

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 17

**Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2021-22**

1826 - Austria

Elica a vite per propulsione navale

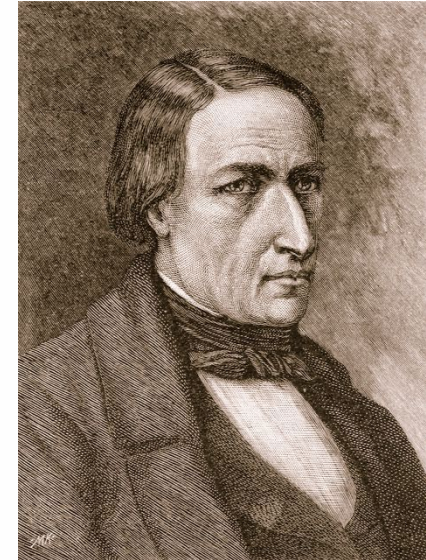
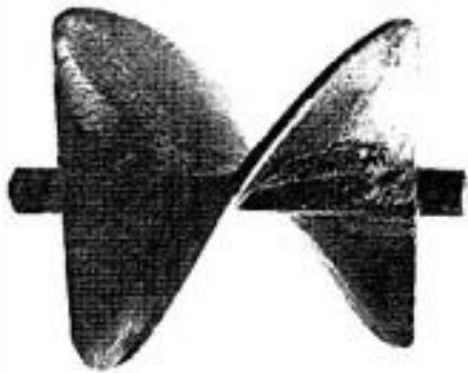
Joseph Ressel (1793-1857), boemo

1826 brevetto

1827 realizzazione a Trieste

(massimo porto dell'impero asburgico)

- senza seguito industriale



1836 - Gran Bretagna

Elica per navigazione,
prima a vite poi a palette

Francis Pettit Smith (1808-1874)

- a seguito della rottura fortuita della vite
- verifica che il moncone rimasto va meglio della vite intera
- affermazione, con la diffusione della propulsione a vapore

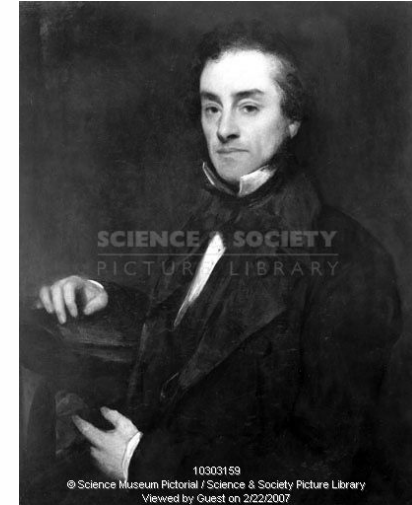
- inquadramento scientifico:

1865: Rankine

1878: Froude

1907: Lancaster

1919: Prandtl e Betz



1819 - Stati Uniti

Nave a doppia propulsione per navigazione marina - *Savannah*

- Concepita per il cabotaggio commerciale
 - Vele e vapore a doppia ruota
 - si usano sistemi di propulsione ridondanti, affiancando la collaudata tecnologia della vela a quella innovativa ma non ancora totalmente affidabile del vapore
- senza vento naviga a vapore
- con vento naviga a vela per risparmiare carbone e acqua dolce



Deutsches Museum - Monaco

1819 - Stati Uniti

Nave a doppia propulsione per navigazione marina - *Savannah*

- Prima traversata atlantica
 - eseguita in piccola parte a vapore (85 ore in 26 giorni di navigazione) da Savannah (Georgia) a Liverpool (UK)
 - effettuata per esigenze commerciali abbastanza fortuite
 - impresa temeraria, perché la nave non è progettata per la navigazione d'altura
 - ma apre una nuova era alla navigazione: l'era dei piroscafi

problemi: scorte di combustibile ed acqua dolce per il vapore



1827-1833 - Gran Bretagna

Prime traversate atlantiche interamente a vapore

1827: *Curaçao*

(Olanda)

- dall'Olanda al Suriname
- in 11 giorni

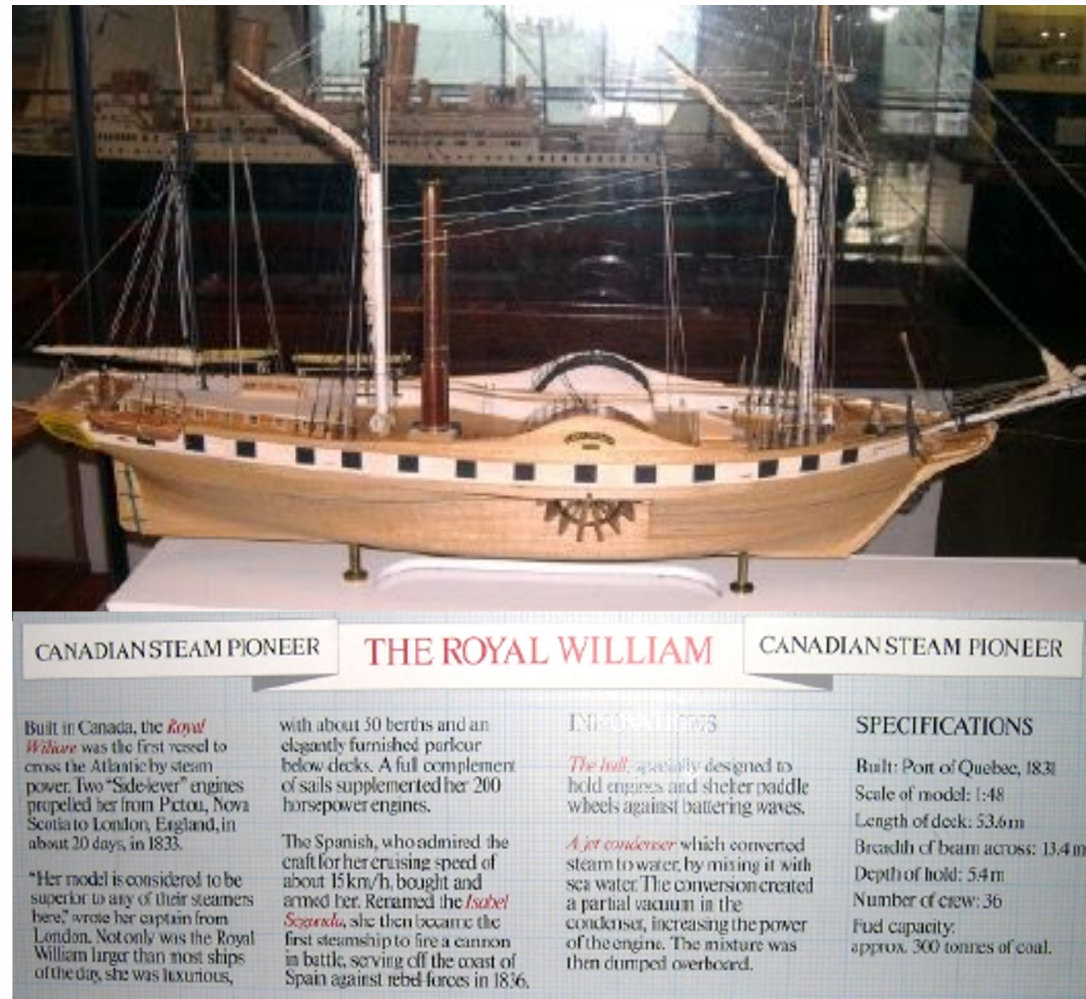
1833: *Royal Williams*

(Nuova Scozia)

49 metri

- Dalla Nuova Scozia al Tamigi
- in 25 giorni

Maritime Museum of the Atlantic
Halifax Canada



1838 - Gran Bretagna

Due piroscafi atlantici a doppia propulsione,
in competizione sulla rotta atlantica tra Inghilterra e Stati Uniti

- Vela e due ruote laterali a pale
- *Sirius* (vittorioso)
 - partito 3 giorni prima,
arrivato 12 ore prima,
bruciando anche i mobili in legno
(per esaurimento del carbone)
- *Great Western*
 - Più grande nave mai costruita (72 metri, 2300 ton)
 - primo servizio passeggeri regolare a vaporeprogetto di:
Isambard Kingdom Brunel (1806-1859)
figlio di Marc Isambard



1843 - Gran Bretagna

Grande nave con scafo in ferro -
Great Britain

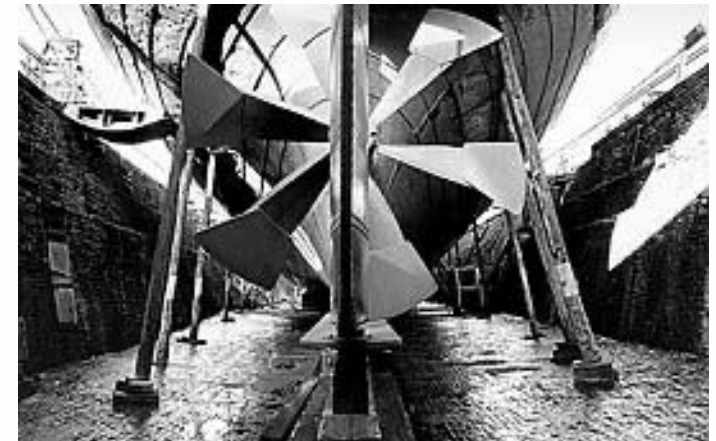
Isambard K. Brunel (1806-1859)

- Più grande nave al mondo fino ad allora costruita (98 metri, 3675 ton)
- Propulsione ad elica azionata a vapore
- Scafo in lamiera
 - Soluzione rivoluzionaria, alternativa al legno, accolta anche con diffidenza

Precedente scafo in ferro:

1821: *Aaron Manby* – *piroscafo* (GB)

- Naviga da Londra a Parigi e resta in servizio tra Parigi e Le Havre



1833-41 - Gran Bretagna

Joseph Whitworth (1803-1887)

allievo di Maudslay e Clement
persegue la meccanica di precisione

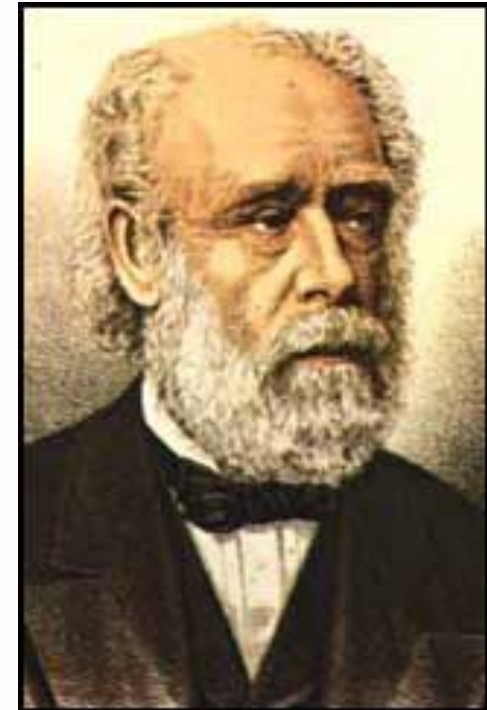
1833: Lavorazioni di precisione con piani
di riferimento

forte riduzione delle tolleranze
(aumento della precisione)

- *Lavorazione a 1/16 di pollice*

1833: filettatura moderna per viti

1841: adottata come standard unificato britannico
(primo sistema unificato britannico)



