

Vývoj elektrotechniky

Z historického hľadiska sa o prvých záznamoch o magnetizme a elektrine dozvedáme z poznatkov starých Grékov. Magnetit, magnetický oxid zo železa je uvedený v gréckych textoch už 800 rokov pred našim letopočtom. Tento nerast sa ťažil v provincii Magnesia v Tesália. Možno to bola práve blízkosť, ktorá dopomohla Thalesovi ako prvému Grékovi, zaoberať sa magnetickými silami.

Thales z Milétu okolo roku 585 p. n. l., zistil, že keď potrel jantár kúskom kožušiny, tak ten bol schopný k sebe pritiahnúť ľahšie predmety. Thales, takto objavil princíp statickej elektriny. Jantár je skamenelá živica ihličnatého stromu s pred miliónmi rokov starého a v tom čase bol jantár cenený ako šperk, pre svoju peknú slnečnú farbu. Gréci poznali jantár pod menom „elektron“, ktoré sa zachovalo po klasických gréckych spisovateľoch. Na obrázku je vidieť poštovú známku z Grécka, na ktorej je



nakreslená podobizeň Thalesa a kúsok jantáru ako priťahuje k sebe pierko. Thales sa narodil v roku 624 pred našim letopočtom v meste Milétu a bol gréckym filozofom, matematikom, astronómom a obchodníkom. Uznávaný je ako jeden zo siedmich mudrcov v starom Grécku. Jeho hlavným prínosom je snaha o poskytnutie vedeckého vysvetlenia, ktoré boli doteraz vysvetľované iba na základe mytológie. Za to ho Aristoteles nazval prvým filozofom v gréckej tradícii. Žiaľ, ani jedno jeho dielo sa nezachovalo v písomnej forme. Dostupné informácie pochádzajú iba od historika Diogenes Laertius, ktorý žil v 3. storočí pred našim letopočtom a citovanie Apollodorusa z Atén, ktorý žil okolo roku 140 pred našim letopočtom. Z dôvodu časovej medzery, je veľmi ťažké posúdiť jeho diela alebo poskytnúť bližšie údaje o ňom. Moderní učitelia začali skutočne pochybovať o mnohých skutkoch a výrokoch, ktoré mu boli pripisované. I napriek tomu, niet pochýb, že Thales bol viacrozumný, oveľa viac uctievaný v jeho dobe. Thalesov životopisec Diogenes Laertius, nás informuje, že jeho rodičia Examytes a Cleobuline boli bohatí Féničania. Mal aspoň jedného súrodenca, čo vychádza z toho, že v neskorších rokoch prijal svojho synovca, Cybistha. Je možné, že sa začal venovať rodinnému podnikaniu začiatkoch svojej mladosti. Neskoršie sa vydal na cestu do Egypta a Babylonu so zámerom obchodovania. V tom čase boli Egypt a Babylon vyspelejší intelektuálne ako Gréci, ktorí boli dobrí v matematike a v astronómii. Thales sa do Egypta vrátil a študoval tam s egyptskými kňazmi geometriu. Neskôr odcestoval do Babylonu študovať matematiku.

Proklus, grécky filozof z 5. storočia pred našim letopočtom, nám hovorí, že po svojom návrate z Egypta Thales zaviedol v Grécku geometriu. Z jeho spisov môžeme predpokladať, že začal svoju kariéru ako učiteľ a mysliteľ, následne objavil veľa pokrokových javov. V tom čase, keď boli problémy vysvetľované pomocou mytológie, použil metódu dedukcie

a uvažovania a využil svoje vedomosti na praktické účely. Takto sa nevedomky stal priekopníkom pri objavovaní novej vedeckej metódy v matematike a príbuzných oboroch, ako je astronómia a inžinierstvo. Na obrázku je Magnetit, prirodzený magnet.



Meranie výšky pyramídy pomocou tieňa je považované za jeden z jeho skorých úspechov. V obchodnom meste, akým bol Milétoš, bolo nemysliteľné, že

by každý obchodník mal tráviť toľko času premýšľaním nad vlastným obchodovaním. V dôsledku toho, aj keď sa Thales stal slávnym filozofom, bol ma posmech každému. Jedného dňa, keď kráčal po ulici s pohľadom na oblohu, sa potkol a spadol do priekopy. Pri pohľade na to sa slúžka začala smiať a povedala, že keď nevie stáť poriadne na nohách, ako potom môže vedieť, čo je na oblohe. Iní si posmešne povedali, keby bol taký šikovný, ako to, že tak málo zarobil. Nakoniec sa rozhodol vziať túto výzvu do podnikania vážne. Jeho zámerom nebolo zarábať peniaze, ale ukázať, že človek by mohol byť bohatý jednoducho využitím svojich vedomostí.

Správnym predpovedaním počasia predpovedal veľkú úrodu olív v konkrétnom roku. Podľa jednej verzie si potom kúpil všetky olivové lisy v meste a zarobil na tom veľa peňazí. Aristotle nám ponúka inú verziu tohto istého príbehu. Podľa neho Thales nekupoval lisy, ale rezervoval ich všetky vopred, keď sa ešte nepredpokladala dobrá úroda. Potom ich prenajímал za vysokú cenu, a tak zarobil veľké peniaze.

Je prirodzené, že človek akým bol Thales bol pozvaný kráľom, aby mu robil poradcu. Stalo sa to počas päťročnej vojny, ktorá vypukla medzi kráľom Médov Cyaxares a kráľom Lydie Alyattesom. Keďže vojna pokračovala do šiesteho roka, Thales predpovedal zatmenie Slnka na 28. mája 585 pred našim letopočtom. V tých časoch bolo zatmenie ako znamenie a k úplnému zatmeniu došlo tak, ako predpovedal Thales, po tomto úkaze vojna skončila. Toto bolo zapísané Xenofanesom, básnikom a filozofom, ktorý žil v tom istom storočí ako Thales. Po tejto udalosti sa tieto dve znepriatelené krajiny stali spojencami v boji proti Perzii. Keď armáda Lydie pochodovala na územie dnešného Iránu, sprevádzal ich Thales, pravdepodobne na požiadanie kráľa. Keď prišli k brehu rieky Kizilirmak, známej tiež ako Halys, museli zastať. Thales nebol k prekročeniu rieky naklonený z obavy porážky.

Na naliehanie nakoniec poradil ako prekonať riekou, ale vojna sa skončila porážkou Lydie. Keďže Milétoš sa nezúčastnil konfliktu, Peržania ich ušetrili. Po návrate domov Thales obhajoval konfederácie, pričom jednotlivé štáty sa stali jeho doménami alebo oblasťami. Milétoš sa do konfederácie nepripojil.

Aj keď sa nezachoval žiaden z jeho písomných prác, niektorí starí učitelia tvrdia, že Thales napísal dve knihy, „Slnovrat“ a „Rovnodennosť“. Najviac ho uznávajú za objavenie piatich geometrických teorémou: kruh je rozdelený svojím priemerom, uhly v trojuholníku oproti stranám rovnakej dĺžky sú rovnaké, protihľadé uhly vytvorené pretínajúcimi sa priamkami sú rovnaké, uhol zapísaný vo vnútri polkruhu je pravý uhol, trojuholník je určený, ak je daná jeho základňa a dva uhly v základni.

Zatiaľ čo starí ľudia pripisovali zemetraseniu božskú zúrivosť, Thales sa jej snažil dať racionálnejší základ. Podľa neho sa zem vznáša na rozľahlých vodách a zemetrasenie sa vyskytne, keď sa voda stane turbulentnou. Thales tiež vyhlásil, že všetko na zemi vzniklo z vody. Podľa jedného zdroja bol Thales slobodný a nikdy sa neoženil. Keď bol mladší, hovoril, že je príliš skoro na to, aby sa oženil a neskôr sa vrátil k svojmu vyhláseniu a povedal, že je už príliš neskoro. Z rodiny prijal synovca Cybisthusa. Podľa iného zdroja bol ženatý s matkou Cybisthusa, ale asi to nie je pravda. Podľa Plutarcha, keď sa Solon na návšteve Thalesa spýtal, prečo sa neoženil, Thales mu povedal, že sa nechce starať o výchovu detí. Podľa kroniky Apollodorov v Aténach Thales utrpel tepelný šok počas pozorovania 58. olympiády v rokoch 548 až 545 pred našim letopočtom a zomrel vo veku 78 rokov.

Dnes je spomínaný ako prvý človek v západnej civilizácii, ktorý sa zapojil do vedeckej filozofie a pokúša sa vysvetliť svetový jav skôr prostredníctvom vedy než mytologický. Je pravdepodobné, že založil školu Milesian, školu myslenia. Z astronómie radil, aby sa hviezdári sústredili pri meraní na súhvezdie Ursa Minor a nie na Ursa Major. Thales považoval magnety za živé veci, ktoré majú dušu, vďaka čomu sú schopné priťahovať železo. Najstaršia praktická aplikácia magnetizmu bola prevedená v kompase, ale jeho pôvod zostáva záhadou. Niektorí historici veria, že to bola používané v Číne, tak ďaleko do minulosti, až sa to zdá nepravdepodobné v 26. storočí pred našim letopočtom. Iní tvrdia, že to bolo vynájdené Talianmi či Arabmi v priebehu 13. storočia nášho letopočtu. Najstaršia existujúca referencia je od Alexandra Neckam z Anglicka, ktorý žil v rokoch 1157 až 1217.

Prvé experimenty s magnetizmom sa prisudzujú Peter Peregrinus z Maricourt, francúzskemu križiakovi a inžinierovi. V jeho texte Epistola de magnete z roku 1269 Peregrinus opísal, že umiestnil tenký železný obdĺžnik na rôzne časti sférického tvarovaného kusu magnetu a označil čiary, pozdĺž ktorých sa sám zastavil. Limky tvorili súbor poludníkov, ktoré prechádzajú cez dva body na protihľadých koncoch kameňa, podobne ako trasy zemepisnej dĺžky na povrchu Zeme pretínajú severné a južné póly. Analogicky, Peregrinus nazval body bodmi pólom magnetu. Ďalej poznamenal, že keď je magnet rozrezaný na kúsky, každý kus má ešte dva póly. Pozoroval tiež, že sa navzájom priťahujú a silnejší magnet môže zvrátiť polaritu slabšieho.

Démokritos z Abdér bol grécky filozof, matematik a atomista, ktorý je rešpektovaný mnohými modernými vedcami a učencami pri formulovaní čo najpresnejšej rannej atómovej teórie vesmíru. Je jedným z najznámejších pred sokratovským filozofom ovplyvnený Leucippusom z Milétoš a navrhol revolučné myšlienky, ktoré boli v rozpore s tými, ktoré sokratoví filozofi ako Platón a Aristoteles. Čo ho odlišovalo od jeho súčasníkov, je fakt

že počas svojho ranného života navštívil mnoho vzdialených krajín a zdieľal nápady s učencami na celom vtedajšom svete, čo by mohlo vysvetliť jeho racionalizmus, humanizmus a lásku k slobode. Veľká časť jeho prác bola stratená alebo sa zachovali iba fragmenty, kvôli čomu sa nikdy nepoznala celková veľkosť jeho vedomostí. Z toho istého dôvodu, je ťažké odlíšiť jeho prácu od práce jeho učiteľa Leucippusa, ktorého existenciu poprel Epicuros, filozofický pokračovateľ Demokrita. Na základe jeho presnosti mnohých filozofických myšlienok ho mnohí považujú za „otca modernej vedy“.

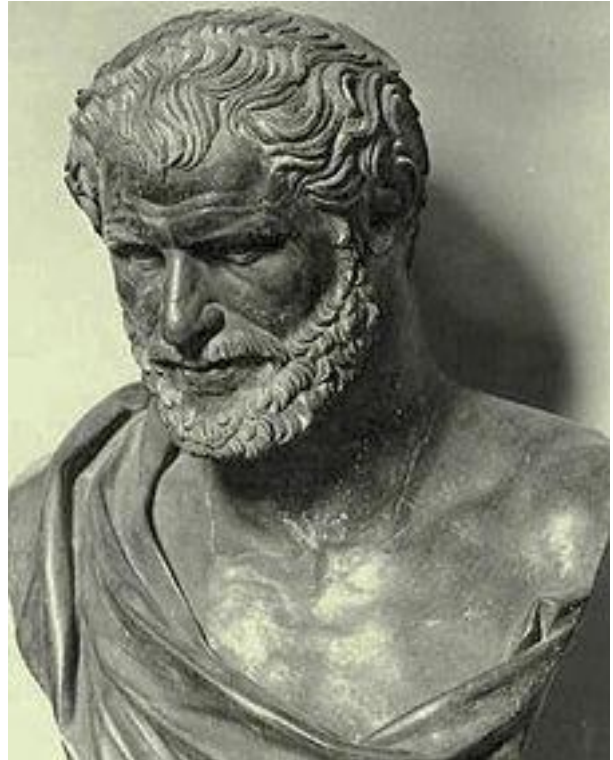
Démokritos sa narodil počas 80. olympiády v rokoch 460 až 457 pred našim letopočtom, aj keď niektorí učitelia veria, že sa narodil v roku 470 pred našim letopočtom. Aj jeho miesto narodenia nie je celkom presné. Niektorí tvrdia, že sa narodil v meste Abder v Trácii, niektorí ho považujú za občana Milétu.

Vo všeobecnosti sa predpokladá, že jeho otec pochádzal z bohatej šľachtickej rodiny. Niektoré zdroje tvrdia, že perzský panovník Xerxes ponechal niekoľko darov pre Abder, spolu s niekoľkými mágmi, o ktorých sa hovorí, že ho naučili astronómii a teológii. Po smrti svojho otca sa rozhodol utradiť svoje bohatstvo v snahe získať vedomosti a múdrosť a vydal sa na cestu do vzdialených krajín. Navštívil Egypt, Perziu, Etiópiu a časť Ázie a údajne cestoval až do Indie.

Podľa gréckeho historika Diodora Siculusa zostal počas svojej návštevy v Egypte asi päť rokov. Vo svojich spisoch sám uviedol a ocenil egyptských matematikov za svoje hlboké vedomosti. Vzhľadom na skutočnosť, že napísal o Babylone a Meroe, sa predpokladá, že na týchto miestach strávil istý čas. Okrem toho sa hovorí, že sa stretol s chaldejskými mágmi. Dokonca aj po návrate do Grécka pokračoval v cestovaní po celej krajine, aby sa lepšie oboznámil s jeho kultúrami. Počas tejto doby strávil veľa bohatstva, aby získal spisy veľkých gréckych filozofov a študoval, čo ďalej rozšírilo jeho poznatky o prírodnej filozofii. Démokritos sa nakoniec vrátil do svojej vlasti, Abder, po tom, čo sa mu minuli peniaze ho prijal jeho brat Damosis. Aby sa vyhol zákonu Abder, ktorý potrestal tých, ktorí premrhali svoje dedičstvo tým, že ich zbavili obradov pohrebu, začal robiť prednášky, aby si získal náklonnosť ľudí. So svojimi hlbokými vedomosťami o rôznych prírodných javoch dokázal úspešne napredovať, keď predpovedal zmenu počasia, čím si získal obdiv miestnych obyvateľov. I keď bol obľúbený medzi občanmi, vyhýbal sa účasti na verejných záležitostiach a viedol veľmi jednoduchý a skromný život a venoval sa štúdiu.

Mal veľký zmysel pre humor, pre ktorý sa stal známym ako „Smiešny filozof“ a vedel sa dobre pobaviť na ľudskej hlúposti.

Zástanci atómovej teórie sa viac zaujímali o materiálnu a mechanickú príčinu udalostí a pýtali sa, čo viedlo k vzniku takejto udalosti. Týmto spôsobom stáli v ostrom kontraste s inými gréckymi filozofmi, akým bol Aristoteles a Platón, ktorí sa snažili vysvetliť udalosť



ako účel. Podľa Démokrita je atóm inertná pevná látka, ktorá mechanicky integruje s inými atómami prostredníctvom materiálových väzieb spojených s jednotlivými atómami. Spolu so svojim žiakom Epikukrom ďalej rozpracoval tvar a veľkosť atómov, pričom uviedol, že rôzne materiály majú rôzne tvarované atómy a tvrdili, že atómy sú stále v pohybe.

V porovnaní s ostatnými teóriami času, atomistická teória prichádza pozoruhodne s takmer modernými pojmami vedy, aj keď je viac podobná modernému konceptu molekúl ako atómov. Miesto toho, aby sa opieral o empirický dôkaz, vychádza z pozorovania, že sa všetko nakoniec rozpadne a niekedy sa znovu vytvorí, musia existovať neviditeľné stavebné bloky materiálov, ktoré nikdy neohrozí.

Veľká časť atomistickej hypotézy spočíva v tom, že medzi atómami musí existovať veľké množstvo voľného priestoru, ktoré nazývali „prázdnota“, čo umožňuje dosiahnuť trvalý pohyb atómov. Dutina je tiež potrebná na vysvetlenie existencie kvapalín a plynov, ktoré môžu prúdiť a meniť tvar, a skutočnosť, že kovy môžu byť tvarované do ľubovoľného tvaru bez straty veľkosti.

Jeho koncepcia prvotného vesmíru spočívala v tom, že atómy existovali v stave chaosu skôr, ako sa vzájomne zrážali, aby vytvorili väčšie teleso, aké vidíme okolo nás. Vnímal, že existuje veľa telies (hviezd), ktoré neustále rastú alebo sa zmenšujú a môžu byť zničené v kolízii medzi dvoma takými telesami (svetmi).

Démokritos sa tiež zaoberal štúdiom estetiky, básnickej tvorbe a výtvarnému umeniu. Podľa Thrasyllusa bolo aspoň šesť jeho diel o estetike ako aj o disciplíne, ale z mnohých zostali iba fragmenty. Mnohí poprední učenci sa odvolávali na jeho práce z matematiky z oblasti teórie čísel, geometrie, iracionálnych čísel a trigonometrie, čo dokazuje skutočnosť, že bol priekopníkom v matematike a geometrii. Je známe, že odpozoroval, že kužeľ alebo pyramída má jednu tretinu objemu valca alebo hranolu s rovnakou základňou a výškou.

Rozvinul vedomosti v oblasti rastlín a minerálov tým, že experimentoval ich účinky na vlastnom tele a potom zaznamenal tieto zistenia v mnohých knihách. Niektoré z jeho diel sú: „O prírode a človeku“, „O rýchlosti“, „Príčiny týkajúce sa zvierat“. Tu popísal prvých ľudí, ktorí sa podobali na zvieratá, chýbal im jazyk a predstava o spoločensťve. Podľa neho, boli potom nútení vytvoriť skupiny na obranu pred predátormi, rozvinul sa jazyk a dozvedeli sa o rôznych veciach na základe pokusov a omylov.

Pokiaľ ide o jeho názor na etiku a politiku, je známe, že podporoval myšlienku demokracie a tvrdil, že mocní by mali pomáhať chudobným a liečiť ich so súcitom. Je však dôležité poznamenať, že pri rovnosti nezahŕňa ženy ani otrokov, hoci sa sám vyjadril, že sloboda je lepšia ako otroctvo. Bol proti hromadeniu peňazí pre svoje potomstvo a pohrdal tými, ktorí zarobili peniaze nečestným spôsobom. Bol proti násiliu, ale vojnu alebo popravu zločínca alebo nepriateľa bral podľa potreby.

Démokritos zostal slobodný po celý život a venoval sa štúdiu rôznych filozofických náuk. Hovorí sa, že žil viac ako sto rokov podľa určitých zdrojov, hoci podľa Diodora Siculusa zomrel vo veku 90 rokov, približne v roku 370 pred našim letopočtom. Bol rešpektovaný väčšinou svojich súčasníkov. Platón, jeden z najslávnejších gréckych filozofov, ho však nenávidel až natoľko, že si želal, aby boli všetky jeho knihy spálené.

Prvá diskusia, ktorá začína vyzerať ako vedecké vysvetlenie, môžeme nájsť v práci De Rerum Natura, (povesti o veci) od Lucretiusa. Narodil sa v roku 98 p. n. l., a zomrel v roku 55 p. n. l., ale zhrnul názory Epicurusa (342 – 270) p. n. l., ktorý bol nasledovateľom Démokrita. Všetci verili tomu, že všetko je zložené z atómov. Démokritos sa domnieval, že

atómy sledujú prirodzené zákony, ale Epicuros si myslel, že by mohli pohybovať trochu slobodnejšie. Domnievali sa, že aj duša je zhotovená z atómov, ktoré sa po smrti rozpadnú, takže vylučovali posmrtný život. Lucretius konštatuje pri opise výroku Thalesa „že kameň priťahuje železo“, že drobné častice vychádzajúce z kameňa sa zbavujú vzduchu a následne nasávajú železo. Toto vysvetlenie má však zjavné nedostatky, ktorými sa Lucretius zaoberá. Prečo kameň nepriťahuje zlato, má vysvetlenie, že zlato je príliš ťažké, takže sa nehýbe. Vezme do úvahy drevo. To je ťahké, že tok atómov prechádza priamo cez drevo, takže sa neodrazí a nevznikne vzduchoprázdno medzi oboma telesami.

Galen (130 – 200) nášho letopočtu, slávny anatóm a doktor, ktorý hovoril, že Epicuros tvrdil, že atómy prúdiace z kameňa sú spojené práve s tými, ktoré tečú zo železa. Galen ale pokračuje , že nevidí dôvod, prečo by mal tomu niekto veriť.

Ide o skutočné pokusy vysvetliť prirodzeným spôsobom túto udalosť. Citovanie Plinya (23 až 79) nášho letopočtu v diele „Aký fenomén je úžasnejší? Kde príroda preukázala väčšiu života schopnosť? Pre železo, tlmiace všetky látky, je priťahované k magnetu nejakou nehmotnou priťazlivosťou, a ako sa blíži, robí priam skoky k magnetu.“ Plinyus, mimochodom tvrdí, že meno „magnet“ pochádza od pastiera Magnesa, ktorý našiel svoje železo prichytené na topánkach. Zdá sa, že názov pochádza z regiónu Magnesia, miesta, kde sa nachádza prirodzená magnetická ruda.

Svätý Augustín povedal, že bol ohromený, keď po prvýkrát videl, ako magnet zdvihne reťaz prstencov, ktoré sú navzájom spojené magnetickou priťazlivosťou. Ešte viac bol prekvapený, keď biskup posunul trochu železa okolo striebornej dosky tým, že pod ním posúval magnet. Bol zmätený, keď zistil, že kameň na rozdiel od jantáru, nepriťahuje slamku, a preto sa jasne rozlišuje medzi elektrickou energiou a magnetizmom. Taktiež napísal, že čítal, že diamanty robia magnety, ktoré fungujú menej dobre, ale vôbec to nevidel na vlastné oči. Sv. Augustín skutočne využíval tieto magnetické javy na obranu zázrakov, lebo skeptici vždy tvrdili, že sú nepravdivé, pretože sa nedali vysvetliť, ani magnetická priťazlivosť sa nedala vysvetliť.

V nasledujúcich storočiach sa v tejto oblasti nedosiahol takmer žiaden pokrok okrem spomenutého kompasu. Až v 16. storočí sa začal seriózne zaoberať magnetizmom William Gilbert. Bol prvý, kto skutočne a jasne pochopil, že samotná Zem je obrovský magnet. Gilbertov záujem o koperníkovú teóriu nesúvisel s jeho záujmom o magnetizmus. Galileo po oboznámení s jeho knihou De Magnete, vyhlásil Gilberta za pozoruhodného a jedného z prvých priekopníkov. Možno to bolo aj preto, že Giardino Bruno prednášal v roku 1580 na Oxforde.

William Gilbert (24. 5. 1544 - 30. 11. 1603), sa narodil v Colchesteru, Jeromemu Gilbertovi, okresnému kronikárovi. Vzdelania získal na St. College v Cambridge. Po získaní doktorátu v Cambridge v roku 1569 si založil lekársku prax v Londýne a cestoval po krajine. V roku 1573, bol zvolený za člena Royal College of Physicians. V roku 1600 bol zvolený za predsedu kolégia. Bol osobným lekárom kráľovnej Alžbety I. od roku 1601 až do jej smrti v roku 1603 a potom kráľ James VI. si ho ponechal ako osobného lekára.

Jeho primárna vedecká práca bola inšpirovaná prácami Roberta Normana. Jeho práce „De Magnete“, Magneticisque Corporibus a Magno Magnet Tellure“, mu vyšli knižne v roku 1600. V tejto práci opisuje mnohé z jeho experimentov so svojím pomocníkom Terelom. Z týchto experimentov dospel k záveru, že Zem je sama o sebe magnetická, a že to bol dôvod, prečo kompasy ukazujú na sever. Bol prvý, kto správne tvrdil, že stredom Zeme je železo a považoval za dôležitú súvisiacu vlastnosť magnetov, že môžu byť rezané, z ktorých každý

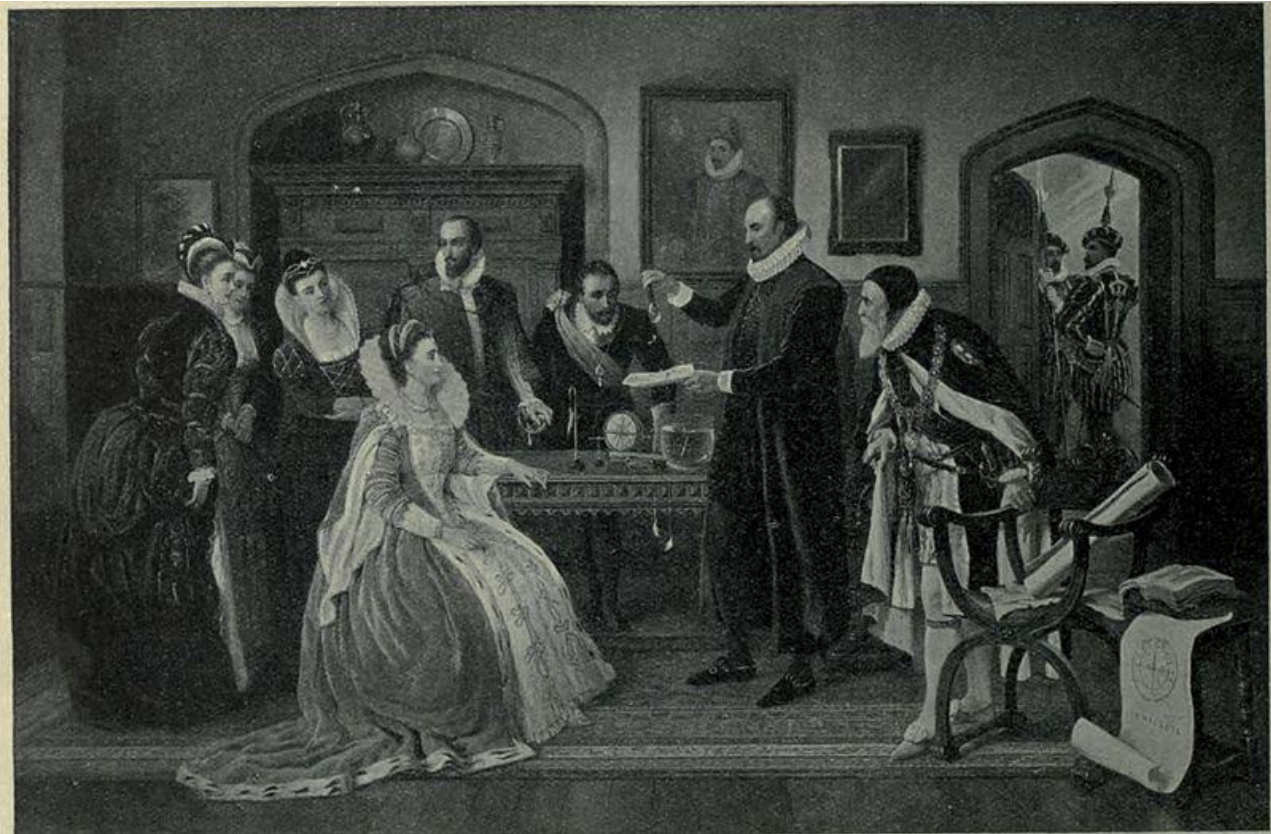
tvorí nový magnet so severným a južným pólom. Argumentuje i na podporu striedania sa dňa a noci rotáciou Zeme okolo vlastnej osi. Tiež sa domnieval, že hviezdy menia svoju vzdialenosť a nie sú pevne na jednom mieste.



Anglické slovo „Elektricity“ sa po prvýkrát požilo v roku 1646, ktoré Sir Thomas Browne odvodil od latinského electricus, ktorý použil Gilbert pre názov jantáru. Rozpoznal, že trenie s týmto predmetom odstráni tzv. „effluvium“, čo by spôsobilo atraktívny efekt pri návrate k objektu, hoci si neuvedomil, že látka (elektrický náboj) bola univerzálna pre všetky materiály. Vo svojej knihe študoval aj statickú elektrinu pomocou jantáru, pričom jantár sa nazýva v gréckom jazyku elektron, a preto sa Gilbert rozhodol nazvať svoj efekt elektrickou silou. Zhotovil prvý elektrický merací prístroj „elektroskop“, vo forme otočnej ihly, ktorú nazval „versorium“.

Gilbert tvrdil, že elektrina a magnetizmus nie sú to isté. Pre dôkazy (síce nesprávne) poukázal na to, že zatiaľ čo elektrická príťažlivosť zmizla vysokou teplotou, magnetická príťažlivosť sa nestratila. Hans Christian Orsted a James Clerk Maxwell ukázali, že obidva účinky sú aspekt jednej sily „elektromagnetizmu“.

Gilbertov magnetizmus bol neviditeľnou silou, ktorú mnohí ďalší prírodovedci pochopili nesprávne. Poukázal na to, že pohyb oblohy je spôsobený rotáciou Zeme, a nie rotáciou sfér, dvanásť rokov pred Galileom, ale 57 rokov po Koperníkovi, ktorý to opísal v roku 1543. Gilbert sa pokúsil urobiť mapu povrchu na Mesiaci v roku 1590. Jeho graf, vyrobený bez použitia ďalekohľadu, ukázal obrisy tmavých a svetlých škvŕn na Mesiaci. Veril, že svetlé škvŕny na Mesiaci je voda a tmavé škvŕny je pevnina.



Gilbert robí experimenty pred kráľovnou Alžbetou I.

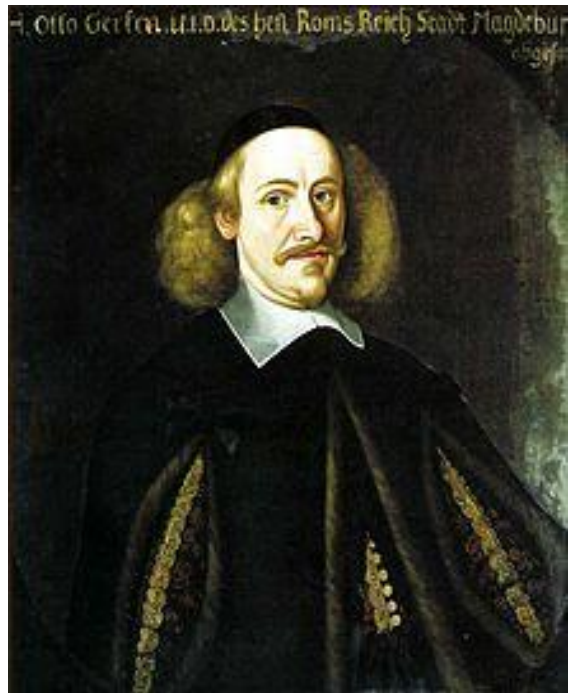
V knihe „De Mundo nostro Sublunari Philosophia nova“ (nová filozofia nášho sublunárneho sveta) vydaná po jeho smrti v roku 1631 už zreteľnejšie vyjadruje príťažlivosť jedného telesa k druhému. Sila, ktorá vychádza z Mesiaca, zasahuje do pohybu Zeme a sila Zeme preniká do oblasti Mesiaca. Obe sa navzájom spájajú a pôsobia podľa pomeru a zhodnosti, ale Zem má väčší účinok v dôsledku svojej hmoty odpudzuje a priťahuje Mesiac v určitých medziach, aby mohli ako magnetické telesá pokračovať v nepretržitom kurze. Gilbert strávil 17 rokov experimentovaním s magnetizmom a v menšej miere s elektrickou energiou. Je pozoruhodné, že sa mu nepodarilo nájsť elektrickú odpudivosť.

Gilbert zomrel 30. novembra 1603 v Londýne, pravdepodobne na morovú chorobu a pochovaný je v rodnom Colchestri.

V priebehu 17. a na začiatku 18. storočia, keď sa vyvíjali lepšie zdroje náboja, sa štúdium elektrických efektov stalo čoraz obľúbenejšími. Prvý stroj na generovanie elektrickej iskry bol postavený v roku 1663 a jeho tvorcom bol Otto von Guericke, nemecký fyzik a inžinier. Guerickeho elektrický generátor pozostával zo sírovej gule na drevenom hriadeli. Guľa mohla byť otáčaná jednou alebo druhou rukou. Trením gule sa nabila elektrostatickou energiou a guľa potom striedavo priťahovala a odpudzovala ľahké predmety na podlahe.

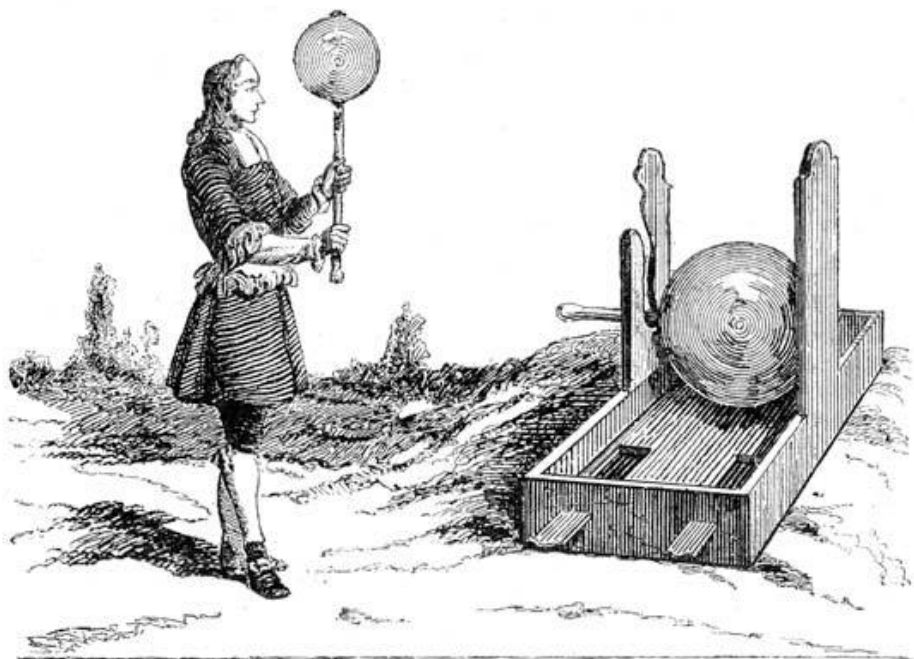
Otto von Guericke sa narodil ako jediný syn 15. januára 1602 manželskému páru Hansa Guericke (1555 – 1620), ktorý bol predsedom mestskej rady a neskôr starostom Magdeburgu a bohatej dcéry Anny von Zweydorff z Brunswicku (1580 – 1666). Jedným z jeho viacerých odkazov na Brunswick je, že Otto získal štipendium od starého otca z matkinej strany.

Študoval v rokoch 1617 až 1619 na univerzite v Lipsku na Filozofickej fakulte a niekoľko týždňov na univerzite Helmstedt a právo na univerzite v Jene od roku 1621 do 1623. Po štúdiu nasledovali vzdelávacie výlety po Anglicku a Francúzsku. V novembri 1625 sa vrátil do Magdeburgu. Dňa 18. 8. 1626 sa oženil s Margaréte Alemannovou, dcérou radcu Jacoba Alemanna. Mali spolu tri deti. V tom istom roku bol zvolený za člena rady v rodnom meste. Ako radca prevzal funkciu staviteľa a prípadne obrany v rokoch 1629 a 1630 skutočným patrónom. Po zničení mesta v roku 1631 nastúpil ako inžinier pevnosti v Erfurte a od roku 1632 v Magdeburgu vo švédskych službách. V rokoch 1636 až 1646 pracoval aj v Magdeburgu vo volebnom obvode Saska. V roku 1646 bol zvolený za starostu starého mesta Magdeburg. V roku 1652 sa po siedmich rokoch po úmrtí manželky oženil s Dorotheou Lentke, dcérou Steffana Lentkeho. Toto manželstvo bolo bezdetné.



V roku 1645, inšpirovaný diskusiou o astronómii, začal skúmať vzduchoprázdno, pre ktoré sa mal stať slávnym. Začal sa venovať experimentovaniu a asi v roku 1650 vynášiel vzduchové čerpadlo na odsávanie vzduchu, pretože sa zaujímal o astronómiu a vedel, že planéty sa pohybujú vo vzduchoprázdne a chcel sa pokúsiť reprodukovat' tento stav na zemi. Podarilo sa mu zhotoviť čerpadlo na odčerpávanie vzduchu z rôznych nádob. Už v roku 1656 začal korešpondovať s profesorom filozofie a matematiky na univerzite vo Würzburgu. V roku 1657 publikoval Caspar Schott svoju prácu „Mechanica hydraulico – pneumatica“, ktorá zahŕňala prílohu „New Magdeburg experiment“. Táto príloha bola prvou nepriamou publikáciou Otto Guericke.

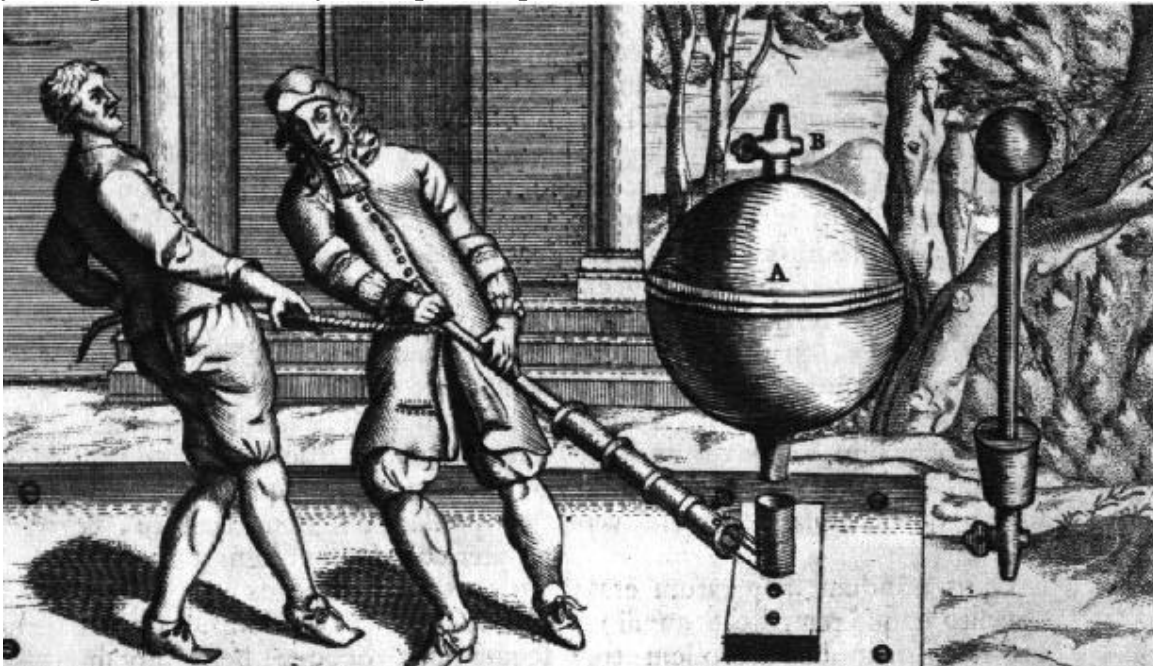
Otto si myslel, že gravitačná atrakcia bola elektrickej povahy a na základe Gilbertovej magnetickej zeme, Guericke v roku 1663 vyrobil elektrický stroj, ktorý pozostával zo sírovej gule veľkosti hlavy s drevenou osou v strede. Konce osi spočívali na podpere, takže guľa sa ľahko otáčala. Ak sa potom pri rotácii trela rukou



alebo kožou, zistil, že

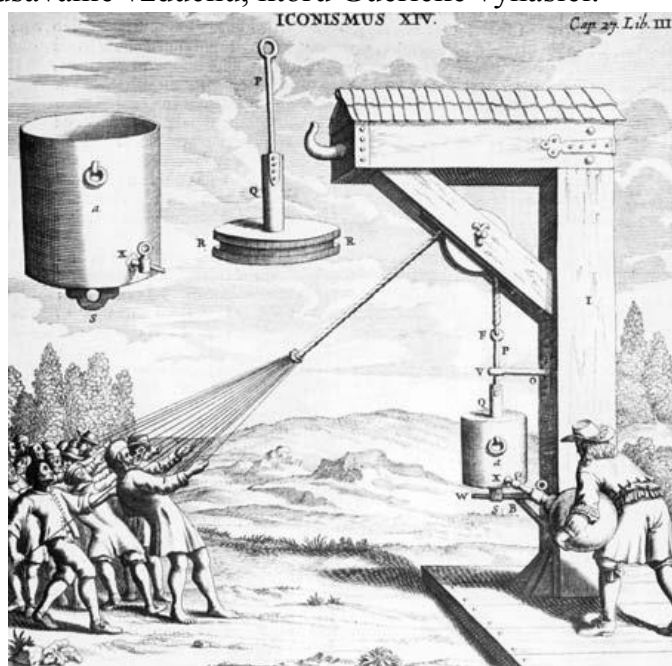
príťahuje k sebe ľahšie papiere, perie a iné nečistoty na podlahe. Zistil tiež, že akonáhle sa perie dotkne zeme, bolo odpudzované.

V roku 1664 Caspar Schott uverejnil ďalšiu prácu „Technica curiosa in Würzburg“. Obsahuje druhú publikáciu Guericke. V roku 1663 dokončil rukopis „Experimenta Nova“, ale knižne bola vytlačená až v roku 1672 v Amsterdame. Dňa 4. januára 1666 ho cisár Leopold I. povýšil a zmenil priezvisko na Otto von Guericke, aby ho mohol správne vysloviť zahraničný diplomat, pretože francúzsky jazyk bol jazykom diplomatov. Jeho hlavným prínosom bol vedecký základ vákuovej technológie. Študoval vlastnosti vákua v rôznych experimentoch a vytvoril preň i aplikácie.



Na obrázku je vidieť činnosť pumpy na odsávanie vzduchu, ktorú Guericke vynášiel.

Na verejnosti demonštroval silu tlaku vzduchu, najmä jeho veľkolepí pokus z roku 1654 v Reichstagu v Regensburgu za prítomnosti cisára Ferdinanda III. Mal vyrobené veľké poglobule, vyrobené z medi, ktoré boli spojené pomocou tesnenia a pumpou čiastočne vyčerpaným vzduchom. Ku každej poglobuli sa zapriahli štyri kone, ale nepodarilo sa im tieto poglobule od seba oddeliť. Keď otvoril ventil a do vnútra vnikol vzduch, tak poglobule sa oddelili samé vlastnou váhou. Ďalším pokusom bol valec s pohyblivým piestom. Na piest bolo pripevnené lano, ktoré prechádzalo cez kladku a lano ťahalo 50 chlapov. Keď začal odsávať z valca vzduch, tak piest sa začal vťahovať do valca a neudržalo ho ani 50 chlapov, pretože atmosferický tlak bol silnejší.



V roku 1632 urobil kompletnú mapu rodného mesta. V radnici Magdeburg zhotovil aj vodný barometer s dĺžkou 10 metrov. V roku 1660 predpovedal víchricu, ktorá skutočne prišla. Guericke je tiež známy novými poznatkami z oblasti elektrickej energie. To je založené na experimentoch, ktoré po prvýkrát publikoval v roku 1672 so sírovou guľou, na ktorej sa pokúšal preukázať pôsobenie kozmických síl. Tu spomenul okrem iných javov aj odpudzovanie. Jeho experimentálne zariadenie je niekedy opísané ako prvý „elektrický stroj“. Zaoberal sa astronómiou a bol prvý, kto tvrdil, že čas návratu kométy musí byť určený. V roku 1676, odmietol zo zdravotných dôvodov prevziať funkciu starostu. V roku 1678, ho rada vyhlásila za emeritného starostu. V roku 1681, vypukla v Magdeburgu epidémia, a tak sa presťahoval k synovi do Hamburgu. V Hamburgu v roku 1686 Guericke zomrel a po prevezení do Magdeburgu bol 2. 7. 1686 pochovaný v kostole Sv. Jána vedľa svojej prvej manželky.

Stephen Gray, britský chemik, zistil, že elektrina môže prúdiť aj na väčšiu vzdialenosť v roku 1729. Podarilo sa mu preniesť elektrickú energiu na vzdialenosť asi 250 metrov pomocou kovového drôtu zaveseného na hodvábnych nitiach. Gray dospel k názoru, že elektrická energia nepodlieha gravitácii a prúdi všade.

Stephen Gray sa narodil v decembri 1666 v Cantenbury v Kente a po základnej školskej dochádzke sa učil u otca v obchode s farbami na farbenie látok. Zaujímal sa o prírodné vedy a najmä o astronómiu. Podarilo sa mu vzdelávať v týchto nových disciplínach, najmä prostredníctvom bohatých priateľov z okolia, ktorí mu dovolili prístup k ich knižniciam a vedeckým prístrojom. V tej dobe bola veda veľmi drahým koníčkom.

Zhotovil si vlastné šošovky a postavil si svoj vlastný teleskop a pomocou neho urobil niekoľko drobných objavov najmä z oblasti snečných škvŕn, a získal si uznanie pre svoje pozorovanie. Niektoré z jeho správ vydala i Kráľovská spoločnosť prostredníctvom agentúry Henryho Hunta, ktorý bol členom sekretariátu spoločnosti. John Flamsteed, bol prvým anglickým astronómom Royal, ktorý budoval nové observatórium v Greenwich. Gray mu pomohol s mnohými pozorovaniami a výpočtami a stali sa priateľmi, čo nebolo pre Grayho dobré, lebo Flamsteed bol vo veľkom spore s Newtonom, ktorý predsedal Kráľovskej spoločnosti a tak sa dostal aj on do jeho nemilosti.



Gray pracoval aj na druhej hvezdárni, ktorá sa stavala v Cambridge, ale bola zle riadená a nakoniec celý projekt zlyhal. Gray sa vrátil naspäť k otcovi a pomáhal mu farbiť látky. V Londýne začal pomáhať Dr. John Theophilus Desaguliers, jednému z členov Kráľovskej spoločnosti, ktorý pôsobil ako vedecký konzultant a prednášal po celej krajine o nových vedeckých objavoch. Gray nemal s toho žiadnu finančnú podporu od Desaguliers, ale ten mu poskytol ubytovanie. Keď bol penzión, kde býval zbúraný pre stavbu mosta, chudoba Grayho zasiahla ešte viac. V roku 1720 sa vďaka úsiliu Johna Flamstreda a sira Hansa Sloane, podarilo získať dôchodok a byt v Charterhouse v Londýne. Počas tejto doby začal znovu experimentovať so statickou elektrinou pomocou sklenenej trubice ako tretieho

generátora. Jednu noc si v izbe všimol, že korok na konci sklenenej trubice, ktorý slúžil na to, aby sa do trubice nedostala vlhkosť a

nečistoty, vytvoril silu na pritiahnutie malých kúskov papiera a smeti, keď bola rúrka trená. Keď do korku zatlačil tenkú paličku, náboj sa prejavil aj na konci tejto paličky. Sila prechádzala aj guľičkou zo slonoviny, ktorú prilepil na koniec tenkej paličky. Potom sa pokúšal postupne predĺžiť dosah sily na priťahovanie papierikov pomocou dlhých palíc a dlhšieho olejového knota na konci, ktorého bola uchytená guľička zo slonoviny. Guľička bola schopná pritiahnúť papieriky rovnako. Ako keď bola prilepená na tenkej paličke. V najbližších dňoch zväčšil dosah pomocou drôtu (v tom čase sa ešte kov nepovažoval za vodič), a zistil, že silu elektrickej energie bude možno prenášať z balkóna na dvor. Zistil, že elektrickej energii nevadí, keď sa pohybuje okolo stočenej špirály a nie je ovplyvnená ani gravitáciou, lebo stúpa z doľa na hor.

Zistil, že hodváb neprenáša elektrinu tak dobre ako drôt. Potom medzi 30. júnom a 2. júlom 1729 v Kente rozšíril túto prvú elektrickú sieť a urobil mnoho nových objavov. Na návšteve reverenda Granvillea Whelera, bohatého člena Kráľovskej spoločnosti a príbuzného Flamstreda, obaja muži rozšírili vedenie prostredníctvom zábradlia, ktoré sa tiahlo hore dolu po rozsiahlej galérii.

Gray a Wheler v tomto procese zistili, že je dôležité izolovať vodič voči zemnému kontaktu s použitím hodvábu na zavesenie vodiča z drôtu. V nasledujúci deň vytiahli vedenie z domovej veže do záhrady a potom rozťahli vedenie do vzdialenosti asi 250 metrov. Wheler to ohlásil mnohým svojim známym z Kráľovskej spoločnosti a Gray popísal všetky podrobnosti v liste John Desaguliers. Z týchto experimentov vzišlo poznanie, že vedenie elektrickej energie vyžaduje vodič a izolátor. Francúzski vedci Abbé Nollet a Charles Francis de Cisternay du Fay, navštívili Grayho a Whelera v roku 1732, videli experimenty a vrátili sa do Francúzska, kde du Fay formuloval prvú komplexnú teóriu elektrickej energie nazvanú teóriu dvoch prúdov. Jeden nazval „vitreous“ čo v latinčine znamená sklo ako pozitívnu a elektrickú energiu „resinous“, živcovú ako negatívnu elektrinu. Túto teóriu podporoval aj Abbé Nollet a prijatá bola väčšinou experimentátorov v Európe na určitý čas. Neskôr bola nahradená myšlienkami anglických experimentátorov Beavis a Watson, ktorí korešpondovali s Benjamínom Franklinom z Philadelphie. Spoločne navrhli teóriu jedнопrúdovej elektriny s dvoma stavmi, ktorú neskôr Watson nazval pozitívnym a negatívnym prúdom. Túto myšlienku podporilo vynájdenie Leyden fľaše. Dnes vieme, že obe teórie boli nesprávne.

Gray pokračoval v ďalších elektrických objavoch, z ktorých je najzreteľnejšia elektrická indukcia (prenáša elektrický náboj v zavesenom objekte bez priameho kontaktu). Tento experiment bol široko známy v Európe ako „Flying Boy“. Chlapec bol zavesený na hodvábných šnúrach, potom Gray priniesol svoju sklenenú rúru ako statický elektrický generátor a priblížil sa ku chlapcovým nohám, no bez priameho dotyku a Gray poukázal, že chlapcova tvár a ruky priťahujú malé papieriky. Gray si určite uvedomil, že fenomén elektrickej vodivosti je rovnaký ako blesk.

Gray sa dočkal uznania až po Newtonovej smrti, ale ani tak sa nemohol stať členom Kráľovskej spoločnosti, lebo nemal dostatok peňazí na poplatok za vstup. Mnohé z jeho pokusov boli prevzaté a stali sa súčasťou repertoáru Johna Desaguliersa. Sloane sa aktívne podieľal na podpore Gray, ktorý získal prvú medailu Dopley v roku 1731 za svoju prácu na vodičoch a izolantoch a v roku 1732 druhú za experimenty z indukcie. V roku 1732 ho Kráľovská spoločnosť uznala za čestného člena. Gray zomrel 7. februára 1736 ako 69 ročný. Grayové práce mali tendenciu jednoduchých objavov a z toho dôvodu niektorí

historici majú tendenciu prehliadať jeho dielo. Faktom je i to, že v tom čase nebola elektrina považovaná za dôležitú.

Od polovice 18. až do začiatku 19. storočia vedci verili, že elektrická energia z dvoch prúdov. V roku 1734 du Fay zopakoval experimenty Gray a všimol si, že lístok zo zlata najskôr rúrka pritiahne a získa elektrinu, ktorá sa k nej presťahuje a následkom toho hneď odpudí, ale aj keď je takto udržovaná vo vzduchu, je šanca nato, že niektoré kúsky stratia elektrickú energiu a následne ho znova pritiahne rúrka, ktorá ju po jej odovzdaní novej elektrickej energie opäť odpudzuje, čo pokračuje tak dlho, kým rúrka disponuje elektrickou energiou. Rovnaký efekt neskôr analyzoval aj Franklin.

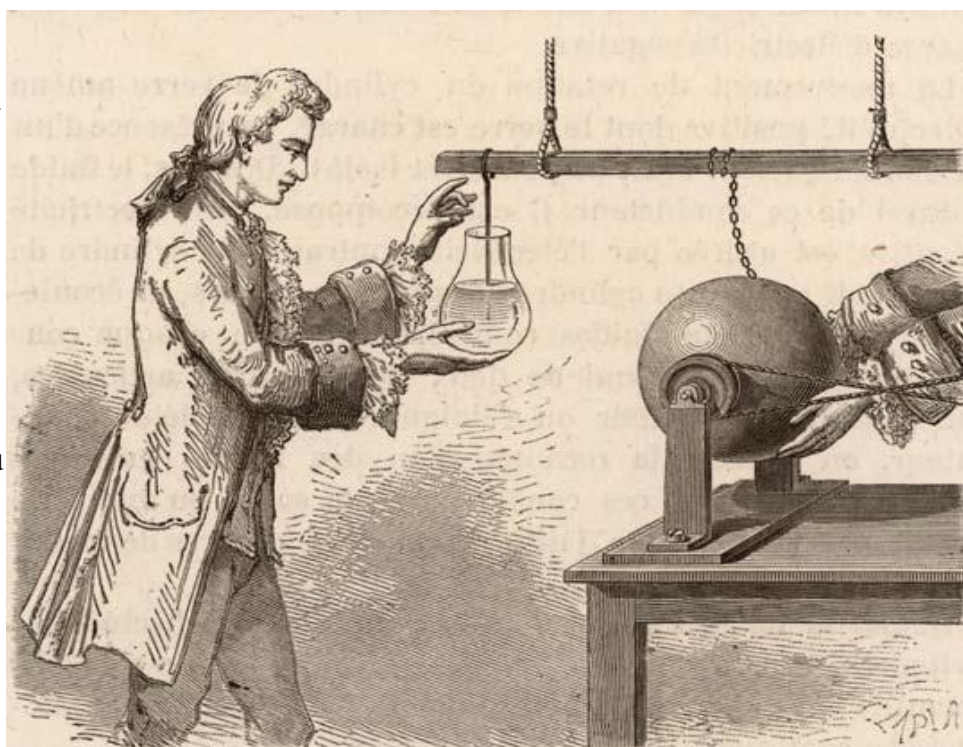
V roku 1746 boli elektrostatické generátory dostatočne vylepšené, aby neboli pre obsluhu nebezpečné. Pieter van Musschenbroek, profesor fyziky v meste Leyden v Holandsku, sa snažil ukladať elektrickú energiu do nádoby naplnenej vodou s kovovou fóliou okolo vonkajšieho plášťa. Toto usporiadanie sa ešte aj dne nazýva Leydenská fľaša. Keď sa dotkol súčasne obsahu nádoby a vonkajšieho obalu, aby zistil či je elektrina skutočne uložená, dostal silný elektrický úder. Experiment potom ešte zopakoval pred viacerými svedkami. Samozrejme, takýto dramatický experiment bol vo veľkej miere kopírovaný a zlepšený, keď sa zistilo, že ľudia môžu byť šokovaní v pároch a dokonca v celom reťazci prítomných.

Ewald Georg von Kleist (10. 6. 1700 – 11. 12. 1748), bol nemecký právnik, luteránsky duchovný a fyzik. Narodil sa vo Vietzow v Poľsku a vyštudoval právnickú vedu na univerzite v Lipsku a na univerzite v Leyden sa začal zaoberať elektrickou energiou pod vplyvom Willema Gravesande. V rokoch 1722 až 1745 bol dekanom katedry v Kammin v Pruskom kráľovstve, po ktorom sa stal predsedom kráľovského súdu v Köslin.

Dňa 11. 10. 1745 vynášiel Kleistiskú nádobu, ktorá mohla ukladať elektrickú energiu vo väčších množstvách. Tento objav oznámil skupine berlínskych vedcov a správa bola odoslaná nie správnom podaní na univerzitu v Leyden, kde bola ďalej

preskúmaná. Tu sa stala všeobecne známa ako Leydenská fľaša, ktorú uviedol Gravesandov študent Pieter van Musschenbroek. Kleist zomrel v Koszalin v Poľsku.

Na obrázku je vidieť prvé prevedenie fľaše pri jej plnení statickou elektrinou. Je to dobová rytina, ktorá zachytáva túto činnosť. Je to prvý kondenzátor používaný v praxi.



Pieter van Musschenbroek (14. 3. 1692 – 19. 9. 1761), bol holandským vedcom, profesorom v Duisburg, Utrecht a Leyden, kde pôsobil ako profesor matematiky, filozofie, medicíny a astronómie. Zdokonalil Kleistovu fľašu, ktorú poznáme pod názvom Leydenská fľaša. Robil priekopnícke práce na tlaku komprimovaných vzpier. Opísal problémy dynamickej plasticity v dokumente z roku 1739.

Narodil sa v Leyden v Holandsku. Jeho otec Johannes a matka Margaretha van Straten sa presťahovali do Leyden. Otec vyrábala prístroje pre vedecké účely, ako sú vzduchové pumpy, mikroskopy a ďalekohľady. Navštevoval latínsku školu do roku 1708, kde študoval jazyky: gréčtinu, latinčinu, francúzsky jazyk, anglicky, nemecky, taliansky a španielsky jazyk. Študoval medicínu na univerzite Leyden a získal doktorát v roku 1715. Absolvoval prednášky John Theophilus Desagulies a Isaac Newton v Londýne. Štúdium filozofie ukončil v roku 1719. V tom istom roku nastúpil

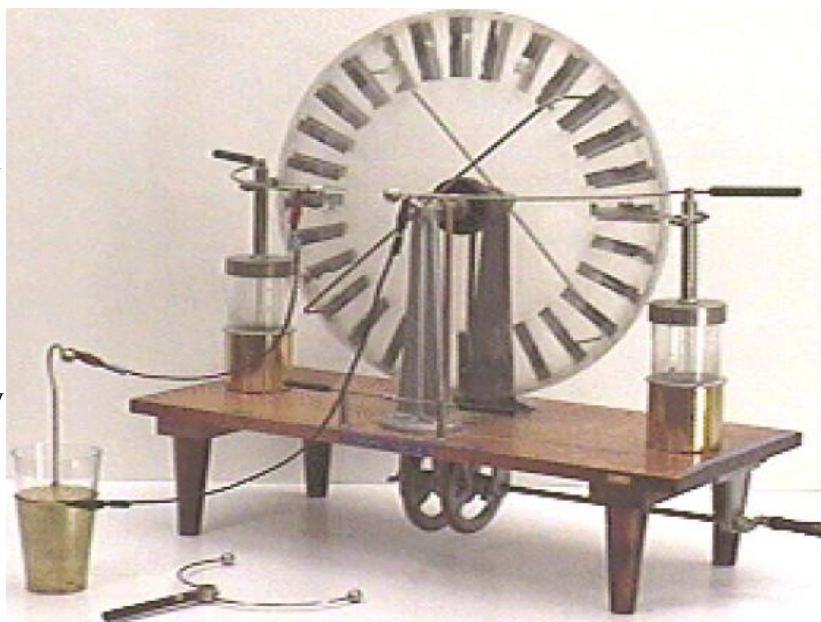


na univerzitu Duisburg ako profesor matematiky a filozofie. Od roku 1721 sa stal profesorom medicíny. V roku 1726 sa stal aj profesorom astronómie. Musschenbrocková práca „Elementa Physica“ uvedená v roku 1726 zohrala dôležitú úlohu pri odovzdávaní myšlienok Newtona na európskom kontinente.

V roku 1723 opustil Duisburg a stal sa profesorom na univerzite v Utrechte. V novembri 1734 bol zvolený za člena Kráľovskej spoločnosti. V roku 1739 sa vrátil do Leyden, kde nastúpil na miesto odchádzajúceho profesora Jacobusa Wittichiusa. Už počas štúdia na univerzite Leyden sa zaujímal o elektrostatiku. V tom čase bola možnosť vyrobiť elektrickú energiu, ale nebola možnosť ju uložiť. Musschenbroek a jeho študent Andreas Cunaeus zistili, že elektrická energia sa dá uložiť. Prístroj na toto uloženie sa skladal zo sklenenej nádoby naplnenej vodou, do ktorej bola umiestnená mosadzná tyč a vonkajším kovovým obalom, spočiatku ho tvorili ruky asistenta. Musschenbroek oznámil tento objav René Réaumur v januári 1746 a Abbé Nollet, ktorý preložil tento list z latinčiny, pomenoval tento objav ako „Leydenovú nádobou“.

V roku 1754 sa stal čestným profesorom na Imperiálnej akadémii vied v Petrohrade. Bol zvolený za zahraničného člena Kráľovskej švédskej akadémie vied v roku 1747. Zomrel 19. septembra 1761 v Leydene.

William Watson, anglický lekár a vedec postavil vylepšený model, ktorá mala na vnútornej a vonkajšej strane kovovú fóliu, aby sa zlepšila jej kapacita.



Tento prístroj na obrázku

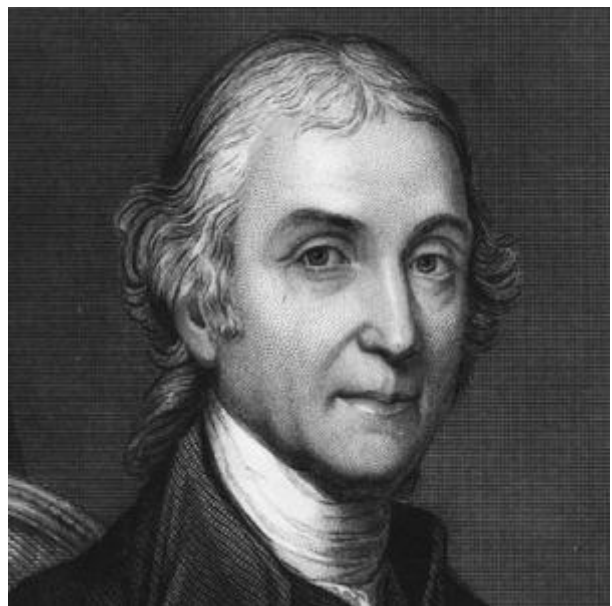
uviedol v roku 1747. Leydenská nádoba zvýšila popularitu štúdia elektrostatiky. Čoskoro začali robiť experimenty pomocou Leydenskej nádoby na zvieratách i na ľuďoch. Robili pokusy na zvieratách tak, že ich zabili elektrickým šokom a prenášali elektrickú energiu cez vodiče rieku či jazero. V roku 1746 Abbé Jean – Antoine Nollet, fyzik, ktorý popularizoval vedu vo Francúzsku, predviedol pred kráľom Ľudovítom XV. pokus pri ktorom utvoril reťaz zo 180 kráľovských gardistov a nechal nimi prejsť výboj z Leydenskej nádoby.

V Amerike, Benjamín Franklin predal svoju tlačiareň, noviny a almanach, aby mohol tráviť viac času pri experimentovaní elektrostatického výboja. V roku 1752 to dokázal, vymyslel bleskozvod pomocou hodvábného draka počas búrky. Zhromaždil elektrický náboj z oblaku pomocou mokrého povrazu pripevneného ku kľúču a odtiaľ k Leydenskej nádobe. Potom použil nahromadenú elektrinu na vykonanie elektrických experimentov. Franklin vyslovil zákon, ktorý je teraz známy ako zachovanie náboja. Rovnako ako Watson, nesúhlasil s teóriou dvoch prúdov. Franklin tvrdil, že elektrina pozostáva z dvoch stavov v jednom prúde, ktorý je prítomný vo všetkom. Látka môže byť pozitívne nabitá, teda plusová, alebo záporne nabitá, teda mínusová. Franklinová teória o jednom prúde, ktorá sa uznáva pri štúdiu elektrickej energie 100 rokov, je v podstate správna, pretože väčšia časť prúdu je tok elektrónov. Zároveň však základné častice majú negatívne, tak i pozitívne náboje a v tomto zmysle je dvojprúdový obraz Du Fay správny. Vlastnosti zelektrizovaných telies vysvetľuje „dualistická teória“ od Symmera z roku 1759 a predpokladom existencie dvojakej elektriny, dvojakých elektrických množstiev, tzv. kladného a záporného elektrického náboja určitých vlastností (súhlasné elektrické náboje sa odpudzujú, nesúhlasné sa priťahujú), ktoré sa v niektorých látkach, vo vodičoch elektriny, voľne alebo aspoň čiastočne pohybujú.

Joseph Priestley (13. 3. 1733 – 6. 2. 1804), Narodil sa v Bristall Fieldhead, neďaleko Leeds v Yorkshire v Anglicku. Bol duchovným, politickým teoretikom a fyzikom. Narodil sa do kalvínskej rodiny, ktorá tkala bavlnené látky. Priestley získal vynikajúce vzdelanie z oblasti filozofie, prírodných vied, jazykoch a literatúry v Dissentin Academy Daventry. Učil na akadémii, klasickú literatúru a experimentálnu vedu a bol pravdepodobne prvým pedagógom, ktorý vyučoval experimentálnu vedu. V roku 1755 až 1761 pôsobil ako prednášajúci v Needham, Suffolk Nantwich a Cheshire. V roku 1762 sa oženil s Mary Wilkinsonovou, dcérou železiara Isaaca Wilkinsonsa. Spolu mali dcéru a troch synov.

Priestleyov záujem o elektrinu sa zintenzívnil v roku 1765, keď sa stretol s americkým vedcom a štátnikom Benjamínom Franklinom, ktorý ho povzbudil, aby publikoval svoju prácu

„History and Present State of Electricity, (história a súčasný stav elektrickej energie), ktorú uverejnil v roku 1767. V tejto práci použil historický vývoj na to, aby dokázal, že vedecký pokrok závisí viac na zhromažďovaní nových objavov, ktoré niekto objavil, ako od



teoretických predstáv niektorých vedcov. Uprednostňoval fakty pred hypotézami.

Priestley urobil veľa vedeckých objavov. Žil pri pivovare a začal sa zaujímať o plyn, ktorý

vznikal pri kvasení (oxid uhličitý). Pomocou tohto plynu vytvoril perlivú vodu a prvý nealkoholický nápoj. V roku 1774 objavil kyslík a celkovo objavil desať plynov.

Franklin povedal Priestley a zvláštnom zistení, ktorý pozoroval v roku 1775. Problém spočíval v tom, že keď kovová plechovka stála na izolátore a zavesil v blízkosti malý

kúsok korku. Ak bol korok na vonkajšej strane plechovky, bol priťahovaný, nabil sa a potom odrazený, ale ak bol korok vložený do vnútra plechovky bez dotknutia stien plechovky, nevykazoval korok žiaden pohyb k stene. Priestley argumentoval s Newtonovým úkazom, v uzatvorenej guli nie je žiadna

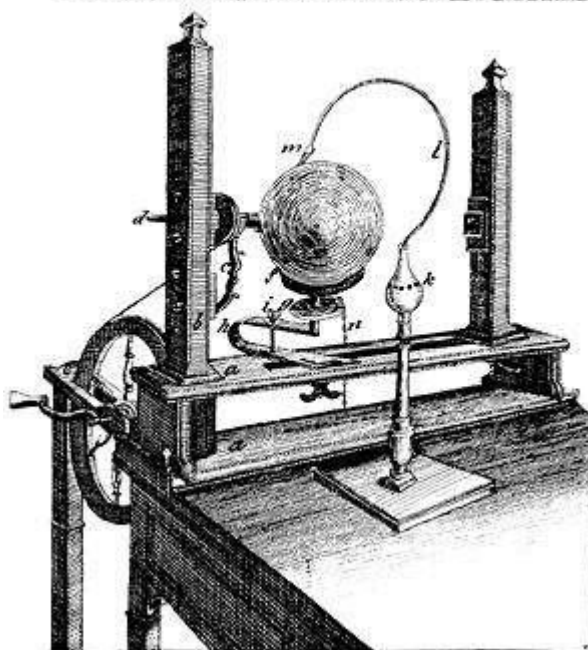
gravitácia a to isté sa udialo i vo vnútri plechovky, kde sa elektrická sila nevytvorila.

Z toho Priestley vyvodil zákon o sil medzi elektrickými nábojmi musí byť rovnaký ako zákon o gravitačnej sile, a že sila medzi nabitými telesami by mala kvadraticky klesať so vzdialenosťou.

Na obrázku je Priestley prístroj na výrobu a uskladnenie elektrickej energie, ktorý bol uvedený v Encyklopédia Britannica v roku 1768. Pomocou kolesa spojeného reťazou cez kladku, stroj otáčal sklenenou guľou, ktorá je trená kusom dutej mosadze naplnenej konským vlasom. Výsledný náboj statickej elektriny sa zhromažďuje na povrchu gule a odvedený je zhlukom drôtov *m* a vedený je mosadzným drôtom *l* do primárneho vodiča *k*, dutej nádoby vyrobenej z leštenej medi.

Zomrel 6. 2. 1804 v Northumberland v štáte Pensylvánia.

Fig. 2.
PRIESTLY'S ELECTRICAL MACHINE



Matematicky sa začala pri objasňovaní elektrických javov rozvíjať od roku 1767 do polovice 19. storočia, keď sa elektrina a magnetizmus stali precíznejšími a kvantitatívnymi vedami. Charles – Augustin de Coulomb založil elektrinu ako matematickú vedu.

Transformoval popisy Priestleyho do základných kvantitatívnych zákonov v elektrostatike a magnetizme. Vyvinul tiež matematickú teóriu elektrickej sily a vynašiel torzné váhy, ktoré použil na meranie sily medzi magnetickými pólmi a medzi elektrickými nábojmi na rôznych vzdialenostiach. V roku 1785 oznámil svoj kvantitatívny dôkaz o tom, že elektrické a magnetické sily sa líšia, napríklad gravitáciou, ak sa vzdialenosti medzi dvoma nabitými telesami zdvojnásobí, elektrická sila medzi nimi sa zníži na štvrtinu. Fyzik Henry Cavendish, ako aj John Robison zo Škótska, kvantitatívne určili tento princíp ešte pred Coulombom, ale svoju prácu nezverejnili.

Charles Augustin de Coulomb (14. 6. 1736 – 23. 8. 1806), je objaviteľom zákona klzného trenia, autorom zavedenia pojmov magnetický moment a priekopníkom náuky o elektrine a magnetizme. Narodil sa v juhofrancúzskom meste Angouleme. V Paríži študoval

matematiku, a v roku 1759 začal štúdium vo vojenskej akadémii a v roku 1761 ju úspešne ukončil. Na začiatku kariéry sa zaoberal mechanikou a 20 rokov pôsobil v armáde na

mnohých miestach, prevažne sa venoval výstavbe opevnení. V roku 1764 ho odvelili na ostrov Martinik a tunajšie nezdravé prostredie mu podlomilo zdravie. Po návrate do Francúzska začal pracovať na svojich najzaujímavejších prácach z oblasti mechaniky.



Na obrázku je Charles Augustin de Coulomb s jeho torznou váhou.

V roku 1773 predstavil v Akadémii vied svoj vedecký spis o štatistike aplikovanej architektúry, kde vedcov ohromil spôsobom výpočtov. V roku 1779 ho poslali do pevnosti Rochefort, aby dozeral na stavbu opevnenia. Coulomb si popritom našiel priestor na výskum trenia a ohybu lán. Tieto experimenty ho viedli k jeho hlavnej vedeckej práci „Theorie des Machines Simples“ (teória jednoduchých strojov), s ktorou v roku 1781 vyhral Veľkú cenu Akadémie vied. V tom istom roku mu dali za úlohu, aby zhodnotil realizovateľnosť plavebného kanála v Bretónsku. Coulomb plán posúdil a zhodnotil ho ako drahý a zbytočný. Nadriadeným sa to nepáčilo a Coulomba penalizovali. Coulomb chcel odísť zo služieb armády, ale jeho nadriadení s tým nesúhlasili a požiadali ho o opätovné posúdenie. Coulomb sa dopracoval k rovnakému záveru, a keď to potvrdil aj nezávislý expert, chceli si uzmiert' a ponúkli mu odškodné. Coulomb však prijal iba hodiny, ktoré neskôr využil pri svojom bádani. Po prejavenej nedôvere ostal roztrpčený natoľko, že sa začal venovať iba vede. Za úspešnú prácu pri novej konštrukcii kompasu a vypracovanie teórie jednoduchých strojov ho v roku 1782 zvolili za člena Akadémie. V roku 1784 uverejnil prácu, v ktorej opísal zistenú závislosť momentu torznej sily od priemeru a dĺžky

drôtu, od uhla jeho skrútenia a od konštantnej veličiny, závislej od fyzikálnych vlastností

látky drôtu. Súčasne opísal aj metódu merania malých síl pomocou tzv. torzných váh, ktoré sa neskoršie pomenovali ako Coulombové váhy.

V rokoch 1785 až 1789 uverejnil sedem základných prác z elektriny a magnetizmu. Torzné váhy Coulomb použil aj na meranie veľkosti sily, ktorou na seba pôsobia dva bodové elektrické náboje. Ako zistil, táto sila je úmerná súčinu nábojov a nepriamo úmerná štvorcu ich vzdialenosti. Tento prvý kvantitatívny vzťah v náuke o elektrine Coulomb overil ešte aj inou metódou. Na obrázku je Coulombova torzná váha.

Coulomb ďalej objavil, že elektrický náboj sa nerozdeľuje v telesách podľa ich chemického charakteru, ale pri ich vzájomnom dotyku prechádza z jedného telesa na druhé v dôsledku elektrických odpudivých síl. Taktiež objasnil, že intenzita elektrostatického poľa v bode blízkom k povrchu nabitého vodiča je úmerná plošnej hustote elektrického náboja pri tomto bode.

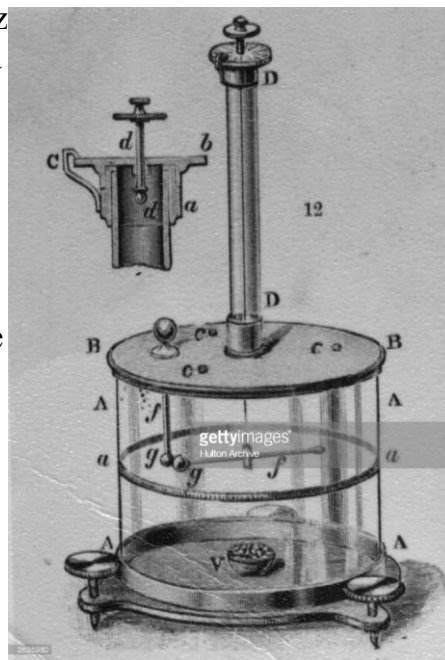
Keď v roku 1789 vypukla vo Francúzsku revolúcia, utiahol sa na svoj dom v Blois, kde sa začal venovať vedeckej práci. V tom istom roku mu vyšlo jeho dôležité dielo, v ktorom rozšíril predstavu o existencii dvoch fluíd z elektriny aj na magnetizmus a formuloval zákon, podľa ktorého vzájomné pôsobenie dvoch magnetických pólov je analogické pôsobeniu medzi dvoma bodovými elektrickými nábojmi.

Coulomb svojimi vedeckými prácami zaviedol do náuky o elektrine a magnetizme kvantitatívne metódy a rozšíril princípy newtonovskej mechaniky aj na elektrinu a magnetizmus. Jeho torzné váhy úspešne použili do najjemnejších elektrických meracích prístrojov, ale aj v iných oblastiach fyziky. Po nástupe Napoleona k moci Coulombovi vrátili jeho funkcie, ktoré vykonával až do konca života. Zomrel 23. augusta 1806 v Paríži.

Matematici Siméon – Denis Poisson z Francúzska a Carl Friedrich Gauss z Nemecka rozšírili Coulombovu prácu počas 18. a začiatkom 19. storočia. Poissonova rovnica zverejnená v roku 1813 a zákon o zachovaní nábojov obsahujú v dvoch riadkoch prakticky všetky zákony elektrostatiky. Teória magnetostatiky, ktorá je štúdiou ustálených magnetických polí, bola tiež vyvinutá z Coulombovho zákona.

Základy elektrochémie

Luigi Galvani, lekár a profesor anatómie na univerzite v Bologni, strávil veľa času pitvaním zvierat. Mal vo svojom laboratóriu elektrický stroj, ktorý používal v niektorých elektrických výskumoch. Jeden deň okolo roku 1780, jeden z ľudí pracujúcich v laboratóriu si všimol, že dotýkajúc sa čerstvo rozrezaného žabieho nervu kovovým skalpelom, noha žaby sa prudko mykne a k tomu dochádza iba vtedy, keď elektrický stroj v tom okamžiku zapáli iskru. Ďalšie vyšetovanie ukázalo, že myknutie sa vyskytlo iba vtedy, ak bol skalpel s rukoväťou s kosiť a držaný tak, že osoba, ktorá ho drží, sa dotýkala kovovej časti. Ak dal skalpel nahradený sklenenou tyčinkou, nič sa nedialo.



Po tomto zistení, Galvani premýšľal, či by sa to nedalo použiť na detekciu atmosferickej elektriny. Jeho pokusy však nevedli k uspokojujúcemu výsledku, lebo pohyb stehienok bol zaznamenaný i za pekného počasia.

Všimol si, že zviera položené na železnej doske a háčik, ktorých prepichoval miechu je z mosadze dochádza k pohybu, ale ak bol háčik zo železa ku žiadnemu pohybu nedošlo. Z niektorých zvláštnych dôvodov bolo zrejme dôležité, aby boli použité dva rôzne kovy. Zistil, že kombinácia zinku a mosadze dáva najlepšie výsledky. Domnieval sa, že objavil akúsi zvieraciu elektrinu. Galvani narazil pritom na niečo dôležitejšie, že nervy sú vodičmi správ, ktoré vysielajú mozog do svalov s využitím elektrických impulzov, čomu ale nevenoval pozornosť.

Luigi Galvani Aloisio (9. 9. 1737 – 4. 12. 1798) sa narodil Domenico a Barbara Caterina Foschi v Bologni. Domenico bol zlatník, a Barbara bola jeho štvrtou ženou. Jeho rodina nebola šľachtického rodu, ale mohla si dovoliť poslať aspoň jedného zo synov, aby študovali na univerzite. Najskôr chcel vstúpiť do služieb cirkvi v Oratorio dei Padri Filippini vo veku 15 rokov, ale rodičia ho presvedčili, aby tak nerobil. Okolo roku 1755, nastúpil na lekársku fakultu na univerzite Bologni, na ktorej sa zúčastňoval i na lekárskych kurzoch, ktorý trval štyri roky a prednášaní boli najmä, Hippocrates, Galen a Avicena. Ďalšou disciplínou, ktorú Galvani zvládol bola chirurgia. Naučil sa teóriu i prax. Táto časť jeho života býva často prehliadaná, ale vďaka nej pri experimentoch na zvieratách objavil náhodou živočíšnu elektrinu.

V roku 1759, Galvani získal diplom z medicíny a filozofie. Požiadal o pozíciu lekára na univerzite. Súčasťou prijatia bola i podmienka, aby obhájil svoju prácu 21. júna 1761. V nasledujúcom roku sa stal stálym anatómom univerzity a bol vymenovaný za čestného lektora chirurgie. V tom istom roku sa oženil s Luciou Galeazzi, dcérou jedného zo svojich profesorov, Gusmana Galeazziho. Galvani sa presťahoval k manželke do domu svokrovcov a pomohol svokrovi s výskumom. Keď Galeazzi zomrel v roku 1775, Galvani bol menovaný profesorom a lektorom na jeho miesto. Prešiel z pozície lektora chirurgie do teoretickej anatómie a získal členstvo v Akadémii vied v roku 1776. Jeho hlavnou úlohou bolo predložiť aspoň jeden výskumný dokument každý rok akadémii, ktorú Galvani robil až do jeho odvolania. Galvani sa začal zaujímať o oblasť „lekárskej elektriny“. Táto oblasť sa objavila v polovici 18. storočia po elektrických objavoch s účinkami na ľudské telo.

V roku 1797, francúzske vojsko okupovalo severnú časť Talianska a vyžadovalo od univerzitných profesorov vernosť novému vedeniu, ktorú Galvani odmietol. To viedlo k jeho zbaveniu všetkých akademických a verejných funkcií i s finančnou podporou. Galvani zomrel v Bologni v bratskom dome, v depresii a v chudobe 4. 12. 1798.



Elektroskop

Je to jeden z prvých vedeckých prístrojov na detekciu a veľkosť elektrického náboja.

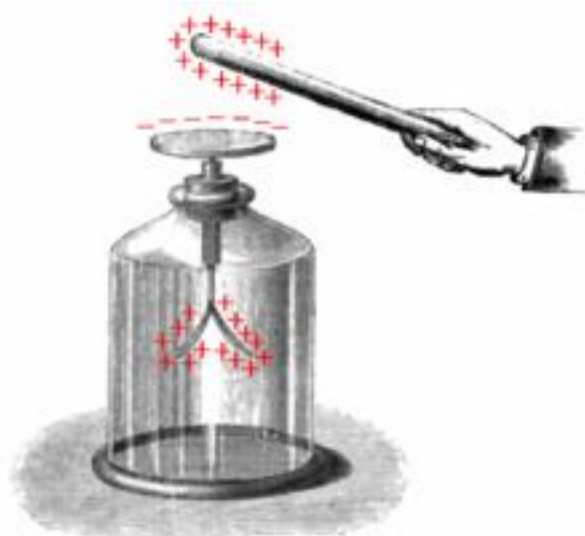
Bol to prvý elektrický merací prístroj. Prvý elektroskop vyrobený britským lekárom William Gilbert pre rok 1600 sa skladal iba z ihly, ktorá sa otáčala na malom stojane a Gilbert ho pomenoval ako versorium.



