

□

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 16

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

1800 - Italia

Generatore elettrochimico - pila voltaica

Alessandro Volta (1745-1827)

- primo generatore di energia elettrica,
- capace di produrre corrente elettrica persistente nel tempo



Pila elettrochimica

Campo elettrochimico

Evoluzione:

1800: elettrodi zinco-argento (A. Volta) → sperimentazione

1836: setto depolarizzante (J. F. Daniell) → telegrafo

1838: elettrodi zinco-platino depolarizzata (W. R. Grove) → telegrafo

1841: elettrodi zinco-carbone (R. W. E. von Bunsen)

→ elettro-placcatura, lampade ad arco

1877: elettrodi zinco-carbone depolarizzata a manganese (G. Leclanchè)

→ telegrafo, segnalazioni

1881: zinco-carbone depolarizzata a secco (J. A. Thiebaut, C. Gassner)

→ apparecchi di piccola potenza

1893: a mercurio a umido (E. Weston) → pila campione

1959: pila alcalina (L. Urry, K. Kordes) → apparecchi di piccola potenza

1975 circa: pila al litio (Armand, Scrosati) + sviluppi successivi (1980s Goodenough, Whittingham, Yoshino, ...)

Pila elettrochimica

Campo scientifico

nasce l'**elettrodinamica**

Quale primo generatore di corrente continua, la pila permette gli esperimenti di elettrodinamica che stravolgono il panorama delle conoscenze elettriche, svincolandole dall'ambito angusto dell'elettrostatica, e aprono le porte alle scoperte, elettriche elettrochimiche ed elettromagnetiche:

- **Elettrodinamica:** Oersted (1820), Ampère (1820-26),
- **Conduzione elettrica:** Ohm (1826), Joule (1840), Kirchhoff (1845),
- **Elettrochimica:** Faraday (1833),
- **Elettromagnetismo:** Faraday (1831-45-55), Maxwell (1861-64-73), Hertz (1887), ...

Pila elettrochimica

Campo tecnologico

nasce l'**elettrotecnica** = l'applicazione ingegneristica delle conoscenze elettriche:

quale primo generatore di corrente continua, la pila permette i primi utilizzi pratici dell'elettricità (con potenza ed energia non elevate)

- **Processi elettrochimici** (scoperta: Nicholson, 1801; Davy, 1806)
- **Arco elettrico** (scoperta: Petrov, 1803 e Davy, 1809; sfruttamento: lampada ad arco, 1842)
- **Trattamenti galvanostegici e galvanoplastici** (scoperta: Brugnatelli, 1805; sfruttamento: Jacobi, 1838)
- **Telegrafo elettromagnetico** (primi esperimenti: Schilling, 1828; sfruttamento: Gauss e Weber, 1833; Weathstone e Cooke, 1839; Morse 1844)
-

1801-6-7-8 - Gran Bretagna

Prime indagini di **elettrochimica** e prime utilizzi scientifico-tecnici della pila voltaica

Elettrolisi dell'acqua

1801 **William Nicholson** (1753-1815) con **Anthony Carlisle**

Arco elettrico

1803 **Vasily Petrov** (1761–1834) (in Russia)

1809 **Humphry Davy** (1778-1829) dimostrazione pubblica

Decomposizione di composti alcalini

1806-10 **Humphry Davy** (1778-1829) ...

1806-10 - Europa

Chimica

- Progressi fondamentali, grazie alla pila voltaica

Scoperta di nuovi elementi:

Humphry Davy (1778-1829)

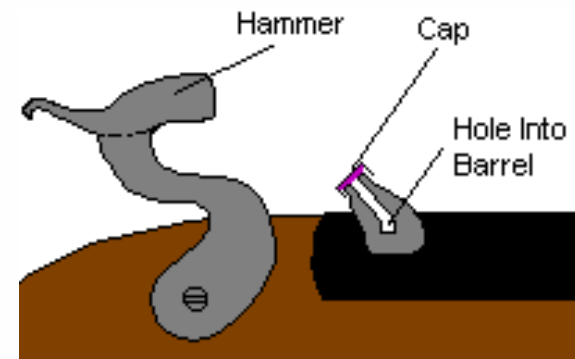
- sodio, potassio, bario, calcio, magnesio, stronzio
- Grazie ad essi si affermano i concetti di elemento e composto (introdotti da Lavoisier, 1789), e si apre la strada alle intuizioni di Dalton (1805) e Avogadro (1811), determinanti per lo sviluppo della chimica moderna

1807 - Inghilterra

Innesco a percussione per armi da fuoco

Alexander Forsyth (1769-1843)

- Capsula di clorato di potassio (poi sostituito da fulminato di mercurio) colpito da un percussore ad ago (grazie alle recenti scoperte chimiche)
- Sviluppato per migliorare il proprio moschetto da caccia, evitando la fiammata dell'acciarino
- Subito recepito in ambito militare, perché migliora drasticamente le capacità di sparo delle armi da fuoco



1807-12 - Gran Bretagna

1807: Illuminazione pubblica a gas - Londra, Pall Mall

Fredrick Albert Winsor (Winzer, tedesco)

- prima realizzazione dimostrativa

1812: Gas Light and Coke Company

- prima azienda del gas
- **Winsor con Samuel Clegg**
primo impianto commerciale
generazione centralizzata
e distribuzione alle utenze
con tubazioni
- sul modello delle reti idriche



Successiva diffusione in Europa (Francia, Belgio, Germania, ...)

Le città di notte divengono meno buie e più sicure: cala il tasso di criminalità

1810 Germania, Gran Bretagna

Meccanica metallica

Stampante metallica a cilindri rotanti (rotativa)

Friedrich Koenig (1774-1833)

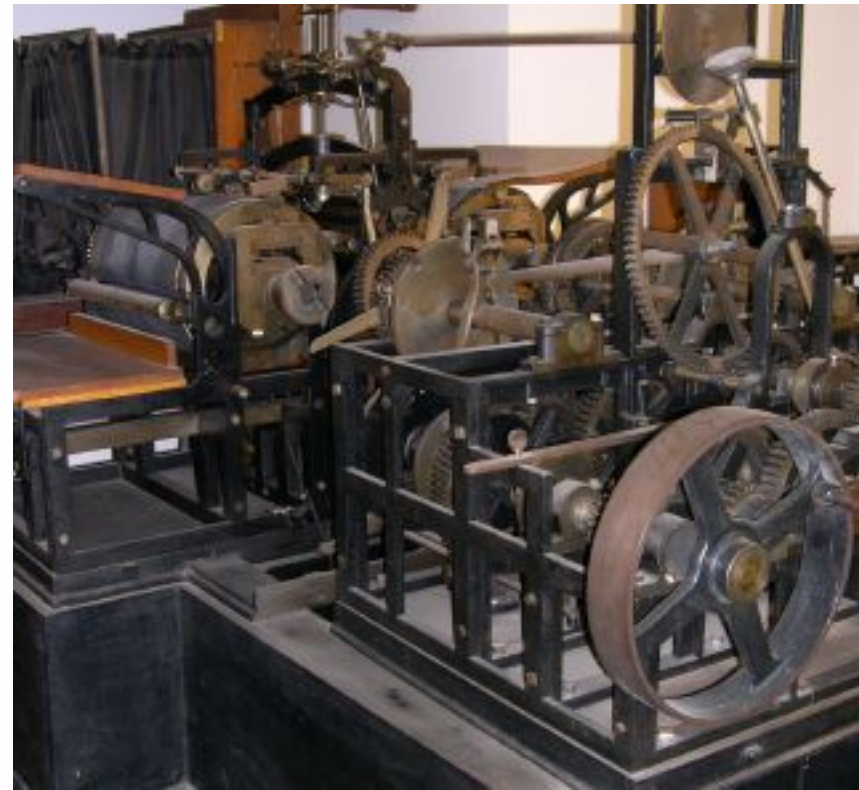
- usa cilindri rotanti al posto delle piastre statiche lignee

