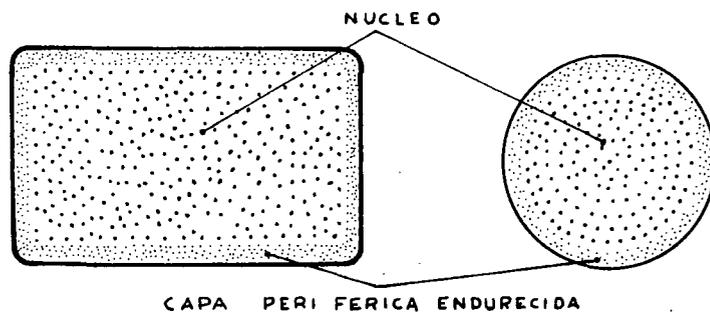


Fig. 1

El núcleo queda con la composición química inicial del material y la periferia con un alto contenido de carbono y/o nitrógeno, elementos que han sido absorbidos durante el tratamiento.

TIPOS

Los tratamientos termoquímicos más usados son: la cementación, cianuración, nitruración y carbonitruración.

CEMENTACION

Consiste en dar al material una delgada capa superficial dura, calentándolo a altas temperaturas en un medio rico en carbono.

Se puede realizar la cementación, utilizando como medio cementantes sustancias sólidas, líquidas o gaseosas.



CIANURACION

Se emplea para endurecer superficialmente piezas de acero generalmente de pequeño tamaño, empleando para el tratamiento, una bañõ que contiene sales a base de cianuros. La capa es de poco espesor y el tiempo de tratamiento relativamente corto.

NITRURACION

En este tratamiento las piezas absorben nitrógeno al ser calentadas en un medio rico en este elemento, quedando con una superficie dura y resistente al desgaste, al trabajo en caliente y a la acción corrosiva del agua.

Antes de la nitruración, el material debe ser sometido a un temple y revenido previo. El espesor de la capa es relativamente pequeño y la duración del tratamiento largo.

CARBONITRURACION

Es un tratamiento combinado de carburación y nitruración que se puede aplicar a todos los aceros. La periferia del material que se somete a este tratamiento absorbe carbono y nitrógeno, elementos que le confieren gran dureza superficial

OBSERVACION

Existen además de los tratamientos termoquímicos ya descriptos, otros denominados SULFINIZACION Y NITRURACION BLANDA.

La sulfinización se emplea para mejorar la resistencia al desgaste de los aceros, sin aumentar apreciablemente la dureza en la capa sulfinizada, esto se consigue incorporando azufre al acero.

En la sulfinización se usan bañõs de sales de composición especial y el tratamiento se realiza a temperaturas comprendidas entre los 520 a 580°C.

La nitruración blanda confiere al acero notables propiedades contra el desgaste. Se ejecuta en bañõs de sales a temperaturas de 520 a 580°C, se efectúa a cualquier tipo de acero y también a fundiciones.

Los tiempos de duración varían de 90 a 120 minutos y el espesor de la capa externa denominada "capa blanca" o "zona de compuestos" tiene un espesor de 0,002 mm aproximadamente.

TRATAMIENTO FINAL

Para mejorar las características del acero, después de algunos de los tratamientos termoquímicos, se lo somete a un temple y revenido. Las piezas quedan entonces con una periferia de gran dureza y con buena tenacidad en el núcleo.



Con este tratamiento termoquímico se consigue aumentar el contenido de carbono en la superficie del acero, logrando que éste quede más duro y más resistente al desgaste, conservando su núcleo con las propiedades físicas primitivas.

CARACTERÍSTICAS

Este tratamiento tiene dos características principales:

- a) Se requieren cajas especiales para realizarlo, las cuales una vez preparadas se introducen en la cámara de un horno.
- b) El medio carburante utilizado es una sustancia sólida preparada en forma de gránulos de 20 a 50 mm de diámetro, rodeados por una película de polvo activante adherida a los granos de carbón vegetal por ligantes tales como pintura asfáltica melaza, etc.

MEDIOS CARBURANTES

Los medios carburantes sólidos más utilizados son los carbones vegetales duros, en forma de granos mezclados uniformemente con carbonatos de bario, calcio o sodio en forma de polvo y a veces también con melaza o pintura asfáltica en estado líquido las cuales actúan como portadores y ligantes.

Las mezclas preparadas de estas sustancias, son suministradas por firmas comerciales especializadas, siendo una de las más conocidas la denominada "carbocement".

ETAPAS

En la cementación, se distinguen cuatro etapas: calentamiento, permanencia y tratamiento final.

CALENTAMIENTO

Las temperaturas de calentamiento están comprendidas teóricamente entre 800 y 1000°C, la más aconsejable es la de 925°C.

El calentamiento debe realizarse a estas temperaturas elevadas, para que el acero pueda disolver y difundir a través de su estructura cristalógrafa el carbono en el tiempo más breve, pero si la temperatura es demasiado elevada el tamaño de grano crece mucho a través del tiempo, lo cual trae aparejada una estructura frágil, por este motivo no conviene sobrepasar la temperatura aconsejada.

TIEMPO DE PERMANENCIA

En los aceros que son cementados, el tiempo de permanencia a la temperatura de tratamiento, depende del espesor que se desea dar a la capa cementada, debe tenerse en cuenta que el espesor de la capa dura depende de la temperatura, el tiempo de permanencia a esta temperatura, de la composición química del cementante y de la composición química del acero, por ejemplo: en un acero aleado al cromo níquel a 925°C, y con una permanencia de cuatro horas, se

obtiene una capa de 0,8 mm, con seis horas, el espesor conseguido es de 1,6 mm (fig.1). Con respecto a la temperatura el mismo acero en cuatro horas el espesor conseguido a 875°C es de 0,4 mm a 950°C es de 1,2 mm.

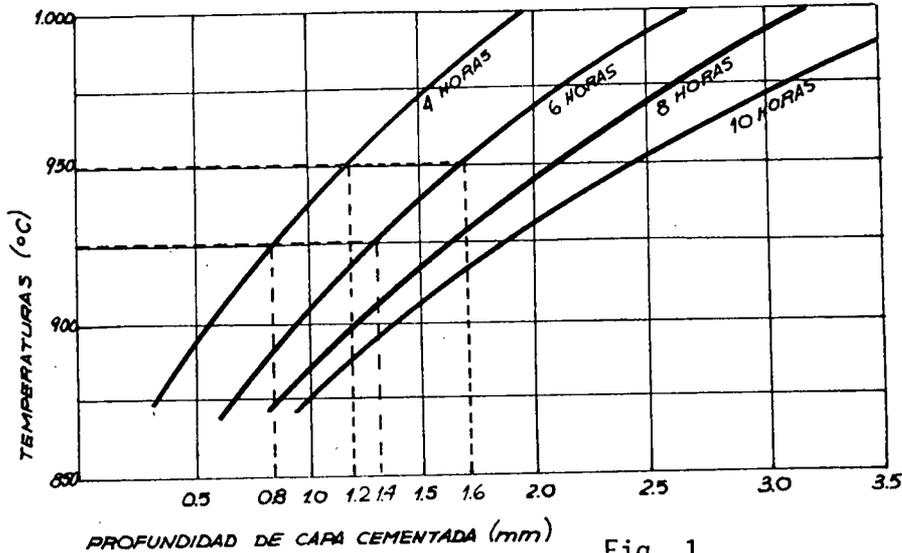


Fig. 1

OBSERVACION

Es conveniente que el contenido de carbono de la capa superficial no exceda de 0,9% C, por cuanto existe peligro de que la capa cementada quede frágil tendiendo a descascararse, o agrietarse durante el rectificado o durante sus funciones en el servicio que normalmente debe prestar la pieza. Esto se soluciona mediante un recocido de difusión a la temperatura de 850 a 925°C, de una a dos horas en atmósfera neutra.

TRATAMIENTO FINAL

Las piezas una vez cementadas son sometidas a un ciclo de tratamientos con el objeto de eliminar el tamaño de grano grueso y además conseguir las propiedades físicas requeridas. La pieza cementada podemos considerarla prácticamente como dos aceros diferentes, el núcleo y capa cementada, esta última, a su vez varía su composición química desde la superficie hasta su comienzo, cada una de estas composiciones químicas tienen un punto crítico diferente. Por este motivo en éstos ciclos se someten las piezas a temperaturas distintas.

TEMPLE DIRECTO Y REVENIDO (FIG. 2)

Terminada la cementación se retira la pieza y desde esta misma temperatura se enfría directamente en agua o aceite.

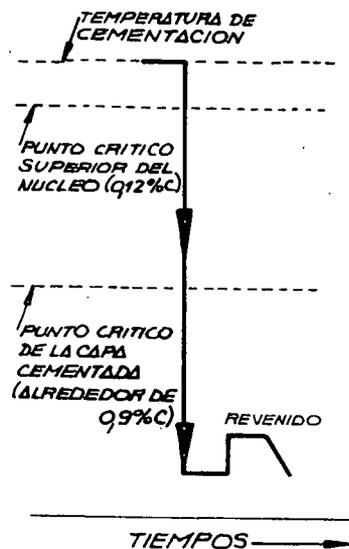


Fig. 2

Se realiza preferentemente en piezas cementadas en baños y a veces por gas, raramente en caja. Los aceros deben ser de baja aleación o al carbono de grano fino.

ENFRIAMIENTO LENTO TEMPLE A TEMPERATURA LIGERAMENTE SUPERIOR AL PUNTO CRÍTICO INFERIOR REVENIDO (FIG. 3)

Se enfría lentamente dentro del horno y luego se calienta a una temperatura situada entre el punto crítico superior del núcleo y el punto crítico inferior, se enfría en agua o aceite según la clase de acero y por último se efectúa el revenido a la temperatura convenida, se usa en aceros de alta aleación y de grano fino. Existe poco riesgo de deformaciones y es muy utilizado. El núcleo tiende a quedar con grano grueso.

ENFRIAMIENTO LENTO TEMPLE A TEMPERATURA LIGERAMENTE POR ENCIMA DEL PUNTO CRÍTICO SUPERIOR Y REVENIDO (FIG. 4)

Se calienta ligeramente a una temperatura inferior al punto crítico superior del núcleo y se temple en agua o aceite. El núcleo queda con grano fino y la máxima resistencia, pero la capa cementada tiende a quedar con grano grueso, se usa en aceros de media aleación y grano fino cuando se necesita la máxima resistencia en el núcleo, por ejemplo, en piezas de aviones y automóviles.

ENFRIAMIENTO LENTO

TEMPLE DOBLE Y REVENIDO (FIG. 5)

Se deja enfriar en el horno y luego se calienta ligeramente por encima del punto crítico superior del núcleo, se enfría en agua o aceite, después se vuelve a calentar pero a una temperatura ligeramente superior al punto crítico de la capa cementada (ésta tiene un solo punto crítico debido a su porcentaje de alrededor de 0,9% C) el calentamiento de la pieza debe ser realizado a una temperatura de alrededor de 770 °C, se enfría nuevamente en agua o aceite.

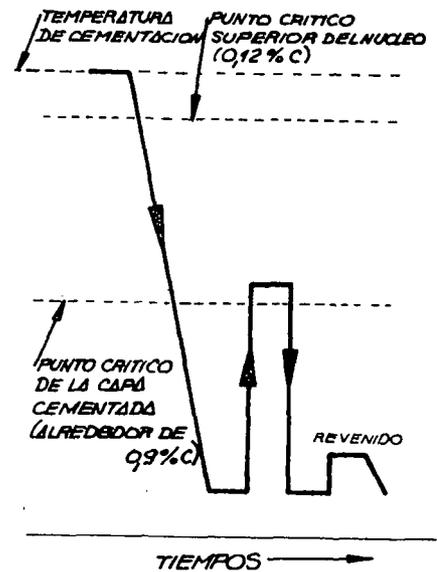


Fig. 3

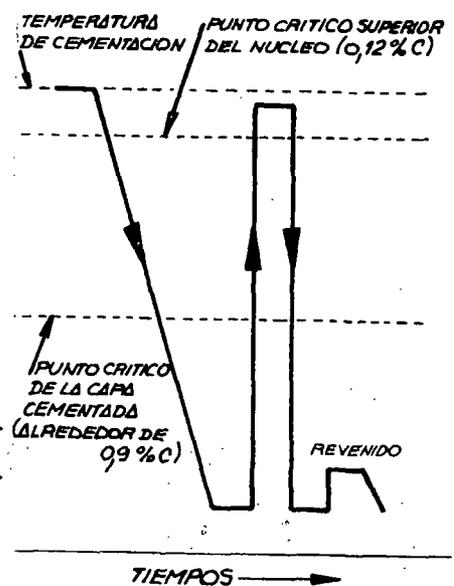


Fig. 4

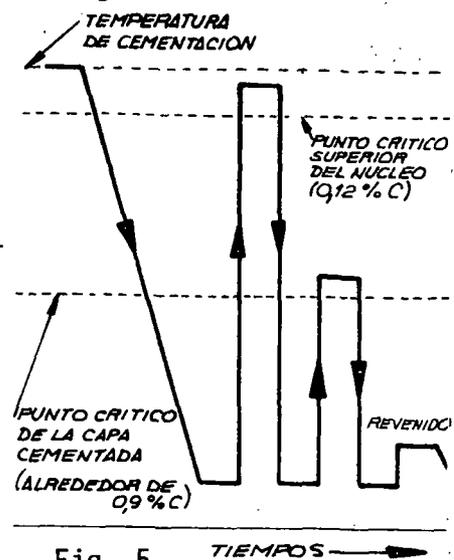


Fig. 5

Este tratamiento, es el mejor y el más completo, se efectúa a piezas de responsabilidad, a los aceros de media aleación, aceros al carbono y en general a todos los de grano grueso. No es necesario para aceros de grano fino.

TRATAMIENTO ISOTERMICO (FIG. 6)

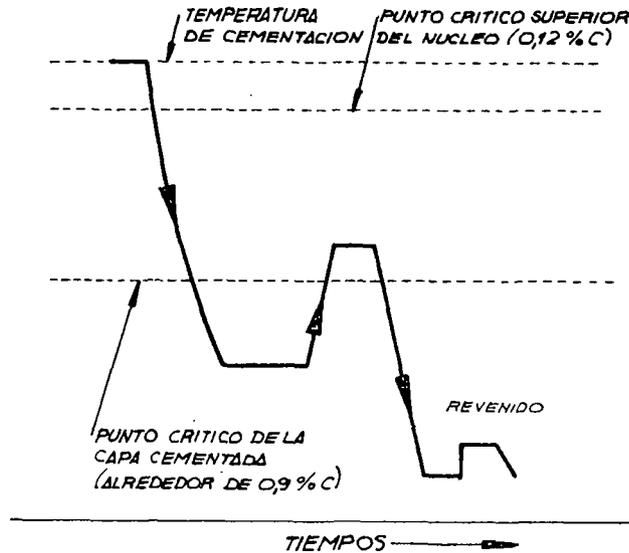


Fig. 6

Después de la cementación en lugar de enfriar en el horno, aire o aceite se sumerge en un baño de sales o plomo fundido a una temperatura y durante un tiempo que varía de acuerdo a la composición química del acero, al tamaño de las piezas y a las propiedades físicas deseadas. Del baño caliente se pasan las mismas al horno para elevarlas a una temperatura ligeramente superior al punto crítico de la capa cementada (la temperatura de calentamiento de las piezas es de alrededor de 770 °C) luego se temple en aceite o agua o se temple isotérmicamente según se explica en la *HO temple isotérmicamente* y en la *HIT temple isotérmico*. Este tratamiento se realiza cuando se quiere reducir las deformaciones al mínimo y la máxima tenacidad del núcleo.

OBSERVACION

En todos estos tratamientos finales se realiza un revenido de 150 a 250°C de acuerdo a la dureza final deseada.



Se aplica la cementación con sustancias líquidas cuando se desea dar en forma rápida y uniforme, una capa superficial dura, a piezas construídas en acero de bajo porcentaje de carbono.

MEDIO CEMENTANTE

Los medios utilizados en esta cementación son los baños de sales a base de cianuros. Estas sales de base se mezclan, en proporciones variables, con sales inertes como por ejemplo: uno o más cloruros y/o carbonatos sódicos a los que se añade como activadores del proceso, uno o más cloruros o fluoruros de sodio, bario, potasio, calcio o estroncio.

El poder de carburación de los baños debe ser controlado mediante análisis periódicos, recomendándose hacerlo cada cinco u ocho horas de uso.

TEMPERATURAS DE CEMENTACION

Las temperaturas de tratamiento en baños de sales varían entre 850 y 950°C, dependiendo de la profundidad de la capa cementada que se desea conseguir. A éstas temperaturas las sales de cianuro desprenden carbono, el cual es absorbido por la periferia del material durante todo el proceso de cementación.

TIEMPO DE PERMANENCIA

El tiempo de permanencia de las piezas en el baño de sales está en función de la temperatura y de la profundidad deseada. Obteniéndose mayores espesores de la capa cementada cuando la permanencia y la temperatura son mayores. En la figura 1 se pueden observar los diferentes espesores de la capa cementada que se obtienen cuando se aplica éste tratamiento a un acero al carbono, calentándolo a diferentes temperaturas y con tiempo de permanencia variable.

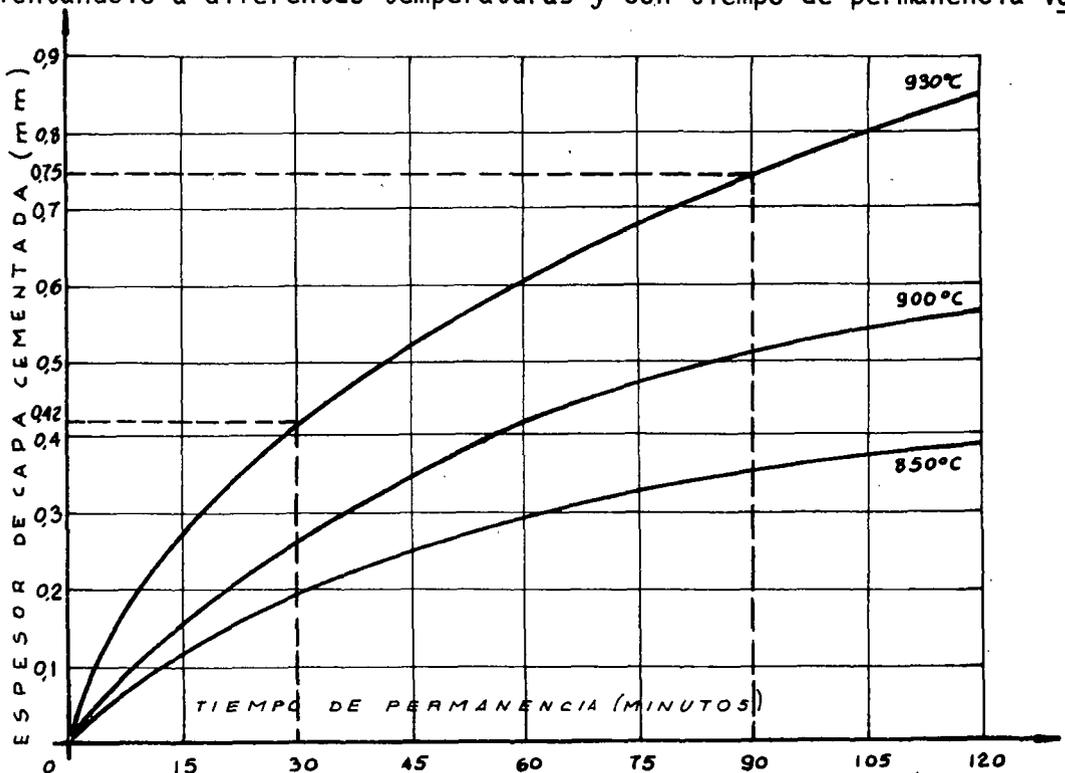


Fig. 1



Si el acero se calienta a 930°C, por ejemplo, el espesor de la capa cementada es de 0,42 mm, cuando el tiempo de permanencia es de 30 minutos, y de 0,75 mm, si la permanencia es de 90 minutos.

ENFRIAMIENTO

Generalmente las piezas después de haber permanecido en el medio carburante se enfrían al aire y luego se les da un temple y revenido, seleccionando para estos tratamientos las temperaturas y medios de enfriamiento según la clase de acero.

De acuerdo a las exigencias de trabajo a que deben ir sometidas las piezas durante su prestación de servicio, se elegirá uno de los ciclos de tratamiento térmico de las piezas cementadas, indicado en la HIT. Cementación (con sustancias sólidas).

LIMPIEZA

Debido a que las sales utilizadas en la cementación son altamente corrosivas, se recomienda lavar las piezas después de retirarlas del baño, empleando agua caliente y cubriéndolas luego con aceite.

VENTAJAS

En relación a la cementación con sustancias sólidas, el tratamiento en baños de sales tiene las siguientes ventajas:

- a) Economía en el tiempo de calentamiento debido a que la transmisión de calor es más rápida.
- b) Distribución uniforme de la temperatura en toda la pieza, permitiendo que la cementación sea más homogénea.
- c) Menor peligro de deformación de las piezas.

DESVENTAJAS

- a) Alto costo de las sales.
- b) Peligro en la manipulación debido a que las sales son tóxicas.



MECANICA GENERAL

La cianuración es un tratamiento análogo al de cementación con sustancias líquidas, con la diferencia de que las piezas cianuradas se enriquecen con carbono y nitrógeno, quedando con una delgada capa superficial dura.

BAÑOS DE CIANURACION

Los baños de cianurar se preparan mezclando cianuro sódico o potásico, con sales inertes como carbonatos o cloruros sódicos.

El porcentaje de cianuro en los baños puede variar entre un 20 y un 50%. Durante el proceso de cianuración, debe ser controlado el contenido de cianuro de los baños, generalmente cada 5 horas.

CALENTAMIENTO

Las temperaturas oscilan entre 750 y 900°C, dependiendo del tipo de material y de la profundidad de la capa dura que se desea dar a las piezas.

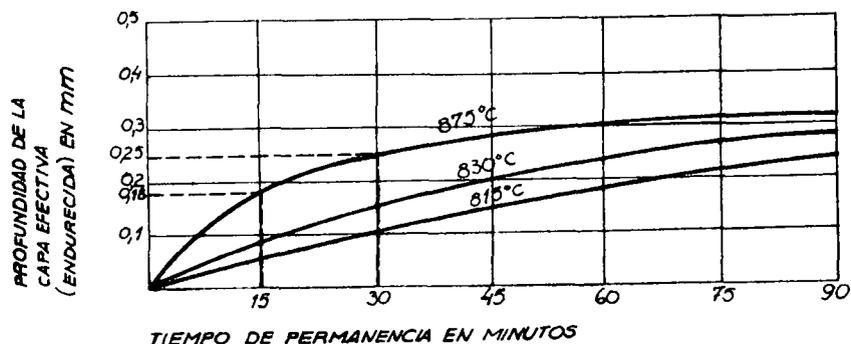
LAS PIEZAS ANTES DE SER INTRODUCIDAS AL BAÑO de sales fundidas, son precalentadas a temperaturas comprendidas entre 350 y 550°C, para evitar deformaciones y grietas que se puedan originar al introducir piezas frías en un baño caliente.

TIEMPO DE PERMANENCIA

Para que el material introducido en el baño de sales, absorba el carbono y el nitrógeno, debe permanecer a la temperatura de trabajo generalmente de 15 a 90 minutos.

En la figura 1 se puede observar, para diversas temperaturas de calentamiento, la variación de profundidad de la capa dura obtenida, cuando las piezas se mantienen diferentes tiempos dentro del baño. Así, cuando se han cianurado dos piezas a 875°C, la profundidad de la capa con 15 minutos de permanencia es de 0,18 mm y la pieza que ha permanecido 30 minutos queda con una capa de 0,25 mm de espesor.

Fig. 1





ENFRIAMIENTO Y TRATAMIENTO FINAL

Las piezas cianuradas por lo general se enfrían directamente en el baño de temple, para proceder enseguida a su revenido final.

Después del revenido, las piezas quedan con una dureza superficial que varía entre 50 y 62 Rockwell C según la temperatura empleada.

OBSERVACIONES

Las piezas cianuradas deben ser lavadas con agua caliente, con el fin de limpiar las sales de cianuro que son altamente corrosivas.

PRECAUCION

DURANTE TODO EL PROCESO DE CIANURACION SE DEBE TENER CUIDADO AL MANIPULAR LAS SALES, DEBIDO A QUE ESTAS SON VENENOSAS.

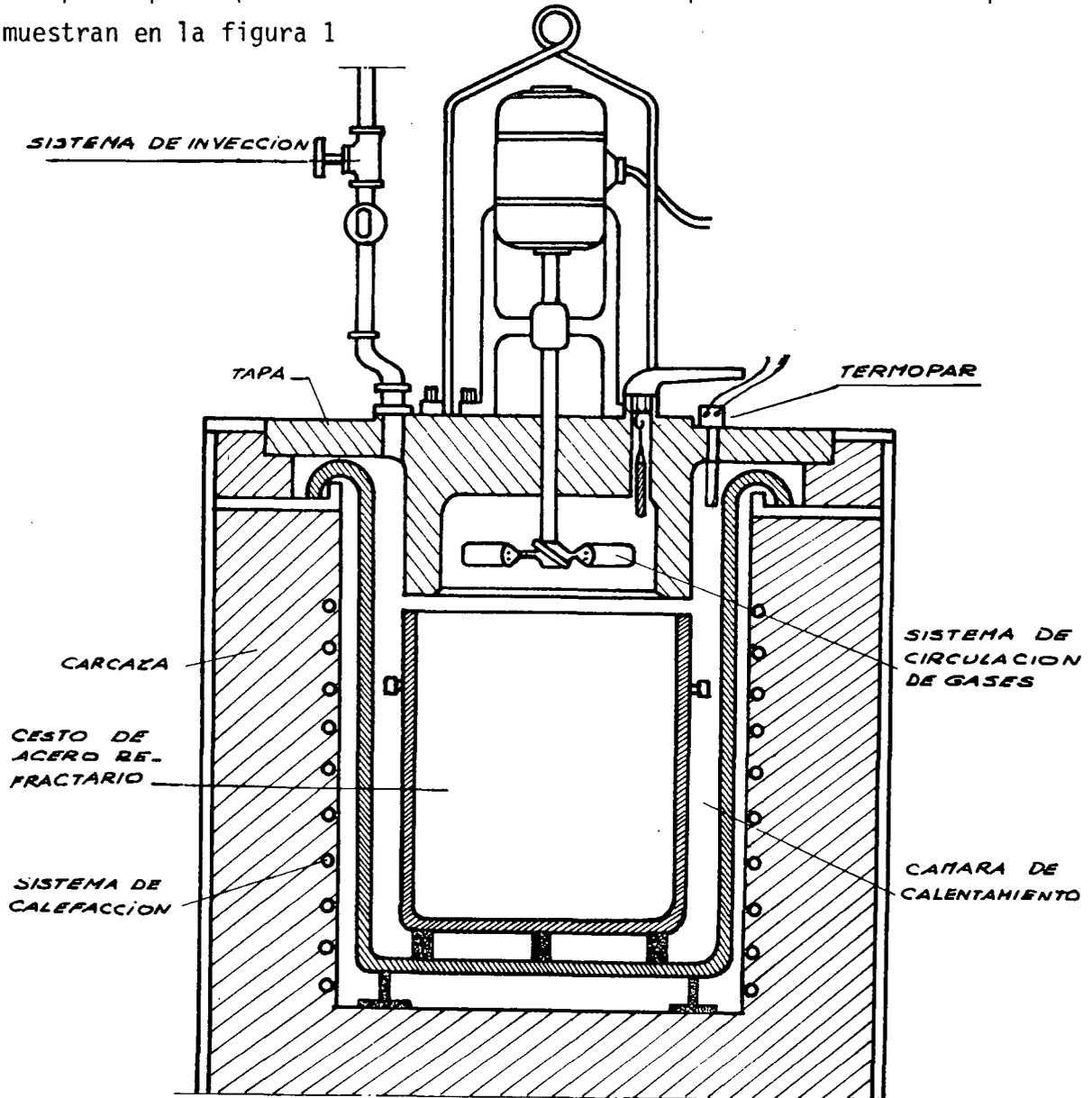
TODAS LAS PIEZAS A TRATAR, DEBEN ESTAR PERFECTAMENTE SECAS PARA EVITAR CHISPORROTEOS O EXPLOSIONES, PARA ESTO ES CONVENIENTE SOMETERLAS A UN PRECALENTAMIENTO.



En este tipo de hornos se realizan los tratamientos termoquímicos con sustancias gaseosas, para lo cual están dotados de dispositivos que permiten producir,regular,controlar,inyectar y poner en circulación los gases utilizados como medios de atmósfera cementantes,nitrurantes,carbonitrurantes o neutras.

CONSTITUCION

Las principales partes constitutivas de este tipo de horno son las que se muestran en la figura 1



Tapa

Fig. 1

Es de acero o fundición con revestimiento de material refractario.

Lleva montados, en la parte superior, el mecanismo de ajuste que permite el cierre hermético y los dispositivos de inyección y circulación de los gases. También posee tres orificios, uno para colocación de las probetas de ensayo, otro para el encendido de la llama de seguridad y otro para alojar el termopar.

*Carcasa*

Es de forma cilíndrica y está construída con chapa de acero.

La pared interna es de material refractario y sirve para aislar el calor del horno con el ambiente exterior.

Sistema de calefacción

El calentamiento se consigue por medio de resistencias eléctricas situadas en la pared interna de la estructura refractaria. La temperatura se controla mediante un termopar, conectado al aparato indicador del pirómetro.

Cámara de calentamiento

En este lugar se halla ubicado el dispositivo de colocación de las piezas, el cual presenta perforaciones que le dan aspecto de "canasta" y se apoya sobre el fondo de la cámara, estas perforaciones permiten la circulación forzada de la atmósfera gaseosa, entre las piezas a tratar.

Sistema de circulación de los gases

Para poner en circulación los gases, éstos están provistos de un ventilador, acoplado a un motor eléctrico. El conjunto se halla situado en la parte central de la tapa, por encima de la cámara de calentamiento.

Sistema de inyección

Esta constituido por una tubería conectada a un registro regulador de flujo y a un aparato de control visual, y va acoplado a un orificio de la tapa del horno. Sirve para inyectar las sustancias utilizadas en los tratamientos termquímicos.

FUNCIONAMIENTO

Después de haber introducido las piezas dentro del horno y cerrado la tapa de éste, se enciende el sistema de calefacción hasta alcanzar la temperatura de inyección de la sustancia. En este momento, la sustancia gaseosa o líquida que proviene del dispositivo de alimentación, pasa a través de la tubería introduciéndose en la cámara de calentamiento.

Los gases son puestos en circulación alrededor de las piezas que se van a tratar, por medio del accionamiento del ventilador o turboventilador.

NORMAS

Los hornos para tratamientos con gas, están diseñados generalmente en forma cilíndrica y su capacidad se determina de acuerdo al peso de las piezas que se van a tratar, pudiendo variar de 60 a 1000 kilogramos.

VENTAJAS

Cuando se usan estos hornos para cementar con sustancias gaseosas, nitrurar o carbonitrurar, se consiguen muy buenos resultados, especialmente por la uniformidad y rapidez del calentamiento de los materiales que se van a tratar.



La cementación gaseosa se utiliza cada vez más en las grandes industrias para endurecer superficialmente cantidades considerables de piezas, medianas y pequeñas o algunas de grandes dimensiones.

CARACTERISTICAS

Dos características principales diferencian a éste tratamiento de las cementaciones con sustancias sólidas o líquidas:

- 1) Se realiza en horno de atmósfera circulante.
- 2) El medio cementante utilizado es un gas.

HORNOS DE CEMENTACION GASEOSA

Están equipados con dispositivos especiales que permiten realizar el tratamiento.

MEDIOS CEMENTANTES

Se pueden emplear principalmente dos medios cementantes: un gas que se introduce directamente o un líquido que se gasifica al ser inyectado en el horno.

EL GAS

El más utilizado como medio de cementación es el metano, aunque también se acostumbra a usar el butano y el propano, se denominan gases activos o cementantes.

Estos gases se introducen en el horno incorporados a un gas portador o de relleno, que se prepara partiendo de un gas combustible, para evitar la formación de hollín sobre las piezas y favorecer el proceso de cementación. Al elevarse la temperatura del horno, la superficie del acero absorbe el carbono naciente que se desprende de los gases de cementación.

EL LIQUIDO

Empleado como medio cementante es una mezcla de un alcohol con un hidrocarburo, que se inyecta en el horno cuando éste se encuentra a una temperatura de 650°C.

Comercialmente se suele conseguir esta mezcla de líquidos cementantes ya preparada por firmas comerciales especializadas. Una de las más conocidas es la llamada "Homocarb".



CALENTAMIENTO Y PERMANENCIA

En la cementación gaseosa las temperaturas de calentamiento están comprendidas entre 900 y 950°C, obteniéndose mayores espesores de la capa cementada, cuanto mayores sean las temperaturas de tratamiento y la permanencia de las piezas a dicha temperatura.

ENFRIAMIENTO Y TRATAMIENTO FINAL

Las piezas cementadas se dejan enfriar en el horno o se enfrían en una cámara de difusión de atmósfera neutra, a la cual se trasladan cuando la temperatura es de 800°C.

Después de la cementación con gases, se templan y revienen las piezas, con el fin de obtener las características finales exigidas del acero, en la HIT CEMENTACION (CON SUSTANCIAS SOLIDAS) puede elegirse el ciclo de tratamiento térmico que mejor se adapte al logro de estas exigencias

CAPA CEMENTADA

Los espesores de la capa cementada que se obtienen con este tratamiento varían generalmente de 0,50 a 1,50 mm aunque se pueden obtener espesores mayores y la dureza de la superficie de las piezas está comprendida entre 58 y 62 Rockwell C según la temperatura de revenido.

USOS

Este tratamiento termoquímico se emplea por lo general cuando se quiere endurecer superficialmente capas de espesor uniforme y relativamente gruesas en piezas de grandes dimensiones, o para cementar piezas de pequeño y medio tamaño en una fábrica de producción en serie.

Es un tratamiento muy utilizado por los fabricantes de maquinarias y automotores.



Se emplea este tratamiento cuando se necesita dar al acero buena resistencia al desgaste y máxima dureza en la superficie.

En el proceso de nitruración se distinguen cuatro etapas: tratamiento previo, calentamiento, permanencia y enfriamiento.

TRATAMIENTO PREVIO

Antes de la nitruración, las piezas deben estar templadas y revenidas, para que el núcleo quede resistente.

Además las piezas deben estar limpias de aceite u óxido, por cuanto éstos pueden impedir la penetración de nitrógeno en el material.

La limpieza se puede realizar con: gasolina; detergentes; baños alcalinos de limpieza, o con vapores de TRICLOROETILENO.

Cuando se necesita que ciertas partes de la pieza no queden nitruradas, se las protege con una capa de estaño y plomo, la cual se aplica sumergiendo las partes de las piezas, en un baño fundido de esta aleación.

También se puede dar la protección mediante un estañado electrolítico o utilizando una pintura especial, fabricada a base de polvo de estaño, plomo y cromo.

CALENTAMIENTO

Las temperaturas de calentamiento para la nitruración varían de 500 a 540°C. A esta temperatura el nitrógeno se desprende del amoníaco, usado como medio nitrurante, el cual se ha inyectado en el horno, cuando éste se encuentra a una temperatura de 250°C aproximadamente.

PERMANENCIA

La permanencia de las piezas a la temperatura de nitruración, está en relación directa al espesor de la capa nitrurada que se desee obtener, lográndose mayores profundidades, cuando mayor es la duración del calentamiento.

Generalmente la permanencia de las piezas en la nitruración, puede variar de 10 a 80 horas, obteniéndose capas nitruradas de profundidades comprendidas entre 0,25 a 0,65 mm.

En la figura 1, se representan los espesores conseguidos cuando un acero se nitrura a 500°C. Si el tiempo de permanencia es de 25 horas, el espesor de la capa es de 0,4 mm pero, si el tiempo aumenta por ejemplo a 65 horas, la capa obtenida es de 0,6 mm.

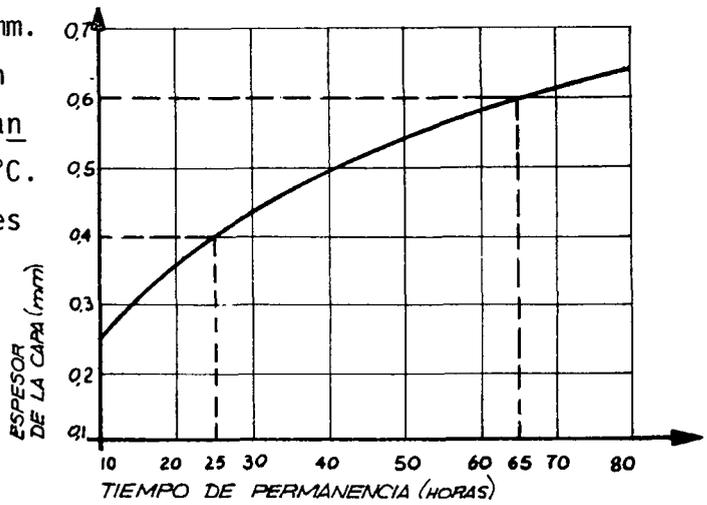


Fig. 1

ENFRIAMIENTO

Terminadas las etapas de calentamiento y permanencia a la temperatura de nitruración, las piezas se enfrían al aire o en cámara de atmósfera neutra.

Se debe recordar que por haberse dado a las piezas un temple y revenido antes de la nitruración, no es necesario someterlas a ningún tratamiento final

VENTAJAS

Las principales ventajas que se consiguen con la nitruración de los aceros son las siguientes:

- a) Gran dureza superficial entre 650 y 1100 unidades Vickers.
- b) Gran resistencia a la corrosión producida por atmósfera húmeda.
- c) Ausencia de deformaciones en las piezas tratadas.
- d) Mantiene su dureza superficial hasta la temperatura de 500°C.

USOS

La nitruración se aplica en aceros aleados con ciertos elementos, tales como: cromo, aluminio, molibdeno y vanadio, por medio de los cuales se obtienen las mayores durezas con suficiente tenacidad.

Todos los aceros de nitruración contienen porcentajes de molibdeno, variables de 0,20 a 1 %, éste elemento evita la posible aparición de la denominada fragilidad "Krupp". El contenido de carbono varía de 0,22 a 0,50 %.

DUREZA DESPUES DE LA NITRURACION DE ACEROS TEMPLADOS Y REVENIDOS A 650°C

TIPO DE ACERO	COMPOSICIONES								PERIFERIA H.V.	NUCLEO CENTRAL RESISTENCIA Kg/mm ²
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Al	Mo	V		
Cr-Al	0,50	0,35	0,65	----	1,60	1,10	0,20	----	1.100	126
Mo	0,40	0,35	0,65	----	1,60	1,10	0,20	----	1.100	98
	0,30	0,35	0,65	----	1,60	1,10	0,20	----	1.100	91
	0,25	0,35	0,65	----	1,60	1,10	0,20	----	1.100	76
ALTO % EN	0,40	0,30	0,50	0,30	3,00	----	1,00	0,25	850	133
Cr	0,30	0,30	0,45	0,50	3,00	----	0,40	----	850	100
	0,25	0,30	0,45	0,50	3,00	----	0,40	----	850	79
Cr-Mo	0,35	0,30	0,50	----	2,00	----	0,25	0,15	750	98
V	0,25	0,30	0,50	----	2,00	----	0,25	0,15	750	94
	0,22	0,30	0,50	----	2,00	----	0,25	0,15	750	83
Cr-Mo	0,30	0,30	0,60	0,60	1,00	----	1,20	----	650	92

VOCABULARIO TECNICO

CAMARA DE ATMOSFERA NEUTRA - cámara de difusión.



La carbonitruración es un tratamiento termoquímico combinado de carburación y nitruración, mediante el cual se da dureza superficial a los aceros calen tándolos en un medio rico en carbono y nitrógeno.

El nitrógeno utilizado en este tratamiento proviene del amoníaco, y el carbono, de sustancia líquida o gaseosa carburante.

La carbonitruración puede aplicarse a casi todas las clases de acero su uso industrial es cada vez más extendido, especialmente para piezas sometidas al rozamiento.

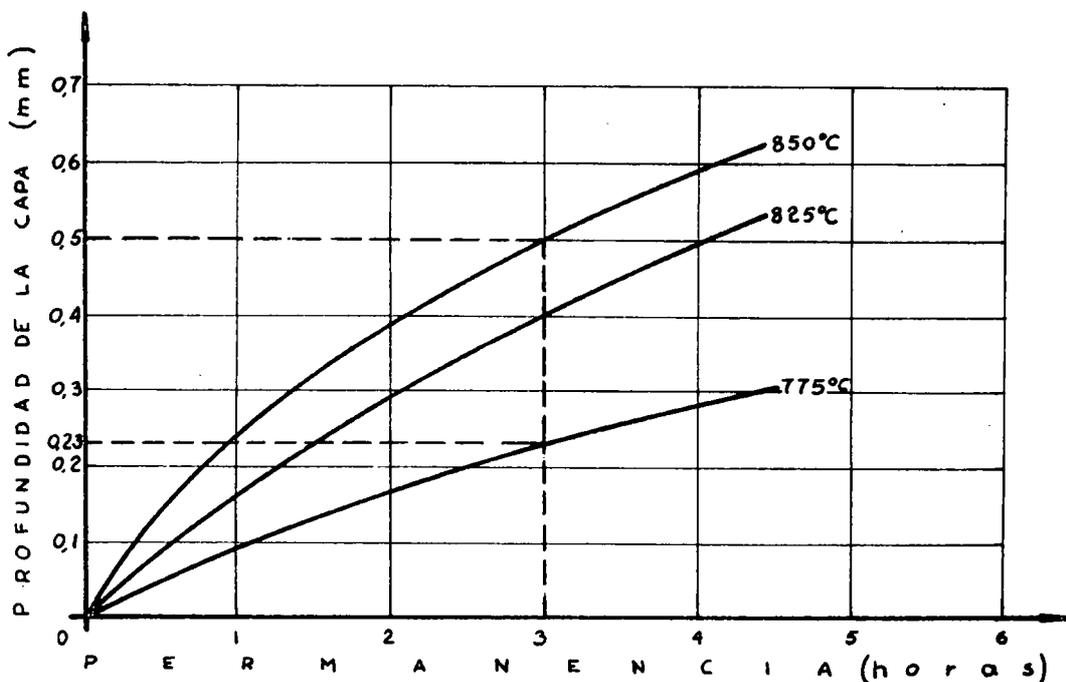
CALENTAMIENTO

Las temperaturas de calentamiento usuales en la carbonitruración, están comprendidas entre 750 - 850°C , consiguiéndose mayores profundidades de la capa superficial dura, cuando la temperatura de tratamiento es más elevada.