V roku 1754 uviedol svoj vylepšený elektroskop britský učiteľ a fyzik John Canton.

Jeho elektroskop pozostával z ľahkej guľičky zavesenej na hodvábnnej niti na háčiku izolovaného stojana. Na otestovanie prítomnosti náboja na objekte sa objekt priblíži k nábojovej guľičke bez náboja. Ak je objekt nabitý, guľička bude priťahovaná a prejde k nemu.

Elektroskop so zlatými lístočkami bol vyvinutý v roku 1787 britským fyzikom Abraham Bennet, ako citlivejší nástroj než ten guľičkový zavesený voľne na izolovanom stojane. Skladá sa z vertikálnej kovovej tyče, obyčajne z mosadze, na konci ktorej visia dva paralelné pásy tenkého pružného zlatého listu. Do hornej časti tyče je pripevnená disková alebo guľová svorka, kde sa aplikuje testovaný náboj. Na ochranu zlatých listov pred prievanom vzduchu chráni sklenená fľaša, zvyčajne otvorená v spodnej časti, ktorá je obalená vodivým podkladom. V



presnejších vyhotoveniach elektroskopu sa zo sklenenej nádoby odsáva vzduch, aby náboj neunikal cez ionizáciu vzduchu. Keď sa svorky dotknete nabitým predmetom, zlaté lístky sa rozťahujú do tvaru „V“, preto, že dostávajú rovnaký náboj, navzájom sa odpudzujú.

Alessandro Volta sa stal profesorom fyziky na univerzite Pavii v roku 1779. V roku 1791 sa dozvedel o Galvaniho experimentoch. Bol jedným z obdivovateľov Galvanizovňa a zopakoval jeho experimenty mnohokrát s rôznymi materiálmi. Z týchto experimentov dospel k inému prekvapivému záveru. Pri pokusoch použil dva drôty, jeden železný a druhý mosadzný. Ak elektrina nepochádzala zo žaby, musí sa tvoriť v drôtoch. Veľkosť získanej elektriny bola tak malá, že nedokázala urobiť na koncoch drôtov iskru. Podľa zistenia Galvaniho si vybral zinok a mosadz a lepenku nasiaknutú do slanej vody, ktorú vložil medzi kovové pásy, čím zväčšil efekt. Neskôr takto poskladal na seba až 60 dvojíc oddelených slanou lepenkou. Keď sa umiestnil vodič z jedného konca tejto zostavy do druhého, vytvorila sa iskra, trvalejšieho charakteru ako tomu bolo pri Leyden fľaši. Volta teda vynášiel batériu, ktorá na rozdiel od predchádzajúcich strojov poskytovala trvalejšiu elektrickú záťaž a iniciovala väčšinu ďalšieho technologického vývoja, ktorý od tej doby začal rýchlejšie meniť svet. Samotný Volta však neprešiel k hlbšiemu skúmaniu neustáleho zdroja elektrického náboja. Nevyužíval batériu na zabezpečenie stabilného prúdu, iba ho porovnával s Leyden fľašou a nazýva ju batériou obrovskej kapacity.

Conte Alessandro Guisepe Antonio Anastasio Volta sa narodil 18. februára 1745 v Como, Lombardia v Milánskom vojvodstve ako siedme, posledné dieťa.

Do svojho siedmeho roka nerozprával a jeho okolie si myslelo, že je slabomyseľný. Napriek tomu zvládol štúdium na jezuitskej škole a svoje oneskorenie dohnal. V tom čase sa začal zaujímať o skúmanie elektriny. V roku 1769 publikoval knihu „O príťažlivej sile elektrického ohňa a javoch s tým súvisiacich“, v ktorej zverejnil hypotézu o súvislosti elektriny a magnetizmu. V ďalších rokoch zostavil a zdokonalil mnoho prístrojov pre svoje pokusy. Medzičasom sa stihol stať riaditeľom lýcea a profesorom fyziky na gymnáziu v Como. V rokoch 1775 až 1780 skúmal zloženie vzduchu a na základe pokusov sformuloval hypotézu o jeho zložení z dvoch rôznych plynov. V roku 1779 nastúpil na univerzitu v Pavii. Tu sa opäť vrátil k pokusom s elektrinou. Vynašiel kondenzátor ako súčiastku a elektromer, uvažoval i o princípoch vzniku búrok. V roku 1791 sa dozvedel o pokusoch Luigi Galvani a odhalil, že nejde o živočíšnu elektrinu, ale o reakciu dvoch kovov. V roku 1799 zostrojil prvý elektrochemický článok – Voltov stĺp. V roku 1794 sa oženil s Terezou Peregrínni, s ktorou mali troch synov.

O svojich výskumoch prednášal 20. 3. 1800 pred Kráľovskou spoločnosťou v Londýne a 28. 10. 1801 v Institut de France, tu zaujal i samotného Napoleona, ktorý ho povýšil za grófa a v roku 1809 sa stal talianskym senátorom. Volta napísal v Como list pre sira Joseph Banks a ten ukázal list Williamovi Nicholsonovi, bohatému obchodníkovi, ktorý vydával svoj vlastný vedecký časopis. Nicholson a jeho priateľ sir Antony Carlisle, chirurg nestrácali čas a už 30. 4. 1800, zhotovili Voltov stĺp pomocou 17 strieborných polovičiek

koruniek, zinkových dosiek a lepenky namočenej v slanej vode. Pri tomto experimentovaní s Voltovým stĺpcom došli k dôležitému objavu. Spozorovali uvoľňovanie plynu na dotykových plochách a aj keď bol malý, zdalo sa, že je to vodík. Uvedomili si, že elektrická energia musí rozkladať vodu, o ktorej vieme, že je kombinácia vodíka a kyslíka. Prácu

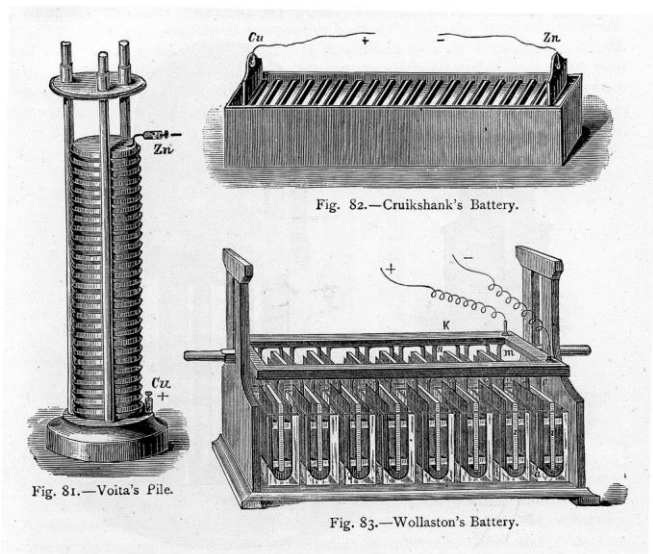


Fig. 81.—Volta's Pile.

Fig. 82.—Cruikshank's Battery.

Fig. 83.—Wollaston's Battery.

publikoval v júli v roku 1800 v Nicholsonovom vedeckom časopise. Všimli si tiež, že rozklad vody nie je jedinou chemickou reakciou, ktorá prebieha. V samotnej batérii bol zinok rýchlo oxidovaný. V skutočnosti si s prekvapením

všimli, že keď sa pozerá na Voltovú správu, tam sa o tomto jave nepíše. Možno to bolo preto, že Volta nikdy neumožnil udržiavať stály kontakt, a tak aby sa uvoľňoval stály prúd, ale on iba jednoducho vytvoril sériu iskier.

Ani po porážke Bonaparta neupadol Volta do nemilosti. Do roku 1819 bol profesorom experimentálnej fyziky a dekanom fakulty fyziky a matematiky na univerzite v Pavii. Od roku 1823 bol po srdcovej mŕtvici takmer hluchý a slepý. Zomrel 5. marca 1827 vo veku 82 rokov na území Rakúskeho cisárstva.

V roku 1809 anglický chemik Humphry Davy použil silnejšiu batériu, aby po prvýkrát uvoľnil niekoľko aktívnych kovov – sodík, draslík, vápnik, stroncium, bárium a horčík z ich kvapalných zlúčenín. Faraday, ktorý bol Davyho asistentom v tom čase, kvantitatívne študoval elektrolýzu a ukázal, že množstvo energie potrebnej na oddelenie gramu látky od jej zlúčeniny je úzko spojené a atómovou hmotnosťou látky.

Nástupom trvalejšieho zdroja elektrickej energie batérie, mohli vedci kvantitatívnejšie študovať tok elektrickej energie.

Elektromagnetický jav.

Jedným z veľkých zlomov vo vývoji fyzikálnych vied bolo, keď Hans Christian Orsted v roku 1820 oznámil, že elektrické prúdy produkujú magnetické efekty. Na tento objav prišiel iba náhodou, keď pri jednej prednáške fyziky sa pri pokuse nachádzal v blízkosti vodičov kompas, ktorý asistent asi zabudol odniesť. Jeho náhodný objav dokázal, že elektrina a magnetizmus sú navzájom prepojené. Vedci si uvedomili, že medzi prúdmi musia existovať magnetické sily a okamžite začali tento jav študovať.

Hans Christian Oersted sa narodil 14. augusta 1777 v Rudkobingu. Keďže v tomto mestečku nebola žiadna škola, rodičia ho dali na výchovu do rodiny nemeckého výrobcu parochní, kde sa naučil čítať a písať. Spolu s bratom sa vzdelával doma. Od svojho otca, ktorý bol lekárnikom, získal solídne základy chémie. V roku 1794 odišiel do Kodane a zapísal sa na tunajšiu univerzitu. Štúdium farmaceutiky ukončil v roku 1797 a o dva roky neskôr získal doktorát za prácu, v ktorej podal novú teóriu alkalických (zásaditých) látok. Svoju pracovnú kariéru začal ako prednášateľ farmaceutiky na kodanskej univerzite.

V roku 1801, získal štipendium, ktoré mu umožnilo tri roky cestovať po Európe.



Na svojej ceste vyhľadával najznámejšie filozofické a vedecké osobnosti tej doby. Oersted si hneď všimol, že vo vedeckých kruhoch panovalo nadšenie z objavu batérie,

ktorú zostrojil Alessandro Volta. Oerstedov záujem o túto novinku pramenil aj z jeho ambícií dostať miesto profesora na svojej univerzite. V roku 1803, však bola jeho žiadosť zamietnutá, pretože bolo zrejmé, že je viac chemikom či farmaceutom ako fyzikom. Oersted však naďalej experimentoval a publikoval odborné články z chémie a fyziky. Jeho geniálna analýza tzv. Chladného akustických obrazcoch mu nakoniec, v roku 1806, zabezpečila miesto mimoriadneho profesora fyziky.

Publikoval prácu o identickej podstate magnetizmu a elektriny, a tak bol vlastne predurčený na objavenie elektromagnetizmu. V apríli 1820 počas experimentovania v rámci jednej prednášky svojim študentom si všimol, že strelka kompasu sa vychýlila vždy, keď vodičom nad ňou pretekal elektrický prúd. Sám bol týmto objavom prekvapený a začal ho starostlivo, v prítomnosti kolegov opakovať. Výsledky svojich pozorovaní zhrnul do štvorstránkového latinsky napísaného článku, ktorý 21. júla 1820 rozoslal vedcom, univerzitám a učeným spoločnostiam po celej Európe. V článku podrobne uvádzal, ako závisí výchylka kompasovej strelky na intenzite a smere prúdu vo vodiči a na jej polohe voči vodiču. Dopad tohto objavu, ktorým sa vlastne zrodil elektromagnetizmus ako samostatná disciplína, na vedecký svet bol enormný. V priebehu siedmich rokov od tohto objavu publikovalo svoje názory a výsledky svojich experimentov v tejto oblasti vyše sto vedcov.

V čase svojho revolučného objavu mal Oersted 43 rokov a bol zahrnutý poctami: britská Royal Society mu udelila prestížnu Copleyovu medailu a od Francúzskej akadémie dostal cenu s odmenou 3000 zlatých frankov. V roku 1825 prispel významne k pokroku v oblasti chémie, keď ako prvý pripravil čistý hliník. V roku 1829 založil Polytechnický inštitút, v ktorom sa stal prvým riaditeľom, a z ktorého sa vyvinula dnešná Dánska technická univerzita. Oersted bol nielen dobrým bádateľom, ale aj pedagógom. Zaslúžil sa lepšie vyučovanie fyziky na dánskych školách podľa jeho učebnice. „Veda o všeobecných zákonoch prírody“, ktorá sa používala takmer päťdesiat rokov bez zmeny.

Ku koncu života sa stal verejne činným a jedným z najväznejších a najvplyvnejších osobností v krajine. Zomrel 9. marca 1851 v Kodani.

Francúzsky fyzik Francois Arago, pozoroval v roku 1820, že elektrický prúd orientuje zmagnetizované železné piliny do kruhu okolo drôtu, ktorým tečie elektrický prúd. V tom istom roku druhý francúzsky fyzik, André – Marie Ampère, poukázal, že dva paralelné vodiče, cez ktoré tečie elektrický prúd sa navzájom priťahujú alebo odpudzujú ako magnety. Ak prúdy prúdia rovnakým smerom, drôty sa vzájomne priťahujú, a ak prúdia opačným smerom, drôty sa navzájom odpudzujú. Z tohto experimentu bol Ampère schopný vyjadriť pravidlo pravej ruky pre smer sily a prúdu v magnetickom poli. Rovnako experimentálne a kvantitatívne stanovil zákony magnetickej sily medzi elektrickými prúdmi. Navrhol, že interné elektrické prúdy sú zodpovedné za permanentné magnety a za vysoko zmagnetizované materiály, ako je železo. S Arago preukázal, že oceľové ihly sú silnejšie magnetické vo vnútri cievky nesúcej elektrický prúd. Pokusy s malými cievkami ukázali, že na väčšie vzdialenosti sú sily medzi dvoma takými cievkami podobné ako medzi dvoma malými tyčovými magnetmi a navyše, že jedna cievka môže byť nahradená tyčovým magnetom vhodnej veľkosti bez zmeny síl. Magnetický moment tohto ekvivalentného magnetu bol určený rozmermi cievky, počtom závitov a prúdom okolo nich.

André – Marie Ampère (22. 1. 1775 – 10. 7. 1836), sa narodil v Poleymieux pri Lyone

v rodine obchodníka. I keď mladý Ampère navštevoval základnú školu, jeho vzdelanie nebolo zanedbané. Už ako štrnásť ročný vraj prečítal všetkých 20 zväzkov Francúzskej encyklopédie. Začal sa špecializovať na matematiku a bol prijatý do francúzskej akadémie a potom prešiel i na fyziku. Už v trinástich rokoch poslal na Académie de Lyon svoju prvú vedeckú prácu. V roku 1799 sa André oženil a v roku 1800 sa narodil jeho syn Jean Jacques, ale jeho manželka v roku 1803 zomrela.

Matematiku začal vyučovať v roku 1797 v Lyone a v roku 1802 bol menovaný profesorom fyziky a chémie na Bourg Ecole Centrale. V roku 1806 sa znovu oženil s manželkou Jenny a v roku 1807 sa im narodila dcéra Albíne. Manželstvo bolo ale v roku 1808 oficiálne ukončené. Od roku 1809 so roku 1828 vyučoval na École



Polytechnique v Paríži. Tu sa venoval nielen matematike ale aj fyzike a chémii. V roku 1814 bol Ampère zvolený do Institut National des Sciences. V roku 1826 začal učiť na Collège de France. V roku 1827 bol zvolený za člena Kráľovskej spoločnosti.

V roku 1820 Ampère zistil, že solenoidná cievka, ktorou preteká elektrický prúd, vyvoláva magnetické účinky. Solenoidná cievka, ktorou preteká elektrický prúd, a ktorá je voľne zavesená nad vodičom sa orientuje ako magnetka. Vyslovil názor, že i v permanentnom magnetu vyvoláva magnetické pole uzatvorené prúdy vo vnútri magnetu. Tu sa zrodilo pravidlo pravej ruky. Keď vezmeme vodič elektrického prúdu pravou rukou, tak, že palec ukazuje smer prúdu, ostatné prsty ukazujú orientáciu indukčných čiar.

Odvodil vzťah pre silové pôsobenie magnetického poľa na vodič, ktorým preteká prúd. Tento zákon je dôsledkom Lorentzovej sily (Hendrik Antoon Lorentz), ktorou pôsobí magnetické pole na náboj pohybujúci sa rýchlosťou. Ampère napísal mnoho vedeckých diel, ku ktorým patrí Matematická teória hier z roku 1803, Zborník merania z elektromagnetizmu z roku 1822. Teória elektromagnetických javov z roku 1826. Ampère zomrel 10. 7. 1836 v Marseille.

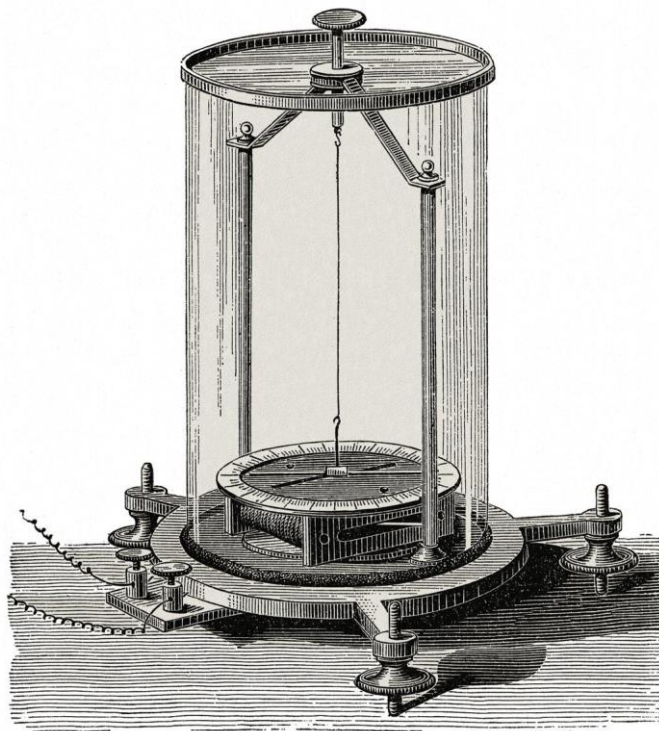
Galvanometer

Používa sa na detekciu, porovnávanie alebo meranie malých elektrických prúdov. Je to prístroj na meranie intenzity elektrického prúdu, obyčajne vychýlením magnetickej ihly.

Vo všetkých galvanometroch je princíp činnosti rovnaký. Závisí od sily, ktorú Oersted objavil medzi magneticou ihlou a drôtom nesúcim prúd – silu, ktorá má tendenciu nastaviť

ihlu v pravom uhle k smeru prúdu, a ktorej intenzita závisí priamo od sily prúdu.
Johann Salomo Christoph Schweigger (8. 4. 1779 – 6. 9. 1857), bol nemecký chemik,

fyzik a profesor matematiky. V roku 1811 podal na neznámy plyn



návrh na jeho pomenovanie „chlór“, ktorý bol objavený v roku 1774 Carlom Wilhelmom Scheelen a ktorý Humphry Davy



identifikoval v roku 1810 ako prvok. Dňa 16. septembra 1820 postavil prvý citlivý galvanometer, ktorý neskôr pomenoval po Luigi Galvani. Prístroj sa spočiatku nazýval „multiplikátor“. Tento prístroj bol prijateľný pre skutočné merania, ako je detekcia malého množstva elektrického prúdu. Citlivosť získal obalením cievky drôtu okolo odstupňovaného

kompasu.

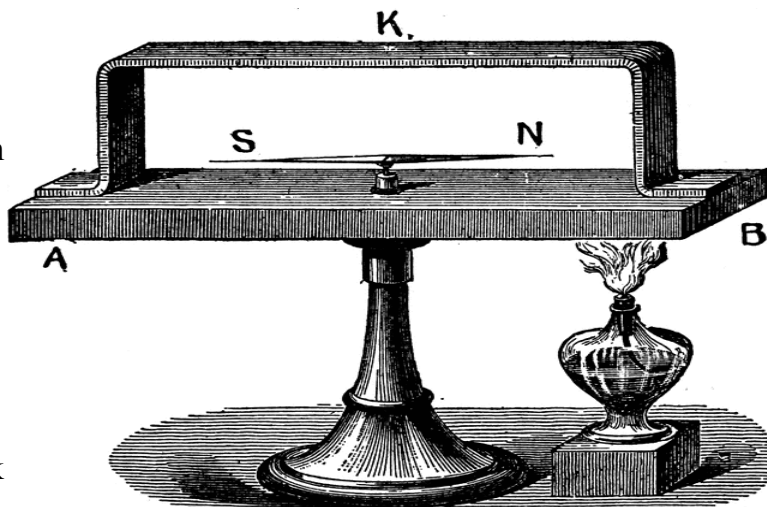
V roku 1826 vyvinul Johann Christian Poggendorff na obrázku, zrkadlový galvanometer na detekciu elektrických prúdov. Prístroj je tiež známy ako bodový galvanometer svetelného bodu. V roku 1858 si nechal patentovať William Thomson vylepšený zrkadlový galvanometer, ktorý je vidieť na obrázku. Tento prístroj vznikol na základe potreby sledovať signály z podmorského kábla, medzi Amerikou a Európou. Galvanometre sa postupne vyvíjali na rôzne druhy merania akými sú prúd, napätie a ďalšie hodnoty.



Thomas Johann Seebeck (9. 4. 1770 – 10. 12. 1831), sa narodil v Reval (dnešný Tallinn) v Estónsku v bohatej nemeckej rodine. V roku 1802 získal lekársky titul na

univerzite Göttingene, ale uprednostnil štúdium fyziky. V roku 1821 objavil termoelektrický efekt, keď spojením nerovnakých kovov sa vytvoril elektrický prúd, keď vystavia

tepelné
mu
pôsoben
iu.
Tento
účink
sa
nazýva
„Peltier
–
Seebeck
a je



základom termočlánkov. Na obrázku je vidieť pokus, na ktorom vzniknutá elektrina vychýli ihlu kompasu. V roku 1821 Seebeck zistil, že obvod spojený z dvoch odlišných kovov sa pri rôznych teplotách stane zdrojom elektrickej energie, ktorá vychýli strelku na kompase. Tepelný rozdiel vytvára elektrický potenciál (napätie), ktoré môže riadiť elektrický prúd v uzatvorenom okruhu.

K jeho ďalším bádaniam je potrebné spomenúť, že v roku 1808 prvýkrát vyrobil a opísal amalgám draslíka. V roku 1810 pozoroval magnetické vlastnosti niklu a kobaltu. V tom istom roku opísal pôsobenie spektra svetla na chlorid striebra. Pozoroval, že exponovaná chemikália niekedy mala bledú farbu, ktorá ju odhalila a taktiež ohlásil pôsobenie svetla na veľkú vzdialenosť za fialovým spektrom.

Zomrel 10. 12. 1831 v Berlíne vo veku 61 rokov.

William Sturgeon (22. 5. 1783 – 4. 12. 1850), narodil sa v meste Whittington, neďaleko Carforthu v grófstve Lancashire a učil sa za obuvníka. Do armády vstúpil v roku 1802. V roku 1824 sa stal asistentom vo vede a filozofii u Východoindickej spoločnosti vo vojenskom inštitúte Addiscombe a Surrey.

V roku 1825, vynášiel elektromagnet. Elektromagnet je zariadenie, v ktorom je magnetické pole vytvárané elektrickým prúdom. Toto zariadenie prišlo iba päť rokov potom, čo Oersted zistil, že elektrická energia vyžaruje magnetické vlny. Sturgeon využil túto myšlienku a jednoznačne dokázal, že čím je silnejší elektrický prúd, tým silnejšia je aj magnetická sila.

Prvý elektromagnet, ktorý postavil, bol kus železnej formy v tvare podkovy, na ktorý navinul 18 závitov holého neizolovaného medeného drôtu, cez ktorý prechádzal prúd z batérie. Pri zapnutí prúdu sa ukázala sila

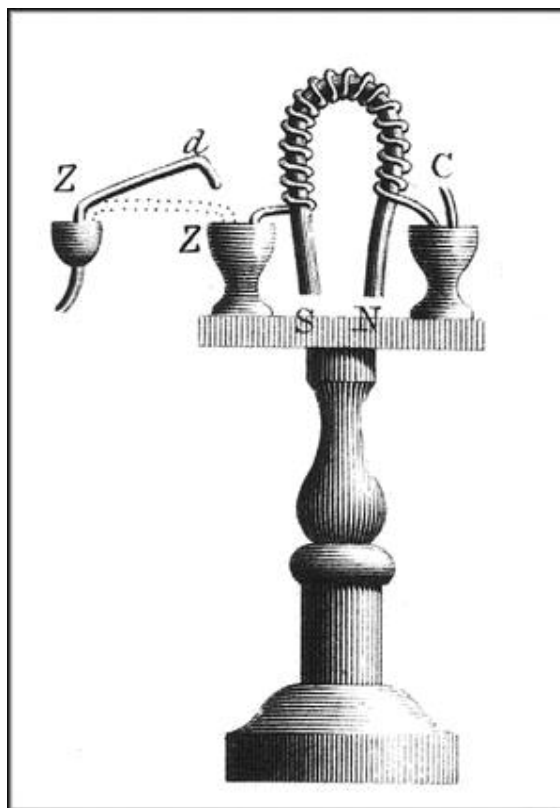
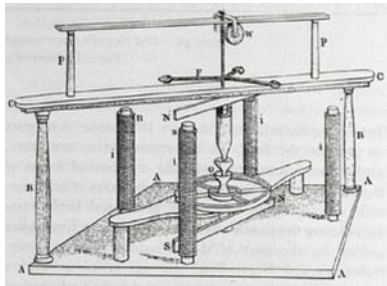


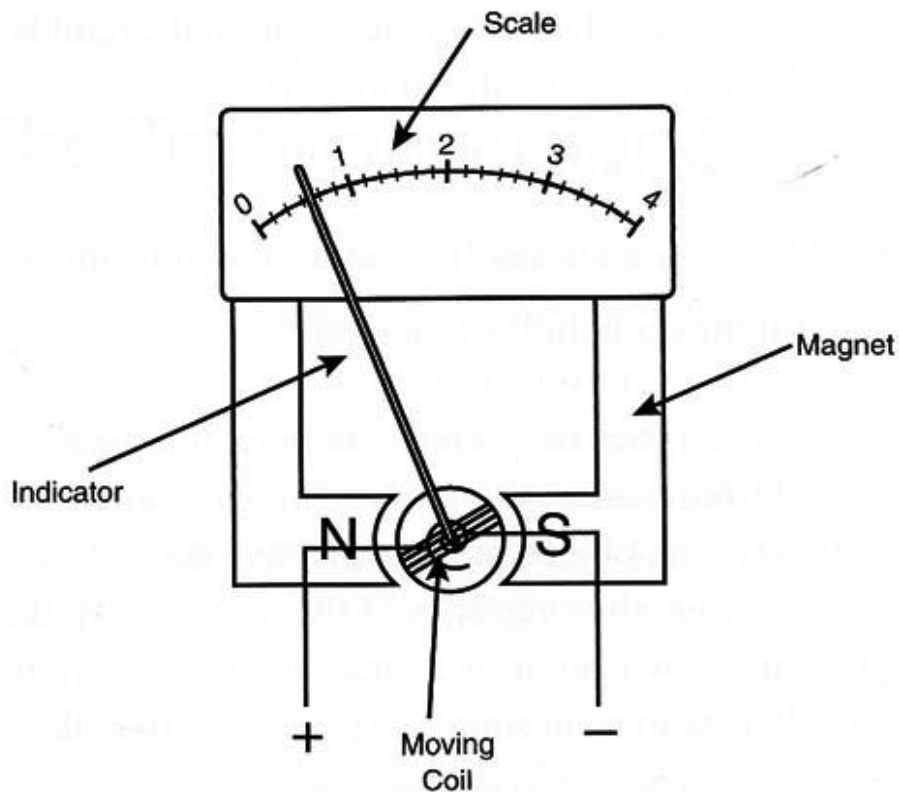
elektromagnetu, keď zdvihol takmer 20 – násobok svojej hmotnosti.

Na obrázku je vidieť zakreslený prvý elektromagnet od Williama Sturgeon z roku 1825. Sturgeon mohol regulovať svoj elektromagnet, to znamenalo, že magnetické pole môže byť nastavené veľkosťou elektrického prúdu. To bol začiatok používania elektrickej energie na výrobu užitočných a ovládateľných strojov a položil základy pre rozsiahlu elektronickú komunikáciu.

V roku 1832 bol vymenovaný za prednášajúceho v Adelaide Gallery of Practical Science v Londýne, kde po prvýkrát demonštroval jednosmerný elektrický motor s komutátorom.

Komutátor je jeho objavom a umožňuje obrátiť elektrický prúd, ktorý pomáha vytvoriť točivý moment. Na obrázku je vidieť náčrt jednosmerného elektrického motora z roku 1832.





V roku 1836 založil časopis *Annals of Electricity, Magnetism and Chemistry*. V tom istom roku predviedol galvanometer so zavesenou cievkou na detekciu elektrických prúdov.

V roku 1837 bol spoluzakladateľom Londýnskej elektrotechnickej spoločnosti. V roku 1840 sa presťahoval do Manchesteru, aby pracoval v galérii Viktórie praktických vied. Tento projekt po štyroch rokoch zlyhal a od toho času sa venoval iba prednáškam. V zlom zdravotnom stave a s malými financiami strávil svoje posledné roky svojho života. Zomrel v Prestwich 4. 12. 1850 a je pochovaný na cintoríne pri kostole Panny Márie.

Georg Simon Ohm (16. 3. 1787 – 7. 7. 1854) sa narodil v rodine zámočnickeho majstra v Erlangene v Nemecku. Matka mu zomrela, keď bol ešte malý chlapec. Jeho otec sa o syna príkladne staral. Otec aj napriek trvalej zaneprázdnenosti v dielni, sám študoval matematiku a fyziku z kníh a keď syn začal chodiť do gymnázia, vzbudil v ňom záujem o tieto vedy a poskytol mu prvé vedomosti. Georg začal v roku 1805 študovať matematiku, fyziku a filozofiu na univerzite v Erlangene. Kvôli nedostatku peňazí prerušil štúdium a stal sa učiteľom vo švajčiarskom Nidau a potom Neuchateli. Neskôr v roku 1811 sa vrátil na univerzitu v Erlangene a v roku 1813 tu získal doktorát. Určitú dobu zostal na univerzite ako asistent docenta, ale pre skromné materiálne podmienky musel opäť odísť. Prijal miesto profesora fyziky a matematiky na reálnom gymnázium v Bambergu. V roku 1817 odišiel na gymnázium v Kolíne nad Rýnom. Tu urobil i svoje najväčšie objavy. Škola bola na tú dobu pomerne dobre vybavená. Ohm sa zamerl na oblasť fyziky a bol ovplyvnený objavom magnetických



účinkov elektrického prúdu, ktorý urobil dánsky vedec Hans Christian Oersted.

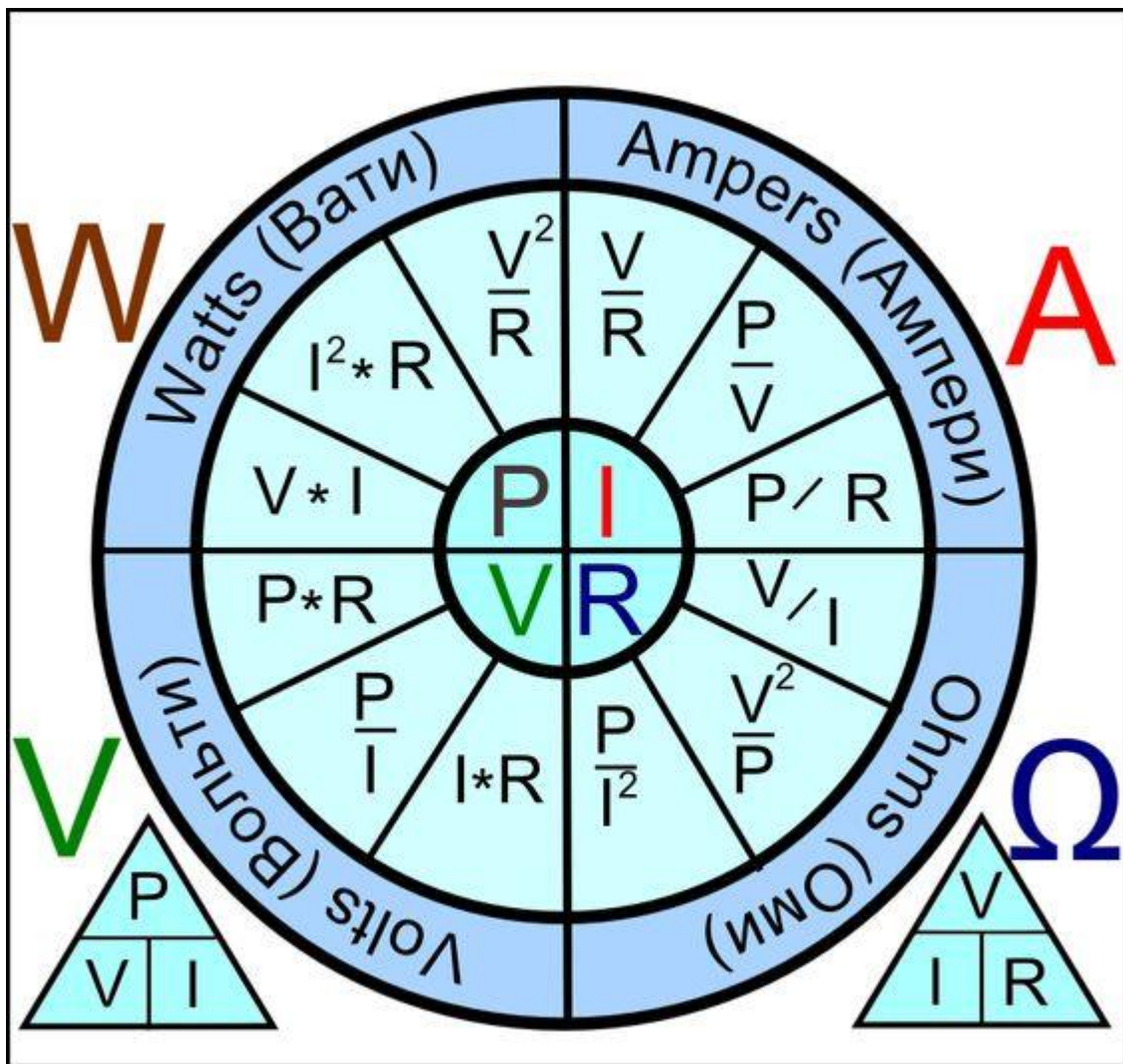
Vo fyzikálnom kabinete, so skromnými a nedokonalými prístrojmi robil pokusy, ktorými si všetko overoval, čo bolo známe o účinkoch elektrického prúdu. Pokusy sa komplikovali nestálosťou elektromotorického napätia a vnútorného odporu bežného Voltového článku. Preto na radu Poggendorffa použil termoelektrický článok z bizmutového a medeného drôtu. Tento zdroj elektrického prúdu mal stále elektromotorické napätie, a tak Georg Ohm mohol spoľahlivo skúmať vplyv odporu rôznych vodičov na prúd.

Jeho najdôležitejší objav, podľa ktorého je elektrický prúd priamo úmerný elektromotorickému napätiu a nepriamo úmerný veličine, ktorá závisí od rozmerov a od charakteru vodiča, ktorý sa neskôr pomenoval ako Ohmov zákon. Tento objav sa po prvýkrát uverejnil v roku 1826, v časopise Journal für Chemie und Physika a neskôršie v brožúre Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet. Ohmov zákon popisuje vzťah medzi elektrickým napätím, odporom a prúdom pri ustálenom jednosmernom prúde.

Tento zákon zostal viacej rokov nepochopený a často kritizovaný. Jednou z príčin bola i neexistujúca sústava elektrických veličín. Dokonca ešte v roku 1876 zriadila British Association komisiu na overenie platnosti vzťahu, ktorý popísal Ohm. Ohma ignorovanie výsledkov jeho práce, ako aj nedobré materiálne podmienky, roztrpčovali. Jeho túžbou bolo dostať sa na univerzitu, ale získal iba miesto profesora fyziky na polytechnike v Norimbergu, kde od roku 1833 strávil šesťnásť rokov. Vo svojich prácach Georg dokázal, že elektrický odpor je priamo úmerný dĺžke vodiča a nepriamo úmerný jeho pričnému prierezu a mernej vodivosti. Ďalej dokázal, že pri ustálenom prúde sa náboj pohybuje celým prierezom vodiča a nielen na povrchu. Neskôr sa Georg zameril na výskum akustických a optických objavov. V tom čase už fyzici ocenili veľký význam Ohmovho zákona pre

elektrinu. Ohmové práce uznali a stali sa východiskom pre ďalšie bádanie v elektrodynamike.

Georg Ohm si všetky elektrické prístroje vyrobil sám za pomoci asistentov počas experimentovania. Jedinou položkou, ktorá bola pravdepodobne zakúpená bol galvanometer. V tom čase galvanometer vyrobený s jedným alebo viacerými závitmi drôtu, ktoré pôsobili na ihlu kompasu. Ihla sa vychýľovala úmerne k veľkosti prúdu, ktorý prúdil cez drôt. Ohm správne vyvodil, že galvanometre vyrobené rôznymi ľuďmi používali rôzne dĺžky a kompozície drôtov a preto vykazovali rôzne odpory. Ukázal, že galvanometre vyrábané podľa špecifikácie by priniesli konzistentné výsledky.



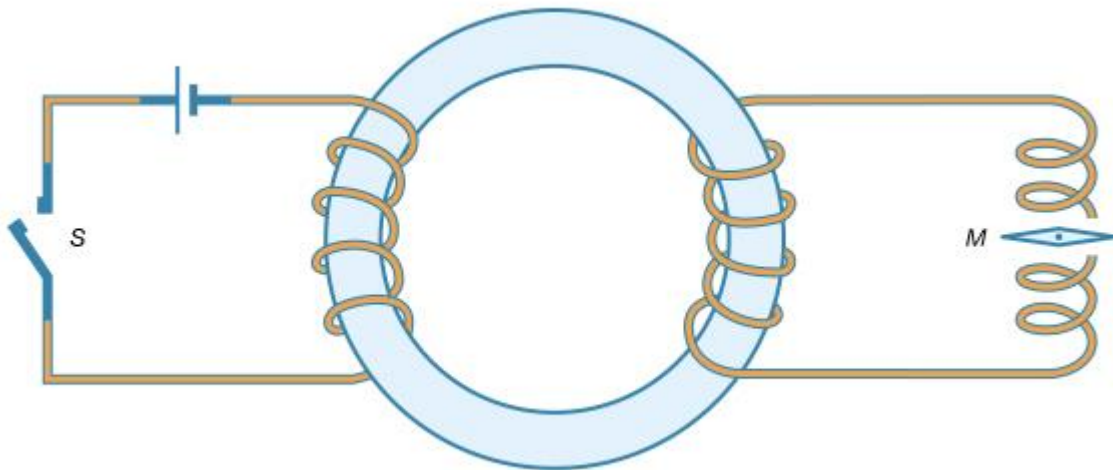
Na obrázku sú matematické vzťahy pre výpočet výkonu, napätia, prúdu a odporu.

Prvé významné ocenenie dostal až v roku 1841, keď dostal vyznamenanie od Londýnskej Kráľovskej spoločnosti v podobe Copleyovej medaily. V roku 1842 bol zvolený za člena Kráľovskej spoločnosti. V roku 1849 bol povolaný na mníchovskú univerzitu, a tým sa mu splnilo jeho veľké želanie. Tu pôsobil najskôr ako mimoriadny profesor a od roku 1852 ako riadny profesor. Georg Simon Ohm zomrel po krátkej chorobe vo veku 67 rokov 7. 7. 1854 v Mníchove.

Oertedov experiment, ktorý ukázal, že elektrina môže produkovať magnetické efekty,

vyvolala aj opačnú otázku. Mohol by magnetizmus vyvolať elektrický prúd v inom obvode? Francúzsky fyzik Augustin – Jean Fresnel tvrdil, že keď oceľová tyč v kovovej špirále môže byť zmagnetizovaná prechodom prúdu cez špirálu, magnetická tyč by mala zase vytvoriť prúd v obalenej špirále. V ďalšom desaťročí bolo navrhnutých mnoho dômyselných experimentov, ale očakávanie, že trvalý prúd bol indukovaný v cievke blízko magnetu, viedlo k tomu, že experimentátori buď náhodne chybovali, alebo nepoznajú žiadne prechodné elektrické efekty spôsobené magnetom.

Faradayho objav elektrickej indukcie



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Faraday, najväčší experimentátor v oblasti elektrickej energie a magnetizmu 19. storočia a jeden z najväčších experimentálnych fyzikov všetkých čias, pracoval na dôkaze elektrickej indukcie desať rokov a snažil sa dokázať, že magnet môže vyvolať elektrickú energiu. V roku 1831 sa mu podarilo pomocou cievok navinutých na protiľahlých stranách kruhu z mäkkého železa. Prvá cievka bola pripojená k batérii cez spínač a keď prúd prechádzal cievkou, železný krúžok sa magnetizoval. Vývody z druhej cievky boli predĺžené do vzdialenej cievky s ihlou kompasu viac ako jeden meter vzdialenej od železného kruhu, aby sa zabránilo ovplyvňovaniu ihly kompasu magnetickým polom prvej cievky okolo železného kruhu. Keď bol primárny okruh zapnutý, Faraday pozoroval okamžitý pohyb ihly kompasu a okamžitý návrat ihly do svojej pôvodnej polohy. Keď bol primárny prúd vypnutý, došlo podobnému pohybu ihly kompasu, ale opačným smerom. Vychádzajúc z toho pozorovania v iných experimentoch, Faraday ukázal, že zmeny v magnetickom poli okolo prvej cievky sú zodpovedné za indukciu prúdu v druhej cievke. Dokázal tiež, že elektrický prúd môže byť vyvolaný pohybom magnetu, zapnutím a vypnutím elektromagnetu. Počas niekoľkých mesiacov zhotovil prvý, aj keď primitívny, elektrický generátor.

Joseph Henry objavil elektrickú indukciu úplne nezávisle v roku 1830, ale svoje výsledky nepublikoval. Až po oboznámení o Faradayovej práci v roku 1831 v článku z júla 1832 Henry ohlásil a správne vyložil samoindukciu. Vyrobil veľké elektrické oblúkové svetlo z dlhého špirálového vodiča, keď bol odpojený od batérie. Keď prerušil spojenie, rýchle zníženie prúdu spôsobilo veľké napätie medzi svorkou akumulátora a drôtom.

Prúd pretrvával krátky čas vo forme jasného oblúka medzi svorkou akumulátora a drôtom.

Michael Faraday (22. 9. 1791 – 25. 8. 1867), pochádzal z veľmi chudobnej rodiny a stal sa jedným z najväčších vedcov v histórii. Narodil sa v Londýne ako tretie dieťa James a Margarét Faraday. Jeho otec

bol kováč, ktorý trpel po zdravotnej stránke a matka robila slúžku. Michael navštevoval miestnu školu do veku trinástich rokov, kde získal základné vzdelanie. Ak si chcel trochu zarobiť nejaké peniaze, začal pracovať ako doručovateľ v kníhkupectve. Pracoval poctivo a zapôsobil na svojho zamestnávateľa. Po roku mu bolo umožnené stať sa učňom v kníhkupectve. Mal záujem dozvedieť sa viacej o svete a neobmedzil sa iba na viazanie kníh v obchode. Po každodennej práci trávil svoj voľný čas čítaním kníh, ktoré viazal. Postupne zistil, že ho zaujímajú viac tie o vede a najmä: Encyklopédia Britannica, ktorá bola zdrojom vedomostí o elektrine a potom



kniha Rozhovory o chémii, ktorá mala 600 strán a bola dostupná pre bežných ľudí, ktorú spracoval Jane Marcet. Touto knihou bol tak fascinovaný, že začal časť svojej skromnej mzdy dávať na chemikálie a meracie prístroje, aby potvrdil pravdu toho, čo čítal. Keď sa dozvedel viac a počul, že známy vedec John Tatun bude venovať sériu verejných prednášok o fyzike za vstupné v hodnote jedného šilingu, čo bolo priveľa pre Michaela, a tak mu jeho starší brat dal ten šiling, lebo vedel ako ho to veľmi zaujíma. Michael dostal ponuku od jedného zákazníka kníhkupectva, či nechce vstupenky na prednášky sira Humphry Davy, ktorý bude prednášať v Kráľovskej inštitúcii.

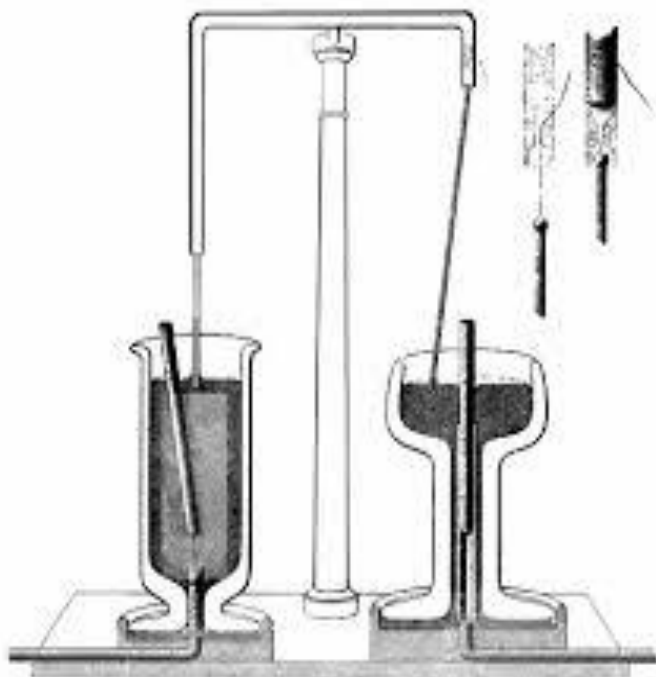
Sir Humphry Davy bol jedným z najvýznamnejších vedcov na svete. Michael sa zúčastnil na štyroch prednáškach o jednom z najnovších problémov chémie. Sledoval ako Davy uskutočňuje experimenty na prednáškach. Z prednášok urobil poznámky a dodatky, ktorých bolo na 300 strán ručne napísanej knihy, ktorú zviazal a poslal Davymu ako dar.

Michael začal v tom čase sofistikovanejšie experimenty v zadnej časti kníhkupectva a zhotovil elektrickú batériu s použitím medených mincí a zinkových kotúčov, oddelených vlhkým slaným papierom. Patériu používal na rozklad chemikálii, ako je síran horečnatý. V roku 1812 ukončil vyučovanie v kníhkupectve. Medzičasom sir Davy bol zranený pri výbuchu pri experimentovaní a Faraday poslal Davymu správu, či by sa mohol stať jeho asistentom. Čoskoro bol jeden z asistentov prepustený pre nezodpovednosť a Davy poslal

Michaelovi správu, v ktorej sa ho spýtal, či si praje prácu chemického asistenta. Pracovať v Kráľovskom inštitúte s jedným z najznámejších vedcov bolo jeho snom. Nastúpil 1. marca 1813, vo veku 21 rokov a dostal dobrý plat a ubytovanie v podkrovnej izbe v budove Kráľovského inštitútu. S Kráľovskou inštitúciou bol spojený 54 rokov a skončil tu ako profesor chémie.

Jeho počiatkovou prácou ako chemického asistenta, bolo pripravovanie prístrojov na experimenty a prednášky. Na obrázku je nakreslený jednoduchý elektrický generátor.

Len po siedmych mesiacoch v Kráľovskej inštitúcii Davy vzal Faraday ako svojho tajomníka na štúdijnú cestu po Európe, ktorá trvala 18 mesiacov. Počas tejto cesty sa stretol v Paríži s André – Maria Ampère a v Miláne s Alessandro Volta. Bolo to ako vysokoškolské vzdelávanie a Faraday sa toho veľa naučil. Okrem toho, že bol sekretár, bol aj osobným služobníkom Davyho manželky, ktorá bola veľmi protivná a znepríjemňovala mu tento pobyt, lebo ho nepovažovala za rovnocenného človeka.



Po príchode do Londýna mu Kráľovská inštitúcia obnovila zmluvu a zvýšila plat a Davy ho začal uznávať v akademických časopisoch. V roku 1816, vo veku 24 rokov Faraday predniesol svoju prvú prednášku, o vlastnostiach hmoty, filozofickej spoločnosti. Publikoval prvý akademický dokument, ktorý diskutoval o svojej analýze hydroxidu vápenatého v časopise Science. V roku 1821, bol vo veku 29 rokov menovaný za vedúceho laboratória Kráľovskej inštitúcie. Oženil sa so Sarah Barnardovou. Žili v miestnostiach v Kráľovskej inštitúcii po väčšiu časť ich 46 ročného manželstva. V roku 1824, bol zvolený do Kráľovskej spoločnosti. V roku 1825, sa stal riaditeľom laboratória Kráľovskej inštitúcie. V roku 1833 sa stal plnohodnotným profesorom chémie Kráľovskej inštitúcie a túto funkciu zastával po zvyšok svojho života.

V rokoch 1848 a 1858 mu bolo ponúkané predsedníctvo v Kráľovskej spoločnosti, ale obe ponuky odmietol. Aj keď počas Faradayho života, začali ľudia používať slovo fyzik, Faraday ho nemal v obľube a vždy sa označoval za filozofa. Bol známy tým, že sa nikdy nevzdal nápadov, ktoré pochádzali z jeho vedeckej intuície.

V roku 1823, skvapalnil chlór a amoniak použitím vysokých tlakov. Faraday ukázal, že mechanické čerpadlá môžu premeniť plyn pri izbovej teplote na kvapalinu. Kvapalina potom mohla byť odparená, čím sa ochladzovalo okolie. Na tomto princípe fungujú chladničky a mrazničky.

Historicky je benzén jednou z najdôležitejších látok v chémii, ako v praktickom i teoretickom zmysle. Michael zistil v roku 1825 benzén v olejovom zvyšku, ktorý tam zostal pri výrobe plynu na svietenie. V roku 1831, dosiahol už spomenutý objav elektromagnetickej indukcie. Do tej doby boli ľudia schopní vyrábať len elektrický prúd z

batérie. Väčšina elektrickej energie sa vyrába na tomto princípe v elektrárňach. Faraday bol jeden z hlavných aktérov pri zakladaní novej vedy o elektrochémii, ktorá skúma udalosti na rozhraniach elektród s iónovými látkami. Elektrochémia je veda, ktorá vyrába Li – iontové batérie a kovové hybridné batérie. Zákony z roku 1834, sú nevyhnutné pre pochopenie batérii a elektródových reakcií. V roku 1836, zistil, že keď sa nasýti elektrický vodič, všetok dodatočný náboj je na vonkajšej strane vodiča. Znamená to, že dodatočný prúd sa nezdržiava na vnútornej strane kľetky z kovu. Faradayová kľetka môže vytvoriť tzv. mŕtve zóny pre mobilné komunikácie. V roku 1845, prišlo objavenie Faradayho efektu – magneto optický efekt. Bol to ďalší životne dôležitý experiment v dejinách vedy, prvý, ktorý spojil elektromagnetizmus so svetlom, ktorý bol neskoršie matematicky potvrdený v roku 1864 James Clerk Maxwellom, že svetlo sú elektromagnetické vlny.

V roku 1845 zistil, že všetky látky sú antimagnetické, niektoré sú iba slabé, ale niektoré sú aj veľmi silné. Faraday zomrel vo veku 75 rokov 25. augusta 1867 v Londýne. Jeho manželka ho prežila a ich manželstvo bolo bezdetné. Jeho hrob, je spoločný s manželkou Sarah na cintoríne Highgate v Londýne.

Faradayho myslenie bolo preniknuté konceptom elektrických a magnetických siločiar. Uvedomil si, že magnety, elektrické náboje a elektrické prúdy produkujú silu. Keď umiestnil na magnet tenkú kartu pokrytú železnými pilinami, mohol vidieť, že piliny tvoria reťaz od jedného konca magnetu k druhému. Veril, že tieto línie ukazujú smery síl, a že elektrický prúd bude mať rovnaké siločiar.

Joseph Henry (17. 12. 1797 – 13. 5. 1878), bol americký vedec, ktorý bol už počas svojho života veľmi váženým človekom. Pri vytváraní elektromagnetov objavil elektromagnetický jav „samoindukciu“. Objavil tiež vzájomnú indukčnosť nezávisle od Michaela Faraday.

Joseph Henry sa narodil v Albany v New Yorku, škótskym prisťahovalcom Ann Alexander Henry a William Henry. Jeho rodičia boli chudobní a otec zomrel, keď bol ešte mladý. Po zvyšok svojho detstva žil s jeho babičkou v Galway v New Yorku. Navštevoval základnú školu a potom vo veku trinástich rokov začal pracovať v obchode s rozličným tovarom a začal sa učiť za hodinára. Spočiatku sa chcel stať hercom, ale v šestnástich rokoch ho zaujala kniha prednášok o vedeckých témach s názvom „Populárne prednášky o experimentálnej filozofii“. V roku 1819 nastúpil na akadémiu Albany, kde dostal bezplatnú výučbu. Aj napriek tomu, bol tak chudobný, že si privyrábal doučovaním iných žiakov. Chcel sa stať lekárom, ale stretnutie s asistentom inžiniera pre prieskum výstavby štátnej cesty medzi Hudson River a Lake Erie v roku 1824, ho inšpirovalo pre strojársky priemysel.

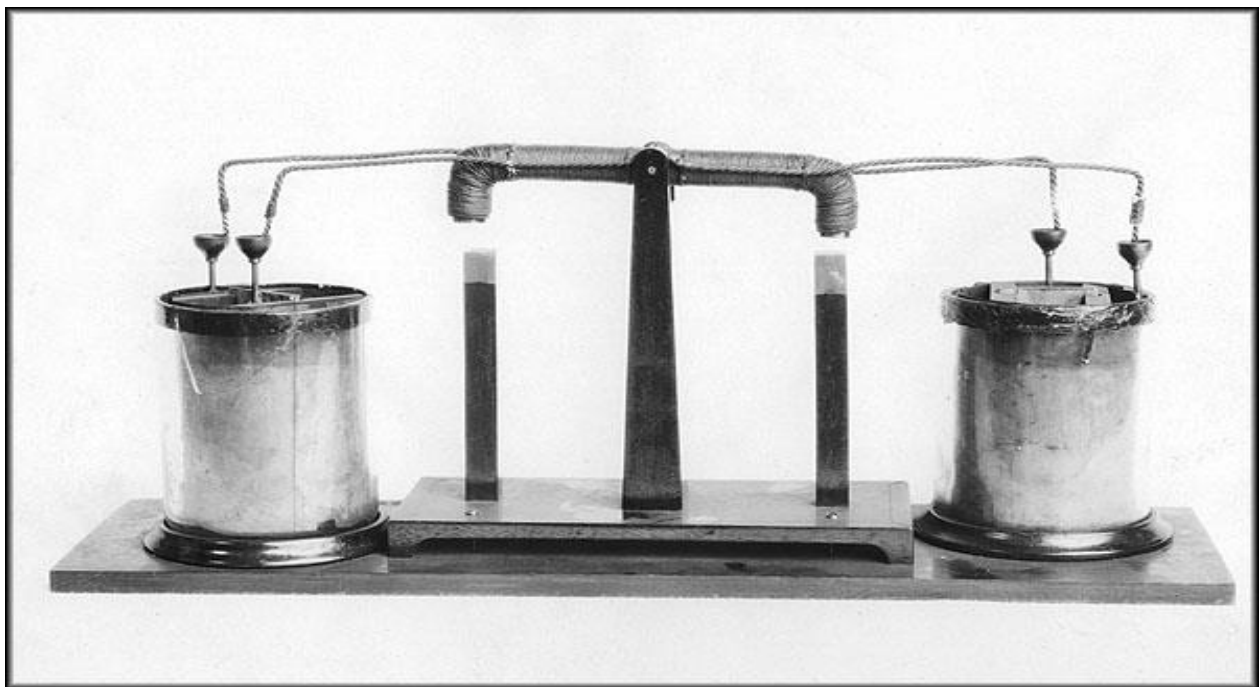
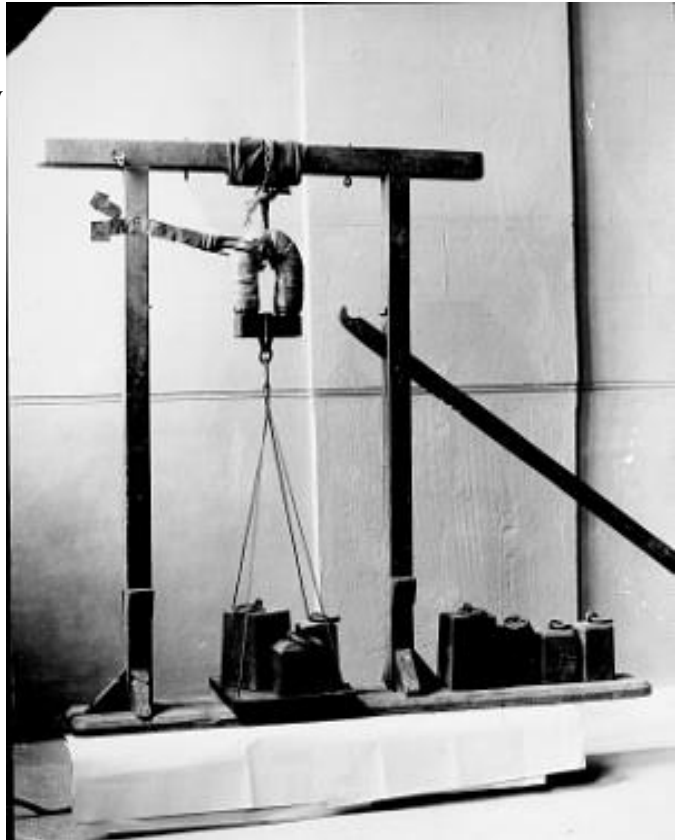


Henry bol vynikajúcim študentom a v roku 1826 bol menovaný za profesora matematiky a prírodnej filozofie na akadémii Albany, riaditeľom T. Romeyn Beck. Z tohto obdobia

pochádzajú jeho najdôležitejšie výskumy. Jeho zvedavosť o zemskom magnetizme ho viedla k experimentom s magnetizmom vo všeobecnosti.

Na obrázku je vidieť jeho elektromagnet pri jednom jeho experimentovaní z roku 1829. Bol prvý, kto pevne omotal izolovaný drôt okolo železného jadra, aby vytvoril silnejší elektromagnet, ktorý bol vylepšeným elektromagnetom Williama Sturgeona. S použitím tejto techniky postavil pre Yale najsilnejší elektromagnet.

S využitím svojho nového elektromagnetického princípu zhotovil v roku 1831 jeden z prvých strojov na použitie elektromagnetizmu na pohyb. Bol to najstarší predchodca jednosmerného elektrického motora. Nepoužíval rotačný pohyb, ale bol elektromagnetom posadeným na stĺp, ktorý sa hýbal tam a späť. Kývavý pohyb bol spôsobený jedným z dvoch vodičov na oboch koncoch kolísky magnetov, ktoré sa dotýkali jednej z dvoch batériových článkov, čo spôsobilo zmenu polaritu a kolísalo opačným smerom, kým



ostatné dva vodiče nedosiahli druhú batériu.

Tento prístroj umožnil Henrymu rozpoznať vlastnosť samoindukcie.

Od roku 1832 do roku 1846, Henry pôsobil na katedre prírodnej histórie na College of New Jersey, dnešná univerzita Princeton. Tu viedol i laboratórium, kde vykonal niekoľko tisíc experimentov. Spolupracoval s asistentom Sam Parker, na ktorého sa mohol vo

všetkom spoľahnúť. V roku 1846, bol menovaný za prvého tajomníka v Smithsonian institute a v tejto funkcii zotrval do roku 1878. Henry spolupracoval s profesorom Stephen Alexandrom na určení relatívnych teplôt pre rôzne časti solárneho kotúča.

Henry zomrel 13. mája 1878 a bol pochovaný na cintoríne Oak Hill v časti Georgetown vo Washingtone.

Faraday a Henry neboli jediní, ktorý sa zaslúžili o rozvoj syntézy medzi elektrickou energiou, magnetizmom a inými oblasťami fyziky spojenými s elektrickou energiou. Svojou prácou spresnili a matematicky zdôvodnili to, čo Faraday a Henry iba experimentálne uviedli. Do tohto obdobia patria i fyzici Franz Ernst Neumann, Wilhelm Eduard Weber, Moritz Hermann Jacobi, Heinrich Friedrich Emil Lenz, Pavel Lvovič Šiling, Léon Jean Foucault, František Adam Petřina, Heinrich Göebel, Julius Plücker, Heinrich Geissler, Gaston R. Plante, Antonio Pacinotti, William Thomson (neskôr lord Kelvin), James Prescott Joule, Gustav Kitchhoff, James Clerk Maxwell a sir George Stokes.

V roku 1832 fyzik Pavel Lvovič Šiling (1786 – 1837), vytvoril prvý elektrický telegraf, ktorý sa začal prakticky využívať v Petrohrade medzi Zimným palácom a budovou ministerstva dopravy. Signály boli šifrované pomocou šiestich kompasových ihiel. V roku 1833 postavili Wilhelm Eduard Weber s Carl Friedrich Gauss prvý elektromagnetický telegraf medzi hvezdárňou a ústavom fyziky v Göttingene.

Heinrich Friedrich Emil Lenz (12. 2. 1804 – 10. 2. 1865), bol ruský fyzik nemeckej národnosti a narodil sa v meste Dorpat v guvernéri Livónie, dnešné Estónsko. Po skončení svojho stredoškolského vzdelania v roku 1820, začal študovať chémiu a fyziku na univerzite v Dorpat. V rokoch 1823 až 1826 cestoval s Otom von Kotrbe po celom svete a študoval klimatické podmienky a fyzikálne vlastnosti slanej vody.

Po návrate, začal Lenz pracovať na univerzite v St. Peterburgu v Rusku, kde neskôr pôsobil ako dekan Matematicko – fyzikálnej fakulty od roku 1840 so roku 1863, kedy sa stal rektorom. Lenz učil aj na Michalovskej delostreleckej akadémii.

Lenz začal študovať elektromagnetizmus v roku 1831, a okrem Lenzovho zákona, tiež nezávislo od Joule objavil v roku 1844, prácu a výkon v stacionárnom elektrickom poli.

Lenz formuloval jeho zákon v roku 1834, tak, že smer prúdu indukovaného vo vodiči podľa meniaceho sa magnetického poľa v dôsledku indukcie je schopný vytvoriť magnetické pole, ktoré sa postaví proti zmene, ktorá ho vytvára. Lenzov zákon je vyjadrený záporným znamienkom Faradayho zákona o indukcii



$$\varepsilon = - \frac{\delta\Phi}{\delta t}$$

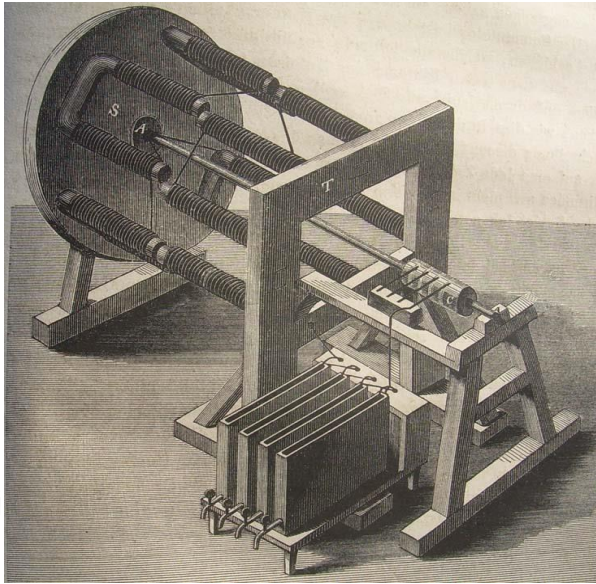
čo značí, že indukovaná elektromotorická sila ϵ a zmena magnetického toku $\delta\Phi$ majú opačné znaky. Je to kvalitatívny zákon, ktorý špecifikuje smer indukovaného prúdu, ale nehovorí nič o jeho veľkosti.

Lenz sa dôrazne podieľal na vývoji technológie galvanizácie, ktorá je pripísaná jeho priateľovi Moritz Hermann Jacobi.

Lenz zomrel 10. 2. 1865 v Ríme na mŕtvicu vo veku 60 rokov.

Moritz Hermann Jacobi (21. 9. 1801 – 27. 2. 1874), bol nemecký a ruský fyzik a inžinier. Vyvinul prvý praktický elektromotor na obrázku a prvú loď poháňanú elektromotorom.

Narodil sa v Postupime a mal brata Carl Gustav Jacob Jacobi. Jacobi bol prvým staviteľom v Königsbergu, ešte pred tým ako odišiel v roku 1835 do Dorpatu ako profesor civilnej architektúry. V roku 1837 bol



vymenovaný za asistenta na univerzite v Petrohrade. V roku 1842 bol zvolený za mimoriadneho a v roku 1847 za riadneho člena akadémie vied. Od roku 1853 bol tiež členom Roman Accademia dei Lincei.

Jeho dôležitým príspevkom bola galvanoplastika z roku 1837 a využitie elektromagnetizmu k pohybu strojov a vozidiel. Jeho prvý technicky uskutočniteľný jednosmerný motor navrhol v roku 1834. Dňa 13. 9. 1838, preplával po rieke Neve v Petrohrade na člne vzdialenosť 7,5 kilometra s rýchlosťou asi 2,5 kilometra za hodinu. Výkon jednosmerného elektrického motora bol 220 W.

V roku 1850, začal s rozsiahlymi experimentami na vývoji oblúkových lúčok. Jacobi vymyslel elektrolytické pokovovanie nevodivých materiálov, ako sú drevo alebo sadra vďaka elektricky vodivej vrstve grafitu. Technika elektrolytického pokovovania rýchlo prenikla do priemyselnej výroby. Znamenalo to prvé využitie elektriny pre priemyselné účely. V roku 1850, zostrojil telegrafný prístroj, ktorý pri prijímaní tlačil písmená (d'alekopolis).

Po čase postavili podobné elektromotory Page, Thomas Davenport (1802 – 1851), a ďalší. V roku 1835, Holanďan S. Stratingh zhotovil v Groningene prvý elektrický automobil poháňaný elektromagnetickým motorom.

V roku 1840, zostrojil A. Bain prvé elektrické hodiny, ktoré dostávali prúdové impulzy z vlastného galvanického zdroja, ktorý pozostával z kovových platní uložených vo vlhkej pôde. Tieto hodiny si nechal patentovať 11. januára 1841.

V roku 1844, francúzsky fyzik Léon Jean Foucault (1819 – 1868), zhotovil elektrickú oblúkovú lampu s uhlíkmi a s prvým elektromagnetickým zariadením k udržaniu uhlíkov

v konštantnej vzdialenosti. Bola to prvá oblúčková lampa, ktorá sa v praxi používala, najmä na špeciálne efekty na divadelnej scéne.

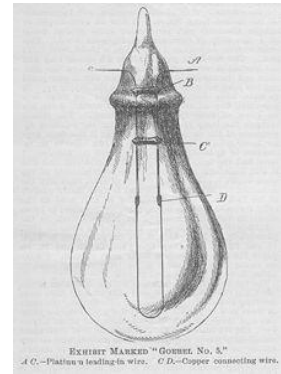
V roku 1853, František Adam Petřina (1799 – 1855), profesor fyziky na pražskej univerzite spoločne s riaditeľom viedenského telegrafu J. W. Gintle, zostrojili prvý duplexný telegraf, ktorý umožnil súčasne vysielat' z oboch strán linky. O rok neskôr zostrojil Werner Siemens iný systém duplexného telegrafu.

Heinrich Göebel (1818 – 1893), Nemeč žijúci v New Yorku, vyrobil elektrickú žiarovku s uhlíkovým vláknom v roku 1854. Vo vzduchoprázdnej banke vlákno údajne malo životnosť 400 hodín a Göebel ju používal na osvetlenie svojho hodinárskeho obchodu. Na obrázku je vidieť prevedenie žiarovky.

V roku 1858, nemeckí fyzici Julius Plücker (1801 – 1868) a Heinrich Geissler (1815 – 1879) zostrojili prvú neónovú trubicu.

V roku 1859, francúzsky profesor fyziky Gaston R. Planté (1834 – 1889), vynášiel elektrické olovené akumulátory, ktoré sa po určitých zdokonaleniach stále používajú.

V roku 1859, zostrojil Talian Antonio Pacinotti (1841 – 1912), elektromotor s kruhovou kotvou, ale v praxi ho veľa nevyužíval. Jeho vynález poslužil ďalším konštruktérom elektrických motorov.



Nicholas Callan (22. 12. 1799 – 10. 1. 1864), bol írskym kňazom a vedcom z Darveru v grófstve Louth. Bol profesorom prírodnej filozofie na Maynooth College v grófstve Kildare a najznámejší je tým, že zhotovil prvý transformátor elektrického prúdu.

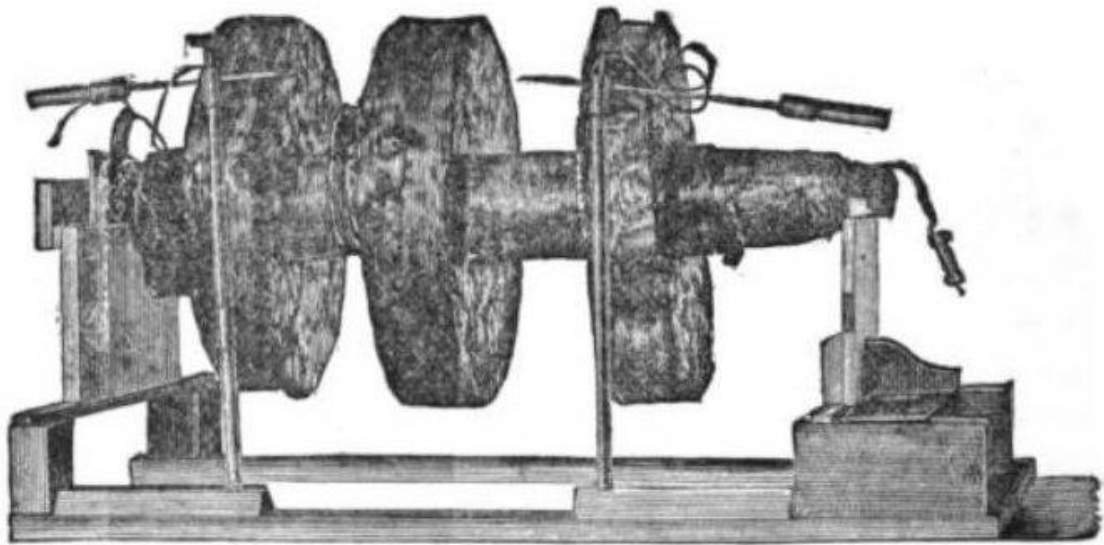
Absolvoval akadémiu v Dundalku a potom nastúpil do seminára v Navan. V roku 1816 nastúpil na Maynooth College. V treťom ročníku začal študovať prírodnú filozofiu (fyziku), pod vedením Dr. Cornelius Denvir, ktorý mu predstavil experimentálnu metódu výučby a tu získal záujem o elektrinu a magnetizmus.

V roku 1823 bol vymenovaný za kňaza a odišiel do Ríma, aby študoval na univerzite v Sapienze a tu získal doktorát z teológie v roku 1826. Tu sa zoznámil s prácami priekopníkov Luigi Galvani a Alessandro Volta. V roku 1826 sa Callan vrátil do Maynooth ako nový profesor prírodnej filozofie, kde začal pracovať s elektrickou energiou vo svojom laboratóriu na univerzite.



Ovplyvnený prácami Sturgeona a Faraday, Callan začal pracovať na myšlienke indukčnej cievky v roku 1834 a v roku 1836 vynášiel transformátor. Transformátor vytvára prerušovaný vysokonapäťový striedavý prúd z napojenia na jednosmerný prúd nízkeho napätia batérie. Na primárnu cievku pozostávajúcej z niekoľkých závitov z hrubého drôtu navinutého okolo železného jadra napojeného na batériu. Druhá, sekundárna cievka pozostáva z mnohých závitov z tenkého drôtu. Kovová armatúra a mechanizmus prerušovania prúdu na primárnom okruhu cievky, vytvoril na sekundárnom okruhu vysokonapäťový a rýchlo sa striedajúci prúd.

Callan vynášiel transformátor, pretože potreboval generovať vyššiu úroveň elektrickej energie, ako bolo k dispozícii. Pri prvom experimente vzal valec mäkkého železa v dĺžke



asi 0,6 metra a naň navinul dve cievky z medeného drôtu, v dĺžke 61 metrov. Začiatok prvej cievky pripojil na začiatok druhej cievky, potom pripojil batériu na začiatok a na koniec vinutia. Na obrázku je vidieť prevedenie transformátora z roku 1836. Zistil, že keď prerušil kontakt na batériu, medzi prvou svorkou prvej cievky a druhou svorkou druhej cievky vznikol istý náraz. Ďalšie experimenty ukázali, ako môže prvá cievka spôsobiť náraz z malého akumulátora na úroveň veľkosti veľkej batérie. Callan sa pokúsil vytvoriť väčšiu cievku. S batériou s doskami o veľkosti 178 mm, produkoval dostatok energie pre elektrický šok, tak silný, že osoba, ktorá ho pocítila, cítila účinky aj niekoľko dní. Takto zostrojil primitívny indukčný transformátor. Callan požil ako prerušovač, hojdací drôt, ktorý sa opakovane ponoril do malého kalicha s ortuťou. Zistil, že čím rýchlejšie sa prerušuje prúd, tým väčšia je iskra.

V roku 1837 vyrobil svoj obrovsky indukčný stroj, pomocou mechanizmu z hodín, prerušoval prúd z batérie 20 – krát za sekundu a vygeneroval iskry s s dĺžkou 380 mm a odhadované napätie bolo 60 000 voltov.

V roku 1849 publikoval knihu: Kniha o faktoch vo vede a umení, v ktorej bol i článok „Baterie Maynooth“. Callan zistil, že môže na výrobu batérie použiť železné odliatky a vyrobiť tak lacnejšiu batériu. Objavil galvanizáciu na ochranu železa proti korózii.

Zomrel v roku 1864 a je pochovaný na cintoríne v St. Patrika, Maynooth.

Relé sa vyvíjalo od roku 1933. Ako prvý použili elektromagnetické relé na svojom telegrafe Carl Friedrich Gauss a Wilhelm Weber. Americký vedec Joseph Henry tiež tvrdil, že vynášiel relé v roku 1835 s cieľom zlepšiť jeho verziu elektrického telegrafu.

Tvrdí sa, že anglický vynálezca Edward Davy použil relé vo svojom elektrickom telegrafe na predĺženie vedenia telegrafnej linky. V roku 1936 uskutočnil telegrafické experimenty a v roku 1838 mu bol udelený patent na jeho telegraf. Relé, ktoré použil sa skladalo z magnetickej ihly, ktorá sa ponorila do ortute, keď elektrický prúd prechádzal cievkou.

Alexander – Edmond Becquerel (24. 3. 1820 – 11. 5. 1891) bol francúzskym fyzikom,

ktorý študoval magnetizmus, elektrickú energiu a optiku. Jeho meno je pripísaný objav fotovoltického efektu, ktorý je princípom solárnych článkov z roku 1939.

V roku 1939, experimentoval v laboratóriu svojho otca a vyvinul prvú fotovoltickú bunku na svete. V tomto experimente bol chlorid strieborný umiestnený do kyslého roztoku a osvetlený, kým bol pripojený k platinovým elektródam, generujúcim napätie a prúd.

Gustav Robert Kirchhoff (12. 3. 1824 – 18. 10. 1887) bol nemecký fyzik, ktorý prispel k základnému pochopeniu elektrických obvodov a spektroskopii. Upozornil na vyžarovanie čierneho telesa. Narodil sa v meste Sternbergit v Prusku a otec Friedrich bol advokátom a matka Johana Henriette Wittkeova. Študoval na univerzite Königsbergu a v roku 1847, ukončil štúdium. Navštevoval matematicko – fyzikálne semináre Carl Gustav Jacob Jacobi, Franz Ernst Neuman a Friedrich Julius Richelot. V tom istom roku sa presťahoval do Berlína, kde zostal, kým nedostal ponuku z Breslau. Neskôr sa v roku 1857 oženil s Clárou Richelotovou, dcérou svojho profesora matematiky. Spolu mali päť detí a Clára v roku 1869 zomrela. Potom sa oženil s Luiseou Brömmelovou v roku 1872. Kirchhoff formuloval svoje obvodové zákony v roku 1845, ešte ako študent, a ktoré sú v elektrotechnike všade prítomné.

Algebraický súčet prúdov do uzla pritekajúcich alebo z uzla odtekajúcich sa rovná nule.

V každom okruhu súčet elektromotorických síl udržiavajúcich elektrický prúd vo zvolenom smere do rovná súčtu napätí na jednotlivých vodičoch, daných Ohmovým zákonom v tvare súčinov IR .

V roku 1854 bol pozvaný na univerzitu v Heidelbergu, kde spolupracoval na spektroskopickú prácu s Robertom Bunsenom. Spoločne objavili Céziu a Rubídium v roku 1861. V roku 1857 vypočítal, že elektrický signál v odporovom drôte prechádza pozdĺž drôtu rýchlosťou svetla. Uviedol svoj zákon o tepelnom žiarení v roku 1859 a v roku 1861, vydal o tom dôkaz. V roku 1862 získal Rumfordovu medailu za svoje výskumy na vedeniach solárneho spektra a spektra umelého svetla. V roku 1875 prijal miesto profesora teoretickej fyziky v Berlíne.

V roku 1884 sa stal zahraničným členom Kráľovskej holandskej akadémie vied. Kirchhoff zomrel v roku 1887, a bol pochovaný na cintoríne St. Matthäus Kirchhoff v Schönebergu v Berlíne.

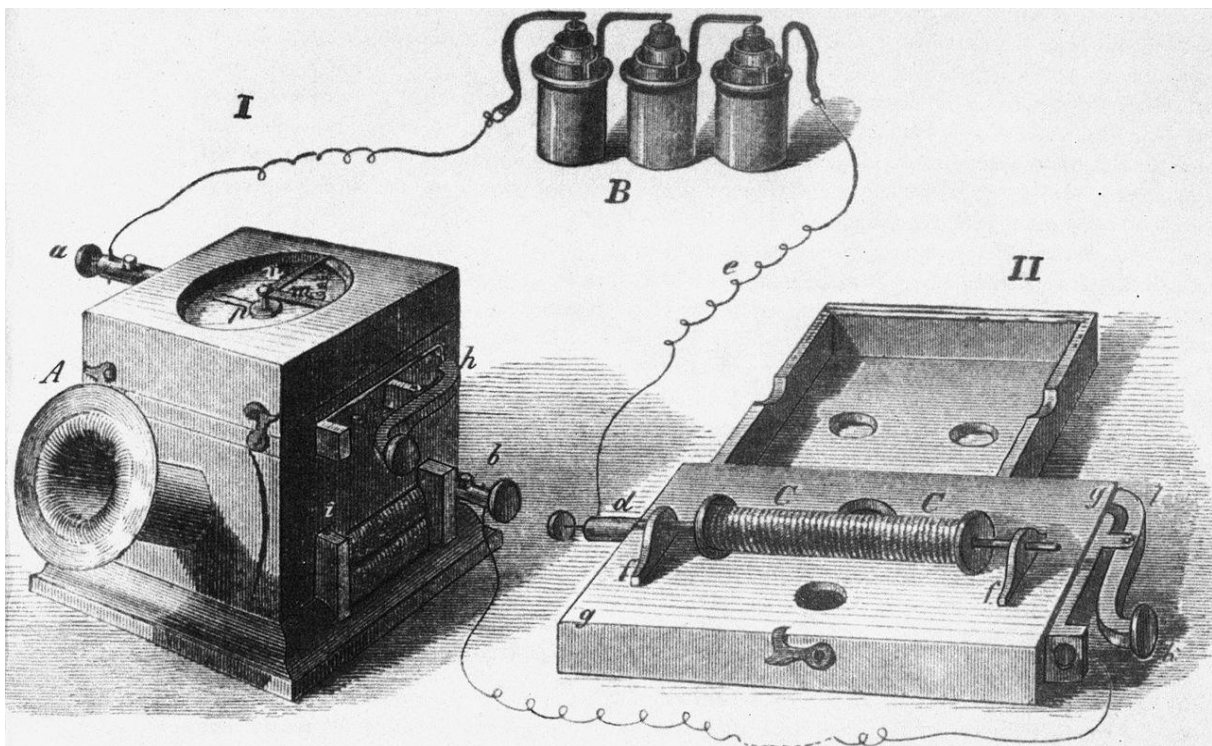


Charles Bourseul (28. 4. 1829 – 23. 11. 1912) sa narodil v Bruseli a vyrastal v Dovai vo Francúzsku. Jeho otec bol kapitánom francúzskej armády. Charles pracoval pre telefónu spoločnosti ako stavebný inžinier a mechanik. Urobil vylepšenie telegrafného systému na LF Breguet. Experimentoval s elektrickým prenosom ľudského hlasu a vyvinul elektromagnetický mikrofón, ale jeho telefónu slúchadlo nedokázalo preniesť elektrický prúd späť do jasných ľudských hlasových zvukov. V roku 1854 napísal článok o odovzdávaní ľudského hlasu pomocou elektrického prúdu, ktorý publikoval v časopise

L'Illustration v Paríži. Aj keď svoj nápad nerealizoval, ale dal presne opísanú funkčnosť tohto prístroja. Bourseul opisuje svoju predstavu takto: „Predpokladajme, že muž hovorí u pohyblivého disku dostatočne flexibilne, aby vedel zachytiť vibrácie hlasu, že tento disk robí striedavé prúdy z batérie. Môžeme mať vo väčšej vzdialenosti iný disk, ktorý bude súčasne produkovať rovnaké vibrácie. Je isté, že v blízkej budúcnosti bude reč prenášaná elektrinou. Robil som pokusy, ale všetko je treba vyrobiť také jemné a potrebuje to čas a trpezlivosť, ale sľubuje je to priaznivý výsledok.“ Bourseul zomrel v roku 1912 v Saint – Cere vo Francúzsku ako 83 ročný.



