

INTRODUCCIÓN

El taller de fresado que consiste en una operación de maquinado en la cual se hace pasar una parte de trabajo enfrente de una herramienta cilíndrica rotatoria con múltiples bordes o filos cortantes; permite realizar detalles a engranes especiales. Las maquinas fresadoras deben tener un husillo rotatorio para el cortador y una mesa para sujetar, poner en posición y hacer avanzar la parte de trabajo.

Es importante mencionar que el término engrane se refiere a una sola pieza, cuando varias de éstas piezas trabajan en conjunto se habla entonces de un engranaje.

La forma más básica de un engrane es una pareja de ruedas, una de ellas provistas de barras cilíndricas y la otra formada por dos ruedas unidas por barras cilíndricas. Los engranes propiamente tales son ruedas provistas de dientes que posibilitan que dos de ellas se conecten entre sí, los engranes se clasifican en tres grupos ; engranajes Cilíndricos (para ejes paralelos y que se cruzan) ,engranajes Cónicos (para ejes que se cortan y que se cruzan), tornillo sin fin y rueda helicoidal (para ejes ortogonales) ,los engranajes pueden ser desde muy pequeños hasta muy grandes, para facilitar la puesta en marcha y la detención de un mecanismo es importante que el engranaje tenga poca masa. El proceso de fabricación es el maquinado con fresas u otro mecanismo de corte, dependiendo del tamaño del engrane se debe recordar que se estos engranes se pueden fabricar por fundición, forjado, extrusión, estirado, laminado, metalurgia de polvos y troquelado de laminas.

PROCEDIMIENTOS PARA TALLAR ENGRANAJES POR MEDIO DE FRESADO

Los dientes de las ruedas dentadas cilíndricas, helicoidales y cónicas se conforman por fresado ordinario, por limado, o por fresado con fresa matriz (o tornillo-fresa).

Los cuatro principios de acción de las fresadoras para Engranajes son los siguientes

- 1.El principio de la herramienta conformada, que utiliza una herramienta o fresa que tiene la forma del espacio vacío a hueco entre dientes.
- 2.El principio de la plantilla, en el cual la acción de la herramienta cortante es guiada a controlada por una plantilla que corresponde a la curva del diente.
3. El principio odontográfico, en el cual la herramienta se guía por un mecanismo adecuado, de manera que su trayectoria se aproxime muy de cerca a la curva del diente.
4. El principio generador, en el cual una herramienta cuya sección transversal difiere de la forma del diente que se desea se mueve con tal movimiento relativo respecto a la rueda dentada que se está engendrando, que se obtiene como resultado la forma apropiada del diente.

Las máquinas que aplican el método 1 producen engranajes cilíndricos, espirales, helicoidales y de tornillo sin fin; las que utilizan los 2 y 3, ruedas dentadas cilíndricas y cónicas; y las que emplean el 4, cilíndricas, helicoidales, cónicas, cónicas espirales e hipoidales, así como ruedas dentadas para tornillo sin fin. Además, los métodos 1 y 2 se emplean para productos tales como ruedas de trinquetes y para cadenas y ejes ranurados.

Procedimientos para tallar engranajes cilíndricos.

Tres distintos procedimientos se emplean comúnmente para tallar ruedas dentadas cilíndricas: el de *fresado ordinario*, que utiliza una fresa de forma circular cuyo perfil corresponde a la forma del hueco entre dientes; el de *limado*, procedimiento de generación que utiliza una herramienta en forma de diente de cremallera o del

piñón que hace pareja con el engranaje que se talla; y el de *fresa matriz* o tornillo-fresa, el cual es también de generación, y emplea un cierto número de dientes de cremallera con flancos rectos, arrollados helicoidalmente en torno de un cuerpo cilíndrico.

Los estándares de la ASA, B6. 1, 1932, cubren cuatro formas de dientes para ruedas cilíndricas, como sigue:

1. El diente de $14\frac{1}{2}$ grados, de profundidad o altura completa y la forma compuesta de la cremallera básica (corresponde al sistema Brown y Sharpe).
2. El sistema de dientes mochos de 20 grados con cremallera básica de flancos rectos.
3. De $14\frac{1}{2}$ grados y profundidad completa con cremallera básica de flancos rectos.
4. El diente de 20 grados de profundidad completa con cremallera básica de flancos rectos.

Estos cuatro estándares representan una avenencia entre los numerosos estándares comerciales usados anteriormente.

