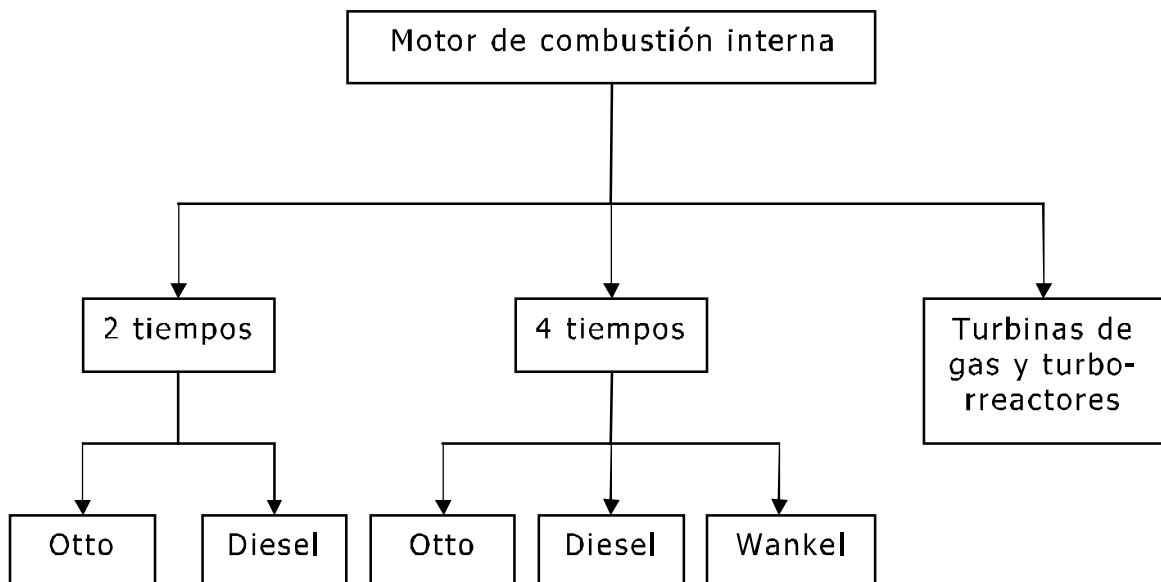


# INTRODUCCIÓN

El motor de combustión interna ha evolucionado mucho desde los inicios hasta el día de hoy, desde los comienzos de esta tecnología donde nadie apostaba por él, debido a que la máquina de vapor era más competente, hasta el día de hoy donde es el motor más utilizado del mundo para el transporte.

El motor de combustión interna ha mejorado en muchos aspectos, el rendimiento de los motores ha evolucionado desde el orden del 10% que alcanzaban los primeros motores, hasta el 35% o 40% que se alcanzan hoy en día. El rendimiento de los motores no es el único aspecto que se ha mejorado, sino que a base de nuevas tecnologías aplicadas, diversas aplicaciones electrónicas, mejoras en los combustibles, materiales más ligeros y resistentes, etcétera, han conseguido potencias brutales en estos motores térmicos.

Con las nuevas tecnologías se ha mejorado también la duración de estos motores, donde hoy en día con la electrónica se intenta optimizar el motor suprimiendo algunas piezas móviles que pueden causar problemas como averías, también de esta manera conseguimos que el mantenimiento del motor sea reducido considerablemente, haciendo de éstos, máquinas más asequibles y abaratar costes en la producción y en su mantenimiento.



# OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo bibliográfico es el de dar una visión lo más generalizada posible sobre los motores de combustión interna, de su funcionamiento interno y poder apreciar el avance tecnológico de éstos.

Para entender correctamente los motores de combustión interna y su funcionamiento a partir de este trabajo, no hace falta tener conocimientos técnicos ni matemáticos, sino que este trabajo ha sido elaborado para que cualquier persona de cualquier rama académica sea capaz de entenderlo.

El trabajo se centra en los motores de combustión interna de cuatro tiempos, especialmente en los motores Otto y Diesel, ya que son los motores de combustión interna más utilizados hoy en día.

En este trabajo se trata por igual todos los temas, es decir, que todos los temas se extienden por igual dependiendo siempre de la importancia que tienen para entender el resto de apartados.

