

Massimo Guarnieri

Fatti e protagonisti dell'elettromagnetismo

*Breve compendio crono-biografico
delle scienze e tecnologie elettromagnetiche*



Copyright © MMV
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133 A/B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 88-548-0110-0

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: maggio 2005

*Una cosa ho imparato nella mia lunga vita:
che tutta la nostra scienza, confrontata con la realtà,
è primitiva e puerile,
e tuttavia essa è la cosa più preziosa che abbiamo*

Albert Einstein

INDICE

CRONOLOGIA DELLE SCOPERTE ED INVENZIONI	1
Prime testimonianze	1
Epoca classica	1
Medioevo	3
XVII secolo	5
XVIII secolo	9
XIX secolo	15
XX secolo	57
XXI secolo	107
NOTE BIOGRAFICHE SUI PERSONAGGI	109
ORGANIZZAZIONI DI IMPORTANZA STORICA	321
ACRONIMI E SIGLE	367
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	369
INDICE ANALITICO	373

PREFAZIONE

Poco più di duecento anni fa, il 20 marzo 1800 Alessandro Volta, già scienziato celebre in Europa, inviò a Sir Joseph Banks, presidente della Royal Society di Londra, una lettera scritta in francese nonostante il titolo inglese *On the Electricity excited by the mere Contact of conducting Substances of different kinds*. Vi rendeva nota l'invenzione della pila, il primo generatore elettrico funzionante in corrente continua. Essa costituì un'innovazione d'importanza epocale: segnò il passaggio dall'elettrostatica all'elettrodinamica ed avviò un periodo di scoperte scientifiche rivoluzionarie. Da allora, in duecento anni l'elettricità è penetrata così radicalmente in ogni settore dell'agire umano che oggi la vita sociale e le attività lavorative ci appaiono impossibili in sua assenza, mentre gli studi di fenomeni ed interazioni elettromagnetiche hanno consentito l'esplorazione di segreti via via più reconditi del tempo, dello spazio e della materia.

Credo che a molti studenti delle facoltà tecniche e scientifiche capiti di interrogarsi su come queste conoscenze e conquiste siano progredite nel tempo. Eppure i corsi di laurea ingegneristici, nell'urgenza di impartire insegnamenti aggiornati ed articolati, offrono poco spazio alla trasmissione della coscienza storica del pensiero scientifico e tecnologico, trascurando ampiamente gli approfondimenti sulle collocazioni temporali nelle quali le scoperte furono effettuate e le loro applicazioni iniziarono ad incidere sulle modalità di lavoro e sulle abitudini di vita. Per cercare di colmare tale lacuna, ho inteso compilare questo breve, e certamente parziale, compendio storico, che cerca di segnare una traccia del processo evolutivo delle conoscenze elettromagnetiche.

Ho concentrato l'esposizione sui fatti ed i personaggi più direttamente legati agli sviluppi dell'elettromagnetismo, dell'ingegneria elettrica, elettronica e delle telecomunicazioni. Le fondamentali applicazioni che i fenomeni elettrici hanno trovato nei sistemi di gestione ed elaborazione dell'informazione mi hanno indotto a dare un certo spazio anche all'evoluzione dell'informatica. Ho ritenuto di fare cenno alle scoperte matematiche che hanno avuto più profonde influenze sugli sviluppi elettromagnetici. A ragione delle loro profonde

implicazioni sull'inquadramento culturale delle interazioni elettromagnetiche, ho ritenuto di ricordare pure i passaggi essenziali delle scoperte relativistiche e quantistiche, dalle seconde delle quali hanno preso le mosse, tra l'altro, fondamentali realizzazioni tecnologiche. Ho peraltro preferito, salvo che per i momenti più irrinunciabili, non allargare l'indagine ad altri settori, quali, ad esempio, quelli dell'elettrochimica e della radio-astronomia o ai decisivi rapporti tra le nascenti aziende dei settori esaminati e il mondo della grande finanza, anche se il taglio che ne è derivato potrà apparire a più di un lettore arbitrario e discutibile.

Ad ogni modo la descrizione è limitata ai fatti che mi sono parsi più significativi ed ai loro protagonisti. E' forse superfluo precisare che al loro fianco ha operato nelle diverse epoche un vasto numero di studiosi, tecnici e imprenditori che, pur senza raggiungere livelli di eccellenza, hanno contribuito a formare ed alimentare un ambiente culturale di ricerca e sviluppo indispensabile al raggiungimento di tanti grandi traguardi.

E' poi doveroso precisare che le notizie riportate sono tratte da fonti eterogenee: saggi storici, testi didattici, enciclopedie, riviste scientifiche, monografie cartacee ed elettroniche. Saltuariamente ho consultato le fonti primarie. Sussistono frequenti disaccordi tra testi diversi, spesso dovuti al fatto che talune scoperte sono il risultato d'indagini svolte da più autori, che hanno dato contributi simili e talvolta contemporanei; la preferenza data all'uno o all'altro autore nelle diverse fonti esaminate non è immune da influenze campanilistiche. Mi pare anche opportuno segnalare che permangono ancora in certa letteratura gravi omissioni e anche avalli di plagi intellettuali.

