

## Vývoj počítačov II

Do tejto skupiny počítačov patria počítače vyrobené z tranzistorov a diód. Tieto súčiastky sú vyrobené z polovodičov najmä germánia a kremíka. Cesta k výrobe tranzistorov bola ale náročnejšia ako by sa na prvý pohľad zdalo. Začalo sa to rokom 1821, keď Thomas Johann Seebeck objavil polovodičové vlastnosti síranu olovnatého  $\text{PbSO}_4$ . V roku 1833 referoval Michael Faraday o teplotnej závislosti polovodičov a v roku 1873 objavil citlivosť polovodiča Selénu ba svetlo, čo využil Werner von Siemens pri vynáleze selénového fotometra. Nemecký fyzik Ferdinand Braun v roku 1874 objavil, že kryštály Galenia by mohli fungovať ako dióda, ktoré umožňujú prechod prúdu iba jedným smerom. 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 selén kryštalický s odporom  $10^5$  na cm.

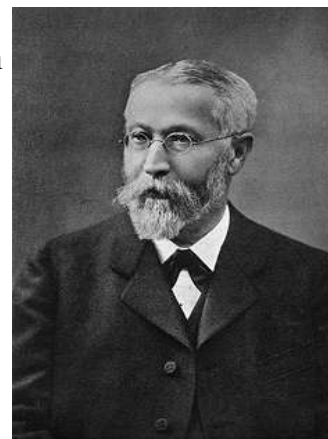
**Thomas Johann Seebeck** (9. 4. 1770 – 10. 12. 1831) bol fyzikom, ktorý v roku 1821 objavil termoelektrické účinky.

Narodil sa v Reval, dnešný Tallinn v Estónsku v bohatej nemeckej rodine. Lekársky diplom získal v roku 1802 na univerzite v Göttingene, ale radšej študoval fyziku. V roku 1821 objavil termoelektrický jav, keď spojením dvoch rôznych kovov sa produkuje elektrický prúd, keď sú vystavené vyššej teplote. Dnes to poznáme ako **Peltier – Seebeckov efekt** a je základom termočlánkov. Thomas zistil, že okruh dvoch kovov spojených pri rôznych teplotách odklonili ručičku kompasu. Spočiatku si myslel, že je to kvôli magnetizmu vyvolaného teplotným rozdielom, ale rýchlo si uvedomil, že je to elektrický prúd, ktorý ho vyvoláva podľa Ampérového zákona vychýľuje magnetku a konkrétne teplotný rozdiel vytvára elektrický potenciál (napätie), ktoré môže riadiť elektrický prúd v uzatvorenom okruhu. Napätie je úmerné teplotnému rozdielu medzi týmito spojmi. Konštanta úmernosti je známa ako **Seebeckov koeficient**, a často sa označuje ako tepelná elektrárň. Tento účinok je fyzikálny základ pre termočlánok, ktorý sa používa na meranie teploty. Okrem toho on v roku 1808 vyrobil a opísal amalgám draslíka a v roku 1810 pozoroval magnetické vlastnosti niklu a kobaltu. V roku 1818 objavil optickú aktivitu roztoku cukru. Zomrel 10. 12. 1831 v Berlíne.



**Karl Ferdinand Braun** (6. 6. 1850 – 20. 4. 1918) bol nemeckým fyzikom, elektrotechnikom a nositeľom Nobelovej ceny za fyziku z roku 1909.

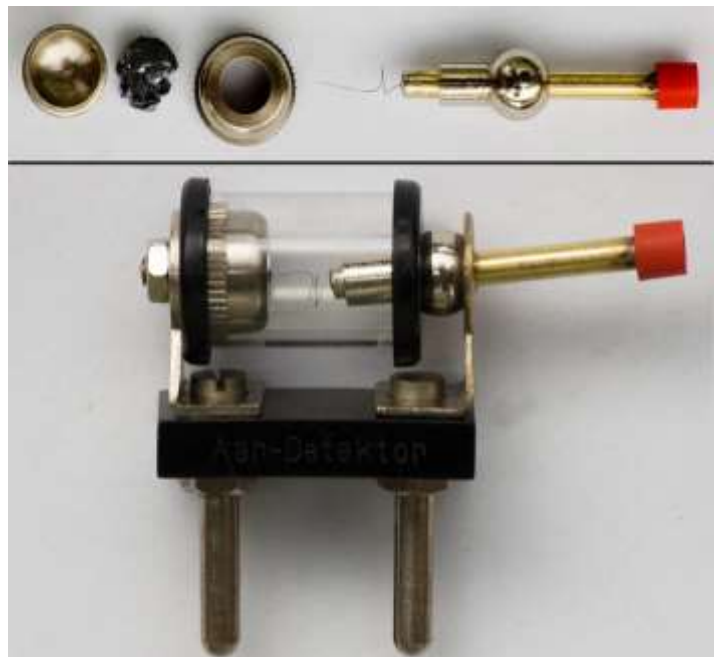
Narodil sa ako šieste zo siedmych detí v Hessian, súdnemu úradníkovi Konradovi Ferdinandovi Braunovi. Jeho najstarší brat Wunibald Braun bol spoluzakladateľ Hartman & Braun. Po ukončení strednej školy začal študovať od roku 1868 matematiku a prírodné vedy na univerzite v Marburgu. V roku 1869 odišiel do Berlína, kde pracoval v súkromnom laboratóriu Henricha Gustáva Magnusa, čo sa považovalo za privilégium.



Po smrti Magnusa na jar 1870 pokračoval v štúdiu na Brown Georg Herman Quincke. V roku 1872 dosiahol titul Dr. Phil, doktor fyziky za prácu o vibráciách. Pracoval ako asistent a neskôr ako odborný asistent, urobil si štátnu skúšku v roku 1873 na vysokej škole v Marburgu a vzal prácu učiteľa matematiky a prírodných vied na Thomasschule v Lipsku. Tam pokračoval vo vedeckých výskumoch z vibrácií a elektrickej vodivosti a tu dosiahol svoj prvý objav. V roku 1874 sa zaoberal umelými sulfidmi, ktorých elektrický odpor bol rozdielny v smere prúdenia a proti smere až o 30 %. Tento usmerňovací účinok kryštálu Galenitu bol v rozpore s Ohmovým zákonom, ale v tom čase sa tomuto objavu nevenovala pozornosť. Galenit  $PbS$  je polovodič a používal sa ako detektor do rádioprijímačov a na detekciu infračerveného žiarenia. Na vysvetlenie tohto javu chýbali základné fyzikálne princípy. To bolo dosiahnuté až 20. storočí po poznaní kvantovej fyziky. Braun je stále považovaný za objaviteľa polovodičovej diódy z roku 1874. Na obrázku je Galenit. Počas pôsobenia v Lipsku napísal svoju jedinú knihu „mladý matematik a vedec – úvod do tajov čísel a divy aritmetiky“, z roku 1876.



V roku 1877 bol menovaný ako mimoriadny profesor teoretickej fyziky v Marburgu. V roku 1880 odišiel do Štrasburgu a potom získal v roku 1883 miesto riadneho profesora fyziky na univerzite v Karlsruhe. V roku 1885 si vzal za manželku Amelie Buhler z Baden Lahr a mali spolu dvoch synov a dve dcéry. V roku 1887 prijal pozvanie na univerzitu v Tübingene, kde pracoval vo vedúcich funkciách. V roku 1895 sa stal riaditeľom Ústavu fyziky v Štrasburgu a v rokoch 1905 a 1906 bol i rektorom. V roku 1909 získal Nobelovú cenu za fyziku za prínos k rozvoju bezdrôtovej telegrafie. Na obrázku je kryštálový detektor.



Braun vynášiel aj katódovú trubicu, ktorá sa často nazýva ako **Braunová trubica**. Prvá verzia tejto trubice pochádza z roku 1897 ešte na univerzite Karlsruhe, ktorá mala ešte studenú katódu a mierny podtlak s urýchľovacím 100 kV napätím a magnetickým vychýlením lúča jedným smerom, druhý bežal v prednej časti osvetleného povrchu rotujúceho zrkadla. O vynález prejavil priemysel okamžite záujem a nastal rýchly vývoj. Už v roku 1899 uviedol Braunou asistent Zenneck vývoj trojuholníkového vlnenia pre magnetické vychýľovanie  $Y$ . Neskôr bola pridaná žeraviaca katóda, riadiaca mriežka a vákuum vysokého stupňa. CRT trubica bola použitá na osciloskopy a Manfred von Ardenne použil trubicu na prvý elektronický televízny prijímač zo dňa 14. 12. 1930. Vo veku 64 rokov odišiel do USA a žil v Brooklyne až do nehody 20. 4. 1913. Pochovaný je v Nemecku

V roku 1904 bol ohlásený patent na stykový usmerňovač na základe polovodiča  $\text{Cu}_2\text{S}$ , ale ich výroba sa začala až o dvadsať rokov neskôr na báze  $\text{Cu}_2\text{O}$  (kysličník mednatý), ktorý je polovodičom typu **P** a vzniká oksydovaním medeného plechu pri teplote  $1026\text{ }^\circ\text{C}$ .

Germánium je polovodič, z ktorého sa začali vyrábať prvé polovodičové diódy a tranzistory. Získaval sa z argirodidu ( $4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$ ), ktorý obsahuje 5 až 7 % germánia. Druhý známy zdroj je germanit, ktorý obsahuje 6 až 10 % .

Čisté germánium sa podarilo vyrobiť z argirodidu **Winklerovi** z Nemecka v roku 1886, ktorý mu dal meno po pôvodnom názve svojej krajiny **Germánium** známy pod značkou **Ge**. Clemens A. Winkler bol nemeckým chemikom a germánium je v kvapalnom skupenstve vodivé ako kov a v pevnom alebo v amorfnom stave polovodič. Na obrázku je vidieť germánium s ocelovým leskom. Po vyredukovaní kovov s čistotou 99 % sa germánium ešte vyčistí uje metódou zonálneho tavenia.



Po niekoľkých rokoch bolo pri výrobe polovodičových súčiastok germánium nahradené **kremíkom**, ktorého je v prírode väčšie množstvo a je lacnejší. Uplatnenie kremíka vo výrobe polovodičových súčiastok bránila priemyselná výroba samotného kremíka s čistotou 99,9999 %. Germánium sa však i tak používa na výrobu niektorých druhov diód, svetlo vodivej optiky, šošoviek do kamier a v laserovej technike.

Kremík ako prvý identifikoval v roku 1787 **Antoine Lavoisier**. V roku 1811 Gay – Lussac



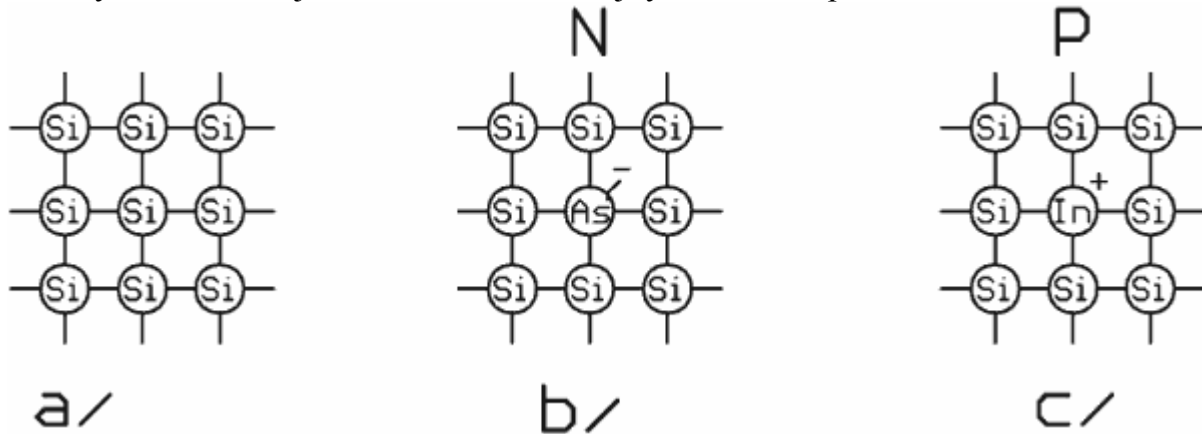
a Thénard vyrobili amorfný kremík zohrievaním draslíka s tetrafluorosilanom.

Na obrázku je kremíkový ingot, narezané plátky a niektoré hotové súčiastky.

Kremík ako prvok bol po prvýkrát izolovaný švédskym chemikom J. J. Berzeliom v roku

1823. V elektrickej oblúkovej peci sa získava kremík s čistotou 97 až 99 %. Táto čistota je ale pre elektronický priemysel nedostatočná.

Čistota kremíku musí byť čistejšia ako 99,9999 %, lebo i nepatrné znečistenie ovplyvňuje kvalitu vyrobených elektronických súčiastok. Na získanie takej čistoty sa používa opakovane zonálne tavenie, pri ktorom sa tavená zóna posúva od jedného konca k druhému a nečistoty sa koncentrujú ku koncu kremíkovej tyče, ktorá sa potom ureže.



Na obrázku máme za a) čistý kremík, za b) dotovaný arzenom a za c) dotovaný indiom

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. Voľne 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**.

Polovodiče typu N vznikne pridaním do čistého kremíka so štyrmi valenčnými elektrónmi prvku s piatimi valenčnými elektrónmi (fosfor, arzen alebo antimón). Prvku prímiesí, ktorý má o jeden elektrón viac, hovoríme **donor** (darca - lebo daruje elektrón).

Polovodič typu P vznikne ak budeme čistý kremík dotovať prvkom s tromi valenčnými elektrónmi (bór, hliník, gálium alebo indium). Prvku prímiesí, ktorý má o jeden elektrón menej, hovoríme **akceptor** (príjemca – lebo prijíma do svojej valenčnej sféry voľný elektrón uvoľnený teplom).

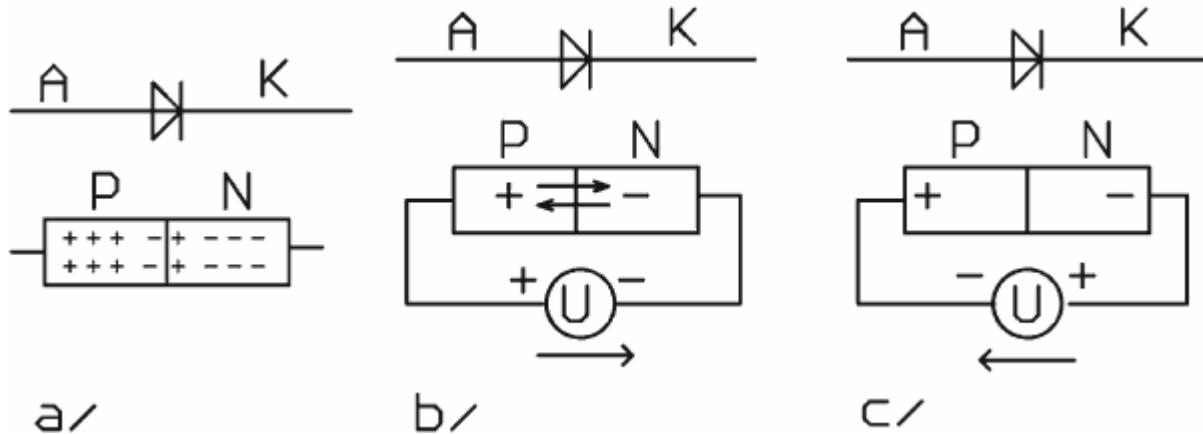
**Max Karl Ernst Ludwig Plank** (23. 4. 1858 – 4. 10. 1947) bol považovaný za jedného zo zakladateľov **kvantovej teórie**. Bez kvantovej teórie by pravdepodobne nebolo polovodičov. Prelomový bol jeho článok **Annalen der Physik** z roku 1901, kde vysvetlil zákon vyžarovania absolútne čierneho telesa a formuloval hypotézu kvantovania energie oscilátorov.

Prvé komerčné polovodičové zariadenia boli kryštálový detektor používaný na príjem rádiových vln, ktorý mal prezývku „mačací fúz“.

Polovodičové detektory zhotovené počas II. svetovej vojny boli schopné fungovať na radarových frekvenciách, ktoré používali mikrovlnné frekvencie.

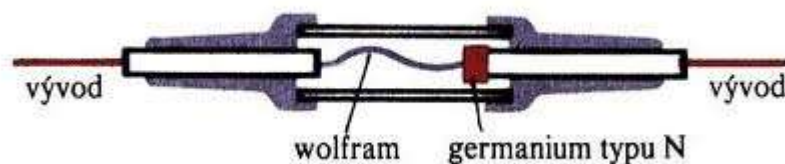


Medzi súčiastky s jedným aktívnym prechodom PN radíme tie, ktoré využívajú jednoduchého prechodu PN. Do tejto skupiny sú zaradené hrotové diódy, diódy s privareným hrotom, difúzne vysokofrekvenčné, spínacie a všetky druhy usmerňovacích diód.



Na obrázku je dióda za a) bez pripojenia, za b) v priepustnom stave, za c) v nevodivom.

**Hrotové diódy** sú založené na existencii miniatúrnych prechodoch PN, ktoré sa vytvoria pod kovovým hrotovým kontaktom pritlačeným určitou silou na povrch polovodičovej doštičky.

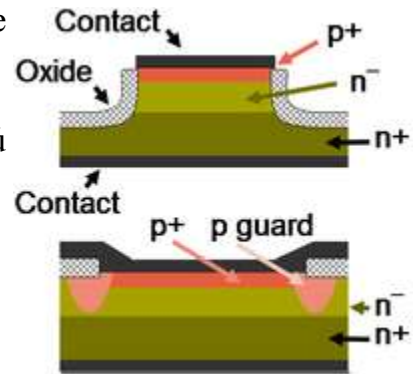


Tento prechod sa vytvorí pri tlakom kovu, obvykle Volfrámu, ale dotvára sa až tepelným spracovaním oblasti polovodiča nachádzajúceho sa pod pritlačeným hrotom pomocou prúdových impulzov prechádzajúcim kovovým hrotom. Nastáva pritom významná zmena vodivosti v oblasti polovodiča pod hrotom a v prípade pôvodnej vodivosti typu N nastáva premena na vodivosť typu P. Potom sa prírodný drôt zataví so skleneným puzdrom a hermeticky sa uzavrie. Volfrámový drôt má hrúbku 0,1 až 0,2 mm a je elektrolyticky zaostrený. Pri priepustnom napätí 1V dosahuje prúd hodnotu 0,1 až 1mA. Hrotové diódy možno bežne používať do frekvencie 150 MHz.

**Demodulačné a zmiešavacie diódy** pre ich výrobu sa používa prevažne kremík typu P, ktorý dovoľuje veľkú dotáciu prímies potrebnú na vysokofrekvenčné použitie. Jeho merný odpor je malý asi  $0,01\Omega$  na cm. Na obrázku je dióda 1N21A od Western Electric a je to mikrovlnný usmerňovač, vyrobený z kremíka v roku 1940. K lepšej povrchovej vodivosti a lepšieho elektrického kontaktu sa kovové elektródy puzdra pozláti. Používajú sa v radarovej technike, ale do rádiových prijímačov sa ako demodulátor nehodia pre ich malú zaťažiteľnosť iba  $10^{-8}$  Ws.



**Difúzne diódy mesa a planárne** Najčastejšie sa tento druh diódy vyrába z kremíka typu N. Do kremíkovej doštičky je z jednej strany primiešaný bór a z druhej strany fosfor. Tým vznikne sendvič so štruktúrou PNN<sup>+</sup>. Tento sendvič sa rozreže na malé kúsky vo veľkosti 1 x 1mm, ktoré sa potom z oboch strán poniklujú. Vrstva niklu sa pri teplote 600°C vpáli do polovodiča a doštička sa jednou stranou prispájkujú na kovovú prírodnú elektródu. Na hornej ploche sa pripojí druhá prírodná elektróda. Na obrázku je dióda v prevedení **mesa** – na obrázku hore a **planárna** na obrázku dolu.



Pri výrobe planárnych diód sa pre väčšie zaťaženie používa ako základný materiál kremík typu P, ale pre spínanie s malou zotavovacou dobou sa používa kremík typu N. Na získanie vodivosti N prípadne N<sup>+</sup> sa používa difúzia fosforu a k získaniu vodivosti P alebo P<sup>+</sup> sa používa difúzia bóru.

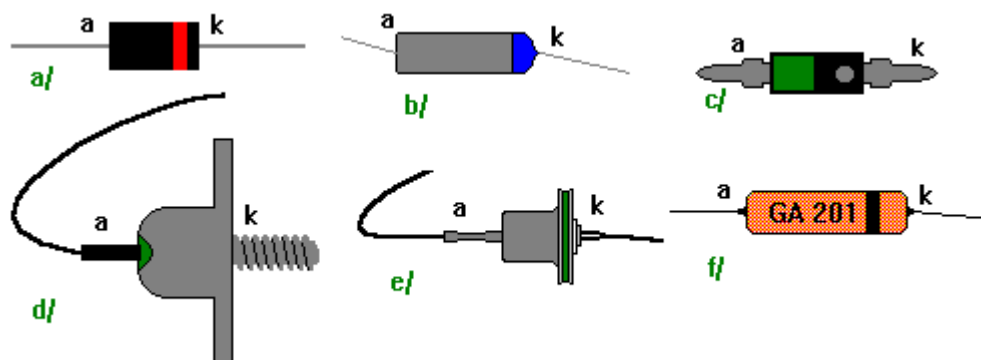
**Výkonové usmerňovacie diódy** s prechodom PN sú usmerňovacie súčiastky, ktoré sa svojimi elektrickými a mechanickými vlastnosťami najviac približujú k ideálnym usmerňovacím prvkom, a preto ovládajú oblasť usmerňovacej techniky väčších výkonov.

Na obrázku je skoršie prevedenie germániovej plošnej diódy 24 NP 70 na 150 V a 3 A.

Prvé výkonové diódy sa vyrábali z germánia typu N s merným odporom 2 až 20 Ω na cm a s dobou života menšinových nosičov najmenej 100 μs. Germániová doštička sa prispájkovala na medenú základňu diódy spájkou obsahujúcou antimón, aby vznikol prechod NN<sup>+</sup>, ktorý neusmerňuje. Germániové plošné diódy sa vyrábajú pre prúdy od 0,3 až 20 A a pre napätie do 250 V.



Po úspechu germániových výkonových diód vyrábaných zliatinovou technikou bola použitá táto technika i k výrobe kremíkových výkonových diód. Problémové spojenie zliatinovou technikou u kremíku viedlo ku zmene techniky na difúziu. Výkonové diódy vyrobené z kremíku sú na prúdy od 0.7 až do 200 A. Ako základný materiál sa používa



väčšinou kremík typu N.

Na obrázku sú diódy na rôzne účely.

**Polovodičové súčiastky s dvoma prechodmi PN.** Hlavným predstaviteľom tejto skupiny je **bipolárny tranzistor**. Jeho názov pochádza z anglických slov **TRANSfer resISTOR**, ktoré naznačujú podstatu funkcie tranzistora, ktorá je určitou transformáciou odporu zo vstupu na výstup. Bipolárnymi sa nazývajú preto, že na ich funkcii sa podieľajú oba druhy nosičov, čiže diery i elektróny. V tom je ich zásadný rozdiel s **unipolárnymi**, u ktorých princíp činnosti spočíva na vlastnosti a riadení toku vždy iba jeden druh nosiča. Princíp tranzistora objavili v roku 1947 **Bardeen a Brattain**. Tranzistor ako ho poznáme v dnešnej podobe je založený na princípe, ktorý vypracoval **Shockley** v roku 1948.

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

Narodil sa v Amoy v Číne, ale svoje detstvo strávil na severozápade Spojených štátov v Springfield v štáte Oregon. Potom žil v štáte Washington na ranči s dobytkom u jeho rodičov Ross R. Brattain a Otilie Houser. Titul bakalára z oboru fyziky a matematiky získal na Whitman College Washington v roku 1924 a magisterský titul na univerzite Oregon v roku 1926. Potom získal titul Ph. D. Z oboru fyziky na univerzite Minnesota v roku 1929. Brattain robil asistenta John T. Tate na skúmaní elektrónov s ortuťovými parami. V roku 1928 a 1929 pôsobil v National Bureau of Standards vo Washingtone DC, a v roku 1929 bol oslovený Bell Telephone Laboratories. Objavy v Bellových laboratóriách v rokoch pred II. svetovou vojnou boli z povrchovej fyziky volfrámu a neskôr povrchu polovodiča oxidu mednatého a kremíka. Počas II. sv. vojny sa venoval vývoju detekcie ponoriek pre výskum národnej obrany na univerzite Columbia.

Po vojne sa vrátil do Bell Laboratories a čoskoro sa pripojil ku skupine organizovanej ako Solid State Department. William Shockley bol vedúci skupiny a na začiatku roka 1946 začal so skúmaním polovodičov, ktoré mali byť vhodné na praktické použitie v zosilňovačoch.

Polovodičové usmerňovače boli známe už počas II. sv. vojny a 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. John Bardeen navrhol použiť pole vzhľadom na existenciu

energetických stavov pre elektróny na povrchu polovodiča. Brattain sa ujal vyšetrovania vlastností povrchových stavov a pri jeho experimentoch Bardeen objavil prostriedky na vybudovanie pevnej fázy zosilňovača, ktorý bol odlišný od poľom riadeného zariadenia, ktorý presadzoval Shockley. Brattain začal s experimentovaním a meraním zmeny potenciálu na povrchu kryštálu kremíka, keď bol vystavený svetlu. Brattain potom zistil, že



zavedením elektródy medzi jeho referenčnú elektródu a polovodičovým povrchom a aplikáciou napätia na elektróde, mohol výrazne 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 mali ho v úmysle izolovať z polovodiča ( v tomto prípade šlo o N – typ germánia) prostredníctvom oxidu vrstvy na povrchu germánia. Povlak bol omylom zmytý a zlatý pásik natočený na kontakte s germániom. Pri tomto usporiadaní bol zistený nový efekt. Na zlatej fólii sa zvýšil prúd, ktorý pretekal k bodu kontaktu, ktorý mal z toho opačný efekt, ako bol pozorovaný skôr. Brattain a Bardeen predpokladali, že existuje aktuálny typ - N polovodiča zo zlatej fólii, do bodu kontaktu. Nový efekt bol pomenovaný ako **tranzistorový**.

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 v kline. Klin bol potom pritlačený k bloku germánia typu – N a to 16. 12. 1947. Prístroj bol zapojený do malého zosilňovača, ktorý vykazoval viac ako 18 – násobné zosilnenie. O týždeň neskôr bol zosilňovač predvedený pred vedením Bell Labs. I keď verejné oznámenie bolo uvedené



až v júni 1948, boli za ich vynález Brattain, Bardeen a Shockley vyznamenaní v roku 1956 Nobelovou cenou za fyziku. Na obrázku je pôvodné zapojenie hrotového tranzistora.

Brattain bol zamestnaný vo výskume v Bellových laboratóriách až do roku 1967, keď odišiel do dôchodku. Medzi rokmi 1962 až 1972 často prednášal vo Whitman College a od 1965 až do 1975 sa podieľal na výskumnom programe pri modelovaní bunkových membrán.

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 prežil dôchodok v štáte Washington. Zomrel 13. 10. 1987 v Seattli.

**John Bardeen** (23. 5. 1908 – 30. 1. 1991) bol prvým človekom, ktorý dostal Nobelovú cenu dvakrát v tej istej disciplíne. Prvá bola za objav tranzistora a druhá za rozvoj supravodivosti.

Narodil sa v Madisone v štáte Wisconsin. Bol druhým s 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 a Development Corporation v Pittsburghu, kde pracoval na niekoľkých prvých aplikáciách geofyziky na ropný prieskum. Bardeen ukončil výskum v Perzskom zálive v roku 1933 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 na Harvardskej univerzite, kde skúmal problémy fyziky kovov s Percy Bridgman a HPM 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 Minnesota a počas tejto doby robil prvé kroky na vypracovanie teórie supravodivosti.



V roku 1945 bol požiadaný o 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, ktorý pomenovali **tranzistor**. Bol to hrotový tranzistor, ktorý bol zhotovený 16. 12. 1947, za ktorý získal spolu v Brattain a Shockley Nobelovú cenu v roku 1956.

Záujem o supravodivosť prejavil v roku 1950 objavom efektu izotopu, kde bolo zistené, že kritická teplota pre supravodiče závisí na odmocnине atómovej hmotnosti. Bardeen prišiel k záveru, že interakcia elektrónov s iónmi v kryštálovej mriežke musí zohrávať dôležitú funkciu v supravodivosti, ale on ešte nebol schopný vysvetliť tento jav.

Bardeen opustil Bell Laboratórium na jeseň 1951 a stal sa profesorom na univerzite Illinois. V roku 1955 obnovil výskum javu supravodivosti, tentoraz s pomocou jeho postgraduálneho študenta JR. Schrieffera 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 kryštálickej 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 odchýlkam a od jedného Cooperovho páru nemôže byť zničené, bez toho, aby nezničil všetky z nich. Za tento objav im bola udelená v roku 1972 Nobelova cena.

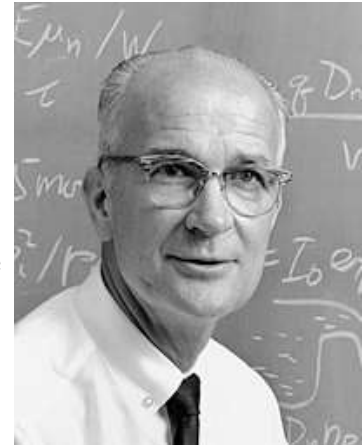
V roku 1938 si vzal za manželku Janu Maxwell a spolu mali tri deti. Po roku 1975 pôsobil ako emeritný profesor na univerzite Illinois. Zomrel v Bostone 30. 1. 1991 v dôsledku srdcového zlyhania po operácii pľúc.

**William Bradford Shockley** (13. 2. 1910 – 12. 8. 1989) bol americký fyzik a vynálezca plošného tranzistora a spolu s Bardeenom a Brattainom 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 bankým inžinierom a ovládal osem jazykov. Jeho matka Mária vyrastala na americkom západe a vyštudovala univerzitu Stanford a stala sa prvou bankovou inšpektorkou.

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 sa im narodilo dievčatko Alison a neskôr mali syna Richarda (Dick). Doktorát získal na Massachusetts Institute of Technology v roku 1936 a jeho dizertačná práca mala názov „elektronické pásy v chloride sodnom“, a pri práci mal poradcu Johna C. Statera. Po získaní doktorátu sa pripojil k výskumnej skupine na čele s Clintonom Davissonom v Bellových laboratóriách v New Jersey. Publikoval množstvo základných dokumentov o fyzike pevných látok v Physical Review. V roku 1938 bol prijatý jeho prvý patent „Elektrónové vybíjacie zariadenia na elektrónových násobičoch“.

Keď sa USA zapojili do II. sv. vojny, Shockley bol zaradený do radarového výskumu v laboratóriách vo Whippany v New Jersey. V máji 1942 odišiel z Bell Labs, aby sa stal riaditeľom výskumu na univerzite Columbia. Jednalo sa o vylepšenie obrany konvojov proti nemeckým ponorkám. Ako vedúci tímu nariadil urobiť štatistiku o úspešnosti obrany konvojov a zistil, že hĺbkové nálože explodujú príliš hlboko. Poradil, aby boli radary namontované na lietadlách s vyškolenými posádkami. Po krátkom čase sa podarilo potopiť trojnásobne viac ponoriek. V roku 1944 usporiadal vzdelávací program pre B – 29 pre ich pilotov a posádku na používanie radarových zameriavačov. Za túto činnosť dostal 17.



10. 1946 medailu za zásluhy. V júli 1945 ministerstvo vojny požiadalo Shockleyho, 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 bombardovania atómovými bombami na Hirošimu a Nagasaki a donútiť tak Japonsko ku kapitulácii.

