

MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK  
SZÖVETSÉGE

AUTOMATIZÁLÁSI, INFORMÁCIÓFELDOLGOZÁSI  
ÉS OPERÁCIÓKUTATÁSI TANÁCS

**SZÁMITÓGÉPTECHNIKA '68**

ESZTERGOM



ITA/367

SZÁMITÓGÉPTECHNIKA 68  
KONFERENCIA

MTESZ Automatizálási Információfeldolgozási és  
Operációkutatási Tanácsa

II.

ESZTERGOM

1968

Kiadja: MTESZ Ipari Osztály  
Felelős kiadó: Nyárai Emilné  
68. -4638/Rné MTESZ HNy. Bp.  
Készült: 370 példányban, 9,1 iv  
Engedélyszám: 24619/968

## III.

Oldalszámok

HORVÁTH LÁSZLÓ	Az információfeldolgozás átviteli lehetőségei (A magyar Posta szolgáltatásai és tervei e területen).	287
IVÁNYI GYULA	A TPA általános ismertetése	299
JÁVOR ANDRÁS, RÁZGA TAMÁS	Hibavédelmi kódok tulajdonságainak szimulálása ICT 1905 számológépen a hazai telefonhálózat adottságainak figyelembevételével. (Összefoglalás)	307
KÁDÁR ÁGOSTON	A postai hírközlő hálózat alkalmassága adatátvitelre. (mérési módszerek, mérési eredmények)	309
KELEN ANDRÁS	Digitális rendszerek zavarproblémái.	315
KOVÁCS ATTILA	IBM gömbfejes írógép illesztése MINSZK-22-es számítógéphez.	329
KÖVES PÉTER, BINDER LÁSZLÓ	Az EMG 830 modulrendszerű számítógép rendszertechnikai felépítése.	335
LANTOS GYÖRGY, SZÁSZ GYÖRGY	Lyukkártya - lyukszalag konverter.	349
LUKÁCS JÓZSEF, SÁNDOR L. TAMÁS	A software szerepe a TPA tervezésénél és gyártásánál.	357
MAZGON SÁNDOR	Adatfeldolgozás és adatátvitel rendszerillesztése.	363
MÓROCZ ISTVÁN	KMM - 1 Magnetostriktív tároló.	375
NAGYPÁL TIBOR	EMG 4741 típusu digitális korrelátor.	405
NÉMETH PÁL	DIGIRAD üzemi irányító és adatfeldolgozó rendszer (hardware) ismertetése.	421

NYITRAI ZOLTÁN	A TPA-hoz kifejlesztett tároló család.	439
PELLER RÓBERTNÉ	A VILATI-ban kifejlesztett forgómágneses lemeztár család.	449
SZABÓ JÓZSEF	VILATI digitális nagy berendezések tápegységrendszerének felépítése.	461
SZAFONOV I. V.	Számítógépek megbízhatósága	469
THURISCH, GERHARD	Asszociatív tárolók költség- és teljesítményviszonyainak vizsgálata.	483
UDVARI ANDRÁS	Periferiális illesztő rendszer a MINSZK típusu számítógéphez.	505
VAJDA FERENC	A TPA periféria rendszere.	517
VAJDA JÁNOS	Számítógépek és integrált áramkörök.	531
VINCZE IVÁN, SÁROSSY JÓZSEF	Nagysebességű, nagymbízható-sági számítógép áramkörök tervezési kérdései.	553
WOLLNER ROBERT	Beépített hibaérzékelés; vizsgálo-programok az ICT 1905 -os rendszernél.	567

## AZ INFORMÁCIÓFELDOLGOZÁS ÁTVITELI LEHETŐSÉGEI

/A Magyar Posta szolgáltatásai és tervei c területen/

Horváth László

Postavezérigazgatóság

### 1. Bevezetés

Gazdasági életünk reformjának egyik alapvető feladata a ritmus további növelése, az időállandók csökkentése. A gépek erkölcsi elavulása és ezáltal a gyártmány-cserélődés egyre gyorsabb. Ezért a gépeket erkölcsi élettartamuk alatt maximálisan ki kell használni, és a gyártmányfejlesztést meg kell gyorsítani. A mai eszközökkel ez a feladat maradéktalanul nem végezhető el, csak az adatfeldolgozás és az automatizálás fokozatos bevezetésével.

Az adatfeldolgozás egyik leglényegesebb berendezése, az elektronikus számítógép az utóbbi évek során lényeges fejlődésen ment keresztül. A fejlődés azt eredményezte, hogy ma már a számítógép kezeléséhez nem kell speciálisan kiképzett személyzet. A számítógép most már azoknak is rendelkezésére bocsájtható, akik nem ismerik a számítógép működését. Kis gyakorlat után bárki közvetlenül tehet fel kérdéseket egy számítógépnek, amely ha helyesen programozták, megadja a szükséges felvilágosítást. Mivel így a számítógép használóinak köre nagy mértékben kiterjedt, szükséges biztosítani azokat az eszközöket, amelyek segítségével a számítógép igénybevevői a gépet elérhetik. Ezek az eszközök részben az ugynevezett periferikus berendezések, amelyek a számítógépek és az ember kapcsolatát biztosítják, mind például a távirógépek és katodsugárcsöves megjelenítők, részben azok a hírközlési berendezések, amelyek a periférikus berendezéseket a számítógépekkel összekötik.

A számítógépek közvetlen használói számának kiterjesztése egyben térbeli kiterjesztést is jelent. A jövőben adatfeldolgozó gépek helyett információs rendszerekről kell beszélnünk, amelyben a távközlés igen lényeges szerepet játszik. A beruházási költségeket tekintve egy információs rendszer hírközlési berendezéseinek költsége kb. megegyezik a számítógép beszerzési költségeivel.

A számítógépek és perifériák, valamint a számítógépek egymás közötti távközlése az adatátvitel. Ugyancsak az adatátviteli berendezések biztosítják a telemechanikai eszközök közötti távközlést is.

A külföldi tapasztalatok, a nemzetközi szervezetek véleménye, valamint a hazai tanulmányok alapján a Magyar Posta is bevezette ezt a távközlési szolgáltatást. Az adatátvitelre vonatkozó konkrét igény ma ugyan nagyon kevés, ami azzal magyarázható, hogy az adatfeldolgozó szervezetek ma még sokkal kevésbé ismerték fel az adatátvitel használatában rejlő előnyöket, mint a szolgáltatást realizáló távközlési szakemberek.

A posta igyekszik megtenni a szükséges intézkedéseket az adatátvitel bevezetése érdekében egyrészt azért, mert az új szolgáltatás bevezetése és kidolgozása természetesen lassu folyamat, másrészt azért, mert a fejlődés irányát látva az igények elé kíván menni és az adatátvitel lehetőségét felajánlja az adatfeldolgozási szervezeteknek, meggyorsítva azok ilyen irányú fejlődését.

## 2. A szolgáltatás rendszere

A Posta adatátviteli szolgáltatási rendszerének alapvető sajátossága, hogy az igények kielégítése érdekében nem hoz létre új hálózatot, hanem meglévő távíró és távbeszélő hálózatát teszi alkalmassá az új igények kielégítésére.

A bevezetett szolgáltatásokat - amennyiben műszaki akadály nem forog fenn - bárki igénybe veheti, így az egységesség

döntő fontossága. Ennek ellenére a szolgáltatás viszonylag sok formája van tervbe véve, részben azért, mert sokféle igény várható, részben azért, mert ma még több területen nem lehet eldönteni, hogy milyen mértékű igény fog jelentkezni. A részletesebb felsorolás feltehetően elő fogja segíteni az igények benyújtását és ezáltal a szolgálat későbbi rendszerezését. A Postának - tájékoztató szervezete révén - az igényeket az egységesség és a kielégíthetőség irányába kell terelnie.

A szolgálat jellege elvileg kétféle lehet:

- előfizetői szolgálat, azaz a Posta vonalakat és esetleg berendezéseket ad bérbe az előfizetőnek, de a készülék kezelését az előfizető végzi. Ez a szolgáltatás jellegében hasonlít a távbeszélő és telex-szolgálathoz.
- Nyilvános adatátviteli szolgálat, azaz a Posta - hasonlóan a nyilvános táviróhálózathoz - a hiranyagot meghatározott körülmények között a feladótól átveszi és a címzettnek kézbesíti.

### 2.1 Előfizetői adatátviteli /Datel/ szolgálat

A szolgálat egységes elnevezése a Datel szolgálat, tekintettel arra, hogy ez az elnevezés a szakirodalomban már eléggé elterjedt és a szóképzés rendszere teljesen megegyezik a már régebben bevezetett telex és gentex betű szavakkal.

A Datel szolgálatot a Postáról és távközlésről szóló 1964. évi II. törvény alapján a Magyar Posta nyújtja az igénylő előfizetőknek. A szolgáltatás általános jellemzői a következők:

- a/ a szolgálatba kapcsolt állomások közötti összeköttetést a posta az egységes országok távközlési hálózaton biztosítja.
- b/ Átviteli utként igénybe vehetők:



- a nyilvános távbeszélő és táviró /telex/-hálózat,
  - bérlet távbeszélő és táviró áramkörök,
  - távbeszélő sávnál szélesebb sávu áramkörök.
- c/ Az állomás létesítését /szerelését/ a Posta végzi, vagy legalábbis ellenőrzi. A Posta az összeköttetések működéséért általában felelősséget nem vállal.
- d/ Az adatátviteli állomásokon csak postai tulajdonu, vagy a Posta által elfogadott, illetve rendszeresített előfizetői tulajdonu berendezések használhatók.
- e/ Az állomás használatáért járó díjak a következők:
- alapdíj,
  - a postai tulajdonu készülékek bérleti díja,
  - karbantartási díj,
  - vonalhasználati díj,
  - a különleges szolgáltatások díja.

A Datel szolgálat 5 főosztályba van sorolva, amelyek közül a Datel 100 szolgálat a digitális jellegű táviró hálózatra míg a többi az analóg jellegű távbeszélő csatornákon alapul. A részletes felosztást a mellékelt táblázat mutatja.

## Az előfizetői hálózat szolgálat felosztása

A szolgál- lat oss- tálya	A vonal jellege	Modulá- ción se- bessége	Informá- ción tel- jesítmény	Az átvit- tel mód- ja	Szolgálat	Vonal	Üzem- mód	Kapcsolat	Moduláció sebesség	Sáv- szélessé- g	Felhasz- nálás	Központyság
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
DATEL-100	táviró	50-200 B	4-20 betű/sec	bináris	DATEL-110	telex	fd	köszvetett	50 B			központos hál.
					DATEL-120	telex	fd	köszvetlen	50 B			
					DATEL-130	bérelt	fd, d	köszvetett	50,100,200 B			
					DATEL-140	bérelt	fd, d	köszvetlen	50,100,200 B			
					DATEL-150	datez	d	-	200 B			
DATEL-190	bérelt	fd, d	-	≤ 200 B	tele- mechanika							
DATEL-200	távbe- szélő	200 B	20-30 betű/sec	bináris	DATEL-210	nyilvá- nos	d	köszvetett	≤ 200 B			tele- mechanika
					DATEL-220	us.	d	köszvetlen	≤ 200 B			
					DATEL-230	bérelt	d	köszvetlen	≤ 200 B			
					DATEL-240	bérelt	d	köszvetlen	≤ 200 B			
					DATEL-290	bérelt	d	-	≤ 200 B			
DATEL-300	távbe- szélő	-	20-50 betű/sec	digitá- lis	DATEL-310	nyilvá- nos	s	köszvetett				tele- mechanika
					DATEL-320	us.	s	köszvetlen				
					DATEL-330	bérelt	s	köszvetett				
					DATEL-340	bérelt	s	köszvetlen				
					DATEL-390	bérelt	s,fd,d	-				
DATEL-600	távbe- szélő	600/4800 bit/sec	50-300 betű/sec	bináris digitá- lis	DATEL-610	nyilvá- nos	s,fd	köszvetlen	≤ 1200 B			tele- mechanika
					DATEL-620	us.	s,fd	köszvetlen	≤ 1200 B			
					DATEL-630	bérelt	s,fd,d	köszvetett	≤ 4800 bps			
					DATEL-640	bérelt	s,fd,d	köszvetett	≤ 4800 bps			
					DATEL-690	bérelt	s,fd,d	-	≤ 4800 bps			
DATEL-900	széles- sávú	-		digitá- lis	DATEL-910	bérelt			12 kHz			előcsoport csoport főcsoport master-cso- port főmaster csop. speciális dig. csatorna
					DATEL-920	bérelt			48 kHz			
					DATEL-930	bérelt			240 kHz			
					DATEL-940	bérelt			1,2 MHz			
					DATEL-950	bérelt			4 MHz			
					DATEL-960	bérelt			12 MHz			
					DATEL-980	bérelt						
DATEL-990	bérelt				tele- mechanika							

**Megjegyzések:** Az 5. oszlopban: bináris: a vonal csak két állapot átvitelére alkalmas, digitális: a vonal több, adott számú állapot átvitelére alkalmas

A 8. oszlopban: s: simplex információ-átvitel; fd: félduplex információ-átvitel; d: duplex információ-átvitel

A 9. oszlopban: köszvetett; off - line; köszvetlen: on-line

A felsorolt szolgáltatások közül több már is az igénylők rendelkezésére áll. Így a Datel 100-as szolgálat valamennyi formája, kivéve a Datel 150-es jelzésűt. Ez a szolgálat egy új táviró-típusú előfizetői hálózaton fog alapulni, amelyek létrehozása néhány év múlva várható. Az új hálózat legfőbb jellemzője a maximálisan 200 Baud sebességen belül a sebesség- és kódfüggetlenség, így bármilyen irodagép vagy automatika csatlakoztatható lesz e hálózathoz. Mivel a hálózat tervezése és létrehozása az adatátvitel minőségi követelményeinek birtokában történik, a hálózat hibaránya  $10^{-5}$ -nél jobbra várható, így sok alkalmazásban nem fog hibavédelmet igényelni.

A Datel 200-as szolgálat is biztosítható már ma is, bár a csatornakapacitás rossz kihasználása miatt az átviteli költségek relative magasak lesznek.

A Datel 300-as szolgálat tipikus adatbegyűjtő és szétosztó rendszer, amelyet a különböző felépítésű adó- és vevőkészülékek jellemeznek.

A Datel 630-as szolgálat 600 Baud-os sebességgel mindenütt, legtöbb irányban 1200 Baud-ig már ma is igénybe vehető. A Datel 610 szolgálat igénybevételének korlátja a jelenleg még zömmel kézikapcsolású helyközi távbeszélő hálózat. Amennyiben komolyabb igény jelentkezik e területen, a Posta a távválasztás országos bevezetéséig átmeneti intézkedésekkel fogja biztosítani a szolgáltatást.

A Datel 900-as szolgálatra előreláthatólag a számítógépek közötti összeköttetések létesítésénél lesz szükség. Az ilyen jellegű összeköttetések berendezései ma még világszerte egyedi tervezés alapján készülnek, amely uton hazánkban is biztosítható lesz a szolgálat.

Külön szeretnék foglalkozni a Datel 190, 290, 390, 690 és 990-es szolgálattal, azaz a Postai távközlési vonalak telemechanikai célra történő felhasználásával. Jelenleg közel sem kielégítő a Posta, a berendezéseket gyártó és a tele-

mechanikát felhasználó vállalatok között az együttműködés. Ez a sajnálatos helyzet felesleges fejlesztési munkákat, beruházásokat és végül közel sem optimálisan kialakított rendszereket eredményez.

Akár csak a számítógépek vonatkozásában, itt is várja a Posta az igények bejelentését és a gyártókat készségesen tájékoztatja a hálózat paramétereiről, amelyek ismerete nélkül gazdaságos telemechanikai rendszer nem létesíthető. Szükséges lenne e területen is a csatlakozási paraméterek /interface/ pontos meghatározása, amely a szolgálat flexibilitását nagymértékben fokozná.

Több olyan téves elképzelés van a köztudatban, hogy részben a Posta vonalai alkalmatlanok telemechanikai információk átvitelére, részben pedig adminisztratív nehézségek miatt nem lehet e célra a Posta hálózatát alkalmazni. E témában alapvetően le lehet szögezni, hogy a Posta feladata bármilyen természetű információ átvitelének biztosítása és az igények kielégítése érdekében a megfelelő műszaki lehetőségek fel-tárása.

## 2.2 Nyilvános adatátviteli szolgálat

Az előfizetői adatátviteli szolgálatnak van néhány olyan kedvezőtlen tulajdonsága, amely nehezíti a szolgáltatás elterjedését. Hazai körülmények között ezekből a következőket lehet felsorolni:

- Az adatátviteli berendezések hazai gyártásának hiánya,
- A berendezések, különösen a távbeszélő vonalakon alkalmazott berendezések magas ára,
- A berendezések viszonylag rossz kihasználása, amely a külföldi tapasztalatok alapján egy-egy állomáson napi 1-2 órára várható,
- A gépi kapcsolású országos távbeszélő hálózat hiánya,
- A bérelt távbeszélő vonalak viszonylag magas költsége.

A felsorolt problémákon illetve azok hatásai lényegesen enyhítené a nyilvános adatátviteli szolgálat bevezetése. Ezen szolgálat keretében a Posta - meghatározott, kezdetben kis számú postahivatalban - feladásra elfogadna megfelelően szabványosított adathordozókat /elsősorban lyukszalagot/. A Posta megfelelő minőség /hibaarány/ és kézbesítési idő vállalásával a címzettnek a feladásnál alkalmazott formában kézbesítené az adathordozókat.

A szolgálat bevezetését népgazdasági szinten szemlélve már egy - az egész országra kiterjedő adatátvitelt igénybevéve - adatfeldolgozó hálózat céljaira is gazdaságos lenne a kiépítés, ugyanakkor a csak egy-egy készülékkel kiépített ilyen hálózat előreláthatólag négy-öt nagy adatfeldolgozó szervezetet is akadálytalanul ki tudna szolgálni.

A nyilvános adatátviteli szolgálat első lépésben megyeszékhelyekig kellene, hogy terjedjen. Ebben a hálózatban az adatok várható mennyiségét figyelembe véve már kezdetben is távbeszélő sebességű /1200 Baud/ adatátviteli berendezéseket kellene használni. Ezen hálózat tapasztalatai alapján lehetne megfontolni a hálózat további kiterjesztését a járási székhelyekig. Ebben a második síkban esetleg a táviró sebességű adatátvitel is megfelelő lesz.

A hálózat tervezésénél kell már meghatározni a szabványos adathordozó közegeket. Jelen körülmények között csak a lyukszalagos átvitel látszik szabványosíthatónak, de ennek összes formája /5-6-7-8 lyuksorral/. A későbbiek folyamán kellene megvizsgálni, hogy esetleg lyukkártyák továbbítását is vállalná a Posta, bár ez utóbbi messze több kezelési problémát /pl. kártyaelvesztés/ vet fel.

A nyilvános adatátviteli szolgálat bevezetése a beruházás nagy költségkihatása miatt csak megfelelő mennyiségű igény vagy népgazdasági elhatározás alapján lehetséges. Itt is szükséges ezért az ilyen irányú igények mielőbbi bejelentése.

### 3. A berendezések tulajdonjogi kérdései

Mint már korábban is említettük a Posta a meglévő táviró és távbeszélő hálózat szolgáltatási körét bővíti az adatátvitellel, így általában csak az adatátviteli berendezések bekapcsolhatóságát biztosítja. A berendezések beszerzése általában az előfizető feladata.

A távközlési hálózat egységének biztosítása - amely a Postának a távközlési törvényből folyó kötelezettsége - az előfizetői tulajdonú berendezések esetében a postai bekapcsolási engedélyeken keresztül történik. A Posta akkor ad bekapcsolási engedélyt, ha a berendezések vizsgálata megtörtént, és az eredmény pozitív. A vizsgálatot akár az alkalmazó, akár a gyártó cég kérheti és az vonatkozhat egyedi berendezésekre és egyes típusokra is.

A vizsgálat alapján a berendezés "elfogadott" vagy "rendszeresített" lehet. A berendezések elfogadása céljából a Posta csak azt vizsgálja, hogy a berendezések alkalmazása a már meglévő szolgáltatásokat nem sérti-e, és a távközlési szolgálatra, vagy a kezelőre nem veszélyes-e /Erősáramú védelem/. Ezeknek a berendezéseknek használati köre csak egyes Datal szolgálatokra terjed ki. A rendszeresített berendezések alaposabb vizsgálaton mennek keresztül és alkalmasságuk is vizsgálva lesz. Alkalmazási körük szélesebb /pl. a kapcsolt hálózatokon is alkalmazható/ és a Posta általában vállalja karbantartásukat.

Egyes Datal szolgálatokhoz a későbbiek során a Posta is fog biztosítani bérelhető berendezéseket. Erre azonban csak akkor kerülhet sor, ha az előfizetők igényei rendeződnek és ily módon megállapíthatók azon szolgáltatási fajták, amelyek általánosnak mondhatók.

### 4. Az adatátviteli berendezések karbantartása

A Postai karbantartás a postai tulajdonú berendezésekre - az eddigi gyakorlat alapján - kötelező lesz. Az előfi-

zetői tulajdonu berendezések karbantartási rendszerénél még meg kell keresni a népgazdaságilag legmegfelelőbb formát.

Nyilvánvaló, hogy egy számító-központban, amely adatátvitelt is alkalmaz, az adatátviteli perifériák karbantartását a számítógép-karbantartók végezhetik a leggazdaságosabban, hiszen a berendezések sokszor azonosak a számítógép perifériákkal.

A külső pontokon /pl. adatbeadó állomás/ az adatfeldolgozó szervezet nem mindig biztosít műszaki felügyeletet, ilyen helyeken célszerűnek látszik a postai karbantartás megszervezése. Az egyedi berendezések karbantartásának postai biztosítása nem várható.

#### 5. Az adatátvitel várható költségei

Az adatátvitelre vonatkozó tarifa a Postánál még kidolgozás alatt van. A kidolgozás alapelvei a következők:

- Mivel az adatátvitel alkalmazása a meglévő táviró és távbeszélő hálózaton történik, adatátviteli előfizető csak táviró vagy távbeszélő előfizető lehet. Az adatátviteli szolgáltatások tehát csak kiegészítik a már nyújtott szolgáltatásokat.
- Az újabb szolgáltatások közül csak azok lesznek díjazva, amelyek újabb postai ráfordítás következtében jönnek létre.
- Azon szolgáltatások, amelyeket az előfizető mint távbeszélő illetve táviró előfizető is igénybe vehet, és azokra kidolgozott díjtételek vannak, továbbra is a táviró illetve a távbeszélő díjszabás szerint díjazandók.
- Az újonnan bevezetett szolgáltatások díjmegállapításának alapja a tényleges postai ráfordítás.

A fentiek alapján a hozzávetőleges költségszámítások elvégezhetők, mivel a vonalhasználati /beszélgetési, levelezési, bérleti/ díjak a táviró és távbeszélő díjszabásból megállapíthatók.

## 6. Következtetések

A fentiek alapján látható, hogy a Magyar Posta készen áll a digitális átvitel igényeinek kielégítésére. A szolgáltatások bevezetésének legfőbb akadálya ma az igények hiánya. Ezért kívánatos, hogy az igényeket - akár informatív jelleggel is - az előfizetők a Postával közöljék.

Az adatátvitellel kapcsolatos feladatokat a Magyar Postánál a Posta Központi Táviró Hivatal /Budapest, V. Városház u.18/ látja el, ahonnan a témára vonatkozó részletesebb információk is beszerezhetők.



## A TPA ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

Iványi Gyula

Központi Fizikai Kutató Intézet

Bevezetés

A TPA - Tárolt Programu Adatfeldolgozóanalizátor - a Központi Fizikai Kutató Intézetben kifejlesztett kisteljesítményű univerzális számológép. Felépítését tekintve párhuzamos rendszerű, egycímű, fix szóhosszuságú; kettes komplementű aritmetikával dolgozik, áramkoincidens ferritgyűrűs operatív tárolóval rendelkezik. Áramkörei szinkron rendszerű diódás - tranzistoros logikájú alapkapcsolásokból épülnek fel. Program megszakítási, autonóm adatviteli és perifériás rendszere rendkívül egyszerű és a legkülönbözőbb on-line kapcsolatok létrehozására alkalmas. Egyszerű szubrutinhívási, indirekt címzési és indexelési rendszere következtében könnyen programozható gépi nyelven is.

A TPA kifejezetten alkalmas a következő feladatok elvégzésére:

- a/ kisteljesítményű univerzális számológép tudományos, ügyviteli és folyamatszabályzási problémák megoldására, különösen kisebb létesítmények részére, ahol a nagyobb számológépek ára és üzemeltetési költségei ezek alkalmazását gazdaságtalanná tennék;
- b/ on-line adatgyűjtő, mérő és rendszerező központok vezérlő és feldolgozó egységeként, a fizikai, biológiai, kémiai, általában a kísérleti természettudományokkal foglalkozó intézetek laboratóriumában;
- c/ nagyteljesítményű számológépek szatellitberendezéseként, mint annak perifériája alkalmazható, adatok, programok elő-

rendezésére, azok szintaktikus hibáinak elemzésére, vagy az időigényes perifériák /oszilloszkóp, sornyomtatók, kirajzolóok stb./ vezérléseként.