PERMANENCIA

El tiempo de permanencia del acero a la temperatura de carbonitruración, puede variar generalmente de 30 minutos a 4 horas, dependiendo del tipo de material y del espesor de la capa carbonitrurada que se desea dar a las piezas. Cuanto más prolongada sea la permanencia en el horno a la temperatura de tratamiento, mayor también será la profundidad de la capa dura.

En la FIGURA 1 se puede observar la variación de profundidades de las capas duras, obtenidas al carbonitrurar un acero al carbono a diferentes temperaturas de calentamiento y diversas permanencias en el horno. Así por ejemplo con una permanencia de 3 horas se obtienen profundidades de 0,5 ; 0,4 y 0,23 mm a temperaturas de 850, 825 y 775°C respectivamente.





ENFRIAMIENTO

El enfriamiento de las piezas carbonitruradas se debe realizar inmediatamente después de sacarlas del horno y generalmente se efectúa en forma lenta. El temple y revenido final siempre se debe dar a las piezas tratadas, para obtener las durezas superficiales máximas, las cuales varían entre 60 y 65 Rockwell C.

MEDIOS CARBONITRURANTES

La carbonitruración se realiza en forma similar a la cementación gaseosa, teniendo como única diferencia, la de que es necesario introducir amoníaco dentro del horno, el cual junto con las sustancias carburantes tales como metano, o un hidrocarburo líquido, constituyen la atmósfera gaseosa necesaria que proporcionará carbono y nitrógeno a la superficie de las piezas. Cuando se usan hidrocarburos líquidos y amoníaco, éstos son inyectados por goteo y su gasificación ocurre cuando el horno está a altas temperaturas.

OBSERVACION

También se puede carbonitrurar en hornos de baño con sales a base de cianuros, introduciendo el amoníaco en forma gaseosa mediante un dispositivo especial instalado en el horno. La composición de las sales en este caso es similar a la utilizada para la cementación con sustancias líquidas.

VENTAJAS

Las principales ventajas de la carbonitruración son las siguientes:

- a) Los aceros al carbono carbonitrurados pueden templarse en aceite disminuyendo de éste modo el peligro a deformaciones y a grietas de temple.
- b) Después del temple final toda la superficie de la pieza queda con una dureza uniforme.
- c) Los aceros carbonitrurados y templados, ofrecen una mayor resistencia al ablandamiento que la opuesta por los aceros cementados, lo cual permite su aplicación sobre piezas que deban trabajar en caliente a temperaturas entre 200 - 300°C.



Es el fenómeno físico producido por el paso de una corriente eléctrica a través de una masa gaseosa, generándose en esta zona alta temperatura, la cual es aprovechada como fuente de calor, en todos los procesos de soldadura por arco eléctrico.

CARACTERÍSTICAS

El arco eléctrico llamado también arco voltaico, desarrolla una elevada energía en forma de luz y calor, alcanzando una temperatura de 4.000°C, aproximadamente. Se forma por contacto eléctrico y posterior separación, a una determinada distancia fija de los polos positivo y negativo.

Este arco eléctrico se mantiene por la alta temperatura del medio gaseoso interpuesto entre ambos polos (fig. 1).

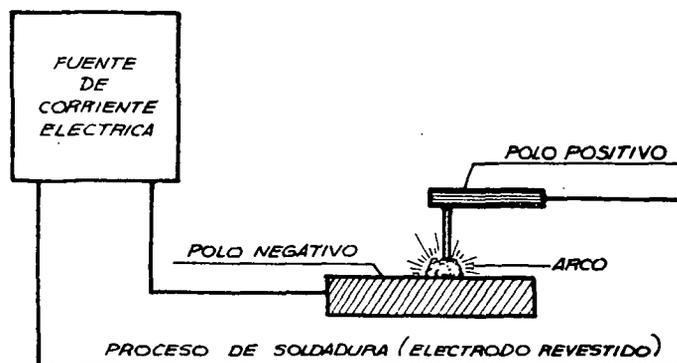


Fig. 1

VENTAJAS

Se aprovecha como fuente de calor en el proceso de soldadura por arco, con el fin de fundir los metales en los puntos que han de unirse, de manera que fluyan a la vez y formen luego una masa sólida única.

DESVENTAJA

Provoca irradiaciones de rayos: luminosos, ultravioletas e infrarrojos, los cuales producen trastornos orgánicos.

PRECAUCIÓN

DEBE EVITAR EXPONERSE SIN EQUIPO DE SEGURIDAD A LOS RAYOS, POR LA INFLUENCIA DE ESTOS SOBRE EL ORGANISMO, YA QUE LOS MISMOS CAUSAN LAS SIGUIENTES AFECCIONES :

- a) LUMINOSOS : ENCANDILAMIENTO
- b) INFRARROJOS : QUEMADURAS DE PIEL
- c) ULTRAVIOLETAS : QUEMADURAS DE PIEL Y OJOS

VOCABULARIO TÉCNICO

- ARCO ELÉCTRICO - arco voltaico
- POLO - borne



MECÁNICA GENERAL

La máscara de protección está hecha de fibra de vidrio o fibra prensada, y tiene una mirilla en la cual se coloca un vidrio neutralizador y los vidrios protectores de éste. Se usa para resguardar los ojos y para evitar que maduras en la cara.

Fig. 1

TIPOS

En máscaras para soldar hay diferentes diseños (figs.1, 2 y 3).

Hay también máscaras combinadas con un casco de seguridad para realizar trabajos en construcciones (fig.4)

y con adaptación para proteger la vista cuando haya que limpiar la escoria (fig.5).

Las pantallas de mano (fig.6) tienen aplicación en trabajos de armado y punteado por soldadura. Su uso no es conveniente en trabajos de altura o donde el operario requiera la sujeción de piezas o herramientas.

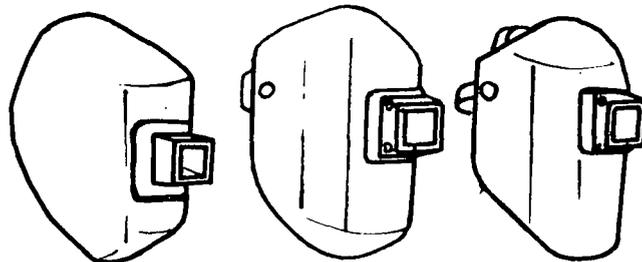


Fig. 2

Fig. 3

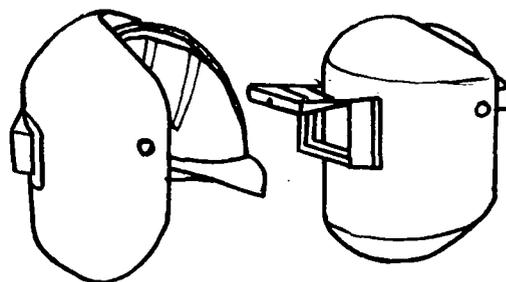


Fig. 4

Fig. 5

CONDICIONES DE USO

Las máscaras deben usarse con la ubicación y cantidad requerida de vidrios (fig.7).



Fig. 6

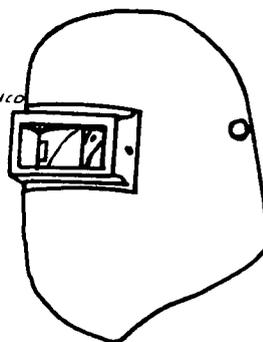
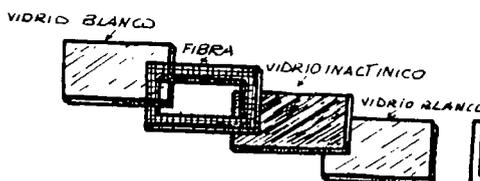


Fig. 7

El vidrio ináctínico debe ser seleccionado de acuerdo al amperaje utilizado. Debe mantener la buena visibilidad cambiando el vidrio protector, cuando éste presente exceso de proyecciones.

Evite las filtraciones de luz en la máscara. Esta no debe ser expuesta al calor ni a golpes.

Deben ser livianas y su cintillo ajustable para asegurarla bien a la cabeza. Requieren un mecanismo que permita accionarla con comodidad.

El recambio de vidrios debe hacerse mediante un mecanismo de fácil manejo.

VOCABULARIO TÉCNICO

MÁSCARAS - caretas, pantallas.



Está constituido por elementos confeccionados en cuero, y son usados por el soldador para protegerse del calor y de las irradiaciones producidas por el arco eléctrico.

Este equipo está compuesto por: guantes, delantal, casaca, mangas y polainas.

GUANTES

Son de cuero o asbestos y su forma varía según puede verse en las figuras 1 y 2. Los guantes de asbestos justifican su uso solamente en trabajos de gran temperatura.

Debe evitarse tomar piezas muy calientes con los guantes ya que éstos se deforman y pierden su flexibilidad.



Fig. 1

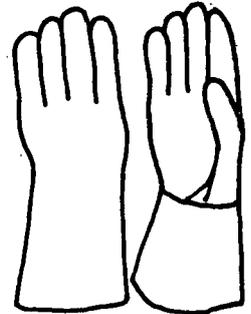


Fig. 2

DELANTAL

Es de forma común (fig.3) o con protector para piernas (fig.4). Su objetivo es proteger la parte anterior del cuerpo y las piernas hasta las rodillas.

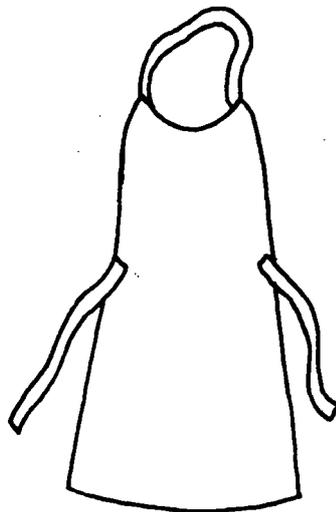


Fig. 3

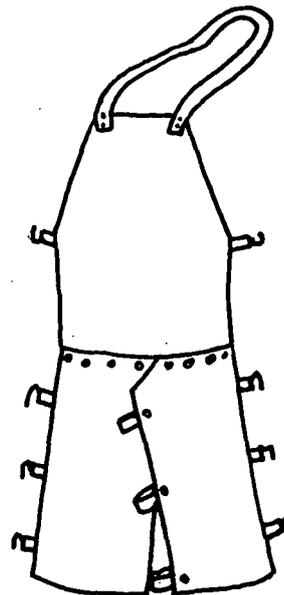


Fig. 4

CASACA

Su forma puede verse en la figura 5. Se utiliza para proteger especialmente los brazos y parte del pecho. Su uso es frecuente cuando se realizan soldaduras en posición vertical, horizontal y sobre cabeza.



Fig. 5

MANGAS

Esta vestimenta tiene por objeto proteger solamente los brazos del soldador (fig.6). Tiene mayor uso en soldaduras que se realizan en el banco de trabajo y en posición plana.

Existe otro tipo de manga en forma de chaleco que cubre a la vez parte del pecho (fig.7).



Fig. 6



Fig. 7

POLAINAS

Este elemento se utiliza para proteger parte de la pierna y los pies del soldador (fig.8).

Las polainas pueden ser reemplazadas por botas altas y lisas (fig.9) con punta de acero.

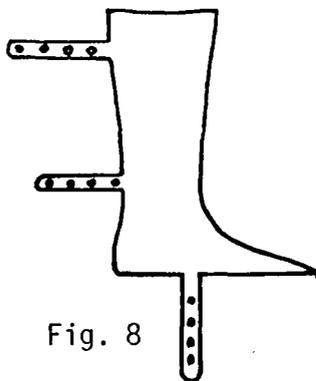


Fig. 8

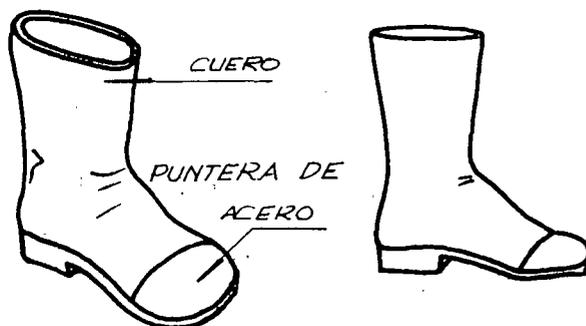


Fig. 9

CARACTERÍSTICAS

Son cueros curtidos, flexibles, livianos y tratados con sales de plomo para impedir las radiaciones del arco eléctrico.

CONSERVACIÓN

Es importante mantener estos elementos en buenas condiciones de uso, libre de roturas, y su abotonadura en perfecto estado. Deben conservarse limpios y secos, para asegurar una buena aislación eléctrica.



Aparato eléctrico que transforma la corriente alterna, bajando la tensión de la red de alimentación a una tensión e intensidad adecuada para soldar. Dicha corriente alterna de baja tensión (65 a 75 voltios en vacío) y de intensidad regular, permite obtener la fuente de calor necesaria para la soldadura.

EL TRANSFORMADOR CONSTA DE

Un núcleo que está compuesto por láminas de acero al silicio y de dos arrollamientos de alambre (bobinas); el de alta tensión, llamado *primario* y el de baja tensión llamado *secundario* (fig.1).

La corriente que proviene de la línea circula por el primario. Los transformadores se construyen para diferentes tensiones, a fin de facilitar su conexión en todas las redes de alimentación.

La transformación eléctrica se explica de la forma siguiente: la corriente eléctrica que circula por el primario, genera un campo de líneas de fuerza magnética en el núcleo, dicho campo actuando sobre el arrollamiento secundario, produce en éste, una corriente de baja tensión y alta intensidad, la cual se aprovecha para soldar.

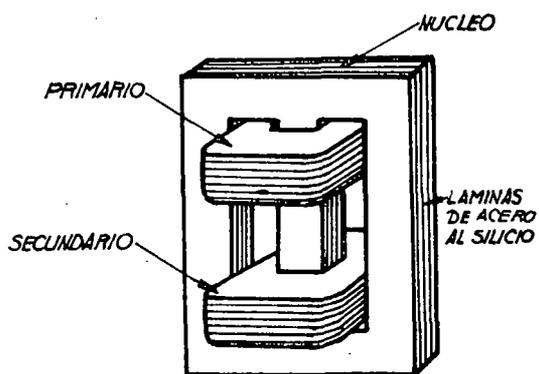


Fig. 1

CARACTERÍSTICAS

La regulación de la intensidad se hace comúnmente por dos sistemas:

1 Regulación por bobina desplazante (fig. 2).

Consiste en alejar el primario y el secundario entre sí.

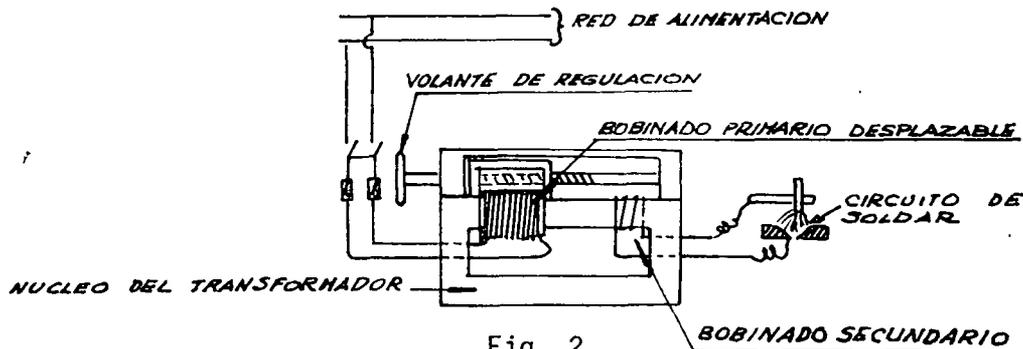


Fig. 2

OBSERVACIÓN

Este sistema es recomendable por su regulación gradual.

2 Regulación por clavijas (fig. 3)

Funciona tomando o disminuyendo el número de espiras.

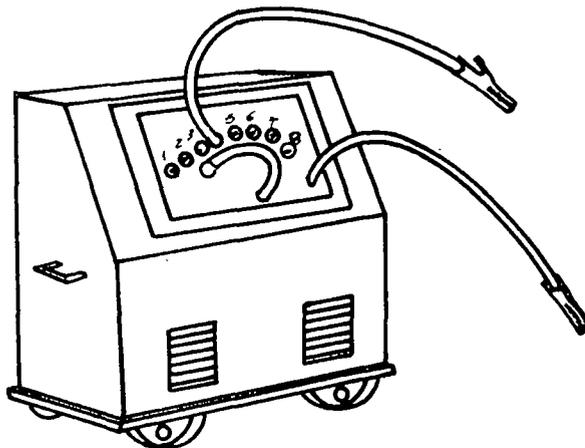


Fig. 3

Los transformadores se conocen también como máquinas estáticas, por no tener piezas móviles.

Los que se fabrican para intensidades altas, llevan un ventilador cuya función exclusiva es refrigerar el sistema.

VENTAJAS

El uso del transformador se ha generalizado por:

- Bajo costo de adquisición.
- Mayor duración y menor gasto de mantenimiento.
- Mayor rendimiento y menor consumo en vacío.
- Menor influencia del soplo magnético.

DESVENTAJAS

Entre sus desventajas se pueden mencionar:

- Limitación en el uso de algunos electrodos.
- Dificultad para establecer y mantener el arco.

MANTENIMIENTO

Debe conservarse libre de polvo.

PRECAUCIÓN

TODA ACCIÓN DE LIMPIEZA DEBE REALIZARSE CON LA MÁQUINA DESCONECTADA. AL INSTALARLA DEBE ELEGIRSE UN LUGAR SECO FIJANDO EN LA MISMA UNA CONEXIÓN A TIERRA.



MECÁNICA GENERAL

Varilla metálica especialmente preparada, para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco.

Se fabrica de material ferroso y no ferroso.

TIPOS

Existen dos tipos: el electrodo *revestido* y el electrodo *desnudo*.

Electrodo revestido

Tiene un núcleo metálico, un revestimiento a base de sustancias químicas y un extremo no revestido para fijarlo en el porta-electrodo (fig. 1).

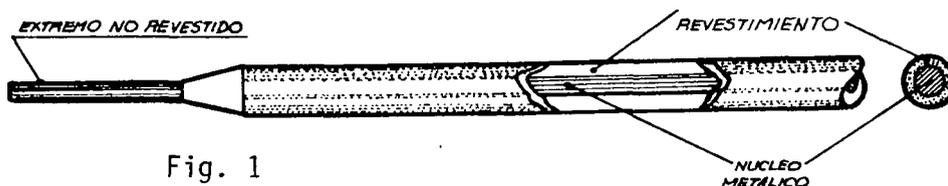


Fig. 1

El *núcleo* es la parte metálica del electrodo que sirve como material de aporte. Su composición química varía y su selección se hace de acuerdo al material de la pieza a soldar.

El *revestimiento* es un material que está compuesto por distintas sustancias químicas. Tiene las siguientes funciones :

- a) dirige el arco, conduciendo a una fusión equilibrada y uniforme.
- b) crea gases que actúan como protección evitando el acceso de oxígeno y de nitrógeno.
- c) produce una escoria que cubre el metal de aporte, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del oxígeno y del nitrógeno (fig. 2).

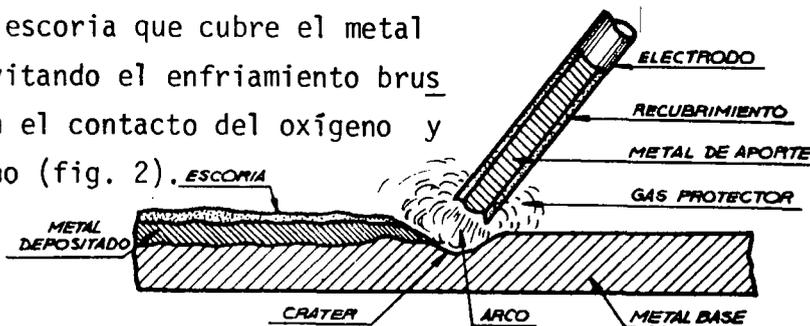


Fig. 2

- d) contiene determinados elementos para obtener una buena fusión con los distintos tipos de metales.
- e) estabiliza el arco.

CONDICIONES DE USO

- 1. Debe estar libre de humedad y su núcleo debe ser concéntrico (fig. 3).
- 2. Debe conservarse en lugar seco.

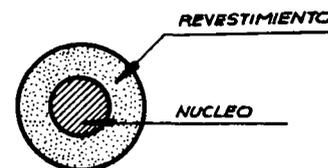


Fig. 3

Electrodo desnudo (sin revestimiento)

Es un alambre estirado o laminado. Su uso es limitado por la alta absorción de oxígeno y nitrógeno del aire y a la inestabilidad de su arco.

VOCABULARIO TÉCNICO

NUCLEO - alma.

CÓDIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS

3-6.12



Son herramientas adecuadas para la limpieza de las piezas antes y después de soldar.

Se estudian en conjunto a pesar de tener características diferentes.

EL CEPILLO DE ACERO

Está formado por un conjunto de alambres de acero y un mango de madera por donde se sujeta (fig. 1).

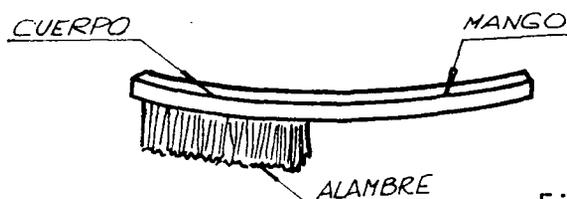


Fig. 1

LA PIQUETA

Está constituida por un mango que puede ser de madera como se observa en la figura 2 o de acero como indican las figuras 3, 4 y 5.

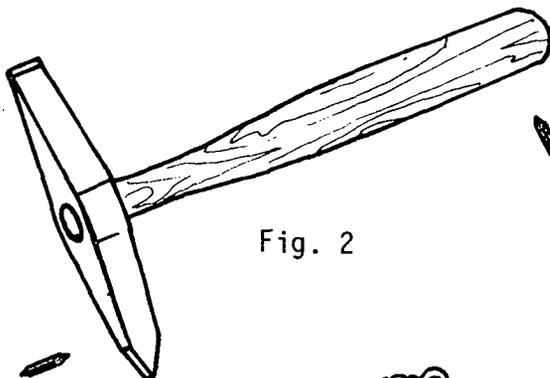


Fig. 2

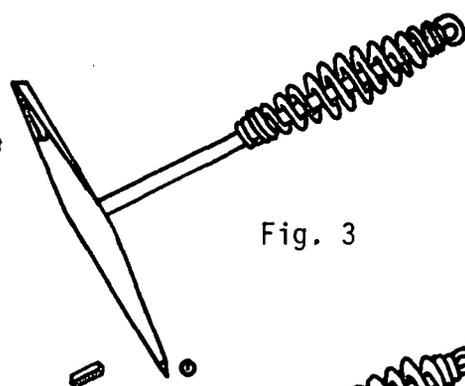


Fig. 3

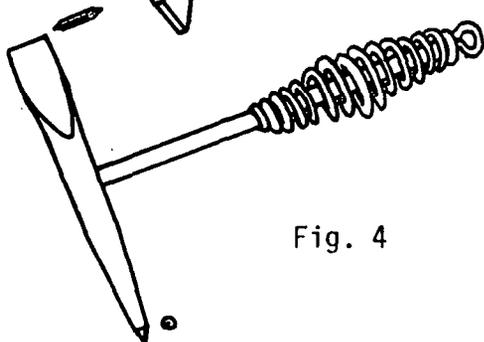


Fig. 4

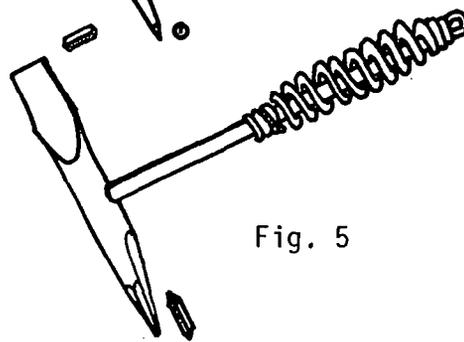


Fig. 5

Su cuerpo es alargado; uno de sus extremos termina en punta y el otro en forma de cincel. La piqueta tiene sus puntas endurecidas y agudas.

Existen otros tipos de piquetas combinadas con el cepillo de acero, por ejemplo, los indicados en la figura 6.

VOCABULARIO TÉCNICO

PIQUETA - pica escoria.

CINCEL - cortafrió.

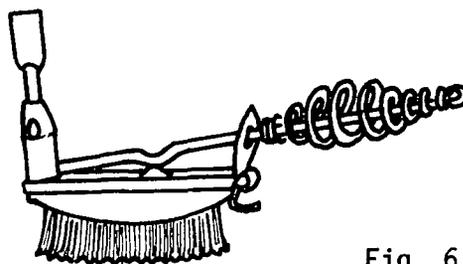
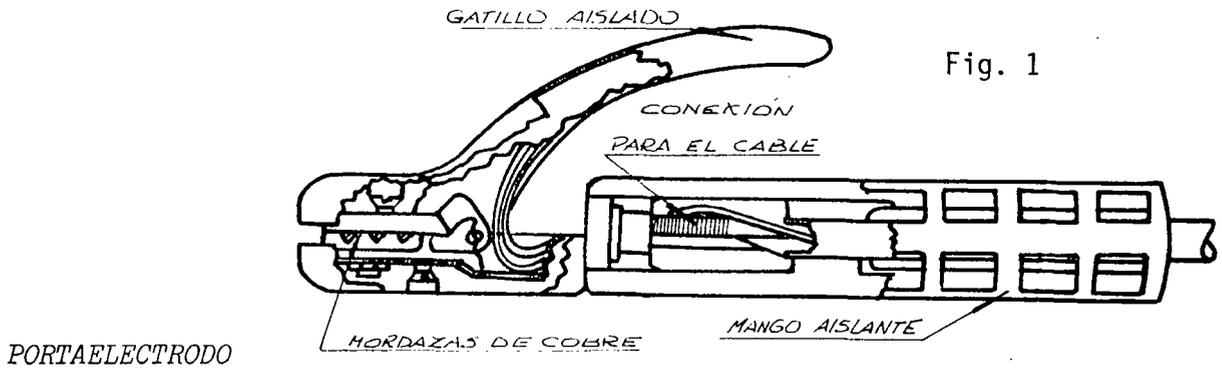


Fig. 6



Son accesorios que forman parte del equipo de soldadura. Se aplican para asegurar la buena conducción de corriente a través de la pieza y el electrodo. Son de fácil manejo, Están equilibrados y permiten un funcionamiento seguro y rápido (fig.1).



Constitución

El portaelectrodo está constituido por un mango hueco de fibra, el cual permite un rápido enfriamiento; las ranuras posibilitan una fácil manipulación, ya que se amolda perfectamente a la mano; el gatillo aislado con fibra, es para abrir las mandíbulas y cambiar (presionando el gatillo hacia abajo) el electrodo que está sujeto por aquellas.

Las dos mandíbulas son de acero y tienen en sus extremos mordazas de cobre que aseguran el buen paso de la corriente, al mismo tiempo las mandíbulas están protegidas, por la parte posterior, con un material aislante para evitar contactos con la pieza.

Existen otros tipos de portaelectrodos según figuras 2 y 3.

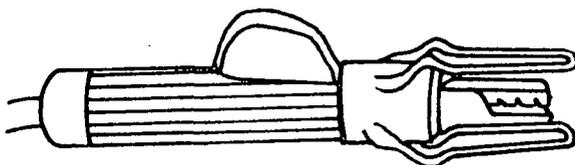


Fig. 2

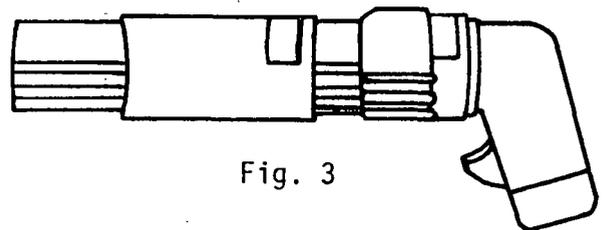


Fig. 3

Características

Los portaelectrodos deben ser livianos y equilibrados, para evitar el cansancio y asegurar una manipulación rápida. Deben estar térmica y eléctricamente aislados.

Condiciones de uso

La unión de contacto en el portaelectrodo debe ser segura y permitir el paso de corriente sin ofrecer resistencia eléctrica.

Las mandíbulas deben estar limpias de tal forma que el electrodo se ajuste perfectamente en las ranuras de las mordazas.

No hay que someter el portaelectrodo a amperajes que exedan su capacidad.

CONEXIÓN A MASA

Constitución

Está constituido por dos brazos (fig.4) unidos entre si en el centro, por medio de un pasador metálico. Está provisto de un resorte que se coloca alrededor del pasador para mantener las mandíbulas fuertemente cerradas. Estas mandíbulas poseen en sus extremos contactores de cobre, los cuales permiten un contacto eficiente entre la pieza y la conexión a masa. El terminal del cable está asegurado a la conexión a masa con un tornillo fuertemente apretado. Los extremos de los brazos tienen un tubo plástico, como aislante.

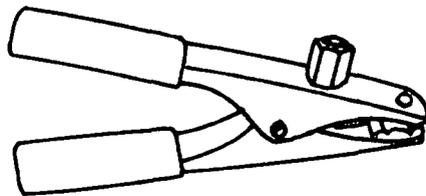


Fig. 4

Existen otros tipos, según figuras 5, 6 y 7.

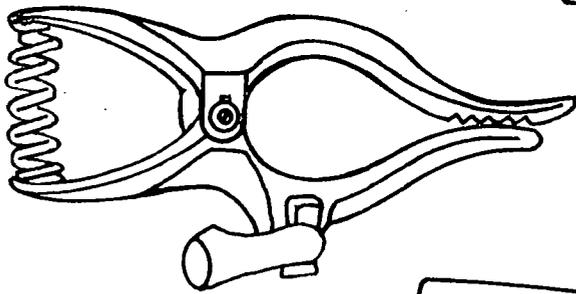


Fig. 5

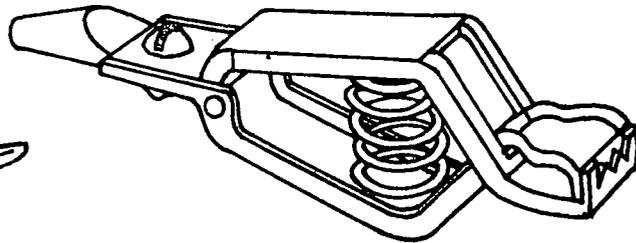


Fig. 6

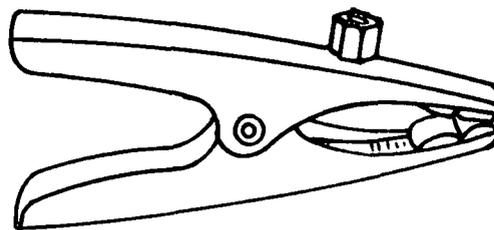


Fig. 7

CARACTERÍSTICAS

Las pinzas para conexión a masa son livianas para conectar rápidamente al trabajo. Están fabricadas de acero y cobre.

VOCABULARIO TÉCNICO

CONEXIÓN A MASA - conexión a tierra.



Las posiciones de soldar se refieren exclusivamente a la ubicación del eje de la soldadura en los diferentes planos a soldar.

Básicamente son cuatro las posiciones (fig.1) y todas exigen un conocimiento y dominio perfecto del soldador para la ejecución de una junta de soldadura. En la ejecución del cordón de la soldadura eléctrica, aparecen piezas que no siempre pueden ser colocadas en posición cómoda. Según el plano de referencia, fueron establecidas las cuatro posiciones siguientes:

- a) Posición plana o de nivel
- b) Posición horizontal
- c) Posición vertical
- d) Posición sobre cabeza

TABLAS DE LAS POSICIONES DE LAS SOLDADURAS		
POSICION	INCLINACION DEL EJE	ROTACION DEL FRENTE DE LA SOLDADURA
SOBRE CABEZA	0° - 60°	300° - 60°
HORIZONTAL	0° - 30°	{ 60° - 150° 210° - 300°
PLANA	0° - 30°	150° - 210°
VERTICAL	{ 30° - 60° 60° - 90°	{ 60° - 300° 0° - 360°

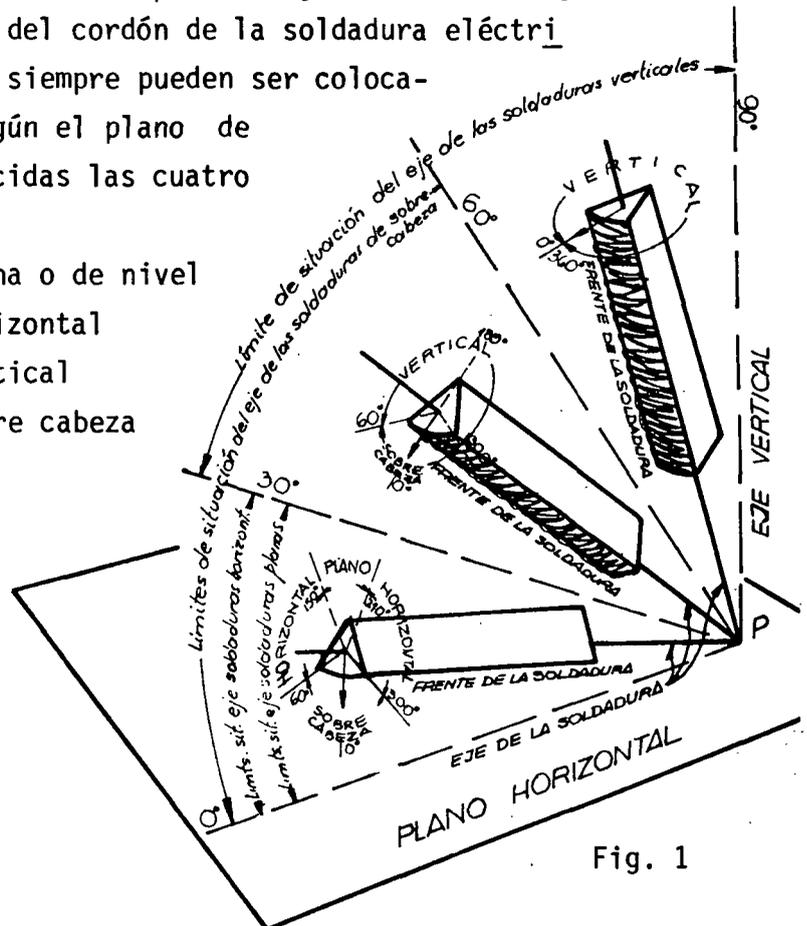


Fig. 1

POSICIÓN PLANA O DE NIVEL

Es aquella en que la pieza recibe la soldadura colocada en posición plana a nivel. El material adicional viene del electrodo que está con la punta para abajo, depositando el material en ese sentido.

POSICIÓN HORIZONTAL

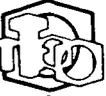
Es aquella en que las aristas o cara de la pieza a soldar está colocada en posición horizontal sobre un plano vertical. El eje de la soldadura se extiende horizontalmente.

POSICIÓN VERTICAL

Es aquella en que la arista o eje de la zona a soldar recibe la soldadura en posición vertical, el electrodo se coloca aproximadamente horizontal y perpendicular al eje de la soldadura.

POSICIÓN SOBRE CABEZA

La pieza colocada a una altura superior a la de la cabeza del soldador, recibe la soldadura por su parte inferior. El electrodo se ubica con el extremo apuntando hacia arriba verticalmente. Esta posición es inversa a la posición plana o de nivel.



Esta denominación abarca a los movimientos que se realizan con el electrodo a medida que se avanza en una soldadura; estos movimientos se llaman de oscilación, son diversos y están determinados principalmente por la clase de electrodo y la posición de la unión.

MOVIMIENTO DE ZIG - ZAG (LONGITUDINAL)

Es el movimiento zigzagueante en línea recta efectuado con el electrodo en sentido del cordón (fig. 1).



Fig. 1

Este movimiento se usa en posición plana para mantener el cráter caliente y obtener una buena penetración. Cuando se suelda en posición vertical ascendente, sobre cabeza y en juntas muy finas, se utiliza éste movimiento para evitar acumulación de calor e impedir así que el material aportado gotee.

MOVIMIENTO CIRCULAR

Se utiliza esencialmente en cordones de penetración donde se requiere poco depósito; su aplicación es frecuente en ángulos interiores, pero no para relleno o capas superiores. A medida que se avanza, el electrodo describe una trayectoria circular (fig. 2).

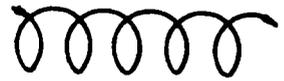


Fig. 2

MOVIMIENTO SEMICIRCULAR

Garantiza una fusión total de las juntas a soldar. El electrodo se mueve a través de la junta, describiendo un arco o media luna, lo que asegura la buena fusión en los bordes (fig. 3). Es recomendable, en juntas chaflanadas y recargue de piezas.



Fig. 3

MOVIMIENTO EN ZIG - ZAG (TRANSVERSAL)

El electrodo se mueve de lado a lado mientras se avanza (fig. 4). Este movimiento se utiliza principalmente para efectuar cordones anchos. Se obtiene un buen acabado en sus bordes, facilita que suba la escoria a la superficie, permite el escape de los gases con mayor facilidad y evita la porosidad en el material depositado.



Fig. 4

Este movimiento se utiliza para soldar en toda posición.

MOVIMIENTO ENTRELAZADO

Este movimiento se usa generalmente en cordones de terminación, en tal caso se aplica al electrodo una oscilación lateral (fig. 5) que cubre totalmente los cordones de relleno. Es de gran importancia que el movimiento sea uniforme, ya que se corre el riesgo de tener una fusión deficiente en los bordes de la unión.



Fig. 5

VOCABULARIO TÉCNICO

RECARGUE - relleno

ZIG - ZAG - chicote, látigo.

PASE - pasada, capa, cordón.



Los lentes de seguridad son elementos utilizados para preservar los ojos del operario cuando éste realiza labores de limpieza, esmerilado, torneado, rectificadado, soldadura, u otra operación donde se requiere la protección de la vista.

Existen variados tipos de lentes (figs. 1, 2 y 3).



Fig. 1

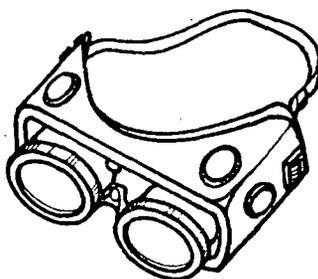


Fig. 2

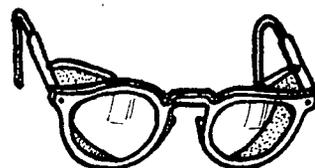


Fig. 3

Generalmente su cuerpo está constituido por plástico o metal, permitiendo el cambio del vidrio o plástico transparente cuando éste se deteriora.

Los lentes de protección deben ser de fácil colocación, resistentes, y adaptables a la configuración de la cara.

Existen también elementos de protección en forma de máscara (fig.4), que además de los ojos también protege la cara; esta máscara debe ajustarse a la cabeza con firmeza para evitar su caída.

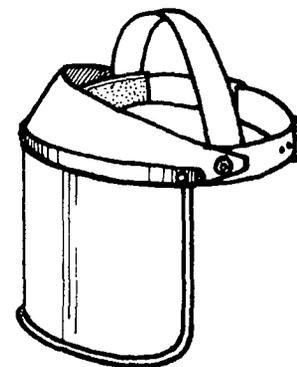


Fig. 4

CONDICIONES DE USO

Limpie los lentes antes de usarlos para obtener mejor visibilidad.

Cambie su elástico cuando éste pierda su condición.

CUIDADOS

Guarde los lentes en su estuche cada vez que no los use; así los protegerá en caso que se caigan o golpeen.

Evite poner los lentes en contacto directo con piezas calientes.

OBSERVACION

1- En soldadura oxiacetilénica se utiliza lentes cuya tonalidad es de color verde y su graduación se encuentra numerada, siendo el más utilizado el N°6.

2- En tratamientos térmicos la tonalidad es azul.

VOCABULARIO TECNICO

LENTES - anteojos, antiparras.

MASCARAS - careta.



Según la naturaleza del material de revestimiento, se conocen industrialmente, tres tipos fundamentales para los electrodos revestidos estos son: *básicos* que contienen en su revestimiento calcio o calcita. *Rutílico* el cual posee un alto contenido de óxido de rutilo (titanio) y el tipo *celulósico*, el revestimiento de estos electrodos, contiene más del 12% de materia orgánica combustible.

ELECTRODO CON REVESTIMIENTO BÁSICO

Espesor del revestimiento

Generalmente es de revestimiento grueso, pocas veces de revestimiento media no.

Formación de gotas

Normalmente las gotas son de tamaño mediano.

Corriente y polaridad

Estos electrodos, se usan con corriente continua, colocando el electrodo en el polo positivo. En algunos casos se puede soldar con corriente alterna.

Posición para soldar

Soldables en todas las posiciones.

Profundidad de penetración

La profundidad de penetración con este tipo de electrodo es mediano.

Manejo

El arco debe mantenerse corto.

Tipo de escoria

Densa de aspecto marrón.

Aplicaciones

Son apropiados para espesores gruesos como para construcciones rígidas, para aceros de baja aleación y para aceros de alto contenido de carbono.

ELECTRODO CON REVESTIMIENTO RUTÍLICO

Espesor del revestimiento

Es generalmente de revestimiento mediano o grueso, pocas veces de revestimiento delgado.

Formación de gotas

Gruesas cuando el revestimiento es delgado, medianas cuando el revestimiento es mediano; pequeñas cuando el revestimiento es grueso.



Corriente y polaridad

La mayoría de éstos tipos de electrodos, pueden ser utilizados con ambas corrientes. Generalmente, el electrodo está en el polo negativo; solamente en algunos casos en el polo positivo.

Posición para soldar

Se puede soldar en todas las posiciones.

Profundidad de penetración

Según el espesor del revestimiento.

Manejo

Fácil, produciendo un arco suave y tranquilo.

Tipo de escoria

Densa, distribución uniforme.

Aplicación

Los de revestimiento delgado en espesores finos, los de revestimiento mediano o grueso para rellenar.

ELECTRODO CON REVESTIMIENTO CELULÓSICO

Espesor del revestimiento

El revestimiento en este caso es mediano.

Formación de gotas

Medianas hasta grandes.

Corriente y polaridad

Estos electrodos se pueden usar con ambas corrientes. Generalmente se utiliza con corriente continua y polaridad invertida, es decir el electrodo en el polo positivo y la pieza en el polo negativo.

Posición para soldar

En todas las posiciones.

Profundidad de penetración

Con éste tipo de electrodo se consigue una penetración muy buena.

Manejo

De fácil manejo con el arco corto.

Tipo de escoria

Poca formación de escoria, forma capa delgada y se cristaliza rápidamente.