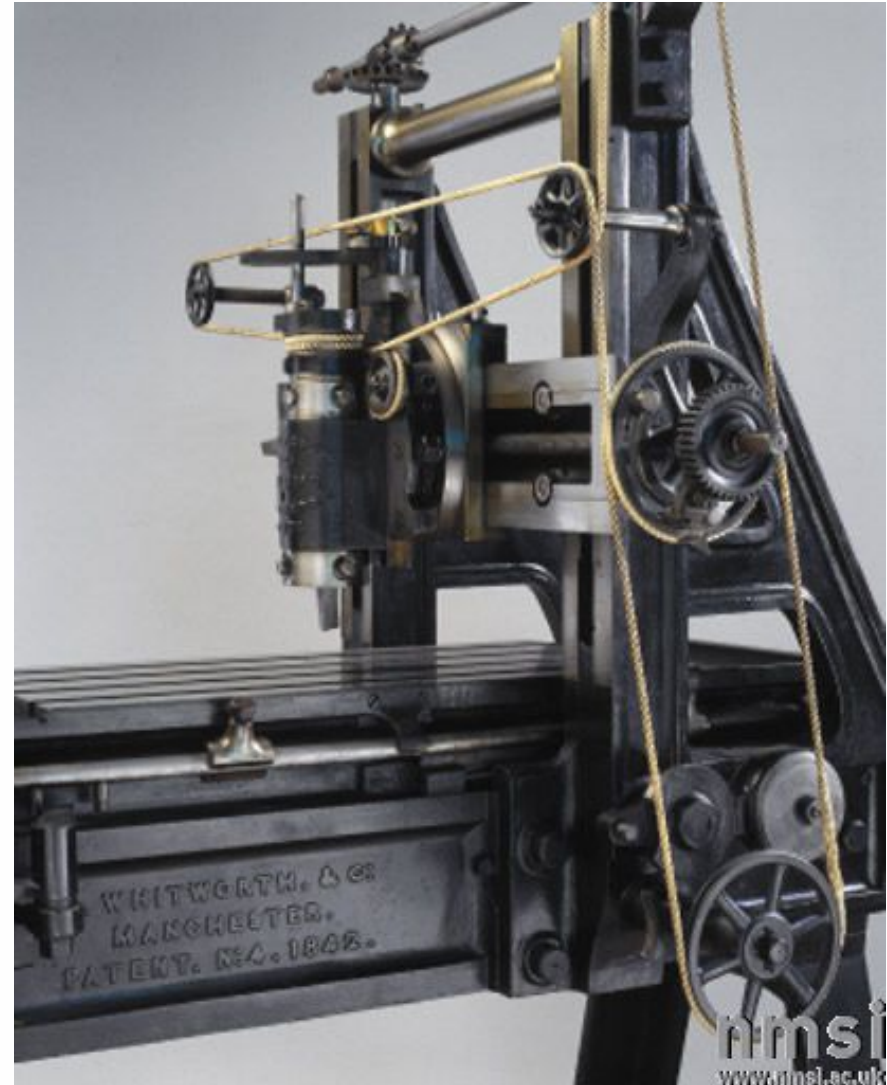
1841-2 - Gran Bretagna

Joseph Whitworth (1803-1887)

1841: strumenti di misura con precisione al milionesimo di pollice

1842: Piallatrice moderna

- automatica motorizzata
- permette lavorazioni di superfici piane ad alta precisione (a 1/10.000 di pollice)



1837 - Gran Bretagna

James Nasmyth (1808-1890) - Scozia

allievo di Maudslay e Clement

Martello (maglio) a vapore

- per lavorazioni della *Great Western*
 - impulso enorme alla rivoluzione industriale,
 - avvia l'industria meccanica pesante:
produzione di locomotive, grandi macchine
a vapore marine, navi, cannoni,
-
- Invenzione simile e contemporanea:
 - François Prudent Bourdon (1797-1865)



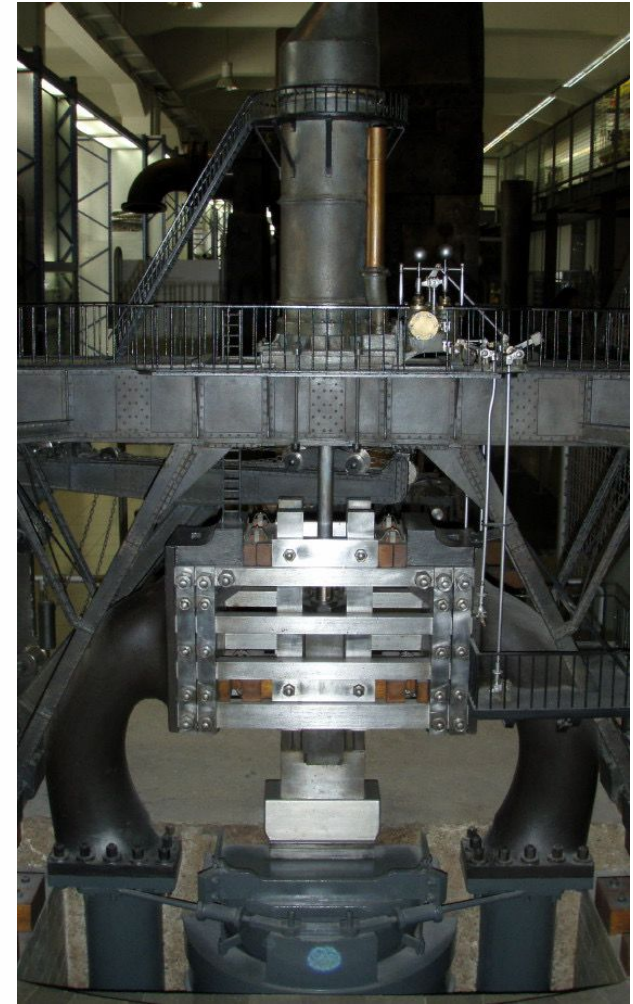
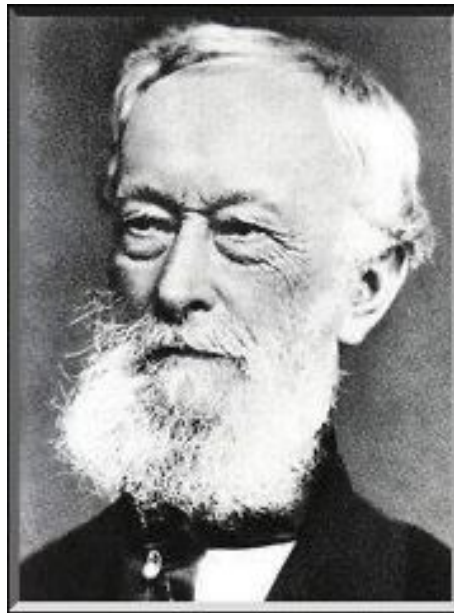
London Science Museum

1861 - Germania

Martello (maglio) a vapore

Alfred Krupp (1812-1887)

- da 50 ton
- capace di lavorare pezzi di acciaio di 35 ton



Deutsches Museum - Monaco

Evoluzione delle macchine utensili

1760 filettatrice di W. e J. Wyatt

1774 alesatrice di Wilkinson

1784 maglio a vapore Wilkinson

1795 pressa idraulica di Bramah

1797 tornio a torretta di Maudslay

1798-1809 fabbricazione a pezzi intercambiabili di Whitney, North, Maudslay

1799 tornio parallelo per metalli di Maudslay

1800 filettatrice di Maudslay

1817 piallatrice per metalli di Roberts

1818 fresatrice per metalli di Whitney

1835 tornio a copiare di Blanchard

1837 maglio a vapore di Nasmyth

1841 filettatura di precisione di Whitworth

1845 tornio a torretta a copiare di Ames

1861 maglio di Krupp

1851 - Gran Bretagna

Esposizione universale di Crystal Palace a Londra

- Edificio apposito rivoluzionario in acciaio e vetro, lungo 560 metri e alto 33 metri
- Massimo esempio dell'uso di grandi lastre di vetro, ottenute con una tecnica sviluppata nel 1832
- Prima grande fiera campionaria di promozione tecnologica
 - evento epocale, orchestrato dalla maggiore potenza industriale, (ma segna anche il declino della sua supremazia)
 - la tecnologia diventa esibizione, spettacolo e mercato

1867 Parigi

1872 Philadelphia

1879 Berlino

1881 Parigi

1891 Francoforte

1893 Chicago

1900 Parigi

-



1822-32 - Francia

1822: prototurbina

Claude Burdin (1788-1873)

1832: Turbina idraulica

Benoit Fourneyron (1802-1867)

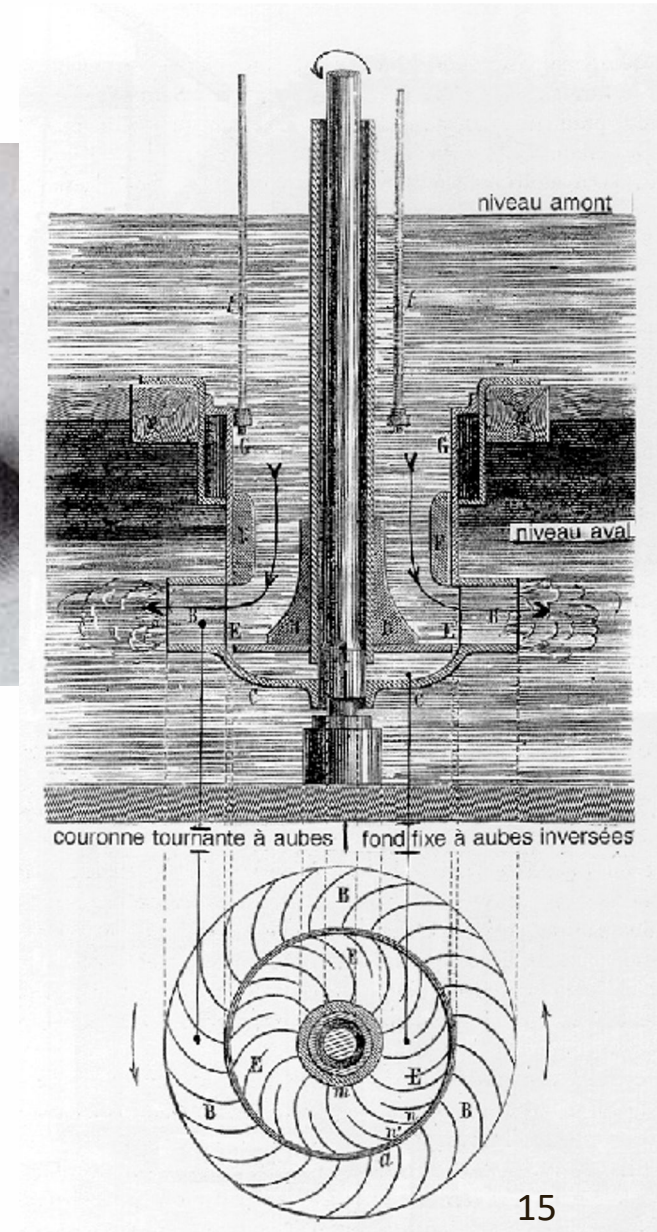


- Potenza rapidamente crescente e molto maggiore di quella delle ruote idrauliche

