

## 1000-1200 TARDO MEDIOEVO

Urbanesimo e organizzazione in città stato, comuni e repubbliche marinare autonome  
Importanza della borghesia mercantile

Cristianesimo nobilita il lavoro -> tecnica non solo dei servi, ma anche dei borghesi

- importazioni dall'oriente (forchetta come misura igienica,..)
- Germania: trapano a collo d'oca (legno) e trafilatura (ferro)
- Francia: balestra portatile
- Inghilterra: estensione dello sfruttamento dell'energia idraulica (già usata, ma potenziata), censimento delle ruote inglesi nel Domesday Book -> più efficiente e produttiva dei servi
- **energia eolica** dove scarseggia l'acqua: ruota eolica (mulino a vento) in Spagna importato dagli arabi (già noto in Persia), ruota eolica a palo in nord Europa (gira con il vento)
- siderurgia: in Svezia prima produzione di ghisa (ferro + carbone)
- 1088 prima università a Bologna, 1222 Padova -> sapere non solo della Chiesa
  - si studia diritto, medicina, teologia; non si studia la tecnica che viene tramandata nelle botteghe
  - inizio dell'inquisizione della Chiesa: persecuzione delle eresie e degli scienziati

1096 prima Crociata contro i turchi -> bottini di guerra (spezie e zucchero di canna) e arricchimento repubbliche marinare (viaggi per mare)

- 1154 primo orologio meccanico "civico" in Siria
- importazione invenzioni Arabe (Al-Jazari trattato con descrizione strumenti e macchine)
- 1202 Fibonacci introduce la notazione posizionale e lo zero (numeri arabi)
- bussola magnetica
- Architettura gotica, cattedrali sempre più alte ispirate all'islam -> no progettazione

In Europa guerre tra città

- Castelli per difesa
- trabocco (catapulta)

In Oriente

- Giappone: samurai e acciaio di alta qualità
- Mongolia: espansione e superiorità militare (Marco Polo porta in Europa invenzioni)
- grande rete di canali in Cina (opere di ingegneria idraulica)
- portate in Europa: carriola, telaio da tessitura orizzontale, **cartamoneta**, **polvere da sparo**

## 1200 SECONDA RIVOLUZIONE TECNOLOGICA

Promossa da conflittualità economica e militare tra regni

- Risorse energetiche: energia muscolare di uomini e animali, energia idraulica con acqua corrente e **ruota idraulica**, energia eolica, materiale strutturale - legno.
- Sviluppi in agricoltura: miglior sfruttamento degli animali da traino e aratro pesante a vomere con ruote, rotazione delle colture, dal bue al cavallo e dal legno al ferro -> aumento produzione agricola
- **carbone** prima diffusione in Europa centro-settentrionale: permette la fusione della ghisa, contaminazione che causa fragilità
- **carta** importata dal medio oriente (Fabriano, cartiere italiane dominano il mercato europeo), ancora molto costosa

- Villard De Honnecourt (Francia): inizia a capire l'importanza del disegno e della matematica nella progettazione
- sviluppi nella chimica (polvere da sparo, arsenico e acido solforico) e alchimia (araba)
- miglioramento navale: timone a poppa, carta nautica
- filatoio a ruota
- 1280 **primi orologi meccanici** in legno -> tutte le ore hanno durata uguale, eredi dei destatoi
- occhiali a lenti convesse -> anche i vecchi lavorano

### 1300

**Venezia** città più ricca e potente d'europa (ricchezza da commerci marittimi)

- Murano: primo comprensorio industriale europeo (**vetro**), tecniche segrete veneziane
- arsenale Venezia: produzione in serie, linee di montaggio -> prima vera area industriale mondiale

Catastrofi:

- peste, muore un terzo della popolazione -> mancanza di uomini per attività
- carestia, modesti raccolti agricoli a causa dell'aumento demografico precedente
- Guerra dei cent'anni (Francia-Inghilterra): arco lungo e proto-cannone con polvere da sparo (prima arma da fuoco europea), schioppetti e pertinali (armi da fuoco portatili) -> castelli inadeguati alla difesa
- scisma d'occidente

Orologi:

- 1330 primo orologio europeo sonoro azionato da pesi a Milano, ora civica per tutti
- Dondi: a Padova orologio con lancetta e non indicazione sonora e astrario

1350: maggiore sfruttamento delle risorse idrauliche per carenza di manodopera con conseguenti innovazioni azionate da ruote idrauliche:

- tornio rotativo
- trafilatura metallica
- **filatoio** a Bologna -> prime fabbriche

Nuove tecniche contabili e finanziarie, assicurazioni e banche (Genova, Venezia, Firenze)

- capitali a disposizione dati dalle banche
- prima diversificazione di artigiani (imprenditori vs proto-proletari) -> sommosse classi più povere

Europa:

- In Olanda prima conca di navigazione europea (importanza trasporti su acqua)
- Norimberga: sviluppo tecnica cartaria
- sviluppo fusione della ghisa: carbone fossile in siderurgia al posto del legno, la ghisa però è fragile e non di alta qualità (circa 1400)

### 1350-1530 RINASCIMENTO

Dai comuni alle Signorie: città stato governate dai mercanti. Prima in Italia, poi in Germania. Tecniche esercitate dai ceti inferiori per lucro.

- Milano prima conca di navigazione italiana
- Firenze: Brunelleschi opere architettoniche ed edilizia
- Francia: sviluppo tecnica biella-manovella -> trasformazione di moto rotatorio in moto alternativo
- Fiandre, poi Francia: nuovi cannoni in bronzo e archibugio (fucile)

- **Norimberga:** primato europeo strumenti scientifici e stampa di testi scientifici, orologio azionato a molla invece che a pesi
- nascono le società per azioni
- 1474 Venezia: **Legge sul Brevetto** (per proteggere la produzione di stato), poi diffusione in Europa
- primo servizio postale pubblico commerciale europeo, nato in Italia, poi diffuso
- 1450 Germania: **stampa** a caratteri mobili (Bibbia di Gutenberg)
  - produzione in serie di libri, crollo dei prezzi, prodotti principalmente in Germania e a Venezia
  - argomenti scientifici e laici, non solo religiosi
  - fine monopolio amanuense
  - Verona: Valturio, "de re militari" primo trattato a stampa di argomento tecnico-scientifico
  - Pacioli (1494): il più influente testo europeo di matematico dopo il Liber Abaci (Fibonacci)

1453: espansione dell'impero Turco-Ottomano e caduta dell'impero romano d'Oriente -> inasprimento del conflitto cristiano-islamico: fuga degli intellettuali bizantini in Europa occidentale -> scarsa diffusione culturale nel mondo islamico

**Leonardo da Vinci** (1478-1515): artista, anatomista, tecnico. Superiorità dell'osservazione diretta sullo studio dei libri e inventa un metodo rigoroso per progettare e rappresentare macchine. Però poca divulgazione. Inventava, rendendo meccaniche le lavorazioni artigianali:

- laminatoi per meccanizzare la forgiatura, filettatrice per viti
- molatrice per lenti e specchi
- macchine tessili: filatoio a doppia aletta, telaio automatico (velocizza la tessitura)
- porta idraulica a due battenti per conche fluviali
- scavatrice e gru girevole
- cannoni a canne multiple, carro armato (senza successo), balestra gigantesca
- bicicletta (attribuzione incerta)
- automobile a molla e automa per uso teatrale
- paracadute, vite aerea (studi sul volo)
- studi urbanistici

#### **Navigazione atlantica esplorativo-commerciale:**

- Genova e Portogallo in competizione per commerci nelle coste atlantiche e africane
- sviluppo della cartografia, mappatura delle coste, invenzione della latitudine e sua misura con astrolabio di giorno e notturnale di notte (importati dall'Islam)
- nuova imbarcazione: caravella e caracca -> minore equipaggio, maggior autonomia di navigazione, timone, bussola
- Dias trova la rotta degli Alisei fino a Capo di Buona Speranza
- Vasco da Gama circumnaviga l'Africa e arriva in India -> apertura delle rotte commerciali oceaniche
- 1492 Cristoforo Colombo arriva in America, finanziato dalla Spagna
- nascita dei primi imperi coloniali in Oriente, in Africa e in America -> Trattato di Tordesillas: spartizione delle conquiste tra Portogallo e Spagna
- la conquista dell'America porta ricchezze e tesori -> Europa subisce l'inflazione
- 1519-1522 Magellano circumnavigazione del globo

Guerre:

- guerre franco-spagnole in Italia (declino dell'Italia)

- uso sistematico delle armi da fuoco: conversione dell'energia chimica in energia termica e meccanica

## 1525-1650

In Europa:

- Diffusione del rinascimento in Europa e emigrazione verso il nord Europa di artigiani e tecnici italiani.
- Riforma Protestante (Martin Lutero 1517) -> Inquisizione romana contro eresie e scienziati (Galileo Galilei)
- 1559 Indice dei libri proibiti
- Francia: guerre di religione, strage degli Ugonotti
- Venezia: primato produzione vetro, vetrai attirati in nord Europa
- Umbria-Toscana primato produzione ceramiche
- Girolamo Cardano: studente e rettore di Padova, soluzione equazioni di terzo e quarto grado, intuizione numeri complessi, primo trattato di probabilità, pioniere del metodo sperimentale
- Germania: primato tecnica mineraria e metallurgica, espansione mercati finanziari
- Norimberga: prima meccanica miniaturizzata in metallo (orologio a molla tascabile)
- A. Durer: trattato su compasso e squadra, fortificazioni e proporzioni corpo umano
- innovazioni tecnologiche:
  - tornio per filiera
  - vite da assemblaggio
  - acquedotti
  - matita
  - solcometro (per misurare velocità navi)
  - gru a ruota
  - scoperto il Platino -> crescente utilizzo dei metalli (soprattutto per armi da fuoco, invenzione mantice a scatola) -> Biringuccio (Italia) e Bauer (Germania): trattati su miniere, metalli e metallurgia
- Miniere: pozzi di estrazione sempre più profondi -> problemi di sollevamento dei minerali e drenaggio dell'acqua -> uso della ruota idraulica o trazione animale per pompe di aspirazione (soprattutto Inghilterra) e binari in legno per carrelli minerari
- Paesi Bassi e Olanda: porti più ricchi d'Europa, Anversa e Amsterdam sostituiscono Venezia e Genova per commerci con l'Oriente
- sviluppo agricolo prima Olanda, poi Inghilterra e scambio tra Europa, Asia e America di prodotti agricoli e idee
- 1500 Rivoluzione commerciale e prima globalizzazione
- Miglioramento cartografia: Mercatore inventa longitudine e latitudine
- 1563 a Milano: istituzione del collegio degli ingegneri (primo ordine professionale); **ingegnere** = chi pratica il mestiere di costruire congegni
- arsenale di Torino
- 1571 Battaglia di Lepanto: Cristiani fermano avanzata ottomana e Veneziani determinante con le galeazze (navi da guerra) -> successi navali
- Calendario Gregoriano
- Rinascita di interessi nell'urbanistica (Palmanova)
- Besson (Francia) e Ramelli (Italia): trattato su macchine teatrali
- Opere di ingegneria:
  - montacarichi ad azione idraulica

- produzione in serie di chiodi e armi
- innesco a pietra focaia
- telaio per nastri e macchina da maglieria: sommosse dei salariati e distruzione delle macchine
- gabinetto ad acqua
- Olanda:
  - bonifica e prosciugamento delle paludi
  - miglioramento mulino a vento
  - Stevino: pompa di prosciugamento azionata da ruota eolica e carro a vela
  - segheria e pompe azionate da ruota eolica
  - microscopio a due lenti e cannocchiale
  - sottomarino

### 1600 RIVOLUZIONE SCIENTIFICA

Guerra dei 30 anni in Europa e sconfitta del Papato (pace di Westfalia) -> legittima i principi a scegliere la religione.

Le accademie nascono in Italia e poi si diffondono in Europa -> diffusione del sapere scientifico e tecnico e pubblicità dei risultati.

1665 prima rivista scientifica e tecnica in inglese.

Scienziati:

- Zonca (Italia): disegno tecnico, invenzione dell'assonometria e scala metrica
- paracadute sperimentale
- Branca (Italia): proto-turbina idraulica e turbina a getto di vapore
- Bacon: fondatore empirismo inglese
- Dagon: telaio migliorato per tessuti disegnati
- **Galileo Galilei** (1564-1642): nascita del metodo scientifico, isocronismo delle oscillazioni del pendolo, compasso, cronometro ad acqua, telescopio, orologio a pendolo (solo ideato, ma mai costruito)
- Cartesio: razionalismo
- **Huygens**: matematico, astronomo e fisico (lenti, telescopi, microscopi e orologio a pendolo -> tempo urbano), archetipo di motore a scoppio
- Burgi e Nepero: logaritmi
- Oughtred e Wingate: regolo calcolatore logaritmico
- Schickard: orologio calcolatore (prima calcolatrice meccanica)
- Pascal: addizionatrice
- Leibniz: moltiplicatrice (inventata anche da Poleni)
- Torricelli: barometro e riconoscimento esistenza del vuoto
- Von Guericke: prima pompa a vuoto e macchina elettrostatica -> nascita dell'**elettrostatica**
- Vauban e Riquet: fortificazioni poligonali e sviluppo dell'ingegneria militare e civile
- Wilkins: turbina a vapore
- Somerset: fontane e pompe azionate a vapore
- Clement e Hooke: orologio a pendolo con scappamento ad ancora e bilanciere e adozione lancetta dei minuti, molla a spirale
- **Newton**: calcolo differenziale e integrale (Principia mathematica 1686), concetto di gravitazione universale, telescopio riflettore
- Papin: pentola a pressione e macchina a vapore rudimentale dotata di pistone