El trabajo se divide en dos apartados: la introducción, donde se explicará la historia de los motores de combustión interna y se darán los conceptos básicos para entender el funcionamiento del motor de cuatro tiempos. En el segundo apartado se centra en los motores de cuatro tiempos, donde se explican los sistemas principales e imprescindibles para su funcionamiento (partes del motor, alimentación y distribución, encendido, refrigeración y lubricación).

Como último tenemos la práctica del apartado de mantenimiento de un motor, donde se darán las pautas a seguir para el mantenimiento básico de un motor de 4 tiempos de un automóvil.

En este trabajo se va diferenciando en cada apartado el progreso con el tiempo de cada sistema y cada componente del motor, es decir, lo que se utilizaba antiguamente y lo que se utiliza hoy en día. En el final de algunos apartados se explica más concretamente las tecnologías que se utilizan en la actualidad (encendidos electrónicos, distribuciones variables, colectores variables, etcétera) para así poder ver el progreso que han tenido los motores de combustión interna.

# HISTÓRIA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Desde que el inventor francés Denis Papin en el año 1687 construyera su primera máquina de vapor capaz de moverse por sí sola, hasta el triunfo del ingeniero James Watt con su otra máquina de vapor con un notable y mejorable rendimiento, hubieron muchas modificaciones, que cada vez mejoraban más esta tecnología, pero había otro competidor que iba a llegar mucho más lejos, el motor de combustión interna.

A mediados del siglo XIX la máquina de vapor funcionaba bien, pero tenía el problema de su gran volumen para la aplicación en vehículos. Se necesitaba un motor que combinase el hornillo, la caldera y el cilindro de la máquina de vapor en una unidad pequeña y ligera. La máquina de combustión interna en la cual el combustible inyectado, mezclado con aire, se hace estallar para mover un pistón dentro de un cilindro, resultó ser la solución más adecuada.

La patente más antigua registrada para un motor de explosión se remonta al año 1800, cuando Philippe Lebon propuso e ideó un motor cuya mezcla de aire y gas alumbrado se quemaría dentro de un cilindro con el objetivo de mover un pistón.

Aunque Lebon no llevó a la práctica su idea, ésta fue aprovechada en 1807 por Rivaz. Aunque el motor de Rivaz progresó notablemente, aún no rendía lo suficiente como para llevarlo a la práctica. En 1852, el Francés de origen Belga, Ettiene Lenoir, construyó una máquina equipada con un motor de explosión de dos tiempos con autoencendido capaz de moverse por sí sola, el cuál consiguió con éxito un viaje de diez millas entre París y Joinville-le-Port a la pobre velocidad de 3 kilómetros a la hora. Aún así era muy poco potente para competir con la máquina de vapor de Watt. En 1862, Alphonse Beau de Rochas, mejoró notablemente esta máquina, comprimiendo la mezcla antes de su combustión e ideó un ciclo de cuatro tiempos.

La idea de Rochas fue adaptada por esa época por el ingeniero alemán Nikolaus August Otto, quien fabricó eficientes motores fijos de gas, y enunció con claridad sus principios de funcionamiento.



*(En la izquierda vemos a Nikolaus August Otto, nombre al que se le da también al motor de explosión, gracias a su aportación sobre los principios básicos y la construcción de motores)*

Nikolaus August Otto, que dejó su trabajo como comerciante para dedicarse a los motores de combustión interna, construyó en 1861 un motor de combustión interna, que consumía gas de alumbrado, para su comercialización se asoció con

el industrial Eugen Langen y fundaron juntos una fábrica en Colonia en 1864.

En 1876 perfeccionó el motor construido en 1861 mediante los conocimientos estudiados por Alphonse Beau de Rochas sobre el ciclo de cuatro tiempos.

Este motor, logró superar la eficacia del motor de combustión externa a vapor de Watt, por lo que se empezaban a montar estos motores en la industria. A pesar del éxito económico inicial de sus motores, Otto perdió la patente en 1886, al descubrirse la anterioridad del invento del ciclo de cuatro tiempos por Alphonse Beau de Rochas.

Entre los colaboradores de Otto se encontraba Gottlieb Daimler, quien sería el que sustituyó el motor de gas construido por Otto, por un motor alimentado con gasolina.

