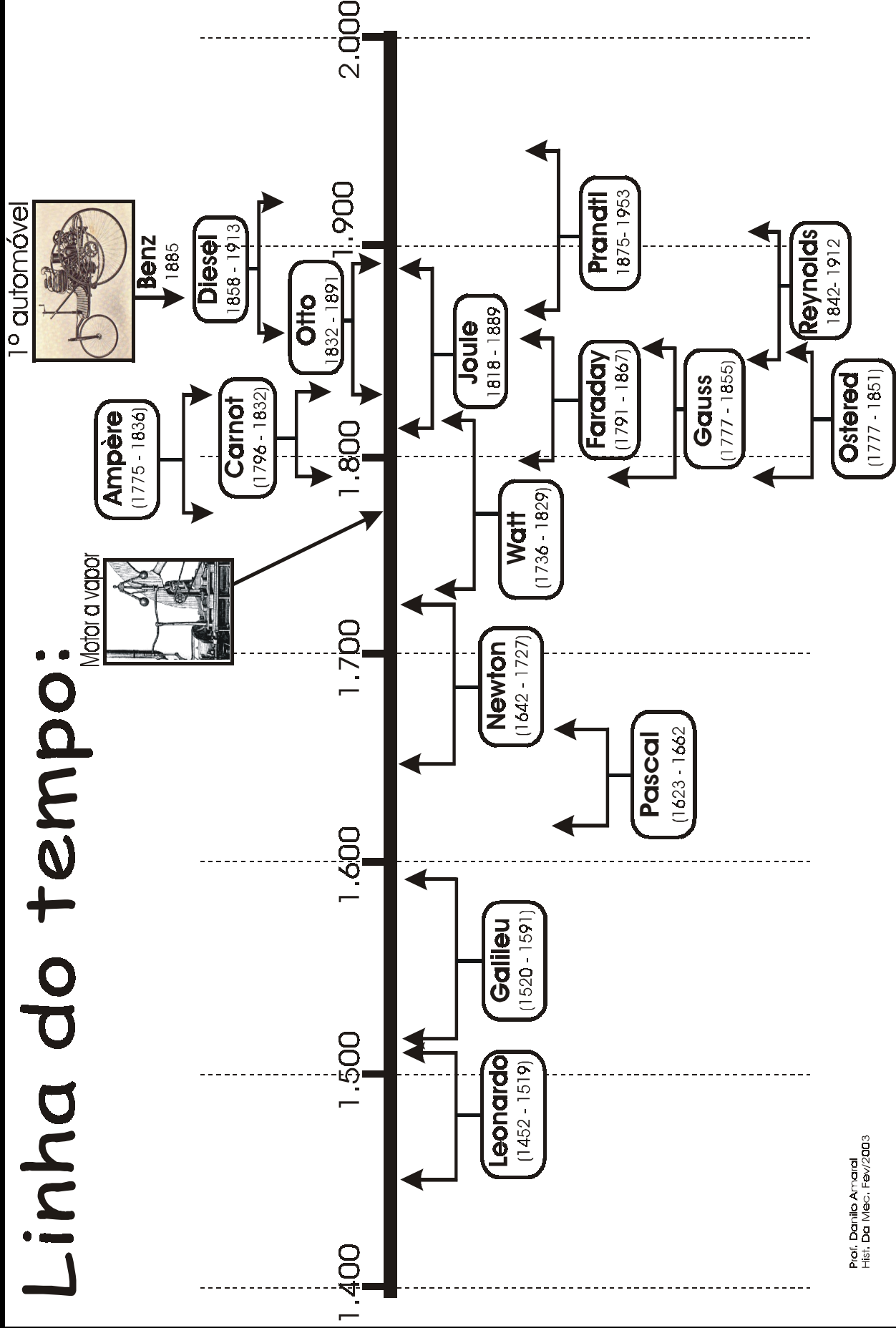


História da Mecânica

O motor a vapor

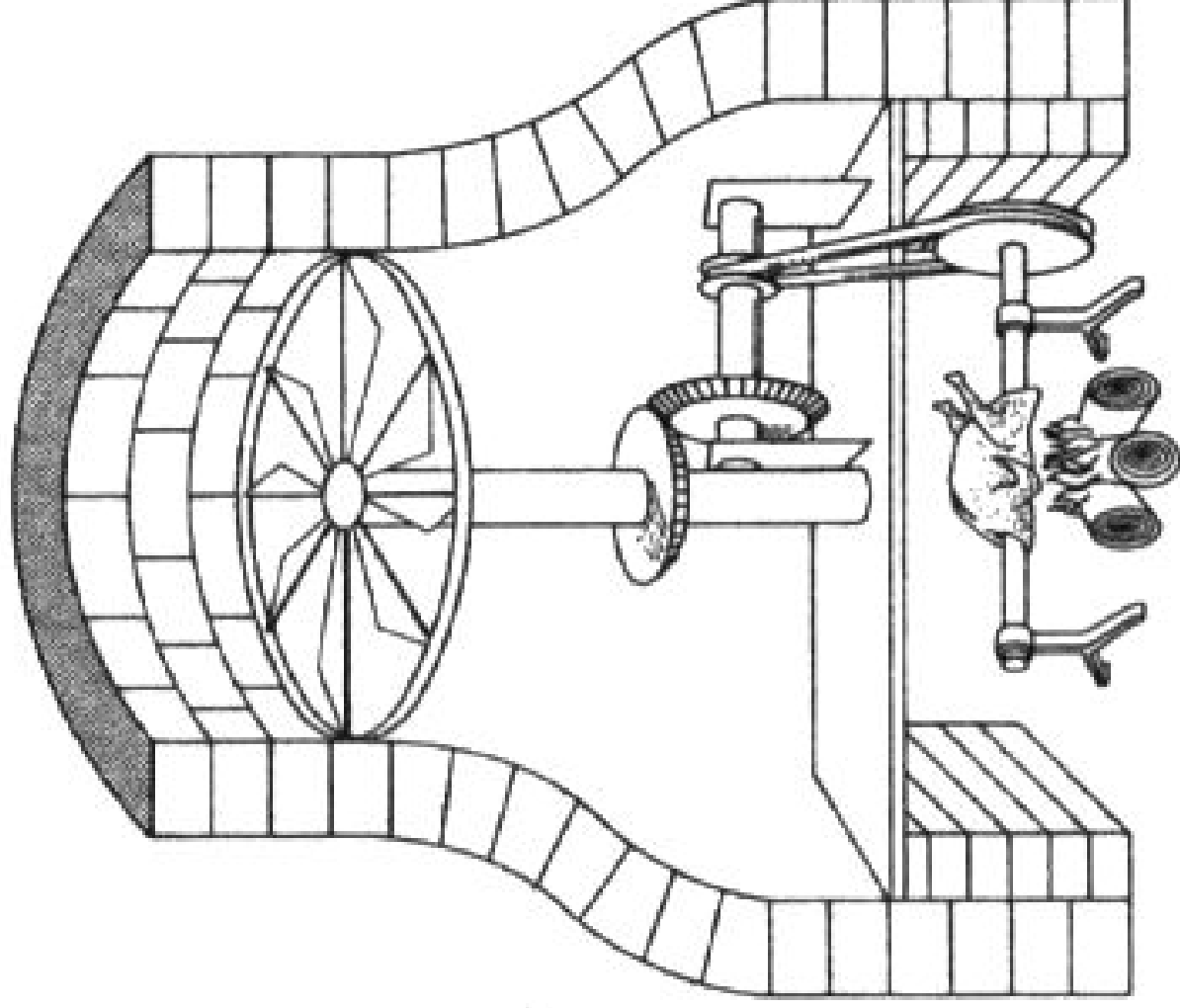
Prof. Dr. Danilo Amaral
Departamento de Eng. Mecânica
EMA 078 – História da Mecânica

