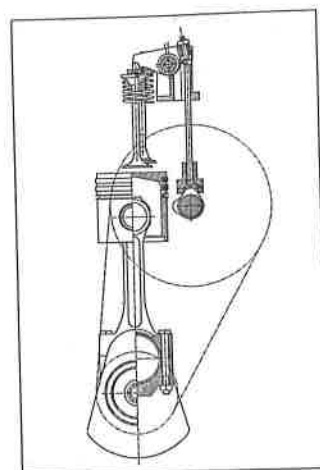


15

EJES Y ÁRBOLES



El movimiento rotativo es probablemente el más habitual en las máquinas. La razón es muy sencilla, ya que en este movimiento la trayectoria que se sigue es limitada y reducida, ocupando relativamente poco espacio. En este tipo de máquinas existen determinados elementos que giran y transmiten el movimiento al resto de las piezas. Son lo que se denominan genéricamente *ejes*.

15.1. Ejes y árboles

Existen dos términos que se confunden frecuentemente y que están relacionados con los elementos asociados al movimiento de giro. Son los términos *eje* y *árbol* (figura 15.1).

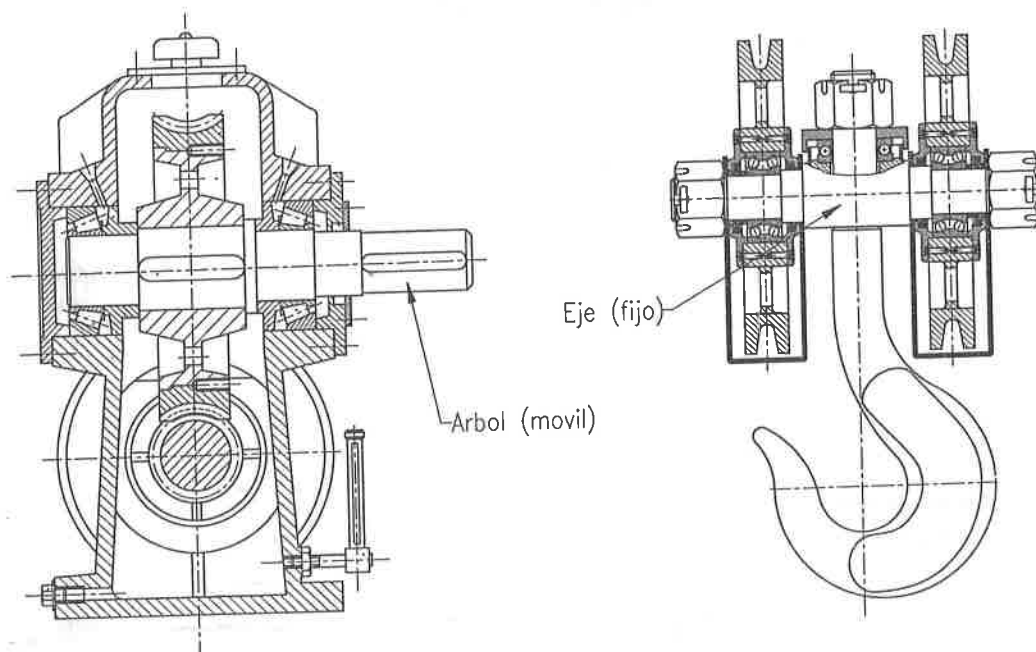


FIGURA 15.1. Árbol y eje.

Eje es el elemento fijo, inmóvil, que soporta a otros elementos que giran alrededor de él. En la figura 15.1, el conjunto del gancho de grúa tiene un eje horizontal fijo sobre el que giran las dos poleas, apoyadas en sendos rodamientos.

Árbol es el elemento giratorio que transmite el movimiento de giro. En el reductor de la figura 15.1, el eje de entrada transmite el movimiento de giro a las ruedas dentadas y al eje de salida.

Los ejes están apoyados en los extremos (figura 15.2) en dos elementos cilíndricos llamados *gorrones* o *pivotes*.

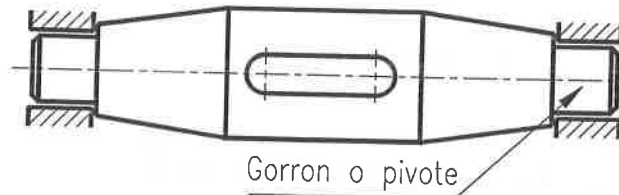


FIGURA 15.2. Extremos de un eje. Gorriones o pivotes.

Determinados ejes de pequeña longitud y completamente cilíndricos (figura 15.3), huecos o macizos reciben el nombre de *bulones*.

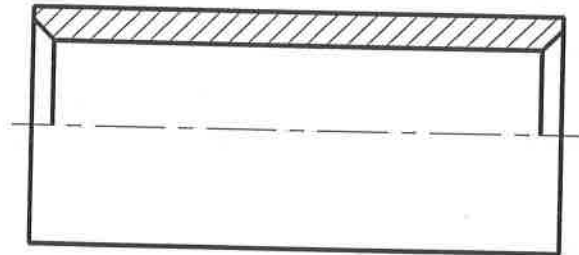


FIGURA 15.3. Bulón.

15.2. Dimensiones y formas de los ejes y árboles

La mayoría de los ejes y árboles son elementos de revolución, o si no lo son completamente, sí lo son los extremos o apoyos sobre los que se produce el giro.

Las zonas de revolución de los ejes y árboles donde apoyen otros elementos, entre los que se produce el giro relativo, están normalizadas. Es en estas zonas donde generalmente van montados rodamientos o cojinetes antifricción para permitir el giro relativo entre los dos elementos.

Las formas normalizadas para los extremos de los ejes pueden ser cilíndricas o cónicas.

En la figura 15.4a aparecen representadas las dimensiones principales que afectan a la designación de los extremos de ejes cilíndricos.

Estas series de dimensiones aparecen reflejadas en la norma DIN 748. La cota L_1 corresponde a la serie larga y la cota L_2 a la serie corta. Los extremos de los ejes se designan de la siguiente forma:

Extremo de eje $D \times L_1$ DIN 748

Por ejemplo, un extremo de eje de diámetro 300, tolerancia $m6$ y longitud 470 se designaría como: *extremo de eje $\phi 300 \times 470$ DIN 748*.

La designación de los extremos de ejes se pone con una línea de referencia sobre el plano de despiece del eje o árbol. En la figura 15.4b se muestra un ejemplo acotado de un eje.

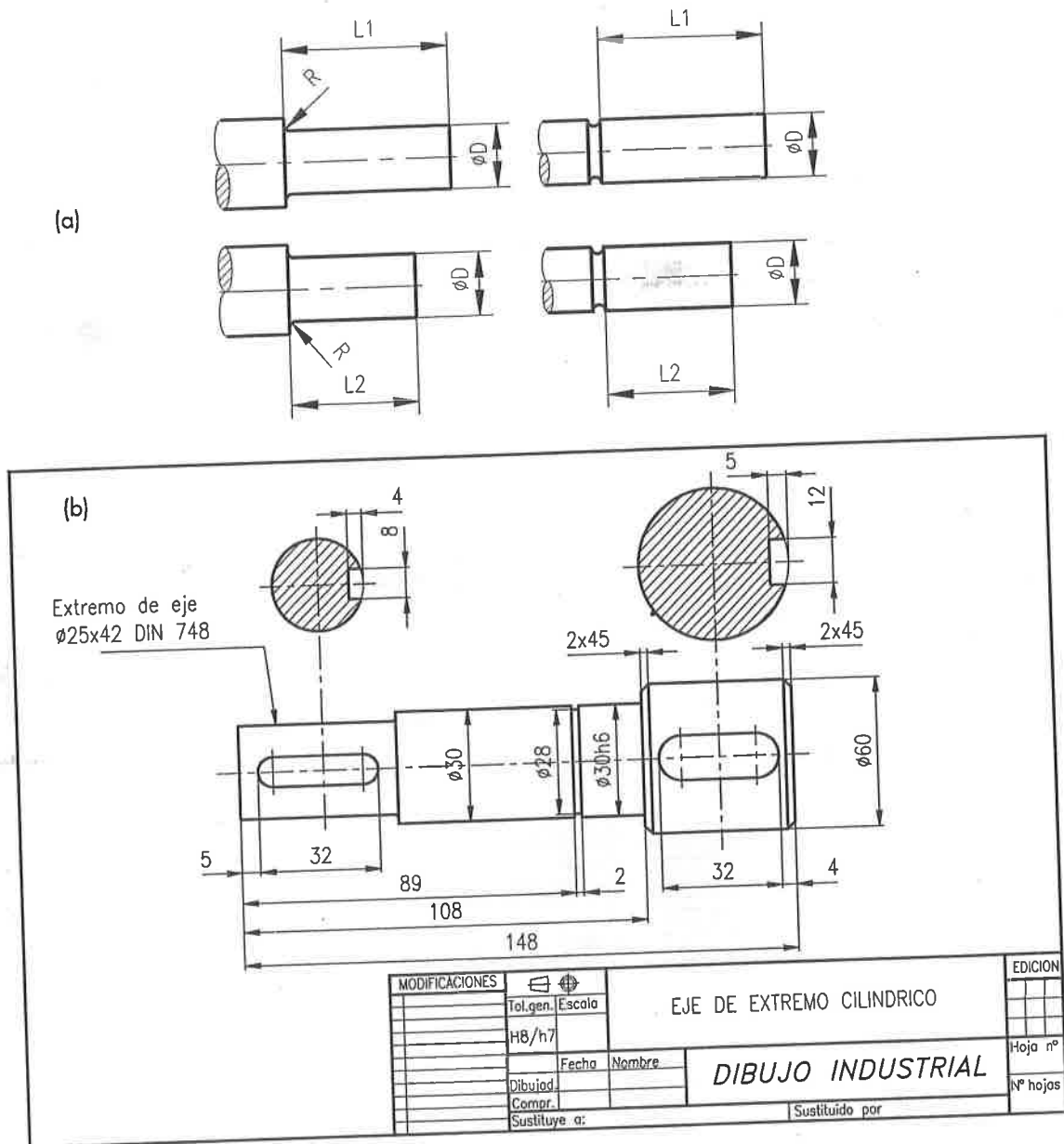


FIGURA 15.4. Extremos de ejes cilíndricos.