1802: concepita in Germania

1806: trasferimento a Londra
(alla ricerca di finanziamenti e tecnologia metallica)

1814: adottato dal Times in Inghilterra

- Grande successo ed esportazione in varie nazioni europee



Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1815 - Europa

Congresso di Vienna – restaurazione

Fine del periodo napoleonico e trionfo coloniale britannico

- Russia, Austria, Prussia → Santa Alleanza:
 - Adozione di metodi totalitari e repressione dei moti rivoluzionari
- Gran Bretagna:
 - Apertura a concessioni sociali e conquista dei mercati continentali per le sue conquiste tecnologiche
- Gli ideali illuministici e la concezione della tecnologia diffusi in Europa dalle campagne napoleoniche continuano ad alimentare la trasformazione verso le economie industriali



1815-1870 - Europa

Unificazioni nazionali in Germania e in Italia

Smembramento dell'impero ottomano nei Balcani



1815-1870 - Europa, Stati Uniti

Affermazione e maturità della rivoluzione industriale

- Seconda fase della rivoluzione industriale
 - (secondo alcuni storici si protrae per tutto il secolo)

Imponente industrializzazione in:

- Gran Bretagna,
- Belgio, Olanda,
- Francia
- Germania,
- Stati Uniti,

1817 - Francia

La tecnologia e medicina

Stetoscopio

René Laennec (1781-1826)

- Ideato per ascoltare il battito del cuore di una donna senza appoggiare l'orecchio al suo petto (per ragioni di decoro)
- Trasmettendo efficacemente i rumori prodotti all'interno del corpo, permette l'auscultazione e l'individuazione di diverse patologie (tubercolosi...)
- Nasce l'indagine medica moderna grazie ad uno strumento molto semplice



Stetoscopio originale in legno usato da René Théophile Laennec(1820)



1817 - Germania

Proto-bicicletta – *Draisina*

Karl Friedrich Baron von Drais (1785-1851)

- Studioso e inventore,
- ideata nel corso di studi sulla locomozione efficiente grazie all'uso di ruote
- lignea, sterzante, ma priva di pedali e freni
- per vari versi inferiore al disegno di Leonardo



Draisina



Leonado

Invenzione di fantasia: 1791 Celerifero - Conte **Mede De Sivrac**

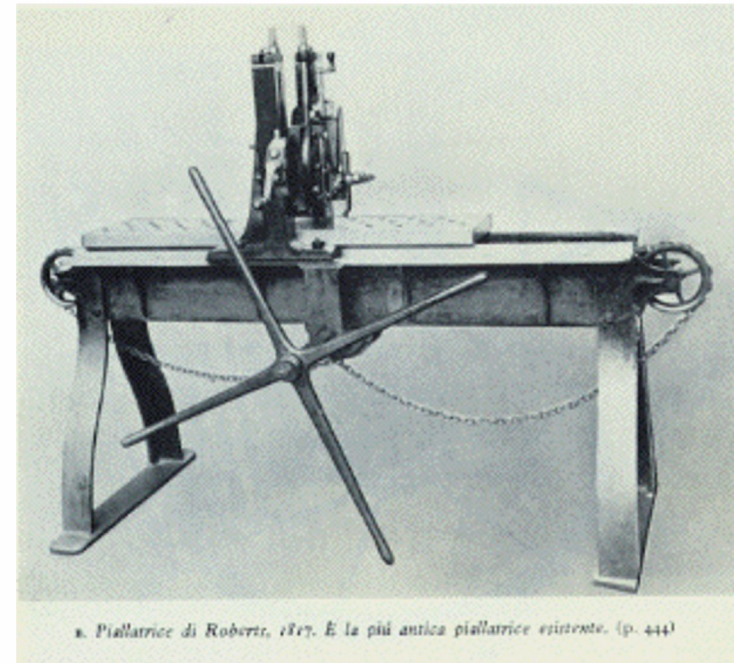
1817 - Gran Bretagna

Piallatrice per metalli

Richard Roberts (1789-1864)

Allievo di Maudslay

- rettifica di superfici metalliche,
- riduzione delle tolleranze di lavorazione e aumento della precisione



n. Piallatrice di Roberts, 1817. È la più antica piallatrice esistente. (p. 444)

Altre innovazioni di Roberts

- tornio di precisione (migliore di quelli di Maudslay del 1797-1800)
- mascherine e calibri per il controllo della precisione
- evoluzione verso le produzioni industriali di precisione ed affermazione della **meccanica dei metalli**: è ormai possibile produrre macchine in metallo con precisioni, stabilità meccanica e durata molto più spinte di quelle in legno.

1822-1830 - Gran Bretagna

Richard Roberts (1789-1864)

1822: Telaio motorizzato automatico moderno

- Molto simile ai telai moderni

1830: Filatoio motorizzato automatico moderno

- Automatizza completamente il filatoio di Crompton del 1779



telaio Roberts del 1855

1818 - Stati Uniti

Fresatrice per metalli

Eli Whitney (1765-1825) (probabile inventore)

- Elevata precisione, idonea alla produzione industriale in serie di pezzi intercambiabili (interesse fondamentale di Whitney)

Evoluzione:

1862: fresatrice moderna

Joseph R. Brown (1810-1876)

- Capace di lavorare scanalature a elica (come nelle punte per trapano)

1818 - Stati Uniti

Tornio a copiare di precisione

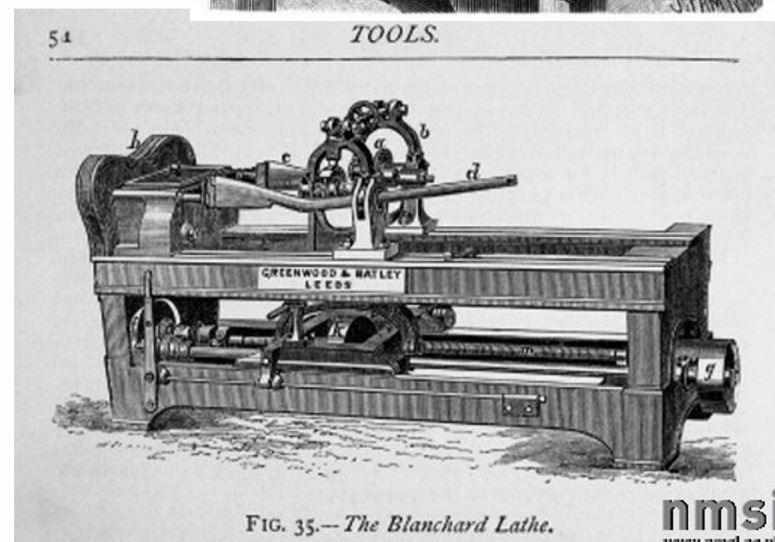
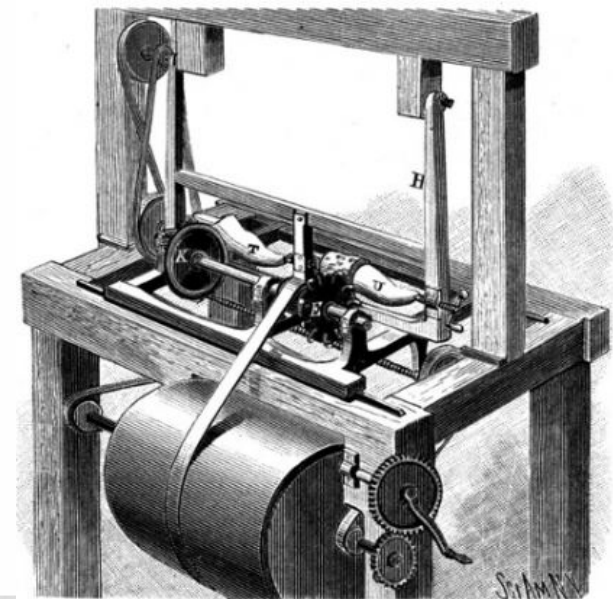
Thomas Blanchard (1788-1864)