Krátko po ukončení II. sv. vojny v roku 1945 vytvorili v Bell Labs Solid State Physics Group, vedenú Shockley a chemikom Stanley Morganom, kde pracovali aj John Bardeen, Walter Brattain, fyzik Gerald Pearson, chemik Robert Gibney, elektronik Hilbert Moore a niekoľko technikov. Ich úlohou bolo nahradiť elektrónkové zosilňovače, zosilňovači na báze polovodičov. Ich 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 prác sa zvýšilo, keď začali zmenšovať vzdialenosť kontaktov medzi polovodičmi a vodivými drôťmi a elektrolytmi. Moore postavil obvod, ktorý im umožnil meniť frekvenciu vstupného signálu. Začali mať i dôkaz zosilnenia energie, keď Pearson, konal na základe návrhu Shockley, priviesť napätie na kvapky glykolu bórxu (viskózna látka, ktorá sa nevyparí a bežne sa používa v elektrolytických kondenzátoroch) umiestnených cez PN prechod.

V decembri 1947 sa podarilo Brattainovi a Bardeenovi bez účasti Shockley vytvoriť hrotový tranzistor, ktorý dosiahol zosilnenie. 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. 2. 1948 John N. Shiv, zhotovil hrotový tranzistor s bronzovými kontaktmi na prednej a zadnej časti tenkého klinu z germánia, čo dokazuje, že diery mohli difundovať v germánium a nie iba na povrchu, ako sa myslelo.



O niekoľko mesiacov Shockley vynášiel plošný tranzistor. Bol to robustnejší typ tranzistora s vrstvou „**sendvič tranzistor**“, a prvý dôkaz princípu bol získaný 7. 4. 1949. Tento vynález vyústil do zhotovenia plošného tranzistora, ktorý bol oznámený 4. 7. 1951. V roku 1950 publikoval 558 stranové dielo „elektróny a diery v polovodičoch“. V roku 1951 bol zvolený za člena Národnej akadémie vied vo veku 41 rokov.

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

Shockley chcel moc a zisk iba pre seba, mal pocit, že nie je dostatočne ohodnotený a tak si vzal voľno v Bell Labs v roku 1953 a presťahoval sa do California Institute of Technology na dobu štyroch mesiacov ako hosťujúci profesor.

V roku 1955 Shockley sa pripojil k Beckman Instruments, kde bol menovaný vedúcim novozaloženej Shockley Semiconductor Laboratory. Spočiatku sa snažil získať bývalých spolupracovníkov z Bell Labs, ale nezískal nikoho asi pre jeho egoistickú povahu. Potom sa rozhodol vyhliadnuť absolventov na univerzitách. Jeho vedenie bolo despotické a paranoidné a vytváralo medzi spolupracovníkmi nezdravé prostredie. Jeho požiadavky na vytvorenie nového technicky náročného typu PNP 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 zväčšilo jeho panovačnosť a pýchu. Na konci roka 1957, osem výskumníkov rezignovalo potom, čo Shockley rozhodol, že nebude pokračovať vo výskume polovodičov na báze kremíka. Kým Shockley sa stále snažil vyrobiť jeho trojprechodovú 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 Lanningovou, učiteľkou na psychiatrii v New Yorku. Mali šťastné manželstvo, ktoré trvalo do jeho smrti. Shockley, jeho manželka a syn Dick boli pri dopravnej nehode a on sa niekoľko mesiacov zotavoval zo zranenia. Zomrel na rakovinu prostaty 12. 8. 1989.

### **Grown – junction transistor**

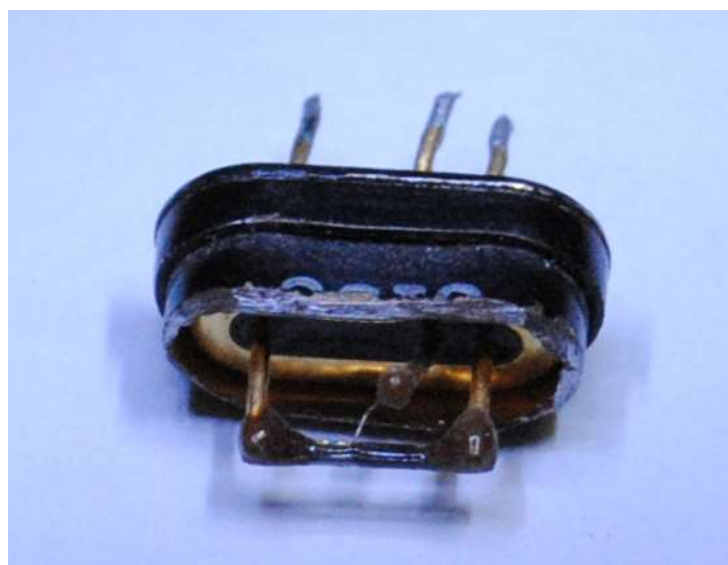
Bol to prvý typ bipolárneho tranzistora, ktorý bol vyrobený na základe Williama Shockley v Bell Labs 23. 6. 1948 a bolo to šesť mesiacov po tom, čo uzel svetlo sveta prvý hrotový tranzistor. Prvé prototypy germániových tranzistorov boli vyrábané v roku 1949. V Bell Labs oznámila prvý sériovo vyrobený Shockley tranzistor dňa 7. 7. 1951. NPN tranzistor je vyrobený z jedného kryštálu polovodiča, ktorý má dva PN prechody. V priebehu rastového procesu zárodočného kryštálu sa pomaly vytáhuje z roztaveného polovodiča, ktorý potom rastie do kryštálu v tvare tyče. Rztavený polovodič je dotovaný polovodičom typu – N na začiatku a v určitom okamžiku sa v procese 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 typ – P je v strede a na typ – N sa prispájajú vývody a z veľmi tenkého zlatého drôtu je urobený prívod z vrstvy typu – P. Podobný, iba opačný proces sa robí pri výrobe tranzistora PNP.



Najťažším procesom vo výrobe tranzistora je zváranie 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 stáva, že kontakt nie je presne v strede a môže vzniknúť skrat. Aby sa zabránilo skratom, je zlatý drôt legovaný s malým množstvom rovnakého typu prímеси aký je použitý na základni. To spôsobí iba to, že v mieste zvaru je o niečo hrubšia vrstva. Na obrázku hore je jeden z prvých tranzistorov z Bell Labs z roku 1951, určený pre armádu USA.

Na obrázku dolu je vidieť prepojenie jednotlivých elektród Grown – junction tranzistora.



## Alloy – transistor

Bol vyrobený technológiou zliatiny germánia a bol to jeden z prvých **bipolárnych** tranzistorov, ktorý bol vyvinutý v General Electric a RCA v roku 1951, ako zlepšenie plošného tranzistora. Bol vyrobený z ľahkých zliatin a základ tvoril kryštál germánia s emitorom a kolektorom z ľahkých zliatin roztavených po oboch stranách proti sebe. Bolo tam niekoľko typov zliatin rozvinutých v priebehu roka, ktoré boli vyrobené. Tento druh



CURRENT PRODUCTION of diffused silicon plastic-encapsulated transistors at Western Electric's Allentown Works shows progress that has been made in 25 years by mechanization of production of discrete transistors. During the chip and lead-bond operations, transistor chips are handled by vacuum pick-up needles and connected by 0.001 inch diameter gold wire fed through a hollow point needle. These assembly steps are controlled by operators peering through microscopes. Testing is done largely by computer-controlled test systems. WE transistors are used in major carrier and electronic switching systems and other Bell System applications. TA-2

Western Electric

Na obrázku je prvá sériová výroba tranzistorov vo Western Electric z roku 1951.

zliatinového injektovaného tranzistora zastaral do roku 1960, keď sa presadil plošný tranzistor, ktorý mohol byť sériovo vyrábaný, zatiaľ čo zliatinové plošné tranzistory museli byť vyrábané jednotlivo, každý samostatne. Prvé germániové plošné tranzistory mali horšie vlastnosti ako zliatinové dotované tranzistory v tom období, ale vzhľadom k tomu, že mohli byť masovo vyrábané bola lacnejšie ich výroba. Časom sa zlepšila ich charakteristika a rýchlo prekonalí vlastnosti skorších typov germániových tranzistorov.

Na obrázku je tranzistor 2N167 typ NPN z roku 1954 vyrobený vo Western Electric.



## Tranzistor s povrchovým hradlom

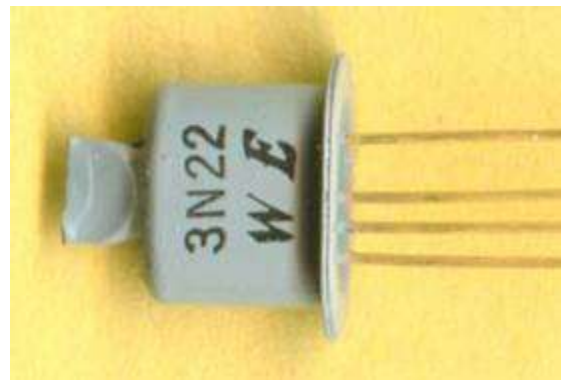
Tento typ tranzistora vyvinuli vo Philco v roku 1953 ako vylepšený zliatinový tranzistor. Bol zhotovený prechodov kov – polovodič. Na obrázku je reklama tohto tranzistora. Philco používal patentovaný proces od Bell Labs. Dve malé elektrochemické tryskové prúdy kvapalného síranu india ako elektrolyt na opačných stranách tenkého pásu germánia typu – N základného materiálu, dokiaľ sa kruhové jamky na každej strane typu – N germánia základného materiálu, dokiaľ sa základný materiál nestenčil 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 do frekvencie 60 MHz.



## Tetroda tranzistora

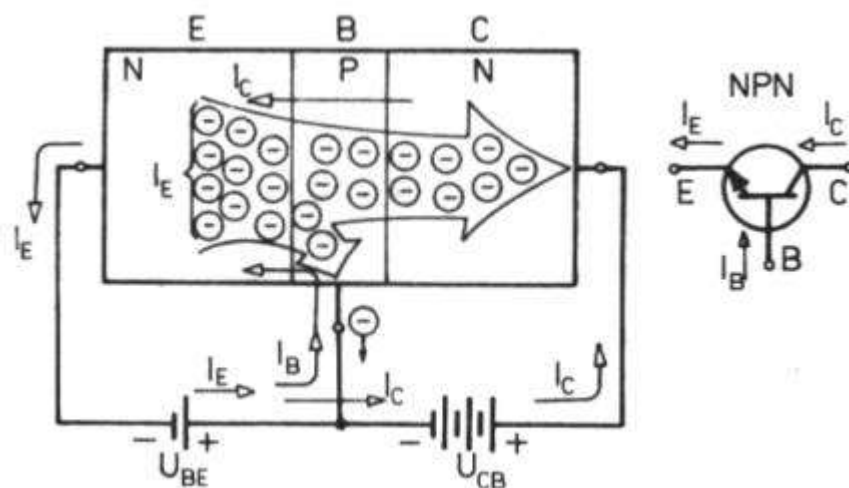
Existujú dva typy vyvinuté začiatkom roka 1950 ako vylepšenie hrotového tranzistoru a neskoršie Shockley tranzistoru a zliatinového plošného tranzistoru. Oba tieto druhy ponúkali oveľa vyššiu frekvenčnú rýchlosť na prechodoch tranzistora.

Hrotový tranzistor s dvoma emitormi sa prestal vyrábať v polovici roka 1950. Shockley tranzistor, do ktorého sa pridali dve prípojky na opačných koncoch základne zvýšilo jeho rýchlosť zníženým kapacitami na vstupe a na výstupe. Tieto tranzistory sa vyrábali do začiatku roka 1960, kedy sa začal vyrábať difúznou metódou. Poznáme tranzistory 3N22 od Western Electric a 3N34 od Texas Instruments a 3N36 / 37 od General Electric, ktoré pracovali do 15 MHz. Označenie 3N znamená, že tranzistor má štyri vývody a 2N znamená tranzistory s tromi vývodmi. Na obrázku je tranzistor 3N22 z roku 1956 určený pre RF zosilňovače.

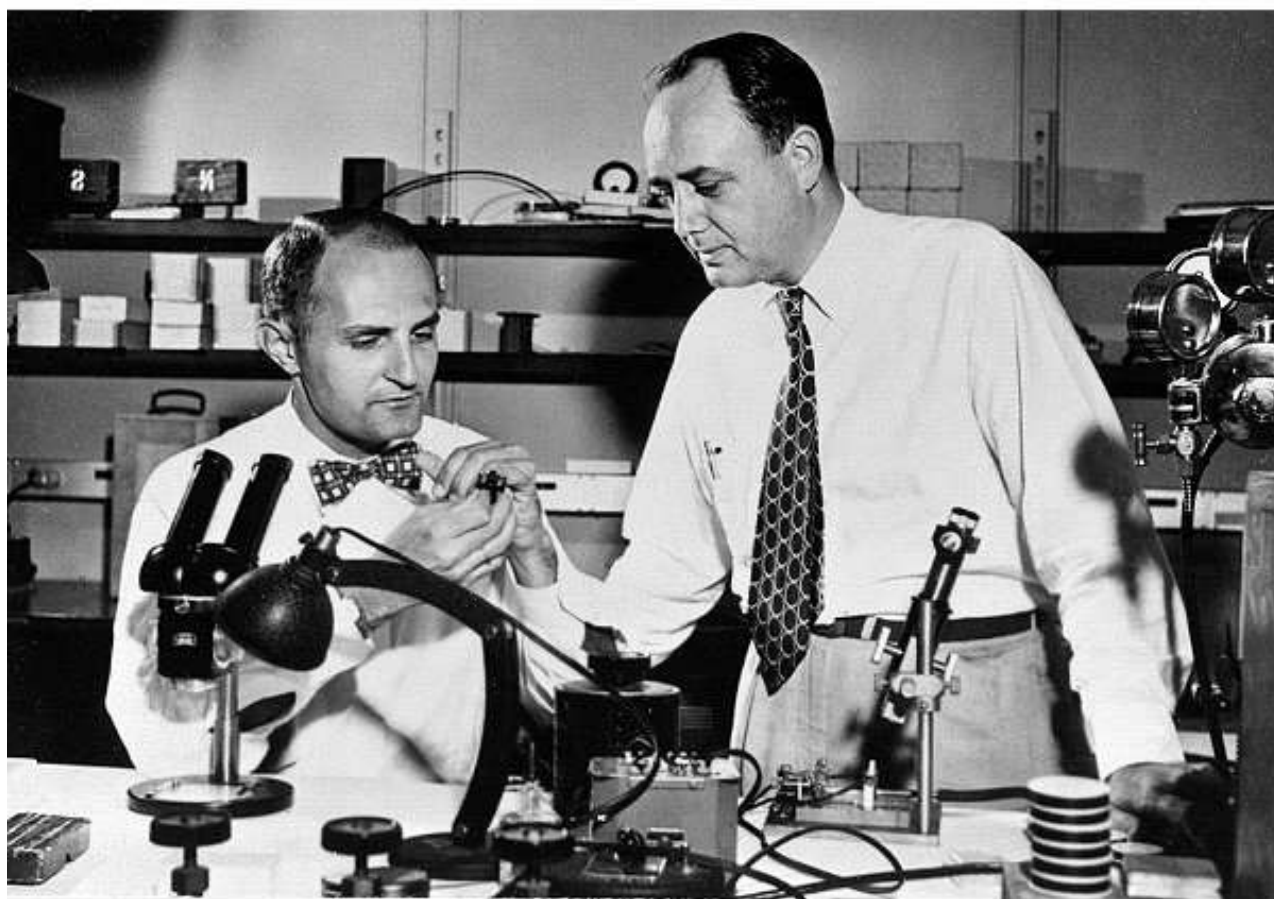


## Prechod na kremík

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 fungovať a kremíkový pokračoval v danom výkone ďalej. V roku 1960 bola väčšina tranzistorov vyrobená už z kremíka, lebo je schopný pracovať až do 150 °C, preto bol vhodnejší pre potreby NASA a iných dôležitých programov.



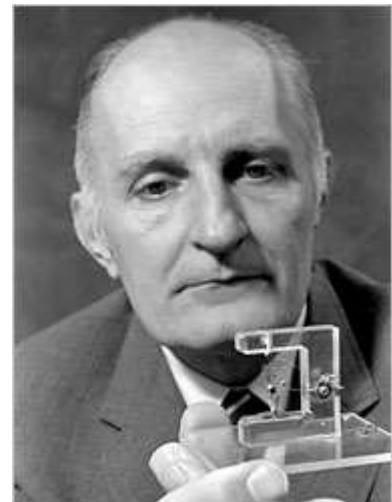
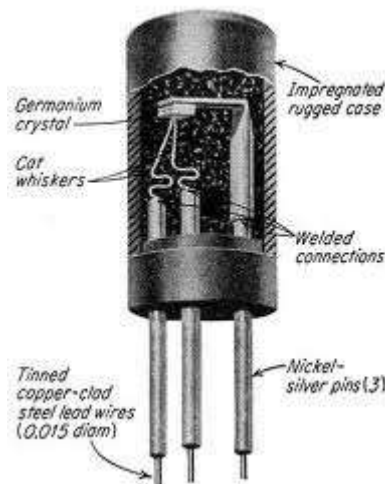
Obr. 97. Činnosť tranzistoru NPN a jeho schematická značka



Morgan Sparks a Gordon Teal vylepšili Shockleyho plošný tranzistor v roku 1954.

**Morgan Sparks** (6. 7. 1916 – 3. 5. 2008) bol americký vedec a inžinier, ktorý pomohol vyvinúť **Bipolárny tranzistor** v júli 1951, čo bol rozhodujúci krok pri výrobe tranzistorov pre široké uplatnenie v elektronike. Bol aj riaditeľom Sandia National Laboratories.

Sparks sa narodil v Pagosa Springs v štáte Colorado a študoval na univerzite Rice. Titul Ph. D získal za dizertačnú prácu z fyzikálnej chémie na univerzite Illinois, Urbana v roku 1943. Po dokončení štúdia začal pracovať v Bell Labs. V roku 1948 prešiel do tímu Shockley, kde spolupracoval s John Bardeen, Walter Brattain. Sparks v Bell Labs rozvíjal bipolárny tranzistor, pre širšie použitie v elektronike. V roku 1949 sa oženil so sekretárkou Bette MacEvoy. V roku 1972 bol preradený do Nového Mexika, aby tam robil riaditeľa Sandia Laboratories, ktoré bolo riadené AT & T. Sparks odišiel z Bell v roku 1981 do dôchodku. Na obrázku je plošný tranzistor.



**Gordon Kidd Teal** ( 10. 1. 1907 – 7. 1. 2003) vynašiel metódu ako použiť Czochralskeho systém výroby veľmi čistého germániových monokryštálov, ktoré výrazne zlepšili vlastnosti tranzistorov. Spolu s Morganom Sparksom vynašiel proces konfigurácie potrebnej pri výrobe bipolárnych tranzistorov. Jeho najväčším prínosom bol jeho prvý kremíkový tranzistor, ktorý vyvinul v Texas Instruments.

Narodil sa v Južnom Dallase v štáte Texas, rodičom Olin Allison Teal a Azelia Kidd. Jeho otec prišiel do Texasu v roku 1897 z Gruzínska. Gordon navštevoval Bryan Street High School v Dallase. Titul bakalára získal na univerzite Baylor a doktorát v obore fyzikálnej chémie na univerzite Brown v roku 1931. Po štúdiu začal pracovať na univerzite Brown v laboratóriu pod vedením profesora Karla Krausa pri skúmaní prvku germánia. Keď v roku 1947 v Bell Labs vyvinuli hrotový tranzistor, uvedomil si , že zlepšenie by bolo možné, ak by bol vyrobený z jedného kryštálu miesto polykryštalického materiálu. Tu urobil aj prvé kroky k vývoju výroby monokryštálu.

V roku 1952 Texas Instruments odkúpil licenciu na výrobu germániových tranzistorov od Western Electric, ktorá bola súčasťou AT & T. Teal bol požiadaný Patrikom E. Haggerty, aby začal pracovať v Texas Instruments. V spoločnosti začal pracovať od 1. 1. 1953 a začal tu znova rozvíjať technológiu monokryštálov. Bol vedúcim tímu vedcov a inžinierov na uplatňovanie novej rýchlo sa rozvíjajúcej oblasti polovodičov. V apríli 1954 tým Central Research Laboratories (CRL) vytvoril prvý komerčný kremíkový tranzistor a otestovaný bol 14. 4. 1954 v Ústave Rádio Engineers (IRE).

V roku 1957 CRL vyvinula chemický proces redukcie pre ultra – čistý kremík. V roku 1958 CRL zamestnanec, Jack Kilby vytvoril prvý integrovaný obvod. V rokoch 1963 až 1964 robil medzinárodného technického riaditeľa TI.





V roku 1965 opustil Texas Instruments a stal sa prvým riaditeľom National Bureau of Standards Institute vo Washingtone , DC. Zomrel 7. januára 2003.

Na obrázku je vidieť rôzne druhy tranzistorov, ktoré sa používajú v elektronike.



### Harwell CADET

Bol to prvý celotranzistorový počítač v Európe, a pravdepodobne i na svete. V roku 1953 riaditeľ Aere sir John Cockcroft navrhoval postaviť počítač pomocou tranzistorov. V roku 1953 jeho tím vyvinul obvody na čítanie a zápis menšieho magnetického bubna z Royal Radar Establishment s pamäťou 64 kB. Stroj používal nižšiu frekvenciu 58 kHz, aby sa predišlo nutnosti použiť elektrónky na generovanie hodinových cyklov. Táto pomalá



rýchlosť bola čiastočne kompenzovaná možnosťou pridávania až osem čísel súčasne.

Výsledný stroj dostal meno CADET ( Transistor Electronic Digital Automatic Computer) ako názov čítame zozadu.

Najskôr na ňom bežal jednoduchý testovací program vo februári 1955. CADET bol zhotovený z 324 hrotových tranzistorov, ktoré boli v tej dobe k dispozícii a 76 plošných tranzistorov, ktoré boli použité do čítacieho zariadenia a zosilňovača informácií z bubna. CADET bol postavený z niekoľkých dosiek s plošných spojov, ktoré neboli nikdy zmontované do upraveného celku ako stolový počítač, ale bolo to ponechané na pracovnom stole. Od augusta 1956 bol CADET k dispozícii na riešenie rôznych úloh, počas ktorých bežal nepretržite aj 80 hodín.

V roku 1956 Brian Fowers, vedúci teoretického oddelenia fyziky na Aere, bol presvedčený, že CADET pracuje nedostatočne a jeho výpočtový výkon nespĺňa potreby pre numerických analytikov a objednal si počítač Ferranti Mercury, ktorý bol v roku 1958 daný do prevádzky. Počítač CADET po štyroch rokoch služby bol vyradený z prevádzky. Slabinou počítača boli použité hrotové tranzistory, ktoré neboli spoľahlivé, kvôli bodovému kontaktu.

## IBM 608

Bol prvým produktom IBM, ktorý bol zhotovený bez použitia elektrónok a pravdepodobne prvá tranzistorová kalkulačka, ktorá sa vyrábala pre komerčný trh. IBM 608 obsahoval viac ako 3 000 germániových tranzistorov a ohlásený bol v apríli 1955, ale pre verejnosť bol uvedený až v decembri 1957.

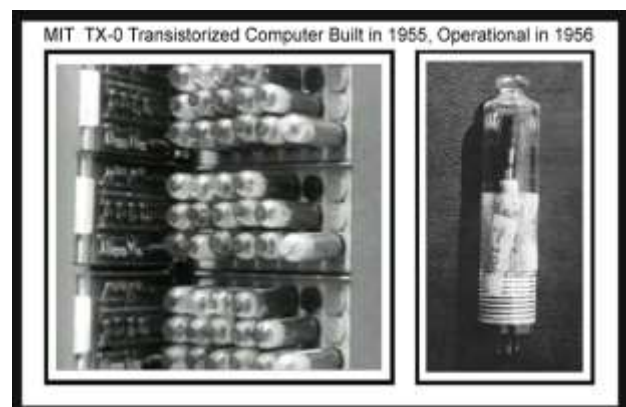
Použitím tranzistorov sa IBM 608 líši od svojich predchodcov a používa pamäť magnetické jadro. Programovanie je ešte stále robené z hlavného panela. Hlavná pamäť môže uložiť 40 deväťmiestnych čísel a mal 18 – miestnu vyrovnávaciu pamäť. Bol schopný vykonať až 4500 sčítaní za sekundu a zvládol 80 programových krokov. Hlavným konštruktérom obvodov použitých v IBM 608 bol Robert A. Henke. Vývoj 608 predchádzala prototyp celotranzistorová verzia IBM 604, ktorá bola zhotovená z 2000 tranzistorov.

## TX – 0 (Transistorized eXperimental computer – zero)

Patril medzi tranzistorové počítače, ktorý mal 64 kB pamäť s 18 – bitovými slovami zhotovenú z magnetických feritových jadier. Bol postavený v roku 1955 a bol postavený z 3600 tranzistorov od firmy Philco. V roku 1953 Philco ako prvý vyrábala vysokofrekvenčné tranzistory, ktoré boli vhodné pre svoju vysokú rýchlosť vhodné pre počítače. TX – 0 bol priamym predkom PDP – 1. Počítač bol navrhnutý v **MIT Lincoln Laboratory experiment** s tranzistorovým osadením a bola to v podstate tranzistorová verzia Whirlwind,

s tým rozdielom, že bol menší a rýchlejší. Na výstupe bol použitý 12“ osciloskop s možnosťou zobraziť 512 x 512 bodov. TX – 0 bol 16 – bitový počítač so 16 – bitovým rozsahom adresy a 16 – bitových operácií. Veľkosť slova bola 18 – bitov, z toho 16 – bitov na dáta a 2 – bity na inštrukcie. Wesley A. Clark navrhol logiku a Ken Olsen dozeral na konštrukčné prevedenie.

Na obrázku je vidieť panel s tranzistormi a vedľa tranzistor Philco v sklenenom puzdre.



Po úspešnom dokončení TX – 0 sa obrátila pozornosť na stavbu väčšieho a zložitejšieho TX – 1, ale projekt bol kvôli zložitosti prepracovaný, a tak vznikol počítač TX -2, ktorý bol dokončený v roku 1958. Feritové pamäte boli použité z počítača TX – 0 a počítač TX – 0 bol zapožičaný natrvalo MIT Research Laboratory of Electronic (RLE) v júli 1958, kde bol preskúmaný a z neho vyvinutý MIT Artificial Intelligence Lab. Používal 4 kB feritovú pamäť a inštrukcie sa zväčšili na 4 – bity a registre indexov.



Takto upravený TX – 0 bol už viac pokrokový a používali ho na projekty a ako textový editor. Na obrázku sú tvorcovia TX – 0 zľava: Jack Dennis, Alan Kotoku, Martin Graetzov, Dave Gross a John MecKenzie z roku 1984 v múzeu výpočtovej techniky.

Na počítači sa urobila i prvá digitálna zvuková nahrávka. Niekoľko členov tímu, ktorí pracovali na TX – 2 opustilo projekt v Lincoln a založili vlastnú firmu **Digital Equipment Corporation** (DEC) a začali produkovať upravený TX – 0 ako PDP – 1 v roku 1960. Jeden PDP – 1 zapožičali Massachusetts Institute of Technology (MIT) do Lincoln Laboratory v roku 1961.

## Mailüfterl

Bola to rakúska prezývka pre prvý tranzistorový počítač v Rakúsku. Bol postavený v roku 1955 na Technickej univerzite vo Viedni a jeho názov bol „**Wiener Mailüfterl** ( Viedenský májový vánok), ale oficiálny názov bol **Binar dezimaler Volltransistor – Rechenautomat** (dvojkový desiatkový čisto

tranzistorový výpočtový automat). Počítač obsahoval 3000 tranzistorov, 5000 diód, 1000 montážnych dosiek so 100 000 spájanými spojmi, 15 000 odporov, 5000 kondenzátorov a 20 000 m drôtu. Počítač mal dĺžku 4 m, výšku 2,5 m a 0,5m bol hlboký. Hlavným projektantom bol Heinz Zemánek, ktorý bol asistentom profesora na univerzite, si bol vedomí toho, že bez úradného povolenia nedostane žiadnu finančnú pomoc i napriek tomu so skupinou študentov postavili tento počítač. V roku 1954



odcestoval do spoločnosti Philips v Holandsku, kde požiadal o dar v podobe súčiastok. Čiastku 1000 tranzistorov bolo veľmi ťažké zohnať v tom čase, iba sedem rokov od jeho objavu. Philips dodal celkovo 4000 kusov vysoko kvalitných tranzistorov.

**Heinz Zemánek** (1.1.1920 – 16.7. 2014 ) je rakúsky počítačový priekopník, ktorý v roku 1955 vytvoril prvý kompletný tranzistorový počítač v Rakúsku.

Počítač mal prezývku Mailüfterl, ako odpoveď na Whirlwind (víchrica), ktorý bol vyvinutý v rokoch 1945 až 1951. Navštevoval strednú školu vo Viedni a maturoval v roku 1937. Potom začal študovať na univerzite vo Viedni. V roku 1940 bol povolaný do wehrmachtu, kde pôsobil v „komunikačnej jednotke“ a robil učiteľa v škole Service Intelligence. Po návrate k štúdiu radarovej technológie, získal titul za diplomovú prácu na univerzite v Stuttgarte za pomoci profesora Richarda Feldtkellera (1901 – 1981).



Po vojne začal pracovať ako asistent na univerzite vo Viedni a získal titul Ph. D v roku 1951 za prácu „metódy multiplexnej telegrafie“. V roku 1952 absolvoval URR1 (Universal Relais RECHNER 1 ) univerzálny relé počítač. V roku 1961 IBM Laboratory založila vo Viedni pobočku s profesorom Zemánkom, ako jeho prvým manažérom. Zemánek zostal vo Viedenskom laboratóriu až do roku 1976, kedy bol menovaný za odborného asistenta v IBM na



vytvorenie programovacieho jazyka **PL / I**. V tom čase bol už niekoľko rokov asistentom

Na obrázku je ovládací panel počítača Mailüfterl, ktorého tvorcom bol Zemánek.

na Technickej univerzite vo Viedni, v ktorej je podľa neho pomenovaná prednášková hala. Bol členom Medzinárodnej federácie pre spracovanie informácií a bol menovaný i prezidentom v rokoch 1971 až 1974.

## Metrovick 950

Bol to tranzistorový počítač postavený v roku 1956 anglickou firmou Metropolitan – Vickers a vyrobilo sa ich celkovo sedem strojov, ktoré boli využívané komerčne v rámci spoločnosti a hlavne na vnútorné použitie.

V novembri 1953 Richard Grimsdale a Douglas Webb z Manchester University najskôr predviedli svoj prototyp tranzistorového počítača pomocou 92 hrotových tranzistorov a 550 diód za účelom testovania vhodných tranzistorov pri zlepšovaní spoľahlivosti počítača Manchester Mark 1. Tento stroj bol podobný ako Mark 1., s tým rozdielom, že nemal Williamsové trubice a používal iba magnetický bubon ako hlavnú pamäť. Stroj bol založený na 48 – bitovom slove, i keď 4 – bity boli použité pre časovač a preto neboli použité v



programe. Tento stroj používal elektrónky pre generovanie hodinového kmitočtu 125 kHz.

V roku 1955 bol postavený Mark 1 – B linka s vyrovnávacou pamäťou a multiplikátorom. Stroj celkovo obsahoval 250 tranzistorov. Spotreboval iba 150 W elektrickej energie, čo bolo prekvapivo nízka spotreba na tú dobu, keď podobné stroje spotrebovali desiatky kW. Nový model mal možnosť pridať dve 44 – bitové čísla pri 1,5 otáčky bubna, čo pri rýchlosti bubna 3000 otáčok za min., bolo zhruba asi 30 milisekúnd. I keď bol rýchlejší ako Mark 1, neprítomnosť Williamsových trubíc ho robila pomalším.

