

Ako sa menili operačné pamäti slovenských minipočítačov v priebehu dvoch dekád

A. Feritové operačné pamäti (FOP) RPP 16, realizované v rokoch 1970 – 1976

A.1. FOP MD 8K18 – VVS

Bola realizovaná v jednom malodoskovom ráme RPP 16 s rozmermi cca 1 200 x 1 000mm. Rám mal cca 6 roštov (kaziet). Dosky mali rozmery cca 150mmx 100mm a mali nepriame konektory s 3 x 12 zlátenými nožmi.

V strede rámu (2 rady dosiek) bol vynechaný priestor široký cca 2 x 120 mm pre 2 feritové pamäťové kvádre s diódovými výbermi (na každý adresný vodič 4 diódy + jeden polarizačný odpor). Diódové výbery boli na samostatných doskách rozmerov zhodných s pamäťovým kvádom (z jednej strany pamäťového bloku pre vodiče súradnice X a z druhej strany bloku súradnice Y). Vývody na horné a dolné spínače z diódového výberu boli vyvedené cez štandardné (pasívne) malé dosky tak isto ako aj vývody snímacích a blokovacích vodičov (2 x 2 x 18 vývodov).

Pre 64 súradnicových vodičov X tak bolo treba 2(pre čítanie a pre zápis) x 8 výkonových impulzných spínačov dolných (t.j. takých, ktoré mohli byť spojené emitorom výkonového spínacieho tranzistora so zemnou svorkou a taký istý počet spínačov horných, t.j. takých, ktoré museli byť voči zemnej svorke izolované (plávajúce). Pre 64 súradnicových vodičov Y platilo to isté. Na jednej malej doske (MD) boli umiestnené 4 adresné spínače.

Pre dosiahnutie najlepších možných časových charakteristík (hlavne prístupovej doby) museli byť súradnicové spínacie obvody napájané špeciálnymi prúdovými zdrojmi, ktoré navyše museli byť teplotne regulované tak, aby kompenzovali teplotnú závislosť magnetických vlastností feritových jadier. Odbery súradnicových výberov boli teda stále a nezáviseli od režimu činnosti pamäti (záviseli teda iba od teploty).

Pre 18 blokovacích vodičov boli vytvorené podobné výkonové impulzné spínače ako pre súradnicové vodiče X resp. Y s tým rozdielom, že všetky mohli byť realizované ako dolné, t.j. spojené emitorom so zemnou svorkou. Pre elimináciu parazitných kapacít blokovacích vodičov bol každý blokovací spínač vybavený symetrizačným transformátorom. Keď sa do všetkých 18 bitov zapisovali „jednotky“, nebol aktivovaný žiaden blokovací spínač, keď sa zapisovali samé „nuly“, boli aktivované všetky blokovacie spínače. Prúdy v blokovacích vodičoch museli byť teplotne regulované podobne ako v súradnicových vodičoch. Odbery blokovacích spínačov boli teda závislé nielen od teploty ale aj od režimu činnosti pamäti. Na jednej MD boli umiestnené 4 blokovacie spínače. Na 18 snímacích vodičov bolo pripojených 18 snímacích zosilňovačov, ktoré vyhodnocovali signál odozvy z pamäťových jadier a premieňali ho na logickú nulu alebo jednotku, vhodnú pre ďalšie spracovanie v logických obvodoch. Z pohľadu elektronického návrhu sa jednalo