Las ruedas dentadas de pasos grandes se tallan primero en basto, obteniéndose lo que podría llamarse un *engranaje por labrar* que servirá de base para acabados de la exactitud que se desee. En esta operación se arranca la mayor parte del metal comprendido entre los dientes como paso preparatorio para el acabado, que se lleva a efecto por uno de los tres procedimientos mencionados antes. Este trabajo se efectúa más económicamente por la fresa con forma o por el método de la fresa matriz o tornillo-fresa.

En donde se usa un diente de cremallera como herramienta generadora, es necesario que ruede la pieza base que se quiere labrar a medida que la va tallando la fresa y que se avance esta transversalmente después de cada carrera, de manera que se arranque una pequeña viruta en cada carrera, luego se gira la pieza base un ángulo pequeño y se avanza o gira la herramienta con la pieza base como si las dos estuvieran engranando. Es costumbre usar dos herramientas simultáneamente cuando se emplea este método para engendrar ruedas dentadas cónicas de dientes rectos, trabajando las herramientas sobre los lados o flancos opuestos del mismo diente.

El procedimiento de limado se utiliza en los *sistemas de Fellows y Sykes*, en los cuales se emplea una fresa de forma de piñón como herramienta de corte. Se lleva primero la fresa hasta la profundidad total del hueco que va a ser cortado, después de lo cual la fresa y la pieza giran juntas como si estuvieran engranando; o bien se pueden hacer girar la pieza y la fresa juntas mientras esta se va llevando hasta la profundidad apropiada. El movimiento de la fresa es alternativo, y el movimiento relativo de la fresa y la pieza base constituye el movimiento de avance. Aunque la fresa en sí misma tiene la forma de un piñón, la herramienta generadora usada en este caso es realmente un diente de cremallera, el cual fue utilizado para engendrar el diente del piñón.

El *procedimiento de la fresa matriz o tornillo-fresa* es muy usado donde se requieran una producción rápida y una gran exactitud. Esta última condición no pudo

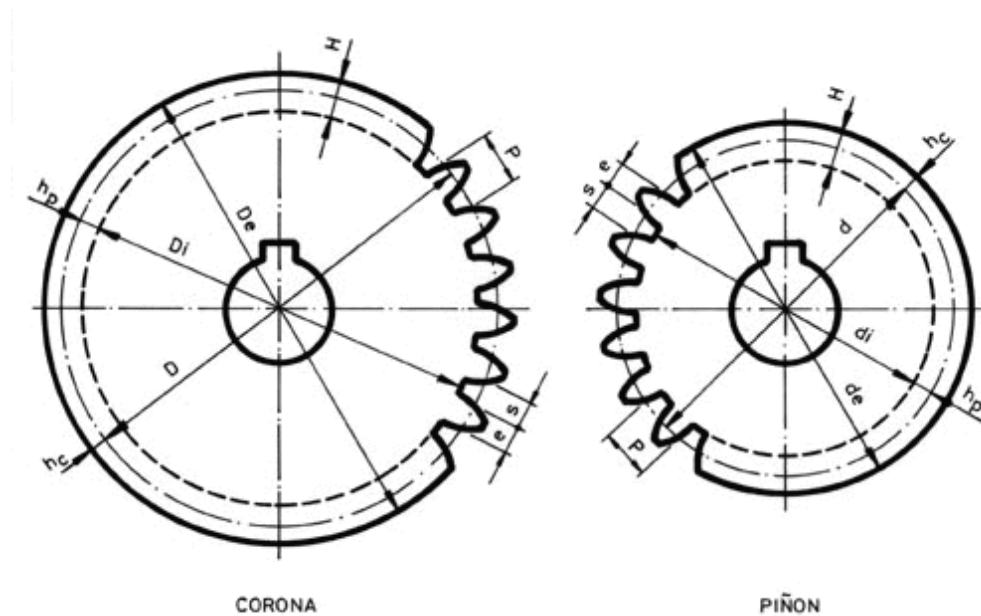
satisfacerse por este procedimiento hasta que se encontraron medios para afilar las fresas matrices en toda su extensión y con gran exactitud. Como tales fresas afiladas las pueden suministrar en la actualidad varios fabricantes, el procedimiento de la fresa matriz se está extendiendo cada vez más para fabricar ruedas dentadas con exactitud.