- progresso in meccanica di precisione e lavorazione automatica

Evoluzione

1835: tornio a copiare avanzato ...

sviluppato alla fabbrica Ames

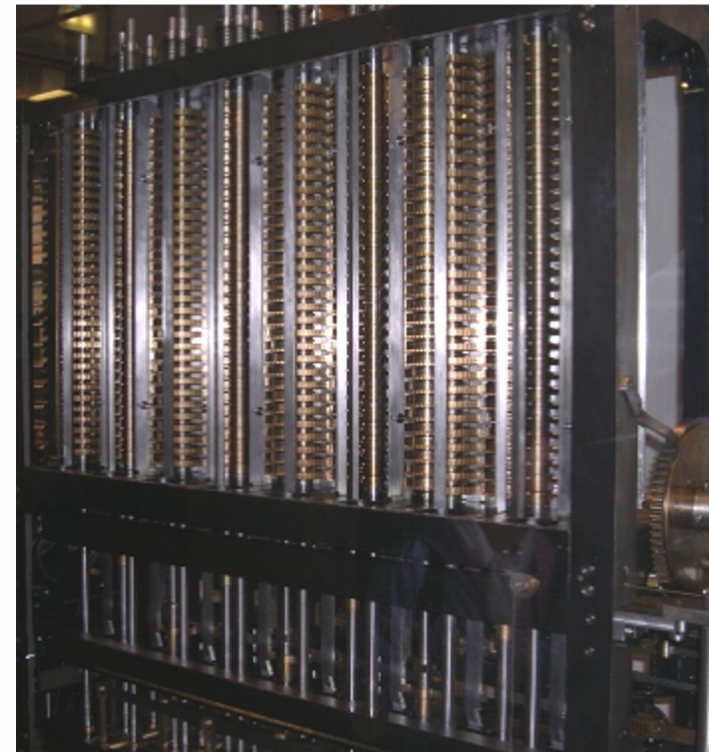


1822 - Gran Bretagna

Calcolatrice meccanica - *difference engine*

Charles Babbage (1791-1871), matematico geniale e visionario

- calcolo automatico dei logaritmi in sostituzione di quello manuale svolto per la compilazione delle tavole dei logaritmi (usate intensamente per svariate esigenze di calcolo scientifico)
- inizio della costruzione, mai completata
- il meccanico **Joseph Clement** (1779-1844), collabora al progetto e poi lascia per dissidi sui costi di realizzazione
- sviluppo costosissimo, quanto due velieri



Difference Engine N.2 - Realizzazione del 1991 sui disegni originali del 1847: London Science Museum

1837 - Gran Bretagna

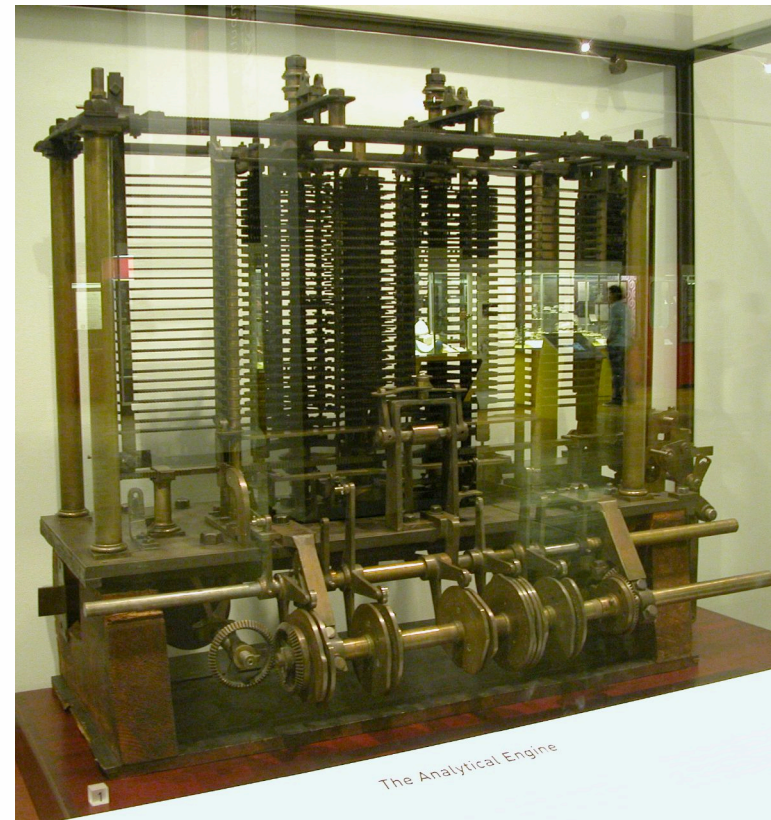
Elaboratore meccanico programmabile - *analytical engine*

Charles Babbage (1791-1871)

- Meccanico, concezione rivoluzionaria
 - comprende: memoria, unità di elaborazione e controllo, programma memorizzato
 - usa le schede di Jacquard (1804) per l'immissione dati

Ne vengono costruite solo alcune parti

- Collaborazione di Lady Ada Byron Lovelace (1815-1852), che concepisce il primo programma per elaboratori per calcolare i numeri di Bernoulli



Parte della macchina: London Science Museum

1821 - Germania

Inizia l'istituzione dei politecnici di cultura tedesca

Nuovo modello di università tecnica, nel quale si fondono le impostazioni teorico-matematica francese e empirica-sperimentale inglese (laboratori)

1821: Berlino

1825: Karlsruhe

1829: Monaco, Stoccarda

1831: Hannover

1850: Budapest

1851: Dresda

1855: Zurigo

- ❖ fondamento culturale del poderoso sviluppo tecnologico ed industriale tedesco dalla seconda metà del secolo
- ❖ modello per le università tecniche di molte altre nazioni

1814 - Gran Bretagna

Carreggiata macadam

John McAdam (1756-1836)

- Profilo curvo per drenare l'acqua
- Copertura di piccole pietre fortemente pressate e bloccate da sostanza legante
- Concezione rivoluzionaria, maggiore progresso dall'epoca romana