#### A TPA főbb műszaki jellemzői

Tároló kapacitás	4096 szó /32 768-ig bővíthető/
Szó hossza	12 bit
Tároló ciklusideje	10 /usec /lassu tároló/
Utasítások száma	65 /alapasítások/

A továbbiakban röviden ismertetjük a TPA néhány sajátosan jellegzetes tulajdonságát, amelyről úgy érezzük, hogy mindazok, akik ezen a téren a technikai alapokkal tisztában vannak, nem fogják trivialisnak tartani. Az egyes területek részletesebb ismertetésével a konferencián elhangzó további előadások foglalkoznak.

#### Az operatív tároló címzése

A gépben alkalmazott rövid szóhossz miatt a teljes tároló klasszikus értelemben vett közvetlen megcímzése lehetetlen, hiszen a szó 12 bitjéből néhányat az utasítás kódjának és egyet az indirekt címzés jelölésére kell fenntartani. A nehézségeket a tároló lapokra osztásával lehet áthidalni, ahogy ez kis számológépeknél általában szokásos. A szó 12 bitjéből tároló címzésre 7 bitet használnak, így 128 szó közvetlen címzése lehetséges. Az alaptároló 4096 szava tehát 32 lapra oszlik, minden lap 128 szót tartalmaz. A lapok közül 2 lapot speciális jelentőséggel tüntettünk ki: egyik az nul-ladik lap, a másik az ugynevezett kurrens lap. Kurrensnek azt a lapot nevezzük, amelyről a program futása közben az utasítást éppen kiválasztjuk; a program során a kurrens lap tehát változhat. További 1 bitet arra alkalmazunk, hogy az említett 7 bittel történő cím-

68/4638/C

zést vagy a nulladik, vagy a kurrens lapra vonatkoztatassuk, így tehát összesen 256 szó direkt címzése lehetséges, ami természetes, hiszen összesen 8 bitet használunk címzésre. A nulladik lap elérése bármelyik kurrens lapról lehetséges, így ez a lap kiválóan alkalmas arra, hogy a programban általánosan használt konstansokat itt helyezzük el.

A többi lapon lévő szavak megcímzését indirekt címzéssel tettük lehetővé, ez természetesen újabb bit felhasználását teszi szükségessé. Az indirekt címzés a kurrens lapról bármely más lapra történő ugrást is lehetővé teszi, így a nulladik lap a program szubrutinjainak hívását lehetővé tevő indirekt ugrási címeknek tárolására is kiválóan alkalmas.

#### Tároló referenciájú utasítások

Ezek olyan utasítások, melyek a tárolót megcimezik, az előzőekben ismertetett módon. Tároló referenciájú utasítás összesen 6 darab van ezek a következők:

- a/ logikai ÉS művelet az akkumulátor és a kijelölt szó tartalma között, eredmény az akkumulátorban;
- b/ összeadás az akkumulátor és a kijelölt szó tartalma között, eredmény az akkumulátorban;
- c/ a kijelölt szó tartalmának számláltatása;
- d/ az akkumulátor tartalmának eltárolása a kijelölt szóba, utána az akkumulátor törlése;
- e/ szubrutinra ugrás, a visszatérő cím eltárolásával a szubrutin első szavába;
- f/ feltétel nélküli ugrás a kijelölt címre.

Az utasításokhoz a következő megjegyzéseket fűzhetjük:

1. ha logikai műveleteket akarunk végezni, valamilyen logi-

kai művelet megvalósítása feltétlenül szükséges, azonban elegendő egyetlen egynek a megvalósítása, ha gondoskodunk a bitek negálásának műveletéről; ebből a két utasításból az összes többi logikai művelet programozással előállítható. Mint látni fogjuk a negálás az operációs utasítások között szerepel;

2. a számábrázolás és az összeadás a kettes komplement szabályai szerint történik. Összeadásnál előforduló tulcsordulásokat a csatoló regiszter tárolja, amelynek kezelésére külön operációs utasítások szolgálnak;
3. a kijelölt szó tartalmának számláltatása kiválóan alkalmazható ciklusszámlálásra, mivel a tartalom nullába fordulásakor a gép a következő utasítást átugorja és a ciklusból való kiugrást is lehetővé teszi;
4. a szubrutinra ugró utasítás az utasításszámláló tartalmának eltárolását teszi lehetővé, ami más esetekben is jól használható, így például interrupt esetekben, amikor ez az utasítás automatikusan, kényszerítve kerül végrehajtásra.

#### Operációs utasítások

Operációs utasításaink két csoportra oszthatók. Az első csoportba az akkumulátor és a csatoló bistabil tartalmát kezelő utasítások tartoznak. Ilyenek: akkumulátor tartalmát komplementáló, akkumulátor tartalmát eggyel növelő, jobbra-balra léptető, törölő, csupa "1"-be író utasítások, valamint a csatoló bistabil komplementáló, törölő, "1"-be állító utasítások.

A második csoportba az akkumulátor és a csatoló bistabil tartalmát vizsgáló és a vizsgálat eredményétől függően a következő utasítást átugrató utasítások tartoznak. Az ugrás kritériumai lehetnek: akkumulátor tartalma "0", nem "0", negatív, pozitív, csatoló bistabil tartalma "0", nem "0"; ide tartozik még az akkumulátor feltöltése a kapcsoló regiszterből.

Azonos csoportba tartozó utasítások egymással össze mikroprogramozhatók; természetesen csak az egymásnak ellent nem mondó utasítások. Így az akkumulátor és a csatoló bistor tartalmának meglehetősen bonyolult vizsgálatai írhatók elő.

#### Tároló bővítés lehetőségei

Arra az esetre gondolva, amikor az alaptároló 4096 szava a feladat megoldására kevés lenne, lehetővé tettük a tároló bővítését 4096 szavas modulokkal, összesen 32768 szóig. Az egyes tárolómodulok különböző sebességük is lehetnek, ilyen módon a leggyakrabban használt tároló nagysebességű, drágább kivitelű lehet, a keveset használt tárolók pedig lassabbak, olcsóbbak. Külön utasítások szolgálnak az egyes tárolómodulokra történő átkapcsolásra, utasítások és adatok számára külön tárolómodulok jelölhetők ki.

#### Bővített aritmetikai egység

A bonyolultabb aritmetikai, léptetési feladatok és a normalizálás gyors elvégzésére külön aritmetikai egységet alkalmaznak, amelyet az alapkészülékbe gazdaságossági okokból nem építettünk bele. A bővített aritmetikai műveletek végrehajtása alatt egy, a főgéptől független óra működik, így az ilyen utasítások végrehajtási idejét különböző sebességű tárolók alkalmazása nem nagyon befolyásolja.

#### Perifériás egységek

Az alapösszeállítás egyetlen perifériás egységet foglal magába, egy Teletype Mod ASR 33 táv gépirót, a célnak megfelelően átalakítva. A táv gépiró lassu szalaglyukasztót és lyukszalagolvasót is magába foglal így a leglényegesebb periféria igényeket egymaga képes kielégíteni. A sorrendben következő legfontosabb két periféria a gyors lyukszalag olvasó és a gyors szalaglyukasztó. Olvasóként FS 1500 típusu cseh lyukszalagolvasót használunk.

Fejlesztés alatt álló további fontos perifériás egységek: mágnesszalagos, oszcilloszkópos megjelenítő egységek fénycezúrúzával, digitális görberajzoló, különböző analóg-digitál és idődigitál átalakító egységek; ez utóbbiak a KFKI sokcsatornás analizátorrendszereihez kerültek eredetileg kifejlesztésre.

Egyéb lehetséges perifériás egységek: lyukkártya egységek, sornyomató, mágnes tárcsás tároló, multiplexer egységek, folyamatszabályozási beavatkozó egységek stb.

Az összes eddig alkalmazott és alkalmazni kívánt perifériás egység vezérlése közös elvi alapon történik, egyetlen, közös vezetékrendszer alkalmazásával. A perifériás egységek jelzőbiteket tartalmaznak, amelyek állapotától függően a program utasításátlépéseket tud végrehajtani, illetve szükség esetén a jelzőbitek programmegszakításokat kezdeményezhetnek.

#### Autonóm adatátviteli csatorna

A gép egy külső egység kezdeményezése esetén autonóm adatátvitelt hajthat végre, bármely irányban, teljes szó be- vagy kiírással, vagy egyes szavak tartalmának megnövelésével. Az adatátvitel egy vagy három tárolóciklus alatt történik, az átvitel módját is a külső egység szabja meg. Az első mód a külső egységben több, a másik mód pedig kevesebb áramkört követel meg, így a célnak megfelelő sebesség/ár arányban a tervzőnek bizonyos szabadságot biztosítunk.

Az első mód főleg egyes szavak, a második főleg adattömbök átvitelére alkalmazható gazdaságosan.

#### A TPA programozási rendszerének rövid ismertetése

A gép programjai a következő csoportokba sorolhatók:

1. rendszertechnikai programok
2. közhasználati programok
3. matematikai szubrutinok
4. alkalmazási programok
5. ellenőrző programok.

A rendszertechnikai programok a különböző szimbolikus programok írását, fordítását segítik elő, ezenkívül a futó programok ellenőrzésére, hibakeresésre használhatók. Ide sorolható még a lebegőpontos programrendszer, a formulamegoldó program, az adatgyűjtő program.

A közhasználati programoknak a különböző bevivő és adatkiadó programokon kívül kódkonverter programokat stb. nevezünk.

A matematikai szubrutinok a szokásos egyszeres-kétszeres pontosságú matematikai függvények illetve műveletek szubrutinjai, részben a bővített aritmetikai egység használatával, részben anélkül.

Alkalmazási programok: sokcsatornás, egy illetve többparaméteres mérési ill. adatkiértékelési programok, transzfer függvény analízis programja stb.

Ellenőrző programok a főgép és a különböző perifériás egységek működését ellenőrző programok, amelyek a hardware hibakeresése során a hiba valószínű okára is tartalmaz utalásokat.

A programozási rendszer állandó fejlesztés alatt áll, az igényektől függően további alkalmazási vagy rendszertechnikai programok kerülhetnek kidolgozásra.

HIBAVÉDELMI KÓDOK TULAJDONSÁGAINAK SZIMULÁLÁSA ICT 1905  
SZÁMOLÓGÉPEN A HAZAI TELEFONHÁLÓZAT ADOTTSÁGAINAK FIGYE-  
LEMBEVÉTELÉVEL

/Összefoglalás/

Jávor András - Rázga Tamás  
Központi Fizikai Kutató Intézet

A dolgozat rövid áttekintést nyújt a telefonvonalas adatátvitel hibastrukturájának számológépes on-line feldolgozásáról, valamint a KFKI-ban lefolytatott mérések néhány tapasztalatáról.

Felhasználva a mérés eredményeként rögzítésre került hibaeloszlást, valamint a megfelelő analóg paraméterek mérési eredményeit, két komplett adatátviteli rendszer számológépes szimulálását végezzük el.

E vizsgálatok eredményeként választ keresünk és adunk a következő kérdésekre:

- a./ Milyen hatékonyságu és biztonságu adatátvitel bonyolít-  
ható le hazai telefonvonalainkon a CCITT 1967. december  
9-én kelt N<sup>o</sup> 72 számú ajánlásának megfelelő rendszerrel.
- b./ Lehet-e gazdaságos körülmények között FEC típusu adat-  
átviteli rendszereket hazai vonalakon üzemeltetni.  
Milyen előnyökkel és hátrányokkal jár.
- c./ Hogyan lehet jelminőség detektorok alkalmazásával na-  
gyobb megbízhatóságu illetve hatásfoku adatátvitelt le-  
bonyolítani.

Befejezésül a mérési és kiértékelési eredmények konkluzió-  
jaként a hazai adatátvitel elterjedésének lehetőségeire il-  
letve problémáira térünk ki.



A POSTAI HIRKÖZLŐ HÁLÓZAT ALKALMASSÁGA ADATÁTVITELRE

/Mérési módszerek, mérési eredmények/

Kádár Ágoston

Posta Kisérleti Intézet

1. Bevezetés

Az adatátvitel feladata az információforrás /pl. lyukszalag, mágnesszalag/ digitális formában rendelkezésre álló adatait az információt felhasználóhoz /pl. adatfeldolgozó központ, stb./ lehetőleg hibamentesen továbbítsa. Technikai adottságaink miatt abszolút hibamentes átvitel nem biztosítható, azonban az átvitelben fellépő hibák előírtnál kisebb arányának elérése csupán gazdaságossági kérdés.

Az adatátviteli összeköttetés adatátviteli végberendezésekből és hírközlési csatornából áll. Az adatátviteli végberendezések a számítógéptechnikából ismert módszerekkel kielégítő minőségűre készíthetők. A hírközlési csatornák speciális igények kielégítésére szolgáló esetektől eltekintve - adottak, azokat a meglévő jellemzőik figyelembevételével kell felhasználnunk.

A hírközlési csatornákat általában a frekvenciafüggő amplitúdó- és fázis /csoportfutásidő torzítás/ karakterisztikák, a zajok és a rövididejű megszakadások jellemzik. Adatátviteli szempontból mindezen jellemzők a modulációs és demodulációs módszerekkel és áramköri megoldásokkal együttesen határozzák meg az átviteli ut hibaarányát.

Az adatátviteli hibaarány a távbeszélő technika "beszédértehetőség"-ével azonos jelentőségű elsődleges minőségi jellemző. A hibaarány meghatározására az ún. "közvetlen" mérési eljárást alkalmazzák elterjedten.

A közvetlen mérési eljárás lényege az, hogy a tényleges adatátvitelt /vagy az azzal egyenértékű műszeres modellt/ valósítjuk meg, és az átviteli ut bemenetére adott, illetve a kimenetéről kapott információ összehasonlításával határozzuk meg az átviteli ut hibaarányát /és az esetleg szükséges egyéb jellemzőket, így pl. a hibacsomósodást, stb/

Ez a módszer igen hosszadalmas, de sokszor az egyedül célravezető megoldás. Gyorsabb és tervezési szempontból is kedvezőbb lenne, ha a hírközlési csatornák egyszerűen mérhető jellemzőiből /pl. az amplitúdó- és fáziskarakteristikákból, stb./ tudnánk a várható hibaarányt meghatározni. Ezirányú kutatások folynak azonban jelen pillanatban az eredményekről még nem tudok beszámolni.

## 2. A hazai táviróhálózat

A Magyar Posta keretein belül a Posta kísérleti Intézet 1963-ban hozzákezdett az országos táviróhálózat adatátviteli szempontból szükséges vizsgálatához. Kidolgozást nyert a későbbiek során alkalmazott mérési és kiértékelési módszer, elkészült a kiértékeléshez szükséges szalagösszehasonlító készülék.

A mérési módszerről és a mérések eredményeiről publikációk [1] [2] számoltak be.

Az alkalmazott mérési elrendezésben végtelenített lyukszalagról adott mérőszöveget az adóoldalon ellenőrző vevővel figyeltük, illetve a táviró összeköttetés vevőoldalán két távgépiróval nyomtatásban és lyukszalagon rögzítettük. A kiértékelés az adószalag az adatoldali ellenőrzővevő, illetve a vételoldali 2 db vevőlyukszalag betűnkénti összehasonlításával történt.

A kiértékelés során az érzékelt hibákat keletkezési helyük szerint lehetett csoportosítani. Első megállapítás az volt, hogy a távirószolgálat igényeit kielégítő táviróvégberendezések /elsősorban az alkalmazott távgépirók/ az adatátviteli minőségi követelményeknek nem tesznek eleget. A mintegy

4 millió betű átvitelével végzett méréssorozatból megállapítottuk, hogy a hazai táviróhálózat átlagos vonali betűhibaaránya  $6,3 \cdot 10^{-5}$ .

A kiértékelés során megállapítottuk azt is, hogy a hálózat vonali betűhibaaránya 95%-os biztonsággal kisebb mint  $8 \cdot 10^{-5}$ .

A CCITT adatai szerint a vonatkozó ajánlásoknak megfelelően kialakított hálózatban, az átlagosan várható betűhibaarány pont-pont összeköttetésen  $1-8 \cdot 10^{-5}$ , kapcsolt áramkörön  $4-5 \cdot 10^{-5}$ . Ezen összehasonlítást azt mutatja, hogy táviróhálózatunk a nemzetközi átlagminőségtől nem tér el.

A mért eredmények alapján állithatjuk, hogy jóminőségű végberendezésekkel hibavédelmi berendezések nélkül is ki lehet elégtíteni szerényebb minőségű igényeket.

Az 50 baud sebességű adatátvitellel szemben várhatólag néhányszor  $10^{-6}$ -os betűhibaarány az átlagos követelmény. Ez még viszonylag egyszerű szervezéssel /pl. többszöri átvitel-lel/ vagy a távgépiróval azonos árszintű hibavédelmi berendezéssel /ilyen pl. a jeljavítással és paritásvédelemmel működő/ Siemens DASI-5 típus/ kielégíthető.

A  $10^{-6}$ -nál jobb betűhibaarány csak drága és bonyolult hibavédelemmel biztosítható. Az ilyen igényeket gazdaságosabb a középsebességű adatátviteli rendszerekkel megoldani.

### 3. A hazai távbeszélő hálózat mérése

A távbeszélő hálózat adatátviteli jellemzőinek vizsgálatához néhány hónapos előkészület után 1967 év elején kezdtünk hozzá. A táviróhálózat vizsgálatánál csak a célravezető mérési módszer kidolgozása és a lyukszalagösszehasonlító készülékek elkészítése kellett a munka megkezdéséhez. A távbeszélő áramkörök középsebességű adatátviteléhez azonban sem megfelelő modemekkel, sem szalagolvasó és lyukasztó periferiákkal nem rendelkezünk, s a célnak megfelelő mérőműszerünk sem volt.

A nehézségek áthidalásához az OMF B anyagi támogatást nyújtott.

A rendelkezésünkre bocsájtott devizakeretből hibaarány analízátort /Standard-ITT gyártmányu M1004 ERA/ illetve 600/1200 baudos adatátviteli modem párt /Plessey/ szereztünk be, melyhez kiegészítő vezérlő dobozokat készítettünk.

A mérési módszert is módosítottuk. A táviróhálózatnál sok különböző vonalat mértünk, a távbeszélő hálózatban 4 db - tipikus áramkörökből összeállított - földrajzi hurkot alakítottunk ki, s ezeken végeztünk méréseket. E módszer indokál kell megemlíteni, hogy

a/ nagyszámu különböző típusu áramkörrel rendelkezünk, s mindegyikből elegendő mérést végezni rendkívül sok időt vesz igénybe,

b/ egyetlen hibaarány mérőműszerrel rendelkezünk, melyben egybeépítve helyezkedik el az adó és a vevő, így csak áramkörüri hurkok mérésére van lehetőség,

c/ a tipikus interurbán áramköröket tartalmazó összeköttetésekben különböző időszakokban /tavasszal, ősszel, stb./ végzett mérések összevethetők, így időbeli stabilitásra is tájékoztatást kapunk,

d/ egy-egy áramkörüri hurkon különböző adatátviteli modempárt, illetve hibavédelmi berendezést vizsgálva a mérési eredmények összevethetők, így az egyes berendezéstípusok mintegy rangsorolhatók,

e/ a középsebességű adatátvitelnél alkalmazott 8 lyuksoros szalagok összehasonlítására a táviró mérésekhez készített szalagösszehasonlítókat nem megfelelőek /mert csak 5 lyuksorosak/. A hibavédelemmel üzemelő adatátviteli rendszerek lyukszalagról- lyukszalagra viszik át az információt. Néhány millió karakterrel végzett vizsgálat manuális kiértékelése lehetetlen, számítógépes kiértékelése /60, 80, 100 óras összmérési sorozatokról van szó!/ megfizethetetlenül drága. A földrajzi hurok két végpontján lévő adóberendezés egymás mellett helyezhető el és a vevőberendezésből kijövő lyukszalagot felhasználhatjuk adószalagként. A középsebességű

adatátvitel közömbös az átvitt információra, így a mindenkor vétele zavar nélkül adószövegnek alkalmazható.

A vett szöveg újra adása esetén a kiértékelés rendkívül egyszerűvé válik, ugyanis elegendő a mérőszalag elején a vevő lyukasztó kimenete és az adólyukszalagolvasó közötti lyukszalag darabot a mérőszalag végén lévő kb. 3-4-szer hosszabb lyukszalagdarabbal összehasonlítani. A mérőszalag végén ugyanis a "hurokadás" következtében a mérés során esetleg fellépett hiba is megjelenik. Meg kell említeni, hogy az átviteli ut hibastrukturájáról /a hibák csomósodása, eloszlása a hibátlan jelek között, stb./ ez a módszer nem ad felvilágosítást.

#### 4. A távbeszélő hálózaton végzett mérések eredményei

##### 4.1 Hibavédelem nélküli mérések

Az említett négy áramkörhurkon különböző modemekkel /illetve különböző típusu modulátor és demodulátorpárokkal/ végzett mérések során  $5,9 \cdot 10^7$  átvitt bit alapján

$$2,2 \cdot 10^{-4} \text{ bit hibaaarányt}$$

mértünk, amely a nemzetközi átlaggal azonos nagyságrendű, így a hazai hálózattól a továbbiakban a külföldiekkel azonos eredményeket várhatunk. A modemek kielégítették a CCITT ajánlásokat, jelforrás és vevőként az ERA-t használtuk.

##### 4.2 Thomson-Houston adatátviteli rendszer

A TH cég az MNB-vel együttműködve a postai áramkörökön végzett méréseket, amelyeknél szakértőként működtünk közre. Az adatberendezés THG 1120 típusu szinkron rendszer volt hibavédelemmel és un. analóg védelemmel /torzításhatár figyelés/, Facit perifériával.  $10^7$  betű átvitelére került sor mintegy 83 óra időtartam alatt, 119,7 betű/perc átlagos átviteli sebességgel /1200 baud jelsebességen/. Összesen 2 db hibát észleltünk. Mindkét hiba valószínűleg a védelmi láncon kívül elhelyezkedő szalaglyukasztóban lépett fel.

### 4.3 KFKI modem mérések

A Posta Kisérleti Intézet a KFKI-val közös programot dolgozott ki, melynek lebonyolítása a beszámoló írása alatt még tart. Az eredményekről, illetve az alkalmazott módszerekről a KFKI-ból jelen lévő kollégák számolnak be.

### 4.4 Olivetti adatátviteli rendszer

Ezen mérések is jelenleg folynak, kiértékelésükre később kerül sor. Az eredményeket a konferencián közöljük majd.

### 5. Összefoglalás

A magyar táviróhálózat a végzett méréseink és a nemzetközi eredmények összehasonlítása alapján adatátvitelre kielégítő minőségű.

A távbeszélő hálózaton 1200 baud sebességgel végzett eddigi méréseink a nemzetközi szinttel azonos eredményeket mutatnak. A már kiértékelt, illetve a kiértékelés alatt álló mérési eredmények alapján állíthatjuk, hogy célszerűen megválasztott hibavédelemmel a különleges minőségi igények kielégítése is lehetséges.

### Irodalom

- [1] Kádár Á.: "Átviteli megbízhatóság vizsgálata a táviróhálózaton"  
Hiradástechika XVI.évf.5.sz.
- [2] Kádár Á.: - Mazgon S.: "Adatátviteli mérések eddigi eredményei és azok kiértékelése".  
Posta Kisérleti Közleményei VI.kötet 1965.

## DIGITÁLIS RENDSZEREK ZAVARPROBLÉMÁI

Kelen András

Elektronikus Mérőkészülékek Gyára Bp.

### 1. Bevezetés

Az elmúlt 15-20 év fejlődését áttekintve a különböző digitális berendezéseknél az egyik legszembetűnőbb változás a működési sebesség nagymértékű növekedése volt. Ez a fejlődési irány a jelenlegi törekvésekre is rányomja a bélyegét. A nagyobb működési sebesség azonban egyre jobban előtérbe hozta az addig kisebb jelentőségű problémákat. E fejlődés folyamán kapott súlyponti jelentőséget a fejlesztésnél és a gyártásnál is a rendszerek zavarproblémáinak a tárgyalása. Nehézséget jelent ezen a területen az a tény, hogy a zavarjelenségek általános analitikus leírása még nem tisztázott kérdés és emiatt a berendezések tervezésénél jórészt találgatásra, próbálkozásokra és józan műszaki megfontolásokra voltak utalva. Ez indokolja talán azt is, hogy kevesen igyekeztek átfogó elméleti képet alkotni és a szintézis alapjait megteremteni. Valóban, a kisebb digitális rendszerek /pl. asztali számítógép/ esetén még elképzelhető, hogy a logikailag tökéletesen tervezett gép zavarproblémáit a labormodellel próbálkozásokkal megoldják, de a nagyobb sebességű és nagyobb bonyolultságú számítógépekben ez az út már csak nagy nehézségekkel, vagy egyáltalában nem járható.