Linha do tempo:



O sonho c
técnicos c
seu gênio
máquinas
transporta
idéias, po
motor. (

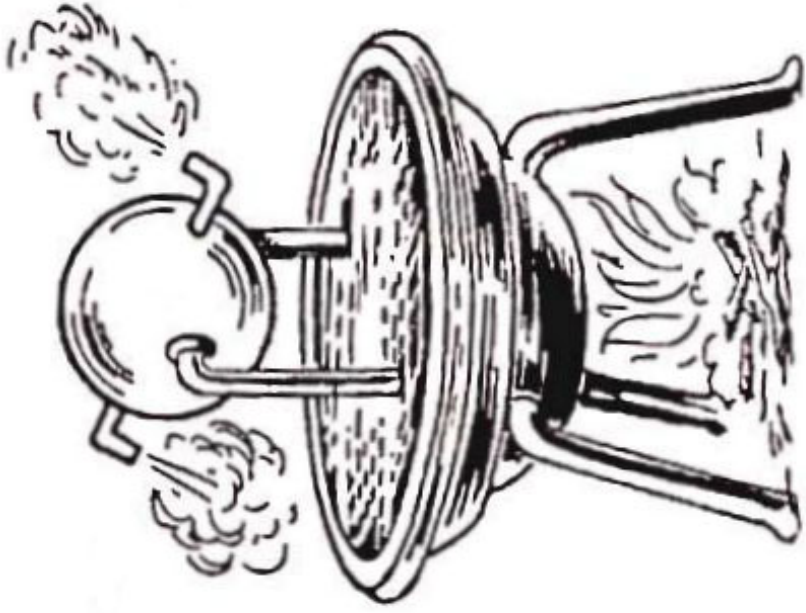
s recursos
criadas pelo
reis, aviões,
água, para
a de suas
faltava um
n puxados
or o



Muitos séc
um mecan
destinado ;
animais, a

osse criado
udo leve,
os dos
nto.

AS PRIMEIRAS MÁQUINAS TÉRMICAS

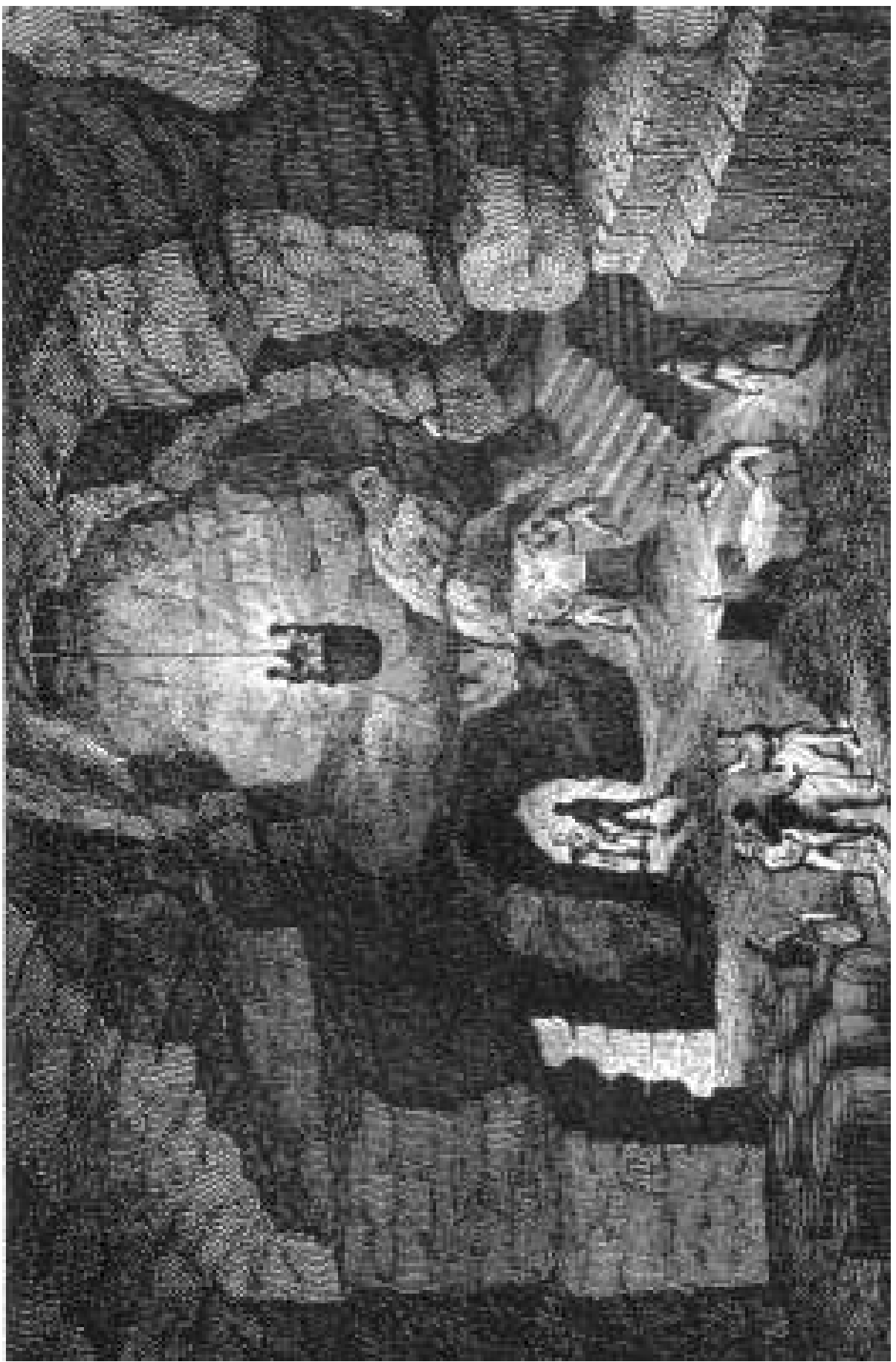


A descrição feita por Heron de um brinquedo a vapor deu início a uma reação em cadeia na Inglaterra. *(Heron de Alexandria, Egito, em 150 a.C. construiu um dispositivo esférico, que girava movido pela pressão de escape do vapor - princípio de ação e reação. Denominou o seu invento de Eulópila)*

O suprimento de carvão e ferro minerados a superfície estava quase esgotado. As minas profundas estavam alagadas por fontes subterrâneas, tornando-se, assim, inexploráveis. Um novo sistema deveria ser encontrado para esgotar a água.



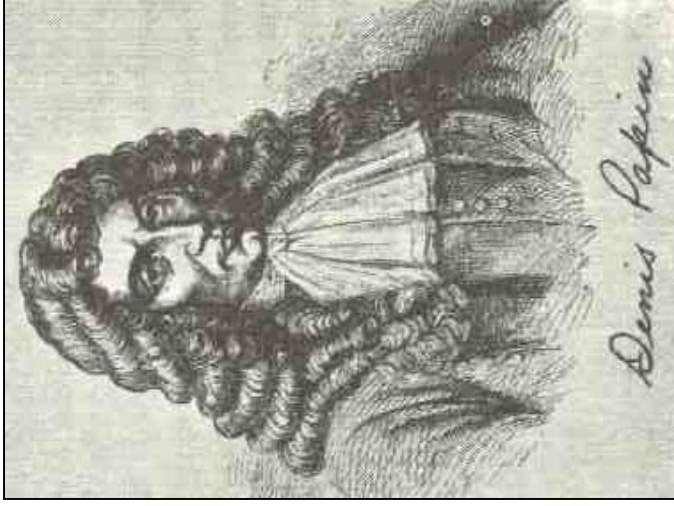
Rodas de água de 7 metros de diâmetro eram movimentadas para içar enormes baldes de água, presos a sarilhos e roldanas, trabalho este que equivalia a 500 cavalos. Mas, ainda assim, era uma batalha perdida contra o alagamento. A prosperidade do reino corria grande risco. O Rei Carlos II apelou para a Sociedade Real de Cientistas para que encontrasse uma solução para o problema.