Ho resistito alla tentazione di approfondire le implicazioni degli eventi qui riportati, limitandomi ai commenti essenziali e lasciando tali analisi agli storici e filosofi della scienza e della tecnologia. La letteratura relativa è assai vasta e il lettore che volesse addentrarvisi può trovare qualche spunto nella bibliografia riportata nelle ultime pagine.

La trattazione è articolata in tre parti. La prima consiste nel compendio cronologico degli eventi. La seconda presenta brevi note biografiche dei personaggi. La terza illustra una sintetica storia delle organizzazioni che hanno avuto importanza storica. I nomi dei personaggi indicati in grassetto nella prima parte sono ripresi nella seconda parte e così pure i nomi delle organizzazioni indicati in corsivo nella prima parte sono ripresi nella terza parte.

CRONOLOGIA DELLE SCOPERTE ED INVENZIONI

PRIME TESTIMONIANZE

Secondo alcune testimonianze già nel XI secolo a.C. antichi Cinesi potrebbero avere usato una specie di *bussola* (*tchi-nan*, ossia carro del sud) per orientarsi nelle sconfinite praterie tartariche. L'uso di tale strumento da parte dei Cinesi è peraltro documentato con certezza dal terzo secolo a.C., sotto la dinastia Han.

Secondo alcune testimonianze e studi recenti, intorno al terzo secolo a.C. i Babilonesi avrebbero utilizzato dispositivi simili a pile elettrochimiche, forse in rituali magico-taumaturgici.

EPOCA CLASSICA

I dotti Greci e Romani documentano osservazioni di fenomeni elettrostatici, già con Talete di Mileto, il primo scienziato occidentale nel sesto secolo a.C. e poi più estesamente con Teofrasto, Plinio, ... Essi notano che alcuni materiali tra i quali l'ambra (*ἤλεκτρον*) strofinati con la mano riescono ad attirare leggeri corpuscoli. Al pari d'altri antichi popoli (Ebrei, Atzechi, ...), Greci e Romani sanno anche che alcune pietre contenenti ossido ferroso-ferrico possono attrarre il ferro: essi le chiamano "pietre di Magnesia" (*Μάγνησ λίθος*), o magnetiti, dalla regione dell'Asia Minore ove più spesso sono rinvenute. Talete ipotizza che azioni elettriche e magnetiche abbiano natura comune. Plinio narra che già nel VI secolo a.C. gli Etruschi sarebbero stati capaci di attirare i fulmini. Nel I secolo d.C. i Romani curano la gotta con un'elettroterapia primordiale, utilizzando le torpedini. Peraltro nell'antichità, e poi anche nel Medio Evo, i confini tra scienza e magia sono assai tenui e alle magnetiti spesso sono attribuite proprietà terapeutiche e talismaniche (Plinio e molti altri).

MEDIO EVO

Con la caduta dell'Impero Romano d'Occidente nell'Europa centro-occidentale inizia un lungo periodo di recessione culturale (i "secoli bui" dell'Alto Medio Evo), ma anche tra Bizantini e Arabi le conoscenze elettriche e magnetiche non registrano progressi rilevanti. Dopo alcuni secoli, sono prevalentemente studiosi arabi a documentare osservazioni di fenomeni magnetici (Avicenna nel XI secolo d.C., Averroè nel XII, ...).

Nel dodicesimo secolo, con l'espansione dell'impero mongolo, arriva in Europa la *bussola*, insieme ad altre invenzioni cinesi come la carta e la polvere da sparo. Il suo uso da parte di marinai europei è documentato dal 1190 (è quindi errato attribuirne l'invenzione a Flavio Gioia nel 1302, personaggio in realtà mai esistito).

Un'eccezione al grigiore del panorama europeo è costituita da **P. de Maricourt** che nell'*Epistula ... de Magnete* del 1269 riconosce l'esistenza di due poli magnetici inseparabili, Nord e Sud, e fornisce una dettagliata descrizione dei criteri costruttivi della *bussola*.

Nel quindicesimo secolo la bussola è adottata dai navigatori portoghesi che cercano la via delle Indie circumnavigando l'Africa. Nel 1492 Cristoforo Colombo la usa nel suo viaggio verso le Americhe e in tale occasione osserva per primo la variazione della declinazione magnetica (dell'angolo tra Nord astronomico e Nord magnetico).



Bussola cinese



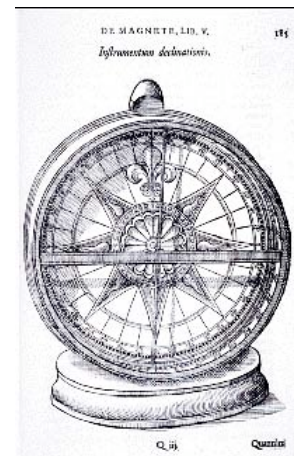
Bussola portoghese

XVII SECOLO

E' l'epoca della rivoluzione scientifica galileiana, che vede la fondazione delle prime accademie scientifiche: l'*Accademia dei Lincei* a Roma (1609, sciolta nel 1630), l'*Accademia del Cimento* a Firenze (1657, sciolta nel 1665), la *Royal Society* a Londra (1660), l'*Académie des Sciences* a Parigi (1666, sostenuta da Luigi XIV) e la *Kurfürstlich-Brandenburgische Societät der Wissenschaften* a Berlino (1700, trasformata nella *Königliche Akademie der Wissenschaften* nel 1744, allorché ottenne il sostegno di Federico il Grande); le ultime tre saranno i prosceni ove nei due secoli successivi si celebreranno le maggiori scoperte scientifiche. Nel 1665 inizia ad essere pubblicata la prima rivista scientifica: le *Philosophical Transactions*, mensile della Royal Society, al quale seguono lo stesso anno in Francia il *Journal des Sçavans* e nel 1668 in Germania l'*Acta Eruditorum*.