Johann Philipp Reis (7. 1. 1834 – 14. 1. 1874) dokončil svoj prístroj v roku 1860, ktorý nazval telefón. Svojím prístrojom prenášal určité zvuky, ale prenos reči to nebol. Jeho vysielač a prijímač sa skladali z korku, ihiel na pletenie, kúsky kože z čreva a platiny na prenášanie zvuku. Problém bol v tom, že jeho telefón sa uvádzal do prevádzky pri vysielaní signálov a zapínali sa kontakty prijímača ako to navrhol Bourseul, ale tento postup bol nesprávny, lebo hovorová reč musí mať vysielač a prijímač neustále zapnutý. Vysielač mení elektrický prúd v závislosti na tom, aký akustický tlak sa vyvinie. Reis si neuvedomil svoju chybu a nerozumel princípu ľudskej reči, na ktorej závisel jej prenos a ani nevyvíjal svoj prístroj ďalej.



Na obrázku je vidieť prevedenie telefónu, ktorý zhotovil Reis v roku 1860.

James Clerk Maxwell (13. 6. 1831 – 5. 11. 1879) bol škótskym fyzikom a jeho najväčším objavom je všeobecný matematický opis zákonov elektriny a magnetizmu, dnes

známe ako Maxwellové rovnice. Posledné kroky pri syntetizácii elektriny a magnetizmu do jednej koherentnej teórie urobil Maxwell. Bol ovplyvnený prácami Faraday, a začal jeho štúdiom javov tým, že prekladá Faradayho experimentálne nálezy do matematiky. V roku 1856, vyvinul teóriu, že energia elektromagnetického poľa je v priestore okolo vodičov, ako aj v samotných vodičoch. Do roku 1864, formuloval svoju vlastnú elektromagnetickú teóriu svetla a predpovedal, že svetlo aj rádiové vlny sú elektrické a magnetické javy. Zatiaľ čo Faraday zistil, že zmeny magnetických polí vytvárajú elektrické polia, Maxwell doplnil túto myšlienku slovami: zmeny v elektrických polí sú zdrojom magnetického poľa aj v neprítomnosti elektrického prúdu. Maxwell predpovedal, že elektromagnetické poruchy prechádzajúce prázdny priestorom majú elektrické a magnetické polia v pravom uhle, a že obe polia sú kolmé na smer vlny. Dospel k záveru, že vlny sa pohybujú rovnomernou rýchlosťou, ktorá sa rovná rýchlosti svetla, a že svetlo je jednou s foriem elektromagnetickej vlny. I napriek elegantnému podaniu, boli jeho radikálne myšlienky všeobecne prijaté až po roku 1886, kedy nemecký fyzik Heinrich Hertz potvrdil existenciu elektromagnetických vln, ktoré sa šíria rýchlosťou svetla a vlny, ktoré objavil, sú teraz známe ako rádiové vlny.

Maxwellové štyri rovnice polí predstavujú vrchol klasickej elektromagnetickej teórie. Následný vývoj v teórii sa týkal buď vzťahu medzi elektromagnetizmom a atómovou štruktúrou hmoty, alebo praktickými a teoretickými dôsledkami Maxwellových rovníc, ako ich vidíme na obrázku, ktoré uviedol v „Traktát o elektrine a magnetizme“.

Narodil sa v Edinburgu, a keď bol ešte mladý rodina sa presťahovala do Glenlair, kde rodičia mali dom. Počiatočné vzdelanie získal od svojej matky a vo veku osem rokov už vedel slušne recitovať. Jeho matka ochorela na rakovinu žalúdka a po neúspešnej operácii zomrela v decembri 1839. V roku 1841 bol poslaný na uznávanú akadémiu v Edinburgu. V tej dobe ho bavilo kreslenie, v ktorom ho podporoval starší bratranec. V škole sa mu posmievali pre jeho prízvuk a získal si prezývku „Daflie“. Táto izolácia na akadémii sa skončila, keď sa stretol s Lewisom Campbellom a Petrom Guthriem Taitom, dvoch chlapcov podobného veku, ktorí sa stali celoživotnými priateľmi. Vo veku 13 rokov vyhral matematickú medailu školy a prvú cenu za poéziu. Maxwellové záujmy sa nachádzali ďaleko od školskej osnovy a nevenoval pozornosť prednáškam. Napísal svoj prvú vedeckú prácu vo veku 14 rokov. V ňom opísal mechanické postupy na kreslenie matematických kriviek s kúskom povrazu a vlastnosti elíps, karteziánske ovály a súvisiacich kriviek s



$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \mu_0 \left(\mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right)\end{aligned}$$



viac ako s dvoma ohniskami. V roku 1847, opustil akadémiu vo veku 16 rokov a začal navštevovať univerzitu v Edinburgu. Prednášky robili sir William Hamilton, ktorý prednášal logiku a metafyziku, Philip Kelland prednášal matematiku a James Forbes prírodnú filozofiu. Popri štúdiu si našiel čas i na samo štúdium a v Glenlaire experimentoval s chemickými látkami, elektrickými a magnetickými prístrojmi a najmä skúmal polarizované svetlo. V roku 1850 nastúpil na univerzitu v Cambridge a spočiatku navštevoval Peterhouse, no pred skončením prvého ročníka prestúpil do Trinity. V roku 1851 študoval pod vedením Williama Hopkinsa a v záverečnej skúške z matematiky získal druhé miesto a získal titul Second Wrangler.

Maxwell dokázal, že biele svetlo bude výsledkom zmesi červeného, zeleného a modrého svetla. Dokument o experimentoch farieb stanovil princípy farebnej kombinácie a bol predložený Kráľovskej spoločnosti v Edinburgu v marci 1855.

Maxwell napísal práce: Traktát o elektrine a magnetizme. U vzájomnom vzťahu matematiky a fyziky. O matematickej klasifikácii fyzikálnych veličín. O Faradayho siločiarach.

Vo februári 1858 sa oženil s Katherine Mary Dewar, ktorá bola o sedem rokov staršia. V roku 1860 sa Marischal College spojila so susednou Kráľovskou vysokou školou a vytvorili univerzitu Aberdeene. Maxwell napriek svojej vedeckej reputácii bol prepustený a našiel si miesto na katedre filozofie na King's College v Londýne. Tu prekonal zápal kiahní a presťahoval sa s manželkou do Londýna. V roku 1865 ukončil pôsobenie v King's College a vrátil sa s manželkou do Glenlair. Tu napísal učebnicu „Teória tepla“ v roku 1871. V tom istom roku sa stal profesorom fyziky na Cambridge a stal sa vývojárom Cavendish laboratória. V roku 1876 napísal „Matter and Motion“.

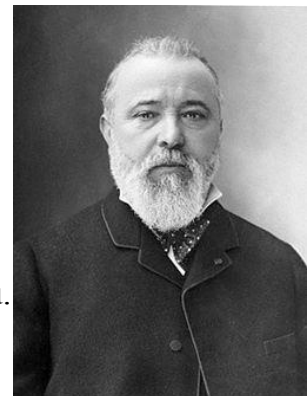
Maxwell zomrel v Cambridge na rakovinu žalúdka 5. 11. 1879 vo veku 48 rokov.

Zenobe Gramme (4. 4. 1826 – 20. 1. 1901) bol belgickým elektrotechnikom, ktorý zhotovil dynamo – elektrický generátor na výrobu jednosmerného prúdu. Bol to prvý generátor, ktorý vyrábala energiu v priemyselnom meradle. Bol inšpirovaný strojom, ktorý vynášiel Antonio Pacinotti v roku 1860. Gramme vyvinul nový indukovaný rotor vo forme drôtu obaleného prstencom (grammov krúžok) a demonštroval ho na Akadémii vied v Paríži v roku 1871. Aj keď bol v 19. storočí populárny princíp navíjania, už v 20. storočí sa nepoužíval pre jeho náročnosť a menšie efektívne využitie. Na obrázku je jeden z prvých vyrobených strojov



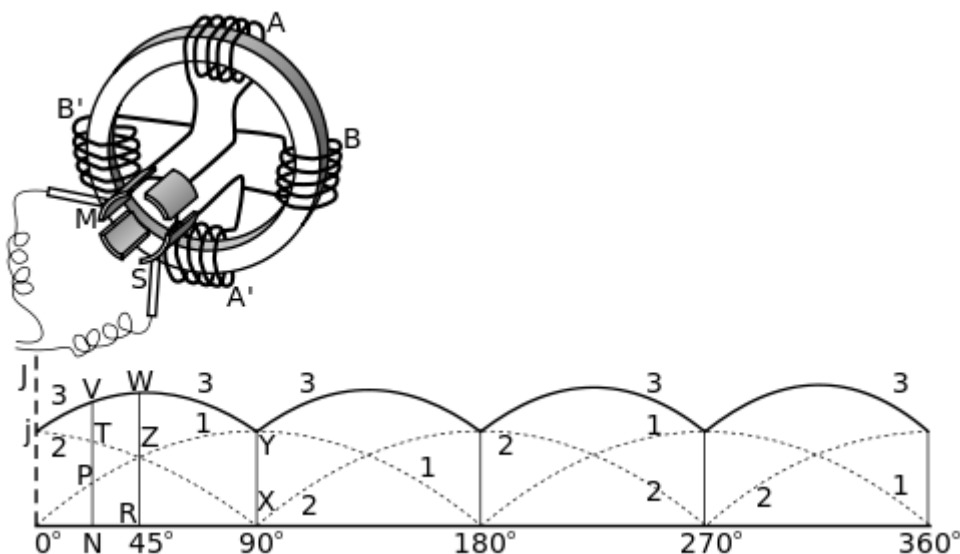
na výrobu jednosmerného prúdu.

Gramme dynamo má kotúčovú armatúru s radom cievok na armatúre, navinutých okolo otočného krúžku z mäkkého železa. Cievky sú zapojené do série a spojené medzi každou dvojicou je pripojené ku komutátoru, na ktorom sú dva zberače prúdu. Permanentné magnety magnetizujú mäkký železný krúžok a vytvárajú magnetické pole, ktoré sa otáča okolo cievok, aby sa armatúra otáčala. Toto vyvoláva napätie v dvoch cievkach na protiľahlých stranách kotvy, ktoré sa odoberajú zberačmi.

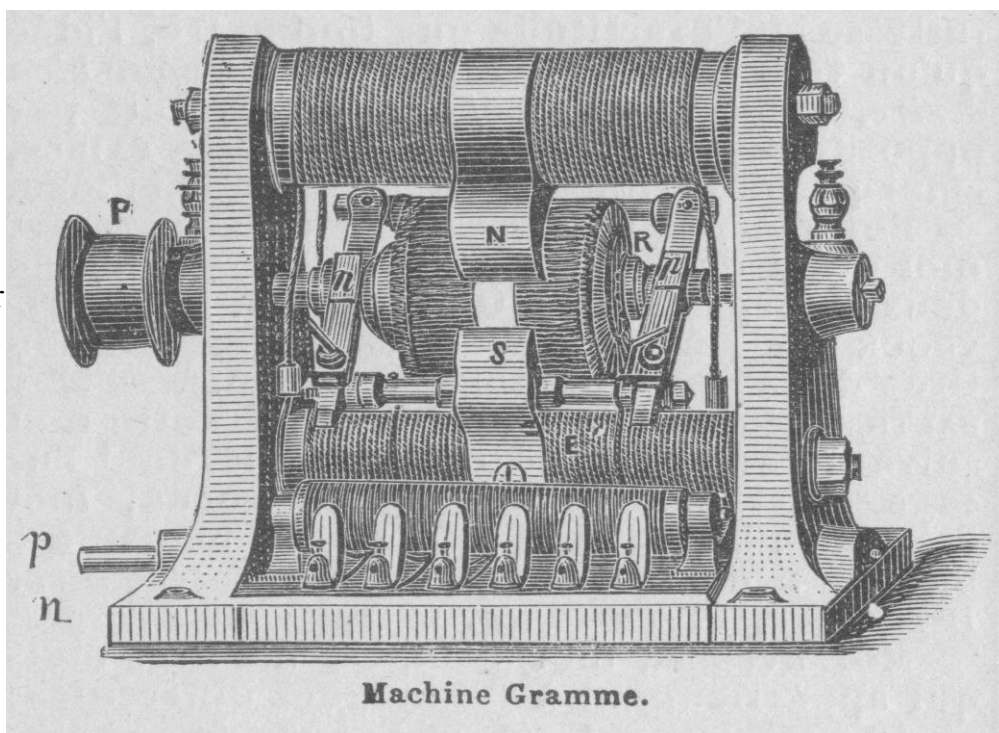


Staršie elektromagnetické stroje prechádzali magnetom v blízkosti pólů jedného alebo dvoch elektromagnetov alebo rotujúcich cievok navinutých na dvojitych armatúrach v statickom magnetickom poli, vytvárajúc krátke impulzy DC (jednosmerného prúdu), ktoré viedli k prechodnému výstupu s nízkym priemerným výkonom.

Pri viacerých cievkach na kotevnej kružnici Gramme je výsledná krivka napätia prakticky konštantná, čím vzniká napájanie takmer jednosmerným prúdom. Tento typ stroja potrebuje iba elektromagnety, ktoré vytvárajú magnetické pole, aby sa stali moderným generátorom. Na obrázku je dvojpólový a štvorcestný jednosmerný generátor Gramme.



Počas demonštrácie na priemyselnej výstave vo Viedni v roku 1873 Gramme náhodou zistil, že ak je pripojený generátor k stálemu zdroju napätia, bude sa chovať ako elektrický motor. Na obrázku je vidieť kresbu elektrického jednosmerného motora.



Gramme sa narodil v Jehay –

Bodegne, ako šieste dieťa. Ako študent nestál za veľa, ale jeho talent bol v remeselníckej zručnosti. Po ukončení školy sa stal truhlárom. Po presťahovaní do Paríža vzal prácu pre výrobu modelov pre spoločnosť, ktorá vyrábala elektrické zariadenia a začal sa zaujímať o technológiu výroby generátorov. V roku 1857 sa oženil s Hortense Nystenovou, ktorá bola vdovou a matkou dcéry, Héloise a Hortense zomrela v roku 1890. Po zhotovení zdokonaleného dynamometra Gramme sa spojil s firmou Hippolyte Fontaine. Tu vyrobil

Gramme dynamo a Gramme armatúra a ďalšie zariadenia. V roku 1877 bol vymenovaný za dôstojníka čestnej légie. V roku 1888 získal od francúzskej vlády cenu Volta.

Gramme zomrel v Bois – Colombes vo Francúzsku 20. 1. 1901 a pochovaný je na cintoríne Père Lachaise.

Alexander Graham Bell (3. 3. 1847 – 2. 8. 1922) bol škótsky vynálezca, vedec a inovátor, ktorý sa zaslúžil a patentovanie prvého praktického telefónu a založil America Telephon and Telegraph spoločnosť (AT & T) v roku 1885. Jeho výskum o sluchu a reči ho viedol k experimentu so sluchovým zariadením, ktoré nakoniec vyvrcholilo tým, že v roku 1876 vyvinul telefón a k tomu prispela hluchota jeho matky.

Alexander sa narodil v Edinburgu na ulici 16 South Charlotte. Mal dvoch bratov: Melville James Bell a Edward Charles Bell, ktorí oba zomreli na tuberkulózu. Alexander vo veku 12 rokov postavil domáce zariadenie, ktoré kombinovalo rotujúce lopatky so sadami kefiiek na nechty a vytvoril jednoduchý stroj na šúpanie. V tom čase jeho matka postupne strácala sluch a naučila sa pomocou prstov vyklepávať rozhovor.

V rannom veku bol zapísaný na Royal High School v Edinburgu, ktorú ukončil vo veku 15 rokov. Potom odcestoval do Londýna k svojmu starému otcovi. Dedko vynaložil veľké úsilie na to, aby sa jeho vnuk naučil jasne a presvedčivo hovoriť. Vo veku 16 rokov získal miesto učiteľa slova a hudby vo Weston House Academy v Elgin, Moray, hoci bol zapísaný ako študent latinčiny a gréčtiny, robil inštruktáž za 10 libier za jedno posedenie. V nasledujúcom roku začal navštevovať univerzitu v Edinburgu. V roku 1868, ešte pred odchodom do Kanady bol prijatý na univerzitu College v Londýne.

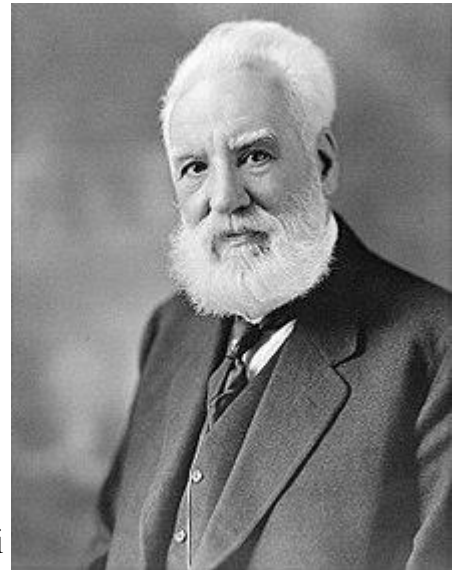
Vo veku 19 rokov Alexander napísal správu o svojej práci filológovi Alexandrovi Ellisovi, kolegovi jeho otca. Ellis okamžite napísal, že experimenty sú podobné s existujúcimi prácami v Nemecku a tiež poskytol kópiu diela Herman von Helmholtz.

V roku 1867 mu zomrel mladší brat Edward na tuberkulózu a Alexandre sa zamestnal v súkromnej škole Susanna E. Hullovej pre nepočujúcich v South Kensington v Londýne. Jeho prvými žiakmi boli dve hluché dievčatá, ktoré urobili pozoruhodný pokrok.

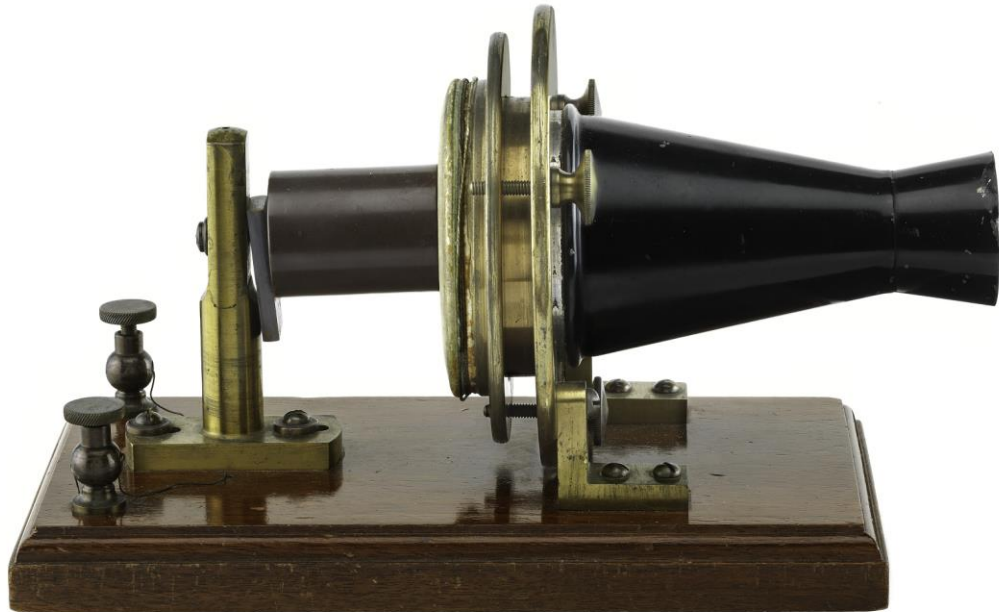
V roku 1870, vo veku 23 rokov spolu s vdovou po staršom bratovi, Caroline Margaret Ottaway a s jeho rodičmi odcestovali do Kanady a ocitli sa v Quebec City, potom v Montreale a Ontariu, kde si kúpili farmu s rozlohou 42 000 m² na Tutelo Heights neďaleko Brantfordu.

V roku 1871 začal pôsobiť v Bostone v škole pre nepočujúcich a bol úspešný pri školení učiteľov, ktorí mali pracovať s hluchonemými. Otec mu sprostredkoval kontakt s Gardner Greene Hubbard, riaditeľom Clarkovej školy pre nepočujúcich. V októbri 1872 Alexander v Bostone začal vyučovať vlastnou metódou v škole pod menom „Škola hlasovej fyziológie a mechaniky reči“, ktorá prilákala veľké množstvo nepočujúcich žiakov a v prvej triede ich bolo 30 žiakov.

V nasledujúcom roku sa stal Alexander profesorom na Bostonskej univerzite a prednášal vokálnu fyziológiu. Tu znova začal experimentovať v oblasti zvuku a snažil sa nájsť spôsob, ako vysielat' hudobné tóny, ale nemal dostatok času na to, aby sa mohol venovať tejto práci.



Rozhodol sa ukončiť pôsobenie na univerzite a ponechal si iba dvoch žiakov, ktorým sa súkromne venoval. Bol to šesťročný Georgie Sanders, hluchý od narodenia a 15 ročná Mabel Hubbardová.



V roku 1874 prezident Western Union, William Orton požiadal Thomasa Edisona a Elisha Gray, aby vynášli spôsob odoslania viacerých telegrafných správ na jednej linke. V marci 1875 navštívili Bell a Pollok Josepha Henryho a požiadali ho o radu a Henry povedal, že je to zárodok veľkého vynálezu. Náhodné stretnutie s Thomasom A. Watsonom v roku 1874, skúseným elektrickým konštruktérom a mechanikom všetko zmenilo. S podporou Sandersa a Hubbarda začali Alexander Bell a Watson experimentovať s akustickou telegrafiou. Bell a Watson boli priateľmi na celý život a v roku 1875 Bell zriadil v podkrovných priestoroch Vilémovho obchodu na 109 Coust Street v Bostone malú pracovňu na experimentovanie. Dňa 2. júna 1875, Alexander a Watson testovali harmonický telegraf, keď v tom Bell počul zvuk vychádzajúci z prijímača. Ako sa to stalo? Ich telegraf bol rovnaký, ako ostatné, ale v tomto prípade bol kontakt nastavený tak tesne, že dovoľoval prejsť prúdu nepretržite základným prvkom potrebným na prenos reči. Bell si uvedomil, čo sa stalo a Watson mal postaviť telefón na druhý deň na základe tohto objavu. Bell načrtol plán pre nové zariadenie a Watson ho postavil z dreva a dal mu meno „Gallows telefón“.

Watsonov telefón vyzeral divne a správal sa čudne. V lieviku bola membrána, ktorá sa na dne pohybovala a bola pripojená drôtom plávajúc v šálke s riedenou kyselinou, ktorý bol pripojený k vzdialenému prijímaču. Drôt sa pohyboval hore, dolu, a tak menil odpor v kvapaline, v ktorej sa menil prúd, ktorý prichádzal od prijímača a ten spôsobil vibrácie membrány, ktorá produkovala zvuk. Tento telefón ešte nebol schopný praktického využitia, fungoval. Bell vyriešil vysielač pomocou elektromagnetického vysielača a kovovú

membránu s permanentným magnetom. Prenos zrozumiteľnej reči sa uskutočnil 10. 3. 1876 v ich dielni v Bostone a takto sa zrodil telefón. Na obrázku je jeho vylepšený model. Partneri Hubbard a Sanders, ponúkli patent spoločnosti Western Union za 100 000 dolárov, ale prezident spoločnosti to odmietol, že ich telefón nie je nič iného iba hračka.

V roku 1877 bola založená spoločnosť Bell Telephone a do roku 1886 zamestnávala v USA viac ako 150 000 ľudí. Inžinieri firmy uskutočnili veľa ďalších vylepšení na telefóne a ten sa stal jedným z najúspešnejších produktov spoločnosti. V roku 1879 získala spoločnosť Bell Telephone od spoločnosti Western Union patent na uhlíkový mikrofón.

Dňa 11. júla 1877, niekoľko dní po založení Bell Telephone Company, sa Bell oženil s Mabel Hubbard (1847 – 1923) v Cambridge v štáte Massachusetts. Svadobná cesta po Európe bola čiastočne aj pracovná, lebo Alexander vzal so sebou ručne vyrobený model svojho telefónu. Spolu mali štyri deti, dve dievčatá a dvoch chlapcov, ktorí zomreli ešte v detskom veku.

V roku 1880 sa presťahovali do Washingtonu, DC a v roku 1882 si kúpili dom. Bell mal priznaných 18 patentov ako autor a 12 patentov ako spoluautor. V tomto roku Bell a jeho asistent Charles Sumner Tainter vymysleli bezdrôtový telefón, ktorý pomenovali „Phonophone“, čo znamenalo prenos zvukov pomocou svetelného lúča. Bol to predchodca optických komunikačných systémov, ktoré v 80. rokoch 20. storočia dosiahli celosvetové využitie.

Bell zomrel na komplikácie vyplývajúce z cukrovky 2. augusta 1922 vo svojom sídle v Cape Breton v Novom Škótsku vo veku 75 rokov.

Fonograf bol najrozšírenejší prístroj na počúvanie reprodukovanej hudby koncom 19. storočia. Vynašiel ho v roku 1877 Thomas Alva Edison. Zvuková informácia je zachytená na voskový povrch prenosného valca. Po prvej svetovej vojne sa prestal bežne používať a nahradil ho gramofón.

Prvý vynález fonografického nahrávacieho zariadenia „fonautograf“, bol patentovaný 25. 3. 1857 a jeho tvorcom bol Francúz Edouard – Léon Scott. Dokázal zachytiť zvuk na viditeľné médium, ale nebol určený na prehrávanie nahratého zvuku. Zariadenie pozostávalo zo suda alebo lievika pripojeného k membráne. Membrána bola pripojená k ihle, ktorá zapisovala záznam zvuku na začiernené sklo. Fonautograf sa používal na štúdium zvuku a reči. Jeho význam bol plne pochopený až vynálezom fonografu, ktorý ukázal, že priebeh signálu zapísaný fonautografom bola nahrávka, ktorú bolo možno opäť prehrať.

Thomas Alva Edison ohlásil vynález fonografu 21. 11. 1877 a patentovaný bol 19. 2. 1878.

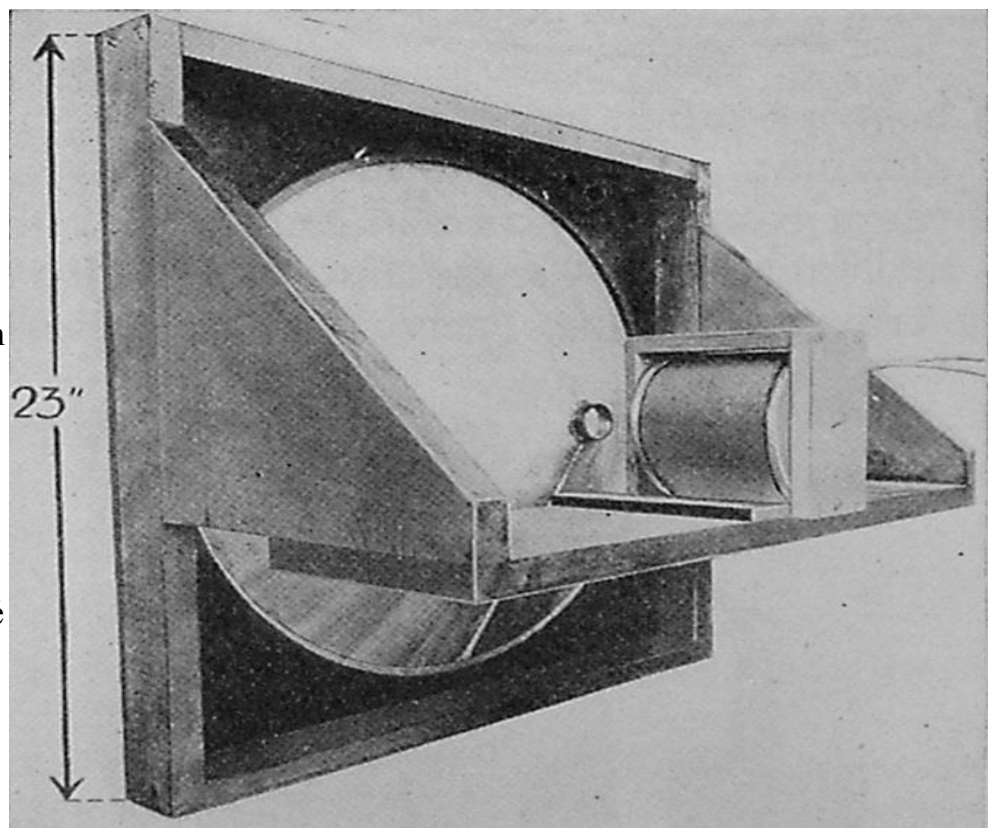
Zvuk sa na prvom fonografe zapisoval na valec potiahnutý staniolovou fóliou a otáčal sa ručne pomocou kľuky. Pri reprodukcii bolo nutné otáčať kľukou rýchlosťou podobnou tej pri nahrávaní, aby bol zvuk zrozumiteľný. Patentový fonograf už obsahoval naťahovací strunový mechanizmus. Edison pracoval na vylepšení valcového fonografu do roku 1913.



Reproduktor nainštaloval vo svojom telefóne v roku 1861 Johan Philipp Reis, ktorý bol schopný reprodukovať jasné tóny, ale aj tlmenú reč po niekoľkých vylepšeniach. Alexander Graham Bell patentoval svoj prvý elektrický reproduktor, ktorý bol schopný reprodukovať zrozumiteľnú reč ako súčasť jeho telefónu v roku 1876. Tento reproduktor vylepšil na konci roka 1877 Nemecký Werner Siemens v patente na magnetickú papierovú ozvučnicu. Ozvučnica mala tvar rozširujúceho kužeľa. Tento zvukovod trumpetového tvaru bol použitý aj na väčšine fonografov na zosilnenie prehrávania zvukového záznamu pod názvom „loudspeaker horn“. Horn neobsahoval žiadne elektrické prvky, ale i tak dostatočne zosilnil zvuk vychádzajúci pohybujúcej sa ihly. Hornové reproduktory sa vyrábali v rôznych tvaroch a z rôznych materiálov.

Prvý experimentálny dynamický reproduktor vynašiel Oliver Lodge v roku 1898. Prvé praktické reproduktory s pohyblivou cievkou vyrobili dánsky inžinier Peter L. Jensen a Edwin Pridham v roku 1915 v Napa v Kalifornii.

Konštrukcia pohybujúcej sa cievky, ktorá sa bežne používa bola patentovaná v roku 1924 Chesterom W. Rice a Edwardom W. Kellogg. Na obrázku je vidieť ich prvé prevedenie reproduktora s elektromagnetmi. Prvé reproduktory používali elektromagnety, pretože veľké a silné permanentné magnety neboli k dispozícii za rozumnú cenu. Cievka

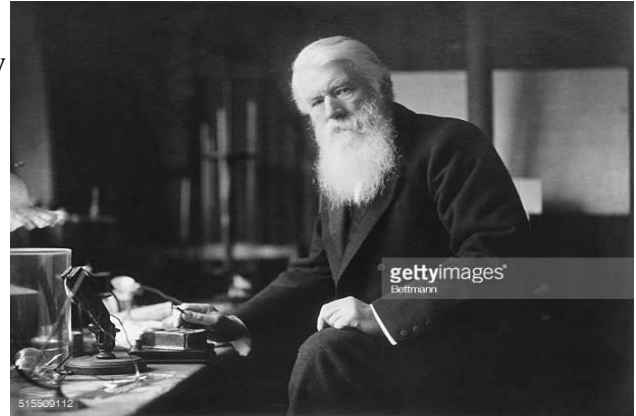


elektromagnetu, bola napájaná prúdom prostredníctvom druhého páru elektromagnetu spojeného s vodičom. Toto vinutie plnilo zvyčajne dvojitú úlohu, lebo pôsobilo tiež ako tlmivka na filtrovanie napájania zo zosilňovača, ktorým bol reproduktor pripojený. Striedavé zvlnenie prúdu bolo zoslabené pôsobením prechodu cez cievku, ale frekvencia striedavého prúdu mali tendenciu modulovať zvukový signál smerujúci k hlasovej cievke (pohybujúcej) a pridali sa k akustickému bručaniu.

Kľúčovým rozdielom medzi predchádzajúcimi pokusmi je úprava mechanických parametrov tak, aby základná rezonancia pohyblivého systému bola na frekvencii, v ktorej impedancia je v rovnováhe. V roku 1930 Jensen predstavil prvý komerčný reproduktor s pevným magnetom, lebo veľké a ťažké elektromagnety boli nepraktické. Rozšírenie tohto typu sa uskutočnilo až po skončení II. sv. vojny, keď začalo byť ľahšie dostupné Alnico magnety.

Joseph Swan (31. 10. 1828 – 27. 5. 1914) bol anglickým fyzikom, chemikom a vynálezcom. Je známy ako samostatný vývojár úspešnej žiarovky a je osobou zodpovednou za vývoj a dodávky elektrických svietidiel v prvých domácnostiach a verejných budovách sveta. V roku 1904 bol Swan povýšený do šľachtického stavu kráľom Edwardom VII., a bola mu udelená Hughesova medaila od Kráľovskej spoločnosti.

Narodil sa v Pallion Hall, Sunderland, Coutry Durham. Svoje vzdelanie si vylepšoval v mladosti sledovaním noviniek z priemyslu a čítaním v knižnici Sunderland. Absolvoval prednášky na Sunderland Atheneum a v roku 1846 sa ponúkol do spoločnosti Mawson's, ktorá sa neskôr premenovala na Mawson. Swan žil v Underhill, Low Fell, Gateshead, vo veľkom dome na Kells Lane North, kde vykonal väčšinu svojich experimentov.



V roku 1850 začal Swan pracovať na žiarovke s pomocou vlákien z karbonizovaného papiera vo vákuovej sklenenej banke. Do roku 1860 dokázal preukázať pracovné zariadenie a získal britský patent na žiarovku z uhlíkových vlákien vo vákuu. Nedostatok dobrého vlákna a nevhodný elektrický zdroj mali za následok krátku životnosť žiarovky. V roku 1875 sa opäť vrátil k vývoju žiarovky a pomocou lepšieho vlákna z karbonizovanej nite a lepšieho vákuua. Najdôležitejším znakom zdokonalenej lampy bolo, že vo vákuovej nádobe zostal malý zvyškový kyslík, čo umožnilo žiariť vláknu takmer bielym svetlom, bez toho

aby sa spálilo vlákno. Jeho vlákno však malo nízky odpor, a preto potrebovalo hrubšie prírodné vedenie z medeného drôtu

Swan po prvýkrát verejne demonštroval svoju žiarovku na prednáške pre spoločnosť Newcastle upon Tyne Chemical Society 18. 12. 1878, ale kvôli nadmernému prúdu svietila iba krátko. Dňa 17. 1. 1879 sa táto prednáška zopakovala s lampou v skutočnej prevádzke. Swan vyriešil problém elektrického osvetlenia žiarovkou pomocou vákuovej pumpy. Dňa 3. 2. 1879 verejne preukázal funkčnú lampu pre publikum s počtom prítomných asi 700 ľudí. Vlákno začal používať z upravenej bavlny, na ktoré získal aj patent 27. 11. 1880 pod číslom 4833. Od tej doby začal inštalovať žiarovky v domoch v Anglicku. Jeho dom bol prvý na svete, na ktorom nainštaloval svoje žiarovky. V roku 1881 založil vlastnú spoločnosť The Swan Electric Light Company a začal komerčnú výrobu žiaroviek. Jeho novozaložená spoločnosť používala celulózové vlákna na svojich žiarovkách. V roku 1883 vznikla spoločnosť Edison & Swan, ktorú poznáme pod menom Ediswan.

Swan zomrel v roku 1914 vo Warlingthame v Surrey.

Heinrich Geißler (26. 5. 1814 – 24. 1. 1879) bol skúsený sklár a fyzik známy svojím vynálezom „Geißlerovej rúrky“ zo skla, ktorá bola použitá ako nízkotlaková plynová výbojka.

Narodil sa v Igelshiebu a pochádzal z rodových remeselníkov v Thüringer Wald a Böhmen. Našiel si prácu na rôznych nemeckých univerzitách i na univerzite v Bonne. Tam ho požiadal fyzik Julius Plücker, aby navrhol zariadenie na vysávanie vzduchu zo sklenej trubice. Plücker vďaka svojmu nachádzajúcemu úspechu v experimentovaní s elektrickým výbojom vo veľkej miere svojmu výrobcovi nástrojov, skúseným sklárom a mechanikom Johnovi Heinrichovi Wilhelmovi Geißlerovi. Naučil sa umeniu vývoja skla vo vojvodstve Saxe - Meiningen. Nakoniec sa usadil ako výrobca prístrojov v dielni na univerzite v Bonne v roku 1852.



Geißler vyrobil ortuťovú lampu s ručnou kľukou a sklenené trubice, ktoré by mohli obsahovať vákuum. Geißlerová trubica sa používa na zábavu v rokoch ku koncu 19. storočia. Okolo roku 1910 sa vyvinula do komerčného neónového osvetlenia. Pokroky v technológiách Plücker a Geißler sa postupne vyvíjali experimentami Williama Crookes, ktorý na základe tejto trubice objavil elektrón v roku 1897 a v roku 1906 dosiahol podobu vákuovej trubice (elektrónky), základ elektroniky a komunikačných technológií na diaľku, ako je rozhlas a televízia.

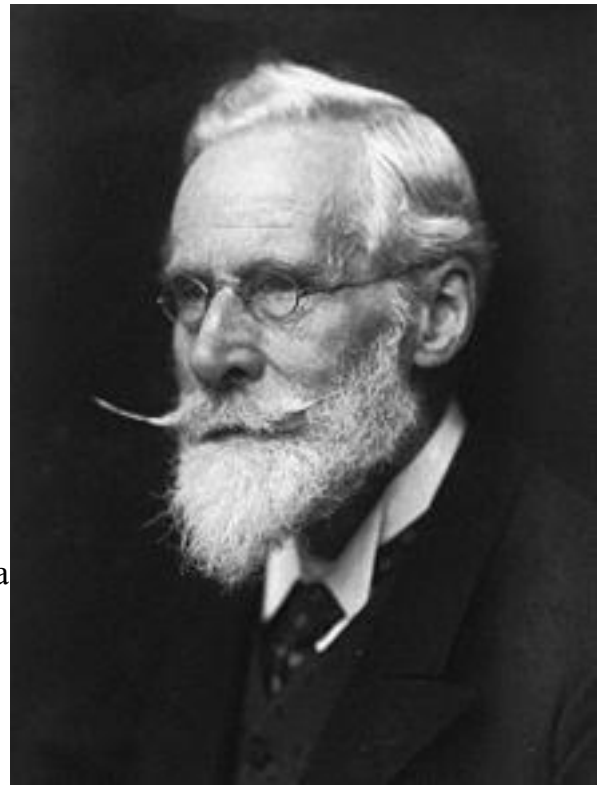
Geißler získal čestný doktorát v roku 1868. Zomrel vo veku 64 rokov v roku 1879.

V roku 1873 Frederick Guthrie vynášiel termionic emision diódu, ktorá bola neskôr v roku 1883 znovu objavená W. J. Hammerom, ktorý pracoval v laboratóriu u Edisona.

William Crookes (17. 6. 1832 – 4. 4. 1919) bol britský chemik a fyzik, ktorý študoval na Royal College of Chemistry v Londýne a pracoval na vývoji spektroskopu. Bol priekopníkom vo vývoji elektrónok a vynášiel katódovú trubicu v roku 1875.

Narodil sa v Londýne o od roku 1850 do roku 1854 zastával funkciu asistenta na vysokej škole. V roku 1855 bol vymenovaný za lektora chémie v Chester v diecéznej škole. V roku 1856 sa oženil s Ellen a spolu mali troch synov a dcéru.

Crookes tube je začiatkové experimentovanie pri vývoji katódovej trubice, s čiastočným vákuom, ktoré objavil v rokoch 1869 až 1875. Vylepšil staršiu trubicu od Geißlera. Crookes trubica sa skladá zo sklenenej banky rôznych tvarov s dvoma kovovými elektródami, katódou a anódou, na koncoch trubice. Keď sa medzi elektródami aplikuje vysoké napätie, katódové lúče (elektróny) sú premietané v rovine od katódy. Crookesovú trubicu ďalej používali pre



d'alší výskum Johann Hitfort, Julius Plücker, Eugen Goldstein, Heinrich Hertz, Philipp Leard a ďalší, aby zistili vlastnosti katódových lúčov, ktoré ukončil J. J. Thomson v roku 1897, identifikáciou katódových lúčov ako záporne nabité častice, ktoré boli neskôr nazvané „elektróny“. Wilhelm Röntgen objavil pomocou katódovej trubice v roku 1895, Röntgenové žiarenie.

V roku 1861 objavil predtým neznámy prvok s jasne zelenou emisnou líniou vo svojom spektre a pomenoval tento prvok „thallium“, z gréckeho slova thallos (zelený výstrel).

Pri skúmaní vedenia elektrickej energie v nízkotlakových plynch zistil, že pri znižovaní tlaku sa zdá, že záporná elektróda (katóda) vyžaruje lúče (katódové lúče), ktoré sú teraz známe ako prúd voľných elektrónov a používali sa v zobrazovacích zariadeniach s katódovým lúčom. Ako ukazujú tieto príklady, bol priekopníkom v konštrukcii a používaní vákuových trubíc na štúdium fyzikálnych javov. V dôsledku toho bol jeden z prvých vedcov, ktorý vyšetřoval to, čo sa dnes nazýva „plazma“, a identifikoval ho ako štvrtý stav hmoty v roku 1879. Vyvinul tiež jeden z prvých nástrojov na štúdium nukleárnej rádioaktivity, spinonáriskop.

Skúmal vlastnosti kriviek katódových lúčov, ktoré ukázali, že sa pohybujú v priamom smere a spôsobujú fluorescenciu, keď dopadajú na niektoré látky, a že ich dopad môže vyvolať veľké teplo. Veril, že lúče pozostávajú z prúdov častíc bežnej molekulárnej veľkosti. Neskoršie J. J. Thomson vysvetlil subatomickú povahu katódových lúčov. Napriek tomu bola jeho experimentálna práca v tejto oblasti základom objavov, ktoré nakoniec zmenili celú chémiu a fyziku. Neskoršie sa začal venovať rádioaktivitě, keď objavil tento jav v roku 1903.

Julius Plücker (16. 7. 1801 – 22. 5. 1868) pochádzal z rodiny obchodníkov, ktorí pôvodne žili v Cáchách, ale potom sa usadili v Elberfelde počas reformácie v 16. storočí. Julius začal svoje vzdelanie na základnej škole v Elberfelde, ktorú viedol Johann Friedrich

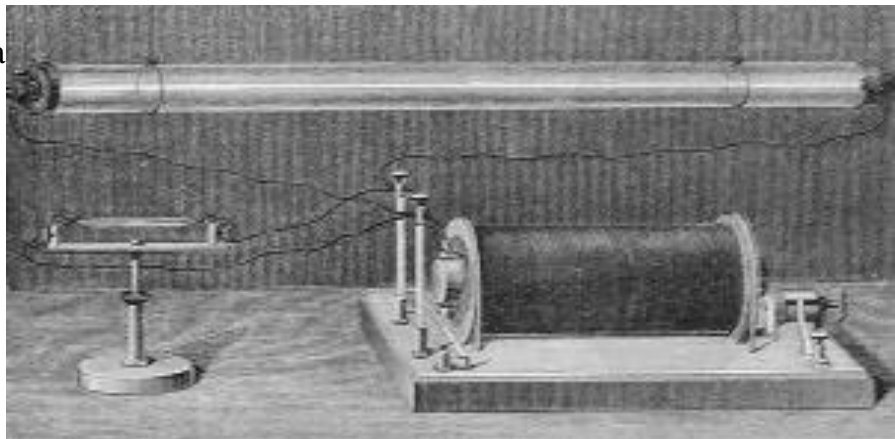
Wilberg (1766 – 1846), ktorý uskutočnil výskum vplyvu rôznych štýlov výučby na rôzne typy žiakov. Plücker bol na tejto škole od roku 1806 do roku 1815 a jeho schopnosti uznával i Wilberg, ktorý presvedčil jeho otca o talente syna a aby ho dal na ďalšie štúdium.

V roku 1816 sa presťahoval na Königlichem Gymnasium v Düsseldorfe, aby sa pripravil na vysokoškolské štúdium. Po skončení štúdia na gymnázia v roku 1819, začal navštevovať univerzitu Heidelbergu. Tu absolvoval tri semestre, na ktorých navštevoval prednášky profesora filológie a starovekej histórie Georg Friedricha Creuzera (1771 – 1858). Potom pokračoval na univerzite v Bonne, kde začal študovať v roku 1820. Tu vyučoval fyziku a chémiu Karl Wilhelm Gottlob Kastner (1783 – 1857), ktorý prednášal v Bonne v rokoch 1818 až 1821. Matematiku a fyziku prednášal Karl Dietrich von Münchow (1778 – 1836).

V roku 1823 navštívil Francúzsko, kde chodil na kurzy z geometrie na univerzite v Paríži. Zúčastnil sa prednášok, ktoré viedol Jean – Baptiste Biot, Augustin – Louis Cauchy, Sylvestre Lacroix a Siméon Poisson. Svoje pôsobenie ukončil doktorskou dizertačnou skúškou, ktorá sa zaoberala analýzou geometrických a mechanických podkladov, ktorú predložil na univerzite v Marburgu. Jeho poradcom pri dizertačnej práci mu bol Christian Ludwig Gerling (1788 – 1864), ktorý študoval pod vedením Carl Friedrich Gausa. V júli 1823 získal doktorát a od apríla 1825 začal prednášať habilitačné prednášky v kombinácii matematiky a fyziky. Bol vymenovaný za docenta na univerzite v Bonne a prednášal analýzu, algebru, teóriu čísel, geometriu a aplikovanú matematiku. Bol vymenovaný za mimoriadneho profesora a v roku 1833 odišiel do Berlína, ale po štyroch mesiacoch odišiel na univerzitu v Halle, kde robil profesora matematiky. V roku 1836 sa vrátil na univerzitu v Bonne. V nasledujúcom roku sa oženil s Maria Louise Antonie Friederike Altstättenovou a spolu mali jedného syna.



V roku 1847 sa zamerl na fyziku a prijal miesto profesora fyziky na univerzite v Bonne. Pracoval na magnetizme, elektronike a atómovej fyzike. Predpokladal, že Kirchhoff a Bunsen naznačujú, že spektrálne línie sú charakteristické pre každú chemickú látku.



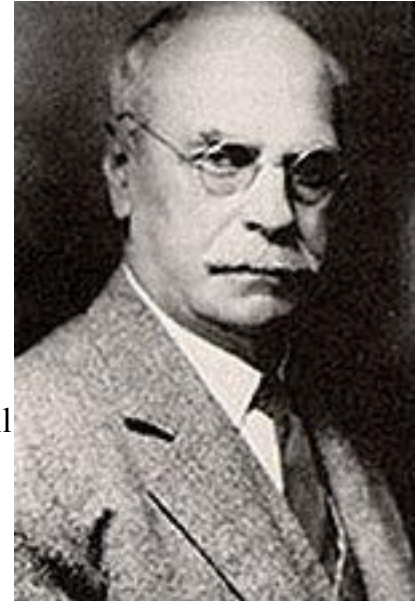
Na obrázku je vidieť rozloženie súčiastok pri experimentoch, ktoré robil s Geißlerovou trubicou.

V tom istom roku sa začal zaujímať o Faradayovu prácu. Plücker počas experimentov spozoroval v uzatvorenom priestore, v ktorom sa nachádzal plyn, efekt vyprázdňovania by mal byť pozorovaný dlhší čas, to opísal v roku 1858 Heinrich Geißler, ktorý vynašiel spôsob vyprázdňovania sklenenej trubice od vzduchu. Keď Plücker generoval odsávanie, objavila sa tajuplná a krásna zelená žiara. Tento úkaz trval dlhší čas a Plücker uznal, že tieto úkazy svetla boli lúče alebo lúče elektrických vlastností. Geißler a Plücker dotiahli Faradayho efekt do vizuálneho prejavu.

Plücker zotrval na univerzite na poste profesora fyziky až do svojej smeti v roku 1868 a Félix Klein bol určitý čas jeho asistentom.

Edwin Herbert Hall (7. 11. 1855 – 20. 11. 1938) bol americký fyzik, ktorý objavil Hallov efekt. Hall uskutočnil termoelektrický výskum na Harvarde a tiež napísal viaceré učebnice fyziky a laboratórne príručky.

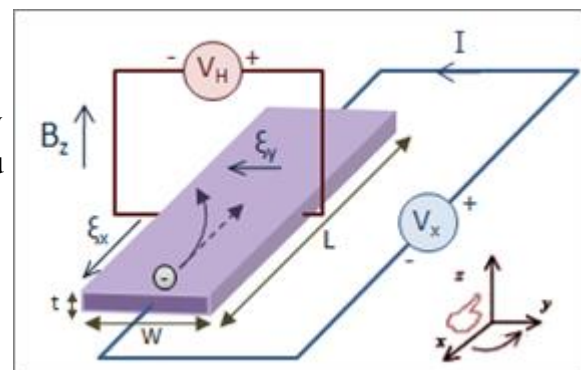
Narodil sa v meste Gorham, Maine. Absolvoval vysokú školu na Bowdoin College v Brunswick v Maine, a ukončil v roku 1875. Bol riaditeľom Gouldovej akadémie v rokoch 1875 – 1876 a riaditeľom strednej školy v Brunswick v rokoch 1876 až 1877. Absolvoval štúdium a výskum a získal titul Ph. D., v roku 1880, na univerzite Johns Hopkins, kde boli vykonané jeho kľúčové experimenty. Hallov efekt objavil v roku 1879 pri práci na jeho doktorskej práci v oblasti fyziky. Experimenty pozostávali z vystavenia tenkého plátku zlata, na sklenenú dosku a následné stočenie plátku na koncoch. Účinok je potenciálny rozdiel na protíahlých stranách tenkej vrstvy vodivého alebo polovodivého materiálu (Hallov prvok), cez ktorý preteká elektrický prúd.



Na obrázku je vidieť schému Hallovho efektu.

Toto bolo vytvorené magnetickým poľom aplikovaným kolmo na Hallov prvok. Pomer napätia vytvoreného na množstvo prúdu je známy ako Hallov odpor, a charakteristickou vlastnosťou materiálu (Hallovho prvku). V roku 1880 sa táto experimentálna práca uverejnila ako doktorská práca v časopise American Journal of Science a vo filozofickom časopise.

Hall bol vymenovaný za profesora fyziky na Harvarde v roku 1885. Hall odišiel do dôchodku v roku 1921. Zomrel v Cambridge v Massachusetts v roku 1938.



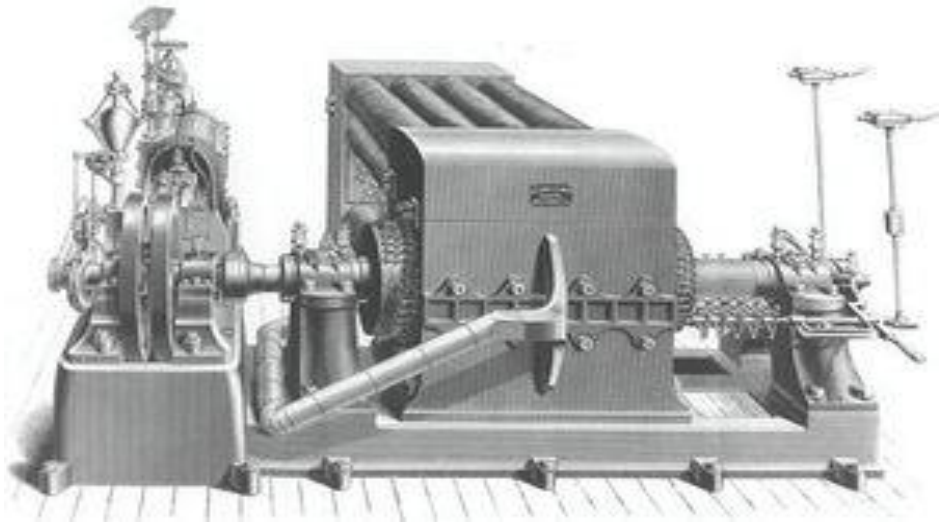
V roku 1882 v Darmstadt University of Technology založili prvú elektrotechnickú fakultu. V rovnakom roku pod vedením profesora Karla Kříža, v Massachusetts Institute of Technology, začali študovať elektrotechniku v rámci katedry fyziky. V roku 1885 University College London tiež založili katedru elektrotechniky, prvú v Spojenom kráľovstve.

Počas tohto obdobia sa zavádzaním elektrického osvetlenia zväčšila spotreba elektrickej energie a to dosť dramaticky. V mestách sa začali inštalovať rozsiahle pouličné osvetlenia a rozvody pre domácnosť. Thomas Alva Edison v roku 1882 spustil prvé verejné napojenie na jeho elektrárňu s rozvodom 110 voltov jednosmerných pre asi 500 odberateľov elektrickej energie. Konštrukcia transformátora dala do pohybu spustenie striedavých generátorov, ktoré produkovali vyššie napätia a rozvody elektrickej energie boli prevádzkované s menšími stratami. Došlo k súpereniu medzi dvoma systémami: jednosmerným, ktorý presadzoval Edison a striedavým, ktorý podporoval Westinghouse s ďalšími významnými

odborníkmi z oblasti elektrotechniky.

Na obrázku je dynamo vyrobené Edisonom, ktoré pomenoval „Jumbo“.

Vo svete prevládol systém striedavého prúdu, ktorý mal viacej výhod oproti jednosmernému. Dal sa transformovať podľa potrieb. V elektrárni bolo napätie zvýšené aby boli menšie straty pri jeho distribúcii a pri odbornom mieste bol transformovaný na hodnotu používaných spotrebičov.



Generátory

S objavom malých generátorov na jednosmerný prúd, prišiel v tom období hlad po elektrickej energii. Začali sa vyrábať generátory s výkonom niekoľko kW, ktoré sa používali na výrobu elektrickej energie pre telegrafiu, oblúkové osvetlenie a na galvanické pokovovanie a boli to lokálne zariadenia pre určitú konkrétnu potrebu.

Jeden z prvých vynálezcov generátora bol Nemec Werner von Siemens, ktorý svoj jednosmerný generátor nazval dynamom. Dokonalejší generátor zaviedol Francúz Zénobe – Théophile Gramme v roku 1867, ktorý produkoval podstatne vyššie napätie striedavého prúdu. V roku 1871 predstavil svoj model generátora Hippolyte Fontaine a začal ich priemyselne vyrábať.

Generátory na jednosmerný a striedavý prúd boli používané od roku 1870, pričom striedavé generátory boli väčšinou využívané na oblúkové osvetlenie. Thomas Edison vymyslel úspešný systém elektrického osvetlenia, ku ktorému používal jednosmerné generátory. V roku 1882 postavil elektráreň na Pearl Street v New Yorku a vybudoval elektrickú rozvodnú sieť na najbližšie okolie elektrárne pre 500 odberateľov. Edisonov systém jednosmerného prúdu používal napätia 110 voltov, ktoré bolo prispôsobené napätiu žiarovkám a k tomuto napätiu sa začali vyrábať aj jednosmerné motory. Nikola Tesla navrhol vylepšený generátor na striedavý prúd a rovnako i motor na praktické využitie. Pomocou transformátora sa zvýšilo napätie a znížili sa straty vo vedení elektrickej siete.

Gramofón

V roku 1882 Emile Berliner, vynášiel spôsob jednostranného uloženia záznamu na platňu. V roku 1887 si dal vylepšený spôsob nahrávania patentovať pod menom „Gramofón“. Princíp bol v podstate rovnaký, ako ho navrhol Charles Cros v roku 1877, ale ten ho nikdy nerealizoval. Membrána bola spojená s nahrávacím hrotom tak, aby vibrácie pôsobili na hrot do strán a nie do hĺbky na disku zo zinku, ktorý bol veľmi tenko potiahnutý včelím voskom. Zinkový disk sa potom ponoril do kyseliny, tá vyleptala drážku na platni, kde ihla



Na obrázku je vidieť jeden z prvých predávaných gramofónov na ručný pohon. odstránila povlak z vosku. Po tomto úkone bolo možné platňu prehrať, ale zvuk bol negatívny. Ďalším problémom bolo vyrobiť zo zinkového disku, na ktorom bol vyleptaný negatívny záznam, vytvoriť pozitívne kópie. Skúšal množstvo materiálov, ale ani jeden nebol dostatočne tvrdý, aby odolal i viacnásobnému prehrávaniu kópie. Uprel pozornosť na celuloid, ktorý vynášiel J. W. Hyatt. V Berlíne vyrobili niekoľko kópií, ale ani celuloid nespĺnil očakávanie. Potom sa začal obracať na výrobcov tvrdých gumových predmetov. S firmou India Rubber Comb, ktorá sídlila v Newark v štáte New Jersey, vyvinuli technológiu, pri ktorej zohrievali gumu tak, že umožnila kopírovať kópie zo zinkového negatívu.

Prvé gramofónové platne sa začali vyrábať v Nemecku formou Kammerer a Reinhard, ktorá vyrábala hračky a do nich začali umiestňovať malé disky s priemerom 10 cm na ručný pohon. Po návrate do USA urobil viacero vylepšení, z ktorých jedným z nich bolo, pohon gramofónu zabezpečoval motor, ktorý mal stabilnejšie otáčky taniera. Berliner začal vyrábať platne vo veľkých množstvách a za oveľa nižšiu cenu ako valce od Edisona. Pôvodný priemer platne bol 18 cm s pevným hracím ramenom s výnimkou otáčania pre zvislý pohyb do 90 °. Na obrázku je motorový model gramofónu.



Počas záznamu alebo prehrávania sa hrot na platni, okrem otáčania pohyboval i priečne po platni a sledoval špirálu drážok na platni, ktorých bolo na 2,5 cm šírke 150.

Platňa nebola lepšia pri poskytovaní kvality prehrávania ako Edisonov fonograf, ale jej výhodou je jej formát a výrobný proces.

Faximile a fax

Pri využívaní telefónnej linky na prenos hovorov, bolo prianím každého, kto sa podieľal na vývoji a zdokonalovaní telegrafných a telefónnych zariadení, prenášať aj obrázky.

Ak sledujeme históriu vývoja jednotlivých prístrojov, musíme si uvedomiť, že po zrode telegrafu na princípe elektromagnetu, nasledoval po krátkej dobe prenos prvých obrázkov a až potom prišiel prenos hlasu cez telefónnu linku v roku 1877. Základ však spočíva v elektromagnetickom telegrafe.

Za vynálezcu teletextu je považovaný Škót Alexander Bain, ktorý svoj „záznamový telegraf“ si nechal patentovať 27. 5. 1843. Bain bol synom škótskeho maloroľníka. Narodil sa v roku 1811 ako jeden z dvojičiek a celkovo mal šesť bratov a šesť sestier. Išiel sa učiť za hodinára k hodinárskemu majstrovi do Wick a neskôr do Edinburgu a nakoniec sa presťahoval do Londýna, kde chodil na prednášky, ktoré sa konali na polytechnickom inštitúte. Postupne vnikal do tajov elektrotechniky a s využitím, ktoré prinášala bol doslova posadnutý. Zhotovil si vlastnú dielňu a v roku 1840 podal patentovú prihlášku na elektrické hodiny, ktorých kyvadlo ovládal elektrickými impulzmi. Okrem toho rozvíjal aj iné myšlienky, akými bol automatický telegrafný prístroj, izolácie pre výrobu elektrických káblov, hlásič požiarov, medzi ktorými vyniká elektrický písací stroj, zariadenie telegrafného spojenia medzi Edinburgom a Glasgowom a diaľková synchronizácia chodu hodín na železničných tratiach medzi týmito mestami.

V roku 1842 sa mu po prvýkrát podarilo preniesť obrázok pomocou veľmi zložitého zariadenia. Spočiatku jeho zariadenie obsahovalo originál dokumentu nakreslený nevodivou farbou na vodivej podložke. Vodivosť rôznych častí podkladu bola snímaná ihlou na kyvadle, ktoré bolo poháňané elektromagneticky. Potom, čo ihla prešla po predlohe sa posunula o jeden riadok, čo sa opakovalo počas celého procesu snímania dokumentu. Na opačnej strane, na strane prijímača, bol papier napustený elektrochemickým farbivom, ktoré reagovalo na dotyk ihly v prijímači. Neskôr k vysielaniu používal tlačiarenské písmená, z ktorých zostavoval text na prenos. Princíp bol taký, že na kyvadle mal pripevnený solenoid, ktorý sa pohyboval v tesnej blízkosti predlohy a pri pohybu sa v ňom indukoval elektrický prúd, ktorého intenzita bola závislá na vzdialenosti predlohy od cievky. V mieste, kde med' vystupovala tesne k cievke, bola intenzita prúdu väčšia a tam, kde bolo vyryté písmeno alebo znak, tam bol prúd menší. Ku zhotoveniu tohto zariadenia využil svojich hodinárskych vedomostí, spolu s dobrým pochopením fyzikálnych princípov elektriny. Na strane prijímača bol princíp podobný, iba na kyvadle bol pripevnený hrot, ktorý prechádzal po papieri napustenom chemickou zlúčeninou, ktorá sa pôsobením prechádzajúceho prúdu sfarbovala. V miestach dotyku sa táto hmota sfarbila tým viac, čím väčšia bola intenzita prechádzajúceho prúdu.

Ďalším, kto sa o prenos obrázkov zaoberal bol Angličan Frederick Bakewell (29. 9. 1800 – 26. 9. 1869). Narodil sa vo Wakefieldu a neskôr sa presťahoval do Hampsteadu, kde žil po celý život až do jeho smrti.

Venoval sa hlavne výskumu fyzikálnych a prírodných javov a získal radu rôznych

patentov. Tento anglický fyzik zdokonalil Bainov stroj z roku 1842, ktorý nazval „kopírovací telegraf“ a v roku 1851 s nim robil pokusy na svetovej výstave v Londýne. Podstatným spôsobom zdokonalil Bainovo zariadenie najmä tým, že nahradil zložitý posuv predlohy jednoduchším spôsobom snímania a zapisovania na otáčajúcom valci. Tento uvedený prístroj ešte viac zdokonalil Elisha Gray, Arthur Korn, Dieckmann a ďalší, takže po I. sv. vojne už bolo možné prenášať obrázky v slušnej kvalite.

Na obrazovom telegrafu pracoval aj taliansky fyzik Abbé Giovanni Caselli (1815 – 1891), ktorý prišiel na princíp zariadenia, ktorý nazval „Pantelegraf“. Tento sa postupne rozšíril po Európe, neskôr do Anglicka a do Ruska. Bolo to mohutné zariadenie zo železa, o výške asi 2 metre. Ako prechádzajúce zariadenia využíval spôsob snímania po riadkoch, ktoré boli veľmi husto pri sebe a snímali tri riadky súčasne. Hovorí sa, že Jules Verne pri písaní svojich románov, kde opisoval prístroje prenášajúce obrazy na diaľku, sa inšpiroval Caselliho zariadením. O jeho zariadenie sa zaujímal i samotný Napoleon III., ktorý bol priaznivcom všetkých technických noviniek. Caselli so svojim spolupracovníkom Paulom Gustavom Fromentom najskôr prenášali obrazy s Fromentovej dielne na parížsku hvezdáreň a neskôr medzi Parížom a Amiens. Pri skúškach sa objavili nedostatky v synchronizácii vysielacieho a prijímacieho zariadenia, lebo telegrafná linka bola ovplyvňovaná atmosférickými poruchami. Napriek tomu Caselli založil Pantelegrafnú spoločnosť, ktorá nakoniec získala licenciu na prenos medzi Parížom a Marseille, Londýnom a Liverpoolom, pričom systém bol väčšinou využívaný na prenos písaných textov. Behom prvého roka bolo odoslané z Paríža asi 5000 obrázkov. Napoleon udelil Casellimu francúzske občianstvo a uviedol ho funkcie hlavného inšpektora a koordinátora francúzskej telegrafnej služby.

Zatiaľ vymenované zariadenia využívali elektrochemický princíp a tie ďalšie vylepšené už pracovali na elektromagnetickom princípe. Bolo to zariadenie na kopírovanie obrázkov od Bernharda Meyera z roku 1864, ďalej Bidwellov telegraf, ktorý ako prvý využíval kombináciu zobrazenej predlohy na selénovú dosku a jej následné skenovanie zariadením nazývaným „Phototelegraph“. V roku 1888 sa objavilo zariadenie „Teleautograph“ od Graya, ktorého pomocou sa už prenášali veľmi kvalitné obrázky. Jeho zariadenie malo ako prvé predlohu pevne položenú a pohybovalo sa snímacie zariadenie. Ďalším bol Hummelov „Telediagraph“, ktorým sa už od roku 1898 prenášali obrazy pre tlač v novinách medzi rôznymi mestami v USA.

Nemecký profesor Dr. Arthur Korn predviedol v roku 1902 prvý fotoelektrický skenovací faxový prístroj a od roku 1907 sa jeho systém začal využívať i medzinárodne pre prenosi medzi Parížom, Londýnom a Berlínom. V roku 1913 prišiel na svet „Belinograf“ a v roku 1922 sa uskutočnil prvý prenos obrazu cez oceán. Pochopiteľne, že priaznivci bezdrôtovej telegrafie sa snažili využiť k prenosu i rádiových vln.

V roku 1924 vynašiel Richard H. Ranger vo firme RCA bezdrôtový „fotoradiogram“, nazývaný aj ako rádifax a prvým poslaným obrázkom bola fotografia amerického prezidenta Calvina Coolidgea z New Yorku do Londýna.

V roku 1929 si nechal patentovať Rudolf Hell svoj prístroj „Hellschreiber“, ktorý bol predchodcom faxu.

Heinrich Rudolf Hertz (22. 2. 1857 – 1. 1. 1894) bol nemecký fyzik, ktorý presvedčivo preukázal existenciu „elektromagnetických vln“, ktoré teoreticky predpovedal James Clerk Maxwell s elektromagnetickou teóriou svetla“. Podľa jeho mena bola pomenovaná jednotka frekvenčného cyklu za sekundu „Hertz“ značka Hz.

Narodil sa v Hamburgu otcovi Gustav Ferdinand Hertz a matke Anna Elisabeth Pfefferkom. Pochádzal z bohatej a váženej rodiny a jeho otec bol advokátom a neskôr i senátorom. Matka pochádzala z rodiny známeho lekára. V roku 1886 sa oženil s Elisabet Dollovou, dcérou doktora Maxa Dolla, lektora geometrie v Karlsruhe. Spolu mali dve dcéry Jehann a Mathide.

Od mladosti prejavoval veľmi dobre nadanie pre matematiku, prírodné vedy, reči ale bol aj zručný pri výrobe rôznych pomôcok.

Vo Frankfurte n. Mohanom potom Hertz pracoval určitú dobu v kancelárii ako architekt. Tam sa služobne dostal do styku s problémami, ktoré ho viedli k štúdiu prírodných vied, s ktorým začal v roku 1876 na technickej vysokej škole v Drážďanoch. Po prvom semestri bol ale povolaný na jednoročnú vojenskú službu do berlínskeho železničného pluku. Pritom však opäť študoval a to v Mníchove, kde venoval hodne času meteorológii a začal prejavovať stále väčší záujem o matematiku a fyziku, takže v roku 1878 prešiel na berlínsku univerzitu, aby mohol svoje štúdiá dokončiť.

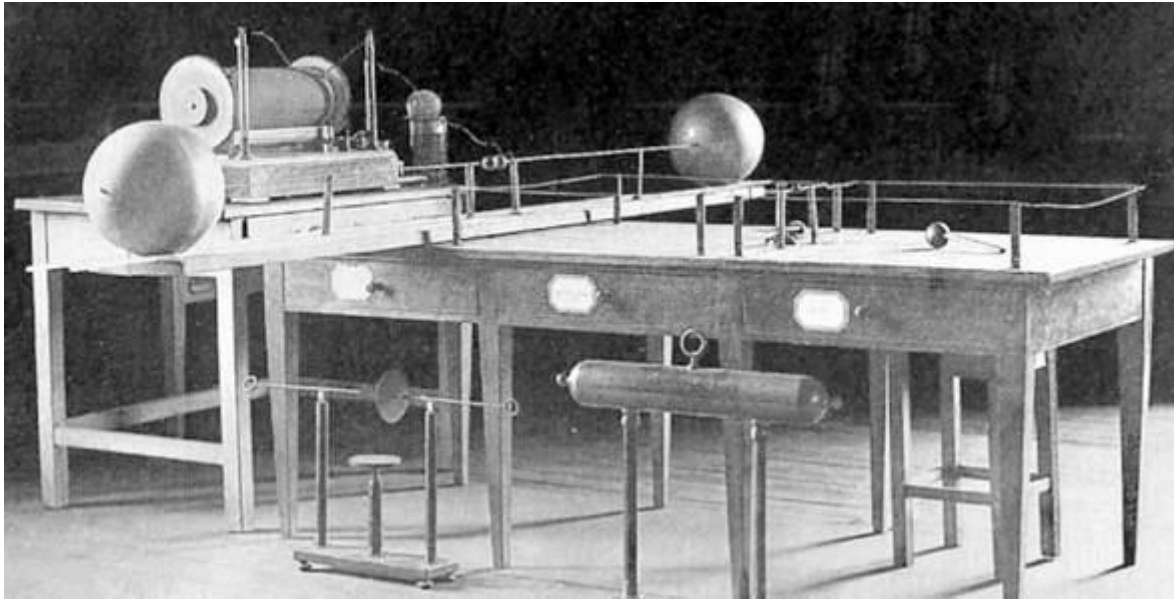


V Berlíne k jeho učiteľom patrili Gustav Robert Kirchhoff a Herman von Helmholtz, ktorí mali na jeho ďalšiu životnú dráhu najväčší vplyv. Ku koncu štúdiá na univerzite strávil veľa času v laboratóriu, kde si sám postavil ťažkú úlohu. Chcel dokázať teóriu, ktorú popísal James Clerk Maxwell. Štúdium skončil s vysokým ocenením zlatou medailou a doktorát získal v roku 1880 na základe teoretickej práce, v ktorej dokázal, že prúdy vznikajúce vlastnou indukciou vo vodiči nemajú svoj pôvod v zotrvačnosti, čo bola teória ďalšieho nemeckého fyzika W. Webera. Potom sa stal Helmholtzovým asistentom, po dobu troch rokov získal miesto súkromného docenta fyziky v Kielu a od roku 1885 prednášal ako riadny profesor na technickej vysokej škole v Karlsruhe, ktorá mala v tom čase vysoké renomé. Tam vedecky pracoval v obore mechaniky a optiky, ale skúmal taktiež javy súvisiace s prechodom prúdu v zriedených plynch. Neskoršie jeho vedomosti prispeli k objaveniu elektrónky. Krátko po smrti známeho fyzika R. Clausia nastúpil v roku 1889 na jeho miesto v na univerzite v Bonne a tam v roku 1894 predčasne zomrel.

Geniálna Maxwellová teória o elektromagnetickom poli mala jeden nedostatok. Podľa jeho teórie totiž mimo svetla muselo existovať ešte iné, neviditeľné elektromagnetické vlnenie, ktoré podobné vlastnosti ako svetlo. Vtedy známymi prostriedkami to však nebolo možné dokázať a berlínska Akadémia vypísala cenu za vyvrátenie alebo potvrdenie tejto teórie. Hertz si predsavzal, že pravdivosť tejto teórie dokáže. Robil pokusy s vysokofrekvenčným napätím, pri ktorom zostrojil tzv. Hertzov generátor, v roku 1886 a experimentoval s anténami a pokusy ho doviedli až základnej forme dodnes používanej dipólovej antény. V roku 1888 zistil, že sa okolo iskrišťa tvorí elektromagnetické pole a šíri sa priestorom. Dokázal to tým, že na jednej strane miestnosti mal veľký Rumkhorfov induktor a iskrište ako vysielateľ, na druhej strane miestnosti kovové gule s medzerou 1,5 milimetra spojené s kúskami drôtov, ktoré slúžili ako anténa. Keď spustil generátor svoj generátor, začali i medzi gulami preskakovať iskry, čo bol neklamný znak toho, že sa medzi oboma časťami jeho aparatury, bez priameho spojenia, elektromagnetické vlny šíria.

Dokázal teda existenciu elektromagnetických vln, u ktorých ďalšími pokusmi preukázal

prakticky všetky vlastnosti ktoré má i svetlo, vrátane rýchlosti ich šírenia, lomy, odrazy a podobne.



Na obrázku je vidieť zariadenie, ktoré experimentálne používal Hertz pri svojich pokusoch.

Nezávislo na tom pri pokusoch s iskriskom zistil, že pri prechode ultrafialového svetla iskriskom nastávajú preskoky už pri nižšom napätí a to bol vlastne základ fotoelektrického javu. Jeho poznatky slúžili ako základ pre neskoršie objavy, ktorých výsledky je dnešná rozvinutá rozhlasová technika.

Zaujímavé na tom je, že sám objavom súvisiacim s elektromagnetickým vlnením nepripisoval veľký význam, lebo sa domnieval, že sa elektromagnetické vlny bez úžitku rozptýlia do okolia a prehlásil, že nevie, či jeho objav sa dá prakticky využiť.

Neskoršie skúmal katódové žiarenie a dal tak základ korpuskulárneho žiarenia, metódam skúmania štruktúr rôznych látok a pomocou röntgenových lúčov pracoval na ďalších aplikáciách a riešeníach Maxwellových rovníc vhodnejšou formou pre praktické využitie, rozpracoval teóriu, ktorá dnes nesie názov Maxwell - Hertzová elektrodynamika.

Jeho práce boli však v samotnom Nemecku v tridsiatich rokoch s nástupom Hitlera k moci znevažovaná z dôvodu neárijského pôvodu jeho otca. Dnes je na jeho počesť pomenovaná jednotka frekvencie Hz. V Hamburgu nesie jedna zo škôl založená v roku 1968 jeho meno.

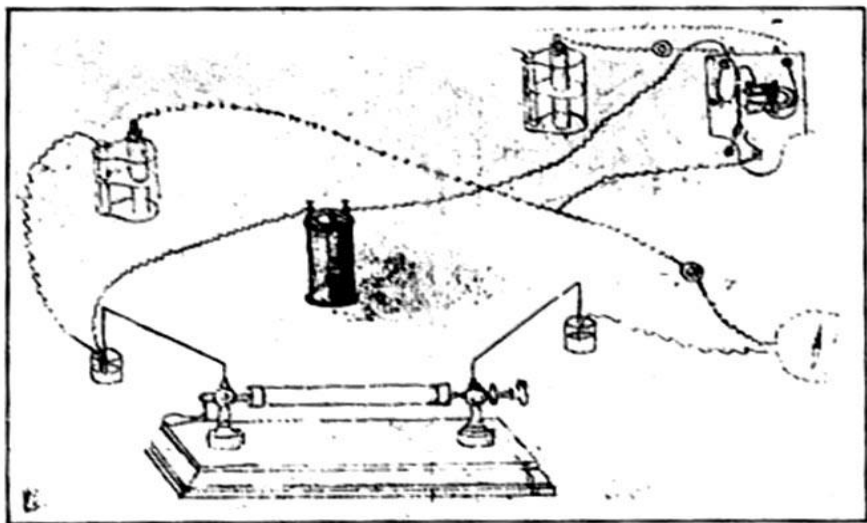
Temistocle Calzecchi Onesti (14. 12. 1853 – 22. 11. 1922) bol fyzik, vynálezca a pedagóg. Narodil sa v Lapedona v Taliansku. Promoval z fyziky na univerzite Pisa, a od roku 1879 pôsobil ako profesor fyziky na rôznych vysokých školách a nakoniec na vysokej škole Cesare Beccaria v Miláne. Vo Ferme založil meteorologické observatórium v priestoroch strednej školy a v roku 1889 so svojim asistentom Galileo Ferraris pracoval na výstave elektrického osvetlenia v meste.

V roku 1884 začal študovať odpor rôznych kovových práškov, ktoré podrobil rôznemu napätiu a najmä pôsobeniu elektromagnetických vln. Tieto štúdie ho priviedli k vynálezu „kohézne jednotku“, ktorá bola



neskoršie pomenovaná v anglickom jazyku ako „coherer“.

Prístroj pozostával zo sklenenej trubice a medzi dvoma elektródami bol zasypaný niklový a strieborný prášok so stopami ortute. Tento prístroj môže pracovať ako detektor elektromagnetických vln, pretože vodivosť práškov sa zvyšuje, keď je trubica na elektromagnetické žiarenie a do pôvodného stavu sa



Il coherer di Temistocle Calzecchi

uvedie poklepaním po trubici. Na obrázku je nakreslené experimentálne zapojenie kohéznej jednotky.

Calzecchi Onesti uverejnil svoje výsledky a skúsenosti v článkoch „Nuovo Cimento“ v rokoch 1884 a 1885, ktorý sa zaoberal o oblasť talianskych fyzikov od roku 1844.

Kohézne, bol ďalej vyvíjaný rôznymi výskumníkmi, medzi ktorými boli Sir Oliver Lodge a Edouard Branly a tieto výsledky zúžitkoval Guglielmo Marconi, ktorý tvrdil, že je základom rozvoja rozhlasu.

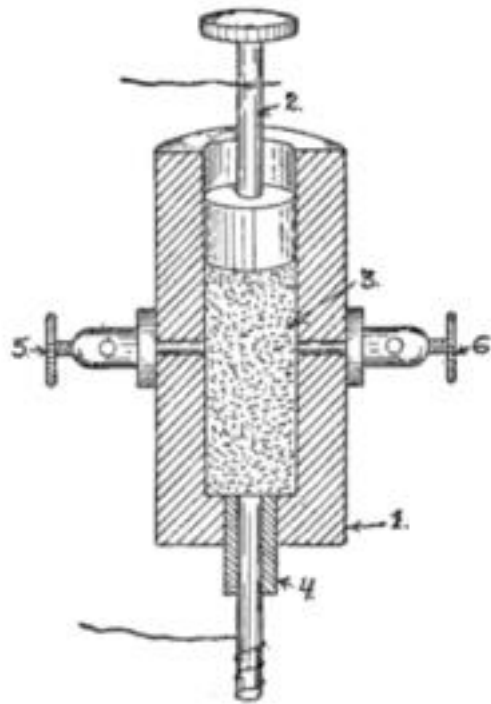
Edouard **Eugène Désiré Branly** (23. 10. 1844 – 24. 3. 1940) bol francúzsky fyzik vynálezca a profesor na Institute Catholique de Paris.

V roku 1890, Branly preukázal zariadenie, ktoré bolo pomenované ako „rádio – dirigent“, ktoré neskoršie v roku 1893 Lodge premenoval na „coherer“, prvý citlivý prístroj pre detekciu rádiových vln. Krátko po pokusoch Heinricha Hertza, Dr. Branly zistil, že voľné kovové piliny, ktoré majú v normálnom stave vysoký elektrický odpor, strácajú tento odpor v prítomnosti elektrických kmitov a stávajú sa prakticky vodičmi elektrickej energie. Podľa vysvetlenia, elektrické elektróny usporiadané v blízkosti tohto obvodu vytvárajú sa v ňom elektromagnetické sily, ktoré zdanlivo zblížujú piliny, to znamená, že sa zužujú a tým sa znižuje ich elektrický odpor, ktorý spôsobí, že je vodivý pre elektromagnetické vlny. Z tohto dôvodu môže byť prístroj vhodný na príjem a môže fungovať ako telegrafické relé. Profesor Branly ďalej zistil, že keď sa piliny raz spojili, zachovali si svoj nízky odpor, až kým neboli otrasené, napríklad poklepaním trubice.



Branly podrobne opísal svoje pokusy, ako bol elektrický obvod vytvorený pomocou dvoch úzkych pásov medi rovnobežne s krátkymi stranami obdĺžnikovej dosky a vytvorením dobrého kontaktu s ním pomocou skrutiiek. Používal tiež ako vodiče jemné kovové piliny, ktoré niekedy zmiešal s izolačnými kvapalinami. Piliny sa umiestnili do sklenenej alebo ebonitovej trubice a držali sa medzi dvoma kovovými platňami.

Keď je pripojený k obvodu Daniellov napájací článok, galvanometer s vysokým odporom, pričom tečie len veľmi malý prúd, pričom došlo k náhlemu zníženiu odporu, čo bolo dokázané veľkou výchylkou galvanometra, keď sa v susednom okruhu vytvorilo jedno alebo viac elektrických výbojov. Na obrázku je vidieť Branlyho coherer. Aby sa mohli tieto výboje produkovať, môže sa použiť malý Wimshurstov prístroj s kondenzátorom alebo bez neho s Ruhkorffovou cievkou. Pôsobenie elektrického výboja sa znižuje s nárastom vzdialenosti, ale pozoroval ho ľahko a bez zvláštnych opatrení, vo vzdialenosti niekoľko metrov.



S použitím Wheatstone mostíka, pozoroval túto činnosť vo vzdialenosti 20 metrov, hoci stroj vyrábajúci iskri pracoval v miestnosti oddelenej od galvanometra a mostíka tromi veľkými miestnosťami, pričom hluk iskier nebolo vôbec počuť. Zmeny odporu boli výrazné, zmenil sa z niekoľko miliónov ohmov na 2000 alebo dokonca na 100 ohmov. Ďalším testom bolo pripojenie elektród kapilárneho elektromera, dva póly Daniellovho článku so síranom kadmia. Posunutie ortuti, ku ktorému dochádza pri skrate článku, sa uskutočňuje len veľmi pomaly, keď sa ebonitová doska, pokrytá fóliou medi s vysokou odolnosťou vloží medzi jeden z pólov a elektródu elektromera, ale keď sa spustí stroj vyrábajúci iskry, ortuť sa rýchlo presunie do kapilárnej rúrky v dôsledku náhleho zníženie odporu dosky.