Aplicación

Este tipo de electrodo se presta especialmente, en aplicaciones dificultosas y para trabajos de gran resistencia.



Los electrodos se clasifican por un sistema combinado de números y letras para su identificación, que permite seleccionar el tipo de electrodo recomendado, para un trabajo determinado. Debe atender a lo siguiente:

- a) Tipo de corriente que se dispone.
- b) Posición de la pieza a soldar.
- c) Naturaleza del metal y resistencia que debe poseer.

Esta clasificación utiliza un sistema compuesto, por una letra mayúscula colocada en primer término, denominada prefijo, seguida de cuatro dígitos (fig.1).

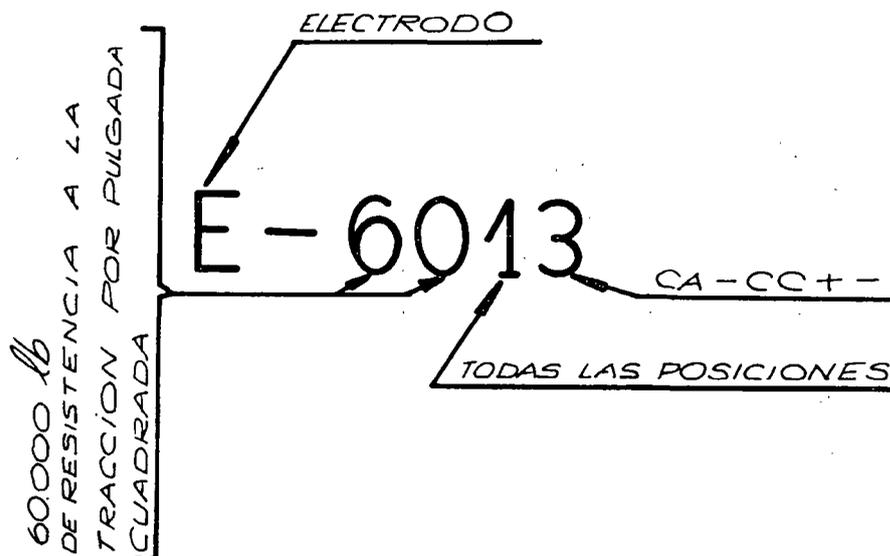


Fig. 1

El prefijo "E" significa electrodo para soldadura eléctrica por arco.

Los dos primeros dígitos, de un total de cuatro, indican la resistencia a la tracción, en miles de libras por pulgada cuadrada.

En la figura 1 el número 60 significa 60.000 libras por pulgada cuadrada, lo que equivale a 42,2 Kg por milímetro cuadrado.

El tercer dígito, de un total de cuatro, indica la posición para soldar.

El número uno significa: soldar en todas posiciones.

Los dos últimos dígitos en conjunto indican la clase de corriente a usar y la clase de revestimiento. El número trece significa revestimiento con rutilo, corriente continua o alterna, polo negativo.

Para determinar el significado del tercer dígito, se utiliza la equivalencia siguiente:



Para tercer dígito

- 1 - Todas posiciones.
- 2 - Juntas en ángulo interior, en posición horizontal o plana.
- 3 - Posición plana únicamente.

Para el tercer y cuarto dígito juntos

- 10 - C C (+) revestimiento celulósico.
- 11 - C C (+) revestimiento celulósico.
- 12 - C C o C A (-) revestimiento con rutilo.
- 13 - C A o C C (\pm), revestimiento con rutilo y hierro en polvo (30 % aproximadamente).
- 16 - C C (+) bajo tenor de hidrógeno.
- 18 - C C o C A (\pm) revestimiento con bajo contenido de hidrógeno y con hierro en polvo.
- 20 - C C o C A (\pm) revestimiento con bajo contenido de hidrógeno y con hierro en polvo (25 % aproximadamente).
- 24 - C A o C C (\pm) con rutilo y hierro en polvo (aproximadamente 50 % de éste último elemento).

OBSERVACIONES

C C corriente continua.

C A corriente alterna.

+ polo positivo.

- polo negativo.

Ejemplo

E. 9012 - es un electrodo que tiene una resistencia a la tracción de 90000 libras por pulgada cuadrada, que equivale a 63,2 Kg por milímetro cuadrado, se puede soldar con corriente continua, polo negativo, o corriente alterna; su revestimiento es con rutilo, usándose en todas posiciones.



Las máquinas de éste tipo producen corriente continua de baja tensión utilizada para soldar.

Están compuestas por un motor, con el cual es posible la obtención de energía mecánica bajo la forma de movimiento giratorio. Este movimiento es transmitido, mediante un eje común al generador propiamente dicho y permite obtener en éste, la corriente adecuada para la soldadura.

Existen dos tipos conocidos de máquinas de soldar, y están caracterizadas por su sistema de propulsión, a saber :

- a) Accionadas por motor eléctrico (fig. 1).

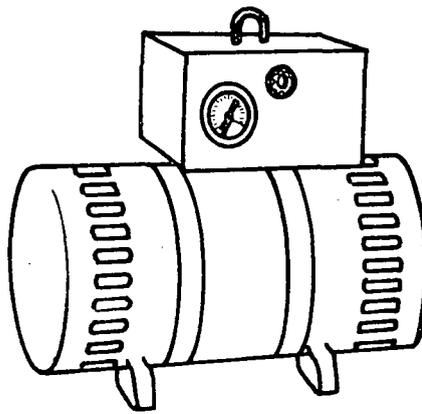


Fig. 1

- b) Accionadas por motor a combustión (fig. 2)

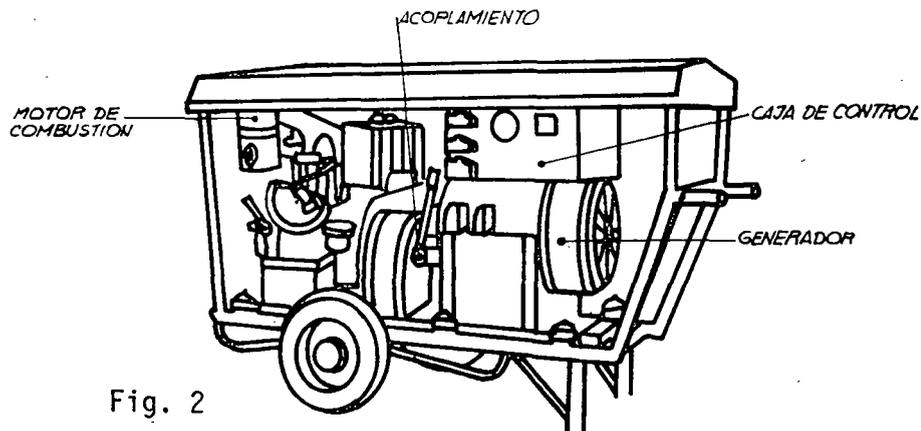


Fig. 2

Se las conoce también como máquinas rotativas, por su sistema de funcionamiento.

CARACTERISTICAS

Su característica principal es el tipo de corriente de salida, apta para todo tipo de electrodo.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Las ventajas generales de estas clases de máquinas son:

- Poseer estabilidad en el arco.
- Disponer de la polaridad que el electrodo requiera.
- Tener ajuste gradual de la intensidad.



En algunos tipos de máquinas, se puede seleccionar también el voltaje de salida.

La mayor ventaja de las máquinas accionadas por motor a combustión, es la posibilidad de soldar en lugares donde no hay energía eléctrica.

El uso de este tipo de máquina, está limitado por su alto costo de adquisición y mantenimiento.

CONDICION DE USO

Las máquinas deben usarse sin exceder la duración de carga, ésta viene indicada en la placa de especificaciones técnicas.

PRECAUCIONES

DEBE HACERSE REVISION PERIODICA DEL COLECTOR Y LAS ESCOBILLAS.

VERIFIQUE EL SENTIDO DE ROTACION CADA VEZ QUE SE CAMBIE SU INSTALACION A LA RED.

LAS MAQUINAS DE COMBUSTION DEBEN EQUIPARSE DE COMBUSTIBLE CON EL MOTOR DETENIDO.

VOCABULARIO TECNICO

ESCOBILLA - carbones.



En el comportamiento de una corriente eléctrica de soldadura, se distinguen tres tipos de tensiones:

TENSION EN VACIO

Es la tensión antes de iniciar el arco (60 a 70 V aproximadamente).

TENSION DE CEBADO

Es la tensión en el momento de hacerse el arco (mínima).

TENSION DE TRABAJO

Es la tensión durante la soldadura (30 V aproximadamente).

En la soldadura con corriente alternada, puede regularse solamente la intensidad de corriente (amperaje) requerida. Para la soldadura con corriente continua, hay aparatos que permiten regular también la tensión.

En la corriente continua para soldar es posible cambiar el sentido de circulación de la corriente (polaridad); este cambio de polaridad, viene indicado en los folletos sobre electrodos. Para calcular la intensidad normal de un electrodo, se toma como base 35 A por cada milímetro de espesor del núcleo.

Ejemplo

Para un electrodo de 4mm de diámetro la intensidad normal será:

$$I = 4 \text{ mm} \times 35 \text{ A/mm}$$

$$I = 140 \text{ A}$$

Los valores usuales se representan en la tabla siguiente:

DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	INTENSIDAD APROXIMADA (A)	TENSION APROXIMADA (V)
1	35	18
2	70	19 a 21
3	105	22 a 25
4	140	26 a 28
5	175	29 a 30
6	210	31 a 36

OBSERVACION

Estos valores podrán ser aumentados, o disminuídos del 5 al 15%, de acuerdo al electrodo y a la máquina a utilizar.



La soldadura manual con arco eléctrico, es un sistema que utiliza una fuente de calor (arco eléctrico) y un medio gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo, mediante el cual es posible la fusión del metal de aportación y la pieza.

Este proceso se realiza por intermedio del circuito eléctrico (fig. 1).

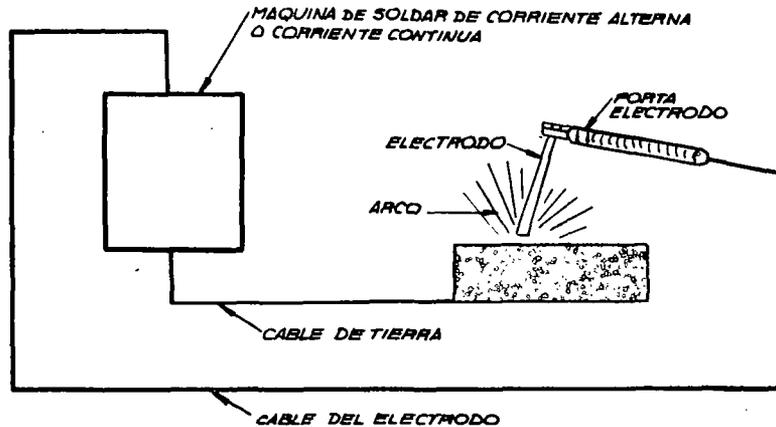


Fig. 1

La fuente de energía para soldar proviene de una máquina de corriente continua (C.C.) o corriente alterna (C.A.), la cual forma un circuito eléctrico, a través de los cables conductores, del electrodo a la pieza.

Este circuito se cierra al hacer contacto la pieza con el electrodo.

El arco formado, es la parte donde el circuito encuentra mayor resistencia y es el punto donde se genera la fuente de calor.

La alta temperatura generada en el arco, permite la fusión del metal base y la varilla de aporte.

Esta temperatura permite también, combustionar los elementos componentes del revestimiento los que, al gasificarse, cumplen diversas funciones, tales como: desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente y especialmente, proteger al metal fundido de las influencias atmosféricas.

Este sistema se caracteriza por su versatilidad y economía.

Puede este proceso aplicarse en la unión de diferentes metales, en trabajos pequeños, o de gran envergadura,

EL FUNCIONAMIENTO DE ESTE PROCESO DEBERA AJUSTARSE A LAS INDICACIONES TECNICAS QUE EXIJA EL METAL A SOLDAR Y LOS ELECTRODOS A USAR.



Son las diversas formas que presentan las uniones en las piezas, y que están estrechamente ligadas a la preparación de las mismas.

Estas formas de uniones, se realizan a menudo en los montajes de estructuras y otras tareas que efectúa el soldador.

TIPOS

Generalmente se presentan en los tipos siguientes:

Juntas a tope.

Juntas de solape.

Juntas en ángulo.

JUNTAS A TOPE

Son aquellas donde los bordes de las chapas a soldar, se tocan en toda su extensión, formando un ángulo de 180° entre sí, este tipo de juntas se efectúa en todas las posiciones, las juntas a tope a su vez, se subdividen en:

Juntas a tope en bordes rectos.

Juntas a tope en bordes achaflanados en V.

Juntas a tope en bordes achaflanados en X.

JUNTAS A TOPE EN BORDES RECTOS

Son juntas donde el borde de las chapas no requiere preparación mecánica (fig.1).



Fig. 1

Es usado este tipo de juntas, en la unión

de chapas no mayores de 6 mm de espesor, también se considera esta junta para piezas que no sean sometidas a grandes esfuerzos.

Cuando el espesor de la chapa pase de 3 mm, la separación será determinada por el diámetro del núcleo del electrodo.

JUNTAS A TOPE EN BORDES ACHAFLANADOS EN V

Son juntas en las cuales los bordes de las piezas a soldar, requieren preparación mecánica, de tal forma que al unirlos, formen una V entre sí (fig. 2).

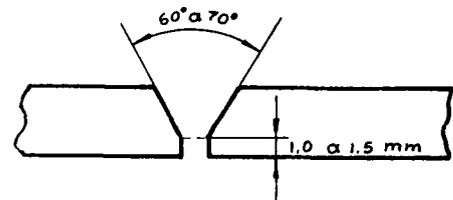


Fig. 2

Es necesario este tipo de juntas en la soldadura de piezas cuyo espesor varía entre 6 y 12 mm, mediante esta preparación se logra la buena penetración de la soldadura, así como también el completo relleno de toda la sección.

Este tipo de juntas, es frecuente en todas las posiciones.

OBSERVACION

El ángulo bisel en este tipo de juntas, varía entre 60° y 70° , dependiendo el mismo, del espesor de la pieza.

Este tipo de juntas, es satisfactoria para soportar condiciones de esfuerzos normales.

JUNTAS A TOPE EN BORDES ACHAFLANADOS EN X

Se refiere este tipo de juntas, a la preparación mecánica que se efectúa por ambos lados de la pieza a soldar, de tal forma que al unir dichos lados, formen una X entre sí (fig. 3).

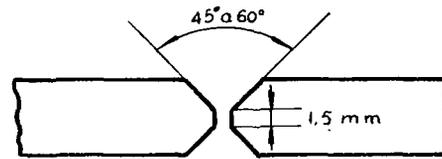


Fig. 3

Este tipo de juntas es frecuente, en uniones de piezas que serán sometidas a grandes esfuerzos. Se aplica para todas las posiciones, y en chapas que sobrepasan los 18 mm de espesor, las mismas pueden ser soldadas con facilidad por ambos lados.

OBSERVACION

El ángulo del bisel de ésta junta varía entre 45° y 60° dependiendo del esfuerzo a que será sometida la pieza.

JUNTAS DE SOLAPE

En éste tipo de juntas, los bordes de las chapas, no requieren preparación mecánica ya, que los mismos van superpuestos (fig. 4). El ancho de la solapa dependerá del espesor de la chapa.

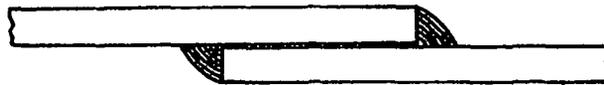


Fig. 4

OBSERVACIONES

1) Para chapas de 10 mm de espesor, la solapa será de 40 a 50 mm, para espesores de 11 a 20 mm, la solapa será de 60 a 70 mm.

2) Cuando la pieza a soldar no debe sobrepasar grandes esfuerzos mecánicos, no será necesario soldar ambos lados de las solapas.

A este tipo de juntas, pertenecen también las uniones con cubrejuntas de esfuerzos, y las hay sencillas y dobles. Como su nombre lo indica sirven para reforzar las uniones a tope, realizadas según se observa en las figuras 5 y 6.

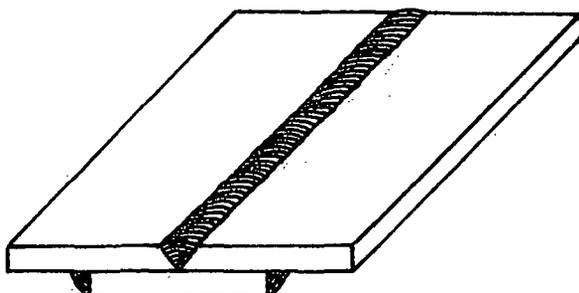


Fig. 5

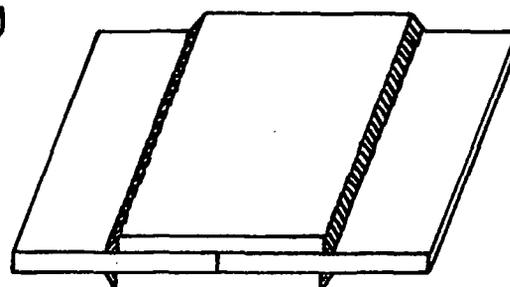


Fig. 6

JUNTAS EN ANGULO Y EN T

Son juntas donde las piezas debido a su configuración, forman ángulos interiores y exteriores, en el punto a soldar (figs. 7 y 8).

Debido a esta particularidad, los bordes no requieren preparación mecánica.

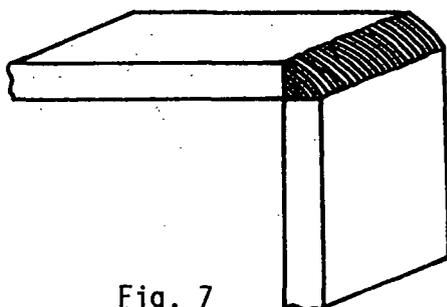


Fig. 7

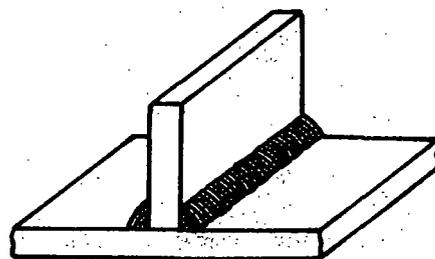


Fig. 8

OBSERVACION

Es aconsejable soldar las uniones en T en forma alternada, para evitar deformaciones.

RESUMEN

TIPOS DE
JUNTAS

Junta a tope

Bordes rectos - espesores hasta 6mm.
Bordes achaflanados en V, espesores entre 6 y 12 mm.
Bordes achaflanados en X espesores mayores de 12 mm.

Juntas de solape

Para chapas de 10 mm solapa, de 40 a 50 mm.
Para espesores de 11 a 20 mm, solapa de 60 a 70 mm.

Juntas en ángulo y en T



Una buena soldadura debe ofrecer entre otras cosas, seguridad y calidad. Para alcanzar éstos objetivos, se requiere que los cordones de soldadura, sean efectuados con un máximo de habilidad, buena regulación de la intensidad y buena selección de electrodos.

CARACTERISTICAS DE UNA BUENA SOLDADURA

Una buena soldadura debe poseer las siguientes características:

- a) Buena penetración.
- b) Exenta de socavaciones.
- c) Fusión completa.
- d) Ausencia de porosidades.
- e) Buena apariencia.
- f) Ausencia de grietas.

Buena penetración

Se obtiene cuando el material aportado, funde la raíz y se extiende por debajo de la superficie de las partes soldadas.

Exenta de socavaciones

Se obtiene una soldadura sin socavación cuando, junto al pie de la misma, no se produce en el metal base, ningún ahondamiento que dañe la pieza.

Fusión completa

Se obtiene una buena fusión, cuando el metal base y el metal de aporte, forman una masa homogénea.

Ausencia de porosidades

Una buena soldadura está libre de poros, cuando en su estructura interior no existen bolsas de gas, ni inclusiones de escoria.

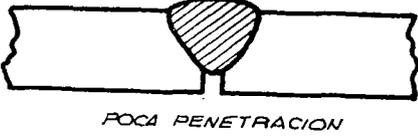
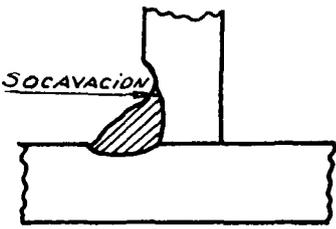
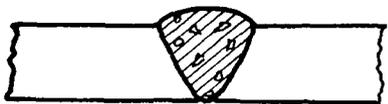
Buena apariencia

Una soldadura tiene buena apariencia, cuando se aprecia en toda la extensión de la unión, un cordón de soldadura pareja, sin presentar hendiduras, ni sobre montas.

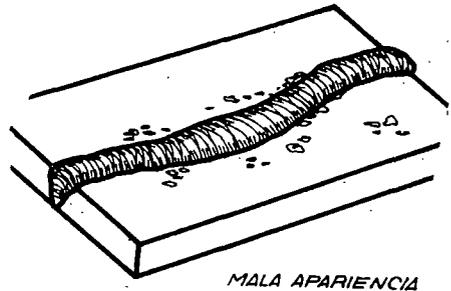
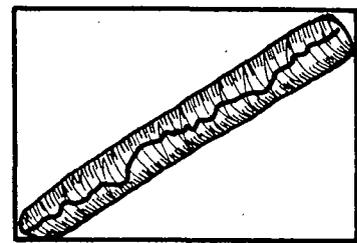
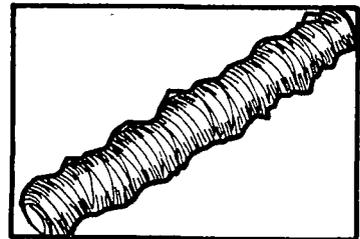
Ausencia de grietas

Una soldadura sin grietas se presenta, cuando en el material aportado no existen rajaduras o fisuras en toda su extensión.

A continuación exponemos algunas recomendaciones para efectuar una buena soldadura.

CARACTERISTICAS	RECOMENDACIONES	IDENTIFICACION DE DEFECTOS
BUENA PENETRACION	<p>Use la intensidad suficiente, para obtener la penetración deseada.</p> <p>Seleccione electrodos de buena penetración.</p> <p>Prepare el hombro correcto, en piezas chaflanadas.</p> <p>Deje la separación adecuada, entre las piezas a soldar.</p>	 <p>POCA PENETRACION</p>
EXENTA DE SOCAVACIONES	<p>Use una oscilación adecuada y con la mayor uniformidad posible.</p> <p>Mantenga la altura del arco,</p>	 <p>SOCAVACION</p>
BUENA FUSION	<p>La oscilación debe cubrir los bordes de la junta.</p> <p>La corriente adecuada producirá depósitos y penetración correcta.</p> <p>Evite que el metal en fusión, se deposite fuera de la unión.</p>	 <p>POCA FUSION</p>
AUSENCIA DE POROSIDADES	<p>Limpie debidamente el material base.</p> <p>Permita más tiempo a la fusión, para que los gases escapen.</p> <p>Use la intensidad apropiada.</p> <p>Mantenga la oscilación de acuerdo a la junta.</p> <p>Use el electrodo apropiado.</p> <p>Mantenga el arco a una distancia apropiada.</p>	 <p>POROSIDADES</p>



CARACTERISTICAS	RECOMENDACIONES	IDENTIFICACION DE DEFECTOS
BUENA APARIENCIA	<p>Evite el recalentamiento por depósito excesivo. Use oscilación uniforme. Evite los excesos de intensidad.</p>	 <p>MALA APARIENCIA</p>
AUSENCIA DE GRIETAS	<p>Evite soldar cordones en hileras, en aceros especiales. Haga soldaduras de buena fusión. Proporcione el ancho y altura del cordón, de acuerdo al espesor de la pieza. Mantenga las uniones, con separación apropiada y uniforme. Trabaje con la intensidad, de acuerdo al diámetro del electrodo. Precaliente el material base, en caso de piezas de acero al carbono, de gran espesor.</p>	 <p>GRIETA CENTRAL</p>
		 <p>GRIETA AMBOS LADOS</p>



Es una máquina que transforma y rectifica la corriente alterna, en otra continua pulsatoria, muy similar a la corriente del generador.

El suministro de esta clase de corriente, permite realizar soldaduras con cualquier tipo de electrodos.

CONSTITUCION

La constitución de este grupo se compone de, un transformador y un rectificador.

Consta además de un ventilador, para la refrigeración de las placas rectificadoras.

Los rectificadores más usados y de mayor efectividad, son los formados por placas de selenio, conocidos como rectificadores secos (fig. 1).

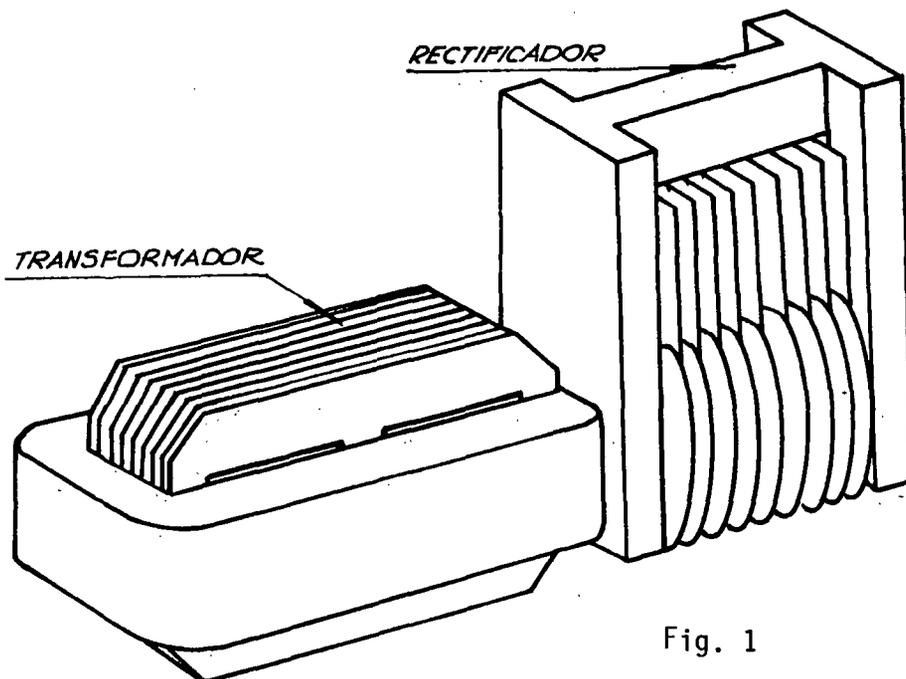


Fig. 1

VENTAJAS

Puede disponer de ambas corrientes, alterna y continua.

Suministra corriente de gran estabilidad y de afinada regulación, especialmente en los rangos bajos.

Permite una carga uniforme en las tres fases de alimentación.

Bajo costo de mantenimiento.

Es silencioso.

OBSERVACION

Verifique el funcionamiento del ventilador, ya que su paralización provoca recalentamiento y deterioro de las placas.



Son fenómenos físicos producidos por la acción de la temperatura, que provocan deformaciones en las piezas soldadas.

Los mismos están presentes en todos los procesos, donde hay aplicación de calor y enfriamiento; produciendo así dilataciones y contracciones respectivamente.

TIPOS

Las contracciones se presentan en forma longitudinal y transversal.

Contracción longitudinal

Al depositar un cordón de soldadura sobre la cara superior de una planchuela delgada y perfectamente plana, la cual no ha sido fijada o sujeta, ésta se doblará hacia arriba en dirección al cordón, a medida que éste se enfría según lo indica la figura 1.



Fig. 1

Contracción transversal

Si dos planchas se sueldan a tope, y las mismas no han sido sujetas conjuntamente, éstas se curvarán aproximándose entre sí en sentido transversal, debido al enfriamiento del cordón de soldadura (fig. 2).

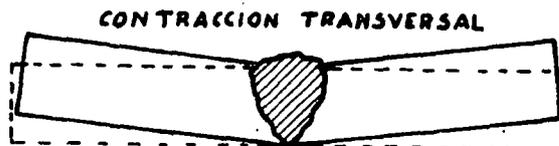


Fig. 2

Las contracciones son perjudiciales en la soldadura, ya que al no poderse eliminar totalmente, producen tensiones y grietas internas en las piezas.

Para neutralizar éstos efectos, se tomarán las medidas siguientes:

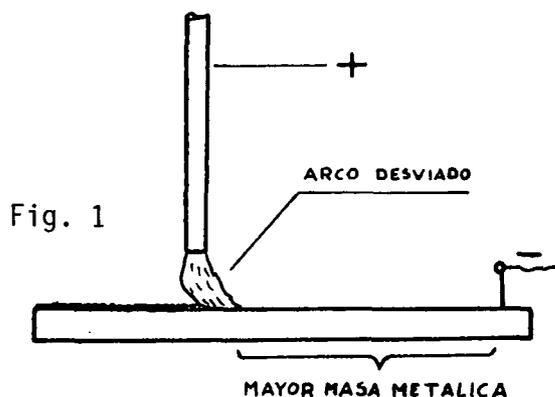
- Se fija la pieza por medio de prensas o refuerzos.
- Se distribuye en forma equilibrada el calor en la pieza.
- Se procede al pre y post-calentamiento.
- Se compensan los efectos del cordón.

OBSERVACION

Cuando se realicen soldaduras, en piezas de espesor y éstas se fijen por medio de prensas y refuerzos, deberá considerarse un tratamiento térmico o mecánico posterior, para aliviar las tensiones internas.



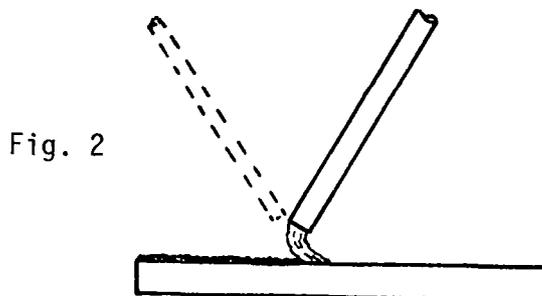
El soplo magnético es una de las grandes dificultades que el soldador encontrará, principalmente, en la soldadura por arco de corriente continua. El soplo magnético se produce por fuerzas electro-magnéticas, éstas actúan sobre el arco eléctrico, especialmente cuando éste se encuentra sobre bordes, extremos o partes de la pieza que tienen forma aguda, produciendo fluctuaciones en el arco, con direcciones diversas y movimientos violentos, según se ve en la figura 1.



La distorsión del campo magnético, es causada porque el arco no va por el camino más corto del electrodo a la pieza, sino que se desvía por los campos magnéticos que aparecen en la misma, producida por intensidad de corriente necesaria para soldar.

Cuando se presenta éste fenómeno el soldador, tiene varios medios a su disposición para limitar el efecto del soplo magnético:

- 1) Mantener inclinado el electrodo (es el primer recurso, para evitar éste fenómeno) (fig. 2).



- 2) Colocar la conexión de masa o retorno, en el lugar más cercano posible a la pieza a soldar.
- 3) Colocar dos conexiones a masa, una en la pieza y la otra en la mesa de trabajo.
- 4) Usar bloques de acero, para alterar el curso magnético alrededor del arco.
- 5) Usar un arco eléctrico corto.
- 6) Soldar con corriente alterna.



Es un procedimiento que utiliza un arco eléctrico como fuente de calor, el cual está protegido por una atmósfera de gas, que origina una situación propicia para la soldadura.

TIPOS

Los más conocidos en soldadura de arco eléctrico son :

- 1) Con protección de Bióxido de Carbono.
- 2) Con protección de gas inerte (Argón).

I - CON PROTECCION DE BIOXIDO DE CARBONO

CARACTERISTICAS

Este proceso está basado en la teoría de utilizar un alambre desnudo, para eliminar el revestimiento de los electrodos metálicos; las funciones del revestimiento deberán ser cubiertas por otro elemento, en este caso un gas (Bióxido de Carbono), que introducido como medio protector, cubre el área del arco, eliminando así el oxígeno y el nitrógeno del aire.

La estabilización del arco se obtiene por medios eléctricos, utilizando una máquina de soldar de voltaje constante, equilibrada con un alimentador de alambre y su sistema de control.

Los elementos metálicos requeridos para la soldadura, están contenidos en la composición del acero que se utiliza para hacer el alambre-electrodo. En la composición de este acero también se incluyen elementos desoxidantes para limpiar el metal fundido. Se puede realizar mezcla con gases inertes, para mejorar las condiciones del arco.

VENTAJAS

El arco es siempre visible para el soldador; el gas de protección CO₂ es menos costoso, que otros gases de protección usados para metales ferrosos; es el más versátil de los procesos de soldadura conocidos.

II - CON PROTECCION DE GAS INERTE (ARGON)

CARACTERISTICAS

Se emplea un gas inerte "Argón", para resguardar la zona en fusión contra el aire del medio ambiente.

El calor requerido para soldar, es proporcionado por un arco eléctrico de gran intensidad, que se hace saltar entre un electrodo de tungsteno puro, o con porcentaje de torio o zirconio que apenas se consume y la pieza de metal a soldar. En las juntas donde se necesite metal de aportación, se alimenta la zona de fusión, con una varilla de aportación que se funde con el metal base, del mismo modo que el empleado en la soldadura oxiacetilénica.

VENTAJAS

Se mantiene el máximo de propiedades en las piezas soldadas; se puede soldar cualquier metal puro o aleado; produce soldaduras de gran calidad.



Es un conjunto de elementos utilizados para efectuar soldaduras con aporte de material continuo (fig.1), en el cual se protege su arco por medio de una atmósfera de bióxido de carbono.

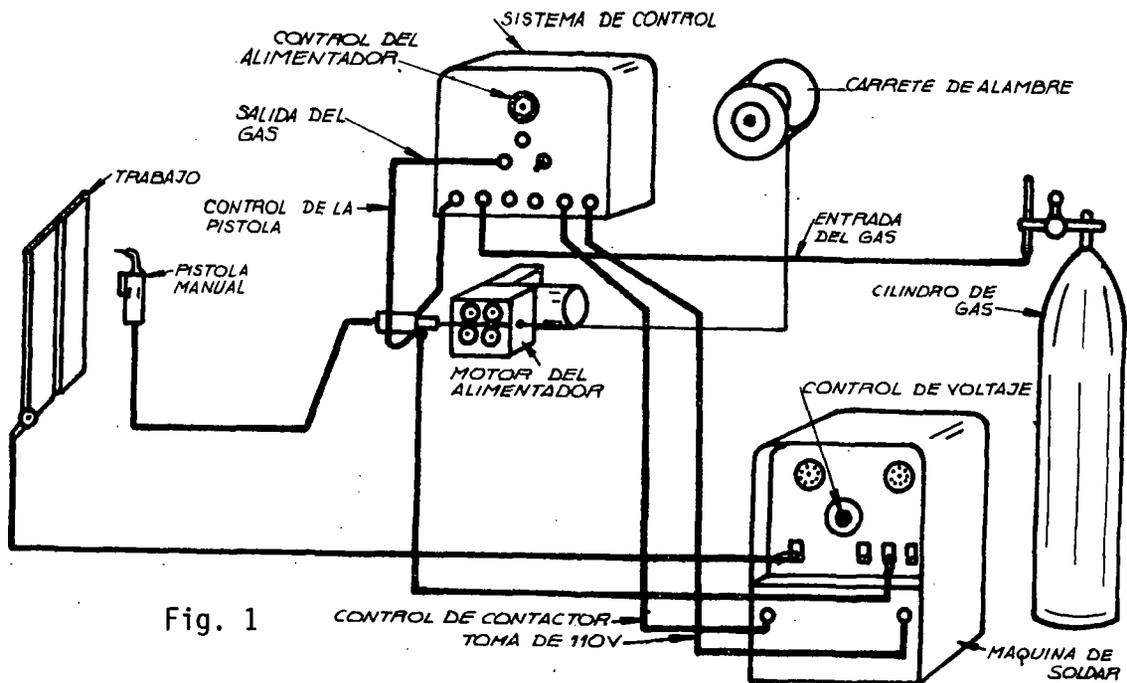


Fig. 1

Está constituido por los siguientes elementos:

- máquina de soldar;
- unidad de alimentación de alambre;
- pistola y conjunto de cables;
- sistema de protección (gas);
- carrete de alambre (electrodo).

Máquina de soldar

Los dos tipos más comunes son: el *rectificador* y el *generador*.

Pueden usarse de distintas capacidades, pero la importancia de su constitución, está en que puede utilizarse en un 100% de su ciclo de trabajo.

Su capacidad es de 200 hasta 500 amperios y una salida de 25 a 40 voltios.

Unidad de alimentación de alambre

Es un mecanismo que impulsa automáticamente, el alambre-electrodo del carrete del conjunto a la pistola, conduciéndolo hasta el arco, a una velocidad uniforme. El alimentador incluye el sistema de control, que pone en marcha y detiene el motor de alimentación de alambre, opera el contactor de la máquina de soldar y da a su vez, energía a la válvula solenoide de control de gas. En las figuras 2 y 3 se muestran tipos diferentes de alimentadores.

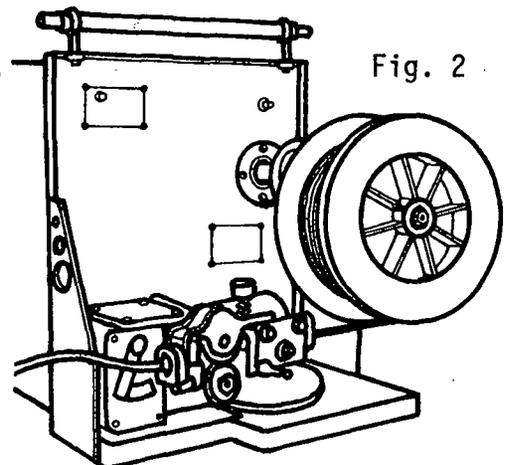


Fig. 2

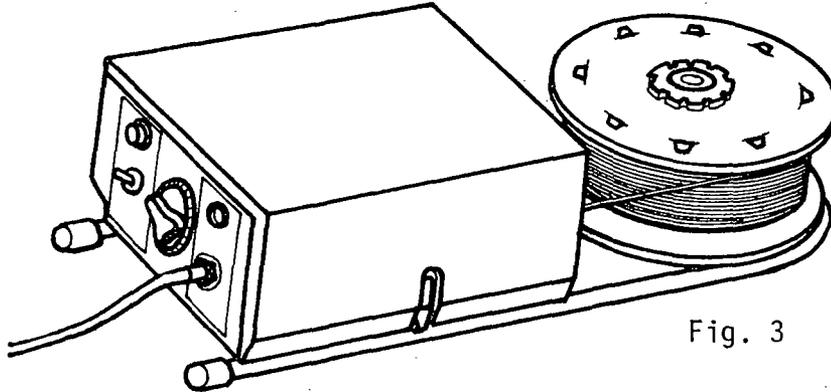


Fig. 3

La unidad de alimentación de alambre está compuesta por guías, conexiones de gas, interruptores y rodillo de impulso. Los rodillos impulsores del alambre, tienen una función importante en el proceso, existen diferentes tipos (fig.4) que pueden ser instalados y cambiados rápidamente. Estos cambios en los rodillos, permiten la utilización de diferentes diámetros de alambre.

TIPOS DE RODILLOS DE ALIMENTACION			
TIPO 1 ACERO PLANO - SUAVE	TIPO 2 ACERO "V" NUDOSO	TIPO 3 ACERO "V" SUAVE	TIPO 5 ACERO PLANO - NUDOSO
"V" SUAVE	"V" NUDOSO	"V" SUAVE	"V" SUAVE

Fig. 4

MANTENIMIENTO

El alimentador de alambre, requiere un servicio rutinario de mantenimiento para conservar su ajuste y el alineamiento apropiado de las guías para el alambre, con los rodillos impulsores.

Pistola y conjunto de cables (fig.5)

La pistola de soldar manualmente con su conjunto de cables, es la herramienta con la cual el soldador efectúa las soldaduras. Su objetivo principal es llevar el alambre-electrodo y el gas protector, así como la corriente de soldar, desde el alimentador y la máquina de soldar, hasta la zona del arco.

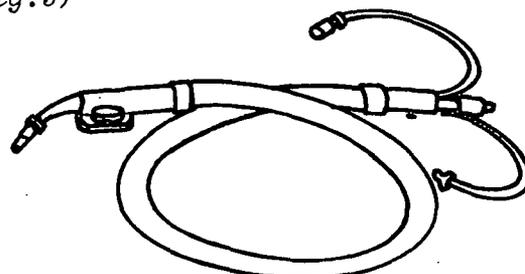
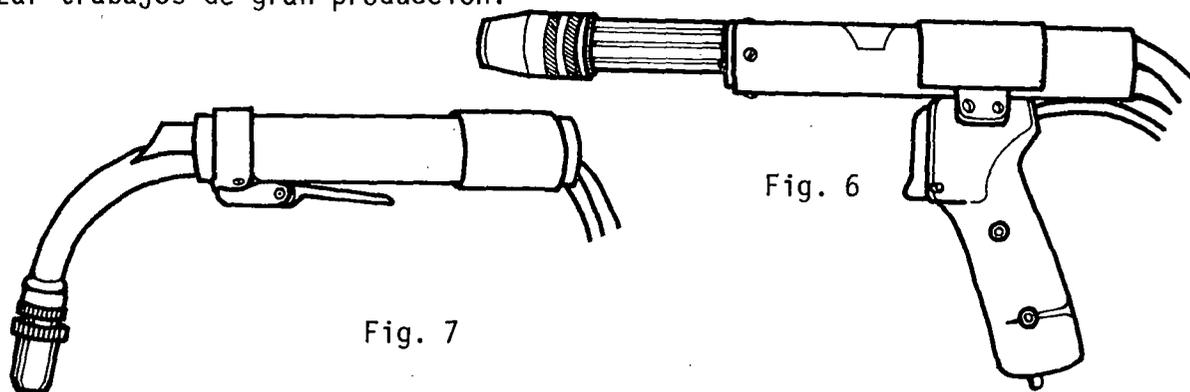


Fig. 5

La pistola debe resistir su condición de trabajo continuo, debe estar diseñada para diferentes tipos de servicios y ciclos de trabajo (figs.6 y 7). Existen pistolas muy livianas para posiciones difíciles, así como para realizar trabajos de gran producción.



En condiciones normales las pistolas para trabajos con CO₂ no requieren refrigeración por agua, pero si se utilizan gases inertes o ciclos de trabajos intensos, es imprescindible hacerlo, también pueden refrigerarse por aire forzado.

MANTENIMIENTO

Las boquillas guía de contacto, de la pistola deben mantenerse limpias y reemplazarse cuando sea necesario.

