

Lo sviluppo industriale: dalla macchina a vapore alla bomba atomica

L'enorme progresso tecnico-scientifico che si realizzò nel Rinascimento e nei secoli successivi determinò la trasformazione delle vecchie botteghe artigiane in piccole industrie e aumentò la domanda di energia necessaria a azionare le macchine. Le ruote ad acqua si perfezionarono, si moltiplicarono, fornirono abbondante energia meccanica. Tuttavia molte industrie richiedevano anche energia termica e per produrla c'era ancora solo la legna e il carbone vegetale. Il legno era utilizzato in modo massiccio, come combustibile e come materiale da costruzione. I consumi sempre crescenti non consentivano il rinnovamento delle risorse boschive. Il sistema era sull'orlo della crisi. L'impiego del carbone fossile prima, e l'invenzione del "coke" poi (nel 1600) risolse in parte questi problemi. Grazie a queste scoperte fu possibile l'utilizzo efficiente delle macchine a vapore: mentre la collocazione dei mulini era obbligata e fissa, le macchine a vapore potevano essere collocate dove servivano. Nel 1807 venne montata una macchina a vapore su una nave e nel 1825 una locomotiva a vapore mosse il primo treno. Nel 1870 il 10% della flotta mondiale era azionato da macchine a vapore e la percentuale sale al 75% all'inizio del Novecento. Mentre nel secolo precedente i velieri avevano trasportato gli schiavi africani, tra il 1815 e il 1930 le navi a vapore trasportarono 60 milioni di emigranti dall'Europa. Le prime navi avevano propulsione (spinta in avanti) a pale, poco adatta alla navigazione per mare a causa delle onde; nel 1838 **John Ericsson** introdusse la propulsione ad elica.

Con la diffusione delle macchine a vapore e delle ferrovie aumentarono le richieste di carbone e, reciprocamente, la disponibilità della nuova forza motrice permise di estrarre una maggior quantità di carbone e di trasportarlo.

L'Inghilterra, grazie ai suoi grandi giacimenti e alla facilità di trasporto, consolidò le posizioni di avanguardia delle sue industrie vendendo carbone a mezza Europa.

La sua produzione annua di carbone passò da 2,5 milioni di tonnellate nel 1700 a 10 milioni nel 1788, a 54 nel 1850 e a 225 nel 1900; nel 1800 i quattro quinti del carbone mondiale era estratto in Inghilterra.

Ericsson, John (1803 - 1899).

Ingegnere, trasferitosi in Inghilterra dalla Svezia, suo paese di origine, nel 1836 progettò una locomotiva a vapore che rivaleggiò con la celebre "Rocket" dei fratelli Stephenson. Negli Stati Uniti, durante la guerra di secessione, realizzò per i Nordisti una nave corazzata.



Turbina a vapore:

macchina che converte l'energia termica del vapore in energia cinetica dell'albero rotante su cui sono inserite le pale della turbina stessa

Locomotive a vapore e ferrovie

Per millenni il mezzo di trasporto terrestre più rapido fu un buon cavallo e, per qualche centinaio di anni, il più comodo fu una carrozza con buone molle (che fungevano da



ammortizzatori). In pochi decenni lo sviluppo delle macchine a vapore e quindi delle ferrovie su rotaia sconvolse questo panorama e rese possibili rapidi e confortevoli i viaggi e il trasporto di merci anche su lunghe distanze. Oggi nei paesi industrializzati le locomotive a vapore sono state sostituite quasi completamente da quelle a trazione elettrica o Diesel.

La Rivoluzione Industriale

L'espressione Rivoluzione industriale indica il passaggio, avvenuto nella gran parte dei paesi occidentali a partire dalla seconda metà del XVIII secolo, da un'economia tradizionale basata principalmente sull'agricoltura e sull'artigianato a un'economia incentrata sulla produzione di beni all'interno di fabbriche di grandi dimensioni.

La rivoluzione industriale iniziò in Gran Bretagna alla fine del XVIII secolo e modificò profondamente l'economia e la società inglesi. I cambiamenti più immediati furono quelli riguardanti la natura della produzione (che cosa, come e dove si produce). Le quantità e le varietà dei beni prodotti aumentarono considerevolmente grazie alle innovazioni tecniche, alla creazione di macchinari (costruiti in acciaio e mossi dall'energia prodotta dalla macchina a vapore) sempre più sofisticati e veloci e all'applicazione di nuovi criteri di produzione. L'efficienza delle industrie crebbe anche grazie alla concentrazione degli impianti nelle principali città, in regioni minerarie, presso importanti scali ferroviari e navali. In questo modo la rivoluzione industriale innescò un ampio processo di urbanizzazione, cioè un continuo e massiccio trasferimento di forza lavoro dalle aree rurali ai centri urbani e industriali.



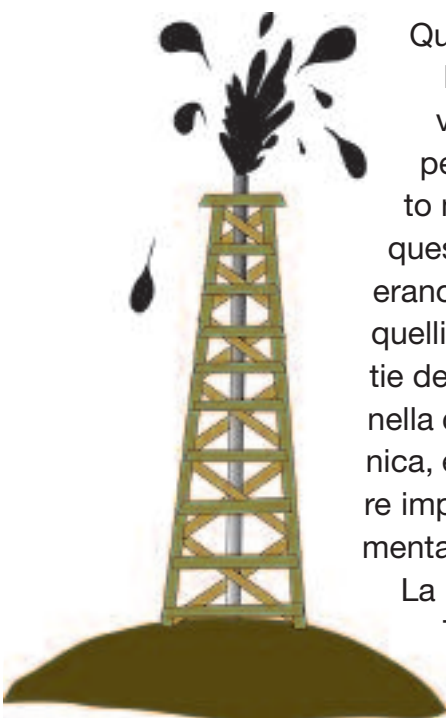
Ben presto la rivoluzione industriale dilagò anche negli altri paesi europei e negli Stati Uniti d'America.