Branly zistil, že pri skúmaní podmienok potrebných na vznik týchto javov sú tieto údaje:

Okruh nemusí byť uzavretý na dosiahnutie výsledku.

Prechod indukovaného prúdu v tele má podobný účinok ako iskra v diaľke.

Bola použitá indukčná cievka s dvoma rovnakými dĺžkami drôtu, prúd je posielaný cez primárny prúd, zatiaľ čo sekundárne tvorí súčasť obvodu obsahujúci rúrku s pilinami a galvanometrom. Dva indukované prúdy spôsobili zmenu odporu pilín.

Pri práci s kontinuálnymi prúdmi prestup silného prúdu znižuje odpor tela pre slabé už pri slabších prúdoch.

Na záver uviedol, že vo všetkých týchto testoch bolo použité ebonitových dosiek pokrytých meďou alebo zmesou medi a cínu s menším výsledkom ako s použitím pilín. S doskami nebol schopný získať počiatočný odpor tela po pôsobení iskry alebo prúdu, zatiaľ čo s trubicami a pilinami sa odpor vrátil späť na svoju pôvodnú hodnotu tým, že sa poklepe po trubičke s pilinami.

Bol nominovaný trikrát na Nobelovú cenu, ale nikdy ju nezískal. V roku 1911 bol zvolený do Francúzskej akadémie vied.

Joseph John Thomson (18. 12. 1856 – 30. 8. 1940) bol fyzik, akademik a vedec. Narodil sa v Cheetham Hill v Anglicku, študoval na Trinity College v Cambridge, kde sa

stal vedúcim laboratória Cavendish. Jeho výskum katódových lúčov viedol k objaveniu elektrónu a pokračoval v prieskume atómovej štruktúry. Thomson získal Nobelovú cenu za fyziku v roku 1906.

Otec bol kníhkupcom, ktorý plánoval, aby bol z neho inžinier. Keď nebola možnosť nájsť školu na získanie titulu inžinier, bol poslaný na Owens College vo veku 14 rokov. V roku 1876 dostal malé štipendium na Trinity College v Cambridge, kde študoval matematiku.

Thomson pracoval v laboratóriu Cavendish po ukončení štúdia pod vedením lorda Rayleigha.

Rýchlo získal členstvo v prestížnej Kráľovskej spoločnosti a bol vymenovaný za jeho nástupcu ako profesor fyziky vo veku 28 rokov. Bol rešpektovaný a veľmi obľúbený a prichádzali študenti z celého sveta, aby mohli študovať pod jeho vedením. Na obrázku je jeho experimentálna trubica z laboratória.

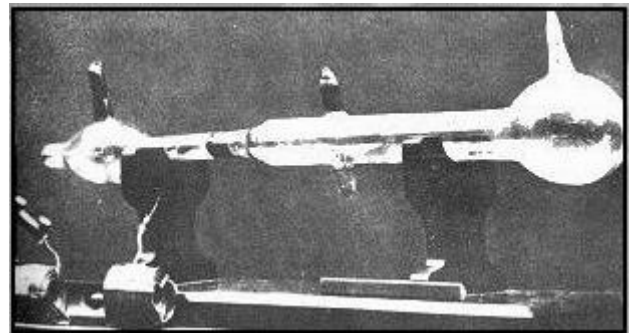
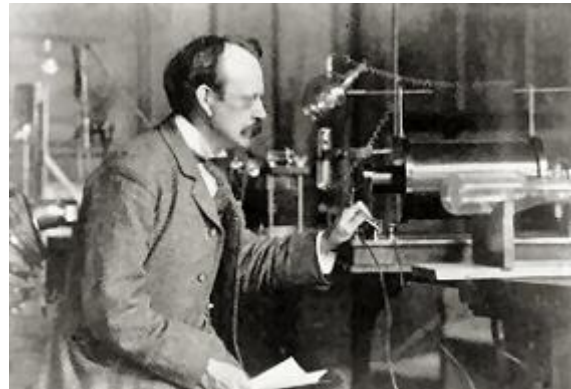
V roku 1894 začal študovať katódové lúče, ktoré sú žiarivými lúčmi svetla, ktoré nasledujú po elektrickom výboji vo vysoko – vákuovej trubici. Bola to populárna výskumná téma v tej dobe, pretože povaha katódových lúčov bola nejasná.

Thomson navrhol lepšie vybavenie a metódy, ako boli používané predtým. Keď prechádzali lúče cez vákuum, dokázal merať uhol, v ktorom boli vychyľované a vypočítal pomer elektrického náboja k hmotnosti častíc. Zistil, že pomer bol rovnaký bez ohľadu na to, aký typ plynu bol použitý, čo viedlo k záveru, že častice, ktoré tvorili plyny, boli univerzálne.

Zistil, že všetka hmota je tvorená drobnými časticami, ktoré sú oveľa menšie ako atómy. Pôvodne nazval tieto častice "krvinky", hoci sa teraz nazývajú elektróny. Tento objav prekonal prevládajúcu teóriu, že atóm je najmenšou základnou jednotkou.

V roku 1906 začal študovať pozitívne nabité ióny alebo pozitívne lúče. To viedlo k jednému z jeho ďalších slávnych objavov z roku 1912, keď viedol prúd ionizovaného neónu magnetickým a elektrickým poľom a použil techniku deformácie na meranie pomeru náboja ku hmotnosti. Prítom zistil, že neón bol zložený z dvoch rôznych druhov atómov a preukázal existenciu izotopov v stabilnom prvku. Toto bolo prvé použitie hmotnostnej spektrometrie.

V roku 1890 sa oženil s Rosea Pageta, jednej zo študentiek. Mali jednu dcéru a jedného syna, ktorý sa stal fyzikom. Okrem získania Nobelovej ceny bol v roku 1908 kráľom Edwardom VII., povýšený do šľachtického stavu. V roku 1918 odišiel z výskumu, aby sa stal Master of Trinity College. Zomrel v Cambridge 30. 8. 1940 a je pochovaný vo Westmisterskom kláštore blízko Issaca Newtona a Charlesa Darwina.



Karl Ferdinand Braun (6. 6. 1850 – 20. 4. 1918) bol to nemecký vedec, fyzik a vynálezca. Narodil sa v meste Fulda v Nemecku ako štvrté dieťa Johann Conrad Braun a Franziske Braun. Absolvoval prednášky z matematiky a chémie na univerzite v Marburgu

a potom prešiel na fyziku na univerzite v Berlíne, kde získal doktorát v marci 1872 s diplomovou prácou o osciláciách elastických strún. Neskôr pracoval ako asistent na univerzite vo Würzburgu.

Prvou prelomovou prácou Brauna bol výskum charakteristík elektrolytov a kryštálov, ktoré vedú elektrickú energiu. V roku 1874 identifikoval rektifikačný efekt v mieste stykov kovov s určitými kryštálovými materiálmi. Tento objav pomohol vytvoriť vynález rádia o niekoľko rokov neskôr.

Braun prijal sériu učiteľských pozícií, zatiaľ čo pokračoval vo svojich vedeckých pokusoch. V roku 1874 nastúpil na gymnázium Svätého Tomáša v Lipsku a v roku 1877 bol menovaný za mimoriadneho profesora teoretickej fyziky v meste Marburg. V roku 1880 nastúpil s podobným zameraním na univerzitu v Štrasburgu a potom na polytechnickú školu v Karlsruhe v roku 1883, kde sa oženil s Amelie Bühlerovou. Braun absolvoval posledný presun v roku 1895, keď sa vrátil do Štrasburgu ako profesor fyziky.

Na obrázku je vidieť jednu z prvých trubíc, ktoré sa vyrobili, na ktorých bola obrazovka naklonená pod určitým uhlom pre lepší obraz.

V roku 1897 vynašiel katódovú trubicu, známu ako „Braunova trubica“. Použitím magnetických síl vo vákuovej trubici na vychýľovanie katódových lúčov bol Braun schopný produkovať na obrazovke fluorescenčný obraz. Katódová trubica sa stala primárnym elektrickým zobrazovacím zariadením pre radary, televíziu a počítače takmer do konca 20. storočia, kedy sa začali presadzovať technológie s plochou obrazovkou.

Braun sa čoskoro začal zaujímať o bezdrôtové technológie. Guglielmo Marconi uskutočnil prvý úspešný bezdrôtový prenos v roku 1895, ale anténa bola priamo v napájacom okruhu a vysielanie bolo obmedzené. Braun tento problém vyriešil tým, že vytvoril bezvodný anténny obvod, ktorý spájal vysielací výkon s anténnym obvodom induktívne, čím sa výrazne zvýšil dosah vysielania vysielača.

Tento objav umožnil Marconimu uskutočniť prvý transatlantický prenos v roku 1901 a v konečnom dôsledku prispel k vytvoreniu bezdrôtových technológií. V roku 1909 boli Braun a Marconi ocenení Nobelovou cenou za fyziku za ich priekopnícky vývoj v tejto oblasti.

V roku 1914 bol Braun predvolaný do New Yorku ako svedok v súdnom procese týkajúcom sa patentového nároku americkej spoločnosti Marconi voči spoločnosti Atlantic Communication Company. Vypuknutie I. sv. vojny mu zabránilo odísť z New Yorku po ukončení súdneho sporu a vrátiť sa do svojho laboratória v Nemecku, Braun býval v Brooklyne, kde aj zomrel 20. 4. 1918.



Bezdrôtová telegrafia

V roku 1842 spozoroval vynálezca drôtového telegrafu Joseph Henry, že pri preskoku

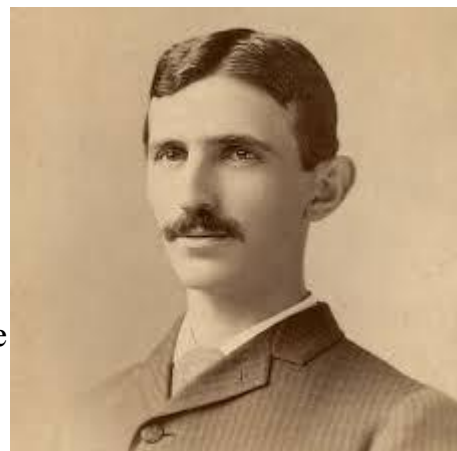
iskry, ku ktorému došlo v hornej miestnosti domu, vznikol v paralelnom obvode v pivnici, ktorý ležal o 9 metrov nižšie, prúd pôsobiaci na magnetku. Pomocou zvislého vodiča, ktorý natiahol zo strechy budovy do študovne, sa darilo registrovať búrkové výboje vo vzdialenosti 12 km. Iskri vznikajúce v blízkosti telegrafného vedenia sa mu podarilo zaznamenať pomocou cievky a magnetky na vzdialenosť 66 metrov, ale dosah postupne zväčšoval až na 800 metrov. Pretože sa magnetka vychyľovala vždy iným smerom usúdil, že k výbojom dochádza striedavo v protíľahlých smeroch. Už v roku 1842 usúdil, že ide o jav, ktorý je takmer porovnateľný s iskrou, ktorú vytvorí záblesk na oceli. Henry teda objavil elektromagnetické vlny a formuloval myšlienku, že sú rovnakého typu ako svetelné.

Prvý úmyselne vyslaný elektromagnetický signál je výsledkom experimentov vykonaných v roku 1868 zubným lekárom Malom Loomis v Virgínie. Jeho zariadenie pozostávalo z vodičov rovnakej dĺžky vytiahnuté vzdušným drakom od seba vzdialených 18 km. Pri pripojení pomocou časového prepínania, bol každý systém od seba striedavo pripojený na galvanometer, a tak bolo vytvorené spojenie. Loomis to považoval za výsledok atmosferickej elektriny. Loomis apeloval na Kongres, aby podporili jeho systém sumou 25 000 dolárov, ale po občianskej vojne nemali politici záujem o bezdrôtovú komunikáciu a nevideli v tom žiaden prínos.

Thomas Alva Edison si v roku 1885 nechal patentovať snímací systém využívajúci zvislých unipolárnych antén s vrcholovou záťažou.

Nikola Tesla (10. 7. 1856 – 7. 1. 1943) bol geniálny fyzik srbského pôvodu, vynálezca a konštruktér mnohých elektrických strojov a prístrojov. Jeho patenty a teoretická práca formovali základ moderných systémov na striedavý prúd a motorov na striedavý prúd, ktoré umožnili začiatok druhej priemyselnej revolúcie. V roku 1893 verejne predviedol bezdrôtovú telekomunikáciu. Na jeho počesť je pomenovaná jednotka magnetickej indukcie – Tesla.

Narodil sa v dedine Smiljan v dnešnom Chorvátsku. Jeho otec bol pravoslávny kňazom. Od detstva vynikal talentom na prírodné vedy, študoval na univerzitách v Grazi a v Prahe. V roku 1880 sa presťahoval do Budapešti, kde pracoval v telegrafnej spoločnosti a začal sa intenzívne zaoberať výskumom elektriny, pričom prišiel na princíp striedavého prúdu. O dva roky neskôr sa presťahoval do Paríža a v júni 1884 sa trvalo usadil v USA, kde v roku 1891 získal aj občianstvo. Tesla začal v roku 1884 pracovať vo firme Edison Co., pretože od malička si predstavoval spoluprácu s Edisonom. Po nezhodách s Edisonom, ktorý nebol ochotný vyplatiť Teslovi dohodnutú sumu peňazí.



V roku 1886 založil vlastnú firmu „Tesla Light & Manufacturing“. Firma vyrábala hlavne vylepšené oblúkové lampy. Tesla chcel vyrábať elektrické motory na striedavý prúd, proti čomu boli investori a Tesla z firmy odišiel. V roku 1887 podpísal zmluvu s George Westinghouse, ktorého zaujali Teslové nápady, a od ktorého získal 1 000 000 dolárov, za čo si zriadil vlastné laboratórium. V roku 1890 vynašiel výbojkové žiarovky svietiace bez vlákna. V roku 1891 sa začal zaoberať technológiou rádiového prenosu a v roku 1893 ako prvý na svete verejne demonštroval rádiokomunikačný prístroj.

Tesla bol vysoký 1.88 metra, štíhlejšieho postavy a udržiaval si rovnakú hmotnosť 64 kg. Mal

fotografickú pamäť a ovládal minimálne osem jazykov. V čase svojich intenzívnych výskumov spal iba dve hodiny. Keď sa dostal do finančných problémov, tak sa utiahol do ústrania a 7. 1. 1943 zomrel pomerne chudobný a zabudnutý v jednom hotely v New Yorku vo veku 86 rokov.

Oliver Joseph Lodge (12. 7. 1851 – 22. 8. 1940) bol anglický vedec, fyzik a vynálezca. Narodil sa v Penkhullu grófstve Staffordshire ako najstarší z dvanástich detí. Prvé vedecké vedomosti získal na gymnáziu v Newportu, jeho hlavným zameraním bola chémia. Začal v obchode u svojho otca, ktorý bol dodávateľom materiálu pre hrnčiarov. Potom ho zaujali verejné prednášky írskoho fyzika Johna Tyndalta, ktorý sa venoval predovšetkým osвете. Lodge potom začal študovať fyziku a chémiu na inštitúte vo Wegwoode a v roku 1872, po siedmich rokoch práce s otcom, presťahoval sa do Londýna, kde sa začal venovať matematike a na londýnskej univerzite získal titul bakalára. V roku 1875 bol vybraný na miesto fyzikálneho experimentátora a stal sa asistentom profesora aplikovanej matematiky.

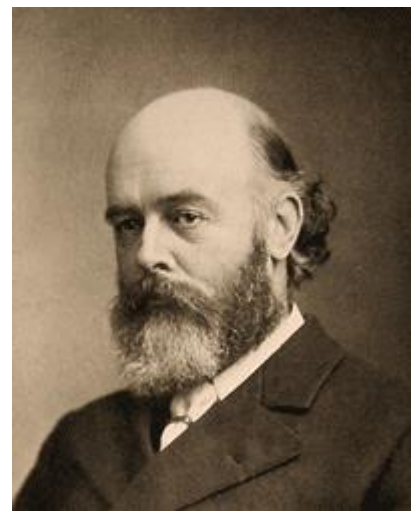
V roku 1877 sa oženil a s manželkou mali dvanásť detí. V roku 1881 získal miesto profesora fyziky na univerzite v Liverpoolu a v tej dobe sa začal zaoberať príjmom a vysielaním elektromagnetických vln. Britskej vedeckej spoločnosti predviedol na modeloch, ako možno aplikovať Maxwellovu teóriu v praxi. V roku 1887 bol menovaný za doktora vied.

Francúz Branly prišiel pri pokusoch, ktoré robil, na to, že jemné kovové piliny zatavené do sklenenej trubice sa pod vplyvom prechádzajúceho elektromagnetického vlnenia spojujú a prudko klesá odpor elektrického prúdu.

Lodge vymyslel, ako spojené piliny rozrušiť v dobe, kedy nimi elektromagnetické vlnenie neprechádza a takto upravený detektor pomenoval coherer. Tento detektor predviedol v Kráľovskom inštitúte v roku 1894.

Dňa 21. 2. 1898 prihlásil k patentu cievky s meniteľnou indukciou v anténnom obvode telegrafného vysielača alebo prijímača, ktorou možno naladiť anténny obvod a v obvode prijímača použil coherer. Uvedenie do rezonancie, znamenalo veľký pokrok v experimentovaní s elektromagnetickými vlnami. Neskôr tento patent získal Marconi v roku 1912. Lodge v roku 1898 si nechal patentovať špeciálny typ reproduktora, u ktorého sa cievka pohybovala v elektrostatickom poli.

V roku 1900 sa stal rektorom novej univerzity v Birminghamu a o dva roky neskôr bol povýšený do šľachtického stavu. Vo funkcii rektora zostal až do roku 1919. Lodge zomrel 22. 8. 1940 v anglickom Amesbury. O tomto človeku sa vie toho málo a prečo sú s počiatkami rádia preferovaní iní. Asi je to s tým, že Lodge sa venoval najmä vedeckým prácam a riadiacej práci na univerzitách.



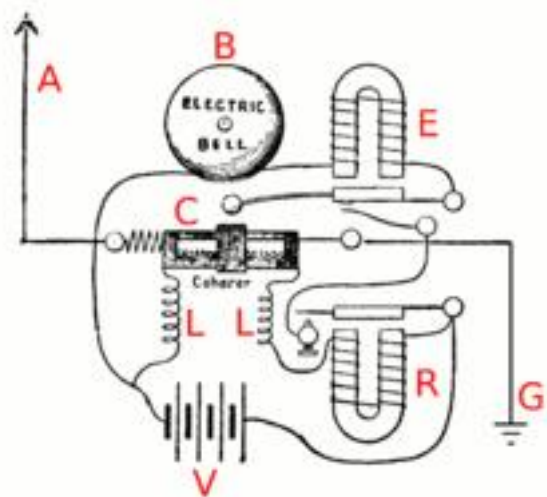
Alexander Štepanovič Popov (16. 3. 1859 – 13. 1. 1906) bol to ruský fyzik a vynálezca. Narodil sa v Kranoturinsk, Sverdlovska oblasť na Urale ako syn kňaza. Otec chcel, aby bol kňazom a poslal ho na seminár v Jekaterinburgu. Tam rozvíjal záujem o vedu a matematiku a miesto toho, aby šiel na teológiu v roku 1877, zapísal sa na univerzitu v Petrohrade, kde študoval fyziku. Po skončení štúdia v roku 1882, pôsobil ako vysokoškolský asistent na

univerzite, ale jeho plat bol nedostatočný a tak, v roku 1883, nastúpil ako učiteľ a vedúci laboratória na Torpédo školu v Kronstadte na ostrove Kotlin.

Popri povinnostiach v námornej škole Popov sledoval aj súvisiace oblasti výskumu. Pokúsil sa vyriešiť problém so zlyhávaním izolácie elektrických vodičov na oceľových lodiach, čo bol problém s elektrickou rezonanciou, a to ho viedlo k ďalšiemu skúmaniu oscilácii vysokofrekvenčných elektrických prúdov. Jeho záujem o túto oblasť štúdia bol zvýšený po návrate expozície v Chicagu v USA v roku 1893, kde sa stretol s ďalšími výskumníkmi v tejto oblasti. Popov tiež čítal článok z roku 1894, o experimentoch britského fyzika Olivera Lodge, ktorý súvisel s potvrdením rádiových vln nemeckým fyzikom Heinrichom Hertzom. Lodge používal detektor elektromagnetických vln, ktorý nazval coherer, ktorý bol vylepšeným detektorom Branlyho. Popov sa pokúsil navrhnúť citlivejší prijímač rádiových vln, ktorý by mohol byť použitý ako detektor bleskov, aby varoval pred búrkami.



Princíp činnosti detektora bleskov, ktorý obsahuje kazetu (coherer) C, pripojený k anténe A a do samostatného obvodu s relé R a batériou V, ktorý ovládal elektrický zvonček B. Rádiový šum generovaný úderom blesku, prúd z batérie pritiahne relé a spoji jeho kontakty, ktoré privádzajú prúd do elektromagnetu zvončeka E a pohyb páčky udrie do zvončeka. Popov pridal automatické vynulovanie detektorového odporu, tak, že spätným chodom páčky udrie po detektore. Dve tlmivky L vo vedľajších vodičoch zabránia prechodu rádiového signálu cez koeficient skratu skrz obvod DC. Svoj prijímač pripojil k drôtovej anténe A a uzemnil v bode G.



Vysoké napätie získal z induktora a na indikáciu elektromagnetických vln použil Branlyho detektor. Po mnohých pokusoch s asistentom Rybkinom dosiahol prenos vln na väčšie vzdialenosti a 7. 5. 1895 tieto výsledky predviedol pred zasadáním Fyzikálno chemickej spoločnosti. Popov zistil, že dosah vysielacích signálov vzrastie, ak k prijímaču pripojíme dlhý drôt zavesený izolovane čo najvyššie.

Zvonček nahradil telegrafným prístrojom a vysielač bol vybavený dlhou anténou a túto zostavu predviedol 24. 3. 1896 v Petrohrade na univerzite. Spojenie bolo prevedené na vzdialenosť 250 metrov medzi jednotlivými budovami posluchárne a laboratória. V roku 1897 boli urobené úspešne skúšky na vzdialenosť 3 km a na mori na vzdialenosť 5 km.

Guglielmo Marconi (25. 4. 1874 – 20. 7. 1937) bol to taliansky vynálezca a podnikateľ. V roku 1909 získal Nobelovú cenu za fyziku spolu s Braunom za ich prínos vo vývoji bezdrôtovej telegrafie.

Narodil sa neďaleko Bologne, ako druhý syn, talianskeho veľkostatkára Guideppe a jeho

manželky írského pôvodu, Annie Jameson, vnučky zakladateľa firmy na výrobu destilátov Jameson Whiskey. Vzdelanie nadobudol v školách v Miláne, Florencii a neskôr v Livorne. Už v mladosti ho fascinovali technické vedy a najmä elektrina.

Na obrázku je s jeho skorším zariadením na bezdrôtový telegrafný prenos informácií.

V tom čase bol Hertzov objav a dokázanie existencie elektromagnetických vln v roku 1888 jeden z najdôležitejších. Ako prvý vyvinul a skonštruoval zariadenie, ktoré dokázalo vysielat' a prijímať elektromagnetické vlny. Po jeho smrti v roku 1894 boli publikované jeho skoršie objavy. Marconi tieto spisy študoval u profesora Augustína Rigbi, ktorý vykonával výskum Hercových prác.



Marconi začal experimentovať s vlastným zariadením na hornom poschodí otcovho domu vo Villy Griffone v Pontecchio. V experimentovaní ho podporovala matka, lebo otec nemal z toho dobrý pocit. Takto pracoval dva roky a jeho cieľom bolo nájsť spôsob, ako využiť rádiové vlny na prenos bezdrôtovej telegrafie, teda bez použitia káblov.

Boli viacerí, ktorí už na tomto systéme pracovali a uskutočnili niekoľko spojení, ale nik nezaznamenal komerčný úspech. Jeho zariadenie sa skladalo z jednoduchého iskrišťa, ktorý súžil ako vysielateľ, navrhnutý podľa modelu Rigbi, ktorý použil Hertz, teda Hertzov model. Telegrafný kľúč, spínač, ktorý používal na prerušovanie vysielania v krátkych a dlhých intervaloch, čím vznikali „bodky“ a „čiarky“, ktoré sa používali v Morseho abecede. Detektor bol ako prijímač, podobný modeli od Branlyho s malými úpravami, ktoré zvýšili citlivosť a spoľahlivosť. Telegrafný záznamník, ktorý bol napojený na prijímač, čím sa zaznamenával prenášaný signál vo forme Morseho abecedy na papierovú rolovanú pásku.

Spočiatku experimentoval na menšie vzdialenosti, ale v lete 1895, začal experimentovať v teréne. Zväčšil dĺžku antény vo vysielateľi a v prijímači a postavil ich do zvislej polohy. Neskôr prišiel k tomu, že ak sa jeden koniec antény spojí so zemou, prenosová vzdialenosť sa podstatne zväčší. Čoskoro sa mu podarilo prenášať signál cez kopec na vzdialenosť 1,5 km. Už vtedy uvažoval, že vylepšením sa stane cenným pre obchod a vojenské využitie.

V rodnom Taliansku nebol o jeho prácu náležitý záujem, a preto sa v roku 1896, ako 21 ročný presťahoval aj s matkou do Londýna. V Anglicku vzbudil záujem Williama Preeceho hlavného elektroinžiniera britskej pošty. Marconi vysielal signál v Morseho značkách do vzdialenosti 6 km a 13. 5. 1897 prenášal správy z Lavernock Point do Brean Down na vzdialenosť 14 km. Dňa 2. 7. 1897 získal patent, ale bol žalovaný Oliverom Lodge, že jeho patent obsahuje jeho nápady. V tom istom roku bola založená firma „Wireless Telegraph and Signal Company Ltd.“, so sídlom v Londýne. Bezdrôtové spojenie medzi Anglickom a Francúzskom sa uskutočnilo 27. 3. 1899. V tom istom roku sa prezentoval v USA na medzinárodných jachtárskych pretekoch v New Yorku.

Marconiho firmy sa borili s nedostatkom záujmu o bezdrôtovú komunikačnú techniku. Túto situáciu vylepšila tragédia, keď sa potopil Titanic, lebo prišlo nariadenie, aby lode boli vybavené rádiostanicou. Marconiho firmy začali byť rýchlo dominantné v Anglicku a v USA. Konkurenciu mali aj v Nemecku vo firme Telefunken. V USA bola American Marconi predaná firme General Electric Company, ktorá prispela na vytvorenie Radio Corporation

of America (RCA). Marconi vybudoval vysokovýkonné stanice na oboch stranách Atlantického oceána a údajne 12. 12. 1901 dosiahol spojenie, lebo signál bol tak slabý a rušenie tak silné, že údajné „S“ nemuselo byť vôbec prijaté.

Prvou skutočnou správou, ktorá prekonala Atlantický oceán bola zo 17. 12. 1902 zo stanice Glace Bay v Kanade, do anglického Poldhu.

Marconiho firma začala oneskorene s prácami na kontinuálnom vysielaní rádiových vln až v roku 1915, po uvedení oscilačnej vákuovej elektrónky. V roku 1922 bola založená firma British Broadcasting Company (BBC) s veľkou podporou Marconiho firmy. V roku 1924 ho povýšili za grófa. Zomrel vo veku 63 rokov a Taliansko zorganizovalo štátny pohreb.

Ortuťová výbojka vynášiel **Peter Cooper Hewitt** (5. 5. 1861 – 25. 8. 1921) bol to americký elektroinžinier a vynálezca, ktorý v roku 1901 vyrobil ortuťovú výbojku. Mnoho vynálezcov pracovalo na vylepšení žiaroviek v deväťdesiatich rokoch 19. storočia, ale len niekoľko z nich sa pokúsilo vyvinúť praktické výbojky. Na rozdiel od žiaroviek, ktoré vytvárajú svetlo zahrievaním vlákna sfarbí až do biela, výbojky vytvárajú svetlo tým, že elektrický prúd prechádza cez plyn. Napätie privádzané na elektródy zrýchľujú voľné elektróny, ktoré narážajú na atómy a molekuly plynov a pár, vychyľujú ich valenčné elektróny z normálnej polohy na hladinu vyššej energetickej úrovne a pri návrate do pôvodnej dráhy sa uvoľní nadbytočná energia v podobe žiarenia. Na obrázku je s ortuťovým výparníkom.



Peter Cooper Hewitt dosiahol úspech s výbojkou pomocou ortute. Hewitt experimentoval s trubičkami naplnenými ortuťou koncom 19. storočia a zistil, že vyžarovali nepríjemné modrozelené svetlo.

Hewitt bol synom primátora mesta New York, študoval na Stevens Institute of Technology a Columbia University School of Mines.

V roku 1901, vynášiel a patentoval ortuťovú výbojku, ktorá využívala ortuťové pary, ktoré vznikali pri prechode prúdu ortuťou. Jeho prvé svietidlá museli byť naštartované naklonením trubice, aby došlo ku kontaktu medzi dvoma elektródami a ortuťou. Neskôr vyvinul induktívny elektrický predradník na spustenie trubice. Účinnosť bola oveľa vyššia ako žiaroviek.

V roku 1902, vyvinul ortuťový oblúkový usmerňovač, prvý usmerňovač, ktorý mohol previesť striedavý prúd na jednosmerný bez mechanických prvkov. Tento usmerňovač sa vo veľkom používal u elektrických železničiach, priemysle, galvanické pokovovanie a vysokonapäťový jednosmerný prúd. V tomto roku bola založená firma Cooper Hewitt Vapor Lamp Company, ktorú podporovala spoločnosť George Westinghouse, ktorá vyrábala lampy. Hoci si iba málo ľudí chcelo kúpiť výbojky do svojich domov, Hewitt predpokladal, že farba svetla by nemala vadiť pri iných aplikáciách. Fotografické štúdiá používali vo veľkom lampy Cooper Hewitt. Po určitom čase sa javili lampy Cooper Hewitt ako ťažkopádne, lebo na reguláciu elektrického prúdu bol potrebný ťažký predradník a každá lampa obsahovala takmer pól litra ortute. Žiarivkové žiarovky, ktoré sa začali vyrábať od roku 1910, poskytovali takmer rovnakú energetickú účinnosť ako trubice Cooper Hewitt a dávali oveľa lepšiu farbu. General Electric kúpil firmu Cooper Hewitt v roku 1919, a v roku 1933, začal uvádzať na trh vhodnejšiu ortuťovú lampu H – 1.

Tieto žiarivky používali iba zlomok ortuti s porovnaním Cooper Hewitt ortuťových výbojok, ale produkovali svetlo oveľa efektívnejšie.

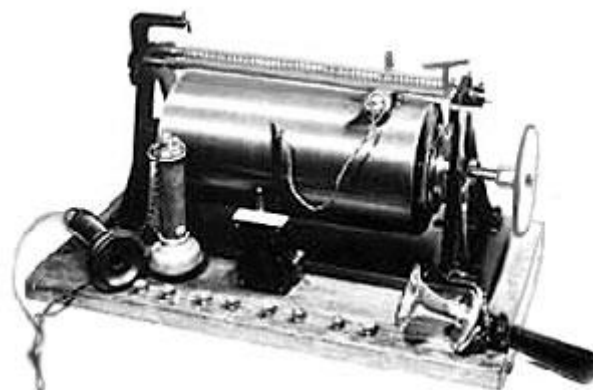


Výbojky Cooper Hewitt z roku 1904, ktorú je vidieť aj na obrázku obsahovala upozornenie na dobu záruky, ktorá bola na dobu šesť mesiacov. Vo výbojke sú elektródy s ortuťovými zásobníkmi. Trubička je vyrobená do tvaru U s nádobkami na oboch koncoch. Na menšej banke je jeden mosadzný závitový kontakt a na väčšej banke sú dva mosadzné závitové kontakty. Rúrka je pripevnená k montážnej konzole, ktorá ju drží a medzi sklom a kovom sú podložky z azbestu ako tepelný izolačný materiál. Veľkosť výbojky je 67,3 x 19 x 9 cm.

Zvukový magnetický záznam

Známy americký vynálezca Oberlin Smith (1840 – 1926) experimentoval v roku 1878 s magnetickým záznamom na oceľovom drôte, na bavlnených a hodvábnych vláknach impregnovanými oceľovým prachom a jemnými výstrižkami z drôtu. Smith nedokončil nahrávacie zariadenie z dôvodu zamerania sa na inú prácu. V roku 1888 ponúkol svoju myšlienku verejnosti prostredníctvom článku v britskom časopise *Electrical World*.

Prvý kto zostrojil fungujúce zariadenie na tomto princípe bol Valdemar Poulsen. V spoločnosti Copenhagen Telegraph v roku 1898 dánsky vynálezca zaznamenal svoj hlas z telefónneho mikrofónu na oceľový klavírny drôt po dĺžke. V roku 1899 si podal patent a založil firmu na výrobu telegrafónu, ktorý je priekopníkom telefónneho záznamníka. Jednoduchá verzia uloženia záznamu na oceľový disk s priemerom 130 mm je dve minúty, pričom záznamové médium z oceľového drôtu navinutého na kotúči, dokázal zaznamenať až 30 minút nahratého zvuku.



Telegraphone získal ocenenie Grand Prix na svetovej výstave v Paríži v roku 1900. A jedným z prvých, kto do tohto prístroja prehovoril bola gratulácia od rakúskeho cisára Františka Jozefa I., ktorý výstavu navštívil.

V roku 1905 spoločnosť American Company povolila konštrukciu Poulsen diktafónu. A medzičasom na telegrafonu ďalej experimentoval a začal miesto tenkého drôtu používať oceľový pások. Táto technika bola zdokonalená v Nemecku, kde sa nahrávacou technikou zaoberal Semi Joseph Begun. Neskôršie americký inžinier J. A. O'Neil a nemecký inžinier Fritz Pfleumer, ktorí prišli na konci 20. rokov 20. storočia na to, že je možné magnetický

prášok naniest' na papierový pások a výsledný efekt je podobný celokovovému pásku. V roku 1935 v Nemecku použili miesto papierovej pásky pások z plastu, a tým bol daný začiatok masívneho rozvoja magnetofónu.

Valdemar Poulsen (23. 11. 1869 – 23. 7. 1942) bol dánsky inžinier, ktorý významne prispel k urýchleniu rádiovkej technológie. V roku 1898 vyvinul magnetofón a prvý vysielateľ s kontinuálnou vlnou a oblúkový vysielateľ, ktorý bol v roku 1903 použitý v niektorých prvých vysielacích stanicách a udržali sa až do začiatku 20. rokov 20. storočia.

Narodil sa v Kodani ako syn najvyššieho sudcu v Dánsku a na pranie otca začal študovať medicínu. Ale nebol dobrým žiakom a jediné čo ho zaujímalo bola fyzika a maľovanie. Zanechal štúdium a bol prijatý na technické oddelenie telefónnej spoločnosti v Kodani.

V roku 1898 si nechal patentovať zariadenie, ktoré nazval „telegrafone“, a jeho princíp popísal v patentovej prihláške: Vynález je založený na skutočnosti, že keď predmet zhotovený z magnetického materiálu je na rôznych miestach v rôznom čase vystavený pôsobeniu elektromagnetu zapojeného v telefónnom alebo telegrafnom okruhu, jeho časti vystavené pôsobeniu rozmanitých magnetických vplyvov môžu tieto zvuky vrátiť alebo signály späť do telefónu alebo zapisovacieho zariadenia.

Vo svojom zariadení používal ako záznamové médium tenký oceľový drôt. Pre prvé pokusy preťahoval kovovú strunu cez elektromagnet, napojený na batériu, a v sérii mal zapojený mikrofón. Pre prehrávanie mikrofón nahradil sluchátkami. Potom drôt navinul na mosadzný valec, ktorý mal po obvode vytočenú závitovku a nad ňou sa pohyboval elektromagnet. Až neskôršie model pracoval tak, že oceľový drôt prevíjaný z cievky na cievku sa pohyboval cez pevný elektromagnet. Použitý oceľový drôt bol tenký asi ako ľudský vlas, takže na cievku o priemere 10 centimetrov sa ho zmestilo viac ako 2 km, čo stačilo na záznam v dĺžke asi jednej hodiny.



Pokiaľ by sme porovnávali nahrávky fonografu od Edisona s telegrafone, tak tie urobené v telegrafone mali menej rušivého šumu. Na obrázku je vidieť model C Telephon z roku 1911. Tieto zariadenia boli použité i v reklamách, kde sa zdôraznili prednosti nahrávania na drôt, na ktorý sa dalo nahrávať znovu bez ďalších úprav povrchu a dĺžka času na nahrávanie.

Jeden z prvých zámerov, načo použiť telegrafone, bolo posielanie telegrafných správ vysokou rýchlosťou a potom mali záznam operátori dekodovať pri bežnej prevádzkovej rýchlosti. Ďalšie využitie malo byť pre záznam telefónnych rozhovorov, čo vlastne boli prvé záznamníky. Vzhľadom k malej rýchlosti mali reprodukované zvuky nižšie výšky a taktiež drôt sa pri prevíjaní občas zaplietol, keď sa prevíjal na novú nahrávku. Pre obchod bolo toto zariadenie príliš atraktívne a tak sa Poulsen zameral na experimentovanie z oblasti rádia. V roku 1903 si nechal patentovať „Poulsenov konvertor“, vysielač, ktorý vysiela trvalú nosnú vlnu oproti iskrovým vysielačom, ktoré sa do tej doby bežne používali, čo prinieslo vyššiu účinnosť v prenose akustických signálov. Už prvé pokusy dosiahli dosah prenosu 240 km a behom niekoľkých rokov sa vzdialenosť zväčšila na 4000 km, pri dostatočne veľkom výkone vysielača.

Valdemar Poulsen aj keď nevyštudoval žiadnu vysokú školu, získal mnoho ocenení z Akadémie vied v Dánsku, členstvo švédskeho inštitútu a čestný doktorát z univerzity v Lipsku.

Vákuová trióda

Prvé telegrafné prijímače mali iba detektory na prítomnosť alebo absenciu rádiového signálu, a nie konvertovať ho na zvuk. Detektor kryštálov bol najúspešnejší z mnohých detekčných zariadení, ktoré sa používali v prvých modeloch rádiových prijímačov. V roku 1906 nahradili staršie elektrolytické magnetické a najmä koherentné detektory v rádiových prijímačoch. Neskôr, keď bolo zavedené rozhlasové vysielenie v AM (amplitúdovou moduláciou), pre prenos zvuku, sa detektory kryštálov ukázali ako schopné prijať aj tento prenos. Jednosmernú vodivosť kryštálov, objavil nemecký fyzik Ferdinand Braun v roku 1874 na univerzite vo Würzburgu, ešte skôr ako bola vynájdená bezdrôtová telegrafia. V roku 1901, indický vedec Bose použil kryštál galenitu. V roku 1906 Henry Harrison Chase Dunwoody si nechal patentovať detektor z karbidu kremíka. V tom čase sa už na svete pripravovala výroba vákuovej diódy, ktorú vyvinul John Ambrose Fleming.

John Ambrose Fleming (29. 11. 1849 – 18. 4. 1945) bol anglický inžinier, ktorý prispel k pokroku elektroniky, fotometrie a bezdrôtovej telegrafii.

Narodil sa v Lancaster v grófstve Lancashire. Po štúdiu na University College of London a na Cambridge University, kde navštevoval prednášky Jamesa Clerk Maxwella sa stal konzultantom v spoločnosti Edison Electric Light Company v Londýne a následne poradcom vo firme Marconi Wireless Telegraph Company a profesorom na Univerzita College v rokoch 1885 až 1926, kde bol prvým profesorom elektrotechniky.

Vákuová dióda, niekedy nazývaná aj ako „Flemingov

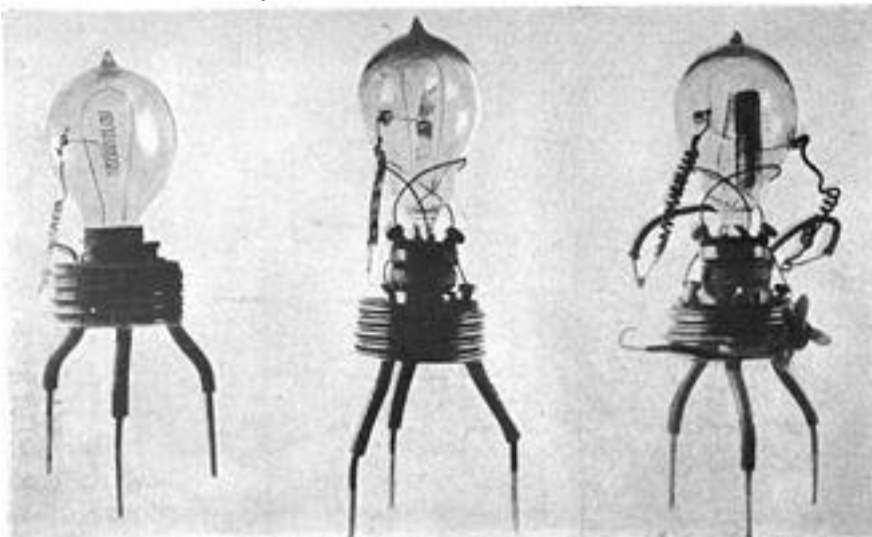


kmitaví ventil“ ,bola vynájdená v roku 1904 ako detektor do prvých telegrafných a rozhlasových prijímačov na detekciu elektromagnetických vln. Bola to prvá praktická vákuová elektrónka a prvá teplá dióda, ktorej účelom je usmerňovať striedavý prúd, ktorá sa uplatnila v napájacích zdrojoch v elektrických zariadeniach až do ich nahradzovania selénovými usmerňovačmi na začiatku 30. rokov 20.

storočia a 60. rokoch 20. storočia ich úplne nahradili polovodičové diódy. Bol to jeden z najvýznamnejších objavov v histórii elektroniky.

Vákuová dióda pozostáva zo sklenenej banky, z ktorej je odstránený vzduch. Vo vnútri banky sú dve elektródy: katóda vo forme vlákna z uhlíka alebo jemného volfrámového drôtu, podobnému, ktorý sa používa v žiarovkách a anódy v tvare doštičky vyrobenej z tenkého plechu.

Na obrázku je vidieť prototypy vákuových diód z roku 1904, ktoré Fleming



zhotovil z pôvodných žiaroviek. Hoci v prvých verziách bola anóda plochá kovová doska umiestnená vedľa katódy, v neskorších verziách bola anóda vyrábaná v tvare valca, ktorý obklopoval katódu.

Pri prevádzke prechádzal cez katódové vlákno samostatný prúd z batérie, ktorý zohrieval vlákno tak, že niektoré elektróny z kovu získali dostatočnú energiu a unikli z katódy do vákuu banky. Tento proces sa nazýva „termionické vyžarovanie“. Sieťový prúd, ktorý sa má usmerniť, sa tvorí medzi vláknom katódy a doskou anódy. Ak má anóda záporné napätie voči vláknu katódy, tak okruhoch neprúdi tok elektrónov a preto dióda produkuje prúd iba jedným smerom a to pulzujúci jednosmerný prúd.

Flemingov ventil bol prvou praktickou aplikáciou termionickej emisie, ktorú objavil Grederick Guthrie v roku 1873. Thomas Edison urobil vlastný objav v roku 1880, ktorý nazval ako „Edison efekt“. Spoločnosť Edison získala patent na toto zariadenie ako súčasť indikátora v roku 1884, ale nenašla jeho praktické využitie. Profesor Fleming z University College v Londýne robil konzultanta v spoločnosti Edison Electric Light Company v rokoch 1881 až 1891 a potom v spoločnosti Marconi Wireless Telegraph Company.

V roku 1901 Fleming navrhol vysielateľ, ktorý použil Guglielmo Marconi v prvom vysielaní rádiových vln cez Atlantický oceán z Poldhu v Anglicku do New Scotia v Kanade. Fleming mal jasno, že k dosiahnutiu lepšej komunikácie cez Atlantický oceán bude potrebné vyrobiť citlivejší prijímač, lebo ten, ktorý používali obsahoval coherer, ktorý má slabú citlivosť a sťažuje ladenie prijímača. V roku 1904, experimentoval so žiarovkami od Edisona za týmto účelom a zistil, že funguje dobre na odstránenie vysokofrekvenčných kmitov a umožňuje tak detekciu rektifikovaných signálov galvanometrom. Dňa 16. 11. 1904 požiadala americký patent na to, čo označil za „oscilačný ventil“. Tento patent bol vydaný pod číslom 803, 684 a našiel okamžite užitočnosť pri detekcii správ posielaných Morseho kódom.

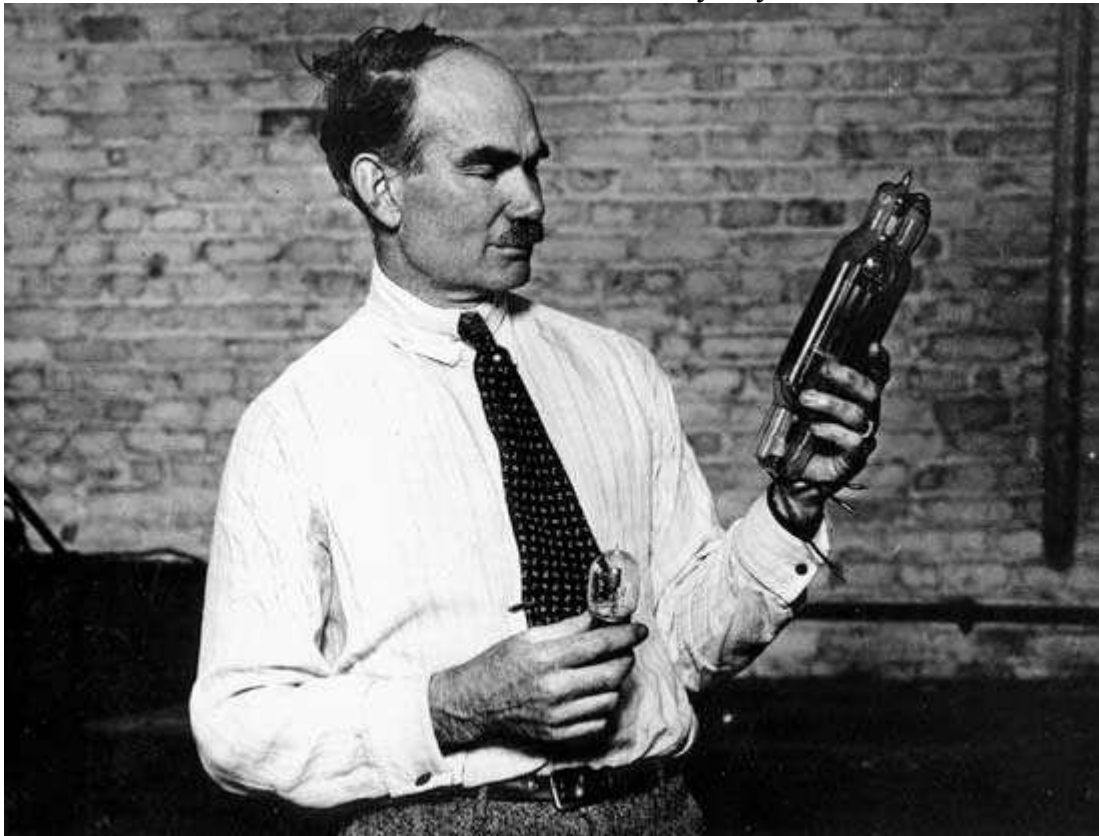
Po oboznámení verejnosti s Flemingovým ventilom sa ukázal ako začiatok technologickej

revolúcie. Po zverejnení v roku 1905, zapojenia jeho oscilačného ventilu americký inžinier Lee De Forest v roku 1906 vytvoril vákuovú trubicu s tromi elektródami „audion“. Treťou elektródou bola mriežka z drôtu uložená medzi katódou a anódou. Takto vznikol prvý zosilňovač vstupného signálu.

Fleming zomrel v roku 1945 vo veku 95 rokov.

Lee De Forest (26. 8. 1873 – 30. 6. 1961) bol americký vynálezca triódy, ktorú nazval audion, ktorý umožnil živé rozhlasové vysielanie a stal sa kľúčovou súčasťou rozhlasu, telefónu, radaru, televízie a počítačov pre vynájdením tranzistora v roku 1947.

Narodil sa v Council Bluffs v štáte Iowa v USA, potom sa presťahoval do Alabamy. Tu prežil vo vidieckej komunite šťastné detstvo. Zaujímal sa o strojné zariadenia, o ktorých sa dozvedel z tlače, alebo o nich iba počul. Do trinástich rokov vyrábala mechanické pomôcky, ako vysokú pec alebo lokomotívu a pokovoval striebrom. V roku 1893 sa zapísal na univerzitu Yale. Popri štúdiu si finančne pomáhal tým, že pracoval v rôznych profesiách a vysokoškolské štúdium ukončil získaním titulu Ph. D z fyziky v roku 1899.



Forest svoju dizertačnú prácu zamerl na „odrazy hercových vln od koncov paralelných drôtov“ a bola to možno prvá doktorandská práca v USA, ktorá sa neskôr stala známou ako rádio. Na obrázku je vidieť ako Lee De Forest drží dve triódy, jednu väčšiu vysielaciu a menšiu na príjem.

Začal pracovať v spoločnosti Western Electric Company v Chicagu, kde pracoval najskôr vo výrobe dynam a potom bol preložený do časti, kde sa vyrábali telefóny a nakoniec do experimentálneho laboratória, kde vyvinul elektrolytický detektor elektromagnetických vln. V roku 1902 založil s podporov finančníkov spoločnosť De Forest Wireless Telegraph Company. Začal propagovať na verejnosti výhody bezdrôtovej telegrafie pre obchodníkov, tlač a armádu. Forest bol dvakrát oklamaný vlastnými obchodnými partnermi. V roku 1906 vyvinul prvú vákuovú trubicu s tromi elektródami, ktorá produkovala slabé zosilnenie

vstupného signálu. V roku 1907 vylepšil svoju vákuovú trubicu, ktorú pomenoval „audion“, ktorý bol schopný citlivého prijímania telegrafných signálov. V tom istom roku Forest experimentálne vysielal hovorené slovo a hudbu širokej verejnosti v New Yorku a blízkeho okolia.

V roku 1910, prebiehalo živé vysielanie z vystúpenia tenoristu Enrico Caruso z

Metropolitnej opery, aby sa ešte viac spopularizovalo nové médium. V roku 1912 navrhol myšlienku „kaskádového uloženia audion“ tak, aby zosilňovali vysokofrekvenčné rádiové signály. Napojenie z jedného okruhu do druhého bolo oddelené transformátorom, čo umožnilo ďaleko vyššie zosilnenie v porovnaní so vstupným signálom. V roku 1912 objavil aj to, že časť výstupného výkonu z audionu privedie späť na vstupnú mriežku, čím mohol regulovať oscilácie v okruhu. Signál z tohto obvodu, privádzaný do anténneho okruhu, bol oveľa silnejší a účinnejší ako pôvodný signál.

Počas tejto doby boli spochybňované jeho vynálezy a keď si uvedomil, že nemôže uspieť z finančných dôvodov, nechotne predal svoje patenty veľkým výrobcom komunikačnej technológie. AT & T používala spočiatku audion ako základnú zosilňovaciu jednotku pre diaľkové stanice na telefónnych linkách.

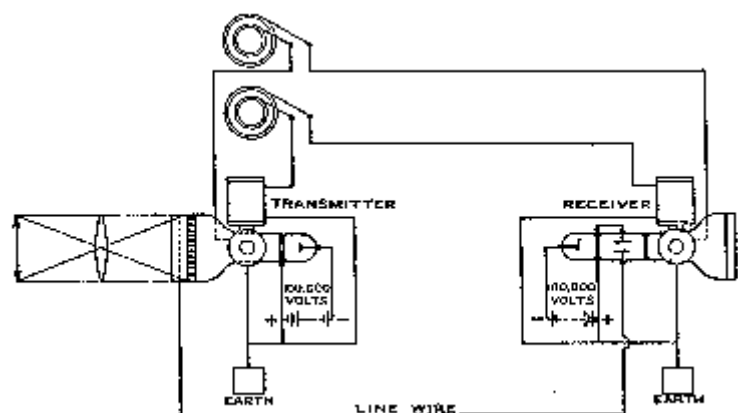
Alan Archibald Campbell - Swinton (18. 10. 1863 – 19. 2. 1930) bol škótskym elektroinžinierom, ktorý poskytol teoretickú základňu pre elektronickú televíziu dve desaťročia skôr, ako začala existovať technológia na jej realizácii.

Narodil sa v Albyn Place v Edinburgu. Po absolvovaní školy na Cargilfield Trinity School a Fettes College v rokoch 1878 až 1881 a postgraduálnom štúdiu v roku 1882 vykonal turné po Francúzsku. Študoval v Newcastle a spolupracoval s Williamom George Armstrongom z Cragside. V tejto spolupráci vyvinul nový spôsob izolácie elektrických káblov. V roku 1887 po ukončení štúdia sa presťahoval do Londýna. Patril k prvým, ktorí preskúmali lekárske aplikácie rádiografie a otváral prvé rádiografické laboratórium v Spojenom kráľovstve v roku 1896.



V roku 1903 začal experimentovať s katódovými trubicami na elektronický prenos a príjem obrázkov. Campbell opísal teoretický základ pre všetky elektronické spôsoby televízie v roku 1908 v správe uverejnenom v časopise „Nature“. Na obrázku je vidieť jeho predstavu fungovania elektronickej televízie. Katódová trubica bola súčasťou systému elektronickej televízie, ktorá bola neskôr vyvinutá. Tento text bol uverejnený 18. 6. 1908 pod názvom

„Distant Electric Vision“. Jeho správa znela: Táto časť problému získavania vzdialeného videnia je pravdepodobne riešená použitím dvoch lúčov z katódy (jeden ako vysielateľ a druhý ako prijímač) synchronne vychýlený rôznymi pólmi dvoch elektromagnetov

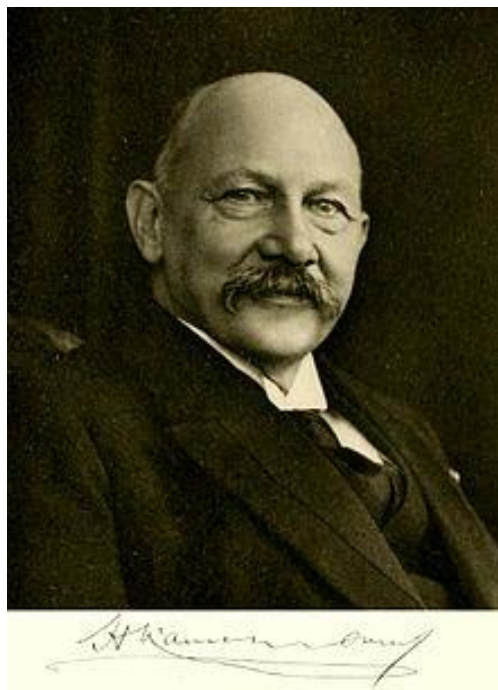


umiestnených vzájomne v pravom uhle a napájané dvoma striedavými elektrickými prúdmi s rozdielnymi frekvenciami, takže pohybujúce sa oba lúče sú súčasne vychýlené na celú plochu v priebehu jednej desatiny sekundy. Čo sa týka prijímacieho zariadenia, pohyb lúča katódy musí byť len taký, aby zasahoval na vhodne citlivú fluorescenčnú clonu.

Swinton zomrel v roku 1930 vo veku 66 rokov na zápal pľúc.

Heike Kamerling Onnes (21. 9. 1853 – 21. 2. 1926) bol holandským fyzikom. V roku 1908 sa mu podarilo skvapalniť hélium a na základe toho objavil supravodivosť v roku 1911.

Narodil sa v meste Groningen v Holandsku a v roku 1870 začal študovať na univerzite v Groningene. Tu chodil na prednášky Roberta Bunsena a na univerzite v Heidelbergu Gustava Kirchhoffa v rokoch 1871 – 1873. V Groningene získal titul magistra v roku 1878 a doktorát v roku 1879. Jeho dizertačná práca bola „Nieuwe bewijzen voor de aswenteling der Aard“, (nové dôkazy o rotácii zeme). Od roku 1878 do roku 1882 bol asistentom Johanna Bossha, riaditeľa polytechnickej spoločnosti Delft, kde v roku 1881 a 1882 robil lektora. Od roku 1882 až do roku 1923 pôsobil ako profesor experimentálnej fyziky na univerzite v Leidenu. V roku 1883 sa stal členom Kráľovskej akadémie umenia a vied. V roku 1913 získal Nobelovu cenu za fyziku. Zomrel v Leyden vo veku 72 rokov.



Edwin Howard Armstrong (18. 12. 1890 – 31. 1. 1954) bol americkým elektrotechnickým inžinierom a vynálezcom, ktorý je známy svojím usporiadaním okruhov v rádioprijímači, ktorý poznáme pod označením superheterodyne a neskoršie sa zaslúžil o rozvoj vysielania vo FM (frekvenčnej modulácie).

Narodil sa vo štvrti Chelsea v New Yorku, ako najstarší z troch detí. Jeho otec pracoval na pobočke Oxfordskej univerzitnej tlače. Vo veku osem rokov ochorel na závažné neurologické ochorenie a to zanechalo svoje následky na fyzickom i duševnom draví. V roku 1909 sa zapísal na Columbia Univerzitu v New Yorku a študoval pod dohľadom profesora Michaela Pupina v laboratóriu Hartley Laboratórium. V roku 1913 ukončil štúdium a získal titul inžiniera elektrotechniky. Koncom roka 1913 požiadala o patentovú ochranu pre „regeneračný obvod“ a 6. 10. 1914 mu bol vydaný pod číslom 1 113 149. Po tomto vydaní patentu sa začali súdne spory s Lee De Forest, ktorý tvrdil, že on objavil tento systém ako prvý.

Počas pôsobenia v armáde cez I. svetovú vojnu zaznamenal ďalší úspech v podobe vytvorenia systému okruhov v rádioprijímači, ktorý nazval superheterodyne. Tu opäť vznikol spor s



francúzskym špecialistom pre rozvoj rádiovkej komunikácie Lucie Lévy. Neskoršie vďaka RCA, ktorá od roku 1924 začala vyrábať rádiá so zapojením superheterodyne pod meno „Radiola“ na americký trh a bol s toho okamžitý úspech.

V noci 31. 1. 1954 vyskočil z 13. poschodia a jeho telo našiel zamestnanec domu na terase tretieho poschodia.

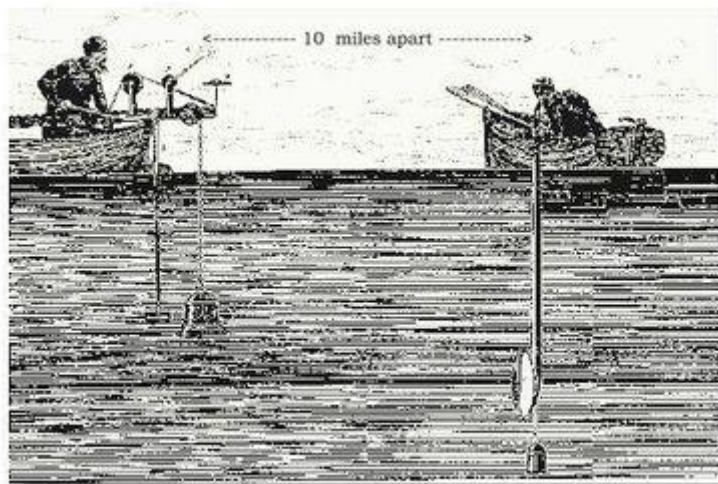
Sonar (Sound Navigation And Ranging)

Už staroveké národy používali rúrkové zariadenia na mechanické podvodné počúvanie na detekciu a prenášanie zvuku vo vode. V neskorých 80. rokoch 19. storočia začali vedci skúmať fyzikálne spojenie s prenosom zvuku vo vode. V roku 1882 sa švajčiarsky fyzik Daviel Colladen pokúsil vypočítať rýchlosť zvuku v hĺbkach Ženevského jazera.

Na obrázku vidieť prevedenie výskumu, ktorý robil Colladen ešte mechanickým spôsobom.

Prvé pasívne zariadenie na princípe sonaru vynášiel angličan Lews Nixon v roku 1906. Na základe fyziky prenosu zvuku pod hladinou je spojené s anglickým fyzikom lordom Rayleighom (1842 – 1914) a piezoelektrickým efektom, ktorý objavil francúzsky vedec Pierre Curie a v roku 1915 francúzsky fyzik Paul Langévin (1872 – 1946) vynášiel prvý systém

navrhnutý tak, aby využíval zvukové vlny a akustické ozveny v zariadení na detekciu pod hladinou, najmä ponoriek. Po katastrofe Titaniku Langévin a jeho kolega Constantin Chilowsky, ruský inžinier, ktorý potom žil vo Švajčiarsku, vyvinuli zariadenie, ktoré nazvali „hydrofón“ ako zariadenie určené pre lode, aby ľahšie detegovali ľadovce, ktorých prevažná časť sa nachádza pod hladinou. Podobné systémy boli okamžite použité ako pomôcka pre podmorskú plavbu.



Paul Langévin (23. 1. 1872 – 19. 12. 1946) bol významným francúzskym fyzikom. Narodil sa v Paríži a študoval na Ecole Lavoisier a na Ecole de Physique et de Chimie Industrielles, kde počas praktických laboratórnych hodín prenášal Pierre Curie (1859 – 1906). V roku 1891 nastúpil na Sorbony, ale štúdium prerušil kvôli vojenskej službe. V roku 1894 nastúpil do Ecole Normale Superieure, kde študoval pod vedením Jean Perrinom (1870 – 1942). Langévin nastúpil do Collage de France v roku 1902 a od roku 1904 zastával funkciu profesora fyziky do roku 1909, keď mu bola ponúknutá pozícia profesora fyziky na Sorbonne.

Bol známy svojou prácou na molekulárnej štruktúre plynov, analýzou sekundárnej emisie röntgenových lúčov z kovov vystavených žiareniu a pre svoju teóriu magnetizmu. Svoju prácu z oblasti paramagnetizmu publikoval v roku 1905. Bol



zodpovedný za niektoré dôležité oblasti piezoelectrickej energie a piezokeramiky. Bol vynálezcom sonaru na detekciu ponoriek počas I. svetovej vojny, kde jeho teórie a výskumy neboli dostatočne ocenené. V roku 1917 začal používať piezoelektrický efekt skôr než elektrostatický reproduktor.

Začal používať elektrónky do zosilňovačov v podvodných zariadeniach, čo sa považuje za prvé použitie elektrónok na tieto účely. S touto technológiou sa odraz z ponorky podarilo zachytiť z hĺbky 1500 metrov. Strategický význam ich sonarových prevodníkov si všimli všetky vyspelé krajiny a odvtedy vývoj sonarov stále pokračuje.

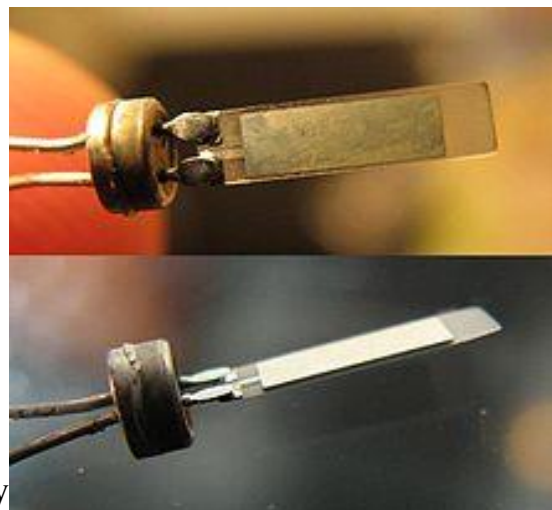
Počas II. svetovej vojny bol zatknutý nacistami pre jeho otvorenú kritiku a uväznený vo Fresnes a potom prepustený do domáceho väzenia. V roku 1944 unikol do Švajčiarska, ale v tom istom roku sa vrátil do Paríža. Zomrel v Paríži 19. 12. 1946.

História kryštálových oscilátorov

Piezoelektrina bola objavená bratmi Jacques a Pierre Curie v roku 1880. Paul Langévin najskôr skúmal rezonátory z kremeňa pre použitie v sonaroch počas I. sv. vojny. Prvý kryštálový riadený oscilátor zostrojil v roku 1917 Alexander M. Nicholson, s použitím kryštálu Rochellskej soli. Prvý oscilátor z kryštálu kremeňa zhotovil v roku 1921 Walter Guyton Cady. Medzi skorých používateľov a inovátorov patria G. W. Pierce a Louis Essen.

Kremenné kryštálové oscilátory boli vyvinuté pre frekvenčné referencie s vysokou stabilitou v rokoch 1920 až 1930. Pred kryštálmi riadili rozhlasové stanice svoju frekvenciu pomocou ladených obvodov, ktoré sa mohli odkloniť od frekvencie i o 3 až 4 kHz. Keďže vysielačie stanice mali pridelené frekvencie od seba po 10 kHz a bežným problémom bolo vzájomné rušenie so susednými stanicami. V roku 1925 Westinghouse nainštaloval oscilátor vo svojej rozhlasovej stanici KDKA a do roku 1926 kryštálové oscilátory použité na kontrolu frekvencie v mnohých vysielačích stanicách a boli obľúbené u amatérskych operátorov. V roku 1928 vyvinul Warren Morrison z Bell Telephone Laboratories prvé hodiny riadené kryštálom kremíka. S presnosťou 1 sekundy za 30 rokov. Kremíkové hodiny nahradili presné kyvadlové hodiny a boli najpresnejšie na svete až do vývoja atómových hodín v 50. rokoch 20. storočia.

Viacero firiem v tomto období začalo vyrábať kryštály z kremíka na elektronické použitie. Pomocou toho, čo sa teraz považuje za primitívnu metódu výroby, bolo v USA vyrobených v roku 1939 asi 100 000 kryštálových oscilátorov. Kryštáli počas II. sv. vojny boli vyrábané z prírodného kremíkového kryštálu, ktorý pochádzal väčšinou z Brazílie. Nedostatky prírodných kryštálov sa snažila od roku 1950 v spoločnosti Bell Laboratories nahradiť vyvinutým hydrotermálnym procesom na výrobu kryštálov pre komerčné účely. Do 70. rokov 20. storočia boli prakticky všetky používané kryštály v elektronike syntetické.



V roku 1968 Juergen Staudte vynášiel foto litografický proces na výrobu kryštálových oscilátorov pri práci v North American Aviation (v dnešnej spoločnosti Rockwell), čo im umožnilo urobiť dostatočne malé oscilátory vhodné aj do náramkových hodín. Na obrázku je jednoduchý kryštálový oscilátor.

Kryštál je pevná látka, v ktorej sú podstatné atómy, molekuly a ióny uložené v pravidelnej trojrozmernej kryštalickej mriežke. Keď je kryštál kremíka správne rezaný a namontovaný, môže dôjsť k jeho deformácii v elektrickom poli aplikovaním napätia na elektródu v blízkosti alebo priamo na kryštáli. Táto vlastnosť je známa ako elektrostriekcia alebo inverzná piezoelektrická funkcia. Keď sa pole odstráni, kryštál generuje elektrické pole, vráti sa do pôvodného tvaru, čo generuje napätie. Výsledkom je, že kryštál sa správa ako RLC obvod, zložený z induktora, kondenzátora a odporu, s presnou rezonančnou frekvenciou.

Walter Guyton Cady (10. 12. 1874 – 9. 12. 1974) bol známym americkým fyzikom a elektrotechnikom. Bol priekopníkom v piezoelektrickej technike a v roku 1921 vyvinul prvý kryštálový oscilátor z kremíka.

Narodil sa v Providence v Rhode Island, vyštudoval Brown Univerzity v roku 1895 a študoval aj na univerzite v Berlíne v rokoch 1897 až 1900 a získal titul Ph. D vo fyzike. Bol pozorovateľom pri pobrežnom a geodetickom prieskume a od roku 1902 do roku 1946 bol profesorom fyziky na Wesleyanskej univerzite, kde sa zaujímal hlavne o elektrické výboje plynov, ultrazvuk, piezoelektrické rezonátory a oscilátory z kryštálov.



Pred I. sv. vojnou Cady skúmal výboje oblúkov a rádiové detektory, ale počas vojny sa začal zaujímať o kryštály, keď pracoval vo výskumom laboratóriu General Electric Company na Columbia Univerzity a námornou experimentálnou stanicou v New London v Connecticut, frekvenčný zvuk generovaný pomocou piezoelektrických oscilátorov na detekciu ponoriek. V jeho prvých pokusoch použil Rochelle sol'né kryštály ako prevodníky. Potom si všimol, že kremíkový kryštál pripojený k elektronickému oscilátoru s premenlivou frekvenciou vibroval silno na určitej frekvencii, ale na iných frekvenciách vôbec nevibroval. Dostal nápad použiť kryštálové oscilátory na rádio frekvenčné aplikácie.

V roku 1921 Cady navrhol prvý obvod na riadenie frekvencie založený na kremíkovom kryštálovom rezonátore a dostal dva základné patenty na rezonátory a ich aplikácie do rádia v roku 1923. Cady si rýchlo uvedomil, že takéto obvody môžu byť užitočné ako frekvenčné normy. V roku 1922 publikoval IRE dokument k tejto žiadosti a v roku 1923 robil prvé priame medzinárodné porovnanie frekvenčných noriem s porovnaním s jeho kremíkovými rezonátormi v Taliansku, Francúzsku, Anglicku a v USA. Stal sa v roku 1932 prezidentom Inštitútu rádiových inžinierov.

Henri Abraham (12. 7. 1868 – 22. 12. 1943) bol francúzsky fyzik, ktorý významne prispel k vede rádiových vln. Vykonal niektoré z prvých meraní rýchlosti šírenia rádiových vln, pomohol vyvinúť prvú vákuovú triódu vo Francúzsku a spolu s Eugene Bloch vynášiel astabilný multivibrátor.

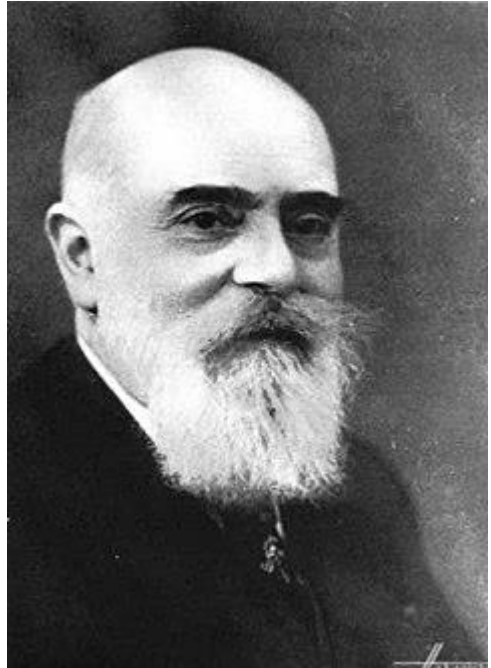
Narodil sa v Paríži a po vynikajúcich štúdiách na strednej škole v Chaptalu od roku 1886 do roku 1889 absolvoval vedecké štúdium na École Normale Supérieure, kde sa zúčastnil

prednášok profesorov fyziky Jules Violle a Marcel Brillouin a na parížskej fakulte, kde študoval fyziku s Gabrielom Lippmannom a Edmond Bouty a získal diplom vo fyzikálnych vedách a v matematických vedách. Bol menovaný za asistenta vedúceho fyzikálneho laboratória École Normale Superieure profesora Jules Violle, kde napísal svoju prácu pre

doktorát v prírodných vedách „Nové určenie pomeru medzi elektromagnetickými a elektrostatickými jednotkami“, ktorý dostal v roku 1892.

Pracoval ako profesor na College Chaptal od novembra 1890 do septembra 1894 a potom na Lycée Louis – le – Grand od septembra 1894 do novembra 1900. V novembri 1900 bol menovaný na École Normale Superieure za lektora fyziky a v rokoch 1904 až 1905 pôsobil ako riaditeľ laboratória v École pratique des hautes études. V roku 1922 pôsobil ako vyslaný profesor do Brazílie. Do dôchodku odišiel v októbri 1937, keď získal čestné ocenenie Eugene Bloch.

Bol generálnym tajomníkom Societe Francaise de Physique v rokoch 1900 až 1912 a s Gustave – Auguste Ferrie založil v roku 1921 Ligu Radioelectricies a v roku 1934 ho menovali prezidentom. V noci 23. 6. 1943 bol zatknutý gestapom a odvedený do Marseille 7. decembra a potom 17. decembra 1943 deportovaný do koncentračného tábora v Osvienčime, kde bol pravdepodobne zabitý krátko po príchode 22. 12. 1943.



Ako študent v ENS (École Normale Superieure) bol ohromený priekopníckymi pokusmi Heinricha Hertza v roku 1888 o rádiových vlnách, ktoré potvrdili Maxwellové rovnice z roku 1864. Celá jeho vedecká kariéra bola venovaná vývoju aplikácii elektromagnetickej teórie. Vo svojej práci vytvoril nové meranie vzťahu medzi jednotkami elektrického náboja, ktoré sa v tom čase používali v elektrostatických a elektromagnetických CGS systémových jednotkách. Pomer týchto jednotiek bol rovnaký ako rýchlosť šírenia vlny „C“ podľa Maxwella. Jeho práca odvodila hodnotu tejto rýchlosti s neurčitosťou 1/2000, že experimenty vykonané najlepšimi fyzikmi v tej dobe. V roku 1911 až 1914 urobil prvé merania skutočnej rýchlosti šírenia elektromagnetických vln meraním času šírenia medzi vzdialenými stanicami. V roku 1914 bol povolaný k armáde na oddelenie vojenskej telegrafie pod vedením veliteľa Ferrie, v spolupráci s Eugenom Blochom vyvinul prvú francúzsku vákuovú elektrónku (triódu) na rádiový príjem. On a Bloch tiež vyvinuli stabilný multivibrátor. S týmto zariadením poskytli prvú presnú techniku na meranie rádiových frekvencií, ktoré bolo použité v roku 1916 vo francúzskej a anglickej armáde v roku 1917.

Po vojne Abraham pomohol svojmu bývalému žiakovi Alexandremu Dufouovi dosiahnuť zhotoviť prvé zariadenie, ktoré predchádzalo neskoršie CRT osciloskopy a zobrazovali oscilácie vysokofrekvenčných rádiových vln.

Edith Clarke (10. 2. 1883 – 29. 10. 1959) bola prvou ženou v odbore inžinier elektrotechnik a prvou profesorkou elektrotechniky na univerzite v Texase v Austine. Špecializovala sa na analýzu elektrického napájacieho systému a napísala aj učebnicu „analýzu obvodov AC napájacieho systému“.

Edith sa narodila pri meste Ellicott v okrese Howard v štáte Maryland. Vo veku 12 rokov

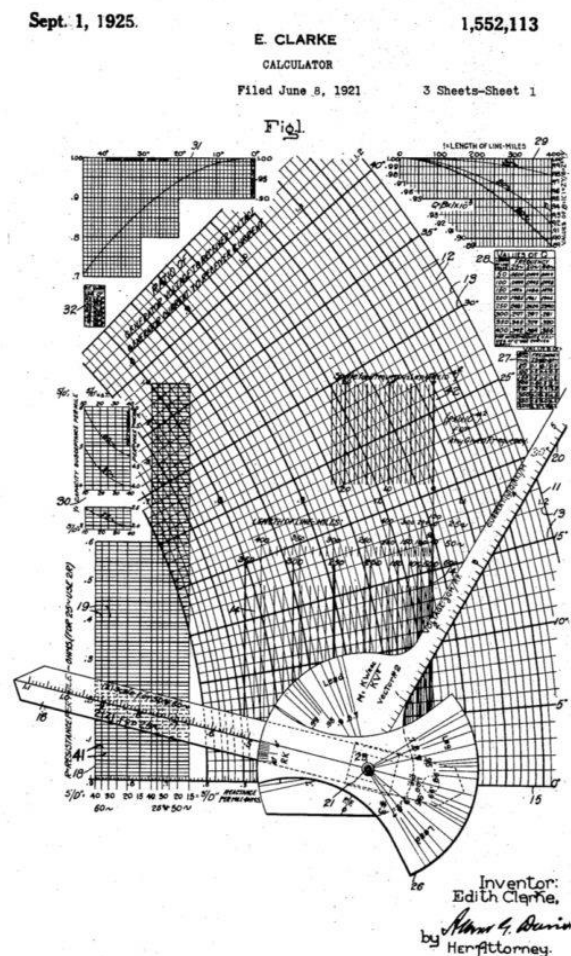
osirela a bola vychovávaná strýkom a staršou sestrou. Svoju mladosť využívala na štúdium matematiky a astronómie na Vassar College, kde ukončila štúdium v roku 1908.

Po skončení vysokej školy vyučovala matematiku a fyziku na súkromnej škole v San Francisku a na Marshall College. Potom študovala stavebné inžinierstvo na univerzite

Wisconsin – Madison, ale v roku 1912 sa stala členkou výpočtovej skupiny v spoločnosti General Electric. Výpočty robila pre George Cambell, ktorý aplikoval matematické metódy na problémy diaľkových elektrických prenosov. Cez deň pracoval a v noci študovala elektrotechniku na univerzite Columbia. V roku 1918 sa zapísala na MIT (Massachusetts Institute of Technology) a v nasledujúcom roku sa stala prvou ženou, ktorá získala MS z elektrotechniky.

Nedokázala nájsť prácu ako inžinierka, a tak šla pracovať ako vedúca výpočtovej skupiny v General Electric v oddelení turbín. Počas tejto doby vymyslela tzv. Clarkovú kalkulačku v roku 1921. Je to jednoduché grafické zariadenie, ktoré riešilo rovnice zahrňujúce z oblasti elektrického prúdu, napätia a impedancie v elektrických prenosových vedeniach. Prístroj na obrázku by mohol riešiť lineárne rovnice obsahujúce hyperbolické funkcie desaťkrát

rýchlejšie ako predchádzajúcimi metódami. Podala si o patent na túto kalkulačku v roku 1921 a udelený jej bol v roku 1925. Keď nemohla v GE získať pozíciu inžiniera, opustila spoločnosť GE a začala vyučovať fyziku a matematiku v Istanbule na Constantinople Women's College. V nasledujúcom roku ju v GE menovali na pozíciu elektrotechnického inžiniera. Z General Electric odišla do dôchodku v roku 1945. Ešte v roku 1943 napísala učebnicu z oblasti energetiky „Circuit Analysis of AC Power Systems“, na základe jej poznámok pri prednáškach pre inžinierov v GE. V roku 1947 nastúpila na fakultu oddelenia



elektrotechniky na univerzite v Texase v Austine a urobila z nej prvú ženskú profesorku

elektrotechniky v Krajine. Učila desať rokov a vo veku 74 rokov ukončila svoju pedagogickú činnosť. V novembri 1959 zomrela v Baltimore.

Julius Edgar Lilienfeld (18. 4. 1882 – 28. 8. 1963) bol elektrotechnickým inžinierom, ktorý podal ako prvý patent na pol'om riedený tranzistor (FET) v roku 1925 a neskôr si podal patent na elektrolytický kondenzátor v roku 1931.

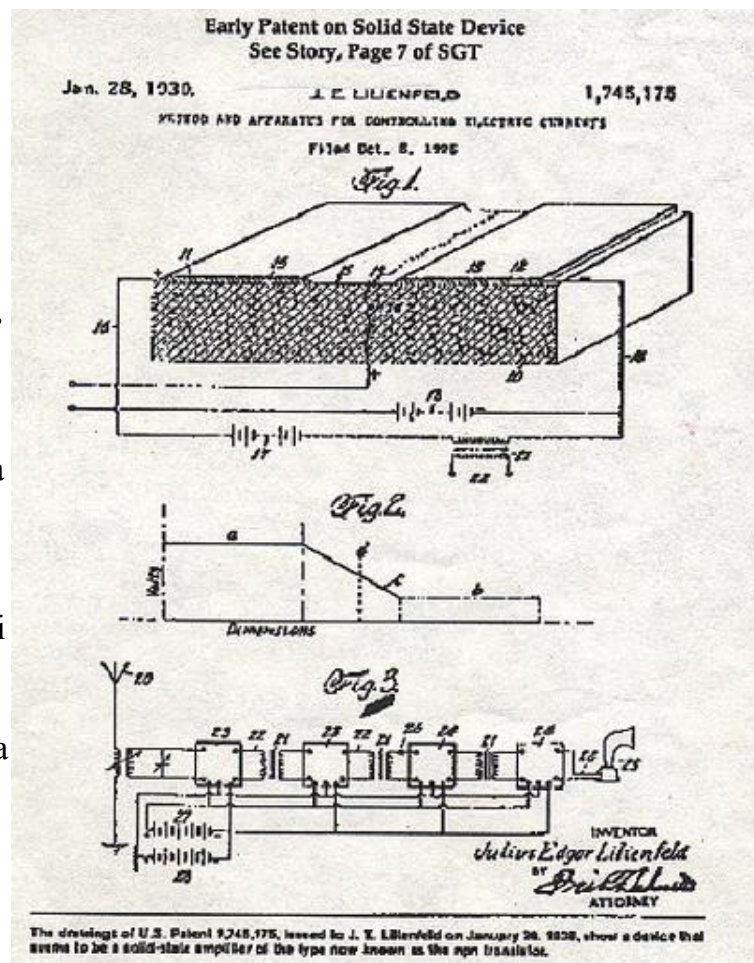
Narodil sa v Lembergu v Rakúsko – Uhorsku v dnešnom Lvove. V rokoch 1900 až 1904 študoval v Friedrich – Wilhelms – Universität, kde získal titul Ph. D. 18. 2. 1905. V tom istom roku začal pracovať vo fyzikálnom inštitúte na univerzite v Lipsku ako nezamestnaný profesor.