El proceso del tallado basto para formar el engranaje por labrar, preparatorio del acabado por la fresa matriz, se hace con frecuencia con una fresa-tornillo que puede estar sin afilar en dicho caso. La mayor velocidad que puede obtenerse y la mayor producción entre dos afilados sucesivos hacen que sea más económico emplear la

fresa afilada que sin afilar, a pesar de su precio más elevado. La fresa matriz sin afilar es útil cuando hayan de tallarse pocos engranajes de una misma clase, cuando el tiempo de ajuste, o colocación de la pieza y la fresa en la máquina, sea relativa-mente grande en comparación con el tiempo de corte, y cuando no se requiera gran exactitud.

El *principio de la plantilla* se emplea a veces para ruedas dentadas muy grandes, como las que trabajan en los laminadores. Tales engranajes no son realmente intercambiables con otros. Las máquinas funcionan sobre el principio del cepillo o la limadora.

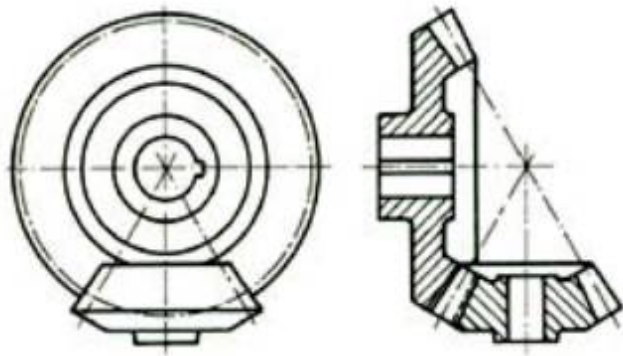
Para la talla basta o inicial de los grandes engranajes cónicos, se utilizan máquinas que emplean el principio de la plantilla. El cepillo Gleason para engranajes cónicos para pequeñas ruedas intercambiables es de este tipo.



Procedimientos para la talla de engranajes cónicos.

El método de fresado es muy usado para la talla inicial o por labrar de las ruedas cónicas. Las ruedas cónicas de precisión con dientes rectos no pueden terminarse con una fresa conformada. El método más común para tallar engranajes cónicos es el de generación, y la máquina más comúnmente usada para este objeto es el *generador Gleason de engranajes cónicos*, el cual utiliza una corona dentada para controlar el movimiento del diente de cremallera básica con flancos rectos como herramienta generadora. Se puede usar una sola herramienta, pero más generalmente se emplean dos simultáneamente, trabajando sobre los dos flancos de un diente.

Las *ruedas dentadas cónicas espirales* tienen dientes curvos que no son espirales verdaderas. Se usa una fresa circular, parecida a la cilíndrica o recta, o sea la fre-sadora acepilladora. Se emplean cuchillas con sección de diente de cremallera con flancos rectos. En el desbastado, para proporcionar inclinación radial o salida para la viruta, los dientes alternos tallan los flancos opuestos de un hueco entre dientes. Después de acabado o terminado el hueco, se gira la pieza base con un índice del plato divisor, justamente como cuando se tallan dientes rectos o de engranajes cilíndricos.



Para el acabado en la fabricación en serie, se usa una fresa, la cual sólo termina un flanco de los dientes. Un segundo juego de máquina y fresa termina el otro flanco de los dientes. Las ruedas dentadas hipoidales se labran en la actualidad en *generadores hipoidales Gleason* con la fresa colocada unos 5 cm por debajo del centro del piñón. Recientemente, la Illinois Tool Co. introdujo los engranajes "Spiroid"; se parecen éstos a los hipoidales y son para transmisiones en ángulo recto y con altas relaciones. El piñón es en forma de una rosca cónica con uno o más filetes.

Los engranajes de esta forma complicada, que no se pueden rectificar después del tratamiento térmico, son asentados con frecuencia haciendo marchar juntos mecánicamente la rueda dentada y su piñón, con un aceite que contenga un fino abrasivo pulverizado entre los dientes que engranan.

Los *engranajes interiores* se tallan por el principio generador con fresa de piñón y por el procedimiento de limado (máquina Fellows) y con una fresa de diente de cremallera de una punta y por el procedimiento de generación (máquina Bilgrim).

Las *cremalleras* se tallan por el principio de la fresa circular conformada y por el procedimiento de fresado ordinario, y con la fresa de piñón por el principio de generación.