Rozšírená verzia stroja mala celkovo 200 hrotových tranzistorov a 1300 hrotových diód, ktoré mali spotrebu 150 W. Boli tu problémy so spoľahlivosťou a priemerný čas bez porúch bol v roku 1955 zhruba asi 1, 5 hodiny.

Metropolitan – Vickers sa začal zaujímať o návrh tranzistorového počítača na univerzite s použitím na komerčné využitie. Prevzali návrh počítača v roku 1955 ako Metrovick 950. Skúsenosti Metropolitan – Vickers boli iba pri výrobe diferenciálneho analyzátoru. Zmenili všetky okruhy spoľahlivejším typom tranzistorov.

**Richard Lawrence Grimsdale** (18. 9. 1929 – 6. 12. 2005) bol anglický elektrotechnik a počítačový priekopník, ktorý pomohol navrhnuť prvý tranzistorový počítač na svete. Narodil sa v Austrálii, kde jeho otec inžinier pracoval na projekte Metropolitan – Vickers. Rodina sa vrátila do Anglicka, kde Richard študoval elektrotechniku na univerzite v Manchestri a promoval v roku 1950. V roku 1953 ako postgraduálny študent vytvoril návrh jedného z prvých významných projektov Metrovick 950, ktorý bol vyrobený iba z tranzistorov a diód. Spočiatku boli použité hrotové tranzistory, ale potom sa zmenili za spoľahlivejšie plošné tranzistory, ktoré mali lepší výkon. Zúčastnil sa i na vývoji počítača Ferranti Mark 1. Navrhol i pamäť s rýchlosťou 100 nanosekúnd pre počítač Atlas. Grimsdale zostal na univerzite v Manchestri do roku 1960, potom začal pracovať v elektrotechnickom priemysle ako výskumný inžinier. V roku 1967 sa zamestnal ako odborný asistent na univerzite Sussex. Jeho výskum na univerzite spočíval v počítačovej grafike a v počítačových systémoch.

## **NRC 304**

Bol to jeden z prvých tranzistorových počítačov zameraných na obchod, ktorý bol vyrobený v roku 1957. Skladal sa z centrálného procesora, magnetickej páskovej jednotky. Po prvý krát bol inštalovaný pre US Marine Corps v Camp Pendleton v Kalifornii v roku 1959. Skôr ako ho prevzali musel bežať 30 dní po sebe aspoň s 90 % časom bez poruchy. Tento



Na obrázku je tranzistorový počítač NRC 304 z roku 1957.

Tento test splnil na 99,3 %. Prvým komerčným kupujúcim bol obchodný dom v New Yorku, kde bol dodaný v septembri 1960 a za 11 dní ho spojzdnili.

## **Electrologica X1**

Bol vyrobený v Electrologica NV v Haagu a pracoval na matematickom centre v Amsterdame. Bol to prvý tranzistorový počítač vyrobený v Holandsku. V tom čase firma Philips nemala záujem o stavbu počítača. X1 bol úspešný stroj a predalo sa ich 31 kusov do štátov Európy. Nástupca X8 z roku 1965 bol rovnako úspešný stroj. Electrologica ukončila svoju činnosť v roku 1966, keď bola pripojená k firme Philips.

Základný stroj X1 bol zabudovaný do veľkého kancelárskeho stola a skladal sa z aritmetickej jednotky, niekoľkých pamätí, najmä dve 27 – bitové vyrovnávacie pamäte, stavový register, register inštrukcii a register indexov.



Na obrázku je Electrologica X1 a jeho ovládací panel z roku 1958.



Na obrázku je vidieť celkový pohľad počítača Electrologica X1.

Pamäte A a S boli používané pre násobenie a delenie. Základný stroj X1 mal RAM vo veľkosti 512 slov po 28 – bitov. Pamäť určená iba na čítanie informácií (ROM) mala

kapacitu 700 slov. Ďalšia pamäť bola pridaná do skriň a to až do kapacity 32 768 slov. Záznamy a ovládanie operátora na počítači boli robené prostredníctvom kontrolných svetiel, vypínačov a zvukového doprovodu. Počítač, keď pracoval s pevnou čiarkou urobil sčítanie a odčítanie za 67 mikrosekúnd a 500 mikrosekúnd pri násobení a delení. Vstupno – výstupnú jednotku tvorili dierované pásky s piatimi až ôsmimi kanálmi s prístupovou rýchlosťou čítania 1000 znakov za sekundu. Pri dierovaní 80 stĺpcovej karty bol stroj schopný vybaviť až 7200 kariet za hodinu. Pri čítaní kariet bola rýchlosť vyššia, až 42 000 kariet za hodinu. Magnetické páskové jednotky, ktorých bolo až šesťnásť s kapacitou 2 milióny slov s prístupovou rýchlosťou 7500 slov za sekundu. X1 bol celotranzistorový počítač pracujúci v dvojkovej sústave a pamäť RAM a ROM boli vytvorené z feritových magnetických jadier.

X8 je omnoho rýchlejší ako jeho predchodca X1. Jeho operačná rýchlosť je 35  $\mu$ s s pevnou čiarkou pri násobení a 60 $\mu$ s s plávajúcou desatinnou čiarkou. Doba medzi jednotlivými cyklami bola 2,5 $\mu$ s. Počítač pracoval s jazykmi Algol, Fortan a COBOL kompilátor. X8 bol v matematickom centre používaný do roku 1972, kedy ho nahradil Control dát Cyber 6500.

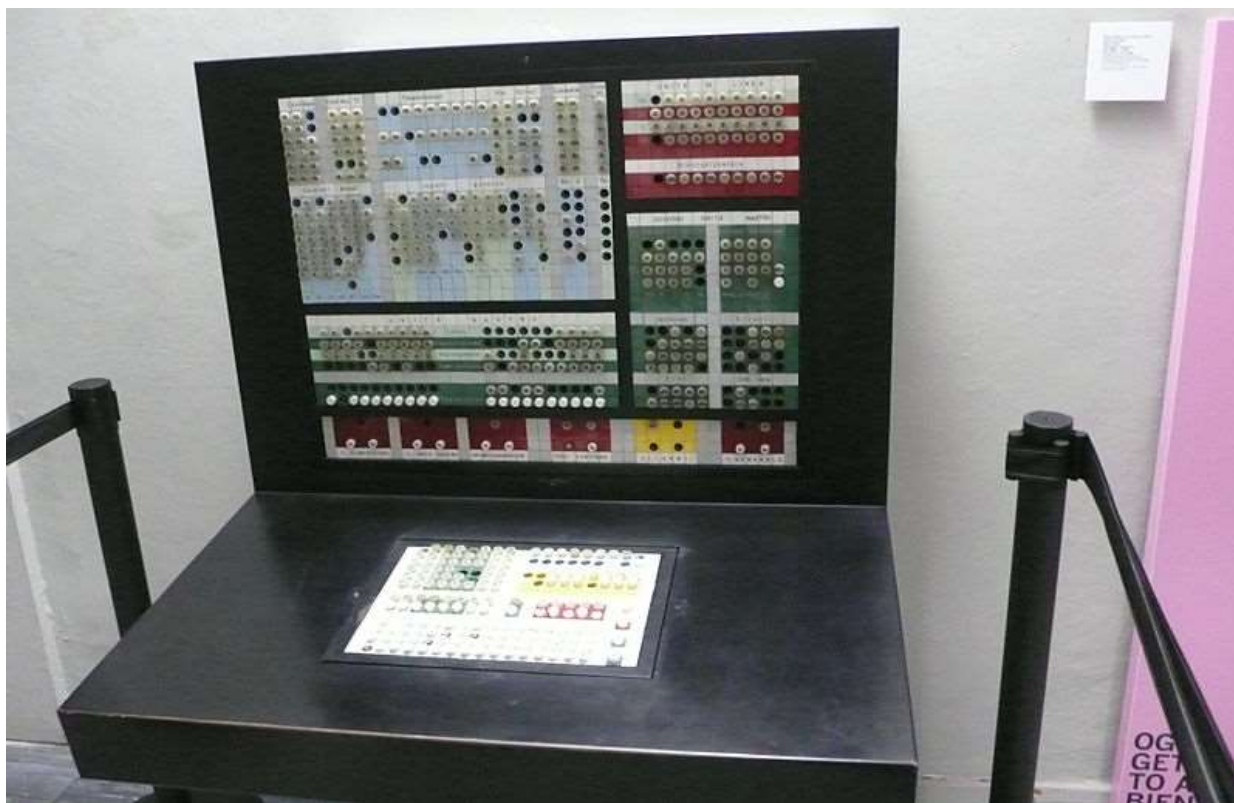


Na obrázku je počítač Electrologica X8 z roku 1965 nástupca X1.

### **Olivetti Elea 9003 (Elaboratore Electronico Automatico)**

Bol jeden zo sálových počítačov z roku 1957 navrhnutý a vyvinutý malou skupinou vedcov pod vedením Mario Tchou (1924 – 1961). Bol vyrobený iba z polovodičových súčiastok a bol inštalovaný v textilnej firme Marzotto. Ostatné počítače boli prenajaté do poisťovní a elektrární.





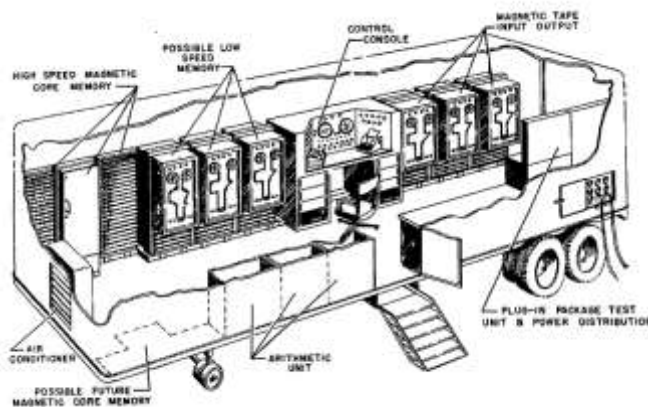
Na obrázku je počítač Olivetti Elea 9003 z roku 1957, centrálna jednotka.

Jeho výpočtový výkon bol 8 až 10 000 inštrukcií za sekundu. Frekvencia cyklov bola 100 kHz s výkonom 20 až 160 tisíc slov s plávajúcou desatinnou čiarkou. Ako hlavnú pamäť používal magnetickú páskovú jednotku. Vstup a výstup zabezpečovala papierová páska alebo dierované karty a tlačiareň. Ďalekopis sa používal na hlavnej konzole k riadeniu stroja. Na prednom paneli bol displej pre ladenie a údržbu.

## MOBIDIC

Bol to mobilný digitálny tranzistorový počítač vyrobený vo firme **Sylvania** pre potreby armády USA, ktorá ich registrovala pod označením **AN/MYK – 1** a **AN/MYK – 2**. Sylvania neskoršie ponúkla komerčnú verziu pod označením **S 9400**.

Počítač začali vyvíjať v roku 1956, keď vyhrali konkurz na mobilný počítač pre armádu. Prvý experimentálny stroj MOBIDIC A bol dodaný do Fort Monmouth v decembri 1959. Armáda si objednala ďalšie štyri stroje i príslušný software s COBOL kompilátorom. Pôvodná zmluva bola na experimentálny stroj v hodnote 1,6 milióna dolárov, ale ďalší vývoj a nasledujúce stroje MOBIDIC B, C, D a 7A, si vyžiadali čiastku vyše 20 miliónov dolárov. Na obrázku je náčrt MOBIDIC A experimentálny stroj.



MOBIDIC B bol dodaný pre Tactical Operations Center s dvoma operačnými jednotkami CPU pre väčšiu spoľahlivosť. MOBIDIC C bol poslaný do Fort Huachuca, MOBIDIC D bol objednaný pre agentúru bezpečnosti v Európe a MOBIDIC 7A bol poslaný do 7. armády Stock Control Center v Zweibrücken v Nemecku. MOBIDIC pracoval v dvojkovej sústave so slovom 36 – bitov. Počítač mal dve feritové pamäte, každá s kapacitou 4096 slov s možnosťou rozšírenia. Používal i páskové jednotky, ktorých bolo maximálne 63 kusov. Dierované pásky sa používali na vstupe a výstupe spolu s tlačiarňou.

Počítač pracoval väčšinou na program s 52 krokmi formou jednej adresy, cez vyrovnávajúcu pamäť a z toho 15 bolo pre aritmetiku, 8 pre prenos do pamäte, 17 pre logiku, 3 pre kontrolu a 9 na vstup a výstup inštrukcie. MOBIDIC bol dlhý 10 m a spotreboval 29,76 kW elektrickej energie.

## IBM 7090

Bol to veľký vedecký tranzistorový počítač zhotovený v spoločnosti IBM v roku 1959. Jeho cena bola v roku 1960 2,9 milióna dolárov s možnosťou zapožičania za 63 500 dolárov na mesiac.



Na obrázku je ovládací panel počítača IBM 7090 z roku 1959.

Počítač používal 36 – bitové slovo s pamäťou RAM, ktorá mala kapacitu 32 768 slov. Rýchlosť základnej pamäte bola 2,18  $\mu$ s vytvorenej z feritových jadier technológiou z počítača IBM 7030. Počítač spracoval 100 kflop za sekundu a bol šesťkrát rýchlejší ako IBM 709. Počítač vznikol na základe IBM 709 a projekt bol pôvodne nazvaný IBM 709 – T, ktorý sa potom premenoval kvôli lepšiemu vyslovovaniu na IBM 7090. Pracoval s plávajúcou desatinnou čiarkou, mal priamy vstup do pamäte RAM. Mohol mať pripojených až osem dátových kanálov, až 10 páskových jednotiek IBM 729. Kombinácia páskovej jednotky s jednotkou kariet a tlačiarňou ponúkala vysoký výkon. Pracoval s viacerými programovými jazykmi, akými boli FOTRAN, COBOL, SORT / MERGE, MAP assembler

a ďalšie. Počítač mal IBM riadkovú tlačiareň, ktorá mala 48 znakov a tlačilo 150 riadkov za minútu. Pásková jednotka IBM 729 so šírkou pásky 12,7 mm a s dĺžkou 730 m bola uložená na kotúči s priemerom 267 mm. Začiatková rýchlosť posuvu pásky bola 2,95 m za sekundu s hustotou znakov 120 kB za sekundu. Celkovo bolo možno na jednu pásku uložiť 3 MB dát. Operačný Share známy ako SOS vytvorený v roku 1959.

## IBM 1401

Bol to počítač, ktorý pracoval v desiatkovej sústave a bol ohlásený 5. októbra 1959.



IBM 1401 pamäťové magnetické jednotky.

Bol to prvý člen úspešnej rady 1400, ktorá nepoužívala dierno štítkové zariadenie, čo bola novinka v tej dobe. Počítač bol celotranzistorový určený pre menšie podniky. Na obrázku je hlavný ovládací panel počítača IBM 1401. Počítač mohol spolupracovať ako pomocná jednotka k počítačom rady IBM 700 a 7000.

Nájomné za počítač na jeden mesiac bolo 2500 dolárov. IBM bol prekvapený s množstvom objednávok behom prvých piatich týždňov, ktorá dosiahla hodnotu 5200 kusov. Do konca roku 1960 bolo nainštalovaných 2000 kusov na území USA a celkovo sa ich vyrobilo 10 000 kusov a tvorila polovinu



všetkých počítačov vyrobených na svete. Počítač používal tlačiareň IBM 1403.



Na obrázku je tlačiareň IBM 1403, ktorú používala rada počítačov 1401 z roku 1960.

Každý alfanumerický znak v 1401 bol kódovaný v šiestich bitoch v B.A.8.4.2.1. Počítač bol vybavený pamäťou s kapacitou 1,4 kB, 2 kB, 4 kB, 8 kB, 12 kB a 16 kB. Väčšina logických obvodov bola typu DTL ( dióda – tranzistor – logika). Typické napätie logickej jednotky bolo 0 až 0,5 V, - 6 až - 12 V, - 6 až 1 V, - 5,5 až - 6 V. Obvody boli umiestnené na prenosných plošných doskách so 16 – vývodmi o veľkosti 64 x 136 mm. Na obrázku vidieť ich osadenie v počítači. Stroje 1401 používali feritové magnetické jadro s priemerom jadra asi 1 mm a každé jadro obsahovalo jeden bit a celkovo ich bolo 4000 kusov. Vybavovacia doba čítania z pamäte bola 11,5  $\mu$ s.



## EMIDEC 1100

Tento počítač bol postavený v **EMI Computing Services** v Anglicku v roku 1959 pod vedením profesora **Godfreye Newbold Hounsfield**. Ako pamäť boli použité feritové jadrá a bol osadený tranzistormi. Feritová pamäť mala podobu matice. Vzhľadom k tomu, že tranzistory boli v tej dobe ešte pomalé, použil ako logické jednotky z feritových jadier, aby sa dosiahlo výpočtového výkonu porovnateľného s elektrónkovými.



Na obrázku je počítač EMIDEC 1100 z roku 1959 a v strede je ovládací panel.

Hlavná pamäť mala kapacitu 1024 slov po 36 – bitov. Magnetické bubny mali schopnosť uchovať každý po 4096 slov, čo zodpovedá veľkosti asi 20 kB. Používal i magnetickú pásku so šírkou 25 mm. Ako periférne zariadenie bolo na počítači: dierovacie pásy na čítanie , tlačenie dierovacích štítkov a tlačiareň. Počítač bol používaný na komerčné účely a v priemyselných aplikáciách.

V júli 1962 sa EMI Computing Services Division stala súčasťou **ICT** ( International Computers and Tabulators), ktorý potom s inými počítačovými spoločnosťami v Anglicku založili. V roku 1968 International Computers Limited (ICL). Celkovo bolo predaných 24 kusov počítačov.

## PDP – 1 (Programmed Data Processor – 1)

Bol to prvý počítač od Digital Equipment Corporation **DEC** a bol vyrobený v roku 1959. Na PDP – 1 sa po prvýkrát prehrávala naprogramovaná hra **Spacewar !**, od Steve Russella. Počítač používal 18 – bitové slovo s operačnou pamäťou na 4096 slov, ktorá sa mohla rozšíriť až na 65 536 slov.

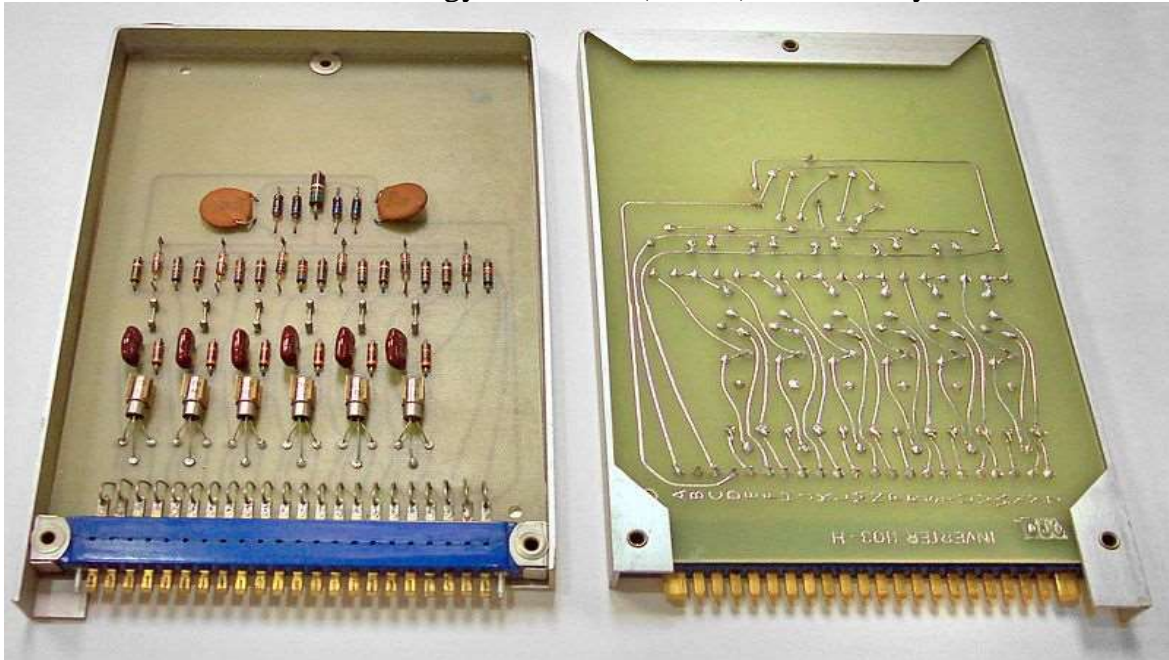


Na obrázku je celkový pohľad na počítač PDP – 1 z roku 1959 pri montáži.

Pamäť z magnetického feritového jadra pracovala na frekvencii 200 kHz, a preto väčšina aritmetických inštrukcií sa pohybovala do 10  $\mu$ s čo zodpovedalo 10 000 operácií za sekundu. Pri tvorbe počítača sa použilo 2700 tranzistorov a 3000 diód. Bol zhotovený z blokov rady 1000 ako karta 1103 s mikro zliatinovými tranzistormi, vyrobené už difúznou technológiou, ktoré boli pracovať do 50 MHz. Bloky boli založené v hlavnom paneli, ktorý obsahoval vypínače a svetelné kontrolky a na ovládacom paneli bol štandardný vstup a výstup založený na páskovom dierkovacom zariadení a so zapisovacím zariadením.

Konštrukcia PDP – 1 je založená na počítači TX – 0, navrhnutý na MIT Lincoln Laboratory. Po vybudovaní prototypu nového modelu v decembri 1959 DEC dodala prvý PDP – 1 na Bolt, Beranek a Newman (**BBN**) v novembri 1960. V roku 1962 DEC venoval jeden PDP – 1 na MIT, kde bol umiestnený vedľa počítača TX – 0. PDP – 1 rýchlo nahradil TX – 0 a stal sa obľúbeným pre hackerov hudby a prehrávania prvej počítačovej hry Spacewar!, a na zozname je i prvý textový editor, textový procesor, interaktívny debugger a prvá vierohodná šachová hra a niekoľko digitálnych prehrávaní hudby.

PDP – 1 sa predával v základnej zostave za 120 000 dolárov. Nasledovali objednávky od Lawrence Livermore a Atomic Energy of Canada (AECL). Celkovo vyrobili 53 kusov a ich



Na obrázku je vidieť jeden blok osadený súčiastkami, ktorý použili na PDP – 1.

výroba sa ukončila v roku 1969. Všetky tieto stroje pracovali ešte v 70. rokoch a potom boli uložené do niektorého technického múzea. PDP – 1 znamenal radikálny posun v počítačovej filozofii a ich konštrukcie. Bol to skutočný komerčný počítač, ktorý bol zameraný na interakcii s užívateľom.

PDP – 1 používal dierkovanú papierovú pásku ako primárnu pamäť a na editovanie textu používal písací stroj. Bol to elektrický písací stroj od firmy IBM model B Electro. Mal textový procesor **TJ – 2** asi prvý na svete, ktorý vytvoril Peter Samson v máji 1963. Na grafické rozhranie používal obrazovku CRT typ 30 Precision s možnosťou zobrazit' 1024 x 1024 adresných miest a zobrazit' 20 000 bodov za sekundu. Priemer obrazovky bol asi 25 cm.



**Steve Russell** (1937 - ) bol americký počítačový vedec, ktorý sa preslávil svojou počítačovou hrou Spacewar!



Na obrázku je Steve Russell pred počítačom PDP – 1, na ktorom sa jeho hra tvorila.

Programovací jazyk **Lisp** použil ako prvý na počítači IBM 704. V roku 1961 vytvoril hru Spacewar!, s ostatnými členmi klubu v MIT a spolupracoval na dokončení PDP – 1. Technickou podporou pomohol aj Bill Gates a Paul Allen k výučbe programovania počítača.

**Gordon Bell** (19. 8. 1934 - ) narodený v Kirksville v štáte Missouri. Pracoval v MIT na projekte TX – 0, potom po vzniku DEC pracoval na jeho prvom projekte PDP – 1. V DEC bol od roku 1961 až do 1966. V rokoch 1966 až 1978 bol na univerzite Carnegie Mellon. Bell získal titul bakalára v roku 1956 a magistra v roku 1957.





**Harlan Anderson** (15. 10. 1929 - ) narodený v Freeport v štáte Illinois.

V roku 1950 sa zúčastnil na stavbe počítača ILLIAC I. O dva roky neskôr pracoval s Ken Olsenom v MIT Lincoln Laboratory na experimentálnom počítači TX – 0. Na obrázku je v ľavo v strede je Kotok spolu s Chevronom v hoteli Hilton z roku 1964. V roku 1957 opustil MIT a založili firmu DEC (Digital Equipment Corporation) a ich prvým produktom bol počítač **Programmed Data Processor**) PDP – 1 z roku 1960 a v roku 1964



PDP – 8, ktorý bol prvý masovo používaný minipočítač. Anderson získal titul bakalára v roku 1951 a magistra v roku 1952 na univerzite v Illinois.

**ED Fredkin** ( 1937 - ) v devätnástich rokoch navštevoval College Caltech a potom nastúpil do US Air Force ako bojový pilot. V roku 1956 nastúpil do MIT Lincoln Laboratory a pracoval na SAGE počítači. V roku 1959 v decembri sa zúčastnil na stavbe PDP – 1, keď mal s Ben Gurley na starosti dizajn počítača. V roku 1968 nastúpil v MIT ako profesor elektrotechniky, kde pôsobil do roku 1974. Potom bol riaditeľom pre vývoj operačných systémov.



**Ben Gurley** ( 23. 12. 1926 – 1963) do firmy DEC nastúpil v roku 1957. Tu sa podieľal na stavbe počítača PDP – 1. Mal na starosti dizajn počítača. V roku 1963 tragicky zahynul.



**Alan Kotok** ( november 1941 – 26. 5. 2006) Alan nastúpil do MIT v roku 1958. Zoznámil sa s počítačom TX – 0. V septembri 1961 nastúpil do DEC a zúčastnil sa na výrobe druhého PDP – 1, ktorý bol dodaný do MIT. V roku 1962 v DEC pracoval ako architekt PDP – 10. Po 34 rokoch odišiel od DEC.

**Ken Olsen** ( 20. 2. 1926 - ) zúčastnil sa bojov v armáde počas II. sv. vojny. V roku 1946 nastúpil do MIT Lincoln Laboratory, kde bol pri výrobe počítača TX – 0 a TX – 2. V roku 1957 odišiel od MIT a založili firmu DEC. V roku 1950 získal titul bakalára a v roku 1952 titul magistra v MIT. Neskôr bol vedúcim spoločnosti DEC.



**Peter Samson** ( 1941 - ) bol študentom na MIT a bol začiatčovníkom v programovaní na počítačoch TX – 0 a PDP – 1. Na obrázku je v pravo spolu s Dan Edwardsom. Samson došiel do DEC v roku 1964 a zúčastnil sa na tvorbe počítača PDP – 6 na ktorom zaviedol FORTRAN kompilátor. V roku 1967 programoval PDP – 6 kompletne. V roku 1970 prišiel do System Concepts, Inc v San Francisco, kde robil riaditeľa vývoja programov a bol pri tvorbe digitálneho syntetizátora.



## Honeywell 200

Bol to komerčný počítač vyrobený firmou Honeywell 3. 12. 1963, ktorý bol základom neskorších počítačov 2200 z roku 1964, 1200 a 4200 z roku 1965, 3200 z roku 1969 a neskoršie 2070. Na obrázku je vidieť celkový pohľad na počítač. Počítač súťažil s počítačom IBM 1401, ale

H 200 bol dvakrát až trikrát rýchlejší a so softwarovou podporou mohol spustiť program na IBM 1401 bez nutnosti kompilácie. Pamäť bola zhotovená z magnetických jadier s veľkosťou 4 až 64 kB. Pamäť H 200 pozostávala so šiestich dátových bitov, dva inštrukčné bity a paritný bit. Inštrukcia sa skladala z op -



kódu. Prvé tri bity operandy adresy boli použité na jednu z ôsmich indexových registrov, ktoré spotrebovali 32 adresných pamäťových miest. H 200 podporovala iba čítačky pamäťových kariet a dierovača ako to je i u IBM 1401 a na výstupe boli použité magnetické páskové jednotky. Jazyk inštrukcii sa volal Easy Coder. Dĺžka slova bola 8 – bitov a čas jedného cyklu 2 až 0,75 μs. Kapacita bubnovej pamäte bola 262 kB a kapacita diskovej pamäte 8 MB. Tlačiareň tlačila 120 strán za minútu.

## CDC 1604

Bol to 48 – bitový počítač navrhnutý a vyrobený firmou **Seymour Cray** a jeho tím na Control Data Corporation. Počítač 1604 je známy ako jeden z prvých komerčne úspešných tranzistorových počítačov.



Na obrázku je celkový pohľad na počítač CDC 1604 z roku 1960.

Prvý počítač 1604 bol dodaný americkému námorníctvu v roku 1960 pre aplikácie, ktoré podporuje hlavne riadiace centrum Operations Fleet na Havaji, v Londýne a Norfolkku vo Virgínii. Do roku 1964 bolo vyrobených viac ako 50 systémov. CDC 3000 bol pokračovateľom 1604. Neskôr bol vyrobený CDC 160, 12 – bitový minipočítač.

Pamäť CDC 1604 sa skladala z 32 kilo slov s dĺžkou slova 48 – bitov na magnetickom feritovom jadre s dobou cyklu  $6,4\mu\text{s}$  a bola zložená z dvoch 16 k bank. Počítač robil 100 tisíc operácií za sekundu. Každé 48 – bitové slovo obsahovalo dve 24 – bitové inštrukcie. CPU obsahovala 48 – bitovú vyrovnávaciu pamäť.

## Datasaab D2

D2 bola koncepcia prototypu počítača navrhnutého Datasaab v Linköpingu vo Švédsku. Bol postavený s diskretných tranzistorov a dokončený bol v roku 1960. Jeho cieľom bolo zistiť možnosť vybudovať počítač pre použitie v lietadle na pomoc pri navigácii. Táto snaha vyústila do návrhu CK 37 počítača používaného ako Saab 37 Viggen. Projekt pre armádu mal meno SANK (Saab Automatiska Navigations – Kalkylaror).



Na obrázku je tranzistorový počítač Datasab D2 z roku 1960 s operátorom.

D2 vážil približne 200 kg. Používal slovo s 20 – bitmi zodpovedajúce šiestim desatinným miestam. Kapacita pamäte bola 64 kilo slov, čo zodpovedá 15 kB. Programy dát boli uložené v oddelených pamätiach. Na obrázku je vidieť počítač Datasab D2 v múzeu s otvoreným krytom napájacieho panela. Počítač vykonal 100 tisíc celočíselných sčítaní za sekundu. Papierová páska bola používaná na vstupe. Zo skúseností s D2 sa stal základom pre vývoj civilného počítača D21. Komerčná výroba D21 bola zahájená v roku 1962, ktorý používal i magnetickú pásku, 24 - bitové slovo a jeden program v dátovej pamäti.



## Elliott 803

Bol to malý, stredne rýchly digitálny počítač vyrobený vo firme Elliott Brothers v roku 1960. Celkovo sa ich vyrobilo 250 kusov a boli dodané do anglických univerzít a vysokých škôl po jednom kuse.



Na obrázku je celkový pohľad na počítač Elliott 803 z roku 1960.

Vývoj začal počítačom 801 z roku 1957, nasledoval 802 ako výrobný model v roku 1958.

Nasledoval 803A, ktorý bol postavený v roku 1959 a dodaný v roku 1960. 803B bol vyrobený v roku 1960 a dodaný v roku 1961 za cenu 29 000 libier. Model 803B mal viac interných paralelných dráh, väčšiu pamäť a počítal s plávajúcou desatinnou čiarkou. Do dnešných čias sa zachovali dva kusy kompletných počítačov.



Na obrázku je Elliott 153 z roku 1954, ktorý bol predchodcom Elliott 801.