I nuovi metodi di produzione industriale avevano, naturalmente, esigenze energetiche altissime. Da quel momento, la storia dell'energia segnò una svolta; successivamente entreranno in scena altri grandi protagonisti: la **turbina a vapore**, il petrolio, i motori a scoppio, l'elettricità.

Il petrolio

Il carbone consentì il decollo della rivoluzione industriale, ma il petrolio fu la materia che trasformò radicalmente il mondo, anche per la sua facilità di estrazione, trasporto e stoccaggio. Lo sviluppo del motore a combustione interna, alimentato con derivati del petrolio (benzina), aprì mercati immensi.

La scoperta del petrolio



Quando **Alessandro Magno** conquistò Babilonia, Greci e Macedoni si meravigliarono al vedere le sorgenti di petrolio (che in quel paese era chiamato nafta) e le proprietà di combustibile di questo liquido. Petrolio, bitume e asfalto erano adoperati anche in usi diversi da quelli attuali. Il petrolio per curare le malattie della pelle; il bitume come disinfettante, nella cura di lebbra, mal di denti, tosse cronica, ecc. ma anche, come oggi, per rendere impermeabili tubi, cisterne e per la pavimentazione stradale.

La Bibbia racconta che i mattoni della Torre di Babele erano saldati con bitume. Nella seconda metà dell'Ottocento il petrolio veniva distillato per ottenere il combustibile per l'illuminazione, che gradualmente sostituì il costoso olio di balena; la parte evaporabile, la benzina, veniva scartata come scoria, finché ci si rese conto che era un buon carburante per i motori. Nel 1859 negli Stati Uniti, a Titusville, il leggendario Colonnello Drake costruì il primo pozzo di petrolio, perforando 10 metri di roc-

Alessandro Magno (356 - 323 a.C.).

Successe al padre Filippo, re di Macedonia. Le sue brillanti conquiste portarono rapidamente ad estendere il dominio della Macedonia in Grecia, Medio Oriente, Egitto ed India. Fu allievo di Aristotele; morì improvvisamente a soli 33 anni.



cia e raggiungendo la profondità di 21 metri. Da allora la produzione mondiale crebbe e il prezzo calò. Oggi le perforazioni raggiungono la profondità di 6000 metri. Un forte impulso all'impiego del petrolio si ebbe quando il nuovo carburante, all'inizio del Novecento, fu impiegato nella propulsione navale e successivamente quando si diffuse la motorizzazione civile. Nel secondo dopoguerra il petrolio in buona parte sostituì il carbone come fonte primaria. Nel 1952 la quota del carbone nel fabbisogno mondiale di energia commerciale era del 52%, quella del petrolio del 31%; nel 1973 il carbone era sceso al 28%, il petrolio salito al 47%.

Oggi, benché la percentuale di carbone sia rimasta sostanzialmente invariata, rappresentando ancora un quarto del fabbisogno energetico mondiale, è diminuita la quota occupata dal petrolio anche grazie allo sfruttamento delle altre forme di energia (gas naturale, rinnovabili e nucleare).

Il motore a combustione interna

Il motore è una macchina che ha la funzione di assorbire l'energia di una sorgente e trasformarla in lavoro meccanico. I motori a combustione interna sono anche definiti motori termici. Mentre la macchina a vapore sfrutta la pressione del vapore dell'acqua riscaldata per generare il movimento di un pistone nel cilindro, il motore a combustione interna sfrutta invece la pressione generata dalla reazione di un combustibile con l'ossigeno dell'aria. A seconda del tipo di energia dal quale sono alimentati, i motori si distinguono in: motori ad energia naturale, pneumatici, idraulici, termici, elettrici e nucleari. Una ulteriore classificazione viene fatta in base anche al movimento dell'organo principale. Il motore quindi può essere: rotativo o alternativo. Il motore a scoppio è di quest'ultimo tipo.

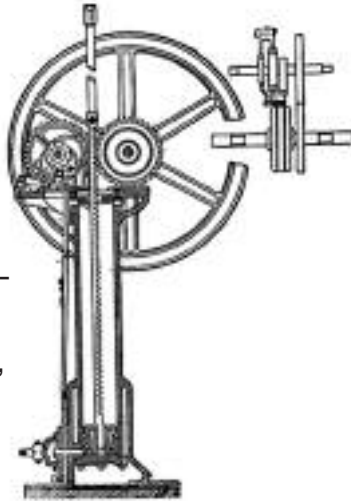
I primi motori a scoppio

I primi tentativi di muovere un pistone grazie allo scoppio di piccole quantità di polvere da sparo risalgono alla fine del

1600: i gas caldi generati nel cilindro dalla esplosione esercitano una pressione sul pistone e ne provocano lo spostamento. Oltre un secolo dopo si passò all'impiego di carburanti gassosi: gas illuminante, idrogeno, gassogeno, nafta vaporizzata e, finalmente, benzina.