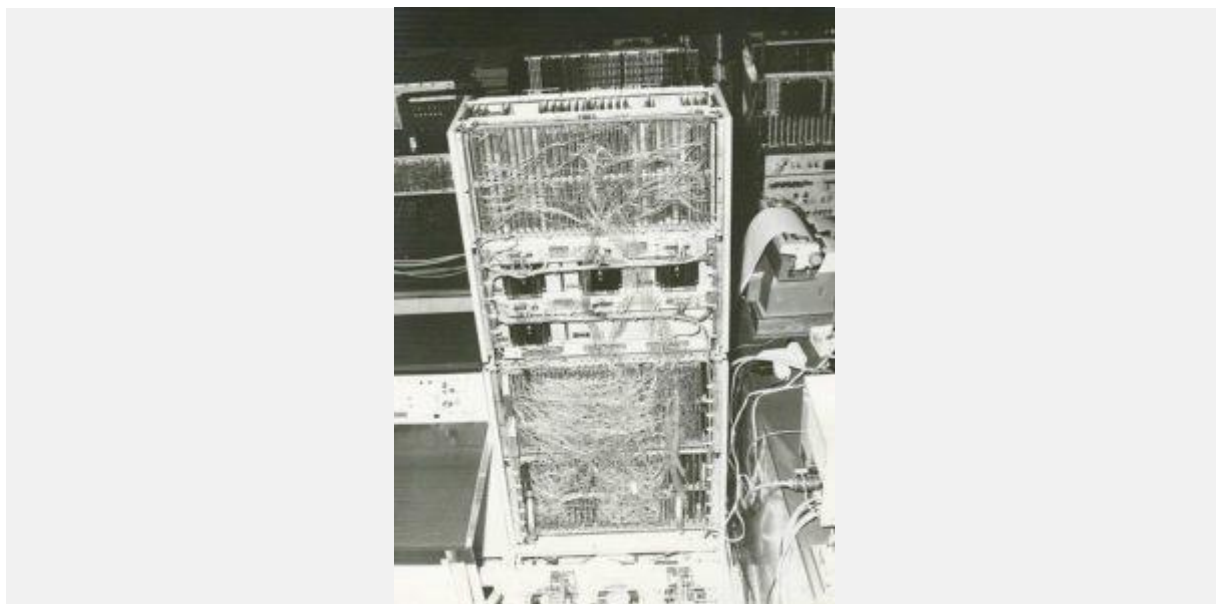
o najnáročnejšie obvody feritovej pamäti. Dobrý snímací zosilňovač musel byť navrhnutý ako jednosmerne viazaný, musel mať veľkú šírku pásma a musel dokonale rozlišovať odozvu log. nuly (úroveň do ± 20 mV) od odozvy log. jednotky (úroveň nad ± 25 mV). Tieto vlastnosti museli byť dlhodobu stabilné bez ohľadu na zmeny teploty resp. napájacieho napätia. Na jednej MD boli umiestnené 2 snímacie zosilňovače.

Riadenie pamäti zabezpečovala riadiaca jednotka, ktorá zabezpečovala tiež synchronizáciu pamäti s procesorom. Spájanie pamäťových blokov 4K18 do modulov 16K18 zabezpečoval logický združovač.

Prvý laboratórny/funkčný vzor (LV/FV) feritovej operačnej pamäti bol vyriešený a oživený vo VVS TESLY Orava v Žiline v r.1970, opakované 3 ks FV FOP 8K18 boli vyrobené vo VVS v r. 1971.

A.2. FOP VD 8K18 – KOTA

Bola realizovaná analogicky ako A.1 s tým rozdielom, že základným stavebným modulom bol rošt široký cca 600 mm pre 30 veľkých dosiek formátu cca A4 s rozstupom 20 mm. Nad roštom pamäti bol napájací rošt zhodných rozmerov. Tieto 2 rošty s filtroventilačnou jednotkou tvorilo (pol)skriňu, ktorá sa dala vyklápať a tak umožniť prístup ku konektorom druhej(pol)skrine.



Obr. 1

Na Obr.1 je FV FOP 8K18 KOTA. V hornej (vyklopenej) polskriňi je spolu s napájacími zdrojmi. Polskriňa obsahovala dva pamäťové bloky 4K18 a (vedľajší) združovač do kapacity 16K18. Spodná

polskriňa je centrálna jednotka počítača RPP 16S, ktorá mala sieťové napájacie zdroje umiestnené v susednej polskriňi.