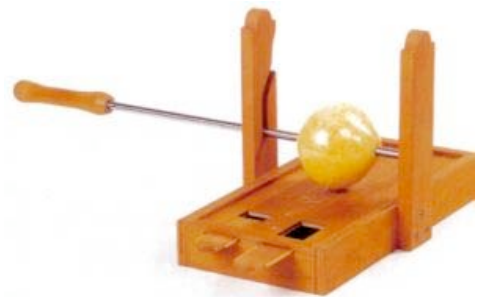
In questo contesto si realizzano i primi studi sistematici moderni dei fenomeni magnetici ed elettrici e sono documentate molte osservazioni sul comportamento dei corpi elettrizzati e dei magneti, sul magnetismo terrestre e sull'elettricità animale (razze, torpedini, più tardi gimnoti, ...).

1600: **W. Gilbert** scrive il primo trattato moderno su magnetismo ed elettricità: *De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure; Physiologia nova, plurimis et argumentis et experimentis demonstrata*, frutto di 17 anni di studi sperimentali; vi pone le basi della nuova scienza, descrivendo le proprietà dei magneti e del magnetismo terrestre ed affermando l'identità tra i due fenomeni; formula il concetto dei poli magnetici positivo e negativo; vi descrive anche, come minor estensione, i fenomeni elettrici, distinguendoli da quelli magnetici: per primo ne classifica le azioni attrattive e repulsive e conia per essi i nomi



elettricità (*electricitas -tatis*, in latino scientifico) ed *effetti elettrici*. E' il primo libro che applica sistematicamente il metodo scientifico ai fenomeni elettrici e magnetici, combinando osservazioni, modelli e predizioni.

- 1663: **O. von Guericke** costruisce la prima *macchina elettrostatica*, costituita da una sfera di zolfo in grado di accumulare cariche elettriche per strofinio. Negli anni seguenti permetterà l'esecuzione di esperimenti prima impossibili.



Macchina di von Guericke

- 1665: **I. Newton** inizia ad ideare il *calcolo differenziale*, secondo l'approccio geometrico delle "flussioni", definendo i concetti di derivata e di integrale e stabilendo il teorema fondamentale del calcolo integrale; è lo strumento indispensabile per la composizione della gravitazione newtoniana e nei secoli successivi avrà applicazioni fondamentali in altri settori della fisica.

- 1675: **R. Boyle** pubblica *Production of Electricity*, ove fa il punto sulle conoscenze elettriche contemporanee, scaturite da alcuni decenni di osservazioni sperimentali pionieristiche.

G. W. von Leibenz inizia a sviluppare il *calcolo differenziale*, seguendo l'approccio matematico (differente da quello geometrico concepito indipendentemente da *I. Newton*) e creando un formalismo successivamente evoluto in quello tuttora in uso; questa nuova matematica avrà applicazioni fondamentali in particolare nella definizione rigorosa e completa dell'elettromagnetismo macroscopico, due secoli più tardi.

- 1676: **O. C. Rømer** misura per primo la *velocità di propagazione della luce*: da come sembra variare la durata dell'eclisse di Io, il satellite più interno di Giove, al variare della distanza Terra-Giove, stabilisce che essa è pari a 227.000 km/s.

- 1678: **C. Huygens** formula la prima teoria organica sulla propagazione ondulatoria della luce, ipotizza che essa avvenga nell'*etere* (un'impalpabile sostanza elastica che sarebbe presente in tutto l'universo) e fornisce una valutazione della sua velocità (pari a 212.000 km/s) sostanzialmente concorde con quella di Rømer. Tale ipotesi ondulatoria si contrappone a quella corpuscolare formulata pressoché contemporaneamente da **I. Newton**. Il dibattito su tali teorie ottiche avrà importanti sviluppi

elettromagnetici due secoli più tardi.

- 1679: **G. W. von Leibenz** concepisce l'*aritmetica binaria* (basata sul numero minimo di cifre, ossia due, 0 e 1; pubblica questi risultati solo nel 1701), quale pura speculazione teorica; essa avrà un'applicazione fondamentale nello sviluppo dei sistemi di calcolo automatico, circa 250 anni più tardi.