Počítač 803 je celotranzistorový so sériovým posunom, používal magnetické jadrá ako pamäť na 4096 slov po 40 – bitov. Skriňa je 66 cm dlhá 16 cm hlboká a 140 cm vysoká. Logická jednotka je na doskách s plošnými spojmi. K počítaču je pripojená veľká nikel – kadmiová batéria v prípade výpadku elektrickej siete. Na Vstupe a výstupe je použitá papierová páska, ktorá je schopná prečítať 500 znakov za sekundu a vytlačiť 100 cps.



Na obrázku je počítač Elliott 405 z roku 1956.

Počítač má reproduktor na zvukovú kontrolu funkčnosti. Systém vyžaduje klimatizáciu s odberom elektrického prúdu 3,5 kW. Magnetické pásky majú neobvyklú šírku 35 mm z filmového materiálu s vrstvou oxidu železa. Na 300 m dlhej páske bolo 4096 blokov po 64 slov po 39 – bitov, teda asi 1,27 MB. Elliott s pamäťou 8492 slov bol schopný pracovať s ALGOL kompilátorom, ktorý bol dielom programátora Tony Hoare. Medzi poslednými, ktoré boli v prevádzke sa nachádzali v škole Baubury, keď pracovali do konca roku 1980.

## IBM 7070

Bol to počítač založený na desiatkovej architektúre predstavenej v IBM v roku 1958. Bol súčasťou rady IBM 700 / 7000 a bol osadený tranzistorami a bol to prvý tranzistorový počítač od IBM s uloženým programom. Počítač 7070 nebol kompatibilný s počítačom IBM 650 a 705 a tak IBM po čase uviedol na trh počítač IBM 7080 ako tranzistorovú verziu IBM 705, ktorý už bol kompatibilný s touto radou.



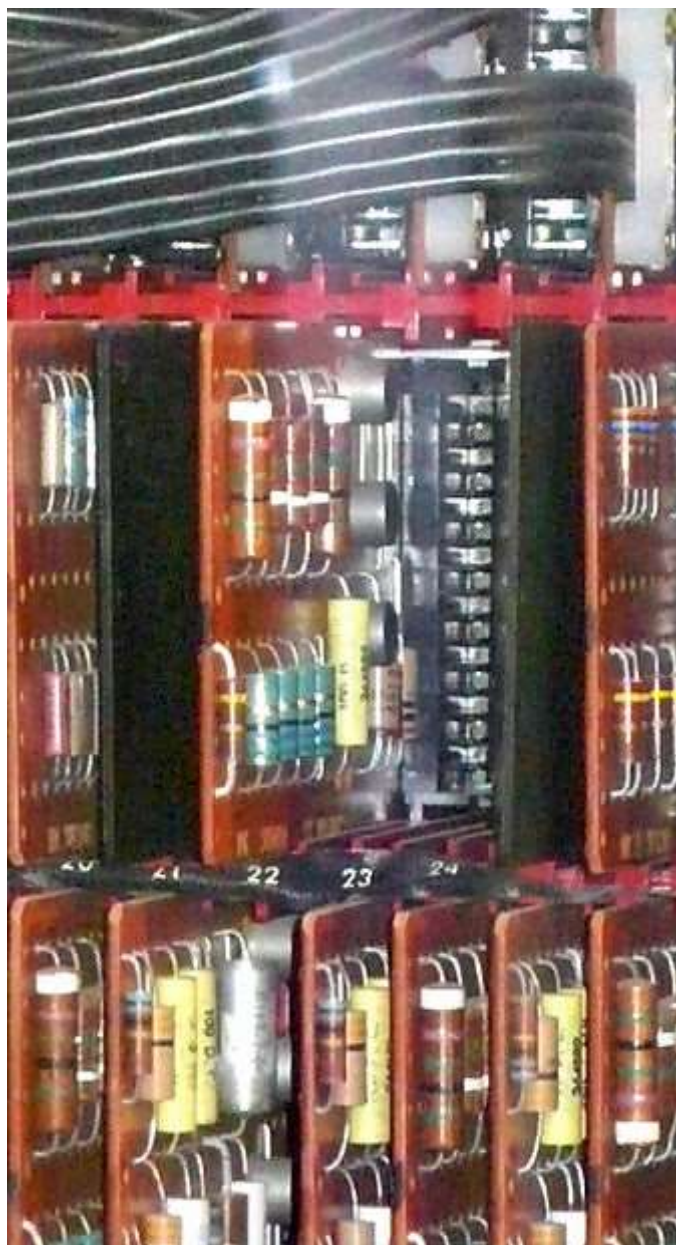
Na obrázku je počítač IBM 7070 z roku 1960 celkový pohľad.

IBM 7070 mal uložené slovo na desať desiatinných miest a znamienko plus alebo mínus. Číslice boli kódované na päť bitov. Stroj sa dodával s pamäťou z feritových magnetických jadier s kapacitou 5000 až 9990 slov a rýchlosť procesora bola 27 KIPS. Počítač bol predávaný za 813 000 dolárov a za prenájom na jeden mesiac 17 400 dolárov.

Na obrázku je vidieť hlavný panel počítača. Spoločnosť v júli 1960 ponúkla rýchlejšiu verziu IBM 7074 a 7072. Rada bola nahradená systémom / **360**, ktorý bol ohlásený v roku 1964. Stroj pracoval v klimatizačnej miestnosti, kde bol inštalovaný. CPU bol uložený v šiestich skriniach a diskové pamäte boli uložené vo veľkých skriniach. Počítač používal i magnetické páskové jednotky a čítačku kariet a dierovacie zariadenie na karty.



Disková jednotka mala kapacitu 12 MB. CPU bola zložená s kariet SMS ( Standard Modular System). Programovacím jazykom pre 7070 bol assembler s názvom **Autocoder**.



Na obrázku je vidieť uloženie karty SMS v počítači IBM 7070.

### **Siemens 2002**

V polovine 50. rokov sa spoločnosť Siemens & Halske rozhodla vyrobiť počítač a boli použité tranzistory vyrobené v Nemecku. V roku 1956 bol dokončený prototyp ako počítač pre všeobecné použitie pre komerciu i technické a vedecké účely. V roku 1959 začal s dodávkou zariadenia. Siemens 2002 bol vyrábaný až do roku 1966, ale už v roku 1964 bol v ponuke ďalší, novší model Siemens 3003 a neskôr 4004.

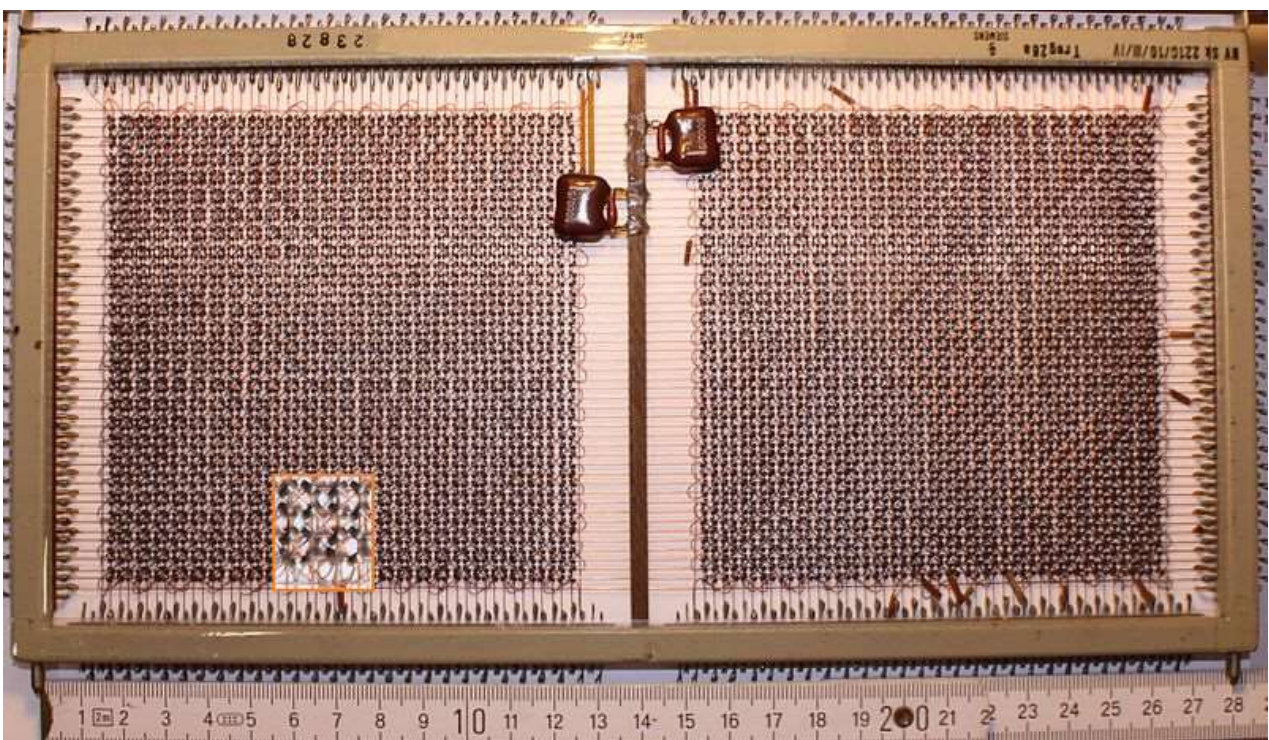
Systémová pamäť v registri so znakom na 12 desiatinných miest a každá desiatková číslica obsahovala 4 – bity.

Hlavná pamäť bola zhotovená z magnetického jadra s kapacitou 1000, 5000 alebo 10000 slov s prístupovou dobou 14  $\mu$ s.





Na obrázku je vidieť počítač Siemens 2002 a jeho rozloženie z roku 1960.



Na obrázku je feritová pamäť s kapacitou 1000 slov.

Používal 80 rôznych strojových inštrukcii v trojmiestnom kóde vo forme veľkých písmen. Príkazy na vstupe a výstupe sa vykonávali pomocou dierovacích kariet.

Ako operačný systém používal ORG 2002 s programovacím jazykom MAGNUS 2002 alebo Algol 60.



Na obrázku je detail ovládacieho panela počítača Siemens 2002 z roku 1960.

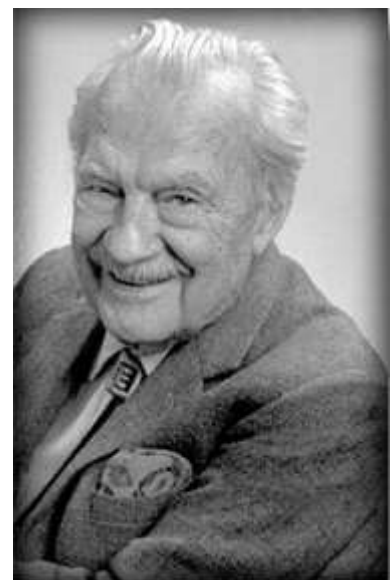
Siemens 3003 bol postavený na tranzistorových obvodoch so základnou pamäťou 16 k až 64 k slov a bola k dispozícii aj bubnová pamäť. Výraznou zmenou v 3003 bolo to, že sa mohlo spustiť až deväť programov súčasne. Operačný systém bol ORC 3003 s programovacím jazykom Samos, Algol, PROSA a LPG. Do roku 1971 sa vyrobilo 32 systémov, ktoré sa aj inštalovali.

### **MANIAC III** (Mathematical Analyzer Numerical Integrator Automatic Computer)

Bol to počítač druhej generácie postavený v Institute for Computers Research na univerzite v Chicago. Počítač navrhol Nicholas z inštitútu pre výskum počítačov. Na stavbu sa použilo 20 000 diód a 12 000 tranzistorov. Pamäť bola feritová s kapacitou 16 k slov po 48 – bitov. S plávajúcou desatinnou čiarkou násobil za 71  $\mu$ s a delenie za 81  $\mu$ s.

**Nicholas Constantine Metropolis** (11. 6. 1915 – 17. 10. 1999) bol gréckym a americkým fyzikom. Titul bakalára získal v roku 1937 a doktorát v roku 1941 na univerzite v Chicago. Po krátkom čase ho Robert Oppenheimer povolal do Los Alamos, kde spolupracoval s Enrico Fermi a Edward Tellerom na prvom jadrovom reaktore. Po skončení II. sv. vojny sa vrátil na fakultu univerzity v Chicago ako odborný asistent.

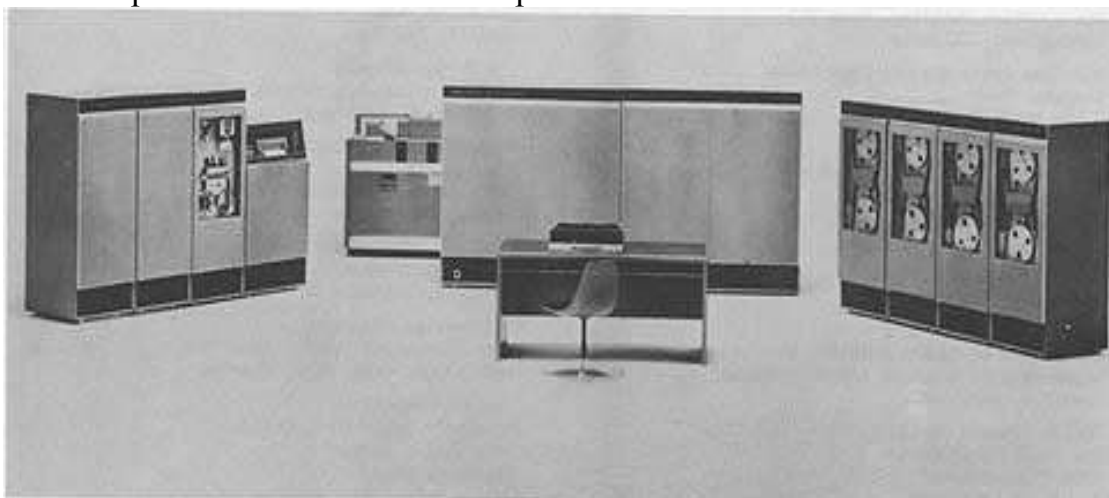
V roku 1948 sa opäť vrátil do Los Alamos, kde viedol skupinu, ktorá navrhla a postavila MANIAC I., počítač z roku 1952, ktorý bol vytvorený na základe IAS stroja a potom



MANIAC II., v roku 1957. Od roku 1957 do roku 1965 bol profesorom fyziky na univerzite v Chicagu a bol zakladajúcim riaditeľom Ústavu počítačového výskumu. V roku 1965 sa vrátil do Los Alamos, odkiaľ odišiel aj do dôchodku v roku 1980.

### **Bendix G – 20**

Počítač bol zhotovený v roku 1961 v Bendix Corporation v Los Angeles v Kalifornii. G – 20 nasledoval po úspešnom G – 15, ktorý bol ešte elektrónkový. V roku 1963 Bendix predala divíziu počítačov Control Data Corporation.



Na obrázku je počítač Bendix G – 20 z roku 1961.

G – 20 je mainframe počítač, vyrobený z tranzistorových modulov a feritovej pamäte. Slovo malo veľkosť 32 – bitov. Pamäť mohla mať až 32 k slov. Počítač pracoval s jednoduchou alebo dvojitou presnosťou pri plávajúcej desatinnej čiarky. Pamäťové miesta 1 až 63 boli pre registre indexov. Inštrukčná sada mala 110 krokov. Rýchlosť pri násobení bola 51 až 63  $\mu$ s a základná doba prístupu do pamäte bola 6  $\mu$ s.

Počítač G – 21 mal dva procesory, ktoré bežali nezávislo. Jedna CPU manipulovala informácie zo vstupnej karty a druhý bol pripojený na telefónnu linku Teletype Model 35 KSR, Model 35 ASR a Teletype Model 33 ASR teleprintes.

G – 21 mal pamäť na 32 k slov pre každý procesor, ale mohla byť rozšírená na 64 k slov pre jeden procesor. Na zobrazenie sa použil CRT systém. Stroj bol naprogramovaný v Algol – 20 a používal i jazyk GATE, IPL – V.

### **NEC NEAC – 2205**

V apríli 1961 oznámila spoločnosť NEC svoj tranzistorový počítač NEAC – 2205.



TP-31827

Na obrázku je vidieť počítač NEAC – 2205 od spoločnosti NEC v roku 1961.

Tento stroj bol postavený na základe technológie z NEAC – 2203 a bol navrhnutý pre lepšiu kompaktnosť, lepšiu údržbu a nižšie náklady. Je to digitálny počítač pre všeobecné použitie, určený pre malé a stredné spracovanie obchodných dát. Ako hlavná pamäť, bol použitý magnetický bubon s kapacitou 3000 slov. Prístupová doba bola 12 milisekúnd. Tranzistory a diódy boli použité v celom systéme a to znížilo spotrebu elektrickej energie. Malé a stredné podniky boli hlavnými cieľovými užívateľmi tohto počítača.

### **Fujitsu FACOM 222 a 241**

Bol to prvý tranzistorový počítač vyrobený Fuji Tsushinki Manufacturing Corporation, ktorý sa neskôr premenoval Fujitsu.



Na obrázku je celkový pohľad na počítač FACOM 222 P z roku 1960.

Prototyp počítača pod názvom FACOM 222 P bol postavený v roku 1960 a testovanie skončilo v apríli 1961 a v novembri bol dodaný úradu životného poistenia. Tento počítač bol najväčším japonským počítačom v tej dobe. Spracovával informácie vo forme pevného bodu o dvanástich čísliciach a s plávajúcou desatinnou čiarkou, mantisou na desať desatinných miest, exponent od  $-50$  do  $49$  a rýchlosť úkonov od  $160 \mu\text{s}$  do  $920 \mu\text{s}$ .



Na obrázku je vidieť dosku s plošnými spojmi pre počítač FACOM 222 P.



Pamäť mala kapacitu 10 000 slov a bola vyrobená z feritových magnetických jadier a mal i magnetický bubon s kapacitou 10 a ž 100 tisíc slov ako pomocnú pamäť. K počítaču bolo možné pripojiť viacej vstupných a výstupných zariadení, ale maximálne 10 magnetických páskových jednotiek. Mal vlastnú kontrolu na základe 5C2 kódu aritmetických operácií. FACOM 222P bol univerzálnym zariadením, ktorý využívali v obchode, vo výrobných podnikoch, na univerzitách a vo výpočtových centrách.

FACOM 241 bol vyvinutý v rovnakom čase ako FACOM 222P, ale je menší a niektoré časti boli odstránené, ktoré neboli potrebné pre typ obchodného počítača.

## IBM 7030 Stretch

Tento počítač od IBM mal byť prvým tranzistorovým super počítačom. Pôvodne bol navrhnutý tak, aby spĺňal tieto požiadavky Edwardom Tellerom v Lawrence Livermore, a prvý stroj bol dodaný do Los Alamos National Laboratory v roku 1961. Druhé upravená verzia IBM 7950 Harvest bola dodaná do Národnej bezpečnostnej agentúry v roku 1962.



Na obrázku je vidieť hlavnú ovládaciú konzolu počítača IBM 7030.

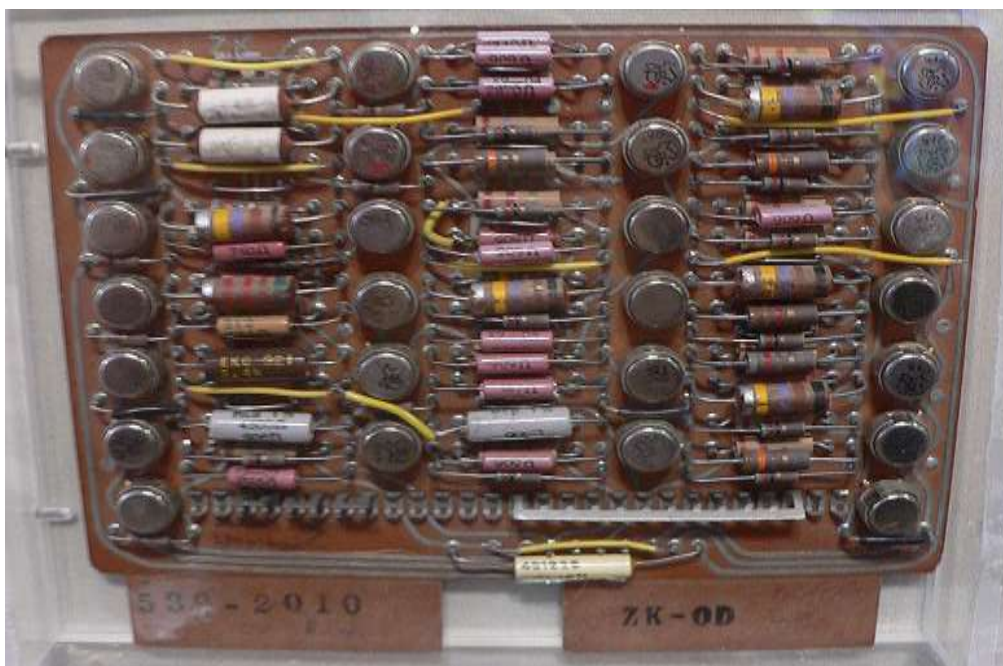
Ukázalo sa, že 7030 je pomalší ako sa očakávalo, ale i tak bol najrýchlejším počítačom od roku 1961 až do uvedenia počítača CDC 6600 v roku 1964.

Na začiatku vývoja v roku 1955 bol Dr. Edward Teller z univerzity California, ktorý chcel pre nové výpočtové stredisko, vedecký výpočtový systém na riešenie trojrozmerných hydrodynamických výpočtov. Návrhy boli ponúknuté IBM a UNIVAC s názvom LARC (Livermore Automatická Reakčná Kalkulačka). V tej dobe obchodný zástupca od IBM odhadol tento projekt na 2,5 milióna dolárov s tým, že bude vykonávať 2 MIPS a dodá sa za dva roky od podpísania zmluvy.

IBM vyčlenil malý tím v Poughkeepsie spolu s John Griffith a Gene Amdahl, ktorí pracovali na konštrukcii počítača. Predložený návrh počítača mal byť osadený hrotovými tranzistormi, s čím nesúhlasil Ralph Palmer, lebo tieto tranzistory neboli spoľahlivé a tak navrhol použiť novo vyvinuté difúzne tranzistory. IBM navrhla Livermore novší a výrazne lepší systém, ale Livermore v máji 1955 oznámil, že UNIVAC dostal projekt LARC, ktorý bol dodaný spoločnosťou v júni 1960.

V septembri 1955 sa obávalo IBM, že Los Alamos National Laboratory si môže taktiež objednať LARC, a tak predložila predbežný návrh pre vysoko výkonný binárny počítač. V januári 1956 bol projekt Stretch oficiálne zahájený. V novembri 1956 získala IBM zmluvu na počítač s vysokým výkonom asi 100 násobne rýchlejší ako bol IBM 704, teda asi 4 MIPS a dodávka mala byť uskutočnená v roku 1960. Pri návrhu sa ukázalo, že je nutné znížiť frekvenciu cyklov a tak bolo jasné, že Stretch nemôže splniť predpokladané parametre. V roku 1961 bola aktuálna rýchlosť IBM 7030 iba 30 násobná voči IBM 704, čo zodpovedalo asi 1,2 MIPS. S pôvodnej ceny 13 500 000 dolárov klesla cena na 7 780 000 dolárov.

Na zhotovenie počítača bolo použitých 170 000 tranzistorov. Prvý počítač bol dodaný do Los Alamos v apríli 1961 a používali ho do 21. 6. 1971. Druhý bol nainštalovaný v US



National Security Agency vo februári 1962, kde pracoval až do roku 1976.

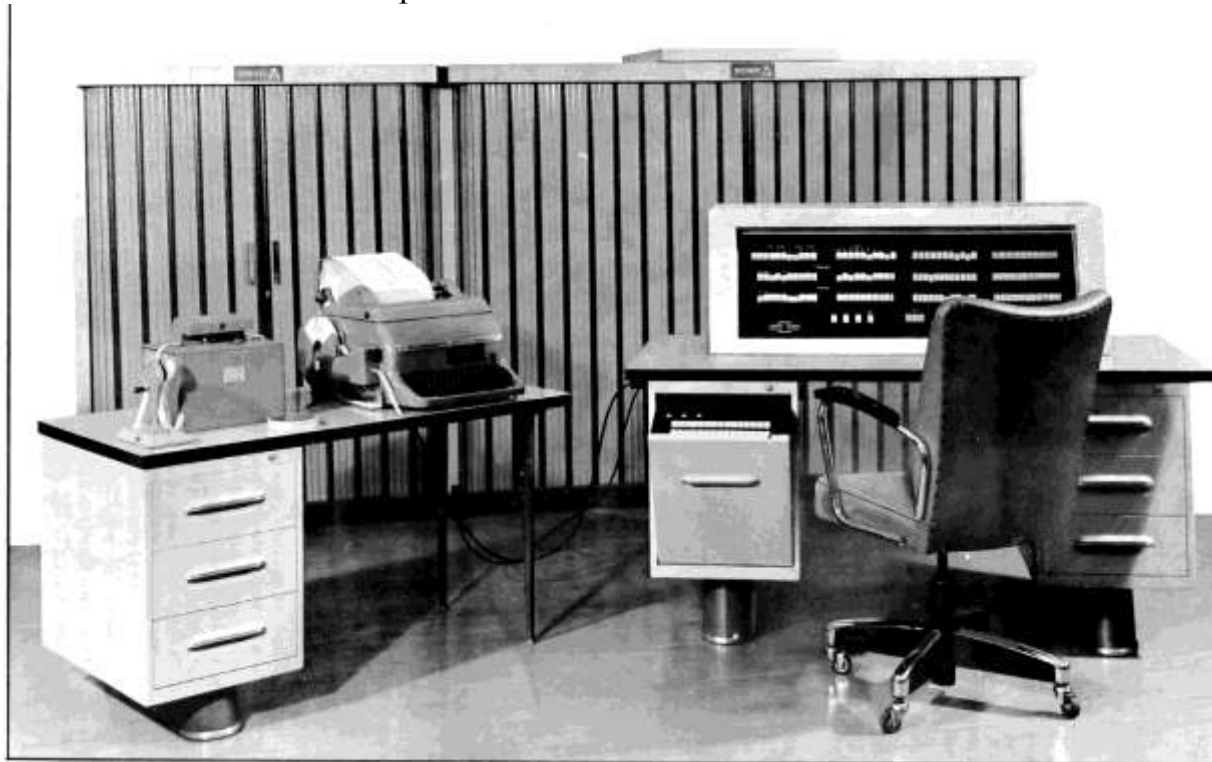
Na obrázku je osadená doska s plošnými spojmi pre počítač IBM 7030.

Hlavná pamäť bola na 16 k až 256 k slov po 64 – bitov. Čísla s pevným bodom boli uložené v dvojkovej (1 až 64 bitov) alebo v desiatkovej (1 až 16 číslic). S plávajúcou desatinnou čiarkou bol 1 – bitový exponent, 10 – bitový exponent, 1 – bitový exponent znamienka, 48 – bitov veľkosť čísla a 4 – bity na označenie radov (magnitúdy).



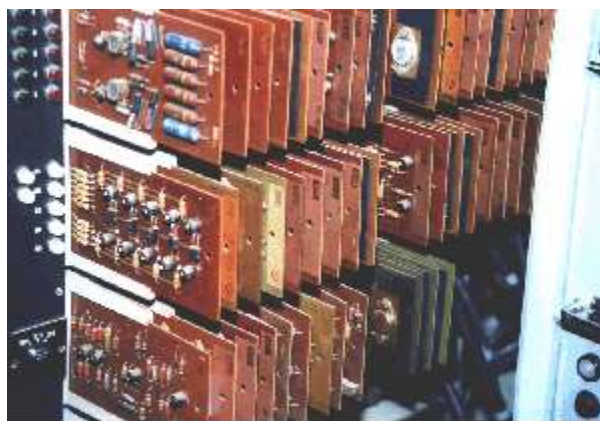
## Z 23

Vývoj počítača Z 23 začal v roku 1958 a prvý bol dodaný v roku 1961. Bol osadený tranzistormi a celkovo sa ich spotrebovalo 2700 a 600 diód.



Na obrázku je celkový pohľad na počítač Z 23 z roku 1961.

Bol to úspešný stroj a jeho cena bola 200 000 DM v roku 1961. Ako programovací jazyk sa používal Algol 60 kompilátor. Na obrázku je vidieť karty s plošnými spojmi, ktoré sa použili pri stavbe počítača Z 23. Počítač mal širšie použitie a používali ho v strojárstve, elektrotechnike, baníctve na univerzitách, chemickom priemysle a pri konštrukcii kotlov. Celkovo sa ich vyrobilo 98 kusov do roku 1967. Počítač používal magnetický bubon s kapacitou 8193 slov po 40 – bitov.



Frekvencia aritmetickej jednotky bola 150 kHz. Celkový príkon počítača bol 4 kW. Feritové jadro sa použilo ako operačná pamäť s kapacitou 256 slov po 40 – bitov. Na spodnom obrázku je bubnová pamäť.



## Atlas (počítač)

Bol to výsledok spolupráce univerzity v Manchester, Ferranti a Plessey. Prvý Atlas bol inštalovaný na univerzite v Manchestri a oficiálne bol do prevádzky daný v roku 1962.



Na obrázku je počítač Atlas z roku 1962, jeden z najväčších super počítačov v tej dobe.

Bol to jeden z najväčších svetových super počítačov v tej dobe. Bol to stroj druhej generácie s použitím germániových tranzistorov. Ďalší stroj bol dodaný do British Petroleum a tretí na univerzitu v Londýne. Jeden Atlas bol v laboratóriu Chilton neďaleko Oxfordu na obrázku dolu.



Podobný systém bol postavený firmou Ferranti na univerzite Cambridge Computer Laboratory. Na univerzite v Manchestri bol Atlas v prevádzke do roku 1971, ale posledné boli v prevádzke až do roku 1974.

Vývoj počítača začal na univerzite v Manchestri už v roku 1956. Cieľom bolo postaviť počítač, ktorý by mohol pracovať pri rýchlosti približne  $1 \mu\text{s}$ . Na konci roka 1958 sa dohodli s firmou Ferranti na spolupráci a projekt nazvali **Atlas** pod dohľadom Toma Kilburna. Prvý Atlas bol predvedený 7. 12. 1962 a bol považovaný v tej dobe za najvýkonnejší počítač na svete. Počítač používal 48 – bitové slovo. Slovo malo v sebe jedno číslo s plávajúcou čiarkou, jednu inštrukciu, dve 24 – bitové adresy alebo čísla, alebo osem 6 – bitových znakov. Pamäť z magnetických jadier mala kapacitu 16 k slov a 96 k slov uložených na magnetickom bubne. Počítač mal viac ako 100 high – speed registrov indexu (B – línia). Ako periférne zariadenie bola magnetická pásková jednotka. Atlas používal asynchrónny procesor a čas spracovania bol od  $1,5 \mu\text{s}$  do  $4,97 \mu\text{s}$ . Z prvých programovacích jazykov na Atlase bol **Atlas automatick**, ktorý bol vylepšením Algol 60, ale Atlas podporoval i Algol 60, FOTRAN a COBOL.

