

ENGRANES:

Se denomina **engranaje** o **ruedas dentadas** al **mecanismo** utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una **máquina**. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina **corona** y el menor **'piñón'**. Un engranaje sirve para transmitir **movimiento circular** mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el **eje** de una fuente de energía, como puede ser un **motor de combustión interna** o un **motor eléctrico**, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo. De manera que una de las ruedas está conectada por la **fuerza de energía** y es conocido como engranaje motor y la otra está conectada al eje que debe recibir el movimiento del eje motor y que se denomina engranaje conducido.¹ Si el sistema está compuesto de más de un par de ruedas dentadas, se denomina *'tren'*.

La principal ventaja que tienen las transmisiones por engranaje respecto de la transmisión por **poleas** es que no patinan como las poleas, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión.

Desde épocas muy remotas se han utilizado cuerdas y elementos fabricados en madera para solucionar los problemas de **transporte**, **impulsión**, **elevación** y **movimiento**. Nadie sabe a ciencia cierta dónde ni cuándo se inventaron los engranajes. La literatura de la antigua **China**, **Grecia**, **Turquía** y **Damasco** mencionan engranajes pero no aportan muchos detalles de los mismos.

El mecanismo de engranajes más antiguo de cuyos restos disponemos es el **mecanismo de Anticitera**.² Se trata de una calculadora astronómica datada entre el 150 y el 100 **a. C.** y compuesta por al menos 30 engranajes de **bronce** con dientes triangulares. Presenta características tecnológicas avanzadas como por ejemplo trenes de **engranajes epicicloidales** que, hasta el descubrimiento de este mecanismo, se creían inventados en el siglo XIX. Por citas de **Cicerón** se sabe que el de Anticitera no fue un ejemplo aislado sino que existieron al menos otros dos mecanismos similares en esa época, contruidos por **Arquímedes** y por **Posidonio**. Por otro lado, a Arquímedes se le suele considerar uno de los inventores de los engranajes porque diseñó un **tornillo sin fin**.

En China también se han conservado ejemplos muy antiguos de máquinas con engranajes. Un ejemplo es el llamado "carro que apunta hacia el Sur" (120-250 d. C.), un ingenioso mecanismo que mantenía el brazo de una figura humana apuntando siempre hacia el Sur gracias al uso de engranajes diferenciales epicicloidales. Algo anteriores, de en torno a 50 d. C., son los **engranajes helicoidales** tallados en madera y hallados en una tumba real en la ciudad china de **Shensi**.²

No está claro cómo se transmitió la tecnología de los engranajes en los siglos siguientes. Es posible que el conocimiento de la época del mecanismo de Anticitera sobreviviese y contribuyese al florecimiento de la ciencia y la tecnología en el **mundo islámico** de los siglos IX al XIII. Por ejemplo, un manuscrito **andalusí** del siglo XI menciona por vez primera el uso en **relojes** mecánicos tanto de **engranajes epicíclicos** como de **engranajes segmentados**.³ Los trabajos islámicos sobre astronomía y mecánica pueden haber sido la base que permitió que volvieran a fabricarse calculadoras astronómicas en la Edad Moderna. En los inicios del **Renacimiento** esta tecnología se

utilizó en [Europa](#) para el desarrollo de sofisticados relojes, en la mayoría de los casos destinados a edificios públicos como [catedrales](#).⁴

[Leonardo da Vinci](#), muerto en [Francia](#) en 1519, dejó numerosos dibujos y esquemas de algunos de los mecanismos utilizados hoy diariamente, incluido varios tipos de engranajes de tipo helicoidal.

Los primeros datos que existen sobre la transmisión de rotación con [velocidad angular](#) uniforme por medio de engranajes, corresponden al año [1674](#), cuando el famoso astrónomo danés [Olaf Roemer](#) (1644-1710) propuso la forma o perfil del diente en [epicicloide](#).

[Robert Willis](#) (1800-1875), considerado uno de los primeros [ingenieros mecánicos](#), fue el que obtuvo la primera aplicación práctica de la epicicloide al emplearla en la construcción de una serie de engranajes intercambiables. De la misma manera, de los primeros matemáticos fue la idea del empleo de la evolvente de círculo en el perfil del diente, pero también se deben a Willis las realizaciones prácticas. A Willis se le debe la creación del [odontógrafo](#), aparato que sirve para el trazado simplificado del perfil del diente de evolvente.

Es muy posible que fuera el francés [Phillipe de Lahire](#) el primero en concebir el diente de perfil en evolvente en 1695, muy poco tiempo después de que Roemer concibiera el epicicloidal.

La primera aplicación práctica del diente en evolvente fue debida al suizo [Leonhard Euler](#) (1707). En 1856, [Christian Schiele](#) descubrió el sistema de fresado de engranajes rectos por medio de la [fresa madre](#), pero el procedimiento no se llevaría a la práctica hasta 1887, a base de la patente Grant.⁵

En 1874, el norteamericano [William Gleason](#) inventó la primera fresadora de engranajes cónicos y gracias a la acción de sus hijos, especialmente su hija [Kate Gleason](#) (1865-1933), convirtió a su empresa [Gleason Works](#), radicada en Rochester (Nueva York, EEUU) en una de los fabricantes de máquinas herramientas más importantes del mundo.

En 1897, el inventor alemán [Robert Hermann Pfauter](#) (1885-1914), inventó y patentó una máquina universal de dentar engranajes rectos y helicoidales por fresa madre. A raíz de este invento y otras muchos inventos y aplicaciones que realizó sobre el mecanizado de engranajes, fundó la empresa Pfauter Company que, con el paso del tiempo, se ha convertido en una multinacional fabricante de todo tipo de máquinas-herramientas.

En 1906, el ingeniero y empresario alemán [Friedrich Wilhelm Lorenz](#) (1842-1924) se especializó en crear maquinaria y equipos de mecanizado de engranajes y en 1906 fabricó una talladora de engranajes capaz de mecanizar los dientes de una rueda de 6 m de diámetro, módulo 100 y una longitud del dentado de 1,5 m.

A finales del siglo XIX, coincidiendo con la época dorada del desarrollo de los engranajes, el inventor y fundador de la empresa Fellows Gear Shaper Company, [Edwin R. Fellows](#) (1846-1945), inventó un método revolucionario para mecanizar tornillos sin fin glóbcicos tales como los que se montaban en las cajas de dirección de los vehículos antes de que fuesen hidráulicas.

En 1905, M. Chambon, de Lyon (Francia), fue el creador de la máquina para el dentado de engranajes cónicos por procedimiento de fresa madre. Aproximadamente por esas fechas [André Citroën](#) inventó los engranajes helicoidales dobles.⁶