

# Adatátviteli multiplexer

MARTOS BALÁZS  
(MTA SZTAKI)

Napjainkban egyre szélesebb körben alkalmaznak nagy integráltságú áramköröket, mikroprocesszorokat. A cikkben vázolt több mikroprocesszoron alapuló moduláris rendszer, mely IBM 2703 kompatibilis adatátviteli multiplexert valósít meg, újabb példája a felhasználási lehetőségeknek. A szerző ismerteti azt a bipoláris programozható adaptert, mely a multiplexer-számítógép csatornkapcsolatot biztosítja. Kialakítása révén univerzálisan alkalmas illesztőegység vagy más vezérlési funkciók betöltésére.

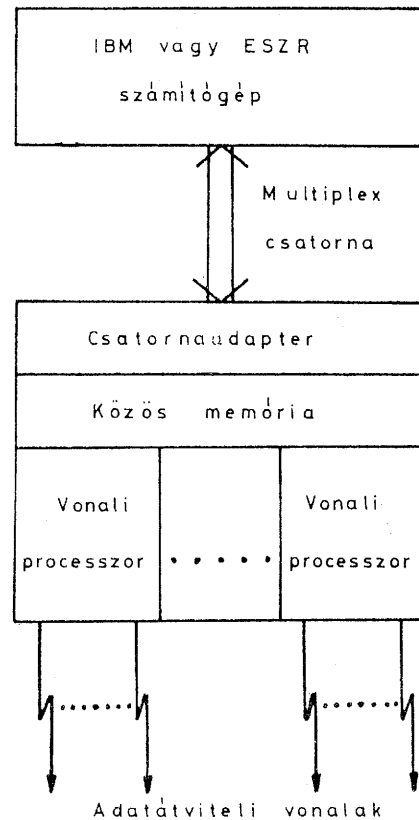
ETO: 621.394.44:681324:681.325.181.48

Az MTA SZTAKI-ban a távadat-feldolgozással kapcsolatos kutatási-fejlesztési feladatok között az egyik legjelentősebb a TAF-processzorok vizsgálata. A vizsgálatok között a kisszámítógép alapú realizálás kérdései mellett a mikroprocesszoros egységek tanulmányozása is szerepel. Az intézetben kifejlesztettünk egy multimikroprocesszor családot [1], melynek tagjai a TAF-hálózatok különböző pontjain, különböző funkciók betöltésére alkalmasak. Ebbe a családba tartozik az az adatátviteli multiplexer is [2], melynek speciális eleme az ESZR-csatorna kapcsolatot biztosító bipoláris programozható adapter (BPA).

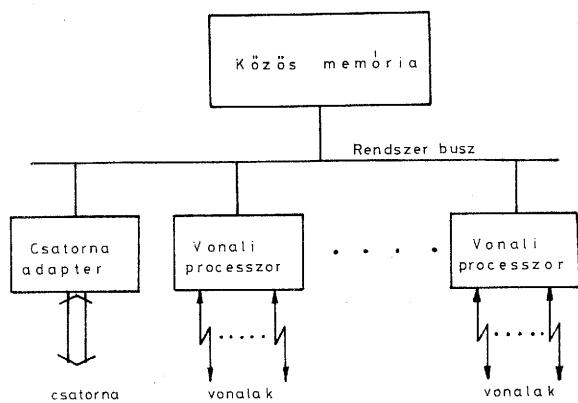
A mikroprocesszor alapú adatátviteli multiplexernek több előnye van hagyományos technológiával készült elődeivel szemben. A kisebb hardware-elem-szükséglet, a kisebb helyigény és energiafogyasztás csökkenti az előállítási és üzemeltetési költségeket. A multiprocesszoros rendszer adta lehetőség kihasználásával teljes modularitás biztosítható, ami igen gazdaságos konfiguráció-kialakítást tesz lehetővé és nagymértékben könnyíti a karbantartási, javítási munkát. A programozható multiplexer huzalozott logikával felépített társait felülmúlja rugalmasságban és megbízhatóságban, valamint számottevő költségnövekedés nélkül — csupán programjának segítségével — sokkal intelligensebbé tehető.

