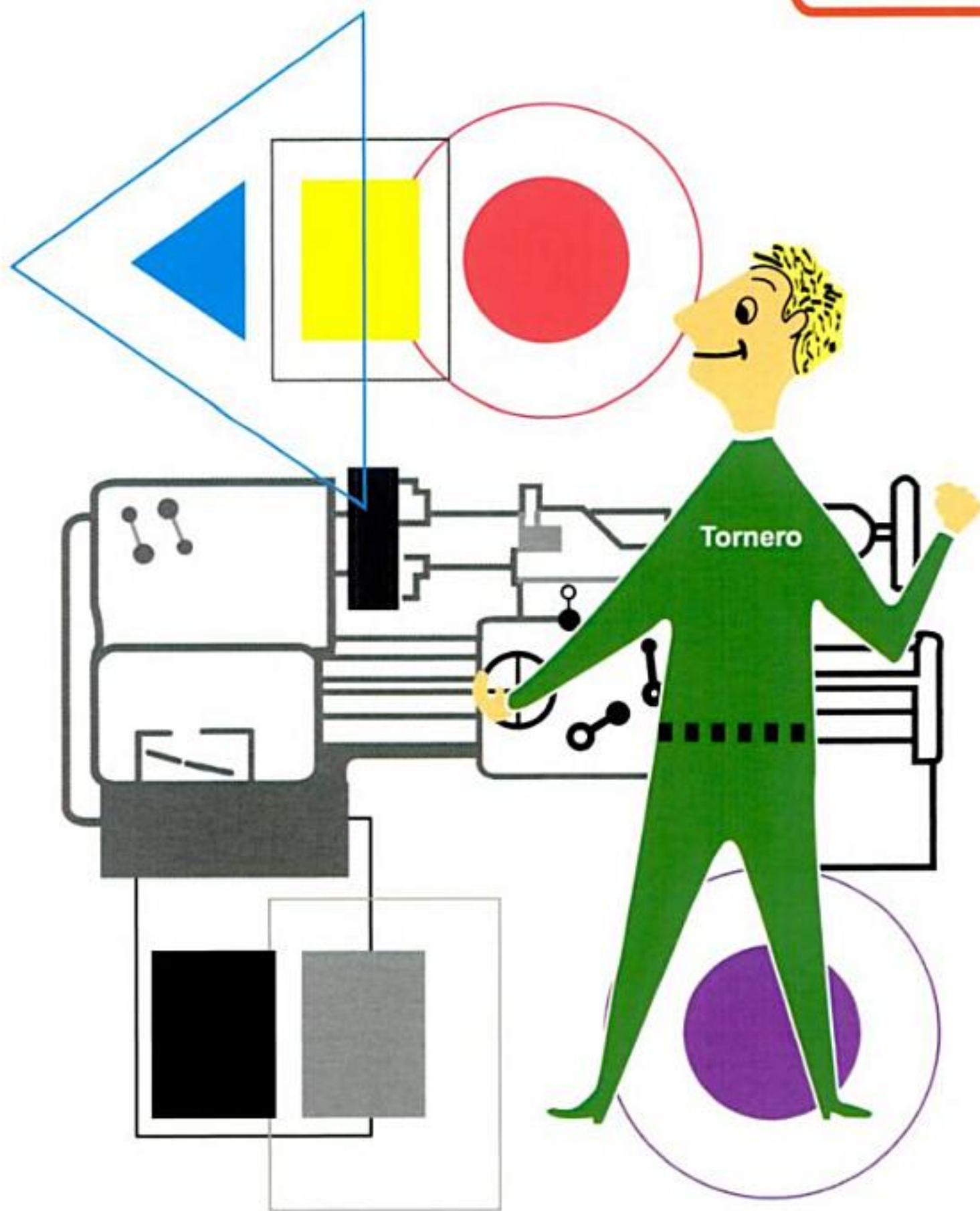


Alrededor del Torno

BARTSCH



Editorial Reverté, S. A.

Titulo de la obra original:

AN DER DREHBANK

Edición original en lengua alemana publicada por:

Georg Westermann Verlag, Braunschweig

Copyright © Georg Westermann Verlag

Versión española por:

Dr. Carlos Sáenz de Magarola

Ingeniero Industrial

Propiedad de:

EDITORIAL REVERTÉ, S. A.

Loreto, 13-15, Local B

08029 Barcelona

Tel: (34) 93 419 33 36

Fax: (34) 93 419 51 89

E-mail: reverte@reverte.com

Internet: <http://www.reverte.com>

Reservados todos los derechos. La reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos, queda rigurosamente prohibida sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas por las leyes.

Edición en español

© EDITORIAL REVERTÉ, S. A., 1981

REIMPRESIÓN: Agosto de 2003

Impreso en España - Printed in Spain

ISBN: 84-291-6020-5

Depósito legal: SE-2964-2003

Impreso por Publicaciones Digitales, S.A.

www.publidisa.com – (+34) 95.458.32.25

Prólogo

En las máquinas de tornearse¹ se forman o se trabajan piezas mediante arranque de viruta. El proceso del arranque de viruta tiene lugar de manera fundamentalmente igual en todas las máquinas que trabajan piezas mediante mecanizado (máquinas de tornearse, fresadora, cepilladora, rectificadora, taladradora, etc., etc.). Quien quiera trabajar en estas máquinas de modo seguro y concienzudo necesita tener conocimientos básicos sobre el proceso de mecanizado y sobre las herramientas que hay que emplear. Estos conocimientos fundamentales se le brindan en la primera parte de este libro. El modo de trabajar en cada caso de torneado se rige por la forma, el tamaño y el número de las piezas que han de ejecutarse, así como por la calidad superficial exigida a estas piezas.

Después de una primera idea de conjunto sobre el torno y las herramientas de tornearse se tratan, por eso, detalladamente, en la parte principal del libro, los distintos procedimientos de torneado. Se tienen en cuenta en la exposición las condiciones previas para su empleo. Se lleva al centro de la exposición el trabajo de una pieza típica del procedimiento de torneado de que se trata. En todo momento se enlazan en la exposición las necesarias consideraciones sobre pieza, máquina, herramienta, aparato de sujeción, aparatos de medida, cálculos de fabricación, ejecución del trabajo y medidas de protección en el trabajo.

Las distintas secciones de la obra se han ordenado a este efecto de tal modo que queda siempre mantenida la relación necesaria dentro de cada zona de materias (por ejemplo, la relación entre medición e instrumentos de medida).

Los dibujos y los signos de guía realizados en colores hacen posible que cada uno pueda, sin dificultad, estudiar o repasar cada materia formando un cuerpo completo de doctrina.

El profesor puede estructurar el libro completamente a gusto suyo en clase, sin verse ligado por cuestiones de método.

El modo suelto, nada apelmazado, de exponerse las materias, las abundantes figuras que contiene el libro y la estructuración ordenada mediante colores, incitarán seguramente al alumno a un intensivo trabajo propio.

Es seguro que el libro se impondrá en la escuela y en el taller y que ha de contribuir a un aumento del rendimiento.

Mi agradecimiento al ingeniero señor HEINE, de Brunswick, por la magnífica realización gráfica de sus croquis y al profesor de Artes y Oficios señor ENGERT, también de Brunswick, por la revisión de mi manuscrito.

Krefeld, marzo 1958

WALTER BARTSCH

¹ Se entiende por "máquinas de tornearse" (Drehmaschinen) toda máquina en la que se trabajan u obtienen cuerpos de revolución. En este libro se considera, en primer término, el torno, que constituye, por así decirlo, el centro del libro, y que es una forma especial de las máquinas de tornearse.

This One



TWNZ-XRC-T5D9

En este libro se emplean los siguientes símbolos coloreados:



para la pieza
y el proceso de trabajo



para la herramienta



para máquinas



para aparato
de sujeción (sujeción de
piezas y herramientas)



para la medición
y verificación



para la fabricación
(instrucciones para el
trabajo)









para el cálculo
(problemas)

Instrucciones para el lector

Todas las materias tratadas en este libro están caracterizadas mediante símbolos coloreados. (Sistema protegido por la patente alemana n.º 959 276.) Estos símbolos articulan todo el cuerpo de doctrina de los distintos capítulos en forma fácil y sinóptica, de tal modo que se consigue también con ello dejar establecida la relación entre las distintas materias. Así, por ejemplo, la materia "Medición y Verificación" está repartida a lo largo de todo el libro, pero caracterizada en el conjunto por el correspondiente símbolo en color.

El índice está ordenado de tal modo que, por un lado, da las páginas en que se tratan los distintos temas y, por el otro lado, ofrece indicación sobre el reparto de las materias abordadas en cada una.

| | Pág. |
|--|--------------|
| Procedimientos de trabajo con y sin arranque de virutas | 9 |
| FUNDAMENTOS DEL MECANIZADO | 11—42 |
|  Herramientas para mecanizar | 11—16 |
| Acción de cuña al cortar, arrancar o partir | 11 |
| Acción de cuña al mecanizar | 12 |
| Ángulos en el mecanizado | 13 |
| Magnitud de los ángulos | 14 |
| Ángulos para las distintas clases de herramientas | 15 |
| Clases de viruta | 16 |
|  Proceso en el mecanizado | 17—19 |
| Movimientos en el mecanizado | 17 |
| • Medición de movimientos | 18 |
| • Movimientos de corte | 19 |
|  Máquinas para mecanizar | 20—22 |
| Clasificación de las máquinas | 20 |
| Movimientos en las máquinas-herramientas | 20 |
| Movimientos y procedimientos de trabajo | 21/22 |
| Accionamiento de las máquinas-herramientas | 23—31 |
| Accionamiento por grupos y accionamiento individual | 23/24 |
| Accionamiento por medio de correas | 25/26 |
| • Relación de transmisión | 27/28 |
| Transmisión por engranajes | 29 |
| • Cálculo de las relaciones de transmisión en el caso de ruedas dentadas | 30/31 |
|  Mecanismo en las máquinas-herramientas | 32—42 |
| Mecanismos escalonados | 33 |
| Mecanismo escalonado de engranajes | 34/35 |
| Mecanismos sin escalonamiento | 36 |
| Mecanismos de inversión | 38/39 |
| Mecanismos para producir movimientos rectilíneos | 40/41 |
| Cuidado para con las máquinas-herramientas | 42 |
| MECANIZACIÓN POR TORNEADO | 43—62 |
|  Herramientas para el torneado | 44—52 |
| Designaciones en el útil de corte | 44 |
| Clases de cuchillas de torno y útiles de metal duro | 45 |
| Esfuerzos que actúan sobre la cuchilla de tornear | 46 |
| Esfuerzo de corte específico | 47 |
| Ángulos de las cuchillas y material | 48 |
| Materiales para las herramientas de corte | 49 |
| Tratamiento térmico de los aceros de herramientas | 51 |
| Metales duros y materiales de corte cerámicos | 52 |
|  Tornos de diferentes tipos | 53—62 |
| Bancada del torno | 54 |
| Carro portaútil | 55 |
| Caja de maniobras | 56 |
| Caja de husillo | 57 |
| Mecanismos en la caja del husillo | 58 |
| Mecanismos de avance | 59/60 |
| Husillos de roscar y de cilindrar | 61 |
| El cabezal móvil | 62 |

• Cálculos

TRABAJOS DE TORNO

| | Pág. |
|---|---------|
| Torneado de piezas cortas, cilíndricas | |
| (fijación en plato de sujeción) | 63 |
| Sujeción y platos de sujeción | 64/66 |
| Útiles de torno | 67 |
| Sujeción de la herramienta | 68 |
| Instrumentos para medición de longitudes | 69 |
| Cuidados de los instrumentos de medición | 70 |
| Indicaciones para el trabajo | 71/72 |
| Cálculo del movimiento de avance por medio de anillo divisor ... | 73 |
| Cálculo de los números de revoluciones que se deben emplear | 73/74 |
| Torneado de piezas largas, cilíndricas | |
| (sujeción entre puntas) | 75 |
| Sujeción e instrumentos de sujeción para tornear entre punta | 76/79 |
| Útiles de desbastar/Útiles de afinar | 80 |
| Ángulos de posición, de inclinación y de la punta | 81 |
| Ajuste del útil con respecto al eje de la pieza | 82 |
| Pálmer o micrómetro | 83 |
| Amplificadores de esfera | 84/85 |
| Indicaciones para el trabajo | 86/87 |
| Velocidad de corte económica | 88/89 |
| Torneado de piezas largas y delgadas (sujeción con lunetas) | 90 |
| Verificación en cuanto a giro concéntrico de la pieza | 91 |
| Lunetas | 92 |
| Ajustes | 93 |
| Árbol único y agujero único | 94 |
| Designaciones abreviadas para indicación de ajustes | 95/96 |
| Ejemplos para asientos/Tolerancias de cotas libres | 98 |
| Calibres límites o de tolerancia | 99 |
| El trabajo con lunetas | 100 |
| Cálculo del tiempo principal en el cilindrado | 101 |
| Influencia de la refrigeración y la lubricación sobre el trabajo de torneado | 102 |
| Torneado de piezas de forma irregular | |
| (Sujeción en el plato de torno) | 103 |
| Sujeción y aparatos de sujeción | 104/105 |
| Herramientas de corte para grandes superficies planas | 106/107 |
| Ejemplos de trabajo | 108 |
| Cálculo del número de revoluciones y del tiempo principal en el refrentado | 109/111 |
| Entallado y tronzado | 112 |
| Útiles de tronzar | 113/114 |
| Afilado del útil de torno | 115 |
| Afilado de metal duro | 116 |
| Calibres normales de caras paralelas | 117 |
| Compás | 118/119 |
| Trabajos de entallado y de tronzado/Seguridad del trabajo | 120 |
| Determinación del tiempo invertido en el trabajo | 120/122 |
| Taladrado y escariado en el torno | 123 |
| Herramientas para taladrar | 124/127 |
| Escariadores | 128/129 |
| Calibres límites para medidas interiores | 130/131 |
| Ejemplos de trabajo de taladrado y escariado | 131 |
| Indicaciones para el trabajo de taladrar y de escariar | 132/134 |
| Cálculo de la velocidad de corte en el taladrado | 135 |

| | Pág. |
|---|---------|
| Torneado de piezas previamente taladradas | 136 |
| Mandriles para tornear | 137 |
| Sujeción, torneado y verificación de piezas previamente tala- dradas | 138 |
| Torneado de piezas perfiladas | 139/140 |
| Útiles de forma | 141/142 |
| Calibres para perfiles | 143 |
| Indicaciones para el trabajo del torneado de piezas perfiladas .. | 144 |
| Moletados paralelo y cruzados | 145 |
| Útiles para moletear | 146/147 |
| Indicaciones para el trabajo de moletado | 148 |
| Torneado excéntrico | 149 |
| Aparatos de sujeción para el torneado excéntrico | 150 |
| Indicaciones para el trabajo de torneado excéntrico | 151/152 |
| Cálculo de la cota de excentricidad | 153 |
| Máquinas especiales | 154 |
| Torneado de conos cortos de gran ángulo mediante des- plazamiento del carrito superior | 155/156 |
| Instrumentos para la medición de ángulos | 157/158 |
| Indicaciones para el trabajo de torneado de conos de gran án- gulo | 159 |
| Cálculos de ángulos y de conos | 160/164 |
| Torneado de conos largos de pequeño ángulo mediante desplazamiento del cabezal móvil o con ayuda de la regla de guía | 165/166 |
| Calibres para conos | 167/168 |
| Indicaciones para el trabajo de torneado de conos largos .. | 169/170 |
| Procedimientos del ajuste en posición del cabezal móvil y de la regla de guía | 171/174 |
| Ejecución de roscas en el torno | 175 |
| Constitución de la rosca | 176/177 |
| Clases de rosca | 178/180 |
| Procedimientos para la obtención de roscas | 180/182 |
| Ejecución de roscas en el torno, mediante machos de rosca o mediante terrajas | 183 |
| Herramientas para la talla de roscas | 184/186 |
| Indicaciones para la talla de roscas | 187 |
| Ajustes de roscas | 188 |
| Ejecución de roscas de filete puntiagudo con ayuda de útiles de roscar | 189 |
| Adaptación del torno para tallar roscas | 190 |
| Útiles de roscar | 191 |
| Instrumentos para medición de roscas | 192/195 |
| Indicaciones para la ejecución de roscas de filete puntiagudo .. | 196/198 |
| Cálculos generales relativos a roscas | 199/202 |
| Ejecución de roscas de filete plano en el torno | 203 |
| Útiles de roscar para roscas de movimiento | 204 |
| Indicaciones de trabajo para la ejecución de roscas de movi- miento | 205/208 |
| Cálculos de las ruedas de cambio | 209/214 |
| Arrollamiento de muelles o resortes | 215/216 |
| Indicaciones para el trabajo de arrollar muelles o resortes | 217 |
| Cálculo de resortes de tracción y de compresión | 218 |



Fig. 10,1 Fundición



Fig. 10,2 Laminación

Procedimientos de trabajo sin arranque de viruta. Mediante colada de metales fundidos y calientes en moldes adecuados pueden obtenerse las llamadas piezas de fundición o piezas fundidas. Se fabrican de este modo, por ejemplo, armazones para máquinas, ruedas, parrillas, placas para hogar, etc. (fig. 10,1).

Otra posibilidad de dar forma a las piezas sin arranque de viruta consiste en proceder a una especie de amasado del material. Según que el material sea calentado para ello o no lo sea, se hablará de obtención de forma en caliente o en frío. Trabajos de esta clase lo son, por ejemplo, la forja, el doblado, el laminado, el prensado, el estirado, el embutido, el repujado y el acuñado. Así, por medio de forja se obtienen, entre otras cosas, formas artísticamente curvadas en rejas y puertas de hierro; por medio de laminado (fig. 10,2) se fabrican railes de ferrocarril, hierros redondos y cuadrados, etc. Por doblado se consiguen especialmente tubos y planchas de formas determinadas. Por prensado se obtienen, entre otras cosas, llaves para tornillos y tuercas de mariposa. Por estirado se fabrica el alambre. Mediante embutido y martillado de planchas delgadas se obtienen objetos tales como vasos y cubetas, pucheros de cocina y otros análogos (fig. 10,3).

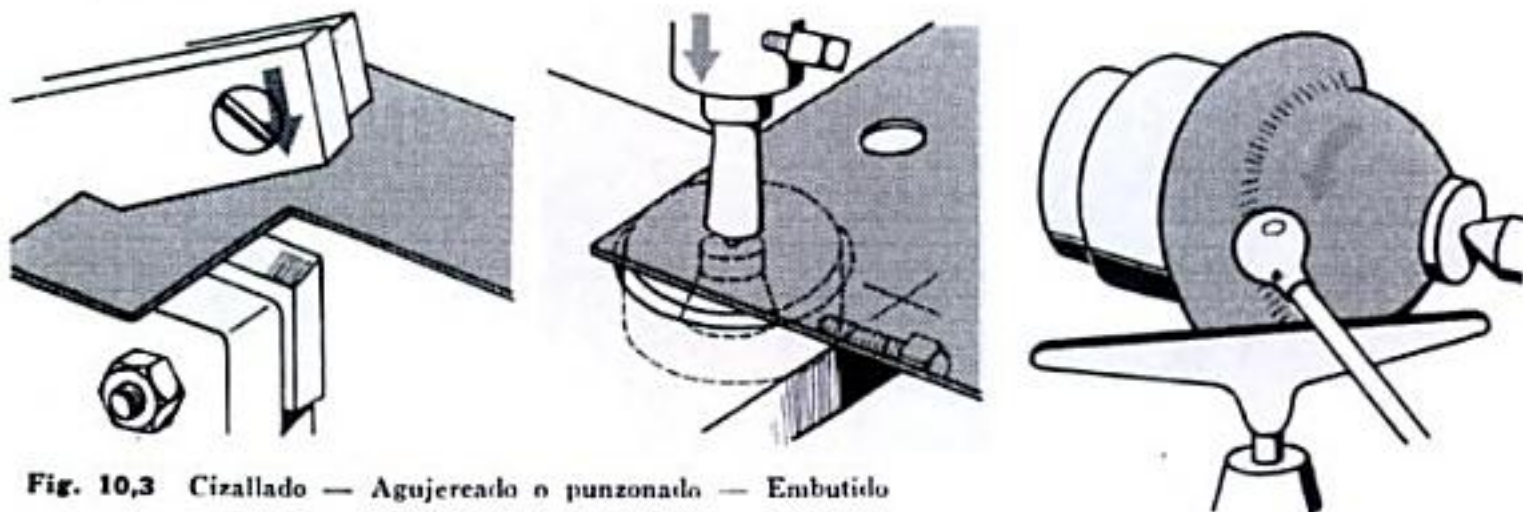


Fig. 10,3 Cizallado — Agujereado o punzonado — Embutido

Entre los trabajos sin arranque de viruta se comprenden, además, el trabajo del material con ayuda de tijeras y aparatos de cizallamiento y de punzonado y estampado. De este modo se obtienen, por ejemplo, bisagras, herrajes, piezas para relojes y aparatos de medida (fig. 10,3).

Herramientas para mecanizar

Acción de cuña en la operación de cortar, arrancar o partir

El proceso del mecanizado puede en cierto modo compararse con el de cortar, arrancar o partir. El instrumento empleado desde la antigüedad para cortar, arrancar, o partir, es la cuña. Este instrumento lo encontramos en forma de cincel y escoplo, de formón, de hacha, de cuchillo, de azuela, de pico o de tenazas (fig. 11,1).

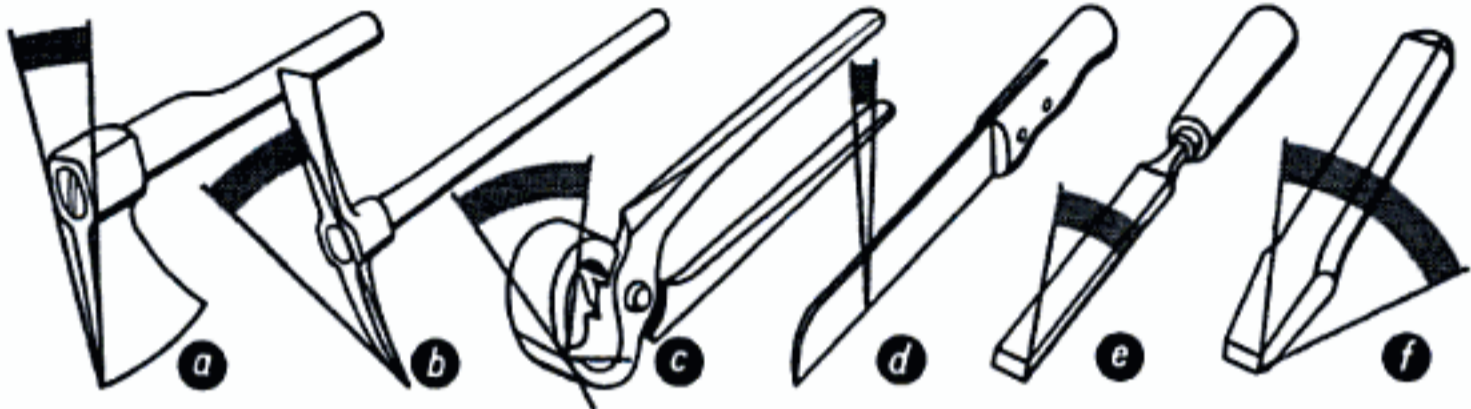


Fig. 11,1 La cuña como elemento básico de las herramientas que sirven para cortar, partir o arrancar: a) hacha; b) pico; c) tenazas; d) cuchillo; e) escoplo de grabador; f) cincel

La acción de cuña se ve perfectamente clara cuando se trata de rajar un tronco de árbol.

Mediante una fuerza (F) se hace entrar la cuña en el tronco. Penetra la cuña tanto más fácilmente cuanto más esbelta es. Y es que entonces es más aprovechada la fuerza ejercida (F), ya que al disminuir el ángulo de cuña crecen también las fuerzas de corte o arranque (T) (figs. 11,2 a,b)

Delante de la punta de la cuña se forma una raja que se abre tanto más enérgicamente cuanto mayor es el ángulo de la cuña. Una cuña esbelta resbala menos hacia fuera porque las fuerzas que actúan perpendicularmente a las caras de la cuña empujan a la cuña menos fuertemente hacia arriba, es decir, que no pueden echarla tan fácilmente fuera de la raja (figs. 11,2 c,d).

Es decir, que la magnitud del ángulo de la cuña (β) tiene una importancia decisiva respecto a la eficacia de la misma.

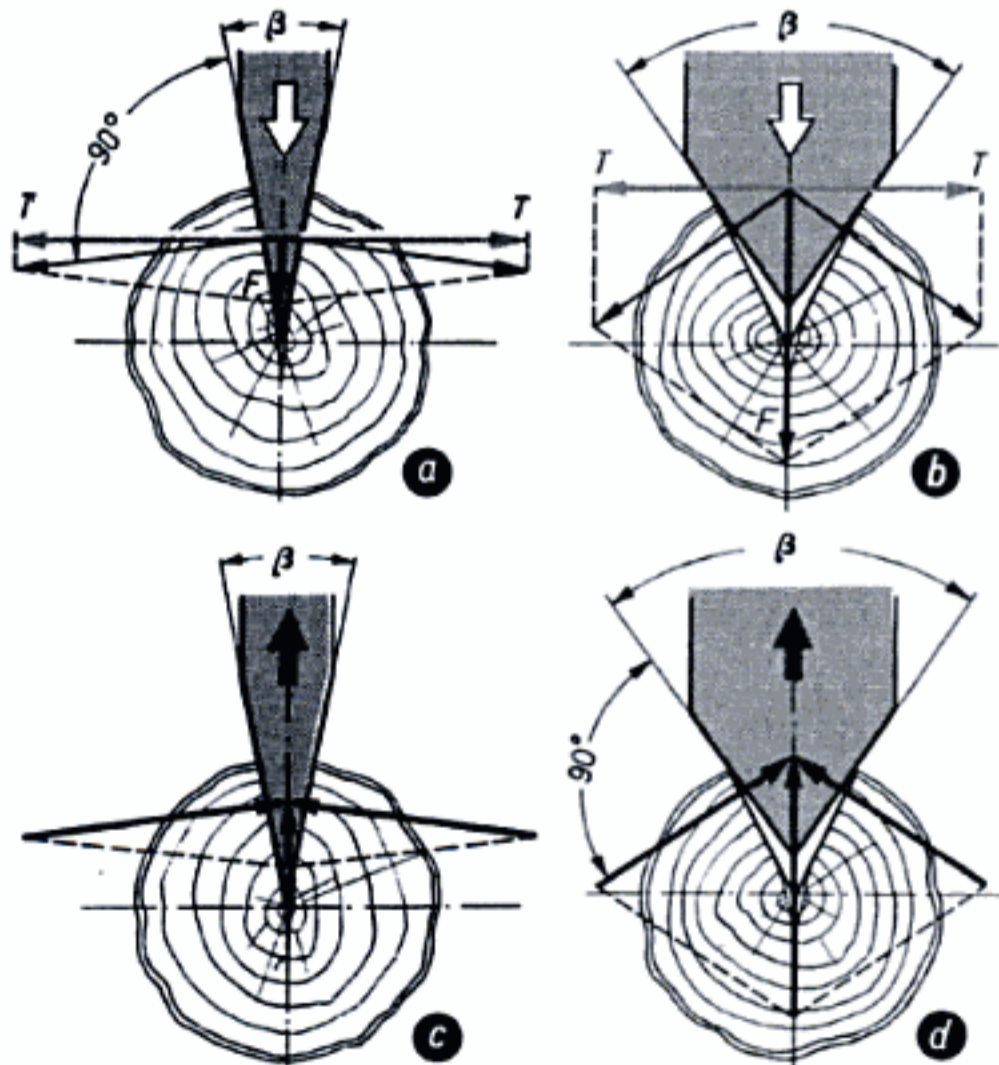


Fig. 11,2 Acción de corte de la cuña: a, b) La fuerza F (\equiv longitud del vector) necesaria para cortar o partir tiene que ser, en el caso de un ángulo de cuña (β) grande, mayor que cuando ese ángulo (β) es pequeño. A pesar de ser mayor la fuerza F , las fuerzas de corte o arranque T son menores en el caso b que en el a; c, d) esfuerzos de reacción

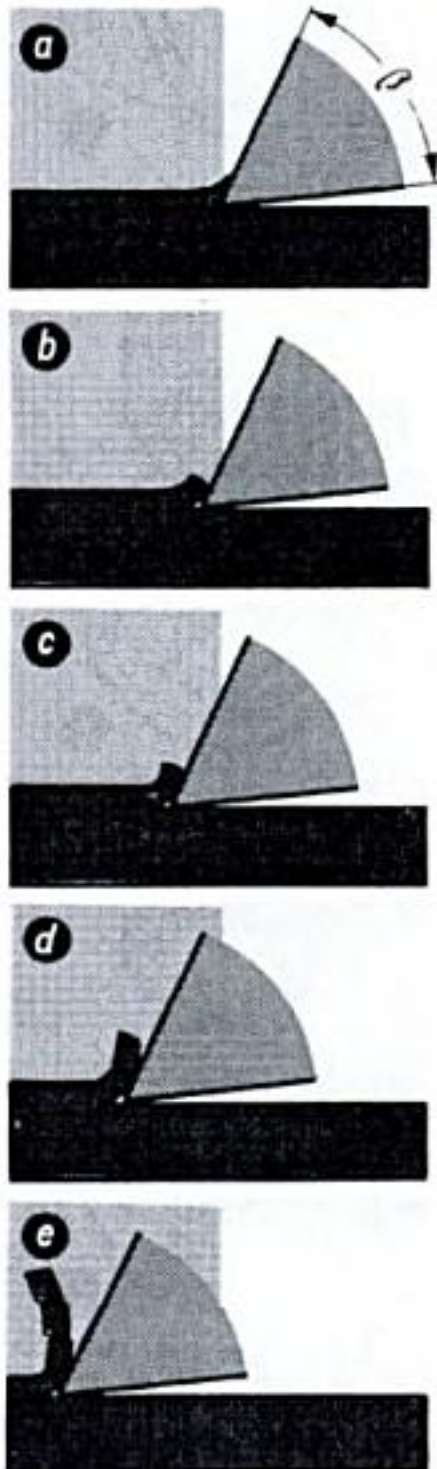


Acción de cuña al mecanizar

Si se impulsa sobre una pieza una herramienta cuya parte activa tenga forma cónica, se aplastará, se recalcará el material contra las caras de la cuña (de modo especialmente fuerte en el caso de un material tenaz). El material se desviará en la dirección de la mínima resistencia.



Fig. 12.1. Acción de recalado o de aplastamiento de la cuña: movimiento a) perpendicular, b) inclinado, c) paralelo a la superficie de trabajo



En el caso de una penetración perpendicular (fig. 12,1 a) el material se desliza junto a ambas caras de la cuña hasta una misma altura. Cuando la penetración de la cuña es oblicua, el material se agolpa hacia el lado libre de un modo proporcionalmente más acentuado (fig. 12,1 b).

Si la cuña se mueve paralelamente a la superficie de la pieza, el material se separará sólo hacia una parte (figura 12,1 c).

Cuando la cuña convenientemente inclinada avanza paralelamente a la superficie de la pieza, se va separando continuamente material, se producen virutas y se habla entonces de lo que hemos llamado "mecanizado" (fig.12,2). En la formación de virutas podemos imaginarnos cuatro fases:

1. Levantamiento del material delante de la superficie de ataque de la herramienta (fig. 12,2 a).
2. Formación de una grieta delante de la punta de la cuchilla (fig. 12,2 b).
3. Corte de una partícula de viruta (elemento de viruta) (fig. 12,2 c).
4. Deslizamiento ascensional de la partícula cortada (elemento de viruta) junto a la superficie de ataque de la herramienta (figs. 12,2 d, e).

Estos procesos se repiten continuamente, de tal modo que unos elementos de viruta se juntan a los otros constituyéndose virutas que están más o menos firmemente unidas entre sí. Mientras que, por ejemplo, en la fundición gris no existe ligazón alguna entre los distintos elementos de viruta, formándose virutas desmenuzadas, en los materiales tenaces, como por ejemplo en el acero blando, los elementos de viruta van tan agarrados unos a otros que se da lugar a virutas largas. Es decir, que entre otras cosas influye también el material de la pieza sobre la clase de virutas que se forman.

Cuando el movimiento es muy rápido (elevada velocidad de corte), apenas si se aprecia generalmente la grieta que va delante de la cuchilla.

Fig. 12,2 Constitución de la viruta



Ángulos en el filo de la herramienta

En una herramienta cuya misión sea arrancar virutas (fig. 13,1), las caras de la cuña toman en la parte activa de la misma una línea que se llama filo. Por lo general, empero, se consideran también como filo las partes de las caras de la cuña inmediatas a esa línea. Estas superficies del filo comprenden ángulos cuya magnitud influye sobre la eficacia de la herramienta (fig. 13,2).

Ángulo de filo (β). Un ángulo de filo pequeño ofrece grandes ventajas. Por otro lado no es, sin embargo, posible disminuirlo arbitrariamente, porque con ello crece el peligro de rotura del filo, especialmente en el caso de material duro y resistente. El ángulo de filo puede ser tanto menor cuanto más blando sea el material que se ha de trabajar. Si el material de la herramienta es muy duro y agrio se rompe también fácilmente el filo cuando el citado ángulo es demasiado pequeño.

Ángulo de ataque (γ). El ángulo de ataque viene limitado de un lado por la superficie de ataque de la herramienta (es decir, por la superficie sobre la cual resbalan las virutas), y del otro lado por un plano perpendicular a la superficie de trabajo (o sea a la superficie que se está trabajando en la pieza). Su magnitud influye especialmente sobre el tipo de viruta.

La viruta se separa tanto más fácilmente cuanto mayor es el ángulo de ataque (fig. 13,3).

Aun cuando sea ventajoso un ángulo de ataque grande, no puede hacerse arbitrariamente grande, porque el ángulo de filo tendría entonces que resultar correlativamente menor. Un ángulo de filo demasiado pequeño conduciría fácilmente a la rotura del filo.

El ángulo de incidencia (α) es el ángulo comprendido entre la superficie de incidencia de la herramienta y la superficie de corte de la pieza. El ángulo de incidencia permite que las superficies de contacto entre la pieza y la herramienta resulten muy pequeñas. Se evita el magullamiento de la herramienta y con ello disminuye el rozamiento. Su magnitud viene a ser unos 6... 10°.

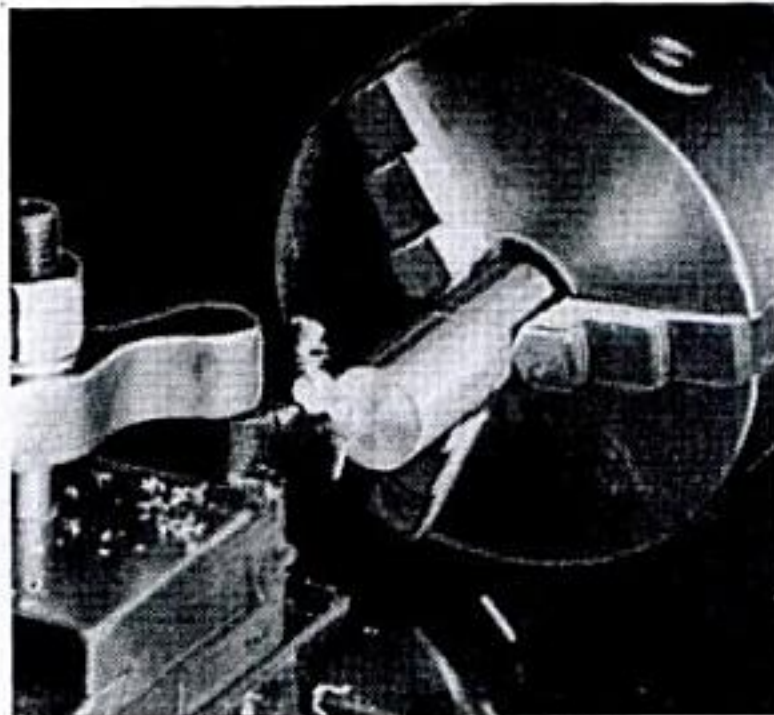


Fig. 13,1 El útil de corte arranca virutas

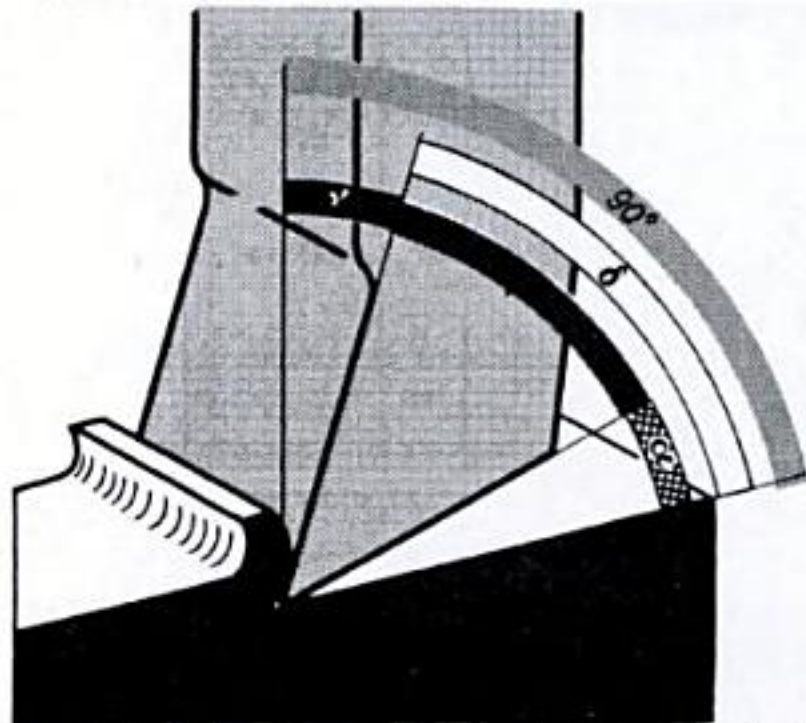


Fig. 13,2 Designaciones de los ángulos en el filo de la herramienta:

α (alfa) = ángulo de incidencia; β (beta) = ángulo de filo; γ (gamma) = ángulo de ataque; δ (delta) = ángulo de corte

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ \quad \alpha + \beta = \delta$$



Fig. 13,3 Ángulo de ataque grande = ángulo de filo pequeño. Cuanto menor es el ángulo de ataque tanto más fuertemente curvada y aplastada resulta la viruta



Herramientas para tornear

Magnitud de los ángulos

La magnitud de los ángulos de la herramienta hay que determinarla para cada caso. En tablas se encuentran magnitudes de ángulos que se han determinado a base de experiencias.

La magnitud de los ángulos depende sobre todo de lo siguiente (figs. 14,1, 2; 15,1):

1. Del material de la pieza (los materiales de viruta larga exigen un ángulo de ataque grande y los de virutas corta uno pequeño).
2. Del procedimiento de trabajo o del tipo de la herramienta (torneado, fresado, taladrado, escariado, desbastado, afinado, tallado de roscas, etc).
3. Del material de la herramienta (los metales duros tienen, por lo general, ángulos de ataque más pequeños que los aceros de corte rápido o los aceros de herramientas).

Frecuentemente hay que tener en cuenta otros puntos de vista. Así, por ejemplo, un corte interrumpido exige en la herramienta un filo más fuerte, es decir, un ángulo de filo mayor.