XVIII SECOLO



Durante l'illuminismo sorgono in Europa molte altre accademie delle scienze, come quelle di Bologna (1714), di San Pietroburgo (1725, voluta da Pietro il Grande), di Torino (1759). Vengono anche istituiti premi e riconoscimenti che incoraggiano la ricerca scientifica, quali la *Copley Medal* (dal 1736) e le *Bakerian Lectures* (dal 1775) entrambe assegnate dalla Royal Society di Londra (la prima è intitolata a Lord Geoffrey Copley che nel 1709 aveva elargito un lascito alla società; le seconde sono promosse dal microscopista Henry Baker; esse costituiscono tuttora i massimi riconoscimenti della scienza britannica). In questo contesto si registrano i primi studi sistematici di elettrostatica: prima continuano a svilupparsi osservazioni qualitative sempre più accurate; poi, sul finire del secolo, ne sono stabilite le prime formalizzazioni quantitative. Si realizzano i primi magneti artificiali e varie macchine elettrostatiche a strofinio. Sono anche proposti dispositivi atti a trasmettere le informazioni a distanza, detti *telegrafi*; alcuni, peraltro rudimentali e poco efficienti, sfruttano fenomeni elettrostatici, mentre altri, di maggior successo, sono di tipo ottico. Col finire del secolo in Francia, sul vento della Rivoluzione, sorgono la celeberrima *École Polytechnique*, fondata nel 1794 dal matematico e politico Gaspard Monge (1746-1818), con il supporto di Napoleone, destinata alla formazione tecnico-scientifica d'eccellenza, e nel 1795 l'*École Normale*, per la formazione di insegnanti e docenti: sono i primi esempi di università "popolari". V'insegnano illustri scienziati, che così divengono anche professori; tra loro figurano *P. S. de Laplace*, *G. L. Lagrange*, *S. D. Poisson*, Fourier, Cauchy, Hermite, *A.-M. Ampère*. Anche grazie a queste istituzioni la Francia raggiunge, nella prima metà

del secolo successivo, un deciso primato scientifico.

1703-5: **F. Hauksbee il vecchio** osserva *l'elettroluminescenza* del mercurio posto in un'ampolla a bassa pressione ed elettrizzato; sono le prime osservazioni del fenomeno che porterà allo sviluppo delle lampade al neon, oltre duecento anni dopo.

1709: **F. Hauksbee il vecchio** pubblica *Physico-Mechanical Experiments on Various Subjects. Containing an Account of Several Surprising Phenomena Touching Light and Electricity*, uno dei più importanti libri scientifici del tempo.

1731: **S. Gray**, studiando la proprietà che diversi corpi hanno di elettrizzarsi o meno se messi in contatto con altri corpi già elettrizzati, scopre le differenze tra i *mezzi conduttori* e quelli *isolanti*; afferma che l'elettricità è localizzata sulla superficie dei corpi.

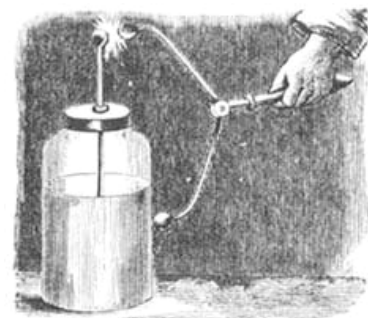


1733: **Ch.-Fr. de Cisternay du Fay** riconosce l'esistenza di due e solo due tipi di carica elettrica, che chiama *elettricità vetrosa* ed *elettricità resinosa* e attribuisce a due tipi di fluidi elettrici di natura diversa; osserva che le cariche dello stesso tipo si respingono mentre quelle di tipo diverso si attraggono.

1736: **L. Euler**, per risolvere il *problema dei sette ponti di Königsberg*, introduce la teoria dei grafi, che troverà applicazione due secoli più tardi in chimica e poi in elettrologia (e successivamente ancora nella ricerca operativa).

1745: **E. G. von Kleist**, mentre compie esperienze sulle scariche elettriche, ottiene casualmente il primo rudimentale condensatore (*bottiglia di Kleist*) vale a dire un apparato in grado di accumulare elettricità, costituito da una bottiglia di vetro posto tra due conduttori, alcol all'interno e la mano dello sperimentatore all'esterno. Kleist non comprende il ruolo di questo secondo conduttore, sicché la scoperta non è riproducibile e passa quasi inosservata.

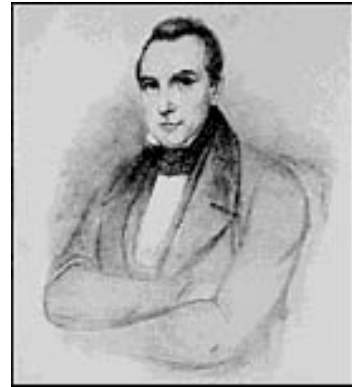
Fisici olandesi guidati da **P. van Musschenbroek** costruiscono casualmente la *bottiglia di Leida*, simile a quella di *E. G. von Kleist*; è un