Elektricky boli prevedenia A.1 a A.2 úplne identické vrátane pamäťového bloku. Konštrukčne bol feritový pamäťový kváder spojený s 2 doskami, ktoré obsahovali diódový výber a súradnicové spínače pre X – ový a Y – ový súradnicový výber. Na samostatných doskách boli blokovacie spínače a snímacie zosilňovače. Samostatné dosky boli tiež prúdové zdroje a riadenie. Združovač bol realizovaný sa ďalších 2 doskách.



Obr. 2

Obr. 2. Ústrednou časťou pamäťového bloku FOP 4K18 KOTA bola táto zostava pamäťového kvádra 4K20 (v strede zostavy s 2 doskami súradnicových výberov – X (ľavá doska) a Y (pravá doska)). FV bol vyrobený v Konštrukte Trenčín v r. 1972.



Obr. 3

Z elektronického hľadiska najnáročnejšou súčasťou pamäťového bloku 4K18 bola táto doska 18 snímacích zosilňovačov (pre každý bit pamäti bol určený jeden zosilňovač) (pozri Obr. 3).

A.3. FOP VD 16K18 – VVL

V rámci inovácie výrobcu feritových pamäťových blokov PRAMET Šumperk na podnet VVL Žilina preriešil priestorový pamäťový kváder na planárny, ktorý po preriešení prúdových zdrojov umožnil umiestniť do 600 mm roštu RPP 16 S dvojnásobnú kapacitu pamäti, t.j. 16K18.



Obr. 4

Na Obr. 4 je zostava planárneho pamäťového „kvádra“ 4K18 a 2 dosiek súradnicových výberov.



Obr. 5

Na obrázku 5 je názorne vidieť priestorovú úsporu, získanú prechodom z priestorového pamäťového kvádra 4K20 (vpravo) na planárny pamäťový „kváder“ 4K18 (vľavo). Dosky súradnicových výberov v tejto fáze zostali bezo zmeny.

Inovovaný planárny pamäťový systém pre stolovú verziu RPP 16 vznikol vo VVL Žilina v r. 1974.

A.4. FOP VD 16K18 – VVL

V rámci druhej etapy inovácie VVL Žilina preriešili FOP VD 16K18 tak, aby ju bolo možné umiestniť aj do roštu 19“ stojanu, ktorý bol široký iba 480 mm. To však znamenalo preriešiť kompletne všetky obvody a všetky dosky pamäti.



Obr. 6

Na Obr. 6 je zostava FOP 12K18 v 19“ rošte pre RPP 16M s (vedľajším) združovačom do celkovej kapacity 16K18. Zostávajúca pamäť 4K18 do kapacity 16K18 je umiestnená v 19“ rošte centrálnej jednotky RPP 16M.

Prototyp stojanovej verzie pamäti vznikol vo VUVT Žilina v r. 1976.

B. Feritová operačná pamäť SMEP 64K18 (32K18) s modulom 8K18, realizovaná v rokoch 1976 – 1978 – CM 3103 – VVL

V projekte SMEP bolo prijaté rozhodnutie realizovať spoločne vyvíjané zariadenia nielen na národnej súčiastkovej základni ale aj na súčiastkovej základni krajín SMEP. To umožnilo radikálne modernizovať viaceré riešenia.