Fig. 14,1
Herramientas para arranque de viruta

| | Util de torno | | Fresa | | Sierra | | Broca espiral en la periferia | | Escariador | | Macho de roscar sin despulla | | Cojinete de terraja | |
|--|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------|------------|----------|------------------------------|----------|---------------------|----------|
| | γ | α | γ | α | γ | α | γ | α | γ | α | γ | α | γ | α |
| Acero 50 70 kg/mm ² Fundición gris | 12°... 18° | 8° | 6°... 15° | 4°...6° | 15° | 5°...7° | ~ 25° | ~ 6° | 8°...10° | 5°...7° | 5°... 10° | 0 | 12°... 18° | 0 |
| Aceros de tipo duro, por encima 100 kg/mm ² | 8° | 6°... 8° | 4°...6° | 3°...5° | 10°... 15° | 5°...6° | 15° | ~ 6° | 5° | 5°...7° | 0°...5° | 0 | 10°... 15° | 0 |
| Aluminio Aleaciones de aluminio | 40° | 10° | 20°... 30° | 8°... 10° | 25°... 30° | 10°... 12° | 35°... 40° | ~ 6° | 15° | 5°...7° | 20°... 30° | 0 | 15°... 22° | 0 |

T.14,1 Comparación de los ángulos de corte de distintas herramientas de acero rápido



Fig. 14,2 Relación entre el ángulo de ataque y el material de la pieza: a) fundición dura, piezas duras de latón y de bronce; b) acero y acero moldeado de gran resistencia, fundición gris dura, latón, bronce; c) acero (acero moldeado) de resistencia media, fundición gris normal; d) tipos blandos de bronce; e) metales ligeros



Proceso en el mecanizado

Movimientos en el mecanizado

Para el arranque de virutas es de capital importancia que la pieza y la herramienta se muevan una con respecto a otra. Existen a este respecto varias posibilidades:

1. La pieza no se mueve, pero se mueve la herramienta (fig. 17,1 a, c).
2. La pieza se mueve, pero la herramienta queda fija (fig. 17,1 b).
3. Se mueven la pieza y la herramienta (fig. 17,1 d).

Según sea la forma de la pieza a trabajar podrán ser diferentes los movimientos. Si se trata de arrancar virutas de superficies de trabajo planas, el movimiento será rectilíneo (fig. 17,2 a); si la pieza de la cual se han de sacar virutas es cilíndrica, el movimiento será circular (figura 17,2 b).

En el acepillado de piezas pequeñas, por ejemplo, la herramienta es movida de modo rectilíneo sobre la superficie de trabajo que permanece fija,² en el torneado recibe la pieza (y en el fresado o en el taladro, por el contrario, la herramienta) un movimiento circular.

Estos movimientos, que son necesarios si se quiere que la herramienta tenga acción cortante, reciben el nombre de movimientos principales o movimientos de corte. La rapidez con que se producen los movimientos de corte influye sobre el proceso del mecanizado. Es pues necesario poder determinar con la mayor precisión la rapidez de estos movimientos. Como medida de esta rapidez se utiliza la velocidad de corte.

La velocidad es siempre la medida que sirve para comparar movimientos más o menos rápidos. Piénsese, por ejemplo, en la velocidad de un auto o en la de un avión. En el caso de la velocidad de corte se trata de velocidad referida al corte, o sea al mecanizado.

En el caso del esmerilado o rectificado cilíndrico se mueven tanto la herramienta (muela) como la pieza. Ahora bien, sólo el movimiento de rotación de la muela se considera como movimiento principal o de corte (fig. 17,1 d).

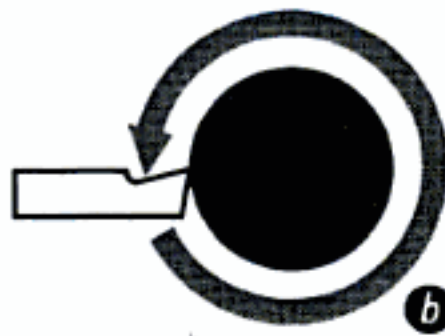
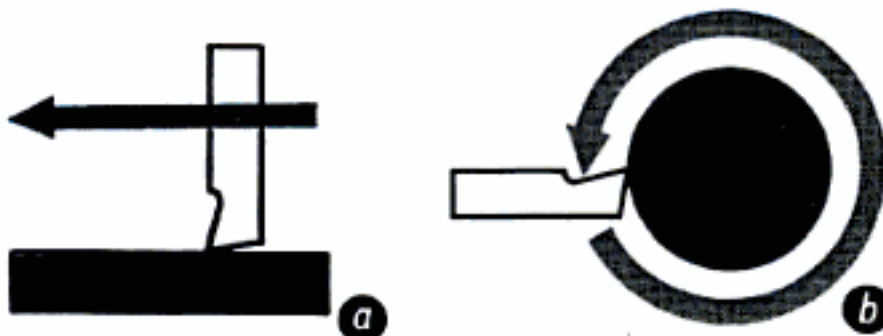
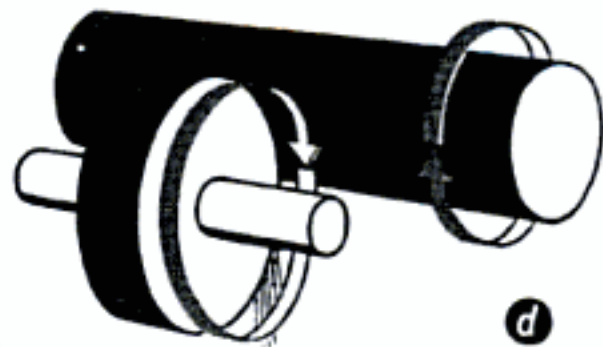
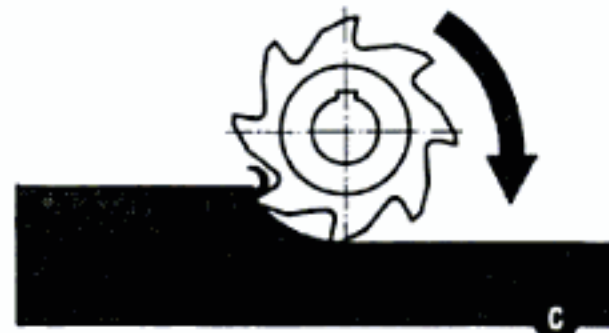
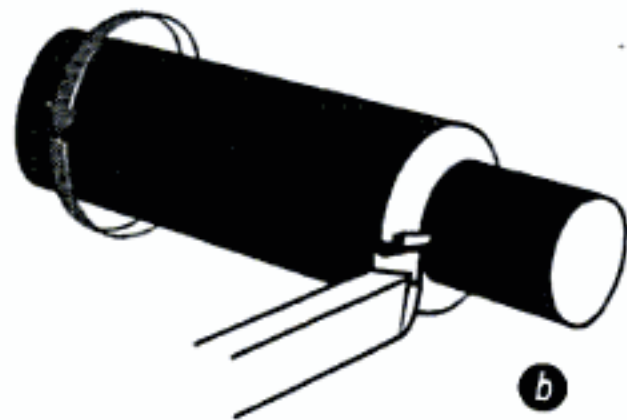
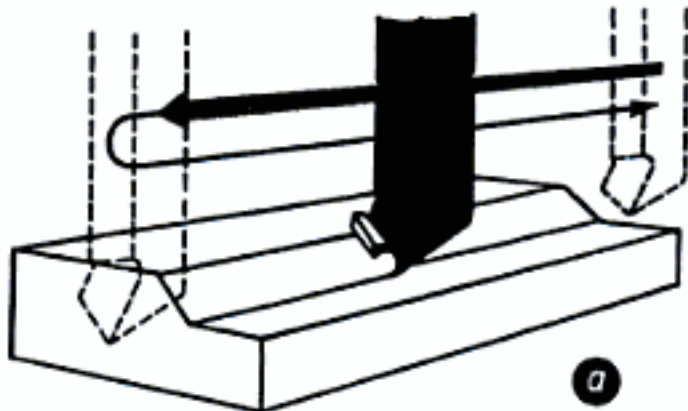


Fig. 17,2 Movimientos durante el mecanizado: a) rectilíneo; b) circular

Fig. 17,1 Movimientos durante el mecanizado: a) limado; b) torneado; c) fresado; d) rectificado



Medición de movimientos

En los movimientos se recorren distancias. Para ello es necesario emplear un tiempo. Si se quiere medir un movimiento habrá que medir, por un lado, el camino o espacio recorrido y, por otro, el tiempo que se ha empleado en hacerlo. Si se divide el camino recorrido por el tiempo que se ha empleado en ello, se obtiene el *espacio recorrido por unidad de tiempo*. Esta magnitud constituye la medida del movimiento y se llama *velocidad*. El espacio puede darse, por ejemplo, en metros (m) o en kilómetros (km), y el tiempo en horas (h) o en segundos (s). Se dice, por ejemplo: Un automóvil corre a 70 km por hora (= 70 km/h), o: la velocidad del sonido es de 333 m por segundo (= 333 m/s).

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{espacio}}{\text{tiempo}}$$

Ejemplo: Un automóvil recorre un trayecto de 180 km en un tiempo de 2 horas. Se mueve por término medio con

$$\text{velocidad} = \frac{180 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 90 \text{ km/h}$$

Movimiento rectilíneo de corte

Al mecanizar con movimiento de corte rectilíneo se designará:

- 1.º La distancia o el camino recorridos por la pieza o por la herramienta, como recorrido del corte s (en metros) (fig. 18,1).
- 2.º El tiempo empleado en ello, como tiempo de corte t (en minutos).
- 3.º La velocidad del movimiento de corte, como velocidad de corte v (en m/min).

De aquí se deduce: velocidad de corte $v = \frac{\text{recorrido del corte } s}{\text{tiempo de corte } t}$

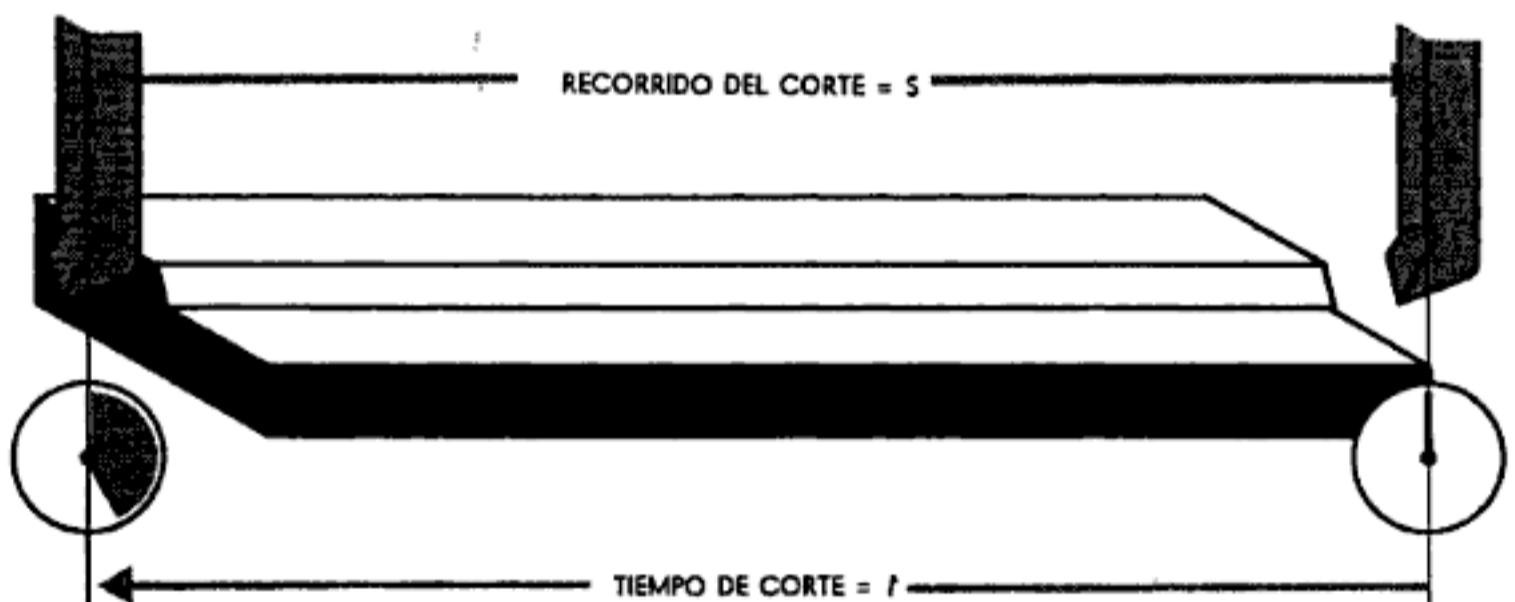


Fig. 18,1 Recorrido o camino del corte y tiempo de corte

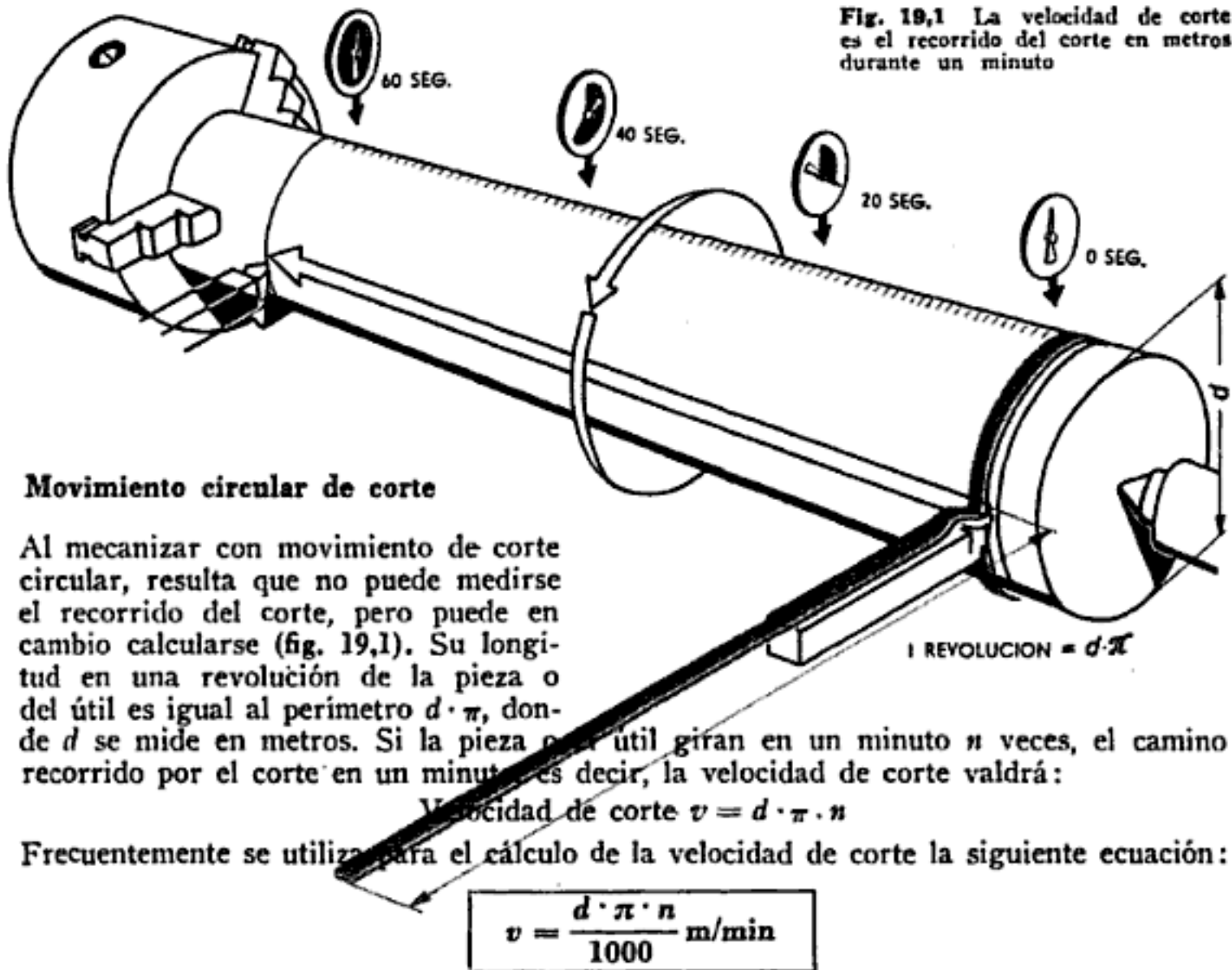
Ejemplo: Para un recorrido de corte $s = 3 \text{ m}$ se emplea un tiempo de corte $t = 0,2 \text{ min}$. ¿Cuánto vale la velocidad de corte?

Solución:

La velocidad de corte vale $v = \frac{s}{t} = \frac{3 \text{ m}}{0,2 \text{ min}} = 15 \text{ m/min}$



Fig. 19,1 La velocidad de corte es el recorrido del corte en metros durante un minuto



Movimiento circular de corte

Al mecanizar con movimiento de corte circular, resulta que no puede medirse el recorrido del corte, pero puede en cambio calcularse (fig. 19,1). Su longitud en una revolución de la pieza o del útil es igual al perímetro $d \cdot \pi$, donde d se mide en metros. Si la pieza o el útil giran en un minuto n veces, el camino recorrido por el corte en un minuto es decir, la velocidad de corte valdrá:

$$\text{Velocidad de corte } v = d \cdot \pi \cdot n$$

Frecuentemente se utiliza para el cálculo de la velocidad de corte la siguiente ecuación:

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ m/min}$$

Sólo hay que poner aquí el diámetro d en mm para obtener la velocidad de corte en m/min

Ejemplo: Un árbol de 100 mm \varnothing debe ser torneado con $n = 80$ m/min. ¿Cuánto valdrá la velocidad de corte?

Solución:

$d = 100$ mm; como necesitamos el camino o recorrido del corte en m, $d = \frac{100}{1000}$ m.

Camino del corte en 1 revolución = $d \cdot \pi = \frac{100}{1000} \text{ m} \cdot 3,14$.

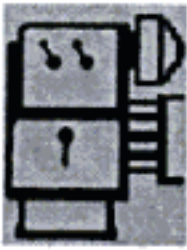
El camino del corte para 80 revoluciones en 1 minuto, o sea la velocidad de corte, valdrá:

$$v = d \cdot \pi \cdot n = \frac{100}{1000} \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 80 \text{ rev/min}$$

o sea, $v = 25,12$ m/min

Ejercicios:

1. Diámetro del árbol $d = 90$ mm, número de revoluciones $n = 100$ rev/min. Calcular la velocidad de corte v en el torneado.
2. Diámetro de la broca $d = 30$ mm, número de revoluciones $n = 120$ rev/min. Calcular la velocidad de corte v al taladrar.
3. Diámetro de la fresa $d = 120$ mm, número de revoluciones $n = 40$ rev/min. Calcular la velocidad de corte en el fresado.



Máquinas para mecanizar

Clasificación de las máquinas

El torno, el cepillo, la fresadora, la rectificadora, arrancan virutas de la pieza (figura 17,1). La característica de estas máquinas es que emplean una herramienta.

Las máquinas que arrancan virutas a una pieza con ayuda de herramientas están comprendidas dentro de lo que se llaman máquinas-herramientas.

Las prensas y las estampadoras son también máquinas-herramientas. También en estas máquinas se da forma a las piezas con ayuda de herramientas o útiles, pero en estos casos la operación tiene lugar sin arranque de virutas.

Además de las máquinas-herramientas hay también otras clases de máquinas, como lo son, por ejemplo, las máquinas motrices. Estas máquinas suministran fuerza motriz para las máquinas herramientas o para los automóviles (electromotores, motores de combustión interna, máquinas de vapor) (fig. 20,1).

Las máquinas de elevación, bombas, máquinas empaquetadoras, dragas, máquinas agrícolas, textiles y análogas, son máquinas operadoras.

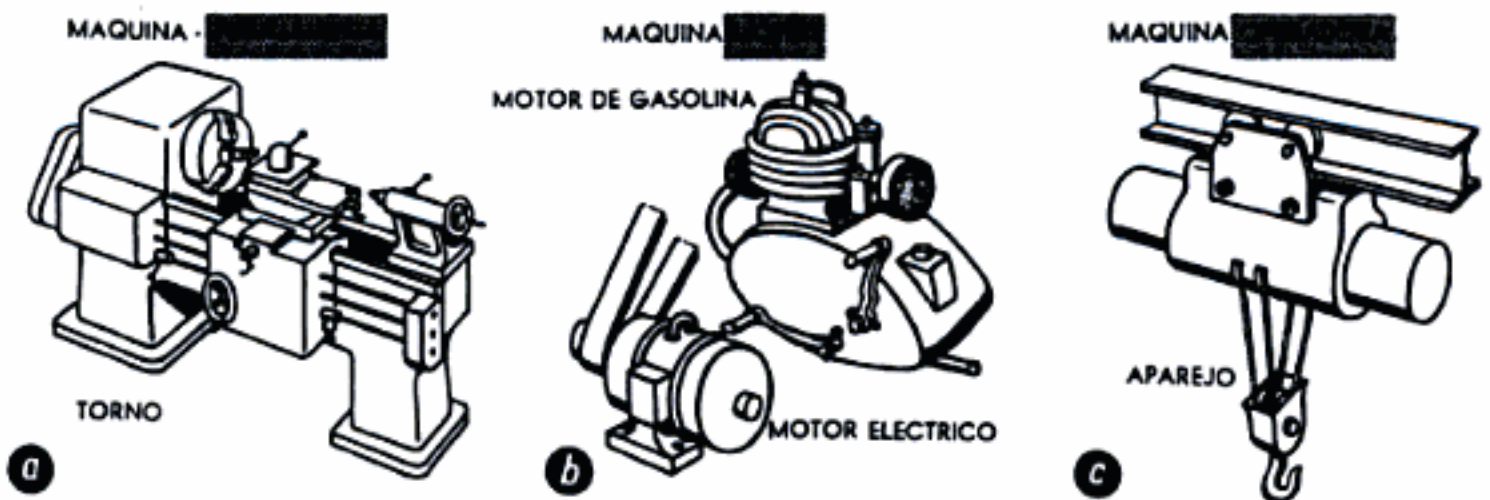


Fig. 20,1 Clasificación de las máquinas: a) máquinas-herramientas; b) máquinas motrices; c) máquinas operadoras

Por lo general, se distingue únicamente entre máquinas motrices y máquinas operadoras. Se entiende entonces por máquinas-herramientas a las operadoras que dan forma al material con ayuda de herramienta. Ahora bien; como las máquinas-herramientas tienen una importancia especialmente grande, hay preferencia por agruparlas formando un grupo especial.

Movimientos en las máquinas-herramientas

Si se ha de mecanizar con ayuda de las máquinas-herramientas habrá que facilitar a la pieza y a la herramienta los movimientos correspondientes.

En el torno, por ejemplo, hace falta dar el movimiento de rotación a la pieza, en el taladro el movimiento de rotación a la herramienta, o en el cepillo el movimiento de ida y vuelta a la pieza o a la herramienta. Aun cuando al primer golpe de vista puedan parecer embrollados estos distintos movimientos, se ve inmediatamente su ordenación si se procura determinar las misiones que han de realizar. Los distintos movimientos dan lugar a la longitud de viruta, a la anchura de viruta y al espesor de viruta.

Es de la mayor importancia el movimiento principal o movimiento de corte. Este movimiento caracteriza el modo de trabajar de las máquinas (cepillado, torneado, taladrado, rectificado, etc.).

Por medio del movimiento principal o de corte se obtiene la longitud de viruta.



Debe existir además la posibilidad de arrancar virutas más o menos gruesas y anchas. Para esto son necesarios otros dos movimientos: el movimiento de avance y el de ajuste. El movimiento de avance puede tener lugar a mano o mecánicamente, de modo continuo, es decir, de modo uniforme durante el corte o de modo intermitente delante de cada nuevo corte. El movimiento de ajuste se realiza generalmente a mano.

Todos los movimientos de las máquinas-herramientas que trabajan con arranque de viruta pueden reducirse a estos tres movimientos fundamentales.

Movimientos y procedimientos de trabajo

Torneado. Como herramienta o útil se utiliza la cuchilla o acero de corte. La pieza recibe como movimiento principal o de corte un movimiento de rotación, mientras que la herramienta verifica el movimiento de avance (generalmente de modo continuo). El movimiento de ajuste se realiza a mano. Mediante el torneado se obtienen preferentemente piezas cilíndricas, tales como por ejemplo, árboles, pernos, roscas, casquillos, etc. (figura 21,1).

Fresado. Como herramientas sirven las distintas formas de fresas. La fresa realiza como movimiento principal o de corte un movimiento de rotación, mientras que a la pieza se le hace ejecutar el movimiento de avance. El movimiento de ajuste puede realizarlo la pieza en tres direcciones. Según sea la forma de la fresa podrán obtenerse superficies planas, ranuras, pasos de dientes, etc. (fig. 21,2).

Contrariamente a lo que pasa con la cuchilla o acero de corte la fresa es una herramienta de varios filos. Es decir, que el trabajo de hacer virutas se distribuye sobre varios filos. Cada filo no está cortando continuamente.

Cepillado. Como herramienta se utiliza la cuchilla de cepillo. El movimiento principal o de corte, que es aquí de vaivén, lo hace la pieza en la planeadora o cepilladora propiamente tal, y la herramienta en la limadora. La herramienta trabaja generalmente

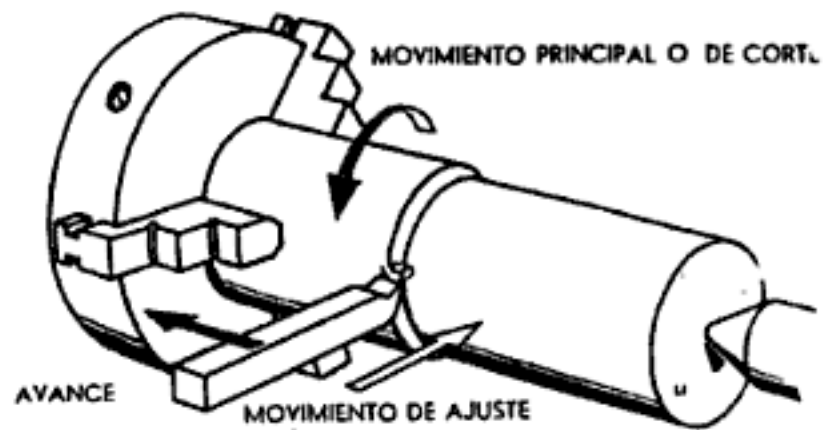


Fig. 21,1 Movimientos principal, de avance y de ajuste en el torneado

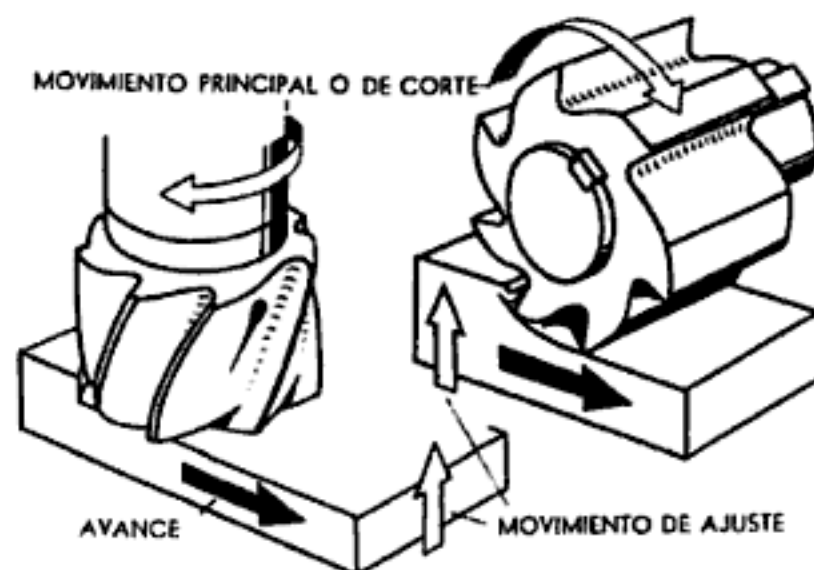


Fig. 21,2 Movimientos principal, de avance y de ajuste en el fresado

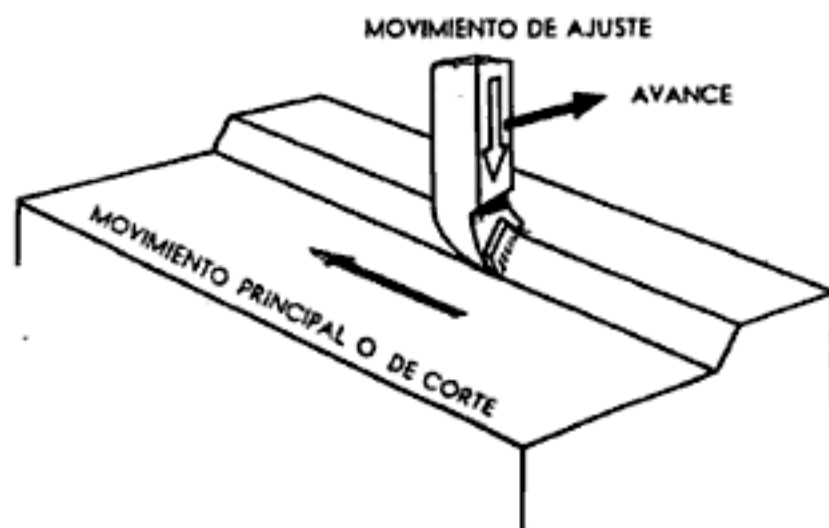
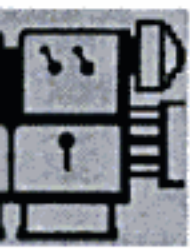


Fig. 21,3 Movimientos principal, de avance y de ajuste en el cepillado



Accionamiento individual

En el accionamiento individual (fig. 24,1) desaparecen ampliamente los inconvenientes del accionamiento por grupos. La máquina puede ponerse en servicio independientemente de un árbol principal de transmisión, con lo cual resulta posible un mejor aprovechamiento del local y una eventual variación del emplazamiento de cada máquina. El costo del primer establecimiento es, de todos modos, más caro en el caso de accionamiento individual.

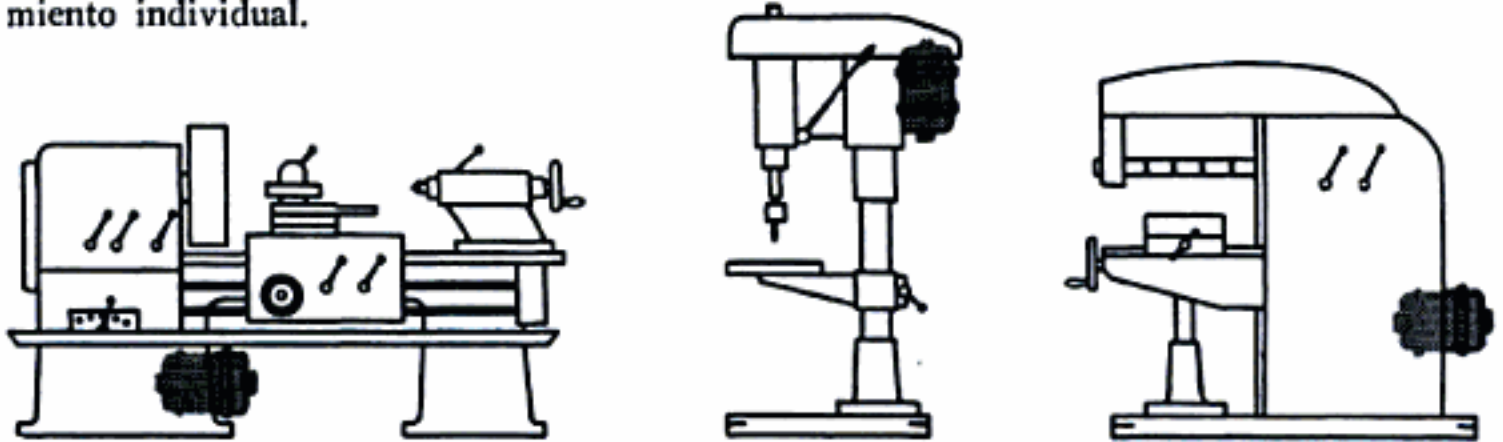


Fig. 24,1 Disposición del accionamiento individual en un torno, una taladradora y una fresadora

Si el motor de accionamiento está dispuesto sobre una ménsula montada sobre la máquina (fig. 24,2), la transmisión de la fuerza se facilita por medio de correa.

Si el motor va directamente fijado a la máquina o embridado (motor eléctrico de bridas o pletinas), actuará o bien a través de ruedas dentadas sobre el husillo de trabajo (fig. 24,3) o bien va directamente acoplado a éste. En este último caso el husillo o árbol de trabajo y el del motor tienen el mismo número de revoluciones. El motor de accionamiento va preferentemente dispuesto en la caja o en la peana de la máquina. La ocupación de sitio es entonces especialmente pequeña (fig. 24,4).

A veces pasa el husillo de trabajo a través del eje de accionamiento, hueco, del motor (figura 24,5).

Las máquinas grandes utilizan a veces, tanto para la herramienta como para la pieza, motores especiales de accionamiento (accionamiento por varios motores) (fig. 24,6).

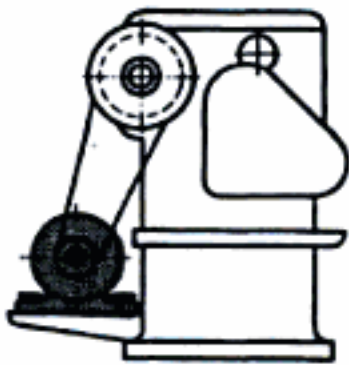


Fig. 24,2 Motor sobre ménsula o consola; transmisión de fuerza por medio de correas

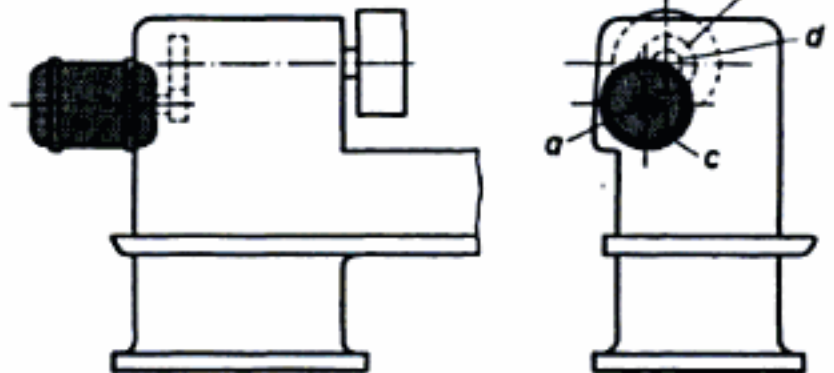


Fig. 24,3 Motor embridado; transmisión de fuerza por medio de ruedas dentadas: a) árbol motor; b) rueda dentada, c) motor de bridas; d) husillo de trabajo

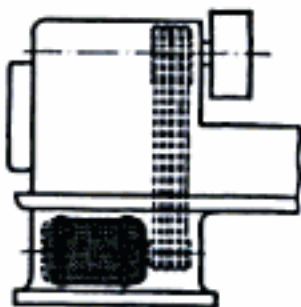


Fig. 24,4 Motor en la peana de la máquina; transmisión de fuerza por correas trapecoidales

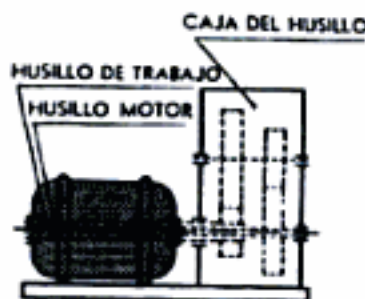


Fig. 24,5 Motor con eje hueco; transmisión de la fuerza por medio de ruedas dentadas

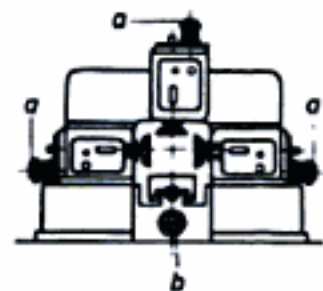


Fig. 24,6 Accionamiento de una máquina fresadora por medio de varios motores: a) motores de accionamiento del husillo de la fresa; b) motor de accionamiento para el avance de la mesa



Accionamiento por medio de correas

Para el accionamiento de una máquina-herramienta, para la transmisión de movimientos y fuerzas, se emplean los más diversos elementos de accionamiento, como por ejemplo correas, cadenas, ruedas dentadas, poleas, árboles, acoplamientos, etc.

Se distingue entre (fig. 25,1):

Accionamiento por correa abierta, por correa cruzada y entre ejes que se cruzan.

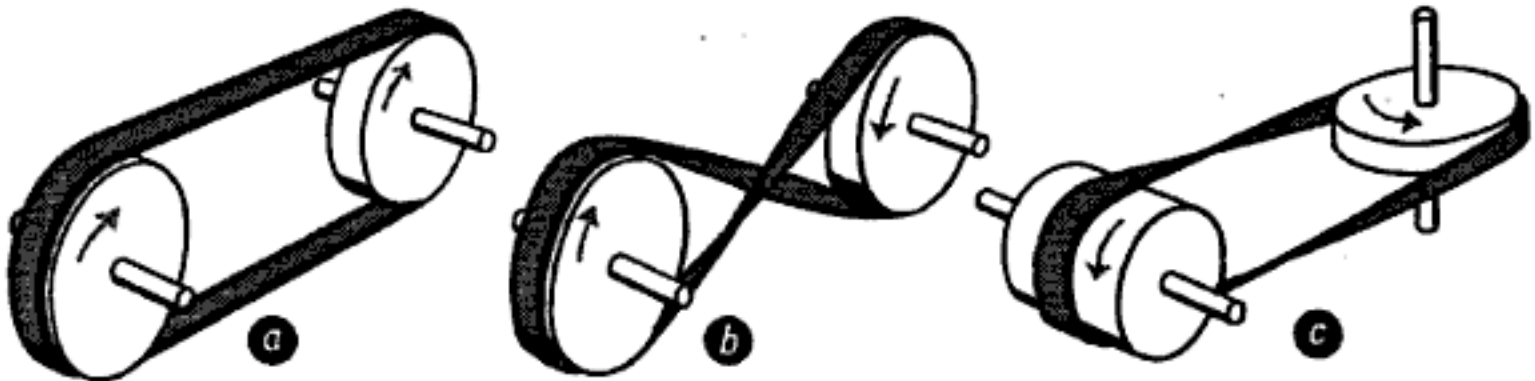


Fig. 25,1 Transmisión por correa: a) árboles paralelos con igual sentido de rotación; b) árboles paralelos con sentidos de rotación opuestos; c) los árboles se cruzan, la transmisión es posible sólo en un sentido de rotación

Se llaman correas a elementos de accionamiento constituidos entre otras cosas, por cuero, cáñamo, caucho, seda, material sintético. Según sea la sección transversal se distingue entre correas planas, correas trapeciales, o trapecoidales, y correas redondas.

El accionamiento por correa plana se emplea especialmente cuando han de transmitirse esfuerzos y movimientos a distancias algo grandes. La correa, que es un elemento de transmisión relativamente ligero, es el medio de transmisión entre dos poleas que giran. Entre la polea y la correa se establece un esfuerzo de fricción que tiene como consecuencia el que por un lado arrastre la polea a la correa y por el otro sea la correa quien arrastre a la polea. La fuerza de fricción o rozamiento aumenta cuando crece el ángulo abrazado (fig. 25,2 a).