Bottiglia di Leida

B

Babbage, Charles (Totens, Devonshire 1791 - Londra 1871) matematico e fisico inglese. Appartenente ad un'agiaticissima famiglia, fu persona di nobili ideali e ispirata da un civilissimo senso di giustizia. Studiò a Cambridge; interessato alla matematica più che ai classici, fondò un circolo studentesco dedicato al calcolo (Analytical Society, 1812). Si laureò nel 1814 e due anni dopo, ventiquattrenne, divenne membro della Royal Society. Fondò anche la Astronomical Society (1820) e più tardi



la Statistical Society (1834). Si occupò di magnetismo terrestre e di astronomia e dal 1827 fu professore a Cambridge. Nel 1828 compì un viaggio in Italia divenendo amico di Camillo Benso Conte di Cavour. Le pesanti esigenze di calcolo che incontrava in campo astronomico lo spinsero ad investigare la possibilità di costruire macchine calcolatrici. La sua prima realizzazione fu la difference engine (1822), una piccola macchina, con la quale calcolò le tavole dei logaritmi da 1 a 108.000; nel 1834 realizzò il progetto di una macchina più grande, l'analytical engine, un calcolatore meccanico di concezione futuristica: l'architettura era sorprendentemente simile a quella degli elaboratori attuali, essendo composto da una memoria, un'unità di elaborazione e controllo e un programma di calcolo. Alla sua intuizione collaborò Ada Byron, Lady Lovelace (1815-1852), figlia di Lord Byron. Può essere considerato il primo progetto di elaboratore programmabile d'uso generale (anticipò la macchina di Turing). Essendo stata progettata per operare su mille numeri di cinquanta cifre ciascuno avrebbe avuto una potenza di calcolo sbalorditiva per l'epoca, tanto da poter sconvolgere il panorama evolutivo della scienza stessa, ma la limitata tecnologia dell'epoca ne impedì la costruzione. La macchina è stata costruita nel 1990 dallo Science Museum di Londra, con un finanziamento IBM. Babbage studiò anche i rapporti tra sviluppo scientifico e tecnologico ed economia.

Bacon, Francis Thomas (Billericay, Essex 1904 - 1992) ingegnere britannico, membro della Royal Society dal 1973. Discendente diretto del filosofo medioevale Francis Bacon, si laureò all'Eton Collage nel

1925 e ottenne il master al Trinity Collage di Cambridge nel 1946. Nel 1932 iniziò ad interessarsi delle possibili applicazioni della pila a combustibile di *W. R. Grove* del 1839, fino ad allora ritenuta una curiosità da laboratorio. Dopo una prima esperienza lavorativa, nel 1940 al King's Collage di Londra iniziò a dedicarsi a tempo pieno alle celle a combustibile ossigeno-idrogeno, usando elettroliti alcalini (assai meno corrosivi di quelli acidi). Dal 1941 al 1946, a causa della guerra, lavorò ai sistemi antisommersibile per la Royal Navy (propose l'uso delle celle a combustibile nei sommergibili). Dopo la guerra continuò a sviluppare le celle, arrivando nel 1959 a realizzarne un primo modello dimostrativo (una batteria di 40 celle da 6 kW). Bacon prevede l'uso delle celle come generatori elettrici non inquinanti e ad alta efficienza per utilizzi ordinari, ma la prima importante applicazione fu nel campo dell'esplorazione spaziale: Pratt & Whitney (USA) acquisì la licenza del suo brevetto e costruì un generatore che fu usato nel progetto Apollo della NASA per produrre energia elettrica, calore e acqua potabile. Nei decenni successivi (dal 1962) Bacon fu consulente degli enti governativi britannici creati per sfruttare le pile a combustibile. Attualmente esse sono considerate tra i generatori di energia elettrica più promettenti per centrali distribuite di media taglia, per i veicoli su gomma con trazione elettrica e, a più lungo termine, anche per piccole apparecchiature portatili.



Baird, John Logie (Helensburgh, Scozia 1888 – Bexhill, Sussex 1946) inventore britannico. Figlio di un pastore presbiteriano, conseguì un diploma in ingegneria elettrica a Glasgow e si iscrisse all'università, ma poi interruppe gli studi allo scoppio della prima guerra mondiale. Dopo il conflitto, mentre lavorava a Londra in attività commerciali, iniziò a dedicarsi da dilettante a ricerche di meccanica ed elettricità. Nel 1924 riuscì a trasmettere le prime rozze immagini statiche con un sistema elettromeccanico che utilizzava il disco di Nipkov e il triodo termoelettronico come amplificatore; i segnali amplificati erano riconvertiti in immagini utilizzando un particolare tubo a raggi catodici (il futuro cinescopio). Nel 1926 eseguì la prima, pur rudimentale, trasmissione dimostrativa d'immagini televisive in movimento. Con tale sistema nel 1928 realizzò la prima trasmissione



televisiva sperimentale transatlantica. Nel 1929 il sistema fu adottato da British Broadcasting Corporation (BBC) per effettuare le prime trasmissioni televisive pubbliche sperimentali (fuori orario), e negli anni successivi ebbe un certo successo, anche all'estero, ma nel 1936 fu soppiantato da quello elettronico di *I. Shoenberg*. Dal 1930 Baird studiò anche i sistemi televisivi elettronici, stabilendo accordi con *P. T. Farnsworth* nel 1934, e cercò di promuovere un sistema ad alta definizione. Ebbe varie intuizioni sugli sviluppi futuri della tecnica televisive; tentò anche invenzioni in altri settori, che si risolsero per lo più in fallimenti.

Bakewell, Frederick Collier fisico inglese. Nel 1847 brevettò un primordiale facsimile, inteso a trasmettere semplici disegni o scritti tracciati con inchiostro isolante su una lamina metallica. Le potenzialità del sistema erano assai limitate da problemi di sincronismo dei due orologi che eseguivano la scansione dell'immagine in trasmissione la sua tracciatura in ricezione. Esso non ebbe applicazione pratica, ma ispirò i lavori di *G. Caselli* del 1856.