Na Lipskej univerzite, viedol dôležité práce na elektrických výbojoch vo vákuu medzi kovovými elektródami od roku 1910. Jeho prvoradým záujmom bolo objasniť, ako sa tento fenomén zmenil, keď sa techniky vákuovej prípravy zlepšili. Viac ako ktorýkoľvek iný vedec, bol zodpovedný za identifikáciu emisií voľných elektrónov ako samostatný fyzický účinok, ktoré nazval „auto elektronické emisie“.

V roku 1921 sa presťahoval do USA, aby vykonal svoje patentové nároky a ukončil pôsobenie v Lipsku, aby mohol natrvalo pracovať v USA. V roku 1928 začal v Amrad v meste Malden v štáte Massachusetts, neskôr nazývaný Ergon Research Laboratories.

V USA uskutočnil výskum anodických fólií oxidu hlinitého, ktoré patentoval ako elektrolytický kondenzátor v roku 1931, pričom metóda výroby sa používa počas celého storočia. Tiež tranzistory FET, na ktorý si podal patent opisujúci konštrukciu a prevádzku tranzistora, ako aj mnohé prvky moderných tranzistorov. Keď Brattain, Bardeen a ich kolega chemik Robert Gibney sa snažili získať patent na svoje zariadenie (bipolárny tranzistor), spočiatku boli zamietnuté práve kvôli patentom spoločnosti Lilienfeld.

Optické žiarenie emitované, keď elektróny zasiahnu kovový povrch, sa po tom, ako prvýkrát objavil v blízkosti anódy röntgenovej trubice, nazval ho „Lilienfeldovo žiarenie“. V roku 1926 sa oženil s Beatrice Ginsburgovou v New Yorku 2. 5.



1934 a stal sa občanom USA. Zomrel v Charlotte Amalie v roku 1963 vo veku 81 rokov.

Harold Stephen Black (14. 4. 1898 – 11. 12. 1983) bol americkým elektroinžinierom, ktorý objavil a vyvinul princíp „negatívnej spätnej väzby“, pri ktorej je výstup zosilňovača opäť napojený na vstup, čím sa takmer produkuje nerovnomerné a trvalé zosilnenie. Tento spôsob zapojenia našiel rozsiahle uplatnenie v aplikáciách v elektronike.

Narodil sa v meste Leominster v štáte Massachusetts a štúdium absolvoval na Worcester Polytechnic Institute (WPI). Potom získal BSS z elektrotechniky v roku 1921 a potom sa zamestnal v spoločnosti Western Electric, ktorá patrila do AT & T. V roku 1925 nastúpil do Bell Labs, kde bol členom technického personálu až do dôchodku v roku 1963.

V roku 1925 pracoval na znížení skreslenia zosilňovačov a navrhol zosilňovač s negatívnou spätnou väzbou.

Princíp negatívnej spätnej väzby bol nevyhnutný v radarovej oblasti a v iných riadiacich zariadeniach akými sú servomechanizmi. Táto zásada sa aplikovala aj na štúdium fyziológie a psychológie s cieľom lepšie pochopiť mechanizmy zmyslov a reakcie. Zomrel v decembri 1983 vo veku 85 rokov v Summit v New Jersey.



Max Wilhelm Friedrich Dieckmann (5. 7. 1882 – 28. 7. 1960) bol nemeckým vysokofrekvenčným inžinierom. Bol docentom rádiového inžinierstva a leteckej komunikácie na Technickej univerzite v Mníchove a vedúcim Ústavu rádiovkej techniky. Dieckmann bol priekopníkom v oblasti rádiového výskumu a vývoja prevej elektronickej záznamovej trubice (videokamery) a priekopníkom televíznej techniky v Nemecku. V roku 1908 založil bezdrôtovú a leteckú pilotnú stanicu Gräfelfing.

Narodil sa v rodine farmára Theodora a manželky Almy v Herrmannsacker. V roku 1903 ukončil štúdium na humanistickej škole Thomas v Lipsku a získal diplom ibid. Potom študoval matematiku, chémiu, experimentálnu fyziku a elektrické inžinierstvo na Univerzite Georg – Augusta v Göttingene a na univerzite v Lipsku. V roku 1905 odišiel do Fyzikálneho ústavu Universität Kaiser Wilhelm v Štrasburgu, kde bol asistentom profesora Ferdinanda Brauna, ktorý sa tam venoval bezdrôtovej telegrafii. V roku 1907 získal doktorát Dr. Ing. phil. S diplomovou prácou o vysokofrekvenčnej technológii. Témou dizertačnej práce bola „časové vzťahy oscilácii v kondenzátorových obvodoch“.



Dňa 8. 6. 1906 spolu s kolegom Gustávom Glage demonštrovali zariadenie s dvojitým posunutím, podobné CRT trubici upravenej na snímanie obrazu a 10. 10. 1906 podali prihlášku na zariadenie pod názvom „katódové relé“ na princípe katódovej trubice a patent im bol priznaný pod číslom DRP 184710. Braun nebol k tomuto zariadeniu veľmi naklonený a doporučil, aby sa touto činnosťou nezaoberali.

Max odišiel v roku 1907 na Technickú univerzitu do Mníchova, kde robil asistenta pre meranie pre pôsobenia elektriny vo vzduchu, pomocou balónov na univerzitnom observatóriu. V tom istom roku zhotovil prvú elektrickú televíziu s obrazovkou 7,6 x 7,6 cm

na 20 riadkov a 10 snímok za sekundu.

Kamera však nebola k dispozícii, lebo prúd z fotoelementu zo selénu bol bez zosilňovačov veľmi slabý. Ako objekty, ktoré mali byť zobrazené, boli kovové šablóny, ktoré boli desaťkrát elektricky naskenované rotujúcim diskom s 20 špirálovo usporiadanými snímačmi. Dňa 14. októbra 1908 si prenajal na mníchovskom predmestí Gräfelfing trávnik a drevenú bídu na meranie elektrických vlastností atmosféry. V tom istom roku založil bezdrôtovú a experimentálnu stanicu Gräfelfing (DVG) pre experimenty so študentmi. Sponzorovali ho darcovia pri výstavbe dielni a rozhlasových vysielateľov. V roku 1909 sa začal Ferdinand Graf von Zeppelin zaujímať o vysielateľ pre rádiotelegrafiu a vykonal testovacie lety nad Bodamským jazerom. Začal študovať vlastnosti balónov, ktorých vodivosť sa zvýšila až od roku 1911 s použitím jemných zlatých podložiek, takže môže bezpečne používať rádiostanicu na vzducholodiach naplnených vodíkom.

Keď chcel v roku 1913 urobiť prednášku o bezdrôtovej televízii na Technickej univerzite, predstavený ho upozornili, aby svoju prednášku pomenoval ako „diaľkové vysielanie s vysokou rôznorodosťou“.

Počas I. sv. vojny bola stanica Gräfelfing využívaná na vojenské účely. Dieckmann vyrábala zariadenia na vyhľadávanie francúzskych telegrafných káblov, telegrafných liniek pozorovateľov a goniometrické detektory smeru. V roku 1915 opäť pracoval v Gräfelfingu a dostal elektronické laboratórium na testovanie leteckých správ. Tu bolo zhotovené zariadenie na rádiové zobrazenie pre delostrelectvo.

V roku 1920 prijal miesto mimoriadneho profesora v Mníchove. V roku 1922 založil továreň vo Filadelfii na výrobu kovových farebných textílií. Jeho balónové, bezdrôtové a búrkové výstražné zariadenia sa predávali v USA, Anglicku, Japonsku a v Rusku. V roku 1925 vynašiel so svojím asistentom Rudolfom Hellom fotoelektrický obrazový disektor pre telegrafiu, patentovaný pod označením RPA v roku 1927. V roku 1925 zhotovil televízor pomocou Braunovej trubice a vyvinul fotoelektrické skenovanie ako prvú čisto elektronickú snímaciu trubicu. V roku 1926 bol poverený ministerstvom dopravy v Berlíne zhotovením projektu bezdrôtového diaľkového ovládania a riadenia lietadla. V roku 1931 bola vybudovaná na výskumné účely anténa v Gräfelfingu.

V roku 1934 bola postavená nová budova na výrobu elektrónok a výskum sa sústredil na vojenské vybavenie Reichswehr. Bolo vyvinuté laboratórium na mikrovlnnú meraciu techniku. V roku 1936 bol Dieckmann vymenovaný za docenta v Mníchove. V roku 1937 bol pre neho zriadený inštitút pre rádiovú a rozhlasovú komunikáciu.

V roku 1947 Dieckmann odišiel do USA na letisko Wright – Patterson Airfield v Ohiu, ale zo zdravotných dôvodov sa po roku vrátil do Nemecka. Zomrel v roku 1960 v Gräfelfingu.

Paul Eisler (1907 – 26. 10. 1992) bol rakúsky vynálezca. Medzi jeho inovácie patrila i doska s plošnými spojmi.

Narodil sa vo Viedni a vyštudoval strojárstvo na Viedenskej technickej univerzite v roku 1930. Bol nútený sa zamestnať u anglickej nahrávacej spoločnosti Gramophone Company v marci 1931 v Belehrade, lebo vo Viedni boli voči nemu zaujatý. Jeho úlohou bolo odstrániť rádiové rušenie v systéme hudobného vysielania vo vlakoch, ktoré jazdili z Belehradu do Niša. Projekt bol technickým úspechom, ale finančným neúspechom, pretože srbská železnica mohla zaplatiť iba obilím a nie librami, kvôli



devízovej kríze. Na obrázku je Eisler a rádio s plošnými spojmi.

V dôsledku toho sa musel opäť vrátiť do Viedne, kde mu opäť nebolo umožnené zamestnať sa ako inžinier, ale našiel si prácu ako novinár a v tlačiarňi. Po puči rakúskych fašistov v roku 1931 boli noviny Vorwärts zatvorené. Potom začal pracovať nezávislo na niektorých patentoch ako: grafické nahrávanie zvuku a stereoskopickú televíziu a využil ich na získanie víza na návštevu Anglicka, aby ponúkol patenty firmám v roku 1936.

Počas pobytu v penzióne v Hampstead, bez práce alebo pracovného povolenia, začal konštruovať rádio pomocou dosky s plošnými spojmi. Počas II. sv. vojny bol prepustený v roku 1941 z firmy Pioneer Corporation, zamestnal sa v dcérskej spoločnosti Henderson a Spalding. Po skončení II. sv. vojny sa inovácia plošných spojov používala vo všetkých elektronických prístrojoch na lietadlách.

V roku 1963 ukončil nárok na všetky jeho patenty z oblasti inovácie plošných spojov. Zomrel vo veku 85 rokov.

Rádiolokátor

Praktické využitie rádiolokátora sa uskutočnilo až v roku 1935, ale jeho história siaha až do roku 1888, keď si Heinrich Hertz overoval existenciu elektromagnetických vln a pritom zistil, že sú schopné odrážať sa od kovových častí. Na začiatku 20. storočia nemecký vynálezca Christian Hülsmeier začal používať jednoduché detekčné zariadenie na detekciu lodí, aby nevznikla kolízia dvoch lodí. Svoje zariadenie si nechal patentovať pod označením „telemobiloskop“ pod číslom DE 165546. Počas tohto obdobia vzniklo veľa podobných zariadení, ale v praxi sa neosvedčili. V roku 1928 si podal o patent L. S. Alder z HM Signal School. V Nemecku Rudolf Kühnhold v roku 1933 testoval zariadenie pracujúce na vlnovej dĺžke 13,5 cm s frekvenciou 2,22 GHz s výstupným výkonom iba 0,1 W, čo stačilo iba na detekciu kovových objektov na vzdialenosť niekoľko desiatok metrov. V roku 1934 už zaznamenali detekciu lodí do vzdialenosti 2 km a na jeseň zachytili náhodou i lietadlo, ktoré sa dostalo do vysielacích signálov. V roku 1935 začal používať pulzne modulovaný systém, ktorý zachytil objekt zo vzdialenosti 15 km.

V Anglicku sa o rozvoj rádiolokácie zaslúžil Robert Watson Watt, ktorý sa spočiatku snažil využiť rádiové vlny na detekciu búrok. Pre II. sv. vojnu sa vo svetovej tlači objavili správy, že Nemecko disponuje smrtiacim lúčom. To znepokojilo vládu v Anglicku a nariadili zriadiť výbor na prieskum leteckej obrany. Spolu s Arnoldom Wilkins predstavili návrh použiť detekciu odrazených vln 28. januára 1935. Zariadenie bolo predstavené 26. 2. 1935 a jeho svedkami boli traja ľudia : Watson Watt, Wilkins a jeden člen výboru AP Rowe. Dňa 2. 4. 1935 dostal Watson Watt patent na rádiové zariadenie na detekciu a lokalizáciu lietadla.

Rádiolokátory sa vyvíjali prudkým tempom počas II. sv. vojny a vývoj potom pokračoval i po ukončení vojny pre potreby civilnej a vojenskej dopravy.

Christian Hülsmeier (25. 12. 1881 – 31. 1. 1957) bol nemeckým vynálezcom, fyzikom a podnikateľom. Je často pripísaný k vynálezu radaru, ale jeho zariadenie nazývané „telemobiloskop“, nemohol priamo zmerať vzdialenosť zachyteného cieľa, a preto si nemôže zaslúžiť úplné priznanie objavu rádiolokátora. Telemobiloskop bol však prvým patentovaným zariadením používajúce rádiové vlny na detekciu prítomnosti vzdialených objektov.

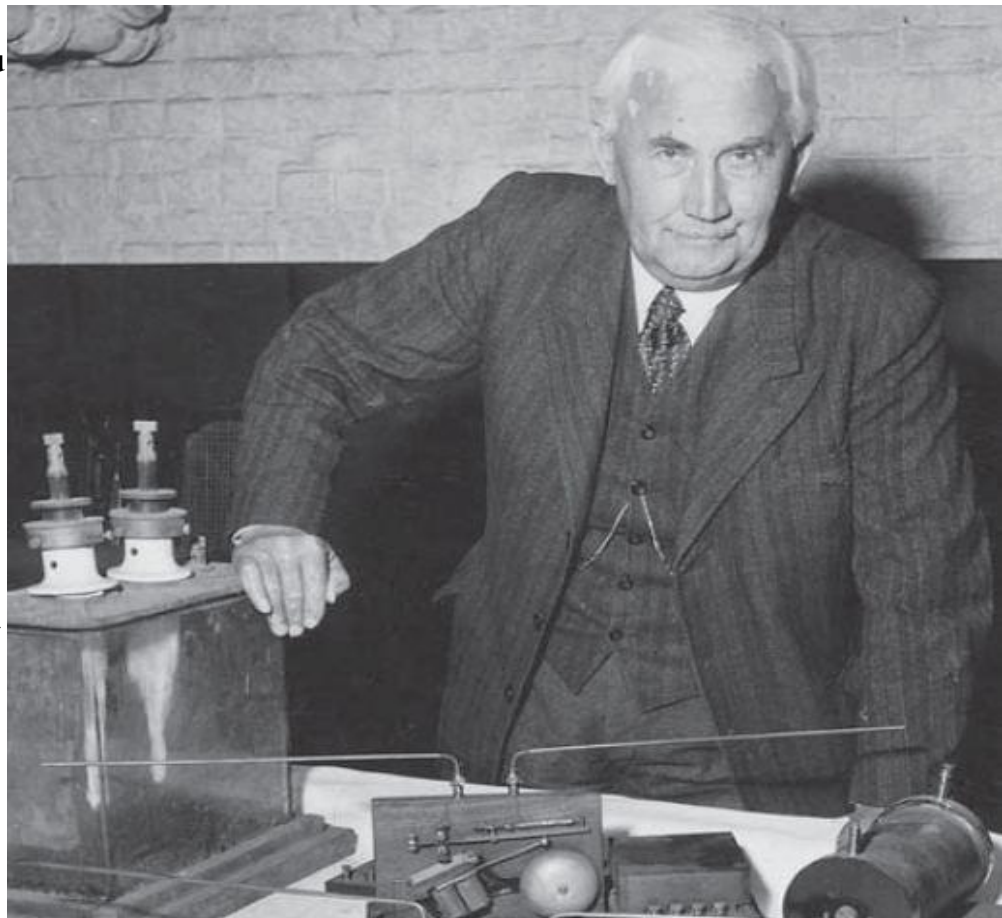
Po ukončení miestnej školy „Volksschule“, ktorú navštevoval v Donstorf. Učiteľ

rozpoznal jeho schopnosti a pomohol mu získať miesto v Lehrerseminare v Brémach.

V škole sa zaujímal najmä o fyziku a po vyučovacích hodinách praktizoval fyziku v laboratóriu. V júli 1900 opustil vysokú školu bez ukončenia štúdia a získal prácu ako elektrotechnik v továrni Siemens & Halske v Brémach.

Na obrázku je Christian Hülsmeier s niektorými zo svojich výrobkov.

Tam sa naučil ako sa koncepty zariadenia menia na komerčné využitie. V apríli 1902 odišiel zo zamestnania, aby žil so svojím bratom Wilhelmom v Düsseldorfe a presadil svoje



nápady na výrobu elektrických a optických výrobkov. Jeho brat ho pôvodne financoval pri zakladaní obchodu. Medzi predávané zariadenia boli: záznam telefónnych zvukov, elektrooptický systém na otáčanie nákladného vozidla a bezdrôtové navádzanie a vzdialené odpálenie výbušnín.

Pri vývoji bezdrôtového zariadenia si prečítal objav Heinricha Hertza, že elektromagnetické vlny sa odrazia od kovových povrchov. Potom sa zameril na použitie Hertzových vln na zabránenie kolízii medzi loďami. Dňa 21. 11. 1903 podal prihlášku na patent pod názvom „Telemobiloskop“ a požiadal o finančnú podporu. Počiatočná patentová prihláška bola zamietnutá, ale prijatá bola až po zmene 30. 4. 1904, s číslom patentu DE 165546. Článok o systéme bol publikovaný v britskom technickom časopise. Telemobiloskop bol v prvom rade iskrový vysielač s krátkymi prestávkami pripojený k dipólovým anténam a prijímač s cylindrickou parabolickou anténou, ktorá sa mohla otáčať o 360 °. Zatiaľ, čo vysielač mal široké pokrytie, prijímacia anténa bola úzko zameraná. Keď odrazený signál zachytil prijímač, bolo aktivované relé a následne zazvonil elektrický zvonček. Zariadenie bolo určené na upozornenie prítomnosti kovového telesa, ako sú lode alebo vlak.

Systém obsahoval mechanizmus synchronizujúci smer smerovania antény s kompasovým indikátorom a obsahovalo tiež prostriedok obmedzujúci falošné signály. Hoci telemobiloskop nemohol priamo indikovať vzdialenosť prijatého signálu, bol mu udelený samostatný patent 2. 4. 1906 pod číslom DE 169154, ukazujúci spôsob použitia dvoch

vertikálnych meraní a trigonometrie na výpočet približnej vzdialenosti.

Prvá verejná demonštrácia telemobiloskopu bola na nádvorí Hous Hotel v Kolíne 17. 5. 1904. Kovová brána na nádvorí bola cieľom a prenosová cesta bola zakrytá závesom, aby prístroj detektoval objekt aj keď ho nie je vidieť. Demonštrácia bola publikovaná v novinách, kde bol uvedený podrobný opis fungovania zariadenia.

V júni 1904 sa v Scheveningene v Holandsku konala konferencia veľkých lodiarskych firiem a bezpečnosť bola hlavnou témou. Ukážka funkcie sa uskutočnila 9. júna 1904 počas prehliadky prístavu v Rotterdame na palube lode Columbus. Skúška, hoci v obmedzenom rozsahu dokázala, že princíp vynálezu je správny.

Budovanie zariadenia a jeho demonštrácie vyčerpali finančné prostriedky a tak, 12. 8. 1904 boli práva na systém predané obchodnej spoločnosti ZH Gumpel daselbst z Hannoveru.

Hülsmeier v roku 1906 založil sieť na dodávanie žiaroviek. V roku 1907 sa založila spoločnosť Kessel – und Apparatebau Christian Hülsmeier (kotolne a prístrojové vybavenie) v Düsseldorfe a vyrábala i parné a vodné meracie prístroje pre vysoký tlak. Podnik pokračoval vo výrobe až do roku 1953.

S manželkou Luisou mali spolu šesť detí. Po smrti v Ahrweileri 31. 1. 1957 bol pochovaný na severnom cintoríne v Düsseldorfe.

Rudolf Kühnhold (27. 8. 1903 – 1992) bol experimentálnym fyzikom, ktorému sa darilo iniciovať výskum, ktorý v Nemecku viedol k rádiovému zameriavaciemu zariadeniu „funkmessgerät“ (rádiolokátor).

Rodina bývala v Schwalungen v okrese Meiningen v Durínsku. Vyštudoval fyziku na univerzite v Göttingene. Po získaní Ph. D. z fyziky v roku 1928 zastával funkciu v Nachrichtenmittel – Versuchsanstalt (NVA) Kriegsmarine v Kielu. Tam pracoval na výskume akustických zariadení, konkrétne na sonary s cieľom zlepšiť presnosť detekcie plavidiel pomocou signálov pod vodnou hladinou. Hoci jeho úsilie viedlo k patentu a v roku 1931 bol povýšený na vedúceho riaditeľa NVA, stále bol presvedčený, že požadovaná presnosť by bola dosiahnutá použitím elektromagnetických a nie akustických zariadení. Prvá demonštrácia rádiových signálov na detekciu lodí bola uskutočnená v roku 1904 Christianom Hülsmeierom s prístrojom nazývaným „Telemobiloskop“. Toto zariadenie však nemohlo rozlíšiť viacero cieľov a ani zmerať vzdialenosť od cieľa, a preto nebolo prijaté z praktického hľadiska. Objavili sa aj iné podobné zariadenia behom nasledujúcich desaťročí, ale žiaden z nich nebol v praxi úspešný.



Kühnhold správne predpokladal, že iba veľmi úzky lúč môže vyriešiť problém z viacerými cieľmi. V roku 1933 získal vysielač a prijímaciu súpravu pracujúcu na vlnovej dĺžke 13,5 cm s frekvenciou 2,22 GHz a obe zariadenia používali elektrónky Barkhausen – Kurz. Odrazový cieľ bol nastavený na vzdialenosť 2 km. Vysielač produkoval výkon iba 0,1 W, čo bolo príliš málo na 4 km dráhu a experiment sa nevydaril.

Pre ďalšie pokusy sa obrátil na Paul – Gunther Erbsloha a Hans – Karl von Willisen, amatérov rádiových operátorov, ktorí spolu začali s projektom na vlnách VHF pre bezpečnú komunikáciu. Prvé úsilie v januári 1934 bolo, že vytvorili Erbsloh a von Willisen s

podporou Kühnhold novú spoločnosť „Gesellschaft für Electroakustische und Mechanische Apparate“. Od začiatku sa táto firma vždy nazývala jednoducho GEMA.

Zakúpili magnetón od Philips Research Laboratory v Holandsku s výkonom 70 W, ktorý pracoval na frekvencii 600 MHz na vlnovej dĺžke 50 cm. K ďalšiemu vývoju boli pozvaní Hans E. Hollmann a Jakob Theodor J. Schultes, z uznávaného inštitútu Heinricha Hertza z Berlína na regeneračnom prijímači a anténou Yagi.

V júli 1934 boli veľké lode prechádzajúce prístavom Kiel detektované dopplerovským rušením do vzdialenosti 2 km. Zariadenie malo slabú spoľahlivosť detekcie kvôli frekvenčnej nestabilite magnetrónu.

Kühnhold úzko spolupracoval s GEMA a viedol ich pokusy o zlepšenie systému kontinuálnych vln, ale si zachoval svoju pozíciu v NVA. V októbri sa zachytili silné impulzy z letiaceho lietadla, ktoré náhodou preletelo smerom vysielacieho signálu. V tom čase bol dobre známy úspech mnohých výskumníkov pri používaní impulzného prenosu na meranie výšky ionosféry. Taktiež podvodná akustická detekcia využívala impulzný prenos. Preto Kühnhold a GEMA obrátili pozornosť na vývoj pulzného rádiového systému pre kombinovanú detekciu na určenie vzdialenosti.

Ich pulzný systém používal nový magnetrón Philips s lepšou frekvenčnou stabilitou. Moduloval impulzy v časovom odstupe 2 ms pri frekvencii opakovania. Vysielacia anténa bola zoskupením desiatich párov dipólov s reflexnou sieťou. Širokopásmový regeneračný obvod použil Acordove triódy RCA a prijímacia anténa mala tri dvojice dipólov a prepínanie medzi nimi. Blokovacie zariadenie vypne vstup prijímača, keď je vysielateľ pulzný. Pre zobrazenie rozsahu mal Braunovú trubicu (CRT), ktorú v neskoršie 20. rokoch vylepšil Manfred von Ardenne.

Zariadenie bolo umiestnené na vrchole veže v testovacom zariadení NVA vedľa zátoky Lubecker pri Pelzerhakene. Tento pulzne modulovaný systém zachytil cez záliv objekt vo vzdialenosti 15 km v máji 1935, ale mal len obmedzený úspech, lebo pri zisťovaní bol schopný s dostatočnou presnosťou určiť iba objekty, ktoré sa nachádzali v menšej vzdialenosti. Prijímač bol prerobený na superheterodyne a systém sledoval a určoval vzdialenosť cieľov už do vzdialenosti 8 km.

Po zvyšok II. sv. vojny bola väčšina výskumu spoločnosti Kühnhold a spoločnosti NVA zameraná na akustické zariadenia pod vodou a úzko spolupracovala s firmou Electroacoustik GmbH (ELAC) v Kieli, ktorá bola primárnym dodávateľom sonárneho vybavenia pre sondu „Kriegsmarine“.

Po ukončení vojny sa pripojil k ELAC a začal výskum v komerčnom využití radarovej techniky. Jeho práca bola ocenená patentom, ktorý bol zaregistrovaný v USA v roku 1954. Neskôr mal ELAC veľké finančné problémy a v 60. rokoch ukončil svoju profesionálnu kariéru.

Robert Watson Watt (13. 4. 1892 – 5. 12. 1973) bol škótsky priekopník rádiového zameriavania a radarovej techniky.

Narodil sa v Brechine, Angus v Škótsku, bol potomkom Jamesa Watta, konštruktéra praktického parného stroja. Po absolvovaní základnej školy a strednej školy v Brechin, bol prijatý na University College v Dundee. Bol úspešným študentom a v roku 1910 získal cenu Carnelley za chémiu a triednu medailu za prírodnú filozofiu. Promoval s BSC z strojárstva v roku 1912 a bolo mu ponúknuté miesto asistenta u profesora Williama Peddie. Bol to práve Peddie, ktorý povzbudil Roberta na štúdium rádia a bezdrôtovej telegrafie. Na začiatku I. sv.

vojny pracoval ako asistent na inžinierskom oddelení akadémie.

V roku 1916 nastúpil do Meteorologického úradu, kde sa zaujímal o použitie rádia na

detekciu búrok. Blesk vydáva rádiový signál, a jeho cieľom bolo zistiť tento signál, aby varoval pilotov pri blížiacich sa búrkach. Signál sa vyskytuje naprieč širokým rozsahom frekvencií a mohol by byť ľahko detektovaný a zosilnený na dlhých vlnách a v skutočnosti bol plesk hlavným problémom pri komunikácii na týchto spoločných vlnových dĺžkach.

Jeho začiatkové experimenty boli úspešné pri detekcii signálu a rýchlo sa ukázal byť schopný tak urobiť do vzdialenosti až 2500 km. Poloha bola určená otáčaním slučkovej antény s cieľom maximalizovať silu signálu a tak určiť smer výskytu búrky. Blesky boli tak slabé, že bolo problémom včas natočiť anténu, aby sa dalo určiť smer. Miesto toho operátor počul veľa bleskov a zakreslil zhruba smer, kde sa blesky vyskytujú.

Spočiatku pracoval v bezdrôtovej stanici úradu ministerstva vzdušného priestoru v meste Albershot v Hampshire. V roku 1924, keď vojnové oddelenie oznámilo, že si želajú znova obsadiť Albershot, presťahoval sa do Ditton Parku blízko Slough a nastúpil do National Physical Laboratory (NPL). Prvou prácou bola Adcocková anténa, usporiadaná do štyroch stožiarov, ktoré umožňovali detekciu smeru prostredníctvom

fázových rozdielov. Na obrázku je vidieť rozmiestnenie anténnych stožiarov s budovou pre výskum.

Použitím dvojíc týchto antén umiestnených v pravých uhloch sa dá urobiť súčasné meranie smeru blesku v dvoch osách.



Zobrazenie prchavých signálov bolo problémom. Toto bolo vyriešené druhým zariadením, „osciloskopom WE – 224, získaným od spoločnosti Bell Labs. Tento nový systém bol používaný do roku 1926.

V roku 1927 boli zlúčené dve skupiny Met a NPL a vytvorili stanicu Radio Research Station s Wattom ako riaditeľom. V priebehu celého výskumu sa tímy zaujímali o príčiny „statických“ rádiových signálov a zistili, že veľa sa dá zistiť tým, že vzdialené signály umiestnené cez horizont sa odrážajú od hornej vrstvy atmosféry. Toto bol priamy náznak skutočnosti vrstvy „Heaviside“, ktorá bola navrhnutá skôr, ale v tom čase bola väčšinou



odmietaná inžiniermi. Na určenie nadmorskej výšky Watt, Appleton a ďalší vyvinuli „squegger“ na vytvorenie „časovej základne“, čo by spôsobilo, že bodka na obrazovke

osciloskopu sa pohybuje hladko cez celý displej pri veľmi vysokej rýchlosti. Časovaním vytlačeného nástroja tak, že bodka prišla na vzdialenejšom konci displeja súčasne s očakávanými signálmi odrazenými od vrstvy Heaviside, mohla byť určená nadmorská výška vrstvy. Tento časový okruh bol kľúčom k rozvoju radaru.

Počas I. sv. vojny Nemci používali Zeppelinov ako bombardéry s dlhým doletom cez Londýn a iné mestá. Od tej doby sa konštrukcie lietadiel značne zlepšili a perspektíva rozsiahleho vzdušného bombardovania civilných oblastí spôsobovala obavy vlády. Ťažké lietadlá (bombardéri) sa teraz dokázali dostať do výšky, ktoré môžu dosiahnuť pevninu za 20 minút a lietadlá by zhodili bomby a vrátili by sa na základňu skôr, ako by sa akýkoľvek obranca mohol dostať do potrebnej nadmorskej výšky. Jedinou odpoveďou bolo, že vo vzduchu by boli stále hliadky, s obmedzeným časom boja obrancu, by to vyžadovalo obrovskú leteckú silu. V roku 1934 ministerstvo vzdušného priestoru zriadilo výbor pre vedecký prieskum leteckej obrany (CSSAD), ktorému predsedal Henry Tizard, aby našiel spôsoby, ako zlepšiť obranyschopnosť v Spojenom kráľovstve. Nemci tvrdili, že majú „smrtiaci lúč“, pomocou rádiových vln, ktoré sú schopné zničiť mestá i ľudí.

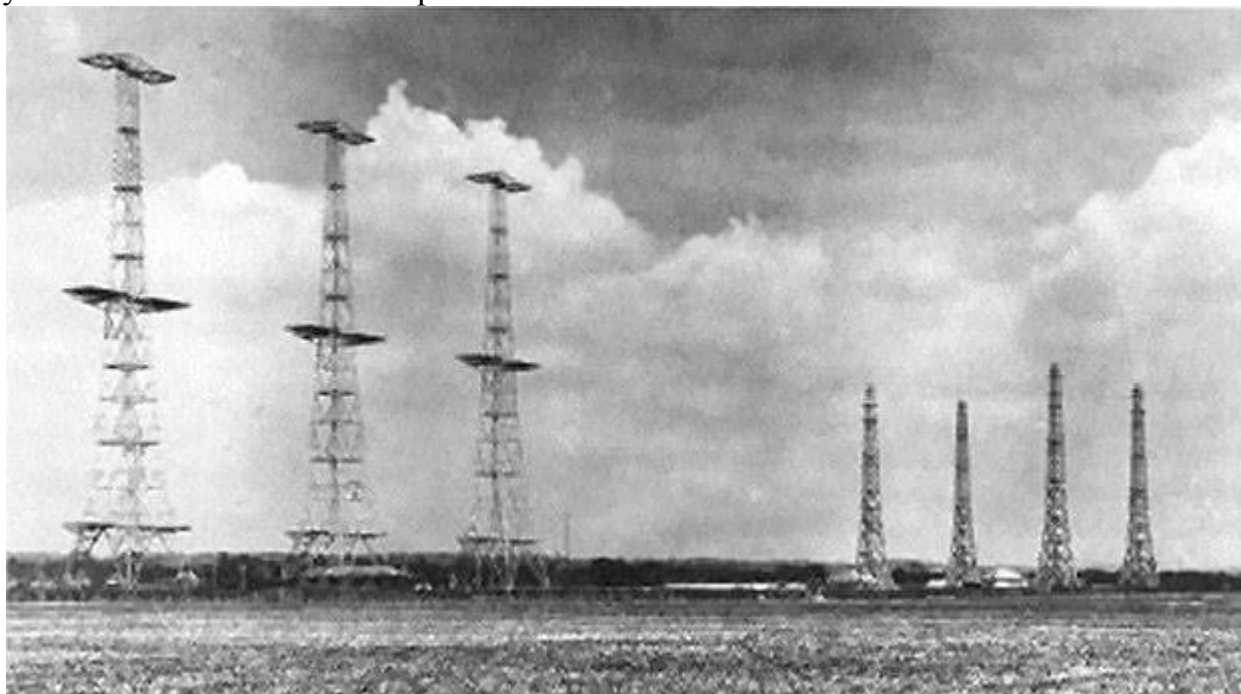
V januári 1935 požiadal Watson Watt ministerstvo vzdušného priestoru, o možnosť vybudovať verziu smrtiaceho lúča, konkrétne na použitie proti lietadlám. Watson Watt sa rýchlo vrátil k výpočtom, ktoré vykonal jeho mladý kolega Arnold Wilkinson, ktorý nedávno počul o lietadlách narušujúcich krátkovlnnú komunikáciu a rádiové vlny môžu byť schopné detektovať lietadlá. O spôsobe detekcie odrazených rádiových vln podľa potreby, bol tento Wilkinsov nápad podporený Wattom a bol predstavený CSSAD 28. januára 1935.

Dňa 12. 2. 1935 Watson Watt poslal tajnú správu o navrhovanom systéme leteckému ministerstvu, na detekciu a zameranie lietadiel rádiovými metódami. Hoci nie je také smrtiaci lúč, ale koncept mal jasný potenciál. Ministerstvo letectva pred finančným pokrytím požadovalo demonštráciu zariadenia, ktoré by dokázalo, že rádiové vlny sa môžu odraziť od lietadla. Predvedenie bolo pripravené 26. 2. 1935 a pozostávalo z dvoch prijímacích antén, ktoré sa nachádzali približne 9,7 km od jedného z krátkovlnných staníc BBS v Daventry, dve antény boli rozdelené tak, že signály, ktoré prichádzajú priamo zo stanice boli zrušené, a tak boli prijaté signály prichádzajúce z iných uhlov, čím sa odklonila stopa na monitore CRT (pasívny radar). Tohto predvedenia boli svedkami iba traja ľudia: Watson Watt, jeho kolega Wilkins a jeden člen výboru AP Rowe. Demonštrácia bola úspešná, lebo v niekoľkých momentoch bolo vidieť jasný signál bombardéra Handley Page Heaford, ktorý preletel okolo. Dňa 2. 4. 1935 dostal Watson Watt patent na rádiové zariadenie na detekciu a lokalizáciu lietadla.

V polovici mája 1935 Wilkins opustil stanicu Radio Research Station s malou skupinou ľudí spolu s Edwardom Georg Bowenom, aby začali ďalší výskum na Orford Ness, izolovanom poloostrove na pobreží Severného mora Suffolk. Do júna sa im podarilo detektovať lietadlá do vzdialenosti 42 km, čo bolo pre vedcov a inžinierov dostatočné na to, aby zastavili práce na ďalších detekčných systémoch. Do konca roka bol dosah až 97 km, pričom v decembri sa uskutočnili plány na výstavbu piatich staníc v okolí Londýna. Jedna stanica mala byť postavená na pobreží neďaleko Orford Ness a Bawdsey Manor a bol vybavený tak, aby sa stal hlavným centrom všetkého radarového výskumu. V snahe čo najrýchlejšie uviesť radarovú obranu využívali existujúce dostupné komponenty, miesto toho aby vytvárali nové komponenty pre projekt, a tým nebol potrebný čas na zdokonalenie

a zlepšenie zariadenia. Čoskoro sa vykonali testy s plným výkonom z pevného rádiového vežového systému, ktorý bol čoskoro známy ako systém včasnej detekcie, ktorý sa pokúšal

detektovať prichádzajúci bombardér rádiovými signálmi. Testy boli zlyhaním, ale problém nebol v radarovom systéme, ale tok informácii od pozorovateľov až po vyhodnotenie, ktoré vyžadovalo veľa krokov a boli pomalé.



Na obrázku je vidieť líniu stožiarov, ktoré boli vybudované na východnom a južnom pobreží Anglicka pred a počas II. sv. vojny.

Do roku 1937 boli pripravené prvé tri stanice a príslušný systém bol testovaný. Výsledky boli povzbudivé a vláda okamžite nariadila výstavbu ďalších 17 staníc, čím vznikla reťaz pevných radarových veží pozdĺž východného a južného pobrežia Anglicka. Na začiatku vojny bolo 19 staníc pripravených zohrať kľúčovú úlohu v bitke o Britániu a do konca vojny bolo postavených viac ako 50 staníc. Nemci si boli vedomí výstavby Chain Home, (názov staníc v Anglicku), ale neboli si istí svojím účelom. Otestovali svoje teórie s letom Zeppelin LZ 130, ale skonštatovali, že stanice boli novými diaľkovými systémami námornej komunikácie.

Už v roku 1936 sa zistilo, že Luftwaffe by sa podujalo k nočnému bombardovaniu, ak by sa cez deň nedarilo. Edward Bowen bol zodpovedný za vývoj radaru, ktorý by bol umiestnený na lietadle. Nočná detekcia bombardéra bola dobrá až do vzdialenosti 300 m. Bowen rozhodol, že palubný radar by nemal presahovať hmotnosť 90 kg a nemal vyžadovať väčší výkon ako 500 W. Anténa by nemala presahovať dĺžku jedného metra, čo bolo v tej dobe veľmi náročné realizovať.

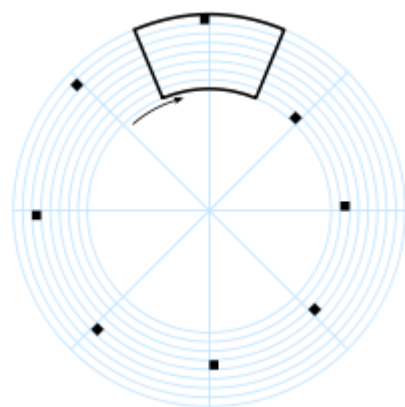
V júli 1938 Watson Watt opustil Bawdsey Manor a nastúpil do funkcie riaditeľa pre rozvoj komunikácie (DCD – RAE). V roku 1939 prevzal prácu spoločnosti DCD Sir George Lee a Watson Watt sa stal vedeckým poradcom pre telekomunikáciu (SAT) na ministerstve leteckej výroby a odcestoval do USA v roku 1941, aby poradil o vážnych nedostatkoch ich protivzdušnej obrany, ktorý sa udial pri leteckom útoku na Pearl Harbor. V roku 1942 ho kráľ George VI. povýšil do šľachtického stavu a v roku 1946 získal americkú medailu za

zásluhy. V 50. rokoch sa presťahoval do Kanady a neskôr do USA, kde vydal knihu „tri kroky k víťazstvu“, v roku 1958.

Watson Watt bol ženatý od roku 1916 s Margaret Robertson, s ktorou sa rozviedol a druhou manželkou Jean Wilkinson sa zosobášil v roku 1952, ktorá zomrela v roku 1964. Potom sa vrátil do Škótska. V roku 1966 vo veku 74 rokov navrhol Katherine Trefusis Forbes, ktorá mala 67 rokov spolužitie. Žili spolu v Londýne cez zimu a v lete v dome Katherine v Pitlochry. Ona zomrela v roku 1971 a Watson Watt v roku 1973 vo veku 81 rokov v Inverness. Obaja sú pochovaní na cintoríne kostola Najsvätejšej Trojice v Pitlochry.

Začiatky televízie

Na začiatku mechanickej televízie bol Paul Julius Gottlieb Nipkow, ktorý ako 23 ročný študent si nechal patentovať „Nipkow disk“ v roku 1884. Disk obsahoval špirálovo usporiadané otvory a každá diera naskenovala časť obrazu. Hoci sám nikdy nezhotovil funkčný model systému, jeho disk našiel neskoršie uplatnenie v mechanickej televízii. Na obrázku je vidieť Nipkow kotúč vo výkresovom podaní.



Baird začal vysielat' televízny program na jeseň 1926 zo stanice v Londýne. S vysielacím zariadením BBC sa začalo pravidelné experimentálne vysielanie 30. 10. 1929. V nasledujúcom roku, väčšina predajcov rozhlasovej techniky predávali Bairdové televízne sady s rozlíšením na 30 riadkov. V marci 1930 bol vysielaný zvuk a obraz spoločne. Baird používal disk s 30 – otvormi a otáčal sa rýchlosťou 12,5 krát za sekundu.

Američan Jenkins dňa 13. 6. 1925 verejne demonštroval synchronizované vysielanie obrazu i zvuku. V roku 1928 Jenkins Television Corporation uviedla do prevádzky prvé televízne stanice v USA pod označením W3XK, ktoré pokračovali vo vysielaní od 2. júla 1928 Jenkins Labs vo Washingtone a od roku 1929 vo Wheaton v štáte Maryland päť nocí v týždni. Spočiatku sa vysielali iba siluety postáv, pre malú šírku vysielacieho pásma, lebo sa vysielalo v pásme 550 až 1500 kHz.

V roku 1930 FRC (Federal Radio Commission) vyčlenila kanály v pásme 2 MHz na pokusné televízne vysielanie, ktoré umožnilo väčšie rozlíšenie na 45 až 60 riadkov. Kvalita obrazu bola zlá, a obrazovky mali veľkosť iba niekoľko centimetrov. Väčšina prístrojov používala motor na otáčanie disku k výrobe obrazu s neónovou trubicou za diskom ako zdroj svetla. Neskoršie mechanické systémy používali šošovky pred diskom a sústavou zrkadiel. V marci 1932 odkúpila Jenkins Television Corporation Lee de Forest Radio Corporation, ale tá po krátkom čase skrachovala a majetok bol odkúpený spoločnosťou RCA.

V Japonsku 25. 12. 1925 Kenjiro Takayanagi demonštroval televízny systém s rozlíšením 40 riadkov a použil Nipkow kotúč na snímanie a na projekciu CRT obrazovku v Hamamatsu Industrial High School. V roku 1927 zlepšil rozlíšenie na 100 riadkov, čo bolo bez konkurencie do roku 1931. Jeho práca mala vplyv i na neskoršie práce Vladimíra Zvorykina.

Herbert E. Ives a Frank Gray z Bell laboratória uviedli 7. 4. 1927 ukážku prenosu mechanickej televízie, pomocou odrazeného svetla sa prenášali na malé a veľké pozorovacie

obrazovky. Malý prijímač mal obrazovku veľkosti šírku 5 cm a výšku 6,5 cm a veľký prijímač mal 60 cm na šírku a 76 cm na výšku.

Oba boli schopné reprodukovať dostatočne presne monochromatické filmové obrazy a spolu s obrazom prijímali i synchronizovaný zvuk. Snímač mal 50 otvorov a otáčal sa rýchlosťou 18 snímok za sekundu. V roku 1929 uskutočnil prenos farebnej televízie.

V Rusku Leon Termen vyvinul v roku 1925 bubnové televízne zrkadlo s rozlíšením 16 riadkov. Potom zlepšil rozlíšenie na 32 a na 64 riadkov pomocou prekladacieho v roku 1926. Dňa 7. 5. 1926 elektricky prenášal a premietal takmer simultánne pohyblivé obrazy na štvorcovej obrazovke o veľkosti 1,5 x 15 m. V roku 1927 dosiahol obraz z rozlíšením 100 riadkov, ktoré bolo prekonané až v roku 1931 spoločnosťou RCA, ktorá uviedla 120 riadkové rozlíšenie.

Elektronický systém navrhol v roku 1926, maďarský inžinier Kálman Tihanyi s použitím elektronického skenovania a signalizačnými prvkami ako „akumulačného skenovania“, s elektrónkou ako kamerou. Problém nízkej citlivosti na svetlo malo za následok nízky elektrický vstup na vysielanie bol vyriešený uskladnením skladacou technológiou, ktorú použil ako prvý Kálman ešte v roku 1924. Jeho riešením bola kamera, ktorá akumuluje (ukladá elektrický náboj) v elektrónke v priebehu každého snímacieho cyklu. Prístroj bol po prvýkrát popísaný v patentovej prihláške v Maďarsku v marci 1926, pre televízny systém, ktorý pomenoval „Radioskop“.

V roku 1928 Tihanyi odišiel do Berlína, kde prebiehal rozvoj mechanickej televízie s použitím Nipkowho kotúča. Jeho vynález bol s nadšením prijatý v Telefunken a Siemens, ale i tak sa rozhodli pokračovať v mechanickej televízii.

Dňa 7. 9. 1927, Philo Farnsworth so svojou kamerou „image preparator“ prenášal svoj prvý obraz, jednoduchú priamku vo svojom laboratóriu na 202 Green Street v San Franciscu. Dňa 3. 9. 1928 vyvinul systém, ktorý je považovaný za prvý elektronický televízny systém. V roku 1929 bol systém vylepšený a neobsahoval žiadne mechanické časti. V tom istom roku preniesol prvé živé ľudské obrazy na obrazovke 9 x 9 cm s tvárou jeho manželky Elmy so zatvorenými očami, ktoré zatvorila kvôli silnému svetlu potrebnému pri skenovaní obrazu.

Vladimír Zvorykin tiež experimentoval s CRT trubicou pre vytvorenie obrazu za svojho pôsobenie vo Westinghouse Electric v roku 1923. V roku 1925 predviedol svoju snímaciu trubicu „kineskop“ vedeniu laboratória, ale bolo mu povedané, aby svoj čas venoval praktickejším veciam. Potom pokračoval v zdokonalovaní svojho systému po pracovnom čase počas roka 1926. V roku 1928 získal patent na farebný systém televízneho vysielania. V roku 1930 v RCA sa používal systém snímkovania 50 riadkov s použitím mechanickej kamery. V roku 1931 je to už 120 riadkov a v roku 1933 bol kompletný systém plne elektronický s rozlíšením 240 riadkov. V nasledujúcom roku sa počet riadkov zvýšil na 343 a prekladací s frekvenciou 60 snímok za sekundu.

V Británii tím EMI podal patent v roku 1932 na nové zariadenie, ktoré nazvali „Emitron“, ktoré tvorilo srdce televíznej kamery. Dňa 2. 11. 1936 sa zo štúdia v Palace Alexandra začalo vysielat' s rozlíšením 405 riadkov.

Nemecká spoločnosť Heimann vyrobila „superikonoskop“ pre olympijské hry v Berlíne v roku 1936. V roku 1941 v USA zaviedli štandard 525 – riadkovú televíziu. Prvý televízny štandard 625 riadkov na svete bol v roku 1944 navrhnutý v Sovietskom zväze. Neskôr bola koncepcia 625 riadkov prijatá i v európskom štandarde CCIR.

V roku 1936 opísal Kálman Tihanyi princíp plazmovej obrazovky, prvý systém s plochou obrazovkou. V roku 1978 opísal James P. Mitchel prototyp a demonštroval ho ako

monochromatický plochý panel na princípe LED televízneho displeja, ako náhrada z CRT. Farebná televízia vznikala už v roku 1907, keď experimentoval Hovannes Adamian s farebnou televíziou. Prvý farebný televízny projekt bol patentovaný v Nemecku 31. 3. 1908. John Logie Baird preukázal prvý svetový prenos farieb 3. 7. 1928 pomocou skenovacích diskov na vysielacích a prijímacích koncoch tromi špirálami otvorov, každá špirála s filrami inej farby a tri svetelné zdroje na prijímacom konci s komutátorom na striedanie ich osvetlenia.

Mechanicky naskenovaná farebná televízia bola tiež demonštrovaná spoločnosťou Bell Laboratory v júni 1929 použitím troch kompletných systémov „fotoelektrických článkov“, zosilňovačov, žiaroviek a farebných filtrov so sériou zrkadiel, ktoré prekrývajú červený, zelený a modrý obraz na jeden úplne farebný obraz.

Mexický vynálezca Guillermo Gonzáles Camarena zohral dôležitú úlohu v rannej televízii. Jeho experimenty začali v roku 1931 a v roku 1940 viedli k patentu farebnej televízií s „trichomatickým poľom sekvenčného systému“.

V roku 1939 predstavil maďarský inžinier Peter Carl Goldmark elektromechanický systém v CBS, ktorý obsahoval senzor ikonoskop. Sekvenčný farebný systém CBS bol čiastočne mechanický s diskom z červených, modrých a zelených filtrov, ktoré sa otáčali vo vnútri kamery pri frekvencii 1200 otáčok za minútu a podobný disk sa synchronizoval pre katódovou trubicou vo vnútri prijímača.

NBC patrila spoločnosti RCA a urobila 20. 2. 1941 prvý poľný test s farebnou televíziou. V roku 1940 Baird začal pracovať na úplne elektronickom systéme farebnej televízie, ktorý nazval „Telechrome“. Prvé telechrómové zariadenia používali dva elektrónové delá, ktoré smerovali na jednu stranu fosforovej dosky. Fosfor bol vzorovaný tak, že elektróny z dela padali len na jednu stranu alebo na druhú stranu. Pri použití fosforu fialovej a purpurovej farby sa mohol dosiahnuť primeraný obraz s obmedzeným sfarbením. Uvedenie 16. 8. 1944 bolo prvým príkladom praktického farebného televízneho systému. Práca na telechrome pokračovala a plánovali zaviesť verziu s troma delami pre úplnú farbu, ale predčasná smrť Bairda v roku 1946 ukončila vývoj systému telechrome.

Podobné koncepcie boli bežné počas 40. a 50. rokov 20. storočia, a líšili sa iba kombináciami troch farieb, každá zo samostatného elektrónového dela. Príkladom môže byť „Geer trubica“, ktorá mala podobné vlastnosti ako telechrome, „PENETRON“ použil tri vrstvy fosforu na sebe a zvýšil výkon lúča na dosiahnutie hornej vrstvy pri zobrazení týchto farieb. Chromatron používa sadu vodičov na zaostrenie pre výber farebných luminoforov usporiadaných v zvislých pruhoch na ploche trubice.

V USA bola v roku 1953 spustené plne farebné vysielanie, ale pre vysokú cenu farebných televíznych prijímačov sa počet predaných televízorov iba pomaly rozbiehal. V roku 1972 sa začalo vysielat' už iba vo farbe, čo ukončilo predaj čierno – bielych televíznych prijímačov.

V Československu sa za priekopníka televíznej techniky považuje D. Jaroslav Šafránek, ktorý zaostril v roku 1935 vlastný fungujúci televízny systém. Jeho činnosť ukončila okupácia zo strany Nemecka v roku 1939, lebo v tom čase mal dokonalejšie zariadenie s rozlíšením 240 riadkov.

Po ukončení II. sv. vojny už v marci 1948 sa písalo o televíznom zariadení Československej výroby a potom nastalo ticho okolo televízneho vysielania, až do roku

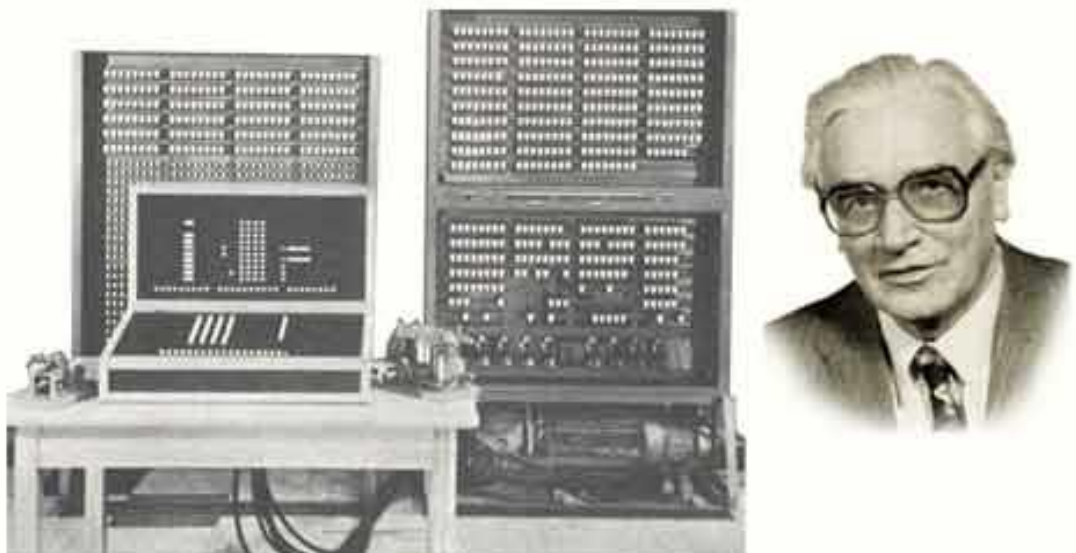
1952, kedy vláda nariadila vybudovať televízne zariadenie, ktoré začne s vysielaním 1. mája 1953 a tak bolo zahájené vysielanie večer o 20⁰⁰ príhovorom generálneho riaditeľa Čs

rozhlasu. Vysielanie sa na niekoľko rokov obmedzovalo iba na Petřínsky vysielateľ v Prahe s dosahom na Stredočeský kraj, Jizerské hory a Krkonoše. Vysielateľ vysielal s rozlíšením 625 riadkov a 25 prekladaných snímok za sekundu. Obraz vysielal v amplitúdovej modulácii na frekvencii 49,75 MHz a zvuk bol prenášaný frekvenčnou moduláciou na frekvencii 56,25 MHz. Počas roka 1953 sa vysielalo dva dni v týždni a v prevádzke bolo asi 2000 televíznych prijímačov.

Elektronické počítače

Konrad Zuse (22. 6. 1910 – 18. 12. 1995) bol nemeckým stavebným inžinierom, vynálezcom a priekopníkom programovateľného počítača. Jeho najväčším úspechom bol prvý programovateľný počítač na svete a jeho funkčný program „Plankalkül“.

Narodil sa v Berlíne v Nemecku a v roku 1912 sa rodina presťahovala do pruského Braunsber, dnešné Braniewo v Poľsku. V roku 1923 sa rodina presťahovala do Hoyerswerdy, kde v roku 1928 absolvoval Abitúr a kvalifikoval ho na vstup na univerzitu.



Na obrázku je programovateľný počítač Z4 a jeho tvorca Konrad Zuse.

Zapísal sa na Technische Hochschule Berlín a študoval inžinierstvo a architektúru, ale zistil, že sú pre neho nudné. Vykonával stavebné inžinierstvo a ukončil štúdium v roku 1935. Na určitý čas pracoval pre Ford Motor Company, pričom využil svoje umelecké zručnosti pri navrhovaní reklám. Potom začal pracovať ako projektant v leteckej továrni Henschel v Schönefelde pri Berlíne. To si vyžadovalo vykonávanie mnohých bežných výpočtov, ktoré boli unavujúce a to ho viedlo k zostrojeniu počítača.

V roku 1935 začal experimentovať so stavbou počítača v byte svojich rodičov a práca priniesla úspech v podobe počítača Z1, binárno mechanickú kalkulačku s pevnou čiarkou. Čítačka inštrukcii bola zaznamenaná na 35 mm filme. Z1 obsahoval 30 000 kovových častí a nefungoval vždy tak, ako sa predpokladalo kvôli nedostatočnej mechanickej presnosti. Počítač Z1 bol zničený v roku 1944 pri bombardovaní a v rokoch 1987 až 1989 Zuse s ďalšími spolupracovníkmi zhotovili repliku počítača Z1, ktorý stál 800 000 DM a

financovali ho Siemens a ďalších päť spoločností.

Zuse pracoval na počítači nezávislo od ostatných počítačových odborníkov v tom čase a

od roku 1936 až 1945 bol v úplnej izolácii. V roku 1939 bol povolaný do vojenskej služby a boli mu poskytnuté prostriedky na zhotovenie počítača Z2. Tento počítač obsahoval vyradené telefónne relé. Na vylepšenom základnom stroji Z2 postavil Z3 v roku 1941 a bola to binárna 22 – bitová kalkulačka s pohyblivou desatinnou čiarkou s programovaním s pamäťou a výpočtovou jednotkou založenou na telefónnych relé. Z3 bol plne funkčný elektromechanický počítač, ktorý bol čiastočne financovaný nemeckou vládou. V roku 1937 spolupracovník Helmut Scheyer odporučil Zuse použiť elektrónky ako spínacie prvky, čo Zuse považoval za bláznivý nápad. Počítač Z4 začal stavať v roku 1942, ale bombardovanie pozastavilo ďalšie pokračovanie v konštrukcii počítača, a tak bol zabalený a 14. 2. 1943 odoslaný z Berlína do Göttingenu. Počítač Z4 bol dokončený až v roku 1949 a k počítaču vytvoril i prvý programovací jazyk na vysokej úrovni „Plankalkül“. V rokoch 1948 až 1959 bolo uverejnených niekoľko čiastočných popisov programovania pomocou jazyka Plankalkül. V januári 1945 sa oženil s Giselou Brandesovou a spolu mali päť detí. Zuse zomrel 18. 12. 1995 v meste Hünfeld na zástavu srdca.

V krátkom časovom úseku boli skonštruované prvé elektronické počítače. V zásade boli spoľahlivejšie, pretože neobsahovali žiadne pohyblivé časti, ktoré boli často príčinou porúch, ale ani nová technológia elektrónok nebola v tom čase oveľa spoľahlivejšia. Elektronické komponenty mali však jednu hlavnú výhodu v tom, že rýchlosť spínania elektrónky bola voči relé asi 1000 – krát vyššia.

Prvým pokusom o vybudovanie elektronického počítača bol J. V. Atanasoff, profesor fyziky a matematiky na univerzite Iowa, v roku 1937. Rozhodol sa vybudovať počítač, ktorý pomôže asistentom riešiť systémy parciálnych diferenciálnych rovníc. Do roku 1941 sa mu s doktorom Clifford Berry podarilo postaviť počítač, ktorý by mal dokázať vyriešiť 29 simulovaných rovníc s 29 neznámymi. Počítač však nebol programovateľný a bol to viac menej elektronická kalkulačka.

Druhý skorý elektronický počítač bol Colossus, ktorý Alan Turing navrhol pre britskú armádu v roku 1943. Tento počítač zohral dôležitú úlohu pre prelomení kódov, používaných nemeckou armádou počas II. sv. vojny. Hlavným prínosom v oblasti informatiky bola myšlienka „Turingovho počítača“, ktorý sa široko používa pri štúdiu výpočtových funkcií. Existencia Colossus zostala tajná aj po ukončení vojny, jeho konštruktérom sa dostalo uznania až neskoršie.

Prvým univerzálnym programovateľným elektronickým počítačom bol počítač ENIAC, ktorý postavili J. Presper Eckert a John V. Mauchly na univerzite v Pensylvánii. Práca začala v roku 1943, financovaná oddelením armádneho zbrojárstva, ktorá potrebovala vypočítať balistické dráhy striel počas II. sv. vojny. Počítač bol dokončený až v roku 1945, ale potom bol hodne využívaný na výpočty pri výrobe atómovej bomby. Počítač bol vyradený z prevádzky v roku 1955 a bol používaný na výskum v oblasti aerodynamických tunelov, generátorov náhodných čísel a predpovedí počasia. Počas tohto obdobia Eckert a Mauchly a John von Neumann konzultant projektu ENIAC, pracovali na novšom počítači EDVAC a jeho hlavným prínosom bolo, že mal uložený program pre rôzne činnosti, a tak spustenie a priebeh výpočtov bola rýchlejšia ako u ENIAC.

Softvérová technológia počas tohto obdobia bola veľmi primitívna. Prvé programy boli napísané v strojovom kóde, čo znamenalo, že programátori zapisovali čísla priamo do

počítača, ktoré chcú uložiť do pamäte. Programátori používali v 50. rokoch symbolickú notáciu, známu ako montážny jazyk, a potom preložili symbolický zápis do strojového

kódu. Prvé elektronické počítače boli využívané iba pre vedu a vládne aplikácie. Atanasoff odhadol, že bude trvať osem hodín na vyriešenie súboru rovníc s ôsmimi neznámymi pomocou kalkulačky Marchant a 381 hodín na vyriešenie 29 rovníc s 29 neznámymi. Počítač Atanasoff – Berry dokázal túto úlohu dokončiť za menej ako hodinu. Prvý problém spustený na ENIAC, numerickej simulácie použitej pri konštrukcii vodíkovej bomby, vyžadoval čas 20 sekúnd, na rozdiel o štyridsiatich hodín pomocou mechanických kalkulačiek. Eckert a Mauchly neskôr vyvinuli to, čo bolo pravdepodobne prvým komerčne úspešným počítačom, UNIVAC v roku 1952.

Druhá generácia počítačov zaznamenala niekoľko dôležitých udalostí na všetkých úrovniach dizajnu počítačových systémov, od technológie, ktorá bola použitá na zostavenie základných obvodov do programovacích jazykov používaných na písanie vedeckých aplikácií.

Elektronické spínače v tejto dobe boli založené na diskretnej dióde a tranzistorovej technológii. S časom spínania približne 0,3 mikrosekundy. Prvé počítače, ktoré majú byť vyrobené touto technológiou sú TRADIC od spoločnosti Bell Laboratories v roku 1954 a TX – 0 vyrobené v laboratóriu Lincoln Laboratory v MIT (Massachusetts Institute Technology). Technológia pamäte bola založená na magnetických jadrách, ku ktorým bolo možné pristupovať v náhodnom poradí, na rozdiel od ortuťových spomaľovačov, v ktorých boli údaje uložené ako akustická vlna, ktorá prechádza sekvenčne cez médium a bola prípustná len vtedy, keď sa údaje pohybovali na vstupno – výstupnom rozhraní I/O.

Dôležité inovácie v architektúre počítača zahŕňali indexové registre pre riadenie slučiek a jednotiek s pohyblivou desatinnou čiarkou pre výpočty založené na reálnych číslach. Operácie s pohyblivými bodmi boli vykonávané v knižniciach softvérových pamätí, ale vykonávané boli v hardvéri na počítačoch II. generácie.

Počas tejto druhej generácie boli zavedené mnohé programovacie jazyky na vysokej úrovni

akými boli FORTRAN zavedený v roku 1956, ALGOL v roku 1958 a COBOL v roku 1959. Dôležitými komerčnými počítačmi boli IBM 704 a jeho nasledovníci 709 a 7094. Tieto obsahujú vstupno – výstupné procesory pre lepšiu priepustnosť medzi vstupno – výstupnými zariadeniami a hlavnou pamäťou.

Druhá generácia zaznamenala i prvé dva superpočítače navrhnuté špeciálne pre numerické spracovanie vo vedeckých aplikáciách. Termín „superpočítač“ je vo všeobecnosti vyhradený pre počítač, ktorý je o triedu silnejší ako ostatné počítače. Prvým superpočítačom je Atomic Research (LARC) Livermore a IBM 7030.

Tretia generácia priniesla obrovský pokrok vo výpočtovej sile. Inovácie v tejto dobe zahŕňajú použitie integrovaných obvodov, používanie polovodičových pamätí, miesto magnetických jadier, mikro programovanie ako technika efektívneho návrhu komplexných procesorov a zavedenie operačných systémov a zdieľanie času.

Prvé integrované počítače boli založené na okruhoch integrácie v malom rozsahu (SSI), ktoré obsahovali približne desať komponentov na čípe. Potom sa vyvinuli integrované obvody so strednou hustotou (MSI), ktoré mali už okolo sto komponentov na čípe. Hlavná pamäť bola nahradená rýchlejšími pamäťami. V roku 1964 vyvinul Seymour Cray SDS 6600, ktorý bol prvou architektúrou, ktorá využívala štruktúru prekrývajúcich sa procesorov

a vnútorné prepojenie vstupno – výstupných operácií. Pomocou desiatich samostatne funkčných jednotiek, ktoré mohli pracovať súčasne a 32 nezávislých pamäťových bánk, CDC 6600 dokázal dosiahnuť výpočtovú rýchlosť 1 milión operácií za sekundu (1 Mflops) s

pohyblivou čiarkou. Model CDC 7600 sa považuje za prvý vektorový počítač a bol schopný vykonať 10 Mflops. IBM 360 / 91 bol vydaný počas rovnakého obdobia a dokázal vykonať 2 Mflops, ale IBM 360 / 195 bol už porovnateľný s CDC 7600, ktorý veľkú časť svojho výkonu získal pomocou veľmi rýchlej vyrovnávacej pamäte cache.

Na začiatku tretej generácie v roku 1963 Cambridge a University of London spolupracovali na vývoji počítača CPL (Combined Programming Language).

Štvrtá generácia počítačov využila rozsiahlu integráciu s čipmi LSI, ktoré obsahovali okolo 1000 komponentov a VLSI s hustotou 100 000 komponentov na čipe pri konštrukcii výpočtových prvkov. V tomto meradle sa celé procesory zmestili do jedného čipu.

Polovodičové pamäte nahradili jadrové pamäte ako hlavnú pamäť, lebo do tej doby boli polovodičové pamäte vo väčšine systémov obmedzené pre registre a vyrovnávaciu pamäť. Počas tohto obdobia dominovali vysoko výkonné vektorové procesory, akými boli CRAY 1, CRAY – X – MP a CYBER 205. V tomto období výpočtové úsilie malo väčšinou experimentálnu povahu a väčšina výpočtovej vedy bola vykonaná na vektorových procesoroch.

Vývoj softvéru zahŕňa jazyky veľmi vysokej úrovne, akými boli FP (funkčné programovanie), a Prolog (programovanie v logike). Tieto jazyky majú tendenciu používať deklaratívny programovací štýl, na rozdiel od imperatívneho štýlu ako je Pascal, C, a FORTRAN. Kompilátory pre zavedené jazyky začali používať sofistikované optimalizačné techniky na zlepšenie kódu a kompilátory pre vektorové procesory dokázali vektorizovať jednoduché slučky (zjednodušiť jednotlivé inštrukcie). Začiatok štvrtej generácie priniesol vývoj programovacieho C a operačný systém UNIX, a to v Bell Laboratory. V roku 1972 Denis Ritchie, ktorý sa usiloval splniť ciele CPL a zovšeobecniť Thomsonov B systém, vyvinul jazyk C. Thomson a Ritchie potom použili programovací jazyk C na zápis verzie UNIX pre DEC PDP – 11. Tento UNIX bol čoskoro prepracovaný do mnohých rôznych počítačov, čím sa uľahčilo používateľom, aby pri každej zmene počítačového hardvéru nemuseli sa učiť nový operačný systém.

Vývoj ďalšej generácie v období rokov 1984 až 1990 bol obdobím počítačových systémov a je charakterizovaný hlavne prijatím paralelného spracovania. Až do tohto obdobia bola paralelnosť obmedzená na spracovanie kanálov prepojenia a spracovanie vektorov, alebo na niekoľko procesorov, ktoré zdieľajú pracovné miesta. Piata generácia videla zavedenie počítačov so stovkami procesorov, ktoré mohli pracovať na rôznych častiach jedného programu. Miera integrácie v polovodičoch pokračovala neuveriteľným tempom a do roku 1990 bolo možné vytvoriť čipy s miliónom komponentov.

Ďalším novým vývojom bolo rozšírené používanie počítačových sietí a rastúce používanie pracovných staníc pre jedného používateľa. Pred rokom 1985 sa veľké paralelné spracovanie považovalo za výskumný cieľ, ale dva systémy zavedené v tejto dobe sú typické pre prvé komerčné produkty založené na paralelnom spracovaní. Sequent Balance – 8000 pripojil až 20 procesorov do jedného zdieľaného pamäťového modulu, pričom každý procesor mal vlastnú vyrovnávaciu pamäť. Počítač bol navrhnutý tak, aby konkuroval DEC VAX – 780 ako univerzálny systém Unix, pričom každý procesor pracoval na úlohe

používateľa, ale Sequent poskytol knižnicu podprogramov, ktorá umožňovala programátorom písať programy, ktoré by používali viac ako jeden procesor a počítač bol široko používaný na preskúmanie paralelných algoritmov a programovacích techník.

Vedecké výpočty v tomto období stále dominovali spracovaním vektorov. Väčšina výrobcov vektorových procesorov zaviedla paralelné metódy, ale v týchto paralelných počítačoch bolo len veľmi málo procesorov a to dva až osem. V oblasti počítačových sietí sa širokopásmová sieť WAN a technológia lokálnej siete LAN vyvinuli rýchlym tempom, stimulujúc prechod od tradičného počítačového prostredia sálového počítača k prostrediu, v ktorom má každý užívateľ vlastnú pracovnú stanicu pre relatívne jednoduché úlohy. Technológia RISC (štýl vnútornej organizácie CPU) a klesajúce náklady na pamäť RAM priniesli obrovské zisky vo výpočtovej sieti relatívne nízkych pracovných staníc a serverov. Toto obdobie zaznamenalo výrazné zvýšenie kvality a množstvo vedeckej vizualizácie. Mnohé vývojové trendy v počítačových systémoch od roku 1990 odrážajú postupné zlepšovania oproti zavedeným systémom, a preto už sa upustilo od delenia vývoja na ďalšie generácie počítačov, lebo ide iba o inovácie. Výrobcovia si stanovili za cieľ dosiahnuť výkon počítača na hodnotu teraflops = 1 Tflops = 10^{12} aritmetických operácií za sekundu už v polovici 90. rokov, a je jasné, že to bude možné iba s tisíckou procesorov alebo ich bude potrebné ešte viac.

Polovodiče

Polovodiče sú v dnešnej dobe veľmi aktuálne, lebo ich technické možnosti využitia sú veľmi rozsiahle. Na začiatku bola teória a nasledovali technologické možnosti výroby čistého materiálu a vznik nového druhu priemyslu. Najjednoduchšími polovodičmi sú elementárne, lebo sa skladajú iba z jedného druhu atómov, medzi ktoré patrí kremík, germánium a selén.

Binárne polovodiče sa rozvíjajú pomalšie, ale ich vlastnosti sú tiež veľmi sľubné, ktoré sa využívajú v optoelektronike, a taktiež ich magnetické, termoelektrické a dielektrické vlastnosti. Medzi tieto polovodiče patria arzenid gália (GaAs) a sulfid olovnatý (PbSO₄).

V roku 1821 odhalil Thomas Seebeck polovodičové vlastnosti síranu olovnatého. V roku 1833 referoval Michael Faraday o teplotnej závislosti polovodičov a v roku 1873 objavil citlivosť Selénu na svetlo, čo využil Werner von Siemens pri vynálezu selénového fotometra. V roku 1876 už boli známe usmerňovacie schopnosti selénu a polovodičové zariadenia sa stavali už na začiatku 20. storočia, kedy sa začali používať hrotové detektory (cat's – whisker, mačací fúz), ktoré využívali pre usmerňovacie vlastnosti na príjem v rádií a boli vyrobené najčastejšie z kryštálu galenitu. Kryštálu sa dotýkal hrot s fosforu a bronzu, volfrámu alebo iného vhodného materiálu, čím vznikla primitívna hrotová dióda a slúžila ako demodulátor v rádií miesto kohereru, ktorý bol málo citlivý a pri nepatrnom otrase sa stratila jeho detekčná vlastnosť.

Zo selénu bol už v roku 1886 vyrobený usmerňovač elektrického prúdu. Selén sa vyskytuje v prírode ako amorfný selén a kryštalický selén, ale používal sa iba kryštalický s merným odporom $10^5 \Omega\text{cm}$. Na podkladovej doštičke, ktorá bývala väčšinou vyrobená z poniklovaného ocelového plechu, na ktorú sa pri teplote 100 °C elektrolýzou naniesla vrstvička selénu, ktorá bola vhodná na výrobu usmerňovača a potom nasledovalo formátovanie prepúšťaním prúdu v závernom smere. Druhý spôsob je naparovanie vo vákuu

pri teplote 220 °C na hliník alebo oceľ.

V roku 1904 bol ohlásený patent na stykový usmerňovač na základe Cu_2S , ale ich výroba sa začala až po dvadsiatich rokoch na báze Cu_2O (kysličníka mednatého), ktorý je

polovodičom typu „P“ a vzniká okysličovaním medeného plechu pri teplote vyššej ako 1026 °C.

Germánium bol polovodič, z ktorého sa začali vyrábať prvé polovodičové diódy a tranzistory. Získaval sa z argirodidu, ($4\text{Ag}_2\text{S GeS}_2$), ktorý obsahuje 5 až 7 % germánia. Druhý známy nerast je germanit, ktorý obsahuje 6 až 10 % germánia a rennerit, ktorý sa vyskytuje v Kongu. Čisté germánium sa po prvýkrát podarilo vyrobiť z argirodidu Winklerovi z Nemecka v roku 1886, ktorý mu dal meno po pôvodnom názve jeho krajiny „Germánium“ značka Ge. Clements A. Winkler bol nemecký chemik. Germánium je v kvapalnom skupenstve vodivé ako kov a v pevnom alebo amorfnom stave je polovodič. Po vyredukovaní kovov s čistotou 99 % sa germánium ešte vyčisťuje metódou zónového tavenia.

Behom ďalších desaťročí bolo germánium nahradené kremíkom, ktorého je v prírode väčšie množstvo. Uplatnenie kremíka vo výrobe polovodičových súčiastok bránila priemyselná výroba samotného kremíka, ktorého čistota musí byť minimálne 99,9999 %. Germánium sa však i tak používa na výrobu niektorých druhov diód, svetlo vodivej optiky, šošoviek do kamery a v laserovej technike.

Kremík ako prvý identifikoval v roku 1787 Antoine Lavoisier. V roku 1811 Gay – Lussac a Thénard vyrobili amorfný kremík zahrievaním draslíka s tetrafluorosilanom. Kremík ako prvok bol po prvýkrát izolovaný švédskym chemikom J. J. Berzeliom v roku 1823. Výroba kremíku sa používala i pri výrobe skla i porcelánu alebo cementu. V oblúkovej elektrickej peci pomocou grafitovej elektródy sa získa kremík s čistotou 97 až 99 %. Táto čistota pre elektronický priemysel nestačí, tá musí byť lepšia ako 99,9999 %, lebo i nepatrné znečistenie ovplyvňuje kvalitu vyrobených tranzistorov a ďalších elektronických súčiastok. Na získanie takejto čistoty sa používajú opakované zónové tavenia, pri ktorom sa tavená zóna posúva od jedného konca k druhému a koncentrujú sa ku koncu kremíkovej tyči, ktorá sa potom reže na tenké plátky.

Vodivosť či odpor polovodičov závisí od teploty. S rastúcou teplotou sa zvyšuje vodivosť, alebo znižuje odpor polovodičov. To je možno vysvetliť väčším počtom uvoľnených elektrónov pri zvýšenom tepelnom pohybe. Závislosť vodivosti a odporu na teplote sa odlišuje od kovov, u ktorých je opačná. U polovodičov s pridávaním energie bude vznikáť viac voľných elektrónov a dier. Voľné elektróny, prípadne kladné diery možno do polovodičov dostať i vo forme prímiesí. I malé množstvo prímiesí (tisícina percenta) môže viesť k dostatočnému zväčšeniu vodivosti polovodiča. Tejto vodivosti hovoríme „nevlastná vodivosť“. Poznáme polovodiče typu „N a P“.

Polovodič typu P : Ak budeme dotovať napr. kremík prvkom s tromi valenčnými elektrónmi, (bor, hliník, gálium alebo indium) vznikne polovodič typu P. Prvky prímiesí, ktoré majú o jeden elektrón menej, hovoríme „akceptor“ (príjemca – lebo prijíma) do svojej valenčnej sféry voľný elektrón uvoľnený teplom.

Tranzistor

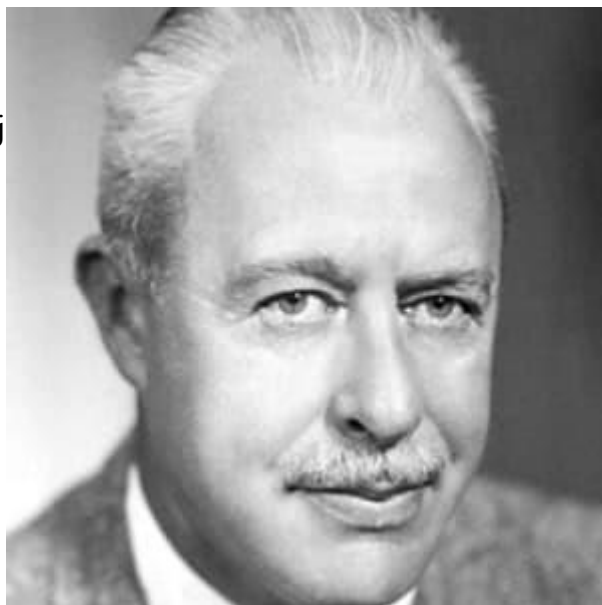
Termionická trióda, je elektrónka vynájdená v roku 1906 Lee de Forest, určená na zosilnenie rádiovkej telegrafie a diaľkových hovorov na telefónnych linkách. Trióda však

bola krehkým zariadením, ktoré spotrebovalo veľké množstvo energie. V roku 1909 objavil fyzik William Eccles kryštálový diódový oscilátor. Nemecký fyzik Julius Edgar Lilienfeld podal v roku 1925 patent na polom riadený tranzistor (FET), ktorý bol určený ako náhrada

za triódu v pevnom stave. Lilienfeld však neuverejnil žiadne výskumné články o svojich pracovných postupoch a ani patent neobsahoval žiaden konkrétny príklad pracovného prototypu. Pretože výroba vysoko kvalitných polovodičových materiálov bola stále ešte ďaleko, nápady na stavbu zosilňovačov nezískali praktické využitie, hoci takéto zariadenia boli postavené. V roku 1934 nemecký vynálezca Oskar Heil patentoval podobné zariadenie v Európe. Od 17. 11. do 23. 12. 1947, John Bardeen a Walter Brattain v AT & T v Bell Laboratories v Murray Hill v New Jersey robili pokusy a pozorovali, že dva zlaté bodové kontakty aplikované na kryštále germánia bol signál s výstupným výkonom väčším ako na vstupe. Vedúci skupiny Solid State Physics, William Shockley videl potenciál v tejto oblasti, a počas niekoľkých nasledujúcich mesiacov pracoval na výraznom rozšírení poznatkov o polovodičoch. Termín „tranzistor“ bol vytvorený John R. Pierce z upraveného slova „transrezistencia“. Bol to prvý kontaktný tranzistor a uznaním za tento úspech boli Shockley, Bardeen a Brattain spoločne ocenení Nobelovou cenou za fyziku v roku 1956.

Walter Houser Brattain (10. 2. 1902 – 13. 10. 1987) bol americký fyzik, ktorý bol pri vynáleze tranzistora z roku 1947.

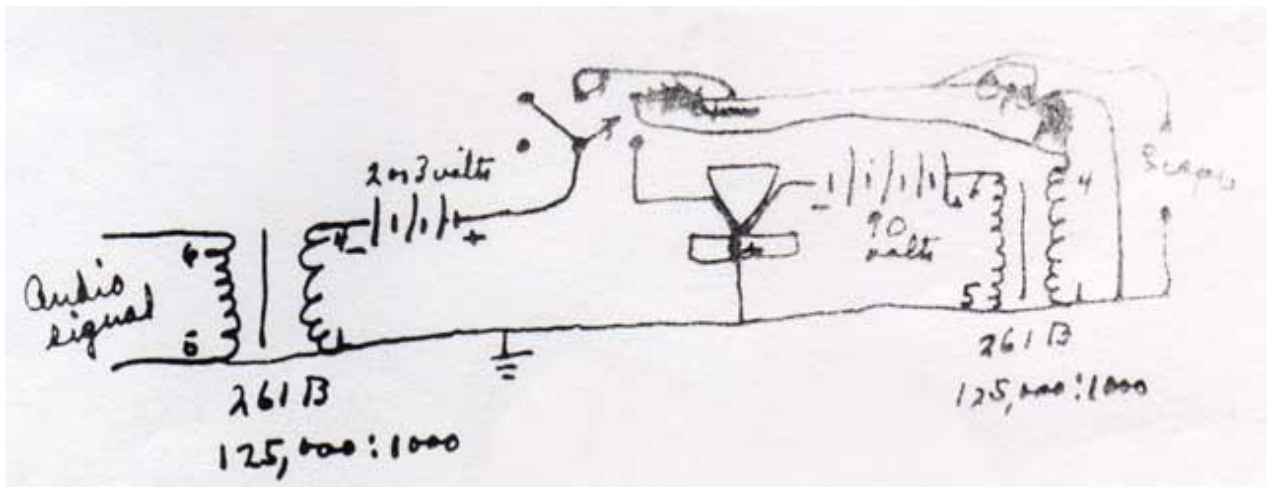
Narodil sa v Amoy v Číne, kde jeho otec učil. V roku 1903 sa rodina vrátila do USA do štátu Washington a tu na ranči prežil aj svoje detstvo s rodičmi Ross R. Brattain a Otilie Houser. Svoj prvý titul bakalára z fyziky a matematiky získal na Whitman College v roku 1924 a titul magister na univerzite Oregon v roku 1926. Brattain potom získal titul Ph. D. z fyziky na univerzite Minnesota v roku 1929. Robil asistenta John T. Tate na skúmanie elektrónov s ortuťovými parami. V roku 1928 a 1929 pôsobil v National Bureau of Standards vo Washingtone, DC, a v roku 1929 bol oslovený spoločnosťou Bell Telephone Laboratories. Objavy v Bell Laboratories v rokoch pred II. sv. vojnou boli z povrchovej fyzikálnej vlastnosti volfrámu a neskôr povrchu polovodiča oxidu medného a kremíka. Počas II. sv. vojny sa venoval vývoju detekcie ponoriek na základe zmluvy pre výskum národnej obrany na Kolumbijskej univerzite.