L'invenzione del motore a scoppio, con la struttura che a grandi linee ancora oggi è mantenuta, è attribuita al tecnico tedesco Nikolaus August Otto (1832-1891) e datata

nel 1876 o nel 1877. Il suo motore a quattro tempi inizialmente era alimentato dal gas di carbone. In realtà molti altri tecnici nei decenni precedenti contribuirono a rendere possibile l'invenzione. Intorno al 1890 erano presenti nel mondo oltre 30.000 motori "Otto", ancora alimentati a gas. Il motore a benzina fu brevettato da Gottlieb Daimler nel 1885 e si affermò con maggiore difficoltà.

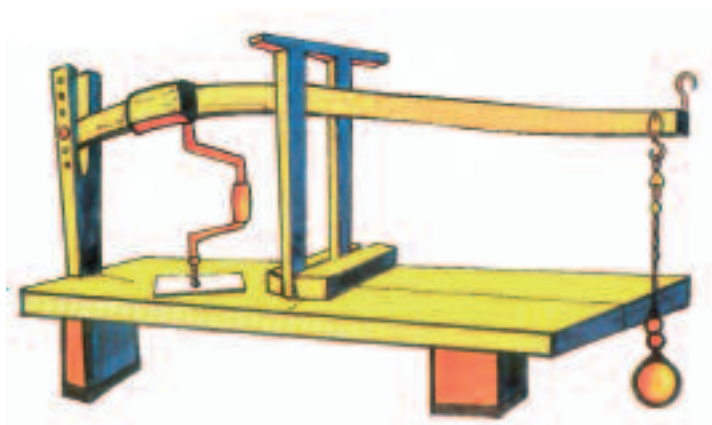


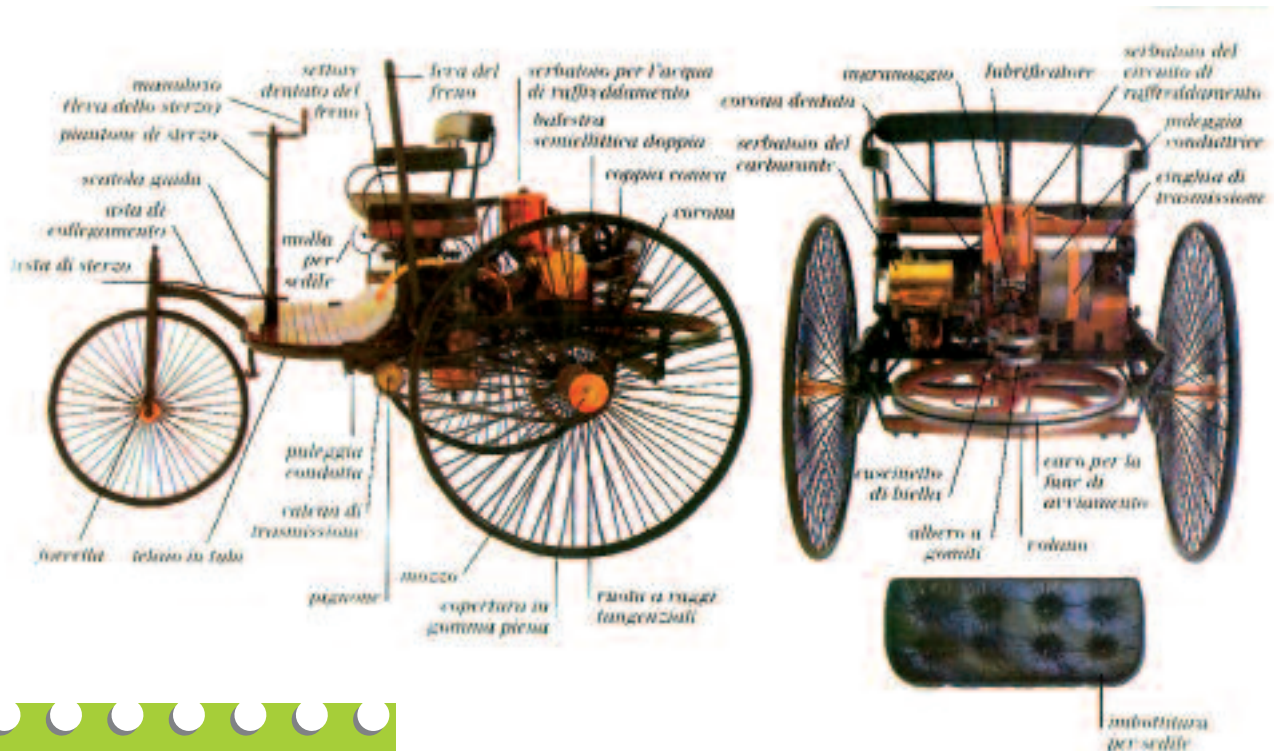
John Wilkinson (1728-1808), giustamente ritenuto il padre dell'industria meccanica, costruì torni, trapani, alesatrici e laminatoi molto più accurati di quelli fino allora disponibili.

Tecniche e invenzioni

L'invenzione della macchina a vapore e, più tardi, del motore a scoppio, non sarebbero state possibili senza il precedente sviluppo delle tecniche per la lavorazione dei metalli e di altre tecniche.

Le prime macchine di Watt erano difettose dal punto di vista meccanico perché cilindro e pistone non aderivano e si avevano perdite di vapore. Fu il nuovo trapano (figura in basso) di **Wilkinson** che contribuì a migliorarle.