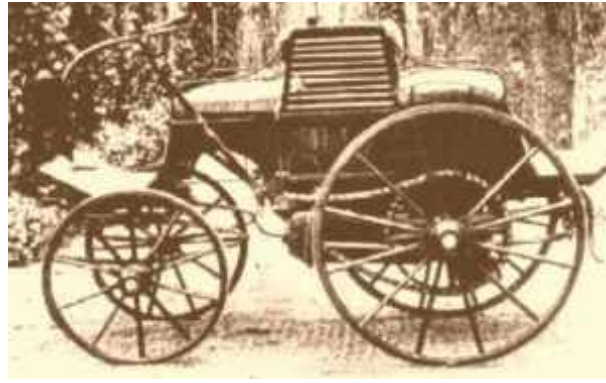
Antes que él, en 1875 el austríaco Siegfried Marcus construyó un motor de gasolina lento de cuatro tiempos con un dispositivo magnético de encendido. Infortunadamente para él y para el progreso de la técnica de esa época, su motor hacía un ruido tan desagradable al funcionar que las autoridades de Viena le prohibieron seguir con sus experimentos.

Siete años más tarde, en 1883, Daimler, en compañía de Maybach, empezó a ensayar los primeros motores de gasolina. Su construcción era tan compacta que resultaron adecuados para vehículos ligeros, y alcanzaron regímenes de novecientas revoluciones por minuto.

En 1885 fue montado uno de estos motores en una especie de bicicleta de madera, y al año siguiente en un carruaje de cuatro ruedas. En 1889, Daimler, dio otro paso fundamental al construir el motor definitivo para automóvil. Al mismo tiempo, otro alemán, el mecánico Karl Benz, de Mannheim, estaba trabajando en el mismo sentido, y en 1885 patentó un automóvil con un motor de cuatro tiempos y estructura de tubos, lo cual representaba un peso total más conveniente en relación a la capacidad del motor.

Tanto los inventos de Daimler como de Benz llamaron extraordinariamente la atención en Francia, nación que hizo todo lo posible por poseerlos. La patente de Daimler fue comprada por los ingenieros galos René Panhard y Emile Levassor, cuya ambición era construir un auténtico vehículo equipado con un motor de explosión.

Estos dos hombres empezaron sus primeros ensayos entre 1890 y 1891. Una vez acabado su primer vehículo, realizaron un viaje de ida y vuelta entre la Porte d'Ivry y el viaducto de Auteuil, en Francia, el cuál se realizó con total éxito. Juntos, dieron comienzo entonces a la industria del automóvil con la fundación de la primera empresa de automóviles del mundo, Panhard-Levassor.



*Primer vehículo construido por la primera empresa de automóviles, Panhard-Levassor equipado con un motor de gasolina.*

El motor de gasolina desarrollado por Daimler en aquel entonces era el más eficaz y el que dominaba toda la maquinaria industrial y de la industria automovilística, pero por otra parte, otro ingeniero trabajaba con el fin de superar el motor ideado por Otto.

Ese ingeniero francés, llamado Rudolf Diesel, patentó en 1892, lo que iba a ser la máquina térmica más eficiente de todos los tiempos, el motor Diesel.



Rudolf Diesel nació el 18 de marzo de 1858 en París, hijo de inmigrantes bávaros. En 1870 tuvieron que abandonar Francia al estallar la guerra franco-prusiana, y se dirigieron a Inglaterra. Desde Londres, Rudolf fue enviado a Augsburgo (Alemania), donde continuó con su formación académica hasta ingresar en la Technische Hochschule de Munich, donde estudió ingeniería bajo la tutela de Carl von Linde.

En 1875, a la edad de 17 años, fue discípulo de su antiguo tutor e inventor de la nevera Carl von Linde en Munich, con lo que le dio cierta experiencia a la hora de inventar cosas. Más tarde, regresó a París como representante de la empresa de máquinas frigoríficas de su maestro.

En 1890, se trasladó a Berlín para ocupar un nuevo cargo en la empresa de Von Linde. Allí estudió la idea de diseñar un motor de combustión interna, con la capacidad de superar al motor de Otto, y acercarse lo máximo posible al rendimiento energético teórico ideal enunciado por Carnot.

En 1892, obtuvo la patente alemana de su motor, y un año después publicó, con el título *Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmotors*, una detallada descripción de su motor.

Entre 1893 y 1897 estuvo llevando a cabo en MAN (perteneciente al grupo Krupp), el desarrollo y construcción de sus motores Diesel.

El primer motor que construyó, explotó durante la primera prueba, pero Rudolf sobrevivió y continuó su trabajo, hasta 1897, después de varios estudios y mejoras, cuando construyó un motor Diesel, con una potencia de 25 caballos de vapor y un rendimiento del 10%.

Al año siguiente, mejoró este motor, alcanzando un rendimiento del 18%, donde superó con creces la eficacia del motor de Otto, fue entonces cuando se implementaron sus motores a la industria.



*(Uno de los primeros motores Diesel construido en el año 1906)*

Años más tarde, otro ingeniero alemán, ideó otro tipo de motor de combustión interna, el motor rotativo, aunque años antes ya se había propuesto de hacer, nunca se había llevado a cabo, pero ese ingeniero alemán en 1936, Félix Wankel, patentaría el diseño de un motor rotativo que llevaría su nombre, el motor rotativo Wankel.



Félix Wankel nació el 13 de agosto de 1902 en Lahr, en el bosque negro en Alemania, hijo único de Rudolf Wankel, el cual murió durante la primera guerra mundial.

Wankel salió de la escuela en la edad de 19 años, pero él ganó el reconocimiento académico dentro de su propio tiempo en que le concedieron un grado honorario del Doctorado de Technische Universität München en 1969. Su primer trabajo fue de aprendiz de ventas para un editor en Heidelberg, pero le dedicó

poco esfuerzo, perdiendo el trabajo de las ventas en 1924.

Wankel, que ya dominaba en el estudio de los motores de combustión interna, presentó en 1926 un diseño de un tipo de turbina que quiso patentar, pero no se la concedieron porque ya había sido estudiada en un diseño de Enke en 1886.

Los motores rotativos, ya habían sido ideados desde hacía cientos de años, Agostino Ramelli en 1588 fue el primero, pero no se llevo a cabo en los motores de combustión interna.

También, en 1759 Vatio de James fabricó un motor de vapor de pistón rotatorio, en 1903 Juan Cooley hizo un motor tipo Wankel, y en 1908 Umpleby lo aplicó a la combustión interna, pero nunca se llevó a cabo.

Fue hasta el año 1933 cuando, Félix Wankel, solicitó una patente para un motor rotativo aplicado a la combustión interna, que él recibió en 1936.

En los años siguientes, Wankel trabajó para BMW, DVL, Junker, y Daimler-Benz. Durante este tiempo él desarrolló varios prototipos de motores rotativos y también bombas y compresores rotatorios.

Después al final de la segunda guerra mundial en 1945 en que su desarrollo fue interrumpido, posteriormente ingreso en N.S.U. Esto conduce a la colaboración con Walter Froede, jefe del programa y en 1951 desarrollaron un motor de motocicleta.

El primer motor rotatorio verdaderamente funcional de Wankel se ejecutó en febrero de 1957. Por mayo diseñaron un prototipo capaz de funcionar durante dos horas y producir 21 caballos de vapor. El primer motor rotativo tipo Wankel realmente eficaz y capaz de aplicarlo en la industria se ejecutó el 7 de Julio de 1958.

Finalmente, Felix Wankel murió el 9 de octubre de 1988 en Heidelberg, Alemania.

Desde entonces han trabajado en este motor importantes empresas que adquirieron licencias de aplicación: Curtiss-Wright, en Estados Unidos (en aplicaciones para motores de aviación); en Alemania, Mercedes Benz (para automóviles y aplicaciones Diesel); Fitchels-Sans (para motores de motocicletas) y en Japón Toyo-Kogyo (fabricante de Mazda). Además empresas como Perkins, Rolls-Royce, Fiat, Renault, Citroën y Volkswagen, se interesaron en una u otra forma.

En la actualidad, sigue gobernando los motores de combustión interna ideados por Otto y Diesel, aunque la empresa japonesa Mazda siga fomentando y fabricando motores Wankel, ya que los rotativos tipo Wankel presentan varios inconvenientes a mejorar, que los mantienen lejos de los motores alternativos a pistón.



*Mazda RX-8, vehículo de la actualidad equipado con un motor rotativo tipo Wankel.*