## A BPA ALKALMAZÁSA AZ ADATÁTVITELI MULTIPLEXERBEN

A BPA az ESZR, illetve IBM multiplex csatornát az adatátviteli multiplexer belső buszával köti össze. A multiplexer alapvetően az IBM 2703 Transmission Control Unit funkcionális megfelelője. A host processzor felé ennek megfelelő interface-t mutat (1. ábra). Alkalmazkodik az aszinkron, vagy szinkron átvitelhez, fél duplex vagy duplex üzemmódban. Az emulátor programok jelenleg Start-Stop vagy BSC protokollok kezelésére alkalmasak, de bővíthetők magasabb szintű protokollokkal (SDLC,



1. ábra  
Az adatátviteli multiplexer funkcionális szervezése



2. ábra  
A multiplexer hardware szervezése

HDLC) is. A multiplexer néhány jellemzőjében fejlettebb az IBM 2703-nál.

Igy – azzal ellentétes módon – „store-and-forward” technikával dolgozik, és bizonyos funkciókat is – pl. hibás adatblokk vételekor ismétlés-kérés, vagy negatív nyugtázásra blokk ismétlés – átvesz a host processzortól. Az aktuális konfiguráció egyszerűen, a host processzorból programozottan határozható meg. A multiplexer belső működéséről statisztika is készülhet.

A multiplexer maga több mikroprocesszorból épül fel (2. ábra). Az adatátviteli vonalakat több, Intel 8080 központi egységet tartalmazó vonali processzor kezeli, a csatorna oldali kommunikációt a csatornaadapter biztosítja. A csatornaadapter és a vonali processzor a közös memórián keresztül kommunikálnak. A közös memória első 64 byte-ja az ún. megszakítási mező, melynek segítségével a processzorok egymásnak kereszt-megszakításokat okozhatnak. A közös memória többi része szabad kommunikációs terület.

A csatornaadapter a multiplex csatornára többcímű perifériavezérlőként kapcsolódik, multibyte-os adatátvitellel dolgozik. Az alcsatorna címeket a megfelelő vonali processzorhoz, illetve adatátviteli vonalhoz rendeli. A csatorna jelszekvenciáit, és a magasabb szintű protokoll egyes elemeit is a BPA mikroprogramja valósítja meg. Az alcsatornák számos jellemzőjét saját memóriájában tárolja, így pl. a parancs elemzését, a kezdeti állapotváltás megadását, vagy állapotelfojtás esetén az ismételt állapotbevitelt önállóan hajtja végre.

A csatornaadapter megszakítást kap, ha a csatornán a következő események valamelyike történik:

- A címdekódoló által elfogadott, helyes paritású alcsatorna címre kiválasztás érkezik,

- szolgálatkérésre kiválasztás érkezik,
- a csatorna HALT I/O, SELECTIVE vagy SYSTEM RESET jelzést ad.

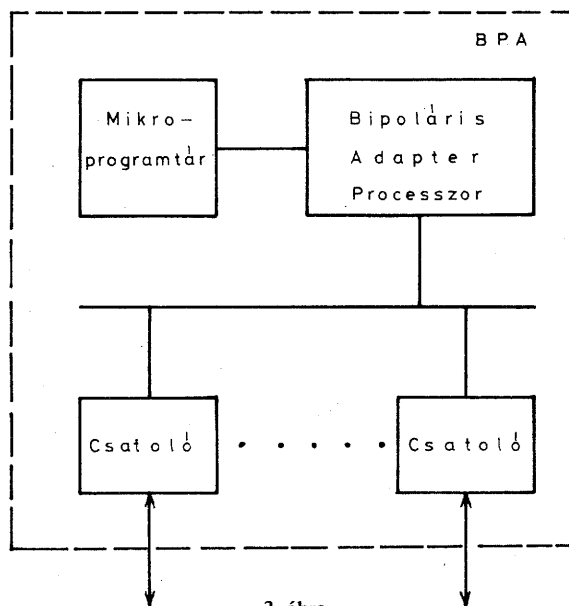
Minden további csatorna jelszekvenciát közvetlenül a mikroprogram vizsgál és vezérel.