CONJUNTO DE CABLES

Existen varios tipos y longitudes de cables para conectar la pistola al alimentador de alambre, los mismos pueden tener cables y mangueras separadas, mientras que otros tienen mangueras y cables encerrados en un tubo plástico. Los conjuntos de cables utilizan una camisa flexible, en el conductor principal, esta camisa está hecha de acero y de forma retorcida, que protege y dirige el alambre-electrodo a través del cable. Pueden utilizarse también camisas de tipo plástico.

La función específica de la camisa, es servir de guía para que el alambre-electrodo avance sin interrupción, desde la salida del alimentador hasta la boquilla de contacto en la pistola.

MANTENIMIENTO

Es importante realizar el mantenimiento adecuado de la pistola y el conjunto de cables para asegurar condiciones óptimas en la operación.

Los cables deben ser sopladados con aire a presión, cada vez que se cambia un rollo de alambre-electrodo.

Las impurezas que se van acumulando en el interior de los cables conductores, aumentan la resistencia del paso del alambre a través de ellos, de no efectuar ésta limpieza periódica, será necesario reemplazar la camisa.

Sistema de protección (gas)

El sistema de protección de gas suministra y controla el flujo de gas, usado para proteger el área del arco, del medio atmosférico.

El sistema está compuesto de uno o más cilindros de gas, un regulador reductor de presión con flujómetro (fig.8) y válvulas solenoide de control para el grupo de mangueras que las conectan.

Es importante utilizar el tipo correcto de regulador y flujómetro, así como el gas apropiado.

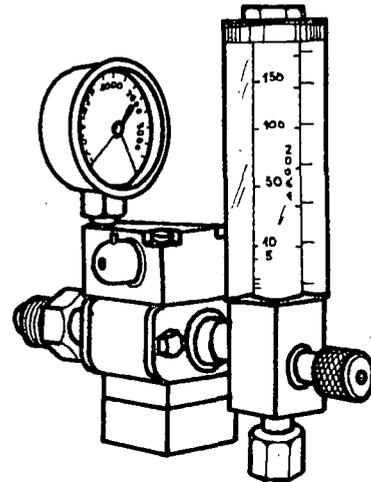


Fig. 8

PRECAUCION

SE RECOMIENDA ASEGURARSE BAJO INSPECCIONES PERIODICAS, QUE NO EXISTEN FUGAS EN EL SISTEMA DE GAS.

Carrete de alambre electrodo

El alambre-electrodo aunque no forma parte directa en el equipo, es conveniente asociarlo, dando ciertas características del mismo.

Es un rollo de alambre fino utilizado en los procesos de soldadura, con protección de gas manual o automático, se producen para diferentes diámetros de alambre, diámetro del carrete, peso y especificaciones técnicas.

La tabla indica el diámetro del alambre, así como el amperaje y voltaje que debe utilizarse.

DIAMETRO DEL ALAMBRE		AMPERES	VOLTS
mm	Pulgadas		
0,64	.025	110-150	24-28
0,76	.030	140-180	24-28
0,89	.035	140-200	24-28
1,14	.045	150-250	24-28
1,58	.062	275-400	24-28
1,98	.078	350-500	24-28
2,38	.093	400-500	24-28

VENTAJAS GENERALES

Se suelda en todas las posiciones.

Mayor depósito de material.

Gran rendimiento.

Se sueldan metales ferrosos y no ferrosos.

PRECAUCION

EL CONTROL DE REFRIGERACION BIEN SEA POR GAS, AIRE O AGUA DEBE SER CONSTANTE YA QUE DEL MISMO DEPENDE LA DURACION DEL EQUIPO.

VOCABULARIO TECNICO

FLUJOMETRO - caudalímetro.



Son gases que protegen el arco eléctrico, en los procesos de soldadura bajo atmósfera de gas. Se utilizan en la ejecución de juntas soldadas en metales ferrosos y no ferrosos.

ARGON

Es un gas raro que constituye menos del 1% de la atmósfera terrestre. Es extremadamente inerte y no forma compuesto químico con otros elementos conocidos; por lo tanto, forma una barrera ideal contra la contaminación atmosférica, en cierto número de procesos especiales de soldadura, evitando en todos ellos la oxidación.

Su aplicación evita el uso de fundentes, en la soldadura de metales no ferrosos, facilitando el proceso.

En las soldaduras de metales no ferrosos, se puede combinar con otro gas inerte (Helio).

En las soldaduras de metales ferrosos, se puede combinar con Bióxido de Carbono (CO₂).

BIOXIDO DE CARBONO

Es un gas que se obtiene en la mayoría de las plantas de gases de petróleo y se produce al quemar gas natural, petróleo o carbón de piedra; también puede obtenerse en hornos de calcio, en la fabricación de amoníaco, o por la fermentación de alcohol.

El bióxido de carbono es un gas que ha mostrado una gran eficiencia, como medio gaseoso para la protección de soldaduras con alambre sin revestimiento, ya que a temperatura normal es esencialmente inerte. Se obtienen con él, soldaduras con penetración firme y profunda, facilitando al soldador la eliminación de defectos en la junta soldada.

El CO₂ puede combinarse con el Argón, para mejorar la calidad de las soldaduras ferrosas.



MECANICA GENERAL

Está integrado por un grupo eléctrico de soldar con accesorios complementarios para realizar uniones de metales, utilizando un electrodo de lento consumo y una protección de gas argón.

Se utiliza generalmente para soldar metales no ferrosos y aleaciones especiales.

TIPOS

Existen diversos tipos, pero los más comunes son dos:

- a) Grupo corriente alterna.
- b) Grupo corriente continua.

OBSERVACIONES

Existen grupos que operan con los dos tipos de corriente (fig. 1).

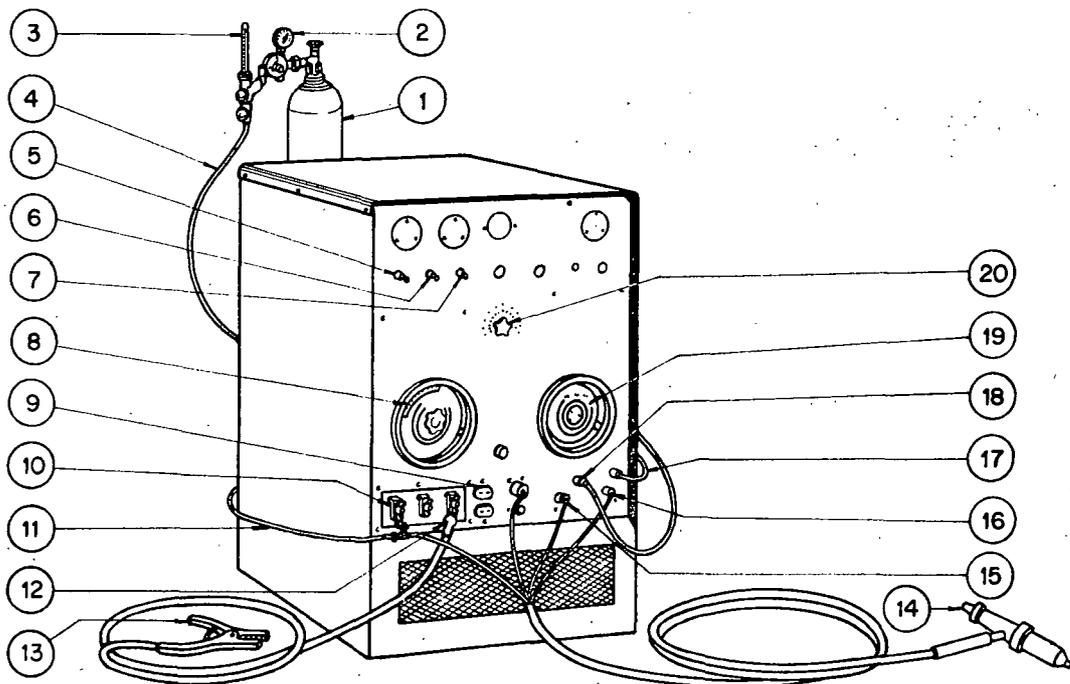


Fig. 1

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1- Cilindro de gas | 11- Salida de agua |
| 2- Regulador | 12- Tierra |
| 3- Flujómetro | 13- Pinza |
| 4- Manguera (gas) | 14- Pistola |
| 5- Energía | 15- Control (gas-agua) |
| 6- Regulador alta frecuencia | 16- Energía (pistola) |
| 7- Interruptor (AF) | 17- Entrada de agua |
| 8- Selector de Amperaje | 18- Conexión a gas |
| 9- Toma 110 V | 19- Selector de corriente |
| 10- Conexión a pistola | 20- Control (AF) |

CONSTITUCION

1) Equipo eléctrico de soldar que puede ser,rectificador que opera con corriente alterna o corriente continua (fig.2).

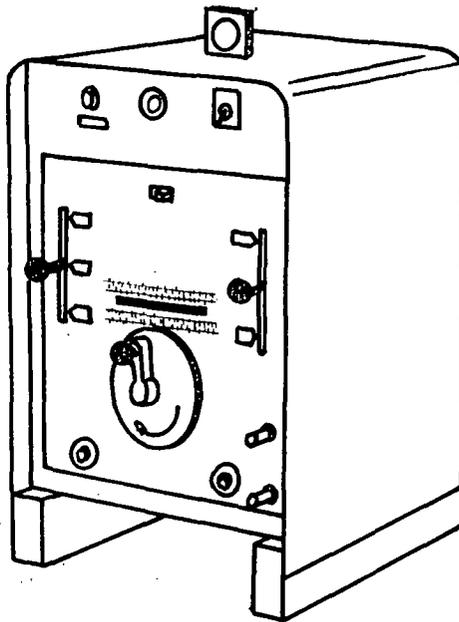


Fig. 2

2) Transformador de alta frecuencia (fig.3).
3) Suministro de refrigeración que puede ser por aire o por agua.

El aire para refrigerar puede ser suministrado de dos maneras:acoplado en el equipo o instalación colocada en el taller.

4) Suministro de gas argón.

El gas argón se suministra en cilindros de acero conteniendo cada uno 6,8 m³ (240 pies cúbicos y una presión de 140 atmósferas.Los mismos llevan montado un regulador (fig.4).

Para reducir la presión necesaria al soldar,al regulador se le acopla un flujómetro para controlar el caudal necesario de gas (fig.5).

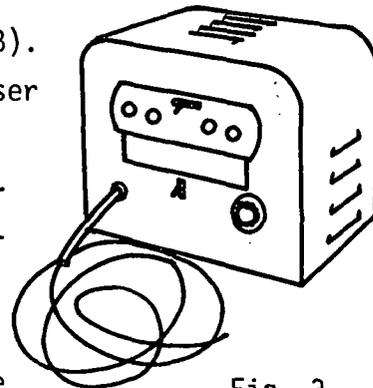


Fig. 3

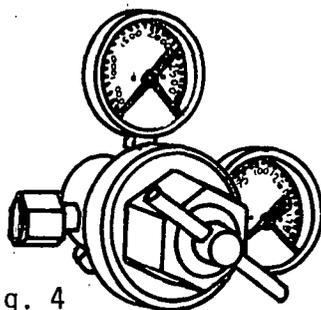


Fig. 4

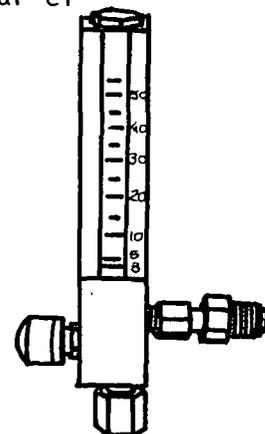
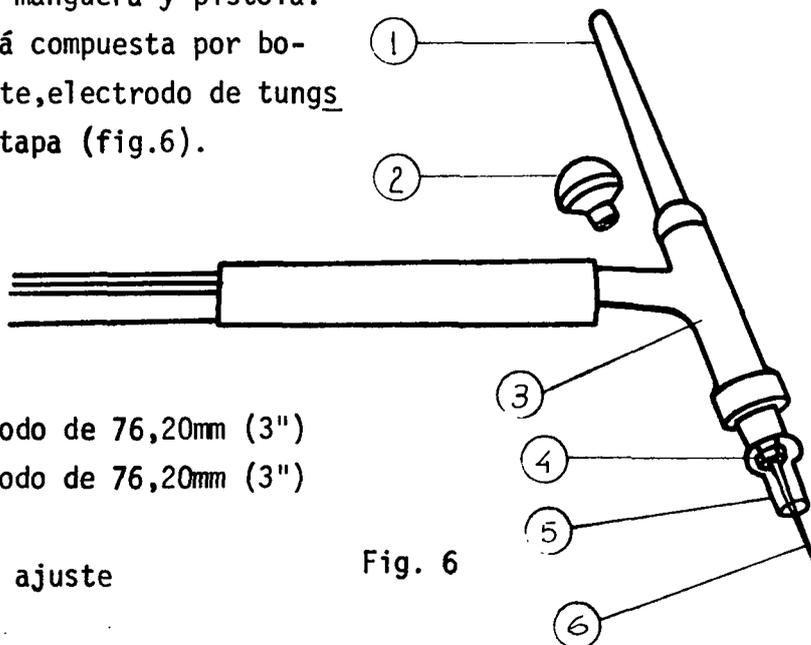


Fig. 5

5) Conjunto de manguera y pistola.

La pistola está compuesta por boquilla de ajuste, electrodo de tungsteno, tobera y tapa (fig.6).



- 1- Tapa electrodo de 76,20mm (3")
- 2- Tapa electrodo de 76,20mm (3")
- 3- Pistola
- 4- Boquilla de ajuste
- 5- Tobera
- 6- Electrodo de tungsteno

Fig. 6

Las tapas pueden ser de varios tipos, según el largo de los electrodos.

Las toberas pueden ser de cobre, cerámica o vidrio refractario.

Existen varios tipos de preparación del electrodo de tungsteno, pero los más importantes son: el electrodo preparado para soldar acero inoxidable (fig.7) y el electrodo preparado para soldar aluminio (fig. 8).



Fig. 7

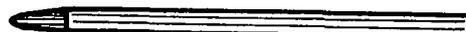


Fig. 8

CARACTERISTICAS

La carga máxima es de 400 amperios. El régimen de trabajo continuo, principalmente es aluminio y aleaciones, vea la tabla para soldar aluminio y acero inoxidable según el espesor.

ESPESOR A SOLDAR		ELECTRODO DE TUNGSTENO Ø		TOBERA DE Cu Nº	AMPE AMPERES	METAL DE APORTE Ø		CONSUMO DE GAS ARGON	
mm	Pulg.	mm	Pulg.			mm	Pulg.	m/h	Pies/h
0,39-1,58	1/64-1/16	1,02	.040	12	10-60	1,58	1/16	0,25	9
1,58-3,17	1/16-1/8	1,58	1/16	12	30-70	1,58	1/16	0,32	11,4
3,17-3,96	1/8-5/32	2,38	3/32	12	70-150	2,38	3/32	0,37	13,2
3,96-4,76	5/32-3/16	3,17	1/8	14	130-180	3,17	1/8	0,49	17,4
4,76-5,55	3/16-7/32	3,96	5/32	14	150-225	4,76	3/16	0,52	18,6
5,55-6,35	7/32-1/4	4,76	3/16	16	150-300	4,76	3/16	0,69	24,5

TABLA GUIA



OBSERVACION

Existe tabla para elegir la corriente para soldar.

Tabla 2

ELECCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA PARA SOLDADURA

MATERIAL Y ESPESOR APROXIMADO	CORRIENTE ALTERNA*	CORRIENTE CONTINUA	
	CON ESTABILIZACION DE ALTA FRECUENCIA	POLARIDAD DIRECTA	POLARIDAD INVERSA
Magnesio hasta 3,18 mm	1	N.R.	2
Magnesio de más de 4,76 mm	1	N.R.	N.R.
Piezas fundidas de magnesio	1	N.R.	2
Aluminio hasta 2,38 mm	1	N.R.	2
Aluminio de más de 2,38 mm	1	N.R.	N.R.
Piezas fundidas en aluminio	1	N.R.	N.R.
Acero inoxidable	2	1	N.R.
Aleaciones de latón	2	1	N.R.
Cobre silicioso	N.R.	1	N.R.
Plata	2	1	N.R.
Enchapado de plata	1	N.R.	N.R.
Recubrimiento duro	1	1	N.R.
Fundición de hierro	2	1	N.R.
Acero bajo % C de 0,55 mm a 0,76 mm	2**	1	N.R.
Acero alto % C de 0,55 mm a 0,76 mm	2	1	N.R.
Acero bajo % C de 0,76 mm a 3,18 mm	N.R.	1	N.R.
Acero alto % C de 0,76 mm y más	2	1	N.R.
Cobre desoxidado***	N.R.	1	N.R.

NOTA 1. Funcionamiento excelente.

2. Buen funcionamiento.

N.R. No recomendable.

(*) Cuando sea recomendable la corriente alterna como opción en segundo lugar, empléese una intensidad de corriente un 25 por ciento mayor que la recomendada para la corriente continua en polaridad directa.

(**) No emplee corriente alterna en piezas fuertemente sujetas en montaje.

(***) Empléese fundente de soldar con bronce o fundente de bronce silicioso para espesores de 6,35 mm y mayores.

VENTAJAS

Eliminación de dificultades que se presentan en otros procesos:

No se usa fundente.

Se consiguen soldaduras dúctiles.



Se pueden efectuar soldaduras en espesores finos.
Evita la corrosión debido a la protección del gas.
Se eliminan las operaciones de limpieza.
Toda la operación de soldar se efectúa sin salpicaduras.

CONDICIONES DE USO

Tiene que tener una buena aislación y trabajar con todos sus accesorios.

MANTENIMIENTO

Control de la limpieza y comprobación del flujo del agua de refrigeración.
Controlar el caudal del suministro de gas argón.

FUNCIONAMIENTO

Opera previa regulación de la corriente y flujo de gas, con un sistema automático que permite, al accionar el circuito de la pistola dar paso a la refrigeración y a la protección de gas.

RESUMEN

<p><i>EQUIPO PARA SOLDAR BAJO ATMOSFERA DE GAS INERTE</i></p>	<p><i>Sirve para realizar las uniones de metales con</i></p>	<p>{ Electrodo poco consumible Protección de gas argón</p>
	<p><i>Suelda</i></p>	<p>{ Metales no ferrosos Aleaciones especiales</p>
	<p><i>Tipos</i></p>	<p>{ Corriente alterna Corriente continua</p>
	<p><i>Constitución</i></p>	<p>{ Equipo eléctrico Transformador de alta frecuencia Suministro refrigerador { aire agua Suministro de gas argón Mangueras Pistola { Boquilla { Acero Electrodo { Aluminio Tobera Tapa</p>
	<p><i>Características</i></p>	<p>{ Régimen de trabajo continuo No produce escoria Evita la corrosión</p>
<p><i>Condiciones de uso</i></p>	<p>{ Buena aislación Refrigeración permanente</p>	



Es el conjunto de elementos que, agrupados, permiten el paso de gases (oxígeno - acetileno) hasta un soplete en cuyo interior se produce la mezcla. La misma, en contacto con una chispa, produce una combustión, necesaria en el proceso oxiacetilénico.

CONSTITUCIÓN

Este equipo está formado: Por los accesorios siguientes (fig. 1)

- 1) Cilindro de oxígeno.
- 2) Cilindro de acetileno.
- 3) Válvulas.
- 4) Regulador para oxígeno.
- 5) Regulador para acetileno.
- 6) Mangueras.
- 7) Soplete.
- 8) Boquilla.
- 9) Carrotransporte.

OBSERVACIÓN

Existen equipos provistos de un generador de acetileno para uso local, en pequeños talleres, los cuales resultan muy económicos.

VENTAJAS

Los equipos móviles son de fácil transportación. Por medio de este equipo y con un dispositivo adicional, se facilita el corte de metales ferrosos. Permite el fácil calentamiento de piezas en lugares difíciles.

CONDICIONES DE USO

Debe ser usado solamente por personas que conozcan perfectamente su funcionamiento. Debe reunir condiciones óptimas de seguridad y contar con todos sus accesorios.

MANTENIMIENTO

Es importante que cada vez que se termine de usar éste equipo:

- Se desconecte totalmente el mismo.
- Se limpie con trapos secos los accesorios (mangueras, sopletes, reguladores).
- Se limpie las boquillas con la aguja correspondiente al orificio de la misma.

CUIDADO

Al manipular este equipo, debe evitarse el contacto del mismo con grasa o aceite, para evitar combustión explosiva.

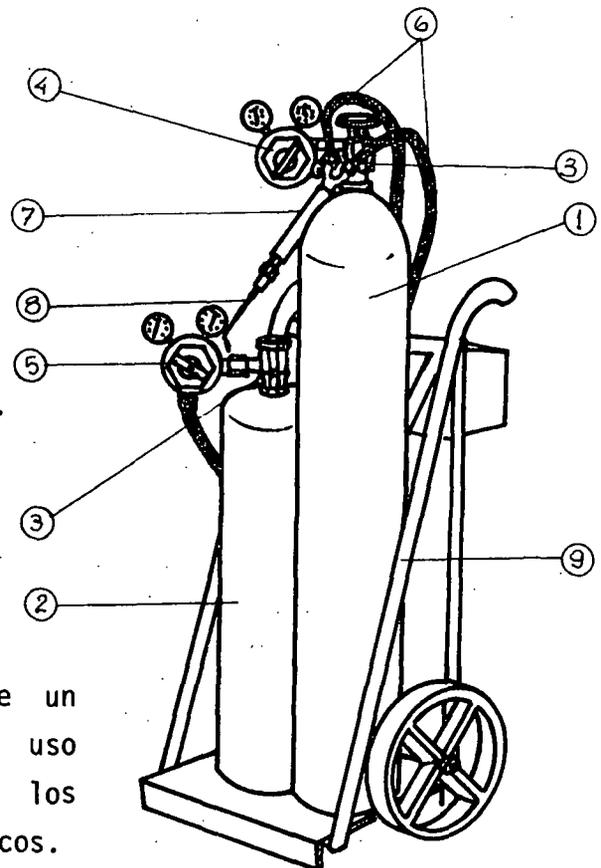


Fig. 1



Es un procedimiento que permite unir metales, utilizando el calor producido por la combustión de los gases oxígeno-acetileno u oxígeno-propano. Con estos procesos se pueden soldar con o sin material de aporte.

I PROCESO OXÍGENO-ACETILENO

TIPOS

Son tres tipos, de acuerdo a la presión de trabajo del acetileno.

Alta presión

Cuando el acetileno trabaja a una presión, que varía entre 0,3 a 0,5 Kg/cm².

Mediana presión

Cuando el acetileno trabaja a una presión, que varía entre 0,1 a 0,3 Kg/cm².

Baja presión

Cuando el acetileno es mantenido a una presión común, descontando las pérdidas de las válvulas y los conductos. Prácticamente en la industria no tienen aplicación.

Combinando el oxígeno con el acetileno se logra obtener una llama que permite soldar piezas ferrosas y no ferrosas, ya que con la misma se alcanza una temperatura de 3200°C. Utilizando un soplete especial, facilita el corte de metales ferrosos, de grandes espesores.

VENTAJAS

- 1- Mediante ésta combinación, se alcanza alta temperatura de llama.
- 2- Suelda materiales ferrosos y no ferrosos.

DESVENTAJAS

- 1- Es un proceso más caro que el de oxígeno-propano.
- 2- Produce deformaciones por la gran concentración de calor, por lo tanto no es recomendable para ciertos trabajos.
- 3- La soldadura en espesores gruesos resulta antieconómico.

II PROCESO OXÍGENO-PROPANO

De acuerdo a la presión mantenida por el propano generalmente se utiliza el proceso de baja presión, utilizando la combustión de éstos gases, se pueden soldar metales blandos.

Utilizando un soplete de corte y la combinación de éstos gases, se obtiene una llama cuya temperatura alcanza aproximadamente 2700°C.

VENTAJA

El costo del propano es más económico que el acetileno.

DESVENTAJAS

- 1- El corte es más lento que en la mezcla oxígeno-acetileno.
- 2- Solamente puede soldarse metales blandos.



Son elementos químicos utilizados para producir la combustión en los procesos de soldadura oxi-gas; por eso, se estudian juntos aunque tienen características diferentes.

OXÍGENO

Es un gas comburente, inodoro, insípido e incoloro; se utiliza para mantener e intensificar la combustión. Se encuentra en la atmósfera, en una proporción de 21 %.

FUNCIÓN

Permite el corte de los metales, debido a la oxidación que produce. Mezclado con acetileno se obtiene una llama cuya temperatura alcanza aproximadamente a 3200°C, permitiendo la soldadura de piezas.

Para el uso del soldador, normalmente se encuentra envasado en cilindros. El oxígeno mezclado con el propano alcanza una temperatura de 2780°C ésto permite soldar materiales blandos (estaño-plata).

CUIDADOS

En contacto con aceites y grasas es inflamable.

ACETILENO

Es un gas incoloro, combustible, de un olor característico; se produce por reacción química del carburo de calcio y agua. El carburo de calcio es un compuesto químico con aspecto de piedra producida por fusión de cal y carbón de coque en un horno eléctrico.

OBTENCIÓN Y EQUIPO DEL ACETILENO

La fabricación industrial del acetileno se hace en generadores, contruídos según diversos sistemas y capacidades de carga de carburo. Según la presión a que se obtiene el acetileno, se denominan generadores de baja o alta presión.

Los generadores de alta como los de baja presión más comunes son del tipo *carburo en el agua* (fig.1). El carburo se carga en un recipiente colocado sobre un depósito, en cuyo interior hay un cierto nivel de agua por medio de un dispositivo mecánico de alimentación, cae al interior del depósito.

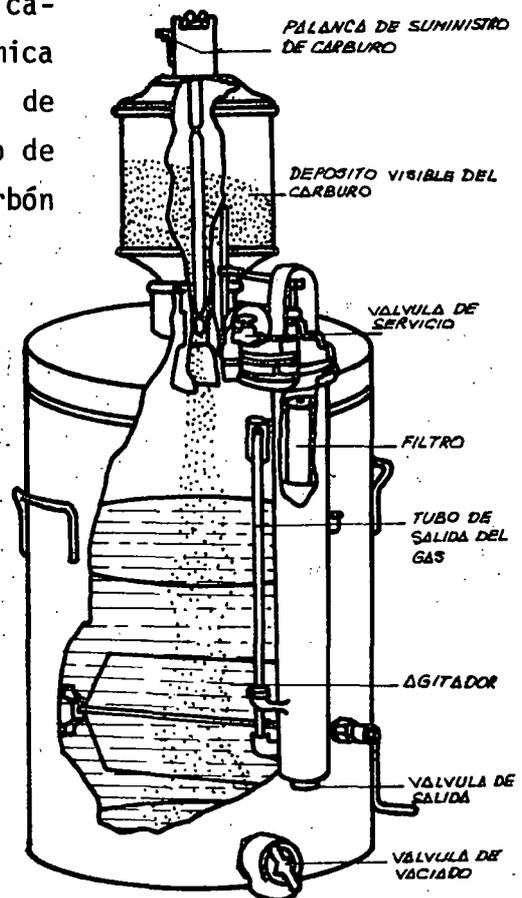


Fig. 1

Al ponerse en contacto el carburo con el agua, se produce el acetileno en forma de gas, el cual se almacena en la parte superior del depósito. Cuando se extrae el acetileno del generador que a través de un filtro pasa a las mangueras, actúa automáticamente un dispositivo de alimentación abriendo la válvula del fondo del recipiente de carburo. De ésta manera se genera nuevas cantidades de acetileno y cuando en el interior del generador el acetileno alcanza una presión determinada, vuelve a actuar el mecanismo de alimentación cerrando la válvula de fondo, con lo cual cesa el suministro de carburo. También existen otros tipos de generadores: "agua al carburo" y "sistema de contacto".

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El acetileno es de fácil obtención, económico, permitiendo su aplicación en el corte y calentamiento rápido de los metales. Tiene la desventaja de ser tóxico.

CONDICIONES DE USO

El acetileno no puede comprimirse como otros gases a presiones elevadas, por riesgo a explosiones. Por tal razón, se envasa en un cilindro de acero, cuyo interior está lleno de una masa porosa, que es embebida en acetona, la cual tiene la propiedad de disolver grandes proporciones de acetileno, evitando que se produzcan cavidades donde pudiera quedar gas libre a alta presión.

Los cilindros (fig.2) van cerrados con una válvula de seguridad y un tapón fusible que salta cuando la presión pasa el límite previsto.

CUIDADOS

- 1) Durante la soldadura los cilindros de acetileno *deben permanecer en posición vertical.*
- 2) Proteja el cilindro de acetileno *contra cualquier fuego directo.*

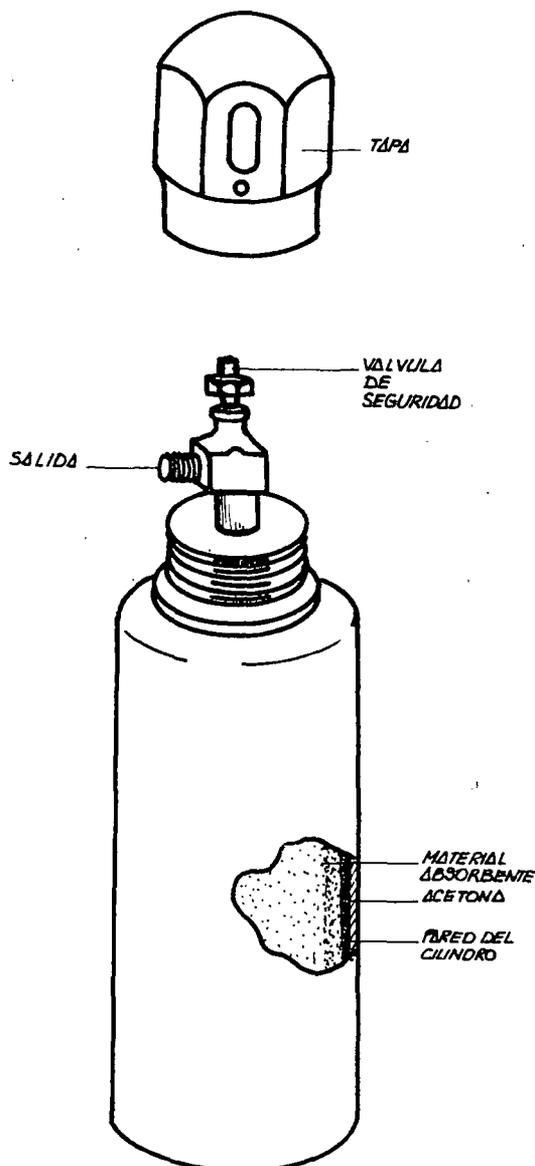


Fig. 2



PROPANO

Es un gas combustible obtenido por la derivación de hidrocarburos, se emplea generalmente para el corte de metales ferrosos. Se aplica además en la soldadura de metales de baja fusión así como en hornos para fundición y tratamientos térmicos.

CARACTERÍSTICAS

Alcanza una temperatura de 2780°C aproximadamente se licua a los 44,5°C, disminuyendo su volumen. Tiene un olor característico.

VENTAJAS

Este gas mezclado con el oxígeno produce una llama que permite el corte de metales, es más económico con relación a otros gases, siendo además liviano lo cual facilita su transporte.

DESVENTAJA

Su aplicación industrial en la soldadura es limitada.

OBTENCIÓN

Se obtiene de la separación de los hidrocarburos del petróleo crudo. Al ser separados los hidrocarburos, son sometidos a un proceso de destilación, el cual por varios pasos de enfriamientos y calentamientos se separan de la mezcla aquellos productos derivados del gas. Luego son fraccionados para obtener independientemente, gasolina, gas butano y gas propano. Posteriormente el gas propano así obtenido, es envasado en recipientes, cilíndricos o esféricos en varios tamaños.

CONDICIONES DE USO

La pureza del gas y la seguridad en su envasado son condiciones requeridas en el propano.

PRECAUCIONES

ES UN GAS TÓXICO, INFLAMABLE; POR LO TANTO DEBE EVITARSE SU INHALACIÓN, Y DEBE MANTENÉRSELE LEJOS DEL CALOR EXCESIVO.

VOCABULARIO TÉCNICO

CILINDRO - tubo.



BOQUILLA PARA SOLDAR

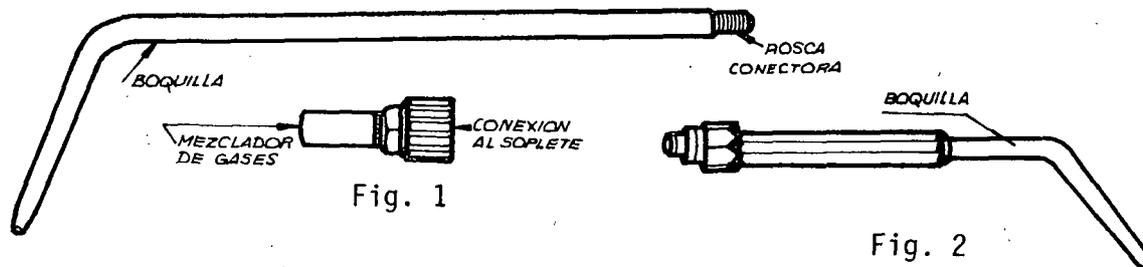
Accesorios del equipo que permiten la salida de la llama para soldar. Están fabricadas generalmente de cobre, también las hay de monel, se fabrican en diversos tamaños, éstos dependen principalmente del orificio de salida de los gases en la boquilla. De acuerdo al orificio es posible graduar la presión de trabajo lo cual estará en estrecha relación con el metal base (tabla 1).

ESPEJOR DEL MATERIAL EN mm	Nº DE LA BOQUILLA	PRESIÓN DE OXÍGENO EN ATM. APROX.	PRESIÓN DE ACETILENO EN Kg/cm ²	DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE LA BOQUILLA EN mm	CONSUMO DE OXÍGENO LITROS/HORA
0,5-1	1	1	0,2	0,74	100
1-1,5	2	1	0,2	0,93	150
1,5-2	3	1,5	0,25	1,20	225
2-3	4	2	0,3	1,4	300
3-4	5	2,5	0,4	1,6	400
4-5	6	3	0,45	1,8	500
5-7	7	3	0,48	2,1	650
7-11	8	3,5	0,5	2,3	800
11-15	9	4	0,52	2,5	900

Se pueden apreciar varios aspectos que hay que tomar en cuenta para escoger la boquilla adecuada al realizar una soldadura.

TIPOS DE BOQUILLAS

Existen dos tipos de boquillas usadas generalmente en oxiacetileno: las *boquillas intercambiables* que son las que pueden ser montadas al mezclador de gases mediante una rosca (fig.1) y las *boquillas fijas* que son aquellas donde mezclador y boquilla constituyen una sola pieza (fig.2).



OBSERVACIÓN

Al limpiar el orificio de las boquillas, use la aguja apropiada.

SOPLETE PARA SOLDAR

Es la parte del equipo oxiacetilénico que permite la mezcla íntima de los gases y al mismo tiempo permite mantener correcta e invariable, durante la operación, la proporción requerida en la llama.

La mezcla gaseosa deberá salir de la boquilla del soplete, con una velocidad de flujo, que depende de la presión requerida para soldar.

La velocidad de flujo, debe ser mayor que la de propagación de la combustión

del gas empleado, para evitar retroceso de llama.

El soplete debe ser liviano y fácil de manejar para evitar cansancio.

TIPOS

Existen dos tipos de sopletes para soldar, el de baja y el de alta presión.

Soplete de baja presión: (fig.3) es aquel que está previsto, para utilizar

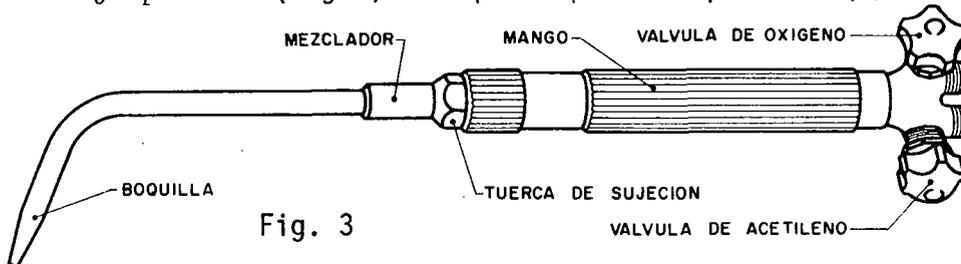


Fig. 3

directamente el acetileno, a una presión ligeramente superior a la atmosférica. En este tipo de soplete, el acetileno no puede llegar hasta el mismo, en la cantidad necesaria para la soldadura y tiene que ser aspirado por el oxígeno, por medio de un inyector dispuesto en el soplete, tal como se aprecia en la figura 4, el oxígeno arrastra la cantidad necesaria de acetileno, y ambos gases, completamente mezclados, abandonan el soplete con suficiente presión, para que la combustión se produzca en forma perfecta.

OBSERVACIÓN

También con estos sopletes, se pueden efectuar soldaduras a mediana presión.

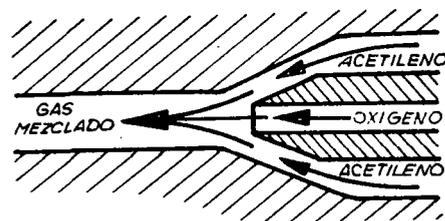


Fig. 4

Soplete de alta presión: (fig.5) es aquel

soplete para soldar, donde la llama no varía de composición tan fácilmente, pues los gases entran aproximadamente a una misma presión.

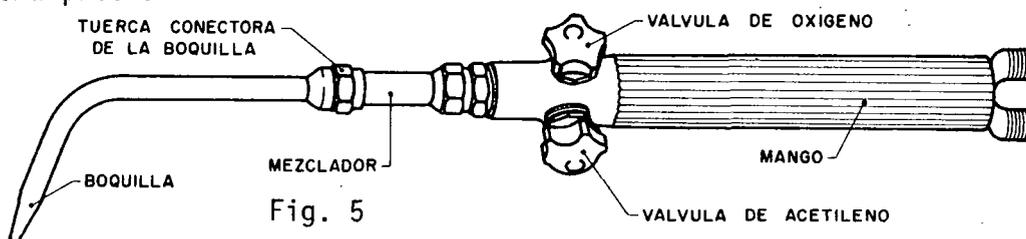


Fig. 5

En este tipo de soplete, cuando se necesita un consumo distinto de gases, basta cambiar la boquilla conservando siempre el mismo inyector y mezclador, sin embargo solamente se obtiene igual presión para ambos gases cuando se usa una boquilla determinada.

OBSERVACIONES

Si se desea obtener siempre igual presión para los dos gases, es preciso emplear un soplete de alta presión, en el cual se pueda cambiar la boquilla y/o el inyector para variar el consumo, éste permanece constante mientras no se cambien éstos elementos.



Es la fuente de calor para la soldadura por fusión con gas. La llama es el resultado de la combustión del oxígeno y acetileno en un soplete. Se emplea para realizar soldaduras duras y blandas, variando la proporción de los gases en la mezcla.

OBSERVACIÓN

La temperatura alcanzada con la llama oxiacetilénica, es de 3200°C en la punta del dardo.

TIPOS

Para facilitar el trabajo del soldador, se establecieron 3 tipos de llamas:

- llama neutra;
- llama oxidante;
- llama reductora.

Llama neutra o normal (fig.1)

Es aquella donde se establece la proporción correcta de la mezcla, la cual es la más aconsejable para conservar las propiedades del material. Esta llama se utiliza para soldar piezas de materiales tales como: hierro fundido, acero maleable, acero suave, bronce, acero inoxidable, acero al cromo con 12% de cromo, acero al cromo-níquel, cobre, latón, aluminio y sus aleaciones, magnesio y sus aleaciones.



Fig. 1

OBSERVACIONES

- 1) En las soldaduras de metales blandos (plata, estaño, antimonio) la llama será neutra suave.
- 2) La llama neutra puede ser: neutra suave o neutra fuerte.

Llama oxidante (fig.2)

En este tipo de llama, la proporción de oxígeno es mayor que la del acetileno en la mezcla, observándose una disminución en el dardo o cono brillante.



Fig. 2

Esta llama se utiliza para hacer soldaduras en latón, con grandes porcentajes de zinc y aleaciones de bronce.

OBSERVACIÓN

Si se aumenta la proporción de oxígeno en exceso, se obtendrá un tipo de llama representada en la figura 3, en ésta llama, el dardo casi llega a desaparecer, permitiendo pasar por el centro de la misma un chorro de oxígeno. Es una llama extremadamente oxidante que encuentra aplicaciones en el corte de aceros suaves y aceros con poco tenor de carbono, hasta 3mm de espesor.



Fig. 3

Llama reductora

Es aquella donde la proporción de acetileno, es mayor que la del oxígeno, según lo indica la figura 4.



Fig. 4

Se utiliza para efectuar soldaduras en los siguientes metales: aceros al carbono, aceros fundidos y sus aleaciones, aluminio fundido y aceros especiales.

VOCABULARIO TÉCNICO

LLAMA SUAVE - llama blanda.

LLAMA FUERTE - llama dura.

REDUCTORA - carburante - carburizante.



CILINDROS

Son dos recipientes especiales para almacenar los gases utilizados en solda dura oxiacetilénica. Uno de oxígeno (fig.1) y otro de acetileno (fig.2).