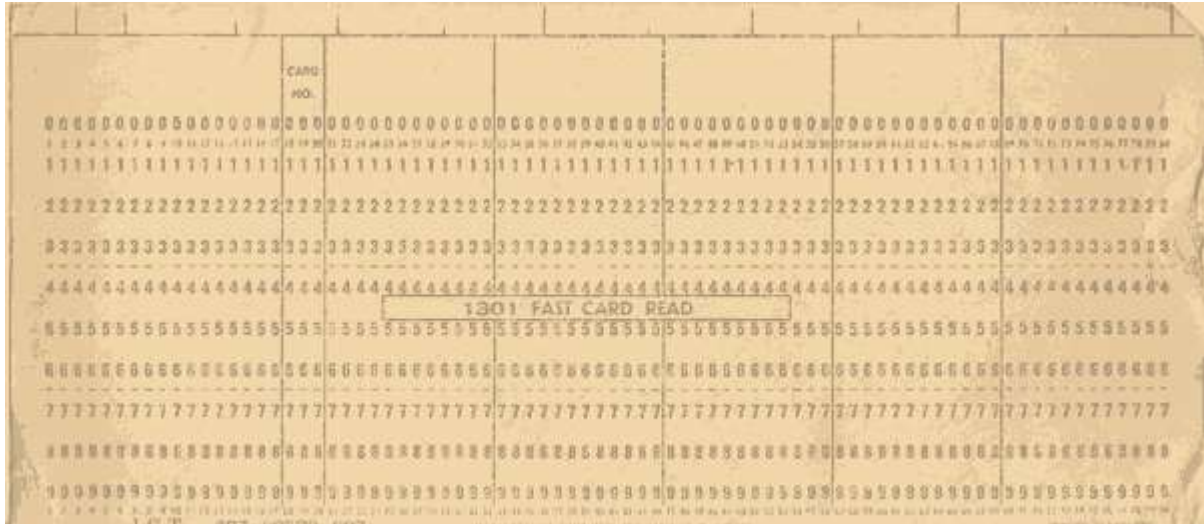
## ICT 1301



Na obrázku je vidieť počítač ICT 1301 z roku 1962 i s obsluhou.

Patril medzi stredne veľké počítače so základnou pamäťou, bubnovou pamäťou pre zálohovanie dát a dierované štítky. Bol založený na desiatkovej sústave miesto dvojkovej. Hlavná pamäť posúvala dáta v krokoch a každý krok mal 400 slov po 48 – bitoch na 12 desatinných miest a paritné bity.

Maximálna veľkosť bola 2000 slov. Bol to prvý stroj od ICT, ktorý začal používať základnú pamäť. Na uchovanie dát sa používal magnetický bubon alebo magnetické pásky široké jeden alebo pol palca. Vstup zabezpečovali 80 stĺpcové dierované karty alebo dierované pásky. Výstup bol zabezpečený kartami alebo tlačiarňou, prípadne dierkovanou páskou.



Na obrázku je vidieť 80 stĺpcovú kartu ICT, ktorú používal i počítač ICT 1301.

Prvý stroj bol ohlásený v roku 1960. Prvá dodávka bola uskutočnená v roku 1962 do univerzity v Londýne. Týchto strojov bolo predaných viac ako 150 kusov. Typická zostava 1301 vyžaduje 65 m<sup>2</sup> podlahovej plochy a váži 5 000 kg. Spotrebuje 13 kW elektrickej energie. Elektronická časť sa skladá z viac ako 4000 dosiek s plošnými spojmi s germániovými diódami OA5 a germániovými tranzistormi značky Mullard GET 872, odpory, kondenzátory, tlmivky a niekoľko desiatok relé na ovládanie tlačítok.

Na obrázku je vidieť hlavný panel počítača ICT 1301.

Čítačka kariet dokázala prečítať 600 štandardných diernych kariet s 80 stĺpcami za minútu. Tlačenie kariet bolo 100 kariet za minútu. Riadková tlačiareň tlačila 600 riadkov po 120 znakov za minútu. Bubnová pamäť mala kapacitu 12 000 slov z toho 400 slov bolo vybraných pre inštalačný program. Priemerná doba prístupu bola 5,7 milisekundy. Magnetická páska 12,7 mm mala hustotu 300 bitov na palec.



Štyri stopy boli pre dáta a štyri stopy na udržanie inverzných údajov a paritný bit. Počítač používal 8 jednotiek Ampex<sup>™</sup> 4 s rýchlosťou 75 palcov za sekundu, čo bolo 22 500 čísiel za sekundu. Cievky mali dĺžku 1100 m. Na univerzite sa skupina nadšencov podujala spojzdiť ICT 1301 v roku 2012.

## ILLIAC II

Bol to revolučný super počítač postavený na univerzite Illinois, ktorý bol uvedený do prevádzky v roku 1962.



Na obrázku je vidieť počítač ILLIAC II z roku 1962.

Koncept bol navrhnutý už v roku 1958 s logikou ELC (Emitted – coupled logic) obvodmi osadené s tranzistormi s cieľom zrýchliť 100 krát pracovnú rýchlosť oproti ILLIAC I.

ILLIAC II mal feritovú pamäť na 8192 slov s podporou na uloženie dát na bubnovú pamäť s kapacitou 65 536 slov s prístupovou dobou od 1,8 do 2 milisekúnd. Počítač používal i rýchle vyrovnávacie pamäte na ukládanie krátkych čiastočných výpočtov, ktorých čas bol 0,25  $\mu$ s s veľkosťou 52 bitov. S plávajúcou desiatinnou čiarkou sa používa formát so 7 – bitmi exponentu a 45 – bitov mantisy.

ILLIAC II bol jeden z prvých tranzistorových počítačov a z jeho výsledkov ťažila i spoločnosť IBM. Počítač bol navrhnutý David E. Müllerom. Životnosť počítača skončila asi po desiatich rokoch od jeho uvedenia.

ILLIAC III bol postavený v roku 1966 na univerzite Illinois. Bol zhotovený pre potreby spracovania obrazu na zachytenie jadrových častíc. Stroj bol zničený požiarom v roku 1968.

## UNIVAC 1107

Bol prvým členom z rady UNIVAC 1100, ktorý bol zavedený do prevádzky v októbri 1962. Bol známy ako Thin Film počítač, kvôli použitiu tenkých pamäťových vrstiev na uskladnenie registrov s dĺžkou slova 36 – bitov.

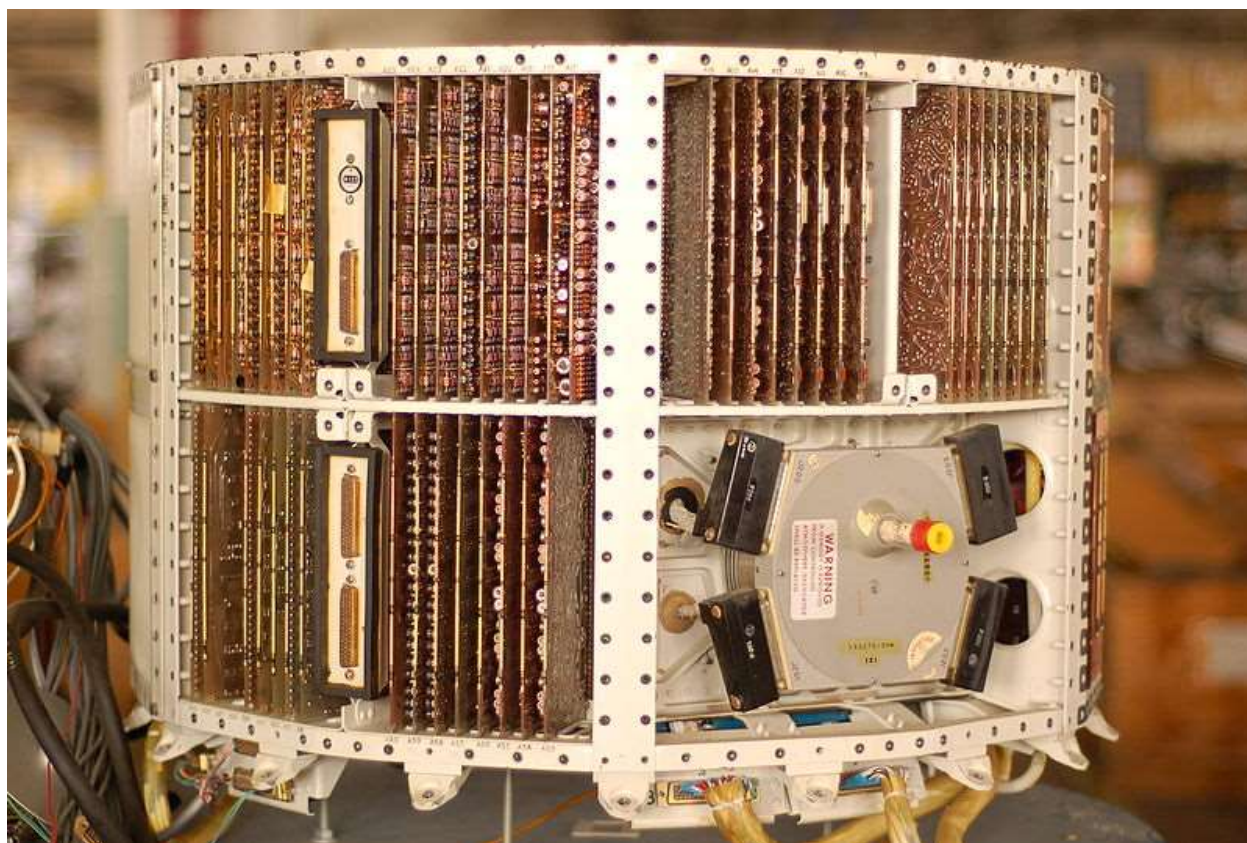


Na obrázku je počítač UNIVAC 1107 z roku 1962.

Feritová pamäť mala k dispozícii 16 384 slov v jednej banke, ale maximálne 65 536 slov v dvoch bankách s prístupovou dobou 4  $\mu$ s a efektívna doba bola 2  $\mu$ s. Zásobník registrov bol na 128 slov s prístupovou dobou 300 nanosekúnd a dobu cyklu 600 nanosekúnd. Počítač používal i páskové jednotky UNISERVO II A a UNISERVO III so šírkou kinofilmu 35 mm. Magnetický bubon FH 880 bol na uskladnenie súborov pri 1800 otáčkach za minútu s kapacitou uloženia 300 000 slov po 36 – bitov. Ako operačný systém sa používal EXEC I., s programovacím jazykom FORTRAN IV. kompilátor, assembler s názvom **detektív**. Na vstupe a výstupe sa použili karty a diernoštítkové zariadenie od IBM model 026 s rýchlosťou čítania 300 kariet za minútu a tak isto i pri tlačení. Na výstupe sa používala i tlačiareň.

## D – 17 B

Je to počítač používaný v raketovom navádzacom systéme Minuteman I IN – 10Q, ktorý vážil iba 28 kg a obsahoval 1521 tranzistorov, 6282 diód, 1116 kondenzátorov a 504 odporov.



Na obrázku je vidieť počítač D – 17 B z roku 1960.

Tieto komponenty sú namontované na sklolaminátových doskách s plošnými spojmi. Dosiek bolo 75 kusov a sú potiahnuté pružnou polyuretánovou zlúčeninou pre ochranu proti vlhkosti a otrasom. Konštrukcia D – 17B vyžaduje vysokú spoľahlivosť.



Na obrázku je vidieť pohľad na počítač D – 17 B z vrchu.

Logická jednotka bola zostavená pomocou DRL ( Diode – Resistor – Logic) a DTL ( Diode – Transistor – Logic). V skorých rokoch 1960, kedy D – 17B bol navrhnutý, tranzistory neboli ešte tak spoľahlivé a tak tranzistory použili iba v prípade potreby.



Na obrázku je disková jednotka počítača D – 17B.

Disková pamäť NDRO s kapacitou 5454 slov zvyšovala spoľahlivosť počítača, lebo stredná doba medzi poruchami na raketách Minuteman bola viac ako 5,5 roka. D – 17B bol synchronný sériový univerzálny digitálny počítač. Počítal s pevným bodom s dĺžkou slova 11 alebo 24 – bitov. Obsahoval 39 typov inštrukcii a inštrukcie realizoval za 78  $\mu$ s, pri počítaní a pri násobení 1016  $\mu$ s.

Počítač mal rozmer 20 v na výšku, 29 v mal priemer a 5 v bol hlboký.



## GE – 200

Rada počítačov GE – 200 bola rodina malých sálových počítačov z roku 1960 postavených spoločnosťou General Electric. Prvou lastovičkou tejto rady bol počítač GE – 225.



Na obrázku je celkový pohľad na počítač GE – 235, ktorý bol sálového prevedenia.

Používal 20 – bitové slovo, z ktorých 13 bitov bolo použitých na adresu. Spolu so základným procesorom systému môže zahŕňať aj plávajúcu desatinnú čiarku, alebo fixed – point desatinných miest s tromi 6 – bitovými desatinnými číslami na slovo. Mal 11 vstupno – výstupných kanálov. Počítač bol postavený z tranzistorov v počte 10 000 a diód 20 000. Základnú pamäť mal zhotovenú zo 186 000 magnetických jadier s kapacitou 8 000 slov. Počítač mal spotrebu 16 kW elektrickej energie.

Počítač GE – 215 bola zmenšená verzia GE – 225, ktorá mala iba 6 vstupno – výstupných kanálov. Pamäť mala kapacitu 4000 až 8000 slov. Operáciu sčítania vykonal za 72  $\mu$ s.

Počítač GE – 235 bol trikrát rýchlejší a skladal sa: centrálny procesor, 400 CPM alebo 1000 CPM, čítačku kariet, 100 CPM dierovač alebo 300 CPM dierovač, dierno páskovú jednotku, magnetickú páskovú jednotku, tlačiareň, diskovú pamäť, AIU aritmetickú logickú jednotku, dátové komunikačné zariadenie.

Počítače používali operačný systém DTSS ( Dartmouth Time Sharing System). Magnetický disk mal kapacitu 98 304 slov, pásková jednotka 200 až 556 bitov na palec a rýchlosť zápisu a prehrávania 75 palcov za sekundu.

## UNIVAC 418

V rokoch 1960 až 1963 v St. Paul po rozdelení, vyvinul **Sperry Rand** počítač strednej veľkosti pod označením UNIVAC 418. Jeho meno má pôvod v tom, že rýchlosť prístupu pamäte je 4  $\mu$ s a počítač pracoval s 18 – bitovým slovom.

Bol vyvinutý z riadiacej jednotky Tester (CUT), ktorá sa používala na testovanie periférnych zariadení pre väčšie systémy UNIVAC.



Na obrázku je hlavný panel počítača UNIVAC 418 I.

V roku 1962, Westinghouse Electric vyslovil požiadavku o využitie počítača na riadenie priemyselných procesorov v počítači, a modifikovaná verzia by bola použitá v Westinghouse PRODAC 510. Vyrobil sa tri verzie a celkovo sa ich vyrobilo 580 kusov z toho 400 sa vyrobilo do začiatku 70. rokov.

Prvá verzia 418 bola označená ako 418 – I. Mal feritovú pamäť vo veľkosti 4096 slov až 16 384 slov s dobou prístupu 4  $\mu$ s. Základný systém mal osem vstupných i výstupných kanálov a až osem sa mohlo pridať. Procesor mal iba 18 – bitové registre, aritmetickú – hornú (AU) a nižšiu (AL), ktoré mohli byť použité samostatne, alebo jeden register pre dvojité slovo. Mal osem indexných registrov a kontrolný register, ktorý bol použitý na určenie, ktorý z ôsmich indexových registrov má byť použitý v každom okamžiku. Vzhľadom k malej veľkosti slova používal iba 12 – bitov na adresu pamäte, ktorá mohla prijať iba 4096 slov. Pre riešenie tohto obmedzenia mal procesor 6 – bitový špeciálny register (SR), ktorý bol použitý na adresu.

Existujú tri typy inštrukcii. Pokyny typu I a II sa skladajú zo 6 – bitového kódu funkcie a 12 – bitové pole pre adresu. Prvý UNIVAC 418 bol dodaný v júni 1963 a bolo ich vyrobené šesť kusov. Programátori vyvinuli **Real Time Executive** (EXEC) na 418, ktorý bol pripravený od marca 1964. Mal zvládnuť procesor s pamäťou, vstupno – výstupnú jednotku, karty 1004, bubnovú pamäť FH – 220, UNISERVO III C páskové jednotky a komunikačné zariadenie.

Vojenská verzia 418 mala pomenovanie 1218 a bola použitá na lodiach pre riadenie striel Talos a v War Room ako informačný systém. Počítač 1218 bol taktiež použitý ako základ pre Radar Tracking (ARTS – I), používaný v letectve na letisku v Atlante v roku 1966.



Na obrázku je počítač UNIVAC 418 II. z roku 1964.

Rozvoj viedol k rýchlejšiemu modulu pamäte s prístupovou dobou 2  $\mu$ s, čo viedlo k systému 418 II. Procesor modulu II., mohol využívať 16 pamäťových modulov s kapacitou až do 65 536 slov. EXEC bol upravený tak, aby zvládol väčší rozsah periférnych zariadení, ako bubnovú pamäť FH – 330, 262 144 slov, FH – 880 na 1 572 864 slov, FASTRAND II skladovaciu časť bubna a páskové jednotky UNISERVO VIC. Komunikačný terminálový kontrolný modul (CMTC) ovládal až 16 komunikačných modulov svorkovnice CTM. Každý CTM mohol zvládnuť dve vstupné a výstupné linky, čo bola CMTC kapacita 32 vstupných a 32 výstupných liniek.

Prvý 418 II., bol dodaný v novembri 1964 a vyrobilo sa ich 249 kusov. V roku 1967, Fuji Bank v Japonsku zahájila prevádzku troch počítačov 418 II. Vojenská verzia 418 II., bola známa pod názvom 1219 a používal sa na riadenie radarového systému ARTA – 1a na letisku v New York City, ktorý začal prevádzku v roku 1969.

Počítač 418 III., bol už vylepšený a používal komponenty zo systému UNIVAC 1108. Ohlásený bol 5. 6. 1969 a mal samostatný procesor na vstupe a výstupe. Mal jednu inštrukciu procesora pre aritmetickú jednotku a jeden alebo dva vstupné a výstupné moduly (IOMs).

Vstupných a výstupných kanálov mohlo byť 8 alebo 16. Pamäť sa skladala z dvoch až štyroch bank a každá mala kapacitu 16 384 alebo 32 768 slov, ale maximálne 131 072 slov. Doba prístupu pamäte bola znížená na 750 nanosekúnd. Inštrukčná sada bola rozšírená o plávajúcu desatinnú čiarku v aritmetickej jednotke, prevodníky číslicovo – analógové s pohybom až 64 slov súčasne. Model 418 III., podporoval širokú škálu periférnych zariadení. Cena za kompletne vybavenie systému 418 III., s diskovou pamäťou, magnetickými páskovými jednotkami a tlačiarňou bola 250 000 dolárov.



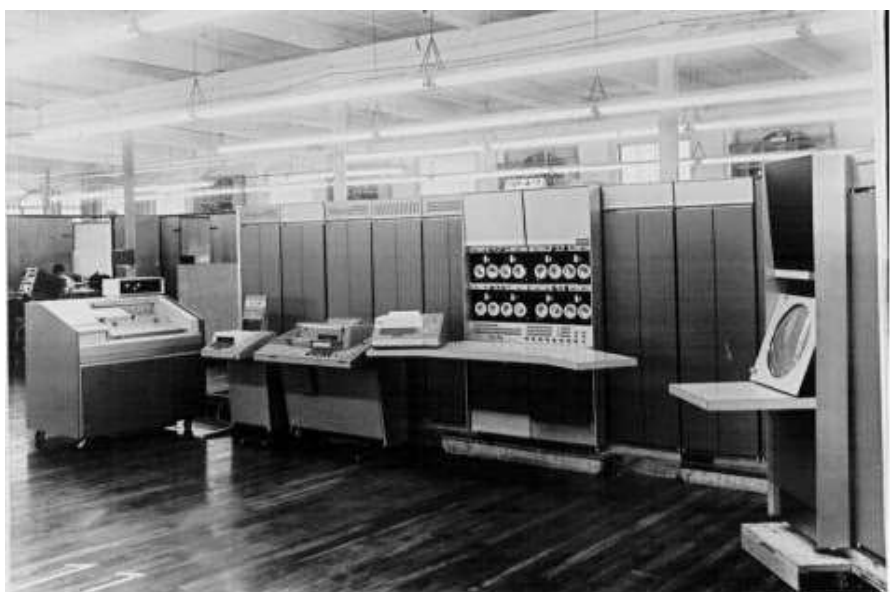
Na obrázku je počítač UNIVAC 418 III. pri obsluhu vstupnej jednotky z roku 1969.

Počítače sa vyrábali do roku 1976. Niektoré počítače pracovali až do roku 1990.

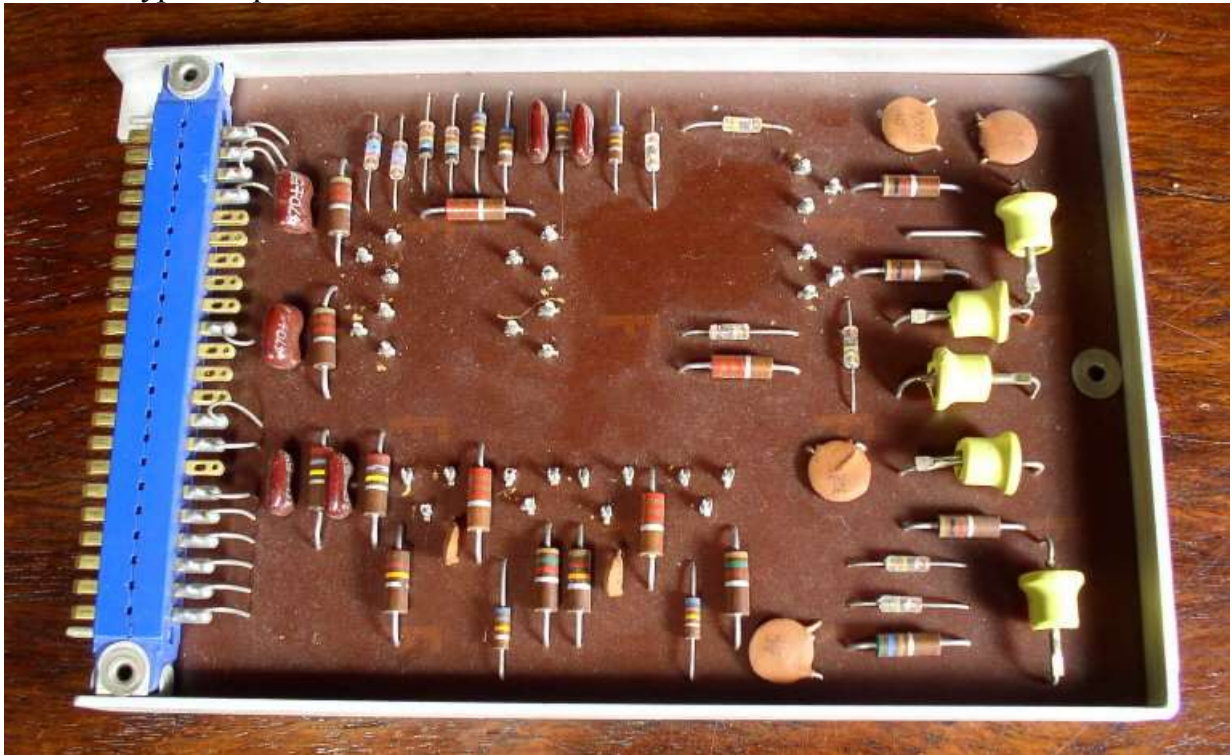
### **PDP – 6 (Programmed Data Processor – 6)**

Bol to počítač vyvinutý v DEC v roku 1963 a bol predchodcom PDP – 10. Bol to prvý veľký počítač od DEC.

Používal 36 – bitové slovo a pamäť bola zhotovená z magnetických jadier s kapacitou 32 768 slov, čo zodpovedá asi 160 kB. Inštrukčná sada adresovala jednu 18 – bitovú a druhú 4 – bitovú adresu. Väčšina PDP – 6 bola vybavená Type 162 Fast Memory, ktorá poskytovala 16 pamäťových miest. PDP – 6 bol známy svojimi doskami plošných spojov typu 6205



o veľkosti 28 x 23 cm. Každá doska obsahovala 1 – bit aritmetického registra, vyrovnávajúcu pamäť a multiplikátor. Obsahovala 88 tranzistorov dva 18 – pinové a dva 22 – pinové konektory. Veľké množstvo kontaktov bolo príčinou častých výpadkov a celkového vypnutia počítača.



Doska s plošnými spojmi pre počítač PDP – 6.

Celkovo bolo predaných iba 23 kusov PDP – 6. Bolo to zložité a drahé stavať a inštalovať s kompletným spustením do prevádzky na mieste zákazníka. Po krátkom čase sa rozhodli ukončiť výrobu 36 - bitových počítačov a prešli na menšie stroje. No vyrobili i stroje PDP – 10, ktoré používali 36 – bitové slovo.

### **IBM 7094**

Bol to najvýkonnejší vedecký počítač v roku 1962. Jeho rýchlosť previesť logické rozhodnutie bola 2  $\mu$ s. Urobil 100 000 operácií pri násobení za sekundu. Bol osadený tranzistormi. Na vstupe a výstupe mal viac samostatných kanálov s priamym vstupom k pamäti. Na počítači bol



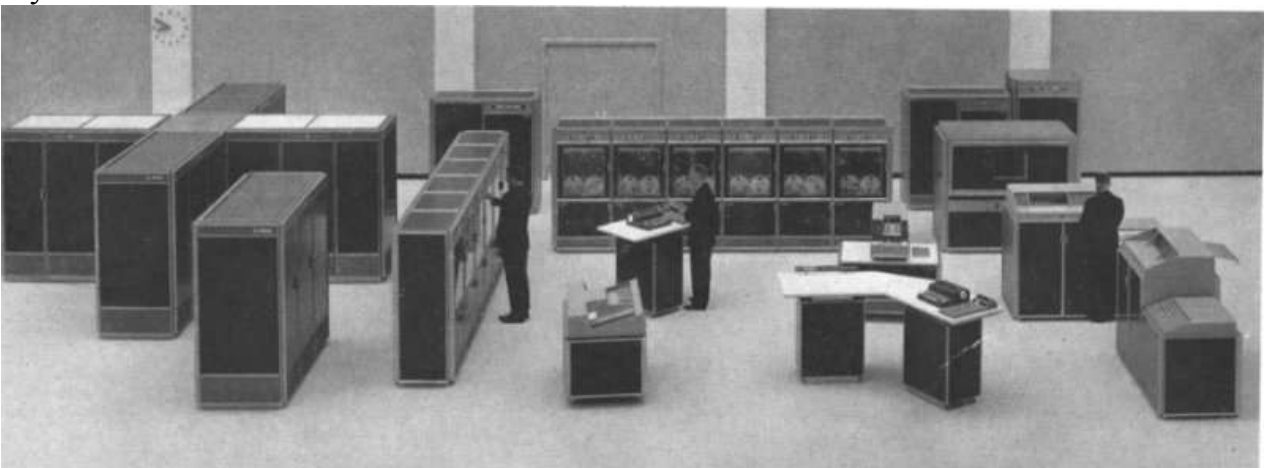
operačný systém IBSYS, FORTRAN a COBOL kompilátor. Cena počítača bola 3 134 500 dolárov a IBM v roku 1969 zastavila ich výrobu a celkovo sa ich vyrobilo 130 kusov.



Na obrázku je vidieť ovládací panel počítača IBM 7094 z roku 1964.

### **GE – 400**

Bola to rada počítačov vyrobených v General Electric, ktorá bola predstavená v roku 1964 a vyrábala sa do roku 1968.

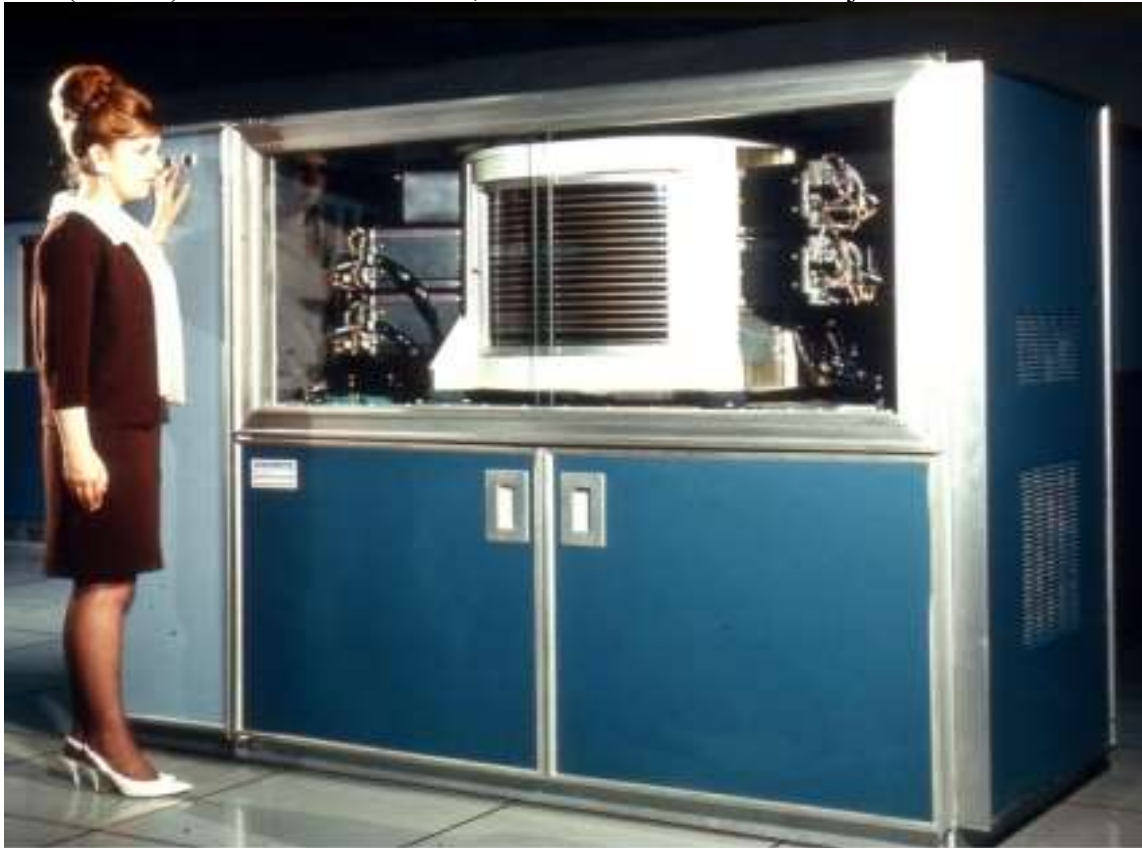


Vyrábala sa v troch modeloch: 415, 425 a 435. Pracovali s 24 – bitovým slovom, ktoré mohlo obsahovať štyri 6 – bitové BCD znaky, na štyri desatinné miesta.

GE – 400 mohol mať pamäť až na 32 768 slov asi 132 kB z magnetickej feritovej pamäte s dobou prístupu na jeden cyklus 2,7  $\mu$ s. Systém podporoval až osem kanálov na vstupe a výstupe. Procesor pracoval s architektúrou CISC a mal vyrovnávaciu pamäť na 4 slová.

### Electric KDF 9

Bol navrhnutý a postavený v anglickej firme Electric, neskoršie English Electric Leo Marconi, (EELM) a ešte neskoršie ICL, ktorá sa stala súčasťou Fujitsu v roku 2002.



Na obrázku je disková pamäť, ktorú používal počítač Electric KDF 9 z roku 1964.

Po prvý krát bol predstavený v roku 1964 a bol používaný ešte v roku 1980. Logické obvody KDF 9 boli celotranzistorové DTL z germániových diód a asi z 20 000 tranzistorov a asi 2 000 toroidných pulzných transformátorov (magnetické zosilňovače). Bežal na frekvencii 1 MHz, ktorý robil dva impulzy za 250 nanosekúnd alebo oddelene za 500 ns v každom hodinovom cykle. Pamäť bola maximálne na 32 k slov po 48 – bitov z magnetického jadra a s časom prístupu 6  $\mu$ s. Používal operačné systémy Eldon 2 a COTAN vyvinuté v spolupráci niekoľkých univerzít. Na obrázku je doska s plošnými spojmi.