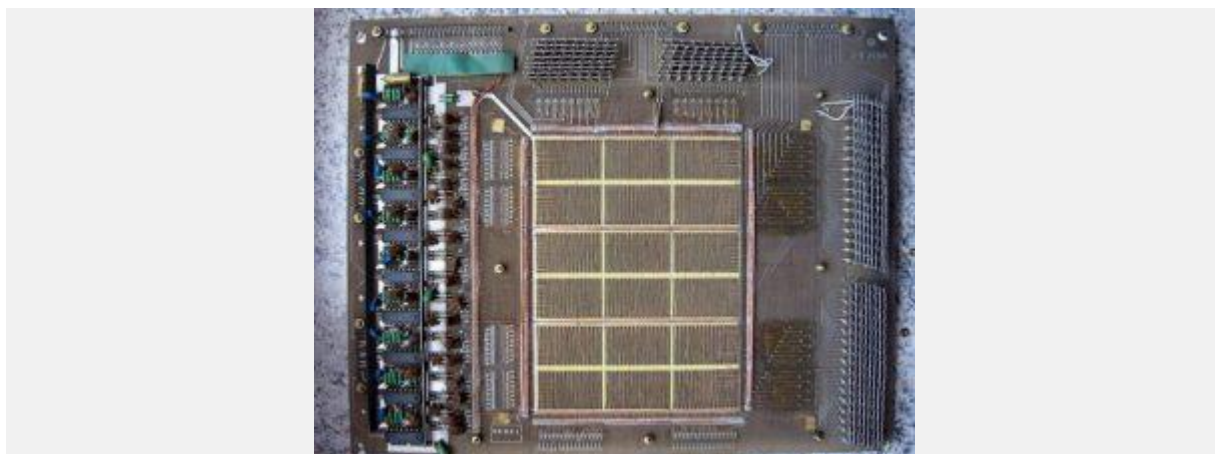
V prípade feritovej operačnej pamäti to umožnilo prejsť na súčiastkovú základňu tretej generácie (pamäti v projekte RPP 16 boli v podstate všetko pamäti na báze tranzistorov a teda druhej generácie). V PRAMET Šumperk medzičasom zvládli výrobu feritových jadier s vonkajším

priemerom 0,55 mm, čo umožnilo vyrobiť planárny pamäťový blok s kapacitou 8K18 a doplniť naň ešte obvody diódového výberu a snímacích zosilňovačov. A významný bol tiež „vedľajší efekt“ – dvojnásobné zrýchlenie pamäti.



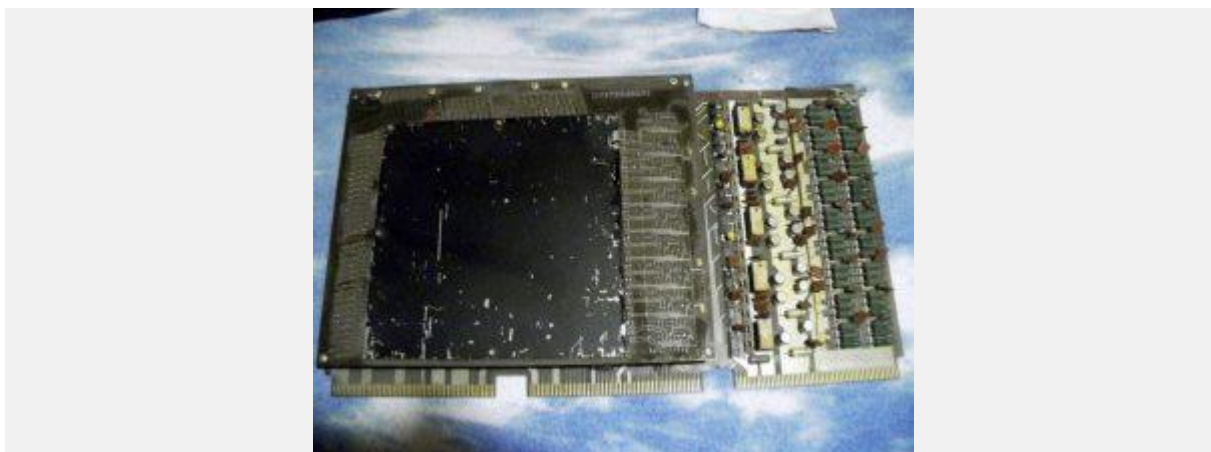
Obr. 8

Na Obr. 8 je pohľad na samotný pamäťový „kváder“ 8K18 so súradnicovými výberovými diódami a integrovanými snímacími zosilňovačmi pre pamäťový modul 8K18 z FOP CM 3103.



Obr. 9

Na Obr. 9 je pohľad na ten istý modul z obr. 8 ale s odňatým krytom. Zreteľne vidieť jednotlivé matice 8K feritových pamäťových jadier prepojených do 18 matíc pre 18 bitov.