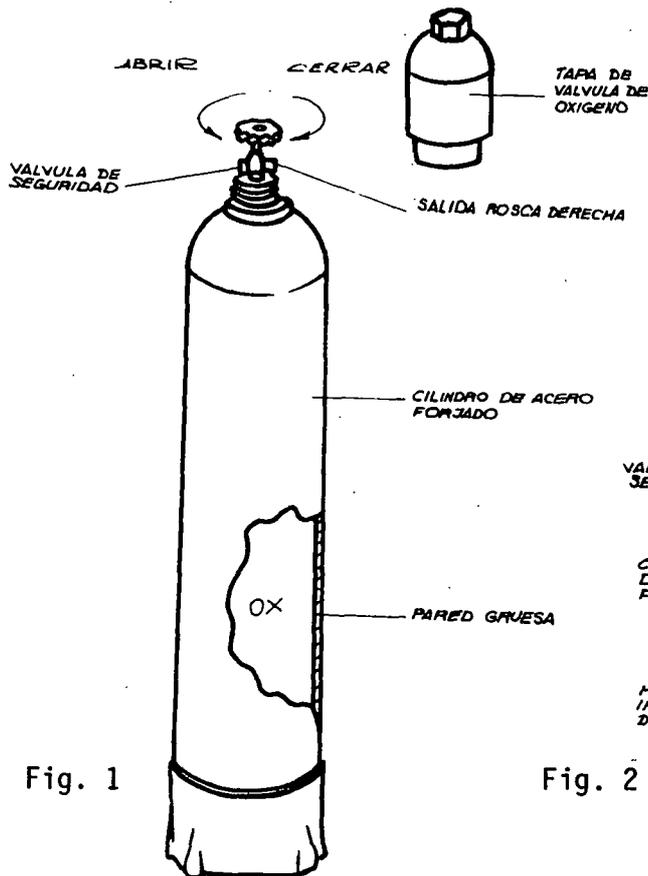


Fig. 1

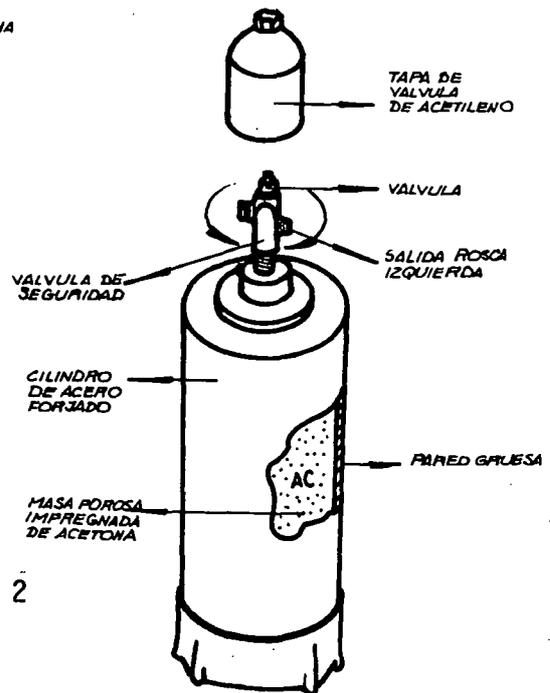


Fig. 2

Cilindro para oxígeno

Es un recipiente alargado de acero, sin costuras. El cuello del cilindro es más estrecho, está reforzado y contiene un roscado interior donde va montada la válvula de cierre. El roscado exterior del cuello, sirve para colocar la tapa protectora de la válvula. El extremo inferior es plano para asegurarlo en su lugar de trabajo.

Cilindros para acetileno

Se fabrican de acero (sin costuras).

Debido a la tendencia del acetileno a la descomposición explosiva, se excluye por motivo de seguridad el almacenamiento y transporte de éste gas a elevada presión en los envases.

Sin embargo, para ser posible el uso de éstos cilindros es necesario disolver el acetileno en acetona, un líquido combustible y transparente, de ésta forma se obtiene el acetileno disuelto (gas disuelto). Para evitar peligros al comprimir el gas disuelto, se carga el cilindro con una masa porosa de, fibras de asbesto, trocitos de carbón vegetal y tierra de infusorio.

La porosidad de ésta masa permite absorber la acetona; luego el acetileno introducido lentamente se disuelve uniformemente en la acetona y se distribuye dentro del cilindro.

Los cilindros van provistos de una válvula de seguridad, la que permite la salida del gas en caso de recalentamiento del cilindro. Esta válvula se encuentra generalmente en la base del mismo.

OBSERVACIÓN

Tanto el cilindro de oxígeno como el de acetileno, deben manejarse con precaución y protegerse contra las radiaciones caloríficas de cualquier clase.

PRECAUCIÓN

CUANDO SEA NECESARIO MOVER LOS CILINDROS, ÉSTOS DEBEN ESTAR PROVISTOS DE LA TAPA PROTECTORA DE LA VÁLVULA Y ADEMÁS DEBEN EVITARSE LOS GOLPES.

VÁLVULAS

Son dispositivos generalmente de bronce que permiten la entrada y salida de los gases (fig.3).

En las válvulas para oxígeno y acetileno el roscado es en sentido de derecha a izquierda (rosca normal).

Válvulas de seguridad

Son dispositivos especiales ubicados en los reguladores y en los gasógenos. Las mismas tienen la función de dejar escapar el gas en caso de aumento de presión o en el retroceso de llama.

Válvulas de seguridad en los reguladores

Tienen la finalidad de proteger al equipo ante la posibilidad de un aumento de presión dejando escapar el gas en exceso. Estas válvulas igual que los reguladores se fabrican en bronce.

Válvula de seguridad en los gasógenos

Son dispositivos del gasógeno que tienen como finalidad proteger al equipo y al soldador contra un posible accidente, causado por el retroceso de la llama. Existen válvulas hidráulicas y válvulas secas, siendo las más comunes las hidráulicas, de alta y media presión.

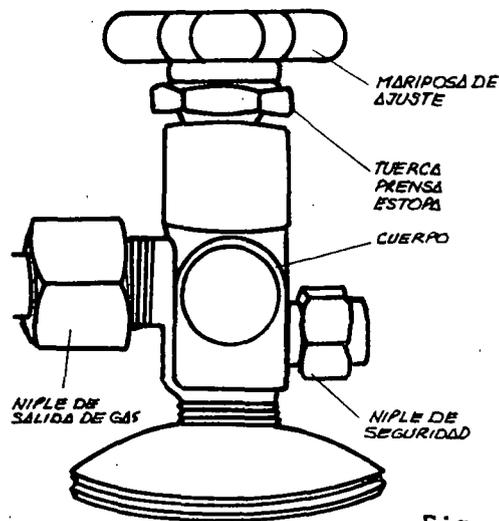


Fig. 3

Válvulas de media presión (fig.4)

Este tipo de válvulas es empleado en generadores o en instalaciones de acetileno disuelto. Son recipientes abiertos con un tubo de seguridad que da al exterior.

Válvula de alta presión para acetileno

Son cuerpos de acero cerrado, que resisten las altas presiones, que pueden producirse en los golpes de retroceso de las llamas. (fig.5).

La seguridad ofrecida por éstas válvulas depende del nivel correcto de agua el cual actúa de cierre. Por eso es necesario que se compruebe dicho nivel al inicio del trabajo y cada vez que se produzca un golpe de retroceso de la llama. Se comprobará el nivel abriendo la llave respectiva de agua.

FUNCIONAMIENTO

En un golpe de retroceso de llama, la cámara de almacenamiento aumenta su presión, produciéndose automáticamente el cierre de la válvula de golpe de retroceso, imposibilitando así la entrada de acetileno dentro de la cámara.

OBSERVACIÓN

La llama se apaga en la superficie del agua.

Válvula seca

Este tipo de válvulas (fig.6) trabaja por gravedad y solamente deja pasar el gas en una sola dirección.

FUNCIONAMIENTO

La presión del gas levanta la compuerta cuando va en el sentido que indica la flecha, y la cierra en sentido contrario.

OBSERVACIÓN

Estas válvulas deben limpiarse periódicamente.

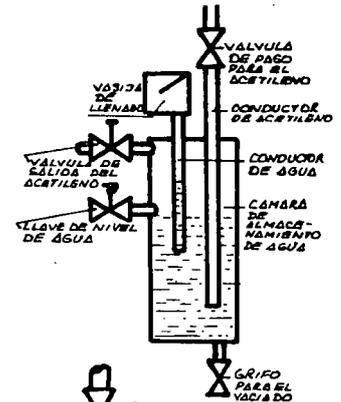


Fig. 4

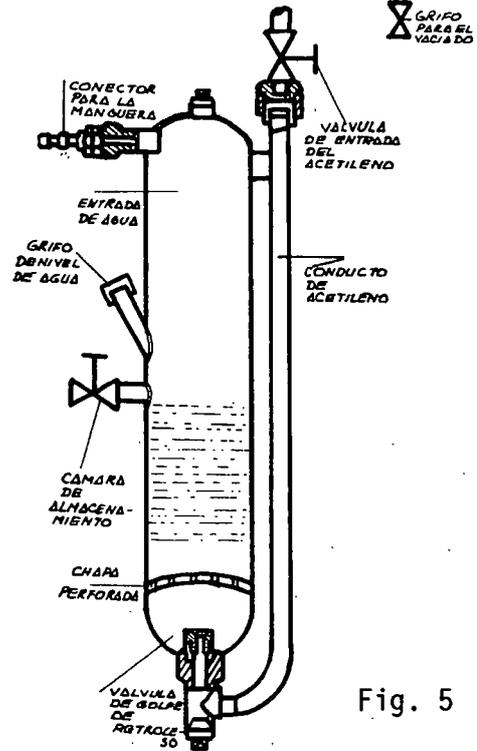


Fig. 5

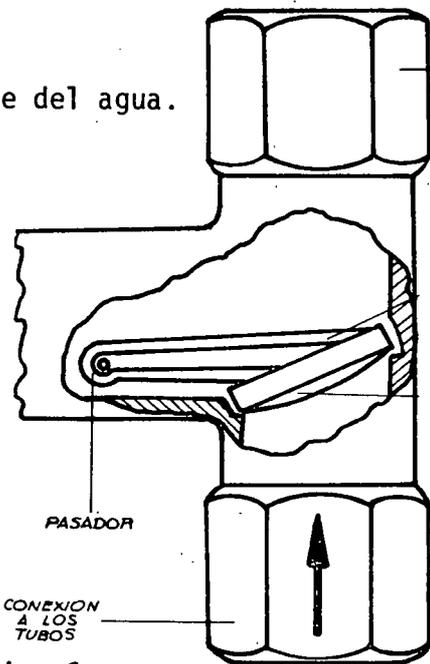


Fig. 6

REGULADORES DE PRESIÓN (FIG.7)

Son accesorios que permiten reducir la elevada y variable presión del envase a una presión de trabajo adecuada para la soldadura y mantener ésta presión de trabajo constante durante el proceso.

El manómetro de alta presión marca el contenido de gas en el cilindro. El de baja presión marca la presión de trabajo necesaria, la cual se regulará en base a la boquilla a usar y al material base.

La válvula de seguridad permite la salida del gas en caso de una sobre presión .

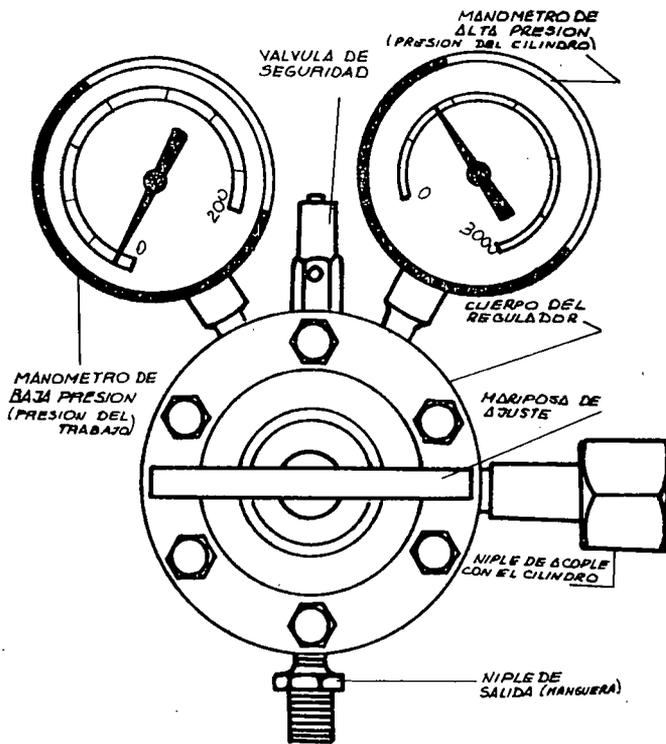


Fig. 7

Tornillo de ajuste

Sirve para graduar la presión de trabajo. A medida que se hace girar en el sentido de las agujas del reloj, sube la presión en el manómetro de baja, de hacerlo en sentido contrario la presión de trabajo bajará.

Cuerpo del regulador

Caja cilíndrica de bronce que encierra el conjunto interno que puede observarse en la figura 8. Esta caja debe estar herméticamente cerrada.

- 1- Mariposa de ajuste
- 2- Resorte graduador
- 3- Cuerpo del regulador
- 4- Diafragma
- 5- Niple de salida
- 6- Resorte compensador
- 7- Válvula reguladora
- 8- Válvula compensadora
- 9- Válvula de seguridad
- 10- Tornillo de ajuste

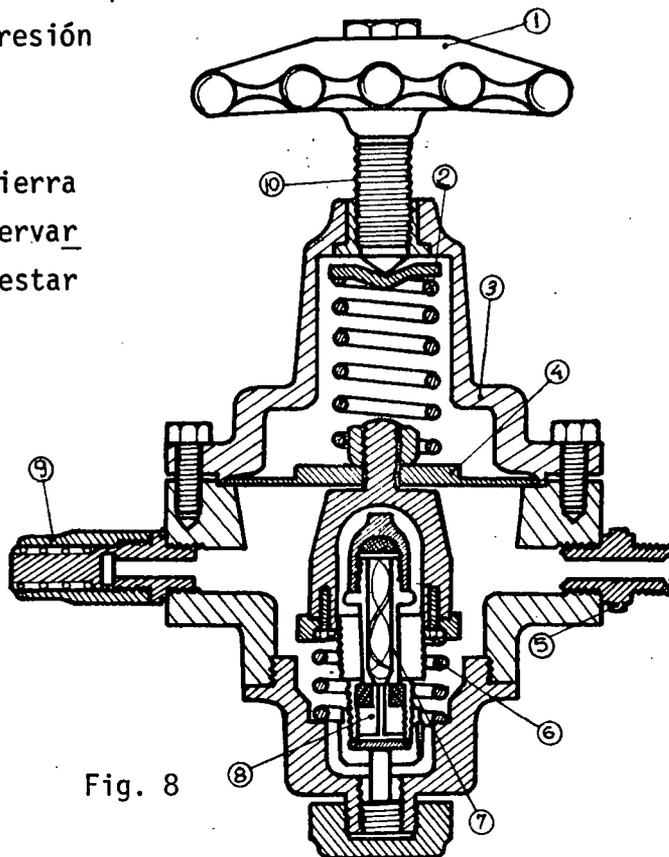


Fig. 8



LAS MANGUERAS

Son conductos flexibles (fig. 1), que permiten el paso de los gases, al operar un equipo oxiacetilénico, llamadas comunmente mangueras. En el equipo de oxiacetileno existen dos conductos, el del oxígeno y el de acetileno.

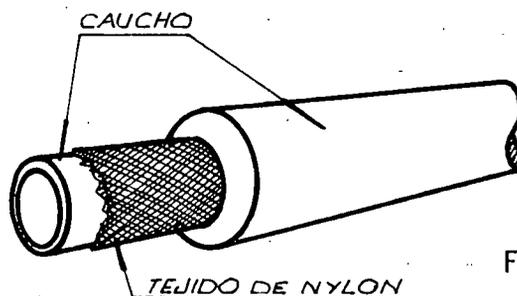


Fig. 1

MANGUERAS PARA EL OXÍGENO

Deben ser lo más resistente posible al envejecimiento, y a los cambios de temperatura.

Los colores característicos para la manguera del oxígeno son azul, verde o negro. Estas mangueras deben resistir una presión de prueba de 40 atm, el diámetro interior es de 4, 6 ó 9 mm.

MANGUERAS PARA ACETILENO

El color característico de estas mangueras es rojo y la presión de prueba es de 20 atm, se fabrican de varios diámetros 4, 6 ó 9 mm, comunmente se utiliza de 6 mm para el oxígeno y para el acetileno; ya que por motivo de economía, se dejó de usar el de 9 mm, usado antiguamente solo en casos excepcionales, también se usan otros diámetros.

CONSTITUCIÓN

El material recomendado para la confección de las mangueras, es el caucho natural o sintético con un refuerzo de tejido interno, existen mangueras que para protección contra el desgaste y daños externos, vienen revestidas de un armazón de alambre y asbesto.

SUJECIÓN DE LAS MANGUERAS

Para asegurar la manguera a los conectores, se utilizan manguitos especiales cuyo tamaño, está de acuerdo al tamaño de la manguera.

Estas abrazaderas se aprietan mediante un tornillo y tuercas. Para evitar que las mangueras se zafen, las abrazaderas vienen provistas de aletas estranguladas.

OBSERVACIÓN

En el caso de mangueras que están pegadas (oxígeno-acetileno), use abrazaderas para evitar que se separen (fig. 2).

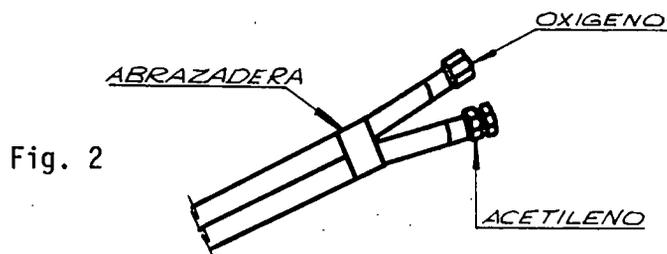


Fig. 2

EL ECONOMIZADOR DE GAS (fig. 3).

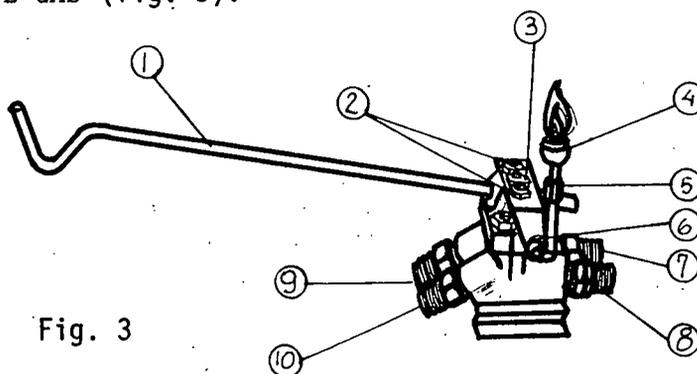


Fig. 3

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1 Palanca interruptura de gases. | 6 Tornillo pivote. |
| 2 Tornillos de ajuste. | 7 Entrada de acetileno. |
| 3 Tornillo de ajuste. | 8 Entrada de oxígeno. |
| 4 Llama piloto. | 9 Salida de acetileno. |
| 5 Tuerca. | 10 Salida de oxígeno. |

Dispositivo componente del equipo que permite apagar la llama, sin accionar las válvulas del soplete y ahorrando así oxígeno y acetileno.

FUNCIONAMIENTO

Al hacer presión hacia abajo la palanca interruptora de los gases, se cierran automáticamente las válvulas, intercaladas en el cuerpo del economizador cerrando el conducto de gases, apagándose así la llama en el soplete. Al levantar el soplete de la palanca interruptora, ésta se levanta accionada por un resorte, permitiendo el paso de los gases hacia el soplete, una llama que se mantiene en el piloto constantemente encendida, se utiliza para encender el soplete, reanudándose el trabajo con la llama original.



Se conoce como oxicorte manual, el procedimiento utilizado industrialmente para seccionar el acero suave, en piezas de gran espesor y diferentes formas está basado en el principio de oxidación ferrosa.

Tiene gran aplicación en la preparación de piezas, para la fabricación y montaje de estructuras soldadas.

Existen dos procedimientos de corte, tomando en cuenta los gases combustibles utilizados: *propano y acetileno.*

EQUIPO UTILIZADO

El equipo requerido para oxicortar es similar al utilizado en el proceso de soldadura oxiacetilénica, con excepción del soplete, boquilla de corte y accesorios.

SOPLETE DE CORTE

Implemento que proporciona un medio, para mezclar oxígeno con propano o acetileno en proporciones correctas, produciendo una llama de gran temperatura. Posee además un conducto adicional para el oxígeno, que a alta presión, proporciona el corte del metal.

Los sopletes de corte pueden ser de dos tipos: *el acoplado a un mango de soldar (fig.1) y el soplete de corte fijo (fig.2).*

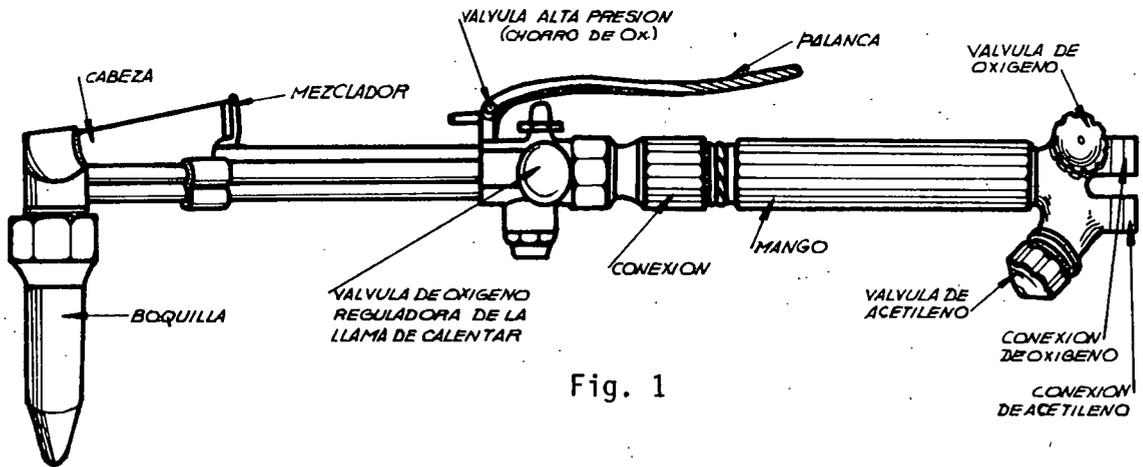


Fig. 1

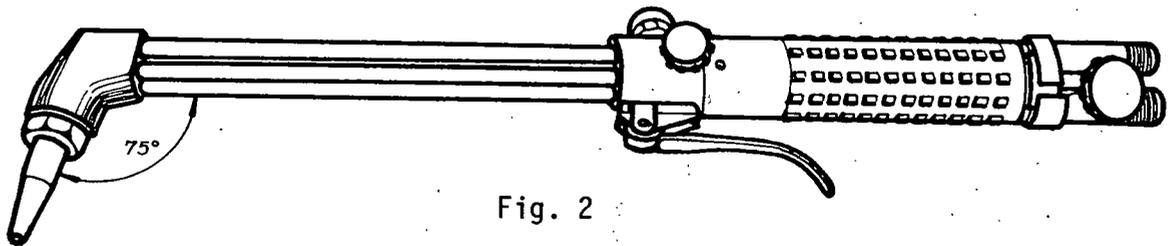


Fig. 2

El primero, se utiliza solamente en el corte con acetileno y el soplete fijo, se utiliza tanto con propano como acetileno. En ambos casos, la inclinación entre la boquilla y el cabezal puede ser de 75° y 90°.

BOQUILLA DE CORTE

Implemento que ajustado al cabezal del soplete, permite la creación de una llama de caldeo, capaz de calentar el metal a cortar. Permite además el paso de un chorro de oxígeno, de alta presión, para corte. Existen boquillas de corte para acetileno (fig.3), así como también boquillas para el corte con propano, la cual consta de dos piezas (fig.4).

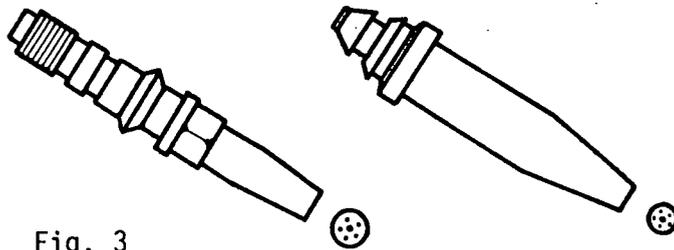


Fig. 3

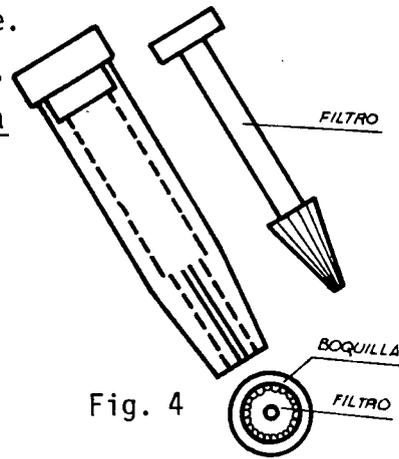


Fig. 4

Para seleccionar la boquilla, se toma en consideración el espesor del material a cortar, para lo cual se usa la siguiente tabla.

TABLA PARA LA SELECCIÓN DE BOQUILLA

ESPESESOR DEL METAL EN mm (Pulgadas)	PRESIÓN OXÍGENO EN kg/cm ² Lbs/Pulg ²	PRESIÓN ACETILENO EN kg/cm ² Lbs/Pulg ²	PRESIÓN PROPANO EN kg/cm ² Lbs/Pulg ²	NÚMERO Y MARCA DE BOQUILLA			
				TOCHWELD	HARRIS	OXWELD	AIRCO
3,17 (1/8)	2,46 (35)	0,14 (2)	0,14 (2)	68	00		
4,76-9,52 (3/16-3/8)	1,75-2,24 (25-32)	0,21-0,35 (3-5)	0,21-0,35 (3-5)	62	00-0	3	0-1
12,70-22,22 (1/2-7/8)	2,10-3,51 (30-50)	0,21-0,35 (3-5)	0,21-0,42 (3-6)	56	1	4	1-2
25,40-38,10 (1 - 1 1/2)	2,46-3,51 (35-50)	0,21-0,42 (3-6)	0,28-0,56 (4-8)	53	1	6	2
50,80 (2)	3,16 (45)	0,35 (5)	0,56 (8)	51	2	8	3
76,20 (3)	2,81 (40)	0,42 (6)	0,56 (8)	46	3	8	4-5
101,60-152,40 (4 - 6)	2,81-3,86 (40-55)	0,42-0,56 (6-8)	0,42-0,63 (6-9)	42	3-4	8	5-6
177,80-203,20 (7 - 8)	3,51-3,86 (50-55)	0,42-0,56 (6-8)	0,42-0,63 (6-9)	35		10	
228,60-304,80 (9 - 12)	3,86-4,92 (55-70)	0,56-0,70 (8-10)	0,49-0,70 (7-10)			12	
330,20-406,40 (13 - 16)	5,62-6,32 (80-90)	0,70-0,84 (10-12)	0,49-0,70 (7-10)	25			

OBSERVACIÓN

Esta tabla está sujeta a las especificaciones del fabricante; solo se han tomado los modelos comunes de boquillas, los cuales poseen

su equivalente, en otras marcas no presentadas. La limpieza de la boquilla, se realiza con agujas adaptables a los orificios de las mismas (fig.5).

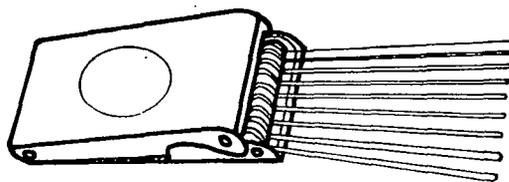


Fig. 5

ACCESORIOS

El oxicorte manual requiere accesorios, para mejorar las condiciones del corte, entre éstos se pueden mencionar el carrete (fig.6) y el compás de corte (fig.7).

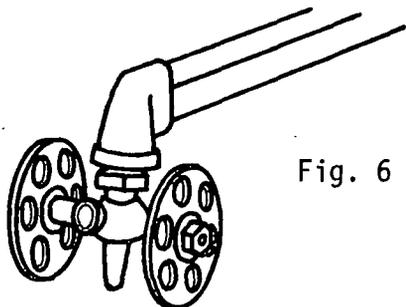


Fig. 6

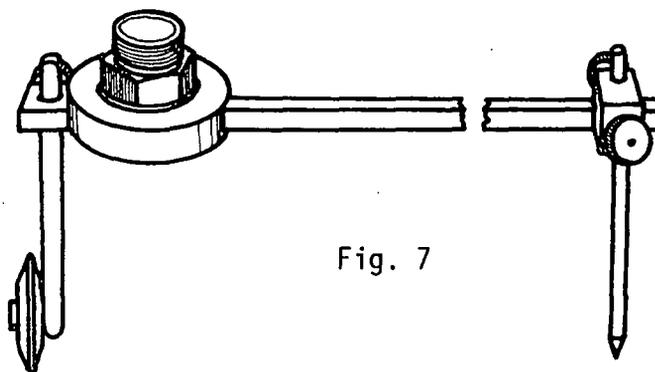


Fig. 7

El *carrete* es un accesorio graduable, que mantiene la boquilla del soplete a una altura uniforme, entre ésta y el material a cortar. Posee ruedas metálicas, que facilita el desplazamiento del soplete, en todo el recorrido del corte.

El carrete puede utilizarse sólo o con guías, para mantener la rectitud del corte según lo indica la figura 8.

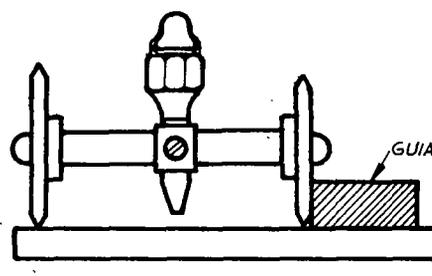


Fig. 8

El *compás de corte* es un implemento que se ajusta al soplete, de la misma forma que el carrete, se utiliza para cortar círculos y semicírculos según lo indica la figura 9.

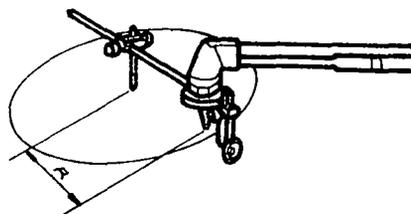


Fig. 9

APLICACIONES

- 1) El oxicorte tiene gran aplicación en piezas que requieren chaflanado; su preparación puede ser en V o en X, con diversas inclinaciones.
- 2) El oxicorte puede ser mecanizado, para lo cual se utilizan máquinas de corte semiautomático (figs. 10 y 11).

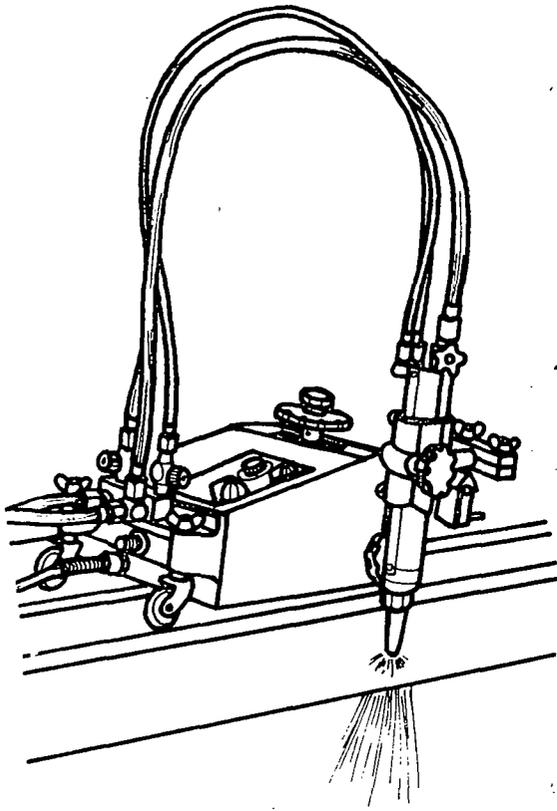


Fig. 10

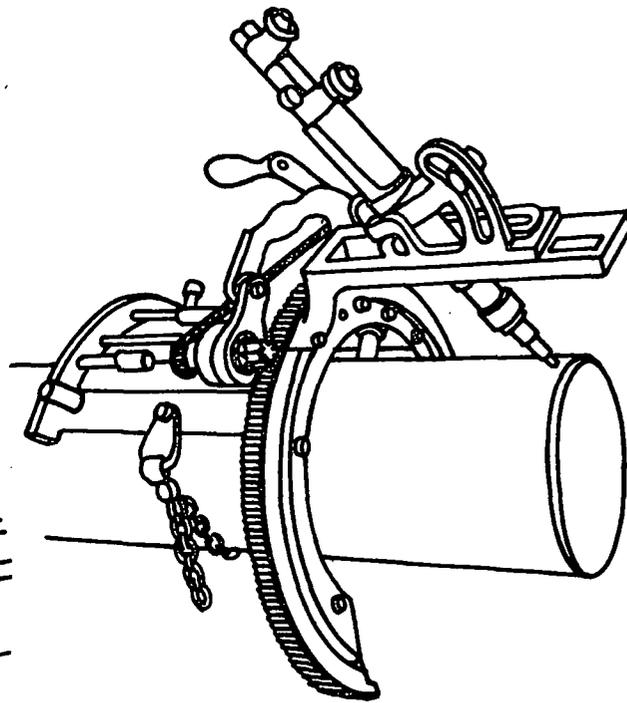


Fig. 11

VOCABULARIO TÉCNICO

BOQUILLA DE SOLDAR - pico de soldar.



Es un conjunto de piezas que relacionadas y adaptadas a las prensas y balancines ejecutan las operaciones en chapas para la producción de piezas en serie (fig. 1).

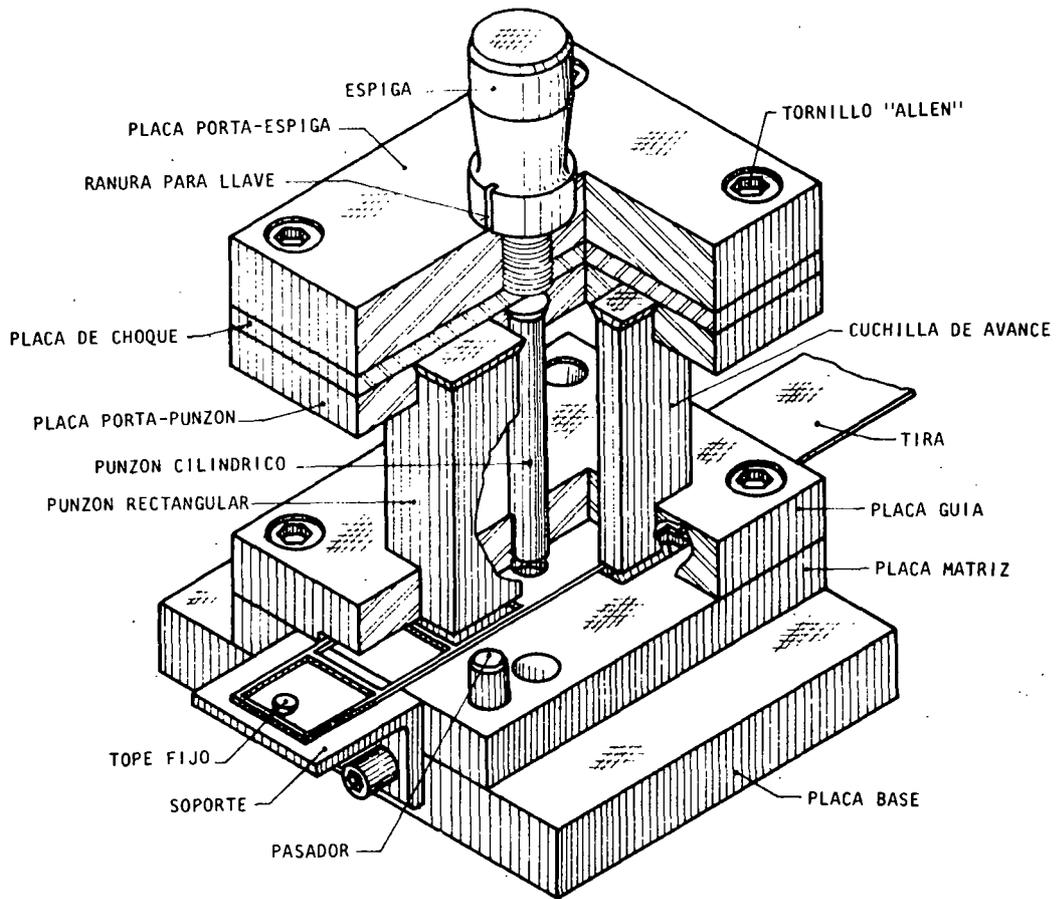


Fig. 1

El producto obtenido en la matriz se denomina *pieza*, y las sobras de la tira, *retal* (figs. 2 y 3).

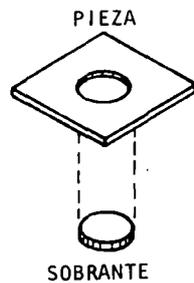


Fig. 2

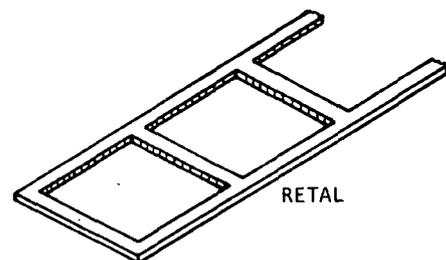


Fig. 3

VOCABULARIO TECNICO
RETAL - tira sobrante



Están formadas por dos conjuntos de piezas o placas que se denominan, *Superior* e *Inferior*.

CONJUNTO SUPERIOR

Es la parte móvil de la matriz que se fija al cabezal de la prensa por la espiga y realiza movimientos verticales descendentes y ascendentes (fig. 1).

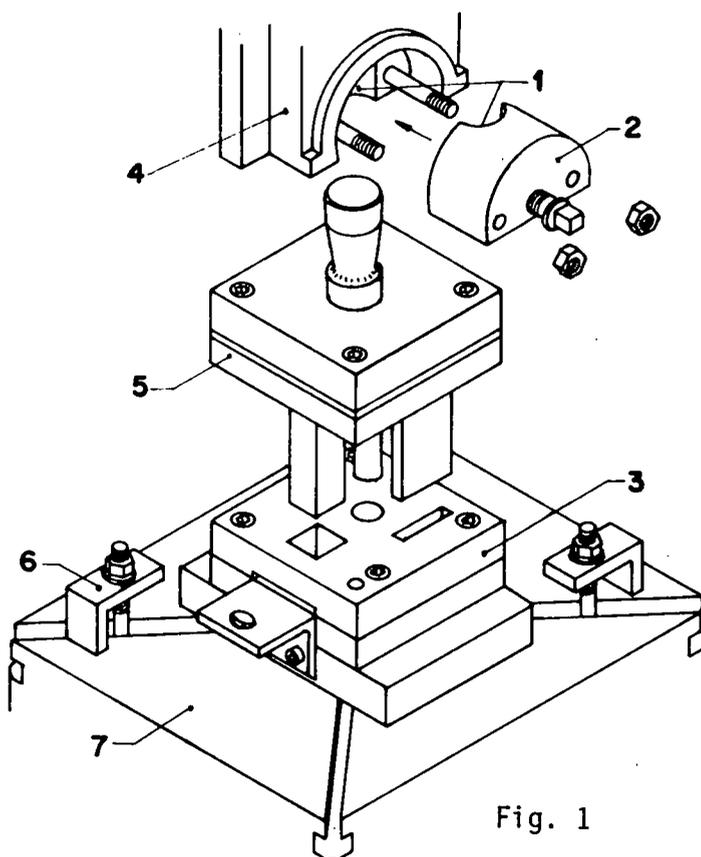


Fig. 1

NOMENCLATURA

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1 - Alojamiento de espiga | 5 - Conjunto superior |
| 2 - Mándril | 6 - Bridas |
| 3 - Conjunto inferior | 7 - Mesa |
| 4 - Cabezal | |

CONJUNTO INFERIOR

Es la parte de la matriz que se fija a la mesa de la prensa o balancín por medio de *tornillos y bridas* (fig. 1).



MECANICA GENERAL

Es una pieza cilíndrica, de acero 1020 a 1030 de carbono, que introducida y fijada en el alojamiento de la prensa, sostiene el conjunto superior (fig. 1).

NOMENCLATURA

- 1 - Cabezal
- 2 - Alojamiento para la espiga
- 3 - Espiga
- 4 - Tornillo de fijación
- 5 - Mandril
- 6 - Conjunto superior
- 7 - Base del cabezal

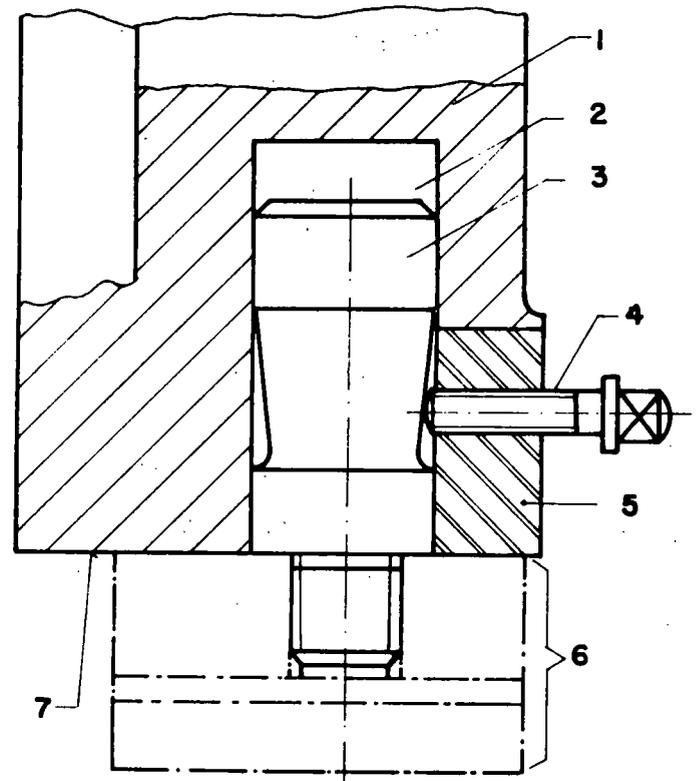


Fig. 1

TIPOS

Cilíndricas

Se adapta mediante el uso de casquillos cortados a diversos cabezales (fig. 2). Tiene el inconveniente de no ofrecer una buena fijación.

Cilíndrica con rebaje cónico

Para cabezales con alojamientos de espigas normalizadas. Tiene la ventaja de permitir una buena fijación (figs. 3 y 4).

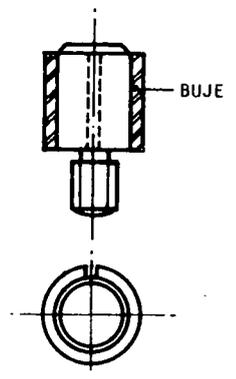


Fig. 2

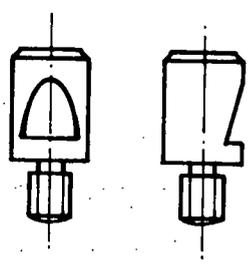


Fig. 3



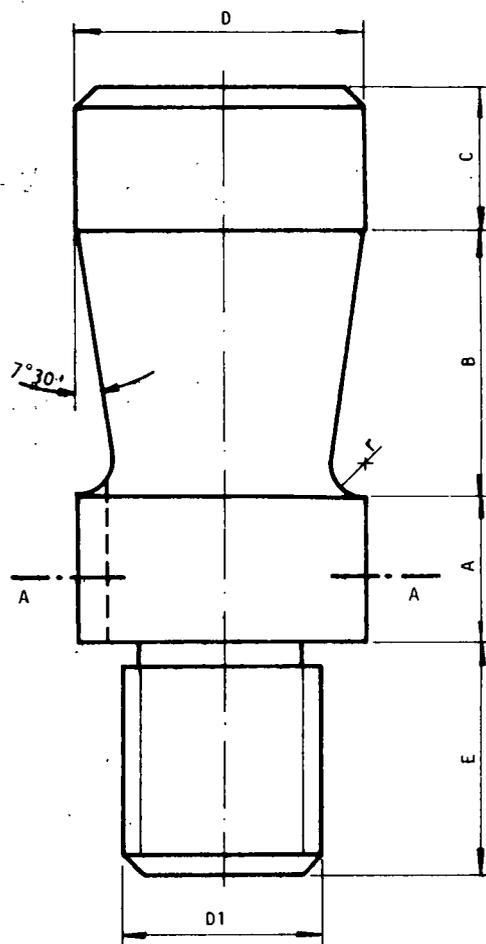
Fig. 4

CODIGO DE TEMAS TECNOLOGICOS
3-7.12

OBSERVACION

La parte cónica de la espiga tiene dos funciones:

- al apretar el tornillo, la presión ejercida en esta parte levanta la espiga forzando el apoyo de la placa superior en el cabezal de la prensa.
- las rebabas formadas por el tornillo en la parte cónica de la espiga no llegan a tocar el alojamiento en el mandril y permiten una correcta fijación.