Distillazione:

processo che consiste nel riscaldare (900-1000°C) fuori dal contatto dell'aria la materia prima (il carbon fossile del tipo "grasso" a lunga fiamma: litantrace). Riscaldato progressivamente il fossile cede prima l'umidità che contiene (vapore acqueo) e successivamente le sostanze volatili di più elevato potere calorifero (idrocarburi), quindi quelle meno ricche, fino a ridursi ad una massa spugnosa, il carbon coke, utilizzato per il riscaldamento domestico e nell'industria siderurgica.

Idrocarburi:

composti organici costituiti solamente da carbonio e idrogeno. Sono i costituenti fondamentali del petrolio e dei gas naturali e si possono presentare allo stato gassoso (metano), liquido (petrolio, benzene) o solido (paraffine).

Automezzi

La macchina a vapore, largamente impiegata nell'industria e nelle ferrovie, mal si adattava alla trazione di piccoli veicoli su strada, anche per il suo peso considerevole. Il motore a combustione interna superò questa difficoltà.

Il primo motore a scoppio costruito nel 1866 da Nikolaus August Otto (1832-1891) era poco potente e ingombrante. Solo una ventina di anni dopo, in seguito a migliorie apportate da Gottlieb Daimler (1834-1900), fu installato su una bicicletta. Dal 1896 fu installato nei camion, quindi nelle automobili. Nell'illustrazione viene riportato il Motorwagen di Benz del 1896. Tuttavia la scena dei trasporti fu dominata da cavalli e ferrovie fino alla prima Guerra Mondiale.

Gas di carbone, illuminazione a gas

Riscaldando il carbone in assenza di aria, quindi di ossigeno (**distillazione**), si ottiene un carbone spugnoso quasi privo di impurezze (il coke), un gas infiammabile (gas di carbone) e un residuo oleoso che contiene una miscela di **idrocarburi**. Il gas di carbone fu impiegato nell'illuminazione all'inizio dell'Ottocento e in seguito come gas domestico.

William Murdoch ed il gas illuminante

Fu alla fine del XVII secolo che si applicò il processo della distillazione, già conosciuto dal Medioevo, al carbon fossile ad opera di Thomas Shirley (1664) e John Clayton (1667), i quali notarono che le sostanze volatili (gas) così ottenute si potevano accendere. Esperimenti simili furono condotti anche da **Robert Boyle** e da Stephen Hales. Alla metà del XVIII secolo risalgono gli studi dell'olandese Jan Peter Minckelers, il quale, cercando un gas in grado di sollevare le mongolfiere più economico dell'idrogeno, individuò le proprietà illuminanti del gas da lui prodotto con la distillazione del carbon fossile.

Nell'ultimo decennio del XVIII secolo si ebbero i primi esperimenti organici di produzione di gas per l'illuminazione ad opera di Philippe Lebon in Francia e di **William Murdoch** (1754-1839) in Inghilterra, i quali agirono del tutto indipendentemente l'uno dall'altro.

I procedimenti adoperati dai due inventori erano sostanzialmente uguali, diverse le loro finalità. Murdoch cercava di realizzare un sistema di illuminazione economico ed efficace per gli stabilimenti industriali sorti in Inghilterra durante la Rivoluzione Industriale. Lebon, invece, si indirizzò verso un sistema di illuminazione e di riscaldamento domestico.

Allo scozzese William Murdoch (1754-1839) si deve, inoltre, il miglioramento della macchina a vapore, ottenuto lavorando nell'officina di Boulton e Watt.



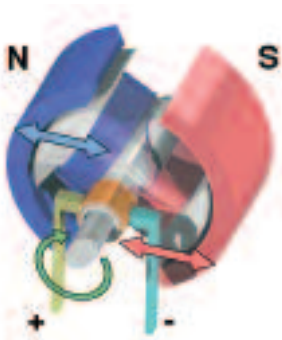
Boyle, Robert (1627 - 1691).

Fisico anglo-irlandese si interessò delle proprietà dei gas

Murdoch, William (1754 - 1839).

Meccanico ed inventore scozzese, pioniere dell'industria del gas, collaboratore di M.Boulton e J.Watt. A lui si devono numerose invenzioni, tra cui quella del gas illuminante, con il quale nel 1792 illuminò la sua casa.

Energia elettrica



Verso la fine dell'Ottocento l'innovazione più importante in campo energetico fu la diffusione dell'elettricità. Essa si deve all'invenzione della **dinamo**, che trasforma l'energia meccanica (il movimento di

Dinamo:

macchina capace di trasformare energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Si compone di uno statore o induttore (parte fissa), che ha il compito di realizzare il campo elettromagnetico; di un rotore o indotto (parte mobile) libero di rotare internamente allo statore; e infine di un collettore a lamelle solidale con l'indotto provvisto di spazzole collegate con il circuito esterno di utilizzazione.

Corrente continua:

flusso di cariche elettriche (corrente) che non cambia direzione (continua). E' prodotta tipicamente dalle batterie e dalle dinamo e fu soppiantata già a partire dal 1880 per gli usi commerciali dalla corrente alternata, perché non era economico produrla agli alti voltaggi necessari per il trasporto lungo le linee elettriche. Attualmente la corrente continua trova applicazione nella trazione ferroviaria, nei filobus, negli impianti elettrochimici e nelle cartiere.

