Systém Malých Elektronických Počítačov /SMEP/ v Československu.

F. Rodina 16 bitových mikro a mini počítačov so Spoločnou zbernicou SMEP III

1. Mikropočítačový systém M 16 – 22

Inovovaný 16-bitový mikropočítačový systém SMEP so Spoločnou zbernicou bol vyvinutý vo Výskumnom ústave výpočtovej techniky v Žiline v r. 1985 a bol dodávaný zo ZVT k.p. od r. 1986. Systém je určený ako náhrada za systémy SM 3-20, SM 50/50-1 a SM 4-20 a preto bol dodávaný okrem 19“ roštu SMEP tiež v zabudovateľnej kazete pre 5 dvojtretinových dosiek SMEP, ktorá obsahovala tiež napájací zdroj a ventilátor (tzv. kazetová verzia) a tiež v zostave personálneho počítača PP 04.

1.1. Procesor mikropočítačového systému M 16-22 - CM 2331

Realizuje všetky funkcie ako procesory systémov SM 3-30, SM 50/50 a SM 4-20 vrátane rozšíreného inštrukčného súboru, organizátora pamäti pre prácu s OP do 256 KB (pri použití mapovača do 4 MB) a FP procesora pre výpočty v pohyblivej rádovej čiarke v jednoduchej a dvojitej presnosti. Základný procesor vrátane FPP je realizovaný na troch dvojtretinových doskách SMEP. Pri kompletáži do systému je procesor doplňovaný o tzv. kombinovaný modul, ktorý obsahuje časovač, zavádzací (bootstrap) modul a jeden asynchrónny sériový port IRPS. Kombinovaný modul je realizovaný tiež na jednej dvojtretinovej doske SMEP. Procesor je možné ďalej rozšíriť o mapovač Spoločnej zbernice, ktorý umožňuje procesoru a prídavným zariadeniam na Spoločnej zbernici spolupracovať s operačnou pamäťou až do kapacity 4 MB a o zákaznícke inštrukcie, k čomu je k dispozícii rýchla rozširujúca riadiaca pamäť (ECS) na báze PROM pamätí až do rozsahu 3K44. Mapovač a ECS sú umiestnené na jednej dvojtretinovej doske SMEP.

1.2. Polovodičová operačná pamäť ECC s modulom 128KW (512 KW)

Polovodičová operačná pamäť pozostáva z jednej 3/3 dosky SMEP riadenia a jednej až ôsmych (štyroch) 3/3 dosiek SMEP pamäťových polí 128 KW pri použití pamäťových prvkov 16 Kbit (alebo 512 KW pri použití pamäťových prvkov 64 Kbit). Pamäť si vyžaduje samostatnú/špecifickú

systémovú jednotku. Pamäť má namiesto klasickej kontroly paritou zabudovaný systém kontroly dvojnásobnej chyby a systém autokorekcie jednoduchej chyby, čo výrazne zvyšuje spoľahlivosť celého pamäťového subsystému. Túto pamäť - keďže obsahuje 3/3 dosky SMEP- je možné použiť iba v klasických 19“ roštov SMEP!

Kapacita pamäti	128 KW – 2 048 KW
Počet bitov	16 + 6 pre ECC
Cyklus pamäti	700 ns
Prístupová doba	660 ns

1.3. Polovodičová operačná pamäť CMOS

Pamäť je realizovaná na jednej riadiacej dvojtretinovej doske SMEP a jednej až 16 dosiek pamäťových polí 8K18. Pamäť realizuje samostatnú kontrolu paritou oboch slabík (bytov), prístupová doba pri čítaní je 1 050 ns, cyklus je 1 100 ns.

1.4. Polovodičová operačná pamäť 64K18 (256K18) DRAM a 32K16 EPROM

Pamäť je realizovaná na jednej dvojtretinovej doske SMEP a je určená hlavne pre zostavovanie zabudovaných (tzv. OEM) konfigurácií systémov M 16-22, ktoré pracovali bez vonkajšej pamäti. Celý, na vyššom systéme dopredu pripravený a odladený SW, bol naprogramovaný do pamätí EPROM, pričom časť RAM slúžila ako pracovná – operačná pamäť. Kapacita pamäti RAM je 64K18 pri osadení prvkami 4116 alebo 256K18 pri osadení prvkami 4164, kapacita pamäti EPROM je 32K16 pri osadení prvkami 4K8.

