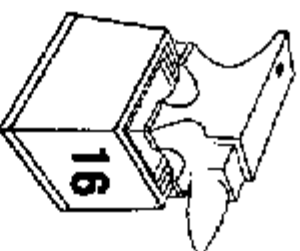


## Perforado y atornillado



Durante todo el tiempo que el hombre ha trabajado los metales, ha logrado dominar casi todas sus técnicas. Empero, durante mucho tiempo la técnica más difícil fue la de hacer agujeros, especialmente en los metales más resistentes. El herrero abría los agujeros a golpes y les daba forma utilizando los mandriles, pero no era un instrumento de precisión que podían proporcionarle un ajuste exacto sobre una varilla redonda, tal como se requiere en un eje que corre sobre un cojinete. La única alternativa, hasta hace poco, era el empleo de un perforador o broca plana que cortaba principalmente a base de raspar, y que requería una fuerza considerable para poderla introducir a través de cualquier grueso de metal.

Las brocas planas se pueden hacer con equipo muy sencillo, y eso es una ventaja pues se pueden elaborar en tamaños capotales. De todos modos, el único empleo actual en los talleres modernos para estas brocas planas es para abocardar. Para hacer una broca plana se debe aplanar el extremo de una varilla de acero al alto carbono, teniendo cuidado de que la parte aplanada quede centrada con el resto de la varilla, y que tenga el suficiente grosor para ser resistente. Debe ser de unos 3 mm para el borde perforador y de unos 13 mm a 26 mm de diámetro, siendo estas medidas proporcionalmente menores cuando se trata de brocas más pequeñas. Deben esmerilarse sus dos caras y sus dos bordes de corte (Fig. 16-1A). El punto en que se encuentran los dos bordes cortantes debe estar centrado. Se le da vueltas a

la varilla para cerciorarse de que así sea y, en su caso, se vuelve a esmerilar la broca hasta que esté correcta. Esta pieza no sólo debe estar centrada, sino que los bordes cortantes deben estar al mismo ángulo con la línea central de la varilla. Para avellanar, el ángulo incluido generalmente es de  $60^\circ$ , pero podría estar entre los  $60^\circ$  y los  $90^\circ$  (Fig. 16-1B).

Aunque los bordes cortantes pueden extenderse hasta la cara exterior aplandándolos, en caso de ser una broca para avellanar, si se trata de una medida especial deben ser paralelos (Fig. 16-1C), siendo de mejor apariencia en una broca para avellanar. Se deja al último el esmerillado del ángulo de corte. Para latón debe ser de unos  $12^\circ$  (Fig. 16-1D). La acción de raspar se produce por el borde vertical principal y trabaja muy bien con latón, pero en el acero y otros metales debe haber cierto camino de escape sobre el frente. Esto se logra esmerillando una ranura sobre el borde, cruzándolo (Fig. 16-1E). La punta o extremo debe endurecerse y templarse.

## BROCAS CIRCULARES

La broca plana fue seguida por una broca plana de aletas rectas, generalmente con tres aletas para trazar de remediar la tendencia al corte ligeramente excéntrico cuando los bordes cortantes están opuestos. En cualquier otro aspecto la acción cortante era la misma que con la broca plana. Se lograron mejoras cuando Henry Moise retorcó las aletas para construir lo que ha venido a ser universalmente conocido como la broca circular de torsión, que son las que se emplean en la perforación de casi todos los metales. Estas brocas circulares se hacen en todas las medidas necesarias y en las medidas pequeñas hay brocas con diferencias de milésimos de pulgada o de centímetro. Estas medidas se van aumentando hasta alcanzar tamaños que no pueden ser utilizados en los talleres pequeños.

La llamada broca circular o en espiral, o también salomónica, tiene dos bordes cortantes desde los cuales se originan las aletas retorcidas que van extrayendo las virutas o rebabas del metal. La parte exterior de la broca es paralela, de modo que está hecha para cortar en forma recta cuando se taladra en profundidad.

La parte importante de la broca es el extremo cortante, que debe tener ángulos rebajados que se combinen con el corte que se necesita (Fig. 16-2A). Una broca nueva viene correctamente rebajada, pero cuando pierde su filo, tiene que ser afilada sobre una rueda de esme-