1832: primo modello = 6 Hp, $\eta=60\%$

1834: modello da 30 Hp, $\eta=75\%$

1855: modelli da 800 Hp

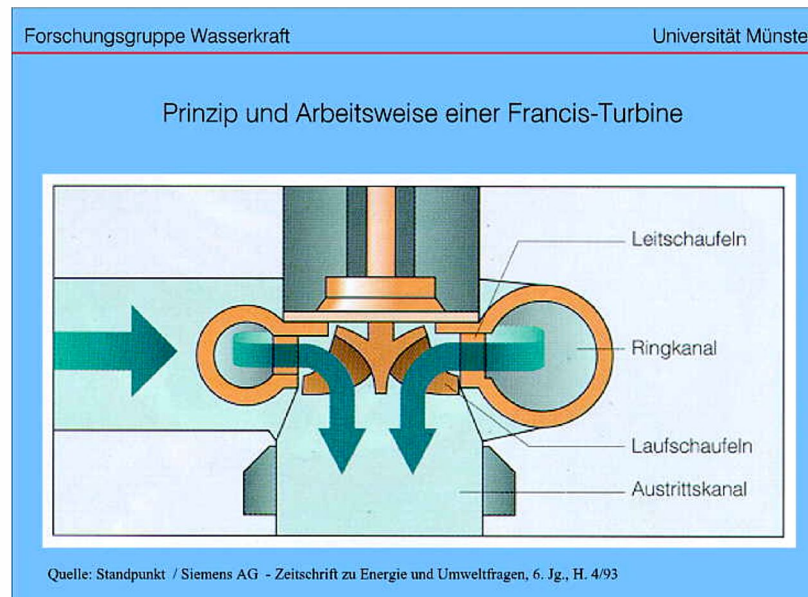
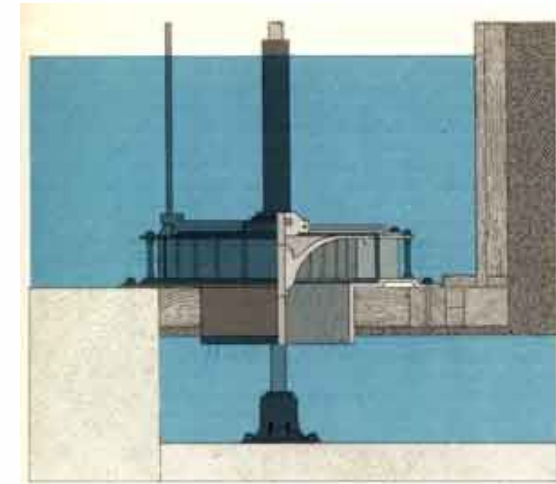


1848 Gran Bretagna, Stati Uniti

Turbina idraulica a reazione

James B. Francis (1815-1892)

- Ingegnere inglese emigrato in America
- diverrà il motore primo ideale per il trascinamento degli alternatori nelle centrali elettriche a media prevalenza
- con pale di statore ad inclinazione variabile



1842 - Europa

Prime lampade ad arco commerciali

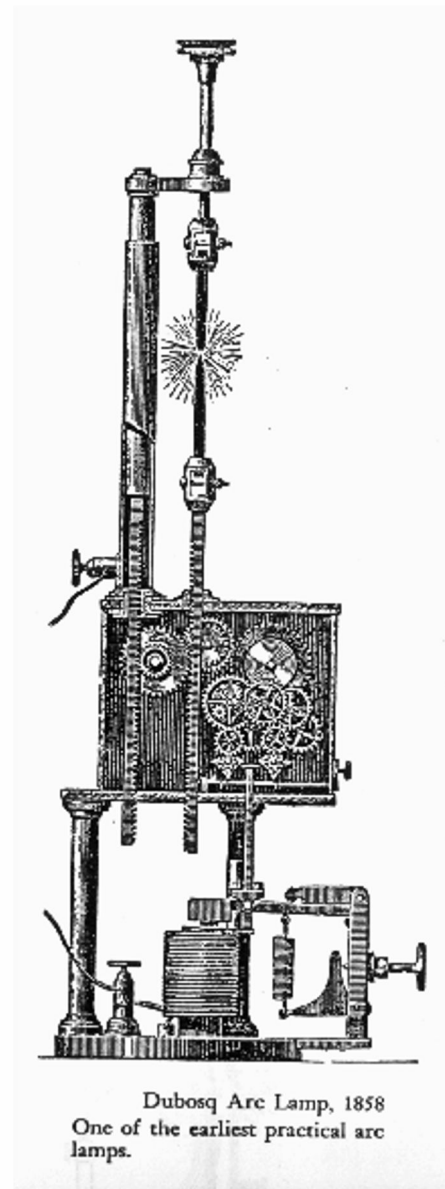
- Usano l'arco elettrico sperimentato già nel 1803-1809
- primi utilizzi pratici dell'illuminazione elettrica (n.b.: producono luce molto intensa e forte luminosità, inadatte a piccoli ambienti chiusi)

1869: dinamo di Gramme, adatta all'impiego commerciale (l'alimentazione con generatori elettrochimici su larga scala è impraticabile per ragioni economiche)

1875: Gare du Nord e Grand Magasins (Parigi), primi impianti importanti, grazie a lampade più efficienti e all'alimentazione a "basso" costo con dinamo

1877: lampada ad arco in Piazza Duomo a Milano

- Modello del 1858



Dubosq Arc Lamp, 1858
One of the earliest practical arc lamps.

1847 - Germania

Prima azienda specificamente elettrotecnica
Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske

Werner von Siemens (1816-1892)
e Johann George Halske (1814-1890)

- Inizialmente: sistemi telegrafici
- Poi: sistemi tranviari ed elettro-ferroviari, sistemi elettrici di potenza, apparecchi elettronici, elettromedicali, informatici, ...

1897: diventa Siemens & Halske A.G.

1966: diventa Siemens A.G.

- Poderoso indirizzo di ricerca e sviluppo (attualmente registra una media di 28 innovazioni al giorno)



Werner von Siemens, 1845

Europa -Stati Uniti

Sviluppo della telegrafia

1849: telescrivente, in ricezione trascrive punti e linee in lettere (decodificatore automatico)

1853 Gintl (A), 1855 Frischen (D) e 1872 Stearns (USA): sistema duplex, per comunicare contemporaneamente nelle due direzioni

- raddoppia la capacità di trasmissione di una linea

1857 Bain (GB): perforatrice a nastro per predisporre e trasmettere velocemente i messaggi

1865: affinazione elettrolitica del rame (rame puro, conduttività più elevata, anche doppia)

1874 Edison (USA): sistema quadruplex

- quadruplica la capacità di trasmissione di una linea

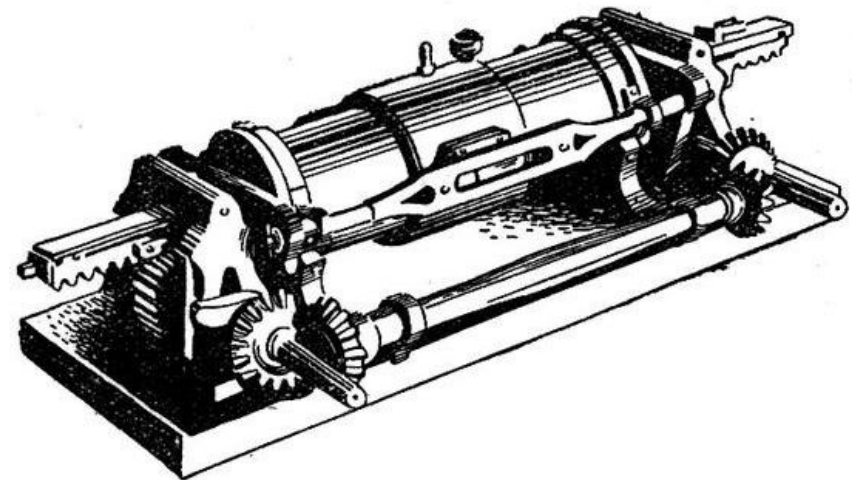
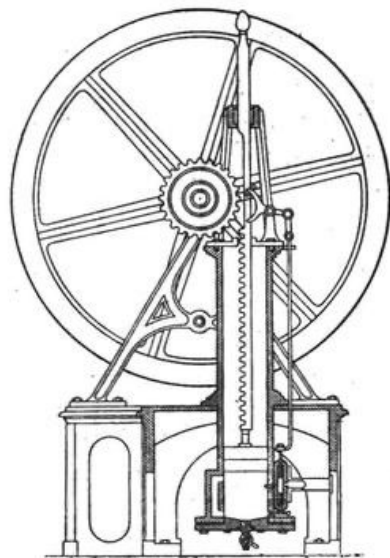
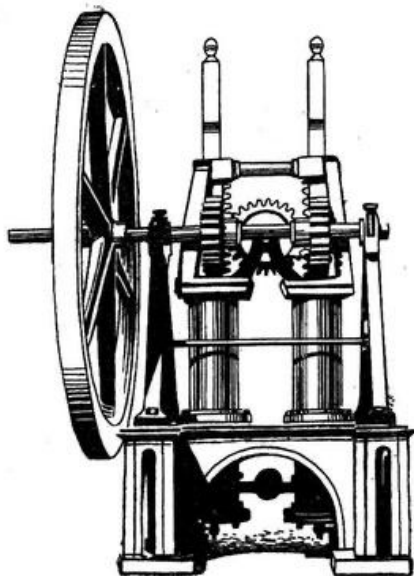
1853 - Toscana

Motore a combustione interna (MCI) a gas

Eugenio Barsanti (1821-1864) e Felice Matteucci (1808-1887)

- primo MCI capace di funzionamento regolare, con rendimento del 14%
- il gas (prodotto per distillazione dal carbone e destinato all'illuminazione) è il combustibile a larga diffusione disponibile
- concepito per uso statico – destinato a piccoli azionamenti - senza seguito

Modelli del 1856 e 1858



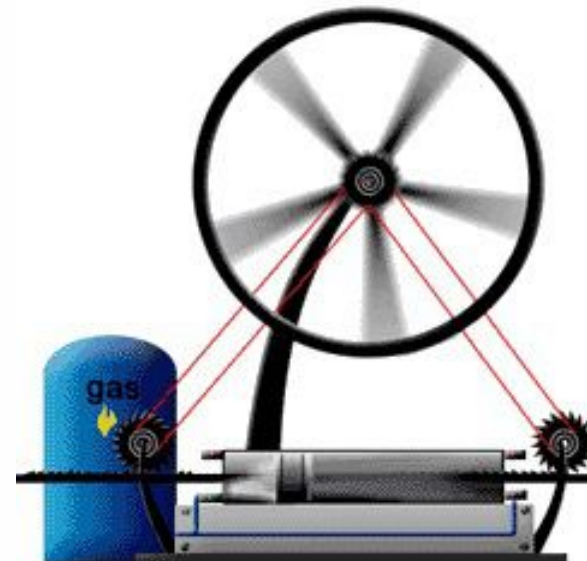
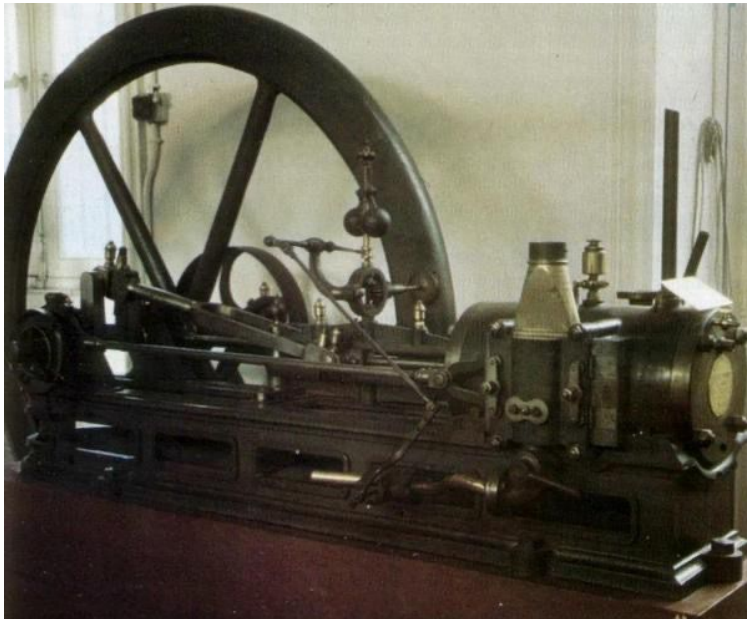
1860 - Belgio, Francia

Motore a combustione interna (MCI) a gas

Jean-Joseph Etienne Lenoir (1822-1900)

- rendimento del 4% - uso statico
- supporto economico del governo francese
- primo MCI commercializzato con successo (500 unità tra 6 e 20 Hp),

1860-63 veicoli e imbarcazioni sperimentali/dimostrativi, a gas e a benzina
(con carburatore) non commercializzati



