

Elektřina a zvuk

Elektrické a magnetické jevy jsou projevem jedné ze čtyř základních fyzikálních interakcí. Spolu s gravitací patří elektromagnetické síly k nejvýznamnějším silám ovlivňujícím většinu jevů pozorovaných v běžném životě. S postupným získáváním znalostí o elektřině a magnetismu začaly být jejich specifické vlastnosti využívány v mnoha oblastech. Elektřina se stala jednou z hlavních forem používané energie, elektronika v mnoha případech nahradila mechaniku. To se projevilo i při generování, přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci zvuku a také při vytváření hudby.

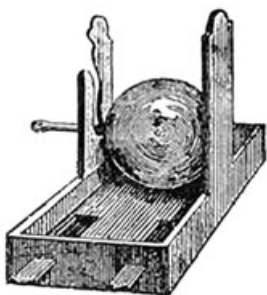
Statická elektřina

Při objevování vlastností elektřiny byla nejprve prozkoumána a ovládnuta statická elektřina, tedy elektrický náboj ve statické formě. Elektrický náboj může být v prostoru rozdělen nerovnoměrně, mezi oblastmi s různou velikostí náboje je elektrické napětí U . Tělesa s opačným nábojem se přitahují, tělesa s nábojem stejné polaridy se odpuzují. Velikost těchto elektrostatických sil F je úměrná velikosti nábojů Q a vzdálenosti mezi tělesy r :

$$F = k_c \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

Již Řek Tháles z Milétu (asi 624–546 př. n. l.) v 6. století př. n. l. zaznamenal, že třením jantaru vzniká síla schopná přitahovat drobné předměty. Samotné označení „elektrický“ je odvozeno od řeckého názvu jantaru – elektron. Anglický fyzik William Gilbert (1544–1603) zavedl tento termín pro sílu působící mezi předměty, které získaly třením náboj. Ve svém spise „De Magnete“ z roku 1600 shromáždil poznatky o magnetismu a také poukázal na rozdíl mezi elektrickými a magnetickými silami. Termín „elektřina“ použil poprvé v roce 1646 ve svém spise „Pseudodoxia Epidemica“ anglický

vědec Thomas Browne (1605–1682). Italský fyzik a jezuitský kněz Niccolo Cabeo (1586–1650) kolem roku 1620 zjistil, že se nabitá tělesa mohou odpuzovat a že mohou přitahovat tělesa nenabitá. Svě poznatky publikoval roku 1629 ve spise „Philosophia Magnetica“. Athanasius Kircher (1602–1680), rovněž jezuita, ve své knize „Magnes sive de arte magnetica opus tripartitum“ z roku 1641 poprvé použil označení elektromagnetismus.



Guerickův elektrostatický generátor

V roce 1663 německý přírodovědec Otto von Guericke (1602–1686) sestrojil první elektrostatický generátor, vyrábějící elektrický náboj třením koule ze síry. Třecí generátory byly postupně zdokonalovány, síra byla nahrazena sklem a dalšími materiály. Na konci 18. století byly konstruovány efektivnější elektrostatické generátory využívající namísto tření mechanického přenosu náboje do akumulčního kondenzátoru. Elektrostatické generátory byly až do 19. století jediným použitelným výkonným zdrojem elektrické energie pro fyzikální pokusy. Pro získání velmi vysokých napětí se užívají dodnes.

Britský chemik Stephen Gray (1666–1736) v roce 1729 zjistil, že se elektrina může šířit kovovým drátem. Další britský vědec, Jean Theophile Desaguliers (1683–1744), počátkem 30. let 18. století rozdělil materiály na vodiče a izolanty. V roce 1733 Francouzský chemik Charles Francois de Cisternay du Fay (1698–1739) objevil dva typy elektrického náboje, později nazvané kladný a záporný.

4. listopadu 1745 německý kněz Ewald Jurgens (George) von Kleist (1700–1748) objevil, že nádoba naplněná kapalinou může za určitých okolností akumulovat elektrický náboj. Ke stejnému poznatku dospěl v témže roce i skotský benediktinský mnich Andrew (Andreas) Gordon (1712–1751)



Leydenská láhev

a v lednu následujícího roku i fyzik a matematik Pieter (Petrus) van Musschenbroek (1692–1761) z holandského Leydenu, nyní Leiden. V dalším roce britský přírodovědec William Watson (1715–1787) a britský astronom John Bevis (1695–1771) nahradili kapalinu kovovou fólií, kterou obalili skleněnou láhev i zvenku. Takto vytvořený kondenzátor byl později nazýván Leydenská láhev a po několika následujících desetiletích se používal jako zásobník elektrické energie při dalším výzkumu elektřiny.