Los *engranajes helicoidales* se tallan por el principio de la fresa circular conformada y el procedimiento de fresado, el principio de generación y el fresado con fresa matriz, y por el principio de generación y el procedimiento de limado (máquina Fellows).

Los *tornillos sin fin o gusanos* se tallan por el principio de la fresa circular conformada y el procedimiento de fresado (fresadora de roscar); por el principio de la cuchilla conformada y el procedimiento de torneado; por medio de la fresa de piñón y el procedimiento de generación (máquina Fellows); y por el procedimiento de la fresa matriz. Los tornillos sin fin de gran avance son acabados por los flancos de los dientes con una herramienta de corte lateral en el torno, o bien por rectificado a esmeril.

Las *ruedas para tornillos sin fin* se tallan por el principio de generación y el procedimiento de fresado con fresa matriz. Se usan tres formas de fresas, la fresa matriz recta, la fresa matriz cónica y la fresa perfilada simple. La primera requiere el mecanismo más simple; una fresadora ordinaria es suficiente, pero las fresas matrices, o tornillos-fresa, son costosos. La fresa perfilada simple se fabrica fácilmente y con exactitud, pero requiere una máquina complicada para usarla. La fresa matriz cónica se adapta a trabajos grandes y a un gran número de piezas. Con frecuencia se rectifican los tornillos sin fin después de templados.

Fresas para engranajes.

Las fresas circulares conformadas para dientes de envolverte, en un sistema estándar intercambiable, se fabrican en juegos de ocho, para tallar engranajes que varían desde piñones de 12 dientes hasta una cremallera.

Para el desbaste o talla inicial de los huecos entre los dientes se usan *fresas desbastadoras* que tienen inclinación lateral o filos curvos para romper las virutas. Estas sólo dejan por quitar con la fresa regular una pequeña cantidad de metal, aumentan la precisión de las ruedas dentadas y ahorran desgaste de las fresadoras de acabado. Una fresa desbastadora sirve para todos los engranajes del mismo paso. El término *fresa de desbaste* se aplica también a una fresa cóncava que lleva acoplada una fresa regular para engranajes y es empleada para acabar la periferia del disco base utilizado para tallar la rueda dentada, la cual va fresando por delante de la fresa para engranajes.

Aditamentos y accesorios para fresas

Esta disponible en una gran variedad de accesorios para aumentar la adaptabilidad y productividad de una fresadora. Hay tres clases de accesorios:

Los que aumentan la adaptabilidad de la máquina, como el aditamento para fresado vertical y el aditamento para ranurar.

Los que sirven para sujetar las fresas o cortadoras, como son los arboles, collares y adaptadores.

Los que sujetan la pieza de trabajo para maquinarla, como las prensas, dispositivos y abrazaderas.

Acabado de los engranajes.

El funcionamiento silencioso de los engranajes ha sido la meta perseguida por la ingeniería de fabricación durante años. Las ondas sonoras inconvenientes se producen por un error muy ligero del perfil del diente, de su tamaño, del hueco o de la concentricidad. En los engranajes de acero, tratados térmicamente después de labrados, no se pueden conservar en forma adecuada sus contactos ni sus superficies. Los dientes deben ser acabados al tamaño y a la forma exactos con la superficie de contacto adecuada y deben terminarse, después de tallados, por limado y bruñido, y luego de su tratamiento térmico han de rectificarse a esmeril y pulirse con pulidor aplanillado. Las ruedas dentadas se labran dejando suficiente metal sobre la superficie del diente para que haya un margen para distorsión o deformación y para permitir la limpieza después de la operación de acabado. Las *máquinas limadoras de engranajes* fabricadas con una fresa de cremallera recta o con una circular para engranajes, hacen que la rueda que se talla marche en contacto con la fresa. La fresa de forma precisa tiene dientes muy exactos, con cortes o ranuras en uno o más puntos a lo largo de su superficie. A medida que la rueda que se talla va marchando sobre esta fresa, con sus ejes cruzados a 10 ó 15 grados, hay un movimiento axial de deslizamiento que produce la separación de pequeñísimas partículas de metal, consiguiendo así que su diente de la rueda alcance la exactitud final de la fresa, dentro de límites de 0.00063 cm. "Gerac" Es un procedimiento para el acabado o terminado de los dientes que previamente se han tallado bastante. La fresa, que se parece a la Fellow para engranajes helicoidales, marcha engranando con la rueda que se talla en un eje muy cruzado. Su acción es semejante al limado.