OBSERVACION

La ranura "G" de la fig. 5 se hace para poder fijar la espiga a la placa superior por medio de una llave de espiga.

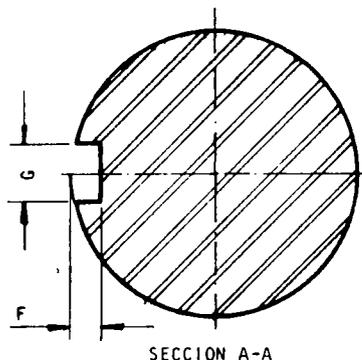


Fig. 5

TABLA DE DIMENSIONES DE LA ESPIGA

Capacidad de la Prensa	D	A	B	C	r	D1 Métrica fina	E	F	G
10 tf/cm ² 20 tf/cm ²	25	13	23	13	3	14 x 1,5 18 x 1,5	20	2,5	5
30 tf/cm ²	38	19	34	19	4	27 x 1,5	30	4	8
50 tf/cm ²	50	25	46	25	5	36 x 1,5	40	5	10
80 tf/cm ²	73,5	31	57	31	6	44 x 1,5	50	6	12



Es una placa de acero 1020 a 1030 o de hierro fundido, en la cual se fija la espiga y tiene por finalidad, unir por medio de tornillos la placa de choque y el porta-punzón.

TIPOS

- a. La placa superior más simple está representada en la (fig. 1).
Generalmente es utilizada para baja producción.

ALOJAMIENTO PARA TORNILLO "ALLEN"

PLACA SUPERIOR

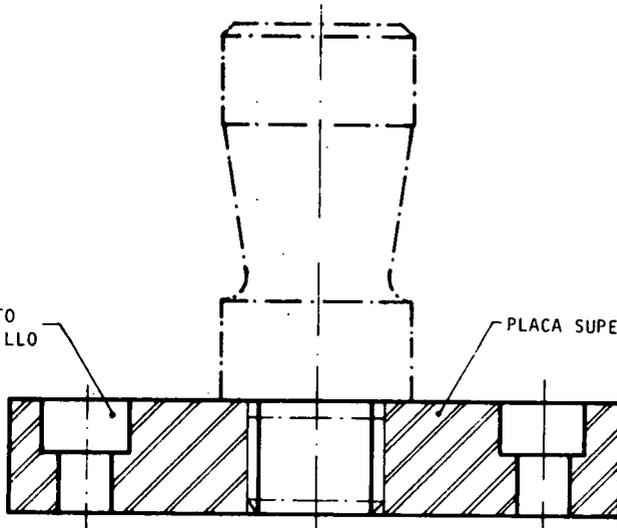


Fig. 1

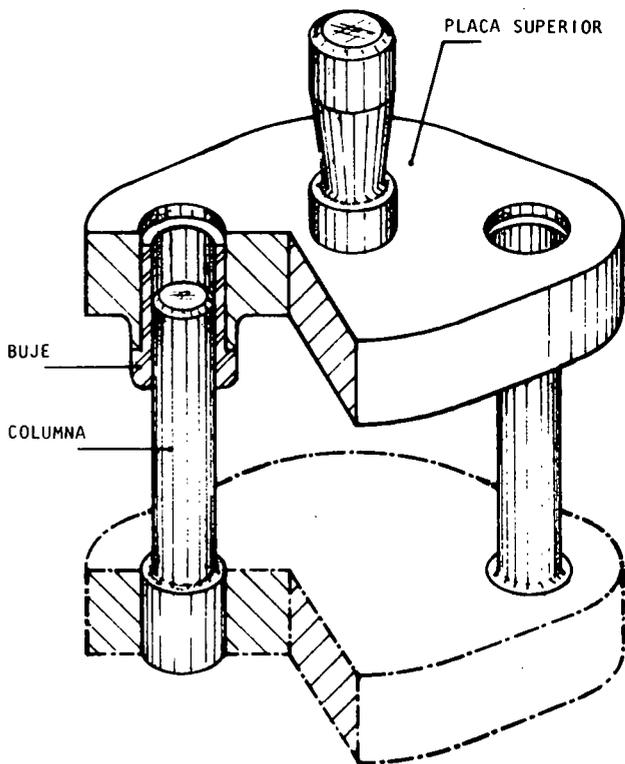


Fig. 2

- b. Las matrices de corte guiadas por columnas son más favorables en lo que se refiere a su capacidad de producción y durabilidad.

OBSERVACION

Existe otro tipo de *Placa Superior*, usada en prensas automáticas. Su fijación se hace por medio de tornillos y bridas.



Es una placa de acero 1060 a 1070 templada y rectificada que tiene por función soportar los golpes producidos por las cabezas de los punzones en el momento que éstos cortan la chapa, y evitan que los mismos penetren en la placa superior. Su espesor varía de acuerdo al material a cortar.

TIPOS

Placa de choque enteriza

Cuando tiene el mismo tamaño que la placa superior (fig. 1).

PLACA DE CHOQUE (ENTERIZA)

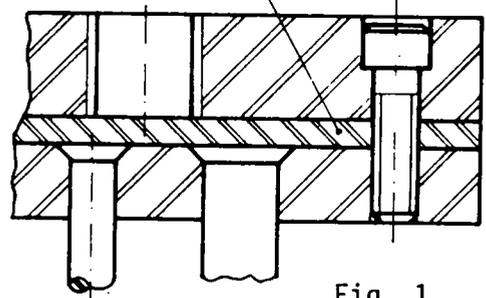
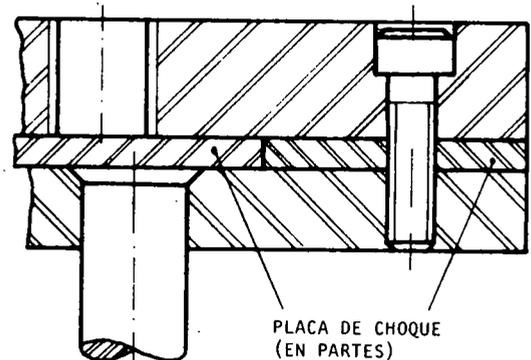


Fig. 1

Placa de choque en partes

Se usa cuando la matriz es grande y se puede deformar con el tratamiento térmico (fig. 2).



PLACA DE CHOQUE
(EN PARTES)

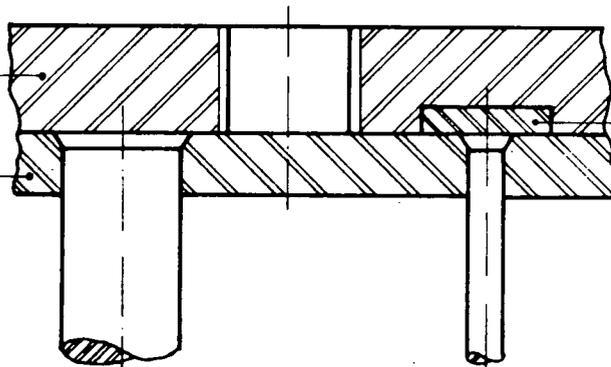
Fig. 2

Discos postizos

Se usan cuando la placa superior es grande y también para obtener economía de material (fig. 3).

PLACA SUPERIOR

PLACA PORTA-PUNZON



DISCO DE ACERO
EMBUTIDO

Fig. 3



Es una placa de acero 1020 a 1030 que va situada debajo de la placa de choque o de la placa superior y se fija a éstas por medio de tornillos. Su función es sostener los punzones, centradores, cuñas y las columnas de guías cuando fuese necesario (fig. 1).

NOMENCLATURA

- 1 - Placa de choque
- 2 - Alojamiento para cabeza de punzones
- 3 - Placa porta-punzones
- 4 - Alojamiento de punzón

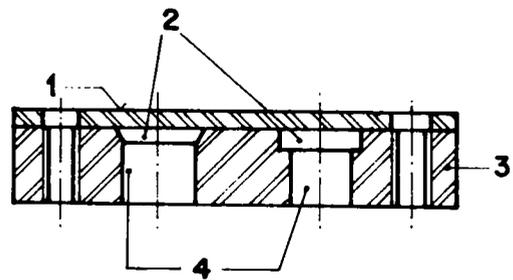


Fig. 1

Los alojamientos para colocar los punzones pueden ser mecanizados o realizados manualmente.

AJUSTES

Cuando la matriz se destina a trabajar en prensas automáticas, el ajuste de la *placa porta-punzones* debe ser H7 r6.

En prensas excéntricas, corresponde un ajuste H7 g6.

OBSERVACION

Para proyectar una placa porta-punzones se debe tener en cuenta:

- a. Espesor adecuado para sostener los punzones.
- b. Suficiente penetración de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación de los punzones.



Es una placa de acero 1020 a 1030 que tiene por función guiar los punzones y centradores a las cavidades de la matriz.

El espesor de la guía varía según el tamaño de la matriz, la carrera y función de los punzones.

Los punzones deberán recibir en la guía un ajuste deslizante H7 g6.

En caso de gran producción de piezas, podemos estudiar la posibilidad de colocar postizos o bujes de acero templado en las guías, evitando así el desgaste prematuro (fig. 1).

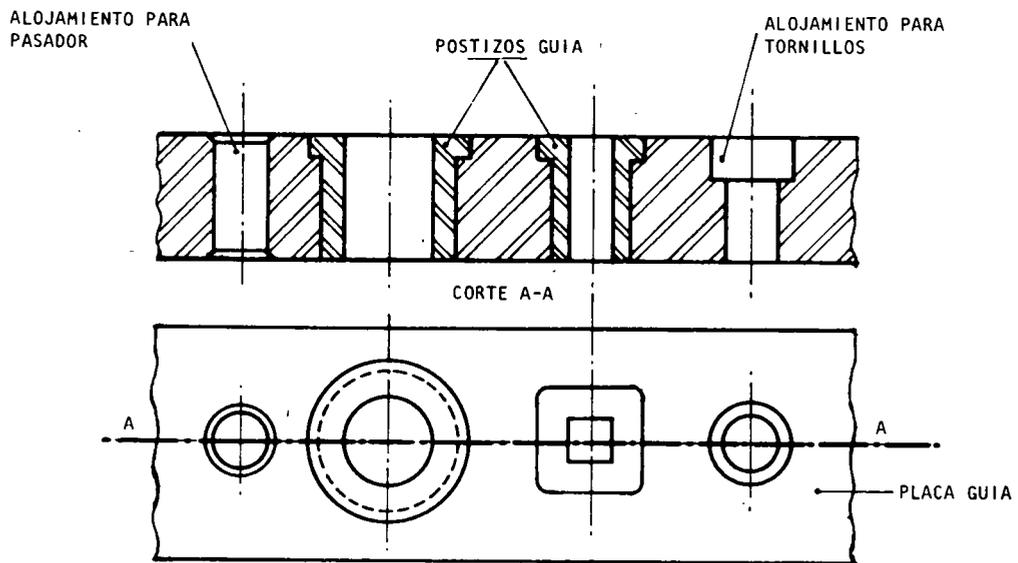


Fig. 1

TIPOS

Fija

Se monta en el conjunto inferior por medio de tornillos y pasadores (fig.2).

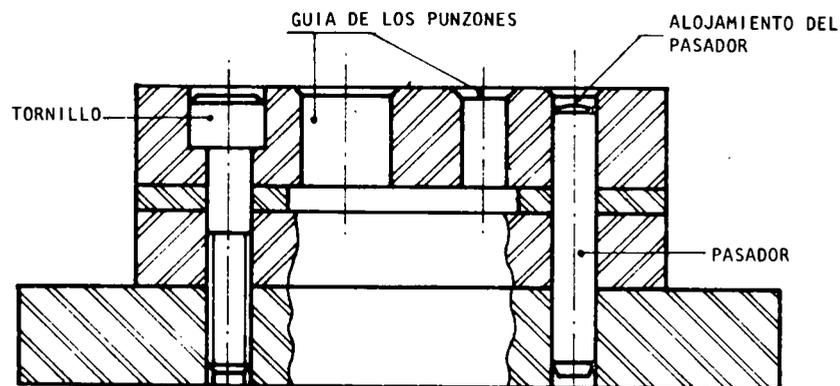


Fig. 2

Prensa-chapa

Se monta en el conjunto superior guiada por columnas cuando existe el peligro de deformar la tira en el momento que los punzones realizan la operación en ésta. Su movimiento es regulado por medio de tornillos limitadores y con muelles para que funcione como expulsor del retal.

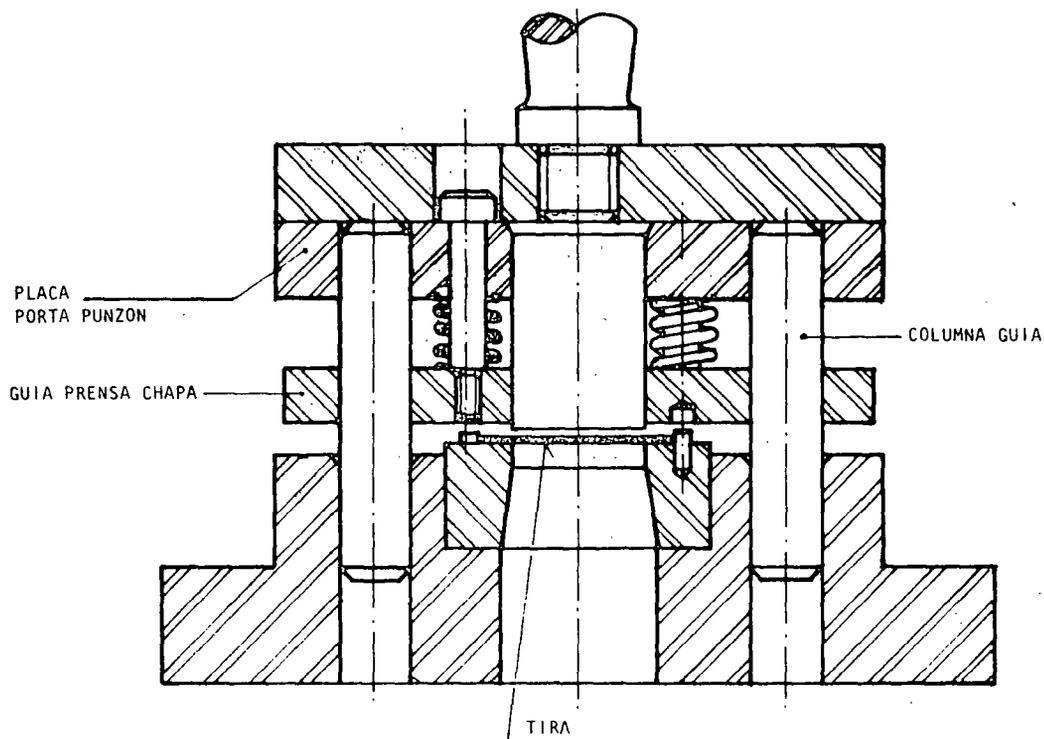


Fig. 3

OBSERVACION

La guía prensa-chapa generalmente es utilizada en estampas progresivas.



Son dos piezas de acero de 1040 - 1060 que se colocan en los laterales de las placas matrices. Pueden ser templadas y revenidas. Su función es guiar la tira de material a cortar (fig. 1).

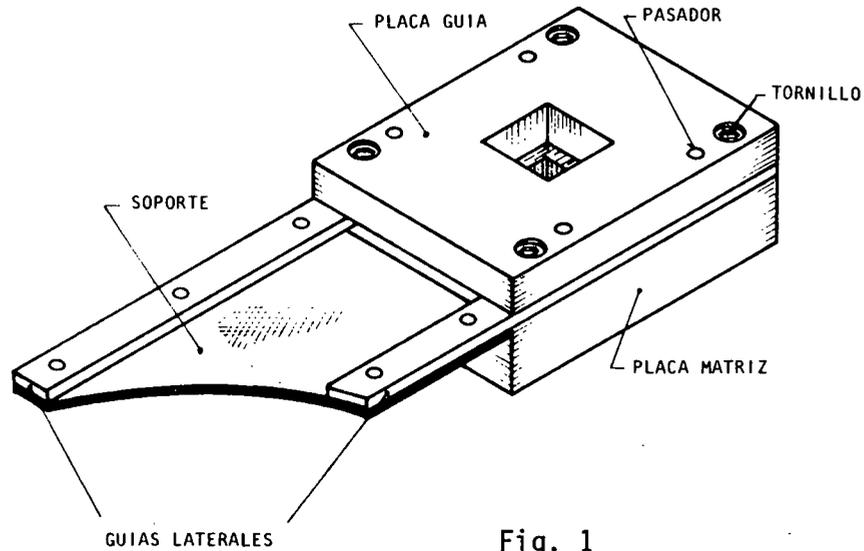


Fig. 1

DIMENSIONES

El espesor de las guías será 3 a 4 veces mayor que el de la tira a cortar. La distancia entre éstas debe ser igual al ancho de la tira, más una pequeña holgura que facilita el movimiento de la misma.

Su longitud puede ser igual al de la placa matriz, pero se recomienda hacerlas más largas, con un soporte que les da rigidez y sirve de apoyo a la tira.

EIJACION

Las guías laterales son fijadas entre las placas matriz y guía por medio de 2 pasadores y tornillos.

OBSERVACION

Cuando la tira a cortar es de poco espesor, las guías pueden ser sustituidas por una ranura en la placa guía (fig. 2), que deberá ser de 1,5 a 2 veces el espesor de la tira.

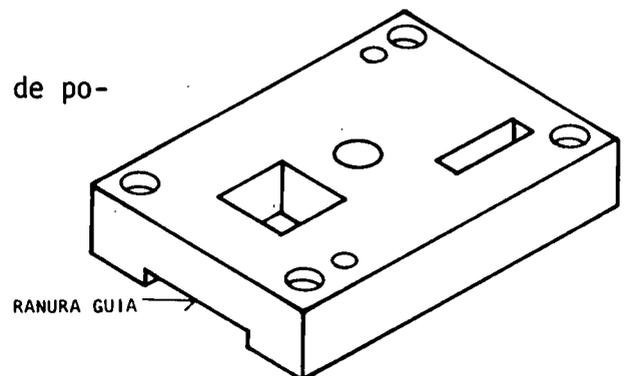


Fig. 2



Es una pieza de acero indeformable, templada, revenida y rectificada, provista de cavidades que tienen la misma forma de los punzones y cuya función es reproducir piezas por la acción de los mismos.

TIPOS

Enterizas

Cuando son construidas de una sola pieza (fig. 1).



CORTE A-A

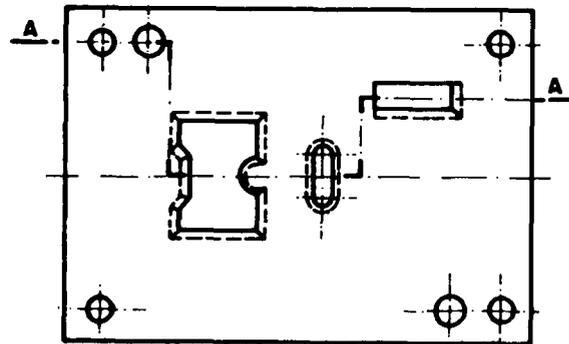


Fig. 1

Seccionada

Se construye de varias piezas para matrices de grandes dimensiones (figs. 2, 3,4).

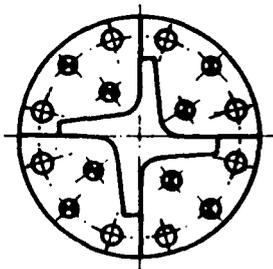


Fig. 2

Cuatro piezas

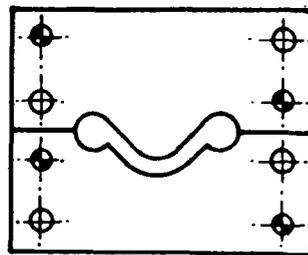


Fig. 3

Dos piezas

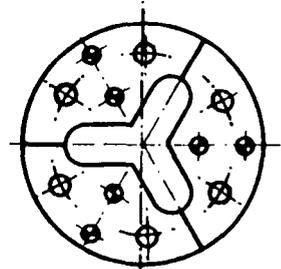


Fig. 4

Tres piezas

Cuando las dimensiones son muy pequeñas y presentan dificultad de construcción, los postizos van encajados en la placa matriz (figs. 5 y 6).

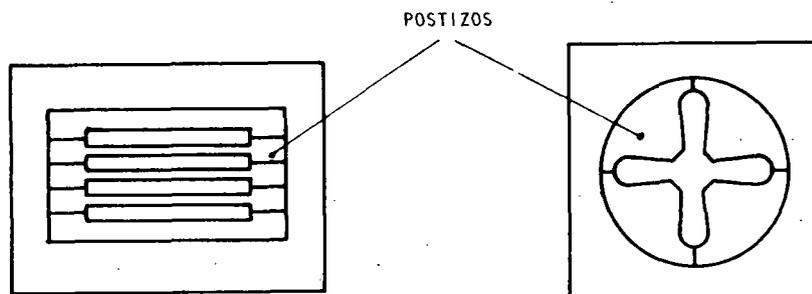


Fig. 5

ESCALA 2:1

Fig. 6

Compuestas

Este tipo se hace para facilitar la construcción y reparación de la placa matriz.

Se clasifican en:

- a. Con piezas postizas (figs. 7 y 8).

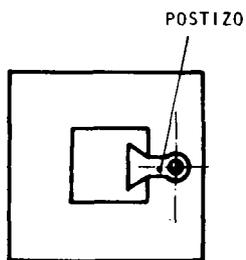


Fig. 7

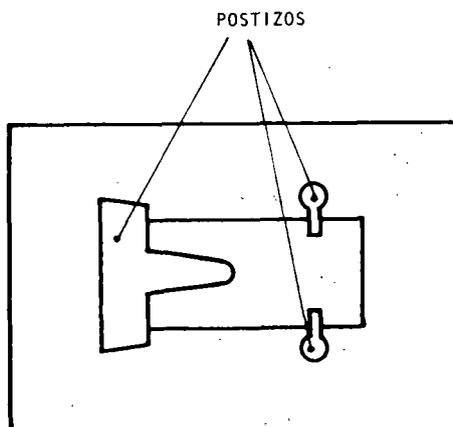


Fig. 8

- b. Con pastillas embutidas en material de bajo contenido de carbono, para reducir el costo (fig. 9).

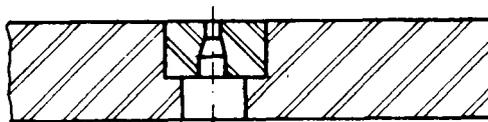


Fig. 9

ANGULO DE SALIDA

Cuando se hace la cavidad de una placa matriz ésta no es de medida uniforme ya que se ensancha en forma inclinada para facilitar la salida de las piezas.

Con salida desde la arista cortante

Para matrices de baja producción o cuando el material a cortar es blando o de poco espesor la inclinación se inicia en la arista cortante de la matriz (fig. 10).

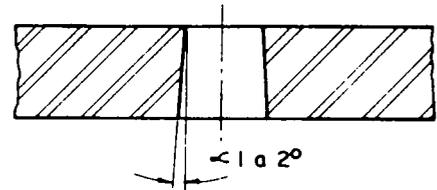


Fig. 10

Con sección de corte paralela

Es el tipo más usado, en este caso la cavidad tiene una parte paralela llamada sección de corte, que tiene 2 a 3 veces el espesor de la chapa a cortar. A partir de la sección de corte se da una inclinación de 1° a 3° (fig. 11).

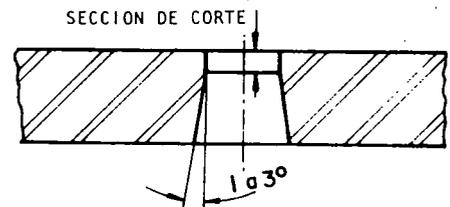


Fig. 11

Con sección de corte inclinada

Es semejante a la anterior, pero la sección de corte se hace ligeramente cónica (medio grado). Es usado en matrices de poca precisión y materiales duros (fig. 12).

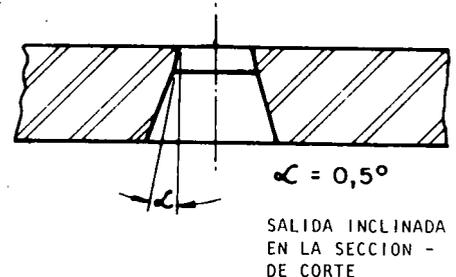


Fig. 12

En caso de agujeros cilíndricos, la salida se realiza por medio de una broca de mayor diámetro (figs. 13 y 14).

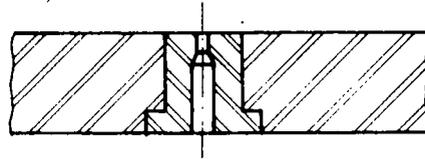


Fig. 13

En los agujeros cilíndricos de pequeño diámetro la sección de corte es ligeramente cónica para disminuir el esfuerzo del punzón y facilitar la salida del desperdicio. Esta conicidad se obtiene por medio de un escariador cónico (fig. 14).

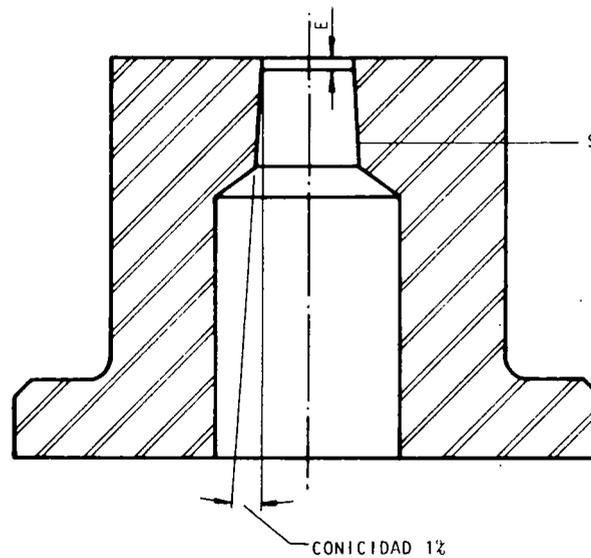


Fig. 14

E = Espesor del material

S = Salida cónica



Es una placa que sirve de apoyo a la placa matriz y se fija a esta por medio de tornillos y pasadores. Es construida de acero 1020 - 1030 o hierro fundido. Si la pieza obtenida cae por la parte inferior de la matriz, la placa base lleva una cavidad mayor para facilitar su salida.

TIPOS

Simples

Es la más económica por su forma de construcción y su tamaño es mayor que las otras placas para permitir su fijación (fig. 1).

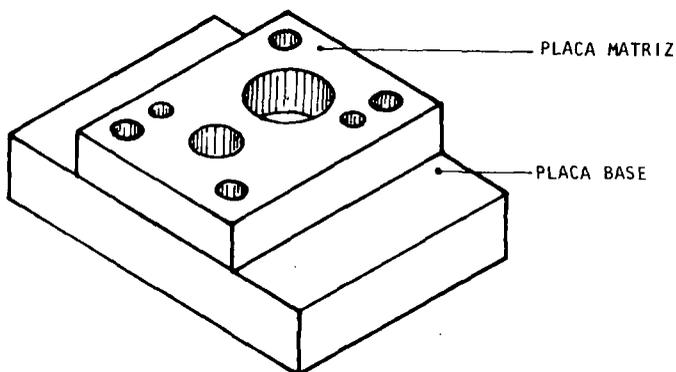


Fig. 1

Semi-embutida

Este sistema tiene la ventaja de reforzar lateralmente la placa matriz y permite reducir la superficie y espesor de la misma (fig. 2).

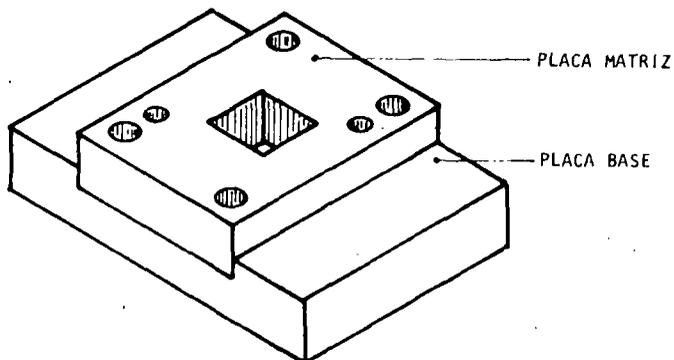


Fig. 2

Embutida

Cuando la placa matriz es sometida a grandes esfuerzos laterales o por su construcción presenta peligros de rotura (fig.3).

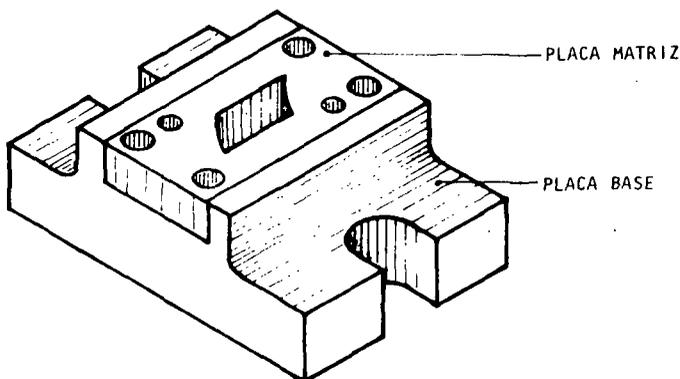


Fig. 3

Universales

Se construyen para poder adaptar placas matrices de diferentes medidas. La forma de fijación puede ser directa o con reglas de ajuste por medio de tornillos (fig. 4).

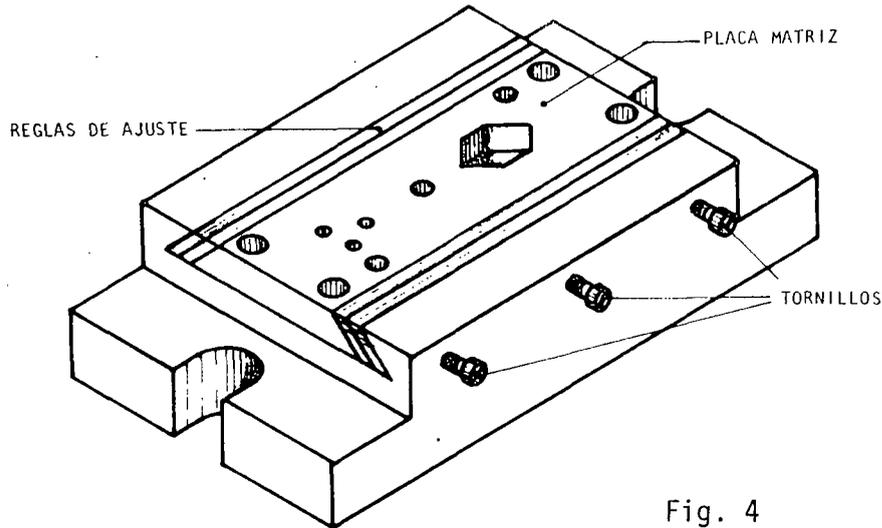


Fig. 4

Con columnas

La que se usa en matrices de alta producción y se construyen con columnas guías con dimensiones normalizadas (fig. 5).

SISTEMAS DE FIJACION

Para fijar las placas base a la mesa de la prensa se hace de dos formas:

Por medio de tornillos, directamente a la placa (fig. 6).

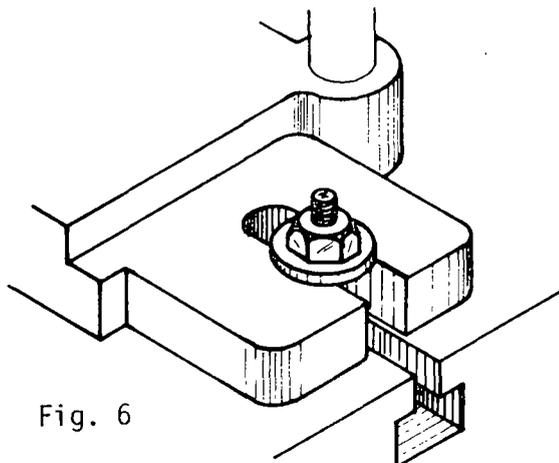


Fig. 6

Por medio de bridas y tornillos (fig. 7).

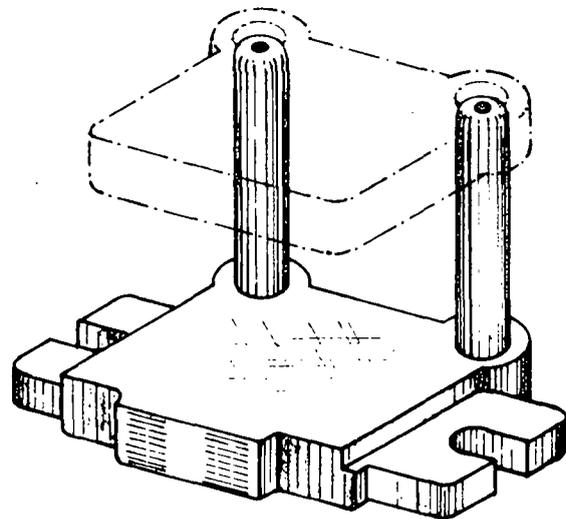


Fig. 5

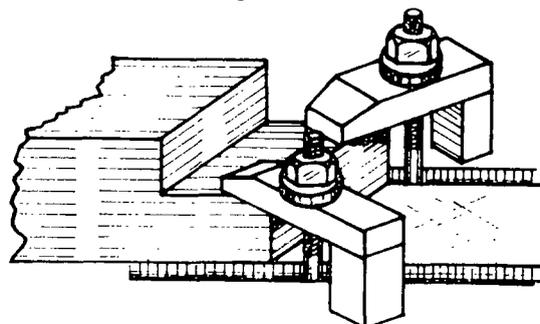


Fig. 7



MECANICA GENERAL

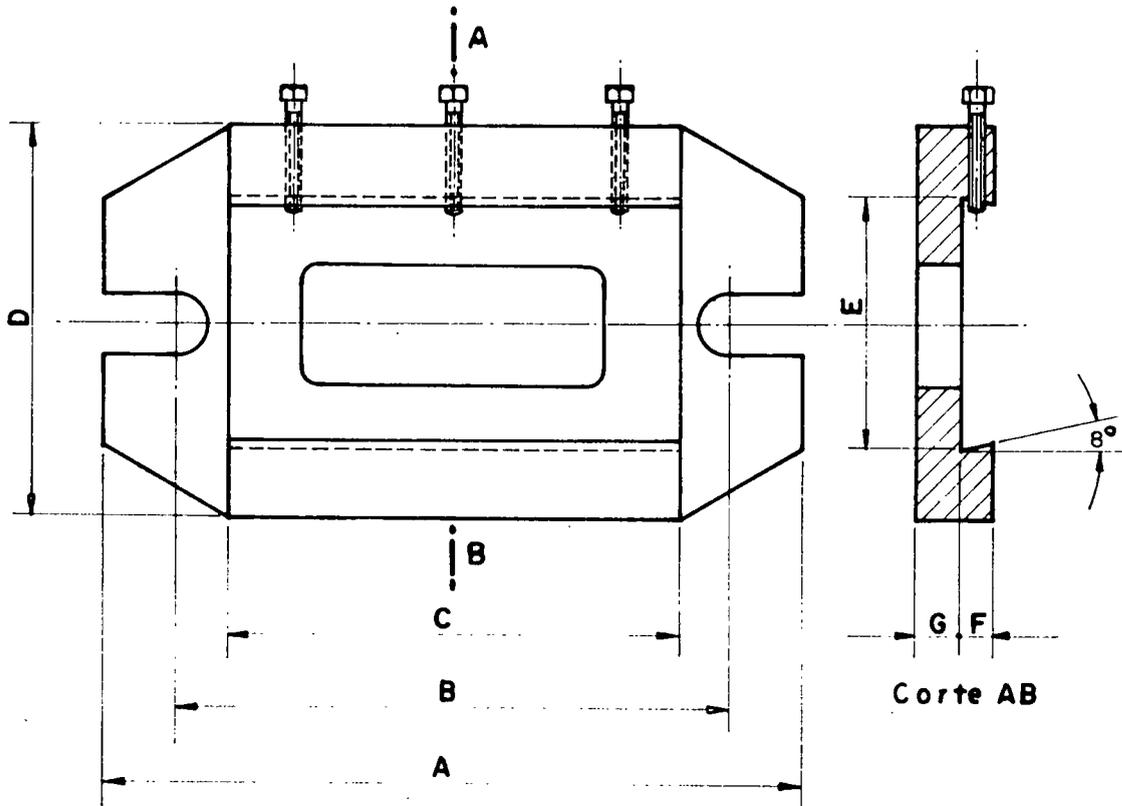


Fig. 1

TABLA

Nº \ Dim.	A	B	C	D	E	F	G
1	290	215	165	150	75	11	15
2	290	215	190	150	75	11	15
3	290	215	215	150	75	11	15
4	320	245	175	180	75	14	15
5	320	245	200	180	100	14	19
6	320	245	230	180	100	14	19
7	370	290	235	205	130	17	19
8	370	290	240	205	130	17	22



Son piezas de acero indeformable, templadas y revenidas que efectúan el corte al introducirse en las cavidades de la placa matriz, dando forma a la pieza.

TIPOS

Se clasifican en:

Simples

Cuando su forma no presenta dificultad de construcción (fig. 1).

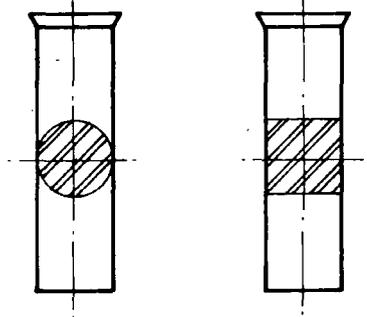


Fig. 1

Con postizos

Cuando presentan partes débiles que están sometidas a grandes esfuerzos (figs. 2 y 3).

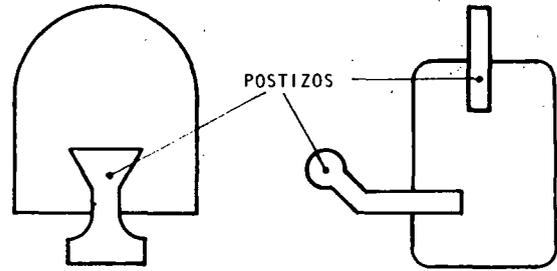


Fig. 2

Fig. 3

Seccionadas

Se construyen de esta forma cuando son de gran tamaño, y para facilitar su construcción y reparación (figs. 4 y 5).

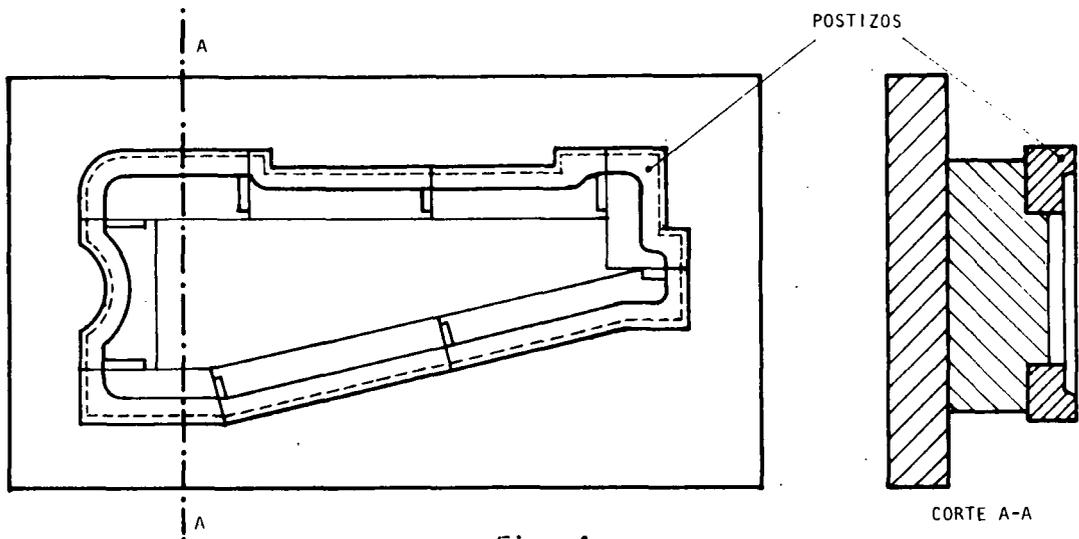


Fig. 4

Fig. 5

SISTEMAS DE FIJACION

Simples

Cuando la espiga y el punzón forman una sola pieza (figs. 6 y 7).

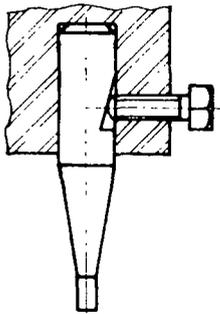


Fig. 6

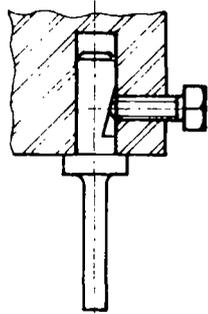
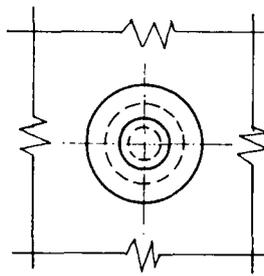
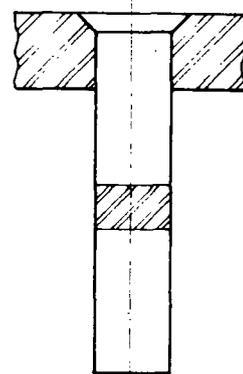
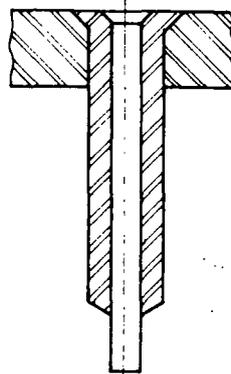


Fig. 7

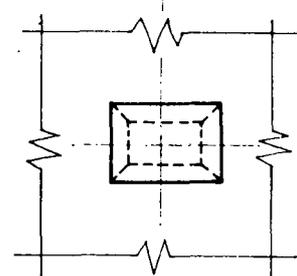
Con cabeza remachada

Se fijan directamente a la placa porta-punzón o por medio de un buje (figs. 8 y 9).