Corrente alternata:

flusso di cariche elettriche (corrente) che alternativamente e periodicamente fluisce nei due sensi opposti. La c.a. è prodotta dagli alternatori. Il suo andamento è periodico, ossia le sue polarità vengono periodicamente cambiate, ad ogni suo ciclo (onda intera), secondo un ritmo denominato frequenza. La corrente alternata è quella presente nelle case mediante la rete elettrica.

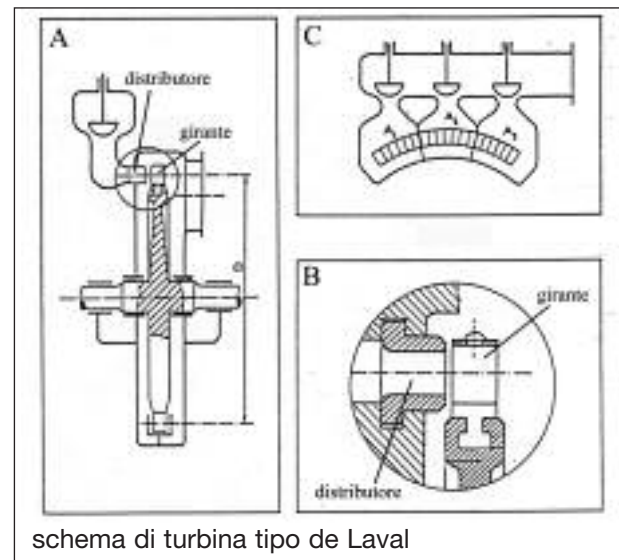
un corpo rotante) in energia elettrica. L'elettricità trovò ben presto applicazioni in molti campi: illuminazione, elettrochimica, motori elettrici per usi industriali, trazione elettrica, ascensori, ecc. La sostituzione della **corrente continua** con la **corrente alternata** e l'invenzione del **trasformatore** consentirono, nell'ultimo decennio del secolo, il trasporto dell'elettricità su lunghe distanze e ne facilitarono la diffusione.

La turbina a vapore

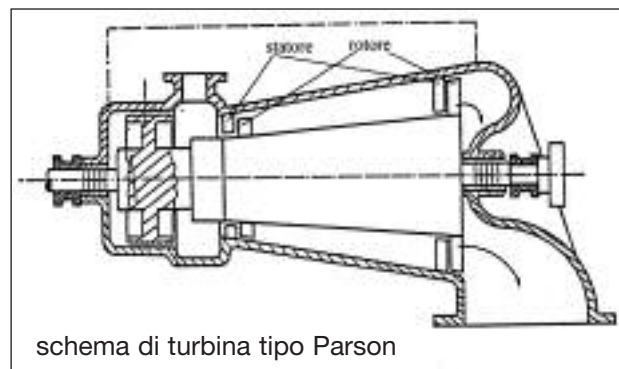
Prima dell'avvento della turbina, le macchine a vapore erano solo a stantuffo. L'idea di imprimere direttamente un moto rotatorio a un apposito meccanismo mediante un getto di vapore è semplice, ma la realizzazione comporta difficoltà tecniche: a grandi velocità di rotazione la ruota deve essere centrata esattamente e le pale in acciaio devono essere molto resistenti.

Le prime realizzazioni pratiche, alla fine dell'Ottocento, si devono allo svedese **Karl Gustaf de Laval** (1845-1913) e all'irlandese **Charles Parson** (1854-1931). Nel 1897 la turbina a vapore fu montata su di una piccola nave,

pochi anni dopo sulle grandi navi (Lusitania e Mauretania). In seguito, nel novecento, furono sviluppate anche le turbine a gas, nelle quali la girante è azionata dal gas ad alta pressione ottenuto bruciando combustibile liquido. Queste furono impiegate, per la loro leggerezza, soprattutto negli aerei a turboelica e, in seguito, nei turboreattori, nei quali la spinta è data dal gas che sfugge ad altissima velocità dallo scarico.



schema di turbina tipo de Laval



schema di turbina tipo Parson

Elettrodomestici e gingilli elettronici

Il grande incremento nel consumo di energia elettrica fu dovuto inizialmente alla diffusione della lampadina ad incandescenza, inventata e perfezionata da **T. A. Edison** (1847-1931) tra il 1876 e il 1880. L'energia elettrica fu poi impiegata nel riscaldamento. In seguito furono sviluppati motori elettrici industriali e motori di piccole dimensioni, che trovarono applicazioni in molti tipi di elettrodomestici. Oggi l'elettricità trova applicazioni in apparecchi di uso comune: ferri da stiro, lavatrici, aspirapolveri, frigoriferi, boiler, condizionatori, forni a microonde, ecc. Questi resero più confortevole la vita nelle nostre abitazioni e favorirono lavori domestici. Lo sviluppo dell'elettronica introdusse altri oggetti che arricchirono le possibilità di svago e di lavoro: radio, TV, Hi Fi, computer, CD, cellulari, ecc.



Telegrafo e telefono

L'avvento dell'elettricità rese possibili le rapide comunicazioni a distanza: il **telegrafo** (1837) e il telefono (1876), che inizialmente funzionavano a batteria con linee di trasmissione metalliche. Solo alla fine dell'Ottocento furono realizzate le telecomunicazioni con onde elettromagnetiche, quindi via etere (senza fili): radio, TV, radar, telefoni cellulari.



Trasformatore:

apparecchio statico, ossia senza organi in movimento, basato sul fenomeno dell'induzione elettromagnetica scoperto da M. Faraday.

Laval, Karl Gustaf Patrick de (1845 - 1913).