#### Altri sviluppi:

- pompe metalliche al posto di lignee
- diffusione della scuola vetraia veneziana in Francia (produzione specchi) e in Inghilterra (Nehou)
- ingegneria statale civile: canale da Tolosa al Mediterraneo
- diffusione delle borse-valori e comparsa delle banche pubbliche = facile accesso ai capitali (in particolare Inghilterra)

### 1700 ILLUMINISMO

- Inghilterra:
  - miniere sempre più profonde -> prosciugamento con pompe azionate da ruote idrauliche e animali
  - Savery: pompa a vapore per sollevare acqua dalle miniere priva di organi in movimento, sfrutta differenze di pressione
  - Newcomen: **macchina a vapore** per estrarre acqua, enorme diffusione per il basso costo e lunga vita
- Réaumur (Francia): individua nel carbonio la causa della bassa qualità dell'acciaio, termometro ad alcool
- Fahrenheit (Germania): termometro a mercurio
- Celsius: termometro con scala centigrada
- Leupold (Germania): trattato sulle macchine
- Polhem (Svezia): prima scuola tecnica svedese, fabbrica di utensili metallici azionata da ruote idrauliche, laminatoio per produrre acciaio -> Svezia in avanguardia nella siderurgia
- Darby (Inghilterra): con carbone coke per la fusione del ferro ottiene ghisa industriale di buona qualità, ma ancora fragile
- Germania: produzione di porcellana
- Eyrinis (Grecia): asfalto (poco utilizzato)
- Francia: nasce la corporazione di ingegneri e esperti di ponti e strade -> innovazioni nel sistema stradale
- Inghilterra: sistema stradale a pedaggio
- Delisle: carte nautiche moderne, affermazione del meridiano di Greenwich e misura accurata della latitudine tramite sestante marino
- 1714 Longitude act: premio per chi misura la longitudine con precisione, vince Harrison con un cronometro marino di precisione
- grandi viaggi esplorativi
- Belidor: calcolo integrale in problemi tecnici (la matematica è strumento degli ingegneri) + trattato di architettura idraulica
- **Rivoluzione agricola in Inghilterra**
  - seminatrice automatica, aratro moderno e trebbiatrice
  - aumento produttività e surplus alimentare
  - più manodopera per altre attività
  - motivo per cui la rivoluzione industriale avverrà in Inghilterra
  - sviluppo mulini a vento
- Tessitura Francia e Inghilterra:
  - Bouchon e Falcon (Francia): telaio semiautomatico per tessuti disegnati -> **prima macchina a programma memorizzato**

- Vaucanson (Francia): telaio completamente automatico azionabile da ruota idraulica (ignorato)
- sviluppi nella produzione della seta -> **prima fabbrica** inglese (Derby 1717)
- Kay: telaio a spola volante -> riduzione della manodopera
- telaio automatico -> sommosse dei lavoratori (Inghilterra)
- telai francesi raffinati e costosi, inglesi mercato più ampio -> altro motivo rivoluzione industriale in Inghilterra
- Wyatt e Paul: filatoio a cilindri multipli e cardatrice per pettinatura e pulitura delle fibre tessili
- Diderot e D'Alembert: **Enciclopedia 1751-66**
- Smeaton: padre dell'ingegneria civile, calcestruzzo, prima ruota idraulica in ghisa, perfezionamento macchine a vapore
- Musschenbroek: bottiglia di Leida, primo condensatore elettrico (Olanda)
- Franklin: parafulmine, stufa economica, occhiali bifocali (USA)
- Beckmann: crea il termine tecnologia = disciplina che riguarda la manipolazione delle risorse naturali
- 1776 Dichiarazione di indipendenza delle colonie americane
- Stabilimento per la produzione dell'acido solforico: primo **processo industriale chimico** e prime leggi per la protezione ambientale (Inghilterra)
- Cavendish: scoperta dell'idrogeno e studio della composizione dell'aria, costante gravitazionale universale
- largo impiego del **Cloro**: sbiancatura tessuti e carta, potabilizzazione dell'acqua

## 1750 PRIMA FASE DELLA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

In **Inghilterra** fioriscono aziende tessili, chimiche e siderurgiche.

- Smith: primo trattato moderno di economia, principio della divisione e specializzazione del lavoro
- Tessitura:
  - filatoio multiplo a 8 fusi
  - Arkwright: fabbrica con filatoi per cotone
  - Crompton: filatoio per ogni tipo di filato -> impulso al sistema delle fabbriche
- Siderurgia:
  - crogiolo per la produzione di acciaio
  - Cort: puddellaggio dell'acciaio
  - primo ponte in acciaio di grandi dimensioni
  - il ferro sostituisce legno e pietra
  - introduzione della macchina a vapore in siderurgia: Ferriere di Carron (azienda protagonista della rivoluzione industriale)

La **macchina a vapore** è il primo motore della rivoluzione industriale

- **Watt** e Boulton: macchina a vapore in bassa pressione con condensatore separato e cilindro caldo -> aumento del rendimento, ma la macchina di Newcomen è più diffusa
- Smeaton: perfezionamento della macchina a vapore
- Wilkinson: macchina alesatrice per produzione di cannoni e maglio a vapore per lavorazione del metallo. Macchine a vapore fornite da Watt e utilizzate da lui stesso.
- sviluppo meccanico: meccanismo di biella e manovella con volano
- Watt e Boulton: miglioramento macchina a vapore con moto rotativo -> primi profitti
- Watt: regolatore automatico a sfere rotanti per macchine a vapore -> primo dispositivo di regolazione automatica

- Watt: indicatore a pressione per macchina a vapore -> dispositivo di sicurezza

## 1780 DECOLLO DELLA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

- Cugnot (Francia): automobile (triciclo) a vapore
- battello e piroscampo a vapore
- mongolfiera (fratelli Montgolfier): primo volo
- Charles: pallone aerostatico a idrogeno, controllo verticale ma non orizzontale
- Minkellers: gas per illuminazione
- Murdock: locomotiva a vapore sperimentale
- Cartwright e Austin: telaio motorizzato e automatico azionato a vapore e cardatrice automatica per pettinatura e pulitura della lana azionata a vapore -> **industria tessile britannica domina il mercato**
- Bramah: gabinetto con sciacquone, serratura di precisione, elica per propulsione navale, pressa idraulica ad alta pressione
- **Lavoisier**: nascita della chimica moderna, legge di conservazione della massa, definizione del concetto di elemento

## FINE 1700

Rivoluzione francese (1789) -> cambiamento paradigmi politici, culturali, scientifici e tecnologici. Seguono guerre napoleoniche.

La **macchina a vapore (statica)** produce una rivoluzione culturale in campo scientifico e tecnico. Invenzione di una nuova disciplina: la termodinamica. La macchina a vapore fornisce livelli di energia meccanica impensabili e in modo ubiquo e continuo.

Risorse usate:

- risorse energetica primaria: carbone
- motore primario: macchina a vapore
- materiale strutturale: acciaio

Ma si continuano ad usare ancora per tutto l'800 mulini a vento e ruote idrauliche.