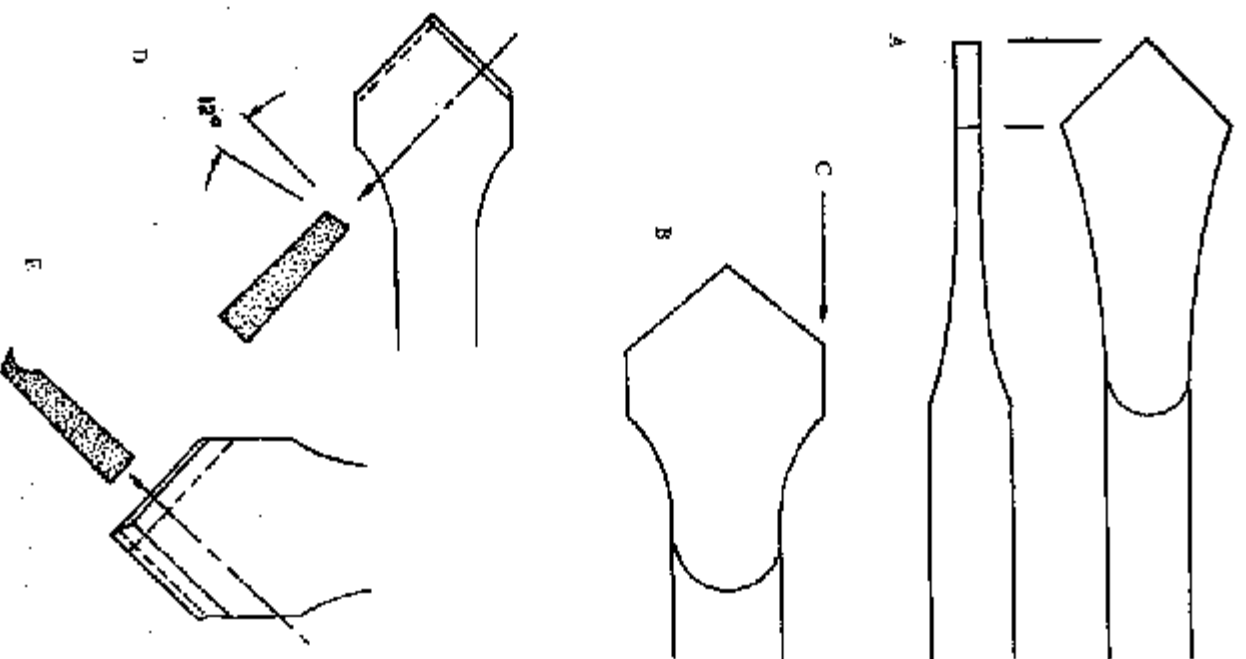


Fig. 16-1 Una broca plana corta raspando, y se le puede dar un mejor ángulo con una ranura: (A, B, C) rebajar los bordes cortantes en ángulo; (D) usar este ángulo para latón; (E) esmerillar una ranura.

ril. En los tamaños más grandes es muy fácil observar los ángulos existentes y tratar de conservarlos, pero con las brocas pequeñas se corre un riesgo al afilarlas sosteniéndolas con la mano. Existen conjuntos para esmerilar brocas que sostienen la broca en forma correcta contra el esmeril, pero no pueden sostener las brocas muy pequeñas. Al igual que con las brocas planas, es importante mantener la punta en medio y los bordes cortantes al mismo largo y ángulo, pues de otra forma el borde sobresaliente, o más largo, hace casi todo el trabajo, y se obtendrá un agujero ligeramente más grande que el planeado. El alma de la broca debe tener cierto espesor en su centro (Fig. 16-2B), para que tenga la resistencia necesaria. Este centro no corta, y cuando se hace presión suficiente de torsión, el centro puede atravesar el material. Cuando se taladra a mano o con equipo eléctrico muy ligero, es preferible hacer un taladro piloto para tener un agujero pequeño que dé cabida al alma de la broca que no tiene superficie cortante. Un agujero de unos 9 mm o más de diámetro puede iniciarse con una broca de 3 mm. Las alcas o cosillas de cualquier broca son abusadas de modo que el alma es más gruesa al irse alejando de la punta. Si una broca se rompe y se vuelve a afilar, quedará a la vista su centro más ancho en la punta, y es de mayor importancia utilizar un agujero guía al usarla. Estas brocas rotas y reafiladas dan mejor servicio para trabajos de avellanamiento.

La mayor parte de las brocas actuales tienen las espigas paralelas (Fig. 16-2C), y se ajustan a mandriles de tres quijadas. Otras brocas tienen las espigas abusadas (Fig. 16-2D), para ser colocadas en mandriles especiales; en su mayor parte se emplean en la industria. También se encuentran brocas o barrenos con las espigas cuadradas para ajustarse a los berbiquís para carpintería. Las brocas son de acero ordinario al alto carbono o de acero de alta velocidad, y este último tipo retiene su filo mucho más tiempo y es el más adecuado para taladrar con equipos de potencia. Sus largos son estándar, aumentando progresivamente al ir aumentando su diámetro. Hay algunas brocas más cortas, llamadas *brocas especiales*, y en los tamaños más grandes se hacen en varias medidas.

## TALADRAO A MANO

Actualmente no se hace mucho taladrado a mano, pero tiene sus ventajas cuando se necesita de mucho cuidado para que una broca pequeña no penetre demasiado. La baja velocidad del taladrado a

mano hace que se logre un mejor avellanamiento. Se puede utilizar un berbiquí de carpintero con una broca avellanadora. Hay también un tipo de taladro de mano, llamado a veces *taladro de rueda* (Fig. 16-2E), que puede llevar brocas de hasta unos 7 mm ó más, y que tiene un mango para poder hacer presión al taladrar.

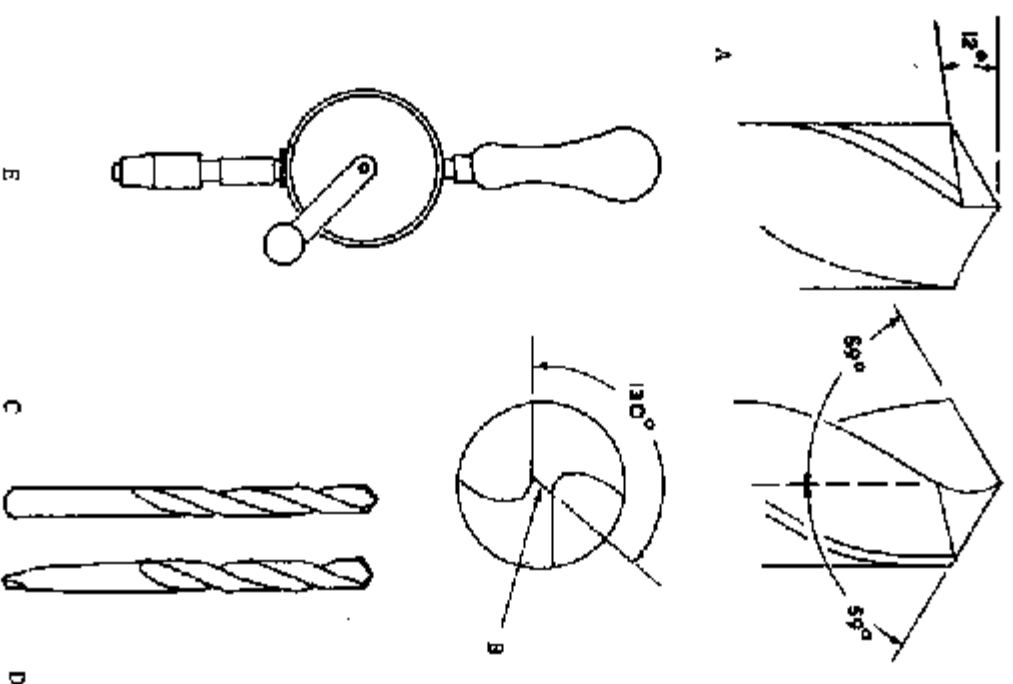


Fig. 16-2 Una broca en espiral tiene que ser afilada correctamente. Las pequeñas pueden utilizarse en un berbiquí; (A) ángulo de corte; (B) el centro debe ser grueso; (C) espigas paralelas; (D) espigas abusadas; (E) Taladro de rueda.