### 2. Elvi áttekintés

#### 2.1.1 Definíciók

Digitális rendszereknél zavaroknak nevezzük azokat a jeleket vagy szinteket, amelyek szükségszerűen keletkeznek, de logi-

kiallag nem szükségesek, és a névleges logikai sávbeli értéktől eltérő nagyságúak, belső működésből, vagy külső behatásokból fakadnak.

Névleges logikai sáv /L/: a specifikációban a logikai "0" és "1" állapotok számára engedélyezett feszültség értékek. Ezen belül zavarról beszélni nem érdemes.

Zavarhatár /NM/: az a statikus küszöbfeszültség, amelynél nagyobb /kisebb/ feszültséget adva a bementre, az eszköz biztosan "0"-ba /"1"-be/ kapcsol. Ennél kisebb /nagyobb/ feszültség hatására a kimenet előírt sávon belül marad. /1.ábra/

A zavarok jellegükre nézve kétfélek lehetnek:

a/ Dinamikus zavarok: a statikus zavarhatáron túllépő, tetszés szerinti alakú, véges területtel rendelkező impulzus. Bevezethető a zavarpulzus területére jellemző mérőszám  $\text{idő} \times \text{feszültség} / \text{Vsec} + \text{Weber} /$  dimenzióval, vagy  $\text{idő} \times \text{áram} / \text{Asec} = \text{Cb} /$  dimenzióval.

b/ Statikus zavarok: tetszés szerinti időbeli lefolyású feszültségek, amelyek amplitudója nem éri el a zavarhatárt. /NM/. Ez természetesen lehet egyenszint is.

Zavarérzékenység /NS/: a dinamikus zavarok csak abban az esetben okoznak tényleges működési hibát, ha egy kritikus értéket, a zavarérzékenységet túllépnek.

Zavar védettség /NI/: különböző logikai szintekkel rendelkező áramkörök összehasonlítására használható mérőszám, a zavarérzékenység és a névleges logikai szintek különbségének /logic swing/ aránya

$$NI = \frac{NS}{U' - U''}$$



Zavarok terjedése

A digitális berendezések zavarérzékletlensége azzal mérhető, hogy bennük a zavarok milyen gyorsan csillapodnak. A zavarok terjedése kétféleképpen modellezhető:

- a/ Egy négypoluslánc bementére érkező, a kúszóbnél kisebb zavar, a láncon való végighaladásakor adott módon csillapodik és így seholsem okoz működésbeli hibát.
- b/ A négypoluslánc különböző pontjain egyidejűleg beinjektált kúszóbnél kisebb zavarok szuperpozíciója sem okoz működési hibát. Ideálisnak az tekinthető, ha egy fokozat egy kúszóbnél kisebb zavart annyira csillapít, hogy a következő fokozat bemenetére egyidejűleg érkező ugyanakkora zavar is egy fokozaton belül hasonlóan csillapodik.

Inverter lánc esetén értelme lehet a két fokozaton keresztüli csillapodásnak, ha figyelembe vesszük, hogy az inverterek a "0" ill. "1" állapotban különböző zavarérzékenységgel rendelkeznek.

2.2. A zavarok keletkezésük szerint két csoportba sorolhatók:

- I. Külső zavarok: általában tápfeszültség és sugárzási zavarok. Ezek gondos tápagység tervezéssel és árnyékolással szinte teljesen kiküszöbölhetők. Főbb tervezési szempontok: kis belső ellenállás és induktivitás, hálózatról való jó leválasztás.
- II. Belső zavarok: /a tárgyalás csak a dinamikus zavarokra terjed ki/. Tipusai:
1. Ön- és kölcsönös induktív zavar
  2. Kapacitív áthallás
  3. Illesztetlenségből adódó reflexió
  4. Határfrekvencia /tápvonal, skin hatás/ típusu jel-torzulás

5. Ellenállás jellegű áthallás /"földzavar"/
6. Átvezetés jellegű áthallás
7. Időzítési zavarok

Az esetek többségében /1-6/ a zavarok az összeköttetésekben keletkeznek. A passzív áramkörökben keletkező zavarpulzusok ellen az aktív elemeket védeni kell. Ez a védelem elérhető az áramkörök zavarérzékenységének a növelésével vagy a zavar kialakulásának korlátozásával /árnyékolás, áthallás csökkentés, stb./.

Az időzítési zavarokat logikai tervezéssel kell kiküszöbölni.

Valamennyi felsorolt típusnak a tárgyalása hosszadalmas lenne, ezért csak egy kiragadott példát mutatok be.

Tipikus meghajtott áramkörnek egy inverter vagy egy NAND kapu tekinthető /2. ábra/.

Az áramkör dinamikus viselkedésének leírását a töltésvezérlési egyenlet segítségével végezhetjük el.

A tranzisztor "0" állapotban telítésbe van vezérelve. Ahhoz, hogy egy negatív zavarpulzus a tranzisztort lezárja, a zavaráramnak nagymennyiségű töltést kell a bázisból eltávolítania, amihez véges időre van szükség /tárolási effektus/. Abban az esetben, ha a zavaráram csak a többlettöltést tudja kiszívni, a kollektoron feszültségváltozás nem mérhető, tehát teljes zavarelnyomás valósítható meg. A tárolási jelenség különösen nagymértékű a planáris technológiával készült eszközökben, ahol a nagy ellenállású kollektortömbben is jelentős mennyiségű töltés halmozódik fel, mivel a nyitóirányú bázis-kollektor dióda árama lyukakat injektál vissza a kollektorba. Jelen esetben könnyítés, hogy nincs szükségünk a töltéseloszlásra, csak a többlettöltés mennyiségére. Ebben az esetben a töltésvezérlési egyenlet

$$\frac{d}{dt} (Q + Q_x) + \frac{Q_h}{\tau_n} + \frac{Q_x}{\tau_s} = I_B \quad /1/$$

ahol  $Q_n$   $U_{cb} = 0$ -hoz tartozó bázistöltés  $/-I_B = -I_{Bon}/$

$Q_x$  tulvezérlésnél az összes többlettöltés  
/bázis+kollektor,  $-I_B = -I_{Bon} - I_{Bons}/$

$\tau_s$  telítési időállandó

$\tau_n$  a bázisban a kisebbségi töltéshordozók élettartama

/1/ egyenletet operátoros alakban felírva, csak a többlettöltésre

$$pQ_x(p) - Q_x(0) + \frac{1}{p} \frac{Q_n}{\tau_n} + \frac{Q_x(p)}{\tau_s} = -\frac{1}{p} I_{Bex} \quad /2/$$

ahol  $I_{Bex}$  a  $t=0$  időben belépő kiszivóáram.

$$\frac{Q_u}{\tau_n} = -I_{Bou} \quad /3/$$

$$-\frac{I_c}{\beta} = I_{Bou} \quad /4/$$

ezzel

$$(p + 1/\tau_s) Q_x(p) = -\frac{I_{Bex} - I_{Bou}}{p} + Q_x(0) \quad /5/$$

$$Q_x(p) = -\frac{I_{Bex} - I_{Bou}}{p(p + 1/\tau_s)} + \frac{Q_x(0)}{p + 1/\tau_s} \quad /6/$$

Visszatranszformálva

$$Q_x(t) = -(I_{Bex} - I_{Bou}) \tau_s [1 - \exp(-t/\tau_s)] + Q_x(0) \exp(-t/\tau_s) /7/$$

A peremfeltételek

$$Q_x/0/ = -I_{Bons} \quad /8/$$

$$Q_x/t_B/ = 0 \quad /9/$$

ahol  $t_B$  a tárolási idő /3.ábra/

Ezekkel

$$\frac{I_{Bous}}{I_{Bou} - I_{Bex}} = \exp(t/\tau_s) - 1 \quad /10/$$

$$\tau_s = t_s \rho_h^{-1} \frac{I_{Bous}}{I_{Bou} - I_{Bex}} \quad /11/$$

$\tau_s$  így mérhető és ezzel a teljes többlettöltés  $/Q_x / 0 / /$  számítható.

A kiszívó zavaráram meghatározásához ismerni kell az impedenciaviszonyokat, tehát adott áramköri elrendezést kell feltételezni. A továbbiakban a kapacitív áthallás hatását határozzuk meg a 2. ábrán látható kapukból felépített elrendezésre /4. ábra/.

Tegyük fel, hogy  $G_1$  kapu "1"-ből "0"-ba vált és a bekapcsolás tisztán lineáris /a zavart áramkörből nincs visszahatás a zavaró áramkörre/, és ezalatt  $G_4$  "0"-ban van. A "B" ponton keletkező zavarfeszültség számításánál először tekintsük el  $G_4$ -től. "B" pont feszültsége operátoros alakban.

$$U_B(p) = U_A(p) \frac{R_c}{\frac{1}{pC_{sz}} + R_c} + U_C(p) \frac{1/pC_{sz}}{R + 1/pC_{sz}} \quad /12/$$

$$U_A(t) = U - \frac{U}{t_r} \cdot t + \frac{U}{t_r} (t - t_r) \cdot 1(t - t_r) \quad /13/$$

$$\tau = R_c C_{sz} \quad /14/$$

Ezzel

$$U_B(t) = U_c \left[ e^{-t/\tau} + \frac{\tau}{t_r} (e^{-t/\tau} - 1) + \frac{\tau}{t_r} 1(t - t_r) \left( 1 - e^{-\frac{t-t_r}{\tau}} \right) \right] \quad /15/$$

$\tau/t_r$ -ben paraméterezve az 5. ábrán látható. Az ábrán be van

jelölve a statikus kúszófeszültség  $U_{th}/$ .

$U_B < U_{th}$  esetén /nagy  $\tau/t_r$  érték/  $D_1$  dióda kinyit /lásd 2. ábra/ és ezután megindul a többlettöltés eltávolítása, ami alatt a bázison a feszültség lényegében nem változik, ez pedig konstans kiszivóáramot jelent.  $C_{sz}$  szórt kapacitáscson folyó áram

$$I_{kap} = \frac{dU_c}{dt} C_{sz} = \frac{U_c}{t_r} C_{sz} \quad /16/$$

$C_{sz}$  töltése  $R_G$ -n keresztül  $U_G$ -ből,  $R_c$ -n keresztül  $U_c$ -ből és a felesleges többlettöltésből származik. A kiszivóáram ezzel

$$I_{ex} = I_{kap} - \frac{U_c - U_{tu}}{R_c} - \frac{U_G - U_{tu}}{R_G} \quad /17/$$

$t_r$  idő után B pont feszültsége rövid idő alatt eléri  $U_{th}$ -t és itt a kiszivás leáll.  $t = t_{n1} = t_r/$

$$Q_{ex} = I_{ex} (t_r - t_{n1}) \quad /18/$$

A feszültségek alakulása a 6. ábrán látható.

Ahhoz, hogy a kimeneten ne lépjen fel zavarfeszültség, legyen

$$t_r - t_{n1} \leq t_s = \tau_s \ln \frac{I_{Bons}}{I_{Bon} - I_{Bex}} \quad /19/$$

Behelyettesítve

$$t_r - t_{n1} \leq \tau_s \ln \frac{I_{Bons}}{I_{Bon} - I_{ex} \left( C_{sz} - \frac{U_c - U_{tu}}{R_c} - \frac{U_G - U_{tu}}{R_G} \right)} \quad /20/$$

$t_r$  meghatározása ebből az egyenletből hosszadalmas közelítésekkel, esetleg számítógépes megoldást igényel. Ha eltekin-tünk a kiszivás alatti rekombinációtól, akkor a 19. felté-tel helyett írható:

$$Q_{zx} \leq Q_x(0) \quad /21/$$

Mivel

$$t_{\text{sz}} = \frac{U_c - U_{tn}}{U_c} t_r \quad /22/$$

a kiszivott töltés /16/, /17/, /18/ és /19/-ből

$$Q_{\text{ex}} = \left( C_{\text{sz}} \frac{U_c}{t_r} - \frac{U_c - U_{tn}}{R_c} - \frac{U_G - U_{tn}}{R_G} \right) t_r \left( 1 - \frac{U_c - U_{tn}}{U_c} \right) \quad /23/$$

Ezzel /20/-ből

$$t_r \geq \frac{C_{\text{sz}} U_c \left( 1 - \frac{U_c - U_{tn}}{U_c} \right) - Q_x(0)}{\left( 1 - \frac{U_c - U_{tn}}{U_c} \right) \left( \frac{U_G - U_{tn}}{R_G} \right) - \frac{U_c - U_{tn}}{R_c}} \quad /24/$$

Ez a közelítés csak  $\tau/t \gg 1$  -re érvényes, ahol

$$C_{\text{sz}} U_c \left( 1 - \frac{U_c - U_{tn}}{U_c} \right) > Q_x(0) \quad /25/$$

Hasonló számítás végezhető el, ha a kimeneten adott nagyságu zavart engedélyezünk.

A /24/ által adott kötést az áramköri készlet tervezésénél figyelembe kell venni és esetleg válogatással biztosítani. A képletben domináns szerepet játszó  $C_{\text{sz}}$  szórt kapacitás ugyan számíttással meghatározható, de célszerű ezt a hagyományos nyomtatott áramköröknél nem nagyon kézben tartható számíttást mérésekkel ellenőrizni. Nagyobb sebességű rendszereknél az összeköttetések tápvonal jellegűek /micro-strip line, Wire-over-ground, stb./ és ezeknél a számíttás lényegesen precízebben elvégezhető és az összeköttetések jól tipizálhatók.

Az előadás anyaga csak töredéke a teljes témának, amelynek

egyres részletei is túlhaladnák a jelen előadás kereteit. A vázolt problémák /áthallások, zavarterjedés, zavarvédelem, stb./ mellett külön terület a nagyfrekvenciás összeköttetések elméletének és gyakorlatának a tárgyalása.

Ezton szeretném kifejezni köszönetemet Sárosy József kollegámnak értékes tanácsaiért.

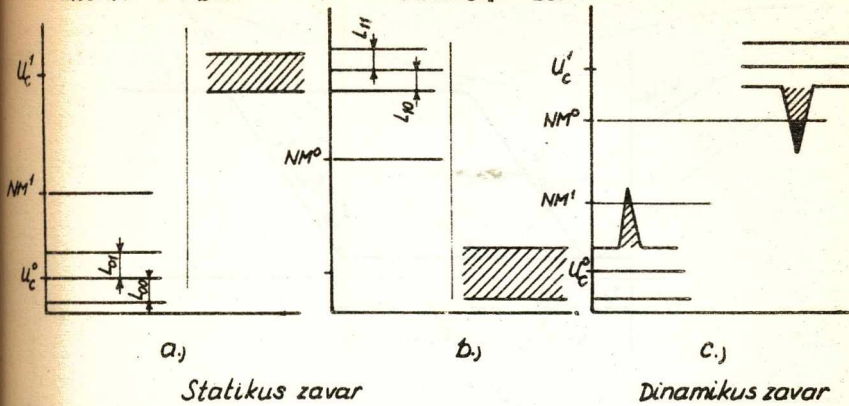
Irodalom

- 1/ Phillips, A.E.: Transistor Engineering, McGraw Hill 196
- 2/ Lindmayer J.-Wrigley, C.: Fundamentals of Semiconductor Devices, D. Van Nostrand 1966.
- 3/ Lyon, D.K.-Meyer-Hamilton: Analysis and Design of Integrated Circuits. Motorola SPI 1966 .
- 4/ Swift, S.: Strip Transmission Lines  
Electronic Engineering 1967.aug. pp.490-494
- 5/ Botos, B.: Nanosecond Pulse Handling Techniques  
Design Electronics 1967 nov. pp 42-55
- 6/ Jarvis, D.B.: The effects of interconnection on high speed logic circuits  
IEEE Trans. EC-12 no.5 1963.okt. 476-487
- 7/ Yao, F.: Interconnection and Noise Immunity of Circuits in Digital Computers  
IEEE Trans. EC-14 no.6. 1965 dec. 875-880
- 8/ Rössing-Walther: Calculation of Cross-Coupled Noise in Digital Systems  
IEEE Trans. EC-16 no.1. 1967.febr. 14-17
- 9/ Sárosy József: Félvezetős digitális áramkörök tervezése  
Kézirat.

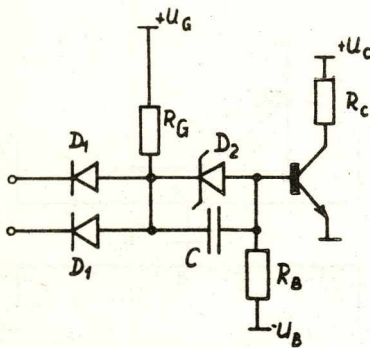


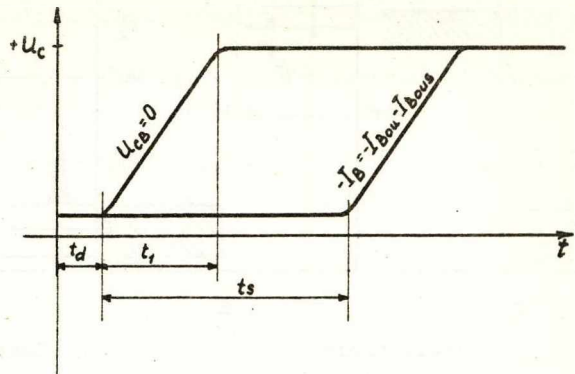
Inverter "1"-ban

Inverter "0"-ben

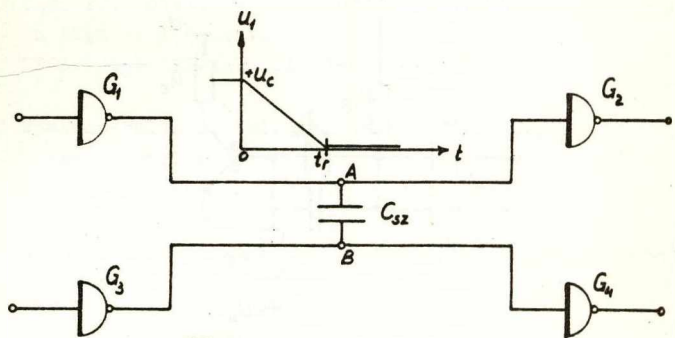


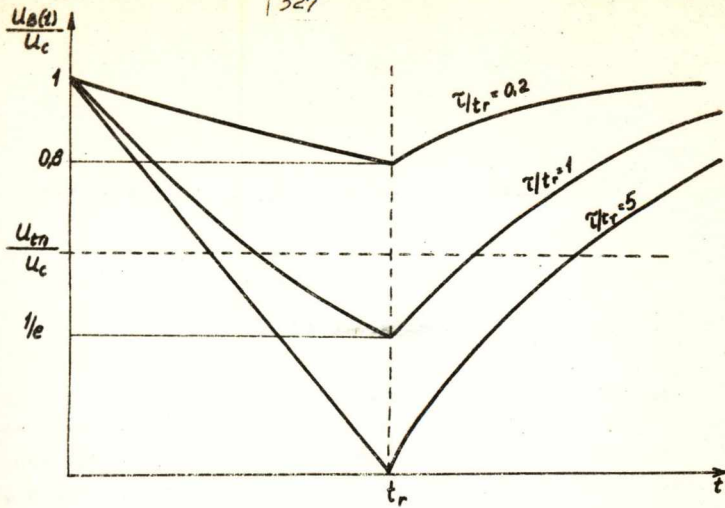
1. ábra

2. ábra  
NADND alapáramkör

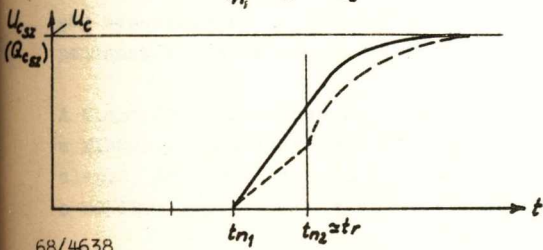
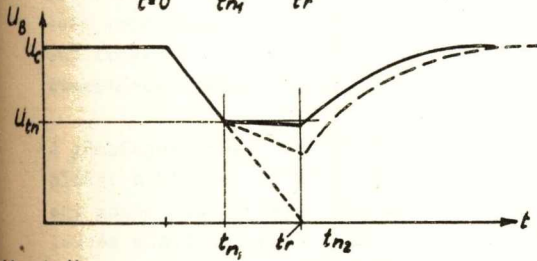
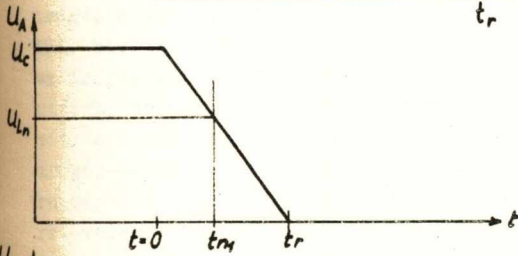


3. ábra

4. ábra  
Kapacitív áthallás



5. ábra



6. ábra

IBM GÖMBFEJES IRÓGÉP ILLESZTÉSE MINSZK-22  
SZÁMITÓGÉPHEZ

Kovács Attila

MTA AKI Számítóközpont

Számítóközpontunkban működő MINSZK-22 típusu digitális számítógép perifériális berendezései közé tartozik az RTA-50 SZM input-output írógép. Az alapgéphez kialakított konzol-írógép hátránya, hogy csak 5-bites telekkódos információ be-, ill. kivitelét teszi lehetővé. További nehézségek merülnek fel az írógép körülményes kezelése miatt. A mechanikus konstrukcióból, és az illesztő áramkör megoldásából származik az a hátrány, hogy hiba esetén a hibaelhárítás gyakran lassu. Az írógép-mechanizmus pontatlansága miatt igen sűrűn kell karbantartást, beállítást végezni. A fenti hibák kiküszöbölésére, valamint programozástechnikai megfontolások miatt az eredeti konzolírógép helyére IBM 73 típusu gömbfejés input-output írógépet illesztettünk. Az eredeti beviteli és kiviteli utasításokat változatlanul nagytuk.

A gömbfejés írógép nagy előnye, az egyszerű mechanikai megoldás, a kis helyigény és a nagy sebesség. Az összes írásjel egy gömbalaku írőfejen helyezkedik el. A gép sebessége 15,5 leütés másodpercenként. Ez több, mint kétszerese az RTA-50 gép sebességének. A jelek száma 88. Klaviatúrája USA Correspondence kódra van kialakítva /6 bit+ 1 paritás bit./

A Számítóközpontunkban kidolgozásra kerülő MONITOR rendszer a MINSZK-22 számítógéppel on-line kapcsolatban lévő írógépen alapul. Az IBM 73 típusu írógép nagy előnye, hogy biztosítja a MONITOR rendszer hatékonyságát. Ha ugyanis a MONITOR hívás

rendszerét pl. 2 karakteresre alakítjuk ki, akkor az IBM írógépén  $44^2$  számú különböző 2-karakteres, továbbá 44 egykarakteres hívás valósítható meg. Az RTA ezzel szemben  $26^2$  2-karakteres, és 26 egykarakteres hívást enged meg. A MONITOR rendszer felé történő információ bevitelnél nagy előnyt jelent az IBM írógép klaviatúrájának áttekinthetősége, valamint az a tény, hogy váltó rendszere egyszerűbb, mint az RTA gépe. A MONITOR rendszerben a gépkezelő felé történő valamennyi információ közlés az írógépén történik. Ezért igen jelentős tényező a nagy sebesség.

Az illesztés megvalósításánál a következő rendszertechnikai és programozástechnikai feltételeket tartottuk szemelőtt:

1. Információ kivitel lehetősége M-2 telexkódban.
2. Információ kivitel lehetősége IBM Correspondence kódban.
3. Információ bevitel lehetősége megszakítás üzemmódban IBM Correspondence kódban.

Az illesztőegység megépítésénél és kipróbálásánál további megkötés az volt, hogy lehetőleg saját raktáron lévő áramköri elemekből építsük meg az áramkört. A kipróbálás, "belövés" ideje alatt a régi input-output írógép működését biztosítanunk kellett.

Az új írógép specifikációjának megismerése után a munkát az RTA írógép vezérlő áramkörének átalakításával kezdtük. Ezzel egyidőben kezdtünk hozzá a közvetlen illesztő blokk megépítéséhez. Az illesztés áramköri elemeiként egyrészt az eredeti szovjet, másrészt magyar EDS nyomtatott áramköri elemeket használtunk fel.

#### Vezérlő áramkör

A teletype vezérlő áramköreiben végrehajtott jelentős átalakítást az tette szükségessé, hogy amíg az RTA sorosan kapja és adja ki a kódokat, addig az IBM írógépénél a karak-

ter minden bitjének azonos időben kell a gépbe kerülnie, ill. az írógép párhuzamosan adja ki a kódokat. A "nyomatás vezérlése" áramkörben megszüntettük az "eltolás blokkot". Ennek ugyanis az volt a szerepe, hogy késleltetők segítségével a start-, a kód-, és a stop-impulzusokat időben egymásután 22 msec késleltetéssel küldje ki az írógép felé. Bevitel esetén az "eltolás" áramkör az írógépről jövő jeleket a bevitel regiszterének mind az 5 helyértékére ugyanabban az időpillanatban juttatta.