Ingegnere svedese. Tra le sue migliaia di invenzioni, che spaziano dall'illuminazione elettrica, all'elettrometallurgia, all'aereo e alla fluidodinamica, ricordiamo un separatore centrifugo (1878) e la turbina a vapore che porta il suo nome.

Parson, Charles Algernon (1854 - 1931).

Ingegnere inglese. Inventò ed applicò industrialmente la turbina a vapore che porta il suo nome per la produzione di energia elettrica e la propulsione navale (applicata sul piroscampo "Turbina", 1897).

Edison, Thomas Alva (1847 - 1931).

Inventore statunitense autodidatta. Migliorò il telegrafo, il telefono di A.Meucci inventando il microfono a carbone (1876) e il fonografo. Tuttavia, tra le migliaia di invenzioni, quella cui rimane legata il suo nome è quella della lampada ad incandescenza (1879). A lui si devono anche il periscopio ed il lanciafiamme

Telegrafo:

Sistema di trasmissione a distanza di informazioni per mezzo di impulsi elettrici usando un alfabeto convenzionale (alfabeto Morse)

Ugello:

dispositivo che si applica alla parte terminale di un condotto, allo scopo di incrementare la velocità di uscita del fluido per sfruttarne l'energia cinetica e, al tempo stesso, di disperderne il getto; effusore: l'ugello di una turbina, di un reattore; l'ugello del bruciatore, del nebulizzatore.

Primi impianti termoelettrici

I primi piccoli impianti per generare l'elettricità impiegavano una macchina a vapore per alimentare la rotazione della dinamo. Costruiti intorno alla metà dell'Ottocento e inizialmente impiegati per alimentare i fari dei porti, erano ingombranti (qualche tonnellata) e di bassa potenza (un paio di kW). Essi sono i progenitori delle centrali termoelettriche attuali nelle quali, tuttavia, il vapore ad alta pressione è inviato direttamente alla turbina accoppiata alla dinamo. La turbina a vapore, brevettata nel 1884, è più efficiente e leggera della macchina a vapore. I moderni turbogeneratori operano ad alte pressioni e temperature. In seguito la dinamo, che genera corrente continua, fu sostituita dall'alternatore, che genera corrente alternata. Il trasformatore, introdotto nel 1885, consente di trasmettere la corrente ad alta tensione dall'impianto di produzione alle zone di utilizzo con poche perdite di energia elettrica, è quindi più conveniente rispetto a quello di una dinamo, perché consente di ridurre le perdite nel trasporto anche a grandi distanze.

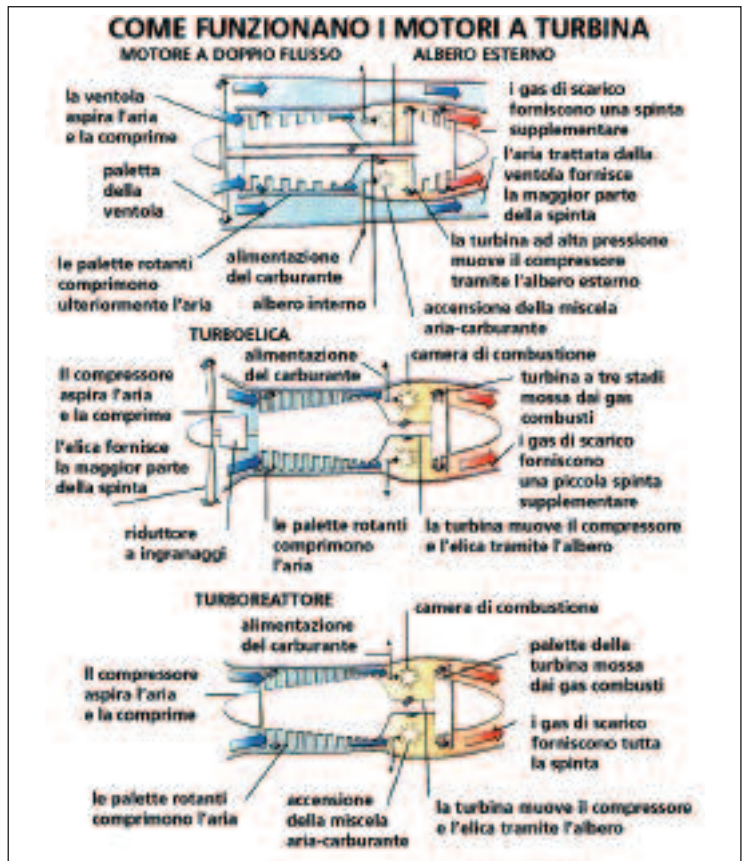
Motori a reazione

Nel campo dei motori applicati ai mezzi di trasporto i progressi più spettacolari si sono avuti nell'aeronautica con l'avvento dei motori a reazione. Questi si basano sulla spinta che si ottiene dalla espulsione di gas ad alta pressione dall'**ugello** di un reattore. Gli studi sulla propulsione (spinta) a reazione furono sviluppati soprattutto in Gran Bretagna e in Germania negli anni Trenta; il primo volo a reazione fu di un aereo tedesco (1939) e cinque anni dopo questo tipo di aereo incominciò a essere impiegato nella seconda Guerra Mondiale.