1815: introduzione del rullo compressore

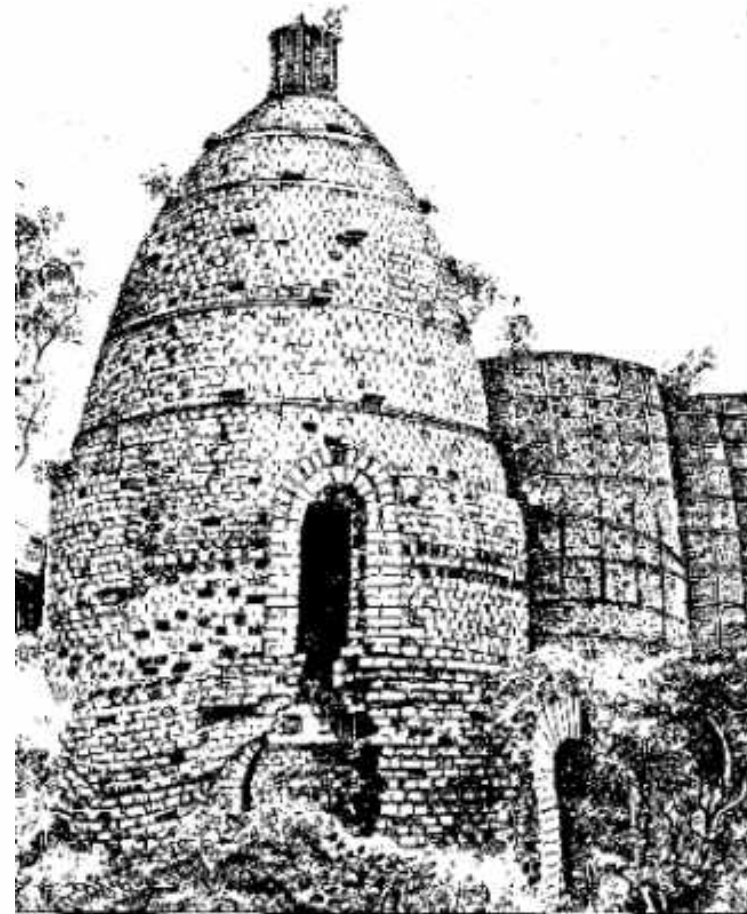
- per la spianatura delle strade, prima mosso da animali, poi a vapore

1824 - Gran Bretagna

Cemento Portland

Joseph Aspdin (1788-1855)

- prodotto per cottura a 1400°C di calcare e argilla e successiva macinatura
- usato come legante per calcestruzzo:
- ottenuto mescolando il cemento con acqua, sabbia e ghiaia
- primo cemento da costruzione di concezione moderna
- migliora il calcestruzzo di Smeaton del 1756



Prima fornace di Aspdin

Inghilterra

Da fine Settecento: crescente produzione di laterizi

Cause:

- carenza di legno e suo costo eccessivo in edilizia
- basso costo del carbone per la cottura dei laterizi
- trasporto del carbone verso le fornaci di cottura dei laterizi facile ed economico (grazie alla rete di canali)

→ impulso alle costruzioni in mattoni rossi, legati col cemento Portland, caratteristica degli edifici inglesi dell'ottocento (e attuali)



1824 - Gran Bretagna

Stabilimento a Liverpool per la produzione di soda (carbonato di sodio) su larga scala

James Muspratt (1768-1838)

- Usata in varie comparti industriali
 - tessile, sapone, vetro, carta,....
- Processo ideato nel 1791 dal francese **Nicolas Leblanc** (1742-1806), utilizzante cloruro di sodio e acido solforico, indotto dal premio istituito nel 1775 dalla Accadémie Royale des Sciences per fronteggiare la rapida crescita della domanda, non più evadibile con la produzione tradizionale dalle ceneri di alghe e con la soda naturale (natron) egiziana



1844 - Gran Bretagna

Stabilimento a Glasgow per la produzione della soda caustica (idrossido di sodio)

- usata in particolare dai saponifici
- inquinamento da prodotti secondari: emissioni di cloruro di idrogeno, ossidi nitrosi (in aria) e acido cloridrico (nei fiumi)
- effetti devastanti (in particolare nel distretto di Widnes)

1863: *Alkali Act*: legge anti-inquinamento

→ 1866 **Walter Weldon** e 1870 **Henry Deacon**:

conversione di acido cloridrico in cloro e ipocloriti, usati con grande successo come sbiancanti nell'industria tessile per trattamenti rapidi ed economici

1876: *River Pollution Act*, idem

1824 - Svizzera, Austria

Johann Conrad Fischer (1773 – 1854)

1805: produttore del primo acciaio al crogiolo continentale

1824: Acciaio al nichel (primi acciai speciali)

- **Precedenti:**

- 1751: scoperta del nichel

- 1819: **Michael Faraday** - produzione di piccoli quantitativi da laboratorio

- **Sviluppi:**

- 1888: diffusione industriale

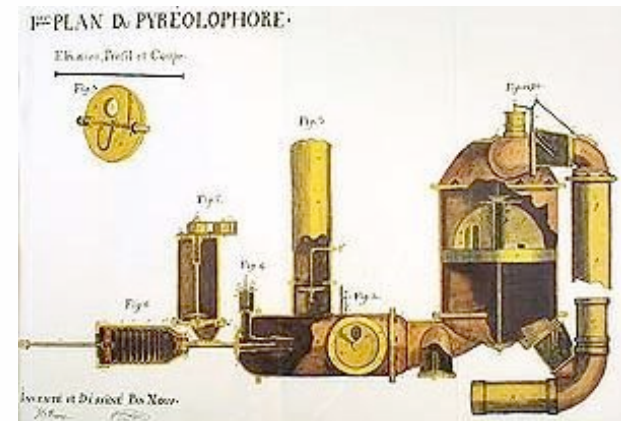
1807 - Francia

Primi motori a combustione interna funzionanti

Joseph (1765-1833) e Claude (1763-1828) Niépce

mosso dall'esplosione delle spore
polverizzate di una pianta, il licopodio

- applicato ad una barca,
senza sviluppi industriali



François Isaac de Rivaz (1752-1828)

esplosione di una miscela idrogeno-ossigeno
con accensione a scintilla elettrica

- 1808: applicato ad automobilina,
senza sviluppi industriali



1826 - Stati Uniti - UK

Prototipi di motore a combustione interna a gas

1826: **Samuel Morey** (1762-1843) (USA)

- sfrutta il vuoto creato dall'esplosione (come Huygens e Papin nel 1680)
usa combustibile liquido (spirito di trementina) mescolato ad aria in un rudimentale **carburatore**
- sperimentale, senza sviluppo

1833: **Wellman Wright** (UK)

alimentato con gas per illuminazione,
privo di compressione

1838: **William Barnett** (UK)

perfezionamento concettuale:
compressione prima dell'esplosione (non costruito)



DEKA Research and Development
New Hampshire

1824 - Tecnica e Scienza: termodinamica

Dalla tecnologia nasce una nuova scienza:

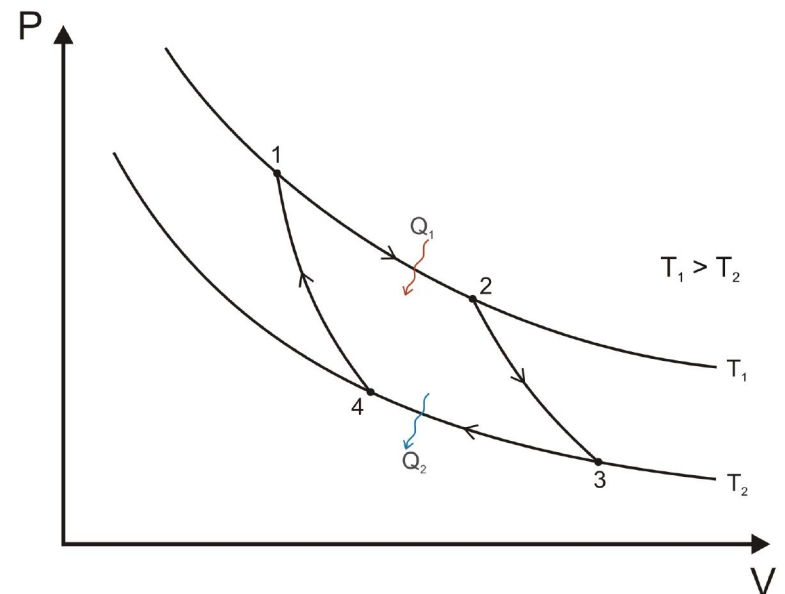
Macchina a vapore → **termodinamica**

- Processo culturale frequente: prima: fase pionieristica della tecnica
poi: analisi teoriche e basi scientifiche