1.5. Polovodičová operačná pamäť 48K16 EPROM

Pamäť je tiež realizovaná na jednej dvojtretinovej doske SMEP a je určená hlavne pre zostavovanie zabudovaných (tzv. OEM) konfigurácií systémov M 16-22, ktoré pracovali bez vonkajšej pamäti. Celý, na vyššom systéme dopredu pripravený a odladený SW, bol naprogramovaný do pamätí EPROM. Prístupová doba pamäti EPROM je 550 ns, cyklus je 550 ns.

1.6. Podsystém vonkajšej pamäti na pružnom disku s dvojnásobnou hustotou záznamu CM 5626

Podsystém obsahuje dva mechanizmy pružných diskov s napájaním a riadením, ktoré sú zabudované do samostatného roštu s celkovou kapacitou podľa typu mechanizmu od 0,5 do 2,0 MB a dosku pripojenia na SZ vo formáte 2/3 dosky SMEP , zasunutú do roštu procesora.

Kapacita celkom	500 až 2 000 KB
Prist. doba	menej ako 500 ms
Prenos. rýchlosť	250/500 kbit/s

1.7. Podsystém vonkajšej pamäti na pevnom disku

Zbrojovka Brno v rámci projektu SMEP III vyvinula malú diskovú pamäť (MDP) s priemerom diskov 130 mm a kapacitou 20 MB. Pre tento typ pamätí VÚVT Žilina vyvinul riadiacu jednotku s výstupom na Spoločnú zbernicu. Riadenie je realizované na jednej 2/3 dosku SMEP a je možné naň pripojiť 1 – 4 mechanizmy MDP so štandardným stykom IMD -M resp. ST 506.

1.8. Hierarchický riadiaci komplex SMEP pre riadenie robotov a manipulátorov na báze M 16-22

Pre VUKOV Prešov vyvinul Výskumný ústav výpočtovej techniky v Žiline na báze 16-bitového mikropočítača SMEP M 16-22 trojúrovňový hierarchický riadiaci komplex, pozostávajúci z troch počítačov:

-M 16-22 na vrchnej úrovni spracováva užívateľské programy, ktoré podrobne opisujú činnosť robota ako celku. Konfigurácia obsahuje tiež FPP. Súčasťou systému sú osobitne vyvinuté moduly diskrétnych vstupov a výstupov pre senzorové subsystémy.

-M 16-22 na strednej úrovni rieši matematický model kinematiky robota a rieši prepočet naprogramovanej trajektórie do súradnicového systému robota. Procesor na tejto úrovni má zabudované mimo FPP aj zákaznícke inštrukcie, ktoré podstatne skracujú výpočty trajektórií pohybu robota.

-M 16-22 na najnižšej úrovni riadi integrovaný polohový servosystém.

1.9. Interakčná grafická stanica SMEP – GS 2

Na báze 16-bitového mikropočítača SMEP M 16-22 Výskumný ústav výpočtovej techniky v Žiline vyvinul interakčnú grafickú stanicu GS 2 ako pracovné miesto konštruktéra v systémoch automatizovaného projektovania. Počítač s operačnou pamäťou 512 KB a FPP dopĺňa KDP 10 MB (nskoršie bola v ponuke možnosť objednať si modul vonkajších pamätí na pružnom a pevnom disku) a podľa typu projekčných prác buď:

- vektorový grafický displej so svetelným perom, virtuálny raster 4K x 4K bodov, programovo kompatibilný s CM 7405 s grafickým zobrazovacím modulom GVM 02 s uhlopriečkou 430 mm a rastrom zobrazenia 1 024 x 1 024 bodov - CM 7405.M1 alebo
- rastrový farebný displej s joy-stickom a zobrazovacím modulom ZM 3430, raster zobrazovania 512 x 512 bodov a 16 farieb (resp. odtieňov šedej pri použití monochrómneho monitora) - CM 7318

vstup grafickej informácie z papiera cez digitizér DGZ 1208, výstup grafickej informácie na film cez digigraf DGF 1208 alebo na pauzák alebo bežný kresliaci papier formátu A0 cez valcové kresliace zariadenie CM 6411.