Po vojne sa vrátil do Bell Laboratories a čoskoro sa pripojil k skupine organizovanej ako Solid State Department a William Shockley bol vedúcim skupiny skúmania polovodičov. Na začiatku roka 1946 začal so skúmaním polovodičov, ktoré mali byť vhodné na praktické použitie na zosilnenie signálu.

Na povrchu polovodičovej hladiny vodivosť pásu môže byť zmenená, čím sa zvýši alebo zníži vodivosť kryštálu. Spojenie medzi kovmi typu – N, alebo typu – P polovodiča, alebo medzi týmito dvoma typmi polovodičov, majú asymetrické vodivosti, a polovodičové spoje môžu byť preto použité k náprave elektrických prúdov. V priepustnom smere je skreslenie

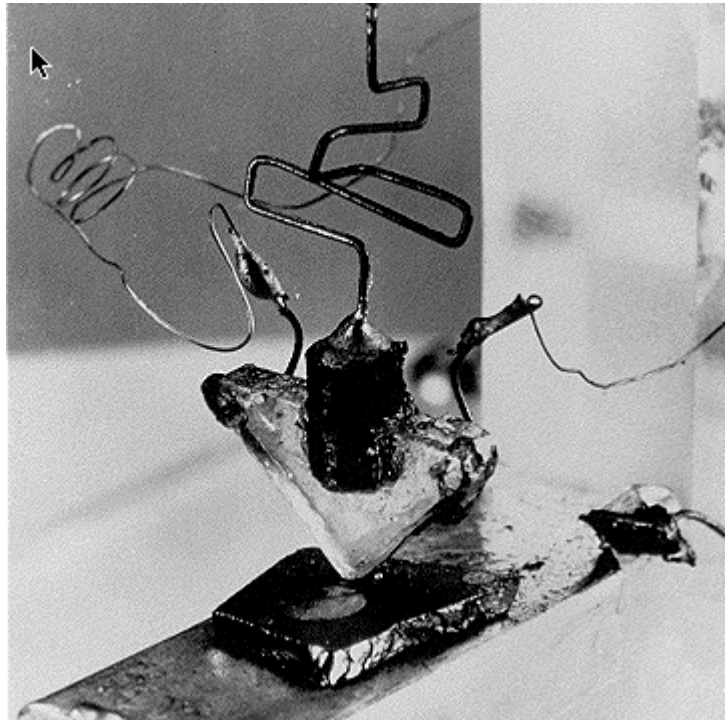
napätia, ktoré vytvára elektrický prúd smere z nízkym odporom, zatiaľ čo skreslenie v opačnom smere je reverzné skreslenie. Kryštály čistých polovodičov akými sú kremík alebo germánium, sú veľmi dobrými vodičmi pri okolitej teplote, pretože energia, ktorá musí mať



Na obrázku je schéma elektrického zapojenia prvého tranzistora od Brattain z roku 1947.

elektrón, aby bolo možné obsadiť úrovne vedenia energia je podstatne väčšia, než je tepelná energia k dispozícii na elektrón v takomto kryštále. Zohrievanie polovodiča môže rozrušiť elektróny do vodivého stavu, ale je praktickejšie pre zvýšenie vodivosti pridaním nečistôt do kryštálu. Kryštál môže byť dotovaný s malým množstvom prvku, ktorý má viac elektrónov ako polovodič, a tie prebytočné elektróny budú sa môcť voľne pohybovať kryštálom. Taký kryštál je N – polovodič. Jeden môže tiež pridať do kryštálu malé množstvo prvku, ktorý má menej elektrónov ako polovodič, a elektrónové voľné pracovné miesta, alebo otvory, aby sa voľne pohybovala kryštálom ako kladne nabitých častíc, dotovaný kryštál je P – polovodič.

Shockley dúfal, že k vytvoreniu nového zariadenia, ktoré bude mať variabilný odpor, a preto by mohol byť použitý ako zosilňovač. Navrhol dizajn, v ktorom sa elektrické pole aplikuje cez hrúbku tenkej dosky z polovodiča. Vodivosť polovodiča zmenila len malý zlomok z očakávanej výšky, kedy bolo použité pole, ktoré John Bardeen navrhol a bol vzhľadom na existenciu energetických stavov pre elektrónky na povrchu polovodiča. Na obrázku je vidieť prvý hrotový tranzistor z roku 1947.



Brattain sa ujal vyšetrovania vlastností povrchových stavov a pri jeho experimentoch Bardeen objavil prostriedky na vybudovanie pevnej fázy zosilňovača, ktorý bol odlišný od polom riadeného zariadenia Shockley. Brattain začal s experimentovaním a meraním zmeny potenciálu na povrchu kryštálu kremíka, keď bol

vystavený svetlu. Potom zistil, že zavedením elektródy medzi jeho referenčnú elektródu a polovodičovým povrchom a aplikáciou napätia na elektróde, mohol významne ovplyvniť potenciál vytvorený osvetlením polovodiča.

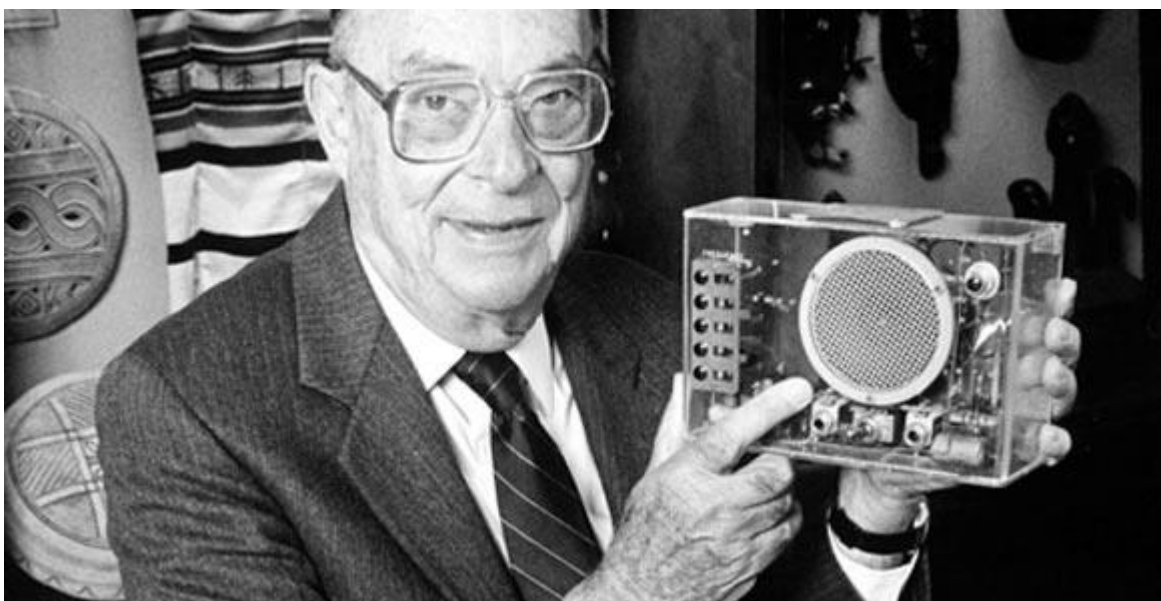
On a Bardeen došli k záveru, že ióny v elektrolyte migrujú k povrchu polovodiča a zrušil vplyv povrchového náboja už tam. To potom bolo možné pozorovať Shockley efekt poľa.

Brattain a Bardeen dúfali, že zlepšia efekt pomocou zlatej fólie v mieste elektrolytu, a majú v úmysle ho izolovať z polovodiča (v tomto prípade N – typ germánia) prostredníctvom oxidu vrstvy na vrchole germánia. Povlak oxidu bol nevhodne omylom zmytý a zlatý film natočený v kontakte s germániom. Pri tomto usporiadaní bol zistený nový efekt. Na zlatej fólii sa zvýšil prúd, ktorý pretekal k bodu kontaktu, ktorý bol opačný efekt z toho, čo bolo pozorované skôr. Brattain a Bardeen predpokladali, že existuje aktuálny typ – N polovodiča zo zlatého pásika do polovodiča, do bodu kontaktu. Nový efekt bol pomenovaný ako „transrezistencia“.

Bardeen navrhol, že zlatú fóliu ako bod kontaktu by mohli nahradiť pomocou dvoch blízkych kontaktov. Brattain skonštruoval dva kontakty tým, že zlaté pásiky okolo bodu na kline z polystyrénu zapustil do miesta klinu. Klin bol potom pritlačený k bloku germániu typu – N dňa 16. 12. 1947. Prístroj bol zapojený do schémy malého zosilňovača, ktorý vykazoval viac ako 18 – násť násobné zosilnenie. O týždeň neskôr bol zosilňovač predvedený pred pracovníkmi Bell Laboratories. I keď verejné oznámenie bolo uvedené až v júni 1948 boli za ich vynález vyznamenaní Nobelovou cenou za fyziku.

V roku 1935 sa oženil s Keren Gilmore, s ktorou mal jedného syna. Po smrti manželky si vzal za manželku Emmu Jane Miller v roku 1958. Brattain bol zamestnaný vo výskume v Bell Laboratories až do roku 1967 , keď odišiel do dôchodku. Medzi rokmi 1962 až 1972 často prednášal vo Whitman College a od roku 1965 až do roku 1978 sa podieľal na výskumnom programe pre modelovanie výskumnom bunkových membrán. Brattain prežil dôchodok v štáte Washington a 13. 10. 1987 zomrel.

John Bardeen (23. 5. 1908 – 30. 1. 1991) bol prvým človekom, ktorý dostal dvakrát



Nobelovú cenu za fyziku. Prvá bola za objav tranzistora a druhá za rozvoj supravodivosti. Na obrázku je Bardeen s rádioprijímačom osadeným tranzistormi ako prototyp.

Narodil sa v Madisone v štáte Wisconsin. Bol druhým synom z piatich detí Althea Harmer a D. Charles R Bardeen, ktorý bol profesorom anatómie a dekanom lekárskej fakulty na univerzite Wisconsin. Vyštudoval Central High School v Madisone v roku 1923 a získal

bakalára i magistra z elektrotechniky z univerzity Wisconsin v roku 1928 a 1929. V roku 1929 a 1930 pracoval ako výskumný asistent v oblasti elektrotechniky a z iných oblastí s profesorom Leo J. Peters. V roku 1930 Peters a Bardeen zaujali pozície s Gulf Research Development Corporation v Pittsburghu, kde pracoval na niekoľkých prvých aplikáciách geofyziky na ropný prieskum.

Bardeen ukončil výskum v Perskom zálive v roku 1936 a pokračoval v štúdiu. Získal doktorát na univerzite v Princetone v roku 1936, s prácou „mathematical thesis on the work function of metals“. Jeho poradcom v Princetone bol Eugene Wigner. V rokoch 1935 až 1938 bol členom Society of Fellows at Harvard University, kde skúmal problémy fyziky kovov s Percy Bridgman a H. P. M van Vleck. Van Vleck učil kvantovú mechaniku Bardeena na univerzite Wisconsin v rokoch 1928 a 1929. Od roku 1938 až do roku 1941 bol asistentom fyziky na univerzite v Minnesota a počas tejto doby robil prvé kroky na vypracovanie teórie supravodivosti. V roku 1941 opustil univerzitu na pozvanie do Naval Ordnance Research Laboratory, ktoré trvalo počas II. sv. vojny. Jeho práca spočívala vo vývoji výzbroje pre námorníctvo.

V roku 1945 bol požiadaný na miesto do Bell Telephone Laboratories. Tu sa stal členom skupiny Williama Shockley, ktorá pracovala na výskume polovodičov. Bardeen upozornil Shockley na nefunkčnosť jeho návrhu polovodičového zosilňovača. Brattain bol ďalším členom skupiny a skúmal vlastnosti povrchových stavov a z jeho pokusov vyrástol praktický polovodičový zosilňovač – tranzistor.

Tranzistor bol hrotového prevedenia a demonštrovaný 16. 12. 1947 za čo dostal spolu s Brattain a Shockley Nobelovú cenu za fyziku v roku 1956.

Záujem o supravodivosť znova prejavil v roku 1950 objavom efektu izotopu, kde bolo zistené, že kritická teplota pre supravodiče závisí od odmocniny atómovej hmotnosti. Bardeen prišiel k záveru, že interakcia elektrónov s iónmi v kryštalickej mriežke musí zohrávať dôležitú funkciu v supravodivosti, ale on ešte nebol schopný vysvetliť tento jav. Bardeen opustil Bell Laboratories na jeseň 1951 a stal sa profesorom na univerzite Illinois. V roku 1955 obnovil svoj výskum javu supravodivosti, tentoraz s pomocou jeho študenta J. R. Schrieffer a Leon N. Cooper. V roku 1956 Cooper zistil, že atraktívny potenciál medzi párami elektrónov môže viesť k medzere v energetických hladinách a sú k dispozícii elektrónom, a preto i na kondenzáciu elektrónov v supravodivom stave. Prítlačivosť medzi elektrónmi nie je priama, ale v skutočnosti vychádza z dynamickej interakcie párov elektrónov v kryštálovej mriežke. Elektrón môže spôsobiť vibrácie z iónu v kryštálovej mriežke, a tie pôsobia na druhý elektrón ako akcia prvého elektrónu. Dva elektróny nie sú tesne pri sebe, a aby nastalo párovanie všetkých dvojíc elektrónov musí mať rovnakú čistú dynamiku. Preto supravodivý stav je stabilný voči odchyľkám a od jedného Cooper páru nemôže byť zničené, bez toho, aby nezničil všetky z nich. Za tento objav im bola udelená v roku 1972 Nobelová cena za fyziku.

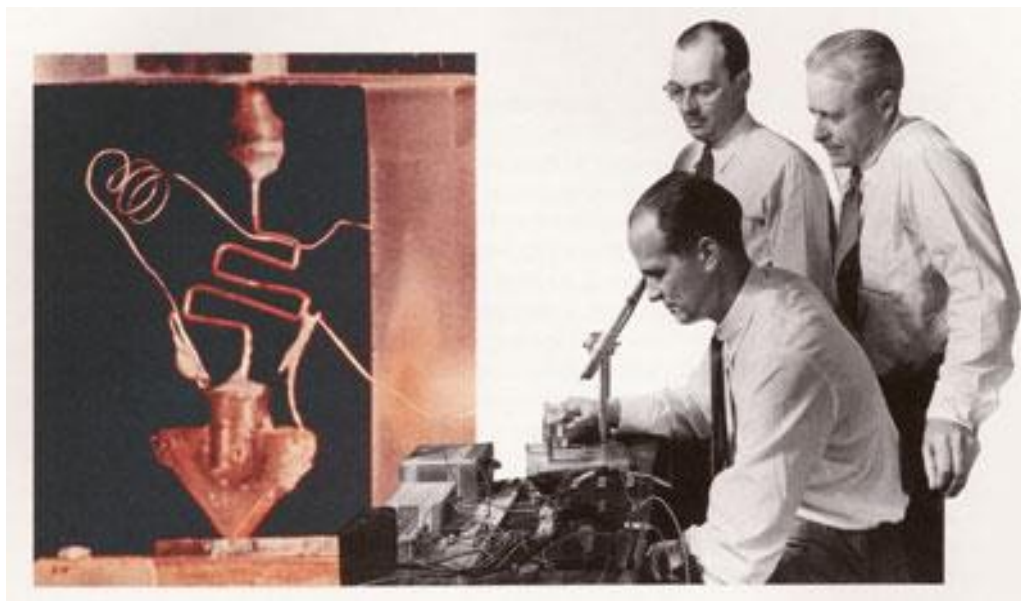
V roku 1938 si vzal za manželku Janu Maxwell a spolu mali tri deti. Po roku 1975 pôsobil ako emeritný profesor na univerzite Illinois. Zomrel v Bostone 30. 1. 1991 v dôsledku srdcového zlyhania po operácii pľúc.

William Bradford Shockley (13. 2. 1910 – 12. 8. 1989) bol americký fyzik a vyvinul plošný tranzistor, za ktorý v roku 1956 dostal Nobelovú cenu za fyziku.

Narodil sa v Londýne v Anglicku americkým rodičom a vyrastal v meste Palo Alto v Kalifornii od troch rokov. Jeho otec William, bol bankským inžinierom a ovládal osem

jazykov. Jeho matka Mária vyrastala na americkom západe a vyštudovala University Stanford a stala sa prvou bankskou inšpektorkou.

Svoj prvý titul bakalára získal na California Institute of Technology v roku 1932 a ešte ako študent sa oženil s Iowan Jean Bailey v auguste 1933 a v marci 1934 sa im narodilo dievčatko Alison a neskoršie mali syna Richarda. Doktorát získal na Massachusetts Institute of Technology v roku 1936 a jeho dizertačná práca sa volala „elektronické pásy v chloridu sodného“, a pri práci mal poradcu John C. Stater. Po získaní doktorátu sa pripojil k výskumnej skupine na čele Clinton Davisson v Bell Laboratories v New Jersey. Publikoval množstvo základných dokumentov o fyzike pevných látok v Physical Review. V roku 1938 bol prijatý jeho prvý patent „Elektrónové vybíjacie zariadenie na elektrónových násobičoch“. Keď sa USA zapojili do II. sv. vojny, Shockley bol zaradený do radarového výskumu v laboratóriu vo Whippany v New Jersey. V máji 1942 odišiel z Bell Labs, aby sa stal riaditeľom výskumu na Columbia University. Jednalo sa o vylepšenie obrany konvojov proti nemeckým ponorkám. Ako vedúci tímu nariadil urobiť štatistiku o úspešnosti a zistil, že hlboké nálože explodujú príliš hlboko. Poradil, aby boli radary zabudované na lietadlách s vyškolenými posádkami a potopenie nemeckých ponoriek sa strojnásobilo. Ako vedúci často chodil do Pentagonu a Washingtonu, kde sa stretol s mnohými vysoko postavenými dôstojníkmi a vládnymi úradníkmi. V roku 1944 usporiadal vzdelávací program pre B – 29 pre bombardovacích pilotov na používanie nových radarových zameriavačov. Za túto činnosť dostal 17. 10. 1946 medailu za zásluhy. V júli 1945 ministerstvo vojny požadovalo Shockley, aby pripravil správu o otázke obetí pri invázii na Japonsko. Shockley prišiel k záveru, že pravdepodobne bude nutné zabiť 5 až 10 miliónov Japoncov a straty zo strany USA by mohli byť 1,7 až 4 milióny obetí. Táto správa ovplyvnila použitie bombardovanie



atómovými bombami na Hirošimu a Nagasaki a donútiť tak Japonsko ku kapitulácii.

Krátko po skončení II. sv. vojny v roku 1945 vytvorili v Bell Laboratories Solid State Physics Group, vedenú Shockley a chemikom Stanley Morgan, kde pracovali John Bardeen,

Walter Brattain, Gerald Pearson, chemik Robert Gibney, elektrotechnik Hilbert Moore, a niekoľko technikov. Ich úlohou bolo nahradiť elektrónkové zosilňovače zosilňovačmi na báze polovodičov. Na obrázku sú tvorcovia tranzistora a Shockley je pri mikroskope. Jeho prvé pokusy boli založené na myšlienke, ktorú presadzoval Shockley o použití externého elektrického poľa na polovodič a tak ovplyvňovať jeho vodivosť.

Tieto experimenty neprinášali požadované výsledky. Bardeen navrhol teóriu vyvolávania povrchových stavov, ktoré bránia prieniku polovodiča. Skupina zmenila svoje zameranie na štúdium týchto povrchových stavov. V zime 1946 mali dostatok výsledkov, ktoré Bardeen spísal v dokumente Physical Review.

Tempo práce sa významne zvýšilo, keď začali znižovať vzdialenosť kontaktov medzi polovodičmi a vodivými drôťmi s elektrolytmi. Moore postavil obvod, ktorý im umožnil meniť frekvenciu vstupného signálu. Začali mať dôkaz zosilnenia energie, keď Pearson, konal na základe návrhu Shockley, dať napätie na kapky glykolu bórxu (viskózna látka), ktorá sa nevyparí a bežne sa používa v elektrolytických kondenzátoroch umiestnením cez PN prechod.

V decembri 1947 sa podarilo Brattain a Bardeen bez účasti Shockley vytvoriť hrotový tranzistor, ktorý dosiahol zosilnenie vstupného signálu. Na patentovej listine chýbalo meno Shockley, čo ho rozhnevalo a tajne začal pracovať na vývoji iného druhu tranzistora založeného na hradle a nie na bodových kontaktoch. Dňa 13. februára 1948 John N. Shiv, postavil hrotový tranzistor s bronzovými kontaktmi na prednej a zadnej časti tenkého klinu z germánia, čo dokazuje, že diery mohli difundovať v germánium a nie len na povrchu, ako sa predtým myslelo. O niekoľko mesiacov Shockley vynašiel plošný tranzistor. Bol to robustnejší typ tranzistora s vrstvou „Sendvič“. Táto metóda bola použitá vo väčšine tranzistorov vyrobených v 60. rokoch a tak vyvinul „Bipolárny tranzistor“. Shockley vypracoval pomerne ucelený opis toho, čo on nazýval „sendvičový tranzistor“, a prvý dôkaz princípu bol získaný 4. júla 1951. V roku 1950 publikoval 558 stránkové dielo „elektróny a diery v polovodičoch“. V roku 1951 bol zvolený za člena Národnej akadémie vied vo veku 41 rokov.

Správa Bell Laboratories predstavila Shockley, Bardeen a Brattain ako tím vo vývoji tranzistora. Hoci Shockley sa snažil opraviť zoznam, tak, že on má výhradné zásluhy na vynáleze. Vzťahy medzi ním Bardeenom a Brattainom sa zhoršili natoľko, že Brattain opustil skupinu a pracoval na inom úseku v Bell Laboratories a Bardeen v roku 1951 opustil Bell Laboratories.

Shockley chcel moc a zisk, mal pocit, že nie je dostatočne ohodnotený a tak si vzal dovolenku v roku 1953 a presťahoval sa do California Institute of Technology po dobu štyroch mesiacov ako hosťujúci profesor.

V roku 1955, Shockley sa pripojil k Beckman Instruments, kde bol menovaný vedúcim novozaloženej Shockley Semiconductor Laboratory. Spočiatku chcel získať do laboratória bývalých spolupracovníkov z Bell Labs, ale nezískal ani jedného a tak sa rozhodol vyhľadať čerstvých absolventov na univerzitách. Jeho vedenie bolo despotické a paranoidné a vytváralo medzi spolupracovníkmi nezdravé prostredie. Jeho požiadavky na vytvorenie nového technicky ťažko zvládnutého typu NPN diódy, ktorá sa spočiatku volala Shockley dióda, ktorú poznáme dnes pod názvom tyristor, spomaľovalo projekt. Potom čo dostal Nobelovú cenu v roku 1956, ešte viac sa zväčšila jeho panovačnosť a pýcha. Na konci roka 1957, osem výskumníkov rezignovalo potom, čo Shockley rozhodol, že nebude pokračovať vo výskume polovodičov na báze kremíka. Po stretnutí s Sherman Fairchild a verejného

obstarávania na počiatočný kapitál z Fairchild Camera and Instrument Corporation, začali Fairchild Semiconductor produkovať polovodičové výrobky. Kým Shockley sa stále snažil vyrobiť jeho trojcestnú diódu, firma Fairchild a Texas Instruments uviedli na trh sériu tranzistorov už na báze kremíka. Prínosom bolo, že v roku 1961 spolu s Hans Oueisser vyvinuli jednoduchý solárny článok. Firma bola v roku 1960 predaná a stala

sa súčasťou ITT v roku 1968.

Shockley bol populárny ako rečník a amatérsky kúzelník. So svojou manželkou Jean sa rozviedol v roku 1954 a po vytvorení Shockley Semiconductor sa 23. 11. 1955 oženil s Emmy Lanningovov, učiteľkou na psychiatrii v New Yorku. Mali šťastné manželstvo, ktoré trvalo do jeho smrti. V júli Shockley, jeho manželka a syn Dick boli pri dopravnej nehode, z ktorého sa Shockley niekoľko mesiacov zotavoval. Zomrel na rakovinu prostaty 12. 8. 1989. Na obrázku je prvý plošný tranzistor, ktorý vyvinul Shockley v roku 1948.



Začiatkové tranzistorové technológie

Z hľadiska delenia tranzistorov sa začínajú deliť už na samom začiatku podľa typu spoja, na „Metal – Semiconductor transistor“ od roku 1947 a „PN Semiconductors junction transistor“ (polovodičové plošné tranzistory) od roku 1950.

Hrotový tranzistor vyvinutý v Bell Laboratories a neskoršie vyvinutý v spoločnosti Philco s povrchovou bariérou boli rýchlo nahradené plošnými tranzistormi, ktoré vynašiel Shockley.

Prvé varianty plošných tranzistorov sa delili podľa typu spojenia, v ktorých boli jednotlivé kryštály germánia a neskôr kremíka ťahané z taveniny s cieľom dosiahnuť PN prechod. Tieto varianty delenia sa nazývali: Double Doping, Rate Growing, Meltback a Grown diffused (drift).

Double Doping. Týmto spôsobom sa vytvoril veľký monokryštál a tranzistory museli byť vyrezávané z kryštálu v tvare tenkej tyče, ktorá mala základnú vrstvu v jej strede. Prvé vyrobené tranzistory mali veľmi zlú frekvenčnú odozvu vzhľadom k šírke základne a kolektorovej kapacite.

Rate Growing výrazne zlepšila výkon, ale boli mimoriadne drahé na výrobu, a tak sa vyrábali iba na vojnové účely.

Z hľadiska lepšieho využitia tranzistora sa začali doštičky dotovaním deliť na P alebo N polovodiče, a tak riadeným spôsobom výroby vznikli tranzistory NPN a PNP. Tieto tranzistory sa vyrábali technológiou „Alloy junction transistor“ (zliatinový plošný tranzistor), „Diffusion transistor“ (difúzny tranzistor), „Drift transistor“ (driftový tranzistor), „Planar technologies“ (planárnou technológiou).

Alloy junction transistor sa dobre hodil pre hromadnú výrobu a stal sa preferovanou metódou u výrobcov tranzistorov, ale mal horšie frekvenčné hodnoty a nebol vhodný pre rádiový prijímače vstupných vysokofrekvenčných obvodov. Tento problém sa vylepšil difúznou metódou, ktorá umožnila lepšiu kontrolu nad veľkosťou tranzistora. Difúzna

metóda pomohla k nájdeniu drift tranzistora, v ktorom mohla byť odstupňovaná v priečnom profile na základnom polovodiči s cieľom zlepšiť rýchlosť pohybu z emitora a tým aj frekvenčnú odozvu.

Planárna technológia tranzistora bola vynájdená v Bell Laboratories pod názvom (stolová hora) a komerčne dostupnejšia metóda planárneho tranzistora firmou Fairchild, za

predpokladu, že základný plátok sa fotolitograficky upraví tak, aby na ňom bolo zhotovených veľa tranzistorov, čo spôsobí obrovské zníženie nákladov na ich výrobu.

Prvé vyrábané tranzistory boli hrotové z čistého polykryštalického germánia, ale všetky plošné tranzistory boli založené na veľmi vysokej čistote jediného kryštálu polovodiča. K tomu boli potrebné technológie: chemické P vodivosti vo vysokej čistote polovodičov. Jednotlivá produkcia kryštálu. Čistenie zóny pre lepšiu čistotu.

Tranzistor s povrchovým hradlom vyvinuli v spoločnosti Philco v roku 1953 ako vylepšený zliatinový tranzistor. Bol zhotovený z prechodov kov – polovodič. Philco používal patentovaný proces od Bell Laboratories. Dve malé elektrochemické tryskové prúdy kvapalného síranu india ako elektrolyt na opačných stranách tenkého pásu germánia typu – N základného materiálu. Tento proces vytvoril kruhové jamky na každej strane N – typu germánia základného materiálu, dokiaľ sa základný materiál nestenčí na hrúbku niekoľkých tisícín milimetra. Potom čo bol proces leptania ukončený sa polarita elektrolytu otočila, čo malo za následok kovové indium, ktoré sa galvanicky nanášalo na kruhové jamky a vytvorilo emitor a kolektor tranzistora. Bol to svetovo prvý vysokofrekvenčný tranzistor vyvinutý v roku 1953 a bol schopný pracovať až vo frekvencii 60 MHz.

V návaznosti na výber materiálov pre hrotové tranzistory, chcel Shockley vyrobiť plošný tranzistor z polykryštalického germánia. Gordon Teal, fyzikálny chemik v Bell Laboratories horlivo presadzoval výrobu plošného tranzistora na jednom kryštály germánia a to tak, aby minoritné (menšinové) donory (diery) mali dlhšiu životnosť v monokryštály. Z tohto dôvodu spolu s Morgan Sparks vyvinuli metódu ťahania monokryštálov germánia typu – N taveniny základnej vrstvy a vytváranie vrstvy P (Pill dropping) s nečistotami na vytvorenie germánia typu – P. Kryštál narastal na veľkosť 0,13 mm a potom znova previesť späť na germánium typu – N a takto vytvoriť NPN štruktúru prechodu. Dotovanie bolo dvojité raz

Ga – Ge a o sekundu Sb – Ge počas ťahania kryštálu a potom sa ingot rezal pozdĺžne technológia (Double Doping Junction). Tento spôsob bol veľmi náročný a tak sa prestal používať. V polovici roka 1951 bol vyrobený celý rad funkčných plošných tranzistorov touto metódou. V prevádzke dosahovali výkon od 50 mW až do 2 W. Nevýhodou bola ich prechodová kapacita, ktorá bránila používať tranzistory na vyššie frekvencie.

Grown junction transistor, bol to prvý typ Binárneho tranzistora, ktorý bol na základe Shockley patentovaný 16. 6. 1948 a bolo to šesť mesiacov po tom čo uzrel svetlo sveta hrotový tranzistor. Prvé prototypy germániových tranzistorov boli vyrábané v roku 1949. V Bell Laboratories oznámila Shockley tranzistor 4. 7. 1951. NPN tranzistor je vyrobený z jedného kryštálu polovodiča, ktorý má dva PN prechody. V priebehu rastového procesu zárodočného kryštálu sa pomaly vyťahuje z roztaveného polovodiča, ktorý potom rastie do kryštálu v tvare tyče. Roztavený polovodič je dotovaný polovodičom typu – N na začiatku a v určitom okamihu sa proces rastu dotuje polovodičom typu – P a takmer okamžite sa pridáva polovodič typu – N vo väčšom množstve. Tieto prímеси sa rozpustia v roztavenom

polovodiči pričom P – typ je vrstva hrubá iba stotiny milimetra. Kryštál sa potom reže na plátky a P – typ je v strede a na typ – N sa prispájajú vývody a z veľmi tenkého zlatého drôtu je urobený prívod na vrstvu typu – P. Podobný iba opačný proces sa robí pri výrobe PNP tranzistorov. Najťažším procesom vo výrobe tranzistora je zvarovanie zlatého drôtu k základnej vrstve, pretože drôt má väčší priemer ako hrúbka základnej vrstvy.

Preto sa drôt sploští alebo upravuje do hrotu. Špička zlatého drôtu sa priloží k základnej vrstve a s plusovým kontaktom na drôte sa zvarí. Často sa ale stáva, že kontakt nie je presne v strede a môže vzniknúť skrat. Aby sa zabránilo skratu tranzistora, je zlatý drôt legovaný s malým množstvom rovnakého typu prímiesy aký je použitý na základne. To spôsobí iba to, že v mieste zvaru je o niečo hrubšia vrstva.

Rate Grown Junctions (pomer nastavenia spojenia) prímiesy darcu i akceptora sú prítomné v tavenine. Chladenie urýchľuje kryštalizáciu a prebytočné teplo spôsobuje pretavením. Keď nie je kryštalizácia úzkej zóny typu – P, tak je usadený. Opakovaním tohto procesu postupnosť NPN štruktúr môžu byť rastúce do kryštálu. Tie sú potom upravené do štvorcového prierezu kryštálu na malé tyče, ktoré môžu byť zostavené do jednotlivých tranzistorov.

Meltback Procesor je proces založený na relatívnej kinetike inkorporácie P alebo N typu prímiesi podľa kryštalizačnej rýchlosti. V tomto prípade je jeden kryštál s oboma prímiesami, ale ako celok je typ – N nakrájaný na kocky, z ktorých sa stanú jednotlivé tranzistory. Jeden koniec tyče je zahriaty na bod tavenia. Povrchové napätie udržuje roztavený koniec pohromade. Teplo sa odstráni a P základná vrstva je vytvorená ako prvá a potom zóna typu – N ako roztavené kvapky, ktoré kryštalizujú. Tento proces vedie k vytvoreniu NPN tranzistoru. Tento variant poskytuje lepší výkon v oblasti vysokých frekvencií. V roku 1957 sa uvádza zhotovenie tranzistora PNP vytvoreného z pruhu, ktorý obsahuje dve prímiesy P a jeden typu – N. Meltback kryštalická konštrukcia PNP je vytvorená spôsobom, v ktorom jeden z troch prímiesi prevláda v každom pásme. Oba tieto procesy zrýchlili proces základného poľa. Tranzistor experimentálne vykazoval zisk 15 dB pri frekvencii 60 MHz.

Grown Diffused (difúzna metóda) je počiatočné dotovanie taveniny riadené na požadovanú vodivosť kolektora. Dotovanie bázy a emitora sú prípadne súčasné, ale ich prepojenie je dané v ich relatívnej rýchlosti difúzie do kryštalizačného rozhrania.

Alloy Junction Transistor (zliatinový plošný tranzistor) je typ tranzistora, ktorý bol vynájdený John Saby z General Electric a podobný vývoj bol vynájdený Jacques Pankov z RCA. Autorstvo bolo súdnou cestou priznané RCA, ktorá podala Pankov patent o jeden deň skôr v júni 1952.

Spočiatku to boli tranzistory PNP a výroba plátok začínala typom – N z germánia, dotovaného antimónom, ktorá sa stala základom. Tranzistorová základňa je dotovaná do mono – kryštalického germánia s odporom 2 až 5 ohmov na centimeter a typ – N pre PNP tranzistor. Kryštál je nakrájaný na plátky a potom leptaný kyselinou za účelom odstránenia povrchových chýb na povrchu kocky. Naleptaná doštička je 0,08 až 0,15 mm hrubá. Kvapky india sú naparované na 0,38 mm hrubý emitor a na 2 mm hrubý kolektor. Kolektorové naparovanie má nižší bod tavenia ako čisté germánium a pretvorí sa do jedného kryštálu. Indium je akceptor typu – P v oblasti, ktoré tvoria body india a vytvárajú štruktúru PNP.

Hrúbku plátka možno regulovať.

Na vývoji polovodičov sa podieľala aj spoločnosť Telefunken, ktorá sa zaoberala vývojom kremíkových detektorov na centimetrové vlny vhodné pre radar. V decembri 1943 Telefunken uviedol detektory ED 700 až ED 705 na použitie v leteckých detektoroch pre

nočné stíhacie lietadlá s možnosťou nájsť nepriateľské bombardéry. Charakteristickým rysom bodových kontaktov detektora bol jeho vysoký šum a inžinieri Telefunken spolu s Mataro pracovali na duálnom detekčnom obvode, ktoré by mali mať zodpovedajúcu hodnotu šumu. V skutočnosti to boli tri elektródy, ale materiál kryštálu bol tak nehomogénny, že väčšina testov nedosahovala požadované parametre. O rok neskôr bol k dispozícii lepší materiál kryštálu. Karl Seiler Breslav odparoval kremík na grafitovom substráte a Heinrich Welker v Ústave fyzikálnej chémie v Mníchove použil techniku Bridgmanovú na vytvorenie kryštálu germánia.

Usporiadanie dvoch bodových kontaktov blízko seba na kryštáli, ktoré riešil Mataro, bol v podstate hrotový tranzistor, lebo nebol čas hlbšie skúmať určité elektrické javy lebo v roku 1944 sovietska armáda obsadila Sliezko a laboratórium museli opustiť. O štyri roky neskôr, keď pracoval v Societé des Freins et Signaux Westinghouse vo Francúzsku spolu s kolegom z Nemecka Heinrich Welker, ktorý pracoval na univerzite v Mníchove počas vojny na detektoroch z germánia, ktoré podporoval Siemens a stal sa známy pre svoje povojnové práce na prvom európskom tranzistore „Transistron“ z roku 1948 a svetu bol oznámený v máji 1949.

Robert Hall sa vrátil ku General Electric Research Laboratories Schenectady, po tom čo Bell Laboratória oznámil svoj bodový tranzistor. Hall práve absolvoval PhD v Caltechu a predtým pracoval v laboratóriách na množstve projektov, vrátane projektu radarovej diódy Haper North Warm. Dr. Albert Hull bol asistentom riaditeľa laboratória. On bol známy pre jeho kolegiálne riadenie s uvoľneným prístupom k výskumnej agende svojich zamestnancov. Hall pripomína, že Hull prišiel z Physical Review Letters, ktorá oznámila, že vytvorili hrotový tranzistor a Bardeen povedal „Robert tu je zaujímavý vývoj z Bell Laboratories. Vyzerá to, že je to niečo celkom nové a vzrušujúce. Chceli by ste sa pozrieť a zistiť, či tam je niečo zaujímavé.

General Electric má k dispozícii všetky potrebné know – how, a tak rýchlo okopírovali dizajn tranzistora. Program North mal na programe výrobu diód, ktoré by mohli zvládnuť napätie 100 voltov v závernom stave, ktoré bolo problémom techniky v tej dobe. Program North diódy a súvisiaci výskum zabezpečil, že mal výborné pochopenie kľúčovej technológie. Prvé diódy boli vyrobené spoločnosťou General Electric pod označením G5 a registrované ako RMA v júni 1948. Boli to diódy pre všeobecné použitie so schopnosťou prenášať nižšie frekvencie s použitím zvaranej technológie North germánia. Séria zahŕňala typy: G5A, G5B a G5D, ktoré zodpovedajú sérii 1N49 až 1N51.

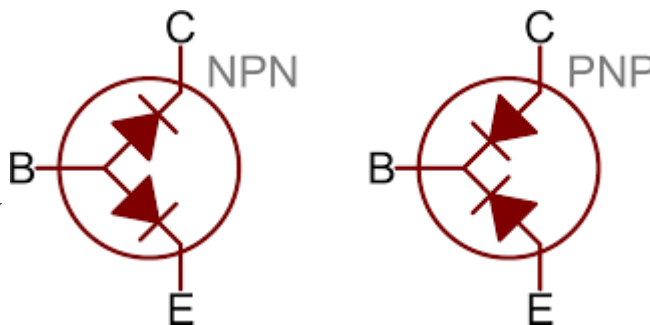
Na konci roka 1950 bolo vyrobených okolo milióna hrotových diód pod označením CK705 a konkurenčná firma Sylvania vyrábala hrotové diódy pod označením 1N34 a boli v púzde z kovu so skleneným uzáverom.

RCA vyrobilo v novembri 1948 prvé hrotové tranzistory pod označením TA – 150, pričom TA znamená transistor amplifier a dátum a výrobné číslo boli dopísané ručne.

V roku 1951 začali s výrobou hrotových tranzistorov Western Electric, Sylvania GT – 372, Raytheon uviedol CK703 a General Electric typ SX – 4A a Z2.

V roku 1952 boli zhotovené prvé tranzistory i prvé laboratórne tranzistorové rádio vyrobené spoločnosťou Philips. Tranzistorové rádio Regency TR – 1 spoločnosti Texas Instruments bolo uvedené na predvianočný trh v roku 1954 za 49,95 dolárov a do Vianoc sa ich predalo asi 100 000 kusov. Tesla Rožnov začala vyrábať v roku 1957 prvé diódy a tranzistory z germánia.

V roku 1954 oznámil Gordon Teal na konferencii Texas Instruments, že tranzistor z kremíka je odolnejší, výkonnejší a lacnejší. Svoj názor potvrdil tým, že ukázal zosilňovač osadený germániovými tranzistormi a zosilňovač osadený kremíkovými tranzistormi. Keď sa germániový zohrial prestal hrať a kremíkový pokračoval v udanom výkone ďalej. V roku 1960 bola väčšina tranzistorov vyrábaných z kremíka, lebo je schopný pracovať až do teploty 150 °C, preto bol vhodnejší pre potreby americkej NASA a iných dôležitých programov. Na obrázku je vidieť usporiadanie prechodov na dvoch typoch tranzistorov.



Tranzistory sa hromadne presadili až po roku 1960, keď postupne nahradili elektrónky takmer vo všetkých elektronických spotrebičoch.

Holografia

Názov je zložený z dvoch gréckych slov: holos – úplný a grafia – záznam. Je to vyspelá forma záznamu obrazu, ktorá umožňuje zachytiť objekt v trojrozmernom pohľade.

Začiatky holografie siahajú do povojnovej doby, kedy v roku 1947 v Anglicku žijúci vedec maďarského pôvodu Dennis Gabor pracoval v oblasti elektrónovej mikroskopie a snažil sa nejakým spôsobom zlepšiť rozlišovaciu schopnosť. Keď sa ho priatelia pýtali na čom pracuje, odpovedal, že hľadá neviditeľné. Keď po prvýkrát uverejnil svoje úvahy, ktoré boli síce podopreté nejakými slabými výsledkami a predpovedal v budúcnosti jeho využitie a to niečo nazval holografia, vyvolalo to rad reakcii medzi vtedy známymi fyzikmi. Jedni Gabora považovali za fantasu, ale mnohí ho za to chválili.

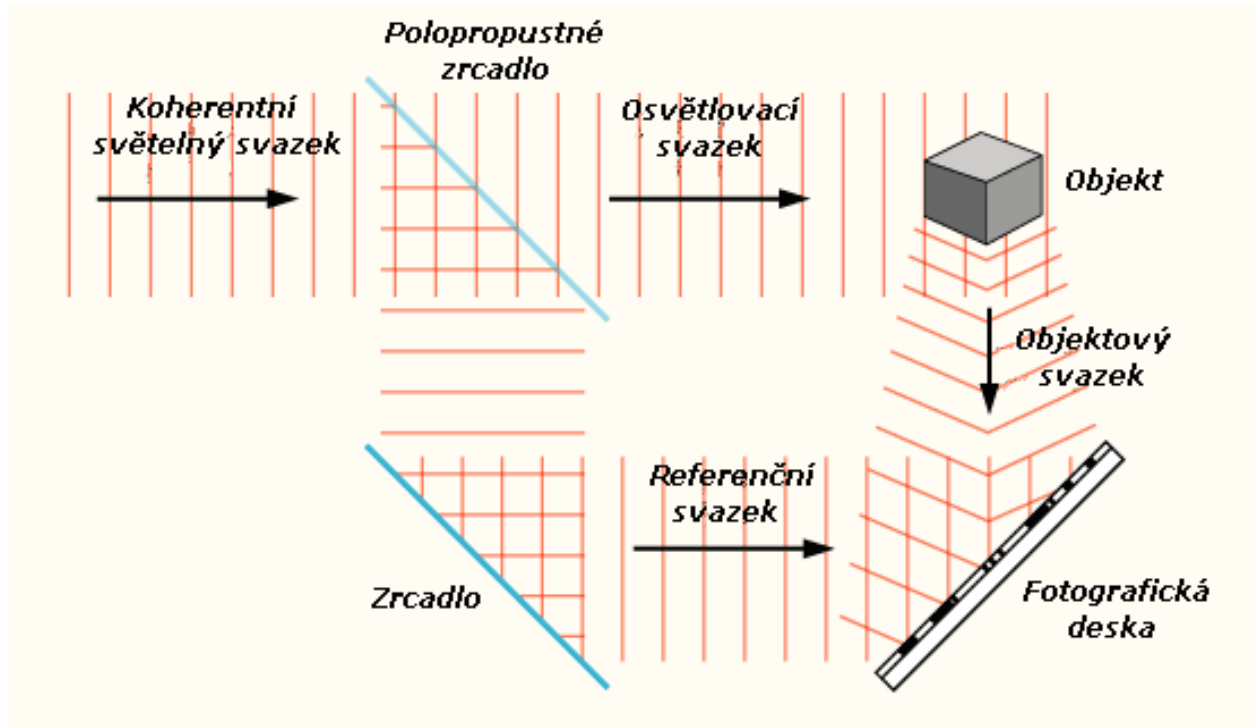
V tej dobe bola jediným známym zdrojom koherentného svetla ortuťová výbojka. Jej svetlo však nebolo celkom koherentné (spojité), preto Gabor musel pri svojich prvých pokusoch používať špeciálne clony a farebné filtre. Prvé hologramy mali radu nedostatkov, obrazy boli skreslené a obyčajne dvojité, navyše na nich boli tmavé škvrny, takže praktické uplatnenie nebolo.

Zmena nastala až po roku 1960, kedy bol objavený červený laser Theodorom Meiman. Jeho



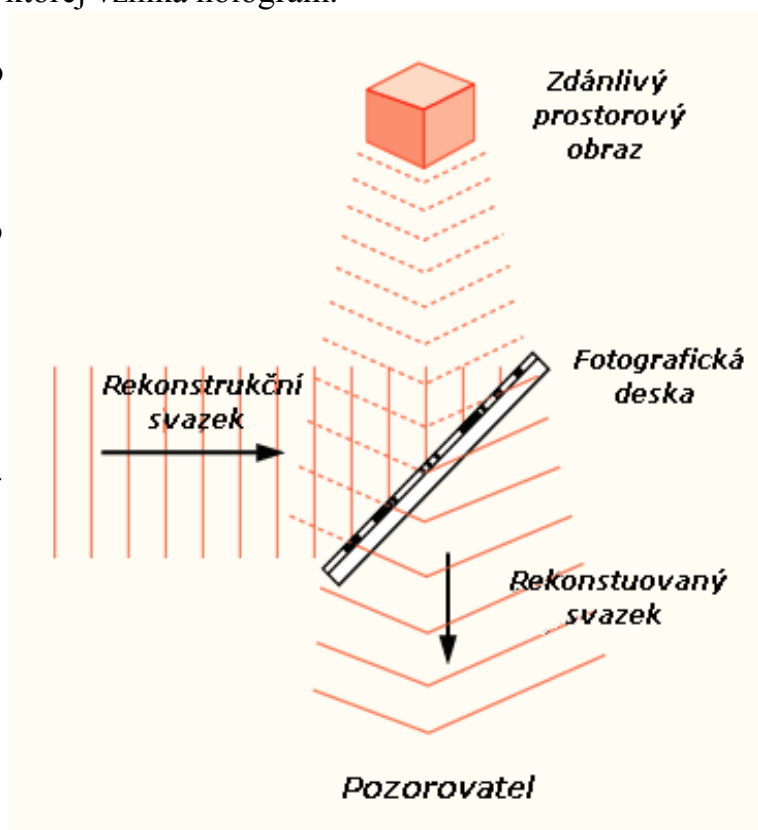
svetlo je vysoko intenzívne a preto bolo pre zhotovenie hologramov priam ideálne.

V roku 1962 pracovníci Michiganskej univerzity Emmet Leith a Janis Upatnieks pri práci na výskume v oblasti radarovej techniky prišli na to, že by sa hologramy dali využiť k priestorovému zobrazeniu, lepšie povedané, k záznamu priestorových objektov na dvojrozmerné médium.



Na obrázku je schéma záznamu hologramu koherentné svetelný lúč dopadá na delič svetla (polopriepustné zrkadlo) a delí sa na dva lúče. Jeden osvetľuje zaznamenávaný objekt a odráža sa od neho. Druhý (referenčný) ide priamo a odráža sa od zrkadla. Oba lúče spolu interferujú na fotografickej doske, na ktorej vzniká hologram.

Ich prvé obrazy zaznamenané holografickou technikou sú známe po celom svete a je to vláčik a vták a boli nesmierne verné pri pohybu pozorovateľa, pri ktorom sa ich priestorový obraz menil rovnako, ako keby sme pozorovali skutočný objekt umiestnený voľne v priestore. Na holograme sa zaznamenáva nielen intenzita svetla, ktoré v danom mieste dopadá, ale i jeho fázy po odraze od fotografovaného predmetu. Na obrázku je schéma rekonštrukcie (zobrazenia) hologramu. Použijeme iba jeden lúč koherentného svetla (v rovnakom smere, aký mal referenčný lúč). Po prechode záznamovým



médiom (fotografickou doskou) vzniká zdanlivý obraz objektu.

V roku 1962 skombinoval Jurij Denisjuk princípy holografie s vedomosťami Gabriela Lippmana, ktorý sa zaoberal hlavne farebnou fotografiou. Dokázal po prvýkrát na svete, že možno vytvoriť hologram viditeľný i pri obyčajnom svetle žiarovky. Tímy vedcov začali pracovať na tzv. reflexnej holografii a ich práce bola zavŕšená v roku 1965 získaním patentu. Iná skupina pracovala na využití holografických metód v priemysle a hlavne v letectve – používali k tomu veľmi krátke záblesky rubínového laseru, čo umožnilo zobrazovať i veľmi rýchle zmeny, ako deformácia materiálu pri vibráciách a pod.

Dennis Gabor získal v roku 1971 za svoj objav holografie Nobelovú cenu. Princíp holografie i napriek tomu, že bol objavený a vyskúšaný, mal spočiatku význam iba pre laboratórne účely. V roku 1967 sa ale objavil vo vedeckej ročenke hologram o rozmeroch pohľadnice a v tom istom roku sa taktiež začali vo svete poriadat' výstavy hologramov, za ohromného záujmu verejnosti. V roku 1968 sa objavila možnosť holografického zobrazenia pre televízne prenosy pri využití bežného osvetlenia, ale vzhľadom k náročnosti snímacej a najmä zobrazovacej aparatúry, zostalo to iba pri laboratórnych pokusoch.

Ďalší pokrok v oblasti holografie priniesol Dr. Stephen Benton z MIT (Massachusetts Institute of Technology) tzv. „vytlačovanú technológiu“, ktorá sa ohromne rozšírila a dnes ju poznáme ako celkom bežný ochranný prvok na bankovkách, platobných kartách a všade tam, kde potrebujeme chrániť výrobok pred falšovaním ako ochrannú známku. V roku 1972 Lloyd Cross priviedol holografickú techniku na filmové plátno, takže i tam bolo možné vytvoriť predstavu trojrozmerného zobrazenia.

Dlhé roky sa na výskumu podieľala taktiež spoločnosť Polaroid Corporation a jeden z jej zamestnancov Pieter van Heerden prišiel na spôsob, ako by bolo možné holografiiu využiť na záznam dát. Dnes sú bežne používané CD a DVD disky ako nosiče informácií a lúč laseru slúži ako prostriedok na zápis a reprodukciu záznamu. Tu sa však nejedná o holografickú techniku v pravom slova zmysle, i keď základný princíp je podobný. Práve holografické nosiče dátových záznamov môžu zaznamenať obrovské množstvo informácií, ktoré si môžeme predstaviť do usporiadaných stránok knihy, pričom každá stránka knihy je na nosič nahraná svetlom laseru pod iným uhlom. V marcovom čísle v roku 1984 svetovo uznávaný časopis National Geographic použil hologram na vytvorenie svojej obálky a v tom čísle vyšlo obsiahla diskusia o holografii. Najväčším a najobjemnejším múzeom holografického zobrazenia od ich prvých pokusov až k dnešným dokonalým obrazom je od roku 1993 prístupné na Institute MIT v Vambridge. Dnes už existujú hologramy vytvorené pomocou ultrazvuku.

Dennis Gabor sa narodil 5. 6. 1900 v Budapešti pod menom Gabor Dénes. Ako päťnásťročný sa zaujímať o fyziku. So svojím mladším bratom si doma zriadili malé laboratórium, kde robili pokusy, ktoré sa dočítali v časopisoch. V Maďarsku sa vtom čase fyzika neprednášala ako samostatný vedný odbor, takže štúdium dokončil v Berlíne na technickej vysokej škole, kde v roku 1924 získal diplom elektrotechnického inžiniera. V tej dobe bol Berlín známy prítomnosťou významných vedcov, ktorý prednášali na univerzite. Gabor sa vo svojej doktorskej práci, ktorú obhájil v roku 1927, zaoberal otázkami súvisiacimi s rýchlymi osciloskopmi a magnetické vychýľovanie elektrónového lúča na

obrazovke. V roku 1927 získal zamestnanie u firmy Siemens – Halske, kde pracoval na vývoji vysokotlakových ortuťových výbojkách a neskôr sa zaoberal možnosťami uplatnenia i ďalších plynov vo výbojkách. Po príchodu Hitlera k moci v Nemecku odišiel na krátko do Maďarska a napokon do Anglicka, kde až do roku 1948 pokračoval v tíme

výskumníkov na prácach výbojoch v zriadených plynoch. V povojnovom období sa medzi iným zaoberal teóriou informácií, pracoval na objave stereoskopického filmu a od roku 1948 jeho hlavnou náplňou holografia a elektrónové mikroskopy s cieľom zobraziť až jednotlivé atómy hmoty. V rokoch 1950 až 1953 spolupracoval ešte s laboratóriom AEI v Aldermastonu. Medzičasom jeho objav holografie získali obecnú popularitu a robili sa i prvé pokusy s akustickou holografiou.

V roku 1949 nastúpil na Imperial College of Science and Technology v Londýne, kde prednášal elektroniku a v roku 1958 sa stal na tomto ústave riadnym profesorom aplikovanej elektrónovej fyziky. V roku 1967 odišiel do penzie a on sám považoval obdobie profesúry za najlepšie roky svojho života. Venoval sa skutočne výskumu interakcie elektrónov, pracoval s Wilsonovou komorou na hraničných možnostiach ionizácie, na výskume mikroskopu na holografickom princípe, rýchlych elektrónových spektroskopoch, teórii magnetronov, plazmy atď.

Ani v penzii nazaháľal a so svojim dlhoročným priateľom Dr. P. C. Golgmarkom pracoval na rozvoji nových možností komunikácie, na výskume zobrazovacích displejov a osobne sa stále viac zaujímal filozofickými otázkami vývoja civilizácie, ktorá využíva stále viac priemyselné produkty a na túto tému vydal aj tri knihy. Celkovo mu bolo pripísaných viac ako sto patentov.

Zomrel 8. 2. 1979 v Londýne.

Tranzistorové kalkulačky a počítače

Prvou verejne ohlásenou tranzistorovou kalkulačkou je IBM 608, ktorá bola predstavená v apríli 1955. Postavený prototyp bol daný do prevádzky v októbri 1954, ale nebola ešte komerčne uvedená. Hlavným návrhárom obvodov v systéme IBM 608 bol Robert A. Hente, ktorý neskôr dohliadal na výrobu obvodov s logikou spojenou s emitormi (ECL).

Kalkulačka obsahovala 3000 germániových tranzistorov, používala pamäť z magnetických jadier. Hlavná pamäť mohla uložiť štyridsať deväťmiestnych čísel a mal 18 – miestny displej.

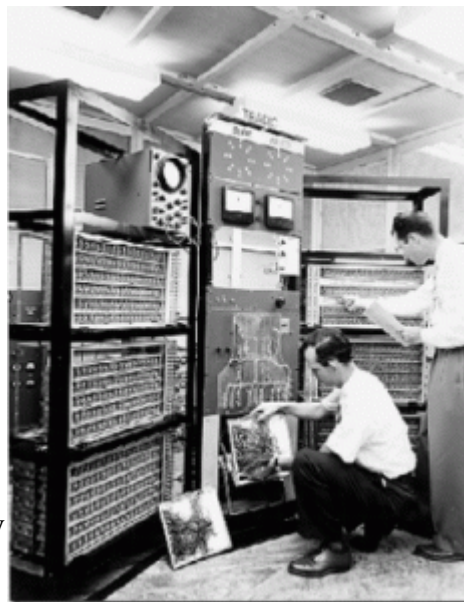
Vykonávala 4500 operácií za sekundu a dokázala spracovať 80 programových krokov. Tranzistorová kalkulačka IBM 608 umožnila 50 % zmenšenie veľkosti a 90 % zníženie spotreby energie voči modelu s elektrónkami. V roku bola cena kalkulačky stanovená na 83



210 dolárov, ale bola možnosť si kalkulačku zapožičať s poplatkom 1760 dolárov na mesiac. Kalkulačka bola z predaja stiahnutá v apríli 1959. Na obrázku je vidieť kalkulačku IBM 608 v pravej časti a vľavo je vstupno výstupná jednotka s dierkovačom diernych štítkov.

Prvým nie úplne tranzistorovým počítačom v USA bol TRADIC, ktorého názov je spojený zo slov TRANzistor Digital Computer a dokončený bol v roku 1954. Počítač postavil Jean Howard Felker z Bell Laboratories určený pre letectvo Spojených štátov, pričom L. C. Brown bol vedúcim inžinierom projektu, ktorý začal v roku 1951. Projekt spočiatku preskúmal, aká je možnosť uskutočnenia vzduchom chladeného tranzistorového počítača. Mala to byť druhá aplikácia tranzistorového digitálneho počítača. Ten prvý mal byť použitý v radarovom systéme Navy track – white – scan a mal byť použitý na riadenie bombardovacích lietadiel a navigáciu.

Počítač TRADIC Phase One mal 648 kazetových tranzistorov typu 1734 vyrábané v Bell Labs a 10 358 hrotových diód z germánia. TRADIC bol dostatočne malý a ľahký na to, aby mohol byť inštalovaný do B – 52 Stratofortress. Bol to univerzálny počítač a programy boli zavedené prostredníctvom vymeniteľnej karty. Bol schopný vykonať milión operácií za sekundu a bol spoľahlivejší ako elektrónkové počítače.



Harwell CADET bol plne tranzistorový počítač v Európe i prvý na svete. V roku 1953 sir John Cockcroftov povzbudil konštruktérov počítačov na stavbu počítača riadeného tranzistorami. E. H. Ciike – Yarborough vytvoril 64 – kilobajtovú magnetickú bubnovú pamäť s viacerými pohyblivými hlavami, ktoré boli navrhnuté v National Physical Laboratory v Anglicku. V roku 1953 jeho tím mal zhotovené tranzistorové okruhy, ktoré pracujú na čítanie a písanie na menšom magnetickom bubne z Royal Radar Establishment. Počítač používal nízku rýchlosť taktu iba 58 kHz, aby sa vyhlo potrebe použiť



akékoľvek elektrónky na generovanie hodinového kmitočtu. Hotový počítač bol pomenovaný ako CADET (Transistor Electronic Digital Automatic Computer) čítaný od zadu. Testovaný bol vo februári 1955 a obsahoval 324 hrotových tranzistorov, ktoré poskytli britské firmy Standard Telephone and Cables, ktoré boli dostupné v tom čase v dostatočnom množstve na začiatku projektu. Počítač bol postavený z niekoľkých štandardných dosiek s plošnými spojmi. Od augusta 1956 ponúka DADET pravidelnú výpočtovú službu, počas ktorej často vykonával výpočty nepretržite aj 80 hodín.

Integrované obvody

Skorý vývoj integrovaného obvodu sa datuje do roku 1949, keď nemecký inžinier Werner Jacobi zo spoločnosti Siemens AG podal patent na polovodičové zosilňovacie zariadenie

s integrovaným obvodom, ktorý obsahoval päť tranzistorov na spoločnom základe ako trojstupňový zosilňovač. Jacobi zverejnil malé a lacné sluchové pomôcky ako typické priemyselné aplikácie svojho patentu.

Myšlienku integrovaného okruhu vytvoril Geoffrey Dummer, radarový vedec pracujúci pre britské ministerstvo obrany Royal Radar. Dummer prezentoval túto myšlienku verejnosti na sympóziu o pokroku v oblasti elektronických súčiastok vo Washingtone, DC dňa 7. mája 1952. Verejne publikoval mnohé sympózia na šírenie svojich myšlienok a v roku 1956 sa neúspešne pokúsil vybudovať takýto okruh.

Pôvodnou myšlienkou IC (integrated circuit) bolo vytvoriť malé keramické štvorce, z ktorých by každá obsahovala jednu miniatúrnu zložku. Komponenty by potom mohli byť integrované a zapojené do dvojrozmernej alebo trojrozmernej kompaktnej siete. Táto myšlienka, ktorá sa zdala veľmi sľubná v roku 1957, bola americkej armáde navrhnutá Jackom Kilbim a viedla ku krátkodobému programu „Micromodule“, podobne ako v roku 1951 bol projekt „Tinkertoy“. Kilby prišiel s novým revolučným dizajnom.

Ako nový zamestnanec spoločnosti Texas Instruments, Kilby zrealizoval svoje predstavy počas celozávodnej dovolenky v júli 1958 a úspešne ho demonštroval 6. 2. 1959. Polovodičový základ obsahuje všetky komponenty úplne integrované na polovodičovej báze. Prvým zákazníkom nového vynálezu bolo americké letectvo. Kilby získal v roku 2000 Nobelovu cenu za fyziku za vynález integrovaného obvodu.

O päť mesiacov neskôršie Robert Noyce vo firme Fairchild Semiconductor vyvinul nový rad integrovaných obvodov, praktickejšieho prevedenia ako bola implementácia Kilbyho. Noyce použil ni výrobu integrovaných obvodov (IO) kremík, zatiaľ čo Kilby použil germánium. Kurt Lehov zo spoločnosti Sprague Electric prišiel na princíp izolácie P – N junction, čo bol kľúčový koncept pre IO. Táto izolácia umožňuje každému tranzistoru pracovať nezávislo napriek tomu, že je súčasťou toho istého kremíkového základu.

Spoločnosť Fairchild Semiconductor bola tiež domovom technológie IO s kremíkovými bránami, základom všetkých moderných počítačových čipov CMOS. Táto technológia bola vyvinutá talianskym fyzikom Frederico Faggin v roku 1968. V roku 1970 nastúpil so spoločnosti Intel, s cieľom vytvoriť prvý jednoúčelovú centrálnu procesorovú jednotku (CPU), mikroprocesor Intel 4004, za ktorú dostal medailu National Metal of Technology v roku 2010.

Mikroprocesor 4004 bol navrhnutý japonskou firmou Busicom, a jeho tvorcom bol Masatoshi Shima a v Intel bol pri jeho realizácii aj Ted Hoff v roku 1969.

Integrovaný obvod analógový alebo digitálny s vnútornými pripojeniami uloženými na jednom kuse polovodičového materiálu. Jack Morton, vedúci výroby tranzistorov v Bell Labs (Bell Telephone Laboratories), opísal skorú koncepciu takéhoto obvodu. V internej správe z roku 1949 poznamenal: „Predstavte si techniku, v ktorej spojovacie vedenia a pasívne prvky sú vytlačené v jednom kontinuálnom výrobnom procese.“

Do roku 1952 G. W. A Dummer, manažér telekomunikačného výskumného zariadenia v Malverne v Anglicku, navrhol, technológia pokročila do takej miery, že s príchodom tranzistora a prácou na polovodičoch všeobecne sa zdá byť teraz možné počítať s

elektronickým zariadením v pevnom bloku bez spojovacích drôtov. Hoci úsilie Demmera trvalo takmer 10 rokov, aby prinieslo ovocie a ďalší výskumníci uspeli v produkcii lepších pracovných prostriedkov v rokoch pred 1958.

Počas niekoľkých rokov od vynálezu tranzistora vedci na celom svete sledovali myšlienku výroby viacerých zariadení na jednom čipe. Vďaka pôvodnej štruktúre kontaktných bodov Bell Labs Werner Jacobi zo spoločnosti Siemens v Nemecku podal v roku 1949 patent na päť obvodový zosilňovač na jednom čipe. Sidney Darlington z Bell Telephone Laboratories patentoval obvody s dvomi a tromi tranzistormi v roku 1953. V roku 1957 Yasuro Tarui vytvoril tranzistor typu „quadrapole“, forma unipolárneho tranzistora a bipolárneho spojovacieho tranzistora na tom istom čipe v elektrotechnickom laboratóriu MITI v Tokiu.

Všetky tieto zariadenia obsahovali konštrukcie, v ktorých by viaceré tranzistory mohli zdieľať spoločnú aktívnu oblasť bez elektrickej izolácie, keby ich oddelili od seba. Určité komplexné počítače a spínacie obvody tvorili triedu špeciálnych integrovaných funkcií, ktoré by sa dali dosiahnuť aj bez potreby izolácie medzi aktívnymi zariadeniami. S využitím siete prvkov RC (odpor – kondenzátor) na jednom čipe germánia navrhol Harwiek Johnson v roku 1953 kompletný obvod oscilátora fázového posunu v RCA v New Jersey. Toto zariadenie síce nenašlo komerčné uplatnenie, ale i tak jeho záujem o integráciu pokračoval, keď dohliadal na prácu Torkela Wallmark na posuvnom registri určenom pre letecké sily, pod názvom „Integrované polovodičové zariadenia“, ktorá bola spomenutá v článku RCA Laboratories v správe z roku 1957 a obsahoval fotografiu integrovaného zariadenia Wallmark, ktoré v jednej jednotke kombinuje funkcie, ktoré majú vykonávať celá skupina kondenzátorov a odporov.

V IBM v Poughkeepsie v New Yorku v roku 1954 Joseph Logue dohliadal na konštrukciu integrovaného počítača s dvojítmymi základnými diódami od Rick Dill. Dill sa podarilo vybudovať jeden kremíkový čip so štyrmi stabilnými stavmi, v podstate podobný ako v Bell Labs. Vedený Ivanom Rossom, ktorý sa neskôr stal prezidentom Bell Labs, vytvorili H. H. Loar a L. A. D'Asaro „krokový tranzistor“, štvorstupňový kruhový čítač, ktorý nahradí osem tranzistorov a desiatky diód, odporov a kondenzátorov na jednom kremíkovom čipe z roku 1955. Počítače Bell a IBM boli založené na štvorvrstvovej diódovej štruktúre pôvodne koncipované Williamom Shockleym, ktorý si uvedomil, že zariadenie PNPN ponúka dve prevádzkové podmienky ako spínač, ktorý by mohol zostať v jednom z dvoch stavov. Videl to ako náhradu za mechanické priečne prepínače v systéme Bell Telephone. Ekvivalentný okruh obsahuje dva tranzistory, diódu a dva odpory.

Texas Instruments v Dallase najala Jack Kilby, aby riadil program miniaturizácie okruhov pre letecké aplikácie. Predchádzajúce prístupy, ako napríklad zariadenia PNPN, produkovali skutočné integrované zariadenia, ale ponúkajú len obmedzený súbor funkcií vhodných obvodov. Kilby si uvedomil, že ak by mohol vyrobiť každú časť obvodu ako samostatný fyzický prvok v polovodičovom materiáli, konštruktéri by ich potom mohli spojiť do akejkoľvek požadovanej konfigurácie.

Počas letnej dovolenky ako nový zamestnanec nemal právo na čerpanie dovolenky, a tak pracoval na návrhu obvodov, ktorému sa hovorilo „týranie súčiastok“. V tom čase dospel k záveru, že ekonomickým riešením by mohlo byť použitie polovodičov ako základu všetkých súčiastok obvodu na jednej polovodičovej doske. Svoj objav prezentoval 12. septembra 1958 pred vedením Texas Instruments, kde ukázal kus germánia, na ktorom bol vyleptaný obvod oscilátora, ku ktorému bol drôtmi pripojený osciloskop. Stlačil tlačítko pripojenia

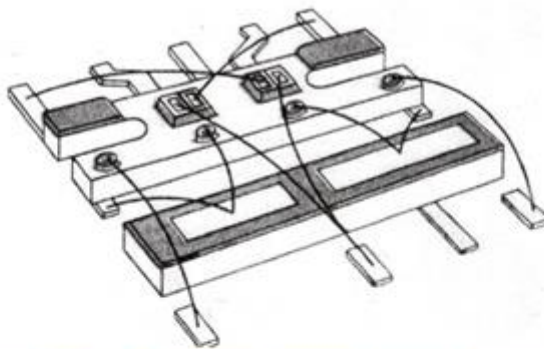
batérie a osciloskop ukázal spojitú sínusoidu, čo dokazovalo, že jeho integrovaný obvod pracuje, a že problém integrácie vyriešil. Patent na prvý integrovaný obvod bol podaný 6. 2. 1959.

V Kalifornii mal iný muž podobné nápady. V januári 1959 pracoval Robert Noyce v

malej začínajúcej spoločnosti Fairchild Semiconductor, ktorú založil v roku 1957 spolu so siedmimi spolupracovníkmi. Uvedomil si tiež, že celý obvod by mohol byť vyrobený na jednom čipe. Noyce premýšľal o oveľa lepšom spôsobe aký použil Kilby. Na jar dňa 25. 4. 1961 patentový úrad mu udelil patent na integrovaný obvod pod číslom USA 2981877, teda skôr ako bol udelený Kilbymu i napriek tomu, že ho podal skôr. Dnes sú oba uznávaní za to, že si integrovaný obvod vymysleli nezávislo od seba.

V roku 1954 sa spoločnosť Texas Instruments podieľala na výrobe prvého tranzistorového vreckového rádioprijímača, ktorý bol nesmierne úspešný. Možnosti elektronických obvodov boli takmer neobmedzené. Vo svojom výskume zistili, že niekoľko elektrických komponentov možno vyrobiť z kremíka, hoci v tom čase sa zaujímali iba o tranzistory. V tom čase bol prijatý Kilby iba mesiac pred letnou dovolenkou a zostal sám v závode s tým, aby premýšľal o výsledkoch integrovaných zosilňovačov IF. Ako si neskôr spomenul, povedal: Analýza nákladov mi poskytla prvý pohľad na štruktúru nákladov na polovodičový základ. Zrazu ho napadlo, že všetky časti okruhu, nie len tranzistory by mohli byť vyrobené z kremíka. V tom čase nevyrábali kondenzátory a odpory z polovodičov. Ak by bolo možné urobiť, celý okruh by mohol byť postavený z jedného kryštálu, čo by bolo menšie a oveľa jednoduchšie na výrobu. Kilbyho riešenie tohto problému sa stalo „monolitickou myšlienkou“. Vymenoval všetky elektrické komponenty, ktoré by mohli byť vyrobené z kremíka: tranzistory, diódy, odpory a kondenzátory. Aká bola reakcia jeho kolegov po príchode z dovolenky? Kilby na povedal: Existovali viaceré námietky. Väčšina ľudí si myslela, že ich nikdy nebude môcť robiť vo väčšom množstve. V tom čase bolo pravdepodobné, že menej ako 10 % tranzistorov na konci linky bude dobrých. Myšlienka, že by si dal niekoľko tranzistorov na čip, sa zdalo ako šialenstvo.

Kilby potom vymyslel a vybudoval jediné zariadenie so všetkými potrebnými časťami, ktoré by mohli byť vyrobené z kremíka a spájkovať ich s obvodovou doskou. Pochopil, že ak by mohol odstrániť drôty medzi jednotlivými časťami, mohol by vytlačiť viac častí do menšieho priestoru, čím by vyriešil prekážku výroby zložitých tranzistorových obvodov. Keď predstavil túto šibeničnú myšlienku svojmu šéfovi, páčil sa mu a povedal mu, aby sa pustil do práce. Dňa 12. 9. 1958 Kilby postavil pracovný model a 6. 2. 1959 si podala spoločnosť Texas Instruments



patent na svoj integrovaný obvod. Ich prvý Solid Circuit mal veľkosť 11 x 1.5 cm a po prvýkrát bol predstavený v marci 1960, ktorý je vidieť na obrázku.

V marci 1960 spoločnosť TI oznámila zavedenie výroby rady integrovaných logických

obvodov pod obchodným menom TI Solid Circuitspre. Táto séria IO sa nazývala „séria 51“, ktorá využívala modifikovaný DCTL obvod a SN 510 a SN 514 boli prvými IO na obežnej dráhe Zeme na palube satelitu IMP, ktorú USA vypustili 27. 11. 1963.

Prvé prototypy čipov od Fairchild boli ohlásené v novembri 1960. Čoskoro začali i iné firmy rozvíjať IO, medzi ktoré patrili Motorola a Signetics, ktoré v roku 1962 oznámili svoje prvé čipy.

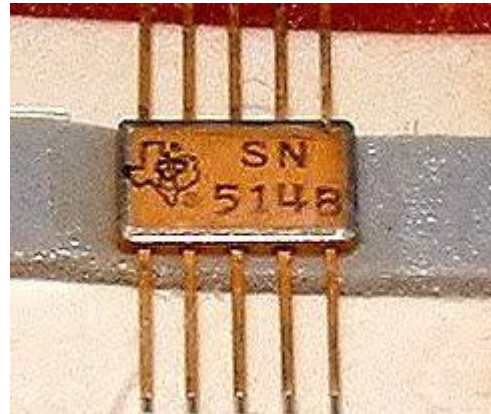
Integrované obvody získali svojich odberateľov v armáde na zhotovenie kremíkových čipov v roku 1961 a raketu Minuteman v roku 1962. Patric Haggerti, bývali predseda TI, podporil Kilbyho, aby navrhol kalkulačku

tak silnú ako veľké elektromechanické desktopové modely, ale dostatočne malú, aby sa vošla do vrečka kabáta. V roku 1965 bol Kilby poverený riadením tímu na vytvorenie prvej vreckovej kalkulačky na svete, ktorú osadil mikročipom pod názvom Pocketric.

V priebehu roka mal Kilby a jeho kolegovia Merryman a Van Tassel pracovný prototyp a o rok bol uvedený na trh 14. 4. 1971 a model kalkulačky mal hmotnosť jeden kilogram a predávala sa za 150 dolárov. Zobrazenie výstupných údajov bol problém, lebo technológia LED, ktorá sa stala štandardom pre zobrazenie výsledkov na kalkulačke, ešte nebola dost' pokročilá na to, aby sa mohla používať. Takže Kilby vynášiel novú tepelnú tlačiareň s tlačovou hlavou s nízkym výkonom, ktorá tlačila hodnoty na papier oproti vyhrievacej hodnote.

Geoffrey Dummer (25. 2. 1909 – 9. 9. 2002) je prvým mužom, ktorému treba pripísať koncept integrovaného modelu. Bol to britský inžinier celým menom Geoffrey William Arnold Dummer, ktorý bol jeden z prvých vedcov v radarovej technológii a stal sa priekopníkom v telekomunikačnom výskume v Malverne v 40. rokoch. Jeho práca s kolegami v TRE ho viedla k presvedčeniu, že je možné vyrobiť viacero prvkov obvodu do základného materiálu ako je kremík. V roku 1952 predstavil svoju prácu na konferencii vo Washingtone, DC, kde uviedol: „S príchodom tranzistora a prácou na polovodičoch sa teraz zdá byť možné počítať s elektronickým zariadením v pevnom bloku bez pripojenia drôtov. Blok môže pozostávať z vrstiev izolačných, vodivých a zosilňovacích materiálov, pričom elektronické funkcie sú priamo spojené rozrezaním oblastí rôznych vrstiev.“ Toto je dnes všeobecne akceptované ako prvý verejný opis integrovaného obvodu. Neskôr Dummer povedal: Zdalo sa mi to tak logické, lebo pracujeme na menších a menších komponentoch, zlepšujeme spoľahlivosť a znižujeme veľkosť. Myslel som, že jediný spôsob, ako by sme mohli niekedy dosiahnuť náš cieľ, bola vo forme pevného bloku. Potom odstránime všetky svoje problémy s kontaktmi a mať malý okruh s vysokou spoľahlivosťou. A to je dôvod, prečo som v tom pokračoval. Snažil som sa, aby si uvedomili, aký dôležitý bude jeho vynález pre budúcnosť mikroelektroniky a národného hospodárstva.

V septembri 1957 Dummer predstavil model na ilustráciu možnosti techník pevných



obvodov vo forme flip – flop pevného bloku polovodičového materiálu, vhodne dotovaný a tvarovaný na vytvorenie štyroch tranzistorov. Štyri odpory predstavovali silikónové mostíky a ostatné odpory a kondenzátory boli uložené vo forme filmu priamo na kremíkovom bloku

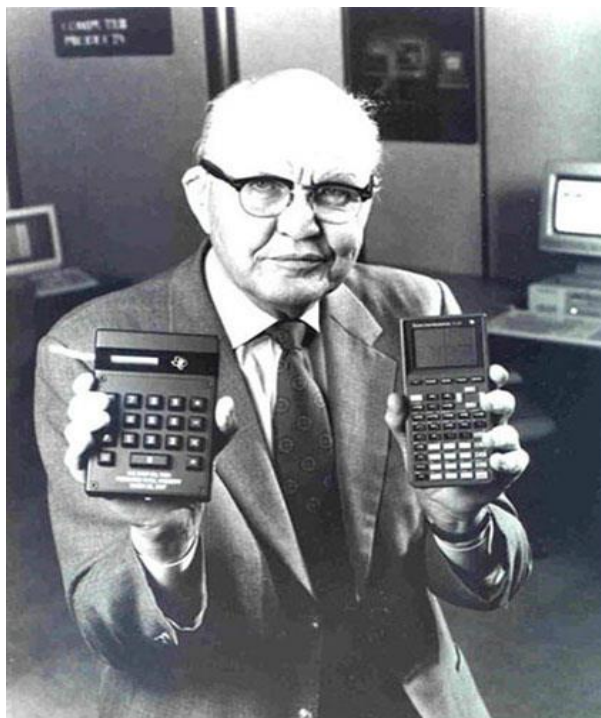
so zasahujúcimi izolačnými fóliami. Dummerové nápady však zostali nerealizované a relatívne neznáme, pretože armáda Spojeného kráľovstva nedokázala vnímať žiadne prevádzkové požiadavky na integrované obvody a britské spoločnosti neboli ochotné investovať peniaze na výskum. Dummer neskôr povedal: V jednej z mojich kníh som to pripísal vojenskej únavnosti, ale to je možno iba moje ospravedlnenia. Jasnou skutočnosťou je, že nikto nechce riskovať. Ministerstvo neuznávalo zmluvu, pretože nemalo požiadavku. Aplikácia v komerčnom smere neprichádza do úvahy, lebo nik nemal s týmto žiadne skúsenosti.

Jack Kilby (8. 11. 1923 – 20. 6. 2005) sa narodil v meste Jefferson City v štáte Missouri. Otec vlastnil malú elektrickú spoločnosť, ktorá v mladosti zapálila u Jacka vášeň pre elektroniku. Počas II. svetovej vojny bol umiestnený ako technik v Indii.

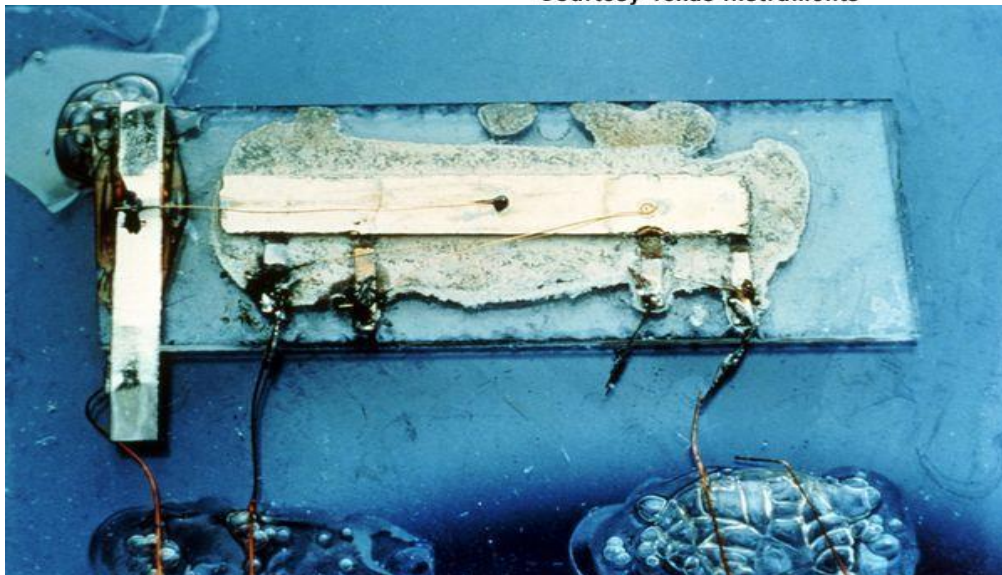
Svoje stredoškolské vzdelanie dokončil v Great Bend High School. V roku 1947 ukončil štúdium na univerzite Illinois v obore elektrotechnik. O tri roky neskôr ukončil štúdium na univerzite Wisconsin v Milwaukee. Počas magisterského štúdia pracoval Kilby v Centralab v Milwaukee, ktorá vyrábala časti rozhlasových a televíznych zariadení a sluchových pomôcok.

V roku 1958 začal Kilby svoju kariéru ako inžinier v spoločnosti Texas Instruments. Jeho zadelenie bolo do oddelenia miniaturizácie blokov pre armádu. Kilby čoskoro nadobudol všeobecné presvedčenie, že problém miniaturizácie môže vyriešiť iba pomocou polovodičov, jediným nákladovo efektívnym spôsobom. Pri práci na svojich nápadoch kombinoval jednotlivé izolované elektrické komponenty tak,

aby pracoval v miniatúrnom prostredí. To viedlo k vývoju integrovaného obvodu, prvý miniaturizovaný elektrický obvod, ktorý spôsobil revolúciu v doterajšej používanej technológii. Podal



Courtesy Texas Instruments



si prihlášku na americký patentový úrad vo februári 1959. Jeho integrovaný obvod našiel uplatnenie vo vojenskej a

komerčnej aplikácii. Technológia mikročipov pomáhala pri budovaní prvých vojenských systémov a integrovaný obvod sa uplatnil i v počítačoch.

Hoci integrovaný obvod bol revolúciou pre počítačový svet, ľudia boli skeptickí ich výkonmi a schopnosťami. Aby dokázal, že nie je to pravda, vyvinul kalkulačku, ktorá úspešne komerčne reprezentovala integrované obvody. Ľudia boli prekvapení vytvorením vreckovej kalkulačky, ktorá pri malých rozmeroch bola rovnako výkonná ako elektromechanický počítač. Kilby si tiež pripísal vyrobenie tepelnej tlačiarne. Tlačiareň slúžila ako užitočné zariadenie v spojení s dátovým terminálom, ktorú použil pri zápise dát na kalkulačke. V roku 1970 odišiel zo spoločnosti TI a začal sa venovať kremíkovej technológii pri výrobe elektrickej energie zo slnečného žiarenia.