Para casi todos los propósitos es preferible tener un taladro eléctrico con capacidad de hasta por lo menos 9 mm y con velocidad variable, que puede ser utilizado abiertamente para muchos trabajos de perforación. Cuando se trata de algo muy exacto, como mantener un agujero en ángulo recto con la superficie, el taladro eléctrico de mano debe montarse sobre una base o soporte, o utilizarse un taladro de prensa.

Afortunadamente, las brocas son bastante tolerantes a las diferencias en velocidad. El trabajo es más eficiente si la velocidad puede ajustarse de acuerdo con el diámetro, pues lo que cuenta es la velocidad periférica. Un punto sobre una broca de diámetro grande, viaja mucho más en una revolución que un punto sobre una broca pequeña, por lo cual las revoluciones de una broca grande deben ser menores que las de una pequeña. Un taladro de tres velocidades proporciona un rango suficiente, y las brocas cercanas a la capacidad total del mandril pueden ser impulsadas a la velocidad más baja, las pequeñas a la velocidad más alta y las otras a la velocidad intermedia. Debido a que la velocidad real de un taladro eléctrico varía de acuerdo con su carga, las velocidades reales de corte son generalmente más bajas que las indicadas por el fabricante del taladro. El uso de una velocidad baja es preferible al de una muy elevada. Un poco de experiencia revelará cuándo una broca está cortando a su velocidad óptima. Como una guía aproximada, una broca de acero de alta velocidad de unos 13 mm trabajando sobre acero dulce debe girar a unas 500 rpm, y una broca de 3 mm debe girar a unas 2000 rpm.

Las perforaciones se inician en un punto marcado con un punzón de centro. Debe cerciorarse que este punto sea lo suficientemente grande para acomodar el extremo del alma no cortante de la broca, para que la punta se mantenga sobre el punto de arranque y no se resbale antes de penetrar. Las láminas de metal deben estar sostenidas o apoyadas sobre otra pieza de metal o de madera dura. No es aconsejable sostener con la mano el metal que está siendo taladrado. Si la precisión es de importancia, es mejor sostener el trabajo en una prensa de banco, con bloques V o en alguna otra forma adecuada. Si es algo que pueda ser sostenido con la mano, se utiliza una prensa de mano o algún tipo de pinzas de presión. Cuando la broca sale por el otro lado del metal, puede producir una sacudida y estremecerse ligeramente, tratando de arrebatarse el metal que se sostiene con la mano. Este punto de umbral también se presenta si el mandril del taladro no ha sido bien apretado, pues la broca se agarrará al metal y se resbala en el inte-

rior del mandril, y las quijadas del mandril pueden dañar la broca, dificultándose su correcto montaje en alguna otra ocasión. Las quijadas del mandril deben apretarse bien con su llave. Si hay varias posiciones para el uso de esta llave, aplíquese en cada una de ellas para lograr el mejor agarre posible.

Al taladrar se genera calor. Si la broca se deja calentar demasiado, se destemplanará y quedará inservible. En un taller pequeño no se cuenta con ninguna forma satisfactoria para dar tratamientos térmicos a brocas de acero de alta velocidad. Para conservar baja su temperatura, cualquier taladro que no sea el de un agujero ocasional debe it atornillado de lubricación.

Existen aceites especiales solubles que se emplean en el trabajo de producción en serie, que generalmente se aplican constantemente a la broca, pero en los talleres pequeños la lubricación puede efectuarse con una pequeña brocha que aplica de cuando en cuando el aceite tomado de un envase. Para el acero dulce también es adecuado el uso de agua jabonosa. El hierro fundido se corta sin generar tanto calor que pudiese afectar la broca. Con el latón y el aluminio se puede utilizar querosén. Durante perforaciones ocasionales, se puede rociar la broca con aceite lubricante contenido en una aceitera.

## ROSCAS DE TORNILLOS

El principio de la cuerda de los tornillos se conoce desde hace muchos años, y ya Arquímedes en la antigua Grecia lo conocía a fondo. Los problemas prácticos asociados con el corte de roscas internas y externas de los tornillos, que se ajustasen entre sí, impidieron durante mucho tiempo el uso de cosas como las tuercas y sus pernos, hasta tiempos recientes. Los herreros e ingenieros de hace menos de un siglo evitaban lastra donde era posible el uso de las cuerdas de tornillo. En caso de tener que usarlas, se elaboraban cuerdas externas e internas apareadas, que no tenían relación alguna con otros tipos de cuerdas. Una tuerca sólo ajustaba en el perno para el cual había sido hecha. La Revolución Industrial trajo consigo la estandarización, cuando fue posible producir en serie cuerdas para tornillos. Desafortunadamente, los usuarios de estas cuerdas nunca se ponían de acuerdo sobre estándares comunes, y se establecieron demasiadas cuerdas para tornillos, algunas de las cuales se siguen empleando. Existe un acuerdo general para casi todas las cuerdas, pero siguen existiendo algunas excepciones. Es obvio que las cuerdas milimétricas son diferentes a

las basadas en pulgadas. Por ejemplo, las partes para bicicletas se siguen haciendo, actualmente, con cuerdas distintas a las de otras cosas.

La forma de la mayoría de las cuerdas es triangular, pero no todas tienen los mismos ángulos. Existen otras formas, especialmente en los tamaños más grandes. Para uso general, hay cuerdas triangulares que sirven para casi todos los propósitos y aditamentos de corte para abritas. Las cuerdas se identifican por sus diámetros y un número que indica la cantidad de cuerdas que hay en una pulgada de largo. El diámetro es el de la varilla sobre la cual se corta la cuerda externa. Una cuerda descrita como de  $1/4$  por 20 significa un corte de 20 cuerdas por pulgada de varilla de  $1/4$  de pulgada de grueso. El agujero en el cual se debe abrir una cuerda correspondiente deberá ser más pequeño para empezar (Fig. 16-3A), y a eso se le llama medida del entrocado. Para una medida de  $1/4$  de pulgada (unos 6 mm), la medida del entrocado en la mayor parte de los metales sería de  $13/64$  de pulgada (alrededor de 5.2 mm). En acero duro puede ser un poco más grande, y un poco más chico en metales más suaves. Por lo general, se proporciona una tabla de indicaciones con los aditamentos para roscar, señalando qué clase de broca debe usarse.