Bardeen, John (Madison 1908 - Boston 1991) ingegnere elettrico e fisico statunitense. Figlio di un professore d'anatomia e rettore dell'University of Wisconsin, fu bambino prodigo e studente modello; nel 1923, a 15 anni, entrò alla University of Wisconsin, ove si laureò in ingegneria elettrica nel 1929. Per 3 anni lavorò per una società di ricerche petrolifere e nel 1933 tornò agli studi teorici, alla Princeton University (New Jersey), ove ottenne il Ph.D. in fisica matematica nel 1935. Lavorò quindi come ricercatore alla Harvard University di Cambridge



(Massachusetts) e poi alla University of Minnesota. In questi atenei fu allievo di alcuni dei maggiori fisici contemporanei (*J. H. Van Vleck*, *Debye*, *P. A. M. Dirac*, *A. Einstein*, tutti insigniti del Nobel, *J. von Neumann* ed altri ancora). I suoi studi iniziali furono rivolti principalmente alla superconduttività. Durante la seconda guerra mondiale lavorò per l'U.S. Navy ai sistemi antimina e antisiluro. Finita la guerra, nel 1945, fu chiamato da *W. B. Shockley* ai Bell Labs per entrare nel nuovo gruppo di studio sui semiconduttori che egli dirigeva. Bardeen diede contributi sostanziali alle analisi teoriche sui semiconduttori, stabilendo una collaborazione eccezionale con *W. H. Brattain*, al quale fu legato da una profonda amicizia. Il 16 dicembre del 1947, dopo un mese di continui e memorabili progressi (il "mese dei miracoli" dei Bell Labs), i due costruirono il primo transistor (da *transfer resistor*) a contatto puntiforme. Circa il merito

dell'invenzione, essi si trovarono subito in contrasto con Shockley, che, pur non avendo partecipato direttamente alla realizzazione, dirigeva il gruppo (pochi giorni dopo, il 23 gennaio, egli realizzò un suo transistor, a giunzione). Era l'inizio dell'elettronica dello stato solido, che avrebbe dato luogo nei decenni successivi ad un'infinità di applicazioni con profonde influenze sulle società industriali. I rapporti con Shockley si guastarono sempre di più e Bardeen, ostacolato nelle sue ambizioni di ricerca, lasciò i Bell Labs per l'University of Illinois, ove ebbe piena libertà di lavoro. Qui si dedicò agli studi sui semiconduttori e sulla superconduttività, un suo vecchio interesse, insieme a *L. Cooper* e *J. R. Schrieffer* (entrambi neolaureati), arrivando nel 1957 a formulare la teoria BCS (pubblicata in *Theory of superconductivity* e considerata un trionfo della meccanica quantistica). Fu così risolto un problema scientifico sul quale si erano arrabattati inutilmente molti dei migliori fisici per quasi 50 anni. Oltre che ai fenomeni superficiali nei semiconduttori e alla diffusione degli atomi nei cristalli, diede importanti contributi alla fisica della materia condensata; s'interessò anche d'ingegneria e tecnologia. Dal 1951 fu consulente di Xerox Corporation, entrando poi nel suo consiglio di amministrazione, ed anche di General Electric Corporation e di altre aziende. Nel 1981-82 fu membro del consiglio scientifico della Casa Bianca. Ottenne moltissimi riconoscimenti, anche all'estero, tra cui la National Medal of Science nel 1965 e la IEEE Medal of Honor nel 1971. Per l'invenzione del transistor ottenne il Nobel per la fisica nel 1956, insieme a Brattain e Shockley; quando re Gustavo di Svezia lo biasimò per non avere portato tutta la famiglia alla cerimonia di consegna del premio, rispose che lo avrebbe fatto la prossima volta. Mantenne la promessa nel 1972, allorché gli fu conferito un secondo Nobel per la fisica, con Cooper e Schrieffer, per la teoria CBS. Rimane l'unica persona ad avere ottenuto due Nobel per la medesima disciplina.

Barkhausen, Heinrich (Brema 1881 - Dresda 1923) fisico tedesco. Studiò a Monaco, Berlino e Gottinga, ove ottenne il dottorato nel 1907. Dopo un impiego in Siemens & Halske, nel 1911 divenne professore di fisica al Politecnico di Dresda, ove si occupò di elettromagnetismo, radiotecnica, meccanica e acustica. Nel 1919 osservò che la curva di magnetizzazione dei materiali ferromagnetici è formata da una successione di molte piccole discontinuità, dimostrando così sperimentalmente la teoria dei domini magnetici di *P.-E. Weiss* del 1907. Nel 1920 con Karl Kurz realizzò un oscillatore ad onde corte ($\lambda=10$ cm),



col quale eseguì esperienze sulle onde elettromagnetiche a frequenza ultra-alta.