Obr. 7

Na 3/3 štandardnú dosku SMEP tak bolo možné umiestniť všetky ostatné obvody pamäťového modulu (súradnicové spínače X a Y a blokovacie spínače). Na túto dosku sa cez priame „FRB“ konektory pripojoval horeuvedný planárny pamäťový blok 8K18 a takýto zostavený modul sa priamo zasúval do špecializovanej systémovej jednotky SMEP (pozri Obr. 7).

Štyri takéto moduly mali spoločné riadenie a prúdové zdroje a tvorili tak pamäťový modul 32K18, čo bola súčasne maximálna kapacita operačnej pamäti počítača SM 3-20.

Do jedného 19“ roštu bolo možné umiestniť dva takéto moduly a realizovať tak pamäť 64K18 vrátane sieťového napájania. Takýto rošt bol funkčným ekvivalentom celého 19“ stojanu RPP 16 resp. štyroch polskriň inovovanej pamäti 64K18 RPP 16S resp. 8 polskriň pôvodných feritových operačných pamätí prevedenia KOTA. Dva takéto rošty, obsahujúce štyri pamäťové moduly 32K18, tak realizovali maximálnu kapacitu operačnej pamäti počítača SM 4-20.

Prototyp FOP SMEP s kapacitou 32K18 vznikol vo VVL Žilina v r. 1978 a po úspešných MS v tom istom roku v zostave počítača SM 3-20 mu bola pridelená šifra CM 3103.

C. Polovodičové operačné pamäti (POP) SMEP, realizované vo VVL, VUVT v rokoch 1976 – 1988

C.1. Polovodičová operačná pamäť SMEP 16K18 – CM 3510, realizovaná vo VVL v rokoch 1976 – 1978

Prvou polovodičovou operačnou pamäťou, ktorú VVL Žilina vyvinul pre minipočítače SMEP bola pamäť CM 3510. Pamäť bola vyriešená s použitím pamäťových prvkov s kapacitou 4 Kbit, ktorých výroba započala v ZSSR a celá pamäť bola umiestnená na jednej 3/3 doske SMEP. Pamäť umožňuje rozširovanie systému do celkovej kapacity 32K18.

Súčasťou riešenia pamäti bolo aj vyriešenie problému uchovania informácie pri výpadku napájania systému.

Prototyp POP SMEP 16K18 vznikol vo VVL Žilina v r. 1978 a po úspešných MS mu bola pridelená šifra CM 3510.

C.2. Polovodičová operačná pamäť SMEP 256 KB – CM 3511, realizovaná vo VVL v rokoch 1977 – 1979

Po oznámení, že v TESLE Piešťany sa pripravuje výroba polovodičových pamäťových prvkov MHB 4116, VVL sa sústredili na vyvinutie modernej polovodičovej pamäti na báze tohto prvku.

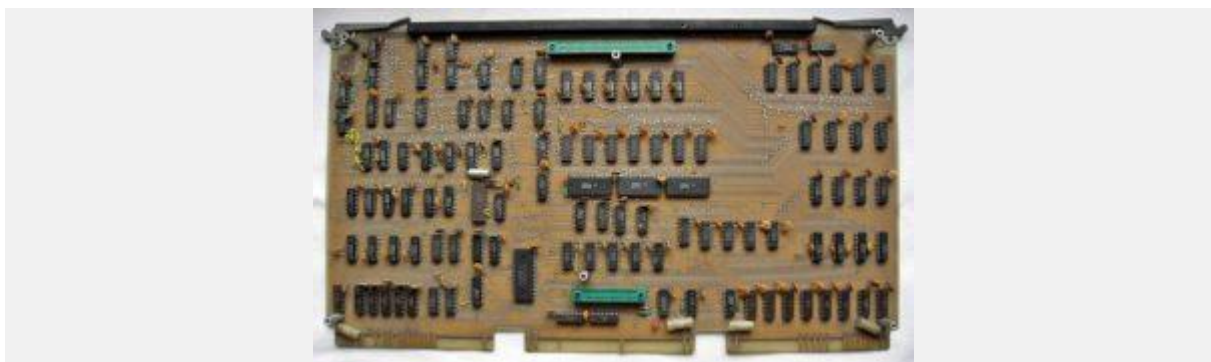
Pre zvýšenie spoľahlivosti bolo prijaté rozhodnutie vývoj orientovať na systém ECC, t.j. na systém so samoopravou prípadnej jednochyby a s identifikáciou prípadnej dvojchyby.