En la figura 15.5a aparecen las dimensiones principales que afectan a la designación de los extremos de ejes cónicos.

Estas series de dimensiones están especificadas en la norma DIN 1448. Los extremos de los ejes se designan como:

Extremo de eje $D \times L1$ DIN 1448

Por ejemplo, un extremo de eje de diámetro 200 y longitud 350 se designaría como: *extremo de eje $\phi 200 \times 350$ DIN 1448.*

La designación de los extremos de ejes se coloca con una línea de referencia sobre el plano de despiece del eje o árbol. En la figura 15.5b se ofrece un ejemplo acotado de un eje.



FIGURA 15.5. Extremos de ejes cónicos.

15.3. Cojinetes antifricción

En los apoyos de los ejes y árboles se produce el giro relativo entre dos superficies: la superficie de apoyo de una carcasa y la superficie cilíndrica del extremo del eje (denominada gorrón o pivote). Para reducir el rozamiento entre estas dos superficies y evitar el fenómeno del gripado de la unión (microfusión del acero producida por el contacto y el rozamiento entre acero y acero), se debe lubricar la unión e intercalar entre las dos superficies que giran una respecto a la otra un elemento adicional. Este elemento puede ser un *cojinete antifricción* o un *rodamiento*. Los rodamientos son un elemento muy común usado en máquinas rotativas, y a ellas se les dedica un tema entero más adelante.

Los rodamientos, según su tipo, pueden soportar fuerzas axiales y radiales en el eje, mientras que los cojinetes sólo soportan cargas radiales. El espacio físico que ocupan los cojinetes es mucho más reducido que el de los rodamientos.

Los *cojinetes antifricción* (también llamados a veces *casquillos*) son un elemento cilíndrico, de forma tubular, que se intercala entre las dos superficies rozantes. Suelen ser de bronce, ya que entre el acero y el bronce, si se mantiene la lubricación, el riesgo de gripado es mucho menor. Pueden ser de una sola pieza cilíndrica (figura 15.6) aunque muchas veces por motivos constructivos se deben montar como dos mitades (tal es el caso de los cojinetes del

compresor de la figura 15.7 y del motor de la figura 15.9, ya que si no se pueden montar sobre el cigüeñal).

Normalmente se montan fijándolos a la pieza que coincide con su diámetro exterior, como es el caso de la biela en un motor. La fijación se hace o bien con un ajuste con apriete, o bien con unas cuñas que impidan el giro relativo entre el cojinete y su alojamiento.

Si se fija el cojinete al diámetro exterior, el giro se producirá entre el diámetro interior del cojinete y la pieza que abraza. Esta zona debe estar siempre lubricada manteniendo una película de aceite suficiente para el correcto funcionamiento de la unión. Por este motivo, los muñones de los árboles donde abraza el cojinete tienen unos taladros para permitir la entrada del aceite de lubricación (ver figura 15.6 y figura 15.8).

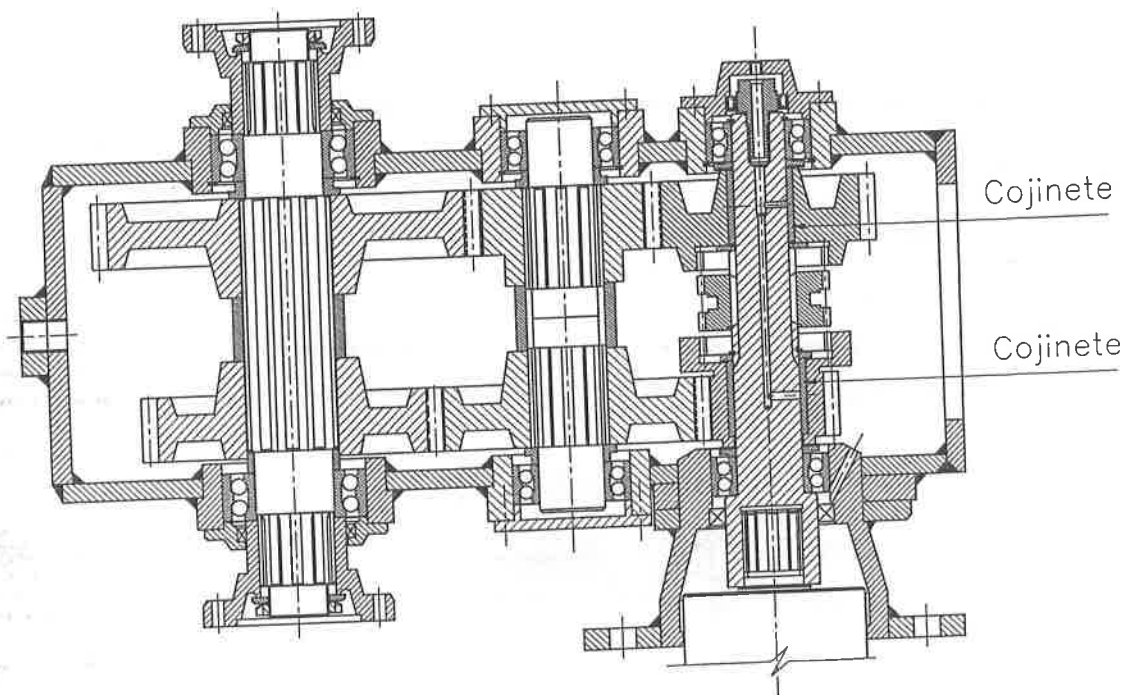


FIGURA 15.6. Caja de velocidades. Uso de cojinetes antifricción.

15.4. Transmisión de movimiento

Los árboles son los elementos encargados de transmitir el movimiento de giro. Este movimiento de giro puede arrastrar simplemente a otros elementos cilíndricos haciéndoles girar a su vez, como se puede ver en el reductor de la figura 15.1, o puede transformarse en un movimiento rectilíneo mediante un mecanismo determinado.

La transformación del movimiento circular en rectilíneo puede hacerse de varias formas, aunque las más habituales son el mecanismo de biela-manivela y las levas.

15.4.1. El mecanismo de biela-manivela

Es un mecanismo que consta fundamentalmente de dos piezas independientes y articuladas: la *biela* y la *manivela*. La manivela es una pieza giratoria donde uno de sus extremos actúa como árbol de giro, mientras que el otro extremo tiene un gorrón que describe una trayectoria circular. En el gorrón se articula por uno de sus extremos un elemento denominado

biela, cuyo otro extremo está guiado de forma que sólo puede describir una trayectoria rectilínea.

El giro de la manivela se convierte en un movimiento rectilíneo del extremo de la biela, o a la inversa, el movimiento rectilíneo del extremo de la biela se convierte en un giro de la manivela. Existen infinidad de aplicaciones de este mecanismo, pero tal vez las dos más claras son el compresor y el motor térmico.

En el primer caso (figura 15.7), el compresor es una máquina que, accionada por un motor, suministra aire a presión por su salida. El motor comunica el giro al cigüeñal, que es el elemento sobre el que está situada la manivela. Ésta arrastra en su giro a la biela y ésta a su vez al pistón, que comprime el aire de la cámara expulsándolo a más presión. Se ha transformado pues un movimiento de giro en un desplazamiento del pistón.