## DADOS

Las cuerdas de los tornillos en la varilla o en los pernos se cortan con un cojinete o caja de tarraja. Anteriormente estos dados consistían en dos secciones separadas, pero actualmente el tipo común es de una sola pieza (Fig. 16-3B). Tiene la rosca para atornillar en el centro, y tres o cuatro agujeros que sirven para formar los bordes cortantes. La parte entrocada está rebajada para darle una entrada ahusada a la varilla que será entrocada. El dado se hace girar con una llave llamada tarraja. A la tarraja se le coloca el dado adecuado, que es asegurado con topes o tornillos de presión, impidiendo que se mueva (Fig. 16-3C). En otro tipo el dado puede tener forma hexagonal y la tarraja un orificio correspondiente. Este tipo de dado puede hacerse girar con una llave, como si fuese una tuerca, para limpiar las rosas dañadas y penetrar en espacios en los cuales no puede entrar la tarraja. Un dado abierto proporciona un ajuste limitado (Fig. 16-3D). Un perno de punta penetra en la ranura y puede expandir ligeramente el dado, de modo que la cuerda terminada queda más apretada en su tuerca.

El dado es colocado en la tarraja con la parte ahusada hacia afuera, para ayudar al biselado del extremo de la varilla y ayudarlo a que en-

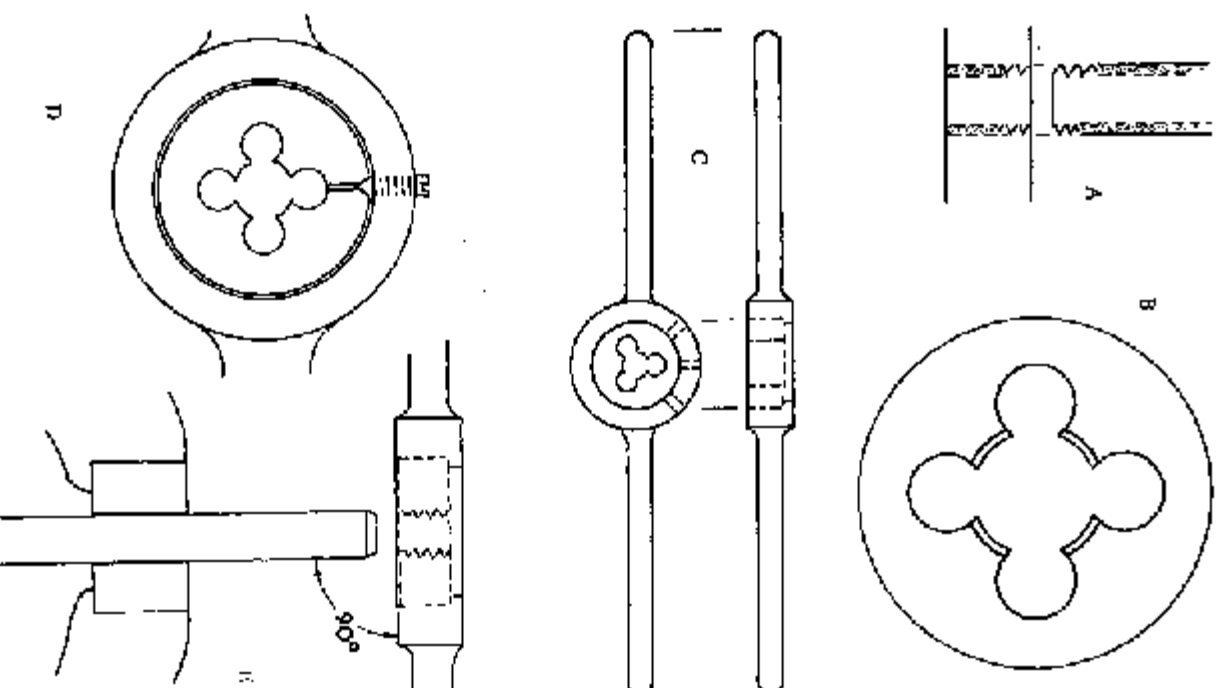


Fig. 16-3

Las cuerdas exteriores se cortan con un dado en una tarraja. (A) el agujero se inicia pequeño; (B) dado sólido; (C) los topes o tornillos impiden que gire; (D) dado abierto; (E) muestra cómo la varilla en una prensa.

tre en el dado. La varilla debe colocarse en la prensa con su extremo hacia arriba. Se comienza a colocar el dado con una presión firme hacia abajo, cuidando que esté en ángulo recto con la varilla (Fig. 16-3E). Se le da vuelta a la tarraja con las dos manos para que el dado se entosque en la varilla. Hay que tener cuidado de que no oscile, pues se romperían las cuerdas del extremo. Cuando se asegura que el dado está en posición correcta, puede ser atomizado con sólo aplicar una acción de giro y un poco de presión.

El dado disminuirá de la varilla partículas de metal, que con algunos metales son muy fáciles de limpiar pero, con otros, se necesitará un movimiento hacia atrás para limpiar las virutas. Con una varilla de acero se debe utilizar un aceite lubricante delgado. El latón posiblemente no requiera lubricación, pero en caso de requerirla se utiliza querosén.

El corte y formación de una cuerda es hecho en parte por las hor-  
das cortantes del dado, pero también se registra cierta compresión por la forma de las cuerdas en el mismo dado. No todos los metales son susceptibles de aceptar cuerdas limpias. Las varillas de cobre son difíciles de entrosacar, pues es posible que se desprenda parte de las rosas o cuerdas. Si se utiliza un dado ajustable, debe estar abierto para los primeros cortes y después reducirse para el corte final.

### MACHUELOS DE LA TARRAJA

Las cuerdas en los agujeros se hacen con los llamados machuelos de la tarraja. Un machuelo es una varilla entroscada con ranuras a lo largo para producir bordes cortantes (Fig. 16-4A). La punta de la varilla es cuadrada y se ajusta en una llave de tarraja. La llave más sencilla es una barra con agujeros cuadrados (Fig. 16-4B). Hay otras que tienen partes deslizantes, que pueden ajustarse a diferentes medidas (Fig. 16-4C). Para los machuelos pequeños existen llaves con mandriles (Fig. 16-4D).

Los machuelos se conocen por su diámetro y el número de rosas por pulgada, y están hechos para adaptarse a muchos sistemas de entrosado. El diámetro es el de las cuerdas exteriores, no el diámetro del agujero. En cada tamaño el juego consiste de tres piezas. Un machuelo abusado es hecho en forma tal que su punta es lo suficientemente pequeña para penetrar en el agujero a entrosarse, y sólo tiene dos cuerdas completas en su parte superior (Fig. 16-4E). Un segundo machuelo está menos abusado (Fig. 16-4F), y un machuelo completo o de fondo tiene cuerdas completas hasta su extremo (Fig. 16-4G).

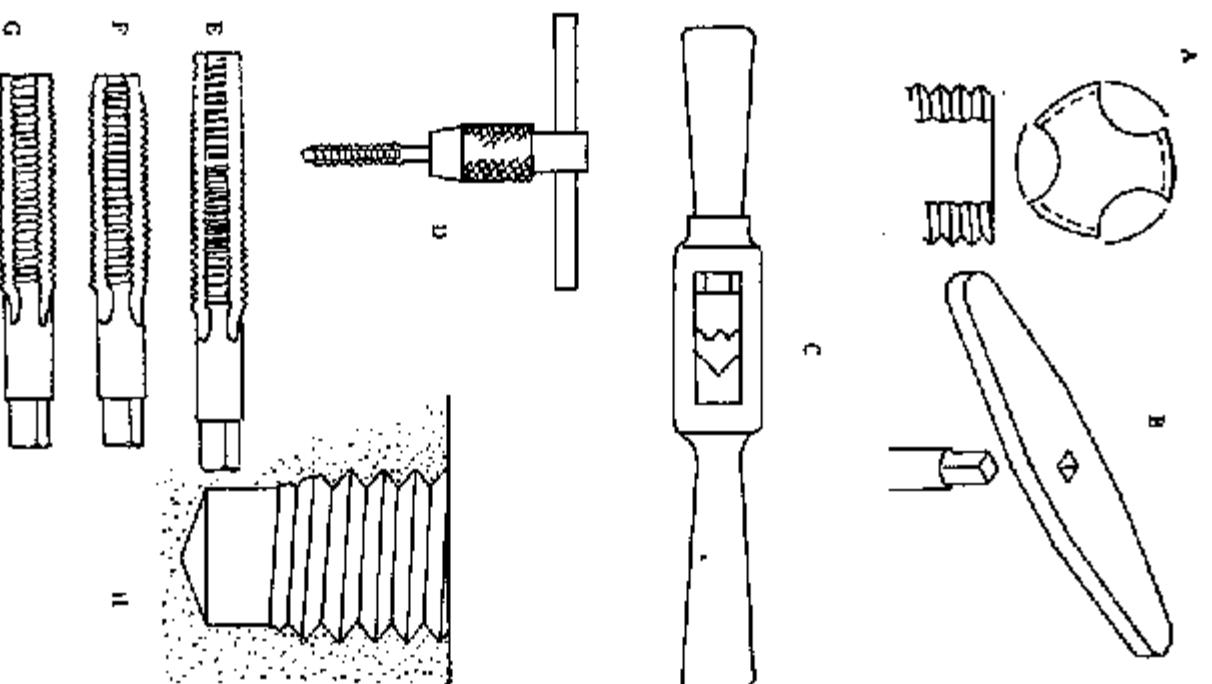


Fig. 16-4

Se utiliza una llave con machuelo para cortar la cuerda interior: (A) Las ranuras producen los bordes cortantes; (B) una barra con un agujero unido; (C) los ejes deslizantes pueden ajustarse a muchas medidas; (D) llave con mandril; (E) machuelo abusado; (F) machuelo menos abusado; (G) machuelo completo.

Existe cierta confusión, pues un machuelo con un abusado reducido en su extremo (segundo machuelo), puede ser vendido como un machuelo completo.

Se deben tomar ciertas precauciones al iniciar un entrosado. Véase que el dado esté en ángulo recto con la superficie y alineado con el agujero, y después debe comenzarse con una presión firme hasta que esté realmente cortando el metal. En caso necesario, lubríquese y gírese hacia atrás, ocasionalmente, para limpiar las virutas.

Si se trata de metal delgado y en su grosor caben apenas dos o tres cuerdas, puede ser suficiente meter completamente el machuelo. Si el agujero es más profundo, el machuelo abusado debe ser seguido por el segundo machuelo. Si en esa forma se cortan las cuerdas hasta el fondo, vendría que utilizarse el machuelo completo.

La utilización principal del último machuelo es abrir una cuerda en un agujero ciego, que es aquel que no traspasa el metal. A pesar de que es posible cortar las cuerdas hasta el fondo del agujero, será necesario extraer las virutas con frecuencia, y se corre el riesgo de que el machuelo se atore en el agujero. En consecuencia, es una práctica usual latir a mayor profundidad que la necesaria, para tener la seguridad de que las rascas completas se extiendan más allá del alcance que pueda lograr el extremo del perno (Fig. 16-41). El machuelo completo es utilizado, de todos modos, como paso final, pero no necesita llegar hasta el fondo del agujero, y no tendrá importancia la presencia de ciertas virutas en el fondo del orificio entrosado.

En la práctica hay escasa necesidad de los tres machuelos en cada medida. Gran parte del trabajo puede hacerse con el segundo machuelo únicamente. Puede poder arrancarse en un agujero sin usar el machuelo abusado, y si un agujero ciego es de profundidad adecuada, pueden abrirse las cuerdas al tamaño adecuado. Muchos juegos de equipo para abrir cuerdas y rascas sólo incluyen un machuelo por cada medida.

Las cuerdas de uso general son bastante gruesas. Para una mayor precisión en maquinaria es preferible utilizar cuerdas más finas. Por ejemplo, en lugar de un dado de  $1/4$  de pulgada por 20, tenemos el de  $1/4$  de pulgada por 28 cuerdas por pulgada. Otra aplicación de las cuerdas finas la tenemos en la instalación de tuberías. Una cuerda ordinaria cortada en las paredes de un tubo puede debilitarla demasiado, por lo cual las cuerdas para tuberías son más pequeñas y, por lo tanto, menos profundas.

Todas las cuerdas de tornillos normales son cuerdas derechos, que se aprietan "como reloj". Se pueden conseguir dados y machuelos para abrir cuerdas izquierdas. Si la acción de una parte tiende a alinear una cuerda derecha, entonces debe hacerse una cuerda izquierda.

## TUERCAS Y PERNOS

Un mecánico no tiene necesidad de hacer tuercas y pernos estándar y otras partes atornillables, pues se encuentran en el mercado. De todos modos, es posible que se trate de atornillar partes especiales, o de alargar las cuerdas en partes estándar. La producción moderna es de tal tipo que sus estándares son tan aproximados que una parte atornillable en cierto lugar puede ser acomodada en lugar de otra hecha para otro sitio. Esto se aplica a otras medidas, como cabezas y extremos de las tuercas. Las llaves y otros equipos para manejar tuer-

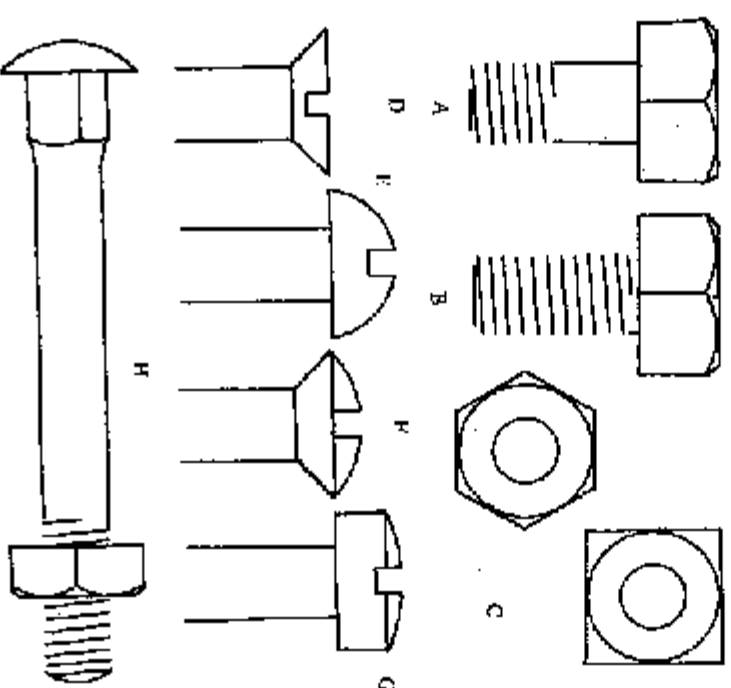


Fig. 16-5

Los pernos y tuercas pueden ser usualmente hexagonales: (A, B, C) y sus tornillos pueden tener cabezas diferentes: (D, E, F) para ser utilizados con un desatornillador. (La perna o tornillo de rosca tiene un cuello cuadrado que se inserta en la ranura, H).

cas y pernos se han estandarizado, pero debido a que todavía se emplean varios estándares, un mecánico debe tener cierto número de llaves diferentes.

Es correcto referirse a un perno cuando sólo esté ranurado en una parte de su largo (Fig. 16-5A), y llamarlo tornillo de máquina cuando está roscado hasta la cabeza (Fig. 16-5B). Las tuercas y cabezas de pernos que deban manejarse con una llave, son cuadradas o hexagonales (Fig. 16-5C). Si una cabeza tiene una ranura para destornillador, quedará al ras cuando esté totalmente apretada contra la superficie (Fig. 16-5D), redonda si se presenta en forma de curva sobre la superficie (Fig. 16-5E), y ovalada si sobresale ligeramente por encima de la parte avellanada (Fig. 16-5F). Si la cabeza sobresale completamente de la superficie, en forma cilíndrica, se le denomina cabeza chata ranurada (Fig. 16-5G). Los pernos o tornillos para coche (Fig. 16-5H), son para utilizarse con madera y tienen un cuello cuadrado debajo de la cabeza para agarrarse a la madera. Los tornillos para estufa son pernos largos y delgados con cabezas ranuradas para destornillador.

Las tuercas pueden ser cuadradas o hexagonales, y van de acuerdo con la medida de las cabezas de sus tornillos, pero generalmente son más gruesas. Las tuercas de seguridad son más delgadas y su propósito es impedir que la tuerca más gruesa se afloje con la vibración; generalmente se colocan encima de la tuerca principal, aunque su lugar correcto es debajo de la tuerca principal (Fig. 16-6A). Después de haberlas apretado en forma inicial se deben utilizar dos llaves, una para sostener la tuerca superior y la otra que se utiliza para apretar contra ella la tuerca de seguridad.

Existen muchas tuercas que incluyen alguna cosa para mantenerlas fijas y evitar que se aflojen. Puede ser una rondana de fibra o una cuerda distorsionada en la parte superior de la tuerca (Fig. 16-6B). Otra forma para asegurar tuercas es utilizar un adhesivo que puede ser del tipo epóxico, lo cual evita el aflojamiento accidental, aunque la tuerca puede hacerse girar con una llave.

Se colocan rondanas debajo de las tuercas o de las cabezas de pernos o tornillos, para ensanchar el sitio de presión. Estas piezas también pueden utilizarse como seguros. Hay un tipo que tiene los extremos opuestos abiertos y de inclinaciones diferentes (Fig. 16-6C), de modo que se aferren a las superficies de la pieza y a la tuerca. Las rondanas con aletas se utilizan en maquinaria. Una aleta o borde se dobla sobre un costado o se introduce en un agujero, mientras que la otra se dobla contra una de las caras de la tuerca (Fig. 16-6D).

Actualmente ya no se utilizan con tanta frecuencia las tuercas encastilladas, pero son muy efectivas para asegurar una tuerca. Se utilizan con un pasador abierto, o chaveta, que cruza por un orificio abierto en el perno (Fig. 16-6E). Es una forma muy útil de asegurar una tuerca a un perno cuando se retienen partes móviles, y una tuerca asegurada en alguna otra forma posiblemente se aflojaría. Para desarmar el conjunto o sacar la tuerca, hay que retirar la chaveta.

## LLAVES

Al igual que lo sucedido con las tuercas y pernos, se ha registrado cierta estandarización con las llaves. La experiencia ha demostrado

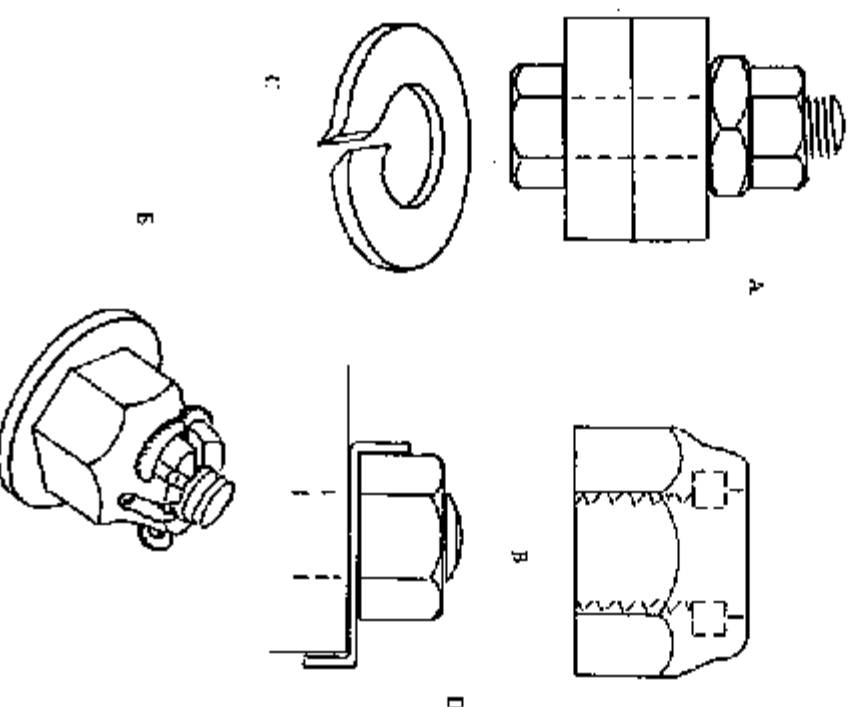


Fig. 16-6 Una tuerca puede ser asegurada con una tuerca: (A), con material de fibra; (B), con una rondana de presión; (C), con una rondana de alfiler; (D) o con una chaveta (E).



cual es el largo más adecuado para las diferentes medidas. Se requiere un largo razonable para poder hacer palanca, pero un exceso de la misma podría romper la cabeza de un perno o harrer las roscas de una cuerda, y una llave demasiado corta podría impedir que se apriete bien la tuerca.

El herrero que hacía juegos correspondientes de tuercas y pernos, generalmente también hacía una llave de extremos abiertos de acuerdo a sus medidas. Ese tipo de llave, actualmente llamada española, sigue existiendo como patrón común de las llaves, generalmente con dos puntas, ya sea de medidas distintas o de la misma medida a ángulos diferentes (Fig. 16-7A). Cuando se cuenta con un espacio muy limitado para hacer girar una llave, es de utilidad que los extremos de la llave estén a ciertos ángulos. Si el ángulo es de  $15^\circ$  y se trata de una tuerca hexagonal, la llave puede moverse tanto como sea posible, para después darle vuelta y moverla de nuevo (Fig. 16-7B). En el momento de haberse terminado el segundo paso, ya debe contrastarse con otras dos caras de la tuerca disponibles para moverlas.

Cuando la herramienta se puede deslizar por encima de la cabeza de un perno o de una tuerca, se usa una llave de estrías (Fig. 16-7C), que se agarra a los extremos del hexágono. Al tener doce puntos de contacto posible, ofrece la misma ventaja que se obtendría al voltearla a una nueva posición. Es conveniente tener llaves de combinación con un extremo abierto y el otro cerrado, de la misma medida.

Las llaves tubulares o de dados (Fig. 16-7D), se ajustan completamente por encima de las cabezas de los pernos o de las tuercas, existiendo muy poco riesgo de que se resbalen. Pueden ser de un tamaño muy largo para alcanzar posiciones muy difíciles.

Para la mayor parte del trabajo con tuercas y pernos, la alternativa moderna para tener llaves separadas con muchas aplicaciones diferentes, la encontramos en un juego de dados. Se trata de un conjunto, que contiene dados que son parecidos a los de las llaves de estrías sobre extensiones cuadradas. La extensión cuadrada se ajusta a una variedad de palancas y aditamentos de torsión, incluyendo palancas con matraces que giran a discreción en cualquiera de las dos direcciones, o se mantienen fijas, una manija, extensiones diversas y una unión universal. La parte cuadrada es estándar, y generalmente de  $3/8$  de pulgada (unos 9 mm), o de  $1/2$  pulgada (13 mm). Un juego puede contener dados para más de un rango de tuercas, y los otros que fuesen necesarios pueden adquirirse sueltos. Los dados no tienen utilidad si la tuerca sólo puede ser movida lateralmente, y de

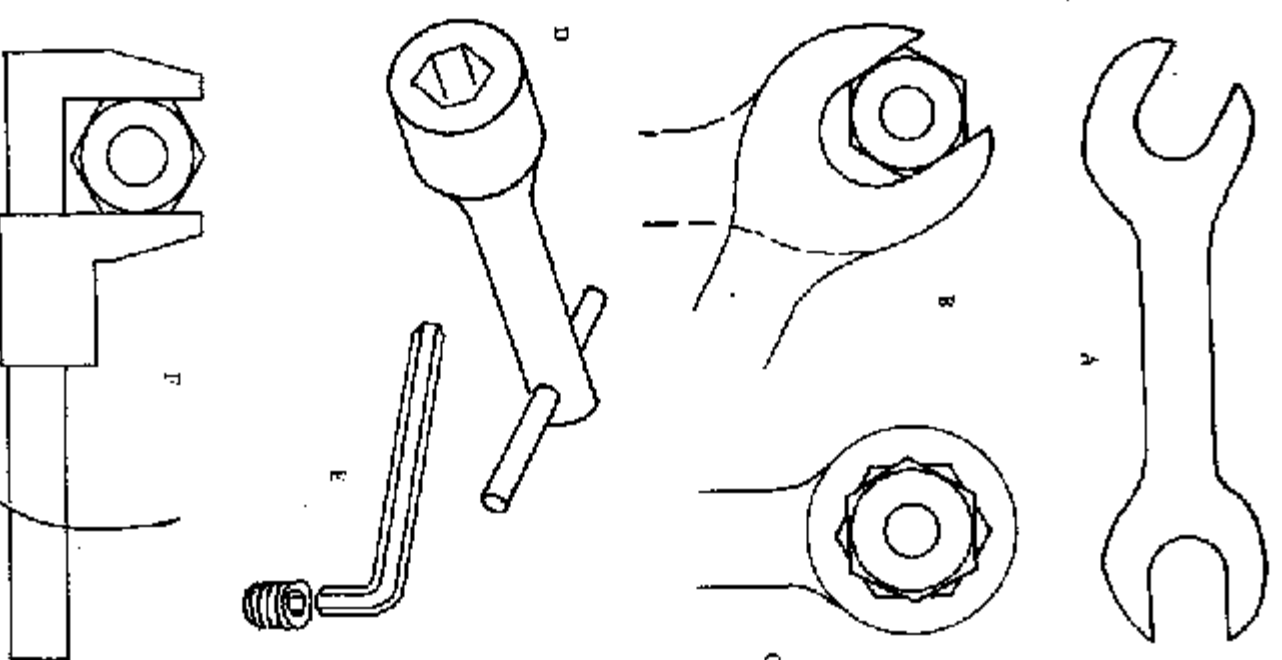


Fig. 16-7

Una llave puede ser de puntas abiertas: (A,B), de anillo o estrías: (C) o de dado: (D). Un tornillo puede moverse con una llave Allen: (E) o se puede utilizar una llave ajustable: (F).

todos modos se necesitarán llaves abiertas, españolas, si el taller debe estar bien equipado.

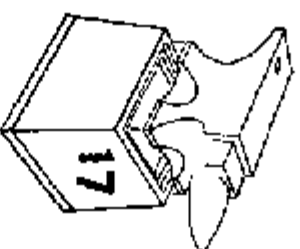
En muchos ensambles de maquinaria es importante que se logre el grado adecuado de tensión. Una llave de torsión es una llave inglesa (que se adapta a un dado), que puede ser ajustada de modo que cuando se haya logrado cierto grado de tensión, se resbale.

Para asegurar algunas partes se utilizan unos pequeños tornillos sin cabeza que se llaman tornillos prisioneros. Un tipo tiene en la cabeza una entada hexagonal embuida. El tamaño de esta entada varía de acuerdo con el tamaño del tornillo, y se pueden obtener juegos de llaves o palancas Allen (Fig. 16-7E), que son piezas dobladas de varillas hexagonales de acero endurecido. Un juego de nueve llaves, desde 5/64 de pulgada hasta 1/4 de pulgada, debe cubrir casi todas las necesidades, y también hay un sistema métrico para poder atender vehículos y maquinaria europeos.

Lo compendio de la maquinaria moderna, incluyendo algunas cosas como refrigeradores y lavadoras de platos, demanda la existencia de herramientas para mantenimiento con mangos doblados y de doble ángulo. Con frecuencia se pueden obtener este tipo de herramientas a partir de equipos obsoletos, y de estas fuentes pueden adquirirse muchas llaves que tienen usos generales.

Cualquier ingeniero que se muestre orgulloso de su habilidad, no muestra mucho agrado por las llaves ajustables, a pesar de que probablemente tenga una o dos de estas herramientas. Por lo general, una llave ajustable nunca se puede afinar con tanta exactitud para que encaje en forma igual a la de una llave de una sola medida. Cuando se utiliza la llave ajustable, tiende a redondear las esquinas de la tuerca o de la cabeza del perno. Por esta misma razón el ingeniero no ve con agrado el empleo de tenazas, pinzas o llaves que funcionen sobre el principio de las tenazas, y que no conservan sus quijadas paralelas, pues se resbalan y redondean las esquinas de las tuercas. Siempre se presentarán ocasiones en las cuales ninguna de las llaves normales de su equipo se ajuste a una tuerca que tiene que ser mordida, y se tendrá que utilizar una llave ajustable. Hay que asegurarse de que se tire de esta llave en la dirección que hace presión en contra de la hane de la quijada rígida (Fig. 16-7F).

## Soldadura normal y soldadura fuerte



El mejor método para unir dos piezas de hierro y de acero, cuando esto es necesario, es con una soldadura de herrero. Si las dos piezas se están trabajando sobre un yunque al rojo vivo, es obvio que deben alcanzar una temperatura más elevada, para poder ser unidas a golpe de martillo. La habilidad para efectuar una soldadura de herrero es importante, y nadie que se considere como un artesano en metales debe utilizar ningún otro método cuando esa técnica sea la que pueda rendir los mejores resultados.

De todos modos, existen muchas situaciones en las cuales tienen que unirse partes de acero, y no sería muy satisfactorio tener que calentarlo a la temperatura de soldadura. Por otra parte, también existen problemas en la unión de otros metales con ellos mismos y entre varios. La soldadura de herrero sólo es adecuada para el hierro y el acero.

En algunos conjuntos resulta satisfactorio unir las partes remachando o atornillándolas, pero hay otros métodos de unión que en realidad funden los metales en una forma relacionada con la soldadura de herrero. Estos métodos utilizan una temperatura más baja, local, y se aplica un metal de liga que se introduce en la unión y que se adhiere a las superficies.