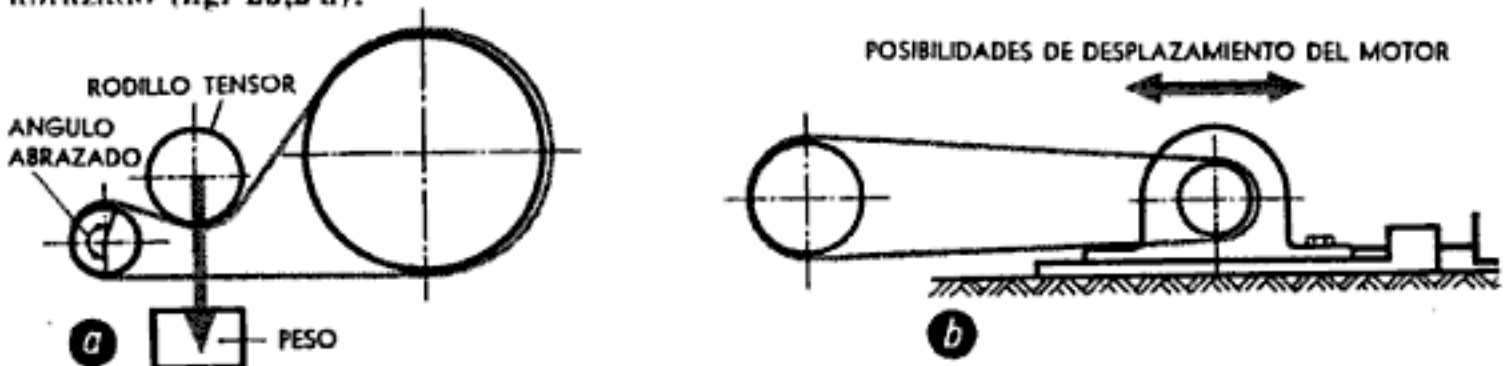


Fig. 25,2 Ajuste de la tensión de la correa: a) mediante un rodillo tensor; b) mediante variación de la distancia entre ejes

La correa plana no debe estar ni demasiado tensa ni demasiado floja. Por medio de rodillos tensores (fig. 25,2 a) y con ayuda de un resorte, o de un peso, se obtiene una tensión uniforme y, especialmente en el caso de grandes relaciones de transmisión, queda mejor abrazada la polea menor. Frecuentemente se regula la tensión de la correa variando la separación de los ejes de las poleas (fig. 25,2 b). El deslizamiento o el escape de la correa pueden evitarse aplicando sobre la superficie activa de la correa, cera para correas, colofonia prensada o análogos. Un ligero engrase de la correa disminuye el frotamiento interior, pero las correas demasiado engrasadas hay que recambiarlas o desengrasarlas.

Los accionamientos de correa dispuestos en sitios que resulten demasiado fácilmente asequibles, tienen que estar provistos de dispositivos de protección. Está prohibido maniobrar a mano con correas en movimiento.



Poleas para correas planas

Las poleas de transmisión son de fundición gris, de madera, de plancha de acero, etc. A veces están divididas para poderlas acoplar a los árboles. La superficie sobre la cual se aplica la correa va frecuentemente bombeada, porque entonces la correa se centra sobre el plano vertical de simetría de la polea y no se escurre lateralmente de ella. Esa superficie de aplicación tiene que ser lisa para evitar un fuerte desgaste de las correas (fig. 26,1).

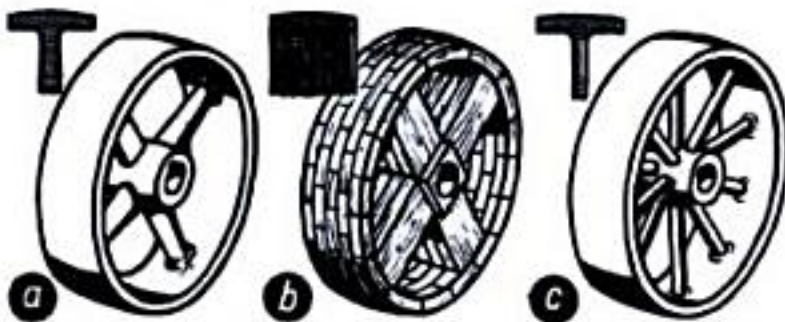


Fig. 26,1 Poleas de accionamiento: a) fundición gris; b) madera; c) acero (soldada)



Fig. 26,2 Uniones de correas: a) pegado, cosido; b) grapas de alambre con tiras de cuero de cerdo; c) unión de fundición maleable con puntas fundidas de una pieza

Unión de los extremos de la correa. Las correas planas y las redondas se unen mediante cosido, aplicación de cola o de mastic, o también con ayuda de uniones para correas (fig. 26,2 a). Las correas cosidas o pegadas funcionan más silenciosamente que las empalmadas mediante uniones. En el caso de cosido de correas habrá que disponer la junta de tal modo (fig. 26,3) que no pueda ser abierta o arrancada por la polea. Un recorte oblicuo de los extremos de la correa conduce a longitudes de correa desiguales.

Accionamiento con correas trapeciales (o trapezoidales)

Para máquinas-herramientas tiene una importancia especial el accionamiento con correas trapeciales. Los diámetros de las poleas pueden ser menores que en el caso de las correas planas porque la correa trapecial no resbala, puesto que las superficies laterales en cuña de la correa toman parte en la transmisión del esfuerzo.

Al ir aumentando la carga se va metiendo la correa en la ranura cuneiforme de la polea aplicándose contra las paredes laterales. Con esto se mejora el esfuerzo de fricción entre correa y disco, pudiendo ser transmitidas potencias mayores. Pero ante todo resulta

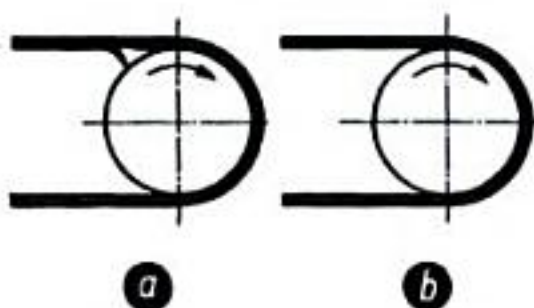


Fig. 26,3 Junta de correas: a) incorrecto, la junta se arranca; b) correcto.



Fig. 26,4 Correas trapeciales: a) la correa trapecial no debe llegar al fondo de la ranura; b) sección de una correa trapecial.

posible conseguir una distancia muy pequeña entre los ejes de ambas poleas (contrariamente a lo que pasa en el caso de las correas planas). Esta circunstancia es importante precisamente para las máquinas-herramientas.

Las correas trapecoidales reciben su resistencia mediante un tejido fuerte que va embutido en una masa de caucho (análogamente a lo que pasa en las cubiertas de automóvil (fig. 26,4). Muchas veces la transmisión por correa trapecoidal está dispuesta de tal modo que van varias correas unas junto a otras.

Las correas trapecoidales suelen suministrarlas los fabricantes, sin costura (continuas).



Relación de transmisión

Una transmisión por correa tiene por objeto no solamente transmitir movimientos y fuerza, sino que generalmente se utiliza también para variar movimientos. Estas variaciones de movimiento pueden ser para aumentar la rapidez o para disminuirla.

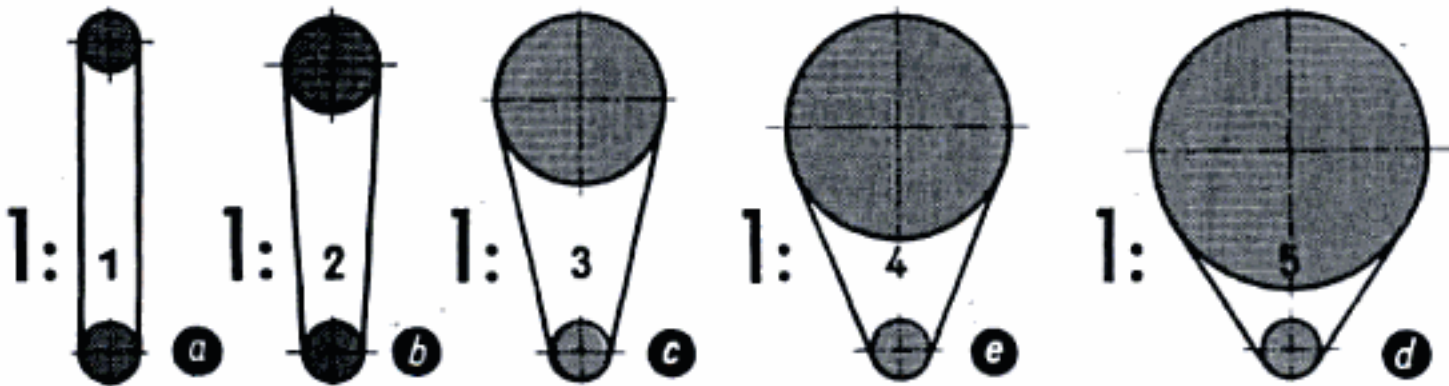


Fig. 27,1 Relaciones de transmisión que aumentan desde 1 : 1 hasta 1 : 5

El electromotor que acciona una máquina-herramienta tiene, por razones que se fundan en la Electrotecnia, un número de revoluciones mayor que lo necesario para las máquinas-herramientas. Por esto se monta entre el motor y la máquina una transmisión por correa que reduce la velocidad del movimiento. En una bicicleta se transforma, mediante una transmisión por cadena, el movimiento de rotación del pedal en otro más rápido de la rueda trasera.

La variación de un movimiento a más rápido o a más lento se llama transmisión, y cuando se expresa mediante valores numéricos se tiene lo que se llama la relación de transmisión *i*, es decir la relación entre los números de velocidades de la rueda motriz y de la rueda arrastrada (fig. 27,1).

Ejemplo: Supongamos que el número de revoluciones n_1 de la polea motriz sea de 240 r.p.m. y que el número de revoluciones n_2 de la polea arrastrada en una máquina-herramienta sea de 720 r.p.m. La relación de transmisión puede darse mediante la siguiente expresión numérica:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{240 \text{ r.p.m.}}{720 \text{ r.p.m.}} = \frac{1}{3}$$

La relación de transmisión vale 1 : 3, es decir, que la transmisión se traduce en un aumento, en una multiplicación, en la relación de 1 : 3.

En el caso de una transmisión para reducir la velocidad, la relación de transmisión quedaría representada por la expresión numérica $i = 3 : 1$ (reducción o desmultiplicación).

La transmisión, tanto de multiplicación como de reducción, es posible sólo dentro de ciertos límites (en el caso de correas planas hasta aproximadamente 1 : 5). Ahora bien, si se necesita una transmisión que pase de los límites admisibles, puede uno salir del paso haciendo una transmisión doble, triple, etc. (fig. 27,2).

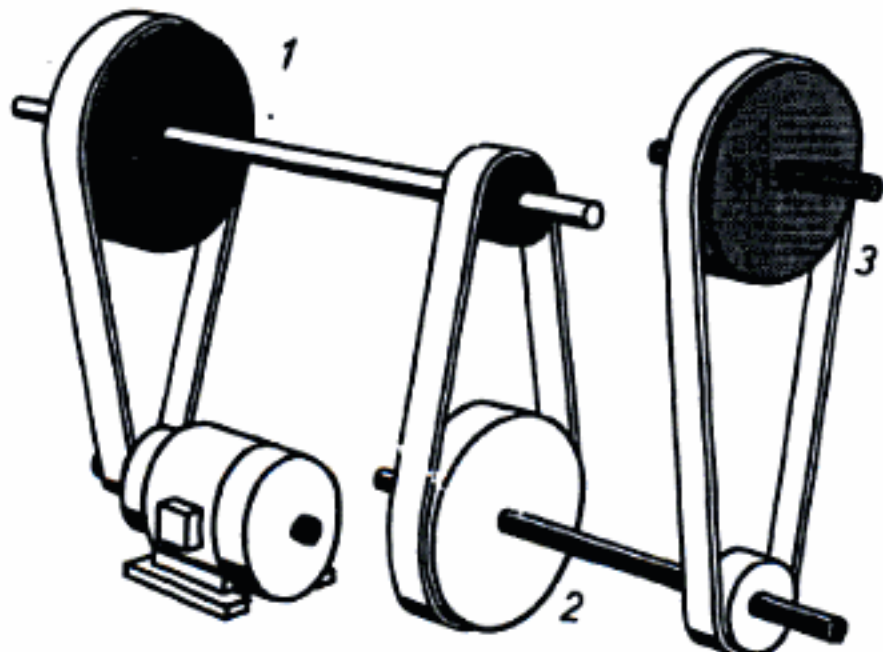


Fig. 27,2 Transmisión triple

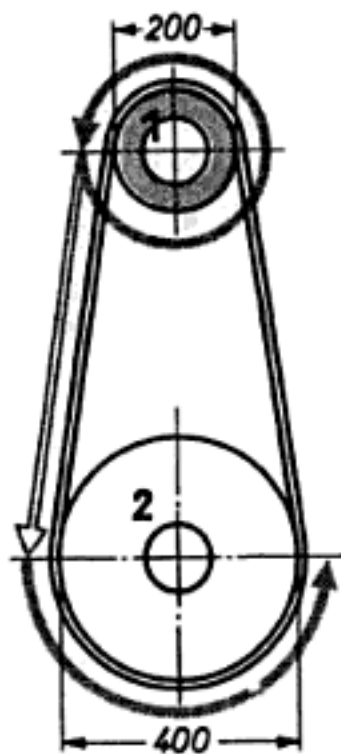


Fig. 28,1 Transmisión sencilla

Cálculo de relaciones de transmisión

Transmisión sencilla. Un punto P_1 de la polea 1 (fig. 28.1) describe sobre ella en una revolución un recorrido: $200 \text{ mm} \cdot 3,14 = 628$ milímetros. Entonces resultará que un punto P_2 sobre la polea 2 tendrá que recorrer el mismo camino (628 mm). A una revolución completa de la polea 2 corresponden 2 de la polea 1. O sea, que el número de revoluciones de la polea 1 es doble que el de la polea 2. Pero el diámetro de la polea 1 es sólo la mitad del de la polea 2.

Entre el diámetro d_1 de la polea 1 y su número de revoluciones n_1 y el diámetro d_2 de la polea 2 y su número de revoluciones n_2 , existe una relación que puede expresarse del siguiente modo:

$$\frac{\text{número de rev. de la polea 1}}{\text{número de rev. de la polea 2}} = \frac{\text{diámetro de la polea 2}}{\text{diámetro de la polea 1}}$$

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}}$$

Los números de revoluciones de dos poleas están en relación inversa con los diámetros de las mismas.

Puede decirse también: diámetro por número de revoluciones de la polea motriz = diámetro por número de revoluciones de la polea arrastrada, o sea:

$$\boxed{d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2}$$

Transmisión doble. La polea 2 (fig. 28,2) y la polea 3 están caladas sobre el mismo árbol y tienen por ello el mismo número de revoluciones

$$n_2 = n_3$$

El número de revoluciones n_4 de la polea 4 se obtiene como sigue:

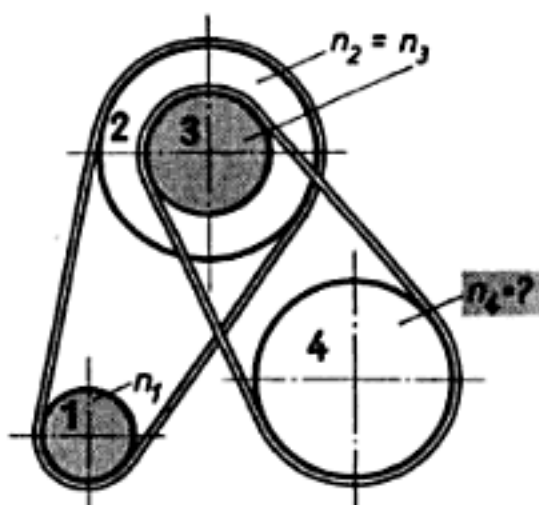


Fig. 28,2 Transmisión doble

pero como

$$d_3 \cdot n_2 = d_4 \cdot n_4;$$

de donde

$$d_2 \cdot n_2 = n_1 \cdot d_1$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2},$$

se tendrá

$$d_3 \cdot \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2} = d_4 \cdot n_4$$

y para el número final de revoluciones

$$\boxed{n_4 = n_1 \frac{d_1 \cdot d_3}{d_2 \cdot d_4}}$$

Los diámetros de las poleas motrices llevan índices impares, y los de las arrastradas, índices pares.

En el caso de accionamiento por correas trapeciales se considera un diámetro medio de la polea (d_m) que corresponde aproximadamente al centro de la correa trapecial (véase DIN 2217).



Cálculo de transmisiones de correas y de ruedas dentadas

Ejemplos:

1. Datos: $n_1 = 280$ r.p.m., $d_1 = 160$ mm ϕ ,
 $d_2 = 210$ mm ϕ .

Calcular: n_2 e i (fig. 28,1)

Solución:

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2} \quad i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{280 \text{ r.p.m.} \cdot 160 \text{ mm}}{210 \text{ mm}} \quad i = \frac{280 \text{ r.p.m.}}{213 \text{ r.p.m.}}$$

$$n_2 \sim 213 \text{ r.p.m.} \quad i = 1,3 : 1$$

(reducción o desmultiplicación)

2. Datos: $n_1 = 180$ r.p.m., $d_1 = 220$ mm ϕ ,
 $d_2 = 165$ mm ϕ , $d_3 = 300$ mm ϕ ,
 $d_4 = 90$ mm ϕ .

Calcular: n_4 e i (relación de transmisión total) (fig. 28.2)

Solución:

$$n_4 = n_1 \frac{d_1 \cdot d_3}{d_2 \cdot d_4} \quad i = \frac{n_1}{n_4}$$

$$n_4 = 180 \text{ r.p.m.} \cdot \frac{220 \text{ mm} \cdot 300 \text{ mm}}{165 \text{ mm} \cdot 90 \text{ mm}} \quad i = \frac{180 \text{ r.p.m.}}{800 \text{ r.p.m.}}$$

$$n_4 = 800 \text{ r.p.m.} \quad i = 1 : 4,4$$

(multiplicación)

La relación de transmisión total se deduce del producto de las transmisiones parciales:

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_3}{n_4} = \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{d_4}{d_3}$$

3. Datos: $n_1 = 50$ r.p.m., $Z_1 = 87$ dientes
 $n_2 = 150$ r.p.m.

Calcular: Z_2 e i (fig. 30,1)

Solución:

$$n_1 \cdot Z_1 = n_2 \cdot Z_2$$

$$Z_2 = \frac{n_1 \cdot Z_1}{n_2} \quad i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$Z_2 = \frac{50 \text{ r.p.m.} \cdot 87}{150 \text{ r.p.m.}} \quad i = \frac{50 \text{ r.p.m.}}{150 \text{ r.p.m.}}$$

$$Z_2 = 29 \text{ dientes} \quad i = 1 : 3$$

(multiplicación)

4. Datos: $n_1 = 180$ r.p.m., $Z_1 = 46$ dientes,
 $Z_2 = 92$ dientes, $Z_3 = 40$ dientes,
 $Z_4 = 125$ dientes.

Calcular: n_4 e i (fig. 30,1)

Solución:

$$n_4 = n_1 \cdot \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} \quad i = \frac{n_1}{n_4}$$

$$n_4 = 180 \text{ r.p.m.} \cdot \frac{46 \cdot 40}{92 \cdot 125} \quad i = \frac{180 \text{ r.p.m.}}{28,8 \text{ r.p.m.}}$$

$$n_4 = 28,8 \text{ r.p.m.} \quad i = 6,25 : 1$$

(reducción o desmultiplicación)

La relación de transmisión total resulta también del producto de las transmisiones parciales:

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_3}{n_4} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$$

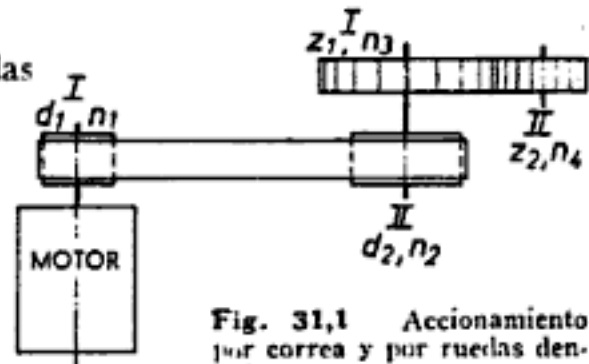


Fig. 31,1 Accionamiento por correa y por ruedas dentadas

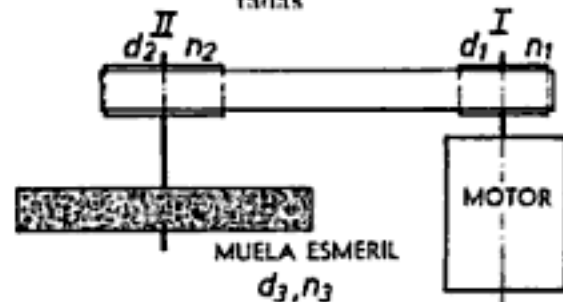
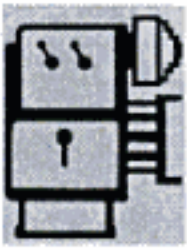


Fig. 31,2 Accionamiento de una muela de rectificar, mediante transmisión por correa

Ejercicios:

- Datos: $n_1 = 120$ r.p.m., $n_2 = 420$ r.p.m.,
 $d_1 = 160$ mm ϕ (fig. 28,1)
 Calcular: d_2 e i .
- Datos: $n_1 = 640$ r.p.m., $d_1 = 80$ mm ϕ ,
 $d_2 = 200$ mm ϕ , $d_3 = 120$ mm ϕ ,
 $n_4 = 80$ r.p.m.
 Calcular: d_4 e i (fig. 28,2)
- Datos: $n_1 = 228$ r.p.m., $Z_1 = 38$ dientes,
 $Z_2 = 114$ dientes.
 Calcular: n_2 e i_1 (fig. 30,1)
- Datos: $n_1 = 234$ r.p.m., $Z_1 = 32$ dientes,
 $Z_2 = 96$ dientes, $Z_3 = 27$ dientes,
 $n_3 = 81$ r.p.m.
 Calcular: Z_4 e i (fig. 30,1)
- Datos: Núm. de rev. del motor $n_1 = 1200$ r.p.m.
 $d_1 = 75$ mm ϕ , $d_2 = 375$ mm ϕ ,
 $Z_1 = 25$ dientes, $Z_2 = 125$ dientes,
 Calcular: n_4 de la rueda II e i (fig. 31,1)
- Datos: Núm. de rev. del motor $n_1 = 1500$ r.p.m.
 $d_1 = 120$ mm ϕ . La muela ($d = 600$ mm ϕ) debe tener una velocidad periférica de $v = 25$ m/s
 Calcular: el diám. necesario en la polea II (d_2) (fig. 31,2)
- Datos: $n_4 = 560$ r.p.m., $i = 1 : 3,5$,
 $z_2 = 125$ dientes, $z_3 = 75$ dientes,
 $i_2 = 1 : 2,5$ (fig. 30,1)
 Calcular: $n_1, n_2, n_3, d_1, d_4, i_1$.
- Datos: Velocidad de correa = 8,5 m/s,
 $d_1 = 430$ mm ϕ , $i = 3,75 : 1$.
 Calcular: n_2 para un deslizamiento de correa de un 1,5 % (fig. 28,1)



Mecanismos en las máquinas-herramientas

Toda maquina realiza movimientos. Los movimientos pueden tener lugar en forma rectilínea, en forma circular o siguiendo una curva cualquiera.

Los dispositivos cuya misión es transformar o transmitir movimientos se llaman mecanismos (fig. 32,1).

Como hay muchas posibilidades en cuanto a transmisión y transformación de movimientos la cantidad de mecanismos existentes es también muy variada. Las transmisiones por correa pertenecen por ejemplo a los mecanismos cuyo medio de actuar es una tracción (medios tractores son, entre otros, las correas, las cadenas, etc.). Los mecanismos a base de ruedas dentadas constituyen lo que se llaman engranajes, etc. En las máquinas-herramientas hay que adaptar especialmente los movimientos de corte y de avance a las condiciones del trabajo.

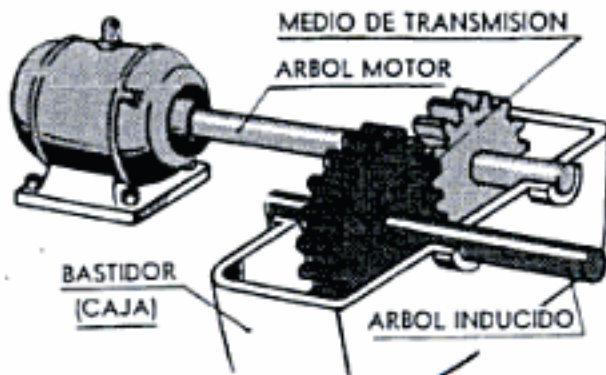


Fig. 32,1 Elementos principales de un mecanismo de engranaje.

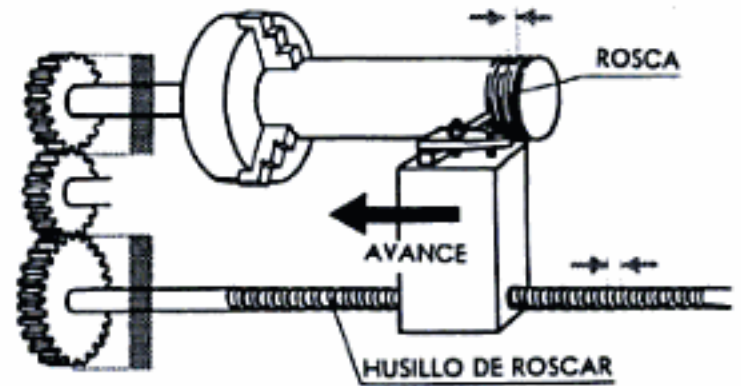


Fig. 32,2 El paso del filete de la pieza (avance) depende de la relación de revoluciones de las ruedas dentadas (ruedas de cambio)

Una pieza, una broca o una fresa tienen que girar en el caso de diámetro pequeño más rápidamente que si el diámetro es grande. Cuando se trabajan materiales blandos se necesitan movimientos más rápidos que si los materiales fueran duros. De la magnitud del avance depende el espesor de la viruta, para tallar roscas en el torno hay que llevar el movimiento de avance en una determinada relación con el movimiento de corte, etc. (figs. 32,2-4).

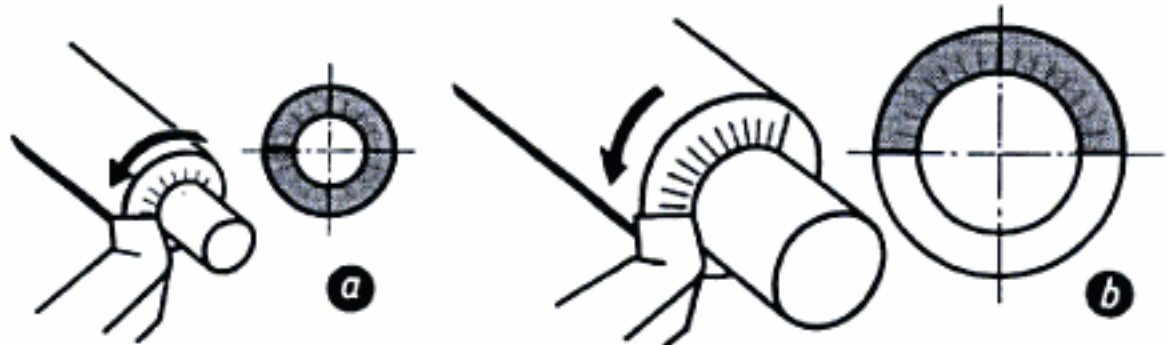


Fig. 32,3 El número de revoluciones de la pieza depende del diámetro (es decir, de la longitud del perímetro desarrollado durante una revolución): a) diámetro pequeño: elevado número de revoluciones; b) diámetro grande: reducido número de revoluciones

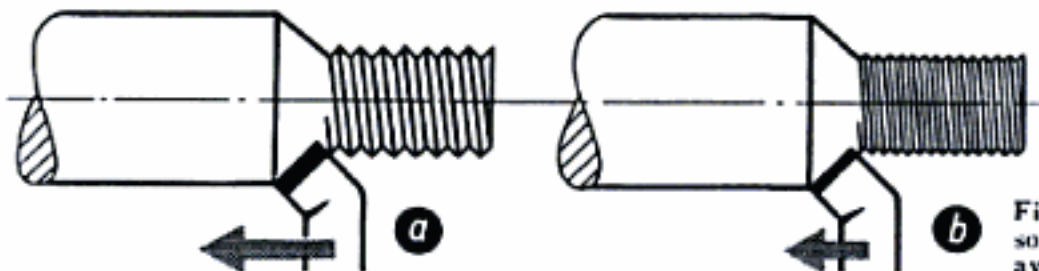


Fig. 32,4 a) gran avance: espesor de viruta grande; b) pequeño avance: espesor de viruta pequeño

Ahora bien, como todos los movimientos son iniciados en las máquinas-herramientas mediante uno de rotación, podremos obtener la deseada variación de velocidad del movimiento variando el número de revoluciones. Los medios para conseguirlo son:

Transmisiones de correa y de engranaje que se montan formando mecanismos.



Mecanismos que varían los números de revoluciones en escalones (mecanismos escalonados)

Mecanismo sencillo escalonado de cono de poleas. En todos los accionamientos de correas se verifica que la correa motriz no permite variación alguna de longitud al pasar de un escalón a otro. Por esta razón, la suma de los diámetros de las poleas que van enfrentadas tiene que permanecer igualmente invariable (fig. 33,1). Además, el número de escalones en un mecanismo de correas es siempre limitado, sobre todo a causa de la longitud constructiva del mismo. El paso de la correa de un escalón a otro es incómodo.

En la transmisión de una polea de gran diámetro a otra de diámetro pequeño (pequeño ángulo abrazado) la correa no tira bien.

Mecanismo escalonado de cono de poleas con juego de engranajes sencillo (fig. 33,2). Los escalones posibles de revoluciones resultan así duplicados respecto al mecanismo escalonado sencillo.

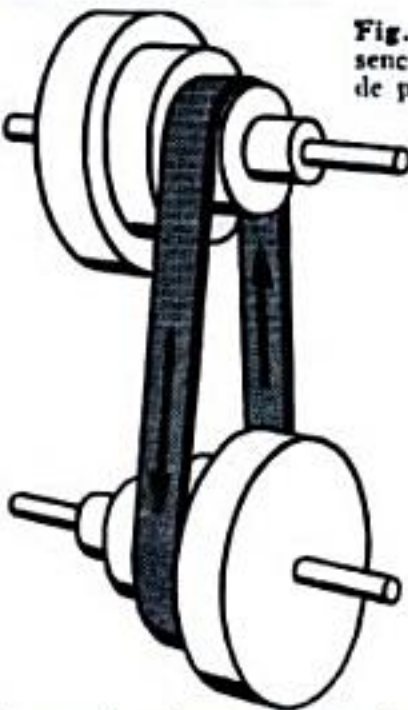


Fig. 33,1 Accionamiento sencillo escalonado de cono de poleas

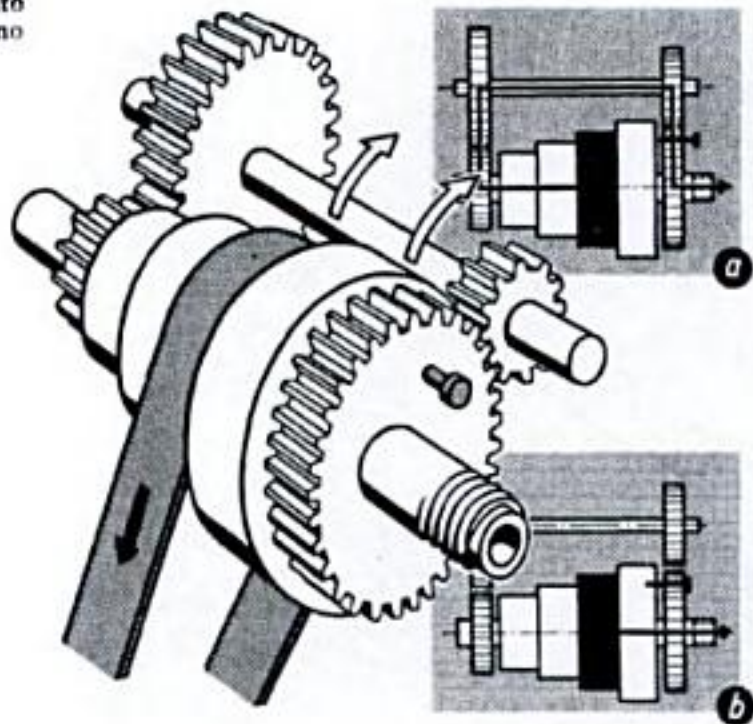


Fig. 33,2 Accionamiento escalonado de cono de poleas con juego de engranajes sencillo

La rueda dentada de la izquierda gira, solidariamente con el cono escalonado de poleas, loco en el husillo de trabajo o principal. La rueda dentada derecha va unida al husillo principal. Cuando la contramarcha de engranajes está separada (figura 33,2 b), el husillo principal es movido por el cono de poleas a través del perno de arrastre metido a fondo y de la rueda dentada; cuando se acerca la contramarcha de engranajes (fig. 33,2 a) el movimiento tiene lugar a través de las ruedas dentadas de la contramarcha³

Mecanismo escalonado de cono de poleas con doble juego de engranajes (fig. 33,3). Las posibilidades de escalonamiento del número de revoluciones quedan triplicadas respecto al mecanismo sencillo de cono de poleas. El bloque de ruedas dentadas es, como corresponde, desplazable sobre el árbol de la contramarcha.

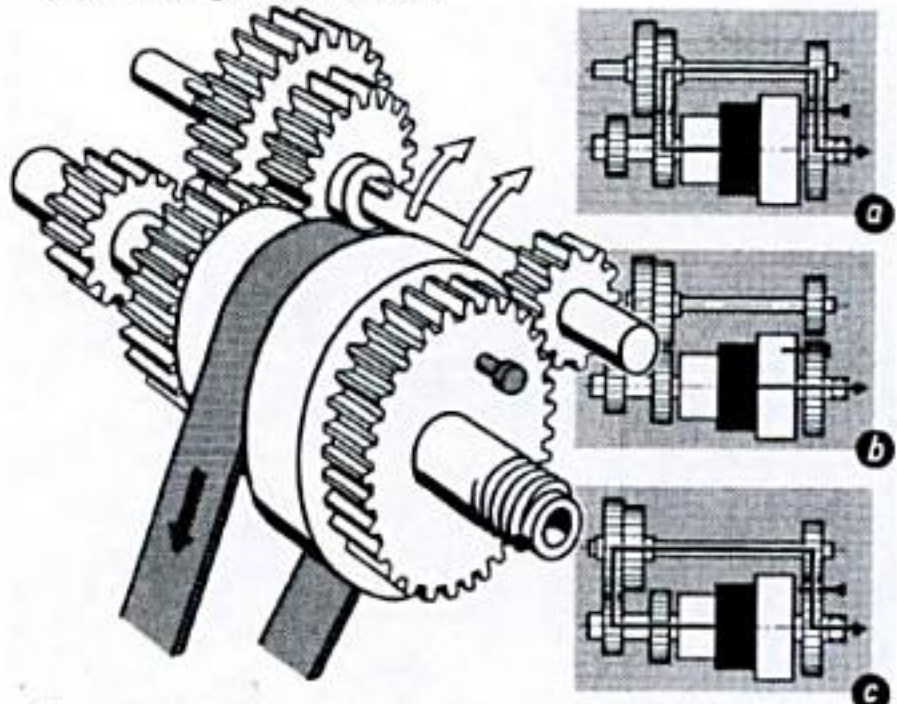
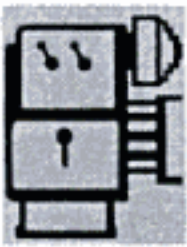


Fig. 33,3 Accionamiento escalonado de cono de poleas con doble juego de engranajes (doble contramarcha)



Mecanismo escalonado de engranajes

Estos mecanismos constan de ruedas dentadas que pueden hacerse engranar mediante palancas. Con esto resulta el acoplamiento del mecanismo más cómodo que en el caso de cono de poleas. En carga arranca mejor la máquina. La relación de transmisión entre los dientes que engranan es más exacta que en el caso del mecanismo de correa.

Mecanismo de ruedas de recambio. Las ruedas calculadas para el número de revoluciones deseado se cambian convenientemente en un mecanismo previsto para ello (fig. 34,1).

Mecanismo de ruedas correderas. Se pone en servicio mediante desplazamiento de un bloque de ruedas (fig. 34,2).

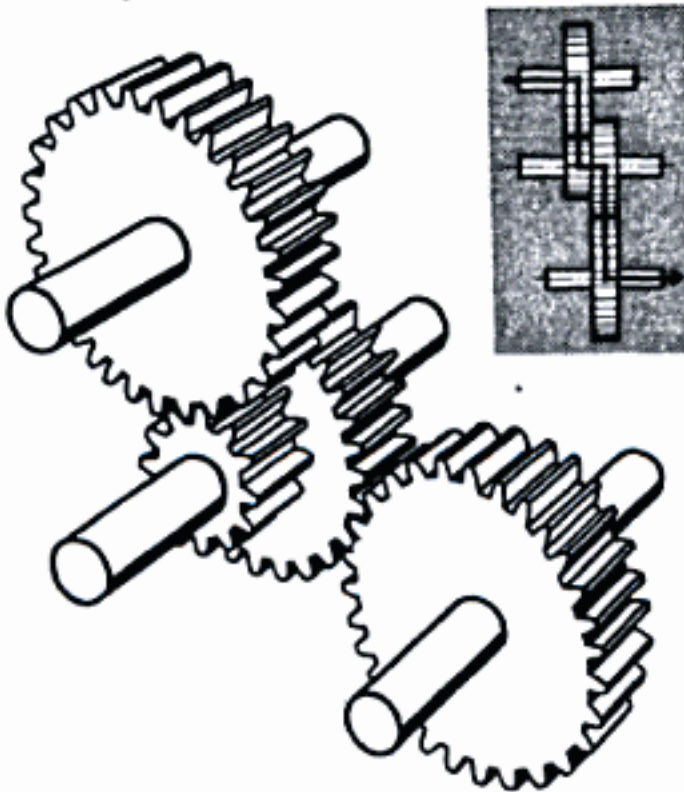


Fig. 34,1 Regulación del número de revoluciones con ayuda de ruedas cambiables

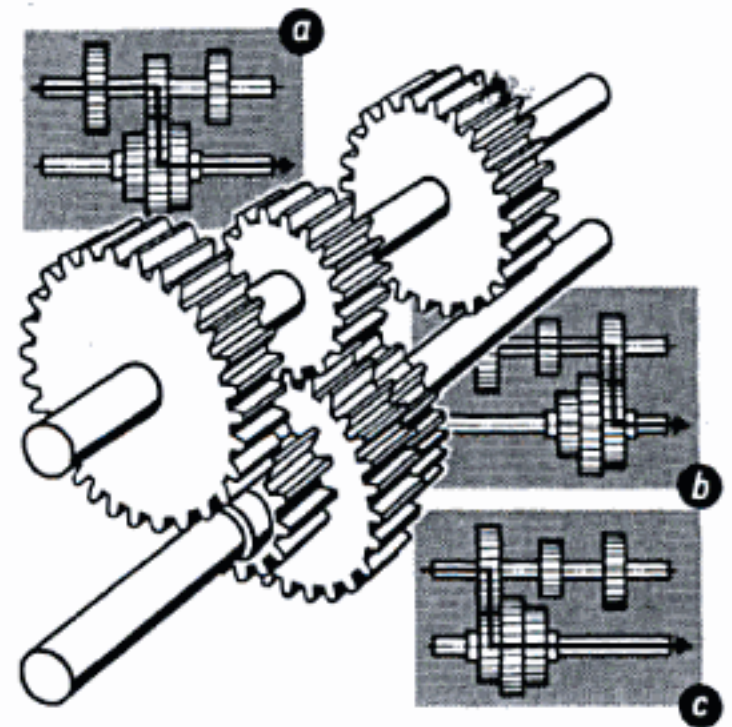


Fig. 34,2 Regulación del número de revoluciones mediante ruedas correderas

Como un bloque de ruedas dentadas puede, a todo lo más, estar compuesto por tres ruedas dentadas, con un dispositivo sencillo de este tipo no pueden obtenerse sino tres números de revoluciones (fig. 34,3). Mediante unión de tres mecanismos se obtienen, empero, ya 9, y poniendo otro mecanismo se llega a las 27 velocidades.