## SDS 930 (Scientific Data Systems)



Ohlásený bol v decembri 1963 model 930, ktorý obsahoval aritmetickú a logickú jednotku, pamäť z magnetických jadier so základnou kapacitou 8192 slov po 24 – bitoch, vstupno výstupnú jednotku s dvojkovým prevodníkom na celočíselnej aritmetike bez plávajúcej desatinnej čiarky, filtračnú jednotku CFE, ktorá pracovala s plávajúcou desatinnou čiarkou, hlavná konzola na ovládanie, na vstupe Teletype model 35 ASR jednotku a vysokorýchlostné páskové čítačky (300 cps). Systém mal dve magnetické páskové jednotky s posuvom pásky 190 cm za sekundu pri 800 BPI. K dispozícii bola i bubnová pamäť, analógovo – digitálny prevodník a grafický displej. SDS 930 bol stredne veľký vedecký počítač s rýchlosťou 3,5  $\mu$ s a potreboval 30 m<sup>2</sup> plochy v klimatizovanej miestnosti. Cena počítača bola v roku 1966 500 000 dolárov. Používal programovacie jazyky FORTAN II., ALGOL 60 a Metasymbol. Neskôršie používal FOTRAN IV., kompilátor. V roku 1974 podľa odhadov pracovalo ešte 200 počítačov SDS 930.

## CDC 6600 super computer

V roku 1962 Seymour Cray zriadil laboratórium Control Data Corporation (CDC) neďaleko Chippewa Falls v štáte Wisconsin, kde viedol konštrukčné práce na počítači CDC 6600. Tento stroj, bol ohlásený v roku 1964, a predával sa za 7 miliónov dolárov a bol to prvý počítač navrhnutý v tejto oblasti.





Na obrázku je časť počítača CDC 6600 z roku 1964.

CDC 6600 mal prezývku superpočítač, lebo ponúkal rýchlosť spracovania jedného cyklu za 100 ns. Bol jeden z prvých, ktorý používal freón na chladenie a bol komerčne prvý, ktorý ponúkal kontrolu cez obrazovku CRT. CDC 6600 bol veľký tranzistorový univerzálny výpočtový systém. Mal distribuovanú architektúru (centrálny vedecký procesor) podporovaný desiatkami veľmi rýchlymi periférnymi zariadeniami a inštrukčná sada bola typu RISC. Vstup do počítača bol zabezpečený pomocou dierovacích kariet alebo sedem kanálovým digitálnym vstupom z magnetickej páskovej jednotky. Na výstupe boli k dispozícii jedna z troch tlačiarň, dierovacia jednotka a magnetická pásková jednotka. Na obrázku vidieť CRT monitory a riadiacu jednotku bez krytov. Interaktívny displej umožnil používateľovi prehliadať si grafické výsledky a údaje, ktoré boli spracované. CDC 6600 mal pamäť na 65 000 slov po 60 - bitov.



Bol vybavený veľkým diskovým zariadením so šiestimi vysoko rýchlostnými bubnovými pamäťami na uskladnenie medzivýsledkov, pre väčšiu rýchlosť dostupnosti medzi centrálnou pamäťou, ktorá bola z magnetických jadier a magnetickými páskovými jednotkami. Počítač používal programovací jazyk FORTRAN 66 kompilátor a knižnicu programov. Na obrázku je jeden z modulov, ktoré boli chladené freónom.

Logické obvody boli vyrobené z modulov 64 x 64 x 22 mm s 15 pinovým konektorom na každej dvojici dosiek známa ako Cordwood konštrukcia. Spočiatku používal jednoduchý operačný systém COS (Chippewa Operating System), ale neskôr mali používať systém SIPROS, ktorý sa nepodarilo vyvinúť a tak používal operačný systém MAGE (Mansfield A Dave Cahlander Executive), ktorý bol napísaný jedným programátorom i to po pracovnej dobe.



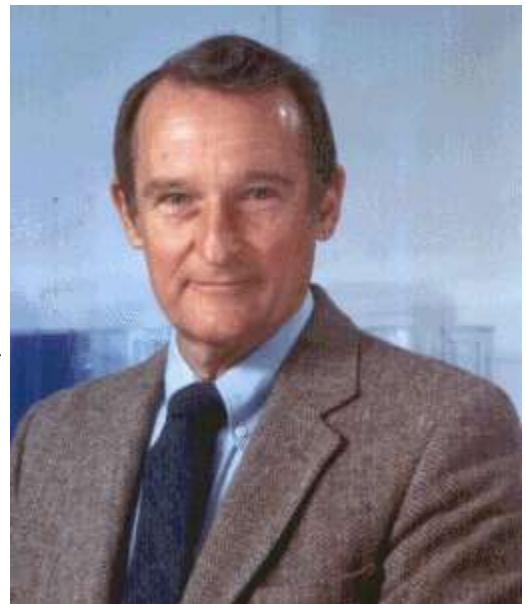
**Seymour Roger Cray** (28. 9. 1925 – 5. 10. 1996) bol to americký elektrotechnik a superpočítačov konštruktér, ktorý navrhol rad počítačov, ktoré boli najrýchlejšie na svete celé desaťky rokov. Založil Cray Research, ktorá vytvorila väčšinu z týchto strojov.

Narodil sa v Chippewa Falls v štáte Wisconsin, rodičom Seymour R. A Lillian Cray. Jeho otec bol stavebným inžinierom, ktorý podporoval záujem syna o vedu a techniku. Už v desiatich rokoch sa mu podarilo vybudovať zariadenie, ktoré prevádzalo z perforovanej papierovej pásky signál do Morse abecedy. Vyštudoval Chippewa Falls High School v roku 1943. Bol povolaný do vojenskej služby počas II. sv. vojny ako radista. Po ukončení vojny začal študovať bakalára z elektrotechniky na univerzite v Minnesota, ktorú ukončil v roku 1949. Titul M. Sc. Z aplikovanej matematiky získal v roku 1951.

V roku 1951 sa zamestnal v Engineering Research Associates (ERA) v Saint Paul v štáte Minnesota.

Cray bol čoskoro považovaný za odborníka digitálnej počítačovej technológie, keď sa zúčastnil na stavbe počítača ERA 1103, prvého komerčne úspešného počítača.

V roku 1958 prešiel do Control Data Corporation (CDC) a v roku 1960 dokončil konštrukciu počítača CDC 1604, ktorý bol vylepšenou verziou ERA 1103 a mal slušný výkon. Cray už začal pracovať na návrhu iného počítača CDC 3000, ale vedenie spoločnosti chcelo tieto počítače pre obchodné zameranie a pre bežných zákazníkov.



Jeho túžbou bolo postaviť najväčší a najrýchlejší počítač na svete a tak sa jeho záujem obrátil na projekt CDC 6600. Cray si uvedomil, že potrebuje výkonnejší procesor a vstupno – výstupnú priepustnosť a mala by byť čo najväčšia, aby bol procesor stále vyťažený. Počítač CDC 6600 bol prvý komerčný superpočítač, ktorý prekonal všetky počítače v tej dobe. Behom tohto obdobia sa postavilo laboratórium v Chippewa Falls. Tu sa ukončil vývoj počítača 7600 a vývoj pokračoval počítačom CDC 8600. Tento projekt bol ukončený v roku 1972. I keď počítače 6600 a 7600 boli úspešné, takmer zruinovali spoločnosť. Cray chcel presadiť novú sériu CDC STAR – 100, ale riaditeľ Norris bol proti a tak Cray opustil spoločnosť.

Založil Cray Research a Norris mu ponúkol 300 000 dolárov na jeho štart. Po niekoľkých rokoch vývoja bol ich prvým produktom v roku 1976 Cray – 1.

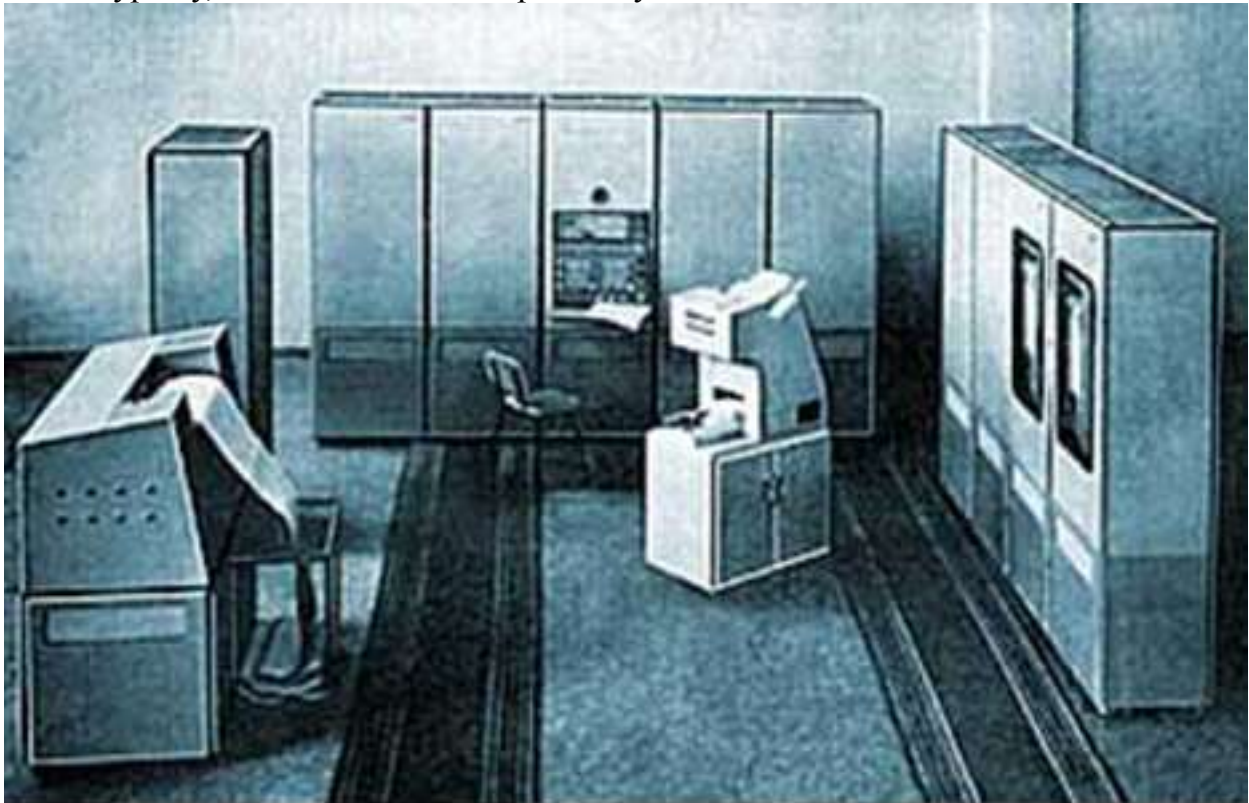


Bol to znova veľmi rýchly počítač, k jeho výkonu sa priblížil iba ILLIAC IV. Prvý stroj Cray – 1 bol v roku 1976 zapožičaný do Los Alamos a potom kompletný systém bol predaný do Národného centra pre výskum atmosféry za 8,8 milióna dolárov.

Celkovo sa ich vyrobilo 80 kusov. Pokračoval vo vývoji Cray – 2 s procesorom Cray X – MP, ktorý bol taktiež obrovským úspechom. Po šiestich rokoch bol predvedený a bežal na frekvencii 250 MHz. Pri projekte Cray – 3 opustil v roku 1980 pozíciu riaditeľa spoločnosti a začal sa venovať iba vývoju. Vytvoril Cray Computer Corporation a projekt Cray – 3 dokončil v roku 1989 a ten pracoval na frekvencii 500 MHz. Tu začal uvažovať o použití nového polovodiča gálium – arsen. Jeho predstava bola taká, že nový Cray – 4 by mal bežať na frekvencii 1 GHz. V roku 1995 sa už nepredal ani jeden kus Cray – 3 a spoločnosť ohlásila 24. 3. 1995 bankrot. Cray zomrel 5. 10. 1996 vo veku 71 rokov pri dopravnej nehode.

## Ural – 11

Bol to univerzálny digitálny počítač postavený v roku 1964 a vyrábali sa vo verziách : Ural – 14 a Ural – 16. Používal sa rôznych podnikoch na plánovanie výroby, účtovníctvo, statické výpočty, štatistiku a rôzne iné problémy.

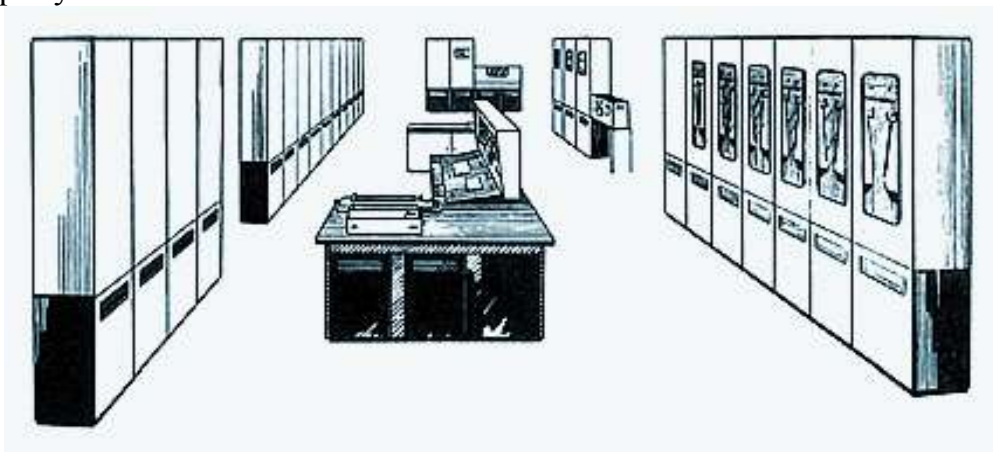


ЭВМ Урал-11

Na obrázku je zostava Ural – 11 pre menšie podniky z roku 1965.

Vstupné dáta zabezpečovali dierované karty, dierované pásy a magnetické pásy. Výstup dát zaznamenali dierované karty, dierované pásy, magnetické pásy a tlačiareň. Výbava Uralu – 11 obsahovala: kartu, kontrola karty, pásková tlačiareň, dierovač kariet, čítačka kariet, čítačka dierkovanej pásky, 128 – kanálový analógovo – digitálny prevodník, aritmetickú riadiacu jednotku, feritovú magnetickú pamäť s kapacitou 4096 slov alebo

s kapacitou 8192 slov, magnetický bubon na 98 000 slov a multiplikátor. Slovo malo 24 alebo 12 bitov a čísla boli desiatkové i dvojkové, inštrukčná sada mala 124 inštrukcii, sedem indexových registrov. Pri sčítaní a odčítaní urobil až 50 000 logických operácií a pri násobení a delení 14 000 až 25 000 operácií za sekundu. Na magnetickú pásku sa uložilo 1 až 8 miliónov slov. Spotreba elektrickej energie bola približne 4 kW. Počítač pracoval v rozsahu teploty 5 až 40 °C.



Na obrázku je nákres veľkej zostavy počítača Ural – 11.



Na obrázku je počítač Ural – 14 a jeho tvorcovia z roku 1965.

## GE – 600

Bola to rada 36 – bitových sálových počítačov pochádzajúcich z rokov 1962 až 1968 postavených v General Electric. Táto sada sa skladá zo šiestich modelov: 605, 615, 625, 635, 645 a 655, ale posledné dva už boli s použitím integrovaných obvodov.



Na obrázku je počítač GE – 615 z roku 1964.

Rada 600 používala 36 – bitové slovo a 18 – bitové adresy. Používali dve 36 bitové vyrovnávacie pamäte a osem 18 – bitových registrov a jeden 8 – bitový exponent registra. Podporoval plávajúcu desatinnú čiarku s jednoduchou a dvojitou presnosťou a exponent bol uložený oddelene a umožňoval až 71 bitov na presnosť a jeden bit sa používal ako znamienko. Pôvodný operačný systém počítačov rady 600 bol **GECOS**, vyvinutý v spoločnosti GE začiatkom roka 1962. Pre GE – 635 bol použitý systém Daetmouth Time, ktorý sa začal používať v roku 1965. Operačný systém Multics bol pripravený v roku 1964 ako pokročilejší operačný systém, ale do roku 1969 nebol uvedený.

Rada GE – 600 bola vyvinutá tímom pod vedením **Johna Couleur**. Svoje vedomosti tu uplatnil s vojenského projektu MISTRAM z roku 1959. MISTRAM bol sledovací systém, ktorý bol použitý i na projekte Apollo a Air Force na stanici z mysu Canaveral.

GE pôvodne neplánovalo vyrábať počítače na komerčné využitie, ale v roku 1960 sa chcelo výstavbou vlastných počítačov vymaniť zo závislosti na IBM, ktorý bol najväčším výrobcom sálových počítačov.

Prvým projektom bol **M 236**, ktorý sa zahájil v roku 1963. Stroj bol pôvodne pomenovaný ako GE – 635 a jeho pomalšie verzie GE – 615 a 625, ktoré obsahovali iba jeden procesor, pričom GE – 635 ich mal štyri a so štyrmi vstupno – výstupnými ovládačmi (MOV) a každý mal až 16 periférnych kanálov. GE – 635 bol asi prvý na použitie systému SMP i keď GECOS a GCOS software zaobchádzal s procesormi ako master.

Počítače boli vyhotovené z tranzistorov a s logikou TTL a obsahoval i niekoľko integrovaných obvodov IO. Pamäť sa skladala z feritového magnetického jadra s dobou prístupu 2  $\mu$ s a s kapacitou 128 až 256 k slov. GE odkúpil magnetické páskové jednotky od Fabri – Tek, Ampex a Lockheed. Tieto sa ukázali ako nespoľahlivé a až v roku 1967 sa podarilo tento problém zladiť s operačným systémom GECOS. V roku 1969 sa už GE – 645 vyrábala na báze IO a s operačným systémom Multics.

## PDP – 8

Bol to úspešný komerčný 12 – bitový minipočítač, vyrobený v DEC (Digital Equipment Corporation). Bol predstavený 22. 3. 1965 a predalo sa ich viac ako 50 000 kusov.

Hlavným projektantom počítača bol **Edson de Castro**. Model PDP – 8 používal logiku DTL (dióda – tranzistor – logika) zhotovená na doskách plošných spojov. Počítač mal veľkosť domácej chladničky a model PDP – 8 /s bol k dispozícii ako stolová varianta, ktorá bola lacnejšia, menšia, ale i pomalšia. Neskoršie boli k dispozícii systémy PDP – 8 / I, PDP – 8 / L, PDP – 8 / E, PDP – 8 / F, PDP – 8 / M a PDP – 8 / A, ktoré sa vrátili k rýchlejšej variante s paralelnou implementáciou, ale používali menej nákladnú logiku TTL MSI. Používal jednoduchý program na vstupe i výstupe a kanál DMA. Periférne zariadenia ako tlačiareň, teletypes, papierové pásky bežali na strednej rýchlosti a DMA sa používal na obrazovku, analógovo – číslicový prevodník, páskové mechaniky a diskové jednotky. Slovo malo veľkosť 12 – bitov a pamäť mala kapacitu 4096 slov s dobou prístupu 1,5  $\mu$ s čo zodpovedalo 333 000 operáciám za sekundu. PDP – 8 /s mal iba 519 logických hradiel. CPU mal iba štyri 12 – bitové registre.



Prvé PDP 8 mali na vstupe a výstupe papierové pásky a d'alekopis s tlačiarňou a neskoršie ich nahradila magnetická páska, RS – 232 a prúdová slučka, terminál a magnetické disky typu IDE.

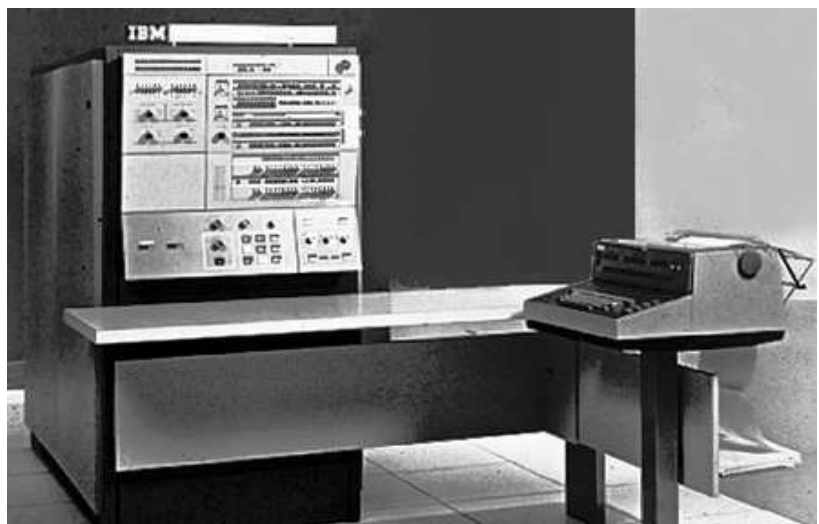


Na obrázku je PDP – 8 celková zostava z roku 1966.

Spočiatku bol na riadenie počítača používaný PAL – 8 assembler uložený dierkovanej páske, potom DEC FOCAL a FORTRAN kompilátor. Na konci mali operačný systém OS/8 a COS – 310 a používali programovací jazyk FORTRAN, BASIC a DIBOL.

### **IBM system / 360**

Bola to rodina počítačov, ktorú oznámila IBM 7. 4. 1964 a vyrábali sa do roku 1978. Bola to prvá rada počítačov, ktorá pokrývala celú radu aplikácií od malých až po veľké komerčné a vedecké. Na obrázku je model 20, ktorý bol najmenší z celej rady. Konštrukcia jednotlivých modelov bola rozdielna vo veľkosti i v cene.





Najpomalší systém / 360 boli ohlásené v roku 1964, a ktoré boli schopné urobiť 18 až 34 tisíc operácií za sekundu s vnútornou pamäťou 8 kB až 8 MB. Používali veľkokapacitné úložisko na 8MB (LCS). Hlavná pamäť mala vo väčšine modelov 256 kB, 512 kB alebo 1024 kB. Systém / 360 bol veľmi úspešný na trhu, lebo umožnil záujemcom zakúpiť si i menší model. Hlavnými projektantmi systému 360 boli **Gene Amdahl** a **Fred Brooks**, **John R. Opel**. Na obrázku je model 40, ktorý bol medzi prvými v roku 1964.



Pôvodne oznámila IBM šesť modelov a nakoniec ich bolo štrnásť, i keď niektoré boli určené pre NASA. Najlacnejším modelom bol model 20, ktorý mal hlavnú pamäť s kapacitou 4 kB, osem 16 – bitových registrov a inštrukčný súbor, ktorý používal zbytok rozsahu. Prvé boli oznámené v roku 1964 a mali nahradiť radu IBM 1400, a radu 7000, patrili medzi ne model 20, 30, 40, 50, 60, 62, a 70. Prvé tri boli menšie a stredné modely a posledné tri boli veľké sálové počítače.



Na obrázku je počítač IBM system / 360 model 67 z roku 1966.

Neskôr bol model 20 rozšírený o model 22 z roku 1971 a model 25 z roku 1968. Model 44 ohlásený v roku 1966 bol špeciálnym modelom určeným na vedecké výpočty v reálnom čase. Model 67 z roku 1966 a model 85 z roku 1969, model 91 z roku 1967 a model 95 z roku 1968 dopĺňali radu 360.

V roku 1977 ukončil IBM výrobu počítačov tejto rady a bola nahradená radou system/370. Menšie systémy / 360 používali základný operačný systém BOS / 360, pre pásky mali operačný systém TOS / 360 alebo diskový operačný systém DOS / 360, ktorý sa postupne vyvíjal na DOS / VS, DOS / VSE a VSE. Väčšie modely mali operačný systém OS / 360, OS / VS1. Model 67 z roku 1965 používal TSS / 360 (System Time – Sharing), ktorý bol nahradený CP – 67, MTS ( Michigan Terminal System), TSO zdieľanie času pre OS / 360.



Na obrázku je pevný disk IBM 2311s na uloženie dát s kapacitou 7,2 MB.

Prvé pevné disky pre systém / 360 boli: IBM 2302s na uloženie 150 kB dát a IBM 2311s na uloženie dát 7,2 MB. V roku 1966 sa objavili IBM 2314s s kapacitou 28 MB.

Počítače používali pásku so šírkou 12,7 mm a 7 až 9 stôp. Počítač bol 32 – bitový s architektúrou CISC.

Počítač IBM system / 360 model 30 patril medzi menej výkonné stroje z prvej série modelov systému / 360. V polovine šesťdesiatich rokov sa jednalo o jeden z najlacnejších počítačov. Tento počítač bol ponúkaný na trhu od roku 1965. Jeho procesorová jednotka bola zložená z diskretných elektronických súčiastok, hlavne tranzistorov, diód a odporov. Operačná pamäť bola vytvorená z feritových jadier, podobne ako v rade 700 a 7000, a ich kapacita mohla byť 16 kB, 32 kB a 64 kB a neskoršie sa zväčšila na 96 kB a 128 kB. Jedna 32 kB feritová pamäť stála zhruba 40 000 dolárov, čo je 1,22 dolára na bajt a dolár mal vtedy oveľa väčšiu hodnotu ako dnes. Cyklus operačnej pamäte bol 750  $\mu$ s, čo zodpovedá frekvencii 1,33 MHz. Ak bola v počítači nainštalovaná minimálne 64 kB operačná pamäť, mohla sa rozdeliť na dve alebo tri časti. Každý program sa už pri zostavovaní nastavil na začiatočnú adresu tak, že už v tej chvíli sa vedelo, v ktorej oblasti operačnej pamäte mohol byť spustený. Robilo sa to aj tak, že sa urobili dve alebo tri varianty programu, ktorý sa zaznamenal na magnetickú pásku alebo na dierované štítky, lebo to bolo finančne výhodnejšie ako nechať bežať celý stroj a čakať na výmenu programu. K tomuto počítaču sa vzťahuje ešte jedna zaujímavosť, a to, že model 30 bol vybavený iba 16 kB operačnou pamäťou, a používal sa ako upgrade modelu 1401, a preto si mnoho firiem objednalo model 30, lebo model 1401 väčšiu kapacitu operačnej pamäte ani nepodporoval a s čím počítali všetky aplikácie vytvorené pre tento počítač „**16 kB operačnej pamäte stačí pre každého**“ Toto úsporné opatrenie sa v skutočnosti predražilo, lebo sa nevyužívala celková schopnosť modelu 30, ako možnosť riadenia záznamov priamo z operačnej pamäte a nie iba nepriamo pomocou magnetických pásov.

## CER – 22

Bol to digitálny elektronický počítač model 22 osadený tranzistormi, vyvinutý v Srbsku v roku 1967 až 1968. Pôvodne bol určený pre bankovníctvo, ale jeho uplatnenie sa rozšírilo na spracovanie dát v obchodných a inžinierskych spoločnostiach v Belehrade.

Na obrázku je počítač z Juhoslávie vyrobený v roku 1968.

Hlavným projektantom počítača boli Dušan Hristovič, DR. Sc. Miroslav Jockovič a Vladislav Paunovič.



Logické obvody boli na doskách s plošnými spojmi. Výkon procesoru bol 10  $\mu$ s na jeden cyklus. Pamäť bola z magnetického jadra s kapacitou 32 kB a prístupovou dobou 2  $\mu$ s. Disk CDC – 854 s ôsmimi diskami, čítačka kariet i s dierkovačom kariet prečítala 300 kariet a vytlačila 150 kariet za minútu. Tlačiareň Line Printer, typ DP MZ – 4 so 128 znakmi na riadok vytlačila 6000 riadkov za minútu. Na obrázku je jeden z prvých tranzistorových počítačov v Juhoslávii CER – 20.



### **Besm – 6**

Bol to pravdepodobne najznámejší model z rady Besm. Konštrukčne bol dokončený v roku 1965 a výroba bola zahájená v roku 1968.

Rovnako ako jeho predchodca bol Besm – 6 celotranzistorový. Používal 48 – bitové slovo a procesor bežal na frekvencii 10 MHz s dvoma inštrukčnými kanálmi oddelene.

Jeden pre kontrolu a aritmetické jednotky a dátový sklad 16 48 – bitových slov. Systém dokázal spracovať 1 milión operácií za sekundu. V tej dobe najrýchlejší počítač CDC 6600



dosiahol 3 milióny operácií za sekundu.

Na obrázku je počítač Besm – 6 so Sergejom Vakulenkom z roku 1969.

Systémové pamäte mali 15 – bitové adresy. Maximálny adresný priestor bol 32 k slov čo je asi 192 kB. Virtuálna pamäť systému bola 128 k slov asi 768 kB. Besm – 6 bol v roku 1970 na rôznych výpočtových strediskách a v roku 1975 sa zúčastnil i na programe Apollo – Sojuz. Celkovo bolo vyrobených 355 kusov a výroba skončila v roku 1987. Ako programovací jazyk používal FORTRAN, ALGOL a Pascal. Po roku 1980 sa vyrábal už z integrovaných obvodov a bol 2 až 3 krát rýchlejší ako pôvodný stroj.

### **Olivetti Programma P 101 / P 102**

Programma 101 možno považovať za prvý programovateľný elektronický kalkulátor na svete. V tej dobe sa Olivetti vola **Olivetti Underwood Corpration**. P 101 bol tiež prvý programovateľný stroj pre malé a stredné spoločnosti, ktoré si ho mohli dovoliť.

Kalkulátor bol zhotovený z tranzistorov, odporov a kondenzátorov. Pokyny sa vykonali priamo cez klávesnicu ako v bežnej kalkulačke alebo boli uložené v pamäti a potom priradené do aritmetickej jednotky. Pamäť mala 9 registrov, ktoré uchovali číselné informácie. Každý register bol schopný uložiť 22 miestne číslo, alebo 11 miestne číslo a 24 programových inštrukcii. Dáta môžu byť uložené na magnetickej karte. Kalkulátor P 102 už používal sériový port RS – 232 a možnosť pripojenia tlačiarne, Teletype alebo papierovú pásku. Klávesnica mala 31 kláves a číselné a funkčné klávesy, veľkosť stroja bola 48 x 61 x 19 cm a jeho váha bola 29 kg. Napájací zdroj bol zabudovaný priamo v kalkulačke. Cena stroja bola 3500 dolárov.



### **História výpočtovej techniky v Československu**

Vo svojich začiatkoch boli počítače rozdelené na malé stroje, stredné a veľkej a na samočinné počítače. Medzi malé patrili sčítacie a kalkulačné stroje, ku stredným patrili

zúčtovacie stroje, faktúrovacie a kontrolné pokladne a k veľkým mechanizáciám patrili stroje, ktoré spracovávali údaje na dierovaných kartách. Samočinné počítače sa delili na **analógové**, ktoré riešili jednoduché úlohy a spracovali informácie zobrazené spojivými veličinami ako sú napätie, prúd, počet otáčok hriadeľa a podobne. Medzi analógové patrili i simulátory, na ktorých sa simuloval let lietadla v rôznych kritických situáciách. **Číslicové** počítače slúžili k základným spracovaniám číselných údajov akými boli faktúrovacie stroje, stolné počítačové stroje mechanického alebo elektromechanického typu.

Stolové počítače, do ktorých boli čísla vkladané pomocou klávesnice, sú kalkulátory, na ktorých sa vykonávali základné aritmetické úkony.

Stroje s dierkovacím zariadením na karty pri vstupe a výstupe boli riadené pomocou inštrukcii na karte a výsledok úkonu sa znovu zaznamenal na kartu na výstupe pomocou dierkovača kariet. Stroje sa skladali z dierkovača, triediča, tabelátora, opakovača, zakladača a zapisovača. Boli i jednoduché stroje, zamerané iba na riešenie určitého druhu úloh. Medzi takéto stroje patrili diferenciálny analyzátor, ktorým sa riešili diferenciálne rovnice a počítače na riadenie strojov bez obsluhy.