Telexkódos kivitel esetén most közvetlenül a nyomtatás regisztere /RV/ dekódolójáról vesszük a jeleket. Ez megfelel a külső egységek kódsinei /KSV/2.-6.helyértékeinek. 6-bites információkivitel esetén a KSV első helyértékére is szükségünk volt. A jeleket ebben az esetben az RV regiszter trigger kimeneteiről közvetlenül vesszük le. A jelek erősítés után az illesztő blokkba kerülnek. A vezérlő jelek sorrendje mindkét kivitel esetén a következő: a központi vezérlésből jövő "művelet jele" negatív szintjét követően  $4 \mu\text{sec}$  múlva az utasításregisztert nullázó impulzus érkezik. Ezután  $4 \mu\text{sec}$  múlva törlődik az RV kimenő regiszter.  $16 \mu\text{sec}$ -al a törlés után a "kivitel a teletype-ra" impulzus kerül a vezérlésbe. Ezzel egyidőben az információ a KSV kódsinekről a regiszterbe, onnan az illesztőblokkon keresztül az írógépbe jut. A "kivitel vége" impulzus a visszajelzésekör alakul ki és a számítógép központi vezérlésébe továbbbitódik. /1. ábra/

Információbevitel esetén az "eltolás" áramkör helyett a jelek az illesztő blokkból közvetlenül az u.n. start-stop bemeneti regiszterbe kerülnek. Innen, az információ-fogadás után, az információ a fotóbemenet kódsineire kerül. /KSFV/. Mivel ez a regiszter a KSFV<sub>2</sub>-6.helyértékére adja ki az információt, ezért a KSFV első helyértékére külön triggerről csatlakozunk. Így a bemeneti regisztert 6 bitesre bővítettük ki. A bevitel blokkosémáját a 2-es ábrán láthatjuk.

További műszaki átalakítást jelentett az írógép visszajelzésének megvalósítása. A visszajelző áramkör megtervezésénél figyelembe kellett venni az IBM írógép speciális konstrukcióját, valamint sebességét.

Végül figyelemmel kellett lennünk arra is, hogy a kivitel regisztere /RV/ azonos az írógép és a 2-es perforátor esetében. A blokkolást és tiltást ujonnan beépített kapu-áramkörökkel hoztuk létre, mivel a változtatások miatt ez nem volt biztosítva. A jeleket minden esetben inverter-erősítőkön keresztül vezettük. Az így felerősített jeleket e célból kialakított kábelen keresztül az írógép-asztalban elhelyezett illesztőblokkhoz vezettük.

#### Illesztőblokk

Az írógépet működtető közvetlen illesztőblokk megépítésénél a legnagyobb nehézséget a két írógép eltérő váltórendszere okozta. Az RTA-n ugyanis háromféle váltó fordul elő: latin-váltó, croszváltó, számváltó. Az IBM kódban csak két váltó van: nagybetűváltó és kisbetűváltó. A megépítésnél a latin betűknek megfeleltettük a nagybetűket, az orosz betűknek pedig a kisbetűket. Latin betűváltóra a fej nagybetűállásba, orosz váltó hatására kisbetű állásba kerül. A számváltó után következő jelek egy részét az írógép nagybetűállásban, másik részét kisbetűállásban üti, attól függően, hogy a fej melyik részén foglal helyet az illető szám, vagy jel. Kialakítottunk egy olyan áramkört, mely a számváltó után jövő jelekről külön-külön megállapítja, hogy azok kis-, vagy nagybetűállásban üthetők-e. A fejet eszerint fordítja a megfelelő állásba. A fej átfordítása alatt a betűütés blokkolva van. Telexkódos információkivitel esetén az illesztőblokkban található áramkör az 5-bites karaktereket 6-bites IBM Correspondence kódu karakterekké alakítja át.

6-bites IBM Correspondence kódban információkivitelkor az jelentett problémát, hogy a segédfunkciókat az írógép nem egy 6-bites kód hatására, hanem egy-egy funkciómágnes segítségével hajtja végre. Ezért egy külön áramkör biztosítja a funkciókódok dekódolását.

A vezérlésben lévő utasításregiszter állapotát egy áramkör figyeli. Az utasítástól függően biztosítja az üzemmódot azáltal, hogy a nemkívánt üzemmódok áramköreit leválasztja.

Külön tápegység biztosítja a mágnesek működését /-48V-on max. áramfelvétel 1,5A/. Másik saját készítésű tápegység -20V-on 0,5 áramfelvételt biztosít. /3, 4. ábra/

### Írógép

A 6 bites megfeleltetés miatt a paritásjelző áramkört nem használtuk fel. Az adásjelző és visszajelző kontaktusokra -20V-ot kötöttünk. A visszajelzések biztonságos működése érdekében "kocsi-vissza" és "tabuláció" esetén a visszajelzést késleltetjük. Ezt azáltal érjük el, hogy nem az ezeknek megfelelő visszajelző kontaktusokról, hanem más érintkezőkről küldjük a visszajelzést. Az írógép konstrukciójából eredően olyan esetekben, amikor közvetlenül nyomtatás után bevitt akarnak végezni az írógépről, a kiíratást kisbetűváltóval kell befejezni. Egyéb esetekben ennek nincs jelentősége.

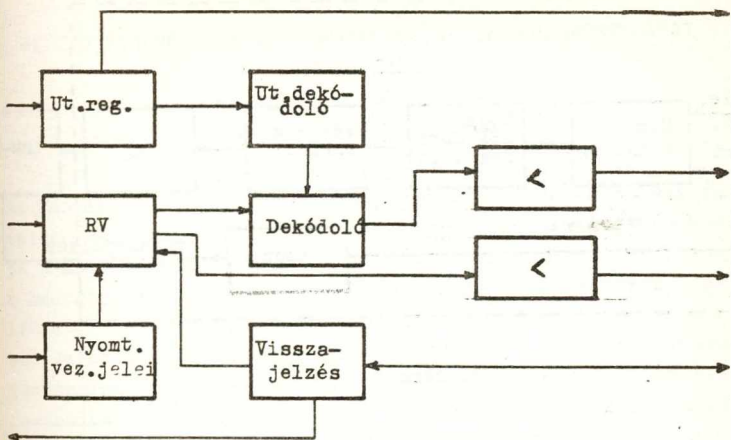
Az IBM írógép gépkezelés szempontjából is nagy előnyökkel rendelkezik. Klaviatúrája áttekinthető, kezelése egyszerűbb. A segédfunkcióknak az írásjelektől különböző, 6 bites kódot használtunk fel. Kivitelnél ezt dekódolni kell, mert az írásjel kiválasztás 7 mágnesétől eltérően, a segédfunkciók egy-egy vezérelhető mágnes által jönnek létre. Bevitel esetén az illesztő blokkban található kódoló áramkör /4. ábra/ biztosítja a tabuláció, betűváltók, írófej visszafutás, soremelés, visszalépés, üres lépés megfelelő 6-bites kódjának kialakítá-



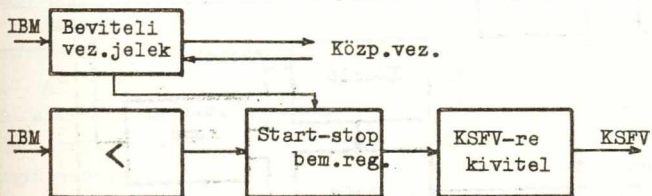
sát. A visszajelzésnél /3. és 4. ábra/ kapu-áramköröket építettünk be, ugyanis a visszajelzés /adásjelzés/ különböző nyitó-érintkezők segítségével történik. A kontaktusok prell-jének zavaró hatását bistabil billenő körök segítségével küszöböltük ki. A visszajelzés kezdetekor törlődik a vezérlő áramkör megfelelő regisztere. Visszajelzés végén a "nyomtatás vége" jel kerül a központi vezérlőegységbe.

Irodalom:

MINSZK-22 gépkönyvek  
IBM 73 I/O typewriter manual



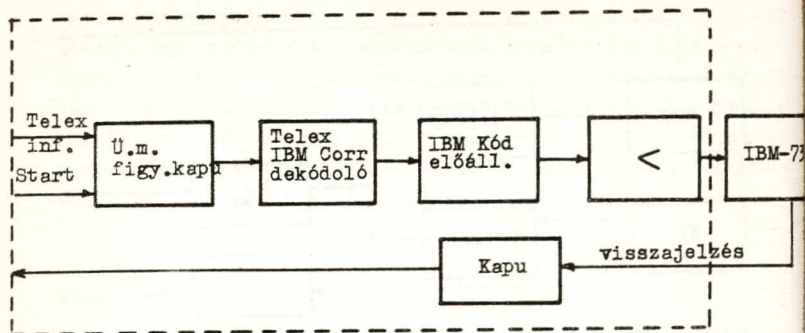
1. ábra



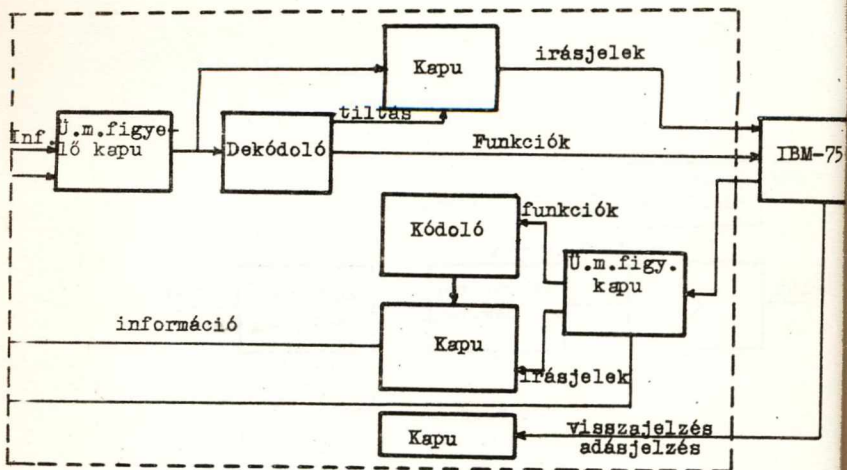
2. ábra

68/4638

Kovács Atilla



3. ábra



4. ábra

AZ EMG 830 MODULRENDSZERŰ SZÁMÍTÓGÉP RENDSZERTECHNIKAI  
FELÉPÍTÉSE

Köves Péter és Binder László

EMG Digitális Fejlesztés

Az EMG által kifejlesztett számítógép rendszertechNIKAI felépítésének alapvető, és az egész konstrukciót átható gondolata a modulrendszer, melynek következetes végigvitele kiemeli a hasonló, közép kategóriájú második generációs gépek családjából. Az EMG 830 modulrendszerű felépítése nem csupán azt jelenti, hogy az egy egységes software, ill. interface rendszerbe illeszkedő adott orientációjú gépcsalaD tagjaként használható fel, hanem azt is, hogy a különböző orientációjú és különböző teljesítményű gépek azonos hardware elemekből épülhetnek fel.

A modul itt egy-egy funkcionális egységet jelent, amely többnyire egyetlen célszerűen megválasztott feladat ellátására alkalmas. Az egyes gépek ezen modulok alkalmasan megválasztott konfigurációjából tevődnek össze.

A modulok viszonylag nagy választéka, a funkciók célszerű megválasztása révén lehetővé válik a gép szolgáltatásainak széles határok közötti kialakítása. A rendszer biztosítja az alkalmazott perifériák tipusszerű összetételének, típusonkénti számának gyakorlatilag tetszőleges megválasztását, az operatív táruk kapacitásának tág határok közötti megválasztását, és akár a /szokásos terminológia szerinti/ központi egység szolgáltatásainak, a beépített utasításoknak megválasztását is, oly módon, hogy mindenkor csak a szükséges és elégséges hardware beépítésére kerül sor.

Lényegében véve a gyár által folyamatirányító, műszaki-tudományos, ill. adatfeldolgozási feladatok megoldására javasolt gépek ezen modulrendszer egy-egy, a célnak megfelelően összeállított subset-jének tekinthetők.

A modulrendszerü felépítés, amely következetesen végigvonul a mechanikai felépítéstől a software-ig, jelentős előnyöket nyújt a felhasználónak. Itt csak két momentumot hangsúlyozunk:

Valamely probléma megoldására beruházott gép mindenkor alkalmas lehet a megoldandó feladatok lefedésére, ami egyben azt is jelenti, hogy a feladatok bővülése esetén viszonylag kis beruházással, a meglévő rendszer változtatása nélkül válik lehetővé a rendszer bővítése. Ez különösen kedvező pl. a folyamatirányítási feladatok megoldásánál, ahol a kezdeti, adatgyűjtést végző rendszerre fokozatosan háríthatók át a különböző irányítási feladatok, de ugyanígy kedvező lehetőség adódik az ügyviteli feladatok fokozatos gépesítésére is, minthogy mindenkor csak a pótlólagos, azonnal kihasználható egységek beruházása szükséges.

A modulrendszerü felépítés igen kedvező az üzemelés során esetleg felmerülő hibák javítása szempontjából is. Az összeállítás javítása a meghibásodott modul egyszerű cseréjével valósítható meg - melyet a szervizszolgálat garancián túl is biztosít - így az üzemidő kiesés igen kicsi, emellett az üzemeltetőnek nem szükséges nagylétszámú speciális képzettségű karbantartó személyzet kiképzése és fenntartása.

A fent vázolt modulrendszer kialakításánál alapvetően két problémát kellett megoldanunk:

Az egyes modulok közötti kapcsolat kialakítása

Az egyes modulok funkciójának meghatározása

Az egyes modulok közötti kapcsolat sinrendszer terenti meg. Ez a sinrendszer a szekrényeken végigfutó egyszerű hurosszalozás, mely biztosítja az egyes modulok közötti összehangolt működést. Funkció szerint adat-, vezérlő-, ütemező-, és jelző sinekből áll. Minden modul csak ezen sinrendszerrel van kapcsolatban, ilymódon az egyes modulok csatlakozó paraméterei egy "internal standard interface" rendszerbe illeszkednek, melyek realizálása lehetővé teszi az egyes modulok tetszőleges sorrendben való elhelyezését - a rend-

szer a bedugaszolás helyére, az egyes modulok sorrendjére invariáns.

Az egyes modulok funkció szerint az alábbi csoportokba oszthatók:

szervező modulok

vezérmű, indexregiszterek

információ-átalakító modulok

additív, logikai, ill. léptetési műveletek elvégzésére szolgáló bináris és decimális aritmetikák, kiegészítő modulok magasabbrendű műveletek elvégzéséhez

tármodulok

256 ill. 4096 szó kapacitású variábilis táarak,  
64 ill. 256 szó kapacitású permanens ill. szemipermanens táarak

perifériális illesztő modulok

lyukszalagos perifériákhoz, írógéphez, sornyomtatóhoz, forgólemezes és szalagos mágnes táarakhoz, A/D konverterekhez, méréspontváltókhoz, érzékelőkhoz, sématablákhoz, stb.

Az egyes modulok ill. modultípusok működésének ismertetése előtt vázlatosan ismertetjük a kialakítható gépeknek a tárgy szempontjából lényeges közös vonásait.

A gépek az egycímű kategóriába tartoznak.

A számábrázolás konegatív duális./Kettes komplementens. Szerk./

A sebesség a Gibson-mix ill. annak Theo Lutz által adott variánsa szerint kb. 25 000 művelet/sec.

A közvetlenül csatlakoztatható perifériális csatornák száma max. 64.

A feldolgozás 8 bitenként parallel-sorosan történik.

Az egyszerű tárgyalhatóság érdekében a továbbiakban a folyamatirányító összeállítás felépítését és működését ismertetjük.

A folyamatirányító modell utasításszavának felosztását, mint kiinduló pontot vesszük figyelembe a működés leírásánál. Ezen utasításszó 21 bit hosszúságú, a 7 bitenként adódó +1 bit pá-

68/463B/ÓF.

rosságellenőrzés céljára - technikai bit - szolgál. Ezen gépnél tehát lehetőség van nemcsak a tárolt adatok, hanem valamennyi művelet és transzfer ellenőrzésére is, mégpedig szavanként 3 bit segítségével.

Az utasításszó 21 bitjéből 12 bit a címrészt, azaz a közvetlenül címezhető tárrekeszek száma 4096. A címrészhez szorosan kapcsolódik az operandusz-meghatározó 2 bit. Ennek 4 variánsából az első /00/ a literális címezést teszi lehetővé, a második /01/ normál címezést jelent az előbb említett 4096 szavas tármezőben, a harmadik /11/ ugyanezen tármezőben indirekt címezést tesz lehetővé. A fennmaradó negyedik bit-elrendezés /10/ felhasználásával pedig egy pótlólagos 4096 szavas tárban ad meg további címezési lehetőséget. /Az általunk használt elnevezések szerint az első 4096 szavas mezőt R, a másodikat F mezőnek nevezzük/.

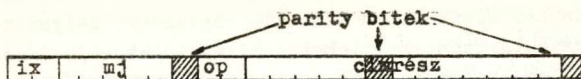
A cím és az op 14 bitjét összevonva tehát ezek jelentése a következő táblázatban tekinthető át:

op + cím	elnevezés	jelentés
0- 4095	literális	cím az operandusz
4096- 8191	R mező	cím tartalma az operandusz
8192-12287	F mező	cím tartalma az operandusz
12288-16383	indirekt	R mezőben cím tartalmának tartalma az operandusz

A fennmaradó 7 bitből 5 szolgál a műveleti jel megadására, ez 32 alpműveletet határoz meg. Kihhasználva olyan lehetőségeket, melyek pl. a tárba írás jellegű műveleteknek egyébként értelmetlen literális címezésből adódnak, további műveletek adhatók meg.

Az utolsó két bit index megadásra szolgál, mégpedig az indexeletlen címezésen kívül 2 db indexregiszter, valamint 2 db relatív indexregiszter tartalmával, az utóbbiaknál kiválasztásukra az op biteket is figyelve. Ennek megfelelően az utasításszó felépítése

68/4638/ÓF.



Az egy sinrendszerre csatlakozó modulokból felépülő rendszer működésének alapelvét tekintve azt látjuk, hogy általában két egység működik egy-egy művelet végrehajtásánál. Ezeket a műveleti jel, ill. néhány esetben a cím választja ki. Kivételt képez ez alól a szabály alól néhány aritmetikai művelet - melyeket operandusz nélkül adunk meg - így csak egy egység dolgozik, valamint az indexelés esete, amikor három egység működik egyidejűleg. Természetesen az előbbieken kívül állandóan működésben van az ütemező jeleket előállító ciklusgenerátor is.

Az általános ismertetés után áttérünk a gép egységeinek, azok működésének részletesebb leírására.

#### A központi egység felépítése, funkciói

Az EMG 830 központi egysége az előbbieken leírt modulokból épül fel, minimálisan azonban csak a vezérművet és valamilyen tármodult kell tartalmaznia. Ezen egységekkel természetesen csak viszonylag egyszerű folyamatszabályzási feladatok ellátására képes a gép, indexregiszterekkel és aritmetikai egységekkel kiegészítve azonban igen flexibilisen programozható, jó hatásfoku géppé alakul.

Elsőként vizsgáljuk meg részletesen a vezérmű felépítését. A vezérmű-modul tartalmazza azon ciklusgenerátor egységet, amely meghatározza a gép ütemezését és kiadja az ütemező jeleket a sinrendszerre. Ez az egység tulajdonképpen funkció szempontjából az "internal standard interface" részének tekintendő.

A vezérmű-modul további funkcióit a benne található három főregiszter végzi. Ezek közül elsőként tekintsük az utasításszámláló D regisztert. Funkciója a soronkövetkező utasítás címének tárolása és a megfelelő ütemekben a tár megcímzése. A D regiszter hossza 14 bit, vagyis a közvetlen címré-



szen kívül az op biteket is tárolja. Működése szempontjából a D regiszter egyirányban számláló regiszter, melyet tölteni csak ugrás-utasításokkal lehet, kiírása csak a js utasítás hatására lehetséges.

A címkidolgozásban az M regiszter vesz részt, mégpedig az összes címmodosítások akkumulátoraként. Az M regiszterhez csatlakozik az un. címaritmetika. Ennek segítségével az aritmetikai modult nem tartalmazó gépösszeállítással is elvégezhető a cím kidolgozása, az indexelt, relativ, indirekt, inkrementált végső címek előállítására.

A címkidolgozás részeként zajlik le az indexelés folyamata, mely - mint előbb már említettük - különleges eset, melyben egyszerre két egység kimenete és egy egység bemenete kapcsolódik aktívan a sinekre. Ezek közül egyik a tár adatregisztere, a másik a megfelelő index- ill. relativ-regiszter, ill. a vezérmű címaritmetikai kapuin keresztül az M regiszter, mely az aktuális címét fogja tartalmazni 14 bit hosszúsággal.

A harmadik, ugyancsak 14 bites hosszúságú vezérmű-regiszter az inkrementálásban vesz részt. Töltéskor az inkrementálás lépésközét, majd az ezzel megnövelt címét tartalmazza. Ezen regiszter cím szerint is hívható, tehát tárcellaként is kezelhető.

A központi egység második alapvetően fontos részeként tegyük vizsgálatunk tárgyává az operatív tárat. Az operatív tár különálló tármodulokból építhető ki. Ezek működésére jellemző, hogy címtartományuk folyamatosan értelmezett a beállítható kezdő címtől számítva. Minden tármodul rendelkezik a ferrit-blokkon és a hozzátartozó áramgenerátorokon és olvasó-erősítővel kívül cím- és adatregiszterrel, melyek közvetlenül a rendszerrel állnak kapcsolatban.

A ferrittárban az egyébként 24 bites szavak egy kiegészítő paritásbit bitet kapnak, mely olvasáskor ellenőrződik.

Az operatív tárakkal egyidőben beszélni kell a diódás fix-tárakról is. Ezek ugyancsak modulok, melyekben beforrasztott, ill. dugaszolható diódás mátrix formájában olyan programrészeket célszerű elhelyezni, melyek állandó jellegűek és sü-

rin használatosak. Ilyenek pl. az elemi függvények szubrutinjai, perifériás kezelő rutinok egyes részei, stb. Permanens tárból is - a maximális tárkapacitáson belül - tetszőleges számú, egyenként maximálisan 256 szavas modul építhető a gépbe. Ezek címtartománya ugyancsak a modulonként beállítható kezdő címtől folytatólagos.

A címkidolgozás során kapnak szerepet az indexregiszterek. Ezeknek két formája kerülhet a gépbe beépítésre.

K és L indexregiszternek hívjuk azon 12 bites regisztermódulókat, melyek az indexbitek 01 és 10 variációjakor módosítják a címet, utasításokkal tölthetők, és tartalmuk utasításokkal írható ki a tárba. Ezen indexregiszterek segítségével - a tartalmukra hivatkozó feltételes ugrások útján - ciklusok képezhetők.

RN és RF névvel jelöljük a két tármezőre vonatkozó relatív indexregisztereket, melyek 11 indexbit elrendezésnél lépnek működésbe, közülük mindig az op-nak megfelelő regiszter módosítja a címet. Mivel felhasználásuk a multiprogramozott működésnél szükséges, töltésüket cím szerint - tárrekeszként - a vezérlő program végzi, kiírásukra nincs szükség és lehetőség.

Az aritmetikai modulok középpontja az akkumulátor, A regiszter, mely teljes szóhosszuságú és aritmetikai és logikai funkciókat lát el. Ehhez csatlakozik az összegzőmű, mely az aritmetikai összeadáson és kivonáson, valamint az A regiszter töltésén kívül a logikai ÉS vagy ANTIVALENCIA műveleteket is elvégzi. Az /1. aritmetika/ modulban foglal helyet az A regiszterrel együtt. Ezen modul önmagában hardware szorzást és osztást nem tud végezni, csak az A2 modullal kiegészítve. Ez utóbbi modul tartalmazza a Q /quotiens/ regisztert, mely osztás után a hányadost, szorzás után az eredmény alacsonyabb helyértékű részeit tartalmazza teljes szóhosszúsággal.

Mind az A, mind a Q regiszter címezhető, tehát tárcellaként is használható.

Az aritmetikai modulok harmadik regisztere a léptető S regiszter, mely a szorzásnál, osztásnál és a különböző léptetési műveleteknél működik. Hosszúsága 7 bit, azaz a léptetések száma  $-64 \leq S \leq 63$ .

A léptetések különböző fajtáit részben a lépésszám előjele, /- előjel jobbra, kisebb helyértékek felé, a + előjel felfelé léptetést jelent/, részben a shift utasítás címreszének tartalma határozza meg.

A központi egység rövid leírása után vizsgáljuk meg a gép perifériás rendszerét.