1.10. Pre systém M 16-22 bolo dodávané toto programové vybavenie:

- **TMOS 3** testovacie programové vybavenie
- **FOBOS 3** jednoužívateľský operačný systém
- prekladače z jazykov Macro, Basic a Fortran IV
- **DOS RV 3** multiprogramový multiužívateľský operačný systém pre prácu v reálnom čase s podporou OP do 4 MB a s prekladačmi z jazykov Macro, Fortran IV, Fortran 77, Basic, Basic +2 a COBOL s podporou CIS
- programy pre prácu so súbormi MDBS, DABASYS a DTS+
- **SYRPOS 3** programový systém pre vytváranie terminálových a počítačových sietí počítačov SMEP so Spoločnou zbernicou.
- **Emulátory zariadení EC 7920** pre interaktívny styk so systémami JSEP a **EC 8514** pre dávkový styk so systémami JSEP
- **Základné grafické programové vybavenie na báze normy GKS**
- **DIAMS 3** databázový dialógový operačný systém s prideľovaním času s prekladačom z jazyka MUMPS podľa normy AMS 76

2. Výkonný minipočítačový systém SM 52/11 + (CM 1403 M.1)

V čase svojho vzniku bol SM 52/11 najvýkonnejší 16-bitový minipočítačový systém SMEP v krajinách RVHP. Vzhľadom na vysokú rýchlosť spracovania výpočtov v pohyblivej rádovej čiarke v jednoduchej (32 bit) aj dvojnásobnej (64 bit) presnosti podporovanú efektívnym prekladačom z jazyka Fortran IV a na rozvinuté technické a programové prostriedky zákazníckeho mikroprogramovania horizontálneho typu, umožňoval vytváranie výkonných systémov riadenia náročných vedeckotechnických experimentov, ako aj simulačných a modelovacích systémov.
Počas prvých rokov využívania sa však ukázali aj možnosti jeho ďalšieho zlepšenia. Zvládnutím výroby polovodičových pamätí MHB 4116 v Tesle Piešťany sa zvýšila ich dostupnosť, a tak sa vytvoril priestor na zvýšenie výkonu počítača zväčšením kapacity operačnej pamäti.
Dostatočný výkon a podpora terminálových a počítačových sietí v podnikoch podnietili záujem aj o spracovávanie COBOL-ovskej agendy na počítačoch SM 52/11.
Tieto okolnosti vyvolali potrebu zdokonaliť tento systém a odozvou Výskumného ústavu výpočtovej techniky v Žiline bol modernizovaný počítač SM 52/11+.

2.1. Procesor systému SM 52/11+

Procesor systému SM 52/11+ realizuje všetky funkcie ako procesor systému SM 52/11 a naviac pri zachovaní jeho pôvodných výkonových parametrov:

- vďaka novému rozšírenému 22 bitovému organizátoru operačnej pamäti a mapovaču Spoločnej zbernice umožňuje prácu s rozšírenou 22 bitovou fyzickou adresou a tak pracovať s operačnou pamäťou až do 4 MB. S ohľadom na konštrukčné riešenie pamäťového podsystému a vyčlenený priestor v rošte procesora, je dodávaná konfigurácia operačnej pamäti pri použití pamäťových prvkov 16 Kbit (MHB 4116) obmedzená na 1 280 KB s modulom narastania kapacity 256 KB, pri použití pamäťových prvkov 64 Kbit typu 4164 je možná maximálna kapacita až do 4 MB s modulom narastania kapacity 1 024 KB, pričom celých horných 256 KB adries je vyhradených pre Spoločnú zbernicu. Pamäť je typu ECC, t.j. so samoopravou jednochyby a indikáciou prípadnej dvojchyby, tak ako u procesora systému SM 52/11.
- vďaka novému CIS modulu rozširujúcej riadiacej pamäti procesora systému SM 52/11+ umožňuje realizovať rozširujúci CIS (Comercial Instruction Set) inštrukčný súbor prídavných 66 inštrukcií, ktorý výrazne zrýchľuje beh programov orientovaných na prácu v desiatkovej aritmetike a na prácu so znakovými reťazcami, napísaných v jazyku COBOL a preložených prekladačom jazyka COBOL operačného systému DOS RV 3 alebo DOS RVR 3.