Mutační orchestrion (~1730)

Elektrostatických jevů využívaly i první „elektrifikované“ hudební nástroje. Jedním z prvním zaznamenaných pokusů o využití elektřiny v hudebním nástroji je *mutační orchestrion*, nazývaný též *Denis d'Or* (*Zlatý Diviš*), který postavil kolem roce 1730 vynálezce hromosvodu, premonstrátský kněz Prokop Diviš – Václav Divišek (1698–1765). O nástroji se v roce 1753 zmiňuje německý theolog Johann Ludwig Fricker (1729–1766). Ten Diviše navštívil a jeho nástroj popisuje v časopisu university v Tübingenu jako „Elektrisch-Musikalische Instrument“.

Nástroj měl dle popisu dřevěnou skříň o rozměrech asi 150×120×90 cm a 790 kovových strun, rozechvívaných pomocí manuálu a pedálu. Mechanismus klaviatury byl podobný mechanismu klavichordu. *Denis d'Or* měl 14 rejstříkových ovladačů, z nichž většina byla dvojitá, a bylo jím prý možné napodobit zvuky harfy, klavíru, cembala, lesního rohu, fagotu, klarinetu a dalších nástrojů. Struny měly různé velký elektrický náboj, získávaný z Leydenských lahví, což mělo ovlivnit způsob jejich kmitání a tím i zvukovou kvalitu tónů. Po Divišově smrti byl *Denis d'Or* uložen ve dvorním muzeu ve Vídni. Od císaře Josefa II. jej později získal darem varhaník Wiesner. Ten s ním koncertoval ve Vídni a dalších městech. Po Wiesnerově smrti se nástroj ztratil.

Elektrostatická zvonkohra (1742)

Skotský benediktinský mnich Andrew (Andreas) Gordon (1712–1751), působící na universitě v německém Erfurtu, sestrojil v roce 1742 první elektrostatický motor – *elektrostatickou zvonkohru*. Jedná se o vodivou kuličku umístěnou mezi dva kovové zvony, z nichž jeden je uzemněn. Po připojení druhého zvonku k elektrostatickému generátoru začne kulička kmitat mezi zvony a rozeznívat je. Přístroj sloužil k demonstraci elektrostatických jevů, nikoli jako hudební nástroj.

Elektrický proud

Dynamická forma elektřiny, tedy elektrický proud, vzniká při pohybu elektrických nábojů. Vodiče, jimiž protéká elektrický proud, kladou tomuto proudu odpor R . Mezi proudem I , napětím U a odporem R je vztah, zvaný Ohmův zákon:

$$I = \frac{U}{R}$$

„Popular Electronics“ v roce 1975 popsal H. Edward Roberts svůj počítač Altair s novým procesorem Intel 8080. Stavebnice počítače s 256 B operační paměti a řadou ovládacích spínačů a indikačních svítivých diod, prodávaná za 397 \$, dosáhla zakrátko velkého obchodního úspěchu.

V roce 1972 založili Nolan K. Bushnell (1943) a Ted Dabney firmu SyZyGy, která začala vyrábět elektronické hry Atari. V roce 1974 byla firma rozšířena, její jméno bylo změněno na Atari a firma začala také s výrobou televizních her a později počítačů. V roce 1979 se objevil první domácí počítač Atari 400 s mikroprocesorem Motorola 6502, pracujícím na frekvenci



Atari 1040 ST

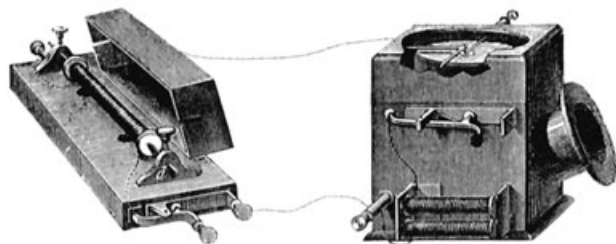
1,8 MHz, s 16 kB operační paměti, fóliovou klávesnicí a grafickým výstupem pro připojení k televizoru. Počítač byl již vybaven čtyřkanálovým zvukovým generátorem. V roce 1985 se objevil první šestnáctibitový počítač Atari 130 ST s mikroprocesorem Motorola 68000 s taktom 8 MHz a 128 kB RAM, brzy následovaný modelem 520 ST s 512 kB operační paměti a velmi příznivou cenou 599 \$, a modelem 1040 ST s 1 MB paměti. Tyto počítače byly vybaveny tříhlasým zvukovým generátorem a také rozhraním MIDI, díky němuž začaly být brzy používány jako MIDI sekvencery.

1. dubna 1976 Stephen Wozniak (1950) a Steven Jobs (1955) založili společnost Apple Computers a začali s výrobou prvního jednodeskového počítače Apple I s procesorem Motorola 6502, 8 kB dynamické operační paměti, alfanumerickou klávesnicí, grafickým displayem a cenou necelých 700 \$. V následujícím roce uvedli na trh model Apple II. V roce 1984 se objevil osobní počítač Macintosh, který se díky grafickému uživatelskému rozhraní stal velmi úspěšným. Po uvedení programu Pro Tools pro profesionální zpracování zvuku v 90. letech se počítače Macintosh staly standardním vybavením mnoha zvukových studií.