Celá pamäť bola umiestnená na dvoch mechanicky aj elektricky prepojených 3/3 doskách SMEP, z ktorých iba jedna mala výstup na Spoločnú zbernicu.



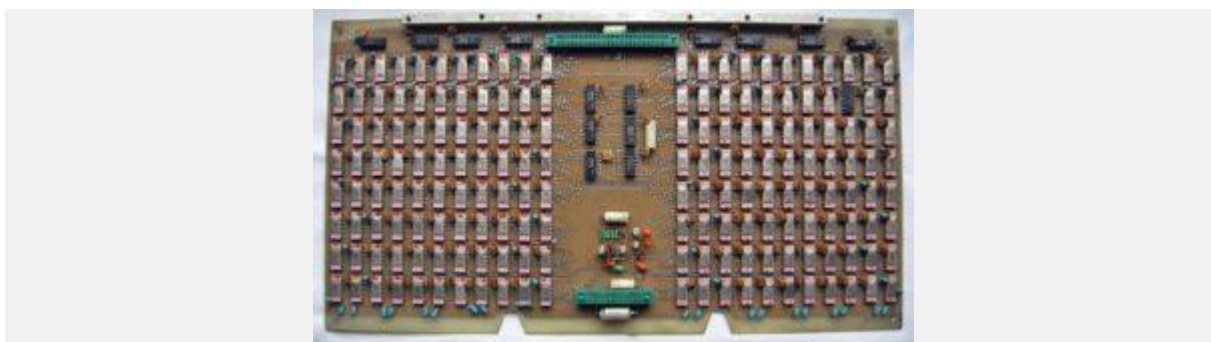
Obr. 10

Na Obr. 10 je zostavená POP 256 KB ECC pre počítače SMEP SM 4-20 a SM 52/11, ktorej bola po úspešných medzinárodných skúškach pridelená šifra CM 3511.



Obr. 11

Na Obr. 11 je pohľad na dosku riadenia POP 256 KB ECC. Dva konektory FRB slúžili ku spojeniu s doskou pamäťového poľa z obr. 12. Na Spoločnú zbernicu počítača sa pripájala iba táto doska.



Obr. 12

Na Obr. 12 je pohľad na dosku pamäťového poľa POP 256 KB ECC. Pole obsahuje 8 x 22 integrovaných obvodov – pamäťových prvkov MHB 4116, vyrábaných v TESLE Piešťany. Každý obvod obsahoval 16 K pamäťových bitov.