A multiplexert megvalósító software tulajdonképpen emulátor programok együtteséből áll, melyek önmagukban szekvenciálisan, egymással általában párhuzamosan működnek. Feladatuk az alcsatornákat és az adatátviteli vonalakat összekötni. A teljes rendszer multitask jellegű, kialakításában eseményvezérelt. Az emulátor programok újraindítható programok, így egy vonali processzor több azonos vonaltípusra csupán az adatfelületek többszörözésével generálható.

A vonali processzorok és a csatornaadapter a közös memóriának az egyes alcsatornákhöz fixen hozzárendelt 16 byte hosszú területén végzik az adatcserét. A vonali processzorokban futó vonali emulátor programok a csatornát tehát csak logikailag, mint blokkátviteli egységet kezelik. Az adaptersoftware számára az eseményeket a csatorna megszakitásai, és az emulátor programoktól származó kereszt-megszakítások jelentik.

### A BIPOLÁRIS PROGRAMOZHATÓ ADAPTER

A BPA kialakításakor abból a szemléletből indulunk ki, hogy a hozzá kapcsoló felületek szétválaszthatók folyamatábrával, idődiagrammal leírható jelszekvenciákra, és olyan – általánosabban értel-



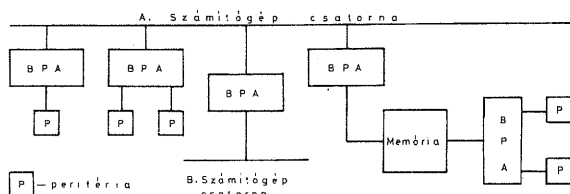
3. ábra  
A BPA kialakítása

mezett elektromos követelményekre, melyek közé a jelszinteken, terhelhetőségen, impedancia viszonyon kívül besorolunk minden olyan funkciót is, amit a BPA mikroprogramja – sebességi vagy egyéb okok miatt – nem tud önállóan kezelni. Ezeket a feladatokat ún. csatolók végzik (3. ábra). Az adapter lényege éppen az, hogy a csatolók – melyek felépítése már függ az illesztett felület típusától – igen egyszerűek lehetnek. A csatolók természetesen fizikailag is különválnak az adapter processzorától (külön kártyára kerülnek), és a mikroprogramtár kártyájához hasonlóan kicserélhetők. Míg azonban a mikroprogram különböző alkalmazásokhoz más és más, a csatolók csak felület-típusonként (pl. ESZR-csatorna, UNIBUS, stb.) különböznek.

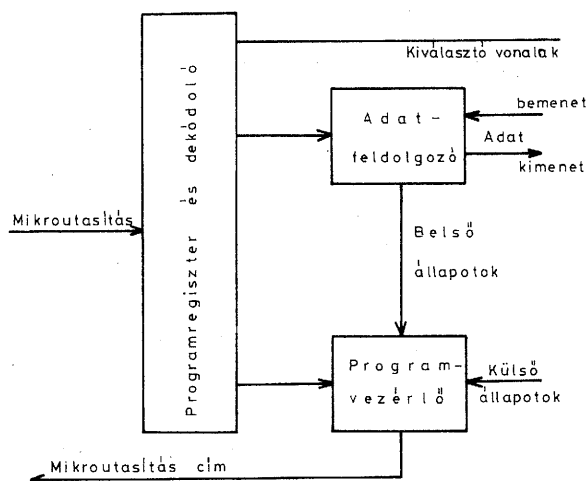
A tervezésnél nemcsak a csatolók egyszerűségét, hanem a könnyű és hatékony programozhatóságot is célul tűztük ki [3]. Fontos szempont volt, hogy a BPA kevésbé bonyolult csatolási feladatokhoz is gazdaságosan alkalmazható legyen.

A megoldást egy bipoláris, mikroprogramozható mikroprocesszorban találtuk meg [4], mely nagy sebessége (200-300 ns ciklusidő) révén a felületi protokollok alacsony szintjeit is képes a csatolóktól átvállalni, nagy integráltságának következtében pedig kevés áramkörü elemből felépíthető. A könnyű programozást a struktúra egyszerűsége a létrehozott programfejlesztő eszközök, hatékonyságát a mikroprogramozhatóság biztosítja [5].