- vďaka zabudovanej „cache“ pamäti s cyklom 80 ns podstatné (v niektorých prípadoch až osemnásobné) zrýchlenie práce procesora voči predchádzajúcim modelom.
- vďaka extrémne rýchlemu FPP (akcelerátoru) 46 inštrukcií pre výpočty v pohyblivej rádovej čiarke, pracujúcemu paralelne s hlavným procesorom, umožňuje podstatné zrýchlenie FP výpočtov v jednoduchej aj dvojnásobnej presnosti.
- vďaka zabudovaným prostriedkom servisnej mikrodiagnostiky DCS (ktoré umožňujú identifikovať prípadnú závadu nielen na úrovni chybnej DPS, ale často až na úroveň chybného IO) napriek podstatnej vyššej zložitosti systému výrazné zjednodušenie servisných zásahov v prevádzke.
- vďaka zabudovaným prostriedkom zákazníckeho (horizontálneho) mikroprogramovania /WCS resp. ECS/ v špecializovaných aplikáciách ďalšie výrazné (v optimálnych prípadoch až desaťnásobné) zvýšenie výkonu systému.

Procesor pracuje s nasledovnými formátmi dát:
- 8, 16 a 32 bitové dáta v pevnej rádovej čiarke
- 32 (jednoduchá presnosť) alebo 64 (dvojitá presnosť) bitové dáta v pohyblivej rádovej čiarke
- 0 až 31 dekadických rádov v desiatkových číslach
- 0 až 65 KB v znakových reťazcoch

Procesor umožňuje prácu v režimoch:
- systémový
- používateľský

Procesor má okrem 8 univerzálnych registrov tiež ďalšie špecializované registre do celkového počtu 8O.

Aj tento systém bol vyvinutý vo Výskumnom ústave výpočtovej techniky v Žiline v r. 1983 a bol dodávaný zo ZVT Námestovo od r. 1984. Systém bol dodávaný v 19“ stojanoch SMEP a postupne sa rozširoval a doplňoval.

Má rozvinuté technické aj programové prostriedky na vytváranie terminálových aj počítačových sietí a bol preto základom mnohých podnikových informačných systémov.

2.2. Polovodičová operačná pamäť ECC 128KW až 2 048 KW

Polovodičová operačná pamäť má celkovú kapacitu 128 KW až 2048 KW a je realizovaná ako jedna riadiaca 3/3 doska SMEP a jedna až päť pamäťových dosiek s kapacitou 128 KW s pamäťovými prvkami 16 Kbit MHB 4116 a jedna až štyri pamäťové dosky s kapacitou 512 KW s pamäťovými prvkami 64 Kbit. Pamäť je zabudovaná do vyčlenenej dvojitej systémovej jednotky.

Pamäť má namiesto klasickej kontroly paritou zabudovaný systém kontroly dvojnásobnej chyby a systém autokorekcie jednoduchej chyby ECC, čo výrazne zvyšuje spoľahlivosť celého pamäťového subsystému.

Kapacita pamäti	128 KW až 2048 KW
Počet bitov	16 + 6 pre ECC
Cyklus pamäti	600 ns
Prístupová doba	600 ns
Pamäťový element	4116 /16Kbit/ alebo 4164 /64Kbit/

2.3. Podsystém veľkokapacitných diskových pamätí pre počítače SMEP so Spoločnou zbernicou s RJ CM 5122

Podsystém obsahuje riadiacu jednotku CM 5122 pripojiteľnú na Spoločnú zbernicu počítačov SMEP pre 1 až 8 (resp. 4) mechanizmov veľkokapacitných diskových pamätí s výmenným zväzkom s medzistykom EC. Každý výmenný zväzok obsahuje 1 servopovrch a 19 pracovných povrchov, neformátovaná kapacita zväzku je 100 MB. Pripojiteľné mechanizmy: EC 5066 (ZSSR, BĽR)-neformátovaná kapacita 100 MB, EC 5067.02 (BĽR)-neformátovaná kapacita 2 x 100 MB príp. A 4080. Prenosová rýchlosť prenosu dát je 806 KB/s.
Riadiaca jednotka vrátane napájania je realizovaná ako jeden samostatný rošt SMEP o výške 7U.

2.4. Podsystém magnetickej páskovej pamäti so záznamom NRZ I/PE na štandardnú ½“magnetickú pásku

Na inovovanú riadiacu jednotku je možné pripojiť na Spoločnú zbernicu 1 až 4 mechanizmy ½“ magnetických páskových pamätí so záznamom NRZ I/PE npr. CM 5311 (vývoj VÚVT Žilina, výroba ZPA Prešov), zabudovávaných do 19“ stojanov SMEP.
Inovovaná riadiaca jednotka je realizovaná ako jedna štandardná 3/3 doska SMEP.