Gli inglesi cercano di mantenere il monopolio tecnologico per mezzo di divieti legislativi, ma falliscono. Le tecnologie britanniche costituiscono il modello dello sviluppo industriale.

Francia:

- Blanc: produzione a pezzi intercambiabili -> uso pratico di parti di ricambio, apre il via alla produzione in serie
- Chappe: telegrafo ottico, si usa un codice per garantire la riservatezza, rapida diffusione a fini militari
- introduzione del sistema di misura decimale = unità di misura oggettive, non legate alla nazione
- Ecolè polytechnique: preparazione scientifico matematica per gli ingegneri
- Jacquard: telaio automatico per stoffe con programma memorizzato

Inghilterra:

- Maudslay: sviluppo della meccanica dei metalli ad alta precisione (tornio, filettatrice)
- scuola di ingegneria con carattere applicativo dedicata alla meccanica metallica
- produzione in serie di carrucole navali (con il contributo delle macchine di Maudslay)
- Tennant: produzione di sbiancanti in polvere a base di Cloro
- telaio automatico motorizzato a vapore
- Symington: battello a vapore a ruote per navigazione fluviale (senza seguito)
- Woolf: macchina a vapore a due stadi
- estensione delle tecnologie inglesi in tutta Europa e poi negli USA, ma il dominio resta Britannico

- trasporto a trazione animale su binari in legno. Successivamente binari in ghisa.
- Trevithick: 1797 **locomotiva a vapore** (ma di piccole dimensioni) e successivamente operativa nelle miniere -> grazie a caldaia ad alta pressione e maggior rapporto potenza/peso

Germania:

- Senefelder: litografia (stampa di figura e disegni)
- Achard: produzione di zucchero dalle barbabietole

Stati Uniti: pionieri della **produzione in serie**

- 1789 costituzione rivoluzionaria per l'epoca -> riconoscimento dell'iniziativa privata e fondamento etico dei valori del "self-made man"
- Evans: impianto per la produzione automatica di farina + 1801 impiego della macchina a vapore per propulsione (mai realizzata)
- Whitney: macchina per la rasatura dei tessuti e sgranatrice del cotone -> richiesta di schiavi per coltivare il cotone
- North e Whitney: produzione di pistole e fucili in serie a pezzi intercambiabili
- Fulton: sommergibile e battello a vapore -> idee innovative per la navigazione

Settore manifatturiero:

- **una sola macchina** a vapore aziona parecchie macchine operatrici
- vengono organizzati opifici -> aumento della produttività -> **factory system**
- meccanizzazione dei processi produttivi

Agricoltura: nuove macchine automatiche (seminatrice, trebbiatrice, regolatore delle pale nei mulini a vento e mietitrice)

Macchine a vapore statiche:

- motorizzazione
- aumento produttività
- disponibilità di elevate potenze
- riduzione di costi e addetti
- primi impieghi nelle miniere e poi nell'industria manifatturiera, infine in agricoltura

Macchine a vapore per locomozione: per trasporti terrestri e navali.

Implicazioni sociali:

- artigiani e contadini ridotti ad operai salariati -> nasce il proletariato
- mancanza di garanzie sindacali (no pensioni, no disoccupazione, sì lavoro minorile, orari massacranti)
- nascita della città industriale moderna
- varie sommosse (Luddismo)
- costi e prezzi più bassi per l'aumento della produttività -> espansione del mercato e aumento demografico

## **PRIMI 1800**

Nasce l'elettrodinamica (campo scientifico). Nasce l'elettrotecnica = applicazione ingegneristica delle conoscenze elettriche (campo tecnologico).

- **1800 Volta: primo generatore di energia elettrica** (generatore elettrochimico)
- Nicholson e Carlisle: elettrolisi dell'acqua
- Davy: arco elettrico e decomposizione di composti alcalini, scoperta di nuovi elementi
- Forsyth: innesco a percussione di armi da fuoco (grilletto)
- 1807 Londra: illuminazione pubblica a gas -> Gas light and coke company
- Koenig: stampante metallica a cilindri rotanti, adottata dal Times in Inghilterra

## 1815-1870 SECONDA FASE DELLA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

1815 Congresso di Vienna -> Restaurazione: fine del periodo napoleonico e trionfo coloniale britannico. Unificazioni nazionali in Germania e Italia.

Diffusione e perfezionamento dell'illuminazione pubblica e privata a gas.

Francia:

- Laennec: stetoscopio per ascoltare il battito del cuore
- Niepce: motori a combustione interna + lastra fotografica fotosensibile
- Daguerre: fotografia con fissaggio permanente -> prima fotografia di uso pratico
- Michaux: velocipede con pedali, freni e lampada frontale
- Pixii: generatore elettro-meccanico a corrente alternata

Germania

- Von Drais: proto-bicicletta di legno ma priva di pedali e freni
- Istituzione dei politecnici di cultura tedesca -> università tecnica dove si fondono le impostazioni teorico-matematiche francesi e empiriche-sperimentali inglesi

Inghilterra:

- Roberts: piallatrice per metalli, tornio di precisione -> evoluzione verso produzioni di precisione e affermazione della meccanica dei metalli + telaio e filatoio motorizzato automatico
- **Babbage**: calcolatrice meccanica + elaboratore meccanico programmabile (ne vengono costruite solo alcune parti, molto costose)
- McAdam: carreggiata macadam -> concezione rivoluzionaria dall'epoca romana + introduzione del rullo compressore
- Aspdin: cemento Portland prodotto per cottura di calcare e argilla
- aumento della produzione di laterizi (mattoni rossi)
- Muspratt: produzione di soda usata in vari comparti industriali (tessile, sapone, vetro carta)
- leggi anti inquinamento (Alkali e River Pollution Act) 1863
- Wright: motore a combustione interna alimentato con gas per illuminazione, ma privo di compressore
- Walker: penna stilografica + fiammifero -> dopo centinaia di migliaia di anni, accendere il fuoco diventa un'operazione semplice
- **Stephenson**
  - lampada di sicurezza per miniere
  - locomotiva a vapore (prestazione limitate) -> linea ferroviaria porto-miniera = **prima ferrovia pubblica**
  - **locomotiva a vapore** da competizione 1829 (Rocket)
- Millan: velocipede a pedali e freni
- Barlow: primo archetipo di motore elettrico
- **Faraday: primo generatore elettro-meccanico** = generazione elettrica per via diversa da quella della pila

Svizzera-Austria:

- Fischer: produzione del primo acciaio al crogiolo continentale e acciaio al Nichel

Italia:

- 1839 prima ferrovia Napoli-Portici, poi Venezia-Milano

USA:

- Whitney e Brown: fresatrice per metalli

- Morey: motore a combustione interna a gas -> combustibile liquido mescolato ad aria in un rudimentale carburatore (ma senza sviluppo)
- Perkins: **frigorifero** 1834

#### Basi della termodinamica:

- 1824 ciclo e macchina di Carnot
- Joule, Von Mayer, Rankine, Helmholtz, Clausius, Kelvin

#### Navigazione:

- USA: nave a doppia propulsione (vele e vapore) -> prima traversata atlantica interamente a vapore
- prima elica a propulsione navale fine 1700
- Smith: elica per navigazione, prima a vite, poi a palette
- USA e UK: in competizione sulla rotta atlantica
- navi in ferro non più solo in legno
- primi battelli per passeggeri

1832-1850: Prime applicazioni dell'elettrotecnica -> Utilizzo dell'elettricità ai fini tecnico-pratici

#### UK:

- Cooke: telegrafo elettro-magnetico commerciale
- Grove: pila a combustibile
- 1851 Crystal palace a Londra = fiera campionaria di promozione tecnologica
- prime lampade ad arco commerciali (primi utilizzi pratici dell'elettricità)

#### USA:

- Morse (e Vail) 1840: **telegrafo elettromagnetico** a un filo con codice simbolico
- Singer: macchina per cucire domestica
- Otis: ascensore

#### Germania:

- Siemens e Halske: prima azienda elettrotecnica di sistemi telegrafici e apparecchi elettronici

#### Italia:

- Barsanti e Matteucci: primo motore a combustione interna (MCI) a gas, sviluppato poi da Lenoir (Belgio)

#### Agricoltura:

- mietitrice e falciatrice automatica commercializzate -> diffusione della macchina a vapore per azionare macchine agricole
- trattore con motore a vapore, poi combustione interna

#### Chimica:

- Goodyear: gomma vulcanizzata, prima uso industriale, poi automobilistico
- Keller: carta di cellulosa degli alberi -> carta a basso costo -> diffusione di libri e giornali
- fertilizzanti artificiali
- coloranti tessili
- acido solforico
- Solvay (Belgio): produzione di soda economica e a basso impatto ambientale -> metodo rivoluzionario

#### Petrolio:

- Drake (USA): 1859 primo pozzo di petrolio
- Donzelli: 1960 primo pozzo di petrolio in Italia

Siderurgia:

- Bessemer: convertitore per produzione di acciaio dalla ghisa
- Siemens e Martin: altoforno a rigenerazione a gas -> primo processo di riciclaggio

**1850**

Nascita dei movimenti sindacali e generale progresso socio-economico. Nascita dei grandi gruppi industriali nazionali che dominano le nuove tecnologie.

Italia:

- **Meucci 1857: Telefono elettromagnetico**
- Pacinotti: generatore in corrente continua
- Ravizza: macchina per scrivere
- Sobrero: nitroglicerina sostituisce la polvere da sparo
- utilizzo della dinamite per costruire grandi gallerie -> sviluppo delle vie ferroviarie -> richiesta un'ora nazionale

Francia:

- Monier: cemento armato
- Gramme: inventa la dinamo
- 1869 canale di Suez

Spagna:

- sommergibili a motore

Germania:

- Otto e Langen: motore a combustione interna a gas ad alto rendimento a quattro tempi (ciclo Otto)
- Marcus: veicolo sperimentale a benzina
- Linde: macchina frigorifera importante nel trasporto di alimentari su grandi distanze

Austria:

- Rammer e Whitehead: siluro per attaccare le navi nemiche

Svezia:

- Scheutz: macchina calcolatrice di uso pratico ispirata a Babbage
- Odhner: calcolatrice meccanica a manovella
- Nobel: dinamite (stabilizza la nitroglicerina)

UK:

- prima metropolitana a vapore a Londra

USA: guerra di secessione vinta dal Nord capitalista

- Yale: serratura di sicurezza
- linea telegrafica transcontinentale: Western Union Telegraph Company
- nuove tecnologie belliche: mitragliatrice, sottomarini, mine anti uomo, palloni aerostatici, telegrafo
- **ITU International Telecommunication Union**: primo ente di unificazione nazionale
- **1866 cavo telegrafico transatlantico** da USA a UK
- Hyatt: celluloide (prima azienda di materiale plastico)
- Rockefeller: prima grande compagnia petrolifera (Standard Oil) -> dal petrolio si estrae il cherosene per illuminazione e riscaldamento
- freno ad aria per convogli ferroviari
- 1869 completamento della prima ferrovia transcontinentale -> crea unità nazionale

**1873-1915 SECONDA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE**

Iniziata con una grande depressione, dovuta alla sovrapproduzione e comparsa di nuovi concorrenti industriali -> prima in Gran Bretagna, poi USA e Germania  
Con la seconda rivoluzione industriale le tecnologie e le scienze vengono applicate sistematicamente alla produzione.

Affermazione del movimento socialista (Marx).

Francia:

- macchina a vapore termosolare = macchina a vapore alimentata da un generatore di vapore a radiazione solare, poi abbandonata in seguito al calo del prezzo del carbone
- 1889 Torre Eiffel = struttura metallica in ferro

Germania:

- Siemens:
  - tranvia elettrica
  - ascensore elettrico -> affermazione dei grattacieli
  - forno elettrico ad arco (poi in Italia e in USA da Heroult) -> ferro completamente riciclabile
- Goldschmidt: processi di riduzione alluminio-termica a basso costo

Italia:

- Pullino: sommergibile "delfino" 1890

UK

- Mushet: acciaio rapido = acciaio al tungsteno che sopporta temperature elevate senza perdere il taglio -> successivamente acciaio rapido di Taylor e White (USA)
- Cross e Bevan: viscosa = seta artificiale (prima fibra sintetica di successo sviluppata dalla cellulosa)
- Parsons: turbina a vapore a reazione ad espansioni multiple -> centrali elettrotermiche e piroscafi -> sviluppata da Curtis (USA)
- Starley: bicicletta, poi sviluppata da Pope (USA)
- Maxim: mitragliatrice automatica -> da essa derivano i modelli usati nella prima guerra mondiale

USA:

- Bell: telefono ispirato da Meucci in sostituzione del telegrafo su linee brevi per limitare la distorsione dei segnali
- **Edison**: prima struttura di ricerca e sviluppo + fonografo a cilindro (registrazione e riproduzione del suono) + lampada ad incandescenza 1879 + centrale elettrica in corrente continua per distribuzione commerciale a Manhattan (l'utente compra l'energia, non il generatore)
- Thomson: saldatura a resistenza -> sviluppo dell'industria automobilistica e metallurgica
- Hollerith: tabulatore elettrico = prima macchina elettrica per la gestione dei dati -> uso delle schede perforate per l'immissione dei dati
- Heroult e Hall: metodo elettrolitico di produzione dell'alluminio a basso costo -> nasce l'industria elettrochimica
- Willson e Moissan: carburo di calcio usato per l'illuminazione
- Acheson: carburo di silicio che permette nuove lavorazioni industriali
- diffusione dell'automobile con motore elettrico, più pratica di quelle a combustione interna e a vapore, ma a scarsa autonomia
- Holland: sommergibile a doppia propulsione = in emersione motore a combustibile interna, in immersione motore elettrico

#### Russia e Polonia:

- Bernardos e Olszewski: saldatura ad arco elettrico con elettrodo di ottone
- sommergibili elettrici con batterie ricaricabili (anche Francia e Spagna)

#### Elettricità:

- separazione galvanica tra livelli diversi di tensione (trasmissione/distribuzione)
- Tesla (USA): motore elettrico in corrente alternata
- guerra delle correnti tra Westinghouse che propone corrente alternata ed Edison che propone corrente continua
- primo uso della sedia elettrica
- grande centrale elettrica in corrente alternata alle cascate del Niagara -> diffusione della corrente elettrica alternata

#### Motori: la macchina a vapore (rivoluzione del XVIII sec.) si avvia ad un inesorabile declino

- turbine a vapore per l'elettrogenazione e la navigazione
- motori elettrici per la trazione ferroviaria e gli azionamenti industriali
- motori a combustione interna per la trazione stradale, ferroviaria e navale

#### Automobile 1884-1901:

- De Dion e Bouton (Francia): autovettura tricicla con motore a vapore
- Planté e Faure (Francia): accumulatori elettrici -> prime automobili elettriche idonee all'uso urbano
- Clerk e Day (UK): motori a combustione interna, compressione del gas senza valvole -> motori compatti di piccola potenza e dimensione e di vastissimo uso attuale
- Dunlop (UK): pneumatico in gomma gonfiato ad aria
- Michelin (Francia): camera ad aria smontabile -> prima nelle biciclette, poi nei veicoli a motore
- Bernardi (Italia): motore a combustione interna a due tempi con combustibile liquido e carburatore -> interessamento di Agnelli
- Benz (Germania):
  - autovettura tricicla con motore a combustione interna a quattro tempi a benzina
  - 1886 prima azienda automobilistica (ma non prima automobile nella storia)
  - autobus a combustione interna
- Maybach (Germania):
  - motocicletta, autovettura quadricicla e barca a motore (con Daimler)
  - radiatore automobilistico a nido d'ape -> elevamento della potenza e migliori prestazioni
  - prima automobile "moderna" (Mercedes) 1901
- Diesel (Germania): motore a combustione interna diesel -> elevata efficienza, primo funzionamento alimentato ad olio di arachidi
- Renault (Francia): nuova automobile piccola e agile
- 1899 Fiat (Italia)

#### Volo:

- Cayley (UK) 1853: aliante -> primo velivolo progettato su basi scientifiche
- Lilienthal (Germania) 1891: primo aliante operativo
- Forlanini (Italia) 1877: piccolo elicottero dimostrativo
- Ader (Francia) 1890: aeroplano = primo velivolo pilotato a motore, ma il volo non è controllato

#### Medicina:

- Basch e Riva-Rocci: sfigmomanometro = monitorare il battito cardiaco e pressione

- Rontgen (Germania) 1895: scoperta raggi X
- Curie (Francia): studi sui raggi X
- Einthoven (Olanda): elettrocardiografo

Svago:

- Berliner (USA): grammofono e disco fonografico
- Lumiere (Francia) 1895: cinematografo
- Marconi (Italia) 1895: trasmissione telegrafica con onde radio che nel 1901 diventano transoceaniche -> ostilità delle compagnie dei cavi transatlantici

## 1900

XVIII secolo: innovazione intuitiva -> approfondimento scientifico

XIX secolo: innovazione razionale <-> indagine scientifica

XX secolo: esplorazione scientifica -> innovazione pianificata

Belle Epoque = la società occidentale è ammaliata dal benessere, dai miti di pace e progresso nella visione ottimistica del positivismo.

Rovescio della medaglia: vaste classi sociali povere, metropoli e conflittualità internazionale.

Nelle economie liberali le grandi compagnie elettriche e chimiche, quotate nelle borse valori, attirano sui propri titoli grandi masse di risparmi che permettono il rapido sviluppo industriale e contribuiscono allo sviluppo finanziario.

Emergono i laboratori industriali di ricerca e sviluppo.

In Italia affermazione di nuove imprese industriali nel centro-nord e nord-ovest.

In USA elettrificazione dei processi produttivi = un piccolo motore per ogni macchina operatrice al posto di un grosso motore di distribuzione di energia meccanica alle macchine -> strutture produttive piccole, snelle e flessibili.

Trasmissione in corrente alternata a grande distanza con elettrodi in alta tensione, trasporto dell'energia estratta da grandi risorse idriche verso agglomerati civili e industriali (vittoria della corrente alternata). La trasmissione in corrente continua si afferma dove la corrente alternata incontra impedimenti tecnici (isole, grandi distanze).

La forza motrice elettrica aumenta sia per uso industriale che residenziale = la fornitura di energia elettrica diventa sempre più efficiente.

Elettrodomestici: lavatrice (Fisher, USA), aspirapolvere (Hoover, USA), ferro da stiro, stufa, frigorifero, lavastoviglie... -> promossi dalle società elettriche per aumentare la potenza venduta.

## 1906 Nascita dell'elettronica

**1910 Grandi estrazioni di petrolio** (Iraq, Arabia Saudita, Venezuela, Messico, Perù, Texas)  
-> 1926 AGIP

1912 affondamento del Titanic -> l'SOS lanciato dal radiotelegrafo di bordo permette di salvare persone = il telegrafo senza fili di Marconi ha avuto immediata applicazione nelle comunicazioni marittime

USA:

- Coolidge: lampada ad incandescenza al tungsteno (General Electric)
- Wright 1903: aeroplano a motore (più pesante dell'aria) -> primo velivolo a motore che vola in modo controllato e atterra senza danneggiarsi. Doppia ala e ali deformabili.
- Alexanderson e Fessenden: nascita della radio di voce e suoni
- Forest: triodo termoionico
- Armstrong: radiotrasmissioni (amplificatore elettronico, oscillatore elettronico, ricevitore) -> trasmissioni in FM

- 1915 linea telefonica transcontinentale grazie all'amplificatore elettronico e al triodo
- Ford:
  - automobile economica e robusta alla portata di un vasto mercato
  - con Taylor scrive "The principles of scientific management" -> alienazione e perdita di professionalità, ma aumento di produttività, riduzione delle ore di lavoro e aumento dei salari
  - catena di montaggio per produzione in serie
- Kettering e Coleman: avviamento elettrico (sviluppato per la Cadillac) -> declino dell'auto elettrica
- università tecniche = corsi di studio tecnici in stretta collaborazione con le industrie -> fondamento del modello universitario americano contemporaneo
- Baekeland 1907: inventa la bachelite -> prima vera materia plastica più avanzata della celluloid, materiale resinoso facilmente stampabile usato in campo elettrotecnico e per oggetti di uso comune
- Burton: primo processo di cracking del petrolio = raddoppia la benzina estraibile e apre la strada alla produzione delle materie plastiche dal petrolio
- 1914 Canale di Panama

Francia:

- Claude: lampada fluorescente al Neon

Germania:

- Zeppelin: dirigibile con motore a scoppio (più leggero dell'aria)
- Einstein: relatività speciale e generale
- Hoffmann 1899: aspirina alla Bayer
- Kniesch: produzione di acido solforico e anidride solforica -> rapporto scientifico pubblico sulla catalisi
- Haber e Bosch: sintesi dell'ammoniaca
- Hata e Ehrlich: primo chemioterapico a base di cianuro (cura la sifilide)

Norvegia e Svezia:

- Elling: turbina a gas
- Wingquist: cuscinetto a sfere autoallineate

UK:

- Fleming: diodo termoionico = realizza la conduzione elettrica unidirezionale
- Crookes: produzione di composti azotati mediante scariche elettriche (fertilizzanti)
- Brearley: acciaio inossidabile

Italia:

- Borghese e Barzini: corsa automobilistica Pechino-Parigi

Svizzera:

- Brandenberger: cellofan = primo materiale di imballaggio trasparente e impermeabile

## **1914-1945 TERZA FASE DELLA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE**

1914-1918 Prima Guerra mondiale -> sfruttate le innovazioni tecnologiche recenti e nuovi sviluppi

1917 Russia: rivoluzione d'Ottobre, Lenin, Stalin -> espatrio di molti scienziati, assenza di spinta innovativa

1922 Italia: Fascismo

1933: Nazismo in Germania e Franchismo in Spagna -> ideologie basate su visioni fondamentaliste, uso perverso della propaganda

1929: Grande Depressione e crollo della Borsa di Wall Street

### 1930-1933: Epoca di grandi imprese aviatorie

- carro armato prima inglese, poi francese e tedesco
- aereo da guerra
- radio per comunicazioni belliche, poi commerciali
- navi corazzate e sommergibili
- gas tossici e venefici

### Austria:

- Kaplan: turbina idraulica ad elica a passo variabile = completa il quadro dei motori per centrali idroelettriche

### Italia:

- Gentile 1923: riforma scolastica, nascono i Licei che permettono l'accesso all'università, scuole professionali per il popolo -> non incoraggia la discussione, l'indipendenza e l'originalità di pensiero, al contrario della scuola inglese e americana
- Balbo: trasvolata atlantica senza scalo con formazione di idrovolanti
- Ferrari: prima scuderia per competizioni sportive

### Spagna:

- Cierva: autogiro (archetipo dell'elicottero)

### Germania:

- Volkswagen: automobile per il popolo voluta da Hitler (progettata da Porsche)
- Berger: elettroencefalografo
- Fischer e Tropsch: combustibili e benzina sintetici

### USA:

- Nyquist: fax su linea telefonica di Att
- Hartley: istituzione dei laboratori di ricerca (1925 Bell labs) per la tecnologia dell'informazione e codifica dei messaggi
- Black (Bell labs): amplificatore a retroazione elettronica
- Morrison (Bell labs): orologio al quarzo -> alta precisione necessaria alla telecomunicazione
- Lindbergh 1927: trasvolata atlantica senza scalo in solitaria con aereo
- 1931 Empire state Building = edificio più alto al mondo per 40 anni
- Golden Gate Bridge = ponte sospeso più lungo al mondo
- Bush (MIT): calcolatore elettromeccanico analogico
- Lawrence: ciclotrone (primo acceleratore) -> nasce la Big Science, ricerca pure (Silicon Valley, CERN, NASA, ESA, ITER)
- 1936: aereo da trasporto di Douglas Aircraft -> maturità dell'aviazione civile

### Chimica e materie plastiche

- polistirolo, stampa a iniezione (stoviglie in plastica), poliuretani (schiume, isolamenti, elastici)
- Semon (USA): PVC (sostanza plastica flessibile, ma non adesiva), oggi terza materia plastica più usata
- Carothers (USA): neoprene, prima gomma sintetica di successo, resistente alle escursioni termiche + nylon, prima fibra totalmente sintetica (1934)
- Plunkett (USA): teflon
- Holmes (USA): poliuretano (isolante termico)
- Gibson e Fawcett (UK): polietilene

### Medicina:

- Domagk (Germania): prontasil (primo sulfamidico) contro infezioni mortali
- Fleming (UK) 1927: penicillina

- Duggar (USA): aureomicina
- Kendall (USA) 1949: cortisone
- Ruska e Hiller: microscopio elettronico

Televisione, radio, calcolatori:

- 1927 film sonoro
- Baird (UK): televisione elettromeccanica
- Giappone: televisione completamente elettronica
- Schoenberg (UK) 1936: sistema televisivo elettronico pubblico -> in Germania si trasmettono in diretta le olimpiadi di Berlino
- Germania: registratore sonoro magnetico a nastro
- Stibitz (USA): calcolatore digitale binario elettromeccanico
- Zuse (Germania) 1938: elaboratore digitale binario meccanico, più evoluto di Stibitz e Bush -> gli è riconosciuto il titolo di **primo elaboratore programmabile operativo**
- Marconi (Italia): trasmissione radio di voce in onde corte a grande distanza + enuncia pubblicamente il principio del radar
- Watson-Watt (UK): radar britannico
- Hewlett e Packard (USA) 1938: fondano la compagnia HP, primi acquirenti Walt Disney Studio
- Biro (Ungheria): inventa la penna a sfera

### 1939-1945 Seconda Guerra Mondiale

Germania:

- Ohain: aereo a reazione (prima versione operativa del Jet)
- bomba volante e missile balistico
- sottomarino moderno rivoluzionario rispetto ai sommergibili precedenti
- macchina criptatrice Enigma

Italia:

- D'Ascanio: Vespa

UK:

- Whittle: turbina a gas aeronautica utilizzata nei Jet
- Turing:
  - con Flowers, Newman: elaboratore digitale elettronico Colossus
  - macchina di Turing solo teorica
  - macchina elettromeccanica Bombe per decifrare Enigma

USA:

- Sikorsky: primo elicottero efficiente di ampio impiego
- circuiti stampati inizialmente a fini bellici
- Atanasoff e Berry: calcolatore digitale binario elettronico-elettromeccanico-meccanico ABC -> primo ad usare componenti elettromeccanici
- Aiken, Mauchly e Eckert: elaboratore digitale decimale elettromeccanico ENIAC programmabile (supporto di IBM)
- Von Neumann: evoluzione di ENIAC
- 1939 lettera di Einstein a Roosevelt sollecita la realizzazione della bomba atomica -> avvio Progetto Manhattan
- 1942 Fermi e Szilard: realizzatori del Progetto Manhattan: primo reattore atomico
- 1945: bomba atomica su Hiroshima e Nagasaki -> manifesto Russell-Einstein

URSS:

- 1949: bomba atomica a fissione sovietica, progetto analogo al Manhattan -> Guerra Fredda

## 1945-2013 NASCITA DELL'INFORMATICA: TERZA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Gli Stati Uniti sono la massima potenza industriale.

Espansione dei processi di cracking per ottenere polimeri dal petrolio -> produzione di massa delle materie plastiche. Piena affermazione delle materie sintetiche sostitutive di quelle naturali.

Affermazione dell'elettronica dello stato solido (semiconduttori) in particolare in USA.

Avvento dell'automazione nei processi produttivi: macchine che governano altre macchine.

Spostamento della manodopera dal settore secondario al terziario.

Collegamenti passeggeri transatlantico con il sopravvento dell'aeroplano sulla nave.

USA:

- Spencer: forno a microonde
- lavatrice elettrica commerciale
- Lyons e Essen: orologio atomico
- Shockley e Bardeen 1947: primo transistor -> in seguito uso industriale
- Shannon: teoria dell'informazione
- Wiener: cibernetica -> nuovo modo di progettare hardware e software
- 1948: elaboratore digitale elettrico elettronico IBM
- Mauchly, Eckert, Forrester: primo elaboratore elettronico commerciale funzionante in tempo reale
- Grace Hopper: primi linguaggi di programmazione
- Terman e Sterling: Stanford Industrial Park = promozione della collaborazione tra industria e ricerca universitaria
- Ginsburg: videoregistratore magnetico a nastro
- Xerox 1959: fotocopiatrice a secco commerciale
- Devol e Engelberger: robot industriale
- Maiman: laser al rubino
- Kilby 1958: circuito integrato (Nobel)

Finlandia e Svezia:

- fusione del rame a flash = primissimi esempi di tecnologia etica e sostenibile
- pacemaker cardiaco artificiale (modello a transistor)

Austria:

- altoforno basico ad ossigeno per la produzione dell'acciaio -> la produzione mondiale dell'acciaio continua ad aumentare

Germania:

- Ziegler e Natta: polipropilene
- Zuse: primo linguaggio di programmazione -> primo computer venduto

UK:

- elaboratori digitali elettronici con architettura di Von Neumann
- primo aereo civile a reazione, ma il mercato dominato dagli USA -> la Germania invece non sviluppa i motori a reazione per i trattati di pace

Italia:

- Perotto 1965: Olivetti (calcolatrice elettronica programmabile da tavolo)

URSS:

- 1954: prima centrale elettrica operativa a fissione nucleare

Giappone:

- fondazione della Sony, diventa nuova protagonista dei mercati industriali internazionali

India:

- Kao, Kapani, Hopkins: fibra ottica

Generazioni di elaboratori (IBM , Siemens):

- 1946: prima generazione (tubi elettronici, memorie a nuclei di ferrite, tamburi magnetici)
- 1958: seconda generazione (Transistor, memoria a nuclei di ferrite, linguaggi di alto livello)
- 1964: terza generazione (Circuiti integrati, memoria a semiconduttori (ci), sistemi operativi, time sharing)
- 1971: Microprocessori

Esplorazioni spaziali: gara per la conquista dello spazio tra URSS e USA.

- Sputnik (URSS) 1957: primo satellite -> primato sovietico mantenuto nei primi anni dell'esplorazione
- Explorer (USA) 1958: primo satellite USA
- Luna 1 (URSS) 1959: prima sonda spaziale = primo oggetto artificiale a raggiungere la velocità di fuga e abbandonare la terra
- Gagarin (URSS): primo cosmonauta
- NASA (USA): primo satellite per telecomunicazioni
- NASA (USA) 1969: sbarco sulla Luna con il programma Apollo 11
- 1981: Space Shuttle Columbia primo volo orbitale di un veicolo spaziale recuperabile (nel frattempo molti apparecchi si sono rotti, molte missioni a vuoto)

Energia: 1973 crisi energetica -> triplicazione dei prezzi del petrolio -> ricerca di risorse alternative (gas naturale, fissione nucleare) e indagini sui limiti dello sviluppo (Hubbert prevede il picco di estrazione del petrolio in USA) -> al MIT si inizia a parlare di sviluppo sostenibile

Informatica e microelettronica:

- ARPANET (USA) 1969: prima rete di calcolatori finanziata dall'azienda federale ARPA -> prima rete informatica sperimentale (inizialmente 4 nodi)
- Hoff e Faggin (INTEL, USA) 1970: microprocessore
- Legge di Moore: crescita esponenziale della potenza di calcolo delle cpu
- dal 1970 sviluppo pervasivo della microelettronica e non solo per applicazioni tecniche, ma anche per uso quotidiano
- HP: calcolatrice elettronica scientifica tascabile e poi anche programmabile
- Giappone: espansione dell'elettronica di grande consumo (videoregistratori domestici, VHS a cassette) -> Sony, Panasonic, Philips
- Cray (USA): supercalcolatore commerciale
- Gates e Allen (USA) 1975: Microsoft = programmi per console e poi per PC -> PC progettati e sviluppati da IBM
- Jobs e Wozniak (USA) 1976: Apple -> primi personal computer
- I computer sostituiscono la macchina da scrivere e entrano in tutti i campi
- Olivetti (Italia) 1982: primo PC europeo
- 1977: nasce il modem che permette l'interconnessione tra elaboratori remoti su linee telefoniche
- GPS (Rockwell, USA): i satelliti sincronizzati da orologi atomici, inizialmente solo fini militari, poi civili
- 1979: nasce il telefono cellulare (Ericsson, Nokia, Motorola)

- 1982: CD (Philips e Sony), costo contenuto ed enorme capacità di memoria -> inizia la multimedialità e prende il sopravvento l'informazione digitale su quella analogica
- Berners-Lee 1990: Internet World Wide Web, concepito al Cern
- 2007 (USA): super elaboratore IBM
- 2012 (USA): super elaboratore Titan

#### Sanità:

- Hounsfield e Cormack (UK) 1971: diagnostica TAC = raggi X combinati con l'elaborazione dell'immagine, si produce un'immagine di un intero organo in 3D
- Siemens (Germania): RMN (risonanza magnetica nucleare)
- Mouret, Tarasconi e Semm: tecniche laparoscopiche in chirurgia = tecnologie meccaniche e opto-elettroniche permettono interventi meno invasivi
- 2000: robot chirurgico Da Vinci

#### Disastri ambientali:

- Bhopal (India) 1984: disastro agli impianti Union Carbide = produzione di pesticidi in paesi in via di sviluppo -> stabilimento fuori servizio e lasciato in degrado: 40 tonnellate di isocianato di metile rilasciate incidentalmente (peggior disastro industriale della storia)
- Chernobyl (Ucraina) 1986: grave inadeguatezze tecnologiche e disinformazione tecnica dell'informazione pubblica
- URSS: progressivo prosciugamento del lago Aral causato dal prelievo delle acque a fini irrigui (maggior disastro ecologico della storia)

#### Record dell'edilizia:

- 2010 Burj Khalifa (Dubai): edificio più alto al mondo
- 2004 Millau (Francia): più lungo viadotto (autostrada)
- 2009 Sidu River Bridge (Cina): più lungo ponte tra due montagne

#### Energia:

- Ricerca di nuove fonti energetiche, alternative ai combustibili fossili: eolico, solare termico, fotovoltaico, tecnologie dell'idrogeno, biocombustibili, nucleare da fusione -> obiettivo fondamentale: decarbonizzazione
- Trend esponenzialmente crescenti di energie pulite dagli anni '90 ad oggi