1824: Basi della termodinamica:

ciclo e macchina di Carnot

Sadi Carnot (1796-1832)



1824 - Termodinamica

1842-5: Equivalente meccanico del calore:

Robert J. von Mayer (1814-1878), **James Joule** (1818-1889),
William Rankine (1820-1872)

1847: Primo principio della termodinamica - conservazione dell'energia:

Hermann Helmholtz (1821-1894)

$$\Delta U = Q - W .$$

1850-51: Secondo principio della termodinamica:

Rudolf Clausius (1822-1888),
Kelvin (William Thomson 1824-1907)

$$dS = \frac{dQ_{\text{rev}}}{T} > \frac{dQ_{\text{irr}}}{T},$$

1822 - Francia

Fotografia:

lastra fotografica fotosensibile

Joseph Niépce (1765-1833)

- primordiale emulsione con bitume di Giudea
- esposizione molto lunga (12 ore)
- miglioramenti nel 1826



Immagine fotografica del 1826



1831 - Francia

Amalgama fotografica all'ioduro d'argento

Louis-Jacques-Mandé Daguerre (1787-1851)

dal 1829 associato a Joseph Niépce

- Poi completata con fissaggio permanente:
1837 (cloruro di sodio),
1839 (tiosolfato di sodio)

→ **Daguerrotipo:**

prima fotografia di uso pratico

- Stampa diretta unica, senza copie
- Presentato con grande successo all'Académie des Science e all'Académie des Beaux-Arts
- fonde creatività tecnica ed artistica



1826-49 - Gran Bretagna

1826: Fiammifero

John Walker (1771-1859)

- farmacista
- invenzione fortuita, ma di portata vastissima
- Dopo centinaia di migliaia di anni accendere il fuoco diventa un'operazione semplice e veloce



Altre invenzioni pratiche “minori”

1804-6: carta carbone (Pellegrino Turri, I;
Ralph Wedgwood, GB)

1827-50: penna stilografica

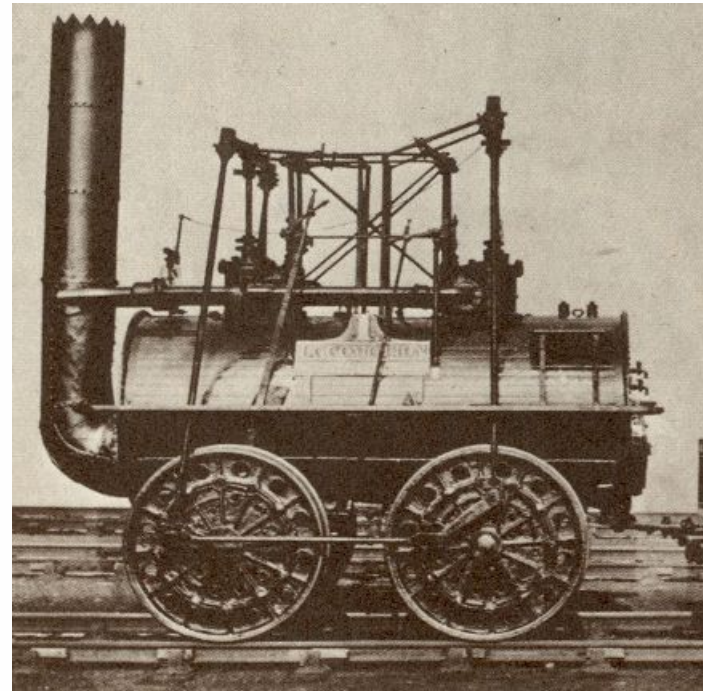
1849: spilla di sicurezza (Walter Hunt, USA)

1814 - Gran Bretagna

Locomotiva a vapore - *Blücher*

George Stephenson (1781-1848)

- prestazioni limitate, sviluppo lento



1815-6 - Gran Bretagna

Lampada di sicurezza per miniere

1815: **George Stephenson** (1781-1848)

tecnico

1816: **Humphry Davy** (1778-1829)

scienziato (chimico)

Il modello di Humphry è molto simile
a quello precedente di Stephenson

- Evita le esplosioni di grisù (efficacia parziale)
- Prodotta senza copertura brevettuale
(esempio di innovazione tecnica filantropica ...
e propagandistica?)



1825 - Gran Bretagna

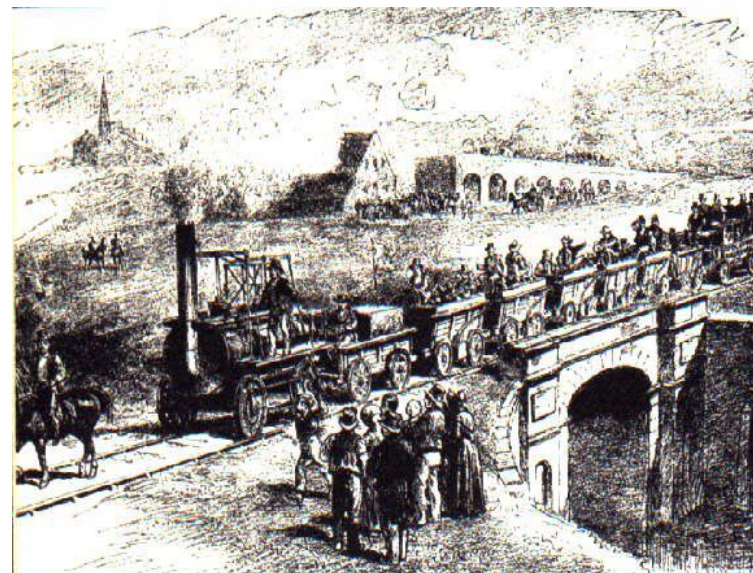
Linea ferroviaria Stockton (porto) - Darlington (miniere)

George Stephenson (1781-1848) - padre (perizia tecnica)

Robert Stephenson (1803-1849) - figlio (formazione teorica)

Inizialmente prevista per trazione animale

- Finanziata dall'industriale quacchero Pease (i banchieri quaccheri finanziano spesso realizzazioni non convenzionali della rivoluzione industriale)
- Inaugurata trainando 36 vagoni con passeggeri, operai e merci (carbone e farina)
- Prima ferrovia pubblica
 - Ma ha scarso seguito