1850-1900 - Stati Uniti

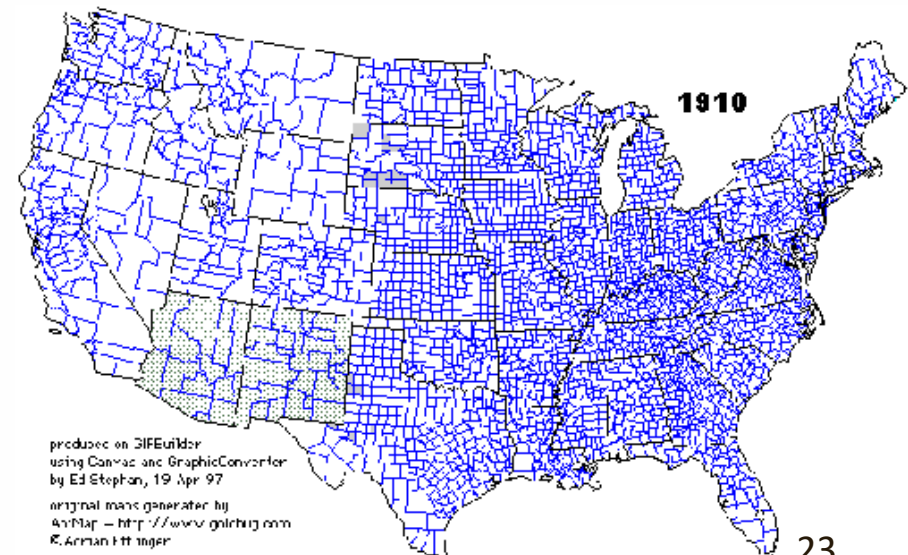
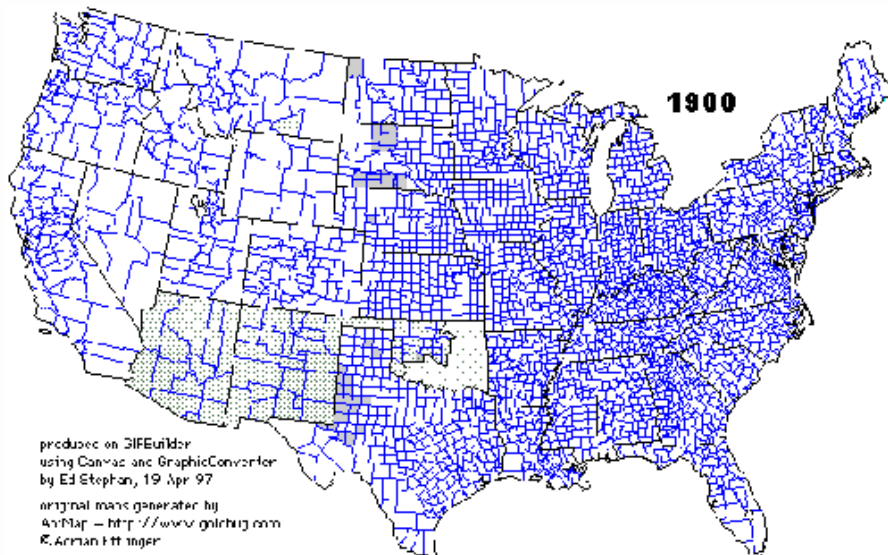
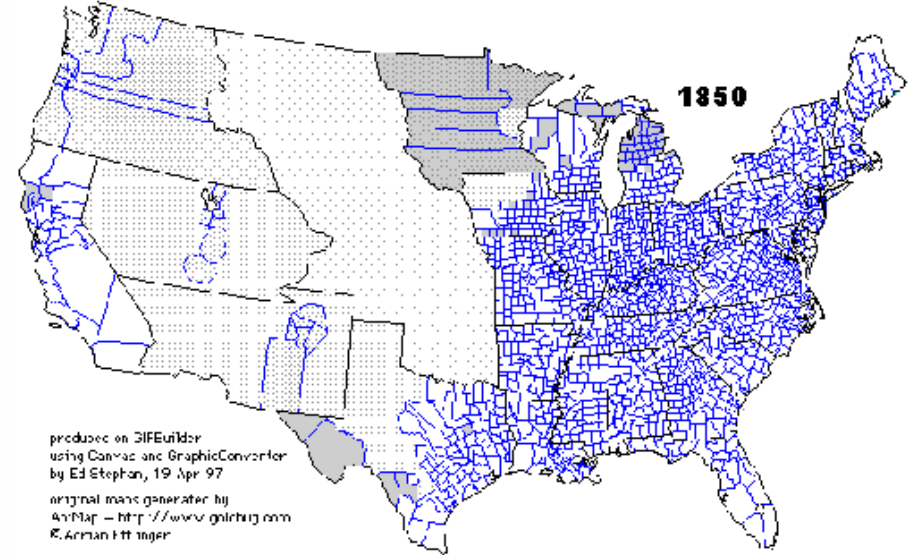
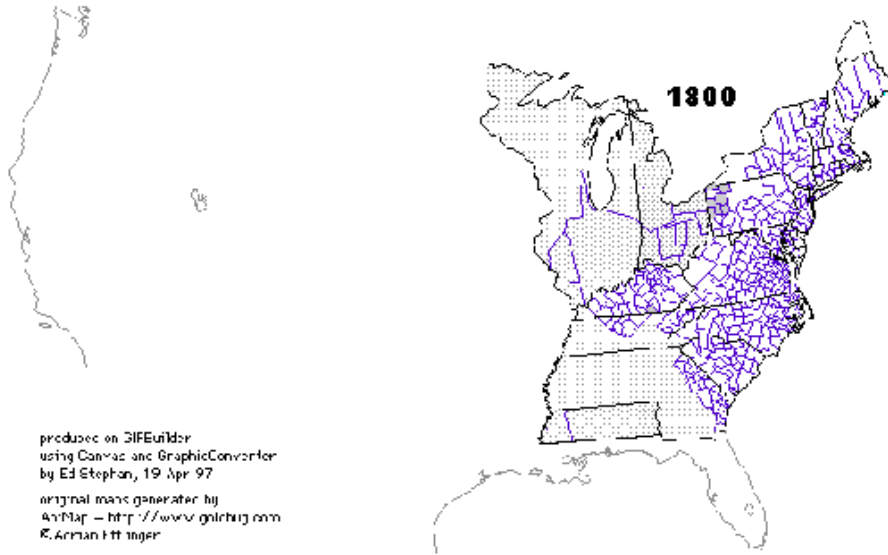
L'espansione americana è per vari decenni interna, realizzata spostando rapidamente la "frontiera" sempre più a ovest

- a scapito delle tribù native americane
- ovvero è l'affermazione di una civiltà tecnologica ed industriale su una mesolitica/neolitica
- alla ricerca delle grandi risorse agricole e minerarie

Poderoso sviluppo interno, prima agricolo, poi industriale

- Continente quasi disabitato, pronto ad essere colonizzato e sfruttato
- Dotato di risorse naturali favolose
- Forte fabbisogno di manodopera nei settori primari ed industriali
- Tassi di immigrazione dall'Europa e poi dall'Asia elevatissimi
- Crescita della popolazione oltre il 3% all'anno

1850-1915 - Stati Uniti



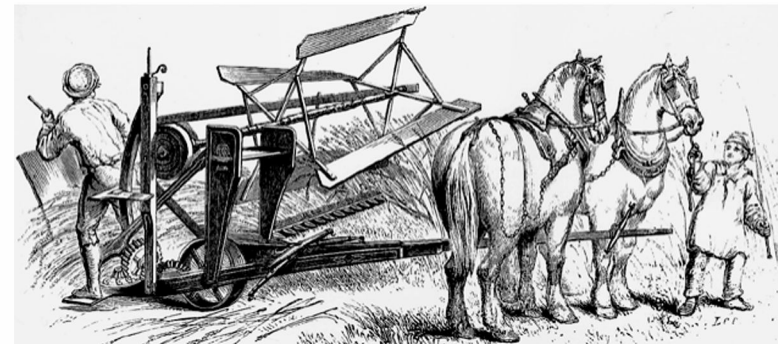
1834 - Stati Uniti

Mietitrice automatica

Cyrus McCormick (1809-1884)

1834: Brevetto (ideata nel 1831)

- adozione universale in America ed anche in Europa dal 1851
- uno degli strumenti dell'espansione a ovest della frontiera americana
- consolida la posizione degli Stati Uniti come potenza agricola mondiale



1834 - Stati Uniti

Falciatrice automatica

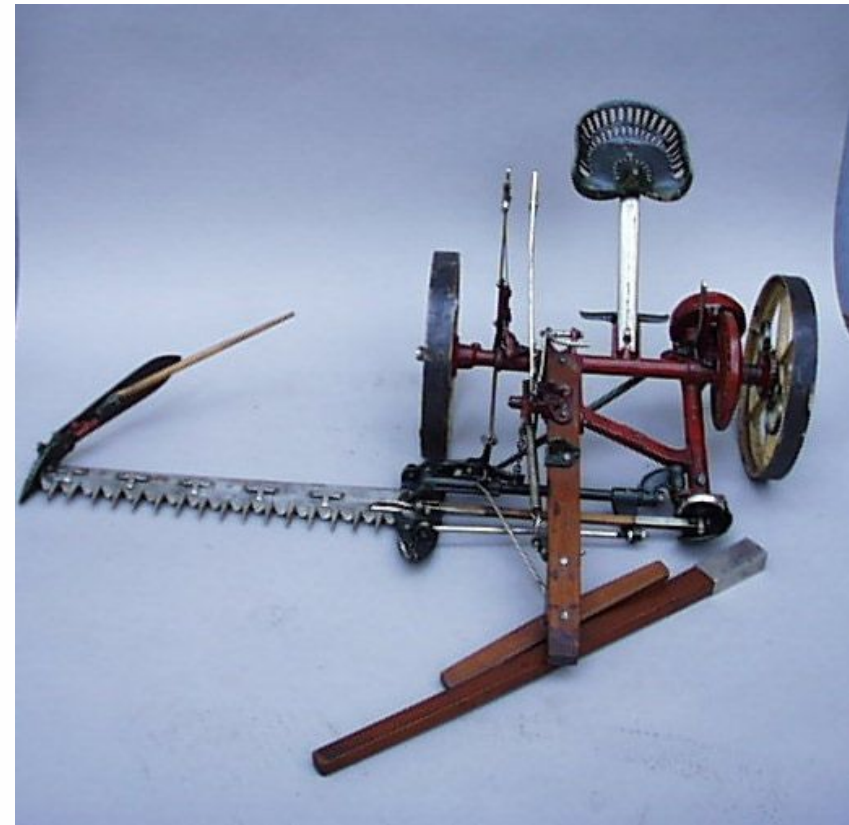
Enoch Ambler (1798–1878)

1859: commercializzazione

1861: diffusione durante la Guerra
di Secessione

Precedenti:

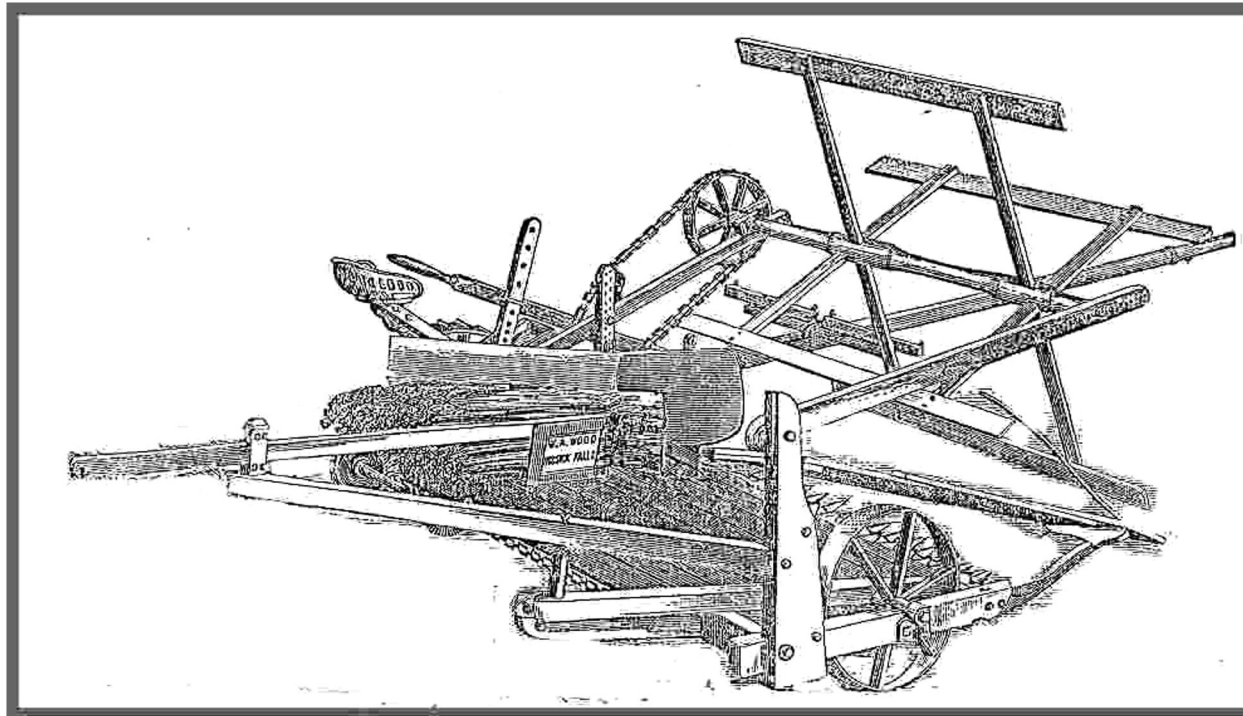
1814: archetipi



1860-7 - Stati Uniti

1860: mietitrice combinata

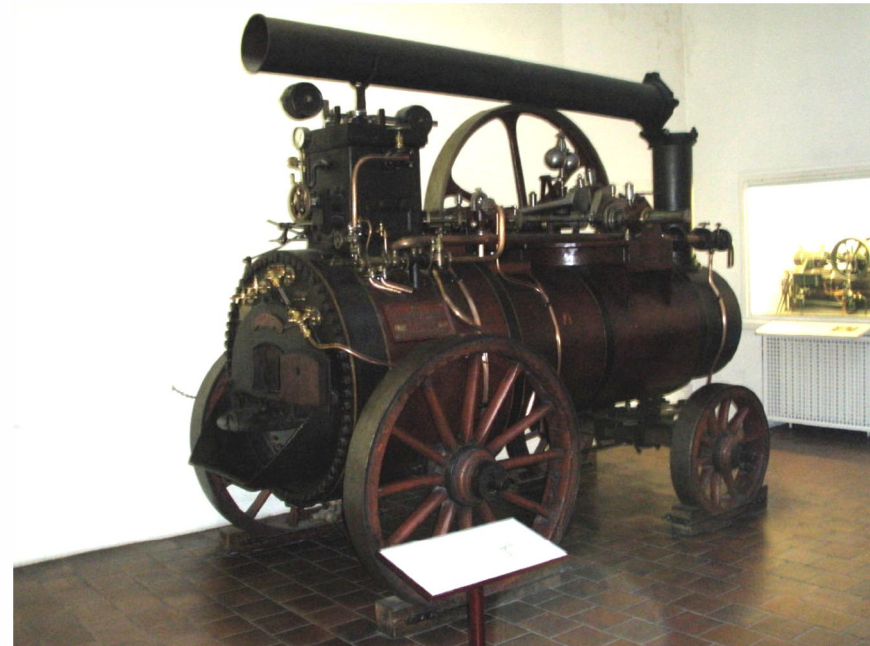
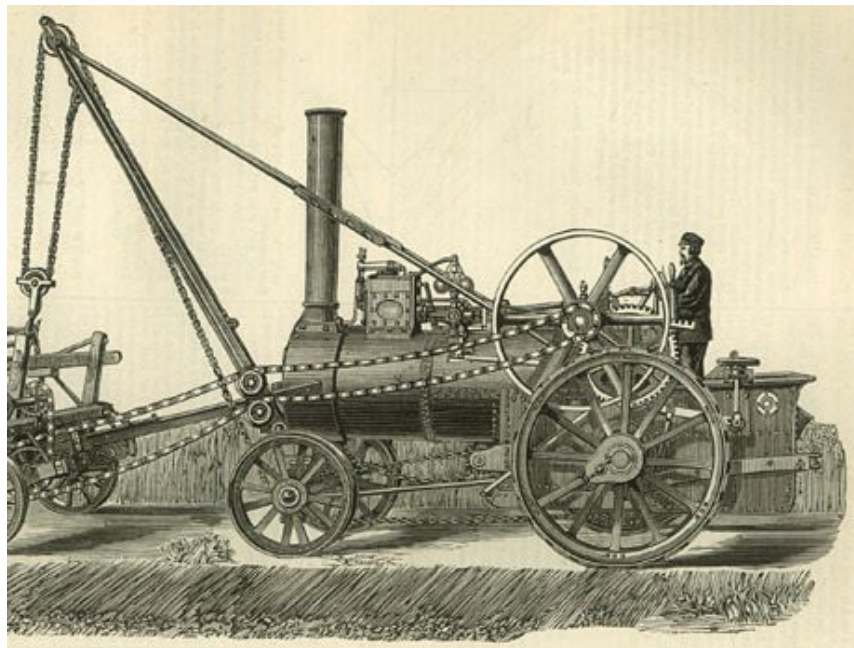
1867: seminatrice combinata



~1858 - Europa, Stati Uniti

Diffusione della macchina a vapore per azionare macchine agricole, anche per mezzo di verricelli e funi di acciaio

- Aratri, seminatrici, trebbiatrici, ...



Macchina a vapore agricola tipo Wolf (1864)
Deutsches Museum - Monaco

1890 - Stati Uniti

Trattore agricolo a cingoli con motore a vapore
(poi a combustione interna)

Conseguenze di tutte queste innovazioni:

→ aumento della produttività agricola

→ trasferimento della forza lavoro verso altri settori

percentuale di addetti all'agricoltura negli Stati Uniti:

1850: 95%

1935: 20%

1980: 1,2%



Copyright reserved by original photographer. PhotoHost: SmokStak.com

Macchina agricola di fine 800

1846 - Stati Uniti

Macchina per cucire pratica

Elias Howe (1819-1867)

- arriva tardi, molto dopo i filatoi e telai
- quando matura la meccanica metallica industriale di precisione

Dopo i vari tentativi e brevetti precedenti:

1790: Thomas Saint (GB)

1830: Barthelemy Thimonnier (F)

1834: Walter Hunt (USA)



1851 - Stati Uniti

Macchina per cucire pratica,
semplice ed efficiente

Isaac Merritt Singer (1811-1875)

- adatta all'uso industriale e domestico
- prodotta con le tecniche della produzione industriale in serie a parti intercambiabili (già usata per produrre armi)
- grande diffusione
- e grande successo



1852 - Stati Uniti

Ascensore di sicurezza

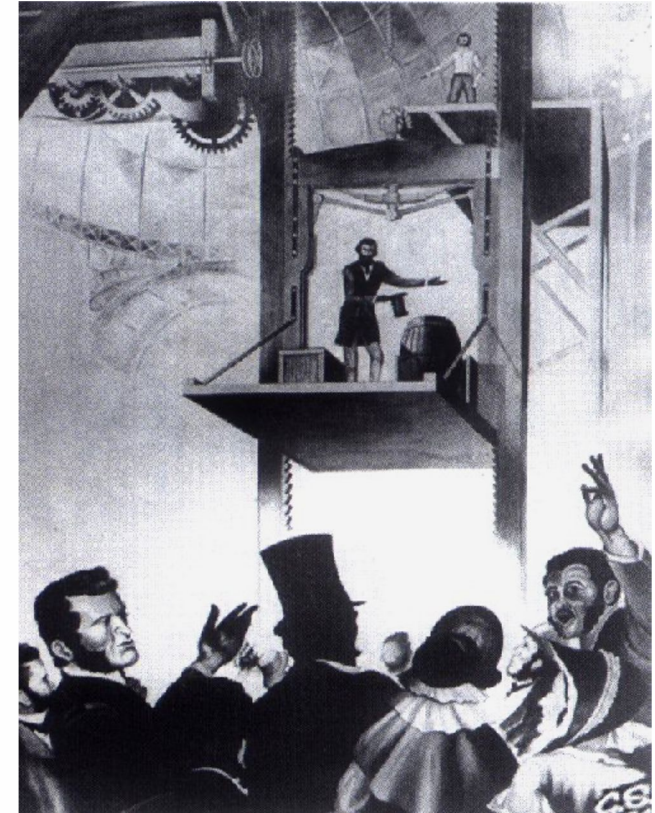
Elisha Graves Otis (1811-1861)

- primo ascensore (azionato da macchina a vapore) con dispositivo di sicurezza anticaduta
- Collaudo pubblico eseguito personalmente, in modo spettacolare

Precedenti:

1850: ascensore azionato da macchina a vapore, ma con scarso successo per il rischio di caduta

- Effetti:
macchina a vapore e motorizzazione entrano nell'edilizia, rendendo plausibile la costruzione di **edifici di molti piani**



1843 - Regno Unito, Stati Uniti

Nuove materie prime

Gomma vulcanizzata

Thomas Hancock (1786-1865)

Charles Goodyear (1800-1860)

- quasi-indipendentemente e contemporaneamente
- trattamento termico con zolfo
- trasformazione da stato plastico ad elastico e stabilizzazione
- **ebonite** (gomma dura): primo materiale stampabile a caldo
- diviene possibile l'uso industriale e poi quello automobilistico
- nasce l'industria della gomma



1844 - Germania

Carta di cellulosa degli alberi e sua produzione economica

Friedrich Gottlob Keller (1816-1895)

- Si combina con:

1806: macchina per la produzione continua

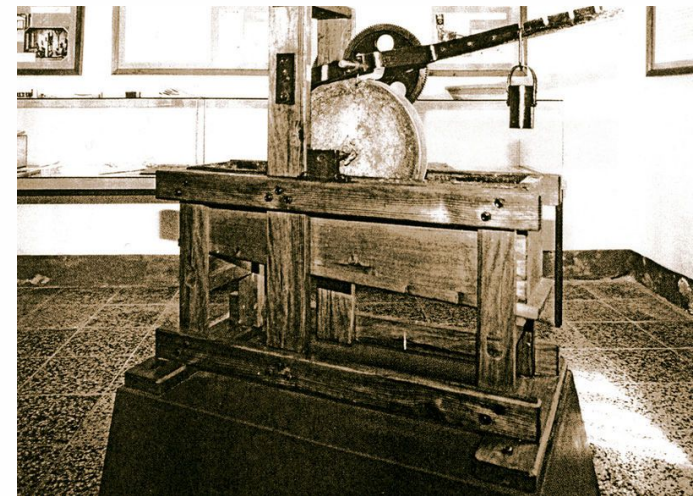
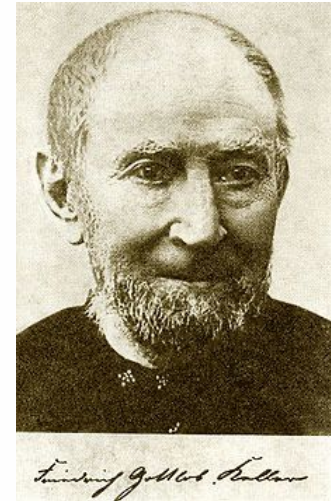
Henry Fourdrinier (1766–1854)

- Perfezionamenti successivi:

1852 Meiller

1879 produzione in Svezia

- uso generalizzato di carta a basso costo
- diffusione di libri e giornali popolari
- contributo determinante alla diffusione delle informazioni, della cultura ed alla alfabetizzazione
- uso sistematico dei quaderni scolastici
- fino ad allora a scuola si usavano tavolette e gessi



