

# Motores Térmicos

8° Semestre

4° ano

Prof. Jorge Nhambiu

# Aula 1 - Breve Histórico dos Motores de Combustão Interna

---

- ▶ Christian Huygens (1629-1695)
- ▶ Etienne Lenoir (1822-1900)
- ▶ Alphonse Beau de Rochas (1815-1893)
- ▶ Otto(1832 -1891) e Langen(1833-1895)
- ▶ Siegfried Marcus (1831-1898)
- ▶ Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach
- ▶ Karl Friedrich Benz (1844 –1929)
- ▶ Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913)

# Christian Huygens (1629-1695)

---

- ▶ O anseio pelo desenvolvimento de um meio de tracção que não necessitasse mais dos animais ou da força humana, levou diversos inventores à criação de soluções originais. O motor de combustão interna, ou a explosão, foi concebido até mesmo antes da era do vapor, pelo físico holandês Christian Huygens, no século XVII. Ele construiu um motor no qual um peso era levantado pela explosão de uma mistura de pólvora num sistema fechado, que tinha um pistão. A pólvora, ao explodir dentro do cilindro, forçava o pistão para cima, e este, ao voltar à sua posição, forçado pela pressão atmosférica, levantava um peso.

# Christian Huygens (1629-1695)

---



**Christian Huygens**  
(1629-1695)

# Etienne Lenoir (1822-1900)

---

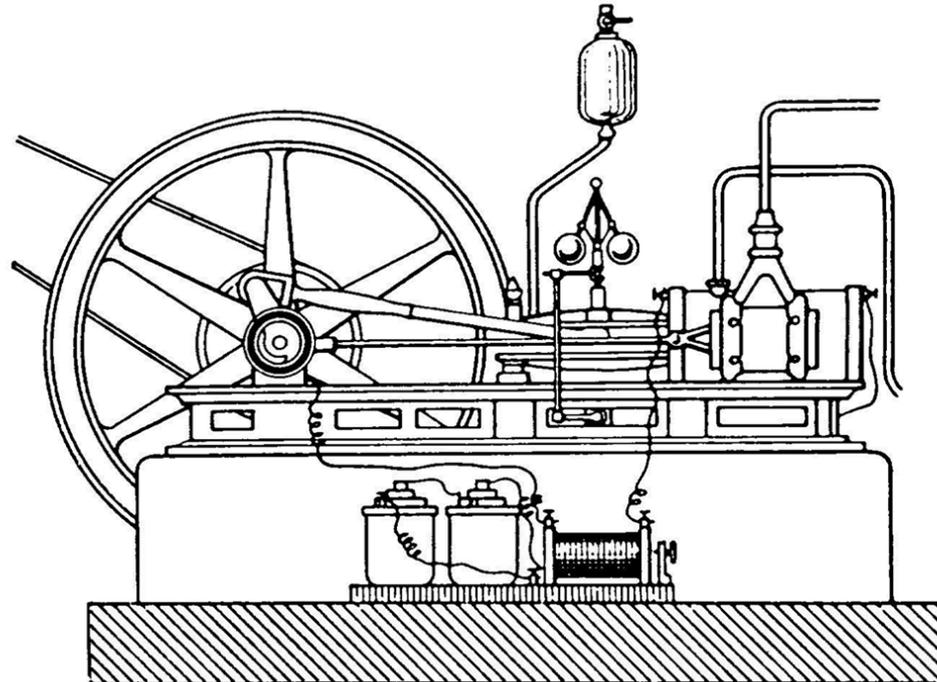
- ▶ No começo do século XIX, com o aumento da extracção do gás de carvão e sua utilização para iluminação e aquecimento, começaram a ser exploradas as propriedades explosivas da mistura gás-ar. Vários construtores efectuavam experiências com gás, realizando sua combustão no interior de um motor a vapor, que era a tecnologia conhecida e dominante na época. O primeiro a ter êxito foi o francês Etienne Lenoir, em 1859, que realizou a conversão de um motor a vapor. Era um motor de dupla acção, isto é, as forças da combustão actuavam de um lado e de outro do pistão, alternadamente.

# Etienne Lenoir (1822-1900)

---



**Etienne Lenoir**  
(1822-1900)



# Etienne Lenoir (1822-1900)

---

Uma característica singular deste motor é que a combustão acontecia dos dois lados do pistão. O controle de entrada e saída dos gases acontecia por meio de válvulas de admissão e escape.

O princípio de funcionamento deste motor era o seguinte: gás e ar eram introduzidos no pistão durante a primeira metade do deslocamento do mesmo. A carga era então queimada mediante uma faísca, a pressão aumentava e os gases queimados empurravam o pistão até o fim do curso do mesmo. No segundo curso do pistão, os gases de exaustão eram expelidos, enquanto uma nova combustão acontecia do outro lado do pistão. O ciclo era completado com um segundo curso do pistão, de exaustão. 5000 destes motores foram construídos entre 1860 e 1865, com a potência de até 6 HP. O melhor valor da eficiência obtido foi em torno de 5%.

# Alphonse Beau de Rochas (1815-1893)

---

Na França, em 1862, Beau de Rochas (1815-1893), listou as condições sob as quais, um melhor desempenho do motor poderia ser obtido:

- Menor relação superfície/volume para o cilindro do pistão (cilindro com um diâmetro da mesma ordem de grandeza que seu comprimento);
- Processo de expansão o mais rápido possível;
- Máxima expansão possível;
- Máxima pressão possível no começo do processo de expansão dos gases dentro do cilindro.

As duas primeiras condições visavam reduzir as perdas de calor ao mínimo, conservando a exergia nos gases de combustão. A terceira e quarta visavam obter o máximo de potência possível.

# Alphonse Beau de Rochas (1815-1893)

---

Beau de Rochas também indicou o método de operação desejável num motor de combustão interna:

- 1.- Admissão durante o deslocamento do pistão “para fora”;
- 2.- Compressão durante o movimento do pistão “para dentro”;
- 3.- Ignição da carga de combustível e ar no ponto morto superior do pistão, seguida por expansão durante o deslocamento seguinte do pistão, para fora;
- 4.- Exaustão durante a corrida seguinte do pistão, para dentro;

Este processo é o que é utilizado até hoje.

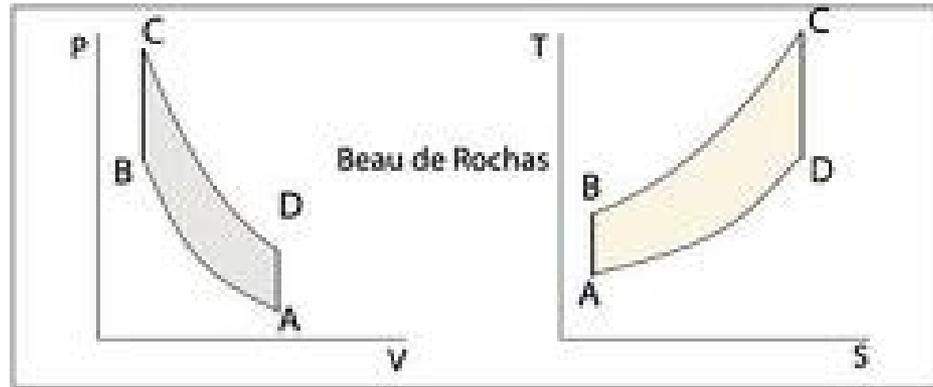
Beau de Rochas patenteou o principio do motor de 4 tempos, em 1862, mas não o desenvolveu comercialmente.

# Alphonse Beau de Rochas (1815-1893)

---



**Beau de Rochas**  
(1815-1893)



# Otto(1832 -1891) e Langen(1833-1895)

---

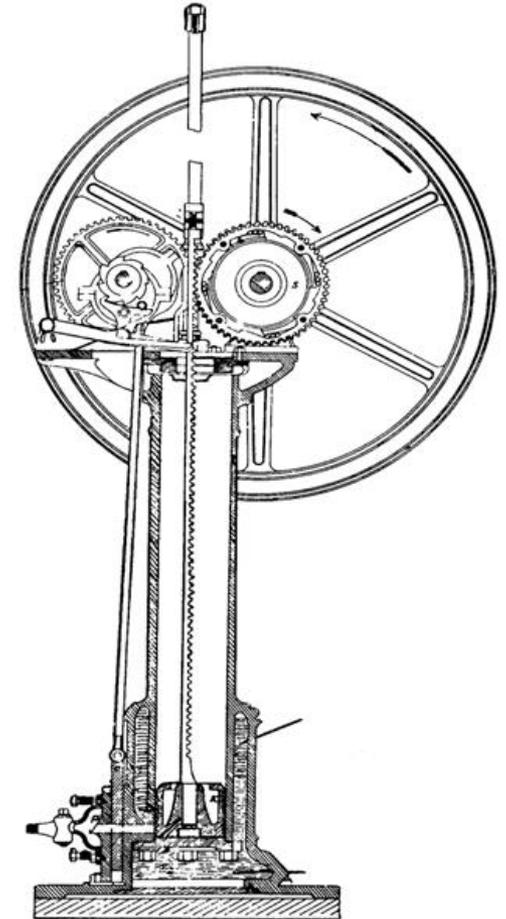
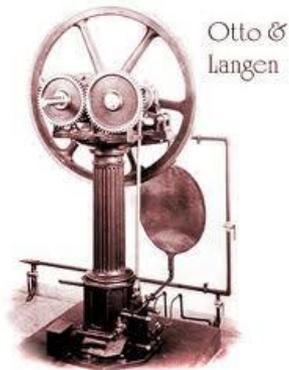
Uma das realizações bem sucedidas nos motores a gás foi a de *Nicolaus Otto* e *Eugen Langen*, construída em 1867. O motor estava ligado ao eixo motriz não por uma alavanca, mas por meio de uma cremalheira e roda livre. A carga de gás era admitida na base do cilindro, e, quando explodia, empurrava o pistão para cima. Quando o pistão descia, por gravidade, empurrava a cremalheira e esta fazia o volante girar. Havia um dispositivo especial para manter a ignição com duas chamas, pois a primeira era apagada aquando da explosão, e então uma segunda reacendia para a próxima explosão. Apesar destes complicados mecanismos, este motor era altamente confiável, e muito popular nesse tempo.

# Otto(1832 -1891) e Langen(1833-1895)



**Nicolaus Otto**  
(1832 -1891)

**Eugen Langen**  
(1833-1895)



# Otto(1832 -1891) e Langen(1833-1895)

---

Este motor foi apresentado na Exposição Industrial de Paris, em 1867.

O conceito deste motor era o de “pistão livre”, sendo este pistão impulsionado pela explosão dos gases no cilindro, o pistão estava ligado a um volante através de uma cremalheira e uma engrenagem.

No retorno do pistão era produzido trabalho mecânico.

O movimento do volante produzia por sua vez a abertura e fecho de uma válvula de admissão e a ignição.

Também neste caso não havia compressão dos gases antes da combustão. Uns 10000 motores deste tipo foram construídos, e dominaram o mercado até a introdução do motor Otto de quatro tempos. A eficiência era de 11%.

# Siegfried Marcus (1831-1898)

---

Siegfried Marcus foi um grande engenheiro e construtor. Nascido em 1831, viveu a maior parte de sua vida em Viena. Obteve um grande número de patentes, dentre elas a de um detonador que teve amplo uso nas forças armadas da Áustria. Segundo algumas fontes, teria sido ele o criador do primeiro automóvel, equipado com um motor de dois tempos, em 1864. Era um dispositivo tosco, basicamente um motor sobre uma plataforma. O seu segundo automóvel, de 1875, já era um modelo evoluído, que se assemelhava muito aos outros projectos de então ou que vieram após. Segundo se diz, este modelo só subsistiu porque foi ocultado numa parede falsa no museu de Viena aquando da ocupação nazi, pois estes tinham ordens de destruir tudo que se referisse a Marcus, por ter origem hebraica.

# Siegfried Marcus (1831-1898)

---



**Siegfried Marcus**  
(1831-1898)



1864



1875

# Nikolaus Otto 1832-1891

---

Apesar da ideia do motor de 4 tempos ter sido originalmente concebida e patenteada por Alphonse Beau de Rochas, em 1862, a primeira realização prática foi de autoria do alemão *Nikolaus Otto*. Ele pôde obter uma patente em 1863 através da influência de seu novo sócio, *Eugen Langen*, que o financiou. Em 1867, seu motor de dois tempos ganhou uma medalha de ouro na Feira Mundial de Paris. Segundo algumas fontes, a sua profissão original era a de caixeiro viajante, e, numa ocasião, estando em Paris, conheceu o motor de Lenoir. Fascinado com a invenção, de algum modo ele intuiu as possibilidades desta nova máquina. Instalou uma pequena oficina em sua casa, e realizou suas pesquisas, durante as quais descobriu o princípio do motor de quatro tempos, com a compressão da mistura admitida. O ciclo de quatro tempos passou, desde então, a ser conhecido como **ciclo Otto**. Conseguiu então produzir o primeiro motor de quatro tempos bem-sucedido em 1876, chamando-o de **motor silencioso**, em contraste com o seu motor anterior, barulhento. Otto teve sucesso com sua empresa, e teve como empregados *Daimler* e *Maybach*, que posteriormente fundaram sua própria fábrica

# Nikolaus Otto 1832-1891

---



# Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach

---

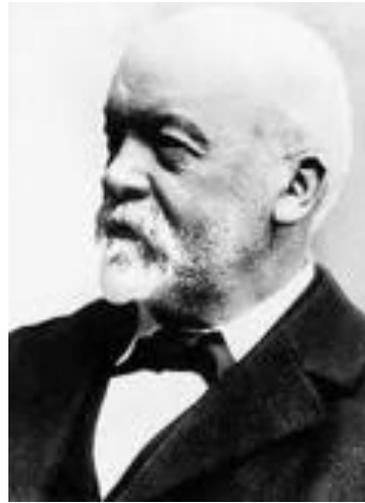
O motor de combustão interna de alta velocidade do alemão *Gottlieb Daimler* revolucionou a indústria automotiva. Ele havia trabalhado na fábrica de *Otto* junto com um colega, *Wilhelm Maybach*, mas os dois decidiram fundar o seu próprio estabelecimento, e deixaram *Otto*. O motor deles, monocilíndrico de quatro tempos, criado em 1883, atingia uma velocidade várias vezes superior a qualquer outro motor existente, e desta forma produzia muitas vezes mais potência que os outros com o mesmo peso. Enquanto o motor de *Otto* atingia 130 rotações por minuto (rpm), o de *Daimler e Maybach* chegava a 600 rpm. Este motor usava a ignição a tubo quente.

# Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach

---



**Wilhelm Maybach**  
(1846-1929)



**Gottlieb Daimler**  
(1834 -1900)



# Reitwagem: carro de cavalgar

---

É também devido ao pioneirismo de Daimler e Maybach a criação do carburador que usava gasolina como combustível. O primeiro veículo a utilizar este combustível também foi a primeira motocicleta do mundo, que levou o nome de **Reitwagen**, *carro de cavalgar*. O facto de escolherem um veículo de duas rodas se deu por razões práticas, pois ele não necessita de diferencial e tinha uma direcção simples. O seu motor, de 264 cm<sup>3</sup> e 0,5 hp a 700 rpm, podia usar gás ou gasolina. Este veículo foi testado pela primeira vez em Novembro de 1885 por *Maybach*, que percorreu 3 km de estrada que ia de Cannstatt até Unter, sem ocorrer nenhum problema.

# Reitwagem: carro de cavalgar

---



# Karl Friedrich Benz (1844 –1929)

---

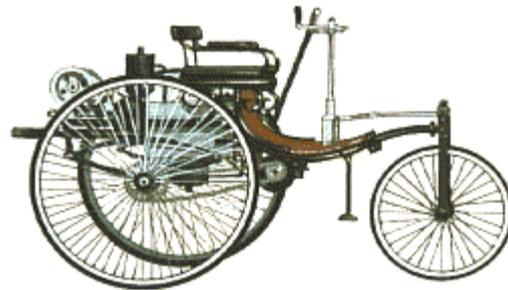
A construção do primeiro automóvel do mundo é atribuída a *Karl Benz*. Resultado de longo trabalho, ele teve a patente deste veículo concedida em 29 de Janeiro de 1886 e em 3 de Julho desse mesmo ano, ele surpreendeu o mundo com a aparição de seu veículo. Esta viatura, um pequeno triciclo, na qual ele utilizou elementos de bicicletas, tinha um motor a quatro tempos refrigerado a água, colocado sob a carroçaria e ligado por uma correia à transmissão e ao diferencial. Sua potência mal chegava a 1/2 kW (3/4 de CV), mas, entretanto, percorria as ruas de Mannheim a uma velocidade de 15 km/h. Foi a partir deste modesto veículo, e da associação de Benz com outro pioneiro, *Gottlieb Daimler*, que surgiu a poderosa marca Mercedes-Benz, uma das mais importantes até os dias de hoje.

# Karl Friedrich Benz (1844 –1929)

---



**Karl Friedrich Benz**  
(1844 –1929)



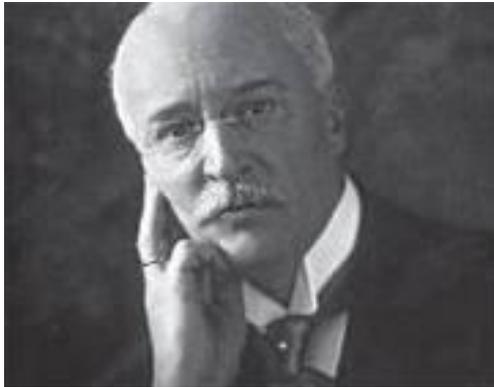
# Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913)

---

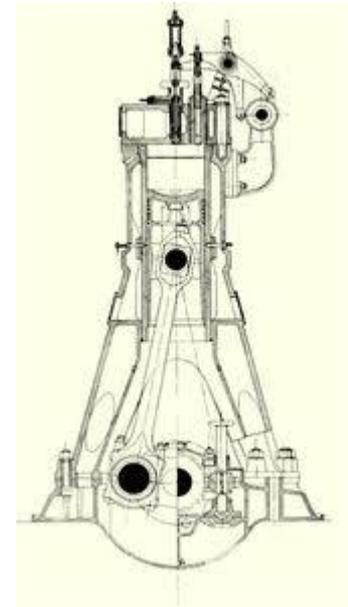
Outro tipo de motor que se consagrou no século XIX, foi o concebido por *Rudolf Diesel*, em 1892. Este dispositivo, senhor absoluto hoje em dia nos transportes públicos, de carga e marítimos, permitiu atingir um rendimento nunca antes obtido em motores de combustão interna. Ele funciona com o princípio da auto-ignição, onde a compressão do ar se eleva a tal ponto que o combustível admitido se inflama por si. O grande mérito de *Diesel*, engenheiro formado, foi demonstrar termodinamicamente que este tipo de motor tinha um rendimento superior. Ele desenvolveu previamente o conhecimento desta ciência, demonstrando o desempenho de sua máquina antes da sua construção.

# Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913)

---



**Rudolf Diesel**  
(1858-1913)



# Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913)

---

- ▶ # Em 1898, Diesel demonstrou sua invenção na Feira Mundial em Paris, usando óleo de amendoim como combustível! A sua intenção foi a de oferecer um meio a pequenas indústrias, agricultores e pessoas comuns de competirem com o monopólio das grandes indústrias, que controlavam toda a geração de energia naquela época! Sua ideia era o uso de fontes naturais de combustível, como biomassa.
- ▶ # Em 1913, Diesel desapareceu do navio numa viagem à Inglaterra. Não se sabe se foi suicídio, acidente ou homicídio, uma vez que ele se opunha fortemente ao uso de seus motores com fins bélicos pela Alemanha.

# Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913)

---

- ▶ # Como resultado do trabalho e visão de Diesel, motores de ignição por compressão foram alimentados com óleos combustíveis até 1920!
- ▶ # O petróleo foi descoberto na Pensilvânia em 1859, tendo sido utilizado principalmente para a produção de querosene de iluminação. Porém, já na década de 1920, os fabricantes do motor diesel fizeram alterações de modo a utilizar os resíduos baratos e de baixa viscosidade do petróleo ao invés de biocombustíveis. A indústria do petróleo estava crescendo e se estabelecendo no mercado!