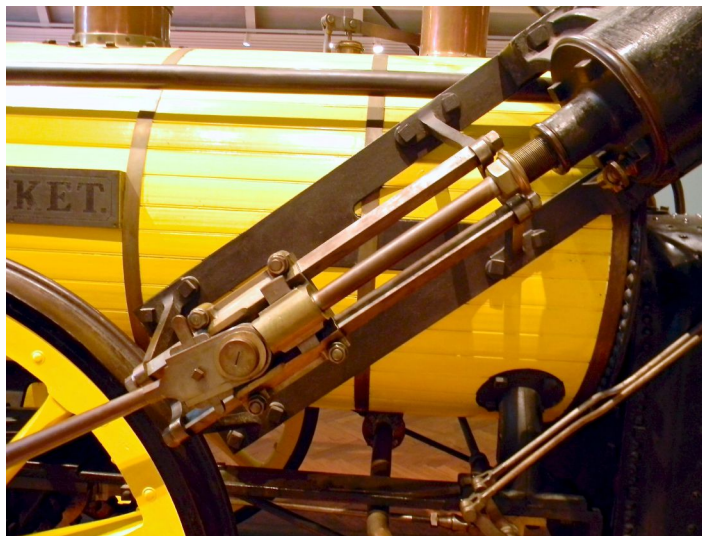


1829 - Gran Bretagna

Locomotiva a vapore da competizione – *Rocket*

George Stephenson e Robert Stephenson

- Vince il concorso Rainhill Trials
- istituito per scegliere la locomotiva della nuova linea Manchester-Liverpool
- Traina carrozze a 14 miglia all'ora



Henry Ford Museum

1829 - Gran Bretagna

Locomotiva – *Rocket*

George Stephenson e Robert Stephenson

- il clamoroso successo della Rocket segna l'affermazione definitiva del treno a vapore
- Permessa anche dai recenti progressi tecnologici: acciaio, macchine utensili, e tecniche di lavorazione
- Inizia un periodo di costruzione frenetica di ferrovie
- Intorno al 1850 il treno permette di viaggiare su grandi distanze a velocità di 60-80 km/h, prima impensabili
- rivoluziona il trasporto delle merci, lo sviluppo industriale, il modo di viaggiare delle persone e lo stesso concetto di distanza e di tempo

1839 - Italia

Prima ferrovia a vapore italiana: Napoli-Portici

Progetto del francese **Armand Bayard de la Vingtrie** (1791-1852)

- Finalità ricreative



1841: linea ferroviaria Venezia-Milano, costruzione del ponte ferroviario translagunare, sotto il governo austriaco

1839 - Gran Bretagna

Velocipede a pedali e freni

Kirkpatrick Mc Millan (1812-1878) - Scozia

- Pedali a moto alternativo con biella e manovella (senza catena)
- Grande ruota posteriore per esigenze di coppia motrice
 - ancora lontana dalla bicicletta moderna
 - con qualche dubbio di autenticità



1855 - Francia

Velocipede

Pierre (1813–1883) e Ernest (1842–1882) Michaux

- pedali frontali e freno sulla ruota posteriore
- lampada frontale



>1860 – Europa-America

mania dei velocipedi

meccanica metallica a basso costo
asfaltatura delle strade urbane

prove di destrezza

... moda



velocipede successivo (1890)

Musée des Arts et Metiers – Parigi

Catalogo tedesco del 1887

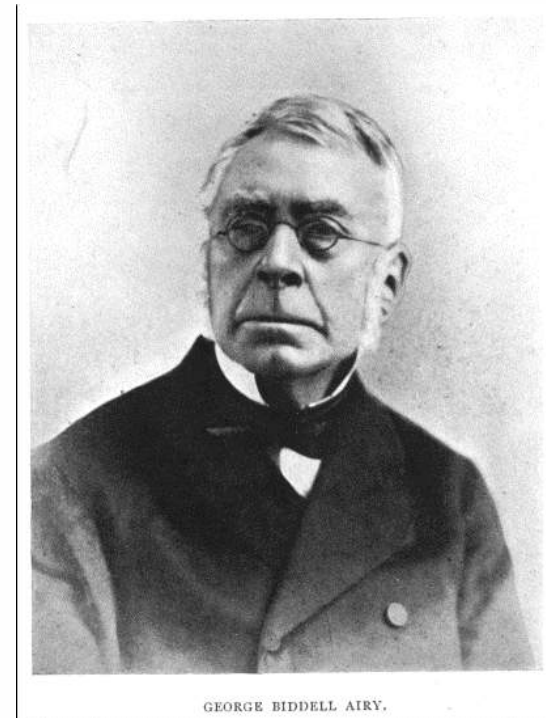


1840 - Gran Bretagna

Studi teorici su instabilità nella retroazione

George Biddell Airy (1812-1878)

- Matematico ed astronomo reale
- Sviluppato nello studio di un sistema di motorizzazione di un telescopio per compensare il moto rotatorio della terra, utilizzando equazioni differenziali



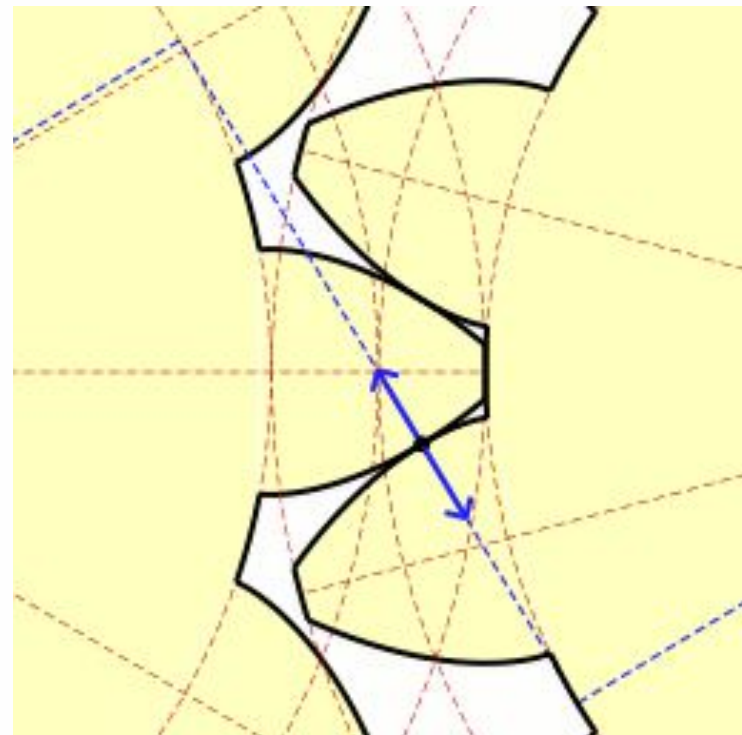
- per vari aspetti Airy era un conservatore che assunse posizioni ostili alle idee innovative: avanzò severe critiche alla Analytical Engine di Babbage (1834) e all'Esposizione universale di Crystal Palace (1851)

1840 - Gran Bretagna

Profilo ad evolvente di cerchio per gli ingranaggi delle macchine

- Tecnicamente superiore (due denti in contatto simultaneo, minore scivolamento e minore deformazione) e più facile da ottenere
- Attenzione prima limitata all'orologeria (profilo epicicloideale)
- Promosso dalle necessità della meccanica pesante (macchina a vapore)
 - studi teorici di John Hawkins e Robert Willis

1898: accettazione universale



≥1840 - Europa

Diffusione e perfezionamento dell'illuminazione pubblica e privata a gas

- Nuovi tipi di lampade e perfezionamenti

1840: Bruciatore atmosferico

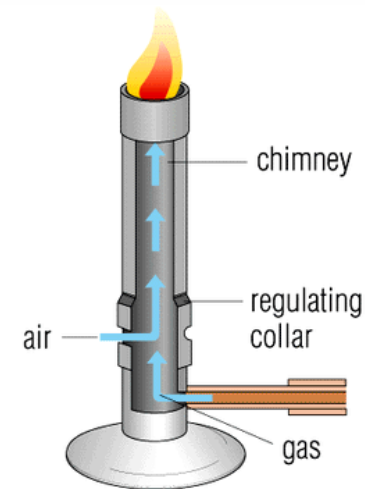
- Tecnologie da laboratorio dalle quali derivano tecnologie industriali