Samočinné počítače boli rozdelené podľa veľkosti: na **malé**, kde dosahoval počítač rýchlosť 5 000 až 50 000 operácií za sekundu a mal operačnú pamäť od 8 000 do 16 000 slov a bol vybavený prekladačom jazyka ALGOL. Jeho cena sa pohybovala od 0,5 až 3 mil. Kčs. Medzi ne patrili GIER, MINSK, ODRA, IBM 1130 alebo MSP2. K obsluhu stačil jeden alebo dvaja ľudia.

Medzi **stredné** patrili také počítače, čo dosahovali operačnú rýchlosť 100 000 až 500 000 operácií za sekundu a mali operačnú pamäť na 30 000 až 60 000 slov. Vybavené boli monitorovým systémom a používali programovací jazyk ALGOL alebo FORTRAN. Jeho cena sa pohybovala od 2,5 do 7 miliónov Kčs. Medzi také patrili IBM system / 360 model 50 alebo CLC 3300 a k obsluhu bolo potrebné 10 až 20 odborníkov.

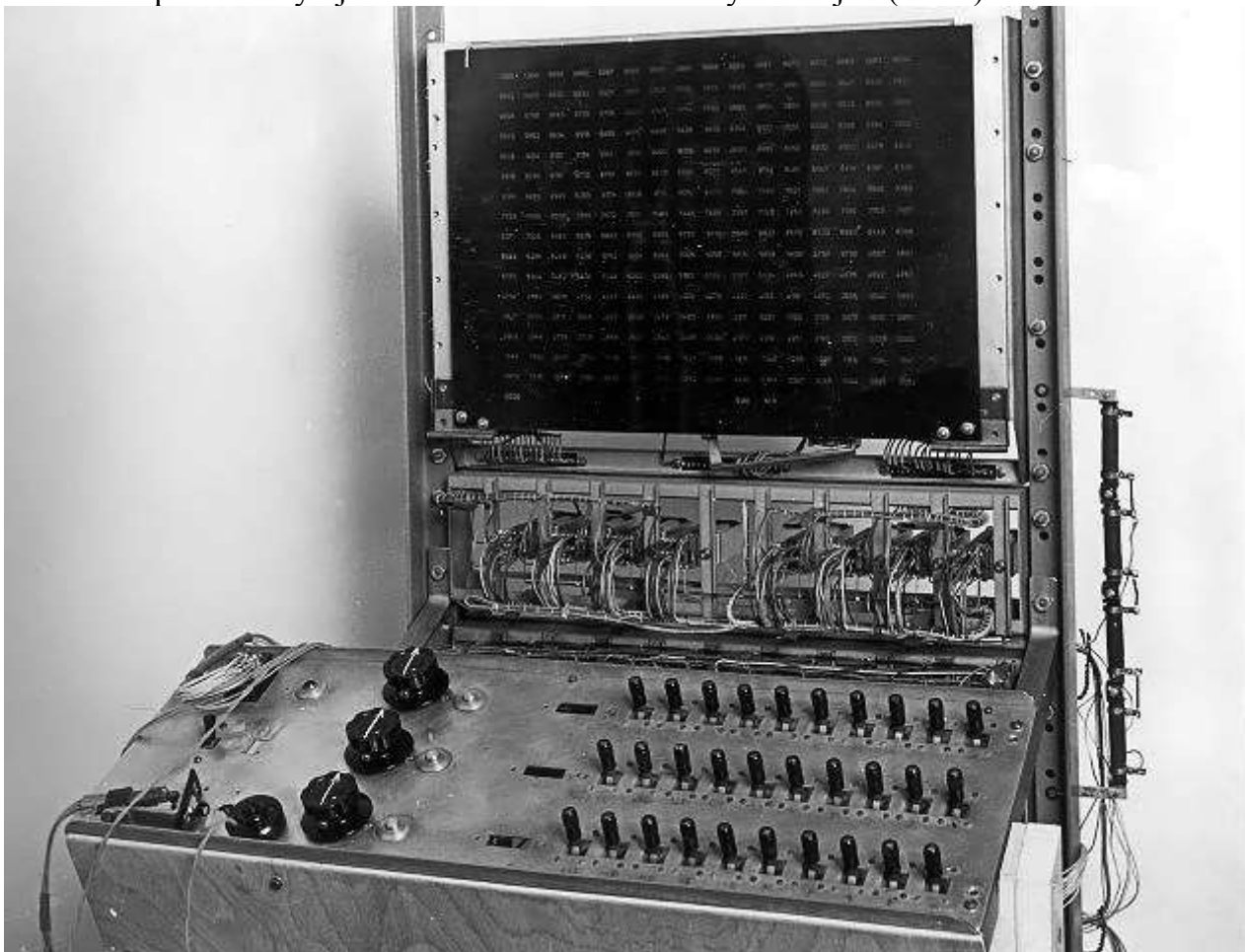
**Veľký** počítač mal operačnú rýchlosť viac ako milión operácií za sekundu a operačnú pamäť s veľkosťou aspoň 130 000 slov. Vo výbave takéhoto počítača bolo multiprogramovanie, organizácia vstupu a výstupu, programovacie jazyky a jeho cena bola viac ako 10 miliónov Kčs. Medzi také sa radili počítače IBM 360/ 70 a Besm 6. K obsluhu takéhoto počítača bolo potrebné až 100 operátorov.

Neskoršie sa delili počítače podľa veľkosti operačnej pamäte. Veľký počítač mal vnútornú pamäť viac ako 512 kB, diskovú pamäť a najmenej šesť magnetických páskových jednotiek. Stredný mal viac ako 256 kB vnútornej pamäte a šesť magnetických páskových jednotiek alebo jednu diskovú pamäť.

V Československu obdobie od roku 1950 až do 1958 možno označiť ako priekopnícke obdobie alebo prípravné obdobie, lebo história výpočtovej techniky v Československu začala práve rokom 1950, kedy v rámci **Ústredného ústavu matematického (ÚÚM)** začal **doc. Antonín Svoboda** budovať oddelenie matematických strojov, ktoré bolo prvé pracovisko zaoberajúce sa sústavným výskumom a vývojom matematických strojov v Československu. Pod Svobodovým vedením sa sformovalo jadro tvorcov, z ktorých povstali budúci konštruktéri počítačov v Československu. Hlavným stavebným prvkom v tej dobe sa stalo relé, ktoré bolo použité ako primárna súčiastka u prvých čs. Samočinných počítačov **SAPO, ELIŠKA** alebo **M1**.

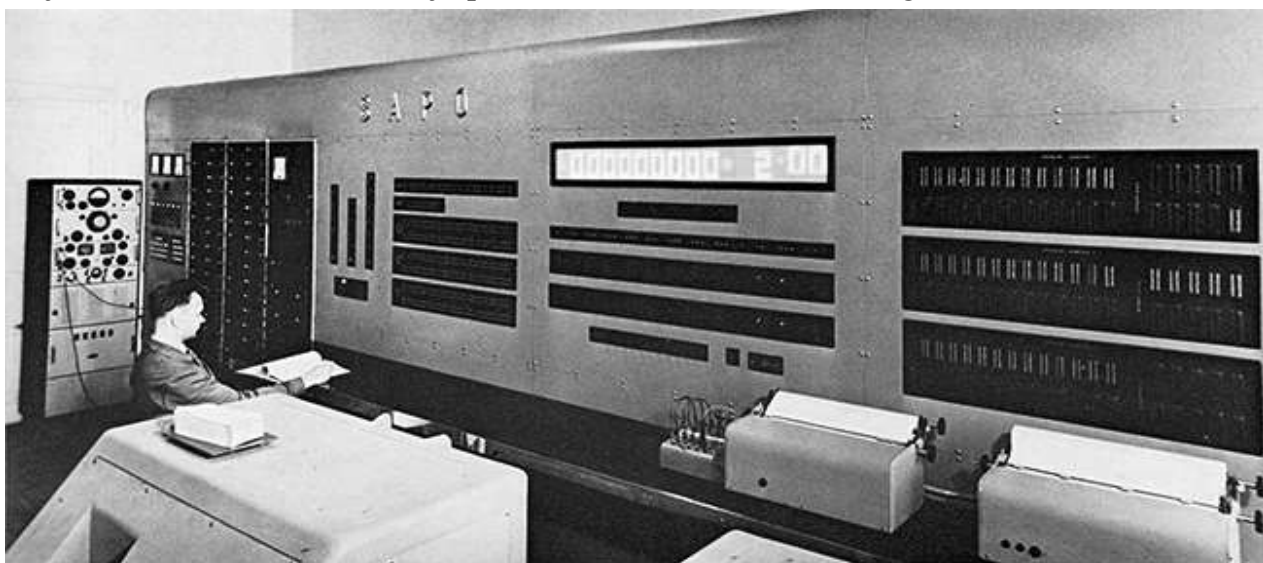
Vláda a ÚV KSČ sa o výpočtovú techniku zaujímala iba okrajovo a nevenovala vývoju počítačov dostatočnú pozornosť. Podcenili význam výpočtovej techniky pre vývoj priemyslu.

Táto skutočnosť viedla k úplnému nezabezpečeniu potrebných súčiastok pre stavbu číslicového počítača vyvíjaného v Ústave matematických strojov (ÚMS).



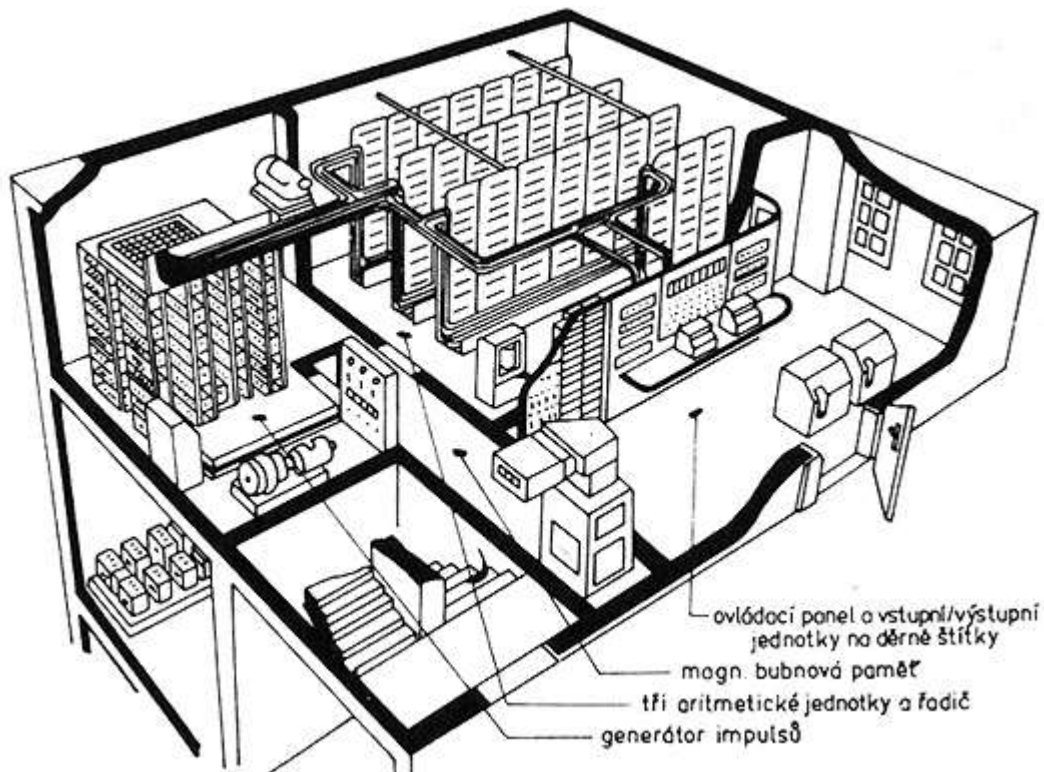
Na obrázku je prvý samočinný počítač vyrobený v Československu pod menom ELIŠKA.

V dôsledku toho bol samočinný počítač SAPO uvedený do prevádzky viac ako po dvojročnom oneskorení. Rozvoju počítačov tiež sťažovalo embargo na dovoz



Na obrázku je vidieť počítač SAPO z roku 1956.

elektronických súčiastok z kapitalistických krajín a pre vybudovanie vlastnej základne nemal čs., elektrotechnický priemysel dostatočné kapacity. V porovnaní s vyspelými západnými štátmi tak začalo Československo naberať v oblasti výpočtovej techniky niekoľkoročné oneskorenie, ktoré sa už nikdy nedobehlo.



Na obrázku je nákres rozloženia počítača SAPO.

Určitý úspech sa podarilo dosiahnuť iba vo vývoji a výrobe analógových počítačov a pri zavedení diernoštítčkovej techniky. Koniec prvej etapy je výrazne vymedzený rokom 1958, kedy bol uvedený oficiálne do chodu počítač SAPO v Ústave matematických strojov a bol určený pre Výskumný ústav matematických strojov (VÚMS) v apríli 1958 a na vývoj a výrobu matematických strojov bol určený VHJ ZJŠ Brno.

Prvý návrh elektronického matematického stroja predniesol doc. Antonín Svoboda už v roku 1947 v Bádateľskom ústave matematikom v Českej akadémii vied a umenia. Vtedajší návrh obsahoval niektoré základné rysy neskoršieho SAPO (Samočinný Počítač). Prípravný plán počítača bol vypracovaný v roku 1950 pod vedením doc. Antonína Svobodu a kolektívom pracovníkov z oddelenia matematických strojov v rámci Ústredného ústavu matematického. Okrem toho sa na vývoji a realizácii podieľal národný podnik Aritma – Vokovice, ktorý realizoval výrobu reléových častí stroja. Výroba bubnovej pamäte počítača bola zverená národnému podniku Tesla – Elektronika a jej výskum fyzikálnemu výskumu závodu ťažkého strojárstva. Matematický stroj SAPO bol postavený pre výskum metód používania samočinných počítačov, pre vedecké výpočty veľkého rozsahu a na získanie skúseností v tomto odbore pre stavbu ďalších počítačov.

SAPO bol reléový počítač s magnetickou bubnovou pamäťou, ktorá mala kapacitu 1024 slov po 32 – bitov. Pracoval v dvojkovej sústave s pohyblivou desatinnou čiarkou. Výstup bol dvojkový alebo dekadický, pomocou dierovaných kariet. Stroj obsahoval 7 000 relé a 400 elektrónok a skladal sa z ústrednej pamäte, radiča a trojnásobnej operačnej jednotky.



Dosahoval operačnú rýchlosť v priemere 10 000 operácii za hodinu, čo je asi 3 operácie až 10 operácii za sekundu. Inštrukcia bola päť adresná. Reléový prístup bol už na začiatku 50. rokov zastaraný a bol zvolený iba preto, že v dobe návrhu počítača SAPO sa v Československu elektrónky vhodného typu nevyrábali a dovoz bol nemožný pre hospodárske embargo. Elektrónky sa v počítači používali iba ako doplnkové pre zosilňovače v klopných obvodoch.

Z hľadiska konfigurácie, rýchlosti a stavebných prvkov patril teda SAPO k strojom nulte generácie počítačov.



Na obrázku je počítač Epos 1 z roku 1965.

V dobe návrhu a konštrukcie SAPO boli v USA a v západnej Európe už v prevádzke elektrónkové počítače a na konci 50. rokov sa začali používať v počítačoch polovodičové súčiastky, medzi ktoré patrili germániové diódy a tranzistory.

Operačná jednotka sa skladala z troch nezávislých častí, pričom každá aritmetická operácia bola počítaná súbežne trikrát nezávislo na sebe. V radiči stroja bolo umiestnené kontrolné zariadenie, ktoré porovnávalo údaje z troch súbežných operácii a vyberalo správny výsledok. V prípade, že sa jeden z výsledkov vplyvom náhodnej poruchy odlišoval od ostatných dvoch, vyhodnotil to počítač ako chybný výsledok a pokračoval ďalej s výsledkom u ďalších dvoch, ktoré boli rovnaké. Možnosť, že by sa líšili všetky tri výsledky bola veľmi nepravdepodobná, ale keby sa to stalo SAPO by vykonal výpočet znovu bez prerušenia celého výpočtu. Počítač bol zaistený proti chybe v ktoromkoľvek systéme stroja. Chyby vzniknuté v jednotlivých miestach počítača sa protokolovali a zaznamenával ich elektrický písací stroj. Zvláštnosťou bola i päť adresová inštrukcia, ktorú SAPO využíval ako jediný na svete. Viacnásobná operačná jednotka a paralelné zapojenie systému sa c vplyvom súčiastkovej základne prejavili na celkovej ploche počítača, ktorý zaberá v starom dome v Prahe na Loretánskom námestí č. 3 niekoľko miestností.

Pri realizácii počítača SAPO narážal doc. Antonín Svoboda so svojím tímom: V. Černý, Z. Pokorný, J. Oblonský, Z. Korvas a ďalší na problémy v oblasti súčiastkovej základne. Podľa pôvodných predpokladov mal byť počítač hotový koncom roka 1955. Národný podnik Aritma, ktorý mal na starosti dodávku potrebných relátok, nedokázal ich výrobu zaistiť včas a vývoj SAPO sa tak dostal do výrazného sklzu.

Konstruktívne práce na počítači spomaľovalo i nedostatočné vybavenie Ústavu matematických strojov a vhodnými dielňami, finančnými prostriedkami a počtom pracovníkov. Na doc. Svobodu a jeho kolegov bol neoprávnené vyvíjaný tlak zo strany ČSAV i priamo z vlády na ukončenie počítača. Pochybnosti o zmyslu a výkonnosti projektu SAPO, ktoré vyskytli vo vedení ČSAV, obhajoval doc. Svoboda slovami: **Hospodárska účinnosť SAPO sa nedá vyčíslit', pretože doposiaľ nepracuje.** Je to prvý stroj i myšlienka ako dlho potrvajú skúšky: už chodia i záujemci o SAPO a chceli by ho mať pre seba. SAPO bude možno využívaný na budúci rok. Uvážte, že Dr. Černý kreslil schéma celých 14 mesiacov a pritom v ústave i spal. Som presvedčený, že tento stroj je dobrý a žiadam o dôveru.



Na obrázku je vidieť počítač Epos 1 a jeho ovládací panel s obsluhou.

Celkovo tu ide o to, že ak tu vznikne škola matematických strojov, bude tu dosť schopných mladých ľudí, ktorí budú schopní navrhovať nové matematické stroje. Znova prosím o rok dôvery.

V roku 1957 apeloval na ČSAV Františkovi Šormovi a potom priamo predsedovi vlády Viliamovi Širokému so slovami: Československo musí dohnať i v tomto úseku svetový vývoj. Dnešný stav je neuspokojivý. Pritom možnosti rýchleho rozvinutia výroby samočinných počítačov za pomoci Ústavu matematických strojov, vedeného doc. A. Svobodom, nebolo doposiaľ dostatočne využité.

Dokončenie veľkého samočinného počítača SAPO je už oneskorené o dva roky a stále sa oneskoruje. A preto súdim, že by bolo účelné, aby ste venovali súčasnému stavu prác na samočinnom počítači a vývoju stredného samočinného počítača zvýšenú pozornosť, tak aby bolo možné dokončiť SAPO do konca roku 1957 a zhotovenie prototypu do konca roka 1958. V marci 1957 vystúpil doc. Svoboda a Ing. Černý v Čs., televízii v programe o televíznej technike, kde predviedli širokej verejnosti počítač SAPO.

SAPO bol úspešne oživený v Ústave matematických strojov na Loretánskom námestí v septembri 1957 a v tomto roku poskytol i prvé výpočty. Vo februári 1958 bol dodaný kompletne do prevádzky. Počítač pracoval s občasnými poruchami a výpadkami pri vedeckotechnických výpočtoch celé dva roky. Vo februári 1960 však došlo pod vplyvom oleja na mazanie relátok k požiaru od iskrenia relátok. Požiar síce poškodil iba 2 % z celkového zariadenia, ale vzhľadom na zastaralé súčiastky základnej logickej jednotky, ktorými boli relé, nebolo jeho opravenie potrebné. V roku 1962 bol SAPO rozobraný a niektoré zariadenia boli rozdane školám pre výuku študentov alebo do Národného technického múzea v Prahe. Zostávajúce časti boli v tomto roku zlikvidované. Niekoľko patentov a myšlienok z neho bolo použitých v reléovom kalkulačnom dierovači T 520, ktorý vyrábala Aritma Vokovice.

Počítač SAPO prispel viac ako k riešeniu vedeckých výpočtov k získaniu cenných skúseností zo stavby matematického stroja v Československu. Prínosom bola i výchova prvej generácie mladých odborníkov, ktorí svoje vedomosti bohato využili v navrhovaní nových počítačov v nasledujúcich rokoch.

V rokoch 1958 až 1963 bolo hlavnou úlohou VÚMS vývoj elektrónkového počítača EPOS 1.



Na obrázku je ovládací panel EPOS 1

V Československu si vládne orgány začali uvedomovať dôležitosť výpočtovej techniky pre rozvoj národného hospodárstva a prijala niekoľko opatrení, ktoré boli z oblasti vývoja výpočtovej techniky so roku 1965. Pri realizácii sa však nepostupovalo tak rýchlo ako sa očakávalo, pre zlyhanie niektorých zodpovedných pracovníkov. Druhé zasadnutie vlády bolo 13. novembra 1961 na zaistenie devízových prostriedkov na nákup meracej techniky a páskových magnetických pamätí pre funkčnosť počítača Epos 1.



Na obrázku je vidieť Epos 2.

V roku 1963 bola väčšina zo 16. bodov programu splnená, ale boli to body skôr okrajové a kľúčové úlohy zostali nedoriešené. Následkom embarga sa nepodarilo dovieť magnetické páskové pamäte, nedostatkom odborníkov a nevyriešené výrobné základne vo VHJ ZJŠ Brno. V administratíve bola doménou diernoštitková technika. Na začiatku 60. rokov sa začali dovážať do Československa prvé samočinné počítače zo zahraničia. Bol to nekoordinovaný dovoz, prevažne to boli počítače malého výkonu, ktoré svojím počtom ani výpočtovou kapacitou nestačili potrebám národného hospodárstva.

V polovine roka 1963 bolo v ČSSR v prevádzke iba 23 malých elektrónkových samočinných počítačov zahraničnej výroby, z ktorých najrýchlejší dosahoval 5 000 operácií za sekundu, pričom takéto výkony dosahovali vo vyspelých štátoch už v roku 1956.

Pozornosť bola zameraná na dokončenie stredných počítačov EPOS 1 a EPOS 2 vyvíjané vo VÚMS, ktorých vývoj a výroba bola veľmi oneskorená. V roku 1964 si vládne miesta uvedomili, že čs., elektrotechnický priemysel nedokáže vytvoriť kvalitné podmienky pre vývoj a výrobu domácej výpočtovej techniky a bude potrebné počítače dovieť zo zahraničia.

V roku 1958 bol navrhnutý elektronický počítač EPOS 1 (Elektronický Počítací Stroj)

strednej kategórie. Hlavným autorom koncepcie počítača bol doc. Svoboda, J. Oblovský, V. Chlouba, M. Valach, Z. Korvas, V Bubeník, J. Sedlák, E. Kindler, J. Jůza a J. Imlauf. EPOS 2 mal byť vyrobený už z tranzistorov.

EPOS 1 bol jednoadresový univerzálny samočinný počítač určený ku spracovaniu hromadných dát, pre vedecko technické výpočty a automatické riadenie výrobných procesov. Z toho dôvodu bolo pri jeho návrhu dôležité maximálne využitie strojového času, čo bol v tej dobe neobvyklý a pokrokový požiadavok. Bol to počítač viacprogramový, lebo jeho vonkajšie zdieľanie času umožňovalo riešiť až päť navzájom nezávislých programov. Tejto prednosti, ale nedokázali užívatelia v tej dobe využiť. Sled počítania na jednotlivých programoch zabezpečoval strojový organizátor. Toto rozdelenie operačnej jednotky do niekoľkých paralelne pracujúcich častí, možno považovať za priekopnícke riešenie. Počítač obsahoval: základnú jednotku s ovládacím stolom, aritmetickú jednotku, feritovú rýchlu pamäť, bubnovú pamäť, spínač dierovaných kariet Aritma a riadkovú tlačiareň Aritma.

Základná jednotka obsahovala operačnú jednotku, radič, ovládací stôl a organizátor pre zdieľanie času. Spotrebu elektrickej energie mal 8,5 kW.

Feritová pamäť mala kapacitu 1024 slov s 12 desiatkovými radami, prístupovou dobou 10  $\mu$ s a spotrebu elektrickej energie mala 2 kW.

Bubnová pamäť mala kapacitu 1024 slov s 12 desiatkovými radami na jennom bubne.

Magnetická pásková pamäť mala spotrebu 1 kW.

Snímač dierovaných kariet snímal 14 kariet za sekundu pri spotrebe 500 W.

Tlačiareň vytlačila 4 riadky za sekundu pri 120 znakov na riadok pri spotrebe 500 W.

Dierovač kariet dokázal spracovať 28 kariet za sekundu so spotrebou 500 W.

EPOS 1 dosahoval rýchlosť 5 000 až 20 000 operácií za sekundu a obsahoval asi 8 000 elektrónok. Feritová pamäť mala 1024 slov po 65 bitoch a spracovával 12 miestne čísla. Stroj bol vybavený úplnou českou a slovenskou klávesnicou.

V roku 1963 boli rozpracované iba tri prototypy. V dňoch 13. 2. 1965 prebehli skúšky pod vedením SKVT a za prítomnosti sovietskych expertov. Stroj bol vysoko hodnotený pre jeho logickú štruktúru, ale i tak sa EPOS 1 nedokázal presadiť do sériovej výroby, lebo elektrónkové elementy použité v počítači boli už v polovici 60. rokov zastaralé.

Prvým samočinným počítačom dovezeným do Československa, bol malý elektrónkový počítač sovietskej výroby URAL 1 vyvinutý kolektívom B. I. Ramajeva už v roku 1954 a od roku 1957 sa vyrábal už sériovo. Tento jednoadresový počítač určený pre výpočtové stredisko Ústav teórie a informácie ČSAV. Pracoval v dvojkovej sústave s dĺžkou slova 36 – bitov a rýchlosťou 100 operácií za sekundu. Vnútorňa operačná pamäť bola uložená na magnetickom bubne s kapacitou 1024 slov. Stroj obsahoval viac ako 800 elektrónok a 3 000 germániových diód a zaberol 40 m<sup>2</sup>. Vstupné informácie sa zabezpečili pomocou dierkovej pásky so šírkou 36 mm, ktorá bola zlepená do nekonečnej slučky a vložený do vstupnej jednotky. Číslo z pásky snímal fotoelektrický snímač z germániových diód, ktorý podľa polohy otvorov v páske vyslal do vnútornej pamäte príslušné elektrické signály. Páska mohla dosahovať dĺžky až 300 m a niesť až 10 000 čísel alebo inštrukcii. Vlastné programovanie bolo zdĺhavé pomocou strojového kódu. Cena URAL 1 bola vo výške 2 592 000 Kčs za predpokladu, že vydrží pracovať 10 rokov. Prevádzka počítača URAL 1 bola zastavená 30. 4. 1964 a to na základe elektrárne OSP Praha 6, ktorá zahájila rekonštrukciu elektrickej rozvodne. Ďalšie obnovenie prevádzky sa podľa odborníkov javilo ako neekonomické, a tak bol vyradený z prevádzky. Celkovo pracoval 17 500 hodín čistého strojového času na výpočtoch.

Ďalšími dovezenými počítačmi boli ZUSE 11, Minsk 1, NE 803a, SIRIUS, ZUSE 22, Minsk 22, URAL 2, LGP 30, ZRA 1 a GAMMA ET. Boli dovezené do roku 1964, ktoré už obsahovali i polovodičové súčiastky alebo boli zložené iba z polovodičových súčiastok.

### **Doc. Antonín Svoboda (1907 – 1980)**

Narodil sa v Prahe do rodiny profesora na priemyselnej škole a v roku 1931 absolvoval strojnú a elektrotechnickú školu ČVUT (Českého vysokého učení technického), na ktorej dosiahol titul inžiniera.



Na obrázku je doc. Svoboda so svojimi študentmi.

Potom pokračoval v štúdiu na Prírodovedeckej fakulte Karlovej univerzity, kde sa venoval teoretickej a experimentálnej fyzike. Počas štúdia bol i odborným asistentom u profesora Františka Rábla v prvom Ústave matematiky ČVUT. V roku 1936 úspešne obhájil svoju dizertačnú prácu na tému **O použití tenzorového počtu v distribúcii elektrickej energie** a tak získal doktorát z technických vied.

V roku 1936 nastúpil na vojenskú službu a behom nej bol pozvaný pri riešení projektu zameriavača pre riadenie protiletectkej obrany. Na vývoji zameriavača spolupracoval s Dr. Vladimírom Vandem (1911 – 1968) a v roku 1938 im bol udelený patent. Jednalo sa o akýsi analógový počítač pre účely protiletectkého zamerania. V roku 1938 sa vrátil naspäť ako vedecký pracovník na ČVUT. Za okupácie v roku 1939 bol pod zámienkou študijnej cesty vyslaný do Francie, kam mu boli diplomatickou cestou doručené plány protiletectkého zameriavača. V Paríži sa stal konzultantom na ministerstve vojny i s Vladimírom Vandem, ktorý tiež emigroval. Spoločne tu dokončili návrh protiletectkého zameriavača. Po okupácii Francie v roku 1940 sa podarilo Svobodovi i so svojou rodinou za dramatických okolností dostať do USA. Behom jeho úteku boli zničené plány zameriavača.

V USA pokračoval vo vývoji protiletacieho zariadenia v spoločnosti ABAX v New Yorku, kde sa stal vedúcim inžinierom.



Na obrázku je doc. Svoboda v pravo s Ing. J. Oblovský a Ing. Z. Korvas.

Jeho zariadenie sa však nevyrábalo a tak prestúpil do Radiation Laboratory pod vedením Norbeta Wienera. Tu napísal knihu o výpočtoch pákových zariadení v roku 1946. V MIT vypracoval úspešný návrh jedného z podsystémov zameriavača v systéme MARK 56, čo bol prvý systém, ktorý požíval radar. Za tento návrh získal v roku 1948 od americkej vlády vysoké ocenenie za vývoj námorných zbraní.

V roku 1946 sa rozhodol opustiť vývojové centrum v MIT a vrátil sa do Československa. Neúspešne sa snažil presadiť svoju knihu o pákových mechanizmoch a nepodarilo sa mu cez odpor lepšie politicky angažovaných kolegov získať ani miesto vedúceho katedry matematiky na ČVUT.

Po mnohých prietahoch nakoniec titul docenta získal v roku 1948 a ešte v tom roku zaviedol na katedre teoretickú a experimentálnu elektrotechniku s dvojmesačným prednáškovým cyklom **Stroje na spracovanie informácií**.

V roku 1947 podnikol študijnú cestu po významných centrách počítačového výskumu v Európe a v USA. Stretol sa s Alanom Turingom, Maurice V. Wilkesom v Cambridge, Hermanom H. Goldstine a Howardom Aikenom, s ktorým spolupracoval ešte v MIT. Navštívil projekt EDVAC na Moore School v Pensylvánii. Skúsenosti použil na stavbu prvých československých počítačov. V rokoch 1949 až 1950 naviazal na spoluprácu s pražskou pobočkou Zbrojovky Brno (terajšia Aritma – Praha – Vokovice), ktorá vyrábala súpravy strojov na dierkovanie kariet. V nej založil malé laboratórium, kde začal s vývojom funkčných modelov relových stolných kalkulačiek i zložitejších matematických strojov. Toto laboratórium sa stalo základom neskoršieho výskumu a vývojového centra národného podniku Aritma. Projekt dierkovača pre kalkulačky T – 50, ktorý sa neskoršie v Aritme sériovo vyrábala, dostal v roku 1953 štátnu cenu.