Naquele tempo, os métodos de trabalho nas minas da Inglaterra eram os mesmos que vinham sendo usados desde a Antiga Roma. As águas que alagavam as minas eram retiradas por meio de canecas metálicas presas a compridas correntes.

O primeiro melhoramento nesses modelos surgiu com a invenção das bombas de vácuo, pelo físico holandês Christian Huyghens. O vapor e o vácuo puseram as mentes dos inventores a trabalhar.

Denis Papin, aluno de Huyghens, iniciou experiências com o mecanismo das bombas a vapor. Emigrando para a Inglaterra, encontrou o país envolvido em uma crise nacional.

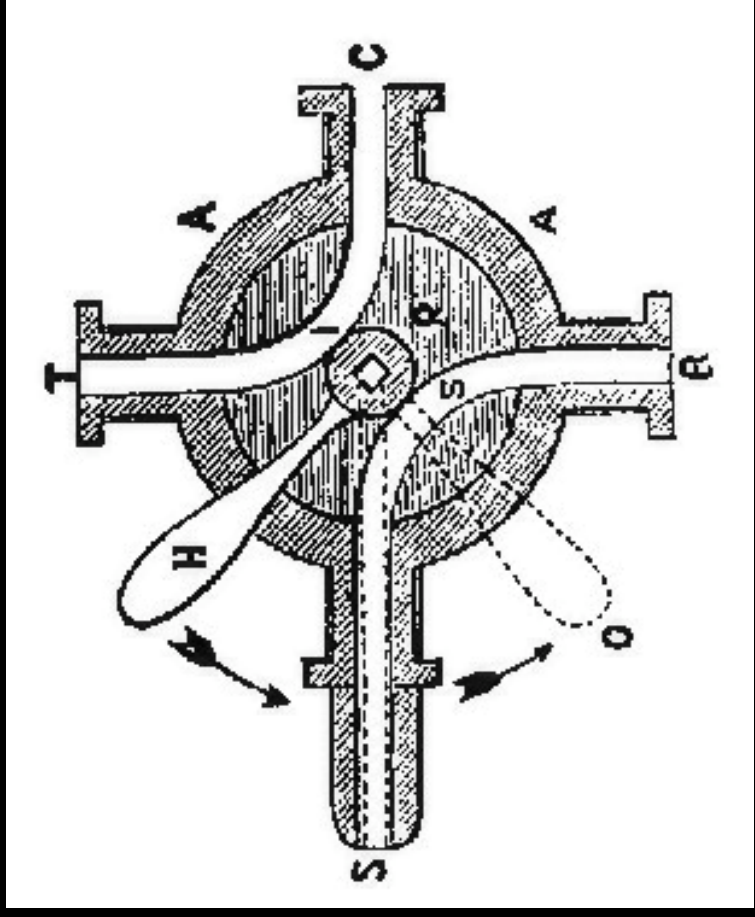
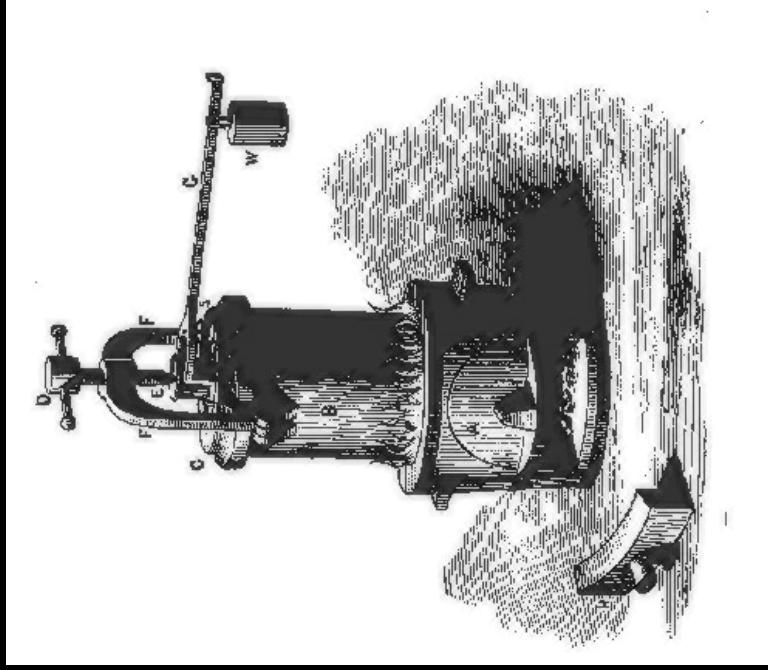


Denis Papin trabalhava no laboratório de **Thomas Hooke**, administrador da Sociedade Real, o que o encorajava nas experiências com a bomba a vapor. Papin, ao finalizar seu livro sobre as vantagens do vapor superaquecido, ofereceu-se para demonstrar o princípio de uma máquina a vapor perante a Sociedade Real.

As primitivas máquinas quentes, perigosamente susceptíveis de explosão, eram temidas pelo público. Foram perdidas muitas vidas de experimentadores antes de se conseguir controlar a energia calorífica do vapor.

Obs Papin é o inventor da Panela de Pressão que acelera o cozimento de alimentos.

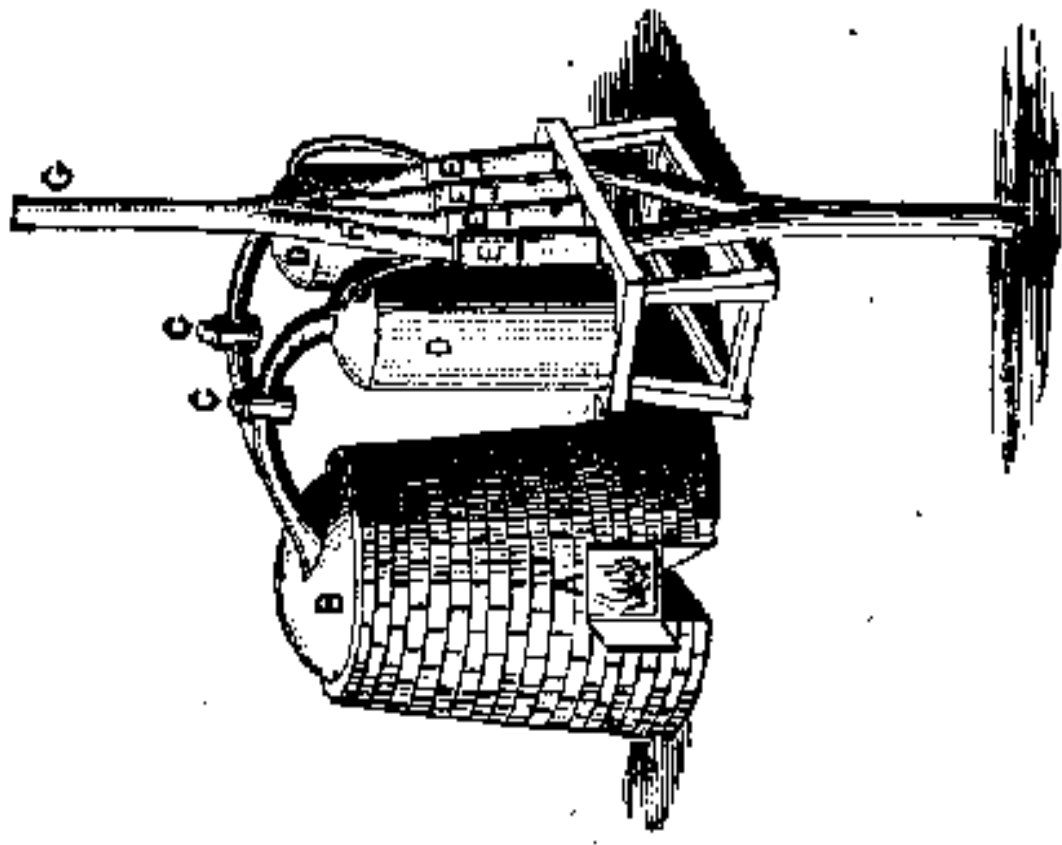
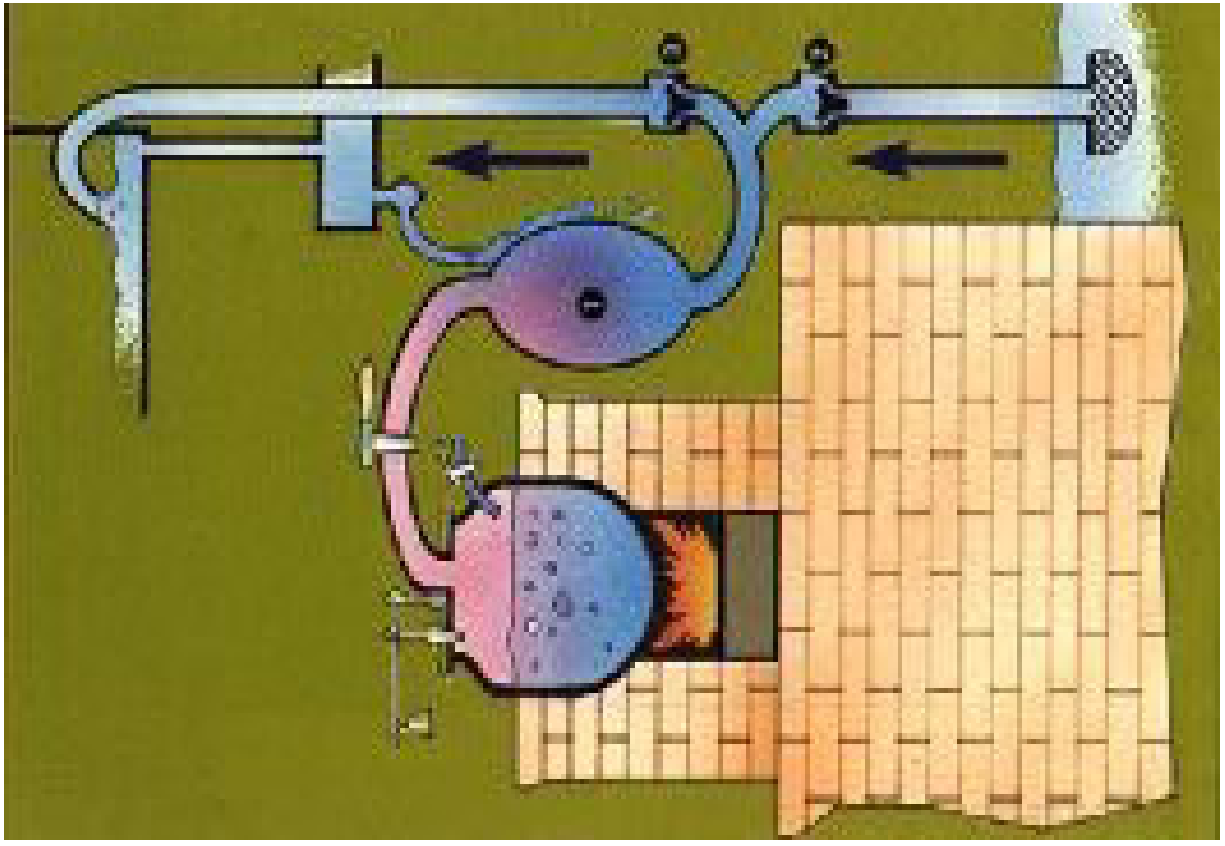
Denis Papin (1647 - 1712) Físico e inventor francês, nascido em Blois, pioneiro do conceito da transmissão pneumática, inventou máquinas movidas a pressão atmosférica e a vapor, tornando-se um dos pioneiros da navegação a vapor. Sua mais popular criação foi a bomba centrífuga (1689) e a panela de pressão. Morreu na Grã-Bretanha.





Thomas Severy (1650-1715) finalmente conseguiu construir a primeira máquina a vapor aproveitável em 1698. Seu pedido de patente ainda está catalogado.

A máquina, grande como um dinossauro, aspirava água em grandes goles, mas a pressão, realmente muito fraca, não conseguiu solucionar o problema das minas, cada vez mais profundas.

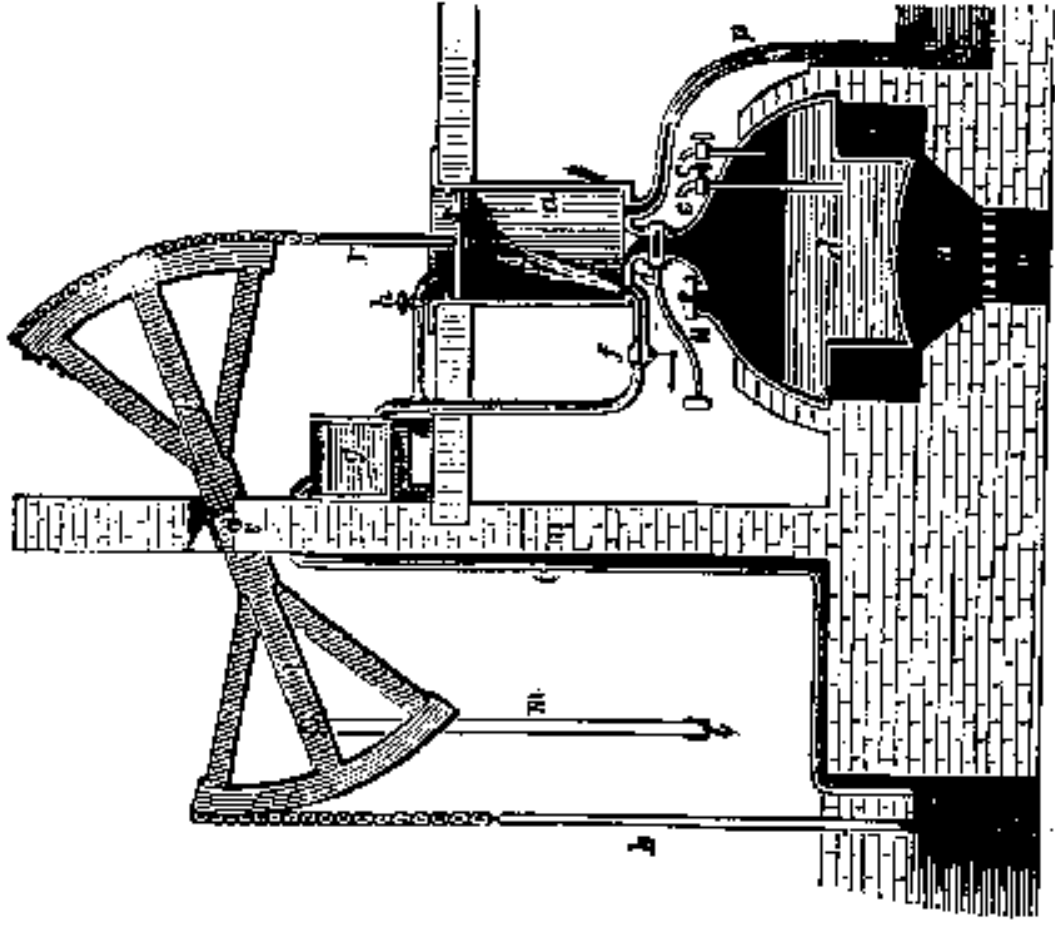


Thomas Severy

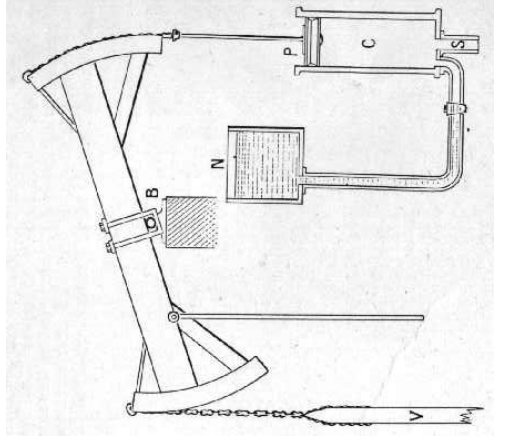
Em 1712, **Thomas Newcomen**, (1663-1729) um pastor batista com pretensões científicas, teve a idéia de separar o cilindro da caldeira.

Esta máquina gigante, na qual o êmbolo subia pela pressão do vapor e descia pela pressão atmosférica, completava seis vezes o curso em um minuto e queimando cerca de 35 dm³ de carvão para elevar 2,5 toneladas de água. (5 HP)

A máquina a vapor que criou tinha duas torneiras, uma para admitir o vapor quente da caldeira e outra para admitir a água fria que condensava o vapor.



As máquinas de
Newcomen
trabalharam por
75 anos.
Quando a



Um jovem, **Humphrey Potter**, foi contratado para abrir e fechar as torneiras de cinco em cinco segundos.

Após dias de trabalho exaustivo e de movimentos automatizados, o jovem decidiu inventar algo próprio para facilitar o funcionamento da máquina de Newcomen. Observando o movimento alternado, ascendente e descendente, do balancim acima de sua cabeça, ocorreu-lhe a idéia de utilizar este movimento para elevação e o abaixamento alternado das alavancas que comandavam as torneiras.

O resultado mais interessante desta medida genial foi que o curso da máquina aumentou de seis para dezesseis por minuto.

As máquinas de Newcomen trabalharam satisfatoriamente por mais de 75 anos, salvando realmente as minas da Inglaterra. As minas, porém, foram escavadas mais e mais profundamente na terra, até serem atingidas profundidades de mais de 30 metros. Foi então que faltou potência nas máquinas de Newcomen.

Nas minas profundas, debaixo de camadas de água, jaziam riquezas que não podiam ser alcançadas, aguardando a invenção de um outro dispositivo capaz de bombear a água.

Esta invenção aconteceu através de um professor e construtor de instrumentos da Universidade de Glasgow, chamado de **James Watt**.

JAMES WATT

1736 - 1819

Nasceu em 19/01/1736 na Escócia

6º de 8 irmãos (5 morreram na infância)

Não era absolutamente uma criança prodígio e tinha problemas de saúde.

Para distraí-lo, o pai dava-lhe, como brinquedo, diversos instrumentos, dos quais era hábil e renomado consertador. (em pouco tempo sabia montá-los e desmontá-los quase de olhos fechados)

Aos 16 anos James Watt partiu de casa em busca de trabalho em Glasgow, onde foi empregado como aprendiz numa fábrica. Ele queria ser construtor de instrumentos de medida) e, ao fim de três anos, decidiu tentar a sorte em Londres.



JAMES WATT

1736 - 1819

Dificuldades com a estrutura das corporações, que exigiam uma aprendizagem de 7 anos e costumavam recrutar seus aprendizes nas famílias de seus próprios membros.

O clima de Londres, úmido e frio, causou-lhe reumatismo, obrigando-o a abandonar a cidade. De volta a Glasgow, desta vez seguro de sua notável habilidade, decidiu trabalhar por conta própria e abriu uma loja de instrumentos.

No entanto, num ambiente conservador e tradicionalista, como era a sociedade inglesa na metade do século XVIII, não era fácil conseguir fregueses entre gente desconfiada como os técnicos e navegadores; em pouco tempo seus negócios começaram a decair.



JAMES WATT

1736 - 1819

Assim, em 1757 foi admitido, na qualidade de fabricante de instrumentos de medida, na Universidade de Glasgow.

O trabalho na universidade tornou possível seu primeiro encontro com o motor a vapor: certo dia recebeu a tarefa de consertar um modelo do motor de Newcomen (que constituía, no máximo, uma segunda alternativa para a força dos cavalos).

Com seu espírito analítico, adquirido nos dias em que brincava de desmontar bússolas e sextantes, conseguiu descobrir os pontos fracos da máquina.

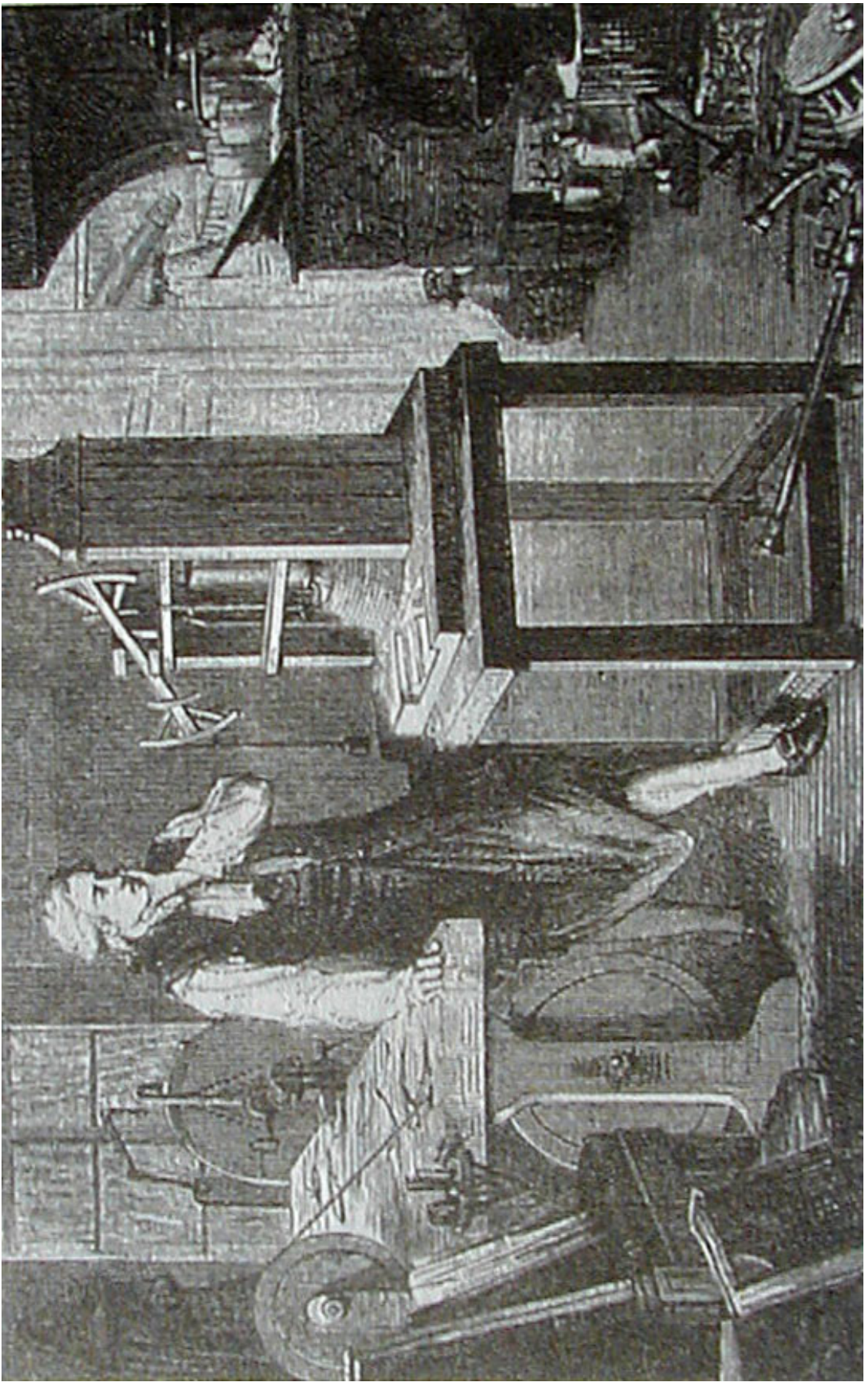


Watt reparou rapidamente o defeito mecânico, mas ficou obcecado pela nova teoria exposta por um professor de química, Joseph Black.

Este Professor afirmou que a máquina desperdiçava quatro quintos de sua energia. O único meio de impedir esta perda, dizia o professor Black, seria a manutenção da temperatura do próprio cilindro tão elevada quanto à do vapor que nele entrava.

Em questão de dias, o modelo de Watt estava pronto para ser experimentado. O vapor entrava no cilindro pela parte inferior, expandia-se e forçava o êmbolo para cima. Watt prendeu a respiração – o êmbolo ultrapassou a válvula aberta na parte superior por onde o vapor poderia escapar. A máquina continuou a bombear. Watt exultou. A máquina não somente funcionava como também a velocidade era quatro vezes maior que a máquina de Newcomen.

As máquinas de Newcomen estavam paradas em inúmeras minas muito profundas, visto que, sua potência era insuficiente. Watt iria restaurar a indústria da mineração com a nova máquina, que teria potência suficiente para retirar água das mais profundas minas. O inventor, de 29 anos não se tinha apercebido que estava destinado a mudar o curso da história.



Foi mais fácil para Watt achar um capitalista para financiar o projeto do que contratar mecânicos competentes. Naquela época eles praticamente não existiam. Logo, chegou a conclusão de que para construir a máquina ele teria de fazer tudo praticamente sozinho, tendo mesmo de desenhar e forjar suas próprias ferramentas.

O projeto de Watt, ocupando um único homem, cresceu como uma bola de neve, trazendo-lhe uma série de interrupções e desapontamentos. As constantes avarias da máquina levaram-no a procurar às pressas, outros materiais. Os fracos cilindros de chapa de ferro estanhado tinham de ser substituídos continuamente. Era impossível forjar um cilindro de paredes absolutamente retilíneas. Nesse ínterim, o financiador de Watt impacientou-se e abandonou o projeto.

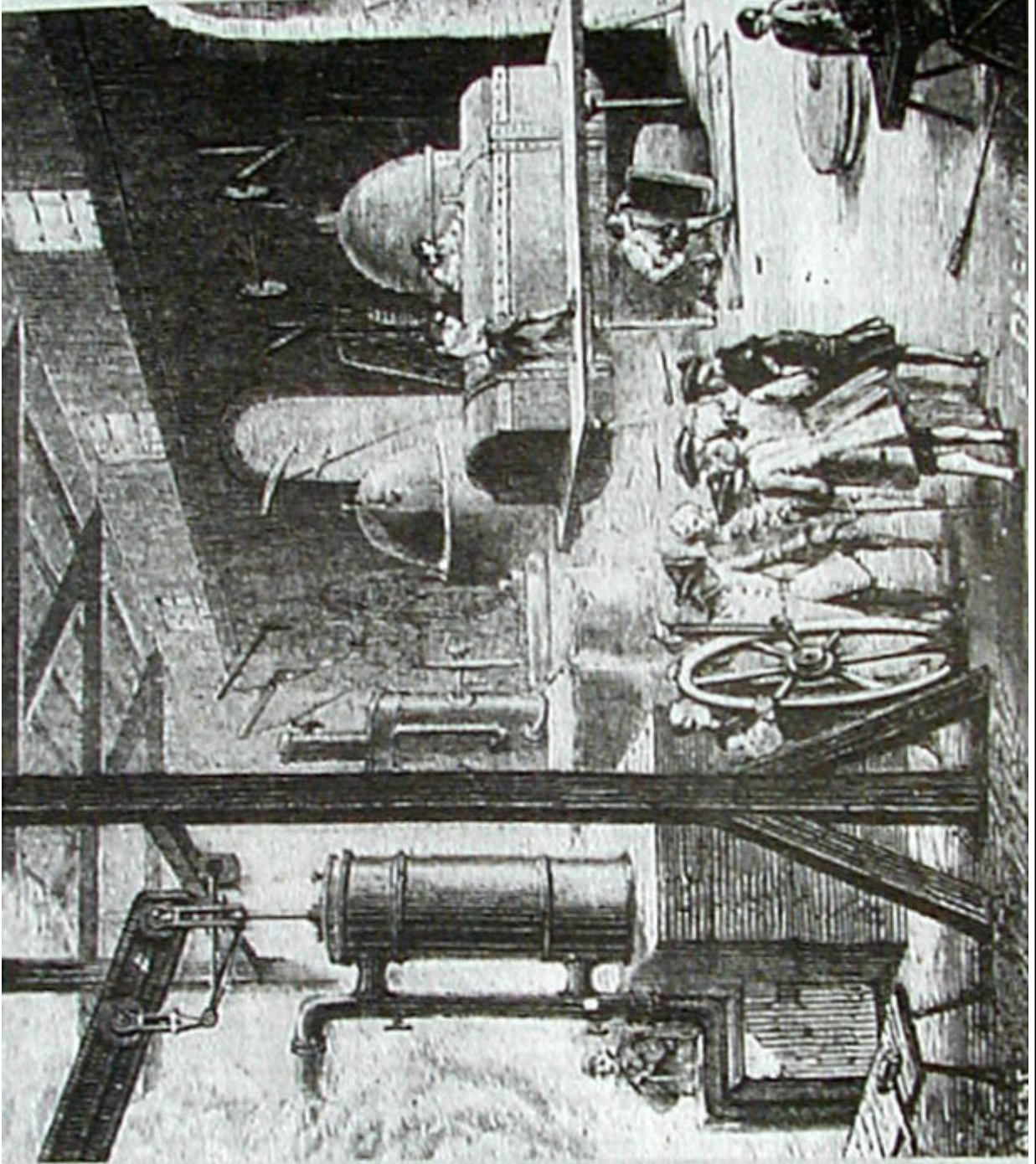
Três anos mais tarde, **Matthew Boulton**, um fabricante de botões de fantasia persuadiu **Watt** a recomençar suas experiências com a máquina, numa sólida base comercial.

John Wilkinson, amigo íntimo de Boulton e dono de uma siderúrgica próxima, passava frequentemente pela casa de Watt para ver os progressos da nova máquina. Contou em segredo para Watt que sua usina acabava de substituir o carvão vegetal pela hulha como fonte de combustível. Desde que o queima do carvão requeria constante corrente de ar para acelerar a combustão, viu na máquina de Watt uma forma latente de tornar automático o acionamento dos foles manuais, de um modo mais efetivo e rápido do que qualquer homem poderia fazê-lo



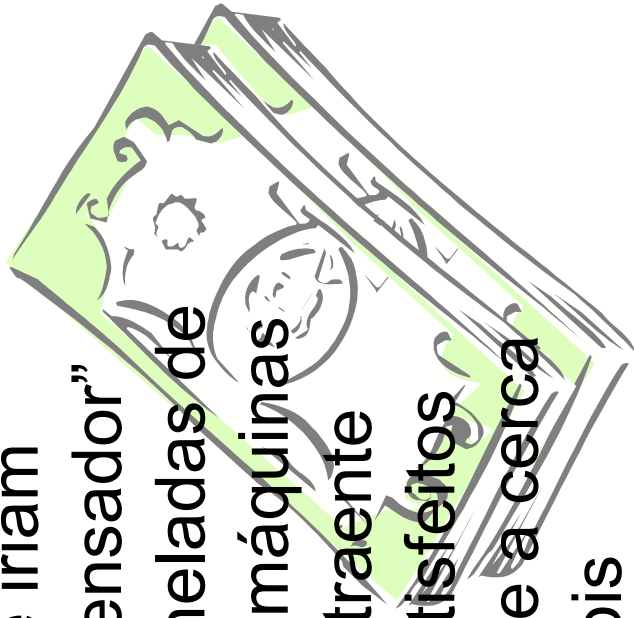
Wilkinson logo descobriu que as mãos e olhos humanos não eram suficientemente aguçados para realizar a tarefa. Uma nova maneira de abordar o aspecto mecânico devia ser idealizada. Wilkinson construiu o primeiro torno, um aparelho de broquear mecânico que mantinha a ferramenta de corte em posição e que deslocava em uma linha reta. Só então ficou Wilkinson capacitado a modelar um diâmetro preciso ao longo de toda a extensão do cilindro.

A precisão mecânica e matemática tinha conseguido dominar a energia do vapor. O êmbolo suavemente encaixado dentro do cilindro, incansavelmente acionava os foles na usina de Wilkinson. Estávamos no ano de 1776.



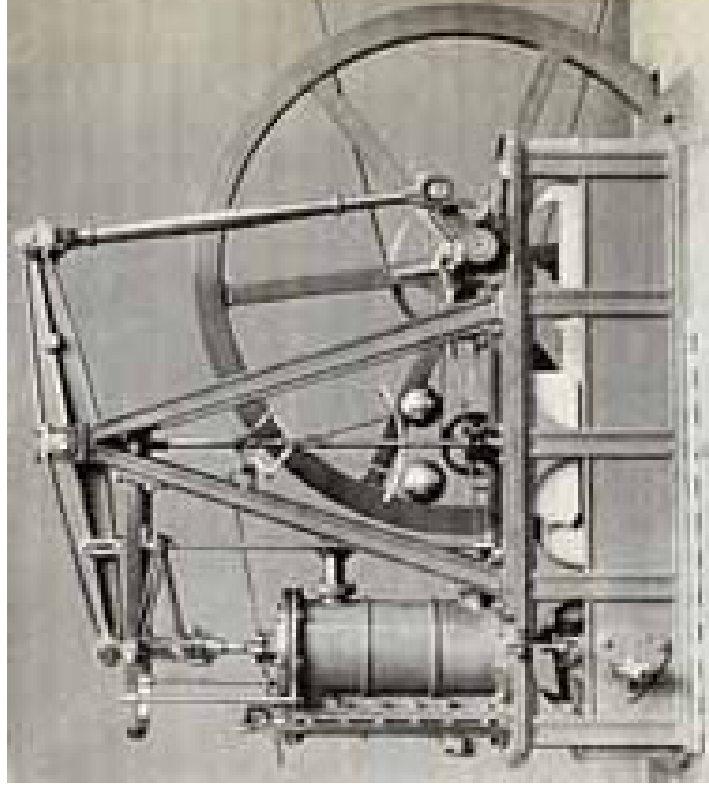
A empresa Boulton & Watt foi finalmente organizada. Boulton revelou seu gênio comercial ao oferecer, gratuitamente, a nova máquina a vapor aos proprietários das minas.

Teriam que pagar somente *royalty* equivalente a um terço da quantidade de carvão que iriam economizar. Bolton sabia que o “condensador” de Watt salvaria dois terços das 13 toneladas de carvão consumidas diariamente pelas máquinas de Newcomen. Foi uma oferta muito atraente para os donos das minas. Estavam satisfeitos com o pagamento do preço equivalente a cerca de três toneladas de carvão diárias, pois estavam economizando cerca de oito toneladas.



A grande capacidade da nova máquina (tinha somente 20 CV) para esgotar água fez esquecer rapidamente as máquinas Newcomen. Houve uma verdadeira corrida para adquirir a máquina de Watt. Em 1783 só havia uma única máquina de Newcomen em funcionamento.

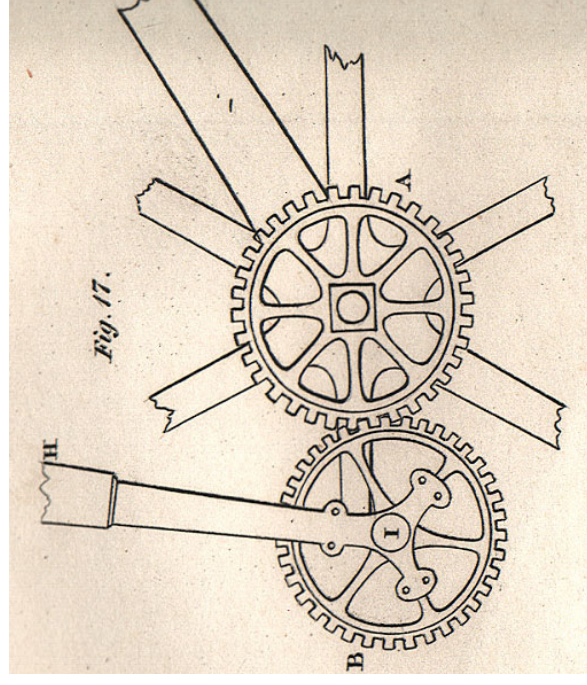
Encomendas da miraculosa máquina de Watt começaram a ser recebidas de todas as partes do mundo. Cartas se empilhavam, solicitando-lhe que adaptasse a máquina para cumprir tarefas como enrolar cordas e fiar algodão.



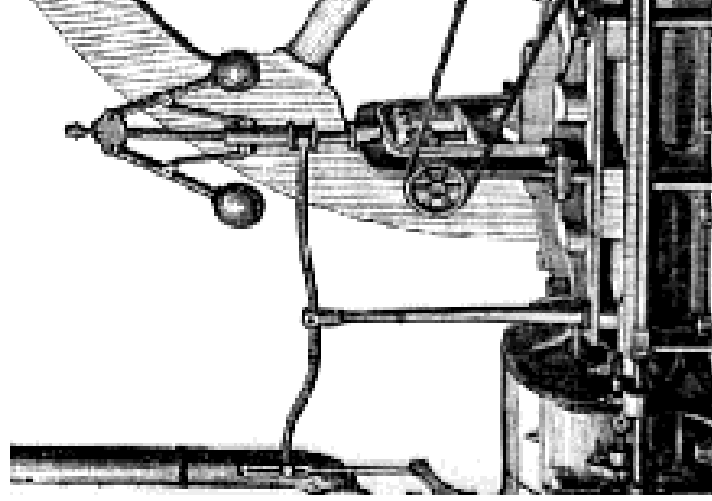
Watt compreendeu que o movimento ascendente e descendente do êmbolo tinha uso limitado. Enfrentava agora um desafio maior: transformar a máquina em fonte universal de energia.

Como converter o movimento alternado e linear do êmbolo da máquina em movimento giratório capaz de mover uma roda? Este problema o ocupou em experiências durante cinco anos.

Deste modo, o movimento alternado do êmbolo se transformava em rotação do eixo motor - 1782.

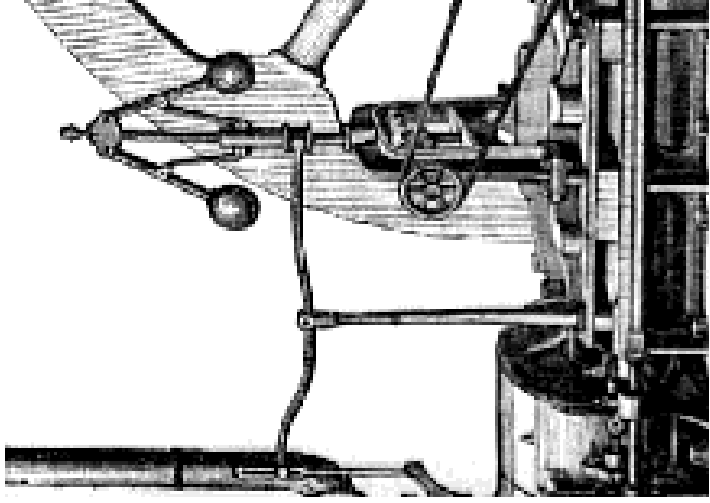
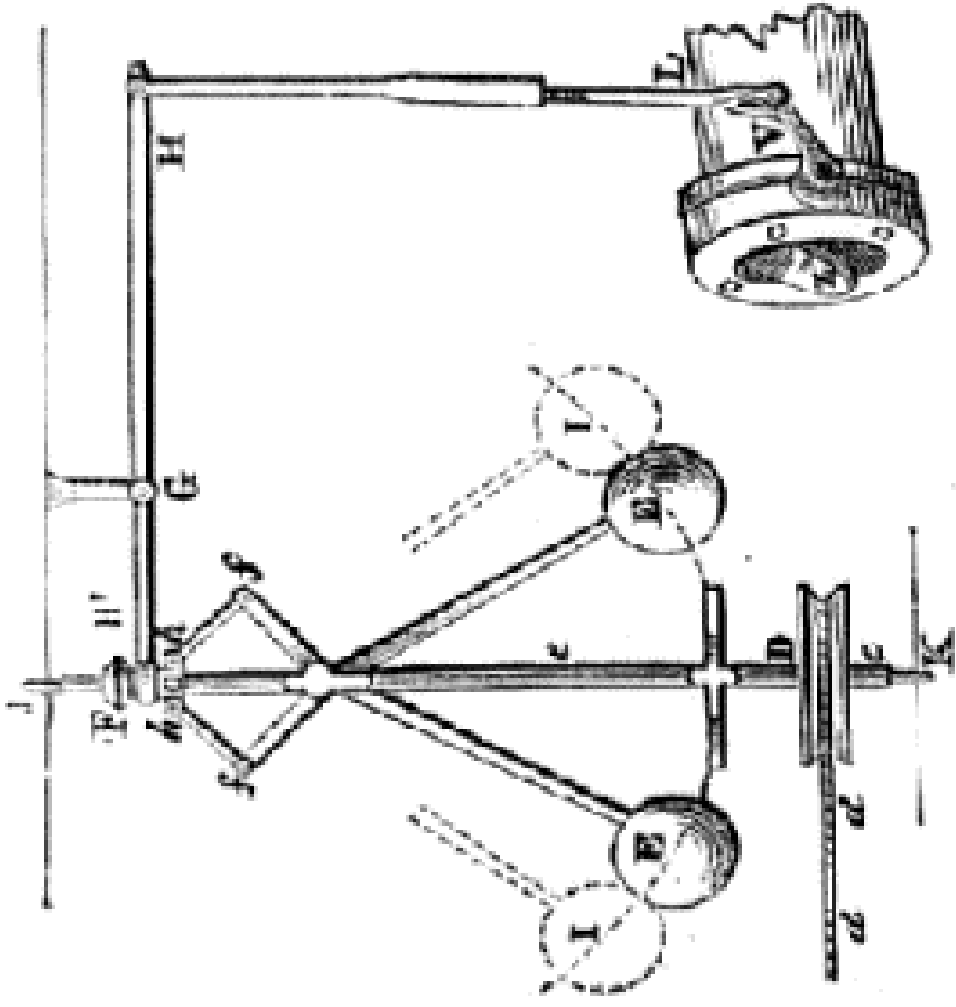


Contudo, a máquina giratória ainda não estava perfeita. Trabalhava bem, desde de que a correia fizesse girar outra máquina. Quando a segunda máquina parava, a máquina de watt disparava. A única maneira de controlar a velocidade seria fechar a admissão de vapor.



Watt realizou experiências com uma válvula reguladora e um par de esferas metálicas livres, que passou a se chamar “Regulador de Watt” - 1788.

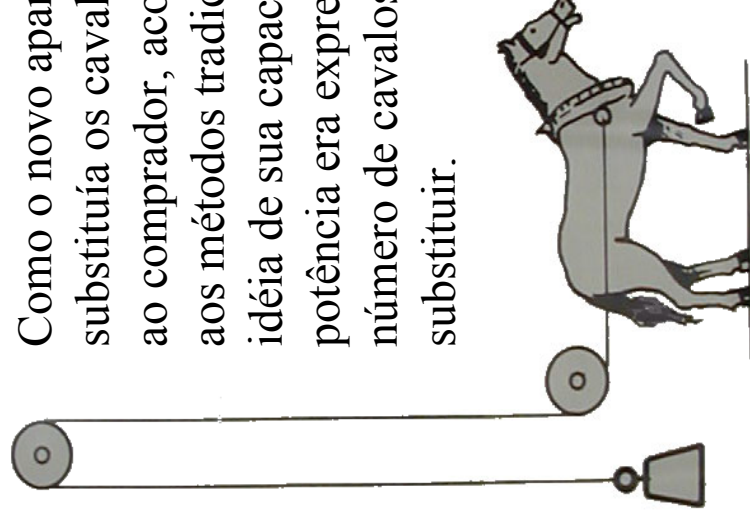
“Regulador de Watt” - 1788.



Watt definiu a grandeza horse power (HP) que, traduzida em termos mais atuais, equivaleria aproximadamente à capacidade de elevar a um metro de altura uma massa de 76 kg em um segundo. (Ele fez essa comparação observando a capacidade com que um cavalo levantava pesos, daí o nome horse power, que significa 'poder de cavalo'.)

1 cavalo-vapor = 1 Cv = 735,5 W
1 horse-power = 1 HP = 745,7 W

Como o novo aparelho substituía os cavalos, para dar ao comprador, acostumado aos métodos tradicionais, uma idéia de sua capacidade, a potência era expressa pelo número de cavalos que podia substituir.



HP = Horse Power

Hoje em dia a unidade de potência no S.I. é o **Watt**.

Assim, tem-se início da era a vapor, com a introdução da máquina de Watt em 1781. Nos anos seguintes, foi aplicada em diversos tipos de indústria: forjamento, guinchos, moinhos, fiação de algodão, etc. Em 1810, mais de 500 máquinas de Watt estavam em funcionamento.

Em uma geração, a máquina de Watt passou a acionar navios, locomotivas, dragas, serrarias, cerâmicas, drenagens e em todo tipo de indústria.

Até 1790, a Inglaterra não era diferente do Império Romano. Possuía o mesmo sistema postal, as mesmas estradas, os mesmos arados puxados por parelhas de bois e os mesmos artesãos que fabricavam calçados, roupas e mobílias. Um navio a remo romano seria capaz de ganhar a dianteira de um veleiro inglês. A população era constante, em torno de 5 milhões de pessoas.

Subitamente, uma geração mais tarde, a Inglaterra tinha uma população de 11 milhões de habitantes. A Inglaterra se transformou de país agrícola, na primeira nação industrial do mundo.

JAMES WATT

1736 - 1819

Sua distração era passar o domingo no campo, em companhia de um tio materno e de sua prima, Margaret Miller, com quem se casou em 1764.

A mulher deu-lhe quatro filhos e revelou-se companheira admirável, moderando, com seu temperamento alegre, a melancolia e a insegurança do marido, durante os anos em que procuraram o sucesso.

Em 1800, quando expirou sua primeira patente, Watt passou aos filhos a direção de seus negócios, para ocupar-se exclusivamente com novas invenções: aperfeiçoamentos do motor, um pantógrafo para escultores, um copiador de cartas.



JAMES WATT

1736 - 1819

Seus últimos anos foram completamente devotados à pesquisa, em sua propriedade de campo em Heathfield Hall, perto de Birmingham, onde morreu a 19 de agosto de 1819.



Fim

O motor a vapor

Prof. Dr. Danilo Amaral
Departamento de Eng. Mecânica
EMA 078 – História da Mecânica