

# John Bardeen

---

23. května 1908 – 30. ledna 1991

Již od roku 1901 je udělována prestižní Nobelova cena, avšak jen dvě osobnosti z pole vědy získali tento prestižní titul hned dvakrát ve stejném oboru. Jedním z nich je Frederick Sanger<sup>1</sup> a druhým je John Bardeen.

John Bardeen se narodil před 102 lety 23. května 1908 v Madisonu v USA. Rodiče rozpoznali chlapcův mimořádný talent a zasadili se, že chlapec již v devíti letech absolvoval osmiletou základní školu, toho docílili přeskočením 5 ročníků. Střední školu zakončil ve třinácti letech a byl připraven na vstup na univerzitu. Neučinil tak kvůli svému nízkému věku a kvůli traumatu ze smrti matky. V patnácti letech nastoupil na univerzitu ve Wisconsinu, kde ho okamžitě zaujaly přednášky o kvantové mechanice, necítil se ale plně připraven na to stát se fyzikem přes kvantovou mechaniku a tak začal studovat i elektroinženýrství. Po ukončení studia nastoupil na geofyzikální ústav, odkud ale brzo odešel, cítil, že to není jeho cesta a proto nastoupil na postgraduální program zaměřený na

matematiku do Princetonu. Princeton byl začátkem Bardeenovy kariéry. Se svým blízkým přítelem Frederickem Seitzem<sup>2</sup> a svými studenty dokázali jako první aplikovat kvantovou mechaniku na reálné pevné látky. V roce 1935 přešel na Harvardskou univerzitu, kde byl po tři roky zařazen do elitní skupiny mimořádně nadaných mladých vědců. O rok později se stal profesorem na

univerzitě v Minnesotě, kde se věnoval studiem supravodivosti. V období války byl nucen pracovat pro

námořnictvo. Po konci války se chtěl vrátit do výzkumu na univerzitu v Minnesotě. Bohužel univerzitní vedení podcenilo jeho výzkum v oboru fyzika pevných látek a odmítlo mladého vědce. Proto se rozhodl přijmout nabídku svého přítele z Harvardské univerzity a přijmout místo v Bellových laboratořích. Vznikla zde silná skupina složená ze dvou teoretiků, Shockleyho a Bardeena, dvou experimentálních fyziků Brattaina a Pearsona, chemika Gibneye a elektronika Moora<sup>3</sup>. Původním cílem bylo využít polovodiče k náhradě elektronek v telefonních systémech. Povedlo se však něco mnohem většího, zrodil se hrotový tranzistor a to a 16. prosince 1947. Za tento počín byli fyzici John Bardeen, Walter Houser Brattain a William Bradford Shockley vyznamenáni v roce 1956 Nobelovou cenou za fyziku.



Obr.1: Držitelé Nobelovy ceny za fyziku v roce 1956, zleva: John Bardeen, Walter Houser Brattain a Bradford Shockley

---

<sup>1</sup> britský biochemik. Poprvé získal Nobelovu cenu v roce 1958 za určení struktury inzulínu a podruhé v roce 1980 za metodu zjišťování struktury bílkovin, nukleových kyselin a virů.

<sup>2</sup> průkopník fyziky pevných látek. Prezidentem národní akademie věd spojených států, držitel mnoha ocenění, například National Medal of Science nebo NASA Distinguished Public Service Award.

<sup>3</sup> Gordon Moore jedním ze zakladatelů a předsedou Intel Corporation. Autorem Mooreova zákona.

Po úspěchu s tranzistorem, se Bardeen vrátil ke svému výzkumu z Minessoty a to ke studiu supravodivosti. Bellovy laboratoře ovšem tento výzkum nepodporovaly a proto Bardeen odešel z laboratoří na univerzitu v Illinois, tu totiž již běžely experimenty potvrzující Bardeenovy teorie. Prováděli je mladí doktoranti, dnes členové fyzikální elity, Leon Cooper a Robert Schrieffer. V roce 1956, v době kdy celá skupina vědců byla těsně před vyřešením problému, musel Bardeen jet do Stockholmu převzít si Nobelovu cenu za tranzistor. Kolegové pracovali i přes to dál a v lednu 1957 byl rozřešen poslední problém. Netrvalo dlouho a skupina publikovala svoji BSC (Bardeen, Schrieffer, Cooper) teorii supravodivosti. Bardeen si byl

vědom významu svého výzkumu, byl si však i vědom tradice neudělovat více než jednu cenu jedné osobě v jednom oboru. Navrhl tedy na Nobelovu cenu pouze své spolupracovníky. Nicméně v roce 1972 se Nobelův výbor rozhodl tradici porušit a udělil za BSC teorii cenu všem třem spolupracovníkům.