Apple II

12. srpna 1981 firma IBM uvedla na trh vlastní osobní počítač, na



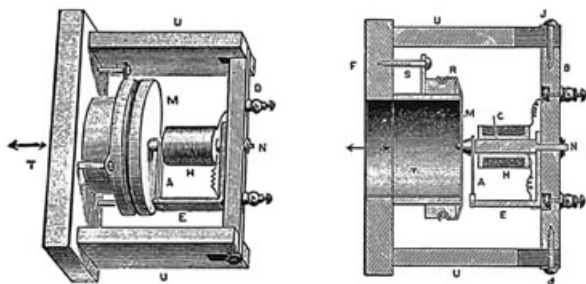
Reisův telefon

předvedl Fyzikální společnosti ve Frankfurtu. Třetí model, který předvedl 4. července 1863, se vyráběl a prodával v Evropě i ve Spojených státech. Reisův telefon nepracoval příliš dobře. Funkce jeho mikrofonu velice závisela na jeho přesném seřízení. Někdy fungoval jako přerušovač, jindy jako nedokonalý kontakt s proměnným odporem a kvalita signálu byla velmi nestálá. Magnetostrikční sluchátko mělo navíc velmi malou účinnost.

20. ledna 1874 podal německý fyzik Ernst Werner von Siemens (1816–1892) ve Spojených státech patentovou přihlášku na elektrodynamický převodník s pohyblivou kruhovou cívkou umístěnou v magnetickém poli, měnící elektrický proud na mechanický pohyb. Patent 149,797 získal 14. dubna téhož roku, pro přenos zvuku však svůj převodník v té době nepoužil.

Akustický měnič na elektromagnetickém principu popsal ve svém patentu americký lékař, fyziolog a vynálezce Alexander Graham Bell (1847–1922). Spolu se svým asistentem Thomasem Augustem Watsonem (1854–1934) 2. června 1875 při pokusech s harmonickým telegrafem zjistil, že po jednom vodiči lze přenášet současně několik tónů různé výšky. Bell si uvědomil, že podobně by mohlo být možné přenášet i hlas a ihned vytvořil návrh přístroje s dvojicí elektromagnetických měničů, který Watson následující den vyrobil.

První pokusy nebyly příliš úspěšné, ale po několika týdnech se podařil přenos zatím ještě nesrozumitelných zvuků. Navržený pasivní systém s elektromagnetickým mikrofonem byl i po dalších úpravách bez zesílení prakticky nepoužitelný. Bell přesto 14. února 1876 podal patentovou přihlášku



Bellův první telefon

možné vylisovat velké množství desek. Pro jejich výrobu se zkoušelo mnoho různých materiálů, od roku 1897 se začala užívat směs vytvořená Fredem Gaisbergem, jejíž hlavní složku tvořil šelak. Ta se udržela jako nejrozšířenější materiál až do 50. let, kdy byla postupně nahrazena moderní polymerovou hmotou, označovanou jako vinyl.

První Gramophony, poháněné klikou s jednoduchým převodem, začala v roce 1889 vyrábět německá továrna na hračky Kämmer & Reinhardt. Desky, jejichž materiálem byla pryž, měly jednostranný záznam a jejich průměr byl 3". Kvalita reprodukce byla velice nízká a Berlinerův gramofon sloužil především jako hračka. Od roku 1892 se vyráběly desky o průměru 5", v roce 1895 se objevily desky s průměrem 7". Délka záznamu se pohybovala kolem jedné minuty. V roce 1897 zaregistroval Berliner značku Gramophone a logo s naslouchajícím psem Nipperem. V roce 1900 byl připojen slogan „His Master's Voice“.

Pro pohon prvních gramofonů sloužila klikka přímo spojená s talířem. V roce 1896 zkonstruoval Eldridge R. Johnson (1867–1945) gramofon s pohonem na péro a odstředivým regulátorem, který zajistil konstantní rychlost otáčení. V roce 1900 Johnson založil společnost Consolidated Talking Machine Company, ze které se v roce 1901 po spojení s Berliner Gramophone Company stala Victor Talking Machine Company. V roce 1902 se vyráběly 7" desky Victor, jejichž cena byla 0,50 \$ a desky Monarch s průměrem 10", hrací dobou asi 3 minuty a cenou 1 \$. V následujícím roce vyšla na značce Monarch první 12" deska Deluxe za 1,50 \$, dosahující až 4,5 minut záznamu a 14" deska Deluxe Special za 2 \$.

Na konci 19. století se objevily první jukeboxy – fonografy spouštěné vhozením mince. Brzy následovaly i jukeboxy přehrávající gramofonové desky.

8. května 1903 podal v Británii Charles Algernon Parsons patentovou přihlášku na pneumatický zesilovač zvuku, připojitelný ke gramofonu a dalším reprodukčním přístrojům, který nazval Auxetophone. Patent 10468 získal 8. srpna 1904.



Berlinerův Gramophone



Logo His Master's Voice