Si se quiere que las ruedas dentadas no sean desplazables sobre el árbol, sino que estén firmemente unidas a él, lo que se hace es utilizar chavetas (inclinación 1:100) o chavetas de ajuste (sin inclinación). Las primeras presionan sobre el fondo del chavetero, mientras que las chavetas de ajuste, o chavetas paralelas, establecen la fijación presionando contra las caras laterales.

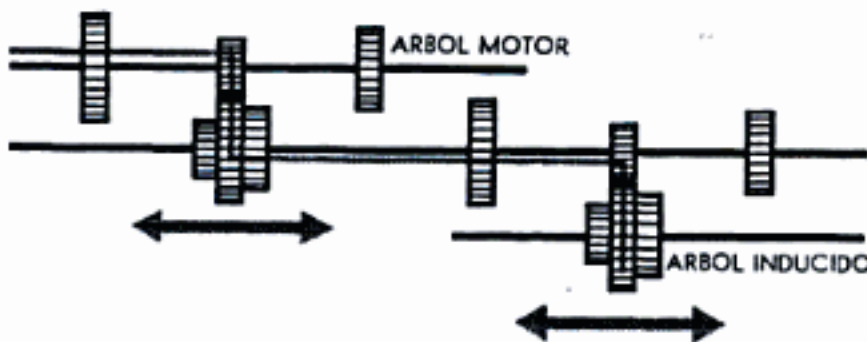


Fig. 34,3 Mecanismo de ruedas dentadas con dos bloques de ruedas, desplazables: 9 número de revoluciones

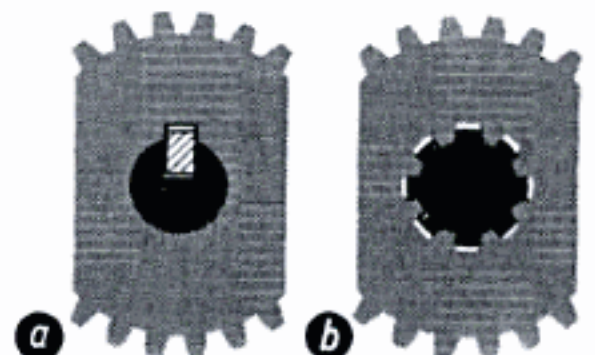
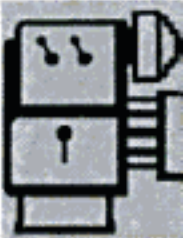


Fig. 34,4 Arrastre mediante: a) chaveta paralela o deslizable; b) árbol de chavetas múltiples



Las ruedas desplazables o deslizantes tienen por el contrario que moverse sobre el árbol con tan poco juego como sea posible.

Para el arrastre se utilizan chavetas deslizantes o paralelas, o especialmente para la transmisión de grandes fuerzas, árboles de chavetas múltiples (fig. 34,4) con 6 ó 20 chavetas y chaveteros en su perímetro.

Mecanismo de engranajes con acoplamiento. Se acoplan accionando sobre un dispositivo de acoplamiento (figs.35,1-4).

Mecanismo de chaveta móvil. Una chaveta desplazable enlaza la rueda que se desea de un bloque de ruedas dentadas con el árbol arrastrado (acoplamiento dentado) (fig. 35,5).

Mecanismo de engranajes oscilantes, mecanismo Norton. Una palanca oscilante hace engranar una rueda con la contrarueda correspondiente (a veces a través de una rueda intermedia) (fig. 35,6).

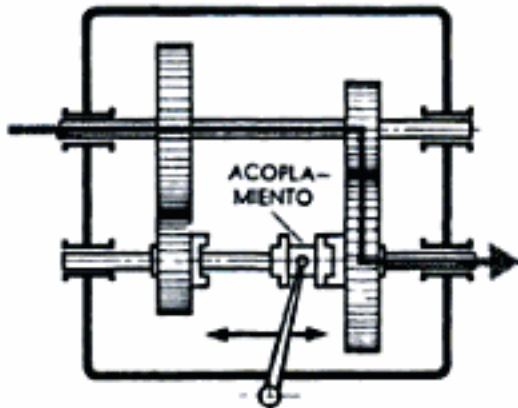


Fig. 35,1 Mecanismo de engranajes con acoplamiento

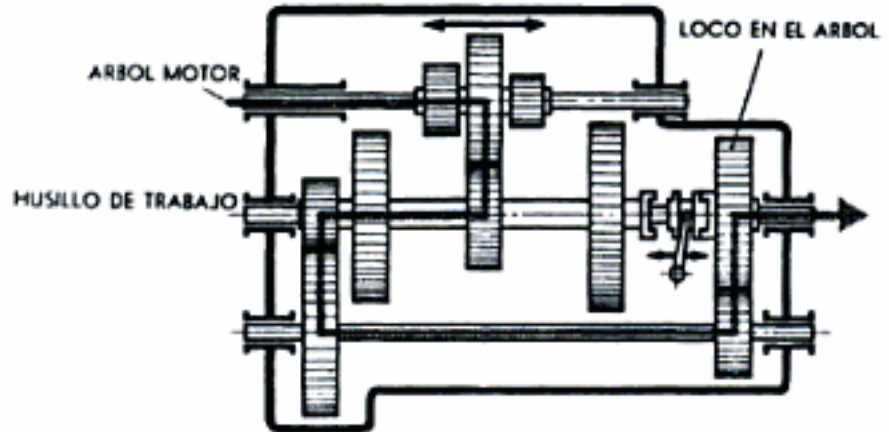


Fig. 35,2 Unión de ruedas deslizantes y ruedas con acoplamiento

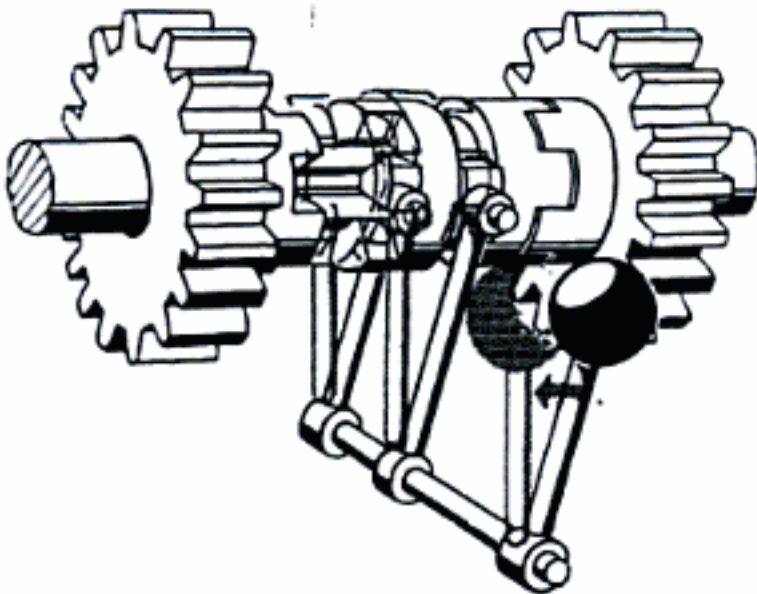


Fig. 35,3 Acoplamiento de mandíbulas: acoplamiento deslizante pero enchavetado en el árbol (chaveta-ranura). Ruedas dentadas locas sobre el árbol Fig. 35,4 (derecha) Acoplamiento de láminas o discos

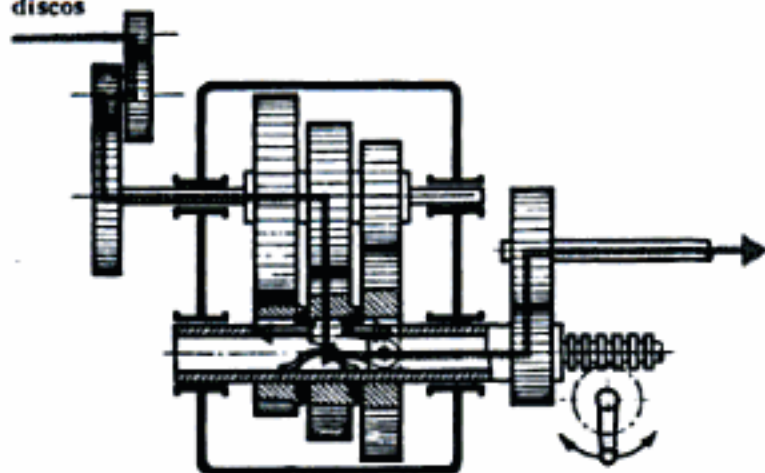
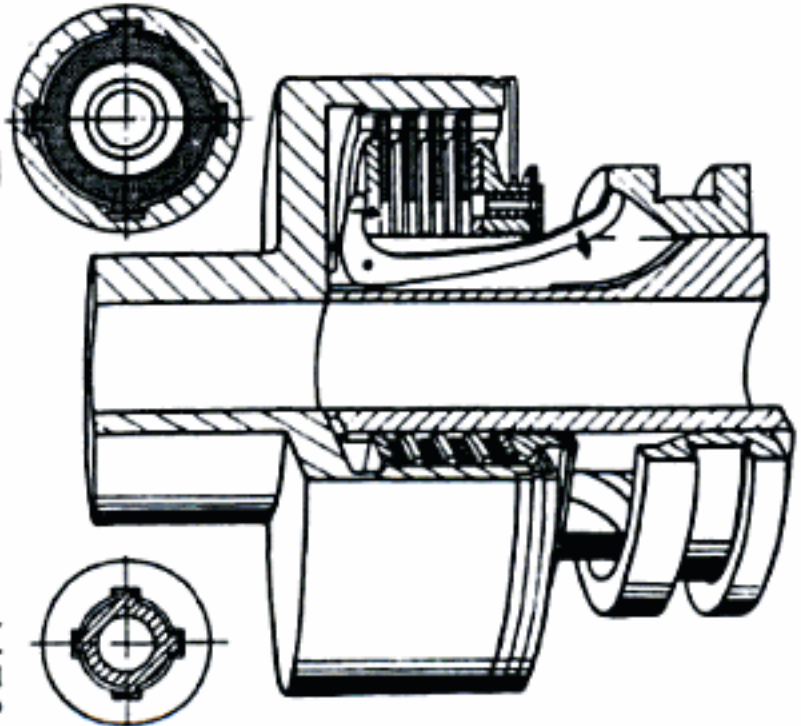


Fig. 35,5 Mecanismo de chaveta móvil

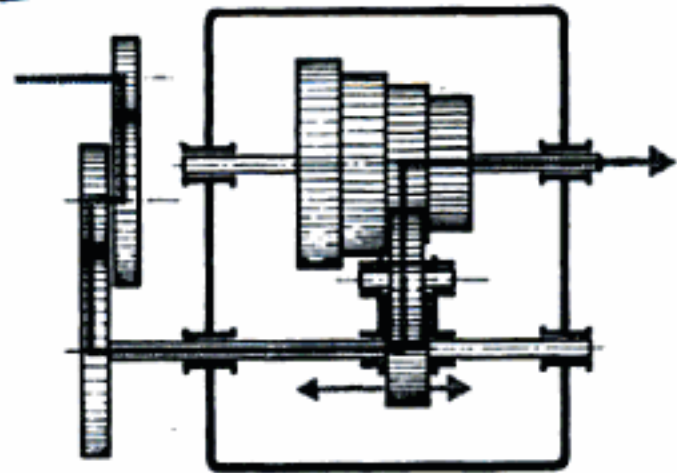
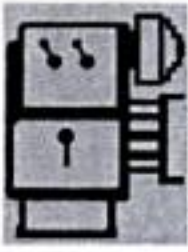


Fig. 35,6 Mecanismo Norton



Mecanismos con los cuales puede ser variado el sentido de giro (mecanismos de inversión) (fig. 38,1)

En muchos trabajos existe la necesidad de invertir el sentido del movimiento. En el tallado de roscas con el torno hay, por ejemplo, que volver a poner la cuchilla en su posición inicial después de cada corte. Para ello es frecuentemente necesaria la inversión de marcha de la máquina. Muchas fresadoras trabajan cortando tanto a la derecha como a la izquierda. En el cepillado se necesita un movimiento de ida y vuelta. En la inversión del movimiento hay que frenar primeramente y después volver a poner en movimiento. A esta operación va unida una pérdida de fuerza que es tanto mayor

cuanto mayores sean las masas en movimiento. Muchas veces se obtiene la inversión del movimiento conmutando el motor de accionamiento.

Los mecanismos por medio de los cuales se puede cambiar la dirección del movimiento se llaman mecanismos de inversión. Entre estos mecanismos figuran los mecanismos de inversión por correas, por ruedas de fricción, por ruedas dentadas paralelas y por ruedas dentadas cónicas.

Mecanismo de inversión por correa (fig. 38,1)

Se emplean especialmente en los talleres en que se trabaja todavía con transmisiones. En el árbol de accionamiento hay, entre dos poleas que giran locas, una polea enchavetada al mismo. Firmemente unida al árbol conducido va una polea ancha. Sobre las poleas se mueven dos correas, de las cuales una va cruzada. Si las dos correas funcionan sobre las poleas locas, el árbol conducido no se moverá. Si la polea no cruzada se halla sobre la polea fija al árbol, el árbol conducido recibirá un movimiento de giro, a la derecha; si la correa cruzada es llevada sobre la polea fija, obtendremos un movimiento de rotación contrario al anterior en el árbol inducido.



Mecanismo inversor de ruedas de fricción (fig. 38,2)

Consta este mecanismo de tres discos de fricción, dos de los cuales están firmemente unidos al árbol. Este árbol con sus dos ruedas de fricción es desplazable hacia la derecha y hacia la izquierda. Con este movimiento se pone en contacto ya con una, ya con otra de las citadas ruedas una tercera rueda que gira dispuesta perpendicularmente a ellas dos. Cuando esta rueda se pone en contacto con la rueda izquierda, obtiene el árbol un movimiento de rotación a la derecha, y si es con la rueda de la derecha con la que establece contacto la tercera rueda, el árbol tendrá movimiento hacia la izquierda. El mecanismo inversor de ruedas de fricción tiene la ventaja de que los golpes bruscos del cambio de dirección son absorbidos mediante deslizamiento o resbalamiento. Se ve este mecanismo frecuentemente en prensas de husillo.

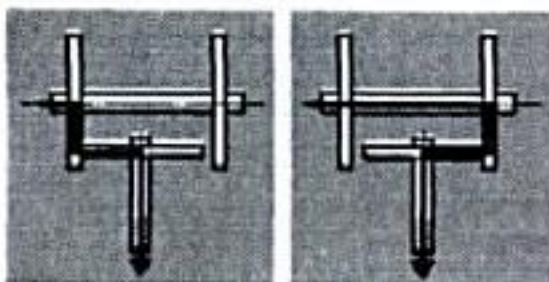
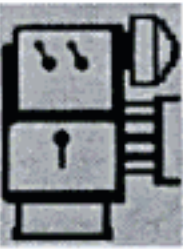


Fig. 38,1 Mecanismo inversor de correas

Fig. 38,2 Mecanismo de inversión mediante ruedas de fricción



Mecanismos de inversión por medio de ruedas dentadas rectas (figura 39,1)

En el árbol motor, o de accionamiento van, firmemente unidas a él, dos ruedas dentadas rectas. En el árbol inducido van también dos ruedas dentadas rectas, pero que giran locas sobre él. Mientras que una de las ruedas dentadas engrana directamente en su contrarrueda, la segunda actúa sobre su contrarrueda a través de una rueda intermedia. Es decir, que las ruedas dentadas del árbol inducido giran en sentidos opuestos. El manguito de acoplamiento arrastra consigo al árbol, y según que dicho acoplamiento se acople con la rueda dentada izquierda o con la derecha, así obtendrá el árbol inducido uno u otro sentido de rotación.

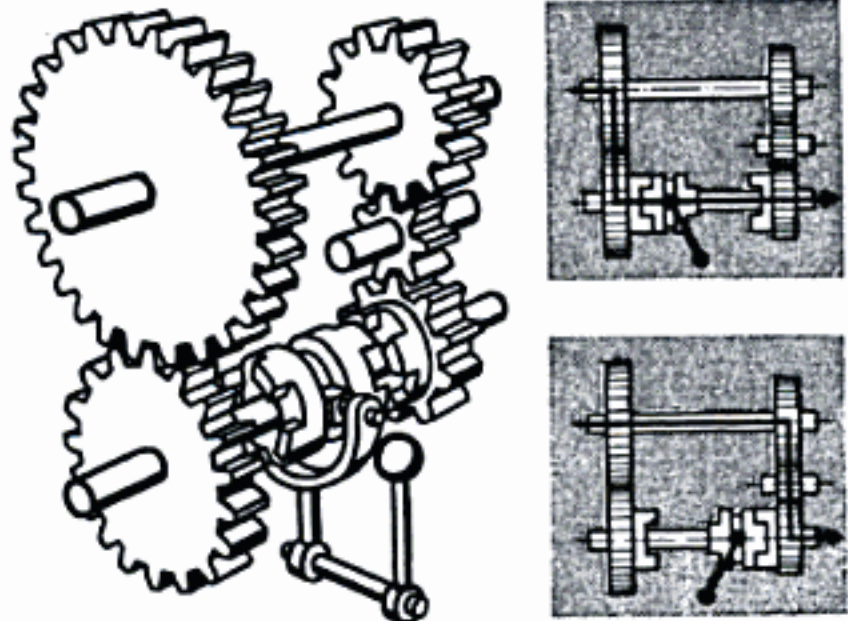


Fig. 39,1 Mecanismo de inversión de ruedas dentadas rectas o frontales

Corazón de inversión (fig. 39,2)

El corazón de inversión, o inversor, es una variante del mecanismo inversor de ruedas rectas. Todas las ruedas se hallan aquí, empero, en un plano. Se utiliza el corazón inversor especialmente en los tornos para invertir el sentido de rotación del husillo de roscar. Haciendo oscilar el corazón inversor se hace que la rueda motriz actúe a través de una o dos ruedas intermedias sobre la rueda inducida, obteniéndose así el giro a la derecha o a la izquierda de esta última.

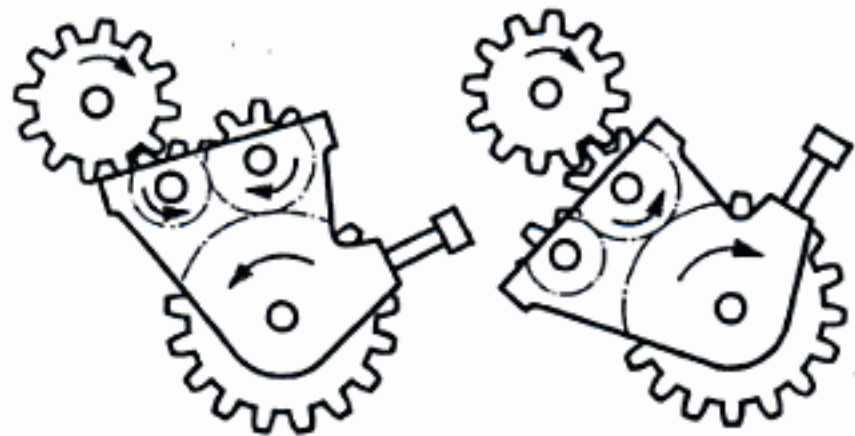


Fig. 39,2 Corazón de inversión

Mecanismo inversor de ruedas cónicas (fig. 39,3)

En este mecanismo existen dos ruedas cónicas que giran locas sobre el mismo árbol. Se mueven en sentidos opuestos, ya que engranan simultáneamente con una tercera rueda cónica dispuesta normalmente a las primeras. Análogamente a lo que pasa en el mecanismo inversor de ruedas rectas, puede pues variarse el sentido de rotación del árbol inducido, mediante maniobra de un acoplamiento. Mediante montaje de otra rueda cónica puede acelerarse uno de los sentidos de rotación respecto al otro. Los mecanismos inversores de ruedas cónicas permiten que el mecanismo resulte compacto, poco voluminoso.

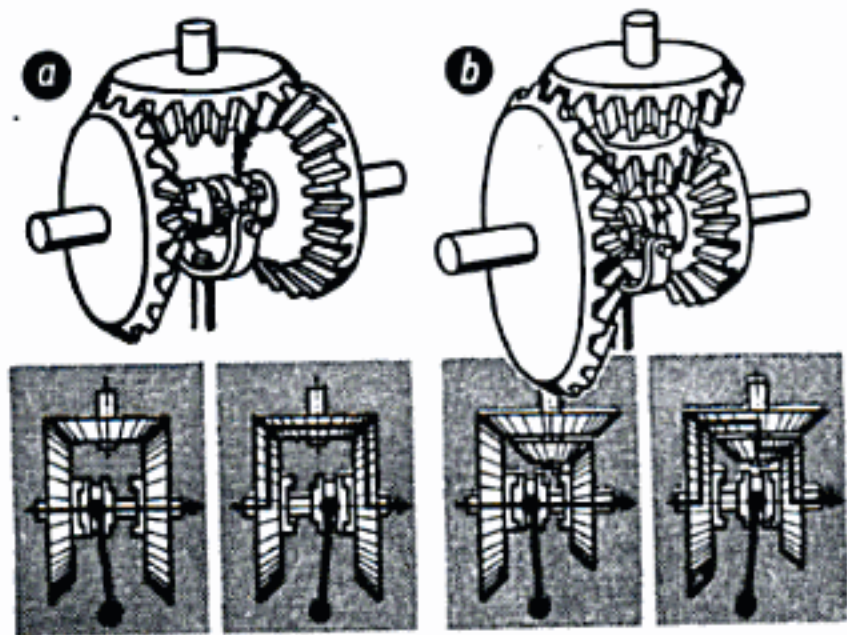
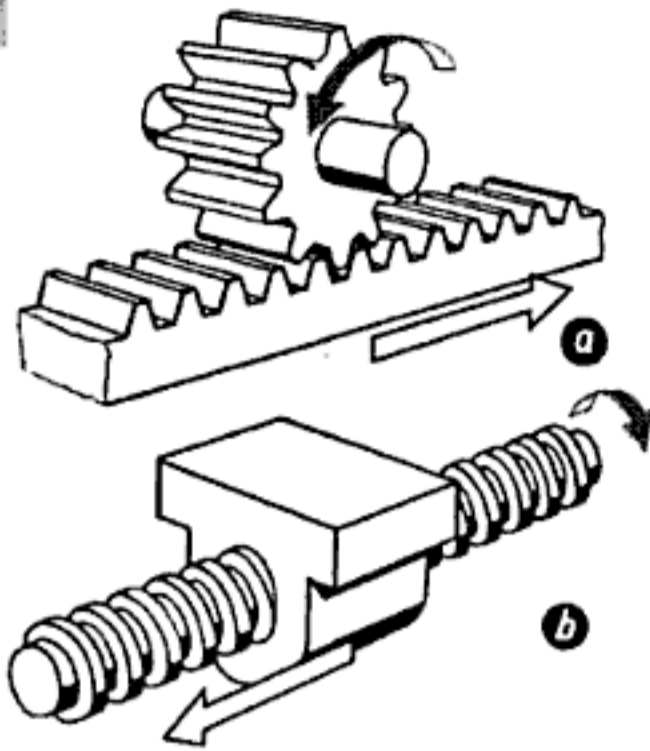
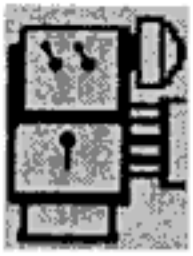


Fig. 39,3 a) Mecanismo inversor de ruedas cónicas; b) mecanismo inversor de ruedas cónicas con marcha inversa, o de retroceso, acelerada (aprox. 1 : 1,25).



Mecanismos con los cuales pueden producirse movimientos rectilíneos

El movimiento motor de entrada en las máquinas-herramientas es generalmente circunferencial (electromotor). Ahora bien, los movimientos de avance y de ajuste son, por lo general, rectilíneos. En el cepillado y en el mortajado el movimiento principal de corte es también rectilíneo. Es decir, que la máquina-herramienta necesita, por lo tanto, ir provista de dispositivos que transformen el movimiento rotativo de accionamiento en movimientos rectilíneos de trabajo. Para esto existen muchas posibilidades (figs. 40,1-3; 41,1 a). Las máquinas modernas van frecuentemente preparadas con dispositivos hidráulicos (fig. 41,2).

Fig. 40,1 a) Rueda dentada con cremallera; b) tuerca con husillo roscado



Fig. 40,2 Mecanismo de biela y corredera para el accionamiento de una máquina horizontal de mortajar (limadora): a) corredera grande; b) corredera pequeña

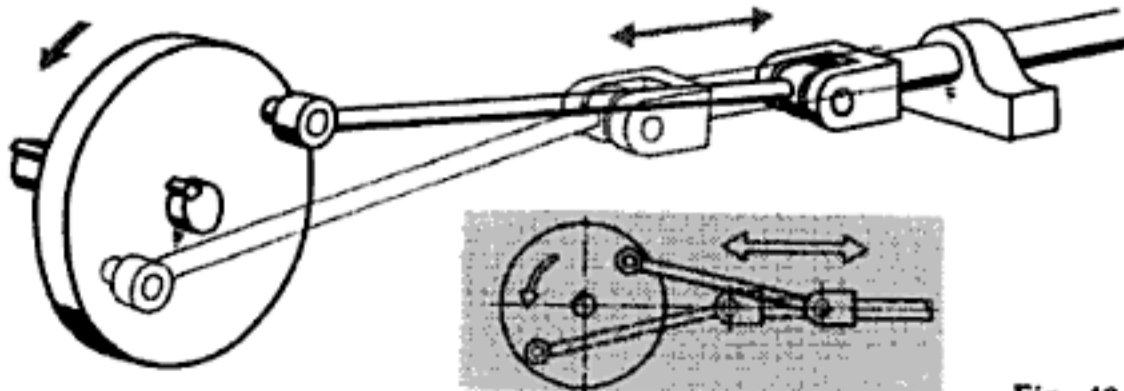
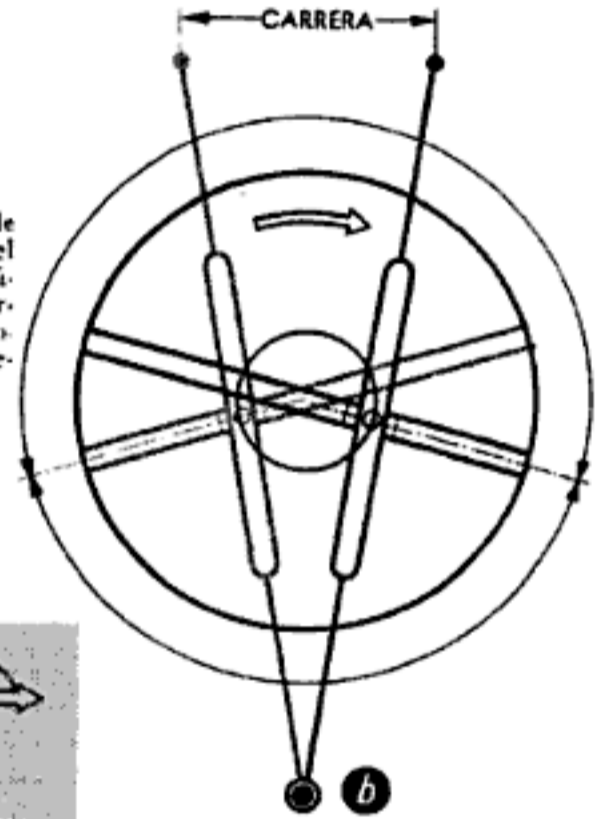


Fig. 40,3 Mecanismo de biela y manivela

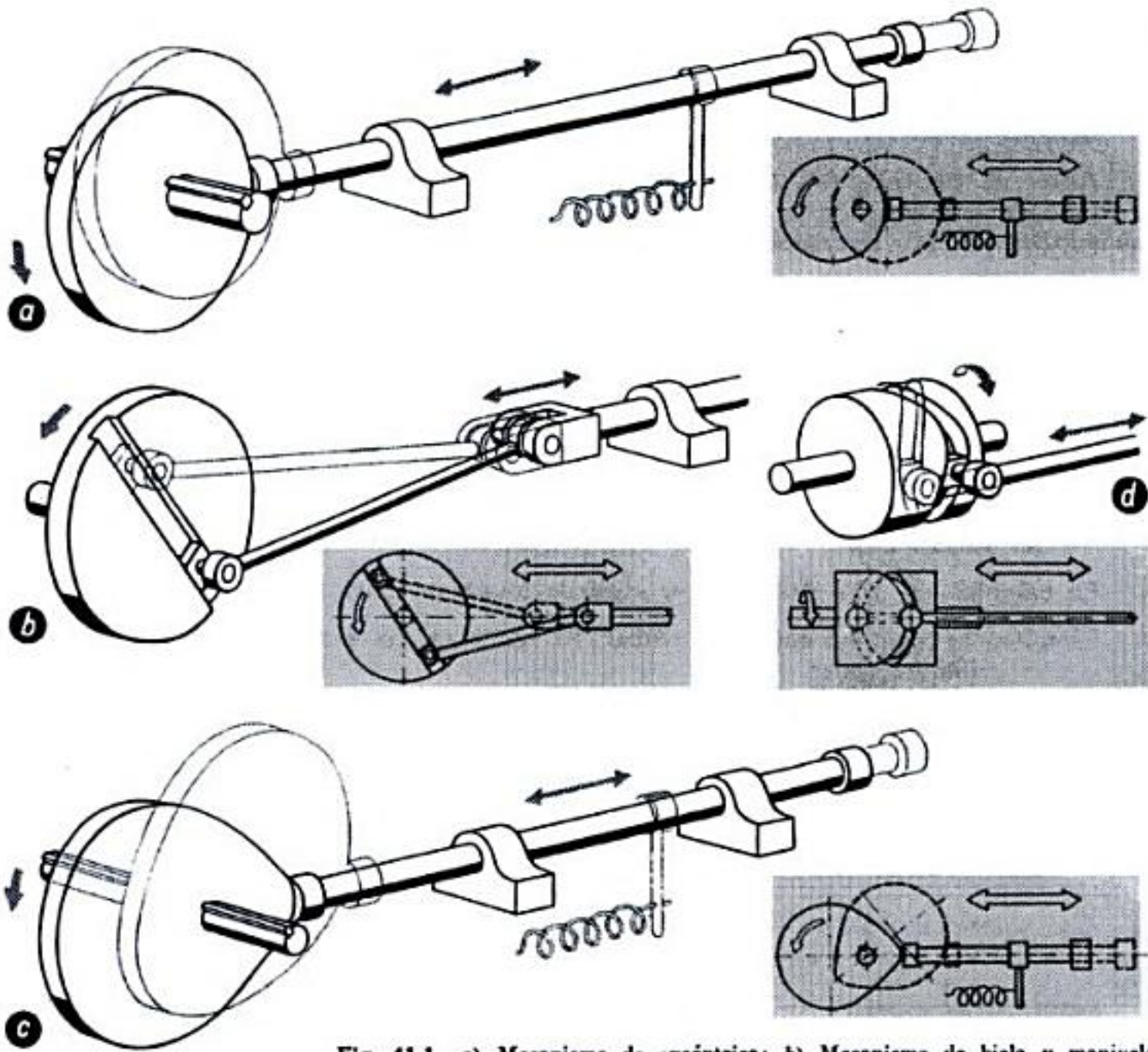


Fig. 41,1 a) Mecanismo de excéntrica; b) Mecanismo de biela y manivela ajustable; c) Mecanismo de leva; d) mecanismo de leva y tambor

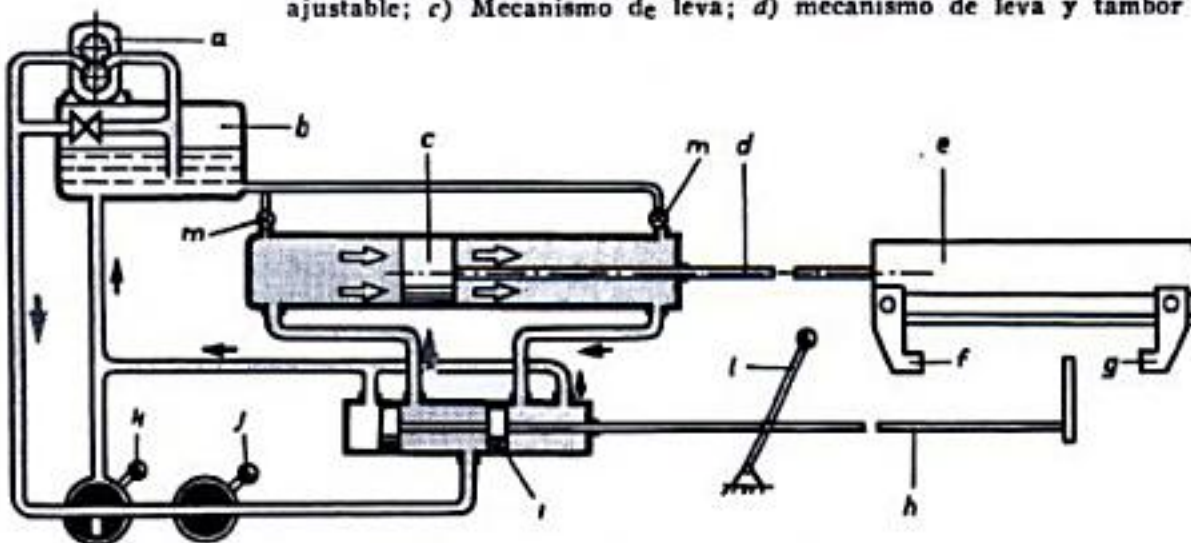
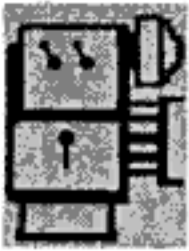


Fig. 41,2 Movimiento hidráulico de una mesa (simplificado). La bomba de engranajes a accionada por motor, aspira aceite del depósito correspondiente b y lo impulsa delante del lado izquierdo o del derecho del pistón c. La varilla del émbolo transmite el movimiento a la mesa de máquina e. La carrera (longitud o largo de rectificar) puede ajustarse mediante tacos f, g. Cuando, por ejemplo, tropieza el tope f contra la varilla de mando h, el pistón de distribuidor i cierra la corriente de aceite que va al lado izquierdo y abre la que va al lado derecho del pistón. El grifo de regulación j gradúa la velocidad de la mesa. Con el grifo k puede suprimirse la llegada de aceite al pistón. La palanca l sirve para invertir la marcha de la mesa y para detenerla



Cuidados que han de tenerse con las máquinas-herramientas

Las máquinas-herramientas son caras y sólo mediante oportunos cuidados y atención pueden conservarse de forma duradera el buen rendimiento y la precisión de la máquina.

1. Antes de comenzar un trabajo debe uno procurarse un conocimiento claro sobre el modo de funcionar de la máquina que se va a manejar. Hay que leer y observar cuidadosamente las instrucciones sobre el funcionamiento que se acompañan a toda máquina nueva.
2. Debe uno persuadirse de que la pieza y la herramienta están correctamente sujetas y de que no existen llaves para tuercas, instrumentos de medida y análogos que puedan estorbar en su camino los movimientos de la máquina o de la pieza.
3. Deben elegirse correctamente la velocidad de corte, el avance y el medio refrigerante. No debe sobrecargarse la máquina.
4. En el caso de mecanismos de engranajes con acoplamiento de garras, etc., no debe tratarse de acoplar a plena marcha o bajo carga.
5. La máquina no debe dejar de ser vigilada mientras trabaja.
6. Límpiase la máquina con regularidad. El sudor de las manos hace que se oxiden las partes brillantes, tales como mangos, ruedas o volantes de mano, etc. Todo ello redundará en que el trabajo resulta dificultado. Las piezas deben, pues, ser limpiadas frecuentemente con un paño seco y engrasadas. Ante todo hay que proteger de ensuciamiento y de virutas los cojinetes, las guías y los husillos.
7. Téngase cuidado cuando se limpia durante el funcionamiento de la máquina. No hay que quitar de ningún modo los dispositivos de protección cuando la máquina está funcionando.
8. Recójense con frecuencia las virutas. Para protección de las manos empléense ganchos para realizar esta operación.
9. Lubríquense regularmente todas las partes deslizantes de la máquina. Es muy importante emplear lubricantes adecuados y buenos. En caso preciso obsérvese el plan de engrase. Compruébense los cojinetes con la mano para vigilar su calentamiento.
10. El juego del árbol, o husillo portaútil, y las guías del carro tienen que estar bien ajustados.
11. Cuando se trabajan piezas pesadas deben emplearse placas de asiento o apoyo para evitar deterioros en la máquina.
12. En el caso de perturbaciones en las instalaciones eléctricas (socarrado de conductos, quemado continuo de fusibles, etc.) desconéctese la máquina inmediatamente y hágase comprobar por un experto.



Formas en que se presentan las cuchillas de torno y los útiles de metal duro ⁵

1. Útiles de corte para trabajo exterior (figuras 45,1 a-i)

- a) Util de desbastar recto a la derecha (cuchilla de torno recta a la derecha).
- b) Util de desbastar curvado a la derecha (cuchilla de torno curvada a la derecha).
- c) Util puntiagudo de afinar (cuchilla de torno puntiaguda).
- d) Util rebajado lateral izquierdo (cuchilla de torno rebajada lateral izquierda).
- e) Util de afinar curvado a la derecha (cuchilla de torno de esquina curvada a la derecha).
- f) Util de forma.
- g) Util de roscar puntiagudo a la derecha.
- h) Util recto de tronzar (cuchilla de torno recta de tronzar).

2. Útiles de corte para trabajo interior (figuras 45,1 k-n)

- k) Util de desbastar para torneado interior (cuchilla de torno para interior).
- l) Util de corte lateral para interior (cuchilla de torno para esquina interior).
- m) Util para roscar al interior.
- n) Util de gancho.

3. Plaquitas para torno (cuchillas recambiables, bits o lengüetas para portaherramientas).

Las plaquitas son de acero rápido de gran valor, tienen pequeñas dimensiones y no tienen una cabeza especial de corte, están templadas en toda su longitud y después revenidas, y en general han sido rectificadas por todos lados; cuando se desafilan no necesitan sino ser nuevamente afiladas, no siendo necesario templarlas de nuevo. Estas plaquitas van sujetas en mangos especiales y pueden gastarse con el uso por ambos lados sin más límite que la posibilidad de sujeción (figs. 45,2 a, b). Además de las formas normales (por ejemplo, rectangular, redonda, trapecial) existen también formas especiales con distintas secciones transversales.