CABEZAS REMACHADAS



CON BUJE

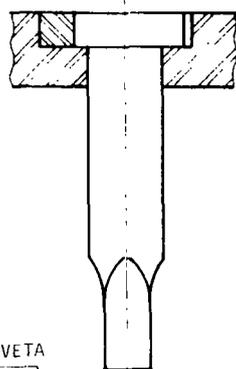
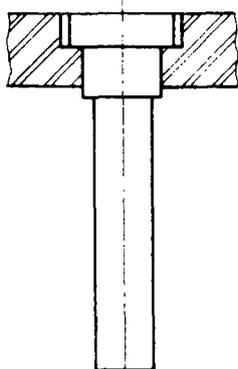


DIRECTAMENTE

Fig. 8

Fig. 9

CABEZAS MECANIZADAS



CHAVETA

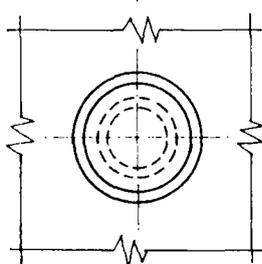


Fig. 10

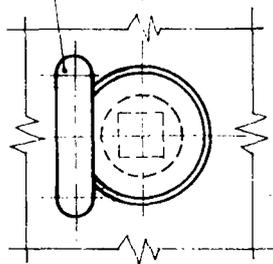


Fig. 11

Con cabeza mecanizada

(figs. 10 y 11).

OBSERVACION

Cuando la sección de corte no es cilíndrica es preciso determinar su posición para evitar la rotura del punzón (fig. 11).

OTROS TIPOS DE FIJACION

Además de los tipos comunes de fijación existen otros que se utilizan en ca sos especiales.

Punzón semi-embutido fijado con tornillo y un pasador para posicionarlo (fig. 12).

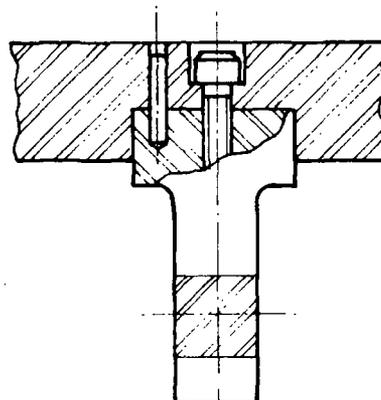


Fig. 12

Cuando los punzones son de poco espesor, se fijan por medio de pa sadores perpendiculares a la posición de éstos y el conjunto se embute en la placa porta-punzón (fig. 13).

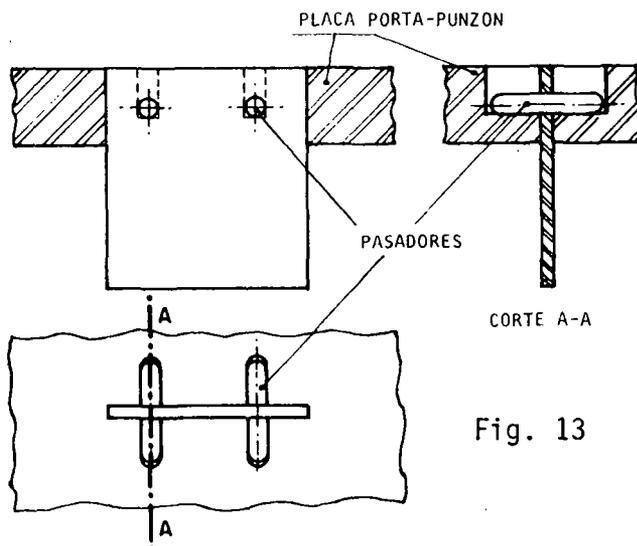


Fig. 13

Cuando el punzón tiene una base de apoyo suficiente, puede fijarse a la placa porta-punzón por medio de tornillos y como mínimo dos pasa-dores (fig. 14).

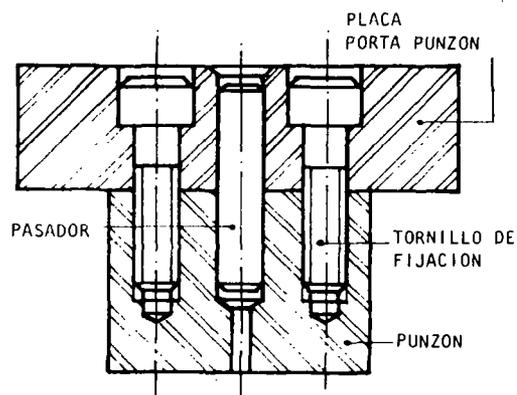


Fig. 14

VENTAJAS

No es necesario embutir el punzón en la placa.
Permite economía en la construcción de los punzones.



Los pilotos centradores son pernos que permiten posicionar la tira ya perforada, y el centro de los agujeros de las piezas a cortar, cumpliendo con las tolerancias exigidas. El material indicado para su construcción es el acero plata y debe ser templado y revenido.

TIPOS

Pilotos fijos en el punzón, con ajuste H7 m6 (figs. 1 y 2).

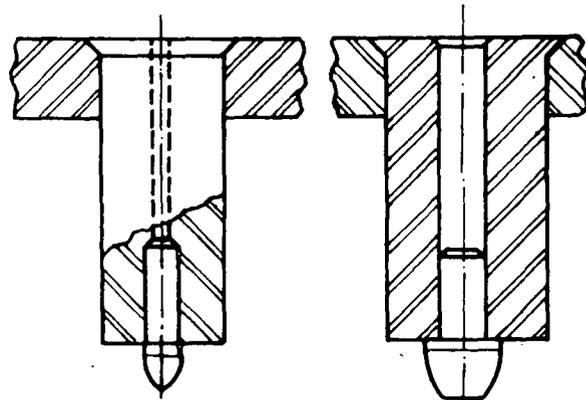


Fig. 1

Fig. 2

Pilotos fijos en el punzón con espiga roscada (fig. 3).

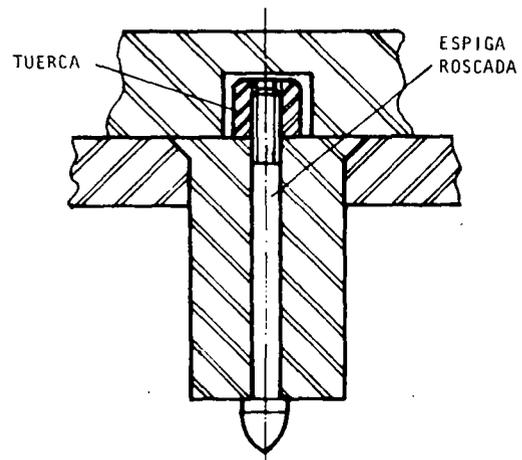


Fig. 3

Estos tipos se emplean en los casos en que el agujero a centrar se encuentra dentro del contorno de la pieza a cortar (fig. 4).

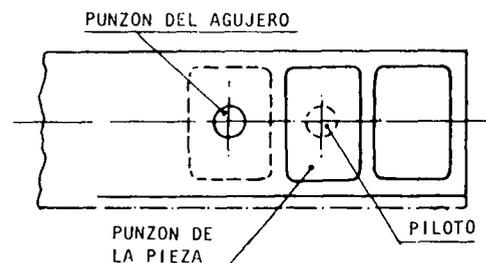


Fig. 4

Pilotos fijos a la placa porta-punzón con cabeza remachada (fig. 5).

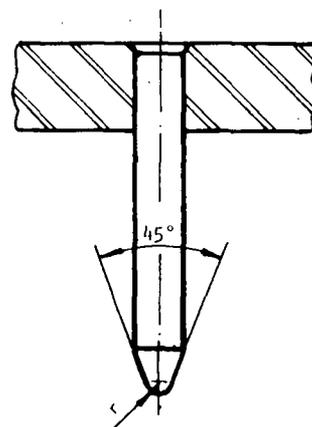


Fig. 5

Se emplean cuando la pieza a fabricar no tiene agujeros. Los pilotos se deben colocar lateralmente sobre la parte no cortada de la tira (fig. 6).

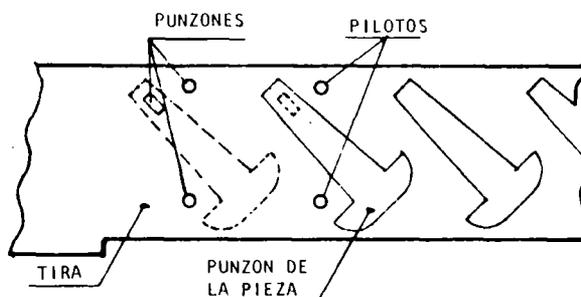


Fig. 6

DETALLES DE CONSTRUCCION (fig. 7).

$$R = D$$

$$r = 0,3 \cdot D$$

$$e = \text{espesor de la tira} \cdot 0.5$$

$$d = 2/3 D$$

D = inferior al agujero a
 centrar de acuerdo a
 la tolerancia de la
 pieza.

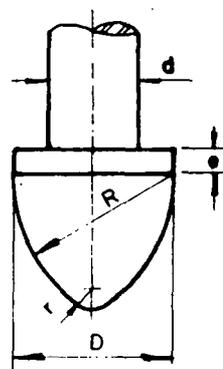


Fig. 7



Son piezas cilíndricas generalmente construidas de acero plata, templadas y revenidas.

Su función es posicionar las placas de un conjunto, o piezas entre si (fig. 1).

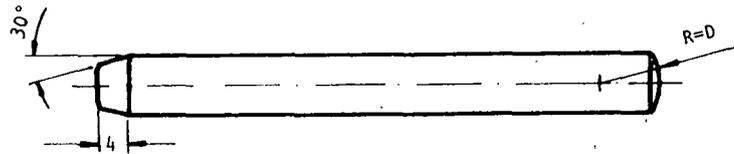


Fig. 1

Su ajuste a las diversas placas debe ser H7 j6. (Fig. 2)

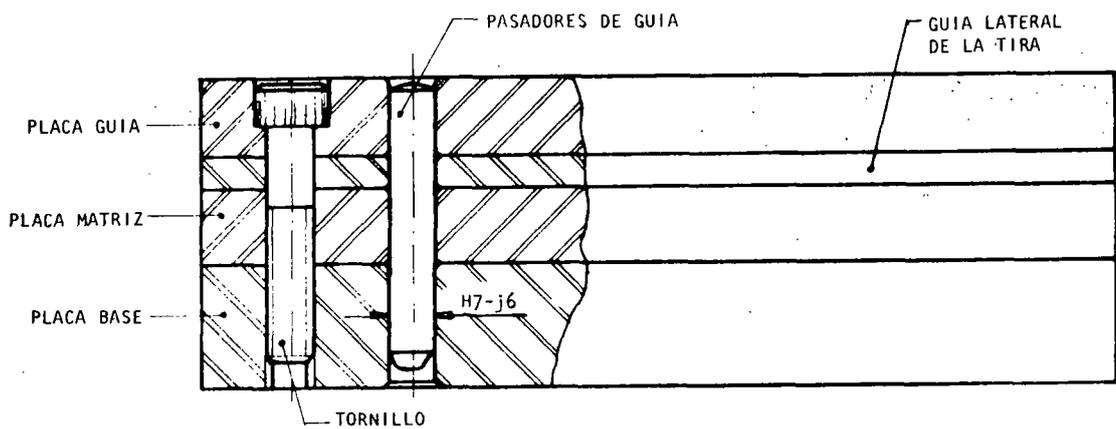


Fig. 2

Se emplean como mínimo dos pasadores localizados lo mas distante entre sí, teniendo en cuenta la seguridad de la matriz (fig. 3).

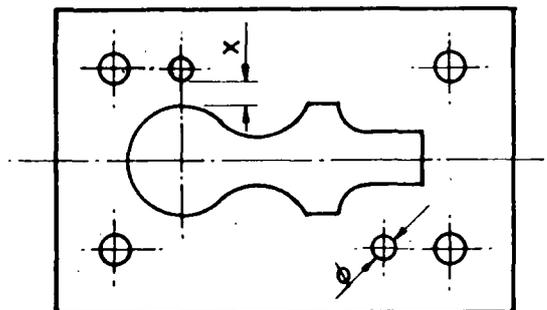


Fig. 3

TABLA

φ mm	3 - 6	6 - 12	12 - 20
X	6	10	13

Según la necesidad, el alojamiento de los pasadores se efectúa en diversas formas.

Pasante

Cuando las piezas a posicionar permiten el taladrado total (fig. 4).

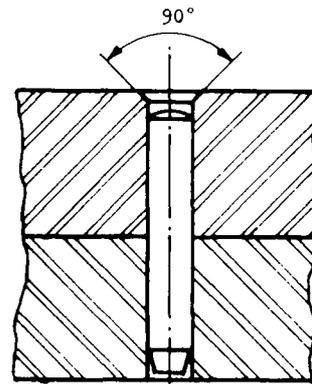


Fig. 4

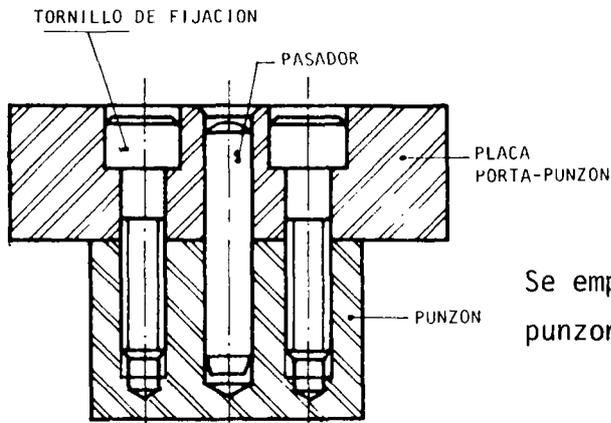


Fig. 5

No pasante

Se emplea generalmente en la fijación de punzones (fig. 5).

Los pasadores que se ubican en agujeros no pasantes pueden ser huecos (fig. 6) o tener un pequeño plano (fig. 7) para permitir la salida de aire y su mejor extracción.

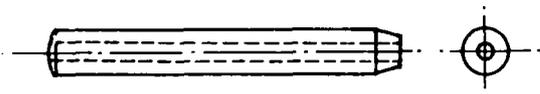


Fig. 6

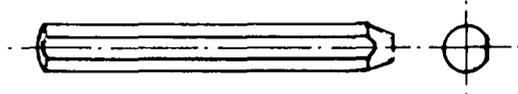


Fig. 7

Las dimensiones de los pasadores se determinan por el espesor de las piezas y el esfuerzo que soportan (fig. 8).

Tabla práctica para uso de los pasadores

		DIAMETRO (D)							
		4	6	8	10	12	14	16	20
LONGITUD DEL PASADOR (L)	40	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	50	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	60	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	70	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	80	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	90	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	100	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	110	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	120	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	130	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	140	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	150	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded
	160	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded	Shaded

Fig. 8



Se entiende por *corte*, en matricería, la separación total o parcial de un material sin formación de virutas (figs. 1, 2 y 3).

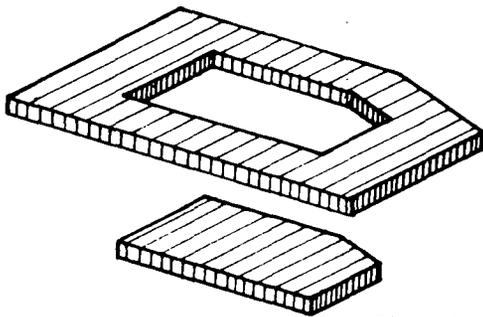


Fig. 1

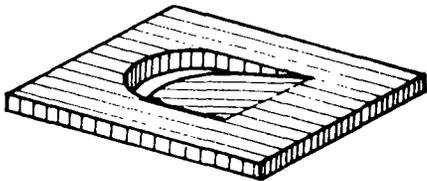


Fig. 2

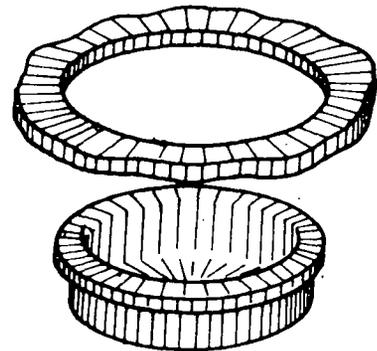


Fig. 3

PROCESO DE CORTE

a. Al descender el punzón, presiona la tira contra la placa matriz y empuja la parte a cortar dentro de la cavidad de la misma; se producen deformaciones en las dos caras de la tira a cortar y se inician grietas de rotura (fig. 4).

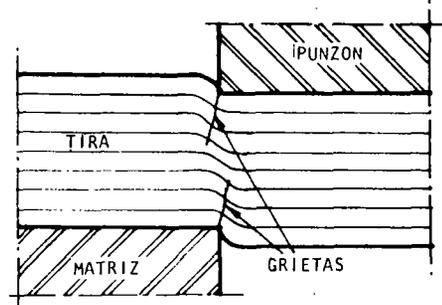


Fig. 4

b. Para que la pieza obtenida no presente rebabas, es necesario que el juego entre punzón y placa matriz sea el adecuado (fig. 5).

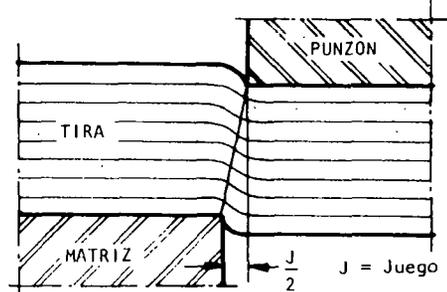


Fig. 5

c. La presión que continúa ejerciendo el punzón provoca la separación de la pieza (fig. 6).

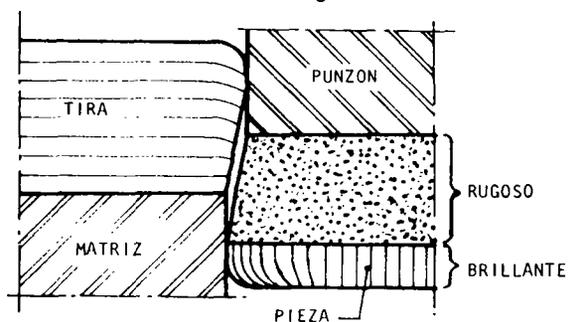


Fig. 6



MECANICA GENERAL

Llamamos juego entre punzón y matriz a la holgura que debe existir para que la acción del corte sea correcta, y trae como consecuencia la conservación de la placa matriz y la calidad de la pieza (fig. 1).

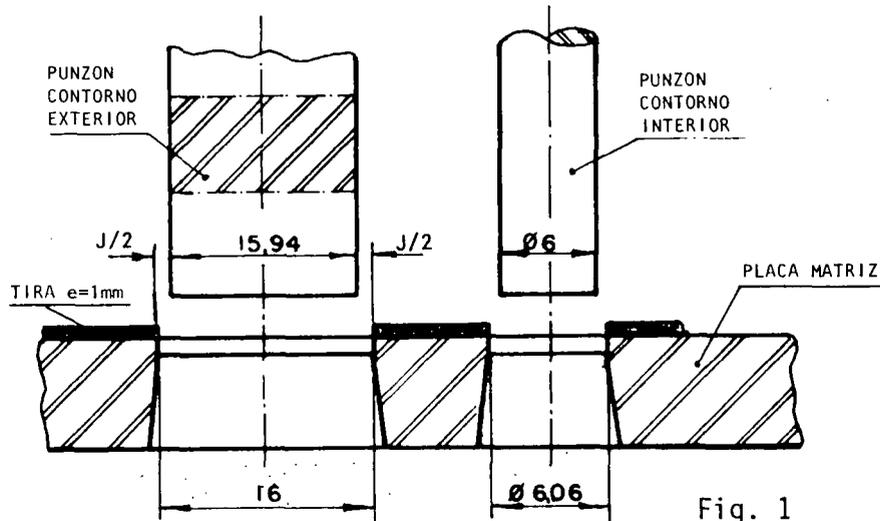


Fig. 1

MEDIDAS DE CONTORNOS

Cuando necesitamos obtener contornos exteriores, la placa matriz lleva la medida exacta de la pieza y el juego se le resta al punzón.

En el caso de contorno interior, el punzón lleva la medida exacta y el juego se le suma a la placa matriz.

CALCULO

Para determinar las medidas correspondientes de punzón y placa matriz podemos aplicar las fórmulas siguientes:

Para acero suave y latón $J = \frac{e}{20}$

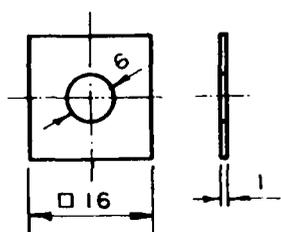
Para acero semi-duro $J = \frac{e}{16}$

Para acero duro $J = \frac{e}{14}$

J = Juego en mm; e = espesor de la chapa en mm.

EJEMPLO

Determinar las medidas de los punzones y matrices para construir piezas de acero semi-duro según fig. 2.



$$J = \frac{e}{16}$$

$$J = \frac{1}{16} = 0,06$$

$$J = 0,06$$

- Matriz contorno exterior: 16 mm
- Punzón contorno exterior: 15,94 mm
- Matriz contorno interior: 6,06 mm
- Punzón contorno interior: 6 mm

Cuando hay dificultad para medir el juego entre punzón y placa matriz es necesario hacer ensayos en la prensa o balancín para determinarlo, por el aspecto de la pieza.

ASPECTOS DE LAS PIEZAS

El espesor de las piezas cortadas en matrices, presentan dos partes: brillante y opaca.

Este fenómeno ocurre en función del juego entre punzón y placa matriz. Sus medidas varían de acuerdo al espesor y tipo del material a ser cortado.

EJEMPLOS

1. Para materiales no ferrosos, dúctiles y de poca resistencia a la tracción la parte opaca tiene $1/3$ del espesor (fig. 3).

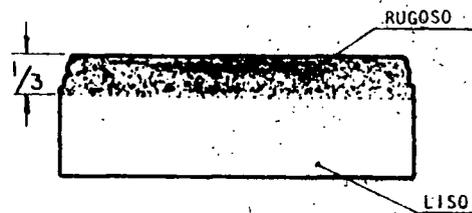


Fig. 3

2. En materiales ferrosos que no ofrecen gran resistencia a la tracción la parte opaca tiene la mitad del espesor (fig. 4).

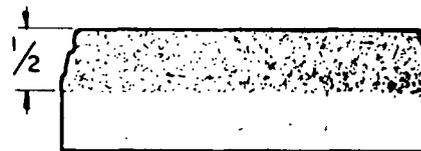


Fig. 4

3. Para materiales ferrosos que ofrecen mayor resistencia a la tracción la parte opaca tiene $2/3$ del espesor (fig. 5).

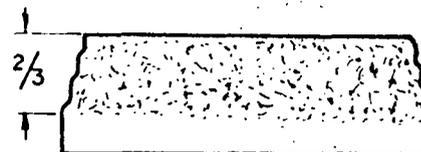
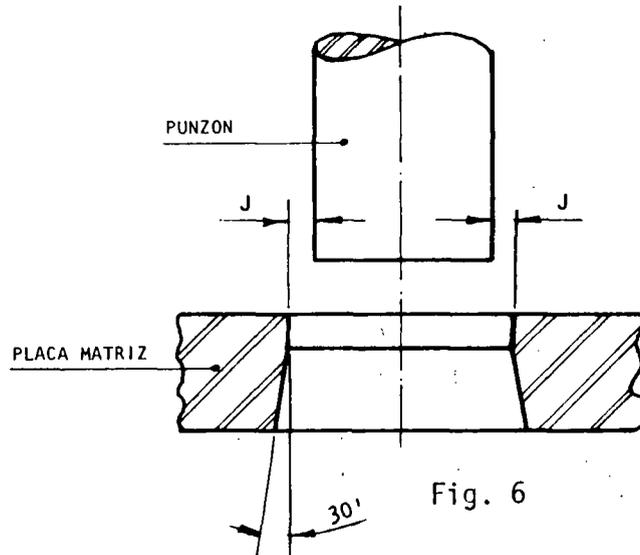


Fig. 5

OBSERVACION

Existen otros materiales que se adaptan a cualquiera de los tres casos antes citados, como ser: hoja-lata, acero al carbono, acero inoxidable, materiales aislantes y plásticos.

Tabla práctica para determinar el juego entre punzón y placa matriz.



Espesor de la chapa en mm	JUEGO "J"					
	Acero blando	Latón	Chapa al silicio	Cobre	Aluminio	Aluminio duro
0,25	0,015	0,01	0,015	0,015	0,008	0,02
0,5	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01	0,04
0,75	0,04	0,03	0,04	0,04	0,015	0,06
1,0	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	0,08
1,25	0,06	0,05	0,06	0,06	0,03	0,1
1,5	0,075	0,06	0,075	0,075	0,04	0,12
1,75	0,09	0,07	0,09	0,09	0,05	0,14
2,0	0,105	0,08	0,105	0,105	0,06	0,16
2,5	0,13	0,11	0,13	0,13	0,08	0,19
3,0	0,18	0,14	0,16	0,16	0,1	0,22
3,5	0,25	0,18		0,22		
4,0	0,325	0,21		0,28		
4,5	0,41	0,27		0,34		
5,0	0,5	0,325		0,42		
5,5	0,62	0,4		0,5		
6,0	0,75	0,48		0,6		



Es la fuerza necesaria para efectuar un corte en el material y determina la capacidad en toneladas de la prensa a utilizar.

Para calcular el esfuerzo de corte podemos aplicar la fórmula siguiente:

Fórmula:

$$E_c = P \cdot e \cdot R_c$$

E_c = Esfuerzo de corte

P = Perímetro de la pieza a cortar (en mm.)

e = espesor de la chapa (en mm.)

R_c = Resistencia al corte del material (en kgf/mm^2).

EJEMPLOS

- Queremos saber el esfuerzo necesario para cortar la pieza de la figura 1. La resistencia del material a cortar es de 32 Kg/mm^2 y el espesor de la chapa tiene 1 mm.

CALCULO

$$E_c = P \cdot e \cdot R_c$$

$$E_c = 100 \times 1 \times 32 = 3.200$$

$$E_c = 3.200 \text{ kgf/mm}^2$$

10
10
10
20
20
30
100
P=100

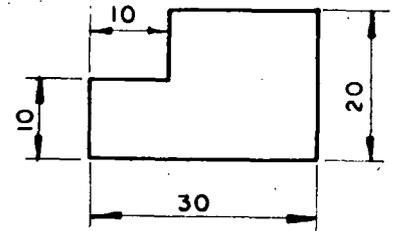


Fig. 1

Quando calculamos el esfuerzo de corte con dos o más punzones en la misma matriz, se hace con la suma de los perímetros.

- Calcular el esfuerzo de corte para obtener la pieza de la figura 2. Donde la $R_c = 32 \text{ kgf/mm}^2$ y el espesor es de 1 mm.

CALCULO

$$E_c = P \cdot e \cdot R_c$$

$$E_c = 140 \times 1 \times 32 = 4.480$$

$$E_c = 4.480 \text{ kgf/mm}^2$$

$$P = 100 + 40 = 140$$

$$P = 140 \text{ mm.}$$

10
10
10
10
20
20
30
10
10
10
10
100 · 40

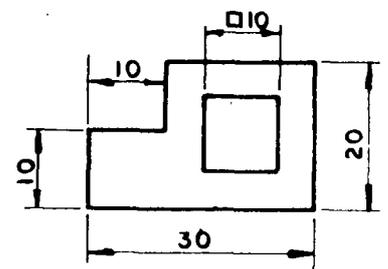


Fig. 2

OBSERVACION

El valor de la resistencia al corte se obtiene de la tabla y está relacionado directamente con el tipo de material a trabajar.

Para reducir el esfuerzo de corte, puede afilarse la parte activa de punzones y placas matrices en las formas siguientes (fig. 3).

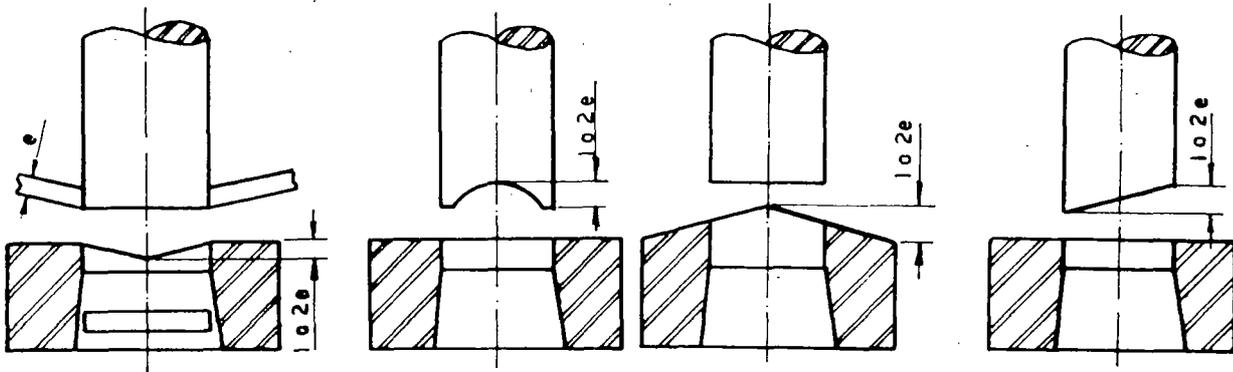


Fig. 3

Esta forma de construcción no se recomienda para cortar material de poco espesor porque las piezas a obtener sufren deformaciones, por lo tanto se usa en material de considerable espesor.

También se puede reducir el esfuerzo de corte, construyendo los punzones de modo que trabajen en forma *escalonada*.

La efectividad de este sistema es que dicho esfuerzo se produce parcialmente sobre el material a cortar (fig. 4).

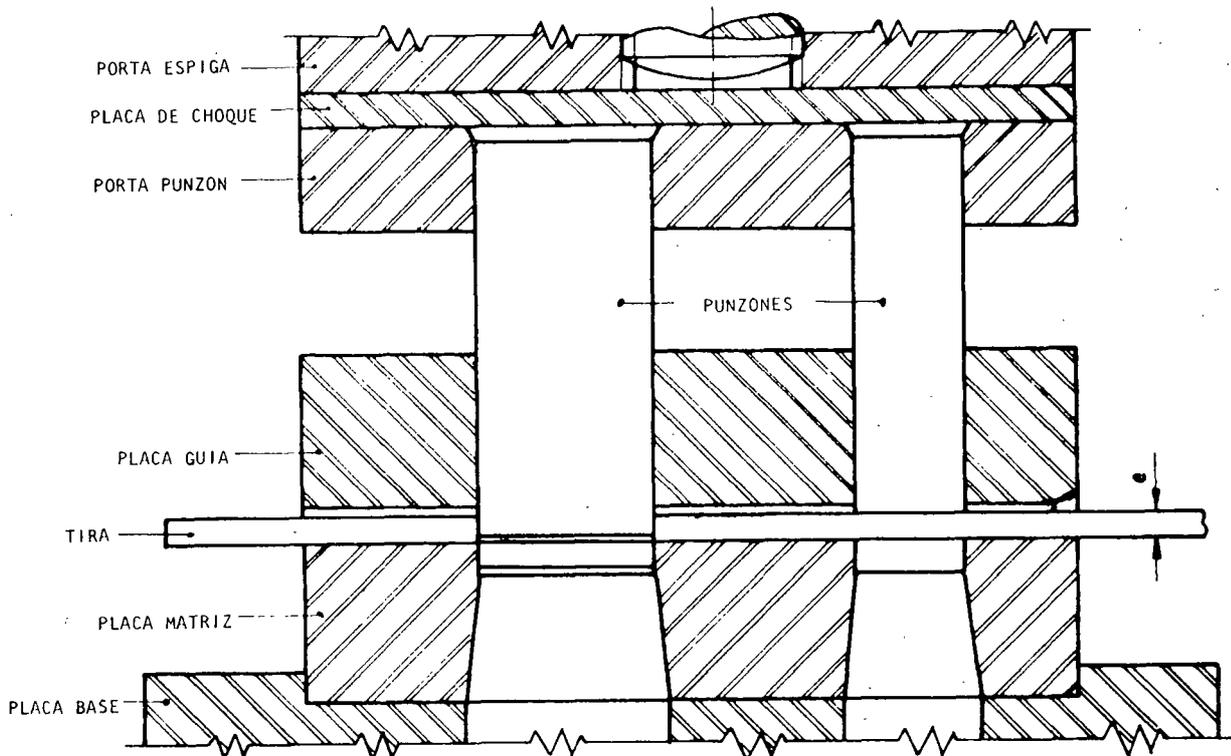


Fig. 4

OBSERVACION

La diferencia de longitud entre punzones, varía según el espesor del material a cortar.



TABLA DE RESISTENCIA DE CORTE EN kgf/mm^2

MATERIAL	ESTADO		MATERIAL	ESTADO	
	BLANDO	DURO		BLANDO	DURO
Plomo	2-3	-	Chapa de hierro comercial.	-	40
Estaño	3-4	-	Chapa de hierro embutible	30-35	
Aluminio	6-11	13-16	Chapa de acero semi-duro comercial	45-50	55-60
Duraluminio	15-22	30-38	Acero laminado con 0.1% c	25	32
Siluminio	10-12	20	Acero laminado con 0.2% c	32	40
Zinc	12	20	Acero laminado con 0.3% c	35	48
Cobre	12-22	25-30	Acero laminado con 0.4% c	45	56
Latón	22-30	35-40	Acero laminado con 0.6% c	56	72
Bronce laminado	32-40	40-60	Acero laminado con 0.8% c	72	90
Alpaca laminada	28-36	45-46	Acero laminado con 1% c	80	105
Plata laminada	23-24	-	Acero al silicio	45	56
			Acero inoxidable	50-55	55-60



Se denomina paso de una matriz al avance necesario que hace la tira para efectuar un nuevo corte.

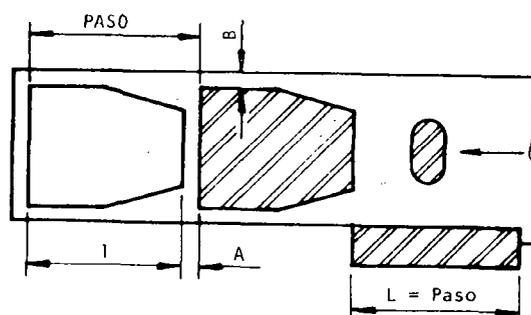
Se determina el paso, sumando el largo de la pieza a cortar tomada en sentido longitudinal de la tira con la distancia mínima entre dos piezas (figs. 1 y 2).

NOMENCLATURA

- e = espesor del material
- l = largo de la pieza
- A = separación entre las piezas
- B = desperdicio lateral
- P = paso

EJEMPLO I

- e = 2 mm
- l = 18 mm
- A = 2 mm
- B = 3 mm



$$P = l + A = 18 + 2 = 20 \text{ mm}$$

Fig. 1

EJEMPLO II

- e = 1 mm
- l = 40 mm
- A₁ = 2 mm
- A = 1 mm
- B = 1,5 mm
- L = 30 mm

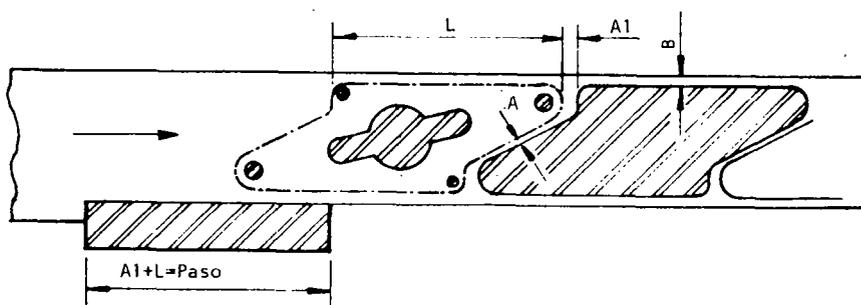


Fig. 2

$$P = L + A_1 = 30 + 2 = 32 \text{ mm}$$

En función del paso determinamos, la colocación de los toques, la dimensión "L" de la cuchilla de avance y se calcula la cantidad de piezas por chapa y el porcentaje de aprovechamiento.



Son dispositivos de retención colocados en la matriz para posicionar la tira y obtener uniformidad en las piezas. Se relacionan directamente con la economía del material.

I - TOPES

TIPOS

Topes fijos

Son los que se colocan en el conjunto inferior de la matriz, se utilizan para baja producción y se clasifican en:

- a. los que permiten avanzar la tira, dando posición a ésta al encontrarse con el corte anterior (fig. 1).

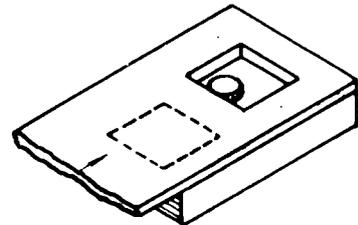
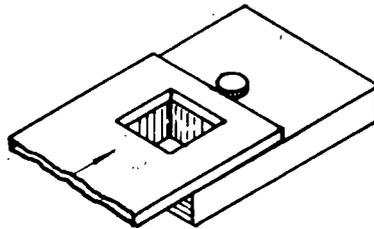


Fig. 1

- b. donde la tira avanza directamente hacia el tope y va montando en la parte exterior de la matriz por medio de un soporte (fig. 2).

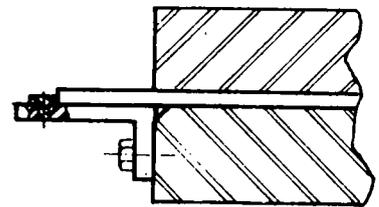


Fig. 2

OBSERVACION

Para aplicar este sistema es necesario que las piezas sean del mismo ancho que la tira (fig. 3).

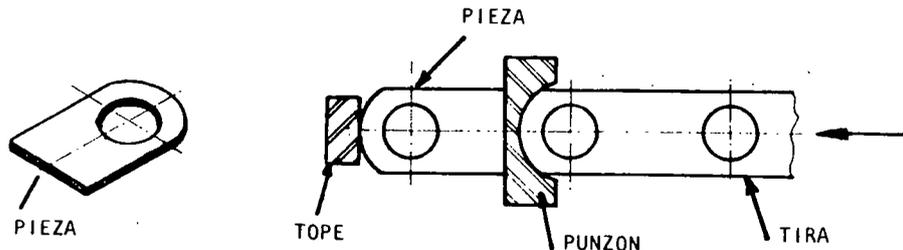


Fig. 3

Topes móviles

Son ubicados en el conjunto inferior de la matriz, se utilizan para alta producción y se clasifican en:

Tope de balancín

Consiste en un tope basculante y es accionado por el movimiento de la prensa. Este sistema permite obtener mayor producción que el anterior, se utiliza generalmente en matrices en las cuales la alimentación de la tira se hace en forma automática (fig. 4)

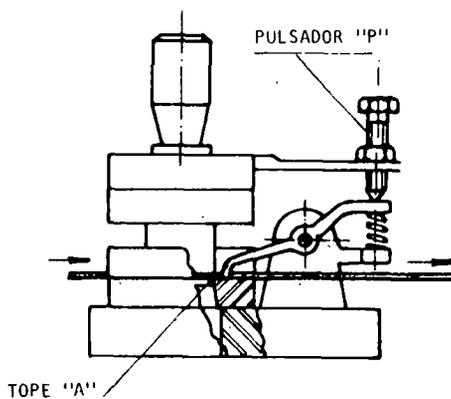


Fig. 4

FUNCIONAMIENTO

- Al empujar la tira contra el tope, éste se apoya en la cara anterior de su cavidad.
- Al descender el punzón, después de sujetar la tira obliga al tope "A" a levantarse por medio del pulsador "P".
- Efectuado el corte, el tope "A" vuelve a su posición por la acción del resorte y se apoya sobre la tira.
- Al empujar la tira que ahora está libre, el tope "A" cae en la cavidad siguiente y se apoya nuevamente en la cara anterior de ésta quedando en posición de un nuevo corte.

VENTAJA

Es suficiente empujar la tira con un movimiento uniforme para obtener un buen rendimiento de la matriz.

Topes auxiliares

Se utilizan en combinación con otros sistemas para evitar pérdidas de material en el comienzo o final de la tira y se clasifican en:

- a. Para aprovechar la primera pieza, se acciona manualmente (fig. 5).

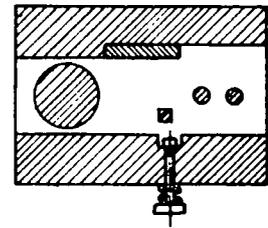


Fig. 5

- b. Para aprovechar las últimas piezas, con acción lateral y efecto central (fig. 6).

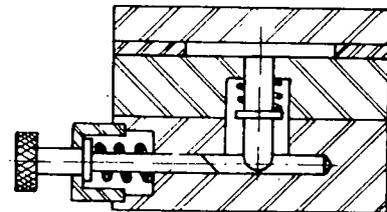


Fig. 6

II - CUCHILLAS DE AVANCE

Son punzones cuyo ancho equivale al paso de la matriz. Es usado en matrices de precisión para obtener rapidez en el trabajo y hace un corte lateral igual al paso. Se pueden presentar en dos formas:

Simples (fig. 7).

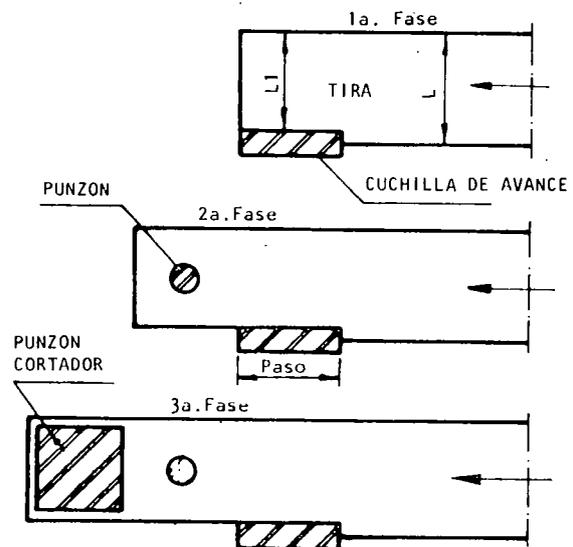


Fig. 7

Doble

Puede adaptarse para determinar el ancho de la pieza u obtener mayor precisión (fig. 8).

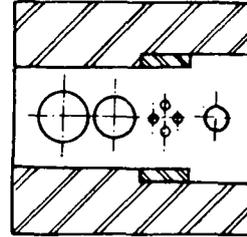


Fig. 8

También se utilizan para lograr el total aprovechamiento de la tira (fig.9).