Hustota zápisu	800/1 600 bpi (32/63 bit/mm)
Kódovanie	NRZ I/PE
Prenosová rýchlosť	36/72 KB/s

2.5. Autonómny komunikačný modul AKM – SZ pre sieť LOPOS

Je určený pre mikro a minipočítačové systémy SMEP so Spoločnou zbernicou a realizuje ich pripojenie ku zbernicovej (magistrálovej) lokálnej počítačovej sieti LOPOS. Magistrálová lokálna počítačová sieť LOPOS je typu „token bus“, používa na prenos koaxiálny kábel maximálnej dĺžky 1 500 m, max. počet pripojiteľných staníc je 64, prenosová rýchlosť je 500 kbit/s. Modul je realizovaný na báze mikroprocesora U 880 s hodinovou frekvenciou 2,5 MHz a s pamäťou 64 KB, so systémom na SZ spolupracuje v režime DMA. Modul je podporovaný sieťovým komu-

nikačným systémom SYRPOS 3 pod OS DOS RV 3 . Realizovaný je na jednej 2/3 doske SMEP.

2.6. Adaptér zbernicovej lokálnej siete Ethernet

Je inteligentné autonómne komunikačné zariadenie, vybavené vlastným 16-bitovým mikropočítačom na báze mikroprocesora T11, zabezpečujúce všetky funkcie pre komunikáciu cez zbernicovú lokálnu počítačovú sieť Ethernet. Je realizované na dvoch 3/3 doskách plošných spojov SMEP, z ktorých prvá obsahuje procesorový modul a druhá komunikačný modul. Mimo dosiek je umiestnený ochranný modul a pripojovací modul na vlastný koaxiálny kábel. V zmysle definície siete adaptér zabezpečuje prenos dát cez štandardný koaxiálny kábel rýchlosťou 10 Mbit/s, ktorého max. dĺžka segmentu môže byť 500 m.

2.7. Riadiaca jednotka veľkokapacitných pevných diskov

Umožňuje na Spoločnú zbernicu počítačov SMEP pripojiť 1 až 4 mechanizmy veľkokapacitných diskových pamätí s medzistykom SMD. Realizovaná je na jednej 3/3 doske SMEP.

2.8. Rýchly synchrónny sériový adaptér RSAD – CM 0510.8525

Pre vytváranie viac počítačových systémov SMEP dištančne je možné použiť rýchly sériový synchrónny adaptér SMEP pre Spoločnú zbernicu so zabudovaným modemom 1 Mbit/s. Dva navzájom prepojené adaptéry (zapojené každý do svojho počítača) umožňujú rýchly dištančný sériový prenos dát protokolom DDCMP medzi nimi na vzdialenosť až 2 000 m cez koaxiálny kábel. Adaptér pracuje so systémom so SZ v režime DMA a obsahuje svoj vlastný riadiaci komunikačný procesor.

2.9. Prostriedky pre vytváranie viac počítačových systémov SMEP so Spoločnou zbernicou CM 4507

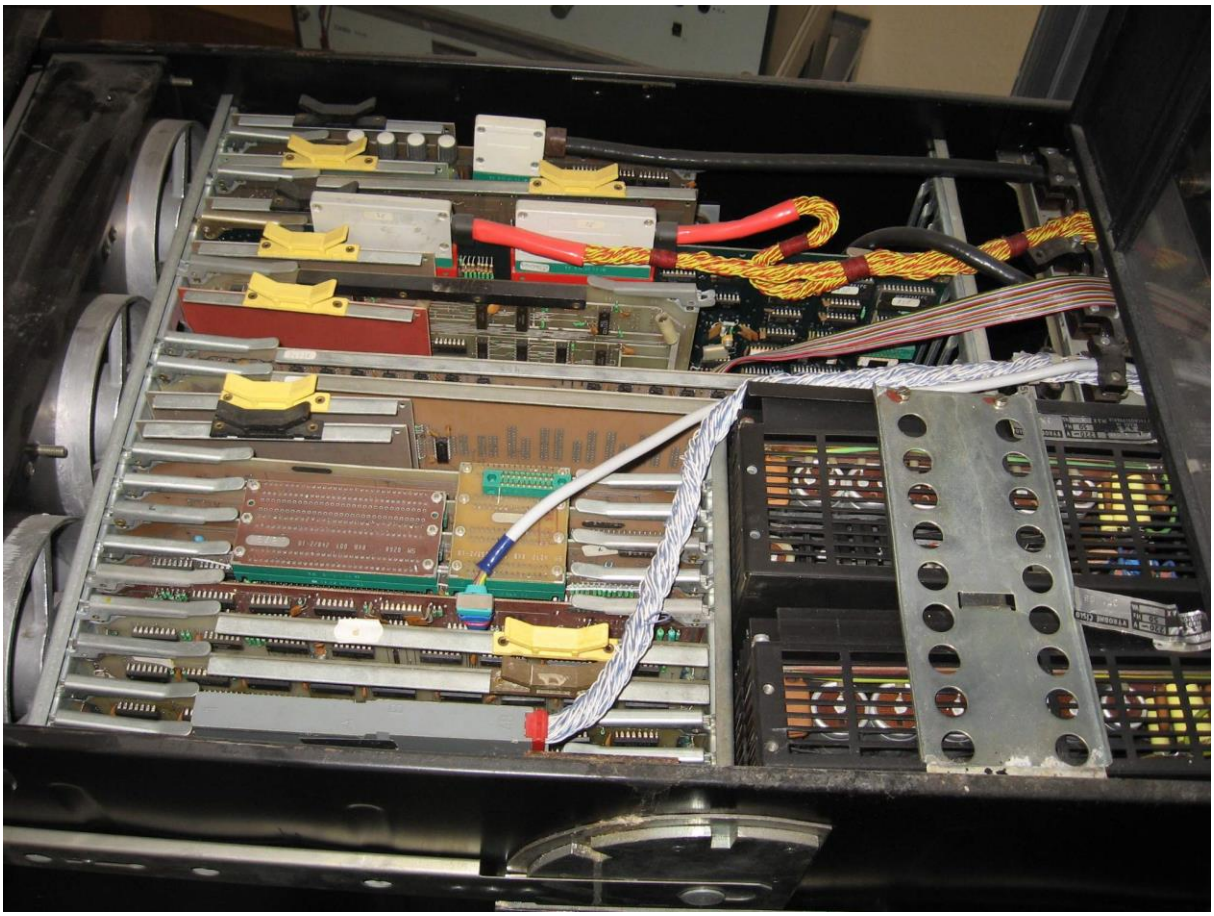
Pre vytváranie viac počítačových systémov SMEP lokálne je možné použiť:

- Prepínač Spoločnej zbernice. Umožňuje vytvárať zálohované dvojpočítačové systémy SMEP (hlavný a záložný), pre ktoré sú aplikačne kritické zariadenia – npr. terminálová sieť a aplikačná údajová základňa - pripojené na samostatný úsek Spoločnej zbernice, pripojený za prepínač SZ, ktoré je možné programovo alebo manuálne prepnúť z hlavného na záložný systém, ktorý potom preberá funkciu hlavného počítača.
- Modul rýchleho lokálneho medzipočítačového prepojenia. Umožňuje rýchly DMA prenos dát medzi dvoma počítačmi SMEP so SZ.

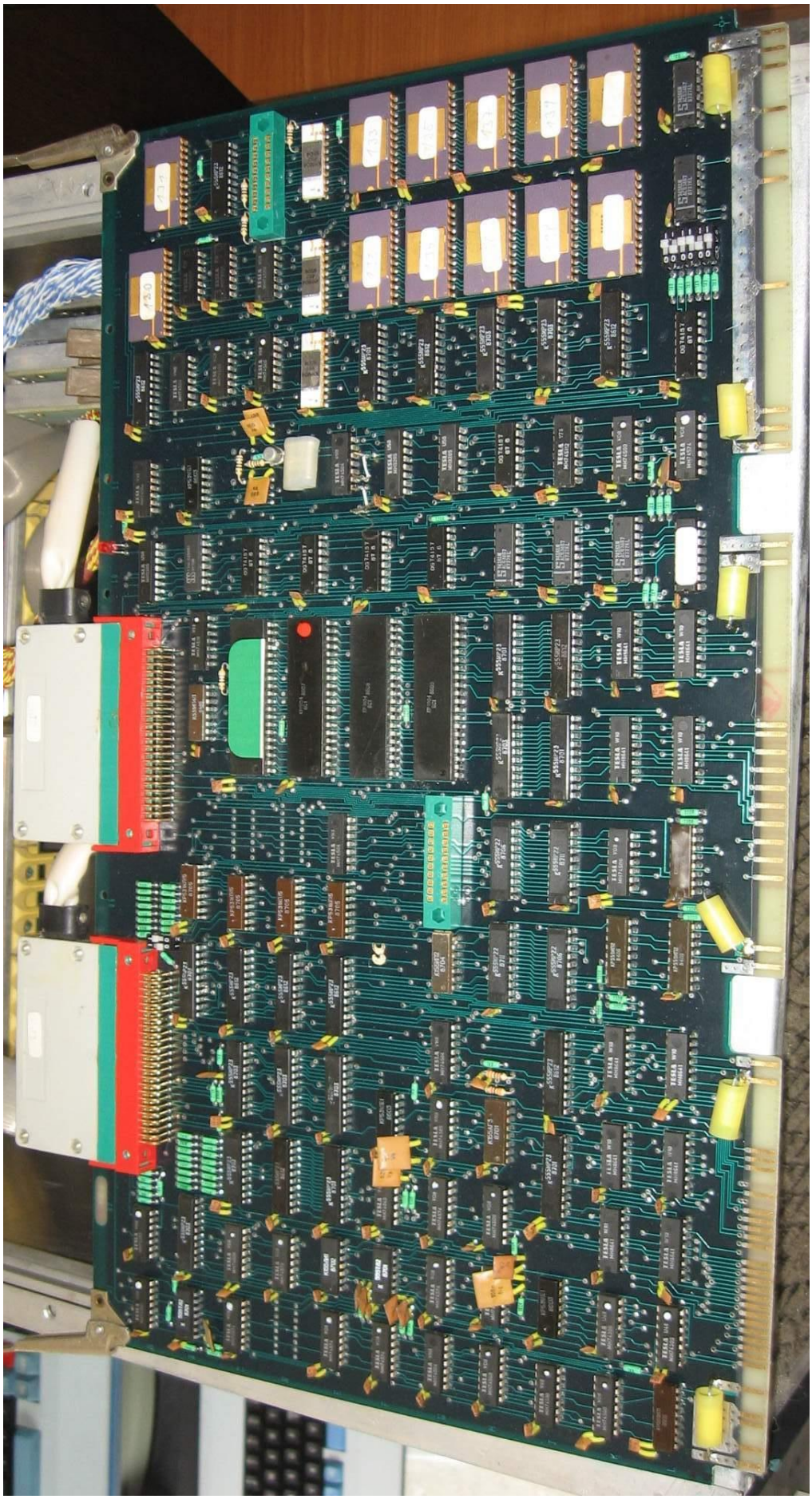
2.10. Programové vybavenie, dodávané pre systém SM 52/11+:

Programové vybavenie zo systému M 16-22 uvedené v bode 1.10 a ďalej:

- **DOS RVR 3** multiprogramový multiužívateľský operačný systém s prideľovaním času a systémových zdrojov podporujúci OP do 4 MB a s prekladačmi z jazykov Macro, FORTRAN IV, BASIC a COBOL
- **DOS KP 3** univerzálny multiprogramový multiužívateľský operačný systém podporujúci OP do 4 MB a s prekladačmi z jazykov Macro, BASIC, FORTRAN IV a COBOL
  - programy pre prácu s textami TXT procesor
  - UAPV pre prípravu, predspracovanie a prenos dát PPPD 2



Porovnanie mikropočítačov a minipočítačov SMEP III navzájom a s porovnateľnými svetovými výrobkami

Model	**M 16-22**	**PDP 11/44**	**SM 52/11+**	**PDP 11/60**
Architektúra	Porovnateľná	Porovnateľná	Porovnateľná	Porovnateľná
Počet súč. sprac. dátov. Bitov	16	16	16	16
Operačná pamäť (max. kapacita kB)	256/4 096	256/4 096	1 280/4 096	256
Cache pamäť (kapacita KB)	-	8	2	2
Kontrola OP	ECC	ECC	ECC	ECC
Čas ADD (ns)	2 400	650	340	340
Čas MULF (ns)	13 400	13 400	850	850
Inštrukcie CIS/ECS	Nie/áno	áno/nie	áno/áno	nie/áno
Zač. výroby	1986	1979	1984	1977

M 16 - 22
ZPA
CM 2231
CM 5400