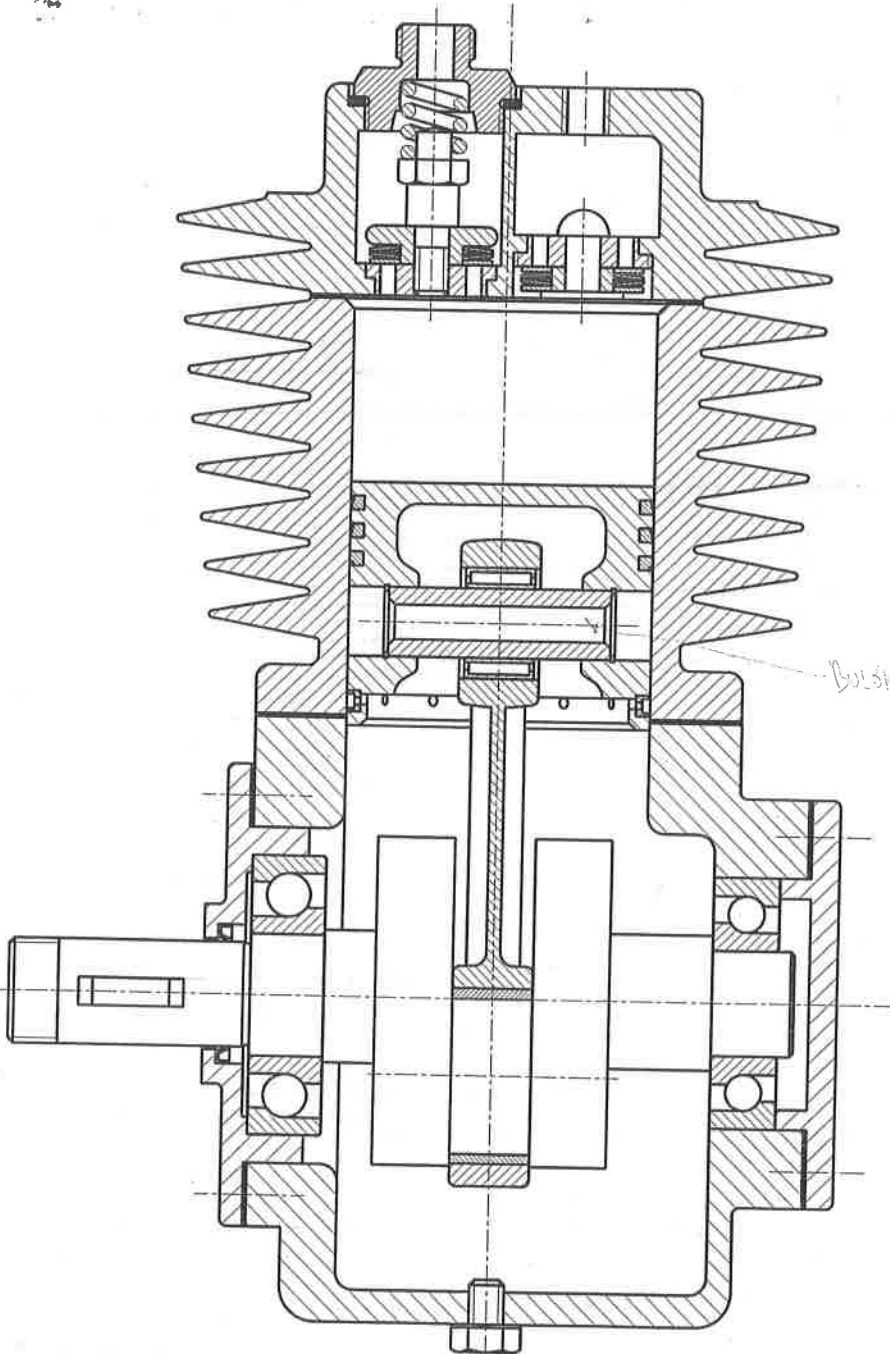


FIGURA 15.7. El mecanismo biela-manivela. Compresor.

En la figura 15.8 aparecen varias posiciones de un mecanismo biela-manivela, correspondientes al compresor de la figura 15.7.

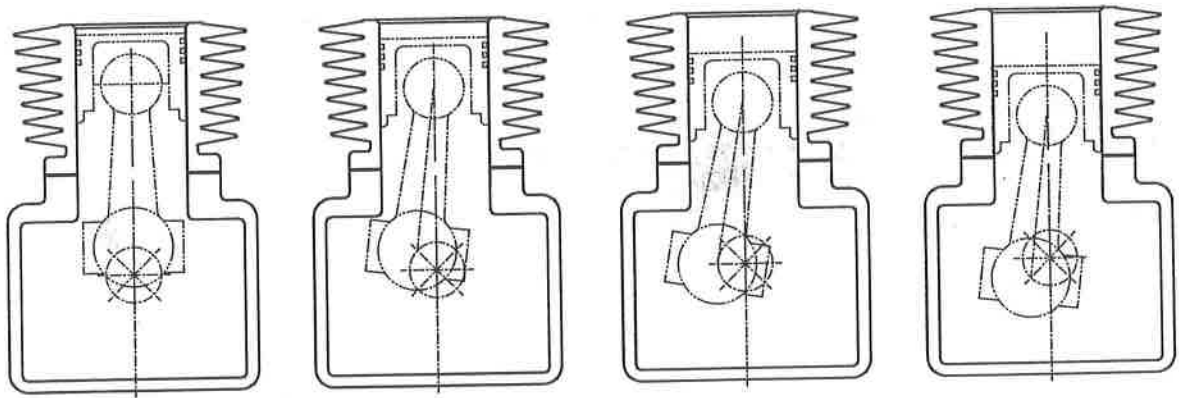


FIGURA 15.8. Varias posiciones del movimiento del mecanismo biela-manivela.

El segundo caso se presenta en el motor de explosión (figura 15.9). La energía suministrada por las explosiones del motor origina el desplazamiento del pistón, que en su movimiento rectilíneo arrastra a la biela y ésta a su vez hace girar a la manivela del cigüeñal, transmitiendo el giro al exterior del motor.

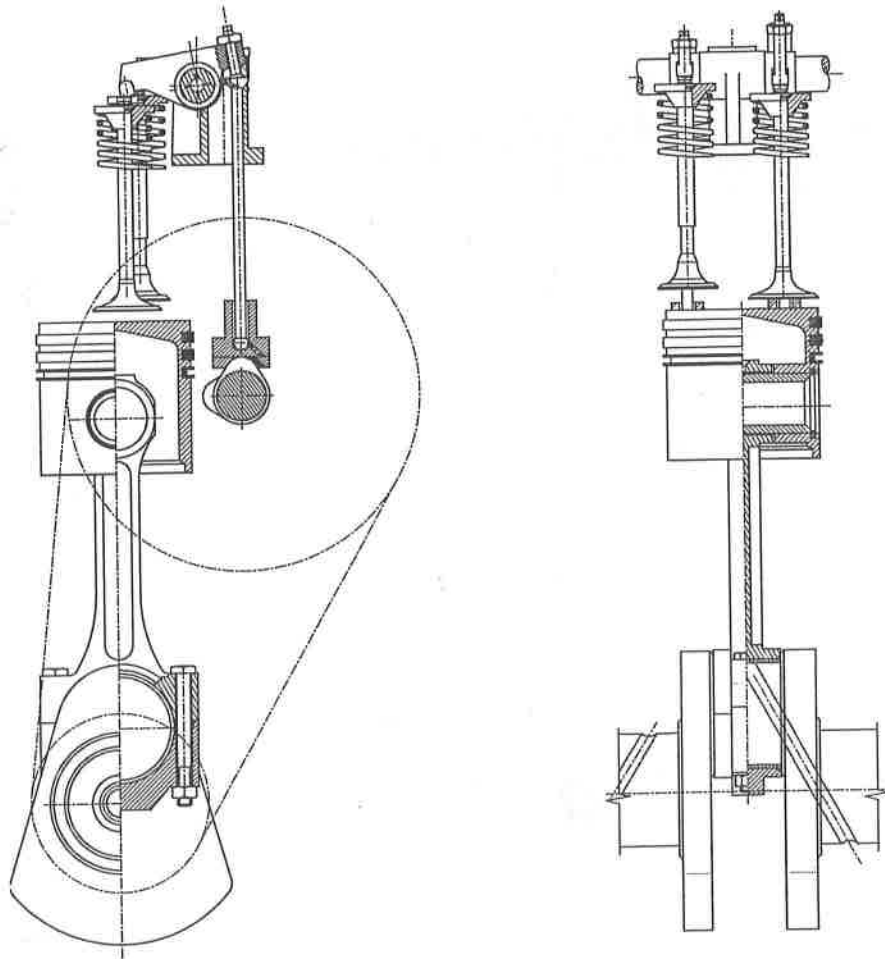


FIGURA 15.9. El mecanismo biela-manivela. Motor de explosión.



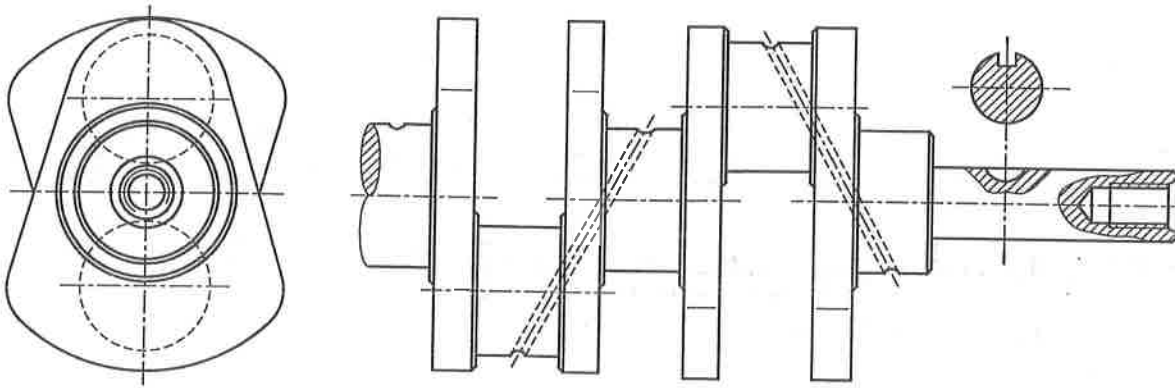


FIGURA 15.10. Cigüeñal.

