

VT R10 részletes leírása

Bodnár László

Felépítés

Központi egység

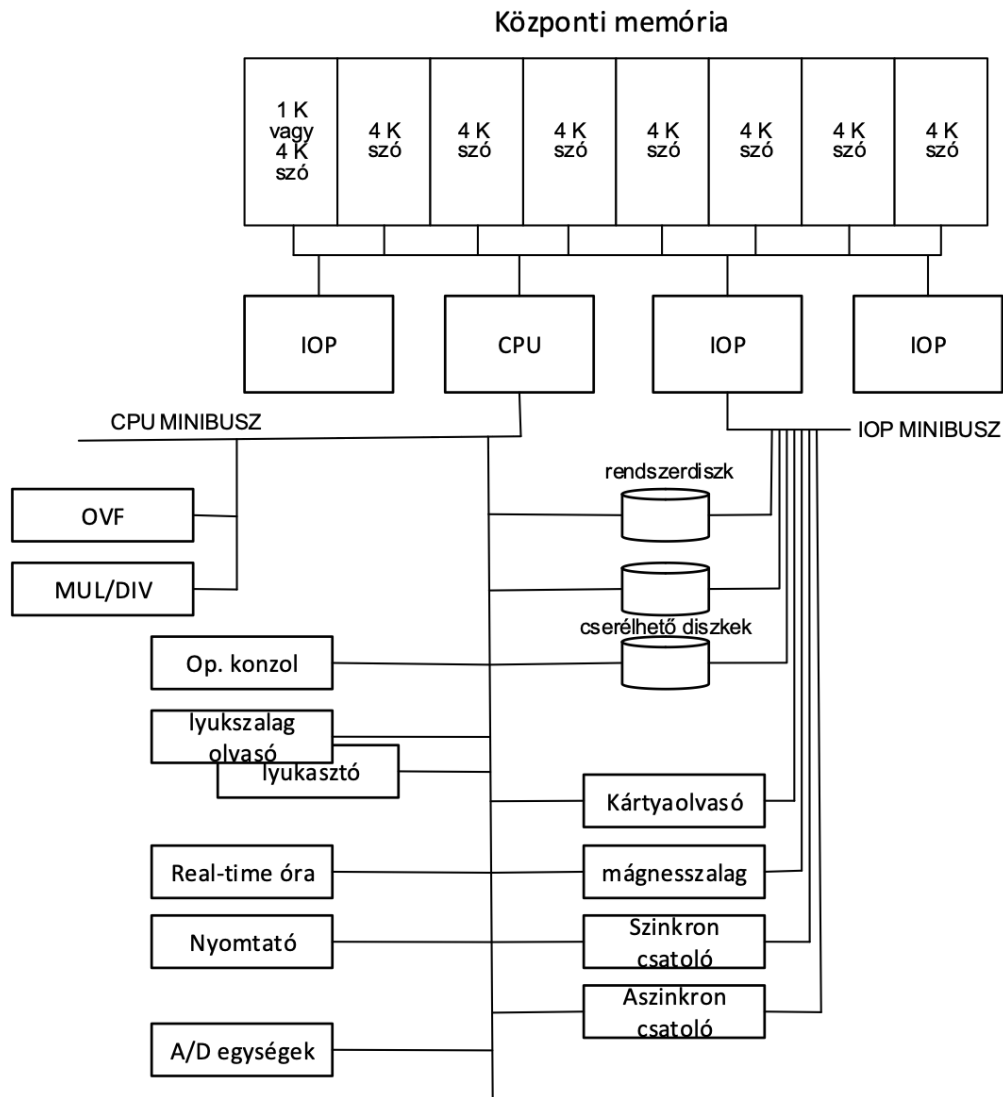
Szó szervezésű gép: 16 bpW, kiegészítve 1 paritás- és 1 memóriavédelmi bittel