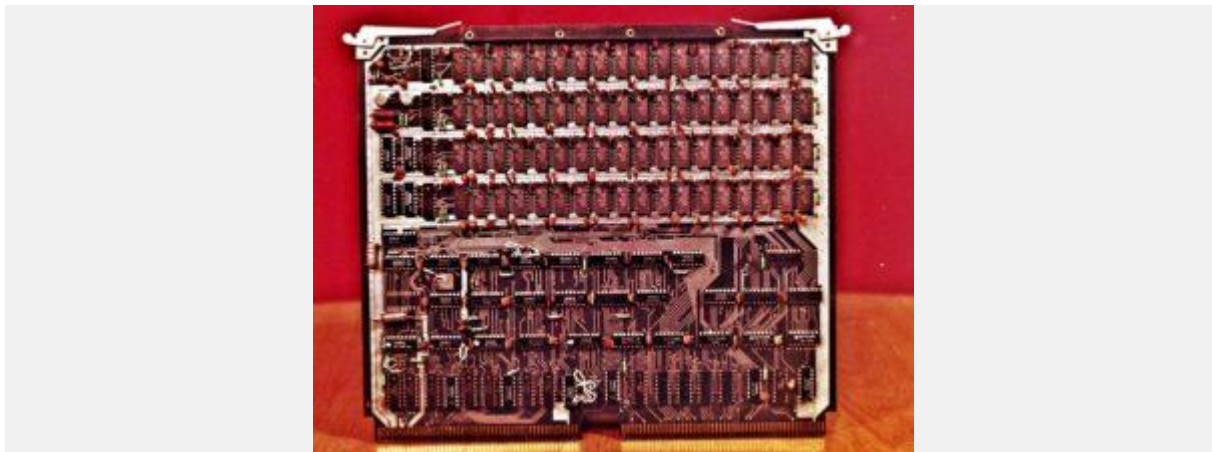
Prototyp vznikol vo VVL Žilina v r. 1979 a po úspešných MS jej bola pridelená šifra CM 3511.

C.3. Polovodičová operačná pamäť 64K18, realizovaná vo VUVT v rokoch 1980 – 1981

Po rozšírení procesora SM 50/50-1 o dosku organizátora pamäti a „cache“ pamäti (systém SM 50/50 +) bolo žiadúce doplniť sortiment pamäti SM 50/50-1 o polovodičovú operačnú pamäť 64K18 na jednej 2/3 doske SMEP s použitím pamäťových prvkov 4116 z TESLY Piešťany.

S ohľadom na plochu dosky, ktorá bola k dispozícii nebolo možné použiť riešenie s ECC ale bolo

použitie riešenie s kontrolou parity ako u pamäti CM 3510. Pamäť umožňuje rozširovanie systému do celkovej kapacity operačnej pamäti 256 KB.



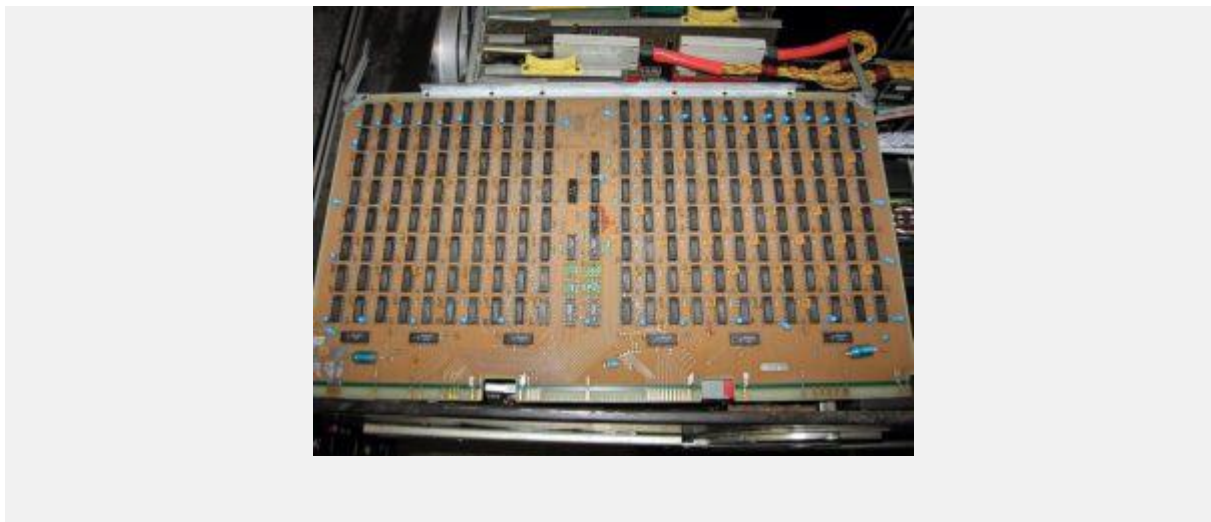
Obr. 13

Na Obr. 13 je pohľad na zostavu POP 64K18 na jednej 2/3 doske SMEP, určenej pre mikropočítač SM 50/50-1, ktorý vyvinul VUVT Žilina v r. 1980 a ktorého centrálny procesor bol tiež realizovaný na jednej 2/3 doske SMEP.