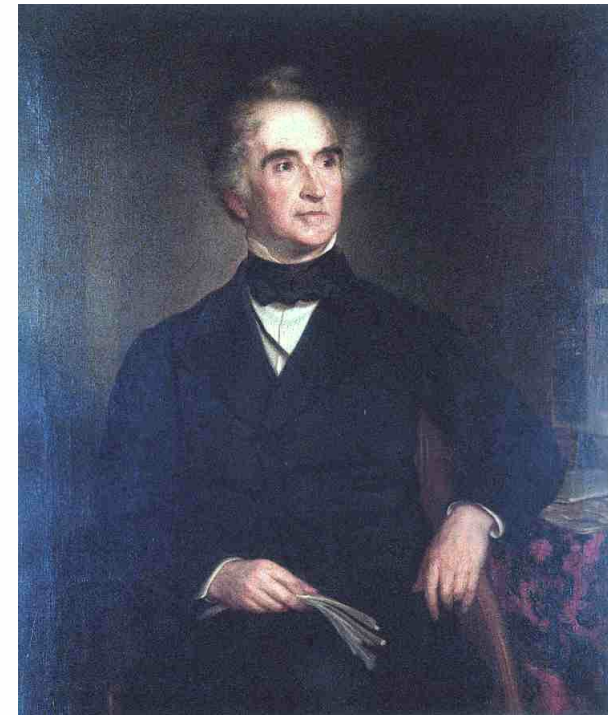
~1850 - Europa

Chimica

Primo sviluppo dell'industria chimica dei composti azotati - fertilizzanti artificiali

- Per la produzione di concimi, in supporto a quelli naturali (stallatico), oramai insufficienti
- In seguito agli studi svolti nel 1840 dal chimico tedesco **Justus Liebig** (1803-1873) sul ruolo dell'azoto nella crescita delle piante:

→ dalla scienza alla tecnologia



1856 - Gran Bretagna

Aniline coloranti per prodotti tessili –
nascita dei coloranti industriali sintetici

William Henry Perkin (1838-1907)

esito di scoperte combinate:

benzene → nitrobenzene →
anilina → porpora d'anilina

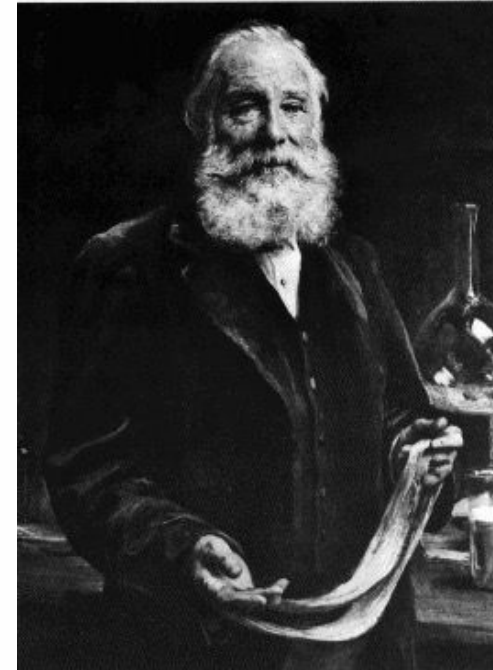
1825: benzene (Michael Faraday)

1834: nitrobenzene (Eiihard Mitscherlich)

1842: anilina (Nikolaj Nikolajevic Zinin)

1845: benzene dal catrame (Charles Mansfield)

- controllo di processi industriali pericolosi: condizioni di controllo molto più severe che nei processi precedenti
- integrazione verticale del processo (introduzione dei mordenti tannici per colorare i cotoni)
- poco dopo grande sviluppo in Germania



1859 - Gran Bretagna

Produzione di acido solforico con torre di denitrizzazione

John Glover (1817-1902)

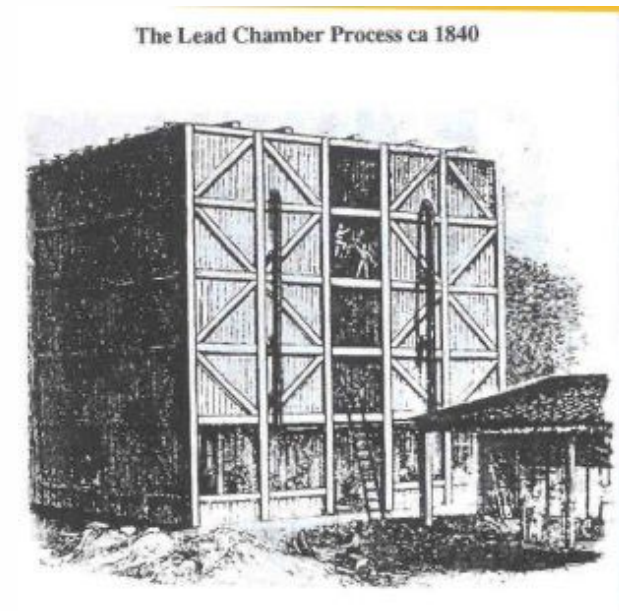
La miscela nitrosa è ridotta (senza essere dispersa nell'ambiente),
con recupero degli ossidi di azoto che vengono riposti in ciclo
inoltre: miglioramento delle camere a piombo

Precedenti:

1806: Nicolas Clément e C.B. Desormes
funzione catalitica degli ossidi di azoto e loro
conseguente impiego in quantità più limitata

1827: Gay-Lussac - torre per l'assorbimento
degli ossidi di azoto a mezzo di acido
(metodo oneroso e di scarso successo)

1830-40: camere a piombo da 10.000 m³
(quelle di John Roebuck del 1749 erano da 8 m³)



1859 - Stati Uniti

Primo pozzo di petrolio USA a Titusville (PA)

Edwin Drake (1819-1880)

- profondo 21 metri
 - Con tecnologie nuove che pongono grandi problemi ad essere messe a punto
- Disponibilità di petrolio in quantità adeguate allo sfruttamento industriale e vendita a basso costo

1861: i pozzi americani sono già 340

- Pozzi precedenti: 1400: Cina, prime trivellazioni per estrarre il salgemma; 1857 in Romania, 1858 Ontario (15 metri)

1849: Abraham Gesner, Halifax, Nova Scotia - distillazione del petrolio in frazioni leggere (benzine, pericolose e all'epoca non utilizzate) e pesanti (cherosene, idoneo all'illuminazione) con tecniche di piroschissione

1867: Berthelot - inquadramento teorico



Drake Well Museum

1860 – Italia - Europa

Nel nostro paese l'estrazione del petrolio si diffonde presto e con notevoli progressi

Achille Donzelli

Primo pozzo di petrolio italiano a Ozzano (PR)

- 2 pozzi di 32 e 45 metri; 25 kg al giorno

1863: Tocco di Casauria (PE)

- 60 metri - 500 kg al giorno

1880: Salsomaggiore (PR)

- 308 metri - 3750 kg al giorno

analoghe perforazioni avvengono in altri paesi europei e americani

- in particolare in Russia (Baku – attuale Azerbaijan)

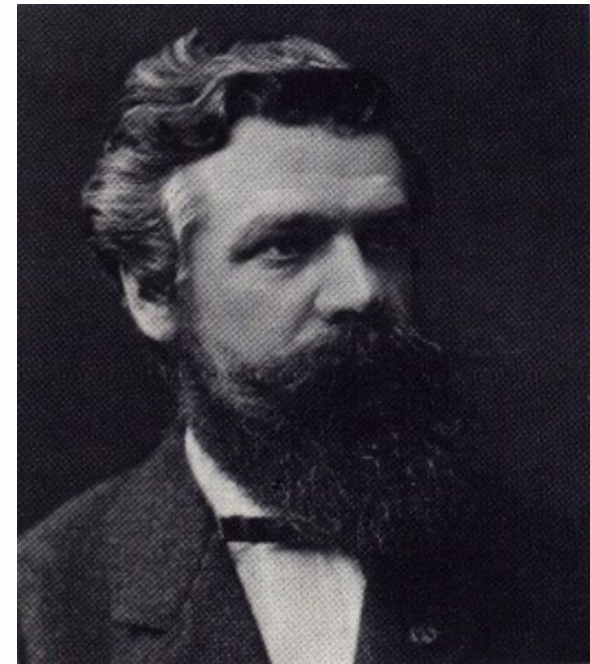
1861 - Belgio

Produzione di soda (carbonato di sodio) con metodo rivoluzionario

Ernest Solvay (1838-1922)

- processo economico e a basso impatto ambientale

1863: fondazione del gruppo Solvay
rapida monopolizzazione del mercato,
soppianta il metodo Leblanc (ideato
nel 1777 e diffuso dal 1824)



1855 - Gran Bretagna

Convertitore per produzione di acciaio di ottima qualità dalla ghisa

Henry Bessemer (1813-1898)

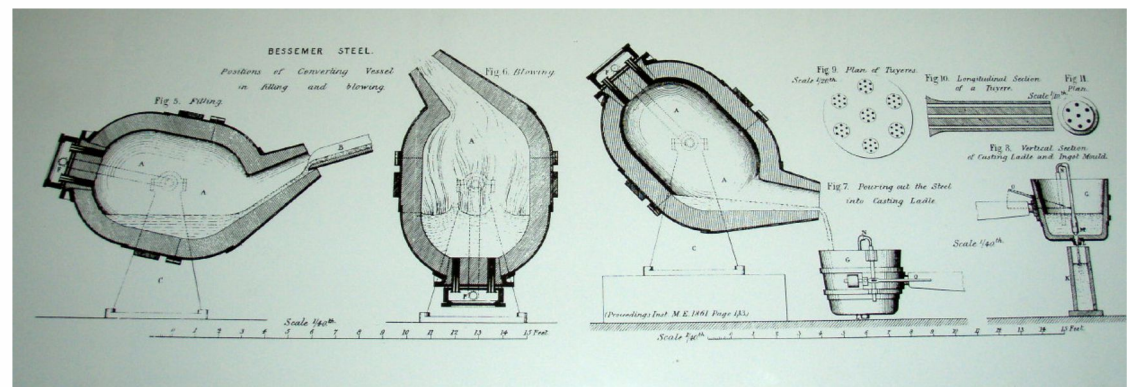
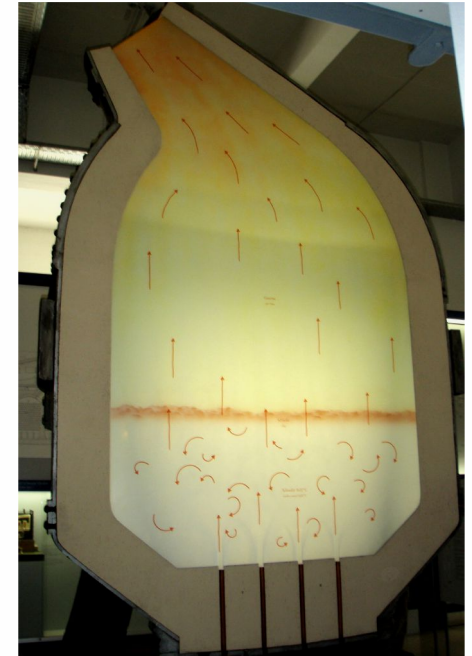
- Insuffla aria dal basso e usa il carbonio in eccesso come combustibile, senza altro carburante, raggiungendo 1600°C
- fusione completa
- Cariche fino a 25 ton
 - In 20 minuti riduce il contenuto di carbonio da >4% a <1,5% trasformando la ghisa in acciaio fuso



1855 - Gran Bretagna

Convertitore Bessemer

- a causa della suola (rivestimento interno) a base acida, il procedimento originale non è adatto ai minerali ad alto tenore di fosforo (diffusi in Belgio e Germania)
- una versione successiva, con suola a base alcalina, supera tale limitazione
- dal 1863 è usato da A. Krupp in Germania, dove si afferma verso il 1875
- il brevetto di Bessemer è respinto negli Stati Uniti grazie ai lavori di William Kelly (1811-1888), non di pari efficacia, ma il processo è ampiamente utilizzato anche lì



1855 - Gran Bretagna

Convertitore Bessemer

- Permette di produrre su grande scala acciaio di ottima qualità a prezzi contenuti

grande impulso allo sviluppo dell'industria pesante

- macchine a vapore, locomotive, binari, macchine elettriche, costruzioni navali, ...

e dei gruppi che controllano tali comparti:

- Krupp in Germania, ...
- Carnegie in USA, ...