V roku 1950 prijal miesto v Ústrednom ústave matematickom (ÚÚM), kde mu jeho

riaditeľ prof. Eduard Čech umožnil založiť samostatné oddelenie matematických strojov. Toto oddelenie pracovalo spočiatku s minimálnym nasadením a v provizórnych podmienkach. V roku 1952 bol pridelený do novozaloženého Československého ústavu akadémie vied, ČSAV. V jeho rámci bola v roku 1952 oficiálne vyčlenené Laboratórium matematických strojov, z ktorej vznikol v roku 1955 Ústav matematických strojov (ÚMS) na čele s doc. Svobodou.

Na začiatku 50. rokov začal na svojom oddelení ČSAV spolu s kolektívom pracovníkov rozpracovávať projekt reléového samočinného počítača označeného SAPO (Samočinný Počítač). Ten bol spustený po mnohých problémoch, ktoré vznikli z nedostatku súčiastok až v roku 1957. Ešte pred dokončením SAPO sa začal ďalší projekt EPOS 1 už elektrónkového počítača a v pláne bol EPOS 2 na tranzistorovej platforme (Elektronický POčítací Stroj).

Zhoršujúce sa podmienky pre vedeckú prácu na VÚMS donútili Svobodu k emigrácii v roku 1964, keď opustil Československo i s rodinou do USA, kde začal pracovať od roku 1966 vo výskumnom stredisku General Electric v Phoenix v Arizone. O niekoľko mesiacov nastúpil na univerzitu California v Los Angeles (UCLA), kde bol v roku 1968 vymenovaný za profesora. V rovnakom roku sa stal čestným členom Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).

V 70. rokoch sa venoval práci na univerzite, kde sa zaoberal základným metodickým otázkam logického návrhu počítača a vyvinul niekoľko originálnych algoritmov pre aritmetické operácie. Behom prednáškového cyklu v Paríži v roku 1975 na krátko navštívil Prahu. Po svojom odchode do dôchodku v roku 1977 sa presťahoval s rodinou do Oregonu. Prof. Antonín Svoboda zomrel 18. 5. 1980 v Portlandu v štáte Oregon. Vedecká a pedagogická práca, ktorú vykonal pre československý počítačový priemysel bola ocenená až po jeho smrti.

V Ústave technickej fyziky ČSAV bolo potrebné vykonať množstvo rozsiahlych výpočtov, ktoré priam tlačili vývoj výpočtovej techniky. Medzi hlavných iniciátorov zavádzania výpočtovej techniky na tomto pracovisku bol **RNDr. Allan Linek** (1925 – 1984), ktorý do ústavu nastúpil v roku 1949 a zaoberal sa numerickým náročným riešením kryštálových štruktúr. Spočiatku pre svoje výpočty používal primitívne prostriedky. V snahe zlepšiť neuspokojivý stav výpočtových prostriedkov, naviazal na začiatku 50. rokov osobný styk s doc. Antonínom Svobodom a ďalšími pracovníkmi Laboratória matematických strojov. Výsledkom boli dva návrhy jednoúčelových strojov podľa Línkových koncepcií. Každý z nich mal slúžiť k určitej špeciálnej časti kryštalografických výpočtov. Tieto počítače dostali označenie **M1** a **M2** a jednalo sa o diernoštítkové reléové stroje, vybavené jednoduchou dvojkovou páskovou tlačiarňou. Ich výroba mala byť realizovaná na zákazku n. p. Aritma. Potom navrhol jednoúčelový stroj pre výpočet štruktúrnych faktorov pod názvom ELIŠKA.

ELIŠKA bola prvým samočinným počítačom v Československu. Tento počítač bol postavený z materiálu ukoristeného po nemeckej armáde na konci roka 1952, teda takmer päť rokov pred SAPO. Výpočtová kapacita ELIŠKY bola využívaná až do začiatku 60. rokov. Dnes sa nachádza v Národnom technickom múzeu v Prahe. V roku 1954 uviedol do chodu vlastnými silami ústav ďalší stroj, ktorý navrhol Linek spolu s Ing. Ctíradom Novákom, ktorému dali meno Super ELIŠKA. Tento matematický prístroj bol určený na výpočet máp elektrónových hustôt a bola mu udelená cena ČSAV. Super ELIŠKA slúžila do roku 1957 a po krátkej dobe i v Bratislave a potom sa stala exponátom v Národnom technickom múzeu v Prahe.

V roku 1954 dodal n. p. Aritma dva diernoštítkové reléové stroje M1 a M2 a na ich konštrukčnom riešení sa podieľal i Václav Černý a Ján Oblonský z Laboratória



matematických strojov. Počítač M1 navrhovaný pôvodne v rokoch 1950 až 1951 musel byť prerobený, aby mohol byť použitý na výpočet elektrónových hustôt. Stroj M1 mal v sebe 1100 kusov relé, pracoval v binárnom kóde a približne 40 operácii za sekundu. Stroj M2 vyrobený s oneskorením nebol takmer použitý, lebo výpočtové funkcie sa vykonávali na Super ELIŠKE.

Na konci 50. rokov bolo jasné, že ELIŠKA svojím výkonom nebude stačiť potrebám ústavu a tak sa pripravovala stavba nového stroja ELIŠKA II. Tento počítač mal mať možnosť zapísať vstupné údaje na papierovú kartu, ale k jeho realizácii nedošlo, lebo v júni 1959 bol nainštalovaný sovietsky elektrónkový počítač URAL 1. Vzniklo výpočtové stredisko a tak sa skončilo obdobie stavania vlastných počítačov Ústavu technickej fyziky. Kolektív Allana Línska si rýchlo osvojil pracovné postupy na sovietskych počítačoch a ten tak definitívne nahradil ELIŠKU.

V novembri 1963 sa podarilo z veľtrhu v Brne získať elektrónkový počítač Z – 22 / R, ktorý bol výrobkom západonemeckej firmy ZUSE KG. Tento počítač bol v ústave prezývaný Zuzana.

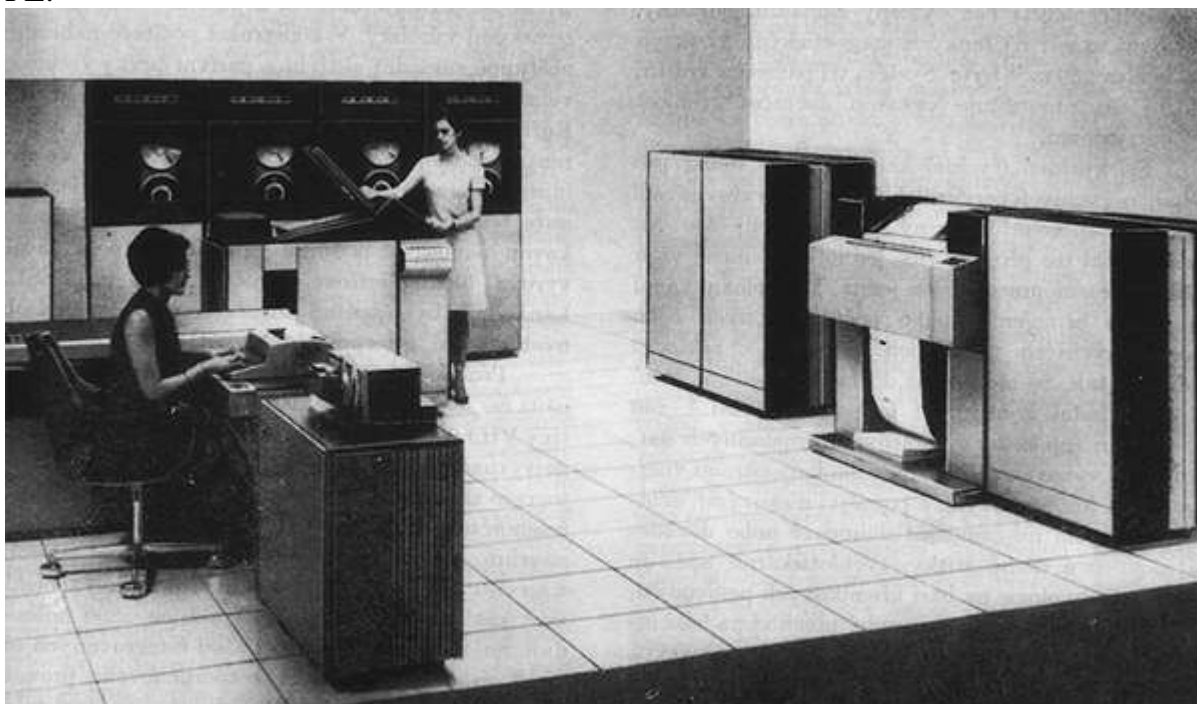


Na obrázku je Z – 23 z roku 1961.

Tento počítač disponoval rýchlu magnetickú bubnovú pamäť s kapacitou 8192 slov po 38 – bitov a feritovú pamäť na 32 slov. Z – 22 prevádzal asi 30 aritmetických operácii s pevnou desatinnou čiarkou za sekundu. Programoval sa v strojovom kóde a vstupným zariadením bol snímač z papierovej päťstopovej d'alekopisnej pásky a na výstupe bol dierovacie zariadenie na pásky.

Ďalším významným medzníkom v rozvoji výpočtovej techniky v rámci fyzikálnych ústavov Akadémie bol v roku 1971 dodanie počítača Tesla 200 do ústavu fyziky pevných látok ČSAV (ÚFPL). Počítač Tesla 200 bol vyrábaný od roku 1969 VHJ Tesla podľa francúzskej licencie Bull – General Electric GAMMA 140/145 s operačnou pamäťou 64 kB, päť magnetických páskových jednotiek a bol schopný čítať i dierované karty i dierovanú pásku. Vhodné programové vybavenie počítača pre fyzikálne výpočty boli ale minimálne a preto museli pracovníci výpočtového strediska Akadémie spolu s pracovníkmi Tesla Pardubice zahájiť vývoj potrebného software. Vytvorili kompilátor pre jazyk ALGOL 68.

V nasledujúcich desiatich rokoch sa stal efektívnym pomocníkom vo vedeckých prácach v UFPL.



Na obrázku je počítač Tesla 200 z roku 1971.

Národný podnik Aritma Praha sa spojil v roku 1940 s firmou Powers GmbH, ktorá v Prahe Vršovice založila dielňu na montáž 45 stĺpcových dierovačov. Určitú dobu bol pobočkou nemeckého koncernu Rheinmettal. V roku 1945 až 1950 prešiel rôznymi zmenami a v roku 1950 sa stal národným podnikom.

Na začiatku vyrábala súpravy diernoštítkových strojov, kedy bola vyvinutá a osvojená súprava na spracovanie 90 stĺpcovej karty, ktorú tvoril dierkovač typu 140, triedič typ 200, súčtový dierkovač typ 400 a tabelátor typ 300. U tejto súpravy došlo na základe požiadavku domácich a zahraničných odberateľov v roku 1953 k rozšíreniu o reléový kalkulačný dierkovač typu 500 a v roku 1957 o skúšač typu 600, opakovačka typu 710 a kalkulačný dierkovač typu 520.

Dôležitou etapou v Aritme na začiatku 60. rokov bolo úspešné dokončenie vývoja a zavedenie do výroby ucelené abecedno – číslicové 90 stĺpcové diernoštítkové súpravy s tabulátorom typu 310, dierovač typu 150, skúšač typ 610, triedič typ 220, základný reproduktor (obnovovateľ) typ 720 a základný popisovač typ 700. Poruchovosť sa vyskytovala u tabelátora typ 320 a triediča typ 220, ktorú spôsobili nekvalitné elektrotechnické súčiastky. Celkovo sa ich vyrobilo 2250 kusov týchto súprav z toho tretina šla na vývoz.

Éra diernoštítkových súprav vyvrcholila výrobou malého diernoštítkového počítača DP 100, vyvinutého v roku 1962 so spoluprácou VÚMS. Počítač DP 100 mal za cieľ modernizovať klasické diernoštítkové súpravy a nahradiť ich. Pre svoju relatívne nízku cenu 2,5 milióna Kčs sa stal DP 100 atraktívny pre viacero užívateľov a po zavedení do sériovej výroby v roku 1967 bolo vyrobené v priebehu desaťročia takmer 200 kusov a to i do Poľska, NDR a Juhoslávie.

Na prelome 60. a 70. rokov sa n. p. Aritma Praha zapojil do programu **JSEP** a v tomto programe sa orientoval na vývoj diernoštítkových zariadení na báze 80 stĺpcových kariet.



Na obrázku je počítač EC 1021 v rámci projektu JSEP.

Postupne boli vyrábané dierkovače kariet EC 9015, preskúšače EC 9018, popisovač EC 9014, triedič EC 9041, snímač kariet EC 6016 a EC 6112 a výstupný dierkovač EC 7014 a EC 7013. Od roku 1965 bola n. p. Aritma Praha súčasťou VHJ Závody Jana Švermu Brno a to trvalo až do roku 1989.

Pri prechode k druhej generácii počítačov zohral významnú úlohu taktiež tranzistorový počítač MSP ( Malý Samočinný Počítač). Problém malých samočinných počítačov sa do roku 1959 nejavil ako prvoradý, až v roku 1960 začal naberať na vážnosti. Uvažovalo sa najskôr so zavedením počítačov E1b (reléové) a MNP ( ferodiódový), ktoré mali byť určené pre vedecké účely. Toto riešenie sa javilo ako zastaralé, a tak sa navrhol malý tranzistorový počítač **MSP**, ktorý sa vyvíjal súbežne so stredným tranzistorovým počítačom EPOS 2.

Malý samočinný počítač MSP bol stavebnicového typu a mal poskytovať riešenie pre vedeckotechnické výpočty a matematicko – ekonomické úlohy. Bol zhotovený z tranzistorov a pracoval v dvojkovej sústave s pevnou desatinnou čiarkou. Operačná rýchlosť sa pohybovala od 2 000 do 8 000 operácií za sekundu. Stroj mal feritovú pamäť s kapacitou 10 000 slov. Bolo možné k nemu pripojiť až 10 vstupných a 10 výstupných zariadení.

Podľa plánu mal vývoj trvať od prvého polroka 1960 do prvého polroka 1962 a výroba prvých kusov by sa mal začať v prvej polovici roka 1963. Všetko sa však zdržalo a počítač bol dokončený v roku 1965 pod označením MSP 2 a bol vystavený i na veľtrhu v Brne. Počítač mal lepšie parametre ako dovážané NE 803, ZUSE 23 a Minsk 22 a umožňoval riešiť širší rozsah úloh. Výroba sa rozbehla v roku 1966 v Závodoch priemyselnej automatizácie v Čakoviciach. MSP 2 sa stal prvým sériovo vyrábaným samočinným počítačom v Československu.

Počas rokov 1967 a 1968 bolo domácim podnikom a akademickým pracoviskám dodané jedenásť týchto počítačov a niektoré zostali v prevádzke do poloviny 70. rokov.

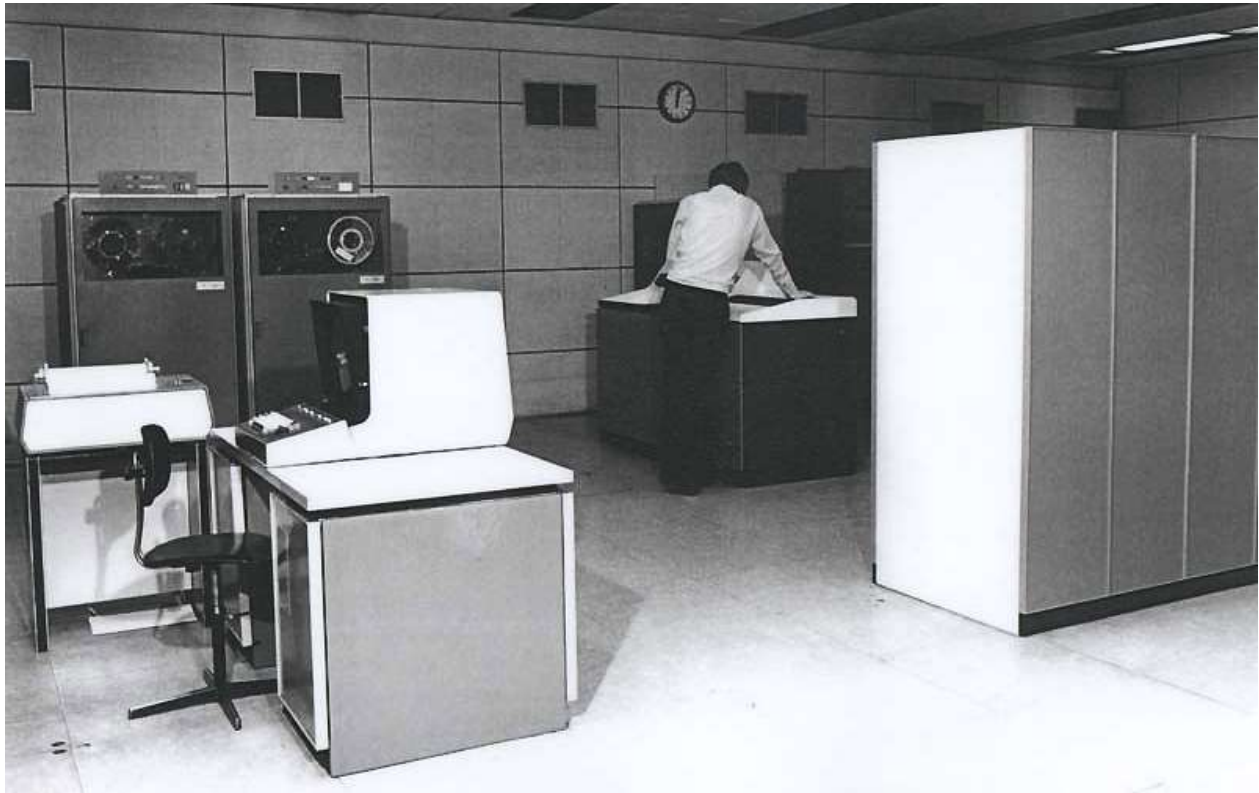


Na obrázku je malý samočinný počítač MSP 2 z roku 1967.

V rokoch 1968 až 1989 bolo Československo zapojené do medzinárodného programu JSEP. Úlohou bolo vyvinúť a vyrobiť počítač EC 1025, univerzálny počítač, výkonom do strednej veľkosti s možnosťou pridať ďalšie zariadenia. Po niekoľkoročnom vývoji a usilovnej práci bol dokončený v roku 1978 a k nemu bol vyvinutý i diskový operačný systém DOS 3/EC, určeného pre malé a stredné počítače rady JSEP. Medzinárodné skúšky prebehli od 28. 11. do 7. 12. 1978 a ukázali, že počítač je vybavený k práci s virtuálnou pamäťou do 16 MB. Modulová štruktúra procesora sa skladala zo šiestich nezávislých procesorov a blokov operačnej pamäte, modernou koncepciou pultu operátora s obrazovým displejom. Jeho operačný výkon bol 33 200 operácií za sekundu. Na počítači boli skúšané jazyky: Assembler, Fortran IV, COBOL, PL/I, Pascal a RPG II.

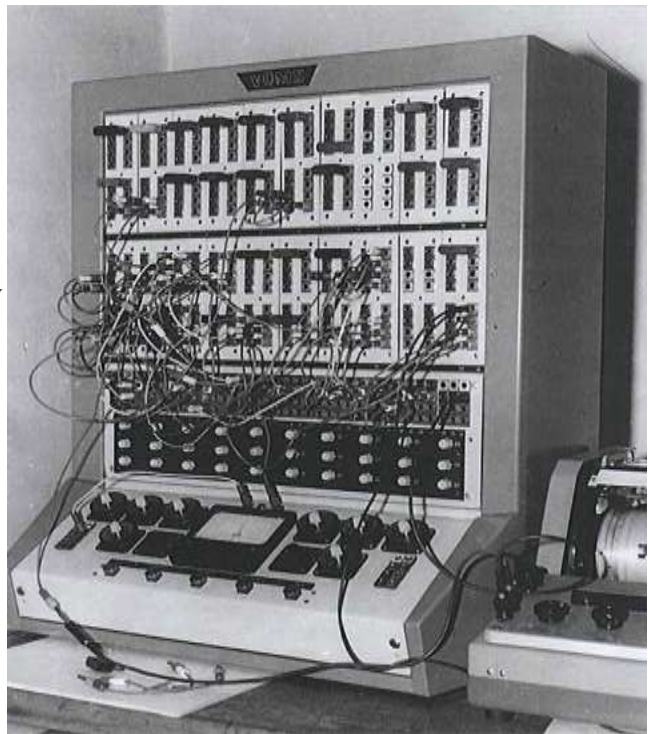
Počítač EC 1025 obsahoval: procesor EC 2025 s operačnou pamäťou 256 kB, obrazový displej EC 0101, bodovú sériovú tlačiarňou EC 7934, dva pružné disky EC 5074 s kapacitou 100 MB, magnetickú páskovú pamäť EC 5004 s prístupom 120kB za sekundu v počte štyroch kusov, snímač a radič dierkovaných kariet EC 6016 s rýchlosťou triedenia 1000 kariet za minútu, dierovač a radič kariet EC 7014 s rýchlosťou 120 znakov za sekundu, riadkovú tlačiareň s radičom EC 7034 s rýchlosťou 1000 riadkov za minútu.

Komisia konštatovala, že počítač EC 1025 s operačným systémom DOS 3/EC tvoria dobrý vyvážený celok.



Na obrázku je počítač EC 1025 z roku 1978.

V Československu sa začal vývoj analógovej výpočtovej techniky v rokoch 1951 až 1953, kedy boli zahájené prípravné práce na návrhu a konštrukciu špeciálnych analógových zariadení. Prvý špeciálny jednouúčelový elektrónkový analógový počítač s presným počítačovým potenciometrom bol dokončený vo Vojenskom technickom ústave pod označením EUZ I. V polovine 50. rokov sa jeho vývoj presunul do výskumného ústavu telekomunikácii v Prahe (VÚT), kde bol na jeho základe vyvinutý v roku 1956 prvý malý elektronický diferenciálny analyzátor MEDA, ktorý je vidieť aj na obrázku. Ďalší vývoj tohto zariadenia prevzal Výskumný ústav matematických strojov. Sériová výroba MEDA sa rozbehla v roku 1958 v n. p. Tesla Vysočany. Tento elektrónkový univerzálny počítač prvej generácie sa vyrábala až do roku 1965 v typoch MEDA 40T, MEDA TS, MEDA 60T a MEDA 80T, ktoré už boli tranzistorové.



Vývoj počítača AP 4 a veľkých analógových zariadení AP 3 a ANALOGON boli ukončené v roku 1960. So sériovou výrobou malého analógového počítača AP 4 sa začalo v roku 1961 v podniku Tesla

Pardubice (závod Opočinek) a o rok stredný analógový počítač AP 3M, ktorý bol dlhú dobu najväčším analógovým počítačom vyrobeným v Československu. Veľký analógový počítač ANALOGON z VÚMS bol zhotovený v roku 1961 iba v prototypovom prevedení a do výroby ho nezaradili i napriek parametrom zodpovedajúcim špičkovým zahraničným výrobkom. Vývoj vo VÚMS bol zavŕšený tranzistorovým počítačom TL 29 pre cvičnú kabínu lietadla L29.

Tesla Pardubice vyrábala aj školský analógový počítač APŠ, ktorý stál približne 75 000 Kčs a do roku 1975 sa ich vyrobilo asi 350 kusov. Na náročnejšiu výuku na vysokých školách sa používal MEDAT v cene 150 000 Kčs.

### Referencie:

- 1) Thomas Johann Seebeck [https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_Johann\\_Seebeck](https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Johann_Seebeck)
- 2) Karl Ferdinand Braun [https://en.wikipedia.org/wiki/Karl\\_Ferdinand\\_Braun](https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Ferdinand_Braun)
- 3) Max Karl Ernst Ludwig Planck [https://en.wikipedia.org/wiki/Max\\_Planck](https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Planck)
- 4) Hrotové diódy <https://en.wikipedia.org/wiki/Diode>
- 5) Walter Houser Brattain [https://en.wikipedia.org/wiki/Walter\\_Houser\\_Brattain](https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Houser_Brattain)
- 6) John Bardeen [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Bardeen](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Bardeen)
- 7) William Bradford Shockley [https://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Shockley](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Shockley)
- 8) Grown-junction transistor [https://en.wikipedia.org/wiki/Grown-junction\\_transistor](https://en.wikipedia.org/wiki/Grown-junction_transistor)
- 9) Alloy-transistor [https://en.wikipedia.org/wiki/Alloy-junction\\_transistor](https://en.wikipedia.org/wiki/Alloy-junction_transistor)
- 10) Kremíkové tranzistory <https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor>
- 11) Morgan Sparks [https://en.wikipedia.org/wiki/Morgan\\_Sparks](https://en.wikipedia.org/wiki/Morgan_Sparks)
- 12) Gordon Kidd Teal [https://en.wikipedia.org/wiki/Gordon\\_Kidd\\_Teal](https://en.wikipedia.org/wiki/Gordon_Kidd_Teal)
- 13) Harwell CADET [https://wikivisualy.com/wiki/Harwell\\_CADET](https://wikivisualy.com/wiki/Harwell_CADET)
- 14) IBM 608 <https://www.Columbia.edu/computinghistory/608.html>
- 15) TX-0 <https://en.wikipedia.org/wiki/TX-0>
- 16) Mailüfterl <https://de.wikipedia.org/wiki/Mailüfterl>
- 17) Heinz Zemanek [https://en.wikipedia.org/wiki/Heinz\\_Zemanek](https://en.wikipedia.org/wiki/Heinz_Zemanek)
- 18) Metrovick 950 [https://en.wikipedia.org/wiki/Metrovick\\_950](https://en.wikipedia.org/wiki/Metrovick_950)
- 19) Richard Lawrence Grimsdale [https://en.wikipedia.org/wiki/Richard\\_Grimsdale](https://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Grimsdale)
- 20) NCR 304 [https://thocp.net/hardware/ncr\\_304.html](https://thocp.net/hardware/ncr_304.html)
- 21) Electrologica X1 [https://en.wikipedia.org/wiki/Electrologica\\_X1](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrologica_X1)
- 22) Olivetti Elea 9003 [https://it.wikipedia.org/wiki/Olivetti\\_Elea\\_9003](https://it.wikipedia.org/wiki/Olivetti_Elea_9003)
- 23) MOBIDIC <https://en.wikipedia.org/wiki/MOBIDIC>
- 24) IBM 7090 [https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_7090](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_7090)
- 25) IBM 1401 <https://computerhistory.org/blog/about-the-computer-history-museum-ibm-1401>
- 26) EMIDEC 1100 [https://en.wikipedia.org/wiki/EMIDEC\\_1100](https://en.wikipedia.org/wiki/EMIDEC_1100)
- 27) PDP-1 <https://en.wikipedia.org/wiki/PDP-1>
- 28) Steve Russell [https://en.wikipedia.org/wiki/Steve\\_Russell\\_\(computer\\_scientist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Russell_(computer_scientist))
- 29) Gordon Bell [https://en.wikipedia.org/wiki/Gordon\\_Bell](https://en.wikipedia.org/wiki/Gordon_Bell)
- 30) Harlan Anderson [https://en.wikipedia.org/wiki/Harlan\\_Anderson](https://en.wikipedia.org/wiki/Harlan_Anderson)
- 31) E. D. Fredkin [https://en.wikipedia.org/wiki/Edward\\_Fredkin](https://en.wikipedia.org/wiki/Edward_Fredkin)
- 32) Ben Gurley [https://en.wikipedia.org/wiki/Ben\\_Gurley](https://en.wikipedia.org/wiki/Ben_Gurley)
- 33) Alan Kotok [https://en.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Kotok](https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Kotok)
- 34) Ken Olson [https://en.wikipedia.org/wiki/Ken\\_Olson](https://en.wikipedia.org/wiki/Ken_Olson)

- 35) Peter Samson [https://en.wikipedia.org/wiki/Peter\\_Samson](https://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Samson)
- 36) Honeywell [https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell\\_316](https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell_316)
- 37) CDC 1604 [https://en.wikipedia.org/wiki/CDC\\_1604](https://en.wikipedia.org/wiki/CDC_1604)
- 38) Datsaab D2 [https://en.wikipedia.org/wiki/Datsaab\\_D2](https://en.wikipedia.org/wiki/Datsaab_D2)
- 39) Elliott 803 [https://en.wikipedia.org/wiki/Elliott\\_803](https://en.wikipedia.org/wiki/Elliott_803)
- 40) IBM 7070 [https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_7070](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_7070)
- 41) Siemens 2002 [https://de.wikipedia.org/wiki/Siemens\\_2002](https://de.wikipedia.org/wiki/Siemens_2002)
- 42) MANIAC III [https://de.wikipedia.org/wiki/MANIAC\\_III](https://de.wikipedia.org/wiki/MANIAC_III)
- 43) Nicholas Constantine Metropolis [https://de.wikipedia.org/wiki/Nicholas\\_Metropolis](https://de.wikipedia.org/wiki/Nicholas_Metropolis)
- 44) Bendix G-20 [https://de.wikipedia.org/wiki/Bendix\\_G-20](https://de.wikipedia.org/wiki/Bendix_G-20)
- 45) NEC NEAC-2205 <https://museum.ipsj.or.jp/EarlyComputers>
- 46) Fujitsu FACOM 222 <https://museum.ipsj.or.jp/en/computer/down/0043.html>
- 47) IBM 7030 Stretch [https://gunkies.org/wiki/IBM\\_7030\\_Stretch](https://gunkies.org/wiki/IBM_7030_Stretch)
- 48) Z23 [https://en.wikipedia.org/wiki/Z23\\_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Z23_(computer))
- 49) Atlas [https://en.wikipedia.org/wiki/Atlas\\_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Atlas_(computer))
- 50) ICT 1301 [https://en.wikipedia.org/wiki/ICT\\_1301](https://en.wikipedia.org/wiki/ICT_1301)
- 51) ILLIAC II [https://en.wikipedia.org/wiki/ILLIAC\\_II](https://en.wikipedia.org/wiki/ILLIAC_II)
- 52) UNIVAC 1107 [https://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC\\_1107](https://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_1107)
- 53) D-17B <https://en.wikipedia.org/wiki/D-17B>
- 54) GE-200 <https://en.wikipedia.org/wiki/GE-200>
- 55) UNIVAC 418 [https://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC\\_418](https://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_418)
- 56) PDP-6 <https://en.wikipedia.org/wiki/PDP-6>
- 57) IBM 7094 [https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_7094](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_7094)
- 58) GE-400 [https://en.wikipedia.org/wiki/GE-400\\_series](https://en.wikipedia.org/wiki/GE-400_series)
- 59) Electric KDF9 [https://wikivisually.com/wiki/English\\_Electric\\_KDF9](https://wikivisually.com/wiki/English_Electric_KDF9)
- 60) SDS 930 [https://en.wikipedia.org/wiki/SDS\\_930](https://en.wikipedia.org/wiki/SDS_930)
- 61) CDC 6600 super computer [https://en.wikipedia.org/wiki/CDC\\_6600](https://en.wikipedia.org/wiki/CDC_6600)
- 62) Seymour Roger Cray <https://www.cray.com/company/history/seymour-cray>
- 63) Ural-11 [https://www.computer-museum.ru/english/ural\\_11.php](https://www.computer-museum.ru/english/ural_11.php)
- 64) GR-600 [https://en.wikipedia.org/wiki/GE-600\\_series](https://en.wikipedia.org/wiki/GE-600_series)
- 65) PDP-8 <https://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8>
- 66) IBM system/360 [https://en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_System/360\\_Model\\_30](https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_System/360_Model_30)
- 67) CER-22 <https://en.wikipedia.org/wiki/CER-22>
- 68) Besm-6 <https://en.wikipedia.org/wiki/BESM-6>
- 69) Olivetti Programma P101 [https://en.wikipedia.org/wiki/Programma\\_101](https://en.wikipedia.org/wiki/Programma_101)
- 70) Antonín Svoboda [https://en.wikipedia.org/wiki/Antonin\\_Svoboda](https://en.wikipedia.org/wiki/Antonin_Svoboda) + <https://historyComputer.org/pioneers/svoboda.html>