Il principio di funzionamento del motore a reazione

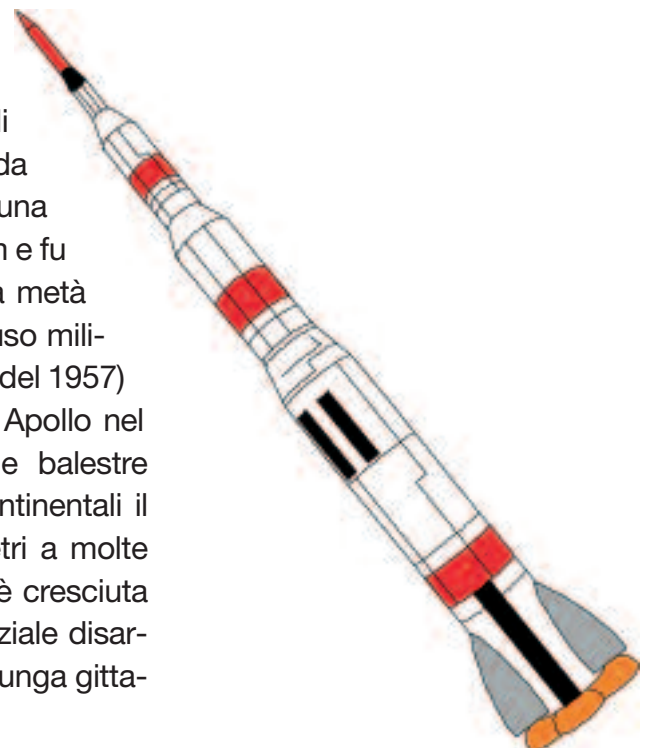
E' facile osservare che se da una barca non fissata al molo saltiamo sulla riva la barca subisce una reazione che l'allontana in verso opposto: sullo stesso principio si basa il funzionamento del motore a reazione. La combustione della miscela aria-combustibile nella apposita camera del reattore genera gas ad alta

pressione e temperatura; fuoriuscendo dall'ugello ad alta velocità il gas genera sul reattore, in verso opposto, una spinta che è tanto più intensa quanto maggiore è la massa del gas e la velocità con cui è espulso. Poiché la massa del gas è limitata dalla quantità di combustibile impiegato, è necessario che la velocità ad essa impressa sia la più alta possibile. Questo richiede che la camera nella quale avviene la combustione resista a temperature e pressioni elevate, il che comporta l'impiego di leghe metalliche avanzate. Il solo motore, che è in grado di fornire una potenza superiore a quella della turbina a gas e dei motori a reazione, è il razzo che alimenta i missili. Nei motori degli aerei la causa che determina la combustione è l'ossigeno dell'aria che il reattore aspira dall'atmosfera. Nel razzo l'ossigeno è trasportato dal mezzo stesso insieme al combustibile (auto-ossidazione); per questo i motori dei razzi funzionano anche al di fuori dell'atmosfera. Il principio di funzionamento è lo stesso che agisce nei piccoli razzi dei fuochi artificiali, noti da lungo tempo.



Razzi e missili

Il progenitore dei moderni razzi spaziali e dei missili militari è la V-2 sviluppata dai tedeschi nella seconda Guerra mondiale: con motori ad etanolo trasportava una tonnellata di esplosivo a una distanza di oltre 300 Km e fu impiegata per colpire Londra (1944). Nella seconda metà del Novecento furono sviluppati missili potenti per uso militare e razzi per lanciare satelliti artificiali (lo Sputnik è del 1957) e per le imprese spaziali: il Saturno della missione Apollo nel 1969 portò l'uomo sulla Luna. Dalle frecce delle balestre medioevali alle bombe atomiche dei missili intercontinentali il raggio di azione delle armi è cresciuto da 300 metri a molte decine di migliaia di chilometri. L'energia rilasciata è cresciuta di milioni di miliardi. Ancor oggi, nonostante un parziale disarmo, in varie parti del mondo sono installati missili a lunga gittata che trasportano testate nucleari.



Atomo

La più piccola porzione di materia che può definire un elemento e che ne possiede le proprietà chimiche. La parola "atomo", che deriva dal greco *átomos*, "indivisibile", veniva usata dagli antichi filosofi per definire le entità elementari, indistruttibili e indivisibili, che costituivano la materia. L'atomo era considerato la più piccola porzione di materia che potesse essere concepita, e questa idea prevalse fino a quando la natura dell'atomo divenne uno degli argomenti principali della ricerca scientifica sperimentale. Nei secoli XVI e XVII i risultati ottenuti nell'ambito della chimica diedero un notevole impulso allo sviluppo della teoria atomica. I primi esperimenti misero in evidenza che le sostanze potevano essere suddivise nei loro componenti ultimi, o in "corpi semplici", e che questi potevano combinarsi in modo intimo per formare nuovi composti con proprietà del tutto diverse. In altre parole cominciò a delinearsi il concetto di elemento chimico.

L'atomo è costituito da un nucleo centrale con un certo numero di Protoni (particelle con carica elettrica positiva) e di Neutroni (particelle con carica neutra). Intorno a questo nucleo di carica positiva ruotano gli Elettroni (particelle di carica negativa).