4. Útiles de torno especiales (útiles de disco con forma, útiles de mano peines de atarrajar de mano) (figs. 45,2 c-h).

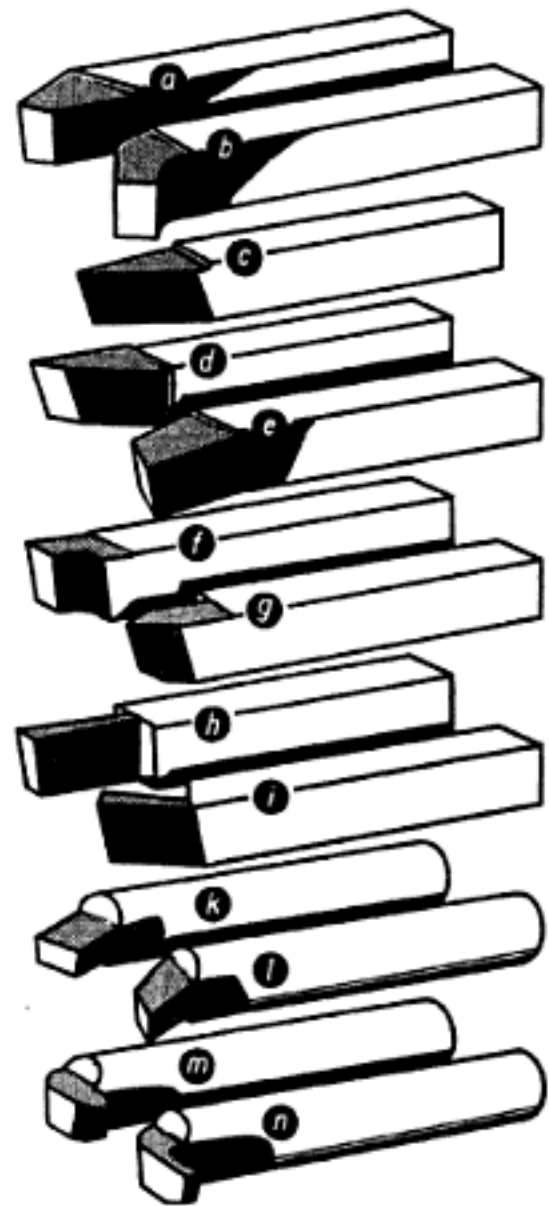


Fig. 45,1 Útiles de corte o de torno

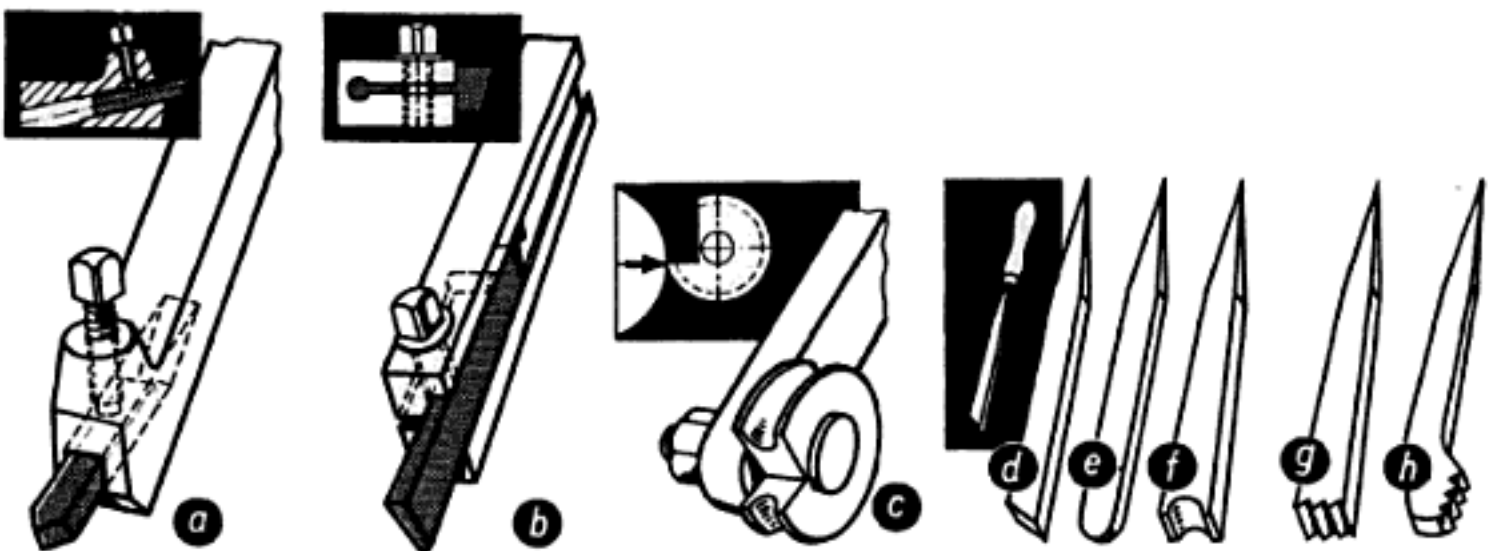


Fig. 45,2 a, b) Plaquitas para torno (cuchillas recambiables) en el mango o soporte; c) útil de disco con forma, con su mango o soporte; d, e, f) cuchillas de mano; g, h) peines de atarrajar de mano

Esfuerzos que actúan sobre la cuchilla de tornear

Para que puedan ser arrancadas virutas tiene que penetrar en el material el filo cuneiforme (véanse págs. 11-12).

El material ofrece a la herramienta una determinada resistencia que para ser vencida exige el empleo de fuerza. Esta fuerza, que es una fuerza de compresión, carga tanto sobre la pieza como sobre la herramienta (fig. 46,1). El esfuerzo mayor es el que obra verticalmente. Recibe el nombre de presión principal de corte. La carga producida por el avance se llama presión de avance. El material ejerce además sobre la herramienta una acción o presión de rechazo o retroceso en dirección del mango. Se llama este esfuerzo presión de rechazo o de retroceso o presión sobre el mango.

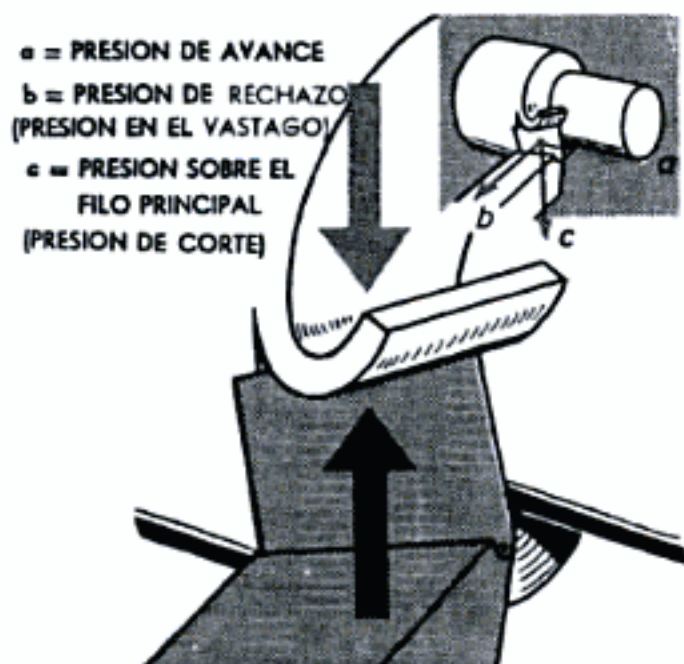


Fig. 46,1 Acción de las fuerzas que actúan sobre la cuchilla de torneo

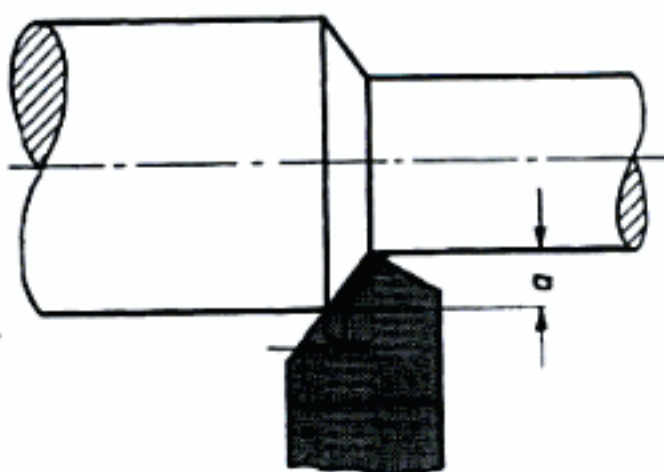


Fig. 46,2 Sección transversal de la viruta
 $F = a \cdot s$

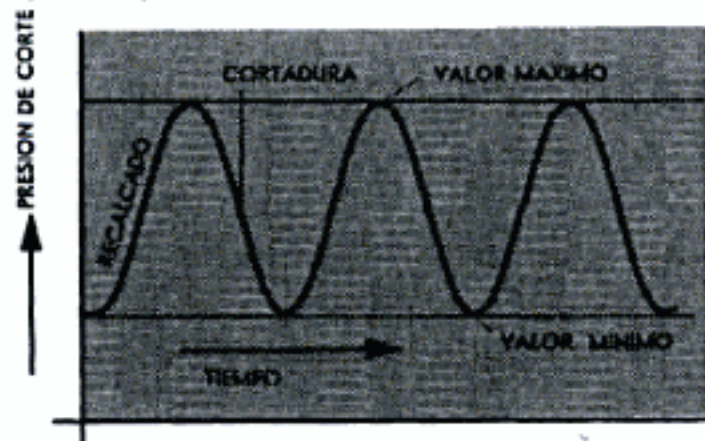


Fig. 46,3 Las fuerzas que actúan sobre la cuchilla de torneo oscilan entre un valor máximo y uno mínimo

La magnitud de estas fuerzas depende principalmente de: 1.º, la resistencia del material; 2.º, la sección transversal de la viruta (anchura de viruta por espesor de la misma) (fig. 46,2); 3.º, estado del filo de la cuchilla (por ejemplo, si se trata de cuchilla afilada o de cuchilla roma).

Por ensayos se ha llegado a deducir que la presión de corte es prácticamente independiente de la velocidad de corte. Cuando se conocen los esfuerzos que intervienen en el arranque de virutas, puede calcularse la resistencia que ha de darse a la máquina al construirla, con objeto de que pueda soportar esfuerzos sin experimentar deformación. Puede además deducirse de ahí el tamaño del motor de accionamiento.

Los esfuerzos de corte no son iguales en todos los instantes del proceso de mecanizado (véase página 12), sino que oscilan entre un valor máximo y uno mínimo, es decir, que son esfuerzos oscilantes (o vibratorios) que hacen vibrar la herramienta, la pieza o las piezas de la máquina y que por lo tanto pueden redundar en perjuicio de la tranquilidad de marcha de la máquina (fig. 46,3).

Para medir los esfuerzos de corte se utilizan soportes especiales de medición con dispositivos mecánicos, ópticos o eléctricos de medición (fig. 46,4).

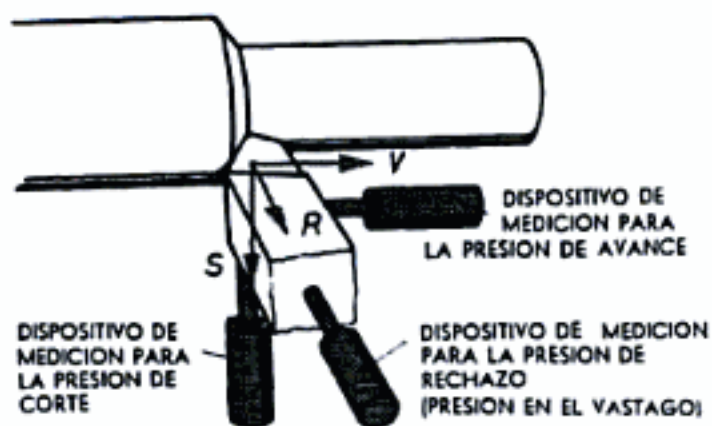


Fig. 46,4 Medición de los esfuerzos que obran sobre la cuchilla de torneo



Esfuerzo de corte específico

Para tener una orientación aproximada sobre la magnitud de los esfuerzos de corte se parte de la *presión de corte específica* k_s . Se entiende por tal el esfuerzo que se ha de emplear para arrancar 1 mm^2 de sección de viruta.

| | | |
|--|----------------------------|----------------------------|
| Para acero con 40...50 kg de resistencia | k_s vale anroximadamente | 200 kg/mm ² |
| Para acero con 60...70 kg de resist. | k_s " " | 250 kg/mm ² |
| Para acero duro al manganeso | k_s " " | 420 kg/mm ² |
| Para acero moldeado | k_s " " | 200 kg/mm ² |
| Para hierro fundido (dureza Brinell 200) | k_s " " | 150 kg/mm ² |
| Para aleaciones de aluminio | k_s " " | 70...90 kg/mm ² |
| Para electrón | k_s " " | 30 kg/mm ² |

(Véanse más valores en la norma AWF-hoja 158)

Es decir, que la presión de corte específica depende especialmente del material. Es mayor en el caso de pequeño avance y gran profundidad de corte (es decir, para el caso de virutas delgadas y anchas) y menor (es decir, más ventajoso) cuando se trata de grandes avances y pequeñas profundidades de corte.

Las cifras citadas son únicamente valores medios para secciones de viruta entre pequeñas y medianas (avance $s = 0,3 \text{ mm/rev}$).

En el caso de grandes secciones de virutas esos valores se hacen notablemente más pequeños. La sección transversal de viruta (A) se calcula por la expresión $A = a \cdot s$ (profundidad de viruta y avance).

La presión principal de corte (F) se halla por la fórmula $F = A \cdot k_s$ (sección transversal de viruta y presión de corte específica)*.

$$A = a \cdot s \text{ mm}^2$$

$$F = A \cdot k_s \text{ kg}$$

Ejemplo: Hay que torneado un árbol de $80 \text{ } \varnothing$ hasta reducirlo a $74 \text{ } \varnothing$ con un avance de $0,4 \text{ mm/rev}$ (fig. 47,1). ¿Qué magnitud tendrá la sección de viruta?

Solución:

$$A = a \cdot s,$$

$$a = \frac{80 \text{ mm} - 74 \text{ mm}}{2} = \frac{6 \text{ mm}}{2} = 3 \text{ mm},$$

$$s = 0,4 \text{ mm},$$

$$A = 3 \text{ mm} \cdot 0,4 \text{ mm} = 1,2 \text{ mm}^2.$$

Ejemplo: Un árbol de acero 42 debe ser torneado desde los $60 \text{ } \varnothing$ hasta los $50 \text{ } \varnothing$. Avance $s = 0,3 \text{ mm/rev}$ (fig. 47,2). ¿Qué magnitud tiene la presión principal de corte?

Solución:

a) Sección transversal de la viruta $A = a \cdot s = 5 \text{ mm} \cdot 0,3 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm}^2,$

b) Presión principal de corte $F = A \cdot k_s = 1,5 \text{ mm}^2 \cdot 200 \text{ kg/mm}^2 = 300 \text{ kg}.$

Ejercicio:

Se trata de desbastar árboles de St 60 desde los $85 \text{ mm } \varnothing$ hasta los $78 \text{ mm } \varnothing$. ¿De qué valor elegiremos el avance si la presión de corte no debe sobrepasar de los 350 kg ?

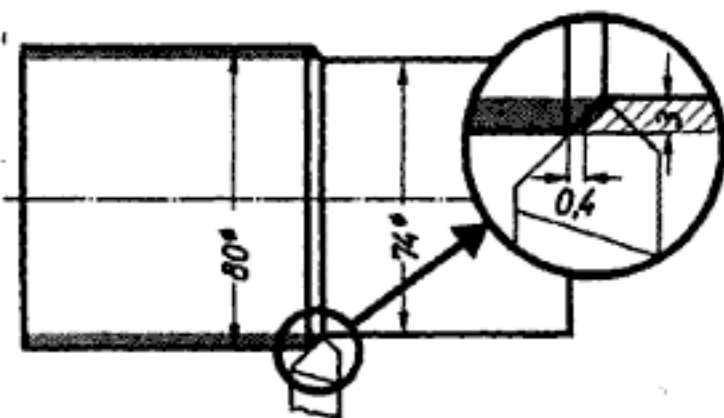


Fig. 47,1 $A = a \cdot s = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ mm}^2$

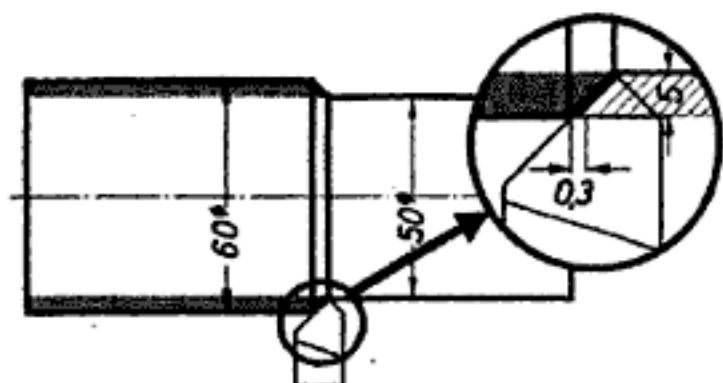


Fig. 47,2 $A = a \cdot s = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ mm}^2$



Magnitud de los ángulos de las cuchillas de tornear.⁷

Lo mismo que en todas las demás herramientas para arrancar viruta, tienen también las cuchillas de torno que acomodarse al material (fig. 48,1).

Con objeto de simplificar el almacenaje reciben las cuchillas de torno, según DIN, primeramente ángulos promedio, que pueden cambiarse mediante esmerilado cuando sea necesario. Para útiles de desbastar de acero rápido se han fijado, por ejemplo, los ángulos normales en $\alpha = 8^\circ$ y $\gamma = 14^\circ$. Los ángulos que discrepen deben indicarse al hacer el encargo.

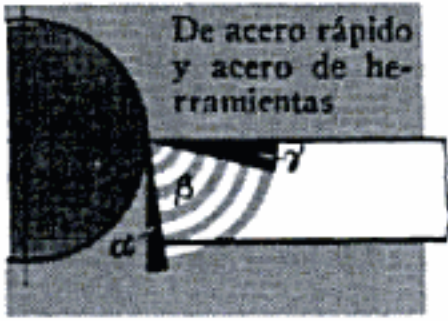
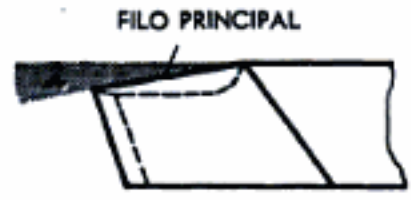
|  | | | Empleo para |  | | |
|---|------------|------------|--|---|-----------------------|----------------------|
| α | β | γ | | con metal duro | ángulo de inclinación | |
| α | β | γ | | α | β | λ |
| 6° | 84° | 0° | Fundición dura, tipos de broncec agrios y duros | $4^\circ - 6^\circ$ | 80° | $3^\circ - 5^\circ$ |
| 8° | 74° | 8° | Acero y acero moldeado por encima de los 70 kg/mm ² de resistencia, fundición gris dura, latón rojo, bronce y latón | $4^\circ - 6^\circ$ | $75^\circ - 80^\circ$ | $3^\circ - 5^\circ$ |
| 8° | 68° | 14° | Acero y acero moldeado de 50-70 kg/mm ² de resistencia, fundición gris, latón blando | $4^\circ - 6^\circ$ | 75° | $3^\circ - 5^\circ$ |
| 8° | 62° | 20° | Acero y fundición gris de 34-50 kg/mm ² de resistencia | $4^\circ - 6^\circ$ | 65° | $3^\circ - 5^\circ$ |
| 8° | 55° | 27° | Bronces tenaces y blandos, tipos de acero blandos | $4^\circ - 6^\circ$ | 65° | $3^\circ - 5^\circ$ |
| 10° | 40° | 40° | Metales blandos y aluminio puro | $8^\circ - 10^\circ$ | $45^\circ - 50^\circ$ | $5^\circ - 10^\circ$ |

Fig. 48,1 Valores de orientación para ángulos de cuchillas de tornear (según DIN 4951-4960)⁸

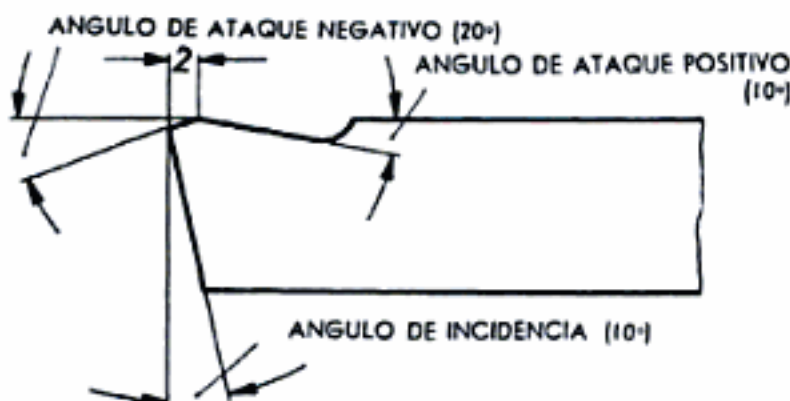


Fig. 48,2 Ángulo de ataque negativo en el útil de corte

Ángulos de ataque negativos. Modernamente se emplea de vez en cuando, especialmente para trabajar materiales muy duros y tenaces, un ángulo de ataque negativo (fig. 48,2). Se trabaja entonces con velocidades de corte muy elevadas (no inferiores a los 120 m/min). El trabajo de arranque queda aquí facilitado en virtud del fuerte calentamiento experimentado por el material. Por lo que respecta a las herramientas, no entran aquí en consideración nada más que metales duros. Las máquinas herramientas tienen que estar muy

sólidamente construidas ya que el consumo de fuerza, y con ello también la sollicitación, resultan multiplicadas.



Materiales para las herramientas de corte

Condiciones exigidas al material de las cuchillas. La herramienta debe permitir, en el caso de una vida normal, un rendimiento tan grande como sea posible en el mecanizado. Es decir, que al material de la herramienta se le exigirán las siguientes propiedades:

- 1.º Deberá poseer una suficiente dureza con objeto de que pueda penetrar en el material.
- 2.º Con objeto de que no se rompa la cuchilla, hará falta una cierta tenacidad.
- 3.º Tendrá que soportar una velocidad de corte tan grande como se pueda, sin que en virtud de la elevada temperatura que se produce en el arranque de viruta sufra menoscabo la capacidad de corte. Es decir, que se exigirá una gran dureza en caliente (resistencia de revenido).
- 4.º La resistencia al desgaste deberá ser tan grande como sea posible.

Materiales para las cuchillas

Los puntos de vista que pueden ser decisivos para la elección son, por ejemplo, los siguientes: La aplicación que se vaya a dar al útil (material de la pieza a trabajar, procedimiento de trabajo).

La forma de la herramienta (cuchilla de torno, macho de roscar, escariador).

Las exigencias en cuanto a rendimiento (velocidad de corte, duración de la herramienta).

La cuestión económica (costos de la herramienta, etc.) (fig. 49,1).

Con objeto de tener en cuenta las distintas exigencias, se han desarrollado gran número de materiales para las cuchillas de corte. Podemos considerar reunidos los siguientes grupos principales:

- 1.º Aceros para herramientas no aleados (aceros al carbono).
- 2.º Aceros para herramientas de aleación débil.
- 3.º Aceros para herramientas fuertemente aleados (aceros rápidos).
- 4.º Metales duros y materiales de corte cerámicos.
- 5.º Diamantes.



Fig. 49,1 Puntos de vista para la elección del material de una herramienta

Aceros para herramientas no aleados (aceros al carbono). El hierro contiene como componente aleado casi únicamente el carbono (junto a pequeñas cantidades de silicio o de manganeso). Cuanto más elevado sea el contenido de carbono tanto más duro resulta el acero, pero también tanto más agrio. La proporción viene a ser, por ejemplo en el caso de fresas, machos de roscar, brocas helicoidales, aproximadamente un 0,8... 1,2 %; en el caso de cuchillas de torno, escariadores, etc., aproximadamente 1,2... 1,5 %.

Ahora bien, la dureza llega a muy pocos milímetros de profundidad. Un afilado de la herramienta resulta por esto sólo posible muy limitadamente si no va seguido de un nuevo templado. Puede, empero, actuar ventajosamente el núcleo que permanece tenaz. Al templar (generalmente en agua) pueden producirse fácilmente grietas debidas a tensiones o variaciones de forma (deformaciones) en la herramienta.

Los aceros al carbono tienen sólo una reducida dureza en caliente. Ya a temperaturas de corte de 200 a 300° como máximo, pierden su capacidad de corte. Es decir, que soportan solamente velocidades de corte pequeñas.

Se distinguen diversas calidades que se basan en grado de pureza, clase de fundición, cementación, etc. El precio viene a ser, por ejemplo, de unos 1,50 DM por kilogramo^o.



Herramientas para el torneado

Metales duros

Fabricación. La fabricación, composición y mecanización de estos materiales de corte es completamente distinta a la de los antes citados aceros de herramientas.

Los metales tales como el wolframio, titanio, molibdeno, tantalio o vanadio se transforman con carbón en los correspondientes carburos (carburo de wolframio, etc.). Juntamente con cobalto empleado como aglomerante, se pulverizan esos carburos y se presinterizan a unos 1500 grados, es decir, se aglutinan entre sí y se prensan formando placas. En este estado el metal duro es todavía mecanizable. Las plaquitas reciben entonces su forma final y son, por último, terminadas de sinterizar a unos 3000 grados (fig. 52,1).

A causa de su gran dureza pueden ahora mecanizarse, y esto dentro de muy limitados límites, solamente con muelas especiales. Las plaquitas terminadas de esmerilar se sueldan finalmente sobre el cuerpo de base de la herramienta (mango de cuchilla, broca, escariador, etc.). Se emplea a este efecto, como elemento soldante, cobre y en algunos casos también níquel. El latón es inadecuado a consecuencia de su bajo punto de fusión. Modernamente se sujetan o inmovilizan también las plaquitas de metal duro en el cuerpo de base (fig. 52,2). Según sea la aplicación, por ejemplo, como cuchilla de corte lateral o como cuchilla de desbastar, los mangos de sujeción reciben una forma distinta.

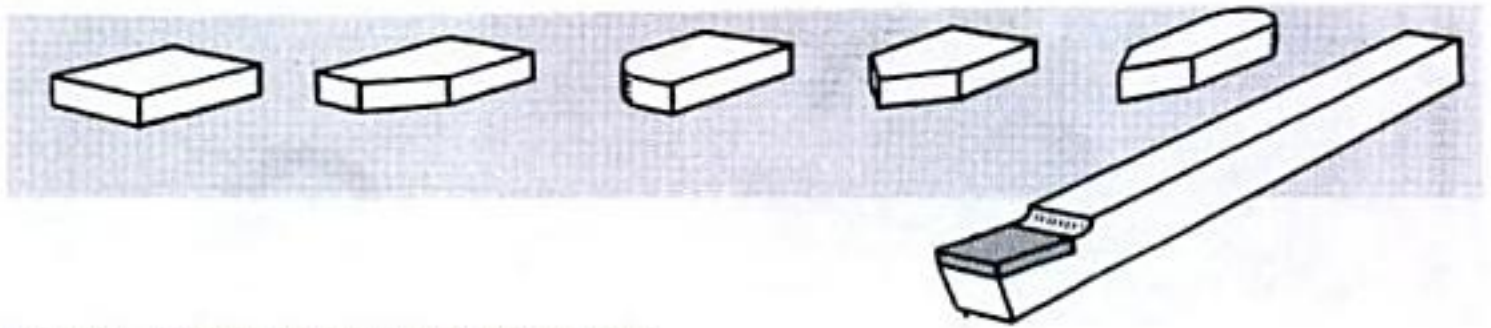


Fig. 52,1 Formas de plaquitas de metal duro

Propiedades de los metales duros. Estos metales se caracterizan por gran dureza, dureza en caliente y consistencia de corte. La dureza se halla comprendida entre la del corindón y la del diamante. El filo soporta temperaturas hasta de 900 grados y, de acuerdo con esto, grandes velocidades y rendimientos de corte.

Con estos metales se pueden mecanizar cómodamente materiales que con los aceros rápidos son difíciles o imposibles de trabajar, como por ejemplo la fundición de acero con elevado contenido de manganeso, piezas de fundición con inclusiones de arena y escoria, vidrio y porcelana, así como materiales con gran acción abrasiva tales como el silumín y las resinas sintéticas.

La duración es un múltiplo de la del mejor acero rápido. Cuando se emplean elevadas velocidades de corte y pequeños avances se prestan para la obtención de superficies especialmente limpias.

Puede obrar desventajosamente su sensibilidad frente a sacudidas y sollicitaciones a golpes o choques, produciendo melladuras del filo.

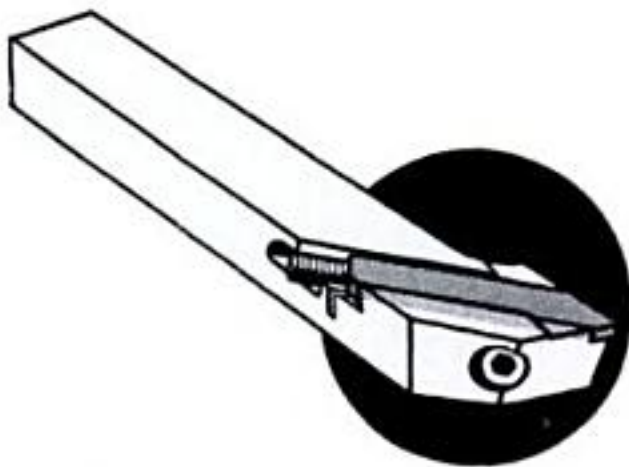
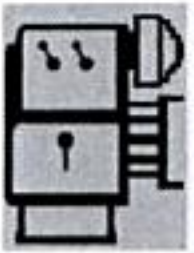


Fig. 52,2 Soporte de fijación para metal duro

Los metales duros no soportan una refrigeración brusca. En este caso o se agrietan o se quiebran. El precio de los metales duros se rige por la clase, forma y tamaño de las plaquitas (por término medio, de 30 a 40 Pfennig¹² por gramo). El peso unidad viene a ser de aproximadamente 14.

Materiales de corte cerámicos

Todavía más duros que los metales duros son los materiales de corte desarrollados en estos últimos tiempos y fabricados a base de óxidos (combinaciones de oxígeno) de aluminio purísimo (materiales de corte oxicerámicos). Su campo de aplicaciones es, empero, todavía limitado.



El torno¹³

Con objeto de poder llevar a cabo todos los trabajos de mecanizado, existen tornos de diferentes tipos. El más corriente es el *torno de puntos* (fig. 53,1), siendo otros tornos importantes, por ejemplo el "torno al aire" y el "torno de plato horizontal" (figuras 53,2,3).

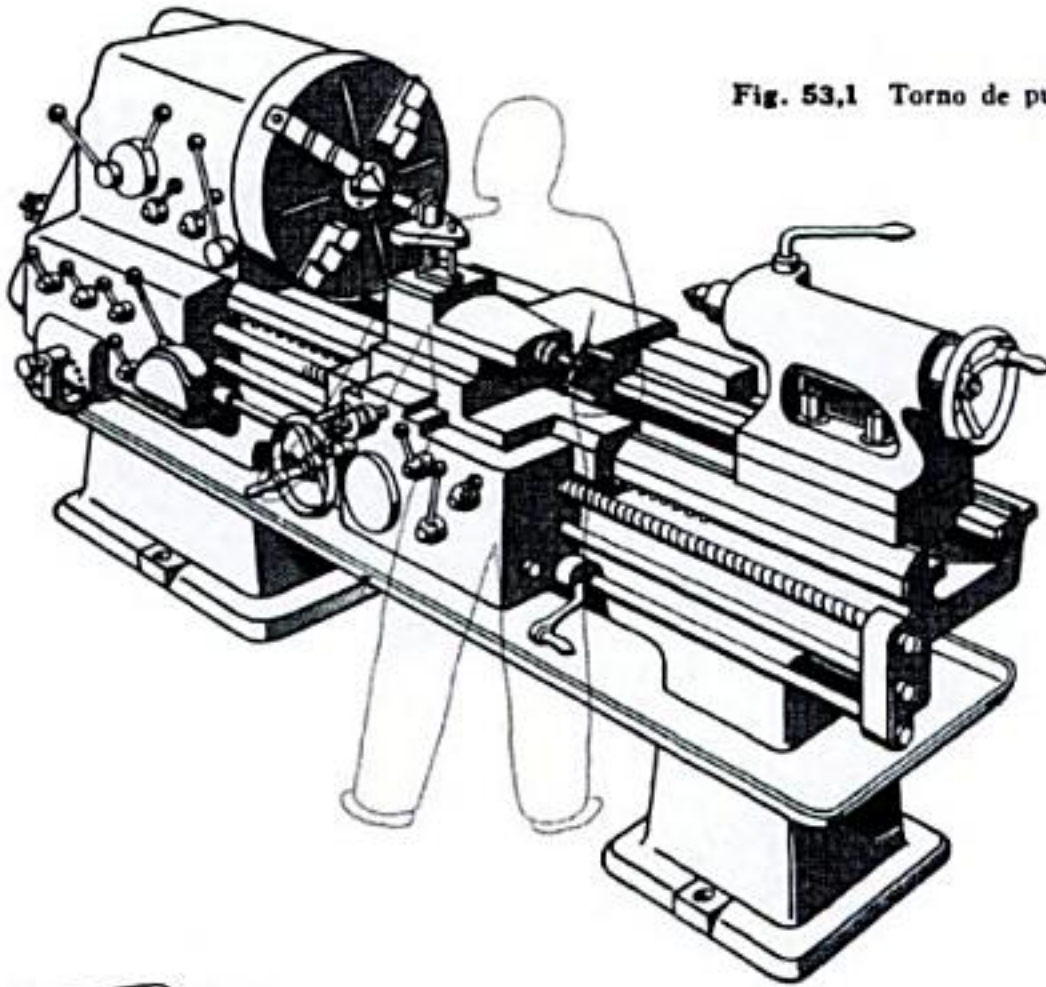


Fig. 53,1 Torno de puntos

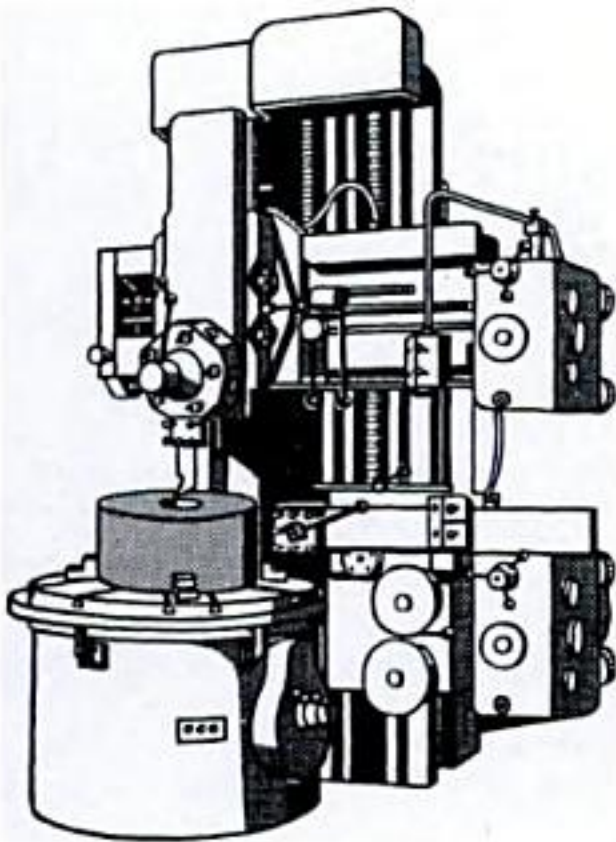


Fig. 53,2 Torno de plato horizontal

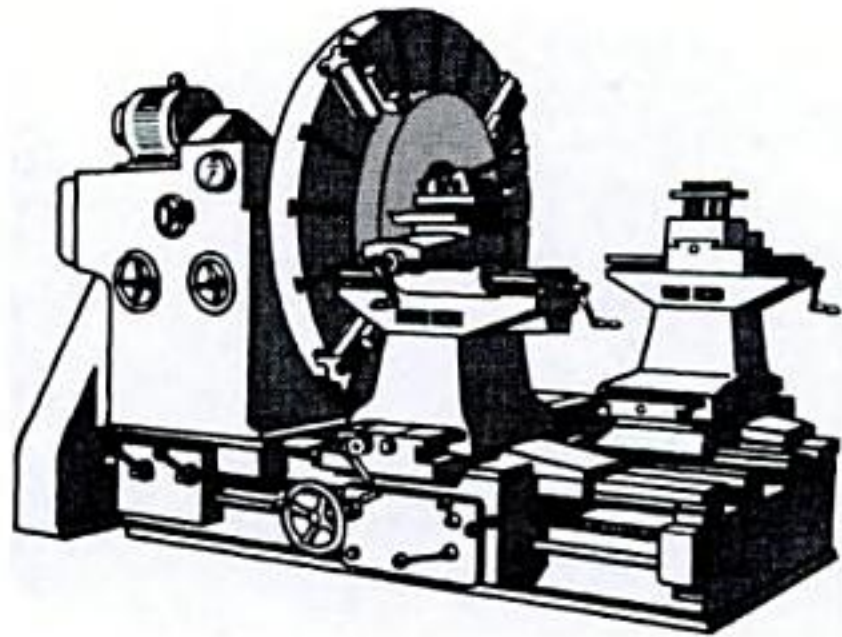


Fig. 53,3 Torno al aire



El torno

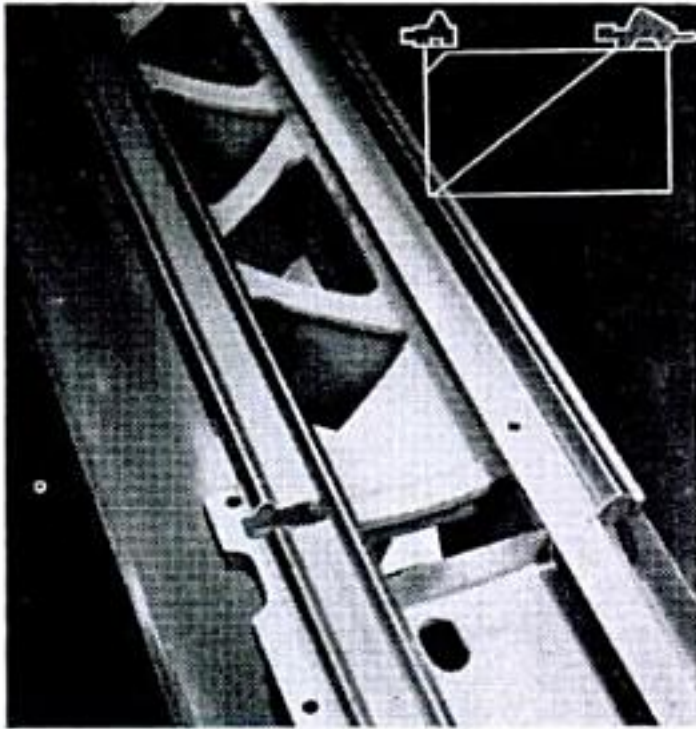


Fig. 54,1 Fotografía: Bancada de torno de hierro fundido con nervaduras diagonales. Arriba, a la derecha: Sección transversal de una bancada de torno resuelta en construcción soldada.