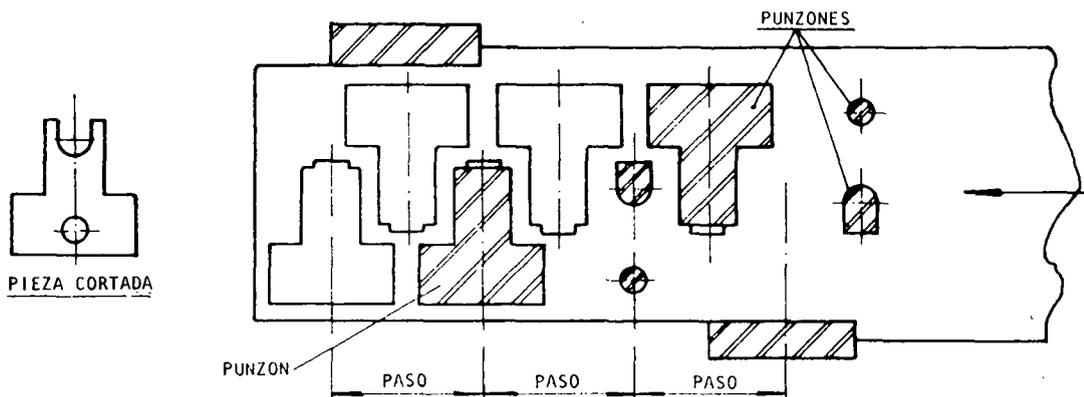


Fig. 9

OBSERVACION

Para evitar el desgaste de la guía causado por los golpes consecutivos de la tira y el roce de la cuchilla de avance se debe colocar un postizo de acero templado (fig. 10).

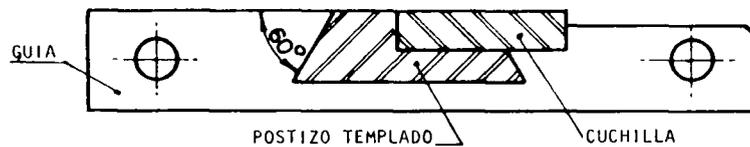


Fig. 10

TIPOS

Perfil rectangular

Es el de más fácil construcción, por lo tanto es más empleado.

DESVENTAJA

Tiene el inconveniente de sufrir desgaste en los cantos vivos dando origen a pequeños salientes en la tira que impiden el normal deslizamiento de ésta (fig. 11).

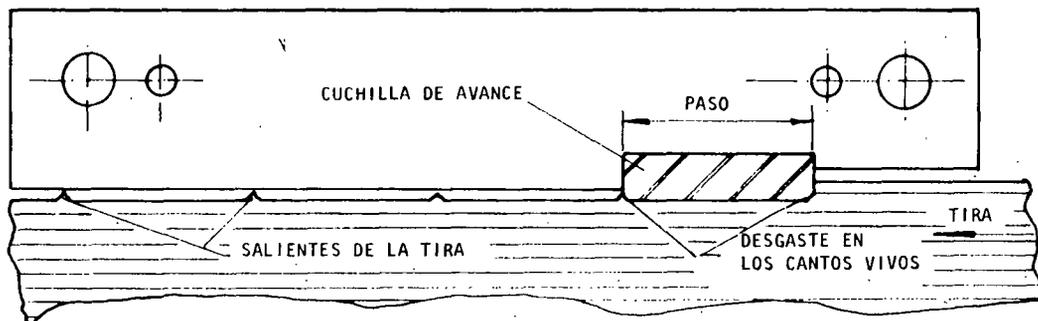


Fig. 11

Perfil escalonado

En este tipo de cuchilla el saliente "S" formado por consecuencia del desgaste, es eliminado en el corte sucesivo.

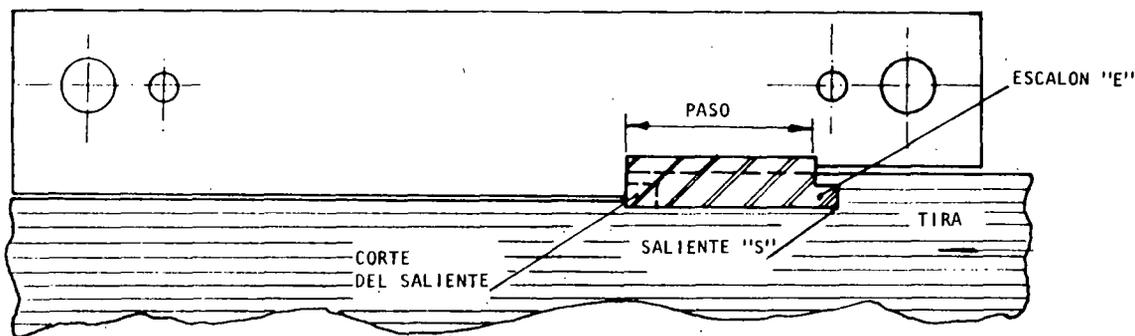


Fig. 12

DESEVENTAJAS

Presenta el inconveniente que el escalón "E" generalmente es pequeño y existe peligro de rotura del mismo. Es recomendable para trabajar con materiales de poco espesor (fig. 12).

Perfil con ranura

En este tipo de cuchilla los salientes formados en la tira no necesitan ser eliminados, pues no interfieren en el deslizamiento de ésta. Tiene la ventaja que no ofrece peligro de rotura por lo tanto es el más recomendado (fig. 13).

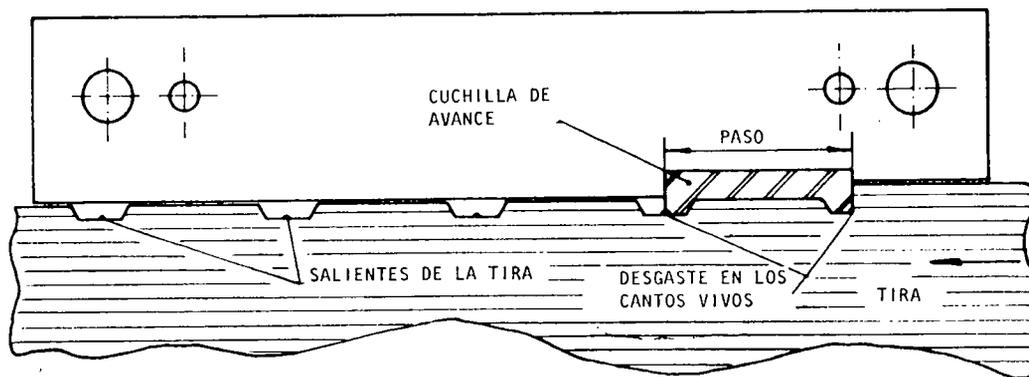


Fig. 13



Es el estudio de un proyecto que tiene por finalidad obtener la posición de la pieza en la tira, teniendo en cuenta:

1. La economía de material.
2. Forma y dimensiones de la pieza.
3. El sentido del laminado de la pieza cuando va a ser doblada.

Las disposiciones comunes son:

- recta e inclinada (figs. 1 y 2)
- sin intervalos (fig. 3)
- alternada (fig. 4)
- tresbolillo e imbricado (figs. 5 y 6)

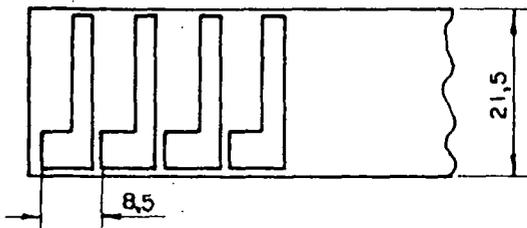


Fig. 1

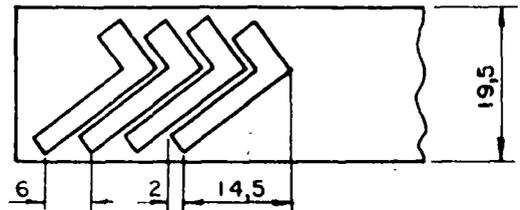


Fig. 2

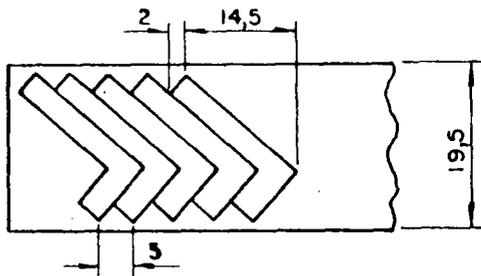


Fig. 3

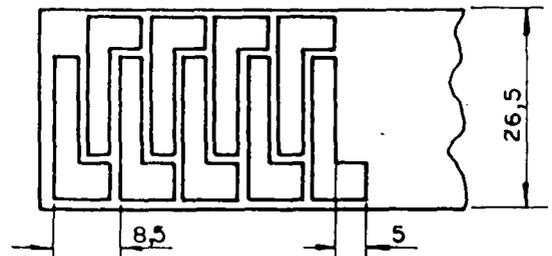


Fig. 4

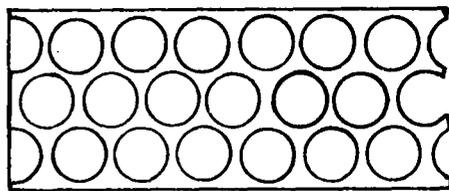


Fig. 5

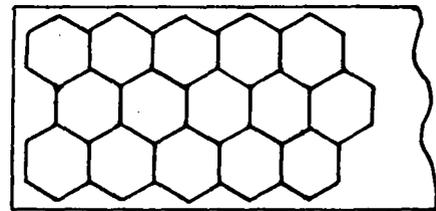


Fig. 6

DISPOSICIONES ESPECIALES

En ciertos casos una ligera modificación en la forma de la pieza permite mayor economía de material (figs. 7 y 8)

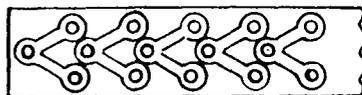


Fig. 7

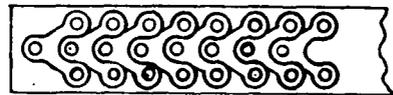


Fig. 8

DISPOSICION DE LA PIEZA EN LA TIRA

2. En otros casos se puede aprovechar el sobrante, cuando éste se adapta a las medidas de otra pieza del mismo material (figs. 9 y 10).

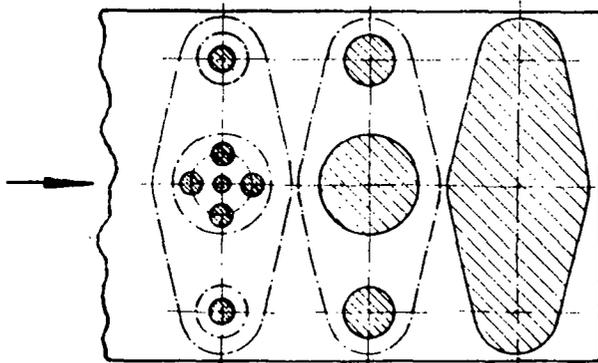
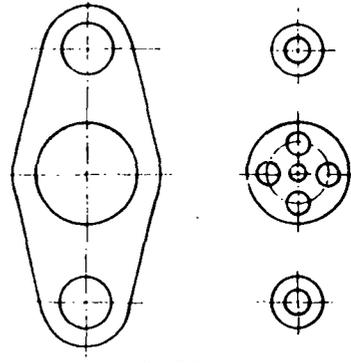


Fig. 9



PIEZAS
Fig. 10 OBTENIDAS

3. Cuando la pieza va a ser sometida a la acción del doblado, la posición de ésta será en sentido transversal del laminado de la tira para darle mayor resistencia, ya que al contrario existe el peligro de rotura en el doblado (figs. 11, 12 y 13).

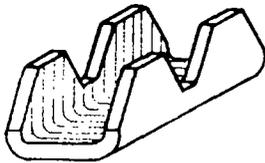


Fig. 13

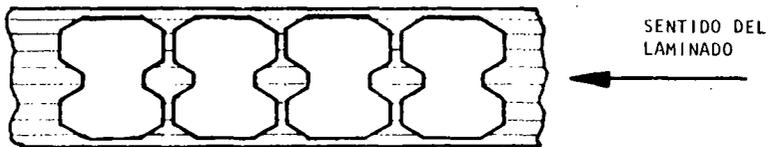


Fig. 11 CORRECTO

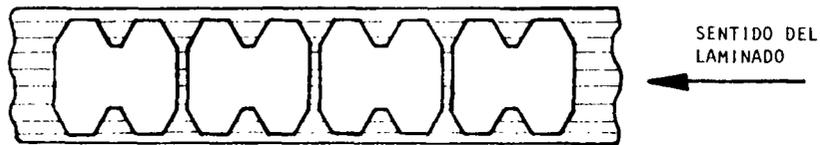


Fig. 12 INCORRECTO

OBSERVACIONES

En la disposición alternada se proyecta la matriz de dos formas:

a. Para poca producción, con un punzón pasando dos veces la tira invirtiendo su posición (figs. 14 y 15).

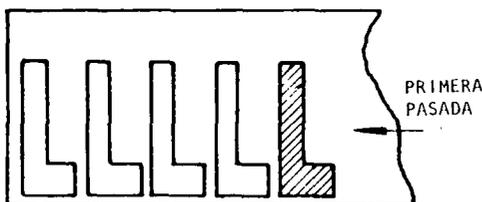


Fig. 14

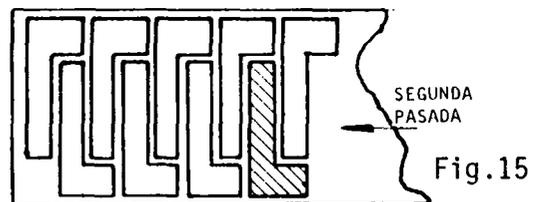


Fig. 15

b. Para alta producción, con dos punzones (fig. 16).

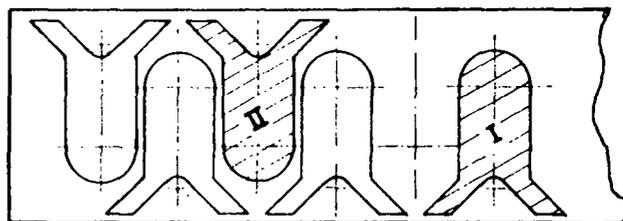
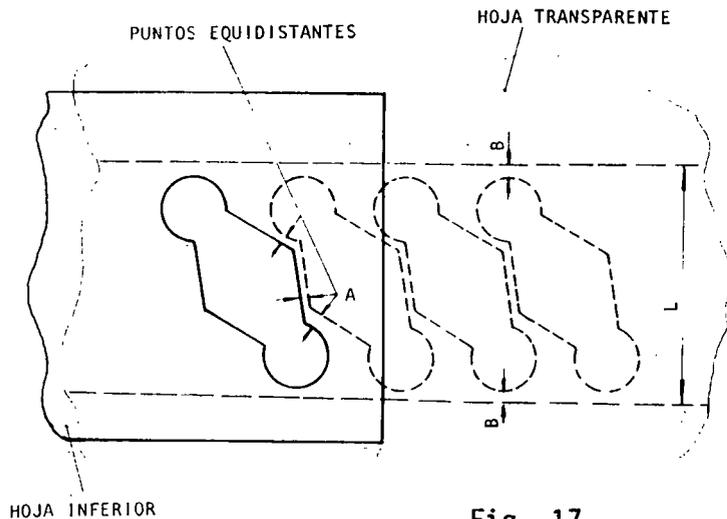


Fig. 16

Desarrollo para determinar la mejor disposición de la pieza en la tira.

1. Dibujar en un papel la forma de la pieza.
2. Calcar en un papel transparente la misma figura varias veces procurando mantener la separación "A" entre pieza y pieza (fig. 17).
3. Determinar el ancho "L" de la tira de acuerdo a la disposición de las piezas y al desperdicio lateral "B" (fig. 17).



OBSERVACIONES

- 1) El espaciamiento "A" es aproximadamente igual al espesor de la chapa, teniendo como mínimo 1 mm.
- 2) El espaciamiento "B" es aproximadamente igual a una vez y media el espesor de la chapa, teniendo como mínimo 1,5 mm.

4. Calcular el porcentaje de aprovechamiento (PA) de la tira según la disposición de la fig. 17 con la fórmula:

$$PA = \frac{SP \cdot N}{S} \cdot 100$$

$SP = 250 \text{ mm}^2 = \text{Superficie total de la pieza en mm}^2.$
 $N = 58 \text{ piezas} = \text{No. de piezas por metro de tira.}$
 $S = 39.000 \text{ mm}^2 = \text{Sup. de un metro de tira en mm}^2.$

$$PA = \frac{250 \times 58}{39.000} \times 100 = 37\%$$

5. Repetir el desarrollo según la disposición. (fig. 18)

$$SP = 250 \text{ mm}^2$$

$$N = 35 \text{ piezas}$$

$$S = 27.000 \text{ mm}^2 \quad PA = \frac{250 \times 35}{27.000} \times 100 = 32\%$$

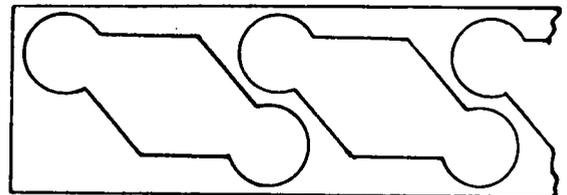


Fig. 18

6. Repetir este desarrollo hasta encontrar el mejor aprovechamiento de la tira.

EJEMPLOS

1. Calcular la cantidad de piezas que se producen de una chapa que tiene 2 m por 1 m, con las disposiciones de las figuras 19 y 20.
2. Calcular el porcentaje de aprovechamiento.
El espesor del material es de 1 mm.

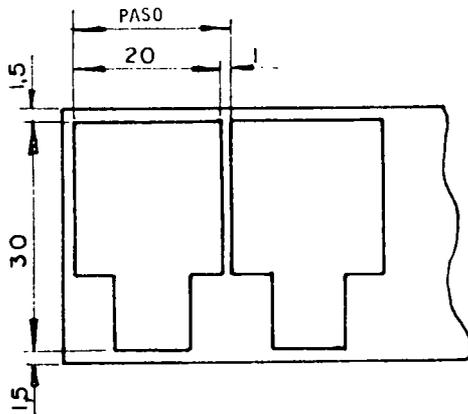


Fig. 19

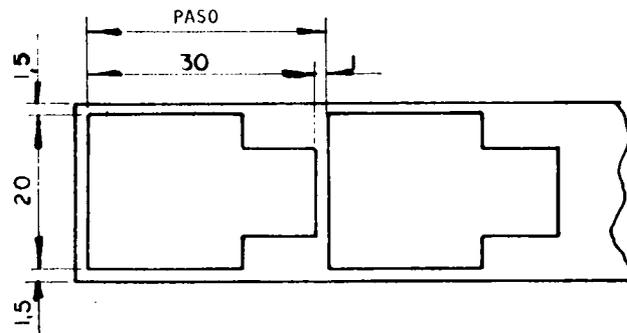


Fig. 20

DESARROLLO

1. Para calcular el número de tiras por chapa.

Primero se suma el largo de la pieza con los desperdicios laterales para determinar el ancho de la tira.

ancho de la tira (fig. 19) $30 + 1,5 + 1,5 = 33 \text{ mm}$

ancho de la tira (fig. 20) $20 + 1,5 + 1,5 = 23 \text{ mm}$

Luego se divide el ancho de la chapa entre el ancho de la tira para sacar el número de tiras por chapa.

Número de tiras por chapa (fig. 19) $\frac{1\ 000}{33} = 30 \text{ tiras}$

Número de tiras por chapa (fig. 20) $\frac{1\ 000}{23} = 43 \text{ tiras}$

Para determinar el número de piezas por tira, dividimos el largo de ésta (2 m) entre el paso.

Número de piezas por tira (fig. 19) $\frac{2\ 000}{21} = 95 \text{ piezas}$

Número de piezas por tira (fig. 20) $\frac{2\ 000}{31} = 64 \text{ piezas}$

Se calcula el número de piezas por chapa, multiplicando el número de piezas en una tira por la cantidad de tiras de la chapa.

Número de piezas por chapa (fig. 19) $95 \times 30 = 2\ 850 \text{ piezas}$

Número de piezas por chapa (fig. 20) $64 \times 43 = 2\ 752 \text{ piezas}$



2. El porcentaje de aprovechamiento de material se calcula según la fórmula siguiente:

$$PA = \frac{Sp \cdot N}{S} \times 100$$

Sp = superficie de la pieza en mm² (fig. 21)

N = número de piezas por chapa

S = superficie de la chapa en mm²

$$Sp = 500 \text{ mm}^2$$

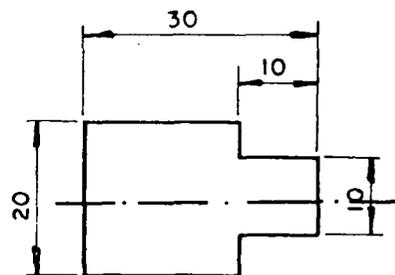


Fig. 21

CALCULOS

Porcentaje de aprovechamiento
según fig. 19

según fig. 20

$$PA = \frac{Sp \cdot N}{S} \times 100$$

$$PA = \frac{Sp \cdot N}{S} \times 100$$

$$PA = \frac{500 \times 2\ 850}{2\ 000\ 000} \times 100 =$$

$$PA = \frac{500 \times 2\ 752}{2\ 000\ 000} \times 100 =$$

$$= \frac{5 \times 285}{2\ 000} \times 100 =$$

$$= \frac{5 \times 2\ 752}{20\ 000} \times 100 =$$

$$= \frac{1\ 425}{2\ 000} \times 100 =$$

$$= \frac{13\ 760}{20\ 000} \times 100 =$$

$$= 0,7125 \times 100 =$$

$$= 0,688 \times 100 =$$

$$= 71,25\%$$

$$= 68,8\%$$

RESULTADOS

Piezas obtenidas 2 850

Piezas obtenidas: 2 752

Porcentaje de aprovechamiento

Porcentaje de aprovechamiento

71,25%

68,8%

Disposición conveniente (fig. 19)

Cálculo de arandelas

EJEMPLOS

Calcular el porcentaje de aprovechamiento en un metro de tira para cortar arandelas con las dimensiones de la fig. 22.

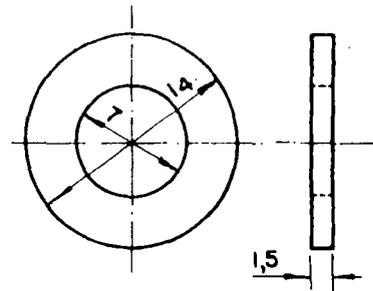


Fig. 22

DESARROLLO CON UN PUNZON

1. Calcular el número de piezas por metro de tira según fig. 23.

Fórmula
$$N = \frac{1\ 000}{D + A}$$

$$N = \frac{1\ 000}{15,5}$$

$$N = 64$$

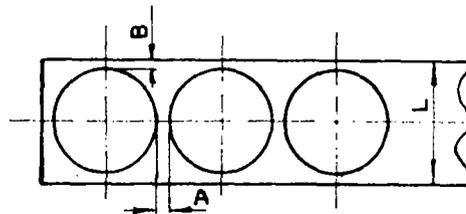


Fig. 23

$$A = 1,5$$

$$B = 2,25$$

2. Determinar el ancho de la tira:

$$L = D + 2B$$

$$L = 14 + 4,5$$

$$L = 18,5$$

3. Calcular el porcentaje de aprovechamiento

$$PA = \frac{Sp \cdot N}{S} \times 100$$

$$PA = \frac{115,4 \times 64}{18\ 500} \times 100 =$$

$$= \frac{7\ 385,6}{18\ 500} \times 100 = 40 =$$

$$= 40\%$$

$$Sp = \pi (R^2 - r^2)$$

$$Sp = 3,14 (49 - 12,25) =$$

$$= 3,14 \cdot 36,75 =$$

$$= 115,4 \text{ mm}^2$$

$$S = L \cdot 1000$$

$$S = 18,5 \cdot 1000 =$$

$$= 18.500 \text{ mm}^2$$

DESARROLLO CON DOS PUNZONES

1. Calcular el ancho de la tira para obtener una disposición que proporcione el doble de piezas del desarrollo anterior, determinando el valor de "h" (fig. 24) en la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 h &= \text{sen } 60^\circ (D+A) \\
 h &= 0,866 \times (14 + 1,5) = \\
 &= 0,866 \times 15,5 = \\
 &= 13,42 \text{ mm} \\
 L &= h + D + 2B \\
 L &= 13,42 + 14 + 2(1,5 \times 1,5) = \\
 &= 13,42 + 14 + 2 \times 2,25 = \\
 &= 13,42 + 14 + 4,5 = \\
 &= 31,92 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

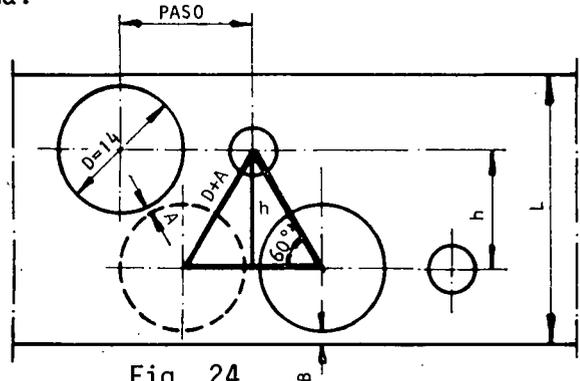


Fig. 24

- B = Desperdicio lateral
- A = Separación entre las piezas
- D = Diámetro del punzón
- L = Ancho de la tira
- h = Distancia entre centros de punzones

2. Calcular el porcentaje de aprovechamiento

$$\begin{aligned}
 PA &= \frac{S_p \cdot N}{S} \times 100 \\
 PA &= \frac{115,4 \times 128}{31\,920} \times 100 = \\
 &= \frac{14\,771,2}{31\,920} \times 100 = \\
 &= 46\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= 64 \cdot 2 = 128 \text{ piezas} \\
 S_p &= 115,40 \text{ mm}^2 \\
 S &= L \cdot 1000 \\
 S &= 31,92 \times 1000 = \\
 &= 31\,920 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

DESARROLLO CON TRES PUNZONES

1. Como en el caso anterior, calcular el ancho de la tira para obtener el triple de piezas que en el primer desarrollo, determinando el valor "X" (fig. 25).

$$\begin{aligned} X &= 2 \cdot h \\ X &= 2 \times 13,42 = \\ &= 26,84 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= X + D + 2B \\ L &= 26,84 + 14 + 2(1,5 \times 1,5) = \\ &= 26,84 + 14 + 2 \times 2,25 = \\ &= 26,84 + 14 + 4,5 = \\ &= 45,34 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= \text{sen } 60^\circ (D+A) \\ h &= 0,866 (14 + 1,5) = \\ &= 0,866 \times 15,5 = \\ &= 13,42 \text{ mm} \end{aligned}$$

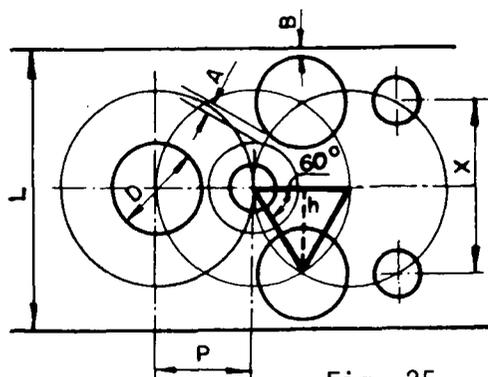


Fig. 25

2. Calcular el porcentaje de aprovechamiento

$$\begin{aligned} PA &= \frac{Sp \cdot N}{S} \times 100 \\ PA &= \frac{115,4 \times 192}{45\,340} \times 100 = \\ &= \frac{22\,156,8}{45\,340} \times 100 = \\ &= 48\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= 64 \cdot 3 \quad N = 192 \text{ piezas} \\ Sp &= 115,40 \text{ mm}^2 \\ S &= L \cdot 1000 \\ S &= 45,34 \times 1000 = \\ &= 45\,340 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

OBSERVACION

Comparando los tres resultados obtenidos puede concluirse que, utilizando una matriz que produzca el mayor número de piezas por golpe de la prensa se obtienen porcentajes de aprovechamiento superiores.



Es determinar correctamente la posición de la espiga para que no haya desequilibrio del conjunto superior de la matriz durante su movimiento, evitando así, esfuerzos irregulares sobre los punzones, principalmente cuando los conjuntos no son guiados por columnas.

La posición correcta de la espiga es el centro teórico de todos los esfuerzos efectuados por los punzones.

Podemos determinar el centro teórico de los esfuerzos mediante un proceso gráfico o un proceso analítico.

PROCESO GRAFICO

Para determinar la posición correcta de la espiga por el proceso gráfico, debemos operar de la siguiente forma:

- 1 - Referir el dibujo de la matriz a dos ejes ortogonales OX y OY (fig. 1).
- 2 - Trazar paralelas a OX y OY, pasando por el centro de los punzones (fig. 1).
- 3 - Construir un sistema de ejes auxiliar $P_1 O_1 P_2$ paralelo al sistema XOY (fig. 2).

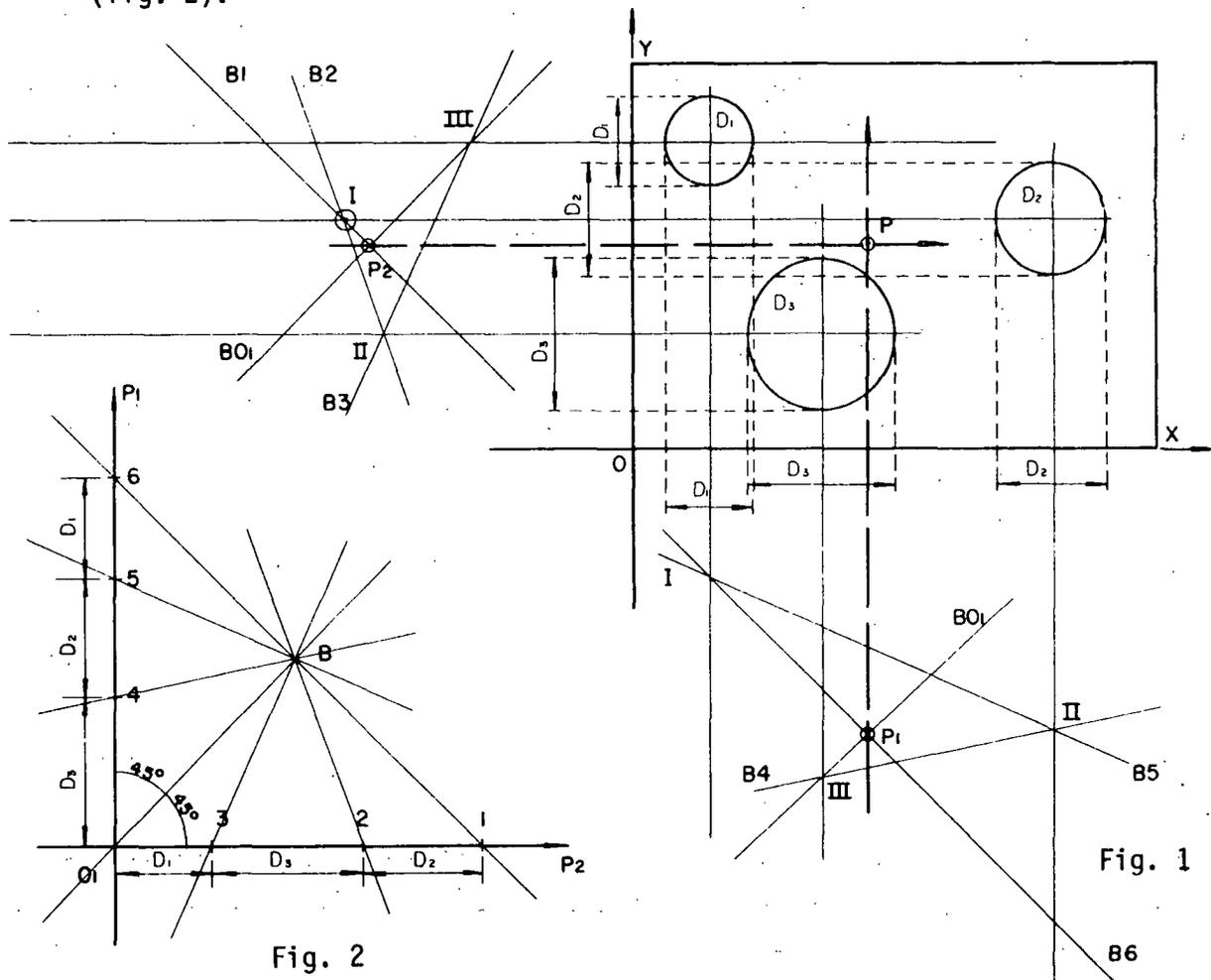


Fig. 2

Fig. 1

CÓDIGO DE TEMAS TECNOLÓGICOS
 3-7.12
 3-7.13

- 4 - Marcar en el eje O_1P_1 , a partir del punto O_1 , en escala, los diámetros de los punzones en el mismo orden en que están presentados en la figura 1 sobre el eje OY;
- 5 - Marcar en el eje O_1P_2 , a partir del punto O_1 , a escala, los diámetros de los punzones en el mismo orden en que están presentados en la figura 1, sobre el eje OX;
- 6 - Trazar la bisectriz del sistema de ejes $P_1O_1P_2$;
- 7 - Trazar una recta pasando por los puntos extremos 1 y 6 (fig. 2) determinando el punto B sobre la bisectriz del sistema $P_1O_1P_2$;
- 8 - Trazar rectas pasando por el punto B y cada uno de los puntos 2; 3; 4; 5.

DETERMINACION DE LA ABCISA (X)

- 9 - Tomar un punto cualquiera I sobre la paralela al eje OY, que pasa por el centro del punzón D_1 y por este punto trazar una paralela a la dirección B6 de la figura 2;
- 10- Trazar por el punto I una paralela a la dirección B5, que cortará a la paralela al eje OY que pasa por el centro del punzón D_2 en el punto II;
- 11- Trazar por el punto II, una paralela a la dirección B4, que cortará a la línea de centro paralela al eje OY, del punzón D_3 , en el punto III;
- 12- Trazar por el punto III una paralela a la dirección BO_1 , que cortará la dirección B6 en el punto P_1 ;
- 13- Trazar una paralela al eje OY, pasando por P_1 .

DETERMINACION DE LA ORDENADA (Y)

- 14- Tomar un punto cualquiera I sobre la paralela al eje OX, que pasa por el centro del punzón D_2 y por este punto trazar una paralela a la dirección B1 de la figura 2;
- 15- Trazar por el punto I una paralela a la dirección B2 que cortará la línea de centro D_3 , paralela al eje OX, en el punto II;
- 16- Trazar por el punto II una paralela a la dirección B3, que cortará la línea de centro de D_1 , paralela al eje OX, en el punto III.
- 17- Trazar por el punto III una paralela a la dirección BO_1 que cortará la dirección B1 en el punto P_2 ;
- 18- Trazar una paralela al eje OX pasando por el punto P_2 que cortará la paralela que pasa por P_1 determinándose así el punto P que será el punto de localización de la espiga.

PROCESO ANALITICO

Para determinar la posición correcta de la espiga por el proceso analítico, operamos de la siguiente forma:

- 1 - Referir el dibujo de la matriz a dos ejes ortogonales OX y OY (fig. 3);
- 2 - Medir las distancias de los centros de los punzones, a los ejes OX y OY;
- 3 - Las distancias x e y que van a determinar la posición de la espiga, se obtienen por las fórmulas:

$$x = \frac{D_1x_1 + D_2x_2 + D_3x_3 + \dots + D_nx_n}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n}$$

$$y = \frac{D_1y_1 + D_2y_2 + D_3y_3 + \dots + D_ny_n}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n}$$

Ejemplo

$D_1 = 12 \text{ mm} \quad x_1 = 10 \text{ mm} \quad y_1 = 40 \text{ mm}$

$D_2 = 15 \text{ mm} \quad x_2 = 56 \text{ mm} \quad y_2 = 30 \text{ mm}$

$D_3 = 20 \text{ mm} \quad x_3 = 25 \text{ mm} \quad y_3 = 25 \text{ mm}$

$$x = \frac{12 \cdot 10 + 15 \cdot 56 + 20 \cdot 25}{12 + 15 + 20} =$$

$$= \frac{1460}{47} = 31,06 \text{ mm}$$

$$y = \frac{12 \cdot 40 + 15 \cdot 30 + 20 \cdot 25}{12 + 15 + 20} =$$

$$= \frac{1230}{47} = 26,17 \text{ mm}$$

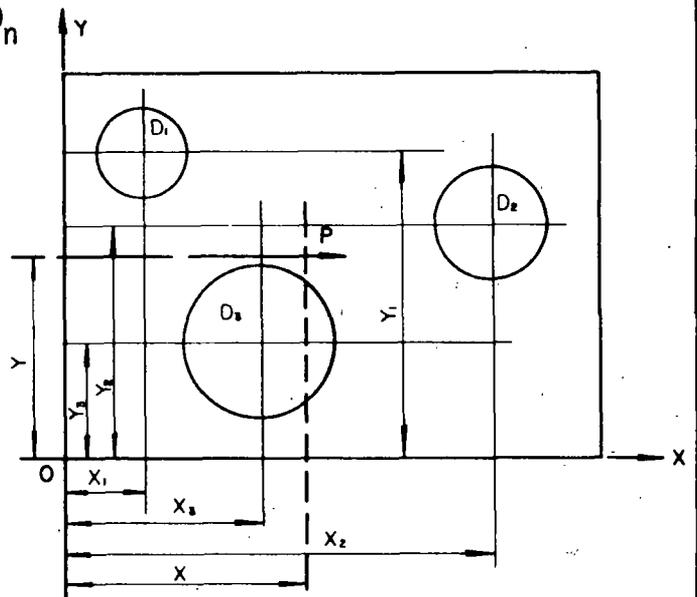


Fig. 3

Por lo que la espiga estará ubicada a 31,06 mm del eje OY y a 26,17 mm del eje OX.

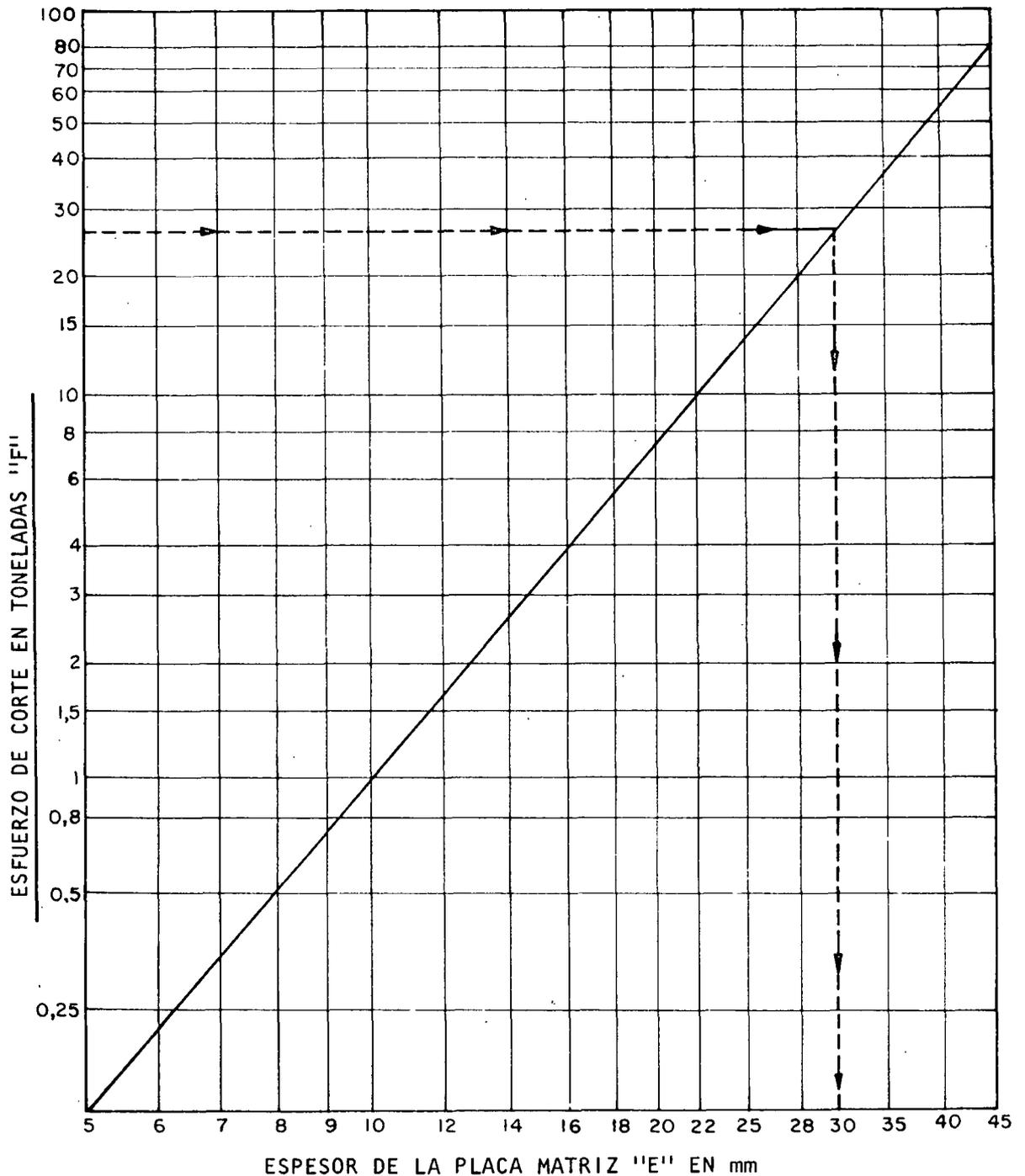


EJEMPLO

Para un esfuerzo de corte de 27T o sea de 27.000 Kgs. el espesor de la placa matriz es de 30 mm.

NOTA

En forma aproximada puede hallarse el valor del espesor de la placa matriz (expresado en milímetros), calculando la raíz cúbica del esfuerzo de corte (expresado en kilos).





TABLA

PIEZAS		DUREZA ROCKWELL -C
P U N Z O N E S	De corte	60 - 62
	Cuchilla de avance	
	Dobladores	56 - 58
	Repujadores	
	Corte y doblado	58 - 60
	Corte y repujado	
Placa matriz		60 - 62
Matrices con partes frágiles		58 - 60
Centradores		
Pasadores		56 - 58
Topes		
Columnas		58 - 59
Bujes		
Placa de choque		54 - 56
Levantadores de tira		56 - 58
Extractores		

MECANICA GENERAL

CODIGO DE TEMAS TECNOLOGICOS
3-5.11