La scoperta della radioattività

Le prime manifestazioni dell'energia nucleare furono osservate dagli scienziati quando ancora non si sapeva che l'**atomo** è formato da un nucleo e da elettroni. Alla fine del 1800 cominciarono a svilupparsi alcune ricerche su una nuova energia prodotta da certi sali di **Uranio** che emettono radiazioni del tutto invisibili, ma capaci di annerire una lastra fotografica. Si scoprì poi che queste radiazioni sono di tre



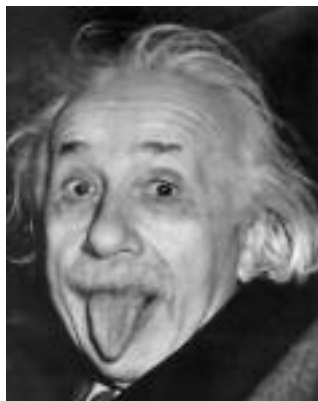
tipi, chiamate alfa, beta e gamma. Nei primi due casi si tratta di particelle elettricamente cariche, nel terzo di radiazione elettromagnetica, come i raggi X. Fu così scoperta la radioattività naturale. I coniugi Curie scoprirono la radioattività dell'Uranio e del Radio. Tali ricerche portarono ad un riconoscimento prestigioso: un premio Nobel per la fisica ad entrambi, assieme a Becquerel, ed un altro per la chimica a Marie; ma a quest'ultima costarono anche la vita, a causa della lunga esposizione a radiazioni ionizzanti.

Alcuni decenni dopo (1934) si osservò che lo stesso tipo di fenomeno può essere indotto in laboratorio partendo da elementi stabili (non naturalmente radioattivi), bombardati con particelle molto veloci: fu così scoperta anche la radioattività artificiale.

In seguito furono prodotte centinaia di elementi - o meglio di **isotopi - radioattivi**. Alcuni di essi sono utilmente impiegati nelle ricerche fisiche, chimiche e biologiche, nelle terapie mediche, nell'industria. Gradualmente ci si rese conto che la radioattività e i raggi X, soprattutto in dosi elevate, sono nocivi agli organismi viventi.

La bomba atomica

In Germania a causa del nazismo, al potere dal 1933, iniziarono le persecuzioni razziali contro gli ebrei e lo stesso **Einstein** (di origine ebraica) venne insultato in pubblico; come altri scienziati ebrei si rifugiò negli Stati Uniti d'America.



Il grande scienziato sconvolse la fisica del Novecento con una teoria geniale, ma potenzialmente pericolosa: la sua ricerca portò, infatti alla scoperta della bomba atomica.

Alla fine del 1938 Otto Hahn e Fritz Strassmann in Germania dimostrarono la possibilità della **fissione** dell'Uranio-235; ben presto fu chiaro che dalla fissione si poteva ottenere il rilascio di una grande quantità di energia. In quegli stessi anni iniziava la politica di espansione e di aggressione militare della Germania nazista e nel settembre del 1939 iniziava la seconda Guerra Mondiale. Preoccupati che gli scienziati tedeschi progettassero la costruzione della bomba atomica, gli scienziati britannici e americani e altri fuggiti dal nazismo e dal fascismo (Enrico Fermi tra loro) studiarono il problema. Alcuni di essi ne valutarono la fattibilità e fecero pressione sul governo degli Stati Uniti affinché il progetto fosse avviato; (questo prenderà il nome di Progetto Manhattan). Nel dicembre del 1942 Enrico Fermi, emigrato negli Stati Uniti in conseguenza delle leggi razziali, realizzò il primo reattore nucleare, dimostrando che era possibile sfruttare l'enorme



Uranio:

L'Uranio è un elemento metallico radioattivo, di simbolo U, usato come combustibile nei reattori nucleari. Dopo la scoperta della fissione nucleare, l'uranio divenne un metallo di importanza strategica, utilizzato principalmente per la produzione di energia nei reattori nucleari e nelle armi nucleari. Durante le tre conferenze internazionali per gli usi pacifici dell'energia nucleare tenute a Ginevra nel 1955, 1958 e 1964, si discussero le applicazioni pacifiche di questa fonte energetica.

Isotopi radioattivi:

Si dicono isotopi atomi i cui nuclei sono costituiti da uno stesso numero di protoni e da un differente numero di neutroni.

Einstein, Albert
(1879 - 1955).

Fisico teorico tedesco. Noto soprattutto per la teoria della relatività (speciale e generale), non vanno, tuttavia, dimenticati i suoi studi sull'effetto fotoelettrico (per il quale ottenne il premio Nobel), sul moto browniano e sui calori specifici dei solidi. Ebbe un ruolo determinante nella realizzazione della bomba atomica.

Fissione:

scissione di un nucleo atomico pesante (ad es. uranio o plutonio) in due o, molto raramente, tre parti per effetto di un bombardamento di neutroni, a cui si accompagna la liberazione di una grande quantità di energia. L'isotopo 235 dell'uranio (U 235) fu il primo combustibile per la pila atomica di Fermi (1942), ma anche il primo elemento utilizzato per la bomba atomica che distrusse Hiroshima (1945). La bomba all'uranio, "Little Boy", impiegata a Hiroshima; pesava 4 tonnellate

densità di energia racchiusa nei nuclei atomici. Il 16 luglio del 1945 nel deserto del Nevada venne sperimentata la prima "bomba atomica": in una frazione di secondo si libera un'energia equivalente all'esplosione di oltre 10 ton-



nellate di tritolo. Poco dopo due bombe atomiche distrussero le città giapponesi di Hiroshima (6 agosto) e di Nagasaki (9 agosto). Iniziò l'era atomica: una nuova, controversa fonte di energia fu resa disponibile per fini militari e pacifici. In seguito furono costruite centinaia di migliaia di bombe atomiche e centinaia di reattori nucleari.