Barlow, Peter (Norwich 1776 - Woolwich 1862) matematico, fisico e ingegnere britannico. Fu professore all'Accademia Militare di Woolwich. Scrisse importanti trattati e manuali di matematica, studiò il magnetismo terrestre, che per primo interpretò in termini di correnti amperiane. Perfezionò la bussola magnetica e il telescopio, progettò ponti, s'interessò di ottica e tecnica ferroviaria. Nel 1828, sviluppando le esperienze di *H. C. Ørsted*, costruì il primissimo archetipo di motore elettrico, puramente dimostrativo (disco di Barlow); tale disco, libero di girare sul proprio asse, si metteva in rotazione per effetto dell'interazione elettromeccanica tra il magnetismo assiale di un magnete permanente fisso e la corrente elettrica prodotta da una pila voltiana che fluiva radialmente nel disco tramite un contatto strisciante sull'asse e uno sul bordo. Ricevette la Copley Medal nel 1825.



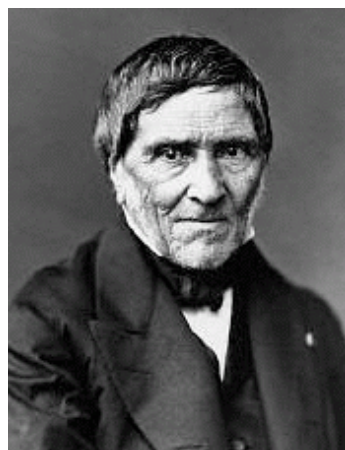
Basov, Nikolay Gennadiyevich (Usman 1922) fisico russo. Combatté nella seconda guerra mondiale e alla fine del conflitto entrò all'università per laurearsi nel 1950. Ebbe una carriera scientifica straordinariamente rapida, divenendo professore all'Università di Mosca, direttore dell'Istituto di Fisica Lebedev dal 1958, a 36 anni, membro dell'Accademia delle Scienze Sovietica e del Soviet Supremo dal 1974. All'Istituto di Fisica Lebedev si dedicò con *A. M. Prochorov* alle ricerche sulla spettroscopia molecolare. In quest'ambito dal 1952 al 1954, indipendentemente da *C. H. Townes*, i due svolsero notevoli studi sulla produzione di microonde per via molecolare; tali studi portarono alla costruzione del maser (da *microwaves amplification by stimulated emission of radiations*), il quale sfruttava appunto l'attività molecolare per amplificare, e quindi emettere, microonde senza aggiungere rumore al segnale (giacché può funzionare a temperature prossime allo zero assoluto). Era il capostipite dei laser. Basov studiò anche questi ultimi e gli oscillatori ad elevata stabilità di frequenza; ottenne il Nobel per la fisica nel 1964, con Prochorov e Townes.



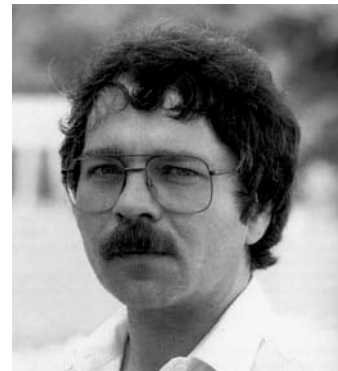
Beccaria, Giambattista (Mondovì 1716 - Torino 1781) fisico italiano. Fu religioso e professore all'Università di Torino dal 1748, ove ebbe allievo *G. L. Lagrange*, e membro straniero della Royal Society dal 1755. Sostenne il principio della fisica sperimentale, contro l'indirizzo cartesiano. Diede vita alla scuola di fisica torinese che fu una delle più importanti espressioni dell'illuminismo italiano. Di carattere collerico e irascibile, espulse dal suo gruppo gli allievi che avevano opinioni scientifiche diverse dalle sue. Seguace di *B. Franklin*, adottò la teoria dell'unico fluido elettrico e fu opposto in una lunga disputa a *J. A. Nollet*. Studiò la distribuzione di carica elettrica nei conduttori, scoprendone la distribuzione superficiale; ideò il collettore noto come pozzo di Faraday, che questi poi utilizzò nelle sue ricerche. Nel 1753 pubblicò i suoi studi sui fenomeni elettrici artificiali e atmosferici in *Elettricismo artificiale e naturale libri due*, col quale contribuì a diffondere in Europa le idee di Franklin. Costruì parafulmini, uno dei quali equipaggiò il duomo di Milano (1770). Si occupò anche di geodesia e di chimica ed ebbe notevole influenza sulla scienza italiana del tempo.



Becquerel, Antoine-César (Châtillon-sur-Loing, Loire 1788 - Parigi 1878) fisico e chimico francese. Studiò all'École Polytechnique dal 1806 e poi si distinse nella campagna napoleonica in Spagna divenendo cavaliere della Legion d'Onore. Dopo la caduta di Napoleone si dedicò alla scienza. Membro dell'Académie des Sciences dal 1829 e professore al Muséum d'Histoire Naturelle di Parigi dal 1838, fu scienziato particolarmente prolifico, pubblicando oltre 500 lavori scientifici. Si occupò di chimica e di elettrochimica; studiò i fenomeni energetici ad essa connessi e la piezoelettricità. Nel 1829 costruì una pila a corrente costante che precorse la pila a depolarizzante di *J. F. Daniell* del 1836; nel 1839 studiando la pila elettrochimica osservò l'effetto fotovoltaico. Costruì un termometro elettrico e un galvanometro differenziale. Fu il capostipite di un'illustre famiglia di scienziati: il nipote Henri Becquerel (1852-1908) nel 1896 scoprì la radioattività naturale, ottenendone il premio Nobel per la fisica nel 1903 con *P. e M. Curie*.