Po dobu šiestich rokov, od roku 1978 do roku 1984, Kilby zastával pozíciu významného profesora elektrotechniky na univerzite Texas A & M. V roku 1990 mu bola udelená Národná medaila technológie. Bol zvolený za člena Národnej akadémie inžinierstva a v roku 2000 dostal Nobelovú cenu za fyziku, za jeho prelomový vynález integrovaný obvod. Kilby ochorel na rakovinu, ktorej podľahol 20. 6. 2005 Dalase v štáte Texas.

Robert Noyce (12. 12. 1927 – 3. 6. 1990) bol americký fyzik, ktorý v roku 1957 založil spoločnosť Fairchild Semiconductor a neskôr spoločnosť Intel Corporation v roku 1968. Je spolu s Kilbom zapísaný ako tvorca prvého integrovaného obvodu, ktorý bol revolúciou v stavbe počítačov. Na obrázku je s modelom integrovaného obvodu z roku 1966.

Narodil sa v Burlington v štáte Iowa ako tretí zo štyroch synov. Jeho otec bol reverendom a matka bola dcérou kongregačného duchovného. Keď mal 12 rokov postavil si so svojím bratom lietadlo, ktoré púšťali dolu zo strechy. Neskôr postavil rádio a na sane uchytil motor s vrtuľou.

Vyrastal v Grinnell a na strednej škole prejavil talent na matematiku a vedu a v roku 1945 nastúpil do Grinnell College. Na škole spieval a hral na hoboj. Mal problém pre ukradnuté prasa z farmy a hrozilo mu vylúčenie zo školy, ale nakoniec to zostalo iba prerušením na jeden semester a vo februári 1949 sa vrátil a v tom istom roku získal titul bakalára z fyziky a matematiky.

Ako vysokoškolák sa pri prednáške profesora Grant Gale, ktorému sa podarilo získať dva z prvých tranzistorov, ktoré vyrobili v Bell Labs, zostal Noyce z tranzistorov uchvátený. Gale mu navrhol, aby sa prihlásil na doktorandský program z fyziky na MIT, čo aj urobil a doktorát z fyziky na MIT získal v roku 1953.

Po skončení štúdia nastúpil do výskumu ako inžinier vo firme Philco Corporation vo Philadelphii. V roku 1956 odišiel do spoločnosti Shockley Semiconductor Laboratory v Mountain View v Kalifornii. V septembri 1957 osem spolupracovníkov odišlo od Shockley Semiconductor a založili novú spoločnosť Fairchild Semiconductor Corporation s pomocou kapitálu Sherman Fairchild a spoločnosti IBM. Nová spoločnosť sa ukázala ako úspešná a

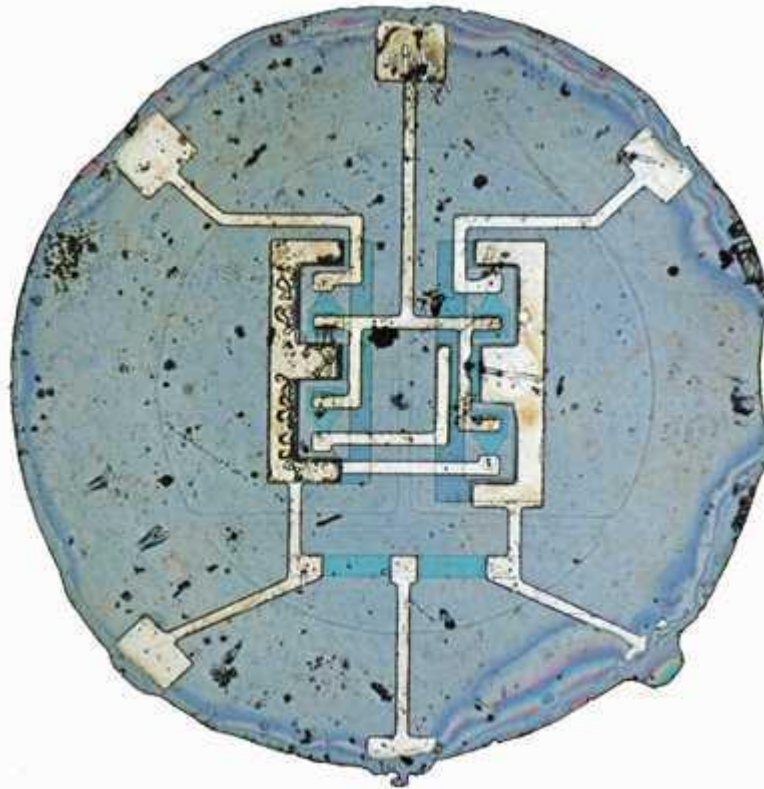


počas prvých dvoch rokov uplatnil vo vývoji sedem svojich vynálezov. V roku 1959 sa stal generálnym manažérom v spoločnosti Fairchild Semiconductor.

V roku 1968 sa stala spoločnosť jedným z hlavných výrobcov polovodičov a najmä integrovaných obvodov s desaťtisíc zamestnancami, ale situácia sa v spoločnosti začala zhoršovať, a tak spolu s Gordon Moore opustil spoločnosť Fairchild Semiconductor.

Noyce a Moore oficiálne založili spoločnosť NM Electronic v júli 1968, ale čoskoro sa jej meno zmenilo na Intel. V spoločnosti Intel bol šesť rokov prezidentom a počas tohto obdobia pomohol vytvoriť spoločnosť, ktorá bola výhodnejšia pre zákazníkov ako jej konkurenti. Prvým výrobným produktom bola IO 3101 Schottky binárna 64 – bitová statická pamäť s priamym prístupom SRAM, ktorá bola zavedená do výroby v máji 1969. Prvým najväčším hitom bol mikroprocesor 4004 z roku 1971.

V roku 1953 sa oženil s Betty Bottomley, ženou energickou a impulznou, rovnakej povahy ako Robert. Mali štyri deti a v roku 1974 sa rozviedli. Koncom roka 1974 sa oženil s Ann Bowers, prvou personálnou riaditeľkou v spoločnosti Intel. Na obrázku je vidieť prvý integrovaný obvod vyrobený Robertom Noyce z roku 1959 na báze kremíku.



Prezident Regan mu udelil Národnú medailu technológie v roku 1987. V roku 1988 sa Noyce rozhodol opustiť spoločnosť Intel aj Kaliforniu, aby spustil SEMATECH konzorcium výroby polovodičov podporované spoločnosťou SIA so sídlom v Austine v štáte Texas. Po úspešnom spustení nového podniku však Noyce zomrel na zlyhanie srdca 3. 6. 1990.

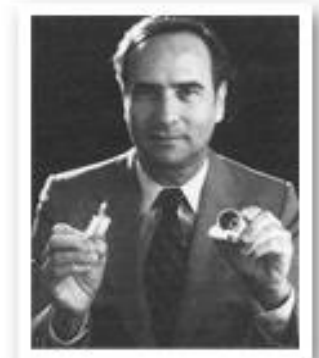
Laser (je skratka anglických slov) Light Amplification by Stimulated of Emission of Radiation, čo znamená „zdroj monochromatického koherentného svetla, ktoré vznikne umiestnením zosilňovača svetla do optického rezonátora naladeného na príslušnú vlnovú dĺžku“. Podľa všetkého prvý laser zostrojil v roku 1960 Theodore Maiman. Laserový zväzok vytvoril tak, že do tyče z umelého rubínu vysielať záblesky obyčajného svetla. Zosilnenie svetla vzniká vďaka stimulačnej emisii. Ide vlastne o druh luminiscencie, pričom

elektróny z vybudených stavov neprechádzajú na základné stavy za sprievodu vyžarovaného fotónu spontánne (náhodne), ale vplyvom interakcie s iným fotónom zodpovedajúcej

vlnovej dĺžky. Takto vyžiarený „nový“ fotón má rovnakú frekvenciu aj fázu ako pôvodný fotón. Vďaka umiestneniu do rezonátora (Fabry – Perot), čo sú dve rovnobežné zrkadlá, spontánne vyžarovaný fotón opakovane prechádza materiálom, vyvoláva stimulovanú emisiu a takto vzniknuté fotóny vyvolávajú ďalšiu stimulovanú emisiu a dochádza k lavínovému efektu. Pochopiteľne, spontánna emisia prebieha aj naďalej a po určitom čase môže prevážiť „balík“ fotónov pochádzajúcich od iného spontánne vyžarovaného fotónu. Tento čas udáva koherentnú dĺžku.

Niektoré lasery možno ladit' (meniť vlnovú dĺžku vyžarovaného svetla) v úzkom rozsahu, ak sa zabezpečí zhoda rezonančnej vlnovej dĺžky rezonátora a oblasti zosilnenia aktívnej látky.

Lasery poznáme v tuhej fáze – rubínového
polovodičové – laserová dióda
plynové – xenónový a argónový, CO₂
kvapalinové



DR. T. H. MAIMAN
first person to successfully
build and operate a laser.

Rubínový laser je zdrojom červeného svetla. U laserovej diódy ide o štruktúru podobnú LED dióde, ktorá je červená prechodom elektrického prúdu. S integrovaným rezonátorom tvoreným rozhraním polovodič vzduch. Kvapalinovým laserom je možné dosiahnuť pomerne veľkú šírku ladenia. Laser CO₂ dosahuje vysoké výkony v oblasti infračervenej a používa sa na obrábanie v priemysle. Argón dáva zelenú farbu.

Gordon Gold (17. 7. 1920 – 16. 9. 2005) prispel k vynálezu laseru, ktorý použil viditeľné svetlo a prvé použitie skratky Laser v roku 1959.

Narodil sa v New Yorku a študoval na Union College v New Yorku. Neskôr pracoval na projekte atómovej bomby, projekt Manhattan počas II. sv. vojny. Po vojne pracoval na rôznych súkromných firmách počas pôsobenia na školách City College of New York v rokoch 1947 až 1954, Columbia University v rokoch 1954 až 1957 a Brooklynského polytechnického inštitútu v rokoch 1967 až 1974. Počas pôsobenia na univerzite Kolumbii s Charlesom Townesom a inými osobami prispel k vývoju laseru. Vlastnil patenty na mnohých laserových zariadeniach používaných v priemysle a na lekárske účely. V roku 1974 založil spoločnosť Optelecom Inc., ktorá sa špecializovala na optické komunikácie a z firmy odišiel v roku 1985. Gold zomrel 20. 9. 2005 v



Manhattane vo veku 85 rokov.

Theodore Harold Maiman (11. 7. 1927 – 5. 5. 2007) bol americkým inžinierom a fyzikom, ktorý bol široko, ale nie univerzálne pripísaný vynález laseru (niektorí pripisujú vynález Gordonovi Goldovi). Maimanov laser viedol k ďalšiemu rozvoju ďalších typov laseru. Laser bol úspešne predvedený 16. 5. 1960. Na tlačovej konferencii 7. 7. 1960 v Manhattane a spoločnosť Hughes Aircraft Company, ohlásila laser svetu.

Maiman sa narodil v Los Angeles. V mladom veku sa jeho rodina presťahovala do Denveru v štáte Colorado, kde pomáhal svojmu otcovi s experimentovaním v laboratóriu domácej elektroniky. Získal peniaze z opráv elektrických prístrojov a rádii a po odchode z vysokej školy vo veku 17 rokov bol zamestnaný ako inžinier v National Radio Company. Po vojenskej službe u námorníkov na konci II. sv. vojny získal titul bakalára a inžiniersky titul na University of Colorado Boulder. Potom pokračoval v štúdiu na Stanfordskej univerzite, kde získal magisterský titul z elektrotechniky v roku 1951 a doktorát v roku 1955.

Jeho dizertačná práca z experimentálnej fyziky, pod vedením fyzika Willis Lamb, bola s detailného merania mikrovlnnej optiky jemných štruktúrnych plátok v excitovaných atómov hélia. Vyvinul tiež laboratórne prístroje na pokusy a s Lamb publikoval dva články v časopise Physical Review, z ktorých druhý vychádzal z vlastného výskumu.

V roku 1956 začal pracovať na oddelení atómovej fyziky v spoločnosti Hugen Aircraft Company v Kalifornii, kde viedol projekt redesignu rubínového kryštálu pre americkú armádu, čím znížil hmotnosť z 2500 kg kryogénneho zariadenia na 2 kg pri zlepšenom výkone. V dôsledku tohto úspechu presvedčil manažment spoločnosti Hugen, aby použili finančné prostriedky na podporu jeho laserového projektu od polovice roka 1959. S celkovým rozpočtom 50 000 dolárov sa dal na vývoj na základe vlastnej koncepcie so syntetickým rubínovým kryštálom. Na vývoji laseru pracovali i v IBM, Bell Labs, MIT , Westinghouse a RCA.

Po svojom uverejnení laseru sa v roku 1961 odpojil so siedmimi kolegami a pripojili sa k novovzniknutej spoločnosti Quantatron, ktorá vyrábala z rubínových kryštálov lasery. Po roku založil Maiman firmu Conrad Corporation, ktorá vyrábala vysoko výkonné rubínové lasery. V roku 1968 firmu kúpila Union Carbide a od roku 1976 do roku 1981 pracoval ako zástupca riaditeľa pre pokročilé technológie v spoločnosti TRW Electronics.

Maiman zomrel na systémovú mastocytózu 5. 5. 2007 vo Vancouveri v Kanade, kde žil so svojou manželkou Kathleen.

Luminiscenčné diódy

Je to polovodičová elektronická súčiastka, ktorá vyžaruje úzko spektrálne svetlo, keď ňou prechádza elektrický prúd v priepustnom smere. Svietiaci jav vzniká následkom žiarivej rekombinácie elektrónovo – dierového páru a je formou elektroluminiscencie. Farba vyžarovaného svetla závisí od štruktúry prechodu PN aj od použitého materiálu. Vytvorenie LED a laserových diód sa stalo možné vďaka výskumu polovodičov hetero – štruktúr, na ktorom pracoval ruský vedec Žores Ivanovič Alfiorov. Prvú praktickú použiteľnú LED diódu vyvinul v roku 1962 americký vedec Nick Holonyak. Najlacnejšie sa vyrábajú IR (infračervené) diódy, po nich nasledujú červené svietivé diódy, zelené sú asi o 20 % drahšie a modré sú aj niekoľko násobne drahšie ako červené, ale aj ich cena postupne klesá.

Infračervené majú svoju výkonovú špičku nad 680 nm, pričom ľudské oko je schopné

zachytiť žiarenie s vlnovou dĺžkou nad 1400 nm, LED s výkonom na 10 mW. V predaji sú IR LED s vlnovou dĺžkou 680 až 750 nm alebo 870 až 950 nm, ktoré sú vhodné do

diaľkových ovládačov. Svetlo týchto diód sa nedá pozorovať voľným okom, ale dá sa pozrieť cez digitálny fotoaparát, ktorý je na IR svetlo citlivý.

Biele LED vznikajú dvoma spôsobmi. Jeden tak, že sa použijú samostatné LED, ktoré emitujú základné farby, červenú, zelenú, modrú a ich zmiešaním vznikne biele svetlo. Druhým s použitím fosforového materiálu mení monochromatické svetlo z modrej alebo ultra fialovej LED na široko spektrálne biele svetlo.

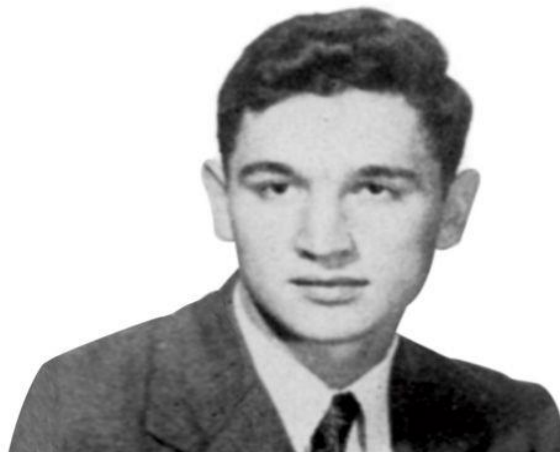
Nick Holonyak (3. 11. 1928 -) bol americkým inžinierom a pedagóg. Je známy vo svete pre svoj vynález LED (Light Emitting Diode) diódu, ktorá vyžaruje svetlo z roku 1962. Dióda vyžarovala viditeľné červené svetlo miesto infračerveného svetla.

Holonyak pochádza z Rusínov, ktorí sa z podkarpatskej Rusi presťahoval do USA a usadili sa na juhu Illinois. Otec pracoval v uhoľnej bani a Nick bol prvým členom rodiny, ktorý dostal nejaký ten stupeň vzdelania.

Spočiatku pracoval na železničnej dráhe, ale uvedomil si, že radšej pôjde do školy. Nick získal titul bakalára v roku 1950, magistra v roku 1951 a doktorát v roku 1954 z elektrotechniky na University of Illinois v meste Urbana – Champaign.

Nick bol prvým študentom, ktorému pomáhal John Bardeen pri získaní titulu Ph. D.

V roku 1954 odišiel do Bell Telephone Laboratories, kde pracoval na elektronických zariadeniach na báze kremíka. V rokoch 1955 až 1957 slúžil v amerických ozbrojených silách. Od roku 1957 až 1963 bol vedcom v Laboratóriu Advanced Semiconductor General Electric Company v Syracuse v New Yorku. V roku 1963 sa stal profesorom na univerzite Illinois, odkiaľ odišiel do dôchodku v roku 2013. V roku 1960 vytvoril prvý polovodičový laser a v roku 1962 prvú LED . LED sa tradične používajú najmä ako indikátory alebo zobrazovacie prvky v segmentových zobrazovačoch a bodových maticových zobrazovačoch, ako bežné nápisy na reklamné účely.



Mikroprocesor Central Processing Unit (CPU)

Centrálne procesorová jednotka (CPU) je mozog každého počítača. Spravuje všetky pokyny, ktoré dáte do počítača, a čím rýchlejšie to urobí, tým lepšie. CPU je v počítači časť hardvéru, ktorý vykonáva pokyny počítačového programu. Vykonáva základné aritmetické, logické a vstupné i výstupné operácie počítačového systému. CPU sa niekedy označuje ako centrálna procesorová jednotka alebo v skrátenej názve procesor.

Procesor sa niekoľkých častí. Prvou je aritmetická logická jednotka (ALU), ktorá vykonáva jednoduché aritmetické a logické operácie. Druhou je riadiaca jednotka (CU), ktorá riadi rôzne komponenty počítača. Číta a interpretuje inštrukcie z pamäte a transformuje ich do série signálov na aktiváciu iných častí počítača. Riadiaca jednotka

vyzýva aritmetickú a logickú jednotku na konanie potrebných výpočtov. Treťou je vyrovnávacia pamäť, ktorá slúži ako vysoko rýchlostná pamäť, kde je možné kopírovať a

prevziať inštrukcie. Jednotlivé komponenty procesora sa stali v mikroprocesore ukryté na jednom čipe.

CPU sa nachádza na základnej doske. Základné dosky majú zásuvku, ktorá je špecifická pre určitý typ procesora. CPU sa zahrieva, a preto potrebuje vlastný chladiaci systém vo forme chladiča s ventilátorom. ALU je miesto, kde sa ukladajú výpočty, ale ako sa tieto výpočty skutočne vykonávajú? Začína to vložением určitého množstva núl a jednotiek, podľa toho či je procesor 4 – bitový, 8 – bitový, 16 – bitový, 32 – bitový alebo najnovšie 64 – bitové. Vo vnútri procesora môžeme uložiť tieto hodnoty, ktoré vyhodnocujú tranzistory, ktoré riadia tok elektrickej energie v závislosti od toho, či je vypínač zapnutý alebo vypnutý. Tento tranzistor obsahuje binárne informácie a to, ak prechádza prúd je to jednotka a ak prúd neprechádza, tak je to nula. Tranzistory sú umiestnené na veľmi tenkom plátku kremíka. Jeden kremíkový čip môže obsahovať tisíce tranzistorov a jeden procesor obsahuje viacej čipov. V modernom mikroprocesore je všetko na jednom čipe a CPU obsahuje niekoľko miliónov tranzistorov.

Prvé CPU boli použité v počítači Manchester Baby, a bol spustený 21. júna 1948 na počítači Manchester Mark 1. Vďaka stavbe počítača EDVAC, na ktorom van Neumann spolupracoval bol program uložený v pamäti. Táto metóda navrhovania vlastných procesorov pre konkrétnu aplikáciu však do značnej miery ustúpila vo vývoji viacúčelových procesorov vyrábaných vo veľkých množstvách. Táto normalizácia sa začala v ére diskretných súčiastok a minipočítačov vytvorených z tranzistorov a zrýchlila sa uvedením integrovaného obvodu (IO). Integrovaný obvod umožnil, aby sa navrhovali čoraz komplexnejšie CPU.

Relé a elektrónky sa bežne používali ako spínacie prvky a počítač vyžadoval tisíce spínacích prvkov. Celková rýchlosť systému závisí od rýchlosti spínačov. Počítač EDVAC mali priemernú prevádzku bez poruchy 8 hodín, pričom počítače ako Harvard Mark I zlyhávali veľmi zriedkavo. Nakoniec procesory založené na elektrónkach sa stali dominantnými, pretože významné rýchlostné výhody, ktoré boli poskytnuté, vo všeobecnosti prevážili problémy so spoľahlivosťou. Väčšina s týchto začiatkových synchronických procesorov prebiehala pri nízkych frekvenciách v porovnaní s modernými mikroprocesormi. Hodinové frekvencie sa pohybovali od 100 kHz do 4 MHz.

Tranzistorové procesory, ktoré sa začali budovať v 50. a 60. rokoch už nemuseli byť postavené z objemných, nespoľahlivých a krehkých spínacích prvkov, akými boli elektrónky. V roku 1964 spoločnosť IBM predstavila počítačovú architektúru IBM System / 360, ktorý bol použitý v rade počítačov, ktoré dokážu prevádzať rovnaké programy s rôznou rýchlosťou a výkonom. Toto bolo významné v čase, keď väčšina elektronických počítačov bola vzájomne nekompatibilná. Aby sa to zlepšilo, IBM využila koncepciu mikroprogramu, ktorý bol stále viac rozšírený v moderných procesoroch. Architektúra System / 360 bola taká populárna, že dominovala na trhu s mainframe“ počítačmi po celé desaťročie.

V roku 1965 spoločnosť Digital Equipment Corporation (DEC) predstavila ďalší úspešný počítač, zameraný na vedecké a výskumné trhy pod označením PDP – 8. Tranzistorové počítače mali niekoľko významných výhod oproti ich predchodcom. Okrem nižšej hmotnosti, spoľahlivosti a nižšej spotreby energie, tranzistory tiež umožnili CPU pracovať pri oveľa vyšších rýchlostiach kvôli krátkej dobe spínania tranzistora v porovnaní s elektrónkami alebo relé. Zvýšená spoľahlivosť a dramaticky zvýšená rýchlosť spínacích

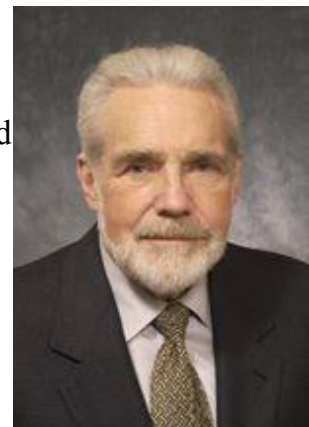
prvkov, boli počas tohto obdobia získané hodinové frekvencie CPU v desiatkach MHz. V tom období sa začali objavovať nové výkonné „vektorové procesory SIMD“, (Single

Instruction Multiple Data). Tieto experimentálne konštrukcie neskôr umožnili k vzniku ére superpočítačov akými boli Cray Inc a Fujitsu Ltd.

Počas tohto obdobia sa vyvinul spôsob výroby mnohých prepojených tranzistorov v kompaktnom priestore. Integrovaný obvod dovolil veľké množstvo tranzistorov, ktoré majú byť vyrobené na jednom čipe z polovodiča. Spočiatku boli len základné nešpecifikované digitálne obvody, ako napríklad „brány NOR“. CPU založené na týchto integrovaných obvodoch sa všeobecne označujú ako zariadenia „integrácie v malom rozsahu“ (SSI). Tieto integrované obvody obsahujú niekoľko desiatok tranzistorov. Ak chcete vybudovať celý CPU z integrovaných obvodov SSI, tak to vyžaduje použitie niekoľko tisíc takýchto obvodov. System IBM / 370 používal integrované obvody SSI a podobne i PDP – 11 bol pôvodne vybudovaný z čipov SSI a až neskôr bol implementovaný z LSI čipov.

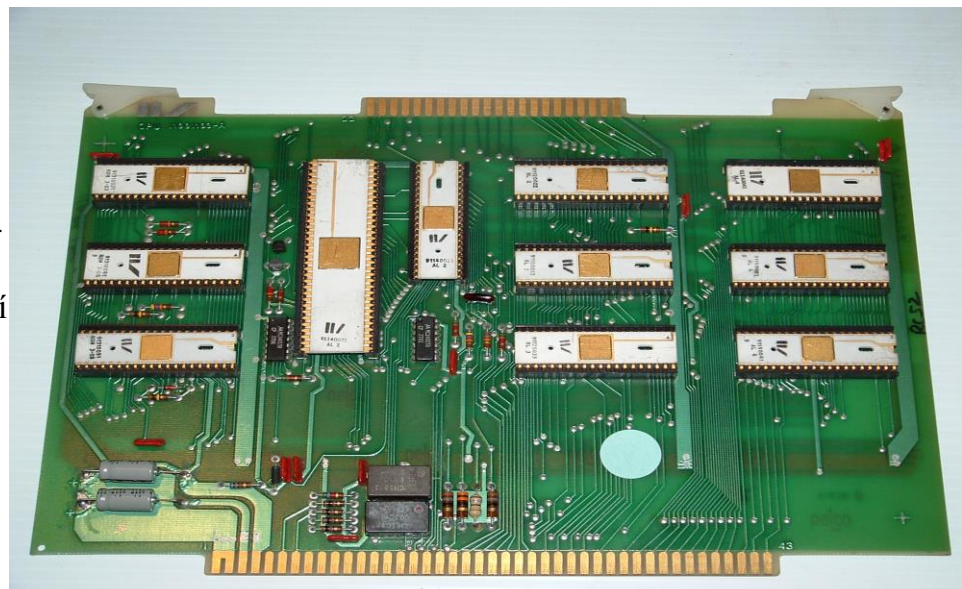
Ak by mal byť niekto považovaný za otca procesora MOS / LSI, bol by to Lee Boysel, ktorý založil spoločnosť Four – Phase systems spolu s ďalšími spolupracovníkmi, kde postavili jeden z najskorších počítačov pomocou polovodičovej hlavnej pamäte a logiky z LSI MOS. Spoločnosť bola založená vo februári 1969 a mal mierny komerčný úspech. Potom bol získaný spoločnosťou Motorola.

Myšlienka Four – Phase Systems sa začala, keď navrhoval Boysel komponenty MOS v spoločnosti Fairchild Semiconductor v roku 1967. Boysel napísal návod, ktorý vysvetľuje, ako môže byť vytvorený počítač z malého počtu čipov MOS. V spoločnosti Fairchild robil Vedúceho dizajnérskej skupiny MOS, ktorá navrhovala časti, ktoré spĺňali požiadavky predpokladaného počítača. Potom odštartoval v októbri 1968 Four – Phase System (štvor fázový systém), spolu s ďalšími dvoma inžiniermi zo skupiny Fairchild. Na obrázku je Lee Boysel. Boysel pripravil čipy, aby ich vyrobili v Cartesian, v spoločnosti na výrobu polovodičových plátov. Počítač Four – Phase systems preukázal svoju života schopnosť na počítačovej konferencii v roku 1970. Systém bol v júni 1971 v prevádzke u štyroch zákazníkov a do marca 1973 zaslal 347 systémov k 131 zákazníkovi. Spoločnosť dosiahla úspech, pričom v roku 1979 dosiahli príjmy 178 miliónov dolárov. V roku 1982 bola predaná spoločnosti



Motorola za 253 miliónov dolárov.

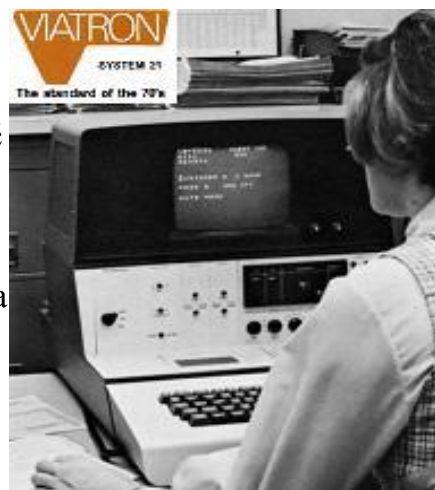
Počítač Four – Phase systems. Na obrázku je CPU karta a používal procesor s 24 – bitovým slovom. Skladal sa z troch častí čipov AL1, troch čipov ROM a troch čipov s náhodnou logikou. Pamäť RAM má kapacitu 1 kB na



jednom čipe. Systems tiež obsahoval zabudovaný video riadiaci systém,

ktorý by mohol ovládať až 32 terminálov z vyrovnávacej pamäte v rámci hlavnej pamäte. AL1 bol 8 – bitový plátok, ktorý obsahoval osem registrov a aritmetickú logickú jednotku ALU. Bol realizovaný pomocou Four – Phase logiky a používal viac ako tisíc brán s rozlohou 130 x 120 mm. Čip bol popísaný v článku z apríla 1970 v časopise Computer Desing. Hoci AL1 nebol nazývaný mikroprocesorom, bol to systém, v ktorom bol použitý jediný 8 – bitový AL1 ako súčasť demonštračného počítačového systému spolu s čipom ROM a pamäťou RAM a vstupným a výstupným zariadením.

Viatron je ďalšou zaujímavou, ale väčšinou zabudnutou spoločnosťou. Začalo to ako veľmi populárne uvedenie do prevádzky, ktoré bolo založené v novembri 1967. o rok neskôr oznámili počítač System 21, 16 – bitový minipočítač s integrovanými terminálmi, páskovými jednotkami a tlačiarňou postavenou z vlastných čipov MOS. Na obrázku je vidieť reklamu na počítač System 21 model 2150 z roku 1968. Plán spoločnosti bol vyrobiť veľké množstvo počítača System 21 a dúfali, že budú vyrábať čipy lacno a prenájom systému 21 za úžasne nízke ceny, ktorého cena za mesiac mala byť 99 dolárov. Žiaľ, Viatron narazil na zlé tržby, oneskorené dodávky a zvyšovanie cien. Toto malo za následok, že v marci 1971 spoločnosť vyhlásila konkurz.



Viatron je doslova pôvodcom mikroprocesora, lebo prvý použili slovo „mikroprocesor“ v svojom októbrovom oznámení mikroprocesora 2101. Tento mikroprocesor však nebol čip, ale celý inteligentný terminál, ktorý bol prenajatý za nízku cenu 20 dolárov na mesiac. Spoločnosť Viatron používala termín mikroprocesor na popis celej stolovej jednotky s klávesnicou a páskovými jednotkami. Vo vnútri mikroprocesorovej skrinky bolo veľa dosiek, lebo len samotný procesor pozostával z 18 vlastných MOS čipov na troch doskách, s viacerými doskami s čipmi MOS a CMOS pre rozhranie klávesnice, páskové jednotky a video displej.

Samotný procesor bol veľmi obmedzený, dokonca i aritmeticky. Napriek tomu môže byť Viatron systém model 2101 považovaný za prvý viac čipový procesor MOS / LSI vyrobený pred Four – Phase systems / IV. Viatron tiež postavil moderný univerzálny 16 – bitový počítač pod označením 62 – libra 2140, ktorý prenajímal za 99 dolárov na mesiac s Fortran kompilátorom. Pamäť je vyrobená z magnetických jadier s kapacitou 4 kB pre 16 – bitové slová a dve 16 – bitové aritmetické jednotky. Mikrokódový procesor mal rozsiahlu sadu inštrukcií a podporoval 48 – bitovú aritmetiku. Na trh prišiel tesne pred počítačom Four – Phase systems a javil sa ako prvý počítač vhodný na všeobecné účely. Žiaľ tržby boli zlé a výroba sa ukončila v roku 1973.

MP 944 / F – 14 CADC je to centrálny počítač s údajmi bol systémom riadenia pre stíhacie lietadlo F – 14 s použitím čipovej sady MP 944 MOS / LSI, ktorá bola vyvinutá v rokoch 1968 až 1970. Tento počítač spracovával informácie zo snímačov a generovaných výstupov pre prístrojové vybavenie a riadenie lietadla. Hlavnou operáciou, ktorú vykonávala, boli výpočty polynomickej funkcie na vstupoch. Táto čipová sada bola navrhnutá Payom Holtom, ktorý na svojej webovej stránke tvrdí, že tento 20 – bitový

sériový počítač by mal byť považovaný za prvý mikroprocesor.

Architektúra tohto počítača je dosť nezvyčajná, pochádza z troch funkčných modulov: násobič, rozdeľovač a špeciálna logika. Každá funkčná jednotka má mikrokód ROM, ktorý poskytuje 20 – bitovú mikroinštrukciu, dátovú riadiacu jednotku (SL), ktorá vyberá medzi 13 dátovými vstupmi a uskutočňuje prídanie, aritmetický čip (multiplikácia PMU) alebo špeciálna logika (SLF) a malý čip s

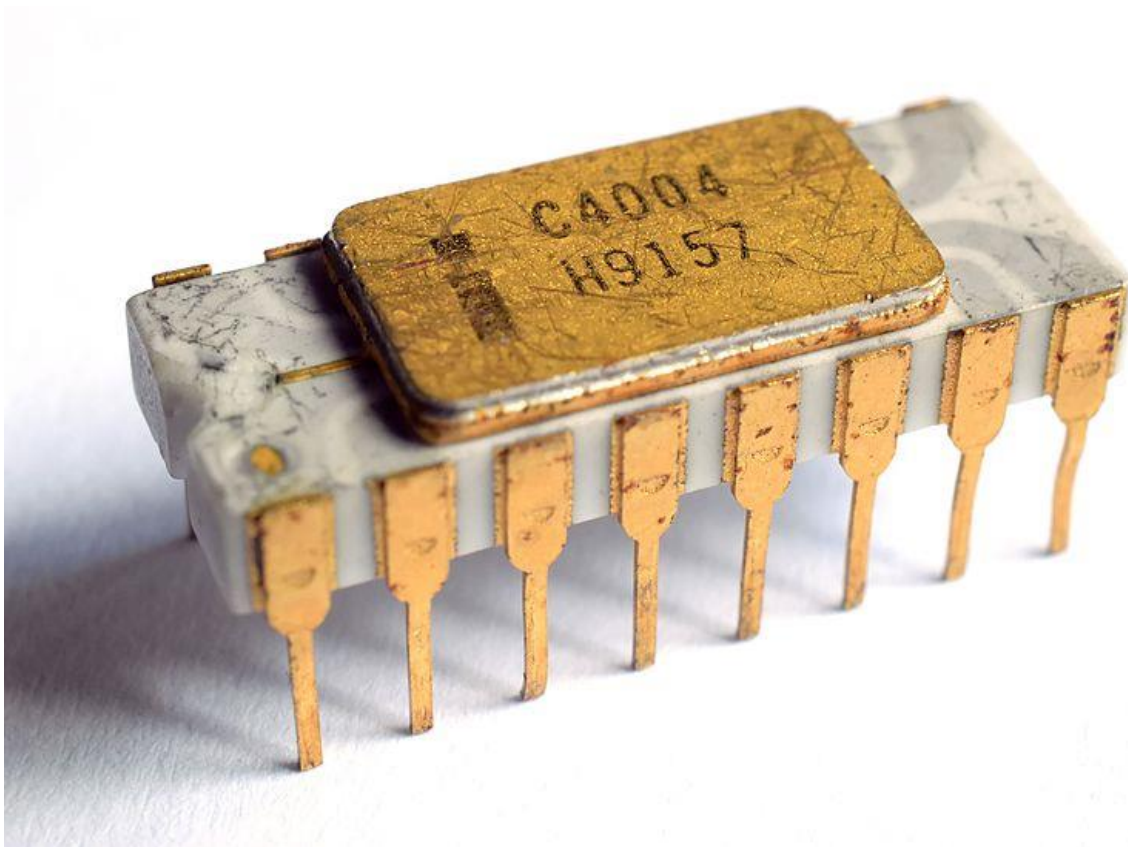


RAM pamäťou na ukladanie (RAS). Každá dátová linka prenáša hodnotu 20 – bitového pevného bodu, posunutú postupne o jeden bit. Hlavným cieľom čipu SLF je udržanie medzi dolnou a hornou hranicou. Tiež konvertuje kód šedej na binárne a vykonáva ďalšie logické funkcie. Na obrázku je vidieť MP 944 / F – 14 CADC. Tento súbor nie je mikroprocesorom, pretože aritmetika a skladovanie sú rozdelené v štyroch oddelených čipoch v každej funkčnej jednotke. Nie je žiaden CPU čip, neexistuje ani univerzálny čip ALU. Expert v počítačovej architektúre David Peterson hovorí: „V žiadnom prípade nie je počítač Holt mikroprocesorom, ktorý používa slovo, ako to dnes hovoríme“.

Intel 4004 Prvé procesory boli uložené v keramickom púzdre so sivými stopami, ktoré sa vyrábali od roku 1971 do roku 1981 s technológiou 10 µm. Sada inštrukcií je 4 – bitová a BCD orientovaná. Obsahuje približne 2300 tranzistorov, šírka údajov je 4 – bity, a šírka adresy 12 multiplex. Pôvodne bol určený do kalkulačiek Busicom. Púzdro má 16 kolíkov DIP. Nástupcom Intel 4004 bol model Intel 4040.

Približne v rovnakom čase boli vyrobené čipy CPU. Four – Phase Systems pod označením AL 1, vyrobené v roku 1969, MP 944, ktoré boli vyrobené v roku 1970 a použité v stíhacích lietadlách F – 14 Tomcat, a TMS – 0100, ktorý bol ohlásený 17. septembra 1971. AL 1 a MP 944 používajú niekoľko čipov na implementácie funkcie CPU. Čip TMS – 0100 bol prezentovaný ako kalkulačka na jednom čipe s pôvodným označením TMS 1802 NC. Tento čip obsahuje veľmi primitívny procesor a môže byť použitý iba na implementáciu rôznych jednoduchých kalkulačiek so štyrmi jednoduchými funkciami. Bol to predchodca TMS 1000, ktoré boli uvedené v roku 1974, a ktorý sa považuje za prvý mikrokontrolér, to znamená počítač na jednom čipe, ktorý obsahuje CPU, RPM, RAM a vstupné a výstupné funkcie.

Skupina štyroch čipov MCS – 4 vyvinula spoločnosť Intel, ktorej procesor 4004 bol oveľa



všestrannejší a výkonnejší ako jednočipový TMS 0100, čo umožnilo vytváranie rôznych malých počítačov pre rôzne aplikácie.

Prvá verejná zmienka procesora 4004 bola v reklame časopisu Electronic News z 15. 11. 1971 potom, čo Busicom povolil používať procesor spoločnosti Intel. Prvá dodávka procesorov 4004 bola uskutočnená v marci 1971 pre spoločnosť Busicom pre ich inžiniersku kalkulačku s označením Busicom 141 – PF, ktorá bola komerčne dostupná v júli 1971. Na obrázku je vidieť kalkulačku

UniCom 141 – P, ktorú vyrábala firma UniCom v licencií. Intel 4004 bol prvý komerčne dostupný počítačový procesor navrhnutý a vyrobený Intel, ktorý sa zameriaval najmä na výrobu polovodičových pamätí. Hlavnými návrhármi čipu boli Frederico Faggin, vedúci projektu po definícii architektúry bol dokončený s Busicom, ktorý vytvoril metodológiu dizajnu a dizajn čipov na báze kremíka. Ted Hoff, ktorý formuloval architektúru a Masatoshi Shima z Busicom, ktorý pomáhal pri vývoji.

Faggin, jediný návrhár čipov medzi inžiniermi projektu MCS – 4 mal skúsenosti s návrhom náhodnej logiky a obvodov v polovodičových systémoch MOS. Tiež mal vedomosti z novej technológie



procesov s kremíkovými bránami so samozatvárateľnými bránami, ktoré vytvoril ešte v

spoločnosti Fairchild v roku 1968. V roku 1968 Faggin navrhol a vyrobil prvý komerčný informačný systém na svete pomocou SGT, Fairchild 3708, ktorý bol uvedený na obálke časopisu 29. 9. 1969. Keď sa pripojil k oddeleniu Intel MOS, vytvoril novú metodiku náhodného logického návrhu založenú na kremíkových bránach, a priniesol množstvo vynálezov v oblasti technológie a obvodov, ktoré umožnili, aby sa mikroprocesor na jednom čipe stal realitou. Jeho metodika stanovila štýl dizajnu pre všetky skoré mikroprocesory Intel a neskôr pre Zilog Z 80. Viedol tiež projekt MCS – 4 a bol zodpovedný za jeho úspešný výsledok. Marcian „Ted“ Hoff, šéf oddelenia výskumu aplikácií, prispel architektonickým návrhom pre Busicom v spolupráci so Stanleyom Mazorom v roku 1969, potom sa presunul na ďalšie projekty. Keď sa ho spýtali, kde získal nápady na architektúru prvého procesora, Hoff odpovedal: „britská traktorová spoločnosť darovala Stanfordu minipočítač a on sa s ním hral, kým bol ešte študentom“. Shima navrhol kalkulačku pre spoločnosť Busicom a počas prvých šesť mesiacov implementácie pomáhal Fagginovi. Vedúci oddelenia dizajnu MOS v spoločnosti Intel bol Leslie L. Vadász. V čase vývoja MCS – 4 sa pozornosť Vadásza zamerala na hlavný obchodný artikel, ktorým boli polovodičové pamäte. Opustil vedenie projektu MCS – 4, ktoré prevzal po ňom Faggin.

Spoločnosť Busicom navrhla svoju vlastnú špeciálnu LSI čipovú sadu na použitie v kalkulačke Busicom 141 – PF s integrovanou tlačiarňou. Svoj dizajn založili na architektúre Olivietti Programma 101, prvej stolovej programovateľnej kalkulačke na svete, ktorú spoločnosť Olivietti predstavila v roku 1965. Spoločnosť Busicom používal sériovú pamäť na čítania a zápis. Rovnako ako Olivietti Programma 101, dizajn používal sériovú pamäť na čítanie a zápis. Pamäť Busicom bola založená skôr na MOS posuvných registroch než na nákladnej pamäti Olivietti založenej na magnetickom jadre.

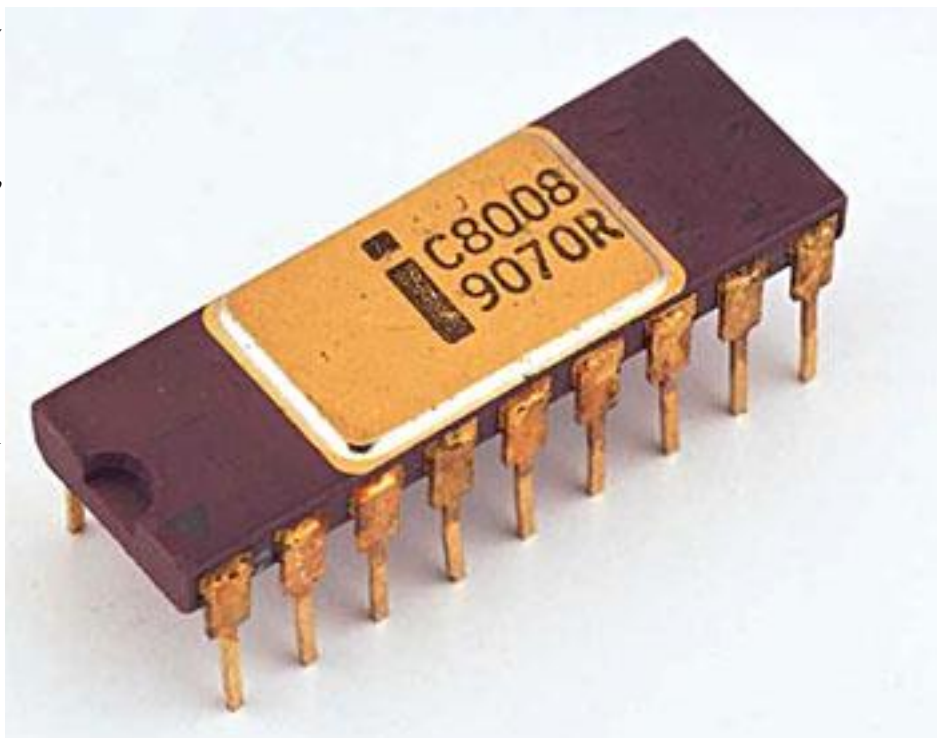
Intel zistil, že návrh Busicom bol príliš zložitý, pretože sériové pamäte vyžadovali viac komponentov a používali by 40 kolíkové púzdro, čo je štandard balenia odlišný od 16 kolíkového štandardu Intel. Spoločnosť Intel navrhla vyvinúť nový dizajn, ktorý by sa mohol vyrábať so štandardným 16 – kolíkovým balením DIP a mal vy obmedzený súbor inštrukcií. Zjednodušenie pamäte bude pochádzať z používania novovytvorenej dynamickej pamäte RAM spoločnosti Intel. Tento nový dizajn bol čip 4004, ktorý je jedným zo sady štyroch čipov spolu s čipmi ROM, DRAM a sériovo – paralelnými posuvnými registrami. Model 4004 bol následne navrhnutý Fagginom používajúc technológiu kremíkových brán a postavený s približne 2300 tranzistormi. Pracoval na frekvencii 740 kHz a vykonal približne 92 000 inštrukcií za sekundu. Sada inštrukcií obsahovala 46 inštrukcií a k dispozícii bolo 16 registrov so šírkou 4 – bity a TDP procesora je 0,63 W. I keď sa Intel nestal základom klasických počítačov, ale našiel využitie najmä v kalkulačkách a ďalších priemyselných prístrojoch a stal sa prvým modelom rady vedúcej k dnešným moderným procesorom.

Kalkulačka UniCom 141 P sa predávala za 695 dolárov, keď bola uvedená na trhu v roku 1972. Tlačiareň mala výkon 3 riadky za sekundu a jej hmotnosť je takmer 6 kg. Samotný procesor Intel 4004 sa ponúkal za 60 dolárov ale dnešná zberateľská hodnota presahuje čiastku 500 dolárov.

Intel 8008 nasledoval v roku 1972, a bol to prvý 8 – bitový mikroprocesor na svete. Model 8008 však nebol rozšírením dizajnu 4004, ale dielom samostatného dizajnu zo spoločnosti Intel, ktorý vznikol na základe zmluvy s Computer Terminals Corporation (CTC), San Antonio TX, ako čip, ktorý navrhovali pre terminál. Datapoint 2200 ako návrh,

neprišiel od spoločnosti Intel, ale z CTC.

V roku 1968 vyvinuli v CTC Vic Poor a Harry Pyle originálny dizajn pre „inštrukčnú sadu a prevádzku procesora.“ V roku 1969 spoločnosť CTC uzavrela zmluvu s dvoma spoločnosťami Intel a Texas Instruments, aby urobili implementáciu s jedným čipom, známym ako CTC 1201. Koncom roka 1970 a na začiatku roka 1971 TI upustila od tohto projektu, tým, že nedokázala vytvoriť spoľahlivú jednotku. V roku 1970 sa CTC



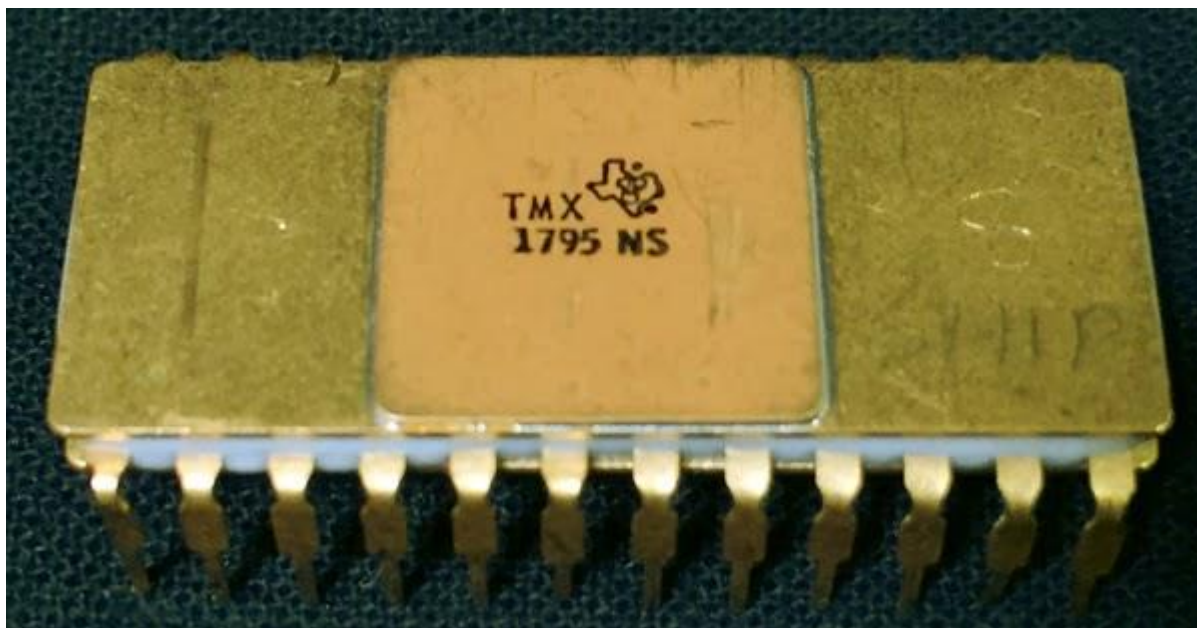
rozhodla využiť vlastnú implementáciu v Datapoint 2200 s použitím tradičnej logiky TTL. Verzia Intel mikroprocesora CTC 1201 bola hotová koncom roka 1971, ale to už bolo neskoro a vyžadovala ešte niekoľko ďalších podporných čipov. Spoločnosť CTC už nemala záujem o jeho použitie a aby nemusela platiť za čip, ktorý nechce uvoľniť CTC spoločnosť Intel od zmluvy a umožnila bezplatne používať dizajn čipu. Intel uviedol tento čip pod vlastným označením Intel 8008 v apríli 1972 a bol to prvý 8 – bitový mikroprocesor na svete. Bol to základ pre slávnu počítačovú súpravu „Mark – 8“ inzerovanú v časopise Radio – Electronics v roku 1974. Tento procesor mal 8 – bitovú dátovú zbernicu a 14 – bitovú adresovú zbernicu.

Model 8008 bol pôvodne nazvaný 1201 a bol prvým MOS čipom, ktorý Intel vyvíjal. Intel 4004 mal pôvodné označenie 1202, ale názor Faggina kľúčového inžiniera na projekte a ďalších inžinierov bol taký, že vhodnejší názov by bol 4004. Model 1201 bol premenovaný na 8008 pred jeho uvoľnením, aby sa zmestil do nového pomenovania. Opísaný bol v tlači 25. 10. 1970 ako čip určený pre Datapoint 2200 a jeho uvedenie malo byť v januári 1971 ale v skutočnosti bol ohlásený v marci 1972. Keď začala spoločnosť Intel v roku 1970 pracovať na mikroprocesore 8008 mala približne 100 zamestnancov. Prvý 8 – bitový mikroprocesor Intel 8008 bol vydaný päť mesiacov po procesore Intel 4004. Model 8008 bol k dispozícii v dvoch rýchlostných stupňoch, a to 500 kHz a 800 kHz. Pretože CPU trvalo 5 až 11 cyklov na vykonanie každej inštrukcie, efektívna rýchlosť vykonávania inštrukcií bol 22 500 až 50 000 za sekundu a model Intel 8008 – 1 to bolo 36 000 až 80 000 za sekundu. Tieto čísla predpokladajú, že procesor používa rýchlu pamäť a nevyžaduje čakanie na stavy na prístup k pamäti. Napriek tomu, že efektívna rýchlosť v inštrukciách za sekundu modelu 8008 je niekedy nižšia ako efektívna rýchlosť procesora 4004. Celková výkonnosť 8008 bola vyššia kvôli rýchlejšej efektívnej rýchlosti niektorých inštrukcií, 8 – bitovej architektúre a efektívnejšiemu inštrukčnému množstvu. Intel 8008 mal voči procesoru 4004 výhody:

Procesor podporuje 16 kB pamäť (kombinované ROM a RAM).

Veľkosť vnútorného CPU mala 7 úrovní, pričom 4004 ich mal iba tri. Procesor 8008 dokáže spracovať prerušenia.

Jenou z nevýhod 8008 bola absencia adresovania s priamou pamäťou. Na prístup k údajom v pamäti mala byť pamäťová adresa uložená v registroch H a L a až potom procesor mohol nepriamo prístupovať k pamäti. Toto obmedzenie bolo odstránené v procesore Intel 8080.



TI TMX 1795 bol prvým ohláseným 8 – bitovým procesorom a mal rovnakú architektúru ako Intel 8008, ale bol postavený nejaké mesiace skôr ako Intel 8008. Nikdy sa nepredával komerčne a je takmer zabudnutý, aj keď mal obrovský vplyv na počítačový priemysel. Príbeh tohto mikroprocesora začína s výrobou terminálu Datapoint 2200, ktorý je prispôbený na uloženie na pracovnú dosku. Datapoint 2200 mal 8 – bitový procesor postavený z desiatok čipov TTL, čo bolo vtedy normálnym spôsobom budovania počítačov. Majme na pamäti, že neexistoval žiaden mikroprocesor a celá doska je v podstate procesorom s čipom pre každý register a niekoľko čipov pre čítačku a niekoľko čipov na dekódovanie inštrukcií, niekoľko čipov na rozhranie k pripojeniu. Budovanie CPU z čipov TTL bola logika omnoho rýchlejšia ako čipy z MOS v začiatkoch 70. rokov.

Pri budovaní modelu Datapoint 2200 jeho dizajnéri hľadali spôsoby, ako zmenšiť procesorovú dosku a generovať menej tepla. Spoločnosť Datapoint sa v decembri 1969 stretla s Intel a to, čo sa stalo potom závisí od toho, či počúvate Intel alebo Datapoint. Príbeh spoločnosti Intel spočíva v tom, že spoločnosť Datapoint sa spýtala, či Intel dokáže vytvoriť pamäťové čipy pre zásobník procesora, ktorý má integrovaný register kontroly pamäte. Inžinier Intelu Stan Mazor povedal spoločnosti Datapoint, že Intel by to nielen urobil, ale mohol by dať celú procesorovú jednotku 2200 na jeden čip. Datapoint rozpráva tento príbeh ako, že Datapoint zakladateľ Gus Roche a dizajnér Jack Frassanito navrhol Robertovi Noyce, či by nevyrobili jednočipový procesor k Datapoint, ale Noyce pôvodne odmietol túto myšlienku, mysle si, že čip CPU by nemal významný podiel na trhu.

V každom prípade spoločnosť Intel skončila dohodou na vytvorenie CPU pre Datapoint s využitím architektúry Datapoint 2200. Intel vyvinul funkčnú špecifikáciu čipu do júna 1970 a potom bol projekt pozastavený na pól roka. Medzičasom spoločnosť Datapoint postavila spínací zdroj pre 2200, ktorý vylúčil problémy týkajúce sa prehrievania a plánovala začať s

produkciou modelu 2200 s procesorovou doskou z TTL čipov. Datapoint sa teda o vývoj čipu procesora nezaujímal.

Obchodník s Texas Instruments sa dozvedel, že spoločnosť Intel buduje procesor pre Datapoint a spýtal sa, či by ich mohli v Texas Instruments postaviť. Datapoint poskytol TI špecifikácie a povedal im, aby pokračovali. Texas Instruments prišiel s procesorom na troch čipoch miesto jedného a Datapoint sa dôrazne pýtal, „Nemôžete to stavať na jednom čipe ako Intel?“. Texas Instruments začal budovať CPU pre Datapoint okolo apríla 1970 a tento čip sa pomenoval TMX 1795.

Existuje veľa diskusií o tom, koľko informácií o dizajne spoločnosti Intel bolo dané spoločnosti TI. Hlavný inžinier v Texas Instruments v projekte Gary Boone, tvrdí, že dostali náznaky, že spoločnosť Intel robí lepšie, ale nedostala žiadne vlastnicke informácie. Podľa spoločnosti Intel však spoločnosť TI získala podrobné dokumenty o dizajne spoločnosti Intel prostredníctvom nástroja Datapoint.

Čip TI sa po prvýkrát spomenul v marci 1971 v časopise Businessweek, v krátkom odstavci, ktorý nazval čip ako „milník v LSI“, pre uloženie CPU na jeden čip. O niekoľko mesiacov neskôr dostal čip veľké mediálne vydanie v článku s viac stránkovou reklamou, ktorá sa rozšírila v oblasti elektroniky. Článok nazvaný „CPU čip prevádza terminál do samostatného počítača“, popisuje, ako by čip urobil počítač Datapoint 2200 oveľa silnejší. Komponenty čipu sú podobné jednotkám, ktoré boli predtým k dispozícii samostatne, ale toto je po prvýkrát, keď boli monoliticky spojené do jedného čipu. Čip a 2 kB pamäte by stáli asi 100 dolárov. Tento centrálny procesor na čipe by urobil nový Datapoint 2200 výkonným počítačom s funkciami, ktoré pôvodný návrh nemôže poskytnúť.

To sa však nestalo. Datapoint testoval čip TMX 1795 a odmietol ho zo štyroch dôvodov. Po prvé, čip a pamäť netolerovali kolísanie napätia viac ako 50 mV. Po druhé, TMX 1795 vyžadoval veľa podporných čipov, čo znižuje výhodu jednočipového procesora. Po tretie, spoločnosť Datapoint vyriešila problém so zdrojom spínania a nakoniec, spoločnosť Datapoint práve dokončila verziu 2200 II s omnoho rýchlejšou paralelnou implementáciou CPU. Inžinieri v Intel uviedli, že obvod bol príliš veľký na to, aby sa dal efektívne vyrábať.

Rovnako ako odmietnutie procesora TMX 1795, Datapoint tiež rozhodol nepoužiť procesor 1201 a vzdal sa svojich exkluzívnych práv na čip. Intel, samozrejme uviedol na trh procesor pod označením Intel 8008 a oznámil ho v apríli 1972. O dva roky neskôr spoločnosť Intel vydala procesor 8080 s mnohými vylepšeniami.

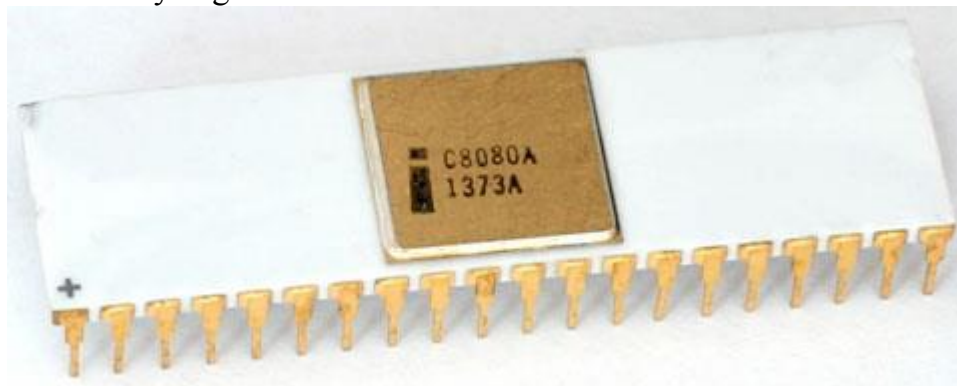
Niektoré zdroje odmietajú TMX 1795 ako čip, ktorý nikdy nefungoval, ale doska TMS 1795 bola nainštalovaná na notebooku TI LT 286 na účely demo. Spracoval jednoduchý textový editor, triedenie programu, jednoduchý rozpočet tabuľky a čísla Fibonacci. Nie je to nič extra, ale dokazuje, že čip TMX 1795 je funkčný.

Po odmietnutí TMX 1795 a Intel 8008, spoločnosť Datapoint pokračovala vo výrobe procesorov pomocou čipov TTL až do začiatku 80. rokov. Zatiaľ boli tieto procesory rýchlejšie a výkonnejšie než mikroprocesory až do príchodu mikroprocesora Intel 80 286, ktorý bol lacnejší a rýchlejší ako Datapoint procesor.

Intel 8080 sa začal tvoriť v roku 1971, kedy spoločnosť Intel dokončila čip 4004 a stále pracovali na modeli 8008, ktorý by bol formálne spustený v apríli 1972. Po príbehu o procesore na jednom čipe sa spoločnosť začala zaujímať o potenciálnych zákazníkov ich mikroprocesora. „Zrazu, akoby cez noc, inžinieri, ktorých navštívili, pochopili význam

mikroprocesorov“, napísal Michael S. Malone.

„Čítali články, počuli rýchlosť, rozprávali sa so svojimi rovesníkmi a akoby naraz vyskočili na kremíkový vagón.



Koncom leta 1971 Frederico Faggin, ktorý viedol dizajn 4004 a stal sa hlavným architektom 8008, poskytoval niekoľko technických seminárov na procesory 4004 a 8008 a navštívil svojich zákazníkov. Pri týchto návštevách povedal: „Dostal som dostatočnú kritiku, niektoré z nich opodstatnené o architektúre a výkonnosti mikroprocesorov. Čím viac počítačovej orientácie som danej spoločnosti poskytol, tým ostrejšie boli komentáre. V našich mikroprocesoroch, najmä v štruktúre prerušenia, videli veľa obmedzení, ktoré boli veľmi kritizované a správne, pretože 8008 mala veľmi primitívnu sotva funkčnú štruktúru prerušenia. Zákazníci sa tiež sťažovali na veľkosť balíka a že spoločnosť multiplexovala adresy a údaje. A samozrejme, chceli oveľa vyššiu rýchlosť, lebo rýchlosť bola na úrovni 0,5 MHz čo bolo málo.“

Faggin hovorí, „že keď som prišiel domov, mal som predstavu, ako urobiť lepší 8 – bitový mikroprocesor ako je 8008, obsahujúci málo funkcií, ktoré ľudia chcú, medzi ktoré patrila rýchlosť a jednoduchosť prepojenia. Obe tieto funkcie by sa dali lepšie zvládnuť, keby som použil 40 – kolíkové púzdro miesto 18 – kolíkového a integroval funkcie podporných čipov. Inými slovami, uvažoval som o tom, čo by bol skutočný počítačový čip.“

Okolo tohto bodu spoločnosť Intel vyvinula „n – kanálovú technológiu“, účinnejšiu metódu výroby tranzistorov, predovšetkým pre svoju 4 kB dynamickú pamäť, a Faggin si myslel, že by jej umožnil mať v balíku viac a rýchlejších tranzistorov. Premýšľal tiež o integrácii ukazovateľa stavu a ďalších pokynov na zlepšenie výkonu, ako aj o 40 – kolíkové púzdro, ktoré by umožnilo 16 – bitovú adresu a 8 – bitovú dátovú zbernicu.

Na jar 1972 Faggin poslal správu svojmu šéfovi Lies Vadász, s požiadavkou začať pracovať na ďalšom projekte. Ale spoločnosť prekvapujúco neschválila projekt. Faggin hovoril, že Intel chcel zistiť, ako bude trh reagovať na 4004 a 8008, zatiaľ Intel získal od svojej najnovšej generácie pamäťových čipov uznanie, chcel sa zamerať na vývoj pamäťových čipov. Tento názor trval do konca septembra 1972, kedy Faggin najal Masatoshi Shima, bývalého inžiniera spoločnosti Busicom, ktorý úzko spolupracoval na projekte 4004.

Podľa Teda Hoffa, on a Stanley Mazor, ktorí boli za prvými koncepciami pre model 4004 a snažili sa predať koncept zákazníkovi, dostávali veľa žiadostí o pomoc od spoločností, ktoré pozerali na 8008 a pokúšali sa tlačiť parametre nad rámec jeho možností. „Mazor hovorí, že Intel vlastne mal niekoľko možností pre pokračovanie modelu 8008 vrátane úplného dizajnu, ale nakoniec vybral vylepšenie 8008, pretože by to potrebovalo menej času.“ Ako výsledok bolo, zameranie sa na čip, ktorý by nemal prísny strojový kód, ale urobil by programovací jazyk kompatibilný, takže ak by niekto napísal program pre 8008, mohol by

to konvertovať na 8080.

Práca na architektúre sa začala koncom roka 1972 a Faggin udeľuje určité okruhy prác spolupracovníkom Shima, Mazor, Hoff a návrhárovi okruhov Hal Feeney na špecifikáciu čipu. Keď Shima nastúpil do spoločnosti Intel na jeseň 1972, začal pracovať pre Faggina na návrhu obvodov čipu 8080. Zatiaľ čo modely 4004 a 8008 boli vyrobené s použitím 10 µm procesu, 8080 bol vyrobený 6 µm procesom, čo umožnilo väčšiu miniaturizáciu. Čip 8080 obsahoval asi 5000 tranzistorov, a bežal na frekvencii 2 MHz, čo je obrovský skok vo výkone. V dôsledku toho bol model 8080 prvým mikroprocesorom, ktorého inštrukčná sada a schopnosť adresovania pamäti sa priblížila k hranici minipočítačov v tom čase.

Prvá výroba čipu sa začala v decembri 1973 a po odstránení niektorých typických problémov sa predstavil ako produkt Intel v marci 1974.

Model 8080 bol pôvodne ocenený na 360 dolárov za čip, čo niektorí navrhli, aby to porovnali s IBM Systém 360. Vtedy Intel vedel, že tam je trh pre čip. Spoločnosť Intel a Hal Feeney, uviedli, že spoločnosť poskytla viac ako 400 zákazníkom so špecifikáciou 8080 ešte pred tým, ako bol čip dokončený. Vtedy sa Intel zapojil do veľkého marketingového úsilia vedeného Ed Gelbachom a Regisom McKennom, ktorý ho predával ako „prvý počítač na čipe“. Ako súčasť procesu sa kladie väčší dôraz na vývojové systémy, ako sú počítače Intellec od spoločnosti Intel a softvér pre takéto systémy vrátane prác Garyho Kildalla v jazyku PL / M a čo sa stane základom pre CP / M.

Intel videl softvér ako spôsob na predávanie čipov, nie ako samostatnú oblasť. Podľa Pavla Freibergera a Michaela Swaina „Fire in the Valley“, keď sa spýtali výkonných riaditeľov spoločnosti Intel, keby mali akékoľvek námietky voči jeho marketingu na vlastnú päsť, pokrčili ramenami a povedali mu, „že bude pokračovať samostatne“. V tej dobe sa spoločnosť Intel obávala viac konkurentov v mikroprocesorovom obchode. Spoločnosť Rockwell predstavila svoj PPS – 4, štyri bitový procesor v roku 1972 a TI pracoval na svojom vlastnom čipe a Motorola pracovala na svojom 8 – bitovom procesore 6800, ktorý bol uvedený v polovici roka 1974, len niekoľko mesiacov po uvedení Intel 8080. Podľa Faggina mala 6800 lepšiu architektúru, ale využívala technológiu, ktorá čip urobila väčším a relatívne pomalším ako 8080.

Jednou z otázok bolo, prečo sa Intel nerozhodla zapojiť do výroby počítačov. Odpoveďou môže byť názor Gordona Moore, ktorý opísal Altair ako iba zábavné zariadenie, kde vstupmi boli prepínače a výstupy boli LED diódy. Mohli ste preukázať, ako funguje počítač, ale ťažko takto urobiť akékoľvek praktické počítanie. „Dokonca som v tej dobe odmietol myšlienku domáceho počítača“, povedal Moore.

Noyce mal podobný názor a povedal, „celý spotrebiteľský obchod bol oblasťou, ktorú sme na začiatku nevideli. Zdá sa byť nemožné, aby táto fenomenálna úroveň elektronickej prepracovanosti, ktorú predstavuje mikroprocesor, mohla byť v nákladoch znížená, taktiež jednoduché spotrebiteľské požiadavky.“

Krátko po zavedení modelu 8080, Faggin odišiel z Intel, aby založil firmu Zilog a vzal so sebou i Shima. Spolu vytvorili mikroprocesor Z 80, ktorý bol kompatibilný s Intel 8080, takže pracoval s rovnakým softvérom a väčšinou bežal na CP / M. Medzičasom získal 8080 priazeň zástancov, ktorí vybudovali firmu na výrobu osobných počítačov a jeden z prvých bol Altair 8800.

Motorola MC 6800 História sa začína v roku 1928 keď bola založená Gavin Manufacturing Corporation a názov spoločnosti bol zmenený na Motorola v roku 1947. V

roku 1955 začali vyrábať komerčne tranzistory v novom závode v Phoenix.

Tranzistory a integrované obvody spoločnosti Motorola boli použité väčšinou pre vlastnú výrobu komunikačných, vojenských a automobilových zariadení. Na začiatku 70. rokov sa začal projekt, ktorý vyvinul ich prvý mikroprocesor MC 6800.

Mikroprocesorový projekt spoločnosti Motorola začal v roku 1971 s tímom, ktorý tvorili dizajnér Tom Bennet, inžinier Jeff LaVell, obchodník Link Young a dizajnéri systémov Mike Wiles, Gene Schriber a Doug Powell. Všetci boli v meste Mesa v Arizone. V čase,



keď bol projekt dokončený, mal Bennet 17 dizajnérov čipov, ktorí pracovali na rozpracovaných piatich čipoch. LaVell mal 15 až 20 systémových inžinierov. Tom Bennett pracoval v minulosti pre Victor Comptometer pri návrhu prvej elektronickej kalkulačky s použitím MOS IC Victor 3900. V máji 1969 Ted Hoff ukázal Bennettovi skoré nákresy mikroprocesora Intel 4004 a potom sa Bennett pripojil k spoločnosti Motorola v roku 1971, aby navrhol integrované kalkulačky. Bol pridelený ako hlavný architekt pri vývoji mikroprocesora MC 6800. Jeff LaVell sa pripojil k Motorola v roku 1966 a pracoval pre marketing počítačového priemyslu. Jeff predtým pracoval pre Collins Radi na svojom počítači C 8500, ktorý bol postavený s malými ECL integrovanými obvodmi. V roku 1971 viedol skupinu, ktorá skúmala potreby zákazníkov, ako Hewlett – Packard, Control Data Corporation a Digital Equipment Corporation. Výsledkom prieskumu bolo zistených niekoľko problémov, ktoré by mohli byť odstránené integrovaním čo možno do najväčších celkov. Keď bol navrhnutý čip 6800, Jeffov tím vybudoval ekvivalentný obvod pomocou 451 malých TTL čipov na piatich doskách s rozmermi 25 x 25 cm. Neskôr ich počet znížili na 114 čipov MSI so strednou hustotou integrácie. John Buchanan bol dizajnérom pamätí v spoločnosti Motorola, keď ho Bennet požiadal, aby navrhol zdvojnásobenie napätia pre model 6800. Typické n – kanálové MOS vyžadujú tri napájacie zdroje, - 5 V, + 5 V a + 12 V. Mikroprocesor mal používať iba jedno napojenie + 5 V. Nebol problém odstrániť napojenie na - 5 V, ale tranzistory MOS potrebovali napojenie 10 až 12 V. Buchanan urobil návrh obvodu, analýzu a usporiadanie pre mikroprocesor 6800, za čo dostal i patent. Rod Orgill pomohol Buchananovi s analýzami a rozložením na čipe. Neskôr Orgill navrhol mikroprocesor MOS Technology 6501, ktorý je kompatibilný s procesorom MC 6800.

Motorola 6800 a Intel 8080 boli navrhnuté súčasne a mali podobné funkcie. Model 8080 bol rozšírením modelu 8008, ktorý bol zase LSI implementáciou TTL založeného CPU používaného v Datapoint 2200. Architektúra 6800 bola modelovaná na procesore DEC PDP – 11. Oba modely boli kompatibilné s protokolom TTL, mali 8 – bitovú dvojsmernú dátovú zbernicu, 16 – bitový ukazateľ stavu, 16 – bitovú adresovú zbernicu, ktorá mohla adresovať 64 kB pamäte a boli vsadené do 40 – kolíkového púzdra DIP. Model 6800 mal dva akumulátory a 16 – bitový indexový register. Režim priameho adresovania umožnil rýchly prístup k prvým 256 bajtom pamäte. Vstupné a výstupné zariadenia boli adresované ako pamäť, takže neboli žiadne špeciálne vstupné a výstupné pokyny. Model 8080 mal viac

interných registrov a inštrukcií pre vstupné a výstupné porty.

Po reštarte 8080 sa čítač programu vyčistil a procesor sa spustil na pamäťovom mieste 0000. Model 6800 mal tri možnosti riadenia, ktoré po vypnutí adresovej zbernice umožnili inému zariadeniu priamy prístup k pamäti. Riadiaca jednotka disku teda môže prenášať dáta bez toho, aby procesor zaťažoval.

MOS integrované obvody používali v 70. rokoch dva hodinové signály (dvojfázové hodiny). Tieto boli generované externe pre 6800 i 8080. Ďalšia generácia mikroprocesorov začlenila generovanie hodín na čip. Model 8080 mal frekvenciu 2 MHz, ale výkonnosť pri spracovaní bola podobná ako 1 MHz u modelu 6800, pretože 8080 vyžadovalo vyššiu frekvenciu.

Hlavné konštrukčné úsilie v rade MC 6800 bolo ukončené v polovici roka 1974 a mnoho inžinierov opustilo konštrukčnú skupinu alebo spoločnosť. V novembri 1974 sa v časopise Electronics uvádza, že Motorola prepustila 4500 zamestnancov, ktorí sa odmietli presťahovať z Phoenix do Austine v štáte Texas.

MCS 6502

V auguste 1974 odišiel Chuck Peddle od Motorola a pripojil sa k malej polovodičovej spoločnosti v Pensylvánii, MOS Technology. Nasledovalo ho sedem ďalších inžinierov zo spoločnosti Motorola. Skupina Peddle v spoločnosti MOS Technology vyvinula dva nové mikroprocesory, ktoré boli kompatibilné s periférnymi čipmi Motorola. Rod Orgill navrhol procesor MCS 6501, ktorý by sa mohol zapojiť do slotu MC 6800 a Bill Mensch navrhol MCS 6502, ktorý mal generátor frekvencie už integrovaný na čipe, ale s MC 6800 neboli kompatibilné, pretože architektúra a inštrukcie mali iné. Hlavným cieľom bolo, aby sa mikroprocesor predával za menej ako 25 dolárov. To si vyžiadalo odstránenie nepodstatných funkcií. Na miesto 16 – bitového ukazovateľa bol použitý 8 – bitový. Druhý akumulátor bol vynechaný, adresové vyrovnávacie pamäte nemali režim troch stavov pre prenos dát DMA (Direct Memory Access). Cieľom bolo dosiahnuť veľkosť čipu 3,9 x 4,3 mm.

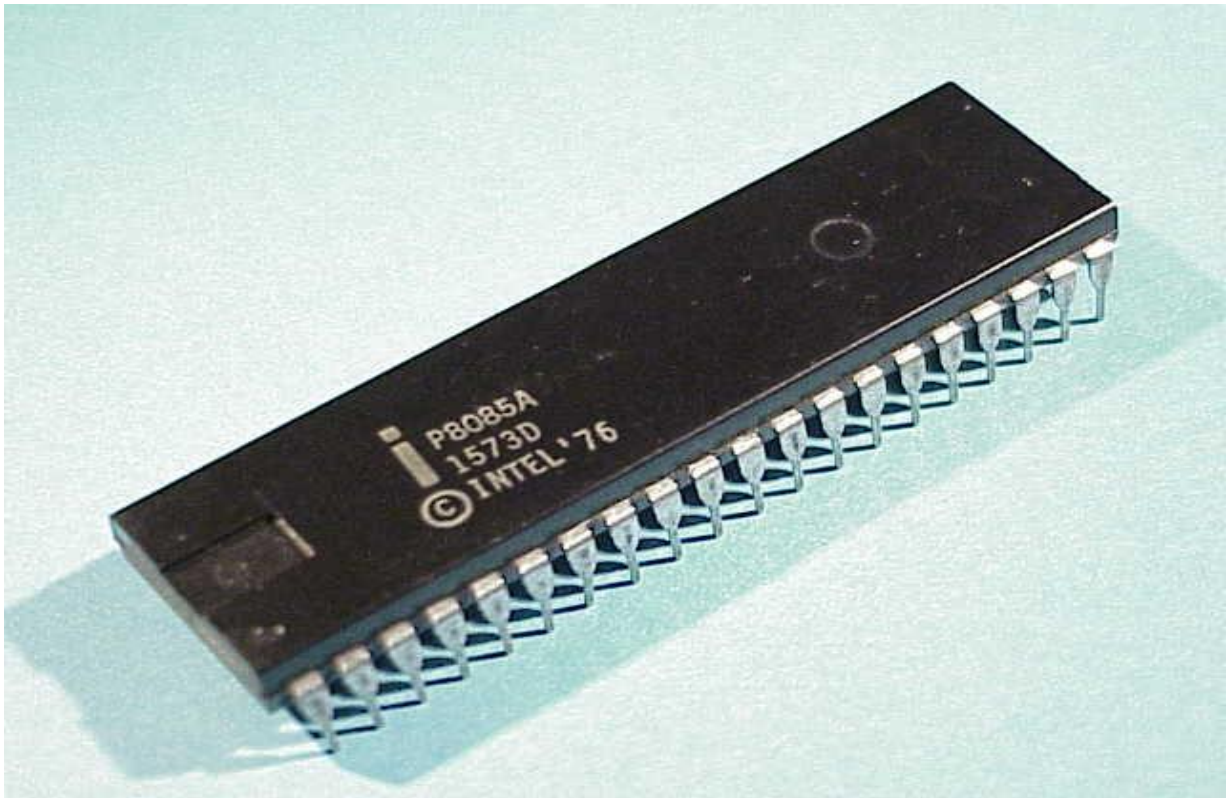
Jeden z prvých celkových opisov mikroprocesora MCS 6501 a 6502 bol v časopise Electronics magazíne z 24. júla 1975. Reklamy na model 6501 sa objavili v niekoľkých publikáciách v prvom augustovom týždni v roku 1975, s tým, že mikroprocesor bude na predaj na obchodnej výstave WESCOM v San Franciscu v dňoch 16. až 19. septembra 1975 za cenu 20 dolárov. Motorola reagovala tým, že okamžite znížila jednotkovú cenu mikroprocesora MC 6800 zo 175 na 69 dolárov a potom žalovala firmu MOS Technology v novembri 1975, že použila technológiu a technické informácie spoločnosti Motorola pri výrobe MCS 6501.



Súdny spor bol vyriešený v apríli 1976, keď MOS Technology zrušila čip 6501, ktorý sa dal zapojiť do zásuvky MC 6800 a licencovala periférne čipy spoločnosti Motorola. Potom Motorola opäť znížila jednotkovú cenu mikroprocesora 6800 na 35 dolárov.

Mikroprocesor MCS 6502 mohol spracovať 64 kB pamäte, ale bežne mali iba 8 kB. Veľkosť zásobníka bola obmedzená na 256 bajtov. Procesory mali iba šesť registrov a jeden z registrov plnil funkciu akumulátora na použitie aritmetických a logických operácií. Model MCS 6502 ma 13 režimov adresovania, niektoré z týchto režimov využívali dva registre 8 – bitových indexov. Procesor nemal vstupné a výstupné inštrukcie, preto počítače so systémom 6502 používali pamäťové zariadenia na vstupe a výstupe. Mikroprocesory MCS 6502 boli použité v počítačoch Apple I., Apple II., Atari 400, Atari 800, Commodore PET, Commodore 64, Acorn Microcomputer, Franklin ACE 1200 a pod. Frekvencia sa pohybovala do 4 MHz osadený je 28 alebo 40 kolíkovom púzdre DIP a 44 – kolíkové púzdro LCC. Mikroprocesor vyrábalo viacero výrobcov.

Intel 8085 je 8 – bitový mikroprocesor zavedený v roku 1976 a je softvérom binárne kompatibilný s modelom 8080. Model 8085 mal pridané dve funkcie prerušenia a sériový vstup a výstup. Vyžaduje však menej podporných obvodov, čo umožňuje jednoduchšie a lacnejšie mikropočítačové systémy. Číslo „5“ poukazovalo na skutočnosť, že 8085 používa jediný zdroj napojenia + 5 voltov na rozdiel od 8080, ktorý vyžadoval tri + 5, - 5 a + 12 V. Táto schopnosť sa zhodovala so schopnosťou konkurenčného modelu Z80, populárneho CPU, ktorý bol odvodený z modelu Intel 8080.



Tieto procesory mohli byť použité v počítačoch s operačným systémom CP / M. Model 8085 je dodávaný v 40 – kolíkovom DIP balení. Používa zbernicu multiplexovej adresy dát. Okruh 8085 však vyžaduje 8 – bitovú blokádu adresy, takže Intel vyrobil niekoľko podporných čipov so zabudovanou adresou. Patrí tam čip 8755 s blokovanou adresou,

2 kB EPROM a čip 8155 s 256 bajtami pamäte RAM a 14 – bitovým programovateľným časovačom. Časová zbernica zmenšila počet PCP medzi procesorom a týmito pamäťovými a vstupnými a výstupnými čipmi. Od začiatku 80. rokov boli na vzostupe na trhu v domácich počítačoch. Produkt 8085 bol určený na výrobu nových produktov, ako sú riadiace systémy DECTape II a video terminál TV 102, počas celej ich životnosti

Procesor obsahuje približne 6500 tranzistorov a piezoelektrický kryštál generuje vnútorné dvojfázové hodiny s frekvenciou 6,14 MHz, ale môže poskytnúť frekvenciu v polovičnej hodnote 3,07 MHz. Procesor má sedem 8 – bitových registrov alebo tri páre 16 – bitových registrov a má 16 – bitový programový čítač a 16 – bitový ukazovateľ plnenia pamäte. Procesor je vyrobený 3 μm procesom.