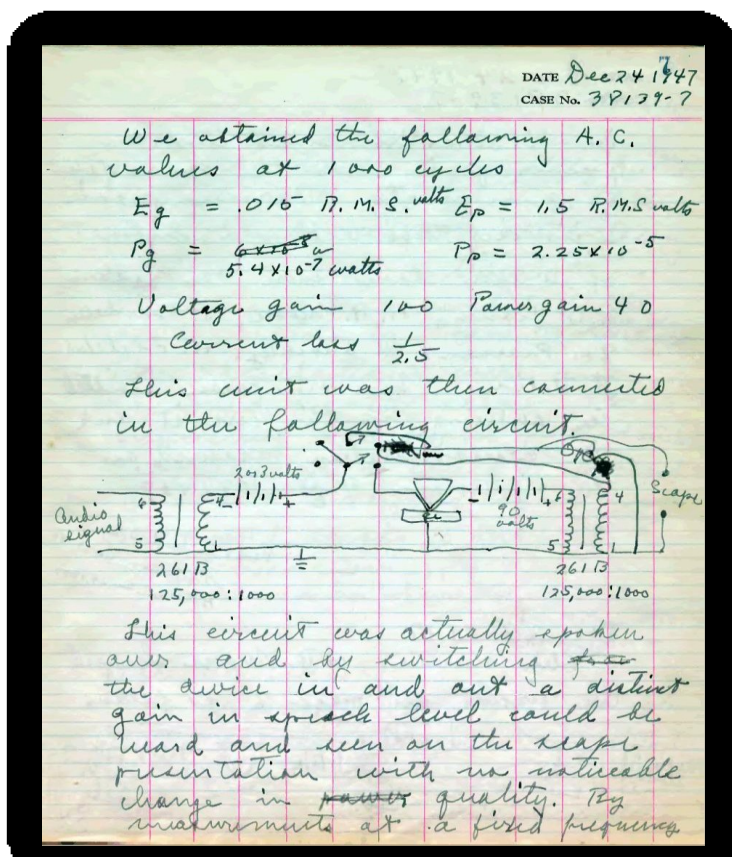
Bardeen „neusnul na vavřínech“, pracoval do vysokého věku. Když byla objevena vysokoteplotní supravodivost, okamžitě začal pracovat na teorii tohoto jevu, bohužel tento výzkum již nedokončil. Dne 30. ledna 1991 postihl Johna Bardeena infarkt. Jev vysokoteplotní supravodivosti nebyl prozatím nikým jiným vysvětlen.

## Tranzistor

Tranzistor je polovodičová součástka, kterou tvoří dvojice přechodů P-N<sup>4</sup>. Základní vlastností tranzistoru je schopnost zesilovat. Malé změny napětí na vstupu mohou vyvolat velké změny napětí na výstupu.

Objevu prvního tranzistoru předcházela bouřlivá diskuze o jeho budoucím názvu. Nakonec byl v roce 1948 pod označením tranzistor patentován. Patent s označením US Patent #02569347 byl zveřejněn 25. září 1951. Kompletní dokumentace v angličtině k patentu na:

<sup>4</sup> Přechod P-N je oblast na rozhraní polovodiče typu P a polovodiče typu N. Přechod P-N propouští elektrický proud pouze jedním směrem. Přechod P-N se vytváří difúzí materiálu typu P do materiálu typu N za teploty okolo 600° C.



Obr.2: Pracovní poznámky při vývoji tranzistoru

<http://www.porticus.org/bell/pdf/02569347>

[.pdf](#) Nejprve však bylo nutné objevit materiály speciálních vlastností, ze kterých by bylo možné tranzistor vyrobit. Tím prvkem bylo germanium<sup>5</sup>. Germaniové tranzistory položily základy polovodičové elektrotechnice. Nepotřebovaly vysoké napětí a žhavení, jak tomu bylo u elektronek. Netrvalo dlouho a k výrobě tranzistorů se začal používat křemík. V dalším vývoji se zlepšovali vlastnosti a rozměry tranzistorů, postupem času se začali sdružovat více tranzistorů do jednoho čipu. Jack Kilby<sup>6</sup> v letech 1958 až 1959 vytvořili první více tranzistorové prvky, tzv.



Obr.3: Germanium

integrované obvody. Od roku 1960, pak následoval rychlý vývoj, který představuje zdvojnásobení počtu aktivních prvků na jednom čipu každých jeden a půl roku. Tento vývoj byl popsán jako Mooreův zákon.

## Druhá generace počítačů

Období označované jako druhá generace počítačů je omezeno počátkem použití tranzistorů v počítačích a nástupem integrovaných obvodů. Tranzistor musel projít dlouhým vývojem, aby mohl být použit ve výpočetní technice. Nejprve firma Texas Instruments v roce 1954 nahradila germanium křemíkem. Křemíkový tranzistor snesl vyšší teploty a byl všeobecně spolehlivější. Dalším přínosem bylo v roce 1960 zavedení tzn. planární technologie výroby tranzistorů, která vedla k podstatnému zmenšení jejich rozměrů. Počítače druhé generace, tzn. postavené na bázi tranzistorů, byly v porovnání s počítači první generace, které využívali elektrony mnohem rychlejší, spolehlivější, měly podstatně menší příkon, rozměry i hmotnost a jejich údržba byla snazší. Zvýšení výkonu počítačů také pomohl rozvoj feritových pamětí<sup>7</sup>, které dosáhly kapacity 64 až 512 kB.