Bednorz, Georg (Neuenkirchen 1950) fisico tedesco, si specializzò al Politecnico di Zurigo nel 1982 sotto *K. A. Müller*, divenendo subito ricercatore presso l'IBM Research Laboratory di Zurigo ancora sotto la direzione di Müller. Con lui nel 1986 scoprì materiali ceramici all'ossido di rame che raggiungono la superconduttività ad "alte temperature", vale a dire a circa 35 gradi sopra lo zero assoluto. Ne ottenne il Nobel per la fisica nel 1987 con Müller.



Begun, Semi Joseph (Danzig 1905 - Cleveland Heights, Ohio 1995) ingegnere tedesco naturalizzato statunitense. Studiò ingegneria al Politecnico di Berlino. Fu un pioniere della registrazione magnetica, realizzando nel 1934 in AEG il primo registratore magnetico audio a nastro, che fu usato dalle stazioni radio tedesche a partire dal 1941. Nel 1938 emigrò negli Stati Uniti, ed entrò in Brush Development Co. (Cleveland, Ohio), ove sviluppò prodotti per la registrazione di grande successo commerciale; concepì la "scatola nera" che equipaggia i moderni aerei ed ebbe incarichi di consulenza scientifica per il governo federale.



Bell, Alexander Graham (Edimburgo 1847 - Baddeck, Nuova Scozia 1922) fisiologo e studioso di telefonia scozzese naturalizzato statunitense nel 1874. Nel 1872 arrivò a Boston come docente di fisiologia degli organi vocali. Studiò inizialmente apparecchi acustici per sordi. Nel 1875, ventottenne, sviluppò un suo telefono, probabilmente a partire dai prototipi di *A. Meucci* che aveva ricevuto da Western Union Telegraph Company (Meucci li aveva consegnati incautamente alla compagnia nel 1872, che nel 1874 raccontò di averli persi) e di *J. P. Reis* che aveva avuto da *J. Henry*. Bell brevettò il dispositivo il 6 febbraio 1876 un'ora prima che *E. Gray* brevettasse il suo; lo stesso anno ne diede la prima dimostrazione applicativa, recitando il celebre monologo dell'*Amleto*, all'Esibizione del Giubileo di Filadelfia (per il centenario dell'indipendenza). Nel 1877 lo dotò del microfono a disco di carbone di *E. Berliner* e fondò Bell System Company, con la quale iniziò la produzione e distribuzione del telefono; perfezionò il sistema registrando alcuni altri brevetti e diede così



impulso fondamentale allo sviluppo della telefonia (la compagnia di Bell accettò di riconoscere a Western Union per 17 anni il 20% dei profitti della commercializzazione del telefono). La compagnia di Bell ebbe un rapido successo commerciale: i telefoni in funzione nel mondo erano 30.000 nel 1880 oltre 2 milioni alla fine del secolo. In seguito Bell si dedicò a sviluppi tecnologici in settori diversi dalla telefonia. Dal 1885 una lite giuridica sui brevetti, nella quale si avvale anche di espedienti fraudolenti, lo contrappose a Meucci e Gray. Lo stesso anno Bell System Company si trasformò in American Telephone & Telegraph Company (AT&T), che sarebbe divenuta una delle massime società di telecomunicazioni. Nel 1888 Bell partecipò alla fondazione della National Geographic Society.

Berger, Hans (Neuses, Croburg 1873 - Jena 1941) neuropsichiatra tedesco. Studiò medicina all'università di Jena, ove si laureò nel 1897. Professore di psichiatria dal 1906, divenne direttore della clinica psichiatrica e rettore dell'università di Jena, ottenendo il titolo di professore emerito nel 1938. Studiò la circolazione sanguinea, la temperatura e il potenziale elettrico del cervello; nel 1924 individuò per primo l'attività elettrica del cervello, utilizzando il primo elettroencefalografo. Documentò queste sue scoperte nel 1929, in *On the Electroencephalogram of Man*.



Berliner, Emile (Hanover 1851 - Berlino 1929) inventore tedesco naturalizzato statunitense. Emigrò negli Stati Uniti a 19 anni, nel 1870, ove studiò da autodidatta. Nel 1877, a 26 anni, inventò e brevettò un microfono a disco di carbone, vendendone i diritti ad *A. G. Bell*, per il quale lavorò dal 1877 al 1883. Dal 1881 compì vari viaggi in Europa, fondando in Germania Telephon-Fabrik J. Berliner, col fratello Joseph, che commercializzò con



Grammofono di Berliner

successo il suo telefono. In America nel 1887 costruì il grammofono, che utilizzava il disco fonografico (inciso su una sola faccia e progenitore del disco in vinile) e fu commercializzato nel 1893 da una società fondata da Berliner; era più efficiente ed economico del fonografo a cilindri di *T. A. Edison* del 1886 e fu ulteriormente migliorato nel 1896. Nel 1898