15.4.2. Levas y excéntricas

Si se hace girar una pieza circular alrededor de un punto que no sea su centro geométrico, según se muestra en la figura 15.11, el movimiento que describe un punto de su trayectoria supone que un elemento apoyado en él se desplace verticalmente. El elemento circular que gira alrededor de un punto distinto de su centro se denomina *excéntrica*. Al cabo de una revolución completa, el elemento apoyado sobre él habrá vuelto a su posición original, habiendo descrito un movimiento *alternativo*.

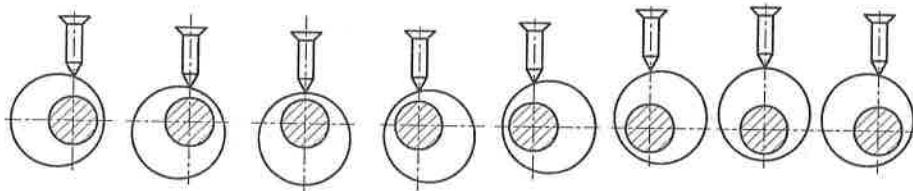


FIGURA 15.11. Excéntrica.

Si el perfil de la pieza que transmite el giro para convertirlo en movimiento rectilíneo no es circular, el elemento se denomina *leva*. En la figura 15.12 se muestran distintos tipos de levas. La más habitual es la que transforma el movimiento de giro en un desplazamiento lineal perpendicular al eje de giro (figura 15.12a). Este mecanismo se usa en los motores para gobernar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape del motor, que describen un movimiento rectilíneo en función del giro del cigüeñal.

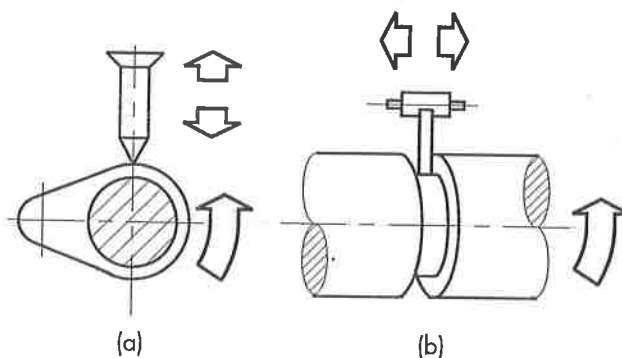


FIGURA 15.12. Distintos tipos de levas.

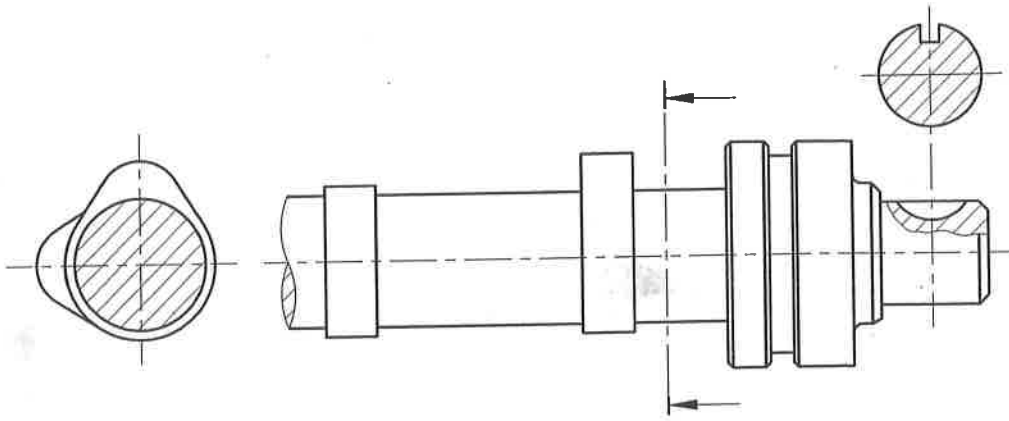
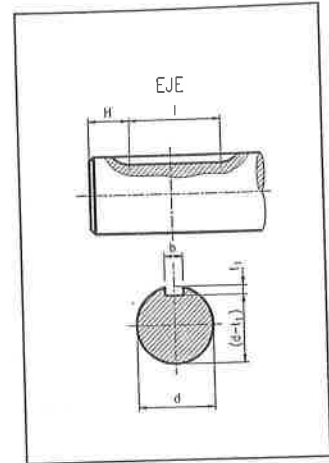


FIGURA 15.13. Árbol de levas de un motor.

15.5. Normativa

Norma	Título
DIN 748	Extremos de ejes cilíndricos.
DIN 1448	Extremos de ejes cónicos.

CHAVETAS Y ACANALADURAS



Las chavetas y las acanaladuras permiten el giro solidario entre dos elementos, como por ejemplo un eje y una rueda dentada o una polea, de forma que la unión entre ambos elementos sea fácilmente desmontable. Este tipo de uniones se basan en la interposición de unas superficies de contacto que impiden el giro relativo entre dos elementos cilíndricos, uno macho, el *eje*, y otro hembra, la *rueda*. La parte de la rueda que va montada sobre el eje, que sirve de apoyo a la parte exterior de la misma (denominada llanta), y sobre la que va alojada la chaveta, se denomina *cubo*.

Las *chavetas* son unos elementos de forma más o menos prismática, que se intercalan entre la rueda y el eje para impedir el giro relativo entre ambos (figura 16.1).

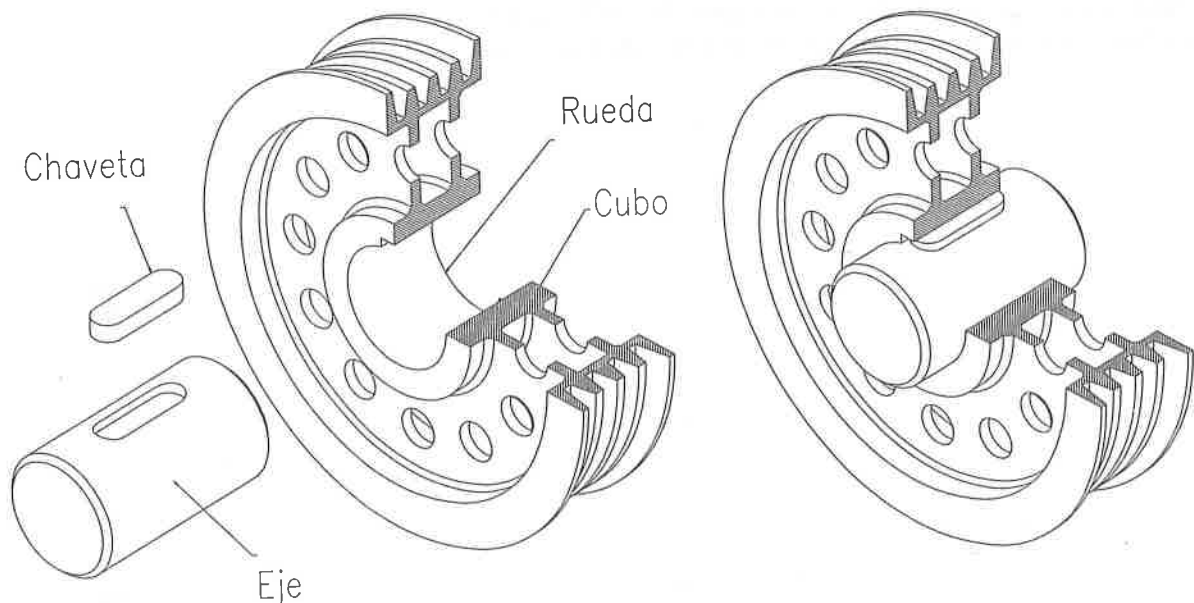


FIGURA 16.1. Uniones enchavetadas.

Las *acanaladuras*, denominadas también *nervados* o *estriados* (figura 16.2), son unas construcciones en forma de ranuras colocadas sobre el eje y sobre el agujero de la rueda que permiten enfrentar caras planas entre los dos elementos e impedir el giro relativo entre ambos.