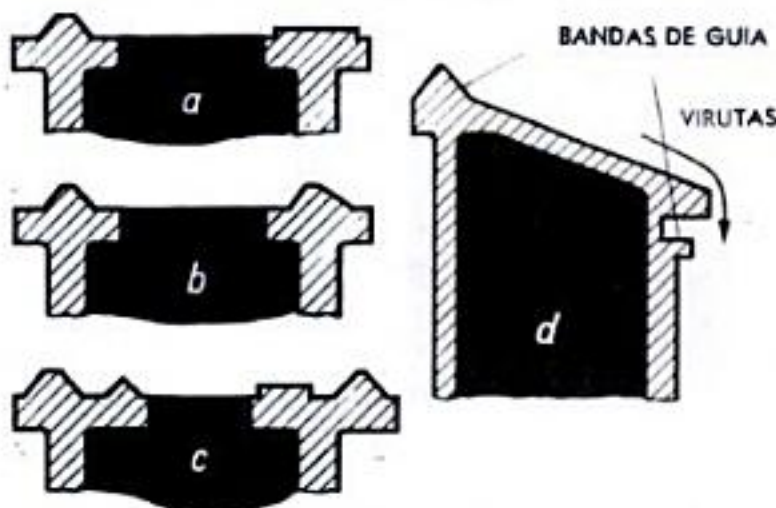


Fig. 54,2 Disposición de las guías: a) Una banda de guía prismática y la otra plana; b) ambas bandas de guía prismáticas; c) bandas de guía especiales para el cabezal móvil; d) disposición inclinada de las bandas de guía con objeto de facilitar una ventajosa evacuación de las virutas.

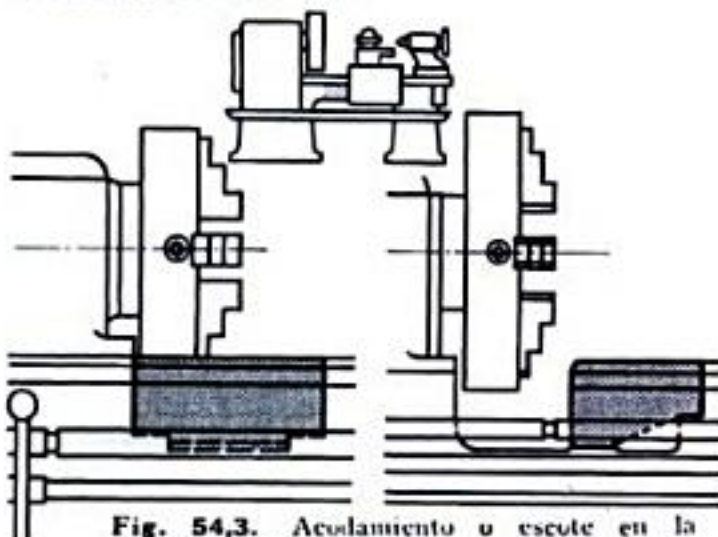


Fig. 54,3. Acodamiento u escote en la bancada del torno

Bancada del torno

La bancada del torno puede ser considerada como el cuerpo fundamental del torno. Reposa, a través de patas o de una base en forma de caja, directamente sobre el suelo, y soporta todas las demás partes del torno. La bancada tiene que absorber todas las fuerzas que se producen durante el torneado. No debe flexarse ni torcerse. Las paredes laterales se hacen, por esta razón, fuertes y tienen frecuentemente forma de doble T, estando reforzadas por medio de nervios. Los nervios diagonales son más convenientes que los paralelos. Entre las paredes laterales de la bancada debe quedar suficiente espacio con objeto de que las virutas puedan caer a su través sin dificultad (fig. 54,1). Sobre las guías de la bancada deslizan el carro portaútil y el cabezal móvil (fig. 54,2). Para el cabezal móvil se prevén frecuentemente guías especiales (fig. 54,2 c). Las superficies de deslizamiento tienen que estar muy cuidadosamente mecanizadas. Generalmente están exactamente rectificadas y rasqueteadas.



Las bandas de guía hechas en hierro fundido obtienen, por ejemplo, mediante un sistema especial de colada, una superficie tan libre de poros como sea posible, con objeto de dificultar que se adhieran las virutas. A veces las bandas de guía están templadas o están constituidas por listones de acero especiales templados y rectificadas que se atornillan sobre la bancada. Con objeto de poder mecanizar también en el torno mayores diámetros, la bancada de muchos tornos va provista de un acodamiento o escote. En ellas se puede sacar un trozo de bancada, el llamado puente suplementario (fig. 54,3).

Para recoger las virutas y el agua de refrigeración se dispone frecuentemente en la bancada una bandeja para virutas. Los tornos modernos se distinguen por un gran rendimiento de virutas. Con ello crecen las dificultades de eliminarlas. Se procura vencer esta dificultad mediante una disposición especial de la bancada del torno (fig. 54,2 d).

Para recoger las virutas y el agua de refrigeración se dispone frecuentemente en la bancada una bandeja para virutas. Los tornos modernos se distinguen por un gran rendimiento de virutas. Con ello crecen las dificultades de eliminarlas. Se procura vencer esta dificultad mediante una disposición especial de la bancada del torno (fig. 54,2 d).

Para recoger las virutas y el agua de refrigeración se dispone frecuentemente en la bancada una bandeja para virutas.

Los tornos modernos se distinguen por un gran rendimiento de virutas. Con ello crecen las dificultades de eliminarlas. Se procura vencer esta dificultad mediante una disposición especial de la bancada del torno (fig. 54,2 d).



Carro portaútil

El carro portaútil (fig. 55,1) sirve para fijar las herramientas, o útiles de torneado y facilita los movimientos de ajuste o penetración y de avance. Consta de las siguientes partes (fig. 55,2):

- 1.º Carro de bancada, longitudinal o principal.
- 2.º Carro transversal o de refrentar.
- 3.º Carro superior o portaútil, que es el que lleva la herramienta.

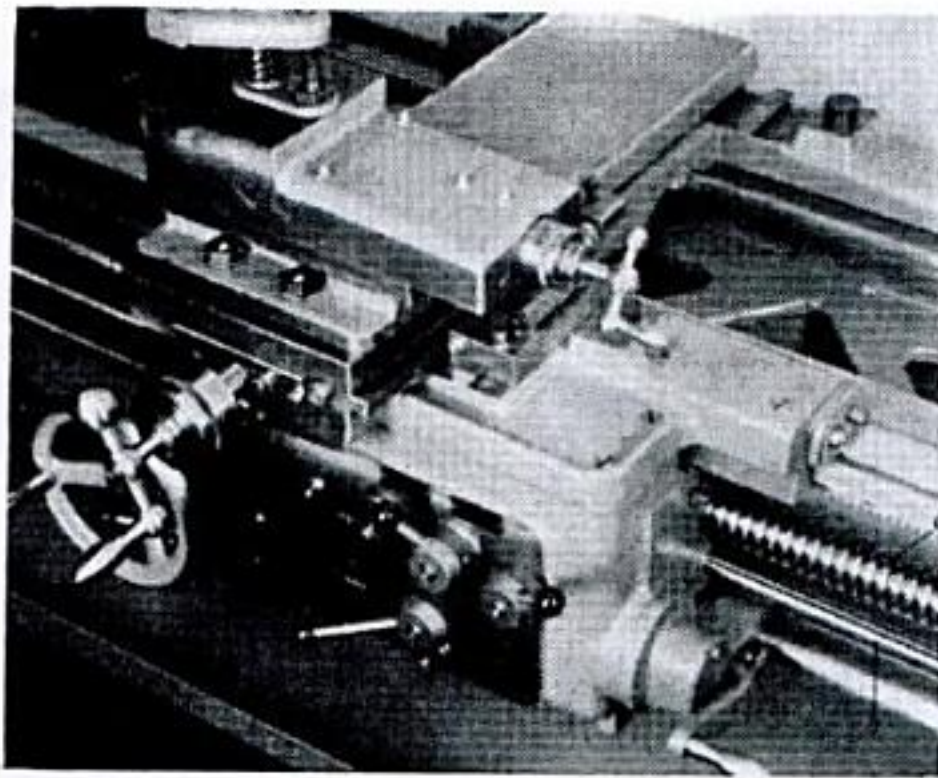


Fig. 55,1 Carro portaútil

El carro de bancada, carro longitudinal o carro principal desliza sobre las bandas de guía de la bancada del torno. Unos separadores de suciedad, provistos de encajes con fieltro en los extremos anterior y posterior, tienen por objeto evitar que penetren suciedad y virutas entre las superficies de deslizamiento. La existencia de agujeros y ranuras para aceite hacen posible una buena lubricación. En la parte posterior, y a veces también delante, existen listones que evitan el vuelco del carro de bancada (fig. 55,2 b).

Muchas veces existe un dispositivo de enclavamiento que, maniobrando una palanca, fija por presión el carro portaútil a la bancada del torno, con lo que se dificulta, especialmente en el trabajo de refrentado, la desviación lateral del carro de bancada.

El carro transversal o de refrentar va unido al carro de bancada mediante una guía en cola de milano. Puede con esto deslizarse perpendicularmente al sentido de movimiento del carro de bancada y esto bien sea a mano, mediante tuerca y husillo, bien sea automáticamente, mediante una reducción de engranajes. Un anillo con escala de gran diámetro permite un ajuste fino de la herramienta. Muchas veces puede ajustarse el juego entre husillo y tuerca por estar esta última partida. Un listón cuneiforme ajustable proporciona una guía del carro exenta de juego.

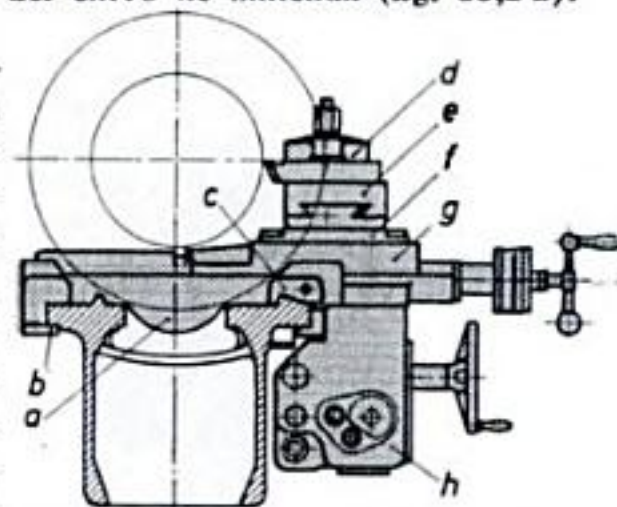
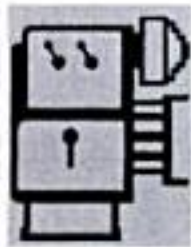


Fig. 55,2 Carro portaútil. Denominación de sus distintas partes: a) carro de bancada longitudinal o principal; b) listón cuneiforme; c) separador de suciedad; d) portaútil; e) carro superior o portaútil; f) pieza giratoria; g) carro transversal o de refrentar; h) caja de maniobra

El carro superior o carro portaútil desliza en una pieza inferior que puede girar sobre el carro transversal alrededor de un pivote. Para fijación se utilizan tornillos cuyas cabezas se ocultan en una ranura circular. Una escala graduada facilita el ajuste a un determinado ángulo. Sobre la superficie de fijación del carro superior se fija la herramienta por medio de portaútil. El carro superior se mueve también con volante de mano, husillo y tuerca. Únicamente en algunas construcciones especiales se prevé un avance automático. Mediante un listón de sección cuneiforme ajustable se obtiene aquí también una guía sin juego.



El torno

Caja de maniobra

La caja de maniobra (delantal, placa de maniobra) (fig. 56,1) contiene las piezas de transmisión y de maniobra necesarias para el movimiento del carro de bancada y la marcha automática del carro transversal. Para el movimiento del carro de bancada existe en la caja de maniobra un volante o rueda de mano que está unido a una rueda dentada. La rueda dentada engrana en una cremallera dispuesta en la bancada del

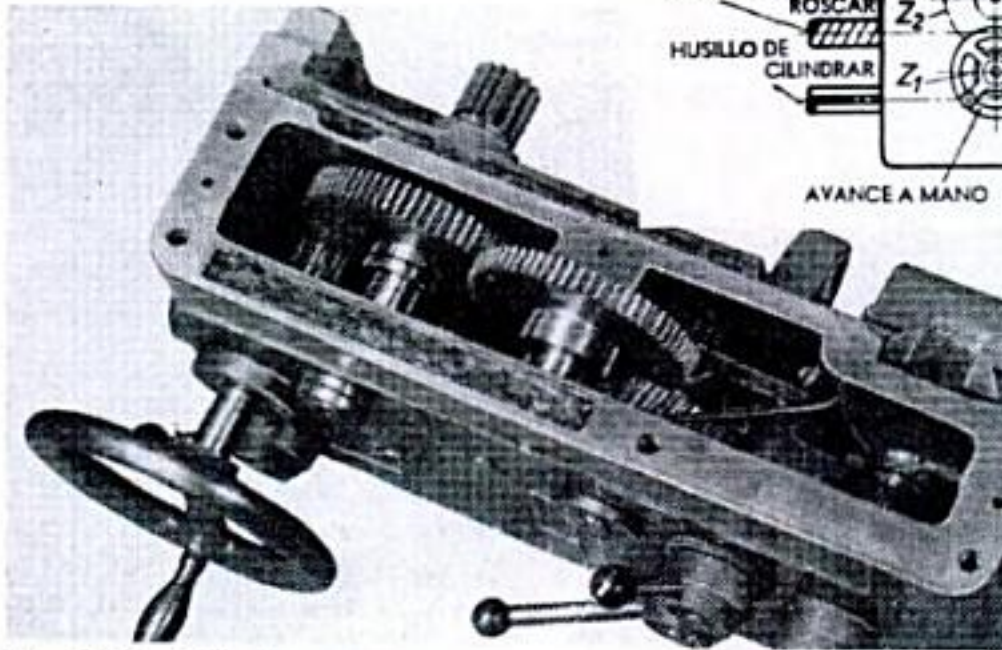


Fig. 56,1. Caja de maniobra

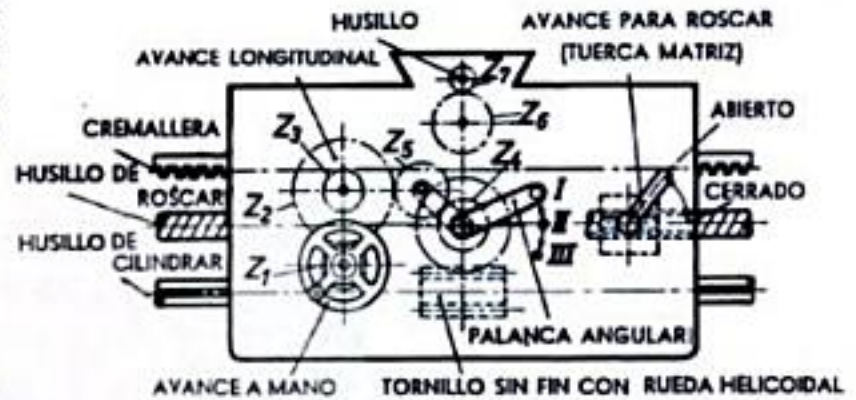


Fig. 56,2 Caja de maniobra; ejemplo para el modo de actuar.

torno. El movimiento automático para los carros de bancada y transversal es propulsado por el husillo de cilindrar o por el de roscar. Según sea la disposición de la máquina con husillo de cilindrar o con husillo de roscar, o con ambos, así será diferente la constitución de la caja.

La caja de maniobra de un

torno con husillo de roscar o de cilindrar está dispuesta, por ejemplo, del siguiente modo (fig. 56,2).

Avance a mano: El carro de bancada se mueve por medio de un volante de mano, de las ruedas dentadas 1, 2, 3 y de una cremallera. La palanca angular está en la posición II.

Avance longitudinal: El movimiento automático del carro de bancada viene mandado por el husillo de cilindrar. Otros elementos de transmisión son un tornillo sin fin con rueda helicoidal, las ruedas dentadas 4, 5, 2, 3 y una cremallera. La palanca angular se encuentra para este movimiento en la posición I.

Avance plano o transversal: La palanca angular se lleva para la marcha automática a la posición III. El husillo de cilindrar trabaja ahora a través de tornillo sin fin, rueda helicoidal, ruedas dentadas 4, 5, 6, 7, husillo de roscar y tuerca del carro transversal. Si el carro transversal ha de ser manejado a mano, debe disponerse la palanca angular en II.

Avance para roscar: La tuerca partida del dispositivo llamado de tuerca matriz se acopla, por medio de una palanca, con el husillo de guía o de roscar.

Enclavamiento (fig. 56,3). Al poner en funcionamiento el avance de roscar, la palanca angular tiene que estar en la posición II, la rueda dentada 5, por lo tanto, no debe estar engranada, para que así no puedan conectarse simultáneamente ni el avance plano, o transversal, ni el longitudinal. De otro modo sería posible que las piezas de la caja de maniobra, etc., se deterioraran. Con objeto de impedir una falsa maniobra se monta un dispositivo de enclavamiento que permite el funcionamiento del mecanismo de tuerca matriz nada más que cuando la palanca angular está en la posición II.

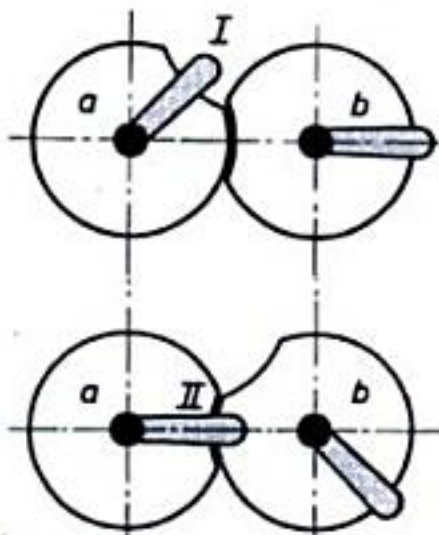
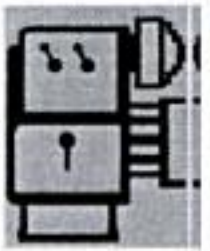


Fig. 56,3 Ejemplo de un dispositivo de enclavamiento: la tuerca matriz para el avance de roscar no puede cerrarse nada más que cuando la palanca a está en la posición II

ción II, la rueda dentada 5, por lo tanto, no debe estar engranada, para que así no puedan conectarse simultáneamente ni el avance plano, o transversal, ni el longitudinal. De otro modo sería posible que las piezas de la caja de maniobra, etc., se deterioraran. Con objeto de impedir una falsa maniobra se monta un dispositivo de enclavamiento que permite el funcionamiento del mecanismo de tuerca matriz nada más que cuando la palanca angular está en la posición II.



Mecanismo de avance

El mecanismo de avance (fig. 59,1,2) hace posible el avance automático y regula su magnitud. El accionamiento se deriva del husillo principal y es transmitido al husillo de roscar o al de cilindrar. La exactitud de la relación de transmisión del número de revoluciones, y con ello la magnitud del avance, se obtiene mediante intercalación de un mecanismo de escalonamiento. Son usuales los siguientes:

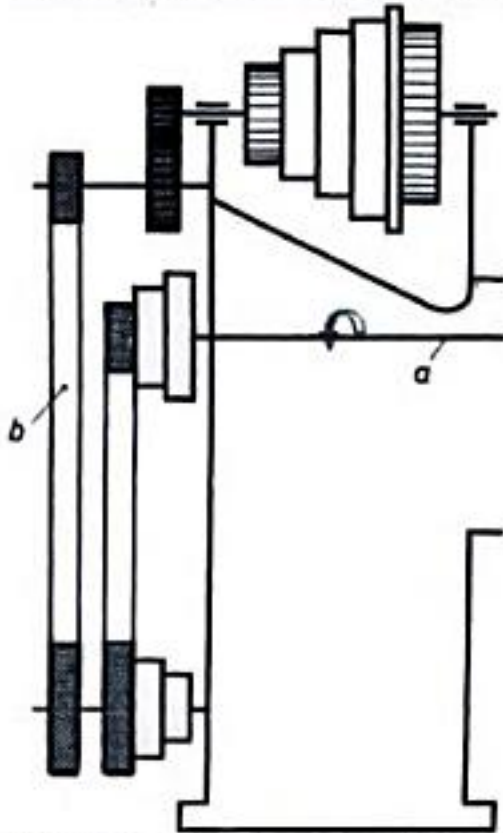
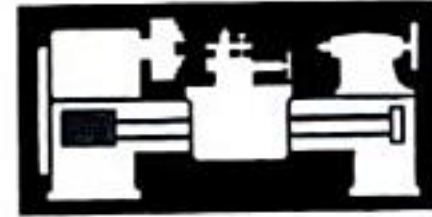


Fig. 59.1 Mecanismo de avance por correas; a) husillo de cilindrar; b) correa

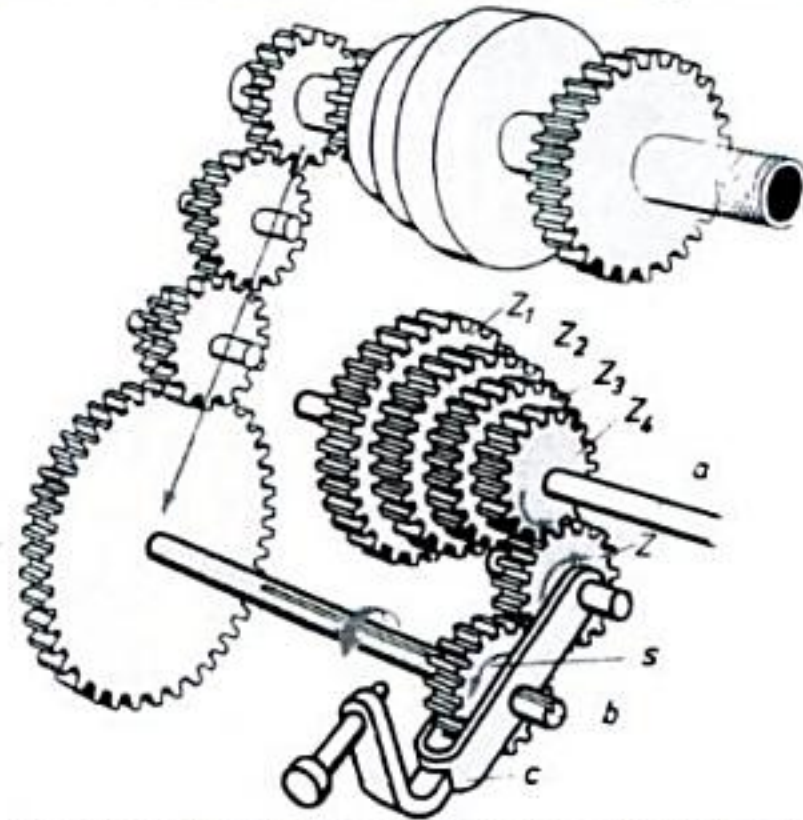


Fig. 59.2 Mecanismo de avance Norton: a) husillo de cilindrar; b) árbol de engranaje; c) palanca oscilante; s) rueda móvil; Z) rueda oscilante

Mecanismo de avance de poleas escalonadas. Mediante desplazamiento de la correa puede ser variado el avance. En el caso de carga fuerte patina la correa, cosa que es un inconveniente cuando se trata de cortes difíciles. También para la talla de roscas resulta inapropiado este mecanismo a causa del resbalamiento de la correa. El sentido del movimiento puede

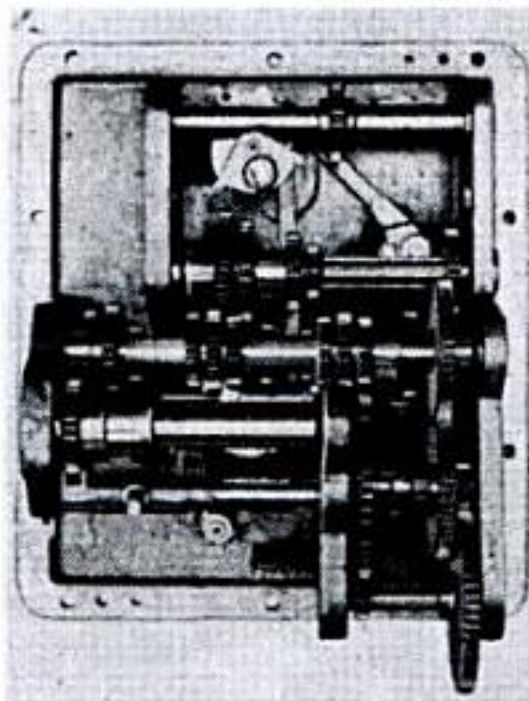


Fig. 59.3 Mecanismo de avance abierto

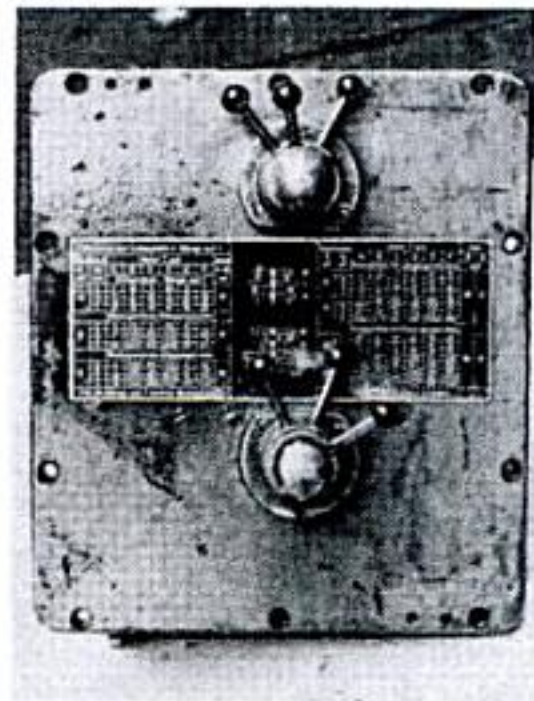
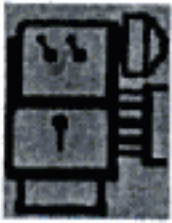


Fig. 59.4 Mecanismo de avance, palancas de maniobra

variarse cruzando la correa o mediante el mecanismo de inversión en la placa de maniobra. Este tipo de mecanismos no se encuentra sino en las máquinas antiguas. Han sido desplazados por los mecanismos de engranajes.



El torno

Mecanismo de avance de cadenas. El mecanismo de cadenas garantiza una mayor exactitud de la relación de transmisión, incluso a distancias algo mayores.

Mecanismo de avance de engranajes. *Ruedas de recambio:* Para transmitir los movimientos se utilizan aquí ruedas dentadas, que pueden ser recambiadas según sea el avance deseado. Para invertir el sentido del avance se utiliza, por ejemplo, un mecanismo de corazón de inversión (fig. 39,2).

Los modernos tipos facilitan el trabajo mediante montaje en la máquina de mecanismos, que con una sencilla maniobra de palancas permiten establecer los avances y los pasos de rosca usuales, así como la inversión del sentido de movimiento de los husillos de roscar y de cilindrar. Además pueden introducirse en ellos ruedas de recambio para los casos especiales. Estos mecanismos son el de chaveta móvil y el Norton. Es frecuente encontrar una combinación del mecanismo Norton con los de ruedas correderas (figuras 59,2; 60,1,2).

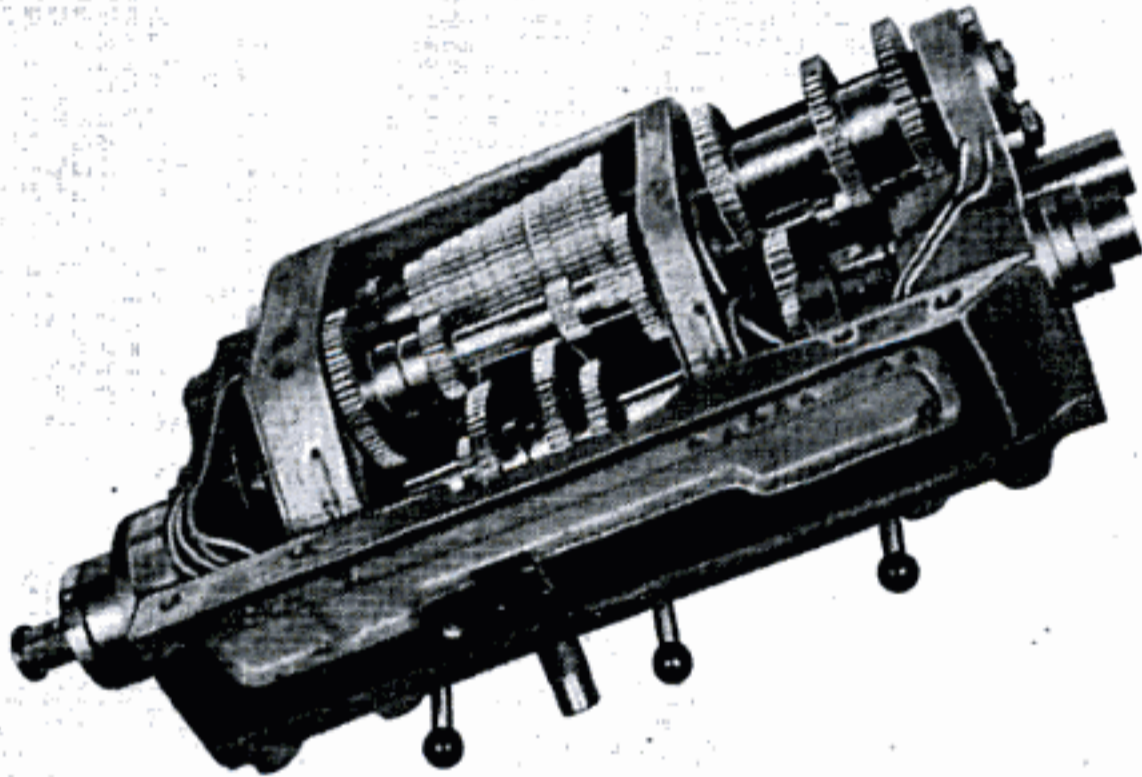


Fig. 60,1 Mecanismo de avance con mecanismo Norton y ruedas correderas

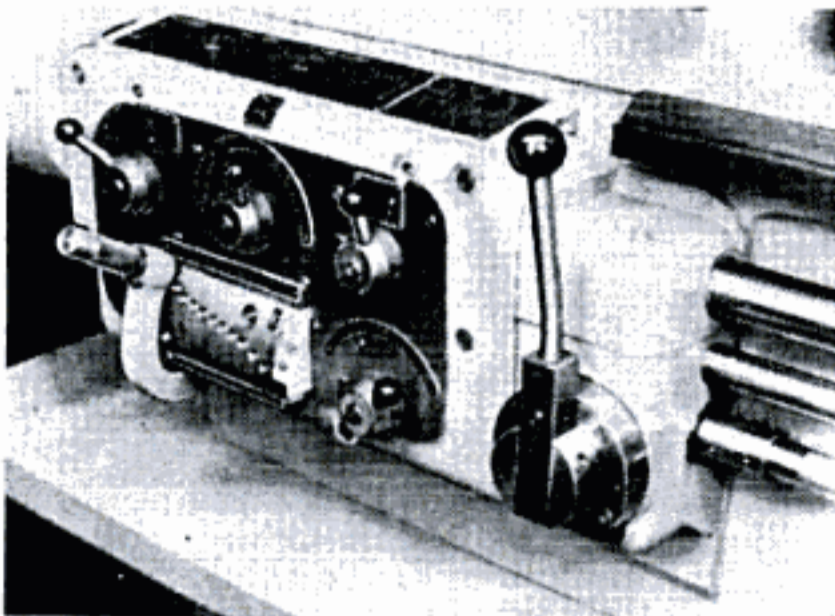
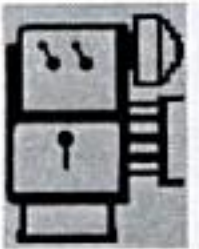


Fig. 60,2 Palancas de maniobra del mecanismo de avance. La palanca grande de la derecha sirve para la puesta en marcha y el paro de la máquina

El mecanismo Norton se reconoce por llevar al exterior de la caja de los mecanismos una serie inclinada de agujeros en los que se detiene, según corresponda, el mango de la palanca oscilante. La palanca oscilante se mueve además en una ranura (fig. 60,2). Los modernos mecanismos de avance van frecuentemente montados en cajas cerradas y pueden, por lo tanto, funcionar en baño de aceite. Los árboles de los engranajes giran muchas veces en cojinetes de rodamientos.

El empuje lateral de avance del husillo de roscar lo absorbe un cojinete axial de bolas.



Husillos de roscar y de cilindrar

El *husillo de roscar* acciona el avance longitudinal automático únicamente en el caso de tallado de roscas y cuando se trate de otros trabajos que exijan un avance exacto. Está generalmente provisto de rosca trapecial, que se fabrica con la mayor precisión posible para evitar asimismo los más mínimos errores en el paso. Los husillos de roscar normales tienen una exactitud hasta de $10\ \mu$ en 100 mm de longitud de paso, y en ejecuciones especiales hasta de $3\ \mu$ por cada 100 mm. Cualquier defecto del husillo de roscar repercute directamente sobre la pieza. El husillo de roscar exige un cuidado especial. Entre la tuerca matriz y la rosca no debe introducirse ni suciedad ni virutas. Si en el torno (torno con husillo de roscar) no existe nada más que un husillo de guía, o de roscar, tendrán que realizarse con este husillo también los trabajos ordinarios de desbaste y de afinado, con lo cual sufre mucho el citado husillo. Para preservarlo tienen por esta razón la mayoría de los tornos además del husillo de roscar, un husillo para cilindrar (torno con barras, o husillo, de roscar y de cilindrar) (figs. 61,1,2).

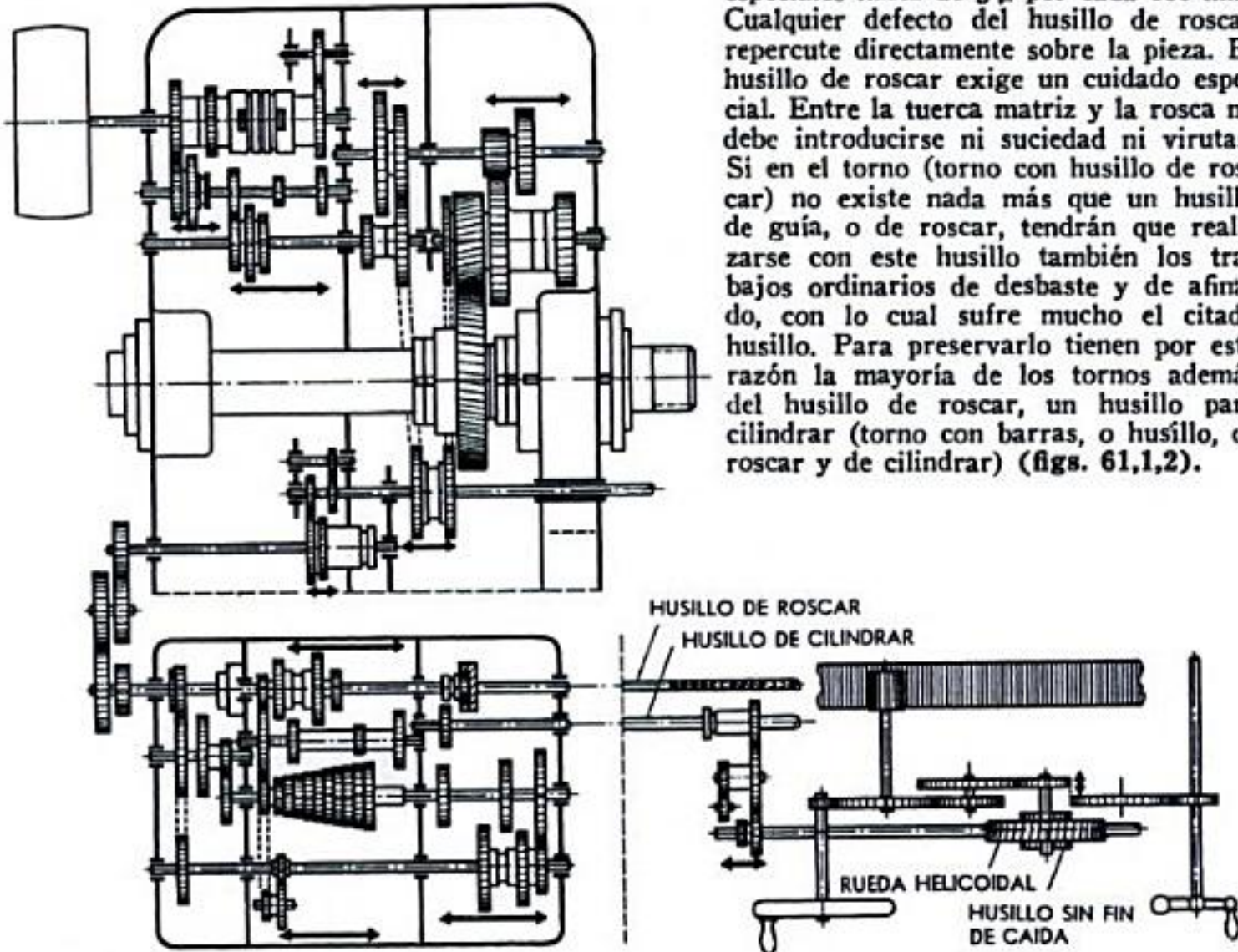


Fig. 61,1 Plano de mecanismos para un torno

El *husillo de cilindrar* es un árbol liso provisto de una ranura longitudinal. Esta ranura sirve para arrastrar una rueda cónica o un husillo en la placa delantera, con objeto de dar al carro de bancada su movimiento de avance. Además de los husillos de cilindrar y de roscar existen a veces otros husillos o árboles que sirven para establecer acoplamientos, por ejemplo, para embragar y desembragar el motor o para variar el sentido del avance del carro portaútil. El proceso de estos acoplamientos se hace funcionar mediante una palanca.

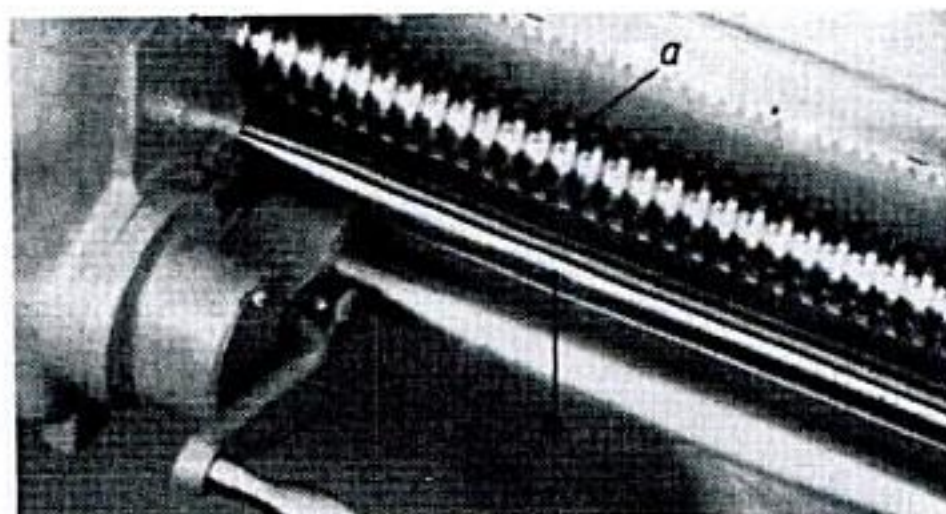
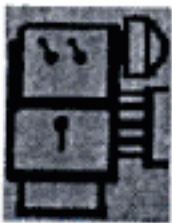
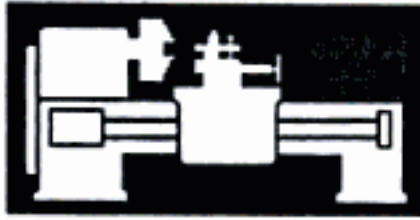


Fig. 61,2 a) Husillo de roscar; b) husillo de cilindrar, y abajo la palanca de acoplamiento

El proceso de estos acoplamientos se hace funcionar mediante una palanca.