Musée des Arts et Metiers Parigi

L'età del ferro entra nella piena maturità

1861-4 – Francia-Germania (UK)

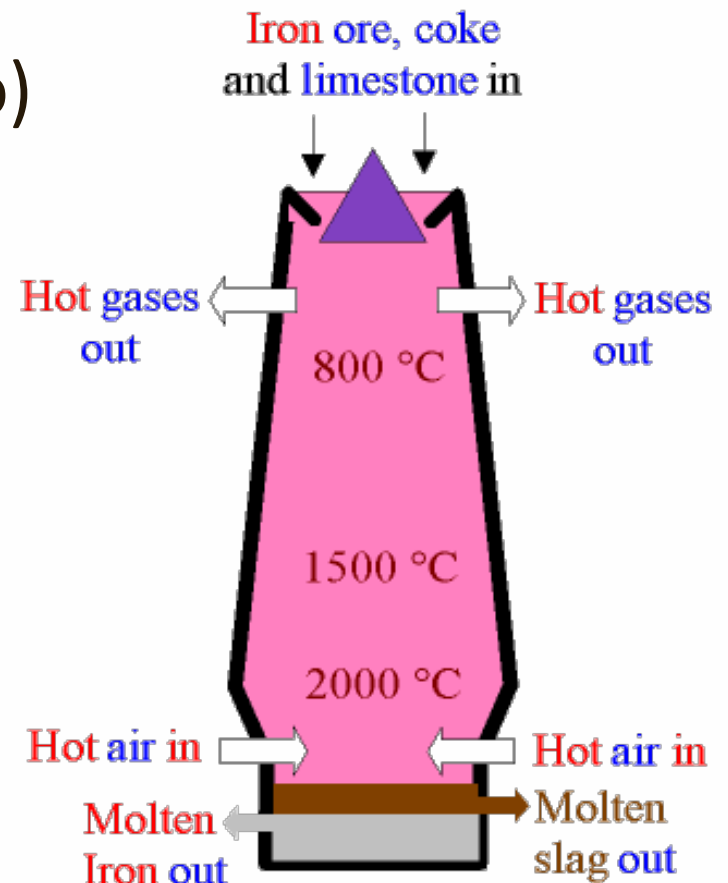
Altoforno a rigenerazione a gas
Martin-Siemens (processo continuo)

Pierre-Émile Martin (1824-1915)

Wilhelm Siemens (1823-1883)

1856: introduzione

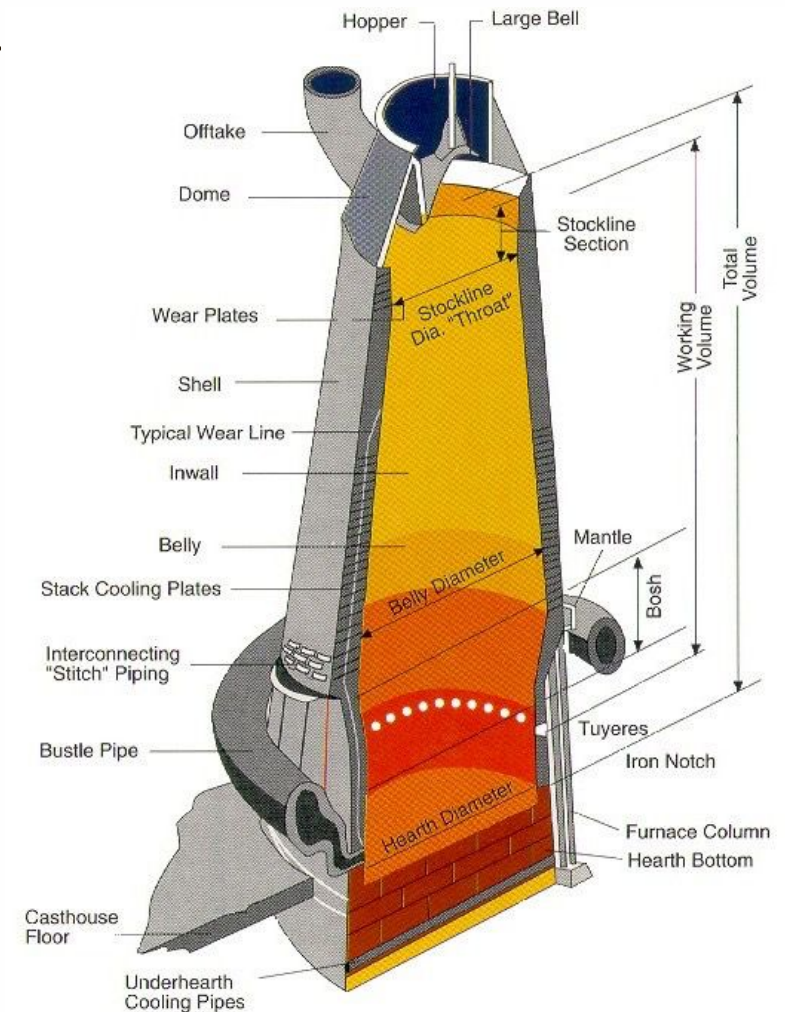
- capace di 1450-1650° C (fusione acciaio)
- usa coke e calcare → riduzione del contenuto di carbonio e di altre impurità
- adatto a tutti i tipi di minerali ferrosi (anche fosforosi, anche **rottami**)
- recupera il calore dei gas combusti per insufflare aria calda
- primo processo di riciclaggio



1864 - Francia, Germania (UK)

Altoforno a rigenerazione a gas Martin-Siemens (processo continuo)

- Europa centrale (Belgio e Germania) divengono concorrenti agguerriti nel mercato dell'acciaio, con calo generale dei prezzi



1855-1889 – Austria – UK – Francia

Acciai speciali

1855: Acciaio al tungsteno

Franz Köller

1783: scoperta del tungsteno

- Primo acciaio speciale industriale
- produzione industriale nelle acciaierie di Reichraming (Austria)

Evoluzione e diffusione

Robert Mushet (1811 - 1891) - Regno Unito

1868: acciaio tungsteno-manganese

1889: acciaio rapido di Mushet (al tungsteno)

1888: Acciaio al nichel – a diversi tenori

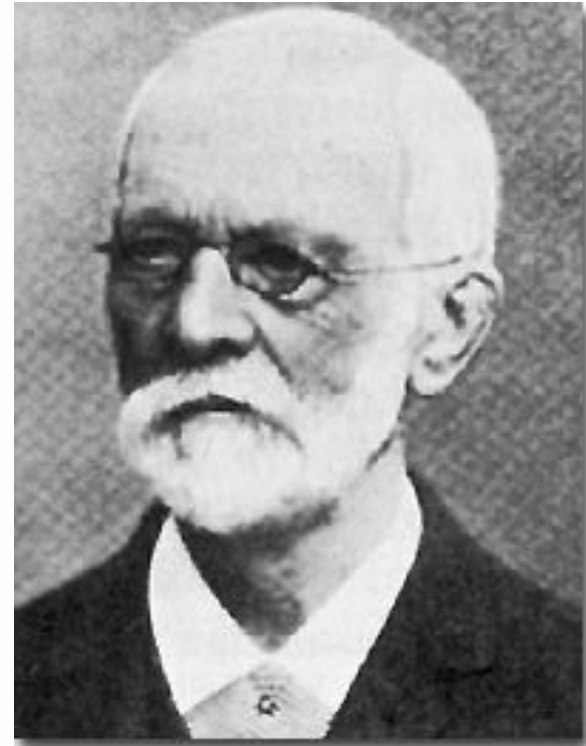
- Acciaierie Schneider (Francia): produzione industriale e affermazione
- resistente (1-3,5%)
- autotemperante (4-5%)

1855 - Germania

Scienza dei materiali

August Wöhler (1819 - 1914)

- Matura una nuova scienza, indotta dagli sviluppi tecnologici
- resistenza dinamica e a fatica
- primi studi sistematici sui fenomeni di fatica dei materiali
- nati da problemi di resistenza dei metalli usati nei trasporti ferroviari



- Precedenti contributi alla scienza dei materiali nel XIX secolo:
T. Young (1807), A. Cauchy (1822), C.-L.-M.-H. Navier (1826)

1857 - Toscana, Stati Uniti

Telefono elettromagnetico

Antonio Meucci (1808-1889)

1849: Primi esperimenti (a Cuba)

1858, 1862: Miglioramenti (a New York)

1857: versione elettromagnetica

1871: Notifica preliminare di brevetto (New York)

- (non confermata e quindi persa)



Altri telefoni elettromagnetici

1861: realizzazione indipendente e più evoluta

Johann Philipp Reis (1834-1874, D)

1864: realizzazione indipendente e più evoluta

Innocenzo Manzetti (1826-1877, I)



1860 - Toscana

Generatore elettrico in corrente continua

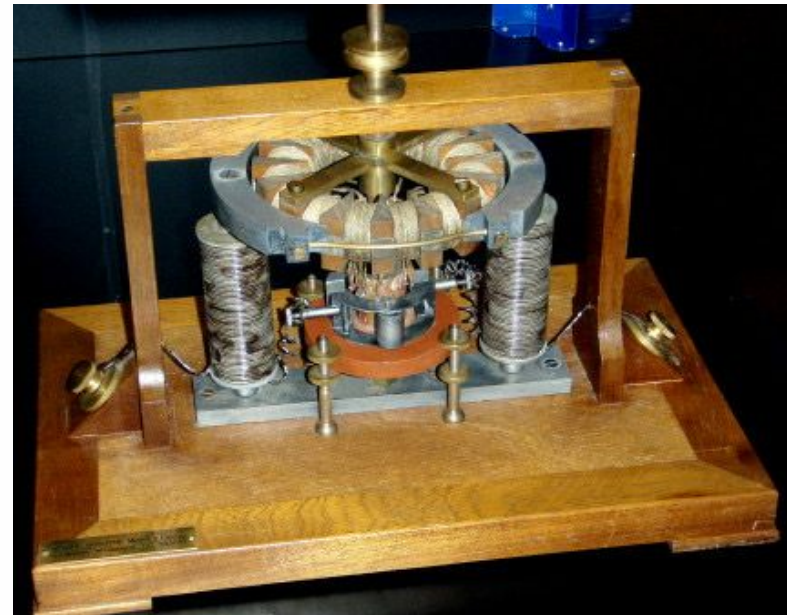
Antonio Pacinotti (1841-1912)

- dotato di anello di indotto con circuito chiuso e collettore
- più efficiente delle dinamo precedenti
- corrente elevata e notevolmente costante



N.b.:

- all'indomani dell'adesione della Toscana per plebiscito al Regno Sabauda, in Italia manca l'interesse allo sfruttamento industriale
- Pacinotti prova a presentare l'invenzione a Parigi, ma senza successo



Museo della Tecnica Elettrica - Pavia

1855 - Piemonte

Macchina per scrivere pratica - *cembalo scrivano*

Giuseppe Ravizza (1811-1885)

1855: brevetto

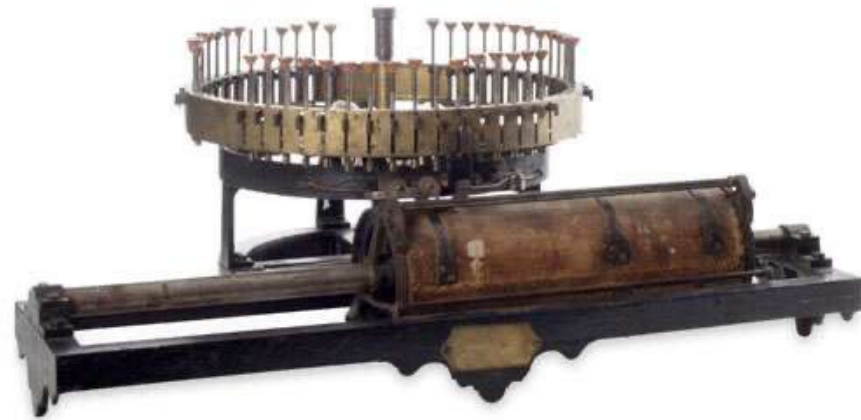
1908: perfezionata e commercializzata
da Camillo Olivetti

Precedenti

1808: archetipo di Pellegrino Turri

1843: prototipo di Charles Thurber (USA)

- La meccanizzazione raggiunge anche un'attività squisitamente creativa come è la composizione scritta (dopo la riproduzione delle immagini con la fotografia)



1860 - Austria

Siluro - *Salvacoste*

Giovanni Biagio Luppis von Rammer (1813-1875)

Ufficiale italiano della marina austriaca

- lungo 6 metri, azionato a molla e controllato con funi da riva
- pensato per attaccare le navi nemiche che minacciano le coste
- dimostrato con discreto successo, ma senza seguito



Precedente

1797: torpedine di Fulton

1866 - Austria-Gran Bretagna

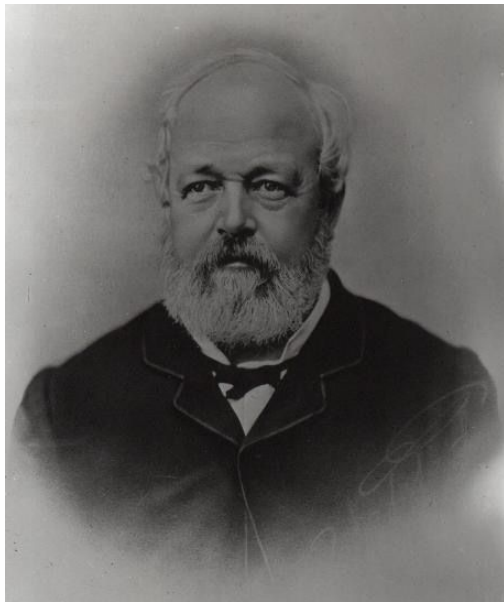
Siluro - *Minenschiff*

Robert Whitehead (1823-1905)

Collabora con Giovanni Luppis a sviluppare l'idea del 1864

- lungo 3,35 metri e azionato ad aria compressa, naviga sotto il pelo d'acqua
- presentato a Fiume, dove vivono

1877: primo uso bellico, nella guerra russo-turca



1855 - Svezia

Macchina calcolatrice di uso pratico

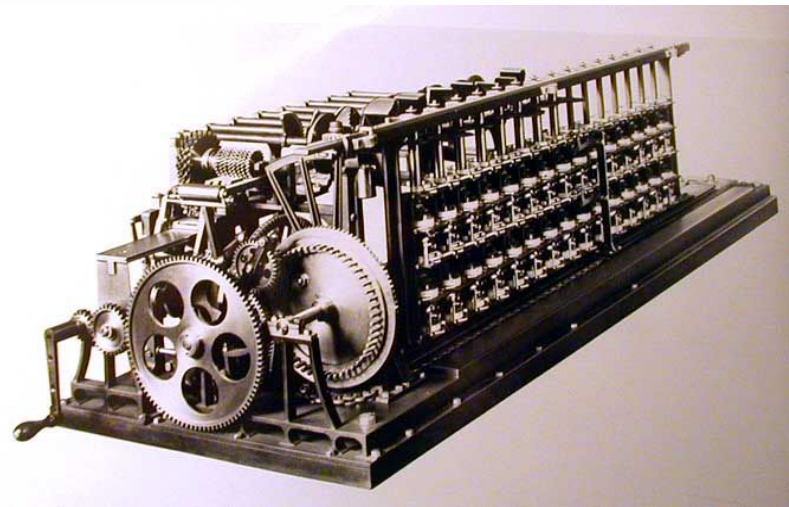
Georg Scheutz (1785-1873) padre

Edward Scheutz (1821-1881) figlio

- Ispirata alla Difference Engine di Babbage
= sua versione industrializzata
- dotata di dispositivo di stampa dei risultati
- quindi idonea all'uso pratico

prodotta in una sola unità,
acquistata dal Governo Britannico

1860 un secondo modello è venduto
al Governo degli Stati Uniti



1875 - Svezia

Calcolatrice meccanica a manovella - *artimometro*

Willgodt Theophil Odhner (1845–1903)

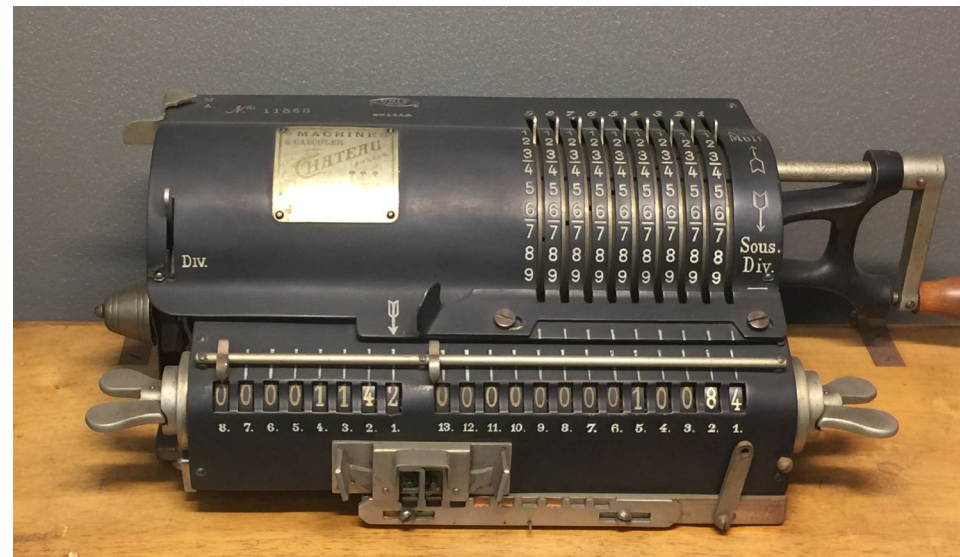
- Prodotta commercialmente, a San Pietroburgo (Russia)
- Grande diffusione quando scade il brevetto (1907)
- Archetipo delle calcolatrici meccaniche usate nel XX secolo, fino all'avvento delle calcolatrici elettroniche:

Precedenti

1820 - De Colmar (F)

Sviluppi (scadenza brevetto):

- Brunsviga (1892)
- Saxonia (1895), ...



modello di inizio 900, quasi uguale a quello originale

1830-1850 – Gran Bretagna

Aspetti sociali

Nascita dei movimenti sindacali

- evoluzione sociale di avanguardia rispetto alle altre nazioni
- politicizzazione delle lotte sociali e sindacali che mirano sempre più a progressi legislativi
- dall'Old Unionism al New Unionism:
dalle azioni violente alle azioni politiche → **organizzazione sindacale**

→ al progresso tecnico-industriale segue il progresso socio-economico

1830-1880 - Gran Bretagna

Conquiste sociali

1833: *Factory Act*: proibizione lavoro minorile (sotto i 9 anni)

1834: Grand National Consolidated Trade Union (primo tentativo di sindacato)

1842: sciopero generale blocca la produzione industriale

1842: *Mines Act*: proibizione del lavoro minorile (sotto i 10 anni)
e delle donne in miniera

1847: *Ten Hours Act*: orario di lavoro limitato a 10 ore per donne
e bambini (13-18 anni)

1850: Amalgamated Society of Engineers
(modello per i sindacati dei lavoratori)

1871: definitiva legalizzazione delle Trade Unions (sindacati)

1875: liceità azioni non violente di picchettaggio

1867: suffragio esteso

1880: scuola elementare dell'obbligo
(dopo o contemporaneamente ad altre nazioni europee: Norvegia 1739, ...
Italia 1877)

ca. 1840-1900 - Europa, Stati Uniti

Nascita dei grandi gruppi industriali nazionali che dominano le nuove tecnologie

esempi europei:

- Krupp (1811), Siemens (1847), Solvay (1863), BASF (1865), AEG (1887 - da Deutsche Edison ..., 1883),
- Ferranti (1882), Asea (1890), BBC (1891), Philips (1891),
- (anche italiane, ma su scala minore) Ansaldo (1853), Tecnomasio (1863), Pirelli (1872); Falck (1906), Breda, ...

esempi americani:

- Western Union Telegraph Company (1851), Carnegie Steel Company (1865), Standard Oil (1870), Westinghouse (1870-1886), ATT (1885; da Bell, 1872), Pittsburgh Reduction Company (1888, ALCOA dal 1907), General Electric (1892, da Edison e Thomson), ...

1850-1915 - Europa, Stati Uniti

Nuove modalità politiche economiche di confronto tra le nazioni occidentali:

- nazioni più avanzate (Gran Bretagna, Stati Uniti, Francia, Germania):
 - Strategie liberiste, per promuovere le esportazioni
- nazioni meno avanzate (Italia, Russia, ...)
 - Strategie protezioniste, per promuovere l'industria nazionale più debole della migliore concorrenza internazionale
 - Interventi pubblici a sostegno dello sviluppo economico
- comparsa di oligopoli, monopoli, cartelli

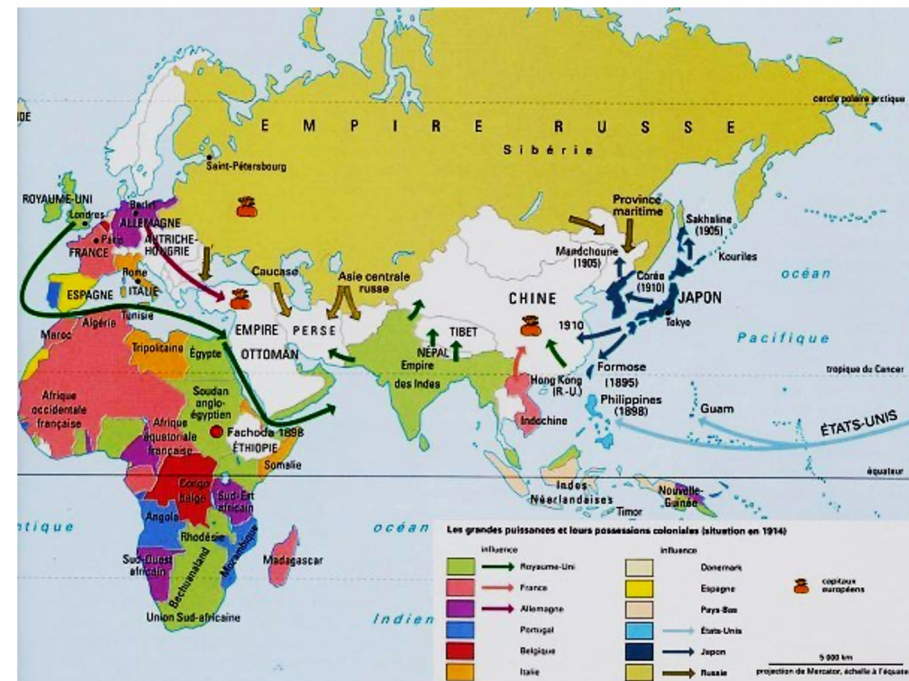
Forti dinamiche socio-tecno-economiche:

- comparsa periodica di fasi di crisi alternate a periodi di espansione, nei quali si affermano nuovi protagonisti industriali

1850-1915 - Europa

Sviluppo degli imperi coloniali

- Africa
- Asia
- America centro-meridionale



- Alla ricerca di sbocchi commerciali e materie prime a basso costo per sostenere l'espansione delle produzioni industriali
- La rivoluzione industriale fornisce all'occidente la superiorità economica, tecnica e militare per dominare il resto del mondo