První tranzistorové počítače byly pouze pokusnými prototypy, jednalo se o TRADIC. Byl to jednoduchý a malý počítač, který obsahoval pouze 800 tranzistorů a jeho příkon byl 100 W. Další prototyp byl vyroben ve Velké Británii na University of Manchester v letech 1952 až 1955. Jednalo se o nespolehlivý počítač, který obsahoval 200 tranzistorů, 1300 germaniových diod a jeho příkon byl

<sup>5</sup> Germanium se vzácně vyskytuje jako příměs v rudách zinku a stříbra. V pevném, krystalickém i amorfním skupenství se chová jako polovodič, v kapalném skupenství je kovem.

<sup>6</sup> Jack Kilby získal za svůj objev integrovaných obvodů v roce 2000 Nobelovu cenu za fyziku.

<sup>7</sup> Feritová paměť je operační paměť založena na magnetickém principu. Vypadá následovně: z izolovaných vodičů je vytvořena pravidelná mřížka, přičemž v místě, kde se dvojice vodičů (nevodič) kříží, je na oba tyto vodiče navlečeno feritové jádérko ve tvaru toroidu. Kromě toho prochází všemi jádérky jediný čtecí vodič vedený „cik-cak“. Každé feritové jádérko slouží pro záznam jednoho bitu. Zápis je proveden přivedením elektrického proudu do jednoho vodorovného a jednoho svislého vodiče, přičemž v místě jejich křížení dojde k takovému nárůstu magnetického toku, že to postačí na změnu stavu feritového jádra.

150 W. Podstatně propracovanější byl počítač TX-0 z MIT<sup>8</sup>, který byl již programovatelný. Vstup byl přes děrnou pásku a psací stroj, výstup byl přes displej osciloskopu.

V dalších letech se začali postupně objevovat počítače i na trhu a vývoj se rozdělil do dvou skupin. Jedna skupina se zaměřila na numericky náročné operace. Druhá se zaměřila na práci s administrativními daty a byla určena pro komerční využití. Prvním tranzistorovým počítačem, který byl nasazen v praktickém provozu, byl Atlas Guidance Computer z roku 1957 a sloužil k navádění balistických raket Atlas. Vývojem počítačů určených k náročným numerickým operacím se zabývala firma IBM, vznikly tak počítač IBM 7090, IBM 709 a IBM 1401.

Počítače druhé generace pomalu končí ve chvíli, kdy nastupuje na scénu nová technologie, touto technologií jsou integrované obvody. Konec druhé generace datujeme do roku 1964.

Zpracoval Tomáš Sajdl, MA-IN

Zdroje:

- [1] ZELENÝ, Jaroslav; MANNOVÁ, Božena. Historie výpočetní techniky. 1. Brno : Scientia, 2006. 183 s. ISBN 80-86960-04-8.
- [2] TIŠNOVSKÝ, Pavel. Root.cz [online]. 5.6.2008 [cit. 2010-10-21]. Root. Dostupné z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/technologie-operacnich-pameti/#k04>>.
- [3] FEDERMANN, Bohumil. Zive.cz [online]. 16.12.2007 [cit. 2010-09-28]. Živě. Dostupné z WWW: <<http://www.zive.cz/Titulni-strana/Tranzistor-ma-dnes-sedesate-narozeniny/sc-21-sr-1-a-139484/default.aspx>>.
- [4] KASÍK, Pavel . Technet.cz [online]. 16.12.2007 [cit. 2010-09-28]. Technet. Dostupné z WWW: <[http://technet.idnes.cz/tec\\_technika.asp?c=A071216\\_003620\\_tec\\_denik\\_pka](http://technet.idnes.cz/tec_technika.asp?c=A071216_003620_tec_denik_pka)>.
- [5] ŠTRAJBLOVÁ, Jana. Rozhlas.cz [online]. 26.5.2008 [cit. 2010-09-28]. Český rozhlas Leonardo. Dostupné z WWW: <[http://www.rozhlas.cz/leonardo/veda/\\_zprava/458534](http://www.rozhlas.cz/leonardo/veda/_zprava/458534)>.
- [6] The Free Enciklopedia [online]. 1997, 25.9.2010 [cit. 2010-09-28]. Wikipedia. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Bardeen](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Bardeen)>.
- [7] Computermuseum.li [online]. 2000 [cit. 2010-10-21]. Computermuseumn. Dostupné z WWW: <<http://www.computermuseum.li/Testpage/MIT-TX0-Computer.htm>>.

---

<sup>8</sup> Massachusetts Institute of Technology