Intel 8086

Keď sa začal vývoj 8086 v máji 1976, výkonní predstavitelia spoločnosti Intel sa obrátili na 36 ročného elektrotechnického inžiniera Stephena Morseja, ktorý skúmal nedostatky procesora 8800, ktorý bol nádejou spoločnosti Intel s radikálne odlišný a sofistikovanejší procesor neskôr pomenovaný iAPX 432. Tento projekt začal meškať, lebo navrhovaný procesor je ťažko implementovať s doterajšou čipovou technológiou a na druhej strane bolo



potrebné odpovedať na konkurenčné 8 – bitové procesory od iných spoločností. Odpoveďou mal byť práve procesor 8086. Na tomto procesore je prekvapujúce to, že takmer nik nepredpokladal úspech tohto revolučného procesora. Je to klasický príbeh o tom, ako môže malý tím schopných inžinierov dosiahnuť taký úspech, ak majú slobodu robiť svoju prácu moderným spôsobom. Morse si spomína na tie časy a hovorí: „Keby manažment spoločnosti Intel mal iba náznaky, že by táto architektúra prežila v mnohých modeloch, nikdy by nedala dôveru na túto úlohu jednej osobe“. Prekvapením bolo aj to, že Morse bol softvérovým inžinierom, lebo do tej doby dizajn CPU v spoločnosti Intel navrhovali hardvéroví inžinieri. Po prvýkrát neznela otázka, „na aké funkcie máme miesto, ale aké funkcie chceme, aby bol softvér efektívnejší?“. Tento softvérový prístup sa ukázal ako revolučným krokom vo výrobe procesorov. Na projekte pracovali ešte Bill Pohlman, Jim McKeivitt a Bruce Ravenel, ktorí prispeli svojou prácou, aby prišiel 8086 na trh v lete 1978. Okrem stanovenia základných požiadaviek, aby bol model 8086 kompatibilný so softvérom napísaným na čip 8080 a aby mohol riešiť veľkosť pamäte 128 kB. „Pretože nik nečakal, že dizajn bude mať dlhšiu životnosť, nemal som určené žiadne hranice a mal som slobodu robiť, čo som chcel“ Hovoril Morse po rokoch.

Intel 8086 bol prvým mikroprocesorom z rady x86, najúspešnejšou architektúrou Intel, ktorá zahŕňala modely 80 286, 80 386 a 80 486. Bol to prvý 16 – bitový mikroprocesor so 16 – bitovou dátovou zbernicou, 20 – bitovou externou zbernicou, 64 kB vstupnými a výstupnými portami a bežal na frekvencii až do 10 MHz.

Predchádzajúce procesory mali veľkosť adresovej pamäte 64 kB, no model 8086 bol

navrhnutý tak, aby riešil až 1 MB pamäte. Za bežných okolností je 16 – bitový procesor obmedzený na 64 kB RAM, zatiaľ čo 20 – bitová zbernica bola stavaná na 1 MB, ale stále potrebovala spôsob, ako ju riešiť pomocou 16 – bitového procesora. Model 8086 to dosiahol prechodom z plochého adresového priestoru na segmentovú pamäť.

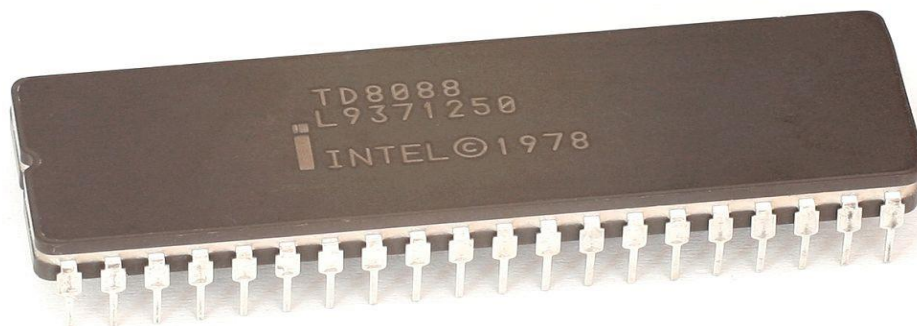
Miesto opakovania celého pamäťového systému ho upravila použitím dvojdielnej 16 – bitovej adresy. Jednotka správy pamäte (MMU) potom vyložila zadaný segment 64 kB, ako aj jeho posun, aby našla fyzickú adresu. Akonáhle bola adresa umiestnená, MMU by sa spýtala, či na pamäť povolili žiadosť, a ak to urobia, vykonajú ju.

Programovací jazyk a inštrukčná sada sú založené na modeli 8080, ale návrh 8086 bol rozšírený na podporu úplného 16 – bitového spracovania. Boli pridané aj nové druhy pokynov akými boli: plná podpora celočíselnej hodnoty, offset adresovania, opakovacie operácie boli podobné ako u procesora Z80, ale boli o niečo viac všeobecné. Inštrukcie priamo podporujú operačný jazyk Algol, Pascal a PL / M. Prvá revízia inštrukčnej sady a úroveň architektúry bola urobená po troch mesiacoch a pritom neboli použité žiadne programy CAD, štyria inžinieri a dvanásť ľudí pracovalo na čipe 8086 a trvalo to niečo viac ako dva roky od nápadu po hotový produkt.

Čip bol vyrobený NMOS technológiou a obsahoval 20 000 tranzistorov v jadre a 29 000 tranzistorov obsahovala pamäť ROM a PLA. Technológia výroby bola po krátkom čase nahradená HMOS pre vyšší výkon, ktorý Intel pôvodne vyvinul na výrobu rýchlych statických pamätí RAM. Čip mal plochu 33 mm² a minimálna veľkosť prvku bola 3,2 μm. Prvým počítačom osadený procesorom Intel 8086, bol propagačný Intel Multibus, počítač na jednej doske ohlásený v roku 1978. Spoločnosť Seattle Computer Products dodala systémy S 8600 osadené procesorom Intel 8086 so systémom zberníc v novembri 1979. Prvý Compaq Deskpro použil procesor 8086 s frekvenciou 7,16 MHz, ale bol kompatibilný s doplnkovými kartami určenými pre frekvenciu 4,77 MHz IBM PC XT a mohol prepnúť

CP na nižšiu rýchlosť, aby sa zabránilo problémom s časovaním softvéru. IBM PS / 2 model 25 a 30 boli postavené s frekvenciou 8 MHz procesora Intel 8086.

Kompatibilné a rozšírené klony vyrábali spoločnosti Fujitsu, Harris / Intersil, OKI, Siemens AG, Texas Instruments, NEC, Mitsubishi a AMD. V Československu sa vyrábal pod označením MHB 8086A.



Intel 8088 bol uvedený 1. júna 1979 s frekvenciou 4,77 MHz so 16 – bitovými registrami a 8 – bitovou dátovou zbernicou. Na obrázku je mikroprocesor Intel 8088.

Obsahoval 29 000 tranzistorov, vyrobených 3 μm technológiou a schopnosť priamo adresovať 1 MB pamäte. Model 8088 vznikol na základe dopytu 8 – bitových procesorov pre výrobcov základných dosiek do osobných počítačov. Keď prišiel procesor 8086 v roku 1978 po prvýkrát na trh, bol to jeden z prvých mikroprocesorov so šírkou prenosu dát 16 bitov. V tom čase takmer všetky známe, na mikroprocesore založené počítače, boli s CPU so šírkou prenosu dát 8 – bitov. Pretože všetky mikroprocesory pri čítaní dát očakávali 8 bitov a pri zápise dát 8 bitov, základné dosky počítačov v tej dobe obsahovali obvody dostatočné pre prenos 8 – bitov. Procesor 8086 sa javil ako dobrý čip, pretože 16 bitov sľubovalo, že by sa dali na ňom postaviť výkonné počítače, ale ak sa na to pozrieme z pohľadu výrobcov základných dosiek, pochopíme, že neboli novým výkonným procesorom až tak nadšený. CPU so 16 -bitovým procesorom potrebuje 16 - bitovú základnú dosku. Základná doska musí obsahovať dostatok obvodov pre prenos a spracovanie 16 bitov a môže byť aj dvakrát drahšia než 8 – bitová. Takže poradili spoločnosti Intel ako to majú urobiť, aby mohli ponúkať výkon čipu 8086 a udržať pritom cenu základných dosiek. A tak rok po uvedení procesora 8086 prišiel na trh mikroprocesor Intel 8088. Vo vnútri je s čipom 8086 takmer identický a rozdiel je v šírke vstupných dát a pretože šírka je osem bitov, mohli návrhári základných dosiek ľahko prispôbiť existujúce návrhy nového čipu. Výsledkom toho bolo to, že v rokoch 1979 až 1981 zaznamenal čip 8088 slušný úspech. Je samozrejmé, že keď IBM v roku 1981 uviedla na trh IBM PC založený na procesore Intel 8088, zmenil slušný úspech na prekvapujúci. Model 8088 bol navrhnutý v laboratóriu v Haife v Izraeli. Pôvodný počítač IBM 1550 bol najvýznamnejším mikropočítačom, ktorý používal model 8088. Niektorí z inžinierov chceli použiť mikroprocesor IBM 801, niektorí preferovali model Motorola 68 000, pričom niektorí boli za malý a jednoduchý mikroprocesor MOS Technology 6502 alebo Z80, ktoré boli použité v predchádzajúcich modeloch PC. IBM však už v minulosti používala čipy Intel vo svojich produktoch a získala aj práva na výrobu rady

8086. Z tejto rady si vybrala model 8088, pretože by sa mohol ľahko prepojiť s väčšinou NMOS 8 – bitovými čipmi, teda už existujúcimi a ekonomicky výhodnejšími komponentmi, medzi ktoré patria integrované obvody, ktoré boli pôvodne určené na podporu a periférne funkcie pre model 8085 a podobných procesorov, ktoré poznali a tým znižovali náklady na výrobu počítačov. Do rodiny 8086 pribudli postupne 80 186, 80 188, 80 286, 80 386 a 80 486.

Intel iAPX 432 (Intel Advanced Performance Architecture), bola počítačová architektúra predstavená v roku 1981. Bol to prvý 32 – bitový mikroprocesor. Hlavný a všeobecný dátový procesor, boli implementované ako súbor dvoch samostatných integrovaných obvodov v dôsledku technických obmedzení v tom čase. Projekt začal v roku 1975 s pôvodným označením 8800 a bol určený ako hlavný dizajn spoločnosti Intel pre 80. roky. Na rozdiel od modelu 8086, ktorý bol v nasledujúcom roku navrhnutý ako nástupca modelu 8080, bol iAPX 432 radikálnym odklonom od predchádzajúcich návrhov spoločnosti Intel určených pre odlišné trhové medzery a úplne nesúvisiace s produktami 8080 a 8086.

Projekt iAPX 432 sa považuje za komerčné zlyhanie pre spoločnosť Intel a bol ukončený v roku 1986. Procesor bol nazývaný ako „micromainframe“, navrhnutý tak, aby mohol byť naprogramovaný úplne jazykom vysokej úrovne. Inštrukčné sady architektúry boli tiež úplne nové a výrazný odklon od Intel 8008 a 8080. Podporoval objemovo orientované programovanie, zbernicu výstupu a multitasking, ako aj konvenčnejšiu správu pamäte

priamo v hardvéri a mikrokóde. Priama podpora rôznych dátových štruktúr mala za cieľ umožniť implementáciu moderných operačných systémov v tej dobe, ale interné a externé zbernice neboli širšie ako 16 – bitov rovnako ako u ostatných 32 – bitových mikroprocesorov 68 000 alebo 32 016. 32 – bitové aritmetické pokyny boli implementované 16 – bitovej ALU, prostredníctvom náhodnej logiky a mikrokódu alebo iných druhov sekvenčnej logiky. Spolu s nedostatkom optimalizácie v predčasnom kompilátore Ada to prispelo k pomerne pomalým, ale drahým počítačovým systémom, ktoré robili typické referenčné hodnoty približne na štvrtinu rýchlosti nového čipu 80 286 s rovnakou frekvenciou, ktorý bol uvedený začiatkom roka 1982. Toto bolo asi hlavným dôvodom, prečo plán Intel iAPX 432 zlyhal. Pôvodne navrhnuté hodnoty boli: frekvencia 10 MHz so špičkovým výkonom 2 milióny inštrukcií za sekundu pri frekvencii 8 MHz.



VHS (Video Home System) je to štandard pre spotrebiteľa na úrovni analógového video záznamu na pásku kazety. Vyvinutý bol spoločnosťou Victor Company of Japan (JVS) na začiatku roka 1970, ale uvedený bol v Japonsku až na



konci roka 1976 a v USA na začiatku roka 1977.

V roku 1950 sa magnetická páska na nahrávanie videa stala hlavným prispievateľom v televíznom priemysle, cez prvé komerčné video magnetofóny (VTR). V tej dobe boli tieto prístroje používané iba v nákladných profesionálnych televíznych štúdiách a na lekárske zobrazovanie. V roku 1970 videokazeta sa dopracovala na použitie v domácom prostredí na vytvorenie domáceho videa čím sa zmenili i ekonomické parametre televíznych a filmových podnikov. Televízny priemysel vnímal VHS ako silného konkurenta, ale televízni užívatelia využívali videorekordér ako prostriedok k uloženiu pre nich zaujímavé programy a filmy. V roku 1980 až 1990 bol vrcholom popularity VHS a na trhu prebiehal boj medzi VHS a Betamax. VHS tento boj vyhral a dominoval i na severoamerickom trhu.

Po niekoľkých pokusoch inými spoločnosťami, prvé úspešné VTR uviedla Ampex model VRX – 1000, ktorý bol predstavený v roku 1956 Ampex Corporation. Jeho cena bola 50 000 dolárov v roku 1956 s dobou nahrávania 90 minút na jednej cievke pásky a bol určený iba pre profesionálny trh.

Kenjiro Takayanagi, bol priekopníkom v televízneho vysielania pre JVC a ako viceprezident videl nutnosť výroby VTR pre trh v Japonsku za prijateľnú cenu.

Na obrázku je vidieť VTR video rekordér Ampex model VRX 1000 aj s jeho tvorcami.

V roku 1959 JVC vyvinula videomagnetofón s dvoma hlavami a v roku 1960 s farebnou verziou pre profesionálne vysielanie. V roku 1964 JVC vydala videomagnetofón DV 220, ktorý sa stal štandardom VTR v spoločnosti až do polovice 70. rokov. V roku 1969 začali spolupracovať firmy Sony a Matsushita Electric, ktorú neskôr poznáme ako Panasonic.

Spoločné úsilie vyprodukovalo U – matic formát v roku 1971, čo bol prvý formát, ktorý sa stal

normou. U – matic bol úspešný, ale vzhľadom na náklady a obmedzenú dobu nahrávania bolo veľmi málo prístrojov predaných pre domáce použitie. Čoskoro na to sa Sony a Matsushita odtrhli a začali pracovať na vlastnom formáte. Sony začala pracovať na Betamax a Matsushita na formáte VX. JVC uviedol v roku 1975 prístroj CR – 6060, na základe U – matic formáte.

V roku 1971 v JVC inžinieri Yuma Shiraishi a Shizuo Takano dali dohromady tím na rozvoj VTR pre domácich spotrebiteľov. Do konca roka 1971 vytvorili vnútorné zapojenie a názvom „VHS Development Matrix“, s dvanástimi podmienkami. Systém mal byť kompatibilný s bežnými TV prijímačmi. Kvalita obrazu musí byť porovnateľná s kvalitou na obrazovke TV. Páska má mať aspoň dvojhodinovú kapacitu záznamu. Páska má byť zameniteľná medzi jednotlivými prístrojmi. Celý systém by mal byť univerzálny. Záznamové zariadenie by malo byť cenovo dostupné a ľahko ovládateľné. Záznamové



zariadenie musí byť schopné produkovať vo väčšom množstve.

Na začiatku roka 1972 bola finančná dotácia v JVC na video magnetofóny VHS pozastavená, ale napriek nedostatku finančných prostriedkov, Takano a Shiraishi pokračovali v práci na projekte v tajnosti. V roku 1973 vyrobili funkčný prototyp. V roku 1974 japonské Ministerstvo medzinárodného obchodu a priemyslu (MITI), si želalo zabrániť zmätku u spotrebiteľov a výrobu videa štandardizovať na jeden formát pre domáce videá. Sony neskôr uviedli funkčný prototyp Betamax formát a bol blízko k spusteniu výroby. Sony presvedčil MITI, aby prijal Betamax ako štandard, aby mohla licencovať technológie iných spoločností. JVC veril, že nelicencovaný formát sa lepšie bude zdieľať medzi jednotlivými výrobcami. Aby sa zabránilo MITI prijať Betamax, JVC sa snažil presvedčiť ostatné podniky, najmä Matsushita, prijať VHS. Matsushita a JVC presvedčili Hitachi, Mitsubishi a Sharp aby prijali VHS ako štandard. JVC vydal VHS v Japonsku na konci roka 1976. Betamax súťažil s VHS, ktorého výhody boli v tom, že kazeta bola menšia a mal vyššiu kvalitu obrazu, ale jeho kratšia doba záznamu sa ukázala ako hlavný nedostatok. Prvý VCR s použitím kazety VHS bol Victor HR – 3300, a bol predstavený v Japonsku 9. 10. 1976. JVC začal predávať HR – 3300 v Akihabara v Tokiu od 31. 10. 1976.



Na obrázku je prvý videorekordér Victor HR – 3300 z roku 1976.

V USA sa začal predávať začiatkom roka 1977 a z domácich výrobcov VCR bol RCA VBT 200 uvedený 23. 8. 1977, ktorý bol navrhnutý Matsushita a bol prvým videorekordérom VHS vyrobeným inou spoločnosťou ako JVC. Mal schopnosť nahráť štyri hodiny programu v režime LP (Long Play).

Kazeta VHS je dlhá 187 mm, široká 103 mm a hrubá 25 mm, vyrobená z plastu a spojená skrutkami. Šírka pásky je 12,7 mm a dĺžka asi 250 m. Páska je navinutá medzi dvoma cievkami. Rýchlosť pásky v režime prehrávania je 3,335 cm za sekundu pre NTSC a 2,339 cm pre PAL. Takmer všetky videokazety systému VHS sú vytiahnuté pásky z kazety plášťa a obalené okolo sklonenej hlavy bubna, ktorá sa otáča 1798 otáčkami za minútu v NTSC a

1500 otáčkami pri televíznej norme PAL. Jedna úplná otáčka zodpovedá jednému snímku videa. Kazeta VHS je schopná uložiť maximálne 430 m pásky pri najnižšej hrúbke pásky s dobou nahrávania max. 4 hodiny, ktoré boli označené T – 240 / DF 480 pre NTSC a päť hodín E – 300 pre normu PAL

Proces nahrávania VHS sa skladá z nasledujúcich krokov, v tomto poradí:

Páska je pritiahnutá prítlačnými kladkami podobnými ako u audio magnetofónov.

Páska prechádza cez mazaciu hlavu, ktorá stiera predchádzajúci záznam na páske.

Páska je opásaná okolo hlavového bubna viac ako 180 °.

Páska prechádza cez audio hlavu, ktorá zaznamenáva riadiacu stopu a lineárnu zvukovú stopu.

Páska je navinutá na navíjaciu cievku v dôsledku ťahového momentu na cievke.

Elektronické kalkulačky

V roku 1957 uviedla spoločnosť Casio Computer Company v Japonsku elektronickú kalkulačku model 14 – A, ktorá bola napájaná zo siete. Nepoužívala elektronickú logiku,

ale bola založená na reléovej technológii a bola postavená na stole. V októbri 1961 uviedla elektronickú stolovú kalkulačku britská Bell Punch / Sumlock Comptometer ANITA (New Inspiration Torithmetic / ccounting). Tento počítačový stroj používal elektróny so studenou katódou a 12 dekatrónov na zobrazenie. ANITA vážila 15 kg a vyrábala sa do roku 1963. Vtom čase sa presadil americký výrobca s tranzistorovým modelom Friden EC – 130, použil za zobrazenie 13 miestneho čísla obrazovku CRT s priemerom 5 ″ (13 cm). Kalkulačka používala reverznú poľskú logiku (RPN) a na trhu sa predávala za 2200 dolárov, čo bolo asi trikrát viac ako stáli elektromechanické kalkulačky.

V roku 1964 zaviedla tranzistorové kalkulačky spoločnosť Sharp s modelom CS – 10A, ktorá vážila 25 kg a jej cena bola 500 000 jenov asi 4457 dolárov. Nasledovalo viacero modelov kalkulačiek od výrobcov Canon, Mathatronics, Olivietti, SCM (Smith – Corona – Marchant), Sony, Toshiba a Wang.

Program Olivietti 101 bola predstavená koncom roka 1965, používala uložený program, ktorý mohol čítať a zapisovať magnetické karty a zobrazovať výsledky na zabudovanej tlačiarňi.

Na obrázku je kalkulačka Programma Olivietti 101. Monroe Epic je prvá programovateľná kalkulačka, ktorá prišla na trh v roku 1967. Prvou kalkulačkou do



ruky bola „Cal Tech“, ktorej vývoj viedol Jack Kilby v spoločnosti Texas Instruments v roku 1967 a jej výstupným zariadením bola tepelná tlačiareň s páskou.

Prvé prenosné kalkulačky sa objavili v Japonsku v roku 1970 a čoskoro sa predávali po celom svete. Medzi prvé patria Sanio ICC – 0081 (mini kalkulačka), Canon Pocketronic, Sharp Qt – 8B. Spoločnosť Sharp vynaložila veľké úsilie na zníženie veľkosti a spotreby energie a v januári 1971 uviedla model Sharp EL – 8, ktorý sa predával aj pod označením 1111. Jej hmotnosť je 721 gramov. Mala fluorescenčný displej, nabíjacie batérie a predávala sa za 395 dolárov. Na obrázku je vidieť kalkulačku Sharp Qt – 8D. Prvú kalkulačku na jedinom čipe vyrobili v roku 1971 v spoločnosti Mostek pod označením MK 6010. K popularite kalkulačky dopomohli nové zobrazovače LED a LCD displeje. Prvou kalkulačkou, ktorá mala LED displej bola Busicom LE – 12A „HANDY“, uvedená v roku 1971.



Spoločnosť Hewlett – Packard (HP) uviedla v roku 1972 vedeckú kalkulačku HP – 35 za cenu 395 dolárov, ktorú vidieť na obrázku. Mala 35 tlačidiel a bola osadená čipom Mostek MK 6020. V roku 1972 spoločnosť Texas Instruments predstavila vedeckú kalkulačku SR – 10 za 150 dolárov, po ktorej nasledovala SR – 50, ktorá mala konkurovať HP – 35.



Prvé programovateľné vreckové kalkulačky uviedla spoločnosť HP pod označením HP – 65 v roku 1974 s kapacitou 100 pokynov a mohla uložiť a načítať programy pomocou zabudovanej čítačky magnetických kariet. O dva roky neskôr uviedla kalkulačku HP – 25C a mala nepretržitú pamäť a programy s údajmi boli uložené v pamäti CMOS počas vypnutia. V roku 1977 uviedla programovateľné kalkulačky spoločnosť TI pod označením SR – 98 a SR – 99.



Prvou vreckovou programovateľnou kalkulačkou v ZSSR bola Elektronika B3 – 21, vyvinutá koncom roka 1976. Aj napriek veľmi obmedzeným schopnostiam s 98 bajtov inštrukčnej pamäte a asi 19 adresových registrov sa im podarilo napísať všetky druhy programov i dobrodružné hry. Na obrázku je vedecká kalkulačka MK 71 s napojením na solárny zdroj energie.

Prvé úspešné kalkulačky s LCD boli vyrobené

firmou Rockwell International a predávané od roku 1972 pod rôznym označením ako napríklad Dataking LC – 800 .

Osobné počítače sa často dodávajú s programom kalkulačiek, ktorý napodobňuje vzhľad a funkcie kalkulačky pomocou grafického používateľského rozhrania na zobrazenie kalkulačky. Jeden z týchto príkladov je kalkulačka Windows. Väčšina asistentov osobných údajov PDA a smartfóny majú takúto funkciu.

Osobné počítače (Personal Computer)

Podľa mnohých sa éra PC (personal computer) začala uvedením modelu IBM 5150 v roku 1981, ale nie je to tak, lebo prvé osobné počítače boli predstavené už v roku 1975. Na trh boli uvedené modely MITS Altair 8800, nasledovaný IMSAI 8080, ktorý bol klonom Altair. Oba používali procesor Intel 8080. V krátkom období prišiel v ponuke procesor Z 80,

MC 6800 od spoločnosti Motorola a krátko nato MOS Technology uviedla procesor MCS 6502. Bill Gates a Paul Allen napísali kompilátor BASIC pre počítač Altair a vytvorili spoločnosť Microsoft.

V roku 1976 navrhli Jobs a Wozniak počítač Apple I., na ktorom použili procesor MCS 6502 pre jeho nízku cenu. V tomto roku bola ohlásená novinka „elektronické pero“ a prvý program na spracovanie textu „Adventure“. Shugart uviedol svoju 5,25 ″ disketu, ktorá sa stala kľúčovou súčasťou revolúcie osobného počítača.

Svet počítačov sa rozbehol počas roka 1977, keď sa uviedli počítače Apple II., s podporou disketovej jednotky, TRS – 80 od spoločnosti Radio Shack a Commodore PET s operačným systémom CP / M spracovaný na 8 – bitové počítače od spoločnosti Digital Research, ktorý bol predlohou pre vznik operačného systému MS – DOS.

Softvér sa dostal do popredia v roku 1978, keď Dan Bricklin a Bob Frankston vymysleli „VisiCalc“, prvý elektronický tabuľkový program. Týmto sa osobný počítač stal užitočným obchodným nástrojom a nie len na hranie hier a náhradu za písacieho stroja. Word Master, čoskoro premenovaný na Word Star, bol uvoľnený a pokračoval v zvládaní textu. ATARI využil svoju skúsenosť s videohrami a vstúpil na trh s osobnými počítačmi. Spoločnosť Epson uviedla TX – 80, prvú lacnú maticovú tlačiareň.

Tretia dôležitá kategória softvéru, databáza, sa dostala na scénu v roku 1979 s „Vulcanom“, predchodcom D Base II. a jeho nástupcami. To bol aj rok, kedy Hayes predstavil 300 bps modem a založil telekomunikáciu ako aspekt osobného počítača. Počítač TI – 99 / 4 od spoločnosti Texas Instruments mal byť prvým 16 – bitovým počítačom, ale bol nešťastne navrhnutý.

Rok 1980 bol rokom, v ktorom Commodore uvoľnil počítač VIC – 20 za prijateľnú cenu 299 dolárov. Sinclair sa pokúsil urobiť ešte výraznejší krok v dostupnosti počítačov, keď ponúkal ZX – 80 za 199 dolárov. Bol to veľmi obľúbený počítač v Anglicku. To isté možno povedať o farebnom prevedení TRS – 80 od Radio Shack. Apple III. s pamäťou 192 kB RAM bol prvý počítač od Apple, ktorý podporoval pevný disk s kapacitou 5 MB. Odhaduje sa, že v roku 1980 bolo v USA asi milión osobných počítačov.

Začiatkom roka 1981 Adam Osborne predstavil prvý prenosný počítač Osborne 1 a mal veľkosť kufrika. Bežal na operačnom systéme CP / M s dvoma 5,25 ″ disketovými mechanikami a malým 5 ″ displejom. Jeho cena bola 1899 dolárov. Prenosný počítač uviedla i spoločnosť Epson HX – 20 s rozmermi 22 x 28 x 3,8 cm. Používal mikro kazetu na ukladanie dát. Na LCD obrazovke nad klávesnicou zobrazovala 4 riadky po 20 znakov.

V roku 1981 bol jednou z najznámejších udalostí, keď IBM uviedla model IBM 5050. Tento počítač mal 16 – bitový CPU na 8 – bitovej zbernici, osadený procesorom Intel 8088, obsahoval 16 kB pamäť RAM a mal dve 5,25 ″ disketové mechaniky. Zákazník získal slušne zložený počítač s monochromatickým grafickým adaptérom a monitorom s rozlíšením 720 x 350 bodov, adaptérom farebného displeja s monitorom CGA s rozlíšením 320 x 200 bodov so 4 farbami alebo 640 x 200 bodov s dvoma farbami, paralelnú kartu, bodovú maticovú tlačiareň a operačný systém CP / M – 86, p – system UCSD alebo PC – DOS. Druhou najvýznamnejšou udalosťou v roku 1981 bola dohoda medzi Microsoft a IBM, s tým, že PC – DOS nebude iba pre počítače IBM. To vydláždilo cestu pre klonovanie PC. VisiCalc v roku 1983 bol nahradený Lotus 1 – 2 – 3, ktorý bol ponúkaný v IBM PC. V tomto roku bol vydaný aj Microsoft Word 1.0, i keď spočiatku bol malým hráčom na trhu. Spoločnosť Apple predstavila prvý domáci počítač s myšou a grafickým užívateľským rozhraním Lisa. Problém bol v cene počítača, lebo dať za osobný počítač 10 000 dolárov

bolo skutočne veľa. Tento problém umožnil rýchlejší nástup Apple Macintosh v roku 1984 s cenou 2500 dolárov. Spoločnosť IBM opustila 8 – bitovú dátovú zbernicu, keď uviedla AT počítač so 6 MHz procesorom Intel 80 286 so 16 – bitovou zbernicou a disketovou mechanikou 5,25 ″ a novým štandardom videa EGA.

V roku 1985 spoločnosť Microsoft uviedla Windows 1.0. V tomto roku spoločnosť Aldus vynáša softvér na spracovanie textu, tabuliek a databázy tým, že vydala stránku Page Maker. Apple sa uplatnila s počítačmi Macintosh a LaserWriter. Spoločnosť Compaq, prvý výrobca kompatibilného počítača s IBM PC a prvý výrobca kompatibilných prenosných počítačov s IBM a v roku 1986 dodal prvý počítač s procesorom Intel 80 386. V porovnaní s typickým 8 až 12 MHz výkonom 80 286 bol 16 MHz 80 386 skutočným výkonovým posunom. Zaviedli sa tiež nové operačné systémy, ktoré robili postupne verzie Windows oveľa silnejšími.

V roku 1987 Apple predstavil rozšírenie slotov na Macintosh v počítači Mac II., so 128 MB pamäte RAM. Spoločnosť IBM predstavila Micro Channel Architecture so svojou líniou PS / 2, IBM a Microsoft OS / 2 a Windows 1.1. Spoločnosť Sun dodala prvý procesor RISC.

Piata hlavná kategória softvéru pre produktivitu bola spustená programom s názvom Power Point, pôvodne iba pre počítače Macintosh. Do troch mesiacov spoločnosť Microsoft, ktorá vytvorila Power Point, vyvinula verziu pre PC a stala sa súčasťou balíka Microsoft Office v roku 1989 pre počítače Mac a v roku 1990 pre Windows.

Snáď najvýznamnejšou počítačovou udalosťou v roku 1988 bol prvý internetový vírus, ktorý infikoval asi 6000 Unixových počítačov vo veľmi krátkom čase. Spoločnosť Microsoft aktualizovala systém Windows 2.03. Spoločnosť Apple predstavila disketu s vysokou hustotou zápisu, ktoré sú kompatibilné s 3,5 ″ disketami IBM a DOS používalo asi 30 miliónov používateľov.

V roku 1989 Apple uviedla Mac Portable, prvý notebook so vstavaným trackball a možno aj prvý s aktívnym maticovým displejom. Systém Windows uviedol verziu 3.0 v roku 1990 a bol takmer predurčený na tento čas, lebo sa začali vyrábať prvé PC s procesormi Intel 80 486. Apple Macintosh II Fx pracoval s frekvenciou 40 MHz a používal rýchlu grafickú kartu.

Linus Torvald vytvoril v auguste 1991 svoju vlastnú verziu Unixu, ktorá sa pomenovala Linux. Stal sa druhým najobľúbenejším operačným systémom. Microsoft Windows 3.1 bol dodaný v roku 1992. Windows s hardvérom sa začali zjednocovať a po krátkom čase sa stal

Windows hlavným operačným systémom na PC a DOS bol iba podporným operačným systémom.

V roku 1993 Intel predstavil procesor Pentium s frekvenciou 60 MHz. V auguste 1993 Apple uviedol na trh PDA (Personal Digital Assistant), Newton MessagePad mal zhruba rovnaké rozmery ako moderný 7 '' tablet a bol hrubý 19 mm a vážil necelých 500 gramov s rozlíšením 336 x 240 bodov na mono obrazovke a používal 20 MHz procesor ARM 610 .

V roku 1994 Intel uznal chybu, ktorý vykazoval procesor Pentium na matematickom procese. Hoci bola World Wide Web vytvorená už pred viacerými rokmi, v roku 1995 sa preniesla do verejného používania. Windows 95 bolo vydané v auguste a Intel predstavil Pentium Pro v novembri. Spoločnosť Apple začala používať nový procesor Power PC 603 vo svojich modeloch Performa 5200 a 6200, ktoré pracovali na frekvencii 75 MHz. Použila ich aj v Power Book 5300 a Power Book Duo 2300C. Model 603e bol prvým procesorom stolového počítača, ktorý dosiahol hranicu 300 MHz. Power PC 604 bol použitý v

profesionálnych Mac, počnúc modelom 120 a 132 MHz na počítači Power Mac 9500 v apríli 1995. V marci 1996 v marci prišli na trh prvé Palm Pilot, ktoré boli ako Newtony, ale oveľa menšie, ľahšie a predávali sa v oveľa väčšom počte.

V júli 1996 spoločnosť Microsoft uviedla systém Windows NT 4.0. V roku 1997 prišli na trh procesory Pentium II. a Pentium MMX. Spoločnosť Be Inc. Začala svoj operačný systém BeOS spájať s hardvérom Intel v roku 1997 a modemy spôsobili priemyselnú búrku a prvé káblové modemy boli dodávané. Spoločnosť Apple predstavila Mac OS 8.0 v novembri 1997 a uviedla na trh Power Mac G3 a Power Book G3, najrýchlejší prenosný počítač na svete s portom SCSI a 14 '' obrazovkou s rozlíšením 1024 x 768 bodov.

V roku 1998 bol uvedený operačný systém Windows 98 a Intel predstavil svoj lacnejší mikroprocesor Celeron. V roku 1998 použili v operačnom systéme iMac USB konektor ako možného nástupcu paralelných a sériových portov bežných na počítačoch systému Windows. V januári 1999 mal tento systém debut v počítači Power Mac G3, ktorý si zachoval jeden ADB port, získal USB, tak i Fire Wire. V máji bol uvedený ľahký a tenký Power Book Lombard s USB konektorom. Koncom augusta predstavila spoločnosť Apple počítač Power Mac G4, najsilnejší počítač na svete a dostatočne silný.

V roku 1999 sa objavil na scéne Pentium III. a AMD Athlon, ktorý dosiahol frekvenciu 1 GHz v roku 2000. V Októbri 1999 Apple uvoľnil operačný systém Mac OS 9.

V roku 2000 uvoľnila spoločnosť Microsoft systém Windows Me (Millenium Edition) a Windows 2000 ako nástupcu Windows NT.

V roku 2001 spoločnosť Apple začala s novým Titanium Power Book G4, ktorý bol iba tenký iba 2.54 mm a širokouhlý s rozlíšením 1152 x 768 bodov na 15 '' displeji. V marci uviedla operačný systém Mac OSX 10.0.

V roku 2001 vyrobila spoločnosť Intel Pentium 4, ktorý si poradil s frekvenciou 1,4 GHz a v septembri už prekonal hranicu 2 GHz. Spoločnosť začala predávať i procesor Itanium, navrhnutý ako 64 – bitový procesor, nástupca staršej rady x86 architektúry, ktorá začala modelom 8086 .

Apple začal v roku 2002 s plochým panelom u počítača iMac G4, tak ohromujúcim. V roku 2003 Microsoft vydala novú generáciu Windows XP, ktorá zlúčila spotrebiteľské rady Windows 9x a Windows NT. Windows XP bol najväčšou vecou, ktorá sa niekedy stala v systéme Windows.

V októbri 2003 nastúpil nový operačný systém Mac OSX 10.3 Panther. V tom istom roku Intel uviedol procesor Pentium M pre notebooky s nižším výkonom, ktoré vyústili do

procesora Core Duo. AMD vydáva procesory Opleron a Athlon 64.

Kompaktný disk (CD)

Je to digitálny optický disk pre ukladanie dát, ktorého formát bol uvedený v roku 1982, vyvinutý spoločnosťou Philips a Sony. Formát bol pôvodne vyvinutý pre ukladanie a prehrávanie zvukových nahrávok, ale neskôr bol upravený pre ukladanie dát „CD – ROM“. Bolo vytvorených i niekoľko ďalších formátov na zápis audio i dát uloženie „CD – R“, neskôr prepisovateľné „CD – RW“, „Video Compact Disc“ (VCD), „Super Video Compact Disc“ (SVCD), „Photo CD“, a „Enhanced music CD“.

Štandardné CD disky majú priemer 120 mm a môžu uložiť asi 80 minút nekomprimovaného záznamu zvuku alebo asi 700 MB dát. Mini CD má veľkosť od 60 do 80 mm s uložením záznamu do doby 24 minút.



V dobe svojho uvedenia mohlo CD uložiť viac dát ako pevné disky v osobnom počítači. Začiatky vývoja CD siahajú do 60. rokov 20. storočia. Americký vynálezca James T. Russell je považovaný za prvého človeka, ktorý vynášiel systém zaznamenania digitálnych informácií opticky na priehľadnú fóliu, ktorá je osvetlená zozadu halogénovou lampou veľkého výkonu. Patentovú prihlášku si Russell podal v roku 1966, a patent mu bol pridelený v roku 1970.

Kompaktný disk je evolúcia „Laserdisc technic“, kde sa používa zaostrený laserový lúč, ktorý umožňuje vysokú hustotu informácie požadované pre vysoko kvalitné digitálne audio

signály. Prototypy boli vyvinuté Philips a Sony navzájom nezávisle ku koncu 70. rokov. CD sa stal pre Philips ako cieľ zdokonaľovania formátu laserdisc. V roku 1979 Sony a Philips vytvorili spoločnú pracovnú skupinu konštruktérov pre návrh nového digitálneho disku. Po roku experimentovania uviedli Red Book CD – DA štandard, ktorý bol publikovaný v roku 1980. Komerčne boli CD uvedené v roku 1982 a stali sa extrémne populárne, lebo v roku 1983 sa ich len v USA predalo 400 000 kusov.

V roku 1988 bolo viac CD nosičov predaných v USA ako vinylových LP platní a po roku 1992 prekonal predaj nahraných kompaktných kaziet. Jednotný dizajn kompaktného disku dovoľoval kúpu diskov v každej spoločnosti s možnosťou prehrávania v domácom prostredí bez cenzúry.

V roku 1974 L. Ottens, vedúci divízie audio u spoločnosti Philips, začal so skupinou vyvíjať analógový optický zvukový disk s priemerom 20 cm s kvalitou zvuku ako u vinylovej LP platne.

Vzhľadom k problémom, ktorý analógový formát spôsoboval sa dvaja inžinieri rozhodli pre digitálny formát v marci 1974. V roku 1977 Philips vytvoril prototyp kompaktného disku s priemerom 11,5 cm.

Heitaro Nakajima, ktorý vyvinul digitálny audio rekordér v rámci japonského národného verejnoprávneho vysielania organizácie NHK v roku 1970, a stal sa riaditeľom audio oddelenia v spoločnosti Sony v roku 1971. Jeho tím vyvinul digitálny PCM adaptér audio magnetofón s použitím Betamax videorekordéra v roku 1973. V roku 1974 presunuli ukladanie digitálneho záznamu na optický disk. Sony prvý verejne demonštroval optický digitálny audio disk v septembri 1976. O rok neskôr, v septembri 1977, Sony ukázal 30 cm disk, ktorý mohol uložiť 60 minút digitálneho záznamu pri vzorkovacej frekvencii 44 100 Hz a 16 – bitovým rozlíšením s použitím MFM modulácie. V septembri 1978 spoločnosť ukázala optický digitálny audio disk s hracou dobou 150 minút pri 44 056 Hz vzorkovacej frekvencii, so 16 – bitovým lineárnym rozlíšením. Technické podrobnosti o digitálnom disku Sony boli predložené 13 až 16 marca 1979 v Bruseli. Philips 8. marca 1979 verejne demonštroval prototyp optického digitálneho audio disku na tlačovke v Eindhoven v Holandsku.

Spolupráca z roku 1979 spoločnosti Sony a Philips pod dohľadom inžinierov Kees Schauhamer Immink a Toshitada Doi, výskum tlačili k laserovej technológii. Po roku experimentovania a diskusií, pracovná skupina vyprodukovala Red Book CD – DA ako štandard. Prvá publikácia bola v roku 1980 a bola formálne prijatá IEC ako medzinárodný štandard v roku 1987, s rôznymi dodatkami.

Prvá skúšobná lisovaná nahrávka od Richard Strauss skladbu Eine Alpensifone (alpská symfónia) bola vyrobená v roku 1979. Na televíznom programe BBC „svet zajtrajška“ v roku 1981 spustili album Living Eyes od Bee Gees z CD disku. Prvý komerčný kompaktný disk bol vyrobený 17. 8. 1982. Nahrávka z roku 1979 Claudio Array od Chopin. Prvých 50 titulov bolo uverejnených v Japonsku 1. 10. 1982.

Japonský štart zavedením CD prehrávačov bol v marci 1983 a disky, ktoré sa začali exportovať do Európy, a Severnej Ameriky. Táto udalosť je často označovaná za „veľký tresk“ v digitálnej audio revolúcii. Nový zvukový nosič bol prijatý s nadšením, pre jeho manipuláciu a kvalitu zvuku. Postupne klesala cena nosičov a zavedením do výroby prenosného „Discman CD“ začala rýchlo získavať popularitu pre poslucháčov rockovej a populárnej hudby. Výhodou tohto formátu bola schopnosť vyrábať a predávať sady CD nosičov po 10 a viac kusov v jednom balení.

Dire Straits bol prvým umelcom, ktorý v roku 1985 predal milión CD nosičov s albumom „Brothers in Arms“. Dňa 26. 2. 1987, prvé štyri anglické albumy The Beatles boli uvoľnené na CD v monofónnom prevedení. V roku 1988 bolo v 50 lisovniach na celom svete predaných 400 miliónov CD nosičov. CD bolo plánované ako náhrada za LP platne, ale nie ako primárne pamäťové médium. Od svojich začiatkov ako hudobný formát, CD postupne zahŕňal ďalšie aplikácie. V roku 1983, po uvedení CD, Immink a Braata predstavili prvé experimenty s zmazateľnými kompaktnými diskami. V roku 1985 bol predstavený počítačový CD – ROM a v roku 1990 CD – Recordable vyvinuté v spoločnosti Sony a Philips zapisovateľný disk pre nahrávanie hudby a kopírovanie hudobných albumov bez chýb. Neskoršie video formáty, ako DVD a Blu – ray používali rovnakú fyzikálnu geometriu ako pôvodné CD nosiče, ktoré sú spätne kompatibilné s audio CD.

Technické údaje: CD je vyrobený z 1,2 mm hrubého polykarbonátového plastu a váži 15 až 20 gramov. Stredový otvor má priemer 15 mm, v ktorom je oblasť upínacieho kruhu,

druhou časťou je zrkadlová plocha pre ukladanie dát a tretia ráfik. Na ukladanie slúži plocha s polomerom 25 až 58 mm. Tenká vrstva z hliníka alebo menej často zo zlata sa aplikuje na povrch ako reflexná vrstva. Kovový povlak je chránený vrstvou laku. Štítok je vytlačený na lakovanej vrstve, obyčajne pomocou sieťotlače alebo ofsetovej tlače. Dáta na CD sú reprezentované ako malé vrúbkované jamky, zakódované v špeciálnej stope tvarované do hornej časti polykarbonátovej vrstvy. Plocha medzi jamkami sa nazýva „oblasť“. Každá jamka je približne 100 nm hlboká a široká 500 až 800 nm a dlhá do 3.5 μm . Vzdialenosť medzi dráhami je 1,6 μm . Motor roztáča CD pri snímaní na 1,2 až 1,4 m za sekundu, čo zodpovedá 500 otáčkam za minútu na vnútornej strane a približne 200 otáčok za minútu na vonkajšom okraji. Disk svoje otáčky postupne spomaľuje. Oblasť ukladania dát je 86 cm^2 a dĺžka špirály je 5,38 km. Doba prehrávania je 74 minút, alebo 650 MB dát na CD – ROM. Na čítanie dát sa používa laser s vlnovou dĺžkou 780 nm. CD sú náchylné na mechanické poškodenie pri manipulácii a pôsobením životného prostredia.

Digitálne dáta sa na CD ukladajú od stredu a pokračujú smerom k okraju, čo umožňuje prispôbenie na rôzne formáty. Štandardné CD je k dispozícii v dvoch veľkostiach. Najčastejšie je to 120 mm so 74 až 80 minútovým záznamom audio a 650 až 700 MB dát. Táto kapacita bola údajne špecifikovaná spoločnosťou Sony, jej predstaviteľom Norio Ohga v máji 1980 tak, aby bola schopná uložiť celú Bethovenovú deviatu symfóniu na jeden disk, ale ide pravdepodobne iba o bájku. Menšia veľkosť 80 mm mala kapacitu 21 až 24 minút audio nahrávky alebo 185 až 210 MB dát a niesol pomenovanie Mini – CD formát.

Super audio CD (SACD) je s vysokým rozlíšením iba na čítanie, ktorý bol navrhnutý tak, aby zaznamenal vyššiu vernosť reprodukcie digitálneho zvuku ako Red Book. Predstavený bol v roku 1999 a bol vyvinutý spoločnosťami Sony a Philips.

CD – ROM bol spočiatku ako audio médium, ale od roku 1988 ako Yellow Book CD – ROM sa začal používať ako dátová elektronická pamäť i ako zvukové kompaktné disky k počítačom.

Photo CD je systém navrhnutý v roku 1992, aby uchovali aspoň 100 vysoko kvalitných fotografických snímok.

CD – i vytvorený formát od Philips určený pre multimedialne CD – i prehrávače z roku 1993.

Enhanced hudobné CD (CD +) je to kombinácia audio stopy a dátové stopy na rovnakom disku tým, že zvukové stopy sú v prvom pásme a dáta v druhom pásme. Bolo to vyvinuté spoločne v spolupráci Sony a Philips.

Replikované CD sú masovo vyrábané najskôr pomocou hydraulického lisu. Malé granule vyhrievaného surového polykarbonátového plastu sa privádza do lisu. Skrutka vyplní skvapalneným plastom dutiny formy. Forma sa uzavrie kovovou raznicou pri styku s povrchom disku. Plast sa nechá s chladením stuhnúť. Po otvorení formy je disk ako substrát vybraný z formy pomocou robotickej ruky a vytvorí sa stredový otvor priemeru 15 mm. Čas potrebný na vytvorenie CD je zvyčajne dve až tri sekundy.

Táto metóda vytvára priehľadnú prázdnu časť disku. Potom nasleduje pokovovanie vrstvou hliníka alebo iného kovu, pričom je disk vystavený UV svetlu a je pripravený na záznam. Na CD sa pritlačí matrica zo skla s vysoko výkonným laserom, ktorý má negatívny obraz voči ploche CD a na kovovom podklade vytvorí súbor malých drážok. Potom nasleduje nanášanie tenkej vrstvy laku pred dokončením. Disk sa označí a zabalí. V roku 1995 boli materiálne náklady na výrobu obalu 30 centov a na výrobu CD disku 10 až 15 centov.

Zapisovateľné CD – R sa vyrábali s čistou dátovou plochou.

Foto senzitivne farbivo sa aplikuje, potom sa pokovuje a nanáša lak. Zápis laserom sa robí na CD – rekordéri, ktorý zmení farbu farbiva, aby čítací laser štandardného CD prehrávača mohol zobrazíť údaje rovnako ako klasické hudobné CD. CD – R nahrávky sú navrhované tak, aby boli trvalé a životnosť disku je do 20 rokov, podľa uskladnenia.

Prepisovateľné CD – RW je zapisovateľné médium, ktoré používa kovové zliatiny miesto farbiva. Zápis laserom je v tomto prípade iné, menia sa vlastnosti amorfnej kryštalickej zliatiny, a tým sa mení jeho odrazivosť. CD – RW nemá tak veľký rozdiel v odrazivosti ako lisované CD alebo CD – R, a tak staršie audio CD prehrávače nenačítajú CD – RW disky.

Vzhľadom na technické obmedzenia, pôvodné zapisovateľné CD mohlo zapisovať nie rýchlejšie ako 4x vyššou rýchlosťou. Vysoko rýchlostné prepisovateľné CD má iný dizajn, ktorý umožňuje zapisovanie pri rýchlostiach od 4x do 12x. Originálne disky CD – RW možno zapísať u pôvodných prepisovateľných diskov CD. Vyššia rýchlosť CD – RW je Ultra Speed (16x až 24x).

James T. Russell narodený v roku 1931 v Bremerton je americkým vynálezcom. Bakalára z fyziky získal na Reed High School v Portlande v roku 1953. Začal pracovať v General Electric v laboratóriu v Richland vo Washingtone, kde inicioval mnoho typov experimentálneho vybavenia. Navrhol a postavil elektrónovú zväračku. V roku 1965 nastúpil do Pacific Northwest National Laboratory v Battelle Richland. Tam v roku 1965 vynášiel celkovú koncepciu optického digitálneho nahrávania a prehrávania. Prvé patenty podal v roku 1966 až 1969. Postavil prototypy a v prevádzke boli v roku 1973. Jeho prototyp videlo asi 100 spoločností, medzi ktorými boli Philips a Sony.

Russellové koncepty, patenty a prototypy s literatúrou podnietili optickú digitálnu revolúciu. Výsledkom technológie optického záznamu, ktorý tvoril základ na vznik video disku, CD a DVD. Technológiu záznamu po prvýkrát publikoval Dr. David Paul Gregg v roku 1958. Pôvodná hustota Russellovho laserového záznamu bola s priemerom bodu 10 μm čo je asi 100 krát väčšia ako na bežnom CD. To potom predstavuje kapacitu 5 MB na disk s priemerom 12 cm. Russellov disk ponúka hracu dobu kratšiu ako jedna minúta digitálneho zvuku CD.

Laserdisc (LD) je to domáci formát ako prvý komerčný optický disk ako pamäťové médium pôvodne licencovaný a uvádzaný na trhu firmou MCA Discovision v roku 1978 v USA. Hoci formát bol schopný ponúknuť vyššiu kvalitu obrazu i zvuku, ako súperiace VHS a Betamax, nezískal si širšie uplatnenie a to najmä z dôvodu vysokých nákladov na zakúpenie prístroja a video titulov a nemožnosť nahrávania televíznych programov. Tento

formát si nezískal popularitu ani v Európe a Austrálii pri jeho uvedení, ale začal byť populárny v roku 1990, pričom najväčšiu popularitu si získal v Japonsku, Hong Kongu, Singapuru a Malajzii pre jeho kvalitu zvuku a obrazu. Technológia Laserdisc bola základom pre ďalšie formáty optických diskov akými sú CD, DVD a Blu – ray.

Optická technológia nahrávania s použitím transparentného disku, bol vynájdený Davidom Paulom Greggom v roku 1958 a patentovaný v roku 1961. Gregg patent predal firme MCA v roku 1968. V roku 1969 Philips vyvinula video disk v reflexnom režime, ktorý mal výhody oproti transparentnému režimu. MCA a Philips potom spojili svoje úsilie a prvé uvedenie video disku sa udialo v roku 1972. Laserdisc bol po prvýkrát k dispozícii na trhu v Atlante v štáte Georgia, 15. 12. 1978. Dva roky po zavedení VHS videorekordéra, a štyri roky pred zavedením CD. Pioneer Electronics neskôr kúpil väčšinový podiel vo formáte a predával to ako Laservision v roku 1980. V roku 1984 Sony predstavil Laserdisc formát, ktorý mohol ukladať v akejkoľvek forme digitálne dáta, ako zariadenie na ukladanie dát podobne ako

CD – ROM s veľkosťou kapacity 3,28 GB. Produkcia Laserdisc sa ukončila v USA v roku 2000 a posledný ukončil výrobu Pioneer 14. 1. 2009.



www.hifiengine.com

Prehrávače Laserdisc používali hélium – neónový laser pre čítanie diskov a mal červeno – oranžové svetlo s vlnovou dĺžkou 632,8 nm, zatiaľ čo neskoršie polovodičové prehrávače používali infračervené polovodičové laserové diódy s vlnovou dĺžkou 780 nm. V marci 1984 Pioneer predstavil prvý prehrávač s polovodičovým laserom LD – 700 na obrázku. A bol prvým prehrávačom, ktorý načítaval spredu a nie zvrchu. Philips používal plynové lasery vo svojich prehrávačoch až do roku 1985. Bežne boli dostupné prehrávače, ktoré snímali iba jednu stranu a potom sa ručne otočili na druhú stranu, ale boli k dispozícii i také prehrávače, ktoré to robili automaticky a snímali obe strany disku.

V roku 1984 bol ponúkaný prehrávač „Laser Stack“, ktorý bol multifunkčný a zásobník mal na 10 kusov diskov.

Prvým sériovo vyrábaným Laserdisc prehrávačom bol MCA Discovision PR – 7820 a neskoršie sa premenoval na Pioneer PR 7820. V USA bol tento prehrávač používaný u mnohých predajcov General Motors ako zdroj výukových videí z osobných a nákladných automobilov ku koncu 70. rokov a začiatkom 80. rokov. Prehrávače vyrobené v rokoch 1985 až 1989 sú schopné prehrávať i CD. Pioneer DVL – 9, ktorý bol uvedený ako prehrávač DVD v roku 1996 bol prvý prehrávač pre komerčné prehrávanie DVD v kombinácii DVD / LD. Philips propagoval názov pre formát VLP (Video Langspeel – plaat), dlho hrajúci disk. Po svojom uvedení na trhu v Japonsku v roku 1981, bol tento formát predstavený aj v Európe v roku 1983 pod názvom „Laser Vision“, ale v roku 1990

bol zmenený na Laserdisc. Laserdisc mal rad výhod voči VHS. Umožnil oveľa ostrejší obraz s horizontálnym rozlíšením 425 riadkov pre NTSC a 440 pre PAL. VHS predstavoval rozlíšenie pre NTSC 240 riadkov. Laserdisc zvládol analógové i digitálne audio, pričom VHS bola iba analógová. Laserdisc boli spočiatku lacnejšie ako videokazety VHS, pretože chýbali pohyblivé časti a plastový kryt, ktorý VHS nevyhnutne potrebovali pre svoju činnosť. Kopírovanie disku bolo oveľa rýchlejšie, lebo kópia videokazety vyžadovala rovnaký čas ako pôvodné nahrávanie. Ku koncu roka 1980 sa priemerná cena Laserdisc pohybovala okolo 5 dolárov za obojstranný disk a videokazety VHS sa začali predávať za 1 dolár, čo zväčšilo jej predaj.

DVD (Digital Video Disc) predstavuje druhú generáciu kompaktných diskov a jej technológie. V skutočnosti, čoskoro po vydaní prvých zvukových CD od spoločnosti Sony Corporation a Philips Electronics NV v roku 1982 začal výskum na uloženie

vysokokvalitného videa na rovnakom 120 mm disku. V rokoch 1994 a 1995 boli predstavené dva súperiace formáty, multimedialne MMCD ponúkané spoločnosťami Sony a Philips a Super Density (SD) ponúkaný spoločnosťou Toshiba Corporation a Time Warner Inc. Koncom roka 1995 sa konkurenčné skupiny dohodli na spoločnom formáte, známe ako DVD, ktorý bol kombináciou oboch návrhov a v roku 1996 sa prvé DVD prehrávače začali predávať v Japonsku.

Podobne ako jednotka CD, i jednotka DVD používa laser na čítanie binárnych údajov, ktoré boli zakódované na disk vo forme drobných jamiek sledujúcich špirálovú dráhu medzi stredom disku a jeho okrajom. Pretože DVD laser vydáva červené svetlo s vlnovou dĺžkou 635 až 650 nm, umožňuje zapísať hustejšie znaky na užších rozstupoch, čo umožnilo väčšiu hustotu skladovania, pričom DVD je k dispozícii v jednostranných a obojstranných verziách s jednou alebo dvoma vrstvami pre zápis na každú stranu.

Obojstranné dvojvrstvové DVD môže obsahovať až 16 GB dát, čo je desať násobok kapacity disku CD – ROM, ale bežne dostupné DVD s jednostranným zápisom má kapacitu 4,7 GB, čo je dostatočná kapacita na dvojhodinový film, uložený kompresným formátom MPEG – 2. Po krátkom čase tieto DVD disky nahradili takmer úplne videokazety VHS, lebo spotrebitelia rýchlo ocenili pohodlie diskov, ako aj vyššiu kvalitu videozáznamov a interaktivitu digitálnych ovládacích prvkov a prítomnosť mnohých ďalších funkcií.

Ďalšou generáciou ako technológia DVD je technológia s vysokým rozlíšením alebo technológia HD. Keďže televízne systémy prešli na digitálnu signalizáciu, televízia s vysokým rozlíšením HDTV, s oveľa väčším rozlíšením obrazu ako tradičná televízia. V roku 2002 boli predložené dve konkurenčné technológie medzi sebou nekompatibilné na ukladanie videa HD DVD od spoločnosti Toshiba a NEC Corporation, a Blu – ray, ktorý navrhli v spoločnosti Sony. Obe technológie používajú modrofialové laserové svetlo s vlnovou dĺžkou 405 nm. Výsledkom je jednostranný, jednovrstvový disk s kapacitou 15 GB pre HD DVD a 25 GB pre Blu – ray.

O výhodách technológie DVD sa presvedčili zákazníci už pri prvom uvedení, u ktorých bola rýchlosť čítania 1350 kB za sekundu, a ktorá sa postupne dostala na 12 až 16 násobok, čo predstavuje maximálnu prenosovú rýchlosť 21,6 MB za sekundu. Disk sa v mechanike otáča rýchlosťou 9200 otáčok za minútu, ale pri dvojvrstvovom sa rýchlosť znižuje na 6300 otáčok za minútu. Podľa normy by mal mať dva kotúče z polykarbonátového substrátu a hrúbke 0,6 mm, pričom niektorí výrobcovia DVD médií si dovolili jednu vrstvu vynechať.

Dáta na médiu DVD sa dajú dostať lisovaním, alebo napálením. Odstup jednotlivých stôp je $0,74\ \mu\text{m}$. Lisované je DVD – ROM a napáľované sú tri druhy: DVD – R, ktorý bol prvým návrhom tohto formátu od firmy Pioneer, ktorý podporili Philips, Sony, Thomson a Ďalší. Pod názvom DVD fórum ustanovilo v roku 1997 konečné špecifikácie. Na obale štandardného média sa uvádza kapacita 4,7 GB, ale v skutočnosti je to 4,382 GB v osmičkovej sústave, v ktorej počíta aj väčšina operačných systémov a napáľovacích programov.

V roku 2002 sa niekoľkým firmám prestalo páčiť platenie veľkých poplatkov za používanie štandardu DVD a jeho formátu DVD – R a rozhodli sa založiť spoločenstvo nazvané DVD + R Aliancie. To si dávalo za cieľ vyvinúť iný formát DVD a zaviesť zaň menšie licenčné poplatky. V tomto združení boli spoločnosti Dell, Hewlett – Packard a Yamaha. Neskôršie sa do aliancie pridali aj členovia fóra DVD Sony a Philips. Technicky je formát DVD + R od DVD – R odlišný iba v niekoľkých detailoch. Kapacita DVD + R je o 0,05 GB menšia ako u DVD – R. To je však vyvážené robustnejšou technológiou na

ochranu proti chybám, a preto je DVD + R menej náchylné na poškodenie vedúce ku strate dát. Formát DVD – RAM je odvodený od DVD + R, na ktorom je použitý menší odstup stôp $0,615\ \mu\text{m}$, oproti $0,74\ \mu\text{m}$, pričom technológia disku umožňuje kvalitnejší zápis ako u ostatných DVD formátov. DVD – RAM má veľmi dobrý systém na detekciu a korekciu



chýb, a preto je aj životnosť napáľeného média dlhšia ako u ostatných formátov.

HD DVD je už tretia generácia optických médií. High – Definition (HD), naznačuje, že je určený na uchovávanie filmov vo vysokom rozlíšení. Hlavnými vývojármi tejto technológie boli Toshiba a NEC a v roku 2003 DVD fórum ustanovila tento formát ako nástupcu za DVD disky. Technologicky je to opäť skok dopredu. Médium je rovnakej veľkosti ako CD a DVD, ale je použitá ešte hustejšia forma zápisu. Na čítanie a zápis sa používa laserový lúč s vlnovou dĺžkou $405\ \text{nm}$, čím došlo k jeho posunu do modrej oblasti spektra. Spolu s jemnejším laserovým lúčom boli teda zmenšené aj dátové stopy a ich rozstupy, čím sa výrazne zvýšila kapacita. Dáta sa rovnako ako v prípade DVD ukladajú pod ochrannou vrstvou so šírkou $0,65\ \text{mm}$. Na obrázku je HD DVD rekordér Toshiba s ukladáním na dve

vrstvy, ktorých spoločná kapacita je 30 GB.

HD DVD – R je typ média určené na napaľovanie, ktoré môže byť jednovrstvové alebo dvojvrstvové. Jednovrstvové médium má kapacitu 15 GB a v prípade dvojvrstvového je to 30 GB.

Blu – ray je rovnako optické médium tretej generácie a ide o priameho konkurenta HD DVD. Špecifikácia disku má na svedomí BDA (Blu – ray Disc Association) organizácia, ktorá je teda oponentom DVD fóra stojaceho za špecifikáciou HD DVD. Asociácia vznikla v roku 2002, a medzi zakladateľov patrí Pioneer, Philips, Thomson a Sony.

Na čítanie a zápis sa používa rovnako ako v prípade HD DVD modrý laser s vlnovou dĺžkou 405 nm. Blu – ray má však odstup jednotlivých stôp len 0,35 μm a to je jeden z dôvodov väčšej kapacity oproti HD DVD formátu. Dáta sú ukladané oveľa menej pod povrchom s ochranou vrstvy iba 0,1 mm. Základnou podobou média je lisované BD – ROM. V tomto smere sa situácia začína vyvíjať v prospech Blu – ray, na ktorom vychádza oveľa viac filmových titulov. Druhým typom je klasické médium určené na napaľovanie BD – R (Blu – ray Disc Recordable). Kapacita klasického média je 25 GB.

MP 3 História MP3 sa začala v roku 1982, keď Karheinz Brandenburg robil doktorát z elektrotechniky na Fridrich – Alexander Univerzity Erlangen v Norimbergu. Jeho prácou bola úloha nájsť spôsob ako prenášať hudbu cez digitálnu telefónnu linku. V roku 1986 videl možnosť uskutočniť tento projekt vďaka vyspelejšej technológii s použitím samostatných zvukov do troch sekcií, alebo vrstiev, z ktorých každá by mohla ušetriť veľkosť prenášaného zvuku. Na obrázku je jeden z MP3 prehrávačov. Brandenburg a jeho kolegovia využili psychoakustický fenomén akéhosi sluchového maskovania na stlačenie veľkosti súborov nahrávky. Sluchové maskovanie je to, keď ľudské ucho nepočuje niektoré zvuky, akými sú nízke frekvencie a iné zvuky, ktoré môžu byť vyradené zo záznamu bez výraznejšej straty kvality. To má za následok menšie súbory.



The Motion Picture Express Group (MPEG), skupina, ktorá si dala za úlohu vytvoriť celosvetový štandard zvukového záznamu pre Medzinárodnú organizáciu pre normalizáciu ISO v roku 1988 s MPEG, ktorý vytvoril tri vrstvy. Po ďalšom experimentovaní s dátovými kodekmi s označením MPEG – 1, Audio Layer III bol dokončený v roku 1991. V roku 1997 odkúpila austrálska študentka profesionálny – grande kodek softvér s ukradnutou kreditnou

kartou a distribuovala jadro softvéru ako freeware.

Vzostup peer – to – peer (P2P) vyústil internetovou spoločnosťou Napster, ktorá fungovala asi dva roky. V roku 2001 mal Napster takmer 25 miliónov overených používateľov. Prvý veľký útok na Napster prišiel od kapely Metalica v roku 2000, keď singel „Zmiznem“, „Disappear“ bol pustený v Napster skôr ako sa dostal do rádia. Druhý útok urobila Asociácia nahrávacieho priemyslu v Amerike a dôsledku toho v roku 2001 Napster zrušili a následne ohlásila bankrot.

Internet

Rozvoj siete sa začal érou počítačov pripojených priamo k terminálom používanými zvyčajne v rovnakej budove alebo lokalite. Takéto siete sa stali známymi ako „lokálne siete“ (LAN). Vytvorenie siete nad rámec tohto rozsahu, poznáme ako „širokopásmové siete“ (WAN), ktoré sa objavili v 50. rokoch. V roku 1958 v USA bola založená agentúra ARPA (Advanced Research Project Agency), ktorá sa zaoberala vývojom komunikačných

technológií. Postupne sa agentúra upriamila hlavne na výpočtové technológie z čoho vyplynula potreba prepojenia jednotlivých systémov medzi sebou. Ministerstvo obrany potrebovalo prepojiť niekoľko výskumných centier. Sieť sa skladala z viacerých uzlov a prenos dát bol realizovaný rozkladom dát na časti, ich prenos a následné spätné poskladanie dát. Tento systém prenosu sa zaužíval a dostal pomenovanie paketový systém.

V roku 1969 sa prepojili prvé štyri univerzity v USA a týmto prepojením došlo ku vzniku prvej počítačovej siete s názvom ARPANET. V roku 1971 vznikol i prvý predchodca dnešného e – mailu. Postupne sa sieť rozrastala a po napojení dvoch zahraničných univerzít v Anglicku mala sieť v roku 1981 už 213 pripojených hostiteľských počítačov.

J. C. R. Licklider, viceprezident v spoločnosti Bolt Beranek a Neuman Inc., navrhol globálnu sieť v januári 1960 pod názvom „Man – Computer Symbiosis“. V auguste 1962 Licklider a Welden Clark publikovali článok „On – Line Man – Computer Communication“, ktorý bol jedným z prvých opisov sieťovej budúcnosti.

Napriek tomu, že opustil Licklider IPTO v roku 1964, teda päť rokov skôr ako začal ARPANET existovať, bola to jeho vízia univerzálnej siete, ktorá poskytla impulz pre jedného z jeho nástupcov, Roberta Taylora, ktorý inicioval vývoj ARPANET. Licklider sa neskôr vrátil, aby viedol IPTO v rokoch 1973 a 1974.

Paul Baran z RAND Corporation vypracoval štúdiu o prežití sietí informácií pre americkú armádu v podobe „blokových správ“. Donald Davies z National Physical Laboratory UK, navrhol a bol prvý, kto uviedol do praxe miestnej siete to, čo nazval „prepínanie paketov“, termín, ktorý bol všeobecne prijatý. Larry Roberts aplikoval koncept prepínania paketov pre širokopásmovú sieť ARPANET a Kleinrok vyvinul matematickú teóriu za výkonom tejto technológie na základe svojej predchádzajúcej práce na „teórii čakania“. Prepínanie paketov je návrh rýchleho ukladania a smerovania v sieti, ktorý rozdeľuje správy na ľubovoľné pakety. Poskytuje lepšie využitie šírky pásma a čas odozvy ako tradičná technológia spínania obvodov používaná pre telefonovanie, a to najmä na prepojených linkách s obmedzeným zdrojom.

V roku 1965 v National Physical Laboratory (NPL) v Anglicku Davies navrhol národnú dátovú sieť založenú na prepínaní paketov. Návrh bol prijatý na vnútroštátnej úrovni, ale do roku 1967 v decembri mal ARPANET sieť so štyrmi uzlami prepojenými medzi univerzitami Kalifornia, v Los Angeles a Santa Barbara, Standfordským výskumným

ústavom a univerzitou v Utahu. Na základe myšlienok ALOHAnet, ARPANET rýchlo rástol. Do roku 1981 počet hostiteľov narástol na 213, pričom nový hostiteľ sa pridal približne každých dvanásť dní.

ARPANET sa stal technickým jadrom toho, čo sa stane internetom a hlavným nástrojom pri vývoji použitých technológií. Spočiatku systém ARPANET používal namiesto protokolu TCP / IP, sieťový riadiaci program NCP až do 1. januára 1983.

Z rôznych politických dôvodov sa európski vývojári zaoberali vývojom siete X25. Počas používania prepínania paketov je X25 postavený na koncepte virtuálnych obvodov emulujúcich tradičné telefónne spojenia. V roku 1974 založil X25 základ pre sieť SERCnet medzi britskými akademickými a výskumnými pracoviskami, ktoré neskôr premenovali na JANET. Pôvodný štandard ITU na X25 bol schválený v marci 1976.

TCP / IP (Internet Protocol Suite) na základe prvých špecifikácii protokolu TCP v roku 1974 sa TCP / IP objavil v polovici roka 1978 takmer v konečnej podobe, ako sa používa v prvých desaťročiach internetu, známy ako IP v 4, ktorý bol opísaný v publikácii IETF RFC 791 v septembri 1981.

IP v 4 používa 32 – bitové adresy, ktoré obmedzujú adresný priestor na 2^{32} adres , čo je číslo 4 294 967 296. V roku 2011 bol nahradený nástupcom IP v 6, ktorý používa 128 bitové adresy a pokryje 2^{128} adres, čo je výrazné zväčšenie.

172	16	254	1
10101100	00010000	11111110	00000001

8 bitov = jeden byte

4 x 8 bitov = 32 bitov

Príslušné normy pre IP v 4 boli uverejnené v roku 1981 ako RFC 791 a prijaté na použitie. Termín „internet“ bol prijatý v prvej RFC publikovanej na protokole TCP RFC 675.

V roku 1989 vo Švajčiarsku Tim Berners – Lee svojou výskumnou prácou prišiel na nový spôsob sieťovej výmeny informácií http (Hypertext Transfer Protocol). Princíp protokolu je v tom, že v sieti sa nachádzajú systémy vzájomne prepojených súborov, tzv. hyper linkové odkazy a užívateľ si vie podľa potreby zavolať zo siete príslušný odkaz. V roku 1989 počet pripojených počítačov stúpol k hranici 100 000 a o rok neskôr sa začína používať termín „Internet“. Bývalé Československo bolo pripojené na celosvetovú sieť v roku 1992.

Do roku 1993 sa Internet používal v prevažnej miere na vedecké účely. V tomto roku nastal ale zlom, keď sa do siete začali prijímať komerčné firmy. Obrovský rozmach Internetu nastal až vtedy, keď sa počítače stali bežnou súčasťou pracovísk a najmä domácností v rokoch 1995 až 1998.

Mobilný telefón



Na obrázku je mobilný telefón Motorola Dyna TAC 8000X a jeho tvorca Martin Cooper.

Prvý funkčný prototyp mobilného telefónu bol vyrobený v roku 1973, ale chýbala vysielacia technika a preto až v roku 1983 sa oficiálne predstavil prvý mobilný telefón. Bol to telefón od spoločnosti Motorola Dyna TAC 8000X. Jeho konštruktérom bol doktor Martin Cooper. Jeho výška bola 250 mm a hmotnosť 2 kg s výdržou batérie asi na 30 minút. Po jeho uvedení slávil veľký úspech a bol to telefón prvej generácie. To znamená, že sa jednalo o analógový prenos známy ako NMT systém. Dnes sa používa digitálny prenos, ktorý sa nazýva druhou generáciou a poznáme ho pod názvom GSM systém.

Aj nápad použiť krátku správu poslanú cez mobilný telefón sa zrodil v roku 1980, ako ho poznáme pod názvom SMS. Počas priebehu roka 1985 boli SMS správy pridané do systému GSM. Jednalo sa o novú službu pre zákazníkov mobilných telefónov.

Prvá textová správa SMS bola poslaná v sieti Vodofone 3 v decembri 1992 vo Veľkej Británii a text znel: „Merry Christmans“. Nebol to ešte klasický prenos z mobilného telefónu na telefón, ale správa bola odoslaná z osobného počítača. Prvá správa SMS odoslaná z mobilného telefónu bola odoslaná v roku 1993 z firmy Nokia.

Spočiatku SMS správy z mobilného telefónu nebolo jednoduché poslať a zákazníci túto službu ignorovali až do roku 1995. Počet odoslaných správ SMS začal stúpať až na prelome tisícročia, keď zákazník za mesiac poslal v priemere 30 správ za mesiac. Dnes každý modernejší mobilný telefón má „Bluetooth“. Je to technológia, ktorá umožňuje bezdrôtové prenášanie hlasu a dát na krátke vzdialenosti. Bola to snaha zmenšovať počet káblov na prepojenie zariadení v kanceláriách i v domácnosti a zahájila ho švédská spoločnosť Ericsson. Vývoj začal v roku 1994 pod označením „Bluetooth“ a tento systém bol pomenovaný podľa mena dánskeho kráľa Haralda Blatanda (Harold Bluetooth). Vo februári 1998 bola ustanovená skupina „Bluetooth Special Interest Group (SIG). Prenosové frekvencie pre Bluetooth sú 2,4 až 2,4835 GHz s maximálnou rýchlosťou prenosu 2 MB za sekundu s dosahom do 10 metrov. Prenosový kanál je rozdelený na 79 frekvencií, na ktorých môžu jednotlivé zariadenia fungovať.

V apríli 1991 začal Eurotel pôsobiť i v ČSFR. Éru mobilnej komunikácie v ČSFR odštartovala 12. septembra 1991 telefonickým rozhovorom medzi predsedníčkou Českej národnej rady Dagmar Burešovou a predsedom Slovenskej národnej rady Františkom Mikloškom. Spočiatku bol záujem o mobilnú komunikáciu vlažný, lebo za rok 1991 získal Eurotel iba 119 zákazníkov. Dosah základných staníc v pásme 450 MHz bol na rovine aj niekoľko desiatok kilometrov, horšie to bolo v kopcovitom teréne. V tom čase bol mobilný telefón luxusnou záležitosťou, určený iba pre elitu. Rozhodovala o tom ich cena, lebo napríklad mobilný telefón Benefon Class s autosadou aj s bezšnúrovým telefónom a inštaláciou do vozidla predstavoval čiastku asi 100 000 Sk, čo by bolo v prepočte v roku 2015 asi 5000 euro.

Prenosné telefóny preskočili rozmer kilových kabeliek a tak Nokia 620 ,620i a 720 s Motorola 2000 už boli relatívne malými ručnými telefónmi. V ČSFR boli prvými populárnymi ručnými telefónmi značky Benefon Max a Nokia 150, ktoré mal hmotnosť takmer pol kilogramu.

V roku 1993 sa objavil mobilný telefón Ericsson GH 174, ktorý už vyžadoval SIM kartu. Jeho rozmery sú 178 x 65 x 34 mm a jeho hmotnosť je 400 gramov s LCD displejom. Výdrž na Ni – Cd batérie je pri plnej prevádzke do 13 hodín.

V roku 1997 ponúkal Eurotel mobilný telefón Nokia 440 za zvýhodnenú cenu 9990 Sk. Šlo o najškarredší a najhorší mobilný telefón z aktuálnej ponuky. Ak vezmeme do úvahy, že ešte v roku 1996 ponúkala špičkový model Benefon Delta za 40 000 Sk.

Pri telefonovaní boli tarify za volanie v prehovorených minútach a ich vena bola okolo 10 Sk. Aktivácia v začiatkoch 90. rokov bola 15 000 Sk a neskôr klesla na niekoľko tisíc. Aj prvé roky po spustení GSM sa aktivácia pohybovala od 800 do 2900 Sk.



Na obrázku je mobilný telefón Benefon Delta z roku 1996.

Od roku 1997 sa skončil monopol Eurotelu na Slovensku, lebo mal prísť minimálne jeden s GSM operátorov, čo sa odrazilo na znížení cien a rast zákazníkov. K dispozícii boli konečne aj vreckové telefóny Nokia 450, 540, 550 a 650. Nokia 450 z roku 1996 mal rozmery 149 x 56 x 29 mm a hmotnosť 250 gramov. Vysielací výkon bol 0,15 až 1 W. Veľkosť batérie je 550 až 1500 mAh. Dodával sa so sieťovým adaptérom na nabíjanie batérie s výkonom 10 W. Telefón mal abecedné usporiadanie na 97 pamäťových miest s pamäťou na posledných desať volaných čísel. Komunikácia s telefónom bola i v slovenskom jazyku. Displej má 5 x 10 znakov s možnosťou uzamknutia telefónu. Výdrž batérie pri prevádzke je 37 až 210 hodín, podľa veľkosti batérie. Analógový signál v pásme 450 MHz bol definitívne ukončený 31. 8. 2008.

Na obrázku je mobilný telefón Nokia 450 z roku 1996.

Služba multimedialných správ MMS je štandardný spôsob odosielania správ, ktoré obsahujú fotografie, MP3 a podobne. Predchodcom MMS správ je japonský „Sha – Mail“, zavedený J. Phone v roku 2001. Tento systém slúžil k zasielaniu fotografií z jedného mobilného telefónu na druhý. MMS správy sú odosielané úplne iným spôsobom ako SMS správy. Prvým krokom je zakódovanie multimedialneho obsahu v móde, podobného ako e – mail. Správa je potom daná do centra MMS správ a zverená serveru, záznamu ako MMSC.



V roku 2000 prišla ponuka od spoločnosti Motorola v modele V. 2288, ktorý je určený predovšetkým pre mladších užívateľov, ktorí sa zaujímajú o jednoduché telefonovanie a zábavu. Obsahuje všetky základné funkcie ako aj menu, ktoré si používateľ prispôbí podľa seba. Menu je grafické a vyberá sa s deviatich najpoužívanejších funkcií. Telefón obsahuje podporu WAP 1.1 a telefónom si tak môže spustiť internet. Špecialitou prístroja je integrácia FM rádia a na jeho prevádzku je nevyhnutné použiť hands – free súpravu, ktorá v tomto prípade slúži ako anténa. Telefón má rozmery 133 x 46 x 24 mm a hmotnosť 140 gramov. Používa displej 94 x 64 bodov a je grafický. Pohotovostný čas je 135 hodín a prevádzková výdrž je 210 minút s tromi Ni – MH 700 mAh batériami. Telefón má 11 druhov zvonenia. Cena telefónu je 10 000 Sk.

V roku 2001 na CeBite bol predstavený mobilný telefón Sony Ericsson T 68. V tom čase to bol prvým mobilným telefónom s farebným displejom a ako jeden z prvých podporoval rozhranie Bluetooth, štandard MMS, GPRS, HSCSD, spracovanie mailov a podobne. Z funkčnej stránky, ale aj z cenovej stránky ide o model najvyššej triedy. Telefón podporoval GSM 900, 1800 a 1900 MHz a ovládanie hlasom, vibračné zvonenie a hlasové schránky s kapacitou 41 a 108 sekúnd. Dokáže robiť záznam počas rozhovoru. Displej má 101 x 80 bodov a rozmery telefónu sú 100 x 48 x 20 mm a jeho hmotnosť je 84 gramov i so 700 mAh



batériou. V plnej prevádzke vydrží batéria do 13 hodín. Jeho cena bola v roku 2002 stanovená na 21 463 Sk bez DPH.

Ďalším produktom od spoločnosti Sony – Ericsson je model K 600, ktorý má veľkosť veľkosť 101 x 45 x 19 mm a jeho hmotnosť je 105 gramov. Na prvý pohľad vynikne jeho pokrokový hranatý dizajn, ktorý v spojení so striebornou farbou nadobúda dojem luxusu.

Telefón vyhovuje ako kvalitný prístroj na telefonovanie a ako fotoaparát s 1,3 Mega bodovým rozlíšením, 4 x digitálny zoom a displej s rozlíšením 176 x 220 bodov a 262 000 farieb. Dokáže prehrať hudobné súbory, má zabudované rádio a podporu Java 2.0, 72 hlasovú polyfóniu.

Do pracovných funkcií patrí Bluetooth, intraport,

organizácia voľného času, podpora pripojenia k PC cez USB kábel, GPRS triedy 10, WAP 2.0, HTML prehliadač. Na obrázku je vidieť model Sony Ericsson K 600. Celková interná pamäť má kapacitu 37 MB, ktorú ale nezvládne plne využiť. Cena prístroja patrí do vyššej triedy, lebo sa predáva za 18 000 Sk.

Nokia v roku 2005 ponúkala dva elegantné smartphony 6680 a 6681. U modelu 6680 zvolila Nokia decentnejší vzhľad. Prácu s prístrojom zaisťuje päť miestny ovládací prvok a dve kontextové klávesy. Na ľavej strane sa nachádza funkcia Push To Talk. Moderný smartphon má mať dostatočne kvalitný a rozmerný displej s 262 000 farieb, kvalitný 1,3 Mega bodový fotoaparát, priame pripojenie na tlačiareň cez USB port alebo Bluetooth. Displej veľkosti 2,1 '' je dotykový TFT LCD s rozlíšením 176 x 208 bodov. Podporuje siete GSM, WCDMA, GPRS a EDGE. Veľkosť pamäte je 10 MB a batéria má kapacitu 900 mAh. V prístroji je použitý procesor TI OMAP 1710 s frekvenciou 200 MHz a s operačným systémom Symbian S 60. Fotoaparát má rozlíšenie 1280 x 960 bodov a pri videu 176 x 144 bodov s možnosťou použitia blesku. Veľkosť telefónu je 108 x 55 x 21 mm a jeho hmotnosť je 133 gramov.

Na začiatku školského roka 2005 sa na trhu objavilo viacero mobilných telefónov, ktoré patrili skôr do tej



lacnejšej kategórie, ktorých cena sa pohybovala okolo 2500 Sk, medzi ktoré patrili Nokia