El torno



El cabezal móvil (fig. 62,1,2) tiene una misión múltiple: 1.º Provisto de una contrapunta sirve como sujeción al torneado entre puntas. 2.º Provisto de una broca o de un escariador sujetos en él sirve para la ejecución de taladros. 3.º Para torneado de conos esbeltos y para el exacto ajuste de la contrapunta, su parte superior se desliza sobre la inferior.

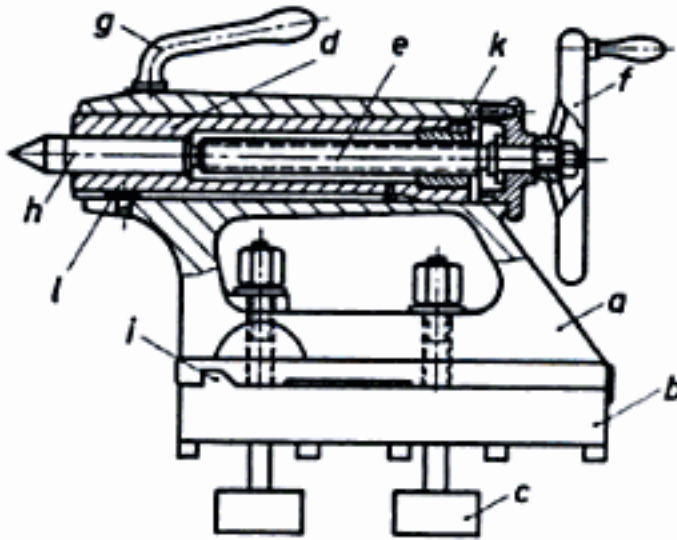


Fig. 62,1 Cabezal móvil: a) parte superior; b) parte inferior; c) puente; d) pinula; e) husillo; f) volante de mano; g) palanca de fijación; k) contrapunta; i) listón de guía; k) tuerca del husillo con tornillo de seguridad; l) pieza de sujeción

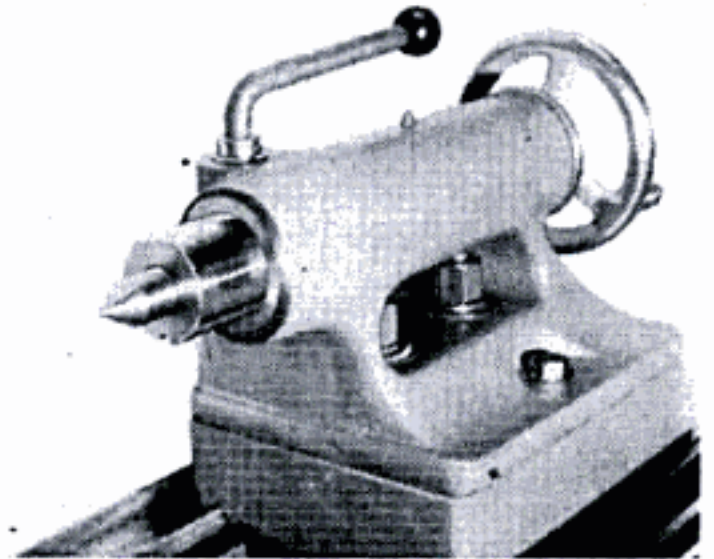


Fig. 62,2 Cabezal móvil

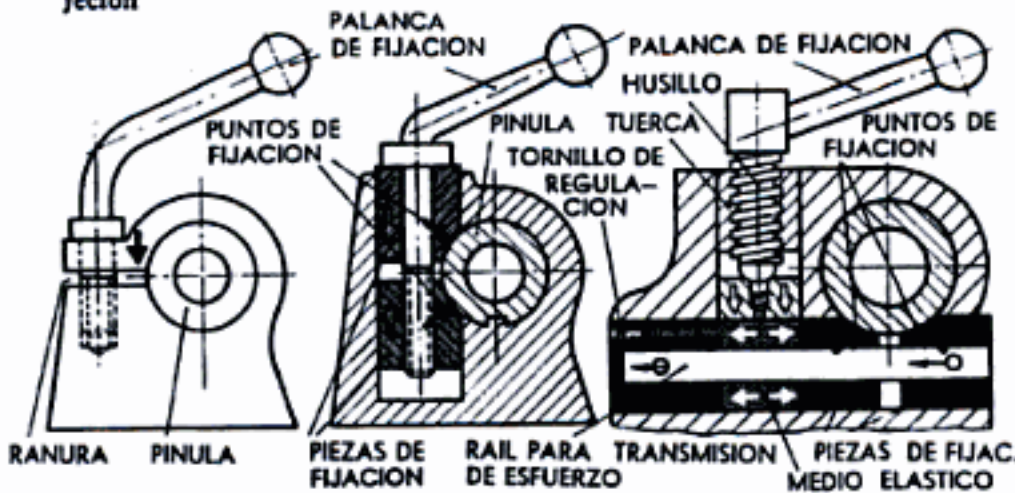


Fig. 62,3 Sujeción de la pinula mediante parte superior ranurada, mediante piezas de sujeción o por medios elásticos de apriete

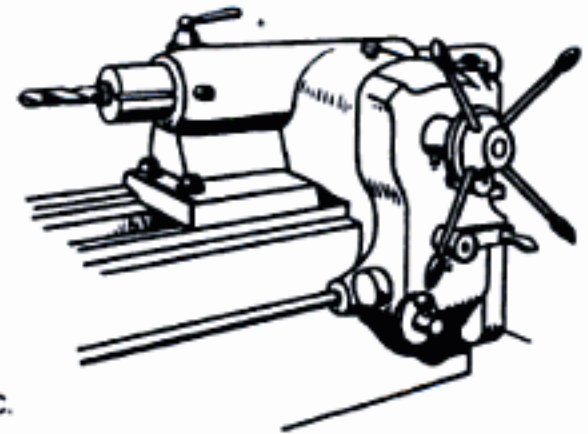


Fig. 62,4 Cabezal móvil con broca

Con objeto de guiar con seguridad la pieza, hay que sujetar la pinula fuertemente, debe estar dotada de una guía larga y debe poderse enclavar (fig. 62,3). La pinula se mueve a mano mediante un volante y un husillo roscado, pero a veces también mediante palanca de mano o palanca y rueda dentada. Cuando la pinula está completamente introducida, el husillo del cabezal móvil choca contra la contrapunta que puede ser extraída de este modo.

El cabezal móvil se mantiene estrecho con objeto de que pueda llevarse lo más cerca posible contra el carro portaútil, es decir, para que pueda acercarse todo lo posible a la pieza. Si en la máquina se realizan preferentemente trabajos de taladrado puede resultar conveniente la disposición de un cabezal móvil provisto de broca y con avance automático (fig. 62,4).

Mediante divisiones dispuestas en la cabeza móvil pueden leerse profundidad de agujeros o medida de ajuste para torneado de conos. En algunos cabezales móviles es movida la pinula mediante aceite a presión (accionamiento hidráulico). A veces existen manómetros montados para indicar la presión sobre la contrapunta o sobre la pieza.

Trabajos de torno

Torneado de piezas cortas, cilíndricas (fijación en plato de sujeción)

Un cuerpo cilíndrico de revolución podemos considerarlo, por lo que respecta a su forma, como cuerpo "sencillo". Cuando no se fijan para el torneado grandes exigencias de exactitud, y cuando el material del cual ha de hacerse la pieza no exige tampoco precauciones especiales, puede también considerarse la ejecución de formas cilíndricas como un trabajo "sencillo".

En el grupo de las "piezas cortas y cilíndricas" figura en primer término la *espiga*, o *gorrón*, o *pivote*, que por lo general forma parte de una pieza completa, por ejemplo, un árbol. La parte de un árbol por donde es soportado, está constituida, por ejemplo, a modo de gorrón de deslizamiento (figs. 63,3 a-e). Estos gorriones son frecuentemente templados y rectificados después de ser torneados, con objeto de disminuir el rozamiento y el desgaste.

Por medio de espigas roscadas o de espigas remachadas se fijan al cuerpo de máquina fundamental otros elementos. A veces la espiga es prensada a este efecto en un taladro, a modo de espiga calibrada o ajustada.

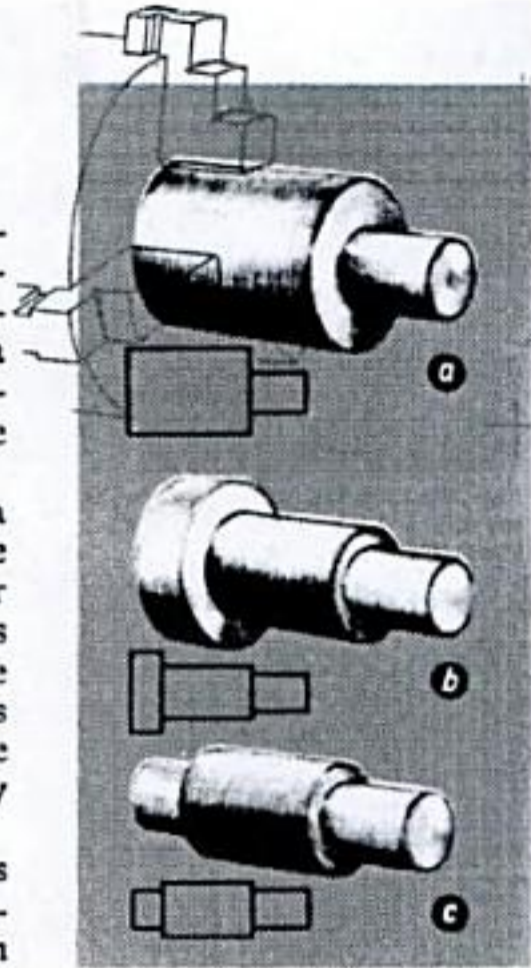


Fig. 63,1 Piezas cortas, cilíndricas: a) con gorrón; b) con valona (cabeza) y gorrón; c) con gorrón en ambos extremos

Según sea la aplicación, así serán distintos el material, la exactitud (tolerancia) y el procedimiento de trabajo.

Antes del comienzo de *todo* trabajo se comprueban las medidas brutas de la pieza. Solamente se prosigue el mecanizado de aquellas piezas que se ajustan a las medidas prescritas (ante todo en cuanto a longitud y diámetro).

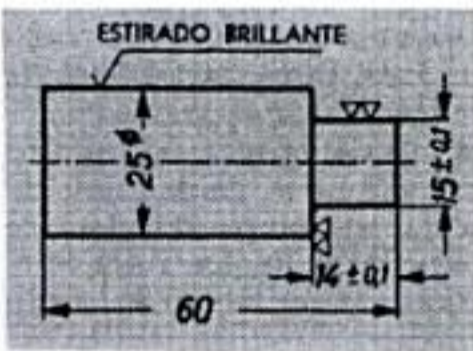


Fig. 63,2 Dibujo de taller: Perno con gorrón; material: St 34.

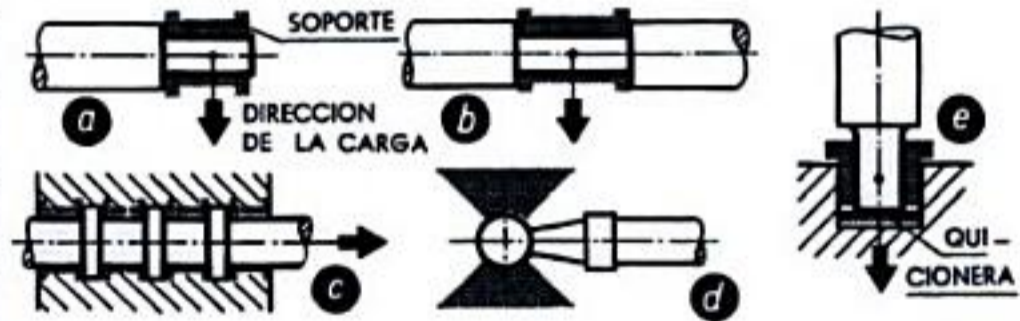
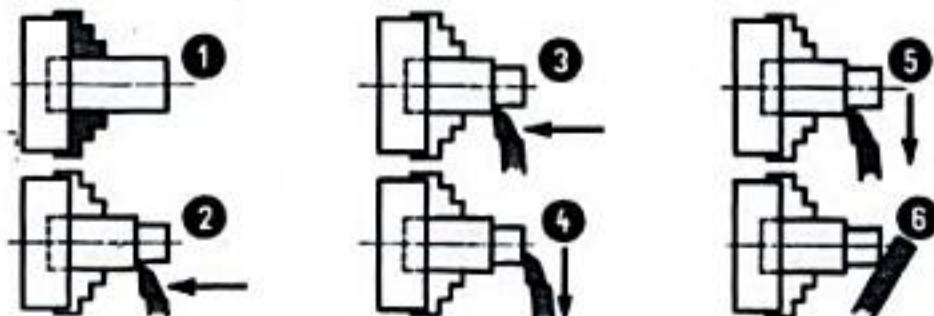


Fig. 63,3 Clases de gorriones: a) gorrón frontal o de sustentación; b) gorrón de cuello; c) gorrón en peine; d) gorrón con bola (rótula); e) gorrón vertical o gorrón para rangua o quicionera

Fig. 63,4 Sucesión de trabajo:
 1.º Sujeción y nivelación de la pieza en el plato de tres mordazas;
 2.º Desbastado previo del gorrón a 16 mm ϕ y 14 mm de longitud;
 3.º Acabado del gorrón a 15 mm;
 4.º Ejecución de la cara frontal (refrentado);
 5.º Ejecución de la superficie de asiento;
 6.º Desbarbado.





Torneado de piezas cortas, cilíndricas

Platos de sujeción automáticos

Platos de aire comprimido. Las partes principales de este sistema son el cuerpo del plato y el cilindro de aire a presión. El aire comprimido presiona sobre un émbolo que va unido a una varilla. El movimiento de la varilla se transmite, por ejemplo, por medio de palanca angular, de cuña o de cremallera y rueda dentada, sobre las mordazas del plato de sujeción. Se sujeta o se afloja actuando sobre un grifo de mando bien sea a mano o por pedal (fig. 66,1).

Plato de sujeción hidráulica. En este plato no se emplea el aire, sino el aceite como fluido a presión. Entra en consideración especialmente para grandes máquinas o en el caso de que la máquina vaya provista de algún otro mecanismo hidráulico, por ejemplo, para el avance.

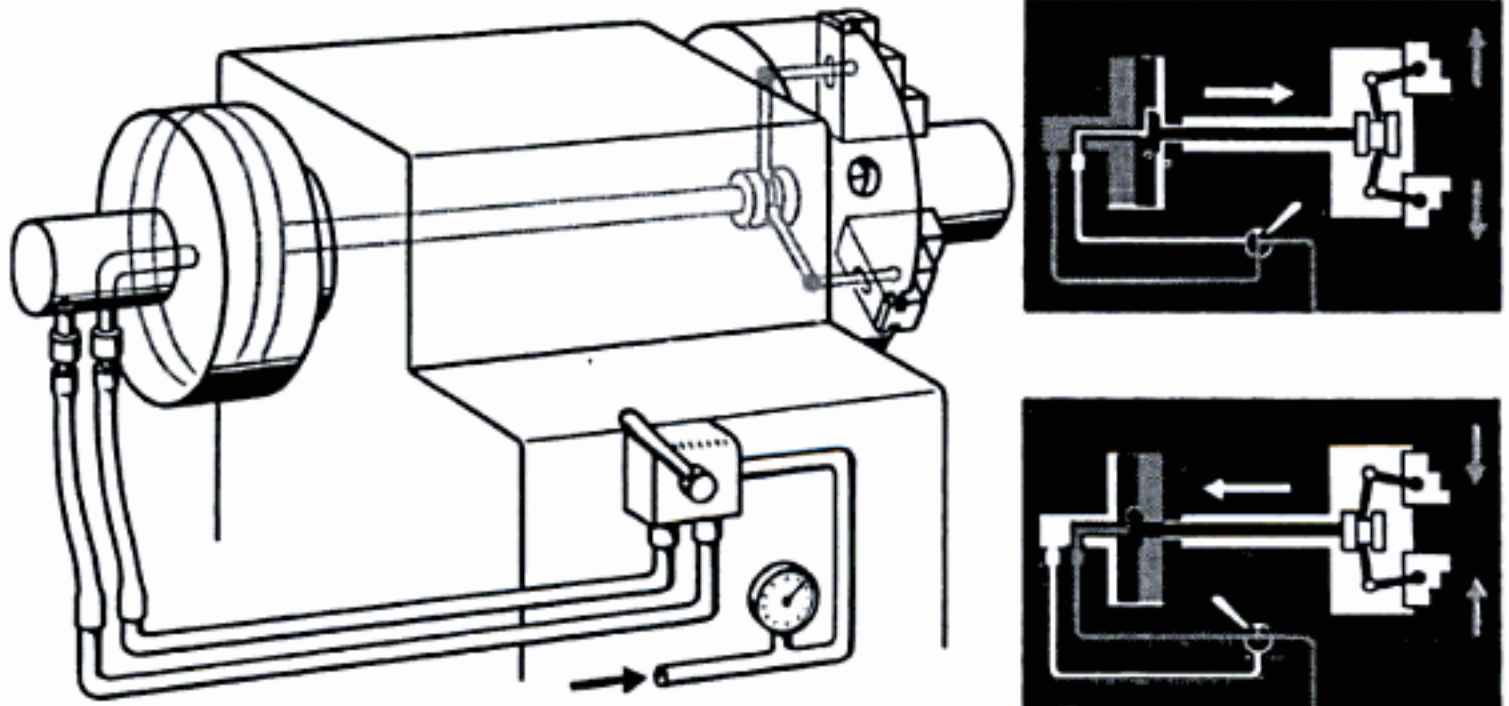


Fig. 66,1 Disposición general de un mecanismo de sujeción por aire a presión

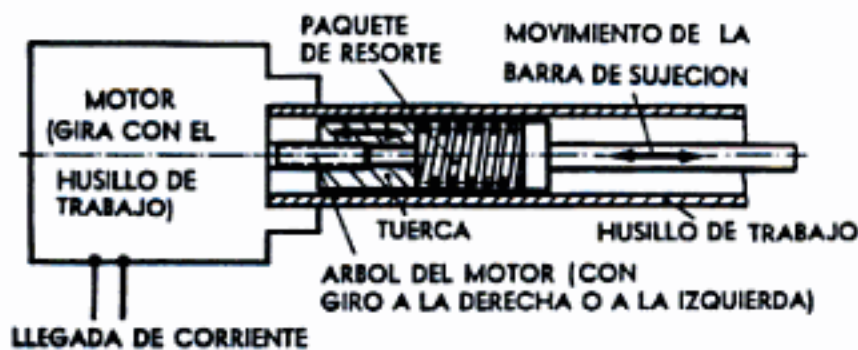


Fig. 66,2 Mecanismo eléctrico de sujeción (esquema)

Para aflojar las mordazas se hace girar al motor en sentido opuesto. En virtud del resorte o del paquete de resortes intercalado, la presión de sujeción resulta más elástica (fig. 66,2).

Plato electromagnético de sujeción de torno

Se conecta sencillamente la corriente eléctrica. Las piezas se adhieren fuertemente sólo con adaptarlas a la cara delantera del plato. Esto no sujeta de modo centrado, puesto que no se emplean para ello mordazas. No sujeta este plato, además, sino piezas de hierro fundido o de acero que se magnetizan y que en caso dado hay de desmagnetizar después del mecanizado. Pueden resultar también molestas las virutas torneadas que quedan adheridas al plato.

Sujeción eléctrica

Juntamente con el plato de sujeción y el husillo de trabajo gira un motor. Análogamente a lo que pasa en el plato de sujeción por aire a presión es movido aquí el plato también por una varilla, interrumpida ahora, empero, por un resorte o un paquete de resortes. El resorte, y con él también el plato, se pone en tensión al conmutarse el motor en rotación cuyo husillo, con ayuda de rosca, tuerca y varilla, oprime contra el paquete de resortes. Cuando se tiene una suficiente tensión de los resortes se desconecta automáticamente el motor.



Cuchillas de torno y útiles de metal duro para el mecanizado de superficies frontales y de superficies salientes o de reborde

Útiles de corte lateral. Para el cilindrado de pequeñas espigas pueden emplearse cuchillas de diferentes clases. Es muy corriente trabajar con un útil de corte lateral rebajado o con un útil lateral de metal duro rebajado también (figs. 67,1-4). Se consiguen con ellos, de modo correcto, la obtención de salientes cortos a ángulo recto.

Para salientes más largos se emplean raramente estos útiles, ya que la formación de virutas se produce de forma desfavorable.

Los útiles de corte lateral se prestan en primer término para la formación y el aplanado (refrentado) de superficies frontales, superficies de apoyo o superficies de rebordes (fig. 67,1).

En los útiles de corte lateral el ángulo de posición ($= \kappa$, se pronuncia capa), es decir el ángulo que forma el filo principal con la superficie de trabajo, puede mantenerse muy pequeño para la formación de las superficies. Se forman por esto virutas anchas pero delgadas que se desenrollan fácilmente. La superficie de trabajo resulta limpia (fig. 67,1). La forma de los útiles de corte lateral está constituida de tal modo que se puede con ellos conseguir cómodamente esquinas (hierros en ángulo), así como transiciones a canto vivo en las piezas. Frecuentemente se emplean también para esto útiles curvados de afinar (fig. 67,3).

Están normalizados los útiles de corte lateral para desbastar (DIN 4959), los útiles de corte lateral rebajados (DIN 4960), los útiles de metal duro frontales rebajados (DIN 4977), los útiles de metal duro de esquina rebajados (DIN 4978) y los útiles de metal duro de corte lateral rebajados (DIN 4980).

Ejemplo para la designación: Util de torno de metal duro rebajado R 25q DIN 4980...

Util de torno de corte lateral a la derecha¹⁴ con plaquita de metal duro y sección en el mango de 25 X 25, longitud del vástago igual a 140 mm. Detrás de la designación hay que indicar la clase de metal duro (diferente de un fabricante a otro).

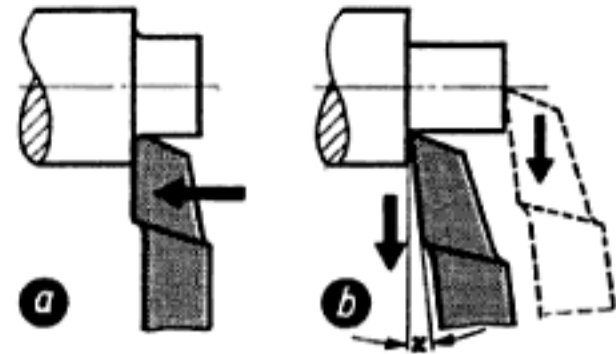


Fig. 67,1 a) Torneo de una espiga; útil de corte lateral a la derecha, rebajado y con punta redondeada; b) formación de las superficies; útil de corte lateral a la derecha, rebajado, según DIN 4960; el filo principal oblicuo respecto a la dirección de trabajo

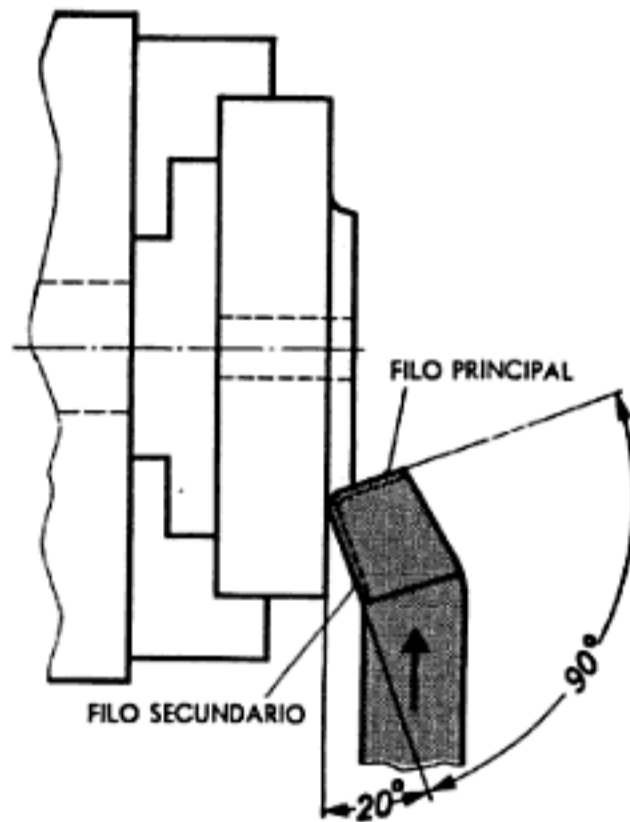


Fig. 67,2 Util de corte lateral a la derecha para desbastar, según DIN 4959

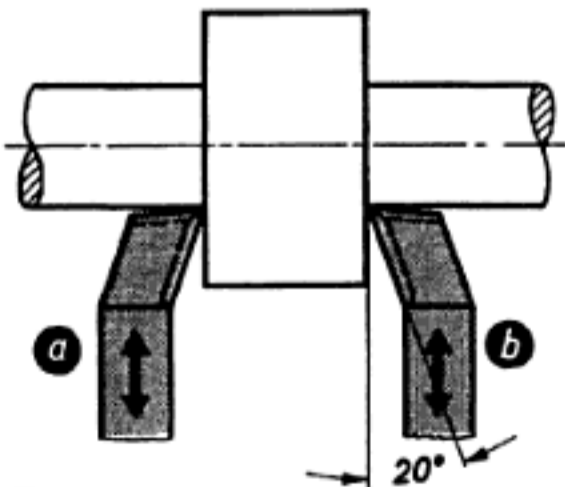


Fig. 67,3 a) Util de torno de corte a la izquierda, curvado, para afinar; b) útil de torno de corte a la derecha, curvado, para afinar

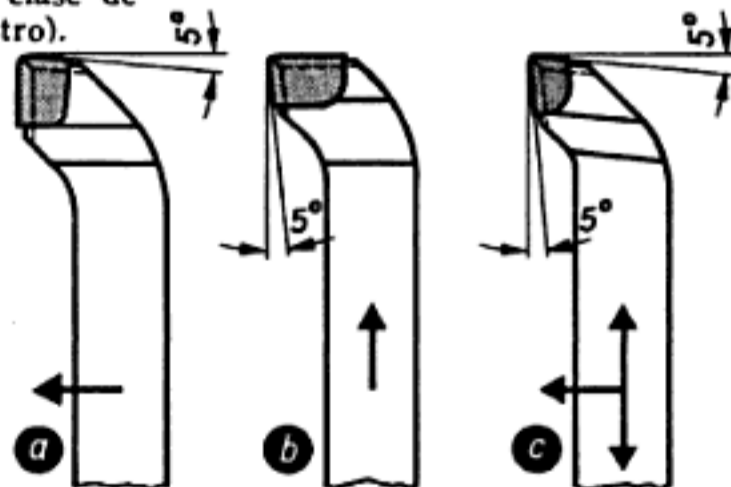
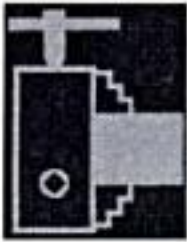


Fig. 67,4 Útiles de torno de metal duro para el mecanizado de superficies planas: a) util de metal duro de corte lateral a la derecha, rebajado (DIN 4980); b) útil de metal duro de corte frontal a la derecha, rebajado (DIN 4977); c) útil de metal duro de esquina a la derecha, rebajado (DIN 4978)



Torneado de piezas cortas, cilíndricas

Sujeción de la herramienta

Portaútil cerrado. Este dispositivo permite una rápida sujeción de la herramienta, pero no puede emplearse sino para trabajos ligeros porque no sujeta la herramienta de modo suficientemente fuerte. Para el ajuste de la altura se desplaza un calce abombado. Puede ser un inconveniente en este caso la posición inclinada del útil, puesto que el ángulo de incidencia y el de ataque variarán. Hay otra disposición que evita esta dificultad (fig. 68,1).

Garra de sujeción (fig. 68,2). Un tornillo de ajuste hace posible la colocación horizontal.

Garra angular (fig. 68,3). Fijados al carro superior con ayuda de pernos y tuercas existen en este dispositivo unos tornillos especiales para sujeción de la herramienta.

Fig. 68,2 Garra de sujeción

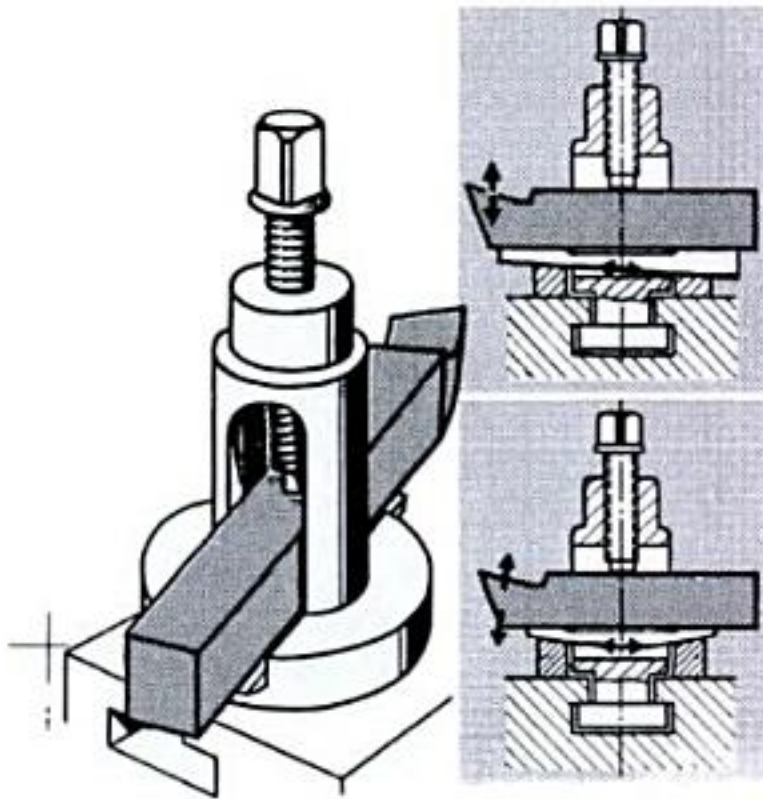


Fig. 68,1 Portaútil cerrado

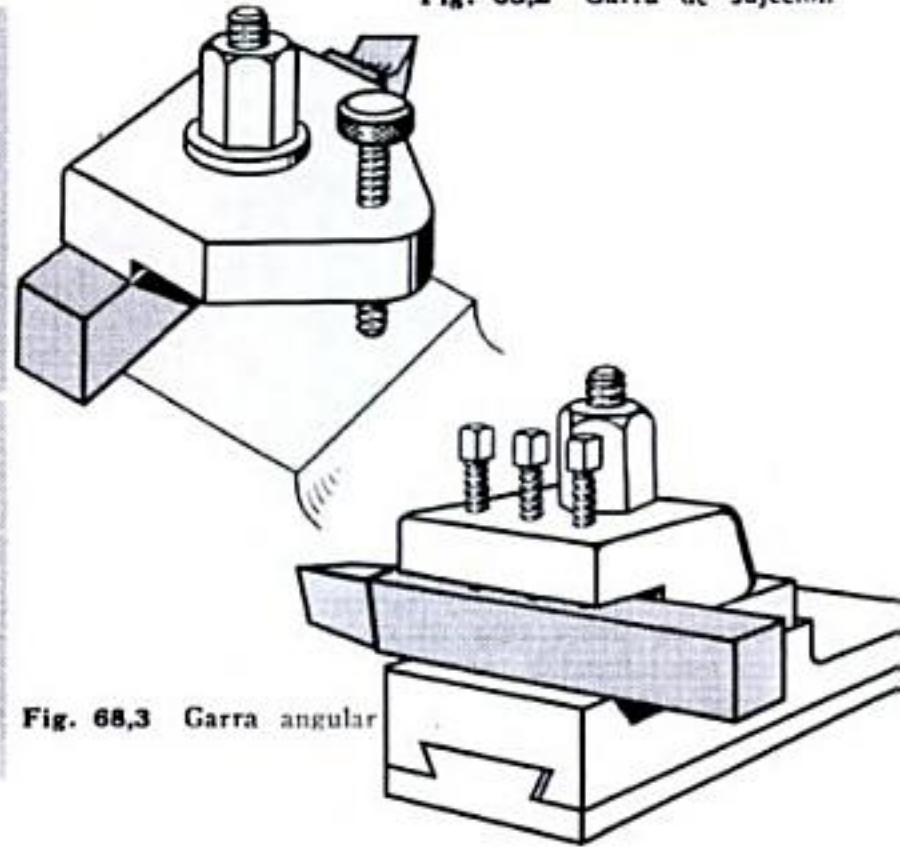


Fig. 68,3 Garra angular

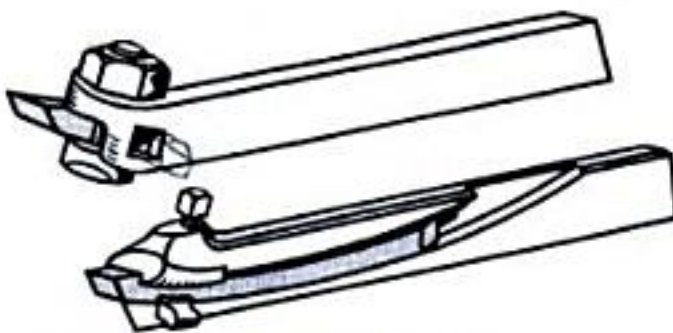
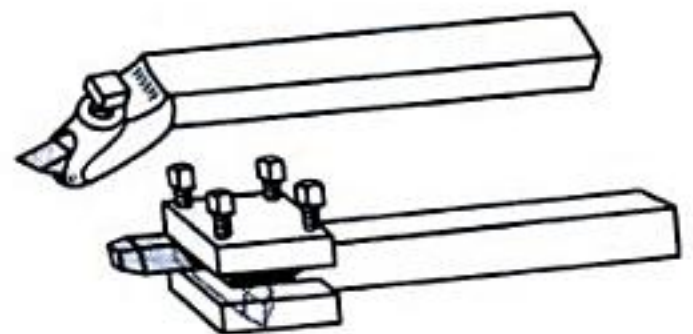
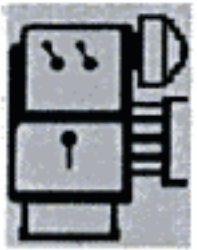


Fig. 68,4 Diversos mangos de útil



Portaútiles múltiples. En este tipo de montajes pueden utilizarse sucesivamente cuatro herramientas mediante un sencillo giro del portaútil en 90° (figs. 9,1 y 235,1). Ahora bien, los útiles no deberán tener vástagos demasiado largos, pues éstos se estorbarían unos a otros.

Mango del útil. Las cuchillas de gran valor (como por ejemplo las plaquitas o lengüetas para torno) se realizan en dimensiones pequeñas y pueden desgastarse largamente. Los mangos se hacen de material barato y de grandes dimensiones. Son también por esta causa muy adecuados para trabajos de taladro en los que la herramienta no puede ser sujeta en corto. Existen además algunos de estos mangos o portaútiles que permiten el trabajo simultáneo con varios útiles. Otros mangos sirven para la sujeción de útiles de forma, cuchillas de roscar, etc. (fig. 68,4).



Reglas graduadas

Reglas o metros de acero flexibles. Lo que más se usa en el taller es una regla de fleje de acero de unos 300 mm de longitud. Sus divisiones son de 1 mm y a veces también de $\frac{1}{2}$ mm.

Reglas graduadas de trabajo (DIN 866). Se distinguen en este tipo de reglas dos clases, I y II. En la regla de clase I el trazo cero empieza a unos 10 mm del borde, mientras que en la de clase II el trazo cero coincide con el borde o con la cara frontal de la regla.

La exactitud de fabricación es, por ejemplo, para 1000 mm de longitud de 40μ ($1 \mu = 0,001$ milímetro) para la regla de trabajo I, y de 100μ para la II. La anchura del trazo es del orden de $70 \dots 150 \mu$.

Reglas articuladas. Son de madera o de acero y ofrecen mayores inexactitudes (en el metro de madera, por ejemplo, 2 mm en los 1000 mm de longitud).

Medición con reglas graduadas. Cuando se realiza una medición valiéndose de una regla de acero hay que dirigir la mirada de modo exactamente perpendicular a la regla (fig. 69,1), pues en caso contrario pueden producirse errores de observación. Este error se disminuye empleando reglas en que el borde graduado está achaflonado. Pueden producirse también errores de medida a causa de superficies extremas desgastadas.