A mikroprocesszort az Advanced Micro Devices AM2901 típusú aritmetikai – logikai egységéből (ALE), és AM2909 típusú programkövető egységéből (PKE) alakítottuk ki [6]. Mindkét egység kaszkádosítható (bit-slice). Az adatfeldolgozót 8 bitesre képeztük ki, a PKE 2K szavas mikroprogramtárat címezhet. A BPA saját – 256 byte-os – írható-olvasható puffer memóriával rendelkezik és így önmagában is képes bonyolult feladatok elvégzésére. Ahol azonban azt a sebességi követelmények, vagy az átáramló adat mennyisége indokolja két „féloldali” BPA és nagyobb, külső puffer memória használható (4. ábra). Az ilyen alkalmazásban egy-egy BPA feladata és a szükséges mikroprogramtár mérete csökken, az adapter teljesítménye nő [7]. Valamelyik felület



4. ábra  
Alkalmazási példák



5. ábra  
Bipoláris adapter processzor

változása esetén csak azt az oldalt kezelő BPA mikroprogramját és esetleg csatolóját kell cserélni.

#### A bipoláris adapter processzor

A BPA központi egysége a bipoláris adapter processzor (BAP). Három fő funkcionális egysége (5. ábra).

- Programregiszter és dekódoló
- Adatfeldolgozó
- Programvezérlő

A végrehajtás alatt álló mikroutasítás a programregiszterben tárolódik. A mikroutasítás vertikális-horizontális felépítésű [8], azaz bitsoportokra tagolt. Egy-egy bitsoport a processzor egy-egy funkcionális egységét vezérli. A bitsoportokon belül az egyes biteknek nincs önálló jelentésük. A vezérlési információt a bitsoport kódoltan tartalmazza. A dekódoló feladata ebből az információból dekódolt vezérlő jeleket előállítani, ha ez hardware szempontból szükséges.

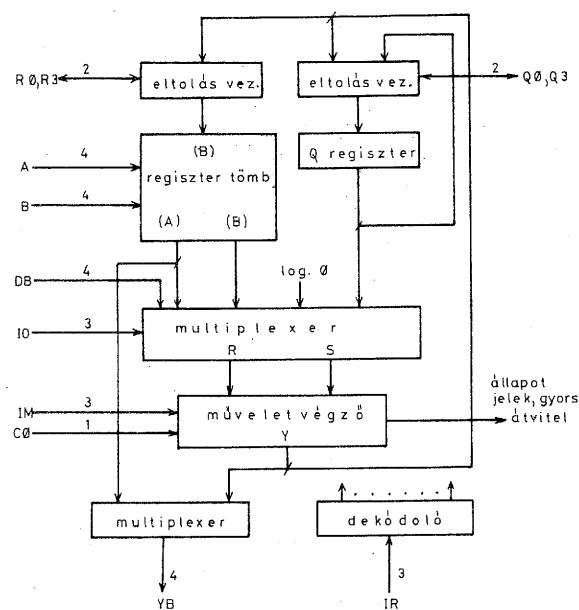
Az adatfeldolgozó a ki/bemeneti adatsíneken van összekötésben a csatolókkal. Az adat értelmezése itt teljesen általános. Az adat forrásai és rendeltetései ún. virtuális regiszterek. A kiválasztó vonalak – a mikroutasításnak megfelelően – kijelölik az egyik forrás, illetve az egyik rendeltetés-regisztert. Az adatfeldolgozó a forrás-regiszter tartalmával valamilyen műveletet végezhet és az eredményt a rendeltetés-regiszterbe írja. Az, hogy egy virtuális regiszter milyen fizikai formában valósul meg, illetve megvalósul-e egyáltalán a csatolók hardware kialakításának függvénye, de a mikroprogram szempontjából közömbös.