Az EMG 830 perifériás szervezésére alapvető hatással van az, hogy multiprogramozási lehetőséget, valamint széleskörű felhasználási területet kívánunk biztosítani. E két körülmény egyrészt nagyszámú periféria csatlakozási lehetőségét, másrészt azok jó hatásfoku kezelhetőségét kívánja meg. Az EMG 830-nál mindkét feltétel kielégíthető.

A modulrendszerű felépítés következtében igen nagyszámú - a gyakorlatban előforduló konfigurációk esetén kb. 60 db - perifériás egység csatlakozására nyílik lehetőség. Egy illesztő egység egy input-, output-, vagy input-output csatorna, ill. az egy csatornához időmultiplex üzemben csatlakozó perifériás berendezések csatolását oldja meg. A maximális egységszámon belül tetszésszerű eloszlásban alkalmazhatók a különböző perifériás berendezések.

A második feltétel a perifériás egységek olyan szervezése, mely a gép maximális hatásfoku kihasználását eredményezi. Ebből a szempontból a perifériák kivárásos kezelése eleve elvetendő és a kérdés megfelelő megoldását a megszakításrendszer adja. Mivel több program szimultán futásával kell számolni, nyilvánvaló, hogy több perifériás berendezés egyidejű futása miatt előfordulhat, hogy azok azonos időben kezdeményeznek megszakítást. Ilyenkor nyilvánvalóan csak az egyik periféria adatmozgatására kerülhet sor, ezért a megszakítást feltételelessé kell tenni. Ennek érdekében a perifériás berendezéseket két nagy csoportba osztjuk.

68/4638/ÓF.

A két csoport közti döntő különbség az adattranszfer módjában van, mégpedig a megkülönböztetés alapja a szavankénti, ill. blokktranszfer. Az előbbi kategóriába tartoznak a lyukszalagos perifériák, on-line írógép, stb., míg az utóbbi legfontosabb reprezentánsai a háttértárak. A két csoport közül nyilvánvalóan az utóbbi a kényesebb a transzfer lebonyolítása szempontjából, így ezeket megfelelő védelemmel kell ellátni.

Az azonos csoportba tartozó perifériák megkülönböztetésére, besorolására is szükség van, ezért azokat prioritásszámmal látjuk el és azonos időben történő bejelentkezésnél mindig a legerősebb prioritású perifériás egység megszakítását fogadja el a gép, a többieket várakozásra kényszeríti.

Ezek után nézzük meg az interrupt rendszer konkrét működését. Az 1. ábra a megszakítást kezdeményező periféria szemszögéből nézve adja a megszakítás folyamatábráját. Az ábrához kiegészítésként a következőket kell elmondani. Védett programszakaszokat a programozó tetszése szerinti helyen alakíthat ki. Ezen programszakaszokon belül semmiféle megszakítás nem jöhet létre. Inhibitálhatóknak nevezzük a szótranszfert végző perifériákat, nem inhibitálhatóknak a blokktranszfert lebonyolító perifériákat. Utóbbiakból, ha egyszer megkapták, a vezérlést a transzfer ideje alatt elvenni nem lehet. Ez a védelem az előbbieknél nem áll fenn. A két típusú periféria a vezérlés átvétele után ugyancsak különbözőképpen működik. A nem inhibitálható perifériák a teljes blokktranszfert hardware-ben bonyolítják le, csak az őket aktiváló ill. a programhoz kijelölő és kezdő adatokat szolgáltatató rutinokat kell a gép vezérlő programjába beépíteni. Ezzel szemben az inhibitálható perifériák a vezérlés átvételkor egy behuzalozott utasítás kiadásával az őket kezelő szubrutinra terelik a gépet, és a transzfert software-ben adminisztrálják.

Felépítés szempontjából az inhibitálható perifériák a feltételes megszakítás miatt egy szóra puffereelt csatornákkal illesztődnek a géphez, míg a nem inhibitálható perifériák puffereje maga az operatív tár.

Befejezésül: a prioritásvizsgálat és az egész megszakítás adminisztráció automatikusan, hardware-ben történik, így a gép működési sebességét nem csökkenti.

A hardware két fő részének, a központi gépnek és a perifériá rendszernek ismertetése befejezése után néhány szóval érintenünk kell a software alapjait is. A kérdésben mélyebben elmerülni nem kívánunk, hiszen ezzel külön előadás foglalkozik. Érinteni szeretnénk azonban a gép utasításrendszerét, melyet a 2.táblázatban gépi kódban és szimbolikus jelöléssel adunk meg.

2.táblázat

Gépi kód	Betűkód	Jelentés
00000	dn	do nothing
00001 ha op≠0	js	jump and store
00001 ha op=0	wz	write zero
00010 ha op≠0	wk	write K
00011 ha op≠0	wl	write L
00100 ha op≠0	wa	write A
00100 ha op=0	pa	positive absolute
	na	negative absolute
00101 ha op≠0	wq	write Q
00110 ha op≠0	ws	normalization and write S
00111 ha op≠0	wp	write P
01000	ni	next command incre- mented
01001	ju	jump unconditional- ly
01010	rk	read K
01011	rl	read L
01100	nc	next command condi- tioned

## 2. táblázat folyt.

Gépi kód	Betűkód	Jelentés
01101	rq	read Q
01110	sh	shift
01111	rp	read P
10000	ba	Boolean-and
10001	bu	Boolean inequality
10010	aa	arithmetic addition
10011	as	arithmetic subtraction
10100	an	arithmetic negative subtraction
10101	ra	read A
10110	am	arithmetic multiplication
10111	ad	arithmetic division
11000	jz	jump if A is zero
11001	jn	jump if A is negative
11010	jk	jump if K is zero
11011	jl	jump if L is zero
11100	jo	jump if overflow
11101	jp	jump if A is positive
11110	kj	jump if K is non-zero
11111	kl	jump if L is non-zero

A fenti táblázatban megadtuk az egyes utasítások jeleit, ezek közül némelyek kiegészítésre szorulnak. Ilyenek:

js azaz szubrutin ugrás, hatása kétféle lehet, mégpedig az op-tól függően. op=0-val megadva a wz szimbolikus jelölésű utasítást adja, ennek hatása a címre szben szereplő tárrekesz törlése, míg op≠0 esetén az utasítás ha-

tása a következő: a D regiszter tartalmát - azaz a szubrutin befejezése utáni visszatérési címet - kiírja a js utasítás címreszében megadott tárrekeszbe, majd a következő rekeszben tárolt utasítás vegrehajtását kezdi meg. Ilyen módon a programba való visszatérés igen egyszerűen bonyolítható le.

wa művelet - mint írásjellegű művelet - op=0-val értelmetlen, így a címresztől függően pa ill. na műveletként értelmezhető, ilyenkor nyilvánvalóan nem szükséges operandusz megadása.

wp műveletek csak perifériás szubrutinokban adhatók, a megszakítás során elfogadott perifériás egység pufferregisztere és a tár közötti adatmozgatást bonyolítják. Ez az utasítás feleslegessé teszi - az adott interrupt kezeléssel - a puffer címzését, tehát burkolt kétcímű utasításként, az akkumulátor vagy más főregiszter felhasználása nélkül - és ezáltal azok mentését sem igényelve - bonyolítja le a perifériás transzfert.

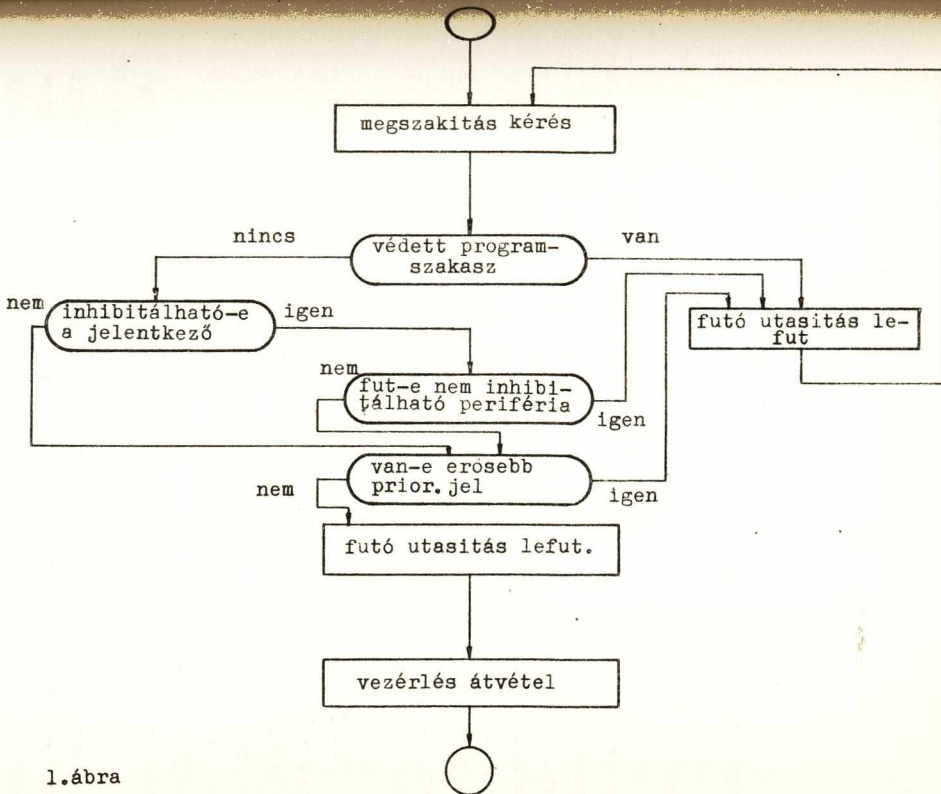
A feltételes ugrások közül külön említést érdemel a jo utasítás, mely az akkumulátor túlcsoordulása esetén teljesül, és ilymódon - ha a programozó azt szükségesnek tartja - gondoskodik annak adminisztrálásáról.

Az ni és nc utasítások az inkrementálást és az azzal való ciklusképzést teszi lehetővé. Az inkrementálást, mint címmodosítást az különbözteti meg az indexeléstől, hogy az inkrementált utasítást az inkrementummal megnövelt címreszettel írjuk vissza a tárba. Az nc utasítás a H regiszter tartalmát vizsgáló feltételes ugrásnak tekinthető.

Végezetül megemlítjük, hogy a gép rendelkezik vezérlő programmal /BOSS/, szimplex és multiprogramozott működéshez, valamint szimbolikus beviteli programnyelvvvel /SIMPLE/ is.

Az eddigiekben végig a 21/43 parity/ bittel rendelkező folyamatszabályozó változatot ismertettük. A másik, 24 bites változat ehhez képest lényegesen bővíti a felhasználási lehetőségeket, elsősorban a 32 K-s tárkapacitással, valamint további 32 utasítással, melyek a megnövelt gépet elsősorban az adatfeldolgozás területén teszik még hatásosabbá.

68/4638/ÓF.



1. ábra



## LYUKKÁRTYA-LYUKSZALAG KONVERTER

Lantos György - Szász György

ÉM. Számógép

Az Építőipari Számítástechnikai és Ügyvitelgépesítési Vállalatnál 1963 óta üzemel az Ural-2 elektronikus számítógép. Szinte az üzembeállítással egyidőben merült fel az input-output egységek megváltoztatásának, modernizálásának kérdése. Az eredeti konstrukció szerinti filmszalag olvasó és lyukasztó nemcsak nehézkes volt és lehetetlenné tette az alfanumerikus feldolgozást, de a műszaki paramétereivel - sebesség, megbízhatóság - sem érték el a szükséges követelményeket. Számos technikai és nem utolsósorban valutáris okok miatt lyukszalagos - Facit - egységek mellett döntöttünk. Jónéhány feladatnál viszont a lyukkártyás bemenet lett volna előnyösebb. Egy olyan lyukkártya olvasó illesztése, melynek sebessége és megbízhatósága is azonos a Facit PE 1000-éval, nemcsak nagy fejlesztési munkát, de jelentős, 40-60 eF-os beruházást is igényelt volna. Közvetett megoldást választottunk, egy lyukkártya-lyukszalag konverterrel a kártyákon lévő információt lyukszalagra konvertáltunk, és az így elkészült lyukszalagot olvastuk be a számítógépbe a Facit PE 1000 segítségével. A berendezés tehát egy célgép, és nem vettünk figyelembe a tervezésénél olyan igényeket, amelyeket egy ilyen feladat megoldására készült univerzális készülékkel szemben támasztani lehet.

Általános esetben szükség van pl. kontrollösszeg képzésre, vagy a kártya egyes mezőinek figyelmen kívül hagyására, stb. de mivel a papírszalagot minden esetben a számítógép bemenő adatainak tárolására használtunk, célszerűbbnek tűnt a másoláson kívül minden egyéb tevékenységet a számítógépre bízni. Mivel a konvertálás sebessége ugy sem függ az egyes

kártyákon lévő adatok mennyiségétől, ily módon sikerült viszonylag egyszerű elektronikával eredményt elérni.

A konverter három egységből áll:

- 1/ Kártya olvasó
- 2/ Elektronika /olvasó erősítők, regiszterek, vezérlő áramkörök/
- 3/ Lyukszalag lyukasztó /Facit PE 1500/

#### Kártya olvasó

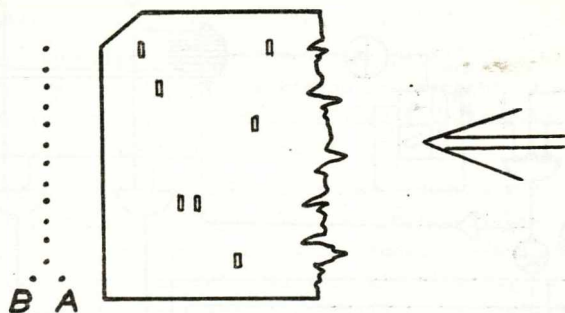
A kártya olvasására egy régi K-80-as kézi kontrollgépet alakítottunk át. Az eredeti alkatrészekből csak a kártya adagolót és a továbbító sint tartottuk meg. A kártyák továbbítását műanyag szijakkal meghajtott gumihengercsor végzi.

A központi működtető motort egy mágneses tengelykapcsoló segítségével kapcsolhatjuk a meghajtó mechanizmusra. A fogaskerék rendszert úgy kellett kialakítani, hogy az adagolás sebessége 5000 k/óra, a kártyák közötti távolság pedig kb 4 cm legyen.

A kártya olvasás sebességét tulajdonképpen a lyukasztó korlátozza, amelynél folyamatos üzemben mintegy 120-130 karakter/sec engedélyezett. Csökkentő tényező még a kártyák közötti viszonylag nagy távolság, amelyre az esetenkénti megcsuszás, szlip miatt van szükség.

Az információ beolvasását tizenkét csatornán /tiz szám és a két felüllyukasztás /OS 13 típusu fototranzisztor végzi. A megvilágítás közönséges 6 V-os skálaizzókkal történik, melyeket félkész állapotban kaptunk az Egyesült Izzótól, így elhelyezhetők egymás mellett egy sorban. További két fototranzisztor a kártya eleje és a kártya vége jelet szolgáltatja.

A megvilágító lámpák izzószálai sorba vannak kötve, a táplálás 70 V-os egyenfeszültséggel történik. Folyamatba van a megvilágító rendszer átalakítása üvegszálóoptikás megoldásra.



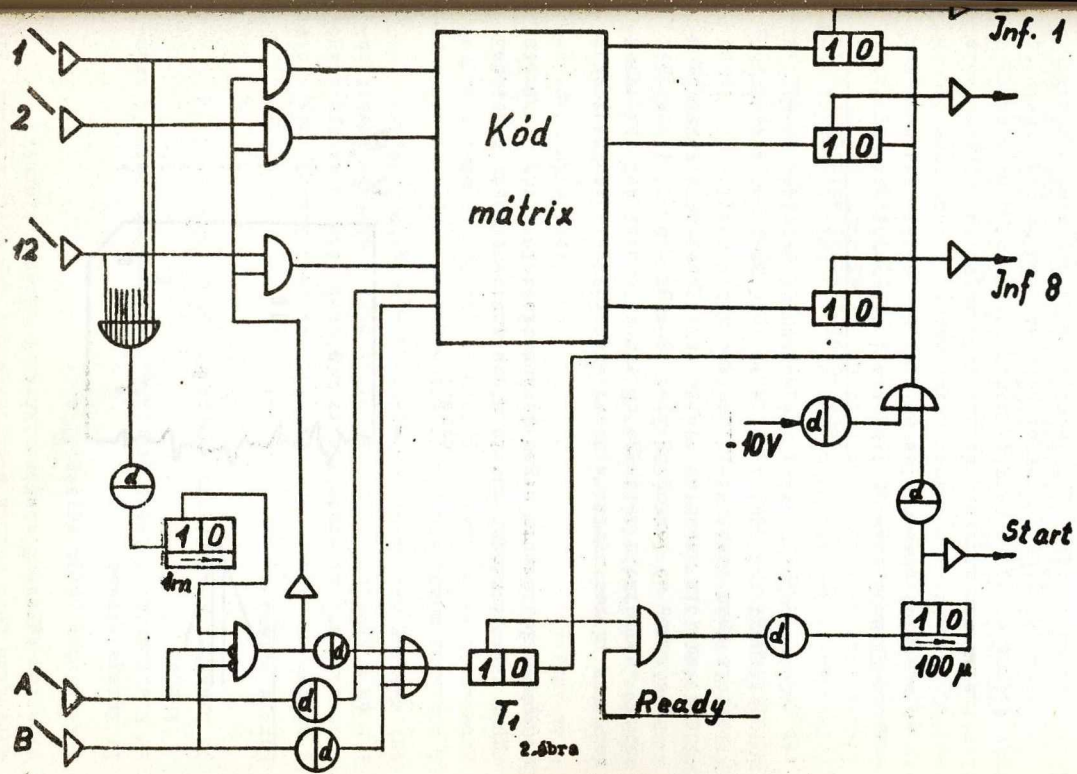
1.ábra

Kezdetben kísérleteztünk szubminiatűr izzókkal, de nagy szórásuk, rövid élettartamuk és magas brummérzékenységük miatt nem váltak be.

A kártyaolvasó legkényesebb része a kártya torok, amelynek helytelen beállítása szinte az egyetlen hibaforrás. Pontos légréssel, kb. 0,5 kg rugóerejű görgőkkel és jóminőségű kártyákkal a kártyagyűrést szinte teljesen ki lehet küszöbölni. A leolvasó blokk úgy van kialakítva, hogy alulról történik a megvilágítás, és a felül lévő fototranzisztorok 0,3 mm-es légréven keresztül észlelik az információt.

#### Az elektronika logikai felépítése

A fototranzisztorok által érzékelt jeleket SCHMITT-triggeres erősítés után az  $I_k$  impulzussal kapuzva vezetjük az átkódoló matrixba. A kapuzó impulzusokat magukból az információs jelekből állítjuk elő. Kialakulásuknak másik feltétele, hogy az A és B fototranzisztor /kártya eleje és kártya vége jelzésére szolgálnak/ takarva legyen, vagyis ténylegesen lyukkártya haladjon el a leolvasó fej előtt. A kapuzó jelek hátsó frontjával billentjük a  $T_1$  jelű bistabil multivibrá-



tort.

Amennyiben a Facitból a válaszjel már megérkezett, a Start impulzus kialakulhat, ellenkező esetben csak a válaszjel megérkezése után indítjuk a lyukasztót.

A és B fototranzisztorok differenciált jele is billenthető  $T_1$  multivibrátort, ilyenkor a kimenő regiszterben a közvetlenül bekötött speciális kódok kerülnek kilyukasztásra, jelelve a kártya elejét illetve végét.

A kapuzó jelet azért kellett látszólag hosszúra beállítani, mivel a kártyán egy oszlopban két, sőt három lyukasztás is előfordulhat és ezek gyakran nem egy vonalba esnek. Oszloponként csak egy kapuzójel alakulhat ki, mégpedig az időben elsőnek érkező jel hatására. A kódmatrixból a regiszterekbe több lyuk esetén az egyedi kombinációk logikai összege íródik.

Elektronikus felépítése olyan, hogy a kódmatrix cserélhető, és a lyukasztás tetszés szerinti kódban, 5-8 csatornán történhet.

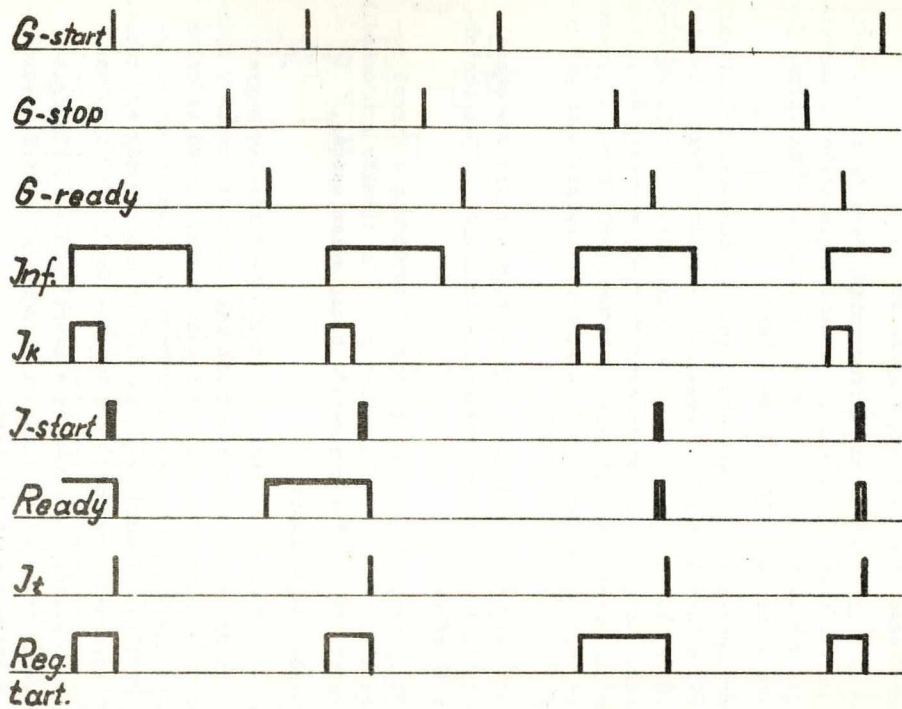
A Start impulzus lefutó frontjával törlődnek a kimenő regiszterek, és a  $T_1$  multivibrátor. Kétfőn áramkör gondoskodik a fenti regiszterek törléséről bekapcsolás esetén.

#### Áramköri megoldások:

Az OS 13 fototranzisztorról eltekintve kizárólag magyar gyártmányú elemeket használtunk fel. Az elektronika 7 nyomtatott áramköri panelon lett elhelyezve. Olvasó erősítők /2 panel/, átkódoló matrux /1 panel/, regiszterek /1 panel/, vezérlőáramkörök /2 panel/ és a tápegység egy része. A felhasznált tranzisztorok OC 1044 és OC 1072 típusúak.

Az információs csatornák és a Start impulzust kialakító áramkör szintjei és kimeneti impedanciái a Facit lyukasztó elektronikájához igazodnak:

order



logikai igen: -10 V  
logikai nem: +1 V  
kimeneti imp: 1 K

A felhasznált tápfeszültségek:

-10 V /nem stabilizált/·  
+10 V  
+ 1 V  
+70 V

A berendezés különösen érzékeny volt a hálózati zavarokra, így ennek a szűrésére fokozott gondot fordítottunk.

A tervezésnél gyakran kellett kompromisszumos megoldásokat választani a meglehetősen szűkkörű lehetőségek miatt. Annak ellenére, hogy szinte amatőr eszközökkel dolgoztunk, a készülék kielégítően működik, az eddig mintegy 200 000 kártya átkonvertálása közben nem talákoztunk olyan hibával, amelyet a kártyaolvasó vagy az elektronika okozott volna. A kártyagyűrésből eredő hibák szinte minden esetben a rossz kártya minőségének tulajdoníthatók.

## A SOFTWARE SZEREPE A TPA TERVEZÉSÉNÉL ÉS GYÁRTÁSÁNÁL

Lukács József és Sándor L. Tamás

Központi Fizikai Kutató Intézet

Számítógépek korszerű tervezési, gyártási és bemérési módszerei egyre inkább használják magát a számítógépet mint segédeszközt. Ahhoz azonban, hogy a számítógépet megfelelő hatékonysággal lehessen használni, igen sok, a műszaki megoldással összefüggő programozási kérdést kell megoldani.

A számítógép tervezésénél három olyan terület van, amelynek munkáit nagyon meg lehet gyorsítani és pontosabbá lehet tenni számítógép alkalmazásával. Ezek a területek a következők: logikai áramkört egyszerűsítés, nyomtatott áramkör tervezés és rajzolás, valamint huzalozás tervezés. Nem beszélünk itt az alkatrészek /például szilárdtestáramkör tervezéséről/, valamint az esetleges számítógépes rendszer-tervezésről.