S ohľadom na ekonomické použitie tejto pamäti v systémoch SM 50/50-1 a SM 3-20 bola vytvorená aj verzia pamäti s polovičným osadením t.j. 32K18

C.4. Polovodičová operačná pamäť 4 MB – CM 3511 M.1 realizovaná vo VUVT v rokoch 1981 – 1983

Pre systémy SM 52/11+ a M 16-22 vyriešil VUVT Žilina pamäťový podsystem na báze pamäťových prvkov typu 4164 s kapacitou 64 Kbit. Pamäť bola typu ECC, mala jednu 3/3 dosku riadenia a 1 – 4 dosky 3/3 pamäťových polí 1 MB s celkovou kapacitou 4 MB.



Obr. 14

Na Obr. 14 je pohľad na dosku pamäťového poľa POP CM 3511 M.1. Pri osadení prvkami 4116 mala kapacitu 256 KB, pri osadení pamäťovými prvkami 4164 mala kapacitu 1 MB.



Obr. 15

Na Obr. 15 je pohľad na dosku riadenia POP CM 3511 M.1 typu ECC. K doske riadenia bolo možné pripojiť 1 až 8 dosiek pamäťového poľa s prvkami 4116 alebo 1 až 4 dosky pamäťového poľa s prvkami 4164. Maximálna kapacita pamäti bola 4 MB.

Prototyp s pamäťovými prvkami 4116 vznikol v r. 1983 (modifikácia pre M 16-22 s pamäťovými prvkami 4164 v r. 1985).

C.5. Polovodičová operačná pamäť 2MB RAM + 16 ks EPROM , realizovaná vo VUVT v rokoch 1986 – 1988

Pre mikropočítačové verzie M16-22 vznikla kombinovaná pamäť RAM/EPROM.

Pamäť bolo možné osadzovať prvkami od 4116 až do typu 41256 (s kapacitou 256 Kbit) a štandardnými 24 vývodovými pamäťovými prvkami EPROM.



Obr. 16

Doska kombinovanej pamäti DRAM a EPROM, vyvinutá pre mikropočítač M 16-22, ktorý umožňoval adresovať OP do 4 MB. Pri osadení pamäťovými prvkami 41256 mala doska max. kapacitu 2 MB pamäti DRAM. Mimo toho bolo na dosku možné osadiť až 16 ks pamäťových prvkov EPROM pre uchovanie pevných riadiacich programov (pozri Obr. 16).

Pamäť mala zabudovanú kontrolou paritou a bola realizovaná na jednej 2/3 doske SMEP.

Pre použitie v stojanovej verzii M 16-22 a PP 04 sa časť EPROM neosadzovala. Dvoma takýmito doskami tak bolo možné dosiahnuť max. kapacitu pamäti 4 MB systému PP 04 resp M 16-22.

C.6. Polovodičová operačná pamäť 2 x 16 MB s prekrývaním, realizovaná vo VUVT v rokoch 1982 – 1984(1986)

Táto pamäť vznikla pre počítačový systém SM 52/12. Obsahuje v podstate dva identické podsystemy, ktoré môžu pracovať paralelne v režime prekrývania a tak zvyšovať rýchlosť systému. Vnútoraná organizácia každého podsystemu je 64 bitová (+ 8 bitov pre ECC), čo ďalej zvyšuje rýchlosť systému.

Každý podsystem má jednu dosku riadenia a 1 až 16 dosiek pamäťových polí s kapacitou 1 MB pri použití pamäťových prvkov 4164, resp. 256 KB pri použití pamäťových prvkov 4116.

Prototyp s pamäťovými prvkami 4116 vznikol v r. 1984 ako súčasť prototypu systému SM 52/12.

V Žiline 30.06.2016

Ing. Milan G á b i k