A programvezérlő feladata a mindenkor következő utasítás címének előállítás. A címkialakítás módja külső és belső állapotok függvénye. Az állapotok a feltétel-multiplexer segítségével vehetők figyelembe. A multiplexerre vezetett állapotvonalak közül a mikroutasításban kiválasztott állapotvonal logikai értéke határozza meg a címkialakítást. A logikai értéktől függően vagy a mikroutasításban adott parancsnak megfelelően történik a cím meghatározás, vagy attól függetlenül, a memóriában soron következő utasítás címződik. A program futását nemcsak az állapotvonalak programozott lekérdezése, hanem megszakítások is befolyásolják.

A BPA szervezésében átlapolást alkalmaztunk [9]. A mikroutasítás végrehajtása során az adatfeldolgozó és a programkövető párhuzamosan működnek. Az adatfeldolgozás eredményét így csak a következő utasításban választhatjuk a címképzés feltevéleként, egy mikroutasítás végrehajtási ideje viszont mintegy felére csökken. A teljes futási időt tekintve az átlapolásos módszer 60-70%-os javulást eredményez.

#### Az adatfeldolgozó

Az adatfeldolgozó eltolás (shift) logikával és egy gyors memóriával kiegészített ALE. Az adatkimenetek az ALE négy állapotjelével (kilépő átvitel, zérus eredmény, túlcordulás, előjel) együtt a BAP belső állapotai. Az ALE leírása a katalógusokban megtalálható, itt csak röviden ismertetjük (6. ábra).



6. ábra  
Az aritmetikai-logikai egység 4 bites szelete

Regisztertömbje 16 általános célú regisztert tartalmaz, melyek közül bármelyik kettő címezhető egyidejűleg (A és B). Rendelkezik még egy Q-val jelzett regiszterrel is. A közvetlen adatbemenet (DB) egy multiplexerbe csatlakozik, mely a műveletvégző két operandusát választja ki az IO vezérlővonalak szerint. Operandus valamelyik regiszter, a közvetlen adatbemenet, vagy logikai zérus lehet. Adatkimenetnek (YB) az egyik regiszter tartalma vagy a művelet eredmény eltolva is beírható. A beírás módját, valamint a kimeneti multiplexert az IR vonalak vezérlik. A végrehajtandó műveletet az IM és C0 vezérlővonalak határozzák meg.

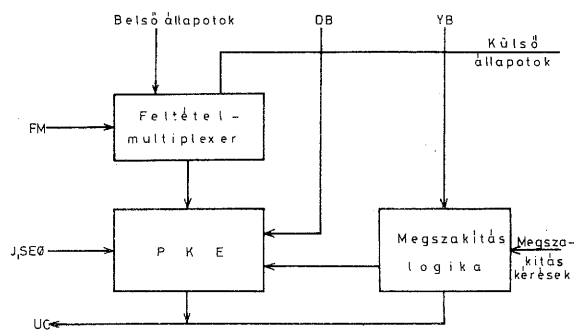
Az eltolás logika az eltoláskor az ALE-be lépő bit(ek) et állítja elő. Lehetőség van logikai zérus vagy logikai egy beléptetésére, ciklikus és aritmetikai eltolásra.

A puffer-memóriát címregiszter címzi. A címregiszter írható-olvasható virtuális regiszter. A memória időzítése olyan, hogy a címzett memóriaszó ugyanabban a mikrociklusban olvasható, majd az ALE kimenő adatával újrainrható, tehát maga is virtuális regiszternek tekinthető. Ez az értelmezés összhangban van az ALE belső regisztertömbje használatával, ahol az olvasás-művelet-írás szinten csak egy mikrociklust igényel.

A mikroutasítás K mezéjét közvetlenül be lehet olvasni. Logikailag ez a mező egy forrásregiszternek felel meg.

#### A programvezérlő

A programvezérlő magja a PKE, melyet megszakítás logika és feltétel-multiplexer egészít ki (7. ábra). A PKE működését sem ismertetjük részletesen, csak néhány fontos jellemzőjét emeljük ki. Megszakításkor, illetve szubrutinhíváskor a visszatérési cím verem-memóriába mentődik. A PKE által előállított címnek (PC) négy forrása lehet:



7. ábra  
Programvezérlő

- A mikroutasítás J mezeje,
- A mikroprogram számláló, mely a memóriában
- soron következő utasításra mutat,
- A verem-memória legfelső szava,
- A végrehajtás alatt álló utasítás címét (UC) tartalmazó regiszter.

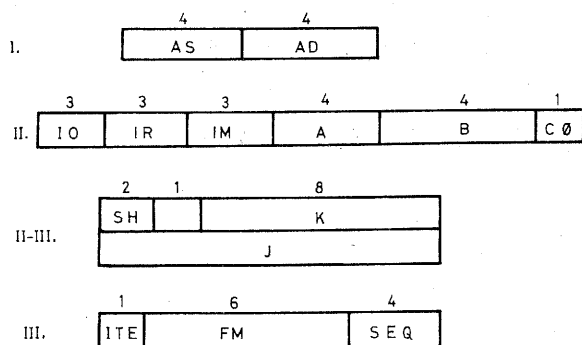
Különleges szolgáltatás, hogy a PC alsó négy bitje bitenkénti logikai VAGY kapcsolatba hozható a bemenő adatvonalakkal. Ez lehetőséget ad több változó szerinti szétugrásra is.

A megszakítás logika többszintű megszakítást kezel, egy szinten több megszakításkérés is jelentkezhet. A megszakítást teljesen közvetlenül a mikroutasításból lehet tiltani. A szelektív tiltás-engedélyezés a megszakítás regiszter segítségével történik. Ez a regiszter mint rendeltetésregiszter feltölthető. Egy megszakítás érvényre jutáskor a következő utasítás címe nem a PKE által képzett cím lesz, hanem a megszakítás szintjéhez rendelt elugrasi cím, melyet a megszakítás logika ad ki.

### A mikroutasítás felépítése

A mikroprogram meghatározott állandó hosszú mikroutasításokból áll. A mikroutasítás-szó hossza 48 bit. Az utasításbitek értelmezésében átfedés van, ez nem gátolja lényegesen a mikroprogram hatékonyságát. Jelentősen csökkenti viszont az utasítás szó hosszát a szükséges mikroprogram memóriát. A mikroutasítás három funkcionális egységre bontható (8. ábra):

- A vezérlés dekódoló az AS mező alapján egy forrás-regisztert, az AD mező alapján egy rendeltetés-regisztert választ ki a lehetséges 16-16-ból. Néhány ilyen regisztert már definináltunk. A többi azonban a csatolóknak tetszőlegesen alakítható ki. A forrás-regiszterek közül



8. ábra  
Mikroutasítás felépítése

- a memória címregisztere,
  - memória (címregiszterrel címzett szava),
  - programregiszter K mezőt tartalmazó része (emit mező);
- a rendeltetés regiszterek közül a
- memória címregiszter,
  - memória (címregiszterrel címzett szava),
  - megszakítás regiszter
- már meghatározott.

II. Az adatfeldolgozó utasítása az ALE vezérlésből (A, B, IO, IM, IR, C $\emptyset$ ), az eltolás logika vezérléséből (SH) és az emit mezőből (K) áll. Az ALE legfontosabb műveletei:

- az alapvető logikai műveletek,
- összeadás/kivonás,
- növelés/csökkentés eggyel,
- eltolás egy bittel jobbra/balra.

IO	R	S	IM	művelet
0	(A)	Q	0	R+S+C $\emptyset$
1	(A)	(B)	1	S-R+C $\emptyset$ -1
2	$\emptyset$	Q	2	R-S+C $\emptyset$ -1
3	$\emptyset$	(B)	3	RVS
4	$\emptyset$	(A)	4	RAS
5	DB	(A)	5	RAS
6	DB	Q	6	RVS
7	DB	$\emptyset$	7	RVS

IR	eredmény elhelyezése	YB
0	Y $\rightarrow$ Q	Y
1	-	Y
2	Y $\rightarrow$ (B)	(A)
3	Y $\rightarrow$ (B)	Y
4	Y/2 $\rightarrow$ (B) Q/2 $\rightarrow$ Q	Y
5	Y/2 $\rightarrow$ (B)	Y
6	2Y $\rightarrow$ (B) 2Q $\rightarrow$ Q	Y
7	2Y $\rightarrow$ (B)	Y

- Y/2 - eltolás az alacsonyabb helyiértékek felé egy bittel  
2Y - eltolás a magasabb helyiértékek felé egy bittel

9. ábra  
Az ALE operandus és művelet kijelölése, az eredmény elhelyezése

III. A programvezérlő utasítása a PKE (SEQ), a feltétel multiplexer (FM) vezérlését a megszakítás engedélyező bitet (ITE) és a címmezőt (J) tartalmazza. A PKE-nek kiadható legfontosabb parancsok:

- folytatás (PC := PC + 1),
- ugrás J címre (PC := J),
- módosítható ugrás J címre (PC := J v DB),
- J című szubrutin hívás (STACK := PC + 1, PC := J),
- visszatérés (PC := STACK),
- várakozás (PC := UC),

Minden parancs végrehajtása feltétfüggő, ha a feltétel nem teljesül, automatikusan a PC: = PC + 1 parancs hajtódik végre. A feltétel a feltétel-multiplexer 32 állapotvonalának ponált, vagy negált értéke lehet. A kiválasztandó állapotvonalat az FM mezőben kell megadni. Az állapotvonalakból az ALE állapotjelei a kimenő adatvonalak és egy fix logikai zérus érték 13 vonalat legfoglalnak, a többi a felhasználó definiálhatja. A fix logikai állapot feltétel nélküli PKE parancsok kiadását teszi lehetővé.

#### AZ ADATÁTVITELI MULTIPLEXER ALKALMAZÁSA

A vázolt multimikroprocesszoros TAF-multiplexer egy R35-ös rendszerben kerül majd kipróbálásra. Az itt nyert tapasztalatokat egyrészt egy multimikroprocesszoros TAF-processzor kifejlesztési lehetőségének vizsgálatához kívánjuk felhasználni. Másrészt meg akarunk győződni arról, hogy a jóval olcsóbb mikroprocesszoros megoldás valóban képes kiváltani egy, az intézetben létrehozott R10 alapú multiplexer-processzort [10].

#### IRODALOM

- [1] BAKONYI P., CSABA L., KOCSIS J.: Az MTA számítógép-hálózata. Automatizálás 1979.12.
- [2] MARTOS B.: Teleprocessing Multiplexer Based on Multimicroprocessor System. Proceedings of the 4th International Conference on Telecommunication, Karlovy Vary, 1979.
- [3] G. MUETHING: Designing the Maximum Performance into Bit-slice Minicomputers. Electronics, 1977. 09.30.
- [4] MISKOLCZI J.: Mikroprogramozható mikroprocesszorok. Mérés és Automatika, 1977. 01.
- [5] J. C. CONWAY: Hardware Approaches to Microprogramming with Bipolar Microprocessors. Computer Design, 1978. 08.
- [6] Advanced Micro Devices: Am 2900 User's Handbook (1977).
- [7] M. P. STEVENS, A. M. CLAESSEN: A Universal High Speed Microprogrammable I/O-Controller. EURO-MICRO, 1978. 10.
- [8] Y. CHU: Digitális számítógépek szervezése és a mikroprogramozás. Műszaki Könyvkiadó, 1977.
- [9] G. REYLING: Considerations in Choosing a Microprogrammable Bit-sliced Architecture. Computer, 1974. 07.
- [10] ERCSÉNYI A.: R10 alapú többfunkciós kommunikációs processzor. Automatizálás. 1979.12.



VÁLLALJA A MEGRENDELŐK KÍVÁNSÁGANAK  
MEGFELELŐEN  
MAGYAR ÉS IDEGEN NYELVŰ

## **PROSPEKTUSOK, KATALÓGUSOK, GÉPKÖNYVEK**

**SZAKSZERŰ SZERKESZTÉSÉT ÉS KIADÁSÁT**

**BUDAPEST, ARANY J. U. 24. 1372**  
**TELEFON: 124-731**