1855: becco di Bunsen

(per laboratorio), realizzato dal tecnico Peter Desaga da un archetipo di Faraday

1867: bruciatore ad anello

1885: reticella Auer



1834 - Stati Uniti

Frigorifero

Jacob Perkins (1766-1849)

- Brevetto del ciclo frigorifero basato sulla compressione del vapore

Altre invenzioni di Perkins,
inventore creativo e visionario

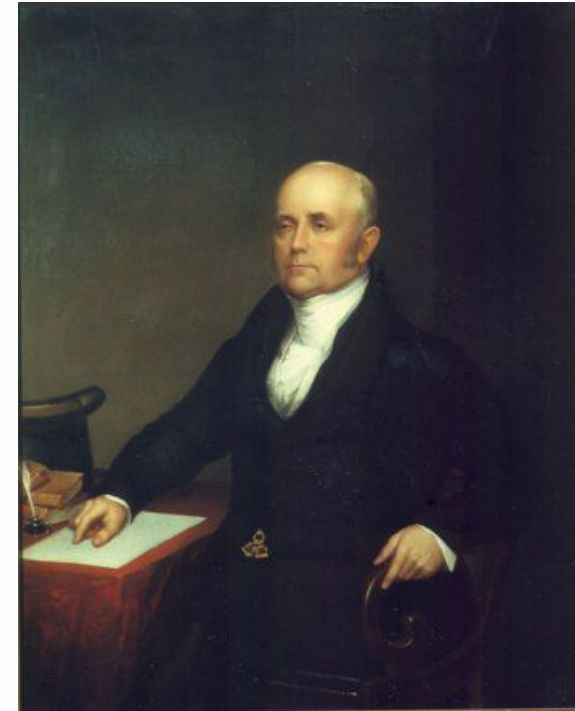
1790: macchina per produrre chiodi

1809: stampatrice di banconote

1829: turbina a pale

1836: motori navali a vapore

- macchina a vapore ad altissima pressione (138 atm)
 - ...



1835-1860 - Stati Uniti



1835: Pistola a tamburo rotante – revolver

Samuel Colt (1814-1862)

- ricarica automatica per via meccanica
- produzione in serie a parti intercambiabili



1860: fucile a ripetizione Winchester

- Tecnologie dell'espansione ad ovest (usate anche brutalmente)

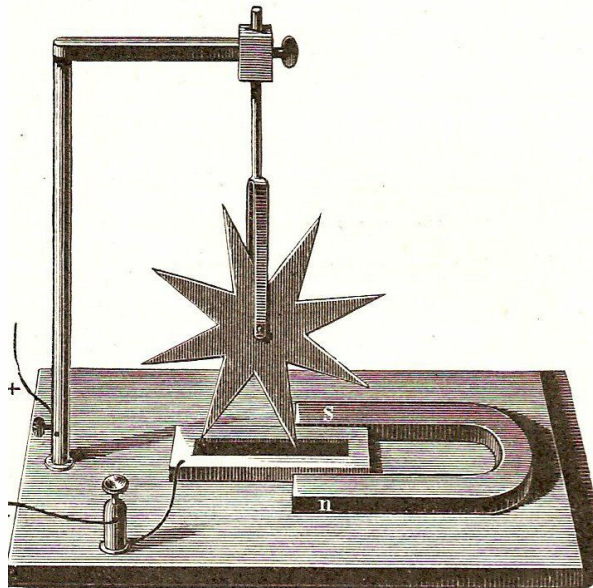


1822 - Gran Bretagna

Primo archetipo di motore elettrico

Peter Barlow (1776-1862)

- poco dopo la scoperta (1820) di Oersted dell'interazione elettromagnetica (tra corrente elettrica e campo magnetico)
- dimostrazione del principio della conversione elettromeccanica: trasformazione di elettricità in moto continuo



1822 - motore elettrico

Sviluppo lento:

1822 archetipo (Barlow)

1828 prototipo (A. Jedlik)

1834 modelli sperimentali (Jacobi e Davenport)

1867 principio di reversibilità su macchine in c.c. (Siemens)

1873 reversibilità su grandi macchine in c.c. (Gramme)

1885 principio del motore asincrono in c.a. (Ferraris)

1887 motore asincrono pratico in c.a. (Tesla)

1889 motore asincrono trifase (Brown)

1831 - Gran Bretagna

Principio del generatore elettromeccanico - *disco di Faraday*

Michael Faraday (1791-1867)

- funzionamento inverso del disco di Barlow del 1822: trasformazione del moto in elettricità
- dimostra la possibilità della generazione elettrica per via diversa da quella della pila elettrochimica



1831

generatore elettromeccanico

Sviluppo lento:

1831 archetipo (Faraday)

1832 generatore dimostrativo (Pixii)

1850 generatore per uso pratico (Nollet)

1851 generatore con elettromagnete di eccitazione (Hjorth)

1856 generatore a rotore massiccio e indotto incassato (Siemens)

1860 dinamo di interesse industriale (Pacinotti)

1869 dinamo efficiente (Gramme)

1878 alternatore monofase efficiente (Gramme)

1891 alternatore trifase (Brown)

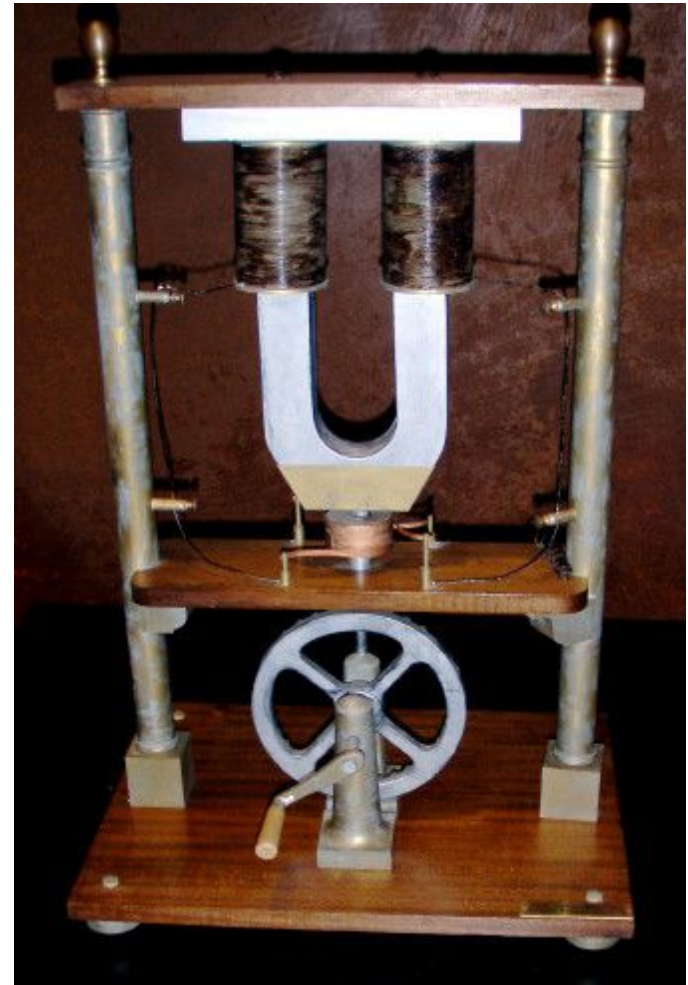
1832 - Francia

Generatore elettromeccanico dimostrativo

Antoine Hypolite Pixii (1808-1835)

- Suggesto da A.-M. Ampère
- Prima versione genera tensione alternata
- Poi tensione continua, grazie ad un rozzo commutatore, pure concepito da Ampère

Museo della Tecnica Elettrica - Pavia



1832 - Europa

1832-1850

Prime applicazioni dell'**ELETTROTECNICA**

Telegrafi elettromagnetici

Trattamenti galvanoplastici

Utilizzo dell'elettricità a fini tecnico-pratici

1839-40 – UK - Stati Uniti

Telegrafo elettromagnetico commerciale

1839: **Charles Wheatstone** e **William Cooke** (UK)

a sei fili - commerciale, iniziale uso ferroviario

1843: a due fili con codice di trasmissione

1840: **Samuel Morse** (1791-1872) (USA)

a un filo (+terra) con rigenerazione e codice simbolico - dimostrativo

Precedenti:

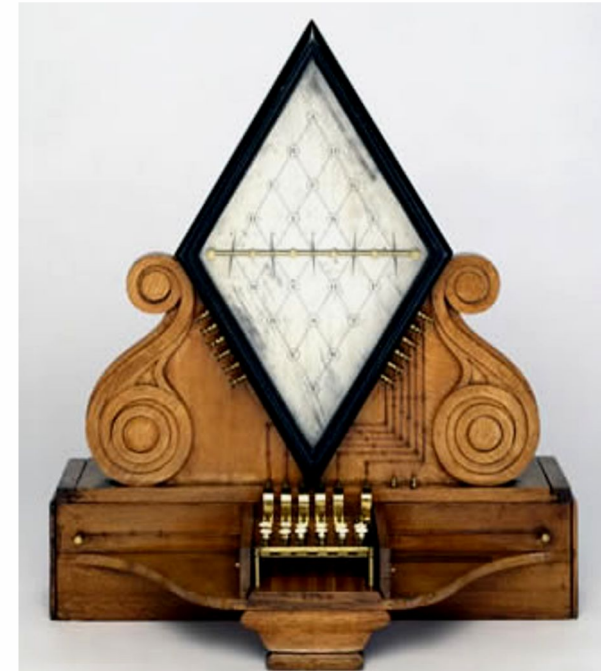
1828-32: Schilling (Russia)

- dimostrativo

1833: Karl Gauss e Wilhem Weber (Germania)

- uso in attività di ricerca – a due fili con codice

...



1840 - Stati Uniti

Codice Morse

Samuel Morse (1791-1872)

Alfred Vail (1807–1859)

- codice digitale ante litteram a 5 simboli:
 - punto, linea, spazio breve, medio, lungo
 - permette di esprimere qualsiasi carattere, parola, frase
- richiede operatori addestrati
- ma tecnologia semplice = poco costosa da implementare

INTERNATIONAL MORSE CODE

1. A dash is equal to three dots.
2. The space between parts of the same letter is equal to one dot.
3. The space between two letters is equal to three dots.
4. The space between two words is equal to five dots.

A	• —	U	• • • —
B	— • • •	V	• • • — —
C	— • — •	W	• — — —
D	— • •	X	— • • —
E	•	Y	— • — — —
F	• • — •	Z	— — • •
G	— — •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — — —		
K	— • —	1	• — — — —
L	• — • •	2	• • — — —
M	— —	3	• • • — —
N	— •	4	• • • • —
O	— — —	5	• • • • •
P	• — — •	6	— • • • •
Q	— — • —	7	— — • • •
R	• — •	8	— — — • •
S	• • •	9	— — — — •
T	—	0	— — — — —

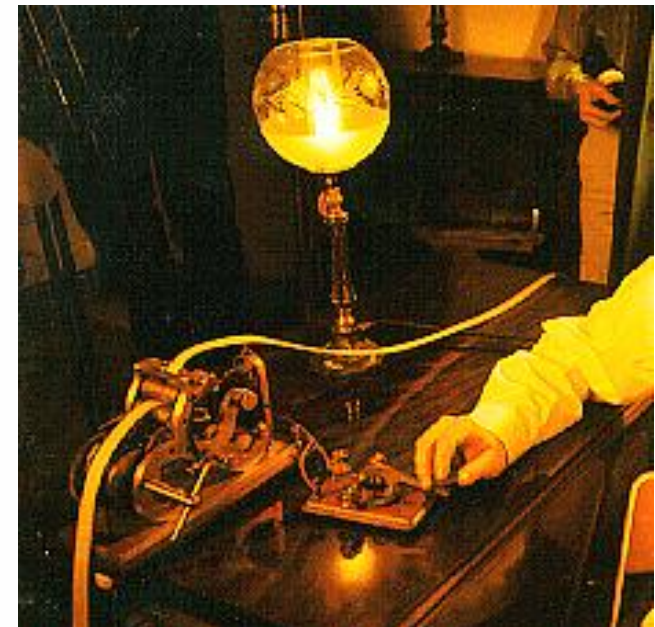
1844 - Stati Uniti

Realizzazione operativa del telegrafo elettromagnetico a un conduttore + terra

Samuel Morse (1791-1872)

Contributo federale di 30.000 \$,
perseguito caparbiamente vincendo
forti scetticismi e opposizioni

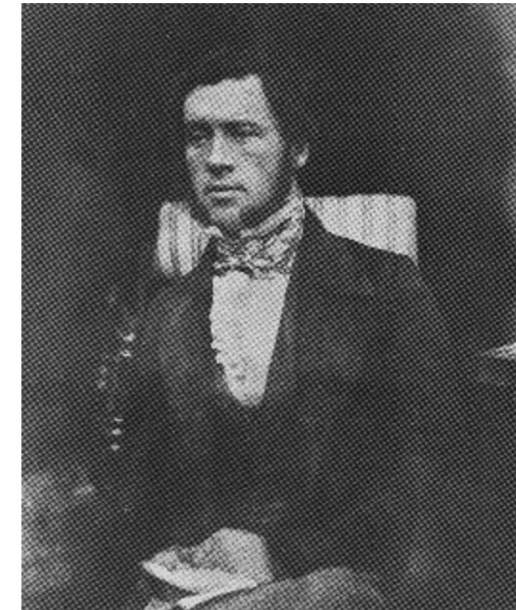
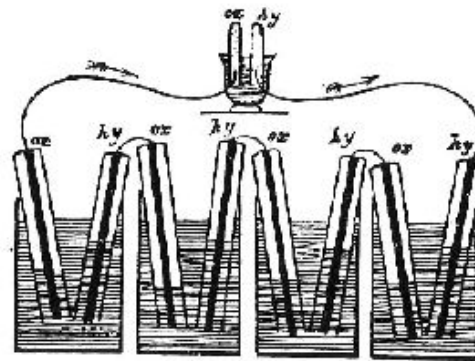
- **Linea dimostrativa Washington-Baltimora**
 - Linea aerea a un filo (la tecnologia degli isolamenti è rudimentale, specialmente in America) e ritorno via terra
 - Estensione di 64 km, superando con il relè (ideato da Joseph Henry) le esigenze di rigenerare il segnale oltre i 30 km



1839 - Gran Bretagna

Pila (o cella) a combustibile
William Robert Grove (1811-1896)

- archetipo



Sviluppo lento di modelli operativi

1939: prima pila di uso pratico (F. T. Bacon) → NASA

1970: prima pila di uso automobilistico (K. Kordesch)

1994: prima pila di elevata potenza - 1,8 kW (Siemens)

- ma solo recentemente sono prodotti modelli di durata e costo competitivi