A logikai áramkört egyszerűsítés lényegében Boole függvények egyszerűsítését jelenti, továbbá e függvények olyan formába történő átalakítását, amely illeszkedik az áramkört rendszer elemeihez. A nyomtatott áramkör tervezés és rajzolás az előző tervezés eredményéből, a megfelelően átalakított és egyszerűsített Boole függvényekből készít a konkrét alkatrészek ismeretének segítségével nyomtatásra alkalmas rajzot.

Végül a huzalozási lista megtervezése következik.

Ez abból áll, hogy az egyes nyomtatott kártyák és a szükséges logikai összeköttetések ismeretében meg kell tervezni az optimális huzalozási utvonalakat. Optimális lehet például a legrövidebb megengedett uthosszra való tervezés.



Számítógép gyártásánál szintén sok helyen használnak számítógépet segédeszköznek. A huzalozási utasítás dokumentációját például célszerű mágnesszalagon, esetleg lyukszalagon tárolni, és a változtatásokat, átrendezéseket gép segítségével végezni. Az ilymódon tárolt dokumentáció alkalmas azután arra is, hogy huzalozó automatát vezéreljen vagy pedig a keretbekötések automatikus ellenőrzését segítse elő.

Bemérés és ellenőrzés céljára ma már szinte mindenhol magát a számítógépet használják. A bemérő program viszonylag egyszerű, célja az, hogy az első bekapcsolás utáni felélesztéstől kezdve segítse a bemérést. Az ellenőrző programok bonyolultak, a gépet lehetőleg minél több komb.nációban próbálják ki. Ide tartoznak még a hibafelderítő programok is. Nemcsak az elektronikus részek beméréséhez és ellenőrzéséhez alkalmaznak kiterjedten ilyen programokat, hanem az elektromechanikus berendezésekhez, különféle perifériákhoz is. Ezek sebességét, dinamikus viselkedését a legjobban számítógépvezérléssel, bemérő és ellenőrző programokkal lehet vizsgálni.

A felsorolt számítógép alkalmazásoknál figyelembe kell venni a gazdaságosság követelményeit. Ezen programok nagyrésze ugyanis igen nagy programozói munkát jelent. Kis mennyiségű tervezésnél és gyártásnál például nem érdemes kidolgozni a logikai áramköri egyszerűsítési, nyomtatott áramkör tervezési, és rajzolósi programokat, mivel ezek kidolgozása nagyobb munkát jelenthet, mint amennyi megtérül a gép alkalmazásával. Ilyen jellegű kész programok felhasználása viszont - ha erre lehetőség van - nagy előnyökkel járhat. Ugyanakkor viszont bármilyen kis mennyiségben történik is egy gép előállítása, bemérő és ellenőrző programok feltétlenül szükségesek, ezek nélkül nem lehet biztosítani a gép megbízható működését.

A fenti szempontokat vettük figyelembe a TPA tervezésénél illetve gyártásánál. A tervezésnél - mivel a logikai rendszer egyszerű, tulajdonképpen nem használtuk a számítógép adta le-

hetőségeket. A KFKI-ban folynak logikai áramköri egyszerűsítéssel kapcsolatos programozói munkák, ezek azonban nem tudták utólréni a gép tervezését, így ezek eredményeit csak a következő konstrukciók kialakításánál fogjuk felhasználni. Nyomatott áramköri tervezés és rajzolás automatizálásával nem foglalkoztunk gazdaságossági szempontok miatt, szívesen alkalmaznánk azonban meglévő programokat.

A huzalozási dokumentáció már a jelenlegi formájában olyan kivitelű, amely alkalmas lesz a későbbiekben akár a huzalozás gépesítésére, akár a huzalozott keretek automatikus bemérésére. Ezt a következő három szempont figyelembevételével értük el.

Az egységek, kártyák, csatlakozók, csatlakozópontok jelölése egységes és könnyen azonosíthatóan egyértelmű a teljes berendezésben. Minden huzalnak azonosító száma és esetleg elnevezése van. A huzalozási utasítás tartalmazza azt, hogy valamely azonosítószámú huzal milyen sorrendben van az egyes csatlakozópontokhoz vezetve.

A TPA-hoz teljesen elkészítettük a szükséges bemérő és ellenőrző programokat. Ezek a programok három csoportba oszthatók: a központi egység, a tároló és a perifériák bemérésére illetve ellenőrzésére szolgáló programok.

A központi gép bemérését megkönnyítő program durván ellenőrzi az összes fontosabb utasítást. Ez annyit jelent, hogy egy-egy utasítást csak néhány egyszerű esetre próbál ki, és nem végez vizsgálatot az összes lehetséges kombinációra. Például az akkumulátor tartalmától függő feltételes ugrást csak csupa 1 és csupa 0 akkumulátortartalom mellett vizsgálja meg.

A program felépítésénél igen lényeges az egyes utasítások ki- próbálásának, megvizsgálásának sorrendje. A program a gép hibás működésekor megáll, a megállás helye utal a hibára. Legelőször tehát a megállítási utasítást kell vizsgálni mégpe-

dig vizuálisan. Ugyancsak szemmel kell még ellenőrizni a kapcsolókról való beírás helyességét és az akkumulátor törlését végző utasítás megfelelő működését.

E három vizuális ellenőrzés után kerül sor a további utasítások folyamatos ellenőrzésére. A program további felépítése olyan, hogy mindig csak már előzőleg kipróbált utasításokat használ fel. Így sorrendben a feltétel nélküli majd feltételes ugró utasítások ellenőrzése következik, ezután tér rá a bonyolultabb utasítások vizsgálatára.

A központi gép ellenőrzését végző program már igen bonyolult, több ezer szóból áll. Ez a program a lehetőségekhez képest mindenféle kombinációban megvizsgálja az utasítások végrehajtását. Az összeadó utasítás vizsgálatakor például kvázivéletlen számsorozatot ad össze és ellenőrzi a helyes eredményt. A zérus akkumulátortartalomra való feltételes ugrás vizsgálatakor mindenféle lehetséges akkumulátortartalom mellett vizsgálja a helyes működést s.i.t.

Ez a program a központi gép ellenőrzésén felül a hiba behatárolását is végzi. Egészen durva hibák felderítésére ez a bonyolult program nem alkalmas, a hibák okának felderítését csak akkor tudja elvégezni, ha a fentiekben vázolt egyszerű bemérő program helyesen fut le. Hiba esetében ez a program is megáll. Leolvasva ilyenkor az utasításszámláló regiszter és az akkumulátor tartalmát, egy táblázatból kiolvasható, hogy melyik kártyák okozhatták a hibát. Ezzel a módszerrel körülbelül 4-6 kártyára szűkíthető le a hiba oka.

A tároló bemérésére készített egyszerű program minden egyes tárolóhelyre beírja a saját címét, majd kiolvasás után ellenőrzi az eredményt. Hiba esetében a program megáll, jelezve azt, hogy melyik címen volt a hiba és mi a hibás szó.

A tároló részletes ellenőrzése az u.n. legrosszabb mintával /worst pattern vagy checker board/ való vizsgálatnál törté-

nik. A program a tároló legkedvezőtlenebb zajviszonyait elő-  
 állító tartalmat írja be az egyes címekre és így ellenőrzi  
 a helyes működést.

Nagyon érdekesek és sokoldalúak a perifériás egységek műkö-  
 dését vizsgáló programok. A vizsgálatok során ellenőrizzük  
 az illető perifériára vonatkozó utasítások helyes végrehajtá-  
 sát, a mechanizmus sebességi jellemzőit, dinamikus tulajdon-  
 ságait, valamint az adatok átvitelének megbízhatóságát. Hiba  
 esetében a program megáll. A megállás helyének alapján a hi-  
 bakereső táblázatból leolvasható, hogy mi a hibajelenség,  
 például helytelen karakterátvitel, a vezérlő utasítás hely-  
 telen értelmezése stb., sőt arra is utalást kapunk, hogy me-  
 lyik egységben vagy mely kártyákban van a hiba.

Az eddigi perifériák közül elkészültek a gyors lyukszalag-  
 olvasó, lyukszalaglyukasztó, villamos írógép, lassu lyuk-  
 szalagolvasó és lyukasztó berendezések ellenőrző programjai.

A fentiekben ismertetett bemérő és ellenőrző programokat a  
 gép áramköri tervezésével párhuzamosan, azt egy kicsit meg-  
 előzve irtuk. Így a mintapéldány elkészülésének idejére ezek  
 a programok már lyukszalagon elő voltak készítve. A mintapél-  
 dány bemérését a központi gép- tároló- lyukszalagolvasó kom-  
 plexum bemérésével kezdük. Így szinte már a mintapéldány első  
 bekapcsolásától kezdve felhasználtuk ezeket a programokat.

A megbízható áramköri tervezés mellett ennek is köszönhető  
 az, hogy a komplexum felélesztése meglepően gyorsan megtör-  
 tént.

## AZ ADATFELDOLGOZÁS ÉS ADATÁTVITEL RENDSZER ILLESZTÉSE

Mazgon Sándor

Posta Kisérleti Intézet

## Bevezetés

Az ember bármely tevékenysége, akár fizikai, akár szellemi tevékenysége célratörő és tudatos tevékenység. Céljának elérésére eszközöket alkalmaz és figyelembe veszi tevékenységét befolyásoló körülményeket. Vagyis minden tevékenység igen sok külső és belső információ összeegyeztetésével történik. Az információkat, melyeket a tu atos és szervezett tevékenységben felhasználunk adatoknak nevezünk. Adatok feldolgozásának vagy csak egyetlen döntés meghozatalának és végrehajtásának alapvető feltétele, hogy az adatok valóban létezzenek, a valóban szükséges adatok álljanak rendelkezésre /és ne vesszenek el hasznavehetetlen adatok sűrűjében/, hogy az adatok éppen a legmegfelelőbb formában álljanak elő, hogy a felhasználásra legmegfelelőbb időben legyenek kéznél, hogy eléggé pontosak, összehangoltak, rendezettek és kezelhetők legyenek. Ilyen és hasonló tényezők minden döntési és adatfeldolgozási folyamat fontos előfeltételei.

Ha nem a tevékenységet, hanem magukat az adatokat szemléljük, akkor az adatok életében is több fázist, több történetet különböztethetünk meg. Először is az adatok keletkezését, akár egyedi, akár tömeges fellépésűek. Ehhez párosul az az adatok rögzítése, legtöbbször valamely bizonylaton, esetleg más adathordozón. A már meglévő adatokat átalakítják, tovább rendezik, feldolgozzák és további adatokat nyernek belőlük a feldolgozás eredményeképpen. Külön fázis a végső vagy a többszörös adatfelhasználás. És ezen történések mindegyike között az adatokat tárolni és szállítani kell. Nyil-

ván az adatokat többször és több helyen tárolják és használják, különböző adathordozóra viszik fel és ismételten átalakítják.

Vizsgálatunk tárgya az adatok szállítása, ezt kiragadjuk, de csak azokat a rendszertechnikai szempontokat vizsgáljuk, amelyek az adatokat feldolgozó rendszerből, a felhasználói követelményekből és az ezeket kiszolgáló távközlési lehetőségekből erednek.

#### Az adatok szállításmódjai

Ha nem ugyanott és ugyanakkor használjuk fel az adatokat ahol és amikor keletkeznek, akkor mindig fellép az adatok tárolásának és szállításának igénye. A tárolás módjai általában széles körben ismertek. A szállítás már kevésbé ismert és - mivel többnyire lebecsült tényező - még kevésbé általánosan gazdaságos megoldásu.

Az adatok szállítása alapvetően két módszerrel történhet, villamos és nem villamos eszközökkel. Nem villamos eszközökkel történik az adatszállítás amikor közvetlenül adjuk át az adatokat, vagy az adathordozót szállítatjuk. Ezen adathordozó szállítás az adattovábbítás egyik legfontosabb formája, kis távolságok és nagy /igen nagy/ mennyiségek esetében a leggazdaságosabb módja. Tekintettel a viszonylag ritka elvesztésre az egyik legmegbízhatóbb módja is. A szállítás járművön kézbesítővel vagy postai szolgálat igénybevételel történik. A szállítás ezen módszerének leglényegesebb hátránya a nagy időkésleltetés és a sokszor bizonytalan időpontban történő megérkezés.

Villamos eszközként a távközlési eszközöket használjuk adatok továbbítására, és a szállításnak ezt a módját nevezzük továbbiakban adatátvitelnek. Adatoknak villamos távközlési eszközökkel, tehát adatátvitellel történő továbbítása általában igen költséges. A számítástechnikai és adatfeldolgozási eszközök sebessége és hatékonysága egyre növekszik, ezzel szemben költségük, különösen fajlagos, például egy fel-

dolgozott adatra eső költségeik állandóan és jelentősen csökkennek. Így állandóan növekvő mennyiségű adatot képe-  
sek - azonos időn belül - feldolgozni, rohamosan növelve  
az adatáramlási igényt. Bár az adatátviteli berendezések  
ára a többi számítástechnikai berendezéssel közel azonos  
mértékben csökken, az alig vagy csak lassan csökkenő táv-  
közlési költségek miatt az adatátvitel költségei viszony-  
lag egyre magasabbak, egyre nagyobb részét teszi ki az  
adatátvitellel kiegészített adatfeldolgozás költségeinek.  
Az adatátvitelt így csak valóban jól átgondolt rendszer-  
technikai tervezés teheti gazdaságossá.

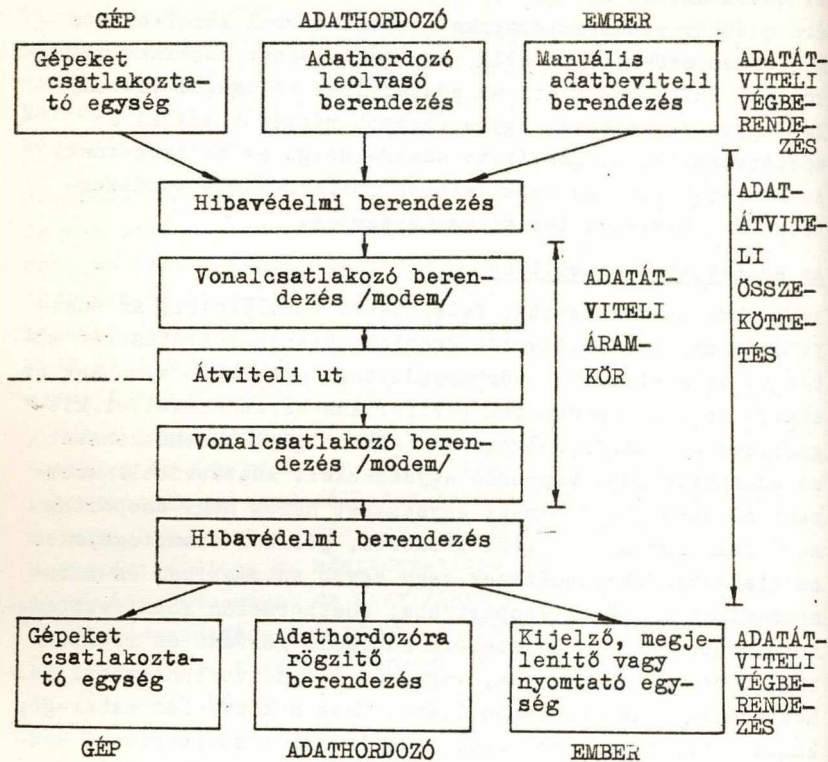
#### Az adatátvitel felépítése

Az 1. ábra az adatátvitel felépítését szemlélteti, az adat-  
feldolgozás és adatátvitel csatlakozásának sokrétűségét mu-  
tatja. Az adatátvitel végberendezései általában azonosak az  
adatfeldolgozó rendszerek periferikus berendezéseivel, kie-  
gészítve az adatfeldolgozó és hasonló gépi berendezéseket  
az adatátvitelhez kapcsoló egységekkel. Adatátviteli szem-  
pontból ezen ki- bemeneti egységeket három nagy csoportba  
soroljuk, úgy mint a gépi eszközök, például számítógépeket  
csatlakoztató berendezések vagy egyéb automatikai és tele-  
mechanikai eszközök csoportjába, adathordozón rögzített ada-  
tok továbbítására és vételére szolgáló /olvasó és rögzítő/  
berendezések csoportjába, vagy pedig a közvetlen emberi fel-  
használású eszközök csoportjába. Ezek a közvetlen ember-gép  
kapcsolatot biztosító periferiák lehetnek adatbeviteli esz-  
közök, például billentyűzet, vagy adatkijelzők, így nyomta-  
tó vagy megjelentítő periferiák.

Az adatátvitel kimondottan távközlési eszközei az átviteli  
ut /például a távbeszélő hálózat két állomását összekötő ve-  
zetékrendszer/ és a vonalcsatlakozó berendezések, ezek  
együttesen alkotják az adatátviteli áramkört. Az adatátvi-  
teli áramkört az jellemzi, hogy általában digitális villa-  
mos módon képes átvinni az adatokat, és a digitális jeleket  
a vonalcsatlakozó berendezések alakítják át /többnyire éppen

## AZ ADATÁTVITEL FELÉPÍTÉSE

## ADATÁTVITELI ADÓÁLLOMÁS



## ADATÁTVITELI VEVŐÁLLOMÁS

1. ábra



analóg jellé/ a távközlési átviteli utaknak megfelelő formára és vissza. A digitális adatátviteli áramkörön a legkülönbözőbb zavarforrások következtében előálló hibák számának csökkentésére a végberendezés és az átviteli áramkör közze hibavédelmi berendezés csatlakozik. Ezzel a berendezéssel kiegészítve olyan adatátviteli összeköttetések építhetők fel, mellyel az adatfeldolgozás legkülönfélébb igényei is kielégíthetők. Természetesen a sokféle igénynek még többféle kielégítésmódja van, és éppen a legmegfelelőbb rendszertechnikai kiválasztása az a döntő tényező, amely a rendszer gazdaságosságának alapja.

A magyar távközlési hálózat adatátviteli képességét, az ilyen irányú mérések eredményeit Kádár Ágoston előadása ismerteti. A Magyar Posta által tervezett, DATEL elnevezés alatt adatátviteli szolgáltatás indul, ezt Horváth László előadása ismerteti. Ezért itt most ezen előadásokhoz az adatátviteli rendszerkiválasztás szempontjait adjuk kiegészítésül, az adatátviteli tervezés és kiválasztás által elérendő egyensúlyi feltételeket és követelményeket.

#### Az adatátviteli rendszer tervezési alapjai

Mivel az adatátvitel mindig valamely adatfeldolgozás szállítási megoldása, ezért tervezési alapjai is az adatfeldolgozás igényeiből erednek. Egy rendszeren belül igényeket összességükben kell tekinteni éppen a párhuzamosságok és egymás mellett látszólag elkülönülő igények jobb összehangolására. Természetesen a kiválasztott megoldások maguk is módosítják az összeállításban szereplő alapmodell adatait, ezért ezeket dinamikusan kell kezelni, mintha azok nem kötött feltételek lennének. A legfontosabb tényezők a következők:

1. Az adatátvitelbe bekapcsolandó állomások száma.
2. Az adatátvitelbe bekapcsolandó állomások földrajzi elhelyezkedése. Ezen két pont a hálózatképzés, a távközlési alapmodell kiválasztásának topológiáját adja. Az adatállomások

berendezése azonban nagyban változhat azáltal is, hogy minden egyes adatforrást és adatfelhasználási helyet ellátunk-e adatállomással, vagypedig azokat összevontan, koncentráltan kezeljük. Nyilván annál operatívabb az adatátvitellel kiegészülő adatfeldolgozási rendszer, minél decentralizáltabb helyeket látunk el adatállomással. Viszont annál költségszebb is.

3. Az adatállomások közötti adatforgalom mennyisége.

4. Az adatforgalom napi eloszlása, koncentrálttsága, gyakorisága és egyéb ciklusai. Ezen belül az adatforgalomban elkülönülő minőségi igények ciklikusságai.

5. Az adatforgalom irányítotttsága, begyűjtési vagy elosztási jellege és a kétféle irány, illetve a prioritási szintek szétválása. A mennyiségi és jellegbeli szétválás az adatberendezések kiválasztásán kívül /a többféle párhuzamos megoldás kiküszöbölésével/ az adatok pontosabb rangsorolását is lehetővé teszi a tervező számára, tehát a tervezés során felmerül a tényleges szükségletnek megfelelő prioritási rendszer kialakításának célszerű változata.

6. Az adatfeldolgozás időrendszere, belső időbeosztása, a külső periferiarendszer és az adatátviteli rendszer beépülése ezen időrendbe. A feldolgozás jellege.

7. Az adatforgalom sürgőssége, az időkénszter megoszlása az egyes prioritási szintek között.

8. Az adatátvitelre rendelkezésre álló idő korlátai, a teljes feldolgozási rendszerben az adatátvitelre megengedett késleltetés és ennek további korlátai. A teljes időrend a mennyiségi követelményekkel együtt fontos sebesség-meghatározó tényező. Mivel a berendezések ára a sebességi követelményekkel fokozottan növekszik, így költségmeghatározó tényező is. Egyes feladatok természete azonban mindenképpen az azonnali elérhetőséget igénylik az adatfeldolgozó és a felhasználó között, ezek időigénye is roppant szűk határu és

csak a minimális késleltetést engedi meg. Itt az adatátvitel bizonyos megoldásai egyértelműen adódnak a tervező számára, és szóba sem kerülhet az adatok valamilyen kézi szállítása, akármilyen nagy mennyiségről is legyen szó.

9. Az adatátviteli adathordozók típusa.

10. Az adatátviteli üzenetek kódja, formázottsága, blokkokra osztottsága.

11. Az adatátviteli üzenetek hossza, a hosszak eloszlása, az egyszerre átvitt üzenetek száma és típusai.

12. Az adatfeldolgozásra felvett vagy tervezett berendezés típusok és így az adatátvitelre elsősorban szóba jöhető berendezések és gyártók. A berendezések igen széles skáláját gyártók bizonyos kölcsönös összeköttetésben vannak ugyan, de még egyáltalán nem állítható, hogy a legtöbb rendszer egymással összeműködni vagy egymást helyettesíteni lenne képes. Éppen ezért lényeges szempont a kiválasztást eleve motiváló olyan tényezők felsorolása, amelyek egyes - egyébként esetleg kedvező - változat kiválasztását lehetetlenné tehetik. A berendezések egy része már eleve meghatározhatja az alkalmazandó adathordozókat, kódokat, sőt nyelveket és általában a software lehetőségeket. Ezzel nagyban szűkül az alkalmazható adatátviteli berendezések köre, és a tervezés során itt rá lehet mutatni azokra a követelményekre, melyek miatt esetleg ezen korábbi berendezések lecserélése is javasolható.

13. Védelmi módszerek a teljes adatfeldolgozó rendszer átfogó pontosságának biztosítására. Integrált védelemben, amikor az emberi közvetlen adatomódosítást és javítást kivéve nincs beavatkozás a már rögzített adatokba, lényege az állandó hibellenőrzések fenntartása.

14. Az adatfeldolgozás egészére és az adatátvitelre megengedhető hibaarány. Az adatátvitel az adatfeldolgozásnak csak egyetlen lépcsőfoka, és a többi lépcsővel egyenértékű biztonságot kell szolgáltatasson /se nem többet, se nem keveseb-

bet/. Az integrált védelmen túlmenő, esetleg annak eszközeit is hasznosító adatátvitelen belüli védelem költsége az igényekkel együtt rohamosan emelkedik. Tulzott igény a rendszer megvalósítását /gazdasági okokból/ veszélyeztetheti, tulzott engedékenységgel olcsó, de hasznavehetetlen rendszert eredményez. Szinte külön tanulmányt igényel a megfelelő minőségi követelmények kiválasztása.

15. Az adatfeldolgozó és adatátviteli berendezésektől megkívánt készenléti fok, a megengedett megbízhatósági szint. A felhasználó használni akarván berendezését, fenntartó /üzemeltető/ és javító /karbantartó/ szolgálatot is rendszeresít hozzá, melynek költségeit a nagyobb megbízhatóságú berendezések nagyobb kezdeti beruházási költségeivel lehet szembeállítani. A két költségtényező azonban nem fejezi ki az üzemeltető igényét arra, hogy a szükséges időpontban a berendezéseknek valóban rendelkezésre kell állniuk. A tényleges kiesési idő egy számítástechnikai rendszernél igen eltérő gazdasági kihatású lehet, és a modellezéskor a rendszertervezőnek elsőrendű kötelessége, ezen költségkihatások megbecsültetése.

#### A rendszer egyensúlyi tényezői

Az előző felsorolásból ki kell emelnünk azokat a tényezőket, amelyek nemcsak a gazdasági kiegyensúlyozottság hanem a rendszerek műszaki hatékonyságának kiegyensúlyozottságát is biztosítják.