- vezérmű: LSI tokokból felépített, mikro-programozott vezérlés, mind a központi egység, mind a ki/beviteli egység és speciális egységek esetében, Minibus sínrendszer
- 1 vagy 2 KB mikro-program-tár
- legfeljebb 4*32 B kapacitású gyorsregiszter tár, amelyet MSI bipoláris integrált áramkörökkel valósítottak meg, 60 nsec/word hozzáférési idő
- 32 megszakítási szint
- 5 program indikátor:
 - átvitel (Carry)
 - túlcsordulás (Overflow)
 - mód (Master/Slave)
 - megszakítás maszk
 - memória védelem
- főtár: 4-32 KW ferritgyűrűs tár (8 KB-s modulokból); ciklusidő 400 μ s
- számológép: aritmetikai utasítások esetében típustól függően
 - huzalozott;
 - mikro-programozott;
 - külső egységgel megvalósított (Lebegő pontos aritmetika, BCD aritmetika).
- csatorna: a külső egységek mikro-programozott vezérlésével valósult meg

Periféria

- **Háttértárak:**
 - cserélhető mágneslemez (bolgár diszk), 5 MB (EC 5052, EC 5053)
 - IZOT 1370 lemezegység, 1 fix, 1 cserélhető lemez
 - SAGEM FEX3 fix mágneslemez, 800 KB. Kiváltásra került a MOM (Magyar Optikai Művek) gyártmányával

- hozzáférési idő: 10 ms
- 8" hajlékonylemez, 256 KB
- 9 sávós mágnesszalag (PERTEC PEN5, Zeiss, NML67)
- **Külső eszközök:**
 - ASR33 Teletype konzolírógép, 10 chps
 - VT 340 CRT monitor (16 sor, 80 chpl)
 - CONSUL írógép
 - lyukszalag olvasó, 300 – 1000 chps
 - lyukszalag lyukasztó, 50 chps
 - lyukkártya olvasó, 300 cdpn
 - sornyomtatók (dob nyomtató):
 - 80 chpl, 356 lpm
 - 132 chpl, 245 lpm
 - mátrixnyomtató, 100 chpm
 - AD / DA átalakító
 - Szinkron (CLS)/aszinkron csatoló(CLA)
 - COS univerzális hálózati csatoló, VIFI fejlesztés
 - VT 56100 szinkron terminál
 - a VIDEOPLEX adatrögzítő rendszernek saját képernyős terminálja és speciális klaviatúrája volt
 - egyes kiépítések esetében a lebegőpontos műveleteket, illetve az szorzás/osztás műveleteket külső egység (OVF, MUL/DIV) valósította meg
 - egy IOP egység helyett DMA (Direct Memory Access) egységet is csatlakoztatni lehetett



Az R 10 általános felépítése

Működés

Memória

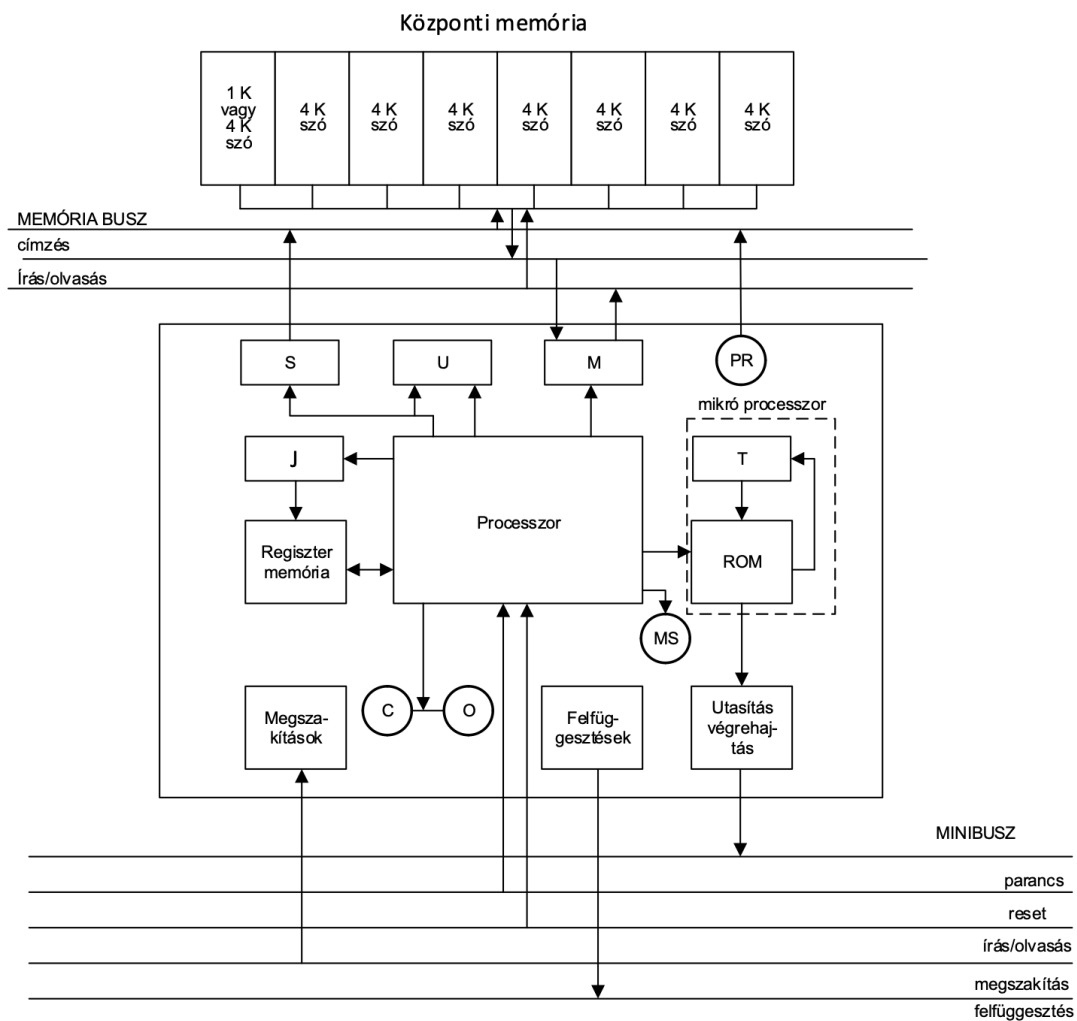
A memória olvasás/írás két elkülönített ciklusban valósul meg:

- az olvasás egy destruktív olvasási fél-ciklus, amelyet egy visszairási fél-ciklus követ;
- az írás esetében egy törlési fél-ciklust egy írási fél-ciklus követ.

Egy-egy fél-ciklus hozzáférési ideje 400 nsec.

Egy vezérlő logika felügyeli a fél-ciklusok időzítéseit, az adatforgalmat a központi egységgel, és a négy szintű prioritás kezelést is megvalósítja.

Központi egység



A központi egység blokk diagramja

A központi egység működése két különböző szinten történik:

- **Első szint** – felhasználói szint – valósítja meg
 - az alap utasításkészlet végrehajtását,
 - a max. 6 regiszterblokk kezelését,
 - az 5 program indikátor (ábrán körökkel jelölve) vezérlését,
 - a megszakítási rendszer kezelését.
- **Második szint** – mikro processzor szint – valósítja meg
 - a kb. 40 hardverben tárolt mikro utasítás halmaz kezelését;
 - a mikro utasításokkal megvalósított szubrutin készlet – un. „mikro program” végrehajtása, ideértve a periféria csatolók egyes funkcióit is;
 - az első regiszterek kezelését;
 - a mikro program indikátorok vezérlését;

- az un. „felfüggesztési rendszer” kezelését, ami az első szintű megszakítási rendszer második szintű megfelelője.

A ROM-ban tárolt mikro program vagy mikroprocesszor

A mikro-program egy nem destruktív ROM-ban, a gyártó által előre rögzített program, 60 nsec/word elérési idővel. Minden ilyen memória szó 16 bites, és egy mikro utasításnak felel meg.

A vezérlő egység – kiépítéstől függően – vagy 512 szót (MC1), vagy 1024 szót (MC2 + MC3) tartalmaz.

Egy mikro utasítás átlagosan 300 nsec alatt hajtódik végre.

Az aktuális végrehajtásra kerülő mikro utasítás címét egy 10 bites regiszter (T regiszter) tartalmazza. Mivel a mikro utasítások 6 biten tartalmazhatnak még egy cím kiegészítő kódot, ezért a mikro utasítások nem szekvenciálisan vannak a ROM-ban tárolva.

Regiszterek

- **Memória átviteli regiszter**

Az **S** regiszter egy 15 bites cím regiszter, ugyanakkor egy cím 16 bites. A cím legjobboldalibb bitje, amely egy byte-ot címezne meg a címzett szavon belül, figyelmen kívül marad.

Az **M** regiszter egy 18 bites regiszter, amely a memória transzfer regisztere. Két bit fenntartott a paritás ellenőrzésre, illetve a memória védelemre. Az **U** regiszterrel való adatcserére a többi 16 bit kerül felhasználásra.

- **Gyors regiszterek**

Alapkiépítésben az **R 10** egy, 16 bites integrált áramkörökkel megvalósított regiszter blokkot tartalmaz, amelyben a regiszterek 0 és 7 közötti címeket kapnak. Ilyen regiszter blokkból legfeljebb 8 lehet a gépben.

Ezekhez a regiszterekhez elkülönített hozzáféréssel rendelkezik mind központi egység, mind pedig a I/O vezérlő.

A központi egységben az első blokk (0-s blokk) fenn van tartva a program végrehajtás számára, az első 6 regiszter valósítja meg a következő funkciókat:

- **A** – akkumulátor,
- **E** – az akkumulátor kiterjesztése,
- **P** – program utasítás számláló,

- **X** – index regiszter,
- **L** – lokális bázis regiszter,
- **G** – globális bázis regiszter.

Az utolsó két regisztert (**V** és **W**) a mikro program használja.

A többi blokkot általában periféria átvitelekhez rendeltek, a felfüggesztési rendszeren keresztül (csatorna memória).

AZ I/O vezérlő hozzáfér az összes regiszter blokkhoz, amelyeket periféria transzferekhez használ. Minden regiszternek van egy egyedi címe 1 és 73 (vagy 127) között. A mikro programoknál a regiszter cím a következők szerint határozódik meg:

- a mikro program utasítás egy meghatározott mezője szerint (3 bit),
- a **J** regiszter tartalma.

Processzor (logikai és aritmetikai egység)

A processzor a logikai és aritmetikai műveletek megvalósításához a 16 bites **U** univerzális regisztert használja, aminek egy duál beviteli egysége van. Az **U** regiszter utasításokkal nem elérhető, de akkumulátor regisztere lehet esetenként a mikro processzornak. Így lehet egy mikro utasítás operandusa, és/vagy egy mikro utasítás eredményének tárolója is. Az **U** regiszter tartalma átkerülhet

- **M** regiszterbe – adat,
- **S** regiszterbe – cím,
- egy általános regiszterbe,
- az indikátorokba.

Indikátorok

(Az ábrán körökkel jelölve)

Az R 10 központi egysége 9 indikátort kezel:

- **4 indikátor** a mikro processzor részére fenntartott:
 - **B** indikátor : az U regiszter túlsordulás (overflow) indikátora;
 - **Tz** indikátor: egy mikro utasítás nulla eredménye;
 - **To** indikátor: egy mikro utasítás eredményének előjele;
 - **Ao** indikátor: a feldolgozott byte címe.

- **5 indikátor** elérhető a programokból:

- **C = Carry indikátor**

Ez az indikátor az utolsó végrehajtott utastól függően két különböző jelentéssel bír:

- Átvitel (Carry/Borrow) – aritmetikai utasítások esetében;
- egyéb utasítások esetében a C=1 ha az utasítás végrehajtása után a regiszter tartalma nulla, összehasonlítás esetén ha a két érték azonos.

- **O = Overflow indikátor**

Ez az indikátor az utolsó végrehajtott utastól függően két különböző jelentéssel bír:

- Túlsordulás (Overflow) – aritmetikai utasítások esetében;
- egyéb utasítások esetében az O=1, ha az utasítás végrehajtása után a regiszter tartalma negatív, összehasonlítás esetén, ha az A regiszter értéke kisebb, mint a megcímzett szóban tárolt érték.

- **MS – Master/Slave indikátor**

Ha programot un. Master módban kell végrehajtani, az indikátor értéke 1, ellenkező esetben a program un. Slave módban hajtódik végre.

- **MA – Megszakítás maszk indikátor**

Az indikátor értéke 1, ha a megszakítások maszkolva vannak, ellenkező esetben 0 az értéke

- **PR – Memória védelmi „kulcs” (Memory Protection „key”)**

Az indikátor értéke 1 a program bármilyen memória helyet elérhet, ah az indikátor értéke 0, a program csak a nem védett memória területhez férhet hozzá.

Kapcsolat a környezettel

A feldolgozó egység az un. MINIBUS-on keresztül van összekapcsolva a periféria vezérlőkkel, és ehhez a buszhoz hozzáfér mikro utasításokon keresztül a mikro processzor is. Az interfész tartalmaz

- adatokhoz: 16 bites output vonalat, 16 bites input vonalat;
- parancsokhoz: 3 bites vonal;
- címzéshez: 6 bites vagy 10 bites vonal egyes esetekben;
- szinkronizáló vonal;
- reset vonal.

A periféria MINIBUS, amelyre a periféria vezérlők csatlakoznak, 16 unidirekcionális adat vonalat, írásra is és olvasásra közösen, egy cím és vezérlő buszt is, valamint megszakítási és felfüggesztési vonalakat valósít meg.

Megszakítások – felfüggesztések – eltérülések (Interrupts, Suspensions, Traps)

Megszakítások

A megszakítási rendszer működésbe lép akkor, ha

- külső (hardver) megszakítás jel érkezik;
- egy speciális mikro-utasítás indítja;
- a megszakítások nincsenek maszkolva;
- az aktuálisan futó program prioritási szintje alacsonyabb, mint az érkező megszakítás prioritási szintje.

A megszakítási szintek (IT szintek) száma 32. Ebből

- 4 un. belső megszakítás (operátori megszakítási igény, hálózat bekapcsolás, hálózat megszűnés, program (0-s szint);
- 28 pedig külső megszakítás. Szintenként 4 megszakítás lehetséges, így (4 x 28) 112 a lehetséges megszakítások száma.

Minden megszakítási szinthez hozzá van rendelve egy memória cím, az un. „context pointer”. Ez a pointer arra a programra mutat, amely az adott megszakítás kezelésére szolgál. Ez a 32 context pointer egy táblában van elhelyezve. A tábla címét a központi memória 10-es címe (&0A) mutatja.

Ha egy megszakítás jel érkezik, akkor

- az egy flip-flop-ban eltárolásra kerül – (jelenként 1);
- a kért megszakítás szintje hardveresen kódolásra és összehasonlításra kerül az aktuálisan futó program IT szintjével;
- ha a megszakítás elfogadható, akkor a kódolt IT szintje alapján a megszakítás kezelő mikro-program működésbe lép, és a vezérlés átadódik a megszakítást kezelő programra;
- a megszakítást kezelő program egy megszakítás inaktiváló utasítással (DIT) visszaadja a vezérlést oda, ahol az megszakadt;

Gyorsmegszakítás

Opcionális lehetőség, hogy egy megszakítás un. „gyors megszakítás” (high-speed interrupt) legyen. Ekkor a context a gyorsregiszter tárbá kerül tárolásra, így kb. 2µsec alatt végrehajtódik a context csere. Ezt a megszakítást a DITR utasítással kell deaktiválni.

Felfüggesztések

A felfüggesztési rendszer képes kezelni a futó mikro program szintén jelentkező megszakításokat. Ezek a felfüggesztés kérések vagy külső forrásból – perifériától -, vagy belső forrásból – központi egység – származnak. Egy felfüggesztés kérés esetében a mikro processzor állapota és indikátorai egy stack-ba kerülnek, és a felfüggesztést kezelő mikro program végrehajtásra kerül.

A felfüggesztés kérés lekezelése után a stack-ból a mikro processzor állapota vissza állításra kerül. A stack kapacitása 4 felfüggesztésre elegendő, ezért 4 felfüggesztési szint létezik. A felfüggesztési jelek száma 32, vagy 8 szintenként, és a következők szerint vannak felosztva:

- eltérülések (1);
- megszakítások (2);
- vezérlő pult (1);
- hálózati hiba (1).

A 27 fennmaradó felfüggesztés a perifériákhoz van rendelve.

Eltérülések

Egy abnormális működési állapot észlelése eltérülést vált ki.

A következő abnormális feltételek váltanak ki eltérülést:

- nem létező memória cím: a felhasználó által meghatározott cím kívül esik a rendelkezésre álló legnagyobb memória címen,
- memória védelem megsértése: a felhasználó megkísérel írni egy védett memória területre,
- paritás hiba a memória írás/olvasás esetében,
- működési mód megsértése: privilegizált utasítás kiadásának kísérlete nem privilegizált módban futó program esetében,
- érvénytelen utasítás: helytelen utasítás kód felismerése,
- „watch-dog” időzítés lefutott.

Működési mód és védelem

Működési módok

Az R 10 kétféle működési módot különböztetett meg:

- Normál vagy slave mód: ebben a módban az un. privilegizált utasítás nem hajtható végre, ha mégis kísérlet történne erre, akkor az a működési mód megsértése típusú eltérülést generál. MS indikátor értéke 0.

- Privilegizált vagy master mód: ebben a módban az összes utasítás kiadható illetve végrehajtható. Az MS indikátor értéke 1. Például számos szupervisor – operációs rendszer – programot master módban kell futtatni.

Meg kell jegyezni, hogy egyes címzési módok változhatnak attól függően, hogy milyen módban dolgozik a központi egység.

Memória védelmi rendszer

A memória védelem működése attól függ, hogy az operátori pulton a PM kapcsoló/kulcs bekapcsolt állapotban van-e.

A memória védelmi rendszer a következő módon működik:

- a memória védelmi bit 1-es állapota „lock” a szó minden bitjére vonatkozik, és a LDP (Load Protection) utasítással állítható;
- a PR kapcsoló/kulcs állapota az egész programra vonatkozik;
- ha ez az érték 1 (override key), akkor a program hozzáférhet minden memória területhez;
- ha az érték 0, akkor a program hozzáférhet minden memória területhez, ahol a lock bit 0 értékű.

A PR indikátor értéke minden esetleges program állapotváltozás – megszakítás, supervisor hívás – esetén is megőrzésre kerül.

Védelem megsértése

Ha egy „zero key” program megkísérel hozzáférni egy olyan memória helyhez, amelyen a lock bit értéke 1, akkor védelmi rendszer „védelem megsértése” típusú eltérülést fog generálni.

A memóriavédelem, és a működési mód egymástól függetlenek.

86 mikroprogramozott utasítás, utasításszintű kompatibilitás a Mitra 15-tel

- 40 memória referenciális utasítás
- 29 regiszter kezelő utasítás
- 12 léptető utasítás
- 5 speciális utasítás.

Időosztásos üzemmódot támogató utasítások

800 nsec memória írási/olvasási idő, kb. 2,5 Mbyte/sec átviteli sebességgel a központi egységnél.

Főttár-címzési módok:

- közvetlen címzés: a cím 1 byte-on kódolva;

- direkt, indirekt és indexelt a lokális bázishoz képest;
- direkt, indirekt és indexelt a globális bázishoz képest.

A címzési módok osztályokba szervezettek.

0-s és 0'-s címzési osztály

Ebbe a címzési osztályba tartozó utasítások bármilyen adat címet tudnak elérni, a lokális vagy globális szegmensen belül. A 0' címzési osztályba tartozó utasítások esetében a paraméteres címzés tiltott.

Ebbe az osztályba tartoznak:

- betöltési és kiírási utasítások (Load and store),
- aritmetikai utasítások (fix- és lebegő pontosak),
- logikai utasítások,
- byte sorozat kezelő utasítások,
- összehasonlító utasítások.

Címzési mód	Címzett adat
lokális, direkt	byte, szó, dupla szó a lokális szegmens első 256 byte-ján belül
lokális, indirekt	byte, szó, dupla szó bárhol a memóriában, ahová egy lokális szegmensben lévő tartalom szerinti cím mutat
lokális indirekt, indexelt	egy byte, szó, dupla szó tömb eleme, bárhol a memóriában, ahová egy lokális szegmensben lévő tartalom szerinti cím mutat
direkt, globális	byte, szó, dupla szó a globális szegmens első 256 byte-ján belül
globális, indirekt	byte, szó, dupla szó bárhol a memóriában, ahová egy globális szegmensben lévő tartalom szerinti cím mutat
globális, indirekt, indexelt	egy byte, szó, dupla szó tömb eleme, bárhol a memóriában, ahová egy globális szegmensben lévő tartalom szerinti cím mutat

1-es címzési osztály

Ebbe az osztályba tartoznak:

- néhány operandus nélküli utasítás: regiszterek cseréje, szekció vége stb.;

- olyan utasítások, amelyek operandusa általában ismert a program írása alatt: léptetések, index, inkrementálások stb.

Ebbe az osztályba tartoznak:

- léptető utasítások,
- bázisokkal kapcsolatos utasítások,
- szekció vagy supervisor hívások,
- I/O utasítások,
- regiszterek közötti utasítások;
- megszakítás kiváltó és megszakítást nyugtázó utasítások.

Címzési mód	Címzett adat
paraméteres	az eltolási érték szerint meghatározott operandus
paraméteres, indexelt	az eltolási érték szerint meghatározott operandus + X regiszter tartalma
lokális direkt	az operandus a lokális szegmens első 256 byte-ján belül helyezkedik el

2-es címzési osztály

Ebbe az osztályba tartoznak a feltételes és feltétel nélküli ugró utasítások. Normál esetben az ugrás által meghatározott hely ugyanabban a szekcióban van.

Címzési mód	Címzett adat
relatív előre (pozitív)	bármely utasítás előre, 512 byte-on belül
relatív hátra (negatív)	bármely utasítás hátra, 512 byte-on belül
lokális indirekt	a lokális szegmens egy címe által mutatott helyen lévő utasítás
globális, indirekt	a globális szegmens egy címe által mutatott helyen lévő utasítás

Mikró programozás

3 különböző típusú mikró programutasítás:

- MC1 az alap utasítások végrehajtása, valamint a Minibus-ra csatlakozó perifériák kapcsolódási funkcióinak megvalósítása.
- MC2 a kiegészítő (opcionális) utasítások végrehajtása, valamint azoknak a perifériáknak a kapcsolódási funkcióit valósítja meg, amelyek a Minibus-hoz kapcsolódnak, vagy az IOP egységen, vagy a központi egységen keresztül.
- MC3 csak azoknak a perifériáknak a kapcsolódási funkcióit valósítja meg, az IOP egység saját Minibus-án keresztül kapcsolódnak a géphez.

Lehetséges adattípusok:

- bájt
- szó (2 byte)
- duplaszó (4 byte)
- bájt sorozat – csak a speciális szövegkezelő utasításoknál.

Utasítás-végrehajtási idő tár-regiszter típusú szavas műveletekre: átlagosan 2,1 ms (~500 ips). A csatornavezérlő utasításokat 300 µs válaszidejű megszakítási rendszer kezelte, lehetővé téve hierarchikusan egymásba ágyazott megszakítási programok automatikus végrehajtását. A 32 megszakítási szintet 112 külső megszakítási okhoz lehetett hozzárendelni

Programkészlet

Általános programok

- *Operációs rendszer:*
 - MTR
 - RTM
 - PCM – Process Controll Monitor – VIFI fejlesztés, real-time folyamatok kezelésére
 - RTDM
 - VIDOS (Infelox fejlesztés)
 - Answer.
- *Programnyelvek:*
 - BASIC – 8 k memóriában futó BASIC interpreter
 - CDL
 - Cobol 74

- Fortran IV – egy menetes fordító, amely praktikusán gépi kódra fordított, tehát szükséges volt még egy LINK fázis, annál is inkább, mert a futáshoz szükséges szubrutinok is un. BT formátumúak voltak
- ASM1, ASM2 assemblerek, az ASM1 csak lyukszalag kimenettel rendelkezett, és kevesebb pseudo utasítást ismert fel, mint az ASM2
- MASM assembler – két menetes makró assembler
- LP 15 – egy olyan assembler, amely szintaxisa nagyon közel állt az ALGOL-hoz, de valójában mégis assembler-utasításokkal dolgozott; ezt a nyelvet később a PDL2 váltotta ki az R11-en
- MACRO-GENERATOR – ma azt mondanánk, hogy egy REGX alkalmazás, valójában felhasználó által meghatározott eljárások – amelyek rekurzívak is lehettek – alapján szövegfeldolgozást végzett.
- *Segédprogramok*
 - LINK – editor – több változata volt, a legfejlettebb változat képes volt az un. overlay szervezésű programok összeállítására is
 - RCEDIT szövegszerkesztő
 - BIB – könyvtárkezelő a rendszerdiszk előre definiált területeit (futtatható programok, BT formátumú programok, felhasználói programok) kezelésére – felvétel, mozgatás, törlés, átnevezés, stb. - funkciókkal
 - PATCHD – diszkes javító a 800 Kbyte-os diszkhez (1 kiválasztott szektor – 256 byte – tartalmát hexadecimális formában megjelenítette, és a módosított tartalmat visszaírta a lemezre)
 - AMAP debugger

Egyedi programok

Felhasználói igényekhez igazodó alkalmazási rendszerek

- VIDEOPLEX adatrögzítő rendszer.