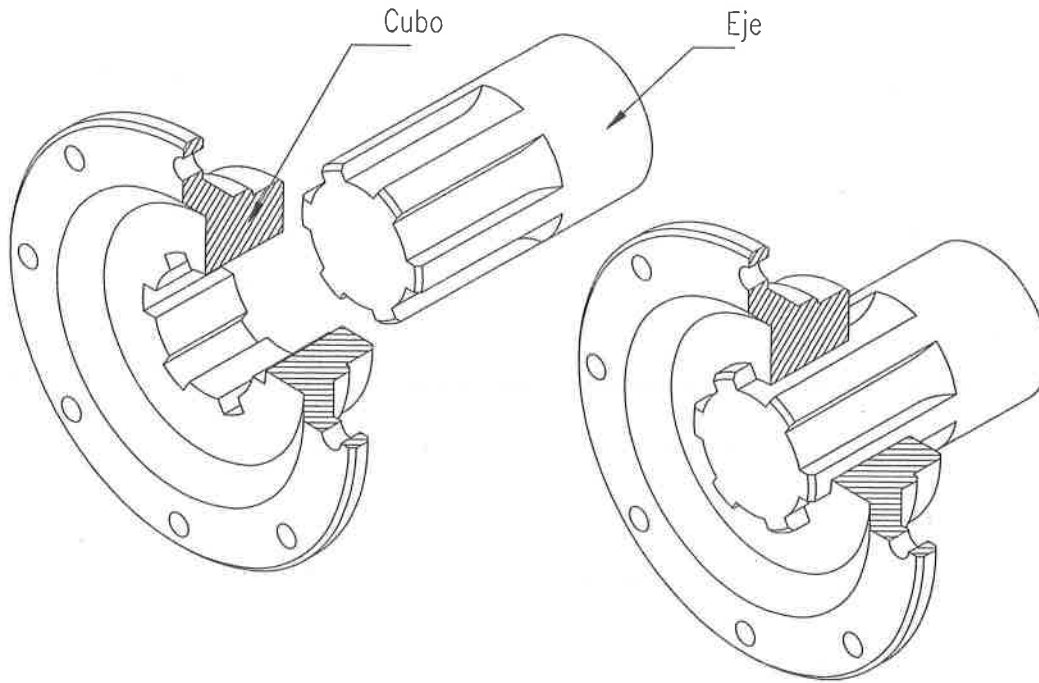


FIGURA 16.2. Acanaladuras.

16.1. Chavetas longitudinales

Las *chavetas longitudinales* son unos elementos de forma más o menos prismática que se intercalan entre las dos piezas que se van a inmovilizar, paralelamente al eje de ambas, consiguiéndose una unión perfecta respecto a la rotación entre ambas.

Las chavetas se colocarán entre los dos elementos que se quiere unir. Para ello se mecaniza una ranura sobre el eje y otra sobre el agujero del cubo. En el hueco dejado por estas ranuras se alojará la chaveta. Las ranuras sobre el eje y el agujero se mecanizan mediante fresados y brochados respectivamente, y la forma de este fresado depende de la forma de la chaveta.

Las dimensiones de cada tipo de chaveta y de las ranuras de alojamiento correspondientes están normalizadas y se determinan según normas DIN, para una calidad de material dado, en función del diámetro nominal del acoplamiento a que afectan.

16.1.1. Enchavetados forzados

Los enchavetados forzados logran la unión entre las piezas por el acúñamiento de las caras de la chaveta contra sus asientos sobre el eje y el cubo respectivamente. Este tipo de chaveta tiene forma de cuña (con inclinación 1:100 según normas DIN), y reciben el nombre de *chavetas inclinadas*. Las chavetas inclinadas logran una unión perfecta entre las dos piezas, tanto respecto a rotación como a traslación. Sin embargo, pueden presentar el problema de originar ligeros descentramientos entre el eje y el cubo. Existen dos tipos: chavetas sin cabeza y chavetas con cabeza.

A) Chavetas sin cabeza

En los enchavetados forzados con *chaveta sin cabeza* (figura 16.3), el montaje se efectúa mediante el acúñamiento de ésta, ejerciendo presión sobre el eje y el cubo. Existen dos ti-

pos, según tengan los extremos forma redonda (tipo A) o forma plana (tipo B). La norma DIN 6886 especifica las dimensiones normalizadas que se usan para este tipo de chavetas y sus alojamientos (ranura sobre el eje y sobre el cubo de la rueda). Estas dimensiones aparecen representadas en la figura 16.3. Se designan como:

Chaveta "Tipo" $b \times h \times l$ DIN 6886

Ejemplo:

— Chaveta A $20 \times 12 \times 125$ DIN 6886

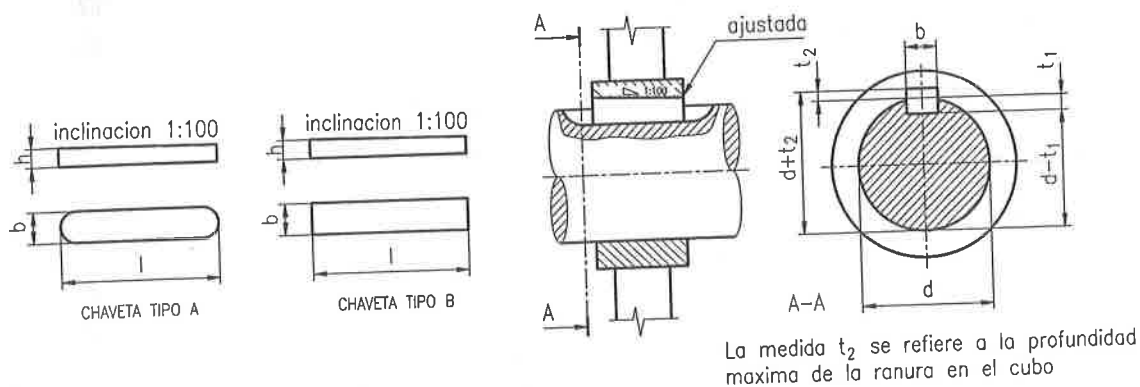


FIGURA 16.3. Chavetas inclinadas sin cabeza.

B) Chavetas con cabeza

En los enchavetados forzados con *chaveta con cabeza* (figura 16.4), el montaje se efectúa ejerciendo presión sobre la cabeza, debido a lo cual se produce el acunamiento. Sus dimensiones se reflejan en la norma DIN 6887 y aparecen representadas en la figura 16.4. Se designan como:

Chaveta con cabeza $b \times h \times l$ DIN 6887

Ejemplo:

— Chaveta con cabeza $18 \times 11 \times 125$ DIN 6887

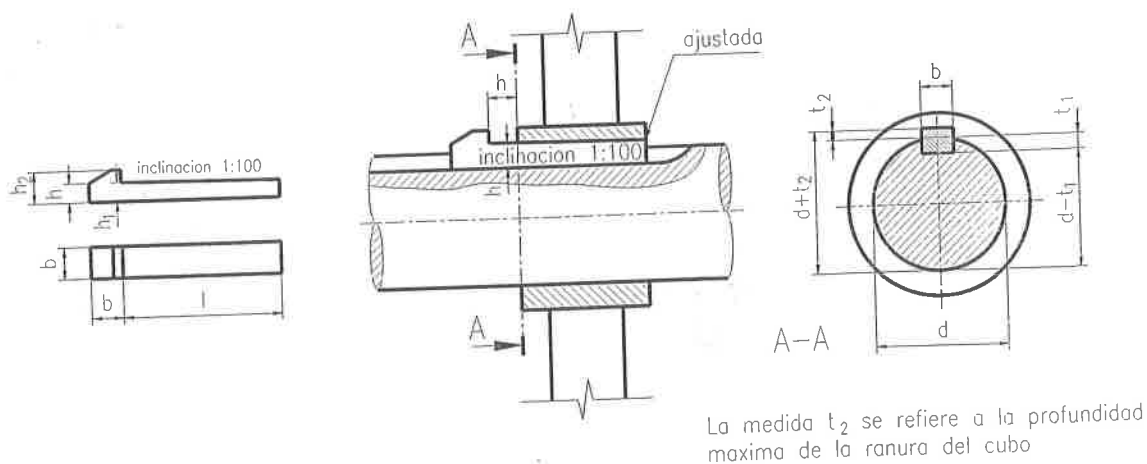


FIGURA 16.4. Chavetas inclinadas con cabeza.

16.1.2. Enchavetados libres

Los enchavetados libres impiden la rotación relativa entre los cuerpos que unen, pero permiten la traslación. No se recomiendan para acoplamientos precisos, movimientos circulares alternativos o choques, ya que existe un juego entre la ranura del cubo y la chaveta.

A) Lengüetas

Las *lengüetas* (figura 16.5) son chavetas con las caras paralelas, de forma que no producen un efecto de cuña en la unión, permitiendo un desplazamiento longitudinal en la dirección del eje. Se emplean para enchavetados cortos (longitud ligeramente superior al diámetro del eje $l < 1,5 d$).

Los extremos de las lengüetas pueden ser planos o redondos. El alojamiento para lengüetas de extremos rectos es de fácil ejecución (con una fresa de disco), pero tiene el inconveniente de ser largo y no retener la lengüeta tan bien como los alojamientos con extremos redondos. El ajuste de la lengüeta con el eje es con "apriete" y el de la lengüeta con el agujero es "deslizante justo".

Estas lengüetas pueden fijarse también al eje mediante tornillos en el caso de chaveteros largos ($d < l < 2,5d$) y especialmente si se produce un cierto deslizamiento longitudinal entre el cubo y el eje. Para secciones de lengüeta superiores a 12×8 , en el caso de usarse dos tornillos de retención, se deben utilizar uno o dos tornillos de presión.

La norma DIN 6885 indica las dimensiones normalizadas que se usan para las lengüetas de ajuste y sus alojamientos. Existen varios tipos, según tengan los extremos forma redonda (tipo A), forma recta (tipo B) y extremo con chaflán (tipos G y H), y según puedan disponer (tipo C, D, E, F, G y H) o no (tipos A y B) de tornillos de fijación al eje.

Forma	Características
A	Extremos redondos sin agujeros para tornillos de retención
B	Extremos rectos sin agujeros para tornillos de retención
C	Extremos redondos con agujero para un tornillo de retención
D	Extremos rectos con agujero para un tornillo de retención
E	Extremos redondos con agujeros para dos tornillos de retención
F	Extremos rectos con agujeros para dos tornillos de retención
G	Extremos rectos con chaflán con agujero para un tornillo de retención
H	Extremos rectos con chaflán con agujeros para dos tornillos de retención
J	Extremos rectos con chaflán y agujero para un manguito de sujeción

Se designan como:

Lengüeta "Tipo" $b \times h \times l$ DIN 6885

Ejemplo:

— Lengüeta A $12 \times 8 \times 56$ DIN 6885

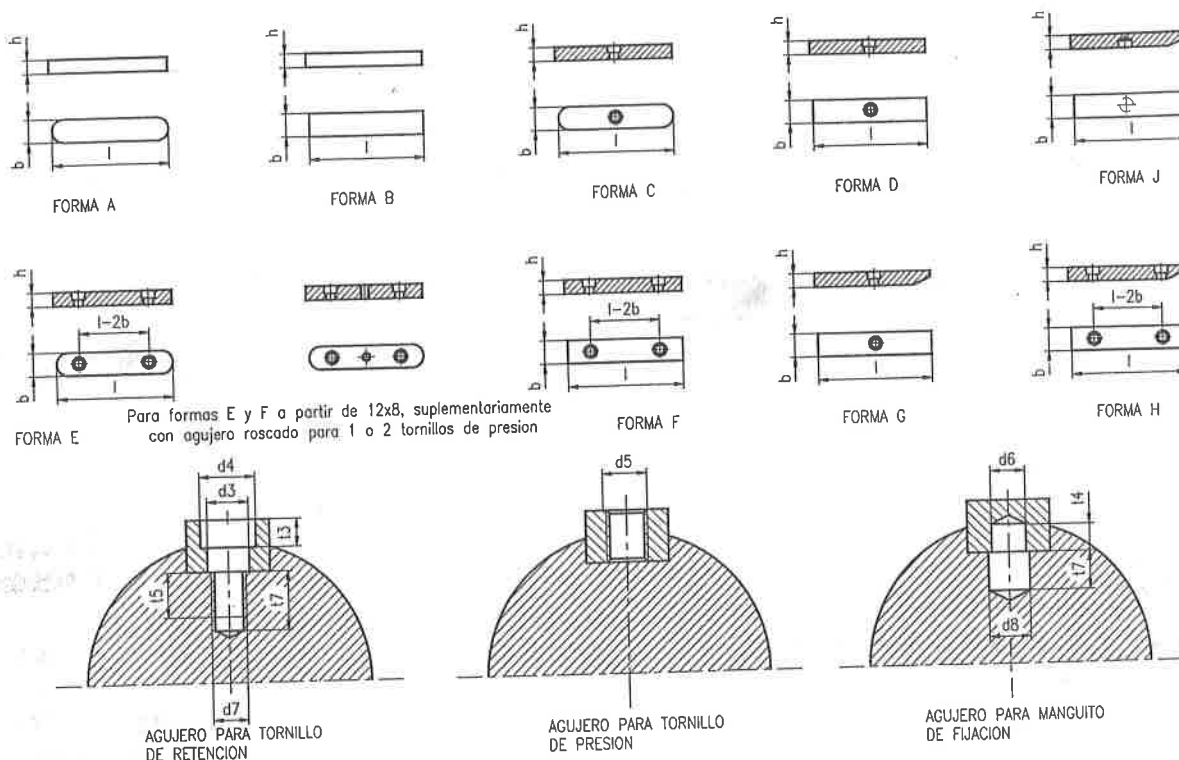


FIGURA 16.5. Lengüetas de ajuste.

B) Lengüetas redondas

Se utilizan en ejes de pequeño diámetro cuando el esfuerzo que se va a transmitir es bajo (el eje queda muy debilitado por el chavetero).

La norma DIN 6888 indica las dimensiones normalizadas que se usan para las lengüetas redondas y sus alojamientos. Se designan como:

Lengüeta redonda $b \times h$ DIN 6888

Ejemplo:

— Lengüeta redonda 8×11 DIN 6888

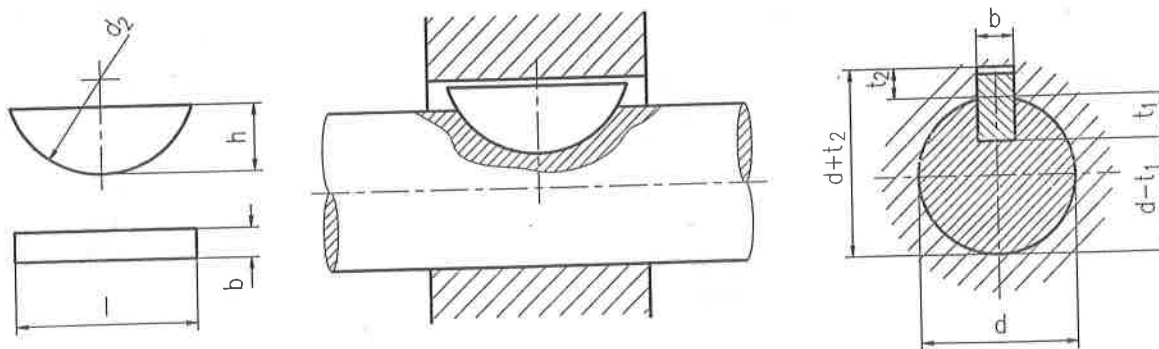


FIGURA 16.6. Lengüetas redondas.

16.2. Chavetas tangenciales

Las chavetas pueden disponerse también tangencialmente a la superficie de contacto. En este caso se denominan *chavetas tangenciales*. Sus dimensiones aparecen en la norma DIN 268. Estas chavetas hacen solidaria la traslación y rotación entre las dos piezas. Se montan siempre como dos pares, en sentido contrapuesto (unas transmiten el giro en un sentido y las otras en el otro). Los pares de chavetas tangenciales suelen disponerse formando un ángulo de 120° , aunque si existen dificultades de montaje, pueden disponerse también a 180° .

Se designan como:

Chaveta tangencial $b \times t_1 \times l$ DIN 268

Ejemplo:

— Chaveta tangencial $60 \times 20 \times 250$ DIN 268

La longitud “ l ” depende de la construcción del conjunto correspondiente, debiendo ser indicada en la designación de la chaveta. Se recomienda elegir una longitud que sea aproximadamente superior en un 10% o 15% a la longitud del cubo.

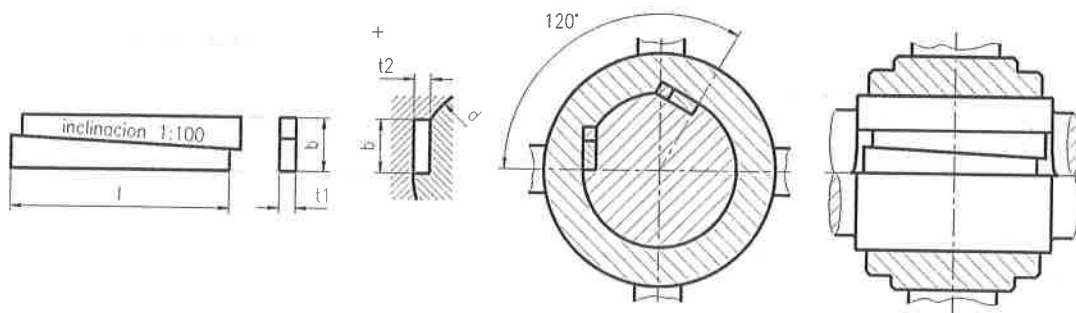


FIGURA 16.7. Chavetas tangenciales.

16.3. Representación en planos y acotación de chavetas, lengüetas y ranuras

Las dimensiones y tipos de las chavetas y lengüetas, como elementos normalizados que son, se indican en un plano mediante su designación, en la casilla correspondiente de la lista de piezas en el cuadro de rotulación del plano de conjunto. Por este motivo, no necesitan plano de despiece ya que su designación las identifica y define completamente.

No obstante, sí es preciso definir, y por lo tanto representar y acotar, las ranuras que hay que hacer en el eje y en la rueda que unen estos elementos. Esta definición debe ser completa e inequívoca, dado que se trata de una construcción que se va a realizar sobre dos piezas, eje y rueda, que deben fabricarse a partir de unos planos constructivos debidamente realizados y definidos. En la figura 16.8 aparecen representadas las vistas necesarias para definir las ranuras sobre el eje y la rueda para chavetas de extremos redondos y para chavetas de extremos planos.

Las ranuras sobre el eje se realizan siempre con fresados, fresado vertical para las de extremos redondos y fresado horizontal para las de extremos planos y lengüetas de disco. La norma DIN 406 hoja 3, apartado 9, señala la forma de acotar los chaveteros y las ranuras de los ejes. Las dimensiones que se consignan son, además del diámetro del agujero “ d ” para el eje y la rueda, la anchura “ b ”, la profundidad “ t_1 ” (cota de fabricación) en el eje (y opcio-

nalmente la cota entre paréntesis " $(d-t_1)$ " como cota de comprobación), " $d+t_2$ " en la rueda, la longitud de la chaveta " l " para chavetas de extremos redondos (nótese que se debe especificar la longitud total l de la ranura, que coincide con la longitud de la chaveta, que es una *cota funcional*, y no se especifica la longitud $l-d$, que sería la distancia entre centros de la ranura y por lo tanto la cota de fabricación), la longitud de la chaveta " l " en las de extremos planos, y la cota de situación " H " de la ranura sobre el eje. Por motivos constructivos y de montaje, las ranuras del alojamiento de las chavetas sobre las ruedas son siempre pasantes.

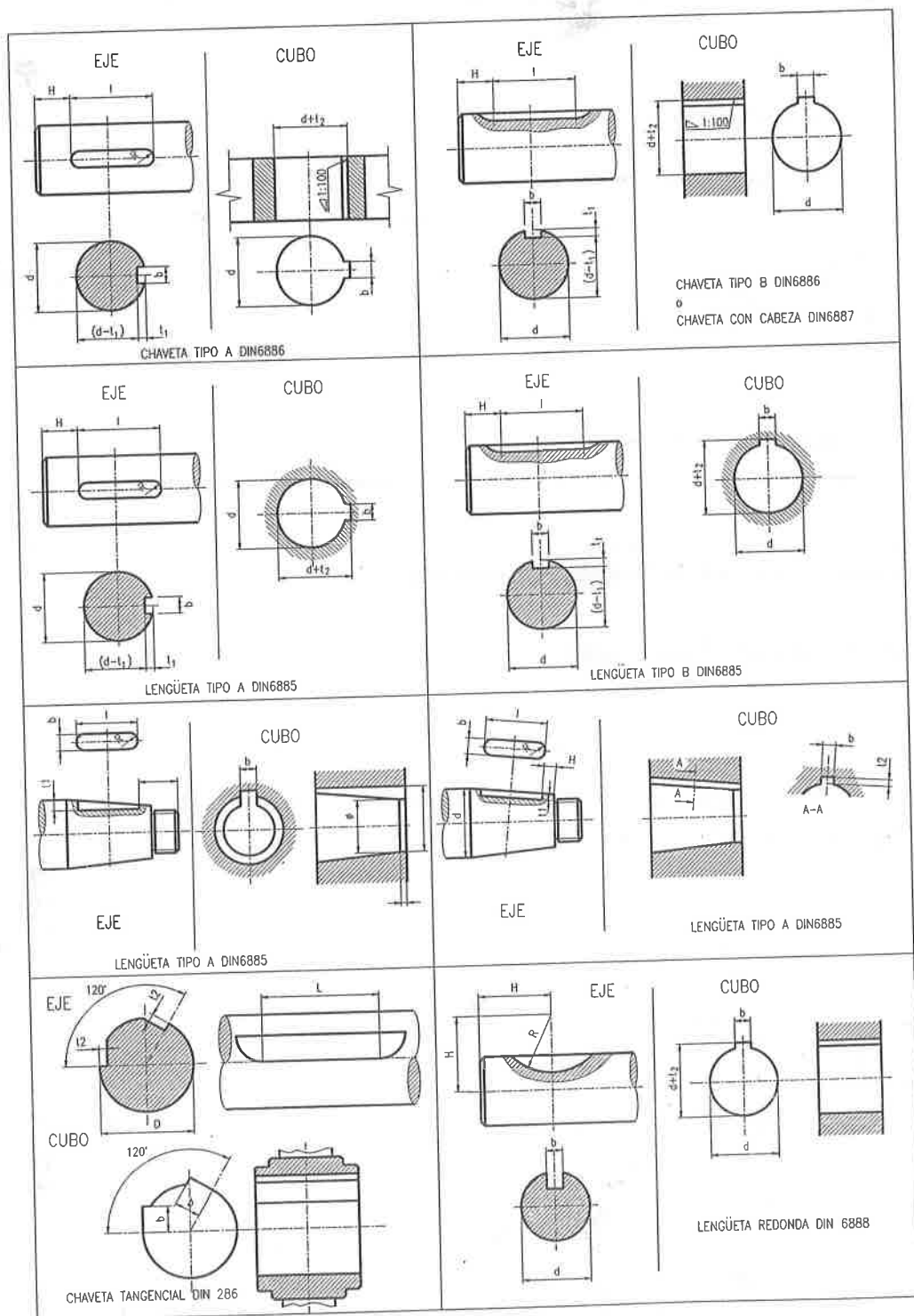


FIGURA 16.8. Representación en planos de ranuras sobre ejes y ruedas.

El radio de la fresa que se va a utilizar para las ranuras en los ejes con chavetas de extremos planos, no es preciso especificarlo, si no se considera estrictamente necesario determinar uno. A modo de orientación, se recomienda utilizar los siguientes valores:

Para diámetro de eje d	Diámetro mínimo de fresa S
10 a 30	65
30 a 60	75
60 a 100	85
más de 100	90

Las chavetas que están montadas sobre ejes cónicos pueden estar situadas en dirección paralela al eje del cono o paralela a la generatriz, según se puede ver en la figura 16.8. En cualquier caso, el diámetro a considerar a la hora de elegir las dimensiones normalizadas de la chaveta es el que corresponde al mayor diámetro del tronco de cono. Las vistas necesarias y las cotas que se deben reflejar en cada caso se muestran en la figura 16.8.

16.4. Ejes acanalados o ejes nervados

Los ejes acanalados o ejes nervados se utilizan cuando la potencia que se transmite es importante (y no basta con una chaveta). Los ejes acanalados son el resultado de realizar unas ranuras sobre el eje, dando lugar a unos nervios que cumplen la misma función que las chavetas. Es una solución más cara de fabricación que las uniones enchavetadas pero, sin embargo, permite una transmisión mayor de potencia.

16.4.1. Ejes nervados con flancos rectos

Son aptos para transmitir grandes pares. Sin embargo, no son aptos para grandes velocidades de rotación.

Sus dimensiones vienen definidas según las normas DIN 5461, DIN 5462 (serie ligera), DIN 5463 (serie media) y DIN 5464 (serie pesada).

En la designación se utiliza la letra *A* cuando se refiere al perfil del cubo nervado o la letra *B* cuando se refiere al perfil del eje nervado. Se designan como:

SERIE LIGERA:

Perfil de cubo nervado A n° nervios $\times d_1 \times d_2$ DIN 5462

Perfil de eje nervado B n° nervios $\times d_1 \times d_2$ DIN 5462

SERIE MEDIA:

Perfil de cubo nervado A n° nervios $\times d_1 \times d_2$ DIN 5463

Perfil de eje nervado B n° nervios $\times d_1 \times d_2$ DIN 5463

SERIE PESADA:

Perfil de cubo nervado A n° nervios $\times d_1 \times d_2$ DIN 5464

Perfil de eje nervado B n° nervios $\times d_1 \times d_2$ DIN 5464

Ejemplos:

- Perfil de cubo nervado A $6 \times 28 \times 32$ DIN 5462
- Perfil de eje nervado B $6 \times 28 \times 32$ DIN 5462
- Perfil de cubo nervado A $8 \times 46 \times 54$ DIN 5463
- Perfil de eje nervado B $8 \times 46 \times 54$ DIN 5463

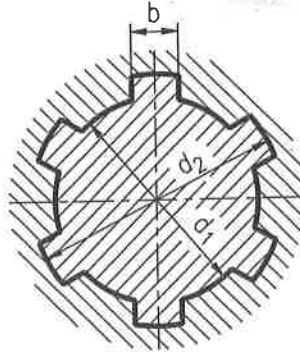


FIGURA 16.9. Ejes nervados de flancos rectos.

16.4.2. Ejes nervados con flancos de evolvente

Permiten grandes velocidades de rotación y muy buen centraje. Se proyectan y fabrican con las mismas técnicas que el dentado de engranajes.

Sus dimensiones vienen definidas según la norma DIN 5482. En la designación se utiliza la letra *A* cuando se refiere al perfil del cubo nervado o la letra *B* cuando se refiere al perfil del eje nervado. Se designan como:

Perfil de cubo nervado A $d1 \times d2$ DIN 5482

Perfil de eje nervado B $d1 \times d2$ DIN 5482

Ejemplos:

- Perfil de cubo nervado A 25×22 DIN 5482
- Perfil de eje nervado B 25×22 DIN 5482

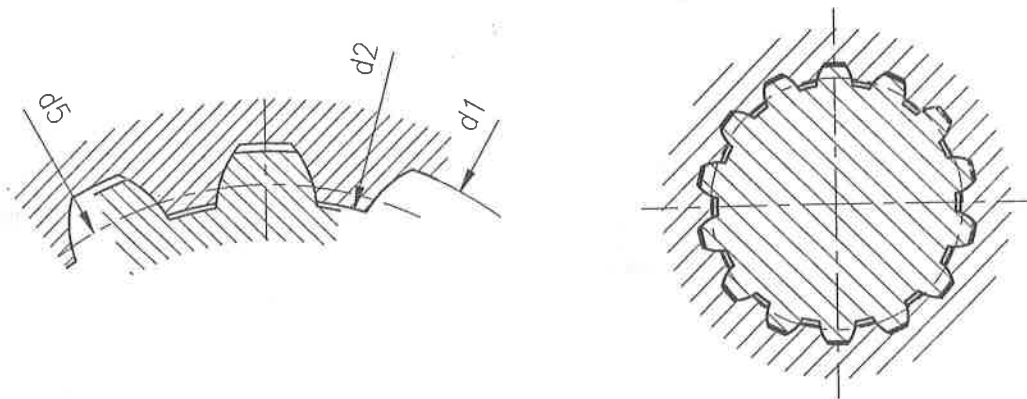


FIGURA 16.10. Ejes nervados con flancos de evolvente.

16.4.3. Ejes nervados con dientes entallados

Se obtiene con ellos un peor centrado que con los dos tipos anteriores, pero permite ajustar un elemento según distintas posiciones.

Sus dimensiones vienen definidas según la norma DIN 5481. En la designación se utiliza la letra *A* cuando se refiere al perfil del cubo nervado o la letra *B* cuando se refiere al perfil del eje nervado. Se designan como:

Perfil de cubo nervado A d1 × d3 DIN 5481

Perfil de eje nervado B d1 × d3 DIN 5481

Ejemplos:

- Perfil de cubo nervado A 12 × 14 DIN 5481
- Perfil de eje nervado B 12 × 14 DIN 5481

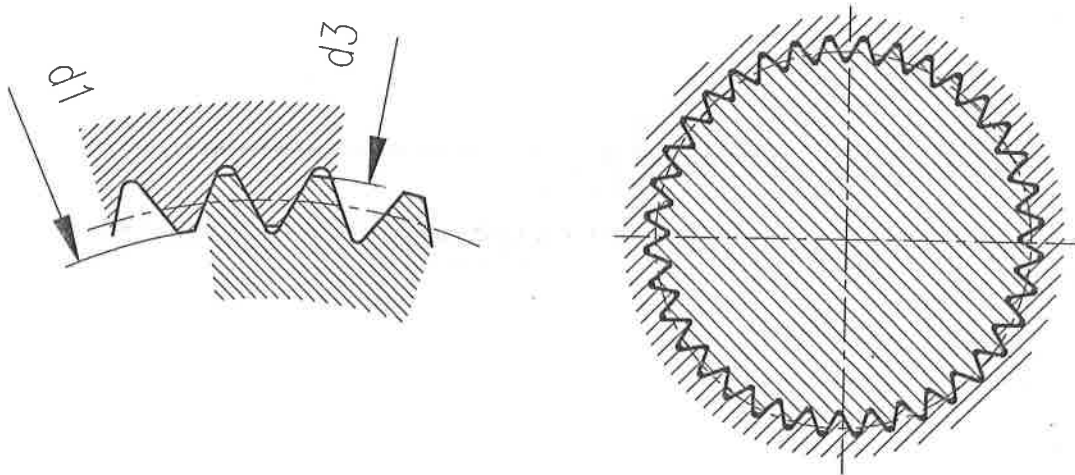


FIGURA 16.11. Ejes nervados con dientes entallados.

16.4.4. Representación y acotación en planos de acanaladuras

Las acanaladuras no son un elemento normalizado en sí sino que son una construcción normalizada que se hace sobre un elemento determinado (un eje o una rueda). La designación normalizada de esta construcción indica y define cuál es la forma exacta que deben tener, y debe situarse sobre los planos constructivos del elemento sobre el que aparecen. En la figura 16.12 se ofrecen algunos ejemplos de representación acotada de estos elementos.

La forma de representar gráficamente las acanaladuras es su representación real, sin simplificar, tal y como se ve en la figura 16.12, o la representación simplificada que se observa en la figura 16.12.

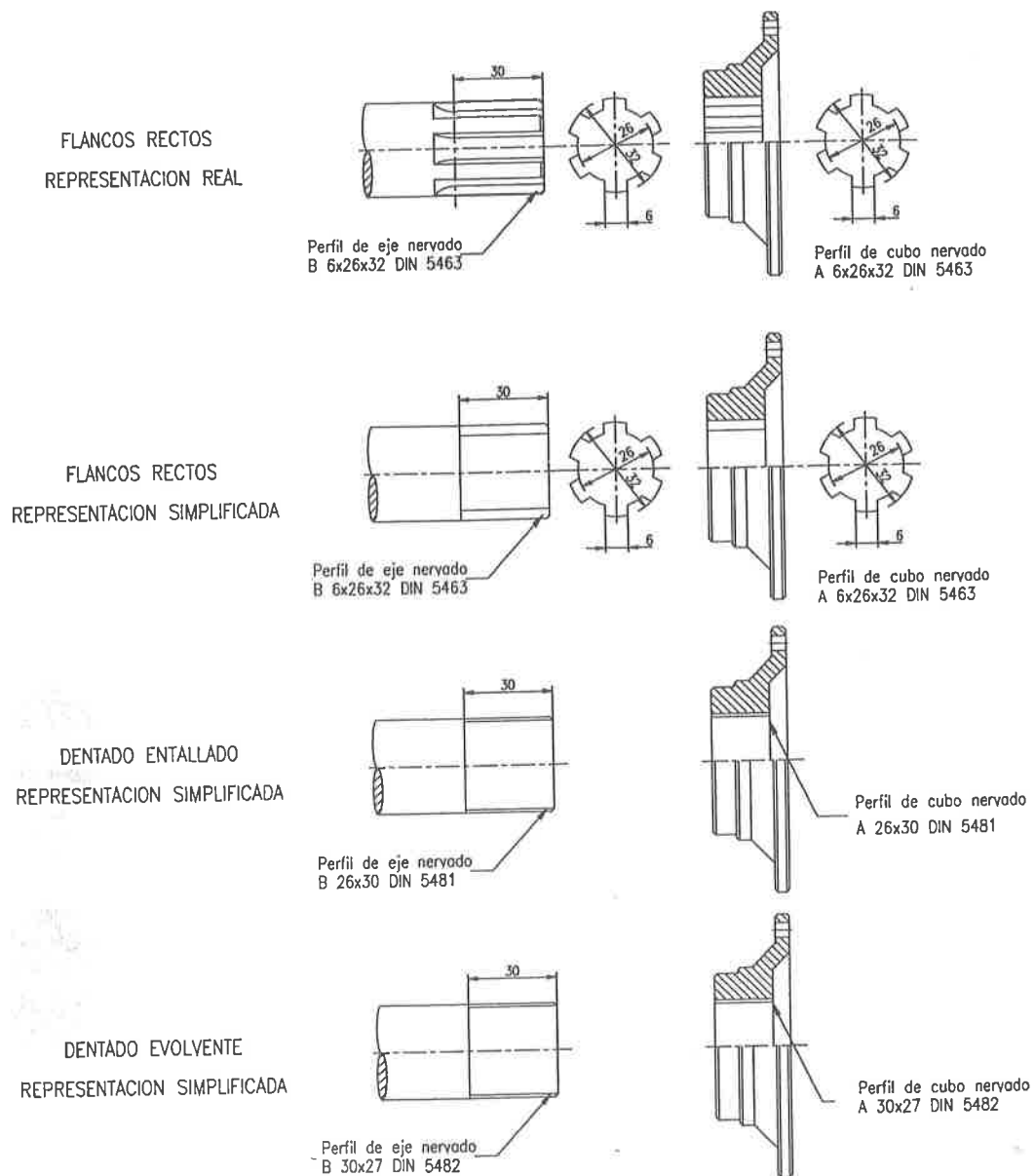


FIGURA 16.12. Representación en planos de acanaladuras.

16.5. Normativa

Seguidamente se indican las normas de aplicación en chavetas y ejes nervados.

Norma	Título
DIN 268	Chavetas tangenciales y chaveteros tangenciales para esfuerzos de choques alternativos.
DIN 271	Chavetas tangenciales y chaveteros tangenciales para esfuerzos invariables.
DIN 6885 h1	Lengüetas de ajuste. Ranuras. Forma alta.
DIN 6885 h2	Lengüetas de ajuste. Ranuras. Forma alta para máquinas herramientas. Dimensiones y aplicación.