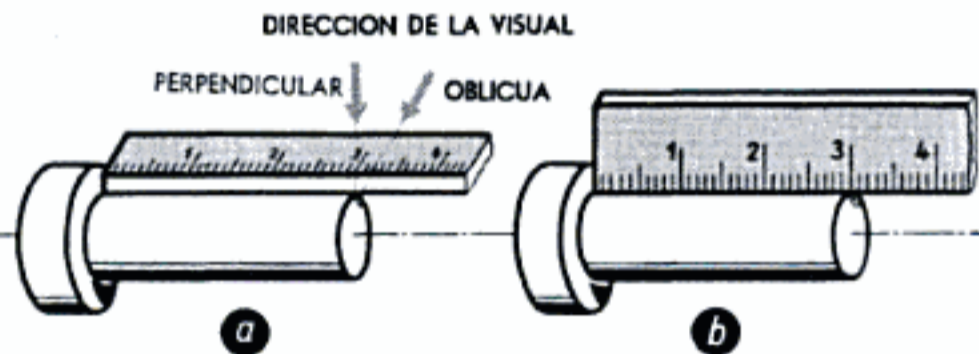


Fig. 69,1 Modo de aplicar una regla graduada: a) modo incorrecto, error de lectura por dirección oblicua de la visual (paralaje); b) modo correcto

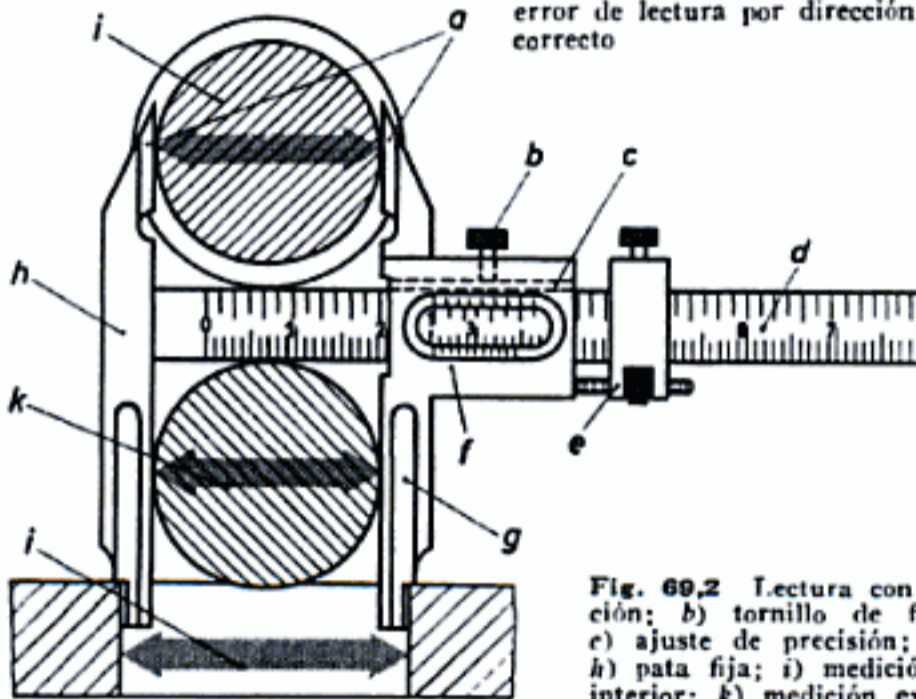


Fig. 69,2 Lectura con pie de rey o calibre; a) puntos de medición; b) tornillo de fijación; c) resorte; d) regla graduada; e) ajuste de precisión; f) corredera con nonio; g) pata móvil; h) pata fija; i) medición del núcleo de un tornillo; j) medición interior; k) medición exterior

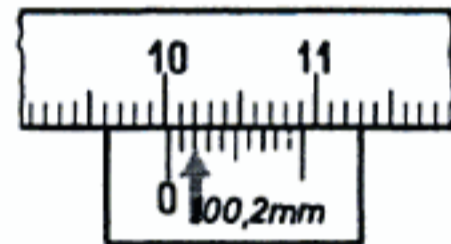


Fig. 69,3 Lectura de una medida de 100,2 mm con el nonio

Pie de rey o calibre (fig. 69,2)

En el nonio dispuesto sobre la corredera se han dividido 9 mm en 10 partes, o sea que los distintos trazos distan entre sí 0,9 mm. En el caso de una longitud de medida de 10 mm coinciden, por ejemplo, el trazo cero del nonio con el trazo correspondiente a los 10 mm de la regla; en el caso de longitud de medida de 10,1 mm, el primer trazo del nonio coincide con el trazo 11 que se halla encima; en el caso de 10,2, el segundo trazo del nonio coincide con el 12 y así sucesivamente. De este modo la exactitud de lectura del pie de rey resulta ser de $\frac{1}{10}$ mm (fig. 69,3). Hay también pies de rey con exactitud de $\frac{1}{20}$ o de $\frac{1}{50}$ mm. Con el nonio de pulgadas puede de modo análogo medirse con precisión de $\frac{1}{128}$ " (aprox. 0,2 mm).



Torneado de piezas cortas, cilíndricas

Para efectuar la medición se pone la pieza entre las patas de medición del pie de rey y tan cerca como se pueda de la regla graduada, con objeto de que no se esparranquen las patas de medición. Las superficies de medición tienen que estar bien adaptadas, debiéndose evitar todo ladeo. El tornillo de fijación no debe estar apretado durante el desplazamiento del cursor. La lectura se realiza visando perpendicularmente a la regla graduada. Cuando se trata de lecturas interiores es corriente que haya que añadir a la lectura 10 mm. Las puntas de medición del pie de rey sirven, por ejemplo, para medir el diámetro del núcleo en el caso de roscas. No deben utilizarse para trazar. Para comprobar el pie de rey se corren las patas de medición al cero. Las superficies no deben mostrar entre sí rendija alguna de luz (figs. 70,1,2).



Fig. 70,1 Medición con las puntas de medir

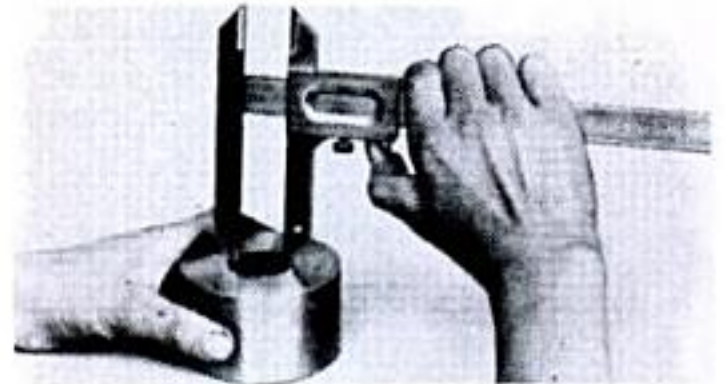


Fig. 70,2 Medición del diámetro de un taladro

Calibre de profundidades (Medida de profundidades)

Sirve por ejemplo para medición de longitudes en piezas provistas de resaltos, para medición de la profundidad de agujeros y ranuras. Análogamente a lo que se hace con el pie de rey, se lee también aquí la medida con ayuda de un nonio (fig. 70,3). A veces resulta ventajoso el empleo de un calibre de profundidades que va provisto de una lengüeta que sobresale en forma angular (fig. 70,4). Los pies de rey van muchas veces provistos adicionalmente de una varilla para medición de profundidades (pie de rey o calibre universal).



Fig. 70,3 Medición con el calibre de profundidades



Fig. 70,4 Medición por medio de un calibre de profundidades con lengüeta angular

Cuidados de los instrumentos de medida. Los instrumentos de medida deben tratarse con cuidado, pues de su precisión depende grandemente la calidad del trabajo que se realice. Se disponen, separados de las demás herramientas, sobre un trapo de limpieza o una bayeta. Para proteger los instrumentos de medida contra la oxidación se recomienda un frecuente engrase. Las manchas de óxido se eliminan mediante frotamiento con una mezcla de greda y aceite o por frotamiento con petróleo.



misma causa está prohibido también el empleo del plato de sujeción de ocho tornillos desprovisto de protección. Los trabajos de lima en torno deben a ser posible realizarse con la mano izquierda.

Cálculo del movimiento de avance con el anillo divisor

En el husillo del carro-soporte existe un anillo graduado, el anillo divisor, con ayuda del cual puede ajustarse exactamente el movimiento de avance. La distancia de los trazos de la graduación no es igual en todos los tornos.

Si por ejemplo la distancia de dos divisiones corresponde a un desplazamiento del carro transversal de 0,1 mm, para un desplazamiento de 3 mm el anillo tendría que ser girado en $3,00 \text{ mm} : 0,1 \text{ mm} = 30$ divisiones.

Ejemplos:

1. Se quiere desbastar previamente una espiga de 25 mm \varnothing hasta 16 mm \varnothing . ¿En cuántos trazos de la graduación habrá que hacer girar el anillo divisor si el giro por valor de una división corresponde a un desplazamiento de 0,05 mm en el soporte de refrentar?

Solución:

El desplazamiento total es de $\frac{25 \text{ mm} - 16 \text{ mm}}{2} = 4,5 \text{ mm}$

luego el anillo divisor deberá hacerse girar en $4,5 : 0,05 = 90$ divisiones de la graduación. El anillo divisor (en el carro superior) puede ser utilizado también para el cilindrado de la espiga a mano.

2. La longitud a tornear de la espiga es de 14 mm. ¿En cuántas divisiones habrá que girar el anillo divisor (teniendo 100 divisiones en su periferia y 5 mm de paso en el husillo) para garantizar la longitud a tornear exigida?

Solución:

El avance del carro longitudinal es para cada división igual a 0,05 mm. Para 14 mm de avance corresponderán $14 : 0,05 = 280$ divisiones que habrá que girar, o sea dos vueltas completas y 80 divisiones.

Ejercicios:

1. Una pieza debe ser desbastada desde los 45 mm hasta los 38,5 mm y a continuación afinada a 37,2 mm. ¿En cuántas divisiones habrá que hacer girar el anillo divisor para desbastar y para afinar? (paso del husillo de refrentar igual a 5 mm; 200 divisiones en la periferia del anillo).
2. La longitud a tornear en una espiga = 16,8 mm. Calcular el movimiento necesario en el anillo divisor teniendo éste 120 divisiones en su perímetro y el husillo un paso de 3 mm.

Cálculo de los números de revoluciones a emplear

El número de revoluciones n se calcula por la ecuación (pág. 19). $v = d \cdot \pi \cdot n$
Para ello se dividen ambos miembros de la ecuación por $d \cdot \pi$:

$$\frac{v}{d \cdot \pi} = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{d \cdot \pi}$$

Simplificando el segundo miembro de la ecuación, se obtiene:

$$\frac{v}{d \cdot \pi} = n \text{ o bien, } n = \frac{d \cdot \pi}{v} \text{ r.p.m. (} d \text{ se pone en m).}$$

Si se parte de la ecuación

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ m/min}$$

se obtendrá de modo análogo

$$n = \frac{1000 \cdot v}{d \cdot \pi} \text{ r.p.m. (} d \text{ se pone aquí en mm).}$$

La velocidad de corte necesaria en cada caso puede tomarse de una tabla¹⁵. El valor numérico del diámetro corresponde al diámetro bruto (diámetro exterior) de la pieza.



Torneado de piezas cortas, cilíndricas

Ejemplo:

Una pieza de St 50 debe ser desbastada desde el diámetro $d_1 = 25$ mm al $d_2 = 16$ mm, y a continuación afinarse con un útil de acero de herramientas hasta $d_3 = 14$ mm \emptyset .

¿Qué número de revoluciones habrá que ajustar para el desbastado (n_1) y para el afinado (n_2)?

Solución: Según tablas, las velocidades de corte para el desbastado y para el afinado deben ser, respectivamente, $v_1 = 12$ m/min y $v_2 = 18$ m/min.

$$\begin{aligned}n_1 &= \frac{v_1}{d_1 \cdot \pi} \\n_1 &= \frac{12 \text{ m/min}}{25/1000 \text{ m} \cdot 3,14} = \frac{12 \text{ m/min} \cdot 1000}{25 \text{ m} \cdot 3,14} \\n_1 &= 153 \text{ r. p. m. para el desbastado} \\n_2 &= \frac{v_2}{d_2 \cdot \pi} \\n_2 &= \frac{18 \text{ m/min}}{16/1000 \text{ m} \cdot 3,14} = \frac{18 \text{ m/min} \cdot 1000}{16 \cdot 3,14} \\n_2 &= 358 \text{ r. p. m. para el afinado.}\end{aligned}$$

En el caso de un accionamiento sin escalonamiento del husillo de trabajo, pueden ajustarse exactamente estos números de revoluciones calculados. Ahora bien, los tornos llevan casi siempre mecanismos escalonados. En este caso, lo que se hace es escoger el número de revoluciones inmediato inferior, puesto que un pequeño aumento en la velocidad de corte tendría como consecuencia un prematuro embotamiento del filo de la cuchilla.

Si los engranajes presentan el siguiente escalonamiento: 11,2 r.p.m. — 16 r.p.m. — 22,4 r.p.m. — 31,5 r.p.m. — 45 r.p.m. — 63 r.p.m. — 90 r.p.m. — 125 r.p.m. — 180 r.p.m. — 250 r.p.m. — 355 r.p.m. — 500 r.p.m., se tomaría para n_1 el valor de 125 r.p.m. y para n_2 el de 355 r.p.m.

Ejercicios:

1. Se tiene una serie de piezas, de diámetro bruto igual a 50 mm, de los siguientes materiales: a) St 60; b) fundición gris semidura; c) bronce duro; d) electrón, y deben ser trabajadas, 1.º con acero de herramientas, 2.º con acero rápido y 3.º con metal duro. Establecer para cada caso la velocidad de corte y calcular los números de revoluciones necesarios. Compárense después los resultados con una tabla.
2. Un perno de St 60 (45 mm de diámetro bruto) es desbastado, con útil de corte de acero de herramientas, a 41 mm y después afinado a 40,2 mm. Calcular los números de revoluciones precisos.
3. ¿Qué porcentajes de aumento en el número de revoluciones supondrían en el caso anterior el empleo de acero rápido o de metal duro?
4. Un árbol de 55 mm \emptyset ha sido trabajado con un número de revoluciones de $n = 125$ r.p.m. Se desea tornear con la misma velocidad de corte hasta los 22 mm \emptyset una espiga de 32 mm \emptyset . ¿Qué magnitud tendrá el número de revoluciones?
5. ¿Qué diámetros máximos se podrán trabajar con una velocidad de corte de $v = 30$ m/min con el mínimo número de revoluciones de un torno de $n = 11,2$ r.p.m.?
6. Hasta qué diámetro máximo puede trabajarse St 60 con el número máximo de revoluciones de un torno de $n = 500$ r.p.m. empleando: a) acero de herramientas, b) acero rápido y c) metal duro, si se quiere aprovechar al límite la velocidad de corte admisible?



Torneado de piezas largas, cilíndricas (Sujeción entre puntas)

Las piezas largas, cilíndricas, se sujetan para ser torneadas, entre las puntas del husillo de trabajo y del cabezal móvil. El eje central de la pieza coincide entonces con el de las dos puntas. Todas las partes de la pieza, salientes, rebordes, espigas, giran en este tipo de sujeción de modo exactamente redondo, incluso cuando la pieza ha de invertirse en su sujeción para poderla trabajar por ambos extremos (fig. 75,3).

Como ejemplo de pieza larga, cilíndrica, puede darse la de un perno (fig. 75,1,2).

Por medio de pernos se unen entre sí elementos de máquina y precisamente casi siempre formando articulación. De acuerdo con las muchas posibilidades de tales uniones puede ser también muy variada la forma de los pernos. Y así pueden tenerse pernos con o sin cabeza, con espiga o saliente pernos con agujero para pasador, pernos huecos y pernos hendidos. Los vitrillos son pernos cuyo objeto es mantener una cierta distancia entre dos elementos de máquina (fig. 58,2).

Como material para pernos que han de estar sometidos a solicitaciones corrientes, se emplea el St 34 y para los fuertemente solicitados, St 60 o acero cementado.

A diferencia con los pernos, los *pasadores* o *clavijas* (pasadores cilíndricos, pasadores cónicos) aseguran la posición relativa de las piezas entre sí. Por lo general, son más pequeños que los pernos.

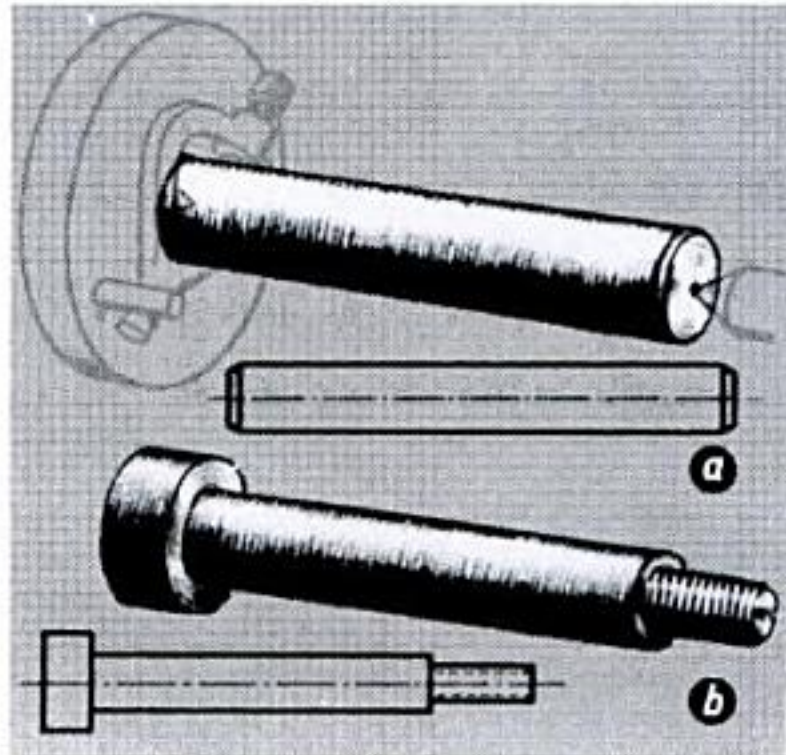


Fig. 75,1 Formas de pernos: a) perno liso; b) perno con cabeza y espiga roscada

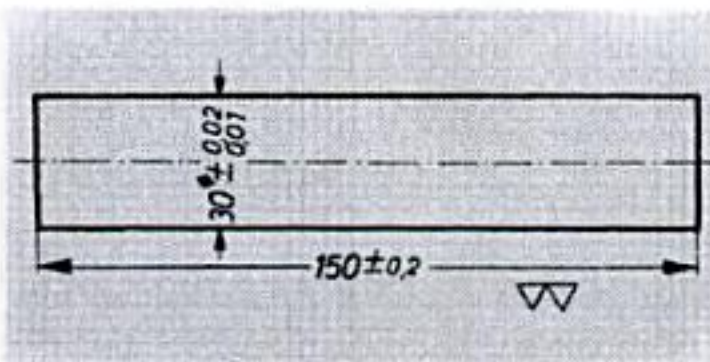
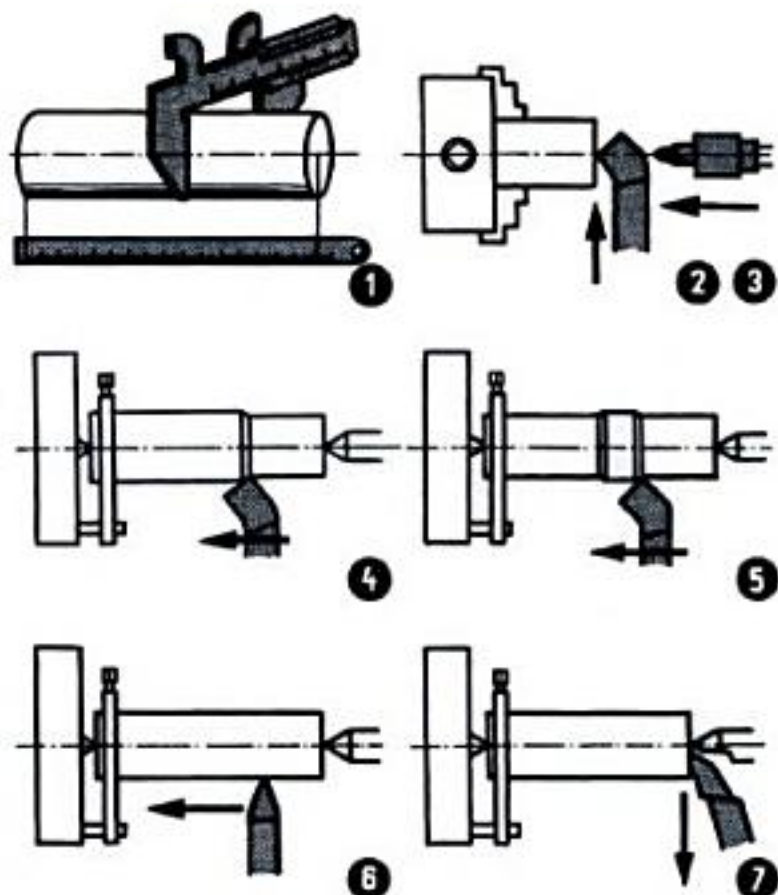
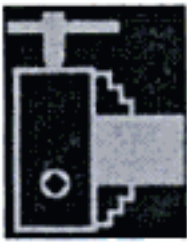


Fig. 75,2 Dibujo de taller: Perno-Material: St 34

Fig. 75,3 Orden de sucesión de los trabajos: 1. Comprobación de las medidas brutas; 2. Refrentado de las caras frontales; 3. Centrado; 4. Desbastado de una de las mitades del perno a 31 mm Ø; 5. Cambio de sujeción y desbastado de la otra mitad del perno; 6. Afinado del perno a 30 mm Ø (cambio de sujeción); 7. Refrentado de las caras frontales y desbastado





Sujeción entre puntas

Centrado. Para poder ser recibido entre las puntas se dota al perno en sus caras frontales de taladros de centrado, cuya forma y tamaño están normalizados^{16, 17}. El ángulo de los puntos de centrado se rige por el de las puntas de centrado que han de emplearse. Generalmente es de 60°, pero para las piezas grandes (de más de 100 kg) y grandes esfuerzos de corte se hace también de 90° (fig. 76,1).

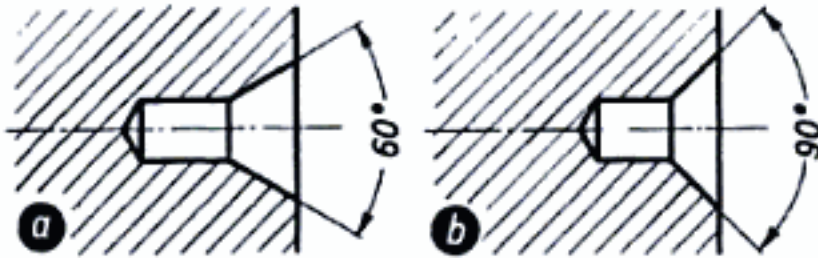
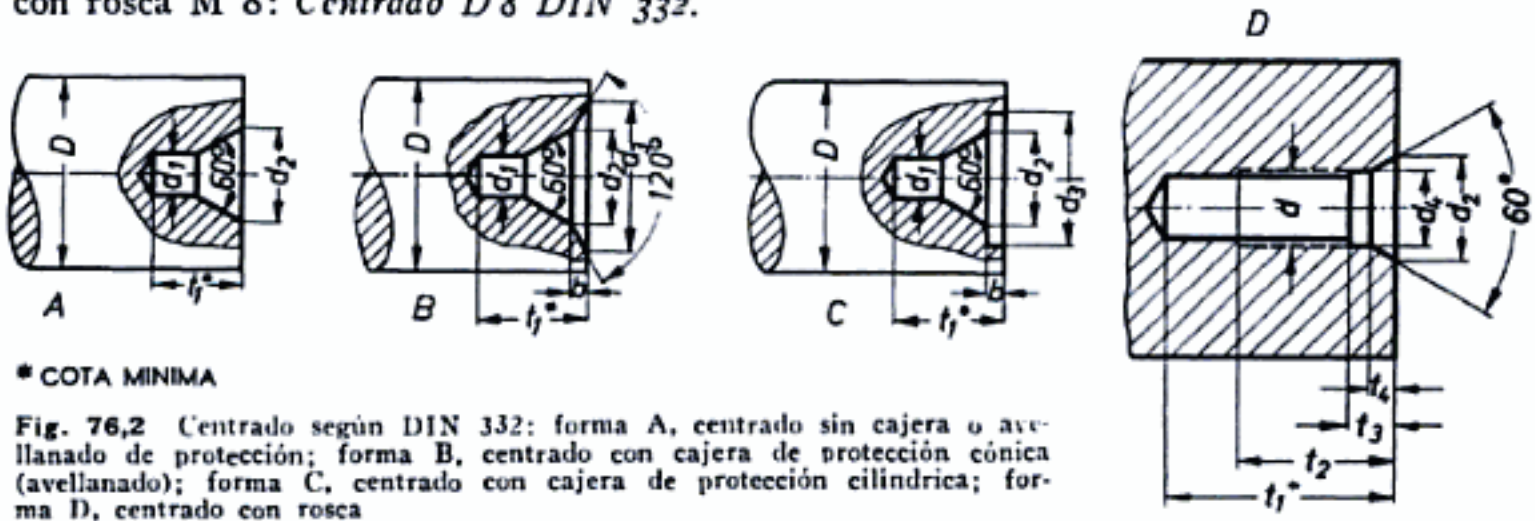


Fig. 76,1 Taladros de centrado: a) Ángulo de centrado para piezas de peso inferior a los 100 kg; b) ángulo de centrado para piezas pesadas (de más de 100 kg)

Suelen disponerse cajas de protección que sirven para que el cono de centrado no sufra deterioro. Se emplean también en el caso de superficies no planas o de superficies con "piel" exterior dura como, por ejemplo, cuando se trata de piezas duras. Se obtiene la caja de protección mediante un torneado cónico o cilíndrico de las caras frontales (figura 76,2).

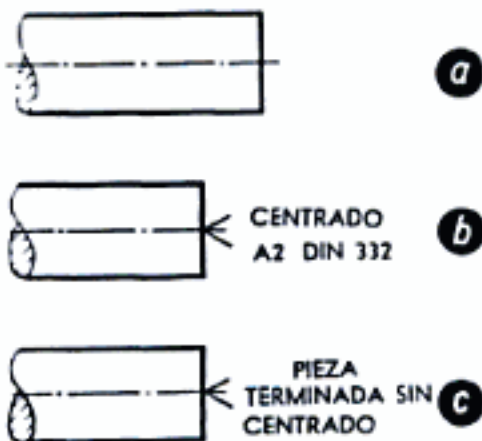
A veces (por ejemplo en el caso de máquinas eléctricas) se utilizan también taladros de centrado con rosca, con objeto de poderles aplicar dispositivos de extracción o de separación por presión (fig. 76,2). Ejemplos para la designación de taladros de centrado (fig. 76,2).

1. Forma A (ángulo de avellanado 60°) para el campo de diámetros de 25...63 mm y el diámetro de taladro $d_1 = 3$ mm: *Centrado A 3 DIN 332*.
2. Forma A (ángulo de avellanado 90°) para el campo de diámetros de 100...160 mm, y diámetro de taladro $d_1 = 8$ mm: *Centrado A 8/90 DIN 332*.
3. Taladro de centrado con rosca (Forma D) para el campo de diámetros 22...30 mm con rosca M 8: *Centrado D 8 DIN 332*.



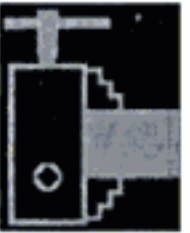
* COTA MINIMA

Fig. 76,2 Centrado según DIN 332: forma A, centrado sin caja o avellanado de protección; forma B, centrado con caja de protección cónica (avellanado); forma C, centrado con caja de protección cilíndrica; forma D, centrado con rosca



Para el centrado se utiliza una máquina de centrar, el torno o también una taladradora (fig. 77,1). Como herramienta, lo mejor es utilizar la broca de centrar (según DIN 333). Se taladra, empero, también con frecuencia previamente con una broca espiral haciendo el avellanado mediante un útil de penetrar de punta o por torneado.

Fig. 76,3 Representación de los centrados en los planos: a) el taladro de centrado puede quedar en la pieza terminada; b) el taladro de centrado tiene que quedar en la pieza terminada; c) el taladro de centrado no debe quedar visible en la pieza terminada



Si el perno se sujeta para su centrado en el plato de sujeción de tres mordazas del torno o en la máquina de centrar, el eje del árbol queda determinado por sí mismo; en otros casos es necesario proceder a un trazado con la escuadra de centrar o con ayuda del gramil, de una regla vertical y un prisma y marcar con el granete. La campana de centrar hace posible marcar el centro con granete sin ningún trazado previo. Hay que disponerla para ello con el eje exactamente coincidente con el de la pieza (fig. 77,2).

De un buen centrado se pide que:

- 1, la pieza se mueva con seguridad y centrada;
- 2, que no se pierda durante el trabajo ni se borre fácilmente por frote;
- 3, que la contrapunta no tenga estrías y superficies de apoyo poco limpias.

Hay que tener por lo tanto en cuenta lo siguiente (fig. 77,3):

1. El ángulo de avellanado no debe hacerse ni demasiado pequeño ni demasiado grande.
2. Las superficies de contacto no deben ser demasiado pequeñas, sobre todo cuando se trata de grandes piezas.
3. La parte cilíndrica del taladro tiene que ser lo suficientemente profunda para que la contrapunta tenga movimiento libre.

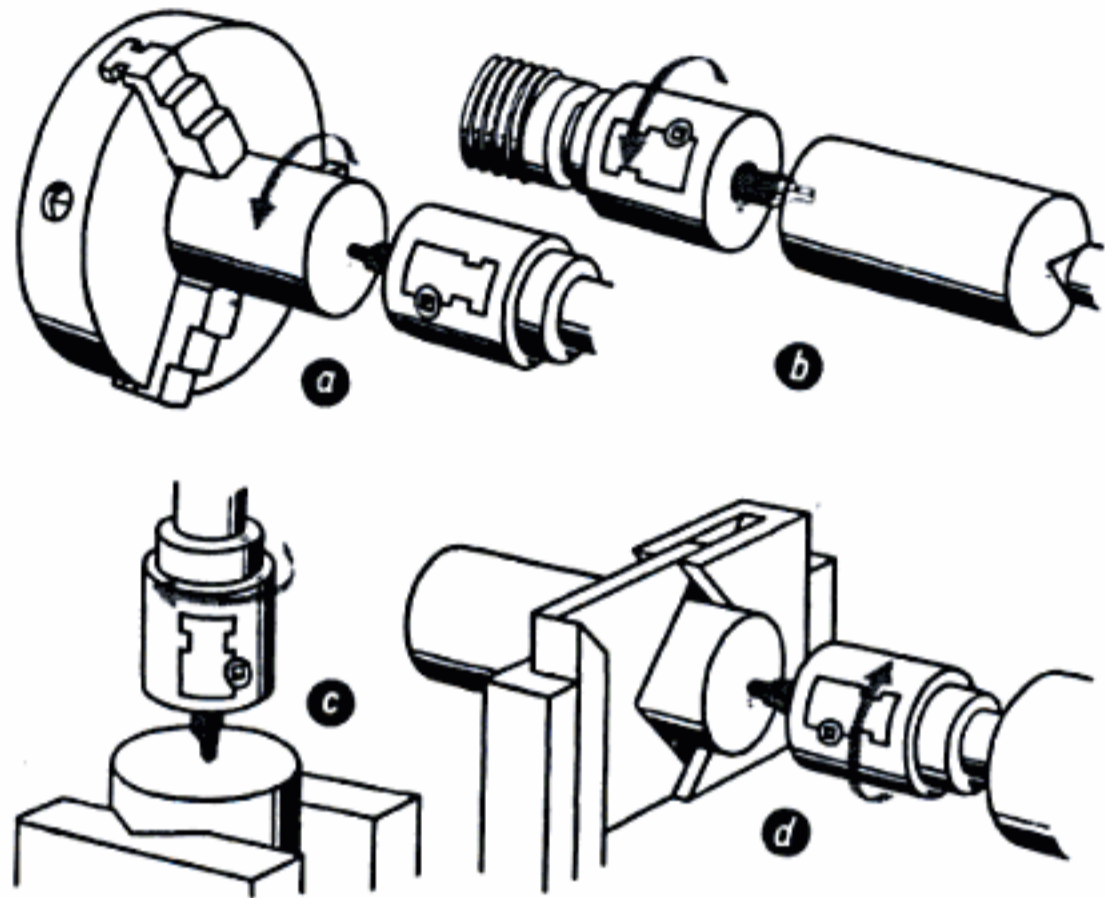


Fig. 77,1 Ejecución de centrados: a) disposición del portabrocas, provisto de broca de centrar, en el cabezal móvil; b) disposición del portabrocas con broca de centrar en el husillo de trabajo; c) centrado en la taladradora; d) centrado en la máquina de centrar

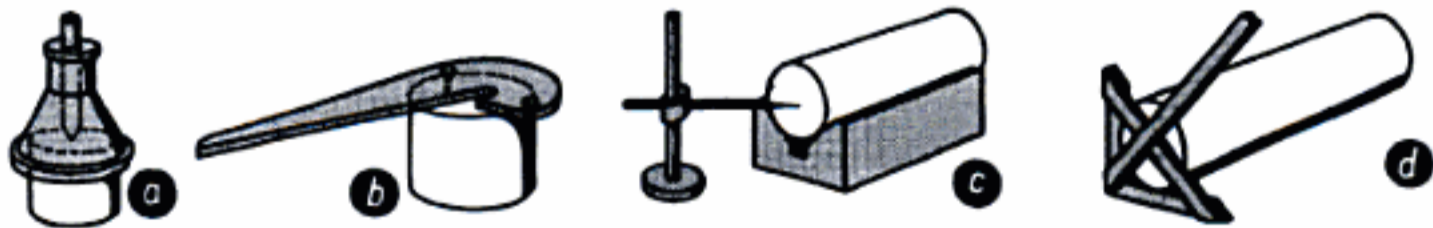


Fig. 77,2 Determinación del eje de un árbol: a) campana de centrar; b) regla de centrar; c) gramil; d) escuadra de centrar.

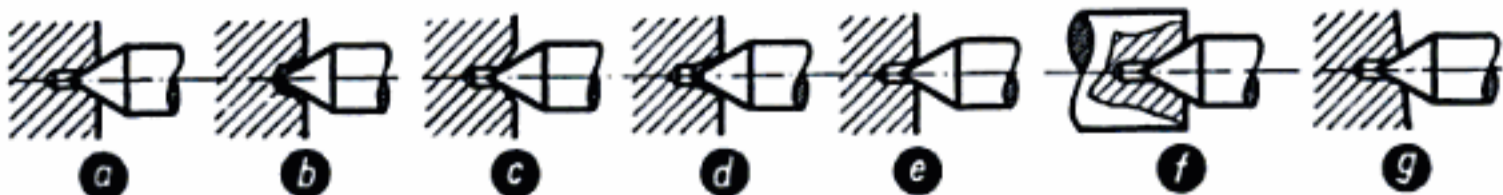


Fig. 77,3 Defectos en el centrado: a) centrado correcto; b) parte cilíndrica demasiado corta; c) ángulo de centrado demasiado grande; d) ángulo de centrado demasiado pequeño; e) superficie de apoyo demasiado pequeña; f) superficie de apoyo demasiado grande; g) superficie de apoyo irregular (la cara frontal es oblicua)



Útiles de desbastar

Con los útiles de desbastar se arrancan virutas bastas. Correspondiéndose con la sección de la viruta, es también grande la presión de corte que se tiene durante el torneado. Por esta razón el vástago de los útiles de desbastar es robusto. Han dado buen resultado los útiles de desbastar rectos y los curvos, que por esto han sido normalizados (figs. 80,1,2; 45,1). Generalmente, el valioso material de corte utilizado va soldado al vástago en forma de plaquita. A veces se suelda la cabeza del útil de corte, que es de acero rápido, a tope sobre un vástago de acero de construcción barato.

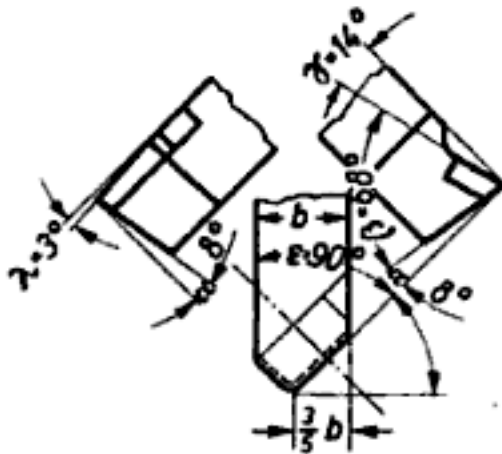
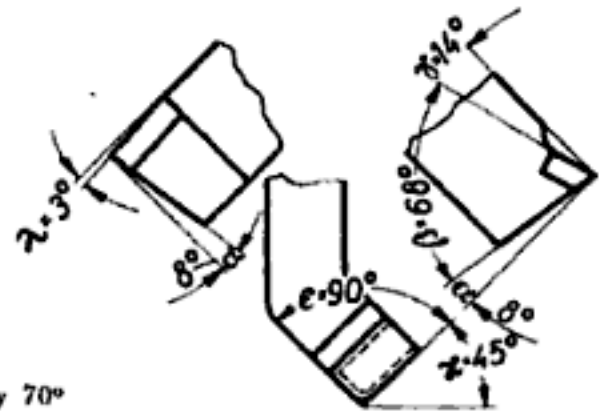


Fig. 80,1 Util de desbastar recto con corte a la derecha, según DIN 4951

Fig. 80,2 Util de desbastar curvado con corte a la derecha, según DIN 4952: Los correspondientes útiles de metal duro tienen los siguientes ángulos:
 ángulo de incidencia $\alpha = 6^\circ$
 ángulo de ataque $\gamma = 12^\circ$
 ángulo de la punta $\epsilon = 90^\circ$
 ángulo de posición $\kappa = 45^\circ$ y 70°
 ángulo de inclinación $\lambda = 4^\circ$



Ejemplo para la designación:

Un útil de desbastar curvado que se designa $L^{16} q S DIN 4952$ significa: Util de desbastar curvado con corte a la izquierda, sección transversal 16×16 , 125 mm de longitud, cuya cabeza de corte es de acero rápido de 60 mm de longitud y soldada a tope con el vástago.

En las designaciones significan:

V^{100} = completamente de acero rápido; S^{100} = soldado a tope; P^{100} = placa de acero rápido soldada. Las medidas de la sección del vástago y la longitud del mismo vienen determinadas en la hoja de normas correspondiente.

Útiles de afinar

La obtención de medidas exactas y de una superficie limpia en la pieza se consiguen mediante el arranque de virutas finas en la operación llamada de afinado.

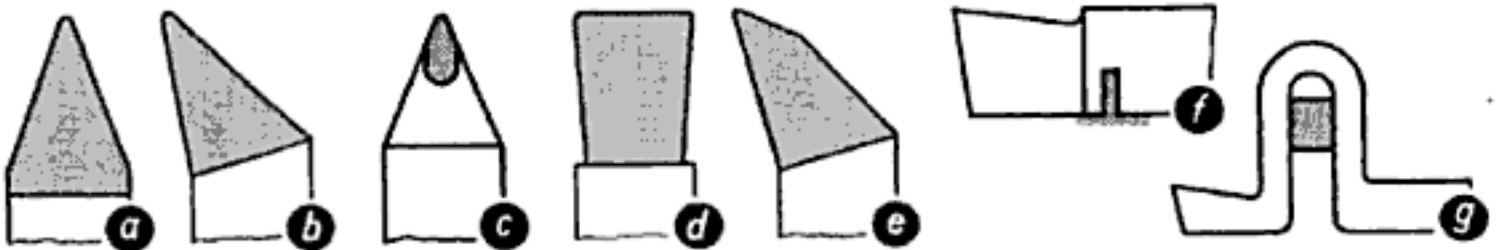


Fig. 80,3 Útiles de afinar: a) útil recto de afinar; b) útil curvado de afinar con el corte a la derecha; c) útil de afinar recto con plaquita de corte de metal duro (util puntiagudo de metal duro); d) útil cabeza; e) útil de afinar curvado con corte a la derecha y gran ángulo de la punta; f) útil de afinar hecho elástico mediante ranura; g) útil de afinar hecho elástico mediante acodillamiento

Para el afinado se podría emplear también un útil de desbastar, pero no quedaría garantizada la limpieza de la superficie que se obtuviera. Por esta razón se utilizan útiles especiales de afinar cuyo filo está constituido de tal modo que se consigan con él virutas finas plásticas y que su capacidad de corte se mantenga durante largo tiempo. Esta propiedad se obtiene redondeando la punta del útil para evitar con ello surcos profundos durante el torneado y afilando y disponiendo el útil de tal forma que su filo secundario coadyuve también (contrariamente a lo que pasa en el útil de desbastar) a facilitar la salida de la viruta. Están normalizados los siguientes útiles: a) útiles de afinar rectos, b) útiles de cabeza (útiles de afinar anchos), útiles de filo ancho, c) útiles de afinar curvados (figs. 80,3; 67,3).

Ejemplo para la designación:

Util de afinar recto $20 h P 5/10 DIN 4955$ significa:

útil de afinar recto con placa de acero rápido, vástago de 12 mm de anchura, 20 mm de altura y 200 mm de longitud; $\alpha = 5^\circ$, $\gamma = 10^\circ$. La anchura y la longitud del vástago vienen dadas por la norma correspondiente. Las magnitudes corrientes de los ángulos para útiles de afinar rectos son: $\alpha = 3^\circ$, $\beta = 73^\circ$, $\gamma = 14^\circ$.



ISBN 84-291-6020-5



Material protegido por derechos de autor