El *bruñido* de las ruedas dentadas no templadas se efectúa haciéndolas marchar a presión con una o entre tres ruedas bruñidoras templadas y ligeramente mayores que su tamaño normal. La máquina bruñidora de dientes de engranajes de la City Machine and Tool Works Bolender tiene una o tres ruedas dentadas motrices que trabajan a 350 r.p.m. y hasta 25 revoluciones en un sentido, después de lo cual invierten su movimiento y luego se paran.

Los dientes templados son acabados por rectificado o asentado. El *rectificado* puede hacerse con una rueda abrasiva que tenga la forma exacta del hueco entre dientes, en una máquina semejante a un cepillo, como la fabricada por la Cedar Grinding Machine Co. Las ruedas pequeñas permiten rectificar engranajes cercanos a algún resalto. También se usan ruedas de este tipo para rectificar tornillos sin fin de acero templado hasta de 20 cm de diámetro y 30 cm de largo. La rueda de rectificar puede ser plana lateralmente, inclinarse un ángulo igual al de oblicuidad, y engranar la superficie del diente por una acción de cepillo y de rodamiento. La

rectificadora limadora de la Pratt y Whitney y las rectificadoras Less–Bradner de una y de dos ruedas son de este tipo.

En el *asentado (lapping)* o pulido con pulidor aplantillado, el engranaje que se talla se hace marchar engranando, con sus ejes cruzados, con pulidor aplantillado de fundición. A medida que trabajan juntos, los dientes deslizan axialmente, produciendo así una abrasión igual sobre toda la superficie del diente. Entre el engranaje que se talla y el pulidor aplantillado se va colocando un aceite que contenga un abrasivo fino mientras marchan juntos. Las máquinas pulidoras de este tipo son fabricadas por la National Broach and Machine Co. y la Michigan Tool Co. Los engranajes cónicos de dientes rectos, los cónicos espirales y los hipoidales se pulen con pulidor aplantillado en una máquina Gleason, la cual proporciona un pequeño movimiento alternativo al piñón durante el trabajo de pulimento.

Conclusiones

- Los engranes propiamente tales son ruedas provistas de dientes que posibilitan que dos de ellas se conecten entre si, este mecanismo permite transformar movimiento circular en movimiento lineal para mover puertas, accionar mecanismos y múltiples aplicaciones en máquinas de producción en línea.
- Las fresadoras son maquinas herramienta que se utilizan para producir una o mas superficies maquinadas exactas en la pieza de trabajo por medio de una o mas fresas rotatorias que tienen filos individuales o múltiples.
- El uso principal de estas fresas es para producción en volumen de piezas idénticas. Estas fresadoras pueden ser semiautomáticas o automáticas y son de construcción sencilla pero fuerte. Los dispositivos sujetos en la mesa sujetan la pieza de trabajo para una gran variedad de operaciones de fresado, según el tipo de fresa o aditamento especial instalados en el husillo.
- La herramienta de corte que se usa en la generación de engranes puede ser una de las siguientes; un cortador en forma de piñón, un cortador recto, en forma de cremallera y una fresa generadora o generatriz .

Bibliografía

Manufatura Ingeniería y Tecnología. Kalpajian. Cuarta Edición. Prentice may.

Manual del Ingeniero Mecánico. Lionel S Marks. Primera Edición en Español. Editorial Hispanoamericana

ANEXOS

Centro de maquinado multifunciones Integrex 200–II–Y

El Integrex es una máquina extremadamente versátil que combina la arquitectura de un torno con la de un centro de maquinado, pudiendo hacer operaciones de torneado, fresado, barrenado, generado de engranes, temple láser, brochado de



chaveteros, barrenado profundo, etc. Su husillo principal de 30HP y su husillo de fresado de 20HP, además de sus 5 ejes controlados numéricamente (X,Y,Z,C,B) hacen de este equipo un herramienta de excepcional utilidad en la industria de prototipos tanto como en la producción dedicada.

Fresa cortadora de engranes

Este tipo de fresadora esta dentro del grupo de *fresas perfiladas*, las cuales tienen la forma o perfil exactos de la pieza que se va a producir y permiten la reproducción exacta de piezas de forma irregular a menor costo que con la mayor parte de las otras fresas.

En este caso la fresa tiene exactamente la forma del engrane que se desea tallar. La sujeción es



de la misma manera que la fresa de corte lateral.