1. A teljes átfutási idő egyensúlya. Rendszer és rendszer közötti talán leglényegesebb felhasználói különbséget a teljes átfutási időben szemléltethetjük legegyszerűbben, a hatékonysági tényezők között. Ott ahol az adatátvitel a teljes átfutási idő leggyorsabb vagy leglassabb eleme, általában rendszertervezési hibát tételezünk fel. Pedig nem minden ilyen esetben gazdaságtalan a megoldás, legfeljebb a kihasználás nem megfelelő. A teljes átfutási idő egyben minimális vagy optimális tényező is. A teljes átfutási idő az

adatok keletkezése és felhasználása /esetleg ennek következtében újonnan keletkező adatok fellépése/ között eltelt teljes időtartam. Ennek minden berendezés határfoka és kiesési időtartama is része, így közvetve valamennyi kihasználási tényező is benne foglalt.

2. A megbízhatóság egyensulya. A rendszer egyes részeinek megbízhatóságától és szervezeti felépítésétől függően biztosítja a teljes megbízhatóságot. A szervezeti felépítés része megbízhatóság szempontjából az alapadatok pontosságának biztosításmódja, a rögzítés és ellenőrzése, a feldolgozás védeltsége, a tárolások biztonsága éppen úgy, mint az adatátvitel védeltsége és a távközlési hálózat - amelyet igénybevesz - elérhetősége. Megbízhatóság és pontosság ebben a vonatkozásban kiegészítő fogalmak, az egyik a mindig készen lévő végrehajtás képességét, a másik a végrehajtás eredményességét méri. Nagy pontosságot az adatátvitelben csak fokozott költségek mellett, integrált módszerekkel lehet ennél hatékonyabban megvalósítani. Magasfokú megbízhatósági követelményt azonban csak az egész rendszer kellő összhangjával, valamennyi berendezés gondos kiválasztásával lehet elérni.

3. A berendezések illesztése. Ez a kérdéscsoport nemcsak a számítástechnikai berendezések és az adatátviteli berendezések összekapcsolásának /interface szabványának/, hanem a teljes rendszer felépítésének fontos kérdéseit is egyensulyba kell hozza. A nagyfokú szabványosítási kötöttségek a berendezések típusait korlátozzák, ugyanakkor a rendszeren belül növelhetik a flexibilitást, mivel az adatátviteli és adatfeldolgozási periferiák a kisgépekkel teljesen azonos típusok lehetnek. Ebben a vonatkozásban elsősorban a berendezések bizonyos sebességű típusait kell a tervezőnek kiválasztania és biztosítania kell a rendszeren belüli nyelvi-kódolási azonosságot vagy legalább a kompatibilitást. Az adatátviteli berendezések legnagyobb része kódfüggetlen, így ez utóbbi szempontból ritkán befolyásolja a rendszerki-

választást. Sokkal inkább hat az a tényező, mely az egyes adathordozók közötti választásban az adatátvitelre alkalmaságban jelentkezik. A berendezések illesztésének egyik leglényegesebb szempontja lehet a berendezések helyettesíthetősége, azaz például adatállomáson adatátviteli végberendezések egymás közötti felcserélhetősége. /Esetleg átkapcsolhatósága/. Ehhez mindenek előtt azonos jelzési rendszerrel, azonos csatlakozási paraméterrel kell rendelkezzenek a kompatibilis egységek, és emellett a vezérlések azonossága és összhangja tekintetében is meg kell legyen a kellő összhang. Az erre alkalmas moduláris elrendezések és szabványos csatlakozások kialakulóban vannak és az adatátvitelben is terjednek.

#### Adatfeldolgozási és adatátviteli rendszerek együttműködése

A tényleges adatátviteli megoldások kiválasztásakor a valóban megfelelő és fejlődőképes rendszert az adatfeldolgozási rendszer belső felépítése és működésmódja inkább megszabja mint a rendelkezésre álló távközlési lehetőségek. Éppen ezért az adatfeldolgozás szervezeti megoldásainak áttekintésével jobban meg lehet világítani az adatátviteli igények és megoldások fejlődését.

A korai adatfeldolgozási rendszerek lényegében mind kártyára orientált rendszerek vagy lyukkártyagépek és azokat kiszolgáló elektronikák voltak. Ezen rendszer belső lassúsága, az adatok rögzítési és kezelési nehézsége miatt adatátvitelt ugyyszólván sohasem igényelt. Fel sem merült a központi feldolgozás és távoli adatállomások közötti gyors információcsere szükségessége, hiszen a gép általában egyetlen üzemeltetője a gép közvetlen közelében volt.

A periferikus munkák lassúsága azok leválasztásával a számítóközponti munkától különvált a lyukszalagra és mágnesszalagra orientált rendszerekben. A feladatokat előbb programozókra rangsorolták, /sorbanállás gépért/, majd a programokat a feldolgozás előtt külön gyűjtötték össze. Ez az ugy-

nevezett halmozott feldolgozás /batch processing/ a számítógép jobb kihasználását adja, de a késleltetési időt a sok várakozási pont /alaprögzítés, mágnesszalagra, gépre felvitel, kiíratás/ miatt nagyon megnövelte, és a számítógépet teljesen elválasztotta a programozótól. Így sem az adatátvitel gyorsaságára sem a számítógép közvetlen elérhetőségére nem volt szükség. Bizonyos adatátviteli felhasználás közvetett /off-line/ rendszerben azért kialakult, különösen ahol a számítóközpont és a programozó között a közbelső eredményeket átadó operatív információcsere igénye felmerült. Itt azonban nem az adatátvitel hanem a kölcsönös elérhetőség megteremtése volt a cél.

A csoportos vagy halmozott feldolgozás szakaszossága és nagy adatáramlási igénye közötti ellentmondást azonban teljesen csak adatátvitellel lehetett feloldani. Ehhez előbb azonban szükséges volt a nagy tömegtárolók kifejlesztésére, ahol a szükséges adatokat és programokat ismételt feldolgozásra tárolták. Lemezre /mágnes-tárcsa/ orientált rendszerben a teljes átfutási idő lényegesen csökkent az egyes feladatokra nézve, annak ellenére hogy bizonyos belső sorbarendezés és várakozás megmaradt. Az egyre pontosabb adatátviteli igény azonban az így szervezett külső tárolónál még nem lehet eléggé hatékony, hiszen közvetlenül a számítógép részeként élnek /on-line file/.

Dobra orientált rendszerek már bizonyos értelemben folyamatos átfolyást biztosítanak, képesek a külső tárolók közvetett feltöltésére is /off-line file/ és így a programozó egyre közvetlenebb kapcsolat igényével lép fel a neki dolgozó számítógép felé. Az adatátviteli hálózat az így szervezett adatfeldolgozás szerves és a számítógépre általában közvetlenül /on-line/ csatlakozó eleme.

Az adatfeldolgozás ennél fejlettebb formáiban az adatátvitel már a rendszer /a hardware/ szerves része. Késedelem nélküli, közvetlen /real time/ feldolgozás adatátvitel nélkül megoldhatatlan követelményeket támaszt. Természetesen

az ilyen feladatokat is ellátó rendszerekben a tömeges feldolgozási munka részére nem mindig szükséges adatátvitel, azonban sokszor a többszintű, különböző sürgősségű feladatok adatátviteli kezelése összefogható és a kiszolgálás kompromisszuma gazdaságos megoldást eredményezhet.

Azok a számítógépes rendszerek, melyek egyidejűleg több feladat végrehajtására képesek alkalmasak arra, hogy időazonos feldolgozást /time-sharing/ szervezzenek velük, melyben az adatátviteli hálózat nemcsak költségek, hanem működtetési szempontból is döntő elemmé válhat. Az adatátviteli rendszeren keresztül közvetlenül elérhető számítógép igen sokféle felhasználót köt össze a közös központtal, így az adatátvitelnek is igen sokféle igényhez kell alkalmazkodnia. Itt jön előtérbe az adatátviteli közös csatlakozó /standard interface/ előnye az egyedi csatlakoztatások helyett, a sokféle periféria-rendszer egyforma kezelési lehetősége.

A fejlődés egyre inkább a számítástechnikai és távközlési eszközök egyesülése irányában halad. A számítógépes adatátviteli hálózatok a legszélesebb körű embergép kapcsolat megteremtésével nem annyira a feldolgozási képességet mint inkább az információ kezelési rendet biztosítják. Így kialakuló információs szolgálatok a társadalmi élet legszélesebbkörű eszközei lehetnek. Ennek feltétele a számítógépellátottság és a számítástechnikai rendszerek fejlődése, de ugyanakkor ehhez az adatátviteli eszközöknek és a kapcsolódó gépi szervezéseknek /és software-nek/ is lényeges fejlődése szükséges. Az adatátvitelnek és a távközlési eszközöknek első-sorban az ember-gép kapcsolatot biztosító eszközeit kell megfelelően egyszerűvé, kezelhetővé és olcsóvá tenni. Az adatátvitel ilyen fejlődésére azonban már a közeli jövőben is számíthatunk.



## KMM-1 MAGNETOSTRIKCIÓS TÁROLÓ

Mórocz István

GAMMA Művek

1. Bevezetés

A Gamma Művek Elektronikus Kutató Laboratóriumában kifejlesztésre került egy longitudinális üzemmódu, 100 kc/s üzemi frekvenciájú, 80 bit tárolási kapacitású magnetostruktív művonalas tároló.

E memóriaegység a laboratóriumban fejlesztés alatt álló egy- és sokcsatornás digitális mérő ill. folyamat szabályozó berendezés operatív adattárolójának készült. E tároló a digitális folyamatszabályozó berendezéssel együtt a legkülönbözőbb ipari folyamatok szabályozandó vagy vezérlésre kerülő és szimultán vagy ciklikusan mért paramétereinek adatgyűjtő információ tárolását végzi.

Állandó a törekvés olyan tároló kialakítására, amelynek elegendően nagy tárolási kapacitása mellett az információ elérési ideje rövid. A nagysebességű információ feldolgozás különösen sokcsatornás /multiplex/ üzemmódban lényeges, mert a szabályozható körök ill. elvégzendő műveletek számát az egy hurok feldolgozásához szükséges műveleti idő szabja meg. A műveleti idő csökkentésével a folyamat szabályozás érzékenysége, a rendszer pontossága és a berendezés működési kapacitása növekszik.

A szabályozó költségeit a tárolónak és áramköröknek 1 bit-re jutó fajlagos ára lényegesen befolyásolja. A magnetostruktív művonalas memória fajlagos tárolási költsége egyéb információ tárolókhoz képest kedvezőnek mondható.

A KMM-1 magnetostruktív művonalas memória tárolási kapacitását, elérési idejét /üzemi frekvenciáját/, segédáramkörei-

nek költségszintjét az ipari berendezések szempontjai szerint állapítottuk meg és a fejlesztést ennek figyelembevételével végeztük.

A fenti művonalas memória - óragenerátorral és programáramkörrel kiegészítve - általában - soros jellegű, bináris kódu, dinamikus információ tárolóként alkalmazható.

## 2. A tervezés fontosabb szempontjai

E rövid ismertetésben a megvalósítás és felhasználás szempontjából leglényegesebb irodalmi vonatkozásokat és saját tapasztalatainkat körvonalalaiban foglaljuk össze. A magnetostriktációs művonalas tároló tervezését lényegében négy szempont szerint végeztük:

- a/ a késleltetési és működési üzemmód megválasztása,
- b/ a késleltető művonal anyagának kiválasztása és a jelátvitel veszteségeinek, ill. reflexiójának figyelembevétele,
- c/ a beíró és kiolvasó érzékelők kialakítása,
- d/ a tároló elektronikus áramköreinek felépítése.

### 2.1 A késleltetési és működési üzemmód megválasztása

A késleltető közegbe táplált akusztikus energia logitudinális vagy torzionális hullámformában terjedhet. E két módus különböző előnyöket, ill. hátrányokat mutat a gyakorlati megvalósítás során.

A késleltetési üzemmódok összehasonlítását

- a/ terjedési sebesség
  - b/ véges huzalátmérő okozta torzítás
  - c/ görbület okozta torzítás
  - d/ lökeshullám keltésének lehetőségei
- alapján végeztük. A működési üzemmód megválasztása is több lehetőséget kínál. Alkalmazható
- e/ RZ /return-to-zero/ nullára visszatérő
  - f/ BIPOLÁR RZ kettős polaritású
  - g/ NRZ /non-return-to-zero/ kettős áramszintű technika.

A megoldások és lehetőségek alapján - saját igényeinket figyelembevéve - a KMM-1 késleltető művonalak longitudinális késleltetési és RZ működési üzemmódot választottunk.

## 2.2 A késleltető vonal anyagának, kialakításának megválasztása és a jelátvitel veszteségeinek, ill. reflexiójának figyelembevétele

Információ beíraskor ill. kiolvasáskor a vonalba táplált ill. visszaalakított energie /jel/ nagysága döntően a vonal anyagának magnetostrikciós jellemzőitől  $\epsilon = \epsilon/B$ , ill.  $\mu = \mu/\delta$  függ.

A magnetostrikciós hatást a közvetlen anyagjellemzőkön kívül befolyásolja a beírás térerőssége  $H$ , az előmágnesezés  $B_0$ , a hőmérséklet  $t$  és a kikészítés módja.

A késleltető vonal anyagát és geometriai alakját a következő szempontok szerint célszerű kiválasztani.

- a/ nagy elektro-mechanikai csatolást biztosítson
- b/ a jelátvitel kis veszteséggel történjék
- c/ a késleltetési idő alacsony hőfokfüggésű legyen
- d/ a vonal megtámasztása és a végek csillapítása megfelelő legyen.

### 2.2.1 Elektro-mechanikai csatolás

A késleltető vonalba táplált mechanikai energia meghatározása, az átalakító tulajdonságai és az átalakító hatásfokának megállapítása villamos - mechanikai hatpólus segítségével vizsgálható /4/.

A magnetostrikciós átalakító csatolási tényezője

$$M = \frac{\gamma \cdot \mu \cdot A \cdot n}{l} = \frac{\gamma \cdot n}{R_m} = C \frac{E \cdot \epsilon \cdot n}{R_m}$$

összefüggés szerint elsősorban anyagjellemző vonatkozású, ahol

$\gamma$  - magnetostrikciós modulus

$\mu$  - permeabilitás

$\epsilon$  - magnetostrikciós relativ hosszváltozás

$n$  - az átalakító menetszáma

$E$  - rugalmassági modulus

$R_m$  - a tekercs mágneskörének ellenállása

$C$  - átalakítási konstans.

Ezért a magnetostrikciós átalakítóhoz használt anyagokat elsősorban permeabilitás  $\mu$  és a relativ hosszváltozás  $\varepsilon$  alapján vizsgáltuk.

### 2.2.1.1 Anyagi tulajdonságok

Magnetostrikciós hatást mutatnak - általában - a ferrómágneses fémek, számos ötvözetük és a nem fémes ferritek. A Joule-féle magnetostrikciós effektus egyes anyag típusoknál különböző mértékű és előjelű. Néhány anyagnak a térerősségtől  $H$  függő relativ hosszváltozását  $\varepsilon$  az 1. ábra foglalja össze.

E görbékkel kapcsolatban három tényt kell rögzíteni.

a/ A magnetostrikciós anyagok - kivéve a vasat - olyan tulajdonságaik, hogy a mágnesező tér polarizációjának változásával az anyagdeformáció előjelet nem vált. Vagyis a deformáció a térerősség páros függvénye.

Ezért mágneses előfeszítés nélkül a mechanikai és mágneses paraméterek közötti kapcsolat nem tekinthető lineárisnak csakis négyzetesnek.

b/ A relativ hosszváltozás a mágnesező térerősségtől függően az anyagra jellemző értéknél alakváltozási telítettséget mutat.

c/ A vasötvözetek a mágneses térben megnyulnak, a nikkellel pedig rövidül.

A KMM-1 tároló késleltető anyagaként 0,5 mm átmérőjű félke-mény nikkellel huzalt választottunk.

A nikkellel felhasználásra kerülő mágneses és mechanikai tulajdonságait befolyásolja a homogenizálási hőmérsékletnek és körülményeinek pontos betartása. Ha ez nem megfelelő, szemcsekiválás történik, amely az átvitel diszperzióját növeli. A nikkellel és ötvözeeteinek tulajdonságait alkalmazástechnikai szempontból - helyhiány miatt - bemutatni nem tudjuk.

### 2.2.1.2 Geometriai tulajdonságok

A késleltető vonal alakját és keresztmetszetét is az optimális átvitel szempontjai szerint kell megválasztani. A vonal alakja lehet szalag, cső, huzal vagy több elemi szalagból ill. huzalból egyesített köteg. A vonal geometriai alakja nemcsak a beírható akusztikus lökés-hullám amplitudóját, de a vonal frekvencia-karakterisztikáját is befolyásolja.

A huzalátmérő megválasztása is kompromisszum a kimenő jel amplitudója és a felbontó képesség között. U.i. a keresztmetszet növelése - a beírható energiát vagyis a kiolvasható jel amplitudóját növeli. Egyidejűleg korlátozó tényezőként jelentkezik az örvényáram hatása és a Poisson csatolás. A keresztmetszet növelésével az örvényáramu veszteség egyre inkább növekszik, amely a hasznos csatolást csökkenti. Nikkel huzal esetén az optimális átmérő 0,4-0,6 mm közötti.

Az anyag összetételből, a hőkezelésből, az anyag keresztmetszetének ingadozásából származó szórások a csatolás és az átvitel minőségét rontják, ill. az információ regenerálás bizonytalanságát növelik. Az egyértelmű reprodukálhatóság és a gyártás beállítása érdekében az anyagi és alaki tényezők előírása és szigorú betartása szükséges.

### 2.2.2 A jelátvitel vesztesége

Magnetostríkción tárolóként használt késleltető anyagok a beírt akusztikus lökeshullámot csillapítják. Az anyagtól, a vonalhossztól, a választott üzemi frekvenciától és az üzemi módtól függő csillapítás - a mérések szerint - jelentős eltérést mutat az elmélet által a kontinuum modellre levezetett összefüggéstől. A vonal mentén terjedő lökeshullám amplitudó /energia/ csillapodása zárt formulával - amely a zavaró effektusokat is figyelembe veszi - körülményesen fejezhető ki. Ezért a jellemző paramétereiktől függő csillapítás összehasonlítását

$$Q = \frac{f_{\text{ü}} \cdot T \cdot \pi}{\ln \frac{A_0}{A_f}}$$

összefüggéssel relatív értékszintre vonatkoztatják /2/, ahol

$$a_f = \frac{A_f}{A_0} \quad \text{az } f_{\text{ü}} \text{ üzemi frekvencián mutatkozó fajlagos csillapítás,}$$

$T$  a vonal késleltetési ideje,

$Q$  a vonal anyagának mechanikai jósága.

A mérések azt bizonyítják, hogy - általában - nagy  $Q$ -ju anyagok kisebb magnetostrikiós relatív hosszváltozással  $\varepsilon$  / és fordítva, rendelkeznek. Ezért a csatolás és átvitel szempontjai egyidejűleg optimálisan csak kompromisszumos uton elégíthetők ki. A csillapítás szempontjából egyik legfontosabb anyagjellemző  $Q$  mérését a /8/ irodalmi utalás foglalja össze.

A gyakorlatban számbajövő legfontosabb anyagok közül néhány - longitudinális üzemmódban - a frekvencia függvényében mutatkozó fajlagos csillapítását  $a_f$  / a 2. ábra mutatja  $T=10$  ms késleltetési időre normalizálva.

Az üzemi frekvencia megválasztásánál figyelembe veendő, hogy a lökéshullám komponenseit a vonal nem azonos mértékben csillapítja, amely a tényleges sáv szélességet vagyis a vonal felbontóképességét csökkenti.

### 2.2.3 A késleltetési idő alacsony hőfokfüggése

A magnetostrikiós vonalak késleltetési idejét, ill. tárolási kapacitását a hőmérséklet befolyásolja. Ezért a tervezésnél vizsgálat tárgyává kell tenni a vonal hőfokfüggésének tulajdonságait.

Longitudinális üzemmódban a hullám terjedési sebessége

$$c_{\text{long}}/t/ = \sqrt{\frac{E/t/}{\rho/t/}}$$

Az  $1^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet változásra eső terjedési sebességváltozás

$$\frac{dc_{\text{long}}}{c_{\text{long}}} = \frac{dE}{2E} - \frac{d\rho}{2\rho}$$

Figyelembevéve a késleltetési idő  $T = \frac{L}{c_{\text{long}}}$  /;

és a sűrűség változás illetve a térfogat változás közötti kapcsolatot  $\frac{d\rho}{\rho} = -3 \frac{d\ell}{\ell}$  /; a késleltetési idő hőfokfüggésére

$$\frac{dT}{T \Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{dE}{E \Delta t} + \frac{d\ell}{\ell \Delta t} / \text{összefüggést nyerjük.}$$

A vonalon haladó jel terjedési sebessége a  $\frac{dE}{E \Delta t}$  rugalmassági modulus hőfokfüggésétől és a  $\frac{d\ell}{\ell \Delta t}$  lineáris hőtágulás mértékétől függ. Ez utóbbi egyenlet akkor ad minimumot, ha a két tényező ellentétes előjelű és mindkettő abszolút értéke is kicsi.

Beírást ill. a jelregenerálást végző óragenerátor periodus ideje  $T$ , - amely a hőmérséklet ingadozástól első közelítésben függetlennek tekinthető - megszabja a hőmérséklet változásától származó maximális késleltetési idő ingadozást anyagjellemzők ismeretében.

Mivel a feldolgozó elektronika működési idői azonos nagyságrendbe esnek a késleltetési időváltozással, ezért a megbízható működés feltételének tekinthetjük, ha a hőmérsékletváltozásból adódó késleltetési időváltozás kielégíti a  $\Delta T \leq \frac{T}{2}$  feltételt.

Behelyettesítve

$$\frac{T}{2} \cdot \geq -\frac{1}{2} T / \frac{dE}{E \Delta t} + \frac{d\ell}{\ell \Delta t} / \Delta t$$

vagyis

$$\left| T = \frac{L}{c_{\text{long}}} \right| \geq \left| \frac{L}{c_{\text{long}}} / \frac{dE}{E \Delta t} + \frac{d\ell}{\ell \Delta t} / \Delta t \right|$$

összefüggést kapjuk, amelyből közvetlenül látható, hogy a vonal és az üzemi frekvencia között reciprok a függvény kapcsolat.

A Ni-Fe ötvözetek lineáris hőtágulási együtthatóját  $\frac{\Delta l}{l \Delta t}$  - amely pozitív jellegű és a terjedési sebességet növeli - a 3. ábra mutatja.

A tiszta fémek rugalmassági modulusának függése a hőmérséklettől  $\frac{dE}{E \Delta t} = -/10-100/ \cdot 10^{-5}$  nagyságu érték között változik. A negatív előjel azt jelenti, hogy az anyag rugalmassága és ezzel a terjedési sebesség is csökken. A legtöbb ötvözet negatív rugalmassági modulusu értékkel rendelkezik. Guillaume vizsgálatai alapján a Ni-Fe ötvözetek rug. modulus hőfok tényezőjének változása az összetétel függvényében a 4. ábrán látható /6/.

Azokat az ötvözeteket célszerű vonalanyagként használni, amelyre a hőelasztikus együttható  $\frac{dE}{E \Delta t} + \frac{d l}{l \Delta t}$  értéke minimális.

Az általunk fejlesztett magnetostrikiós tároló huzalanyagát nem tudtuk optimálisan megválasztani, csak közép kemény 0,5 mm átmérőjű nikkell huzal állt rendelkezésre, ezért a hőfokfüggés további számítását nikkell huzalra közöljük.

A tiszta /elektrolit/ nikkell lineáris hőtágulási együtthatója  $\frac{d l}{l \Delta t} = 13 \cdot 10^{-6}$ ; a rugalmassági modulus hőfokfüggése  $\frac{dE}{E \Delta t} = -40 \cdot 10^{-5}$ . A tényleges üzemi hőmérsékletnél nagyobb hőfokhatárokat választva /0°C és 50°C között/, a hőelasztikus együttható hőfokváltozása



$$\frac{dE}{E \Delta t} + \frac{d\ell}{\ell \Delta t} / \Delta t = /-40 \cdot 10^{-5} + 1,3 \cdot 10^{-5} / \cdot 25 = -9,67 \cdot 10^{-3}$$

A vonal tárolási kapacitását  $N = 80$  bitre választva,

$f_{\text{ü}} = \frac{1}{T} = 100$  kc/s üzemi frekvencián a vonal késleltetési ideje  $T = N \cdot \tau = 800 / \mu\text{s}$ .

A hőfok függés alapján megengedhető min. ütemidő

$$\begin{aligned} \tau_{\text{min}} &= \left| T \cdot \frac{dE}{E \Delta t} + \frac{d\ell}{\ell \Delta t} / \Delta t \right| \\ &= 8 \cdot 10^{-4} / -9,67 \cdot 10^{-3} / \\ &= 7,73 \cdot 10^{-6} \text{ s} \end{aligned}$$

A megengedhető max. üzemi frekvencia

$$f_{\text{ü max.}} = \frac{1}{\tau_{\text{min}}} = 129 \text{ kc/s}$$

A választott üzemi frekvencia tehát további biztonságot tartalmaz.

