

□

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 13

**Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2020-21**

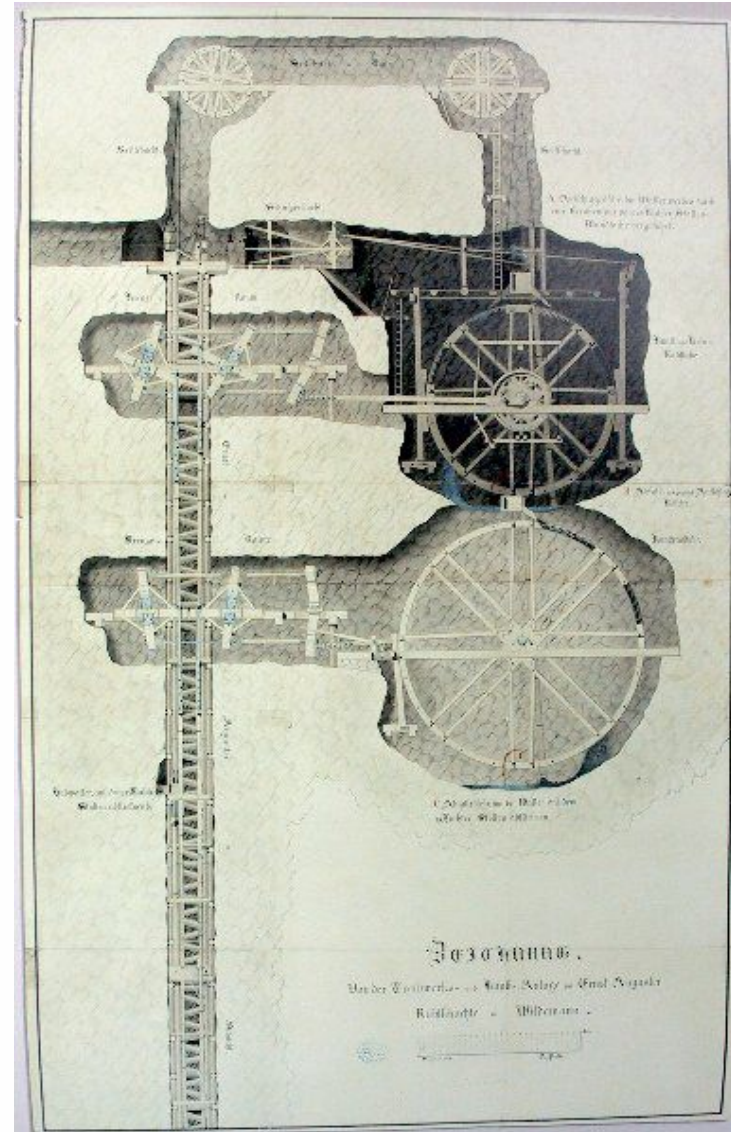
1698 - Inghilterra

Miniere sempre più profonde:

1700: 120 metri

1750: 190 metri

- Prosciugamento con pompe
 - aspiranti (problemi di prevalenza)
 - prementi (problemi di pressione)
- azionate da ruote idrauliche
 - (macchine fino a 10 kW)
- e da animali
 - (scuderie anche di 500 cavalli)
 - costi tollerabili per i minerali metallici (che valgono molto),
 - ma eccessivi per il carbone (che ha prezzi molto bassi)

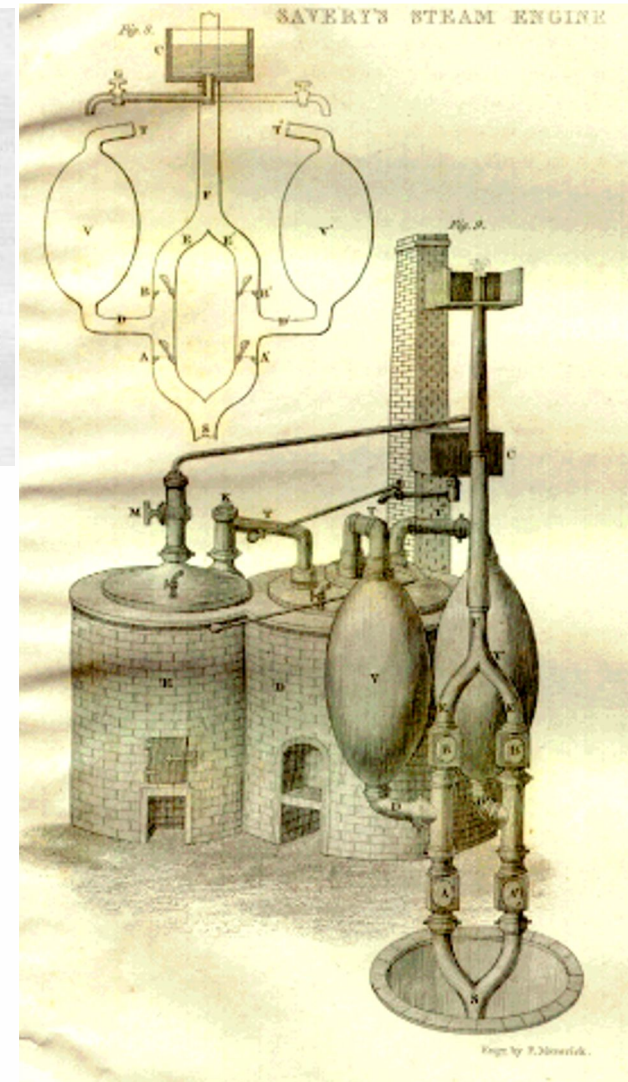


1698 - Inghilterra

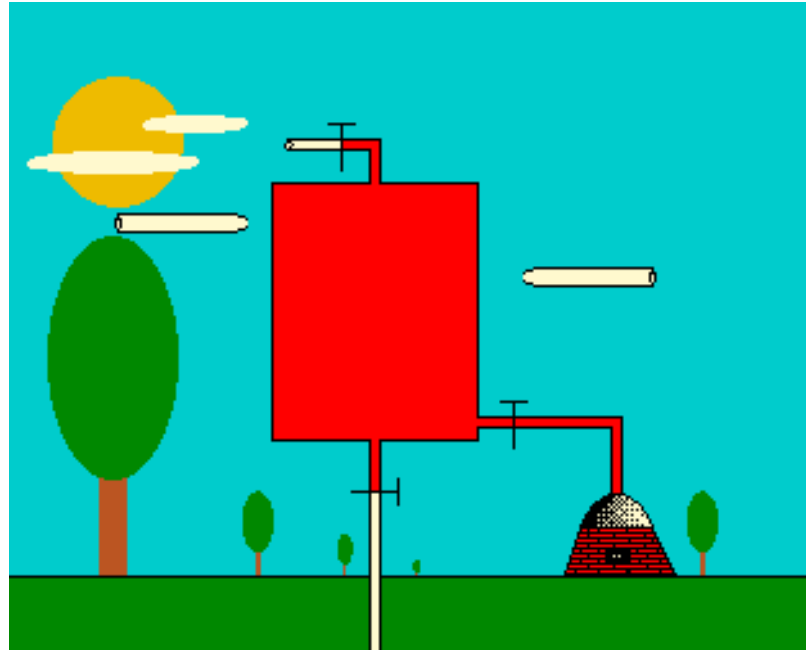
Pompa a vapore - *miner's friend*

Thomas Savery (1650-1715)

- pensata per il sollevamento dell'acqua nelle miniere
- due cilindri a funzionamento alternato
 - sfrutta le scoperte di von Guericke sul lavoro prodotto dalle differenze di pressione
 - senza organi in movimento (pistoni)
- ottiene il brevetto sull'uso del fuoco per sollevare l'acqua
- successivo perfezionamento di Somerset
- scarso successo e presto abbandonata



Pompa a vapore di Savery



Priva di organi in movimento

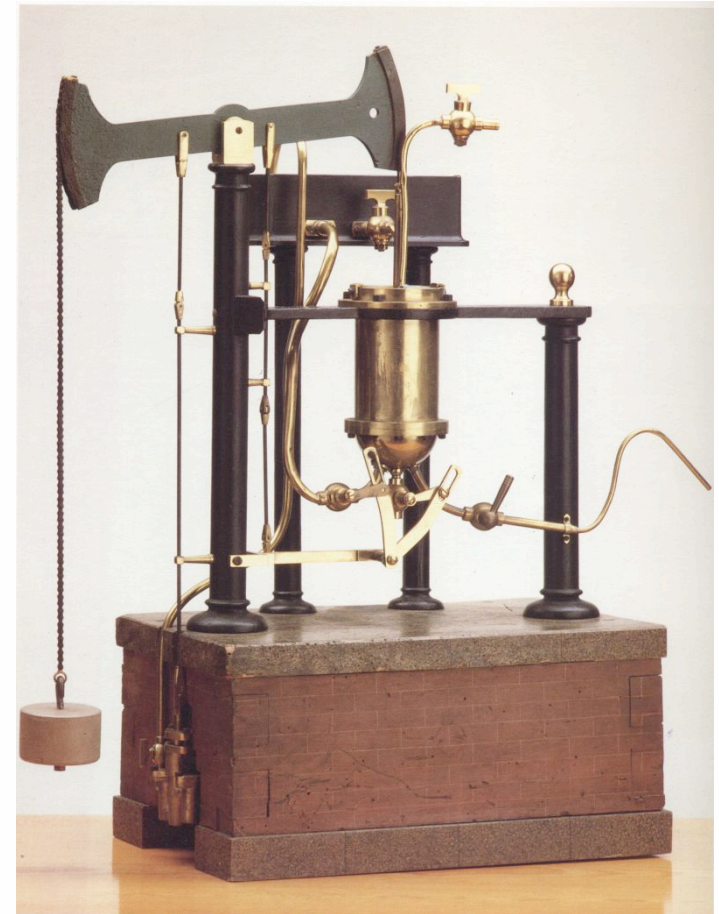
- caldaia e cilindro sono separati – con rubinetti che aprono e chiudono in sequenza
- getto violento di vapore espelle l'acqua dal cilindro; successivo raffreddamento → condensazione → depressione = aspira nuova acqua nel cilindro
- serve vapore in alta pressione: 8-10 atm (a pressione minore è inefficiente)
- notevoli problemi tecnici (tubi contemporanei saldati a stagno non sono idonei a tali pressioni e si fessurano)

1712 - Inghilterra

Macchina a vapore - *atmospheric engine*

Thomas Newcomen (1663-1729)

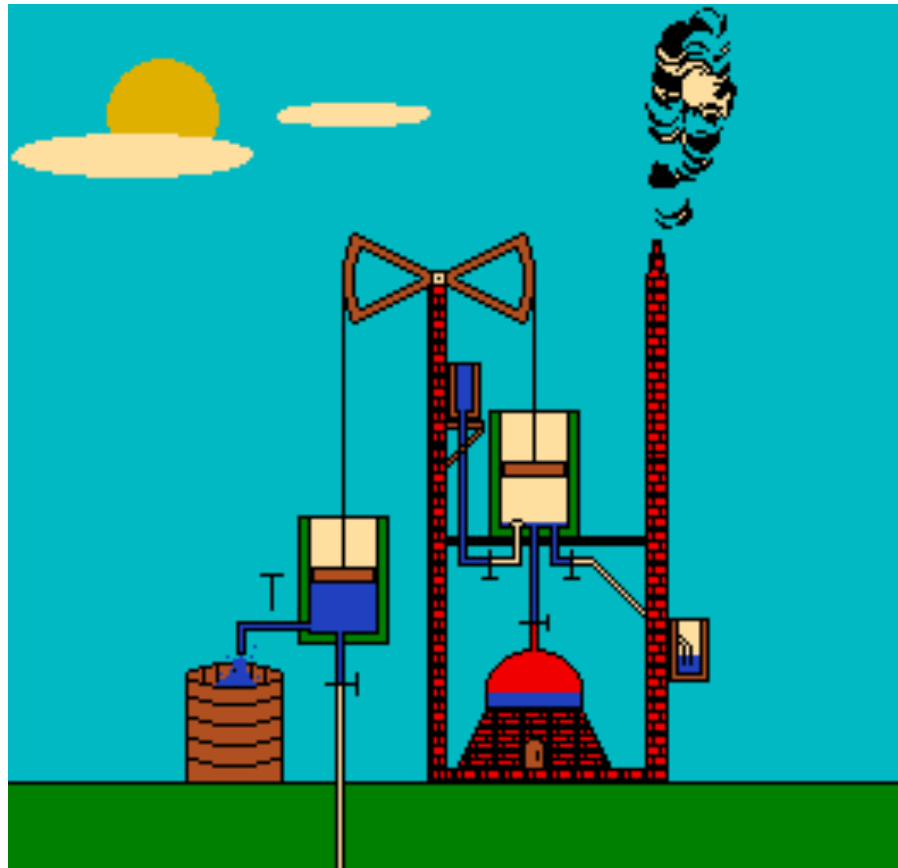
- funziona a pressione atmosferica
 - dotata di pistone: aziona una pompa di aspirazione a moto alternativo
 - macchina lenta e voluminosa:
 - 45 litri aspirati ad ogni oscillazione
 - 12 oscillazioni al minuto
 - bassa pressione
 - compatibile con la metallurgia contemporanea, in particolare con la qualità della ghisa inglese del tempo
 - sfrutta le scoperte di von Guericke e combina (inconsiamente?) il cilindro separato dalla caldaia di Savery e il pistone di Papin



1712 - Inghilterra

Macchina a vapore - *atmospheric engine*

Thomas Newcomen (1663-1729)

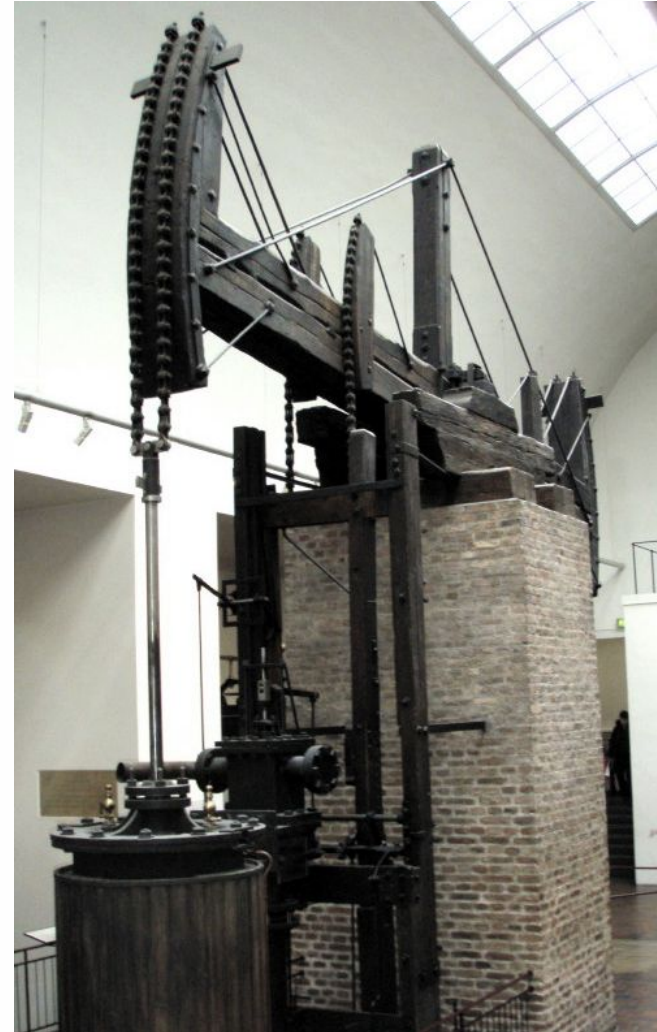


1712 - Inghilterra

Macchina a vapore

Thomas Newcomen (1663-1729)

- rendimento molto basso: ~0,5%
(molto minore a quello delle ruote idrauliche, che può superare il 50%)
- ma il concetto di rendimento non è noto, né il suo valore è valutabile
- Col tempo potrà produrre **potenze molto maggiori**
- la macchina a vapore permette la **conversione controllata di energia termica in (molta) energia meccanica**
- produce una rivoluzione nella concezione delle macchine motrici e delle risorse energetiche



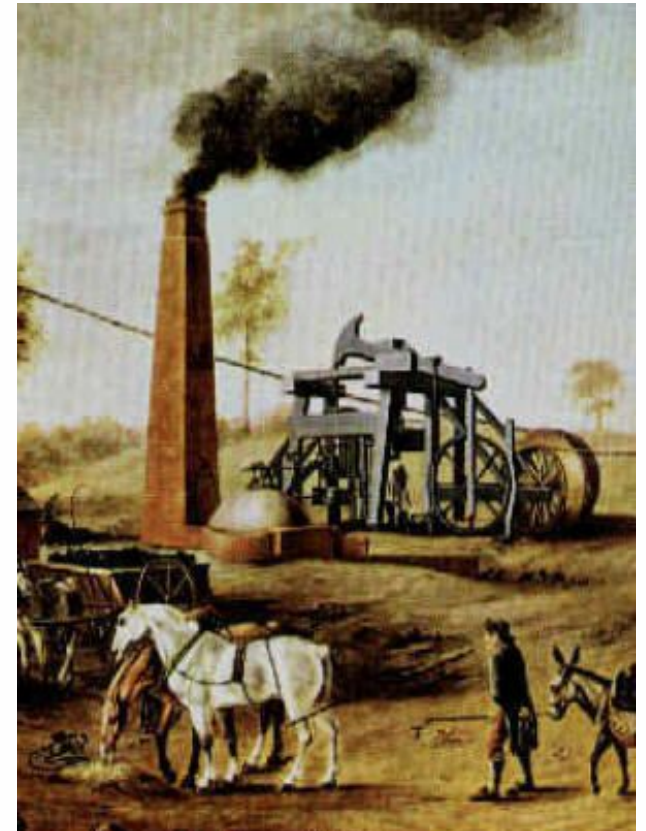
Deutsches Museum - Monaco

1712 - Inghilterra

Macchina a vapore

Thomas Newcomen (1663-1729)

- accordo con Savery, detentore del brevetto sull'uso del fuoco per sollevare l'acqua
- 1712: valvole azionate a mano
- 1713: valvole azionate automaticamente dal pistone per mezzo di cordicelle (e poi di leve)
- 1717: uso iniziale in miniera per sollevamento dell'acqua
- Enorme diffusione per il basso costo di esercizio, anzitutto nelle miniere di carbone,
- Lunghissima vitalità (oltre 80 anni)
- 1777: vari perfezionamenti la mantengono a lungo competitiva (**John Smeaton**)



1722 - Francia

Studi moderni di metallurgia

René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757)

*“L’arte di convertire il ferro forgiato in acciaio
e l’arte di addolcire il ferro fuso”*

- primo trattato che individua nel carbonio la causa della qualità dell’acciaio
- Acciaio: < 1% di carbonio
- Ghisa: 1-4% di carbonio
- Studio della cementazione

1732: Termometro ad alcool

scala Réaumur con punto di ebollizione dell’acqua a 80 gradi



Precedenti:

1597 termoscopio ad acqua di Galilei,

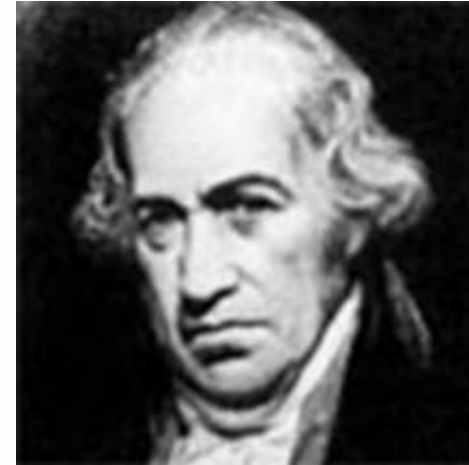
1612 termometro con scala graduata e modelli successivi dell’Accademia del Cimento

1724 - Germania, Olanda

Termometro a mercurio

Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736)

- Costruttore di strumenti e vetraio tedesco
 - invenzione stimolata dall'interesse per il calore e il fuoco
 - usa la scala Fahrenheit, poco razionale



Evoluzione

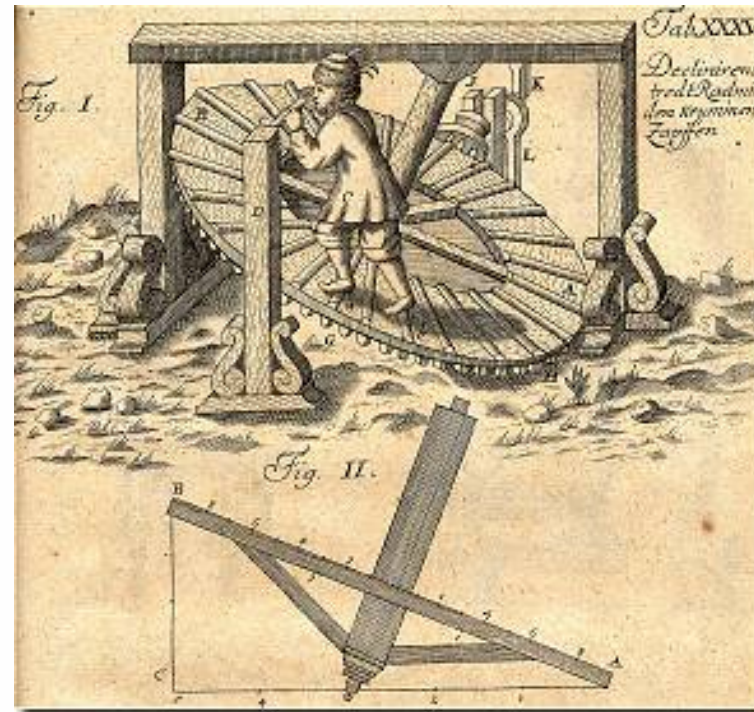
1742: termometro a mercurio a scala centigrada
di **Anders Celsius (1701-1744)**, ben più razionale

1725 - Germania

Theatrum machinarum

Jacob Leupold (1674-1727)

- Trattato in 5 volumi su macchine di ogni tipo
- La catalogazione tecnica ed il baricentro dello sviluppo tecnologico si spostano in Nord Europa



1700 - Svezia, Germania

Primi sviluppi industriali in Svezia

Christopher Polhem (1661-1751)

1697: *Laboratorium mechanicum*

- Prima scuola tecnica svedese

1700: Fabbrica di utensili metallici

- completamente azionata da ruote idrauliche
 - Sfrutta le grandi risorse idriche svedesi
 - resistenze delle maestranze
 - distrutta dal fuoco nel 1734
- Altoforno a ciclo continuo
 - Analogo altoforno anche in **Germania**
- Giunto cardanico (reinvenzione)



1745 - Svezia

Christopher Polhem (1661-1751)

1745 Laminatoio per produrre acciaio

- trasforma il ferro saldato in lamiere d'acciaio
- attenzione ai processi minerari e metallurgici
- La Svezia assume una posizione di avanguardia nella siderurgia e si avvia a divenire una potenza industriale
- N.b.: Polhem è grande innovatore e tecnologo (anche ingegnere idraulico, ma poco noto fuori dalla Svezia); descrive le sue idee in: *Testamento Politico* - 1746



1709 - Inghilterra

Carbone coke per la fusione del ferro

Abraham Darby I (1678-1717)

- coke: carbone fossile essiccato in carenza d'aria
- Riduce il tenore di zolfo



Dal 1735: col coke a Coalbrookdale si ottiene:

- ghisa industriale, fusa, economica e di buona qualità, idonea a molti impieghi, competitiva con il bronzo
- fondamentale per le macchine di Newcomen
- ... ma sempre con frazione di zolfo tale da renderla fragile nella forgiatura al maglio
- Il coke resta un segreto industriale inglese gelosamente custodito

1710 - Germania

Produzione di porcellana

- A Meissen (Sassonia), grazie alla scoperta del caolino
- qualità paragonabile a quella cinese (ma 1000 anni dopo)
- poi diffusa in altri distretti industriali europei
 - 1748: Capodimonte, in Italia
(introdotto dalla regina Maria Amalia, originaria della Sassonia)
 - 1754: fabbriche Wedgwood, in Inghilterra
 - 1756: Sévres, in Francia
- Contemporaneo sviluppo dell'industria dei pigmenti chimici (e quindi della chimica stessa)
 - blu reale, porpora di Cassio, blu di Prussia, ...
- porcellane e ceramiche hanno notevole importanza industriale, nella produzione di suppellettili di ogni tipo in alternativa al vetro o al legno (materie sintetiche e plastiche ancora non esistono)

1712 - Svizzera

Asfalto: pietra macinata mescolata a pece calda

Eyrinis d'Eyrinis (greco)

ispirato da un giacimento di bitume scoperto a Pechelbronn

- pensato per la copertura di superfici (tetti)
- tecnologia prematura e senza seguito (non esiste ancora un reale vantaggio economico al suo utilizzo stradale)
- adozione lenta:
nella copertura delle strade si affermerà quando lo sviluppo dei trasporti prima urbani e poi interurbani richiederà carreggiate stradali migliori (iniziale assenza di domanda)

1810: Lione; 1820: Ginevra; 1822: Strasburgo; 1838: Parigi

....

1869: diffusione in città inglesi

1870: città statunitensi

1934: diffusione in Italia

1716 - Francia

Corps des Ponts et Chaussées

- Corporazione di ingegneri ed esperti di ponti e strade nato per fronteggiare la disastrosa situazione della rete stradale in terra battuta (comune a tutta l'Europa)
- recepisce studi precedenti di ingegneri italiani del XVI secolo ispirati alle opere di Vitruvio
 - Palladio, Scamozzi, Castelli, Toglietta,
- prima scuola tecnica in senso moderno

1747: evolve in École des Ponts et Chaussées

1775: innovazioni sostanziali nel sistema stradale francese

- ha importanza fondamentale nello sviluppo delle conoscenze ingegneristiche e nella creazione di un approccio istituzionalizzato e pianificato alla trasmissione del sapere tecnico

1751-1772 - Inghilterra

Sistema stradale a pedaggio (Turnpike Trust)

- concessione di tratti stradali a privati
- con obbligo di manutenzione
- in cambio del diritto di esigere un pedaggio
- netto miglioramento dello stato delle strade

- vantaggi per chi viaggia:
 - riduzione dei tempi di percorrenza
 - riduzione del numero di animali necessari al traino di carri
 - espansione del traffico

1700-67 – Francia, Regno Unito

Navigazione

1700-1726: Carte nautiche moderne

Guillaume Delisle (1675-1726)

- Primo cartografo moderno
- Longitudine riferita al meridiano a 20° a ovest di Parigi



1767: Almanacco nautico inglese

- Affermazione graduale del meridiano di Greenwich (riferito all'osservatorio astronomico reale di Greenwich)

1730 – Inghilterra - Colonie

Sestante marino (originariamente ottante)

John Hadley (1682-1744) e

Thomas Godfrey (1704-1749)

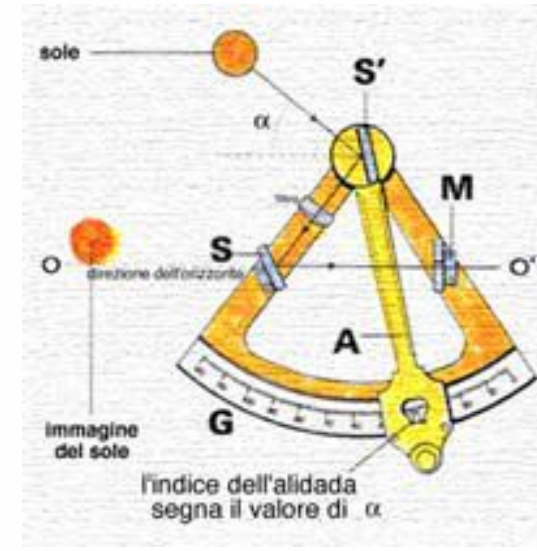
- Erede del glorioso astrolabio:
- Misura accurata della **latitudine**
 - copre un arco di 60° (originar. 45°), graduato con precisione
 - è dotato di due specchi
- nell'ambito di sviluppi generali di strumenti di navigazione precisi utilizzando lenti e specchi, la cui fabbricazione ha registrato notevoli progressi



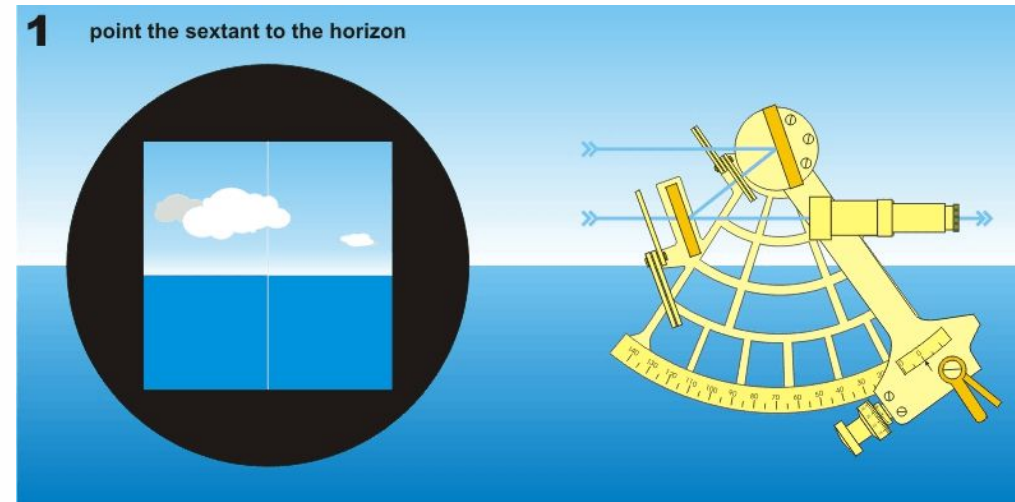
1730 - Inghilterra

Sestante marino

Grazie ai due specchi funziona a riflessione, in modo tale da eliminare l'errore di allineamento sull'orizzonte



Sostituisce l'astrolabio, essendo molto più preciso (arriva a 1' di precisione)



1714 - Inghilterra

Longitude Act - legge emanata dal Parlamento Inglese
in seguito a numerose tragedie marine

1707: naufragio di Lord Cloudisley Shovell, 2000 vittime

- Premio di 20.000 £ (pari a 10 M€ attuali)
per misurare la longitudine con precisione di mezzo grado
(che all'equatore corrisponde a 30 miglia nautiche = 55 km)
dopo un viaggio alle Indie Occidentali
- Equivalente a misurare la differenza oraria tra Londra e le Indie
Occidentali con una precisione di 2 minuti (con orologio) dopo
settimane di viaggio
- Commissione valutatrice: **Board of Longitudes**
 - Inizialmente con Isaac Newton
 - Primo ente di promozione della ricerca tecnologica

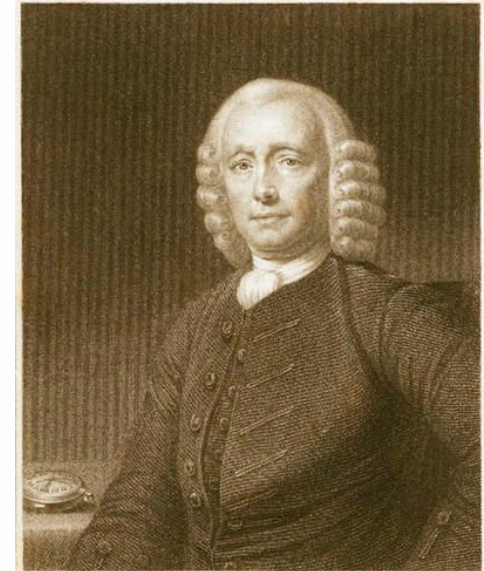
1736 - Inghilterra

John Harrison (1693-1776)

allettato dal premio istituito dal Longitude Act del 1714 per la misura della longitudine nella navigazione oceanica

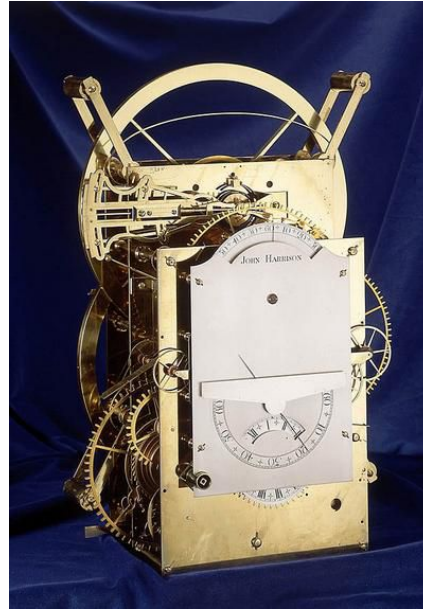
Cronometro marino = orologio di precisione

- Primo modello preciso H1
1,3 metri, 34 kg



National Maritime Museum - Greenwich Observatory

1736-1761 - Inghilterra



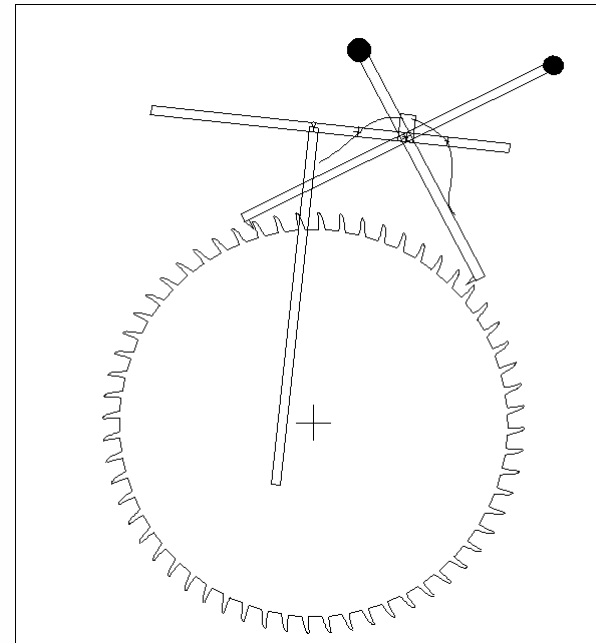
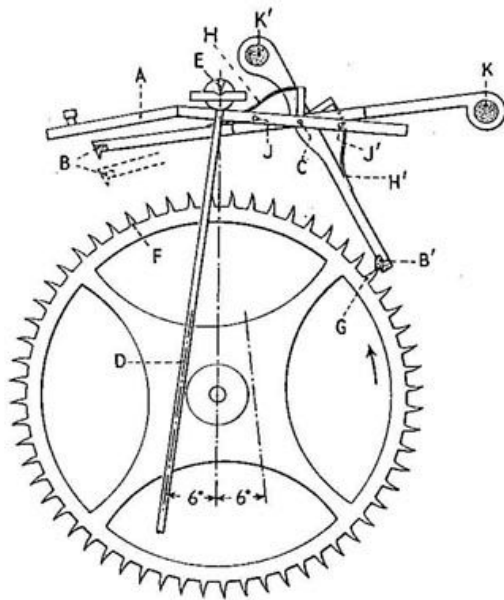
Cronometri di **John Harrison** (1693-1776)

- 1736: H1 (34 kg), alto 1,3 metri
- 1740: H2 (39 kg), alto 1 metro, mai imbarcato su una nave
- 1759: H3 (27 kg), alto 0,66 metri
- 1761: H4 (13,3 cm)

Innovazioni notevoli di Harrison

I suoi successi progressivi sono dovuti anche all'ideazione di dispositivi innovativi, come:

- Scappamento a cavalletta
 - con attriti ridottissimi
- Lamina bimetallica
 - per compensare in retroazione le variazioni di temperatura che influenzano la molla a bilanciere



1761 - Inghilterra

Cronometro marino H4

John Harrison (1693-1776)

verifiche (la precisione richiesta era di $0,5^\circ$ o 30 miglia, pari a un errore di 2 minuti):

- I prova: dopo 40 giorni
→ errore di 5 s (pari a 1,25 miglia)
- Il prova: dopo oltre 80 giorni
→ errore di 39.2 s (pari a 10 miglia)

1783: vince 10.000 £ del Longitude Act

- La realizzazione è raffinatissima, ma anche costosissima (450 £, pari a circa 250 k£ attuali)



1766 - Francia

Cronometro marino di precisione

Pierre Le Roy (1717-1785)

- stimolato da un concorso bandito dalla Académie des Sciences analogo a quello del Longitude Act inglese
- dopo aver visitato Harrison a Londra
- nuovo tipo di scappamento e bilanciere compensato
- alla fine del viaggio di prova in mare durato 46 giorni accumula un ritardo di 8 secondi
- più grande di quello di Harrison, ma suscettibile di miglioramenti
- i miglioramenti introdotti da orologiai inglesi renderanno il cronometro sufficientemente economico da divenire di uso generale in navigazione
- *Con questi cronometri e col sestante del 1730 la navigazione diventa più sicura ed i dati raccolti in viaggio permettono ai cartografi di tracciare mappe nettamente più precise*



1770-1840 - Europa

Epopea della grandi esplorazioni a vela
nuovi velieri evoluti

- Fregate, golette, brigantini,...
- grandi esigenze di legname: una grande nave può richiedere 2000 querce secolari, (20 ettari di bosco)

grandi viaggi esplorativi

1767-69: **Louis de Bougainville...**

1768-79: **James Cook**

- viaggi in Oceania con sestante + almanacco nautico + replica di H4 (dal secondo viaggio)

1791-92: **Malaspina;**

1792-94: **Vancouver;**

1798-03: **Flinders;**

1799-04: **von Humboldt, ...**

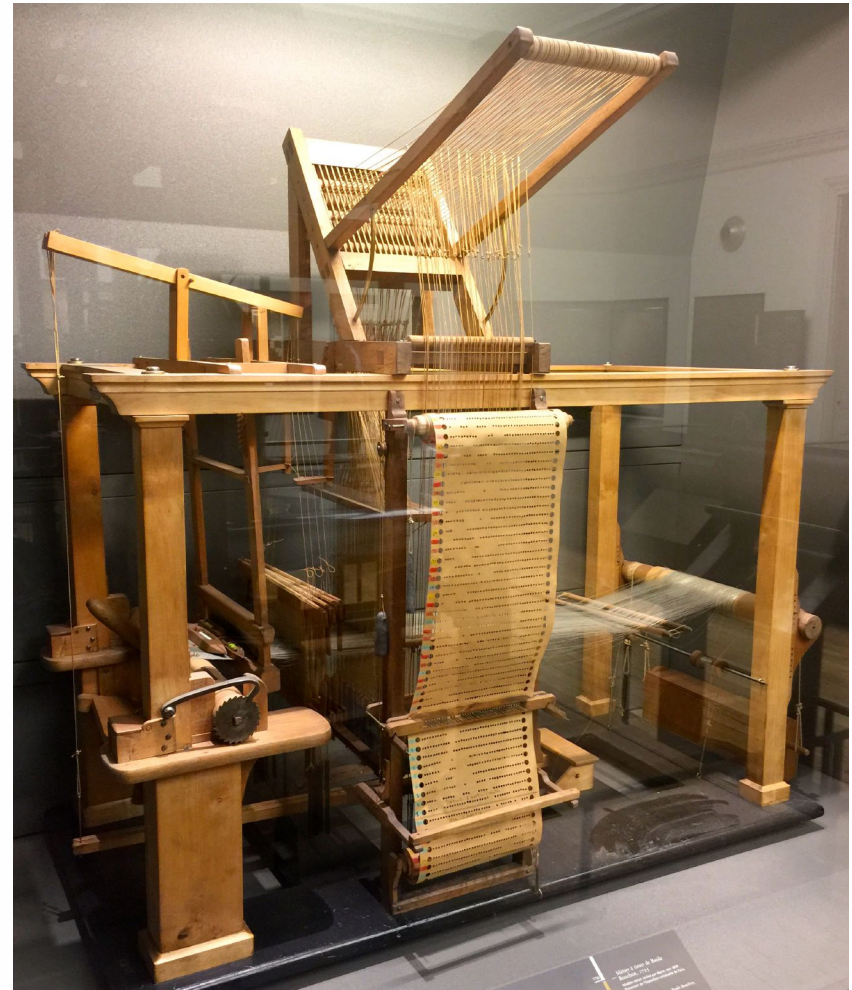


1725 - Francia

telaio semiautomatico per tessuti disegnati

Basile Bouchon (Lione)

- è controllato da una striscia di carta perforata contenente il “programma di disegno”, che viene caricata manualmente, e fa alzare selettivamente i licci dell’ordito al passaggio del filo della trama
- prima macchina a programma memorizzato
- passo importante verso l’automazione nella produzione tessile



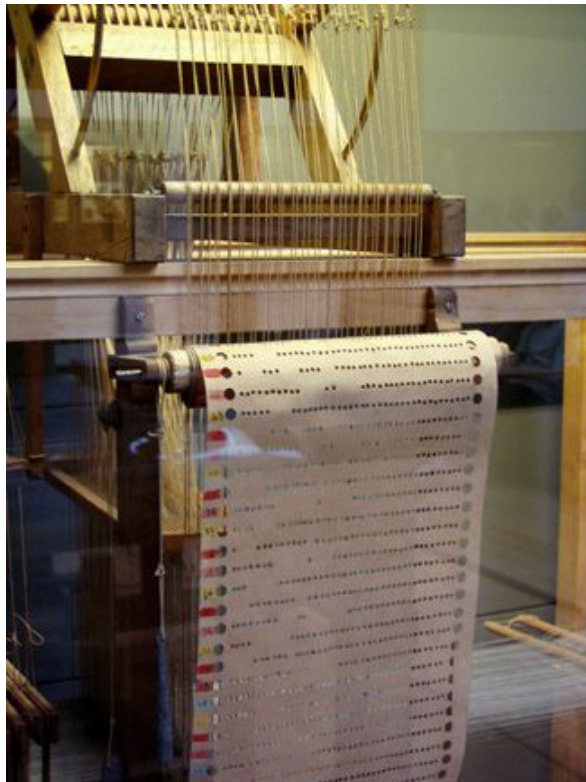
Musée des Arts et Métiers - Parigi

1728 - Francia

telaio semiautomatico per tessuti disegnati

Jean-Baptiste Falcon (collaboratore di Bouchon – Lione)

- Perfezionamento del telaio a programma di Bouchon: usa sequenze di schede, facilmente sostituibili in caso di danneggiamento



Bouchon



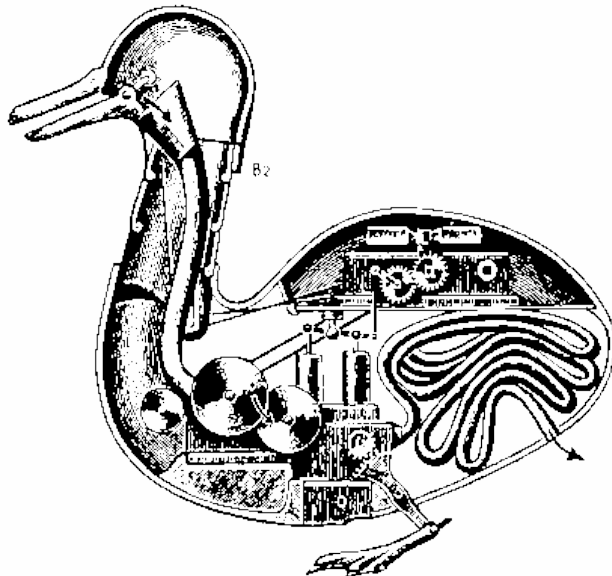
Falcon

1738 - Francia

Automi evoluti

Jacques de Vaucanson (1709-1782)

- Anatra meccanica
 - 400 movimenti, mangia,
 - digerisce ed evacua
- ed altri automi



1745 - Francia

Telaio completamente automatico
Jacques de Vaucanson (1709-1782)

dal 1741: ispettore delle filande,
vi introduce innovazioni e automazioni

1745: primo telaio completamente
automatico, azionabile da ruota
idraulica o forza animale

- troppo avanzato e sofisticato:
rimane ignorato



Musée des Arts et Métiers - Parigi

1774 - Svizzera

Automi evoluti (1772-1774)

Pierre Jaquet Droz e figlio

- orologio con formazione scientifica, proveniente da famiglia agiata
- automi con programma memorizzato

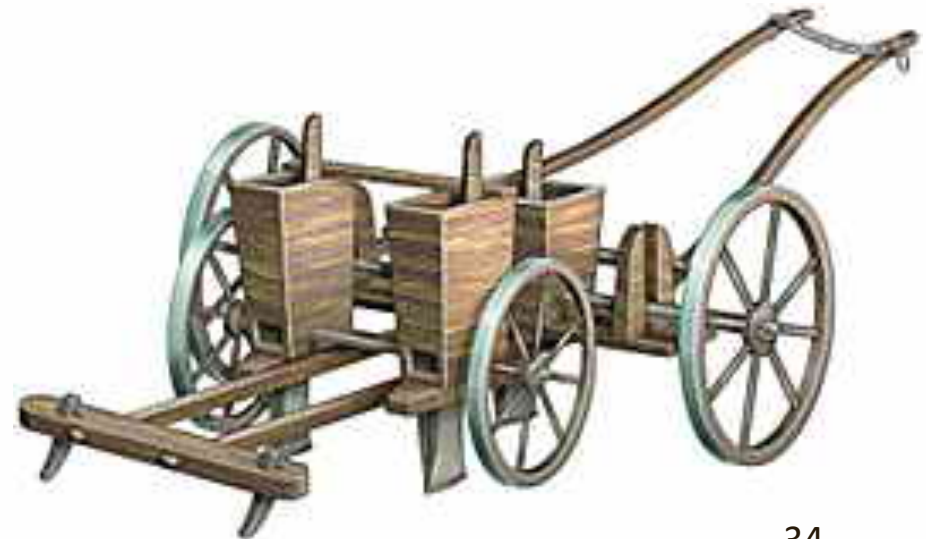


1701 - Inghilterra

Fermento nella tecnologia agraria
seminatrice automatica

Jethro Tull (1674-1741)

- depone automaticamente i semi, collocandoli in profondità, al riparo da vento e uccelli → risparmio di sementi
- prima di molte altre macchine per l'agricoltura

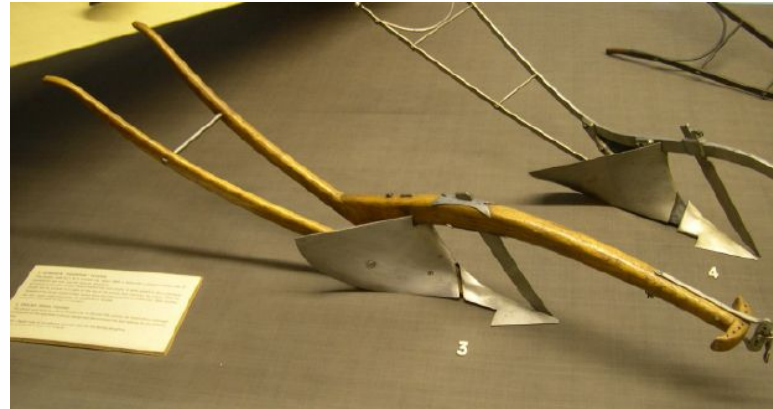


1730-2 - Inghilterra

1730: Aratro moderno - Aratro Rotherham

Joseph Foljambe

- principi olandesi
- piccolo e leggero, con vomere e versoio metallici
- prodotto industrialmente
- grande successo



London Science Museum

1763: aratro scozzese, scientificamente ottimizzato

1731: testo di agraria: *New Horse Hoeing Husbandry*

Jethro Tull

1732: Trebbiatrice

Michael Menzies

- insieme di correggiati montati su un albero azionato da ruota idraulica, per trebbiare il grano senza impiego di lavoro muscolare

~1750 - Inghilterra

Coltivazioni innovative

- Diffusione della patata
 - introdotta in Europa intorno al 1525
 - alimento fondamentale della dieta delle classi povere
- Diffusione del mais
- Diffusione del tabacco
 - Introdotta in Europa intorno 1559
- Nuovi metodi di rotazione, poi anche a “quattro periodi”
 - tipo Norfolk, ideata da Lord Townshend
 - grano, rape, avena, trifoglio

~1750 - Inghilterra

Innovazioni nelle tecniche agrarie e meccanizzazione delle attività agricole danno impulso alla **rivoluzione agricola inglese**

- aumenta notevolmente la produttività agricola e crea surplus alimentare
- libera manodopera:
per le attività estrattive (carbone, ferro, ...)
e per la fiorente industria manifatturiera (tessile, fittile, ...)
- è una premessa essenziale della futura rivoluzione industriale, che, anche grazie alla rivoluzione agricola, avviene in Inghilterra ... e non in Olanda, commercialmente più sviluppata, o in Francia, più popolosa

1745-72 - Regno Unito

Mulini a vento

1754: Timone direzionale nei mulini a vento

Edmund Lee, inglese

- orienta automaticamente le pale nella direzione del vento
- meccanismo a retroazione

1772: Pale con saracinesca a molla

Andrew Meikle (1719-1811), scozzese

- struttura delle vele a saracinesca azionate a rotore fermo a mano tramite leve, e dotate di molle che toglievano portanza in caso di tempesta

1807: Governale

William Cubbit (1785 -1861) inglese

- regola automaticamente le saracinesche senza fermare il mulino → evita la rottura delle pale in caso di vento troppo forte



Versione più recente

1782-6 – Regno Unito

1782: Seminatrice automatica

James Cooke, inglese

- prima seminatrice moderna
- archetipo dei modelli del secolo successivo

1786: Trebbiatrice per frumento

Andrew Meikle (1719–1811) scozzese

- toglie la pula ai chicchi di grano,
 - tamburo in attrito con alloggiamento concavo, azionamento idraulico o a cavalli (su tapis roulant), sostituisce il correggiato (anche quello automatico di Menzies)



1717 - Inghilterra

Stabilimento serico a Derby

John (1693-1722) e Thomas (1691-1739) Lombe

- filatoi azionati da ruota ad acqua
- tecnologia “importata” da Torino da John e subito brevettata
 - vero caso di spionaggio industriale
- in Inghilterra è considerato una meraviglia tecnologica

- Prima vera fabbrica inglese (edificio con esclusive finalità produttive)
- Avvia l’industria serica inglese
 - Uno dei primi passi della rivoluzione industriale
 - modello della futura industria del cotone



1733 - Inghilterra

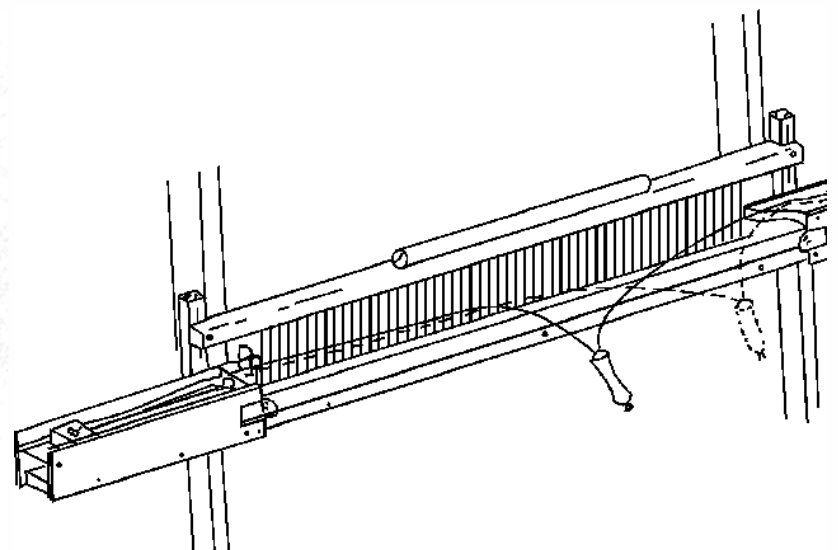
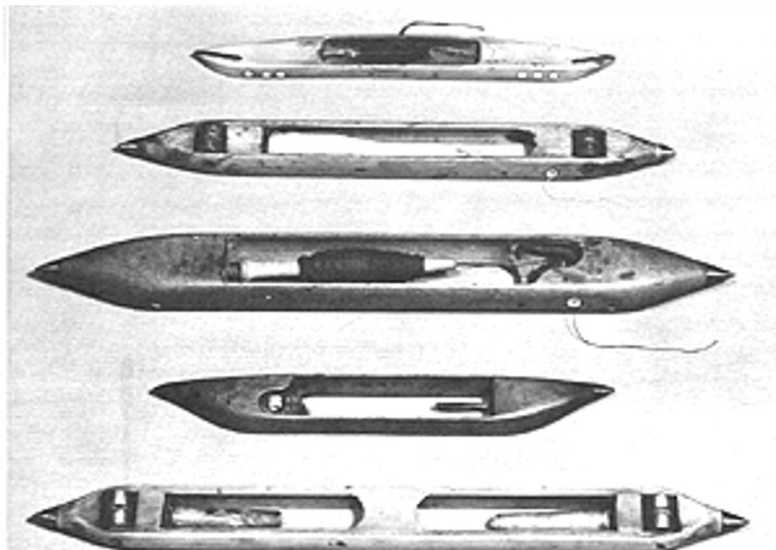
Telaio a spola volante

John Kay (1704-1780)

1730: invenzione

1733: brevetto

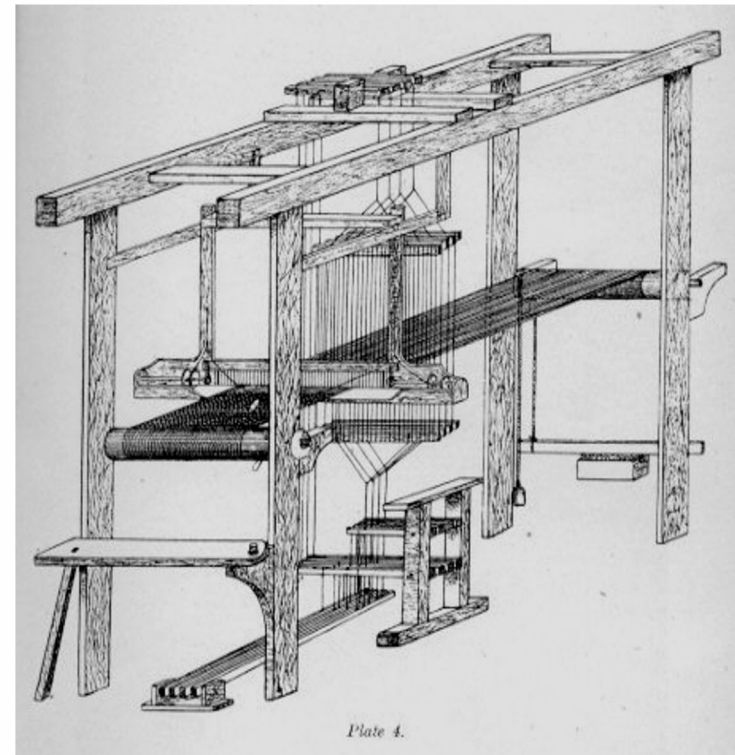
- con binario e molla di rimbalzo ad un lato
- diffusione iniziale lenta, adozione dal 1750
- passo importante della rivoluzione industriale



Telaio a spola volante

1733 John Kay

- una sola persona può tessere una stoffa larga



1745 - Inghilterra

- Telaio automatico
 - **John Kay** (1704-1780)
e **Joseph Stell**
 - Sommosse e reazioni violente dei lavoratori, timorosi di perdere il posto di lavoro
 - Kay ripara in Francia per qualche tempo per cercare maggiori soddisfazioni economiche alle proprie invenzioni



Telai francesi, telai inglesi

- I telai di Bouchon, Falcon e Vaucanson rientrano in una secolare tradizione di eccellenza francese avviata nel 1470 da Jean Le Calabrais e proseguita in seguito con Jacquard
- sono telai molto sofisticati, volti ad automatizzare le operazioni di produzione di tessuti raffinati e costosi (in particolare in seta), destinati ad un mercato ristretto.
- Invece i telai inglesi in un contesto normativo ed economico più libero e garantista, sono volti a ridurre tempi e costi di produzione, per offrire prodotti competitivi ad un mercato più ampio.
- ... saranno i secondi a fare la rivoluzione industriale

1738 - Inghilterra

Filatoio a cilindri multipli

Lewis Paul (~1700-1759) e **John Wyatt** (1700-1766)

- Prima macchina di uso pratico per la filatura automatica del cotone (nella fabbrica di Paul), azionata da un asino
- Produce contemporaneamente più filati (per tenere il ritmo produttivo di un singolo telaio)

Precedenti:

~1490: Filatoio a doppia aletta di Leonardo

1530: Naspo rotativo di Johann Jürgen

Evoluzione:

1754: Filatoio di James Taylor

1758: Filatoio di Lewis Paul

1768: Filatoio di Richard Dereham e Richard Haines

-

1748 - Inghilterra

Cardatrice - brevetto

John Kay (1704-1780)

Macchina per la pettinatura e pulitura delle fibre tessili prima della filatura, azionata a mano

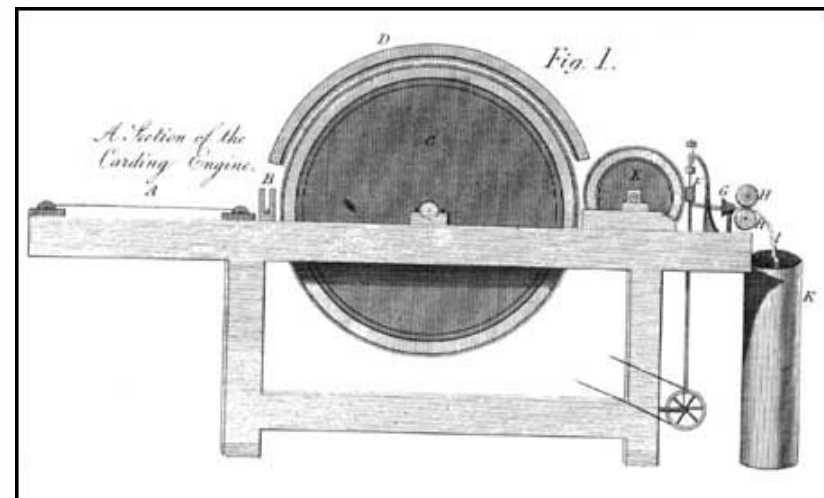
Daniel Bourn: modello contemporaneo più evoluto

1760: Diffusione

■ ...

1775: **Richard Arkright** (1732–1792) modello competitivo

1789: **Edmund Cartwright** (1743–1823) modello motorizzato

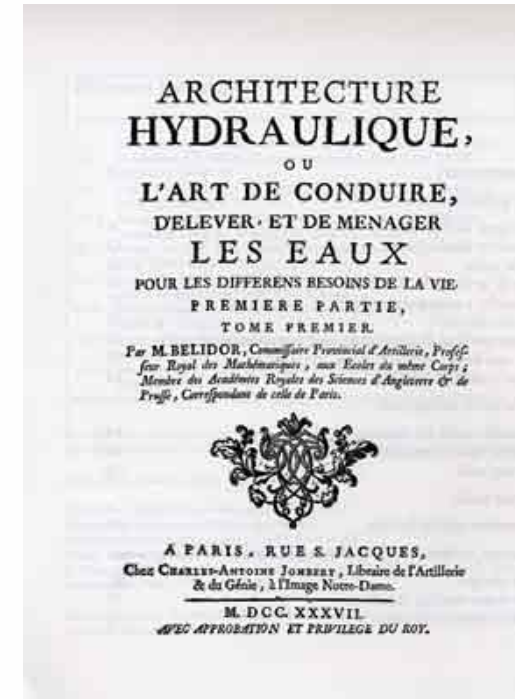


1737-53 - Francia

L'architecture hydraulique

Bernard Forest de Bélidor (1698-1761)

- Ingegnere civile e militare
- Importante trattato in quattro volumi
- Per la prima volta il calcolo integrale è usato per risolvere problemi tecnici



La matematica sofisticata diventa uno strumento per gli ingegneri

~1750 - Francia, Europa

Apogeo dell'Illuminismo

corrente di pensiero figlia della Rivoluzione Scientifica: illumina l'uomo applicando in ambito filosofico i metodi scientifici newtoniani

1751-1766: *Encyclopédie*

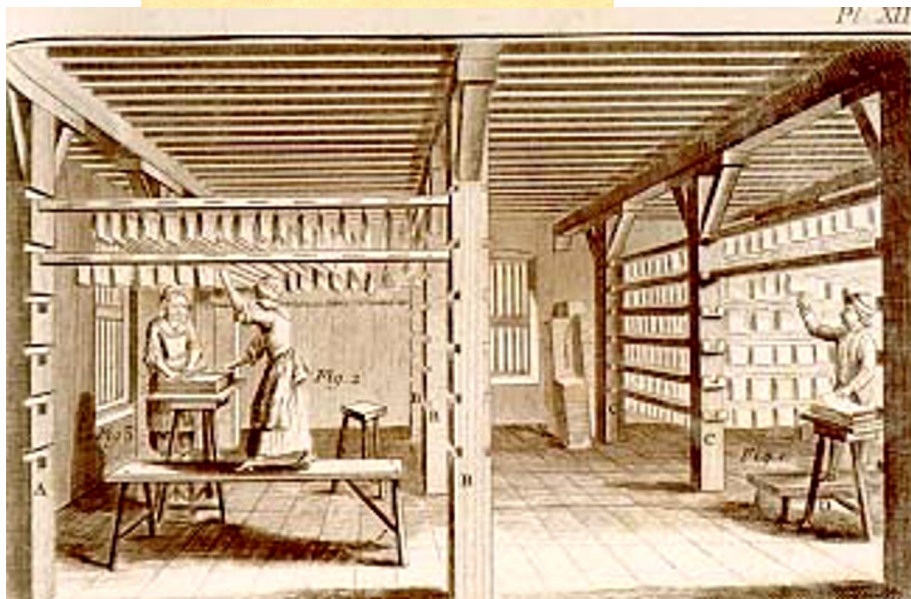
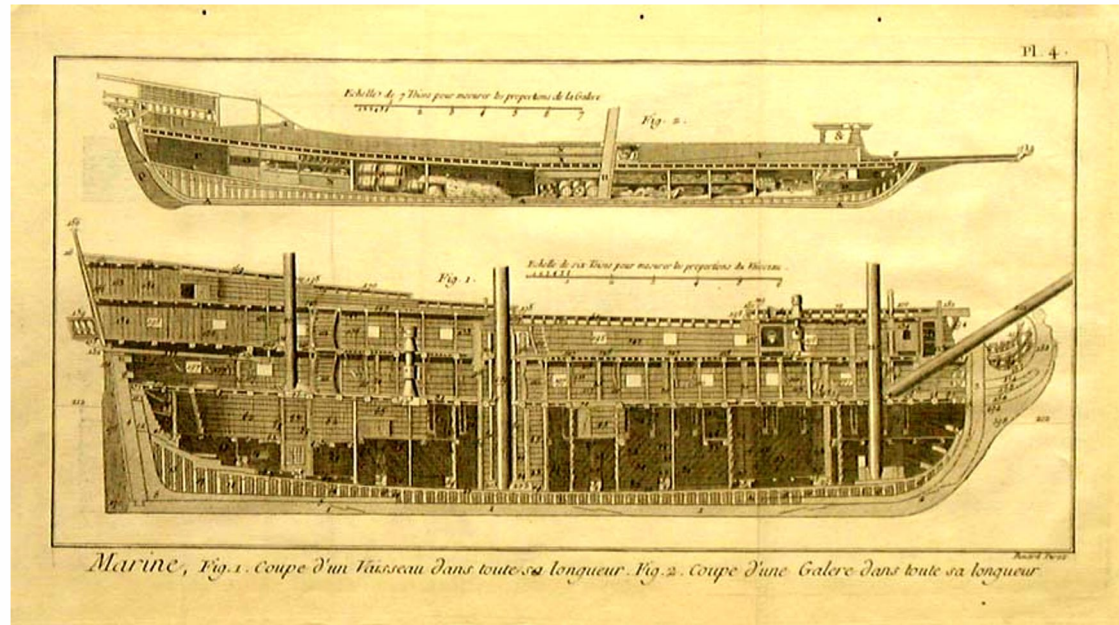
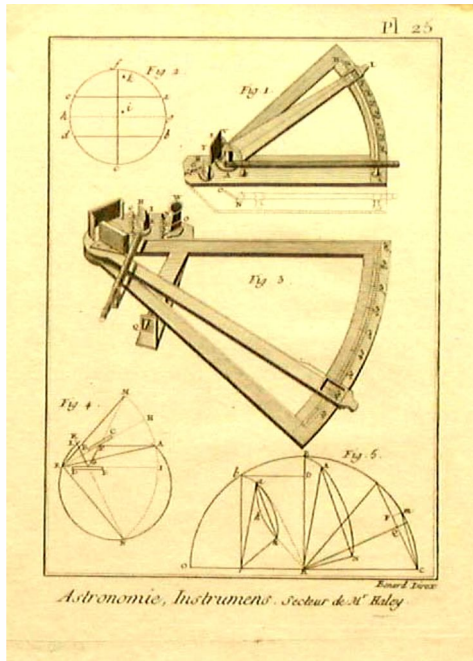
Denis Diderot (1713-1784)

Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783)

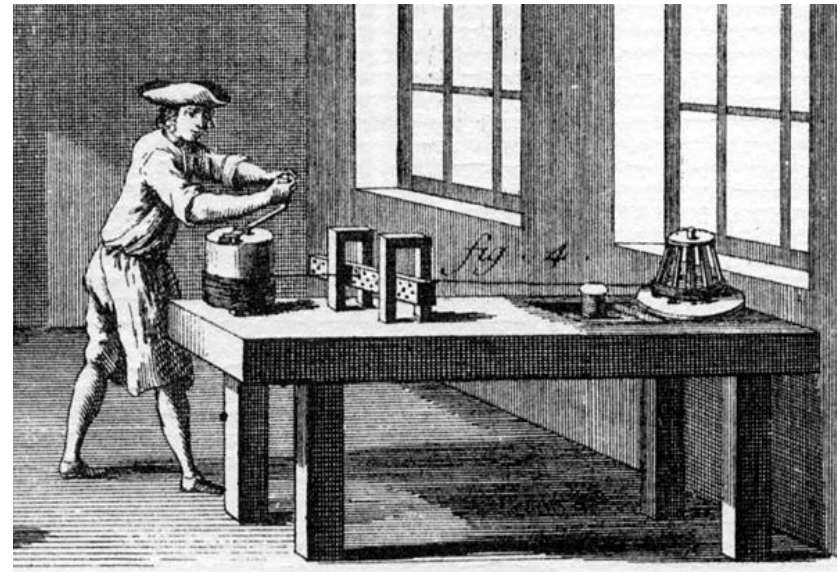
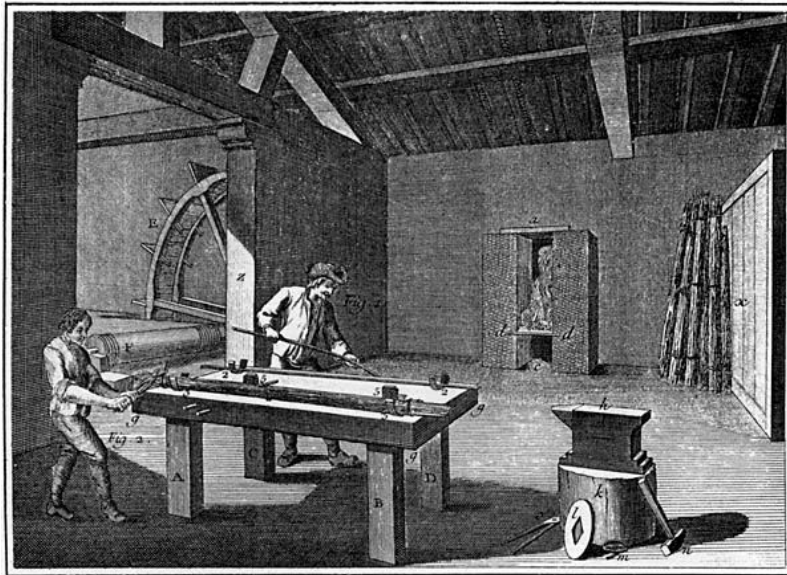
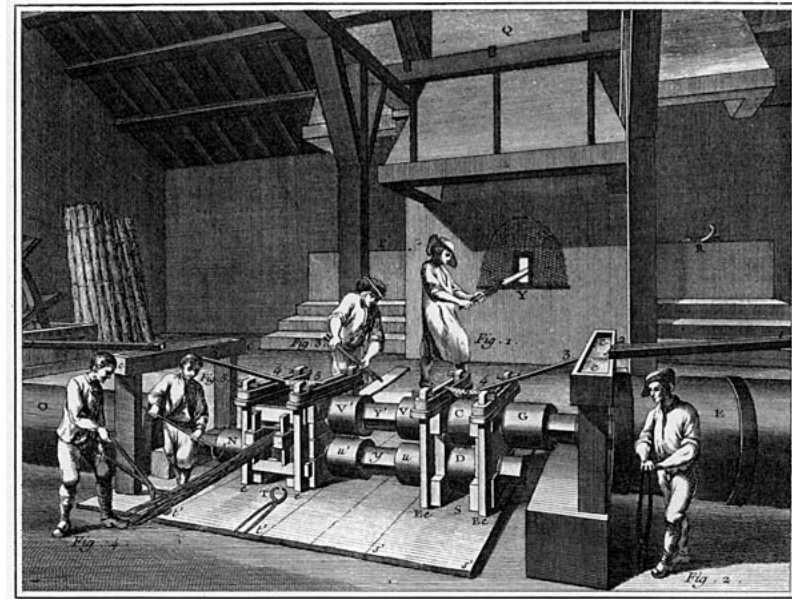
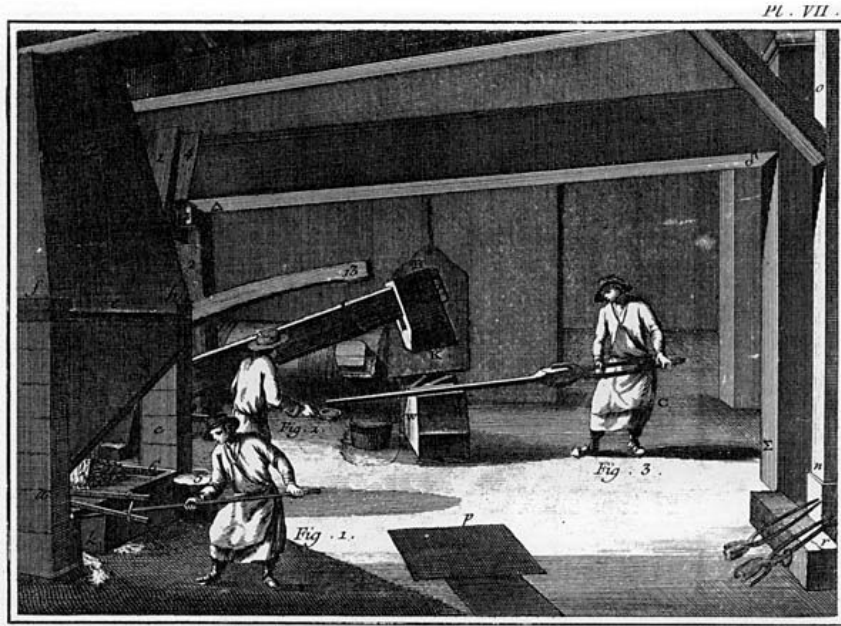
- trattato universale su scienza, arti e mestieri
- approccio laico-razionale-pragmatico
- catalogazione e documentazione formale del lavoro manuale
- attaccata dai gesuiti, perché induce la secolarizzazione del sapere

1728: precedente = *Cyclopaedia* di **Ephraim Chambers** (UK)

Encyclopédie

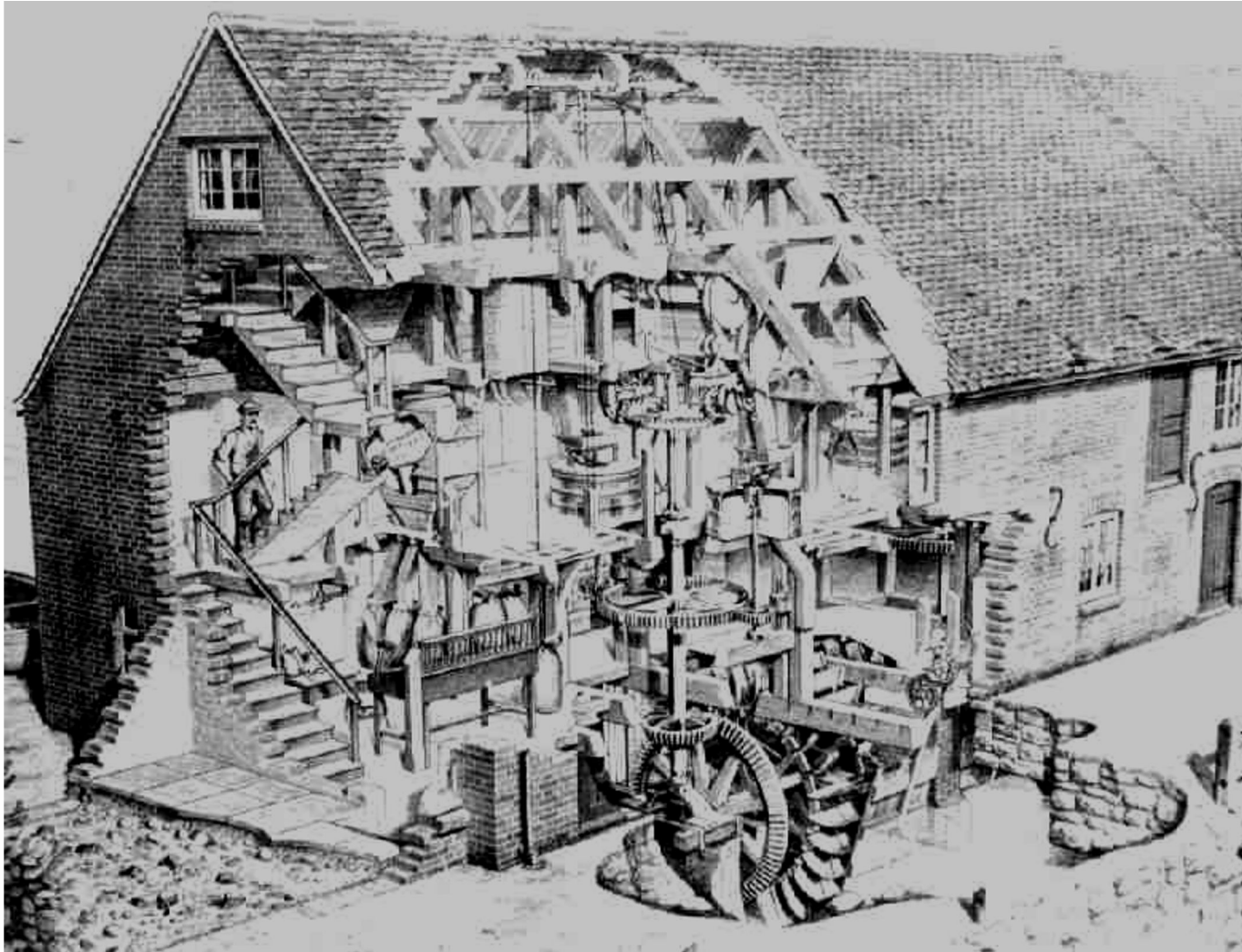


Encyclopédie



~1750 - mulino a marea

Mulino a marea inglese del XVIII secolo



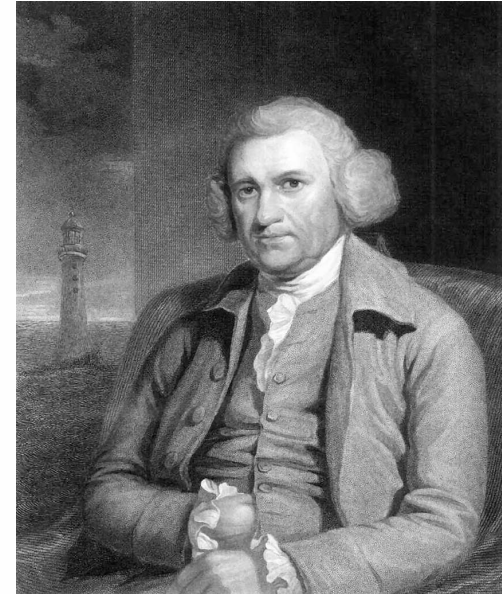
1756 - Inghilterra

John Smeaton (1724-1792)

padre dell'ingegneria civile
(edile e meccanica, per gli inglesi)

Calcestruzzo

- re-invenzione, primo calcestruzzo moderno
- edifici, ponti, fari, macchine



- nascita dell'ingegneria quantitativa inglese

1759: primi studi quantitativi sulle ruote idrauliche (con quelli di Eulero del 1754) - calcola il rendimento delle ruote per alto (60%) - realizza la prima ruota in **ghisa** - rivoluzionaria – ricevendone la Copley Medal del 1759

1777: perfezionamento della macchina vapore di Newcomen

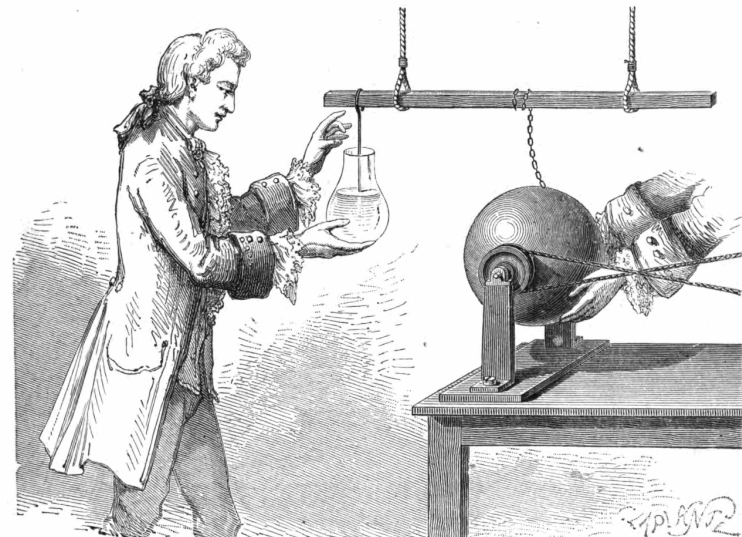
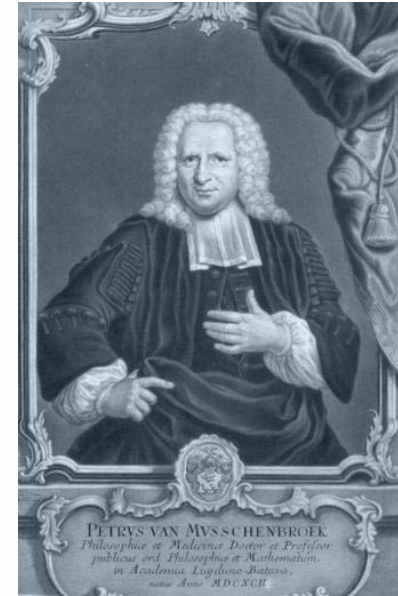
1746 - Olanda

Bottiglia di Leida

Pieter van Musschenbroek (1692-1761)

professore all'università di Leida

- primo rudimentale condensatore elettrico
 - accumulatore di elettricità statica
- 1745: un'analogia bottiglia è stata già realizzata da Ewald Georg von Kleist, scienziato dilettante tedesco che non la divulga
- L'elettricità è una curiosità da laboratorio e da salotto



1752 - Colonie americane

Parafulmine

Benjamin Franklin (1706-1790)

- primo dispositivo elettrico di utilità pratica (e per vario tempo unico)



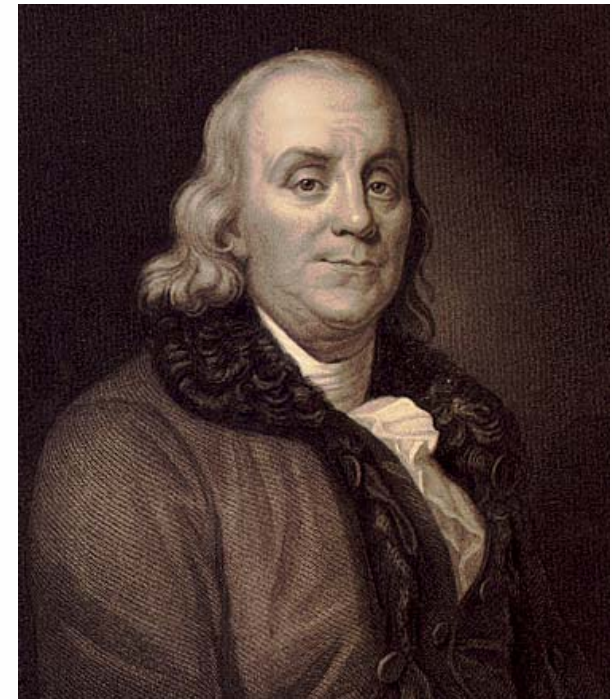
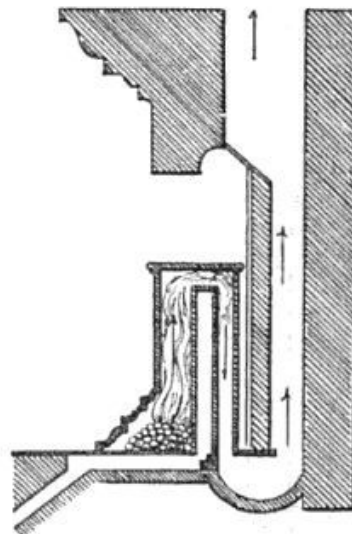
Franklin: concezione della scienza finalizzata ad applicazioni pratiche

1741 - Colonie americane

Stufa economica

Benjamin Franklin (1706-1790)

- Molto più efficiente del caminetto,
- Segna un notevole progresso nel riscaldamento degli edifici



1784 - Stati Uniti

Occhiali bifocali

Benjamin Franklin (1706-1790)

- ideati a 78 anni, permettono all'inventore e agli anziani, di usare un solo paio di occhiali idoneo a vedere sia da lontano che da vicino



1769 - Germania

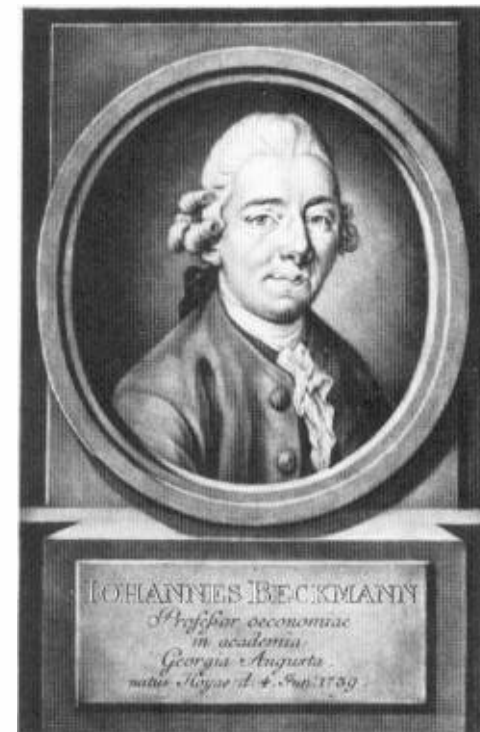
La tecnica, che fa propri i nuovi metodi scientifici ed alimenta la nuova scienza, induce l'interesse della scienza per la tecnologia

Johann Beckmann (1739-1811)

illuminista tedesco influenzato dall'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert

crea il termine "tecnologia"

quale disciplina che riguarda la manipolazione delle risorse naturali



Primi studi sistematici e rigorosi sulla storia della tecnologia