A tároló tervezésénél figyelembe kell venni, hogy a késleltető anyagok összetételbeli, hőkezelési ill. technológiai alakítása során a fizikai jellemzők /elsősorban a rugalmassági modulus/ szórását mutatnak.

Nikkel esetén a hőmérséklet változásból adódó késleltetési időváltozás feltételében szigoritást jelent a rugalmassági modulus hőfokfüggéséhez képest a lineáris hőtágulás elhanyagolása.

$\Delta t = \pm 25^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet ingadozás esetére az 5. ábra grafikus összefüggést ad a késleltető vonal hossza és a megengedhető max. üzemi frekvencia között

$$f_{\text{ü}} = \frac{c_{\text{long}}}{L} \cdot \frac{1}{\frac{dE}{E \Delta t} \Delta t} \text{ egyenlet szerint.}$$

A vonalkázott görbe feletti területre eső frekvencia tartományt üzemeltetésre nem ajánlott paraméter mezőként kezelhetjük.

A hőfokfüggés figyelembevételével és az eddig kifejtettek alapján megadható a max. tárolási kapacitás arra a feltételre, ha a késleltetési idő bizonytalansága nem nagyobb a periódus idő félértékénél.

$$N_{\max} = \frac{T}{\tau} = \frac{T}{T/\frac{dE}{E\Delta t} + \frac{dL}{L\Delta t}/\Delta t} \approx \frac{1}{\frac{dE}{E\Delta t} \Delta t}$$

## 2.2.4 A vonal megtámasztása és a végek csillapítása

### 2.2.4.1 A vonal görbületének megválasztása

A hosszabb késleltető vonalakat a tároló egység ésszerű geometriai kialakítása miatt spirális vagy csavarvonal formában rögzítik. A felcsévézés átmérője a késleltetési időt és az üzemi frekvenciát befolyásolja, ezért annak helyes megválasztása igen lényeges. A természetes görbületnél kisebb átmérőre felcsévélte vonalban keletkező mechanikai feszültség a jelátvitel szempontjából káros effektusokat hoz létre: éspedig

- a/ a vonal diszkontinuitásai reflexiót okoznak, amely a jel - zaj viszonyt csökkenti,
- b/ a vonal mechanikai ellenállásának növekedése sávszélességet,
- c/ a vonalban frekvencia függő fázistorzulás jön létre, amely az információ kiolvasásának biztonságát csökkenti.

### 2.2.4.2 A vonal megtámasztása

A huzal megtámasztásával szembeni általános követelmény, hogy se abszorpciót, se reflexiót ne okozzon, ugyanakkor a vonal és megtámasztása közötti érintkezési felület minimális legyen. A késleltető végződés támasz mechanikai deformációt, a merev rögzítés pedig nem kívánatos zajt okoz a vonalon.

Az általunk készített tároló késleltető huzalát 14 cm átmé-

rőjü egyenletes menetemelkedésü csavarvonal alakzatba csé-  
váltük. A huzaltartó bakok profiljának mélyedéseibe poliure-  
tán habszivacsot helyeztünk és a tartó profilt rugózó felü-  
lettel leszoritottuk. A habszivacs ágy a huzalt elmozdulás-  
mentes állapotban tartja, zavaró effektusokat nem okoz.

### 2.2.4.3 A vonalvégek csillapítása

A vonalvégeken alkalmazott jelcsillapításnak az a célja, hogy  
- az áramkör elméletben alkalmazott illesztéshez hasonlóan -  
megakadályozza a káros akusztikus reflexió keletkezését. A  
reflektált jel megszüntetése ill. min. értékre történő le-  
szoritása nagyon fontos, mert a jeltartalom zavarmentes re-  
generálása másként nem biztosítható.

A reflexiók csillapítására két módszer lehetséges:

a/ rugalmas csillapító elemek alkalmazása.

A késleltető vonal vevő oldali végén a kiolvasó tekercs után  
olyan anyaggal vonják be, amely a vonal mechanikai jósági  
tényezőjét /Q/ jelentősen lecsökkenti, azaz az akusztikus  
energiát elnyeli. Nagyobb csillapítás érhető el, ha a csil-  
lapítandó vonalszakasz csökkenő keresztmetszetű. A vonal vé-  
gének ilyen jellegű kiképzése /hegyezése/ majd kiizzítása és  
megfelelő rugalmas csillapítóval való bevonása tovább javít-  
ja a kiolvasótekercs jel-zaj viszonyát.

A KMM-1 típusú művonal esetén a vevőtekercs utáni vonalsza-  
kaszt, - amely a teljes vonalhossznak 7,5%-a - PALMATEX 101B  
gumiragasztóval csillapítottuk. Egyes és üzemi frekvenciával  
ismétlődő impulzusok esetén a kiolvasó tekercsben keletkező  
jelalakot a 6. ábra mutatja, jelezve, hogy a reflexió zavaró  
hatása figyelmen kívül hagyható, vagyis a csillapítás megfe-  
lelő.

b/ Nem koherens reflexiók módszere.

Elsősorban elemi szálakból egyesített köteg reflexió mentes  
ségét oldja meg. A vonal végét elemi szálakra és V alakra  
bontják, esetleg ferdén elvágják és szilikon gumiba vagy  
teflon párnába ágyazzák /3/.

### 2.3 Beíró és kiolvasó érzékelők

A magnetostrikiós késleltető vonal ill. tároló tervezésének  
fontos problémakörét jelenti a beíró ill. a kiolvasó érzé-  
kelő jellemzőinek ill. adatainak helyes megválasztása. Az  
átalakító tulajdonságait a következő szempontok alapján le-  
het vizsgálat tárgyává tenni:

- a/ üzem és működés mód
- b/ üzemi frekvencia és jelalakok
- c/ elektromos és geometriai adatok

Az érzékelők felépítését döntően megkülönbözteti a megvá-  
lasztott üzemmód. Longitudinális üzemmódban az érzékelő szo-  
lenoidként készíthető el, amely a késleltető anyagot alakjá-  
tól függetlenül fogja körül.

Longitudinális üzemmódban és RZ működés módban akkor optimá-  
lis az átvitel, ha  $\frac{l}{\tau}$  szélességű beírójelhez  $\tau$  szélességű  
kimenőjel tartozik. E feltétel nemcsak egyes jelekre, hanem  
üzemi frekvenciájú jelsorozat esetén is érvényes.

Az elemző vizsgálatok megszabják, hogy az átalakító axiális  
hossza  $l$  legyen  $\leq$  mint a jelismétlődés üzemi frekvenciájának  
fél hullámhossza. Vagyis

$$f_{\text{ü}} = \frac{1}{\tau}, \text{ ill. } l = \frac{\tau}{2} \cdot c_{\text{long}}$$

Igy a beíró áramimpulzus annyi ideig tart, mint amennyi idő  
alatt az akusztikus lökeshullám áthalad a tekercsen. A digi-  
tek  $\tau$  időközönként követik egymást. A beíró és kiolvasó te-  
kercs hossza azonos méretűre választható.

Egyszerű kivitelben a tekercs végein mágneses szóródás lép  
fel, amely károsan növeli a tekercs hosszhoz tartozó akusz-  
tikus hullám hosszát és rontja a rendszer sáv szélességét ill.  
felbontóképességét. A szórás csökkenthető a végekre tett fer-

rit vagy permalloy tárcsákkal ill. az egész tekercs zárt ferritfejbe való helyezéssel.

A legnagyobb elektro-mechanikai csatolás érdekében a tekercs - huzal közötti légzést minimalizálni kell. A tekercs nem-mágnesezhető vékonyfalú csévetesten nyert elhelyezést. A tekercs menetszámának felső határát az a követelmény szabja meg, hogy a tekercs saját szórt kapacitásával képzett rezonancia frekvenciája  $f_r$  legyen magasabb a jelkésleltetés üzemi frekvenciájánál. A KMM-1 típusú tároló beíró és kiolvasó tekercseinek tényleges hossza 1,8-2 mm közötti, radiálisan többrétegű magnetofonszalaggal árnyékolva. A beíró tekercs menetszáma  $n_1 = 110$  és  $\emptyset 0,1$  z huzalból, a kiolvasó tekercs menetszáma  $n_2 = 1000$  és  $\emptyset 0,03$  z huzalból készült.

Az elvi működésből ismeretes, hogy az adótekercs állandó mágneses fluxus nélkül dolgozik. A gyakorlati mérések során viszont mi is azt tapasztaltuk, hogy a beíró tekercset permanens mezőbe téve a kimenőjel amplitudója megnő /10/.

A beíró tekercs menetszáma a következő becsléssel határozható meg. Az 1. ábra szerint Ni esetén az alakváltozási telítettség  $\xi_{tel} = -40 \cdot 10^{-6}$  értékű  $H = 30 \text{ Oe} \approx 2400 \text{ A/m}$  térerősségnél következik be. A beíró tekercs térerőssége

$$H = \frac{n_1 \cdot I}{l}$$

összefüggéssel közelíthető, amelyből  $n_1 = 4,8/I$  a gerjesztő áram függvénye. Az  $n_1 = 100$  menetes beírótekercs  $I = 50 \text{ mA}$ -es gerjesztőárammal megfelelőnek mutatkozik.

A beírás hatásfoka - szintén közelítéssel - egyszerűen számítható. Alakváltozási telítettségig való gerjesztés esetén a beíró tekercs alatti huzalba átadott rugalmas energia /11/

$$W_r = -\frac{1}{2} K \cdot E_{köz} \cdot \xi^2$$

ahol  $K = 0,392 \text{ mm}^3$ , a tekercs alatti  $\emptyset 0,5$  mm-es Ni huzal térfogata és  $E_{köz} = 21450 \text{ kg/m}^2$ , a közepes rugalmassági modulus. Behelyettesítve az ismert értékeket,

$$W_r = 0,5 \cdot 21,45 \cdot 10^3 \cdot 0,392 \cdot /40 \cdot 10^{-6}/2$$

$$W_r = 6,74 \cdot 10^{-6} \text{ kg.mm} = 6,6 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$$

A beíró tekercs ohmos ellenállása  $\emptyset$  0,1 mm-es huzal esetén

$R_{k\ddot{o}z} = 7,7 \text{ Ohm}$ , a beíráskor leadott villamosenergia

$$W_v = I^2 \cdot R_{k\ddot{o}z} \cdot \tau = /5 \cdot 10^{-2}/^2 \cdot 7,7 \cdot 5 \cdot 10^{-6}$$

$$W_v = 9,62 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$$

Igy a beírás hatásfoka  $\eta_{be} = W_r/W_v = 68,5\%$ .

## 2.4 A tároló elektronikus áramkörei

### 2.4.1 Az áramkörök általános leírása

A KMM-1 tároló elektronikus blokkvázlatát a 7. ábra mutatja.

Fő részei:

- a/ beíró kör
- b/ késleltető vonal az adó- és vevő tekercsekkel
- c/ kiolvasó kör
- d/ bistabil fokozat.

A működést kiegészítő segédáramkörök /a beírás ütemét biztosító 100 kc/s óragenerátor és az információt képviselő ill. módosító impulzusok csatlakozása/ a blokkvázlaton szintén jelölve vannak. Üzemszerű működésben a jelbeírás úgy történik, hogy ütem időben a bistabil fokozat pozitív ugrás jelet ad a beíró kör bemenetére, amely formálódva akusztikus lökés hullámot kelt a késleltető vonalban.

A beírókör 3 fokozatu egyencsatolásu erősítő. A beírás ideje független a bemenetre jutó jel szélességétől és gyakoriságától. Kapcsolása a 8. ábrán látható.

A vonalba beírható jel energiája ill. a lökés hullám amplitúdója növekszik, ha a beíró jel alakja nem trapéz formájú, ha

nem a 9. ábra szerint a kritikuskál kisebb mértékben csillapított két periodusu szinus hullám. A tekercshosszhoz tartozó határfrekvencia - a késleltetési idő hőfok függésétől eltekintve -

$$f_h = \frac{c_{long}}{2l} = 1,22 \text{ Mc/s.}$$

A művonal választott üzefrekvenciája csak 100 kc/s. Mivel a tényleges vonalfrekvencia a határfrekvenciának csak  $\sim 0,1$ -szerese, így megengedhető, hogy a beírás ideje 10-szer akkora vagy 10 $\mu$ s körüli érték legyen.

A kiolvasó erősítő többfokozatu, kb. 60 dB összerősítésű szélessávú erősítő nagy bemenő ellenállással. Kapcsolását a 10. ábra mutatja.

A kiolvasó tekercs csillapított párhuzamos rezgőköre, amely induktív jellegű, feszültség generátorként kezelhető. Ez indokolja a  $T_4$  emitterkövető fokozat beépítését. A  $T_5 - T_6$  tranzisztorok kétfokozatu egyenszintű erősítőt képeznek, amelynek egyenáramu munkapontja közel "AB" osztályu. A  $T_7$  tranzisztor egyenszintű negatív visszacsatolást valósít meg. Ezáltal a hőmérséklet, a tápfeszültség és a jel gyakoriság ingadozásából származó egyenszint változás hatása küszöbölődik ki.

A vonalba történő beírás pillanatában a beírótekercs - első sorban tápfeszültség csatolásokon keresztül - átindukál a kiolvasó tekercsbe, amely zavarójel nem hagyható figyelmen kívül. Ezért a kiolvasó első fokozatának  $T_4$ /zavarszűrése rendkívül fontos.

A kiolvasó erősítő negatív polaritású kimenő jelen formálást és polaritás váltást kell végezni. A 11. ábra áramköre megadott hőmérsékleti és tápfeszültség tartományon belül az előbbi feltételeket teljesíti.

Azt tapasztaltuk, hogy a helyes működés érdekében a zavaró jelek hatását két frekvencia tartományban kell ellenőrizni és - esetleg - kiküszöbölni.

a/ 10 kc/s - 100 kc/s tartományban a bemenő jelek frekvenciáját folyamatosan változtatva, a kimenő jeltartományban semmiféle zavarjel nem fordulhat elő.

b/ Alacsony frekvenciájú tartományban /100 c/s - 10 kc/s/ kettős jelet adva a bemenetre, - amelynek időtávolsága 5 $\mu$ s és 30 $\mu$ s között folyamatosan változtatható - a kimeneten semmiféle zavarjel nem jelenhet meg.

Ennek a két feltételnek a kielégítése biztosítja a megfelelő jelátvitel ill. a tároló stabil működését. A késleltetési idő /T/ néhány $\mu$ s-el való változtatását lehetővé teszi a beíró és kiolvasó tekeres pozíciójának állíthatósága.

#### 2.4.2 A tároló fontosabb műszaki adatai

A tároló névleges kapacitása	80 bit
A tároló üzemi frekvenciája	100 kc/s
A tároló névleges késleltetési ideje	805 $\mu$ s
A késleltetési idő módosítható	$\pm 3$ $\mu$ s-el
A tároló határ frekvenciája	$\sim 120$ kc/s
A tároló vonal hőmérsékleti tényezője	0,3 $\mu$ s/ $^{\circ}$ C
A tároló megengedhető hőfok ingadozása regeneráló üzemmódban	
névleges tárolási kapacitásnál	+ 10 $^{\circ}$ C - + 35 $^{\circ}$ C

#### A tároló üzemmódjai

a/ késleltetés	d/ + 1 hozzáadás
b/ regenerálás	e/ teljes összeadás
c/ komplementálás	

#### 2.4.3 Stabilitás vizsgálat

A KMM-1 magnetostrikciós tároló információ stabilitását késleltetés, regenerálás és + 1 hozzáadás üzemmódokban négy ze-



varó tényező esetén vizsgáltuk, ill. ellenőriztük.

A zavarótényezők voltak:

- a/ Tápfeszültség ingadozás
- b/ Környezeti hőmérséklet változás
- c/ Külső nagyfrekvenciás zavarójelek hatása
- d/ Mechanikai rázás

Az 5%-os tápfeszültség ingadozás és  $+10^{\circ}\text{C} - +35^{\circ}\text{C}$  környezeti hőmérséklet változás hatását a tároló nem érzékeli. A külső nagyfrekvenciás zavarászűrést és a megengedhető mechanikai rázást a felhasználás körülményeivel együtt kell vizsgálat tárgyává tenni.

### 3. A tároló üzemmódjai

A KMM-1 magnetrostrikciós tároló - megfelelő kiegészítő áramkörökkel - alkalmas különböző aritmetikai műveletek végzésére. A tárolót - ellenőrzési és alkalmazhatósági vizsgálatok céljából a - műszaki adatok között felsorolt üzemmódokban működtettük. Az összes üzemmódban órajelként a 12. ábrán bemutatott 100 kc/s kvarcvezérelt négyszögjelet alkalmaztunk.

#### 3.1 Késleltetés

A jel késleltetése a művonal alapvető működésmódja. Binárus kódú információt tárol. A működés blokkvázlatát a 13. ábra mutatja.

Jel - logikai 1 - beírása a művonalba az A pontra ütemidőben adott pozitív impulzussal történik. Szünet - logikai 0 - beírása a művonalba úgy történik, hogy az A pontra a kívánt ütemben pozitív impulzus nem kerül.

#### 3.2 Regenerálás

Regeneratív üzemmódban a helyértékenként levő bináris infor-

máció a ciklikus körülfordulások alatt nem változik. A késleltető vonalba irt jelek regenerálása és így a rendszer dinamikus tárolóvá történő kialakítása a tároló egységbe beépített bistabil fokozat segítségével valósul meg. A működés a 14. ábra segítségével követhető.

A késleltető vonalból kiolvasott és a B ponton megjelenő impulzust a bistabil fokozat ütemidőig késlelteti és az órajel pozitív élének pillanatában a beíró erősítőbe /művonalba/ közvetíti. A kiolvasott jel újbóli beírása ill. regenerálása csak akkor jöhet létre, ha a kiolvasott jel - amelyet a bistabil fokozat rögzít és az ütem kezdetéig késleltet - az órafrekvencia pozitív ütemei közé esik. A művonali késleltetési idejét a kiolvasó tekercs pozíciójának állításával lehet változtatni a helyes működés kielégítése érdekében. A tárolóban lévő információ módosítása ill. új információ beírása a D pontra megfelelő ütemben adott pozitív impulzussal történik.

### 3.3 Komplementálás

A komplementáló üzemmódban a működés egy ciklusán belül a helyértékenként kiolvasott bináris információ negáltja kerül visszairásra. A működést a 15. ábra adja.

Az órajel negatív éle állítja be a komplementer üzemmód segédáramköreit. Az ÉS kapu a BISTA I. állapotának függvényében vezérli a BISTA II-re jutó órajeleket. A kiolvasott impulzus - logikai 1 - a BISTA I.-et átváltja és ez az állapot az ÉS kapun keresztül tiltja a beírást. Az órajel következő ütembeli negatív éle a segédáramköröket induló állapotba visszaállítja. Ha jel nem érkezik - logikai 0 - a B pontról, akkor a BISTA I. állapota változatlan marad, a nyitott ÉS kapun keresztül az órajel pozitív éle BISTA II-re hatásos és a

beírás megtörténik. A tároló információtartalma a P pontra adott pozitív impulzussal módosítható. Mint a működésből is látjuk komplementer üzemmódban az előző üzemmódtól szigorubb időhatárok közé - 806~808  $\mu$ s közöttire - kell beállítani a művonal késleltetését.

#### 3.4 + 1 hozzáadás

Olyan üzemmód, amely a tároló bináris információtartalmát - folyamatosan vagy szakaszosan - ciklusonként 1 bittel növeli.

A + 1 hozzáadás folyamatos üzemmódjával olyan időalap nyerhető, ahol a T ciklusidő 1 és  $2^N$  közötti összes egészszámu többszöröse /N a művonal teljes tárolási kapacitása/ az órajel stabilitásával rendelkezik.

A decimális és a bináris számsor közötti összefüggés alapján látható, hogy bináris számrendszerben az információ tartalom a decimális számsor szerint úgy növelhető 1 jeggyel, ha az információ az első 0-ig komplementálva és utána regenerálva van.

A + 1 hozzáadás elvének áramköri realizálása a regenerálás és komplementálás üzemmódjait egyidejűleg sajátosan egyesítő kapcsolat segítségével valósul meg. Az áramkör működését a 16.ábra alapján lehet áttekinteni, amely a mellékletben található.

A művonal legnagyobb beírási /töltési/ frekvenciája /sebessége/ - a soros beírási elv miatt - csak a művonal ciklusidejének reciproka lehet. A ciklusidő - vezérjel beírástól vezérjel beírásig - jelen esetben  $T = 810 \mu$ s.

A hozzáadóval a vonalinformáció - a kapcsolat alapján

-  $N = \frac{T - 110 \mu s}{T} = 70$  bit helyértékig tölthető fel. A 70. bit helyértékhez szükséges feltöltési idő  $t = T \cdot 2^N = 8,1 \cdot 10^{-4} \cdot 2^{70} s = 2,57 \cdot 10^{10}$  év. Eddig a helyértékig az ellenőrzés - a + 1 hozzáadás elvével - megvalósíthatatlan.

A leírt elv segítségével viszont hosszabb időtartamok idejét

lehet  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  relatív hibával ellenőrizni. Pl. 1 év időtartamnak az említett relatív hibával való ellenőrzése  $N = 4$  bit tárolási kapacitású késleltető vonallal és a + 1 hozzáadás elvével egyszerűen megvalósítható.

A művonalnak a + 1 hozzáadást biztosító üzemmódban történő ellenőrzése azért célszerű, mert a vonalon kialakítható jelkombinációk összes változatait kimeríti.

### 3.5 Teljes összeadás

Olyan üzemmód, amelyben két szinkronban üzemelő művonal bináris információtartalma a teljes összeadás szabályai szerint összegeződik. Visszairásra az összeg kerül. E művelet előírt számú ismétlése a bináris szorzás fogalmát elégíti ki. A teljes összeadó működése a mellékletben található 17. ábra alapján és igazság táblázat segítségével ellenőrizhető. A művonalak szinkronizmusát és a helyértékek azonos pozícióját - a + 1 üzemmódhoz hasonlóan - vezérjelek biztosítják.

### 4. Köszönetnyilvánítás

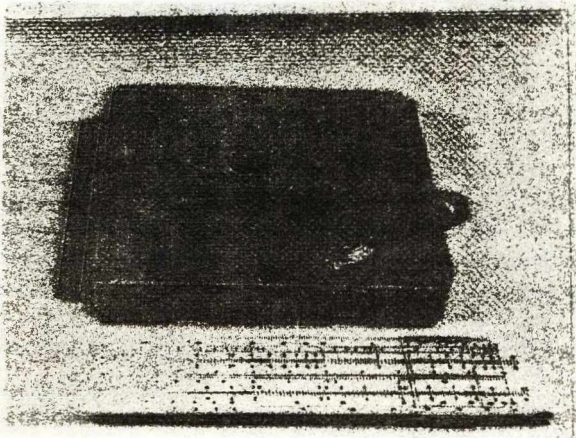
Köszönetemet fejezem ki a GAMMA MŰVEK Elektronikus Szerkesztési Osztály vezetőjének, E m b e r György okl. vill. mérnöknek a témával kapcsolatos sokrétű segítségéért és tanácsokért, valamint B é r e s László és H a r m a t h László technikusoknak a kivitelezésben és ellenőrző mérésekben nyújtott közreműködésükért.

### 5. Irodalom

- /1/ Gergely Cs.: Digitális információtárolás magnetostruktív késleltető művonalakkal.  
Mérés és Automatika 1966. 2. 33-38 p.
- /2/ G. Scarrott      Wire-type acoustic delay lines for digital  
R. Naylor:            storage.  
                          Proceedings of IEE, Vol. 103 Part B.  
                          Suppl. 3. April 1956. 497-508 p.

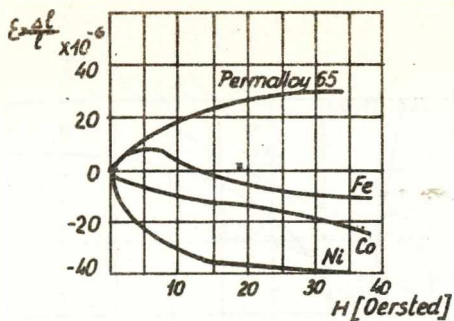
- /3/ A. Rothbart  
J. Brown: What designers should know about magnetostrictive delay lines.  
Electronics Vol. 35 No. 15 April 1962.  
129-139 p.
- /4/ Müller Z.: Longitudinális rezgésű magnetostríkción energia átalakítók.  
Híradástechnika 1965. 9. 257-269 p.
- /5/ Kovács S.: Magnetoelasticitás mérés technikai alkalmazása.  
Kandidátusi értekezés Bp. 1960.
- /6/ Dr. Szakács Gy.-  
Gaál L. -  
Németh J.: Mechanikai szűrők.  
Híradástechnika 1964. 7. 235-245 p.
- /7/ M. Beszkrovnij: Magnitosztrikcionnie linii zaderzski.  
Dubna. 1960.
- /8/ Németh J.: Miniatűr elektromechanikus szűrők  
konstrukciós és gyártástechnológiai kérdései.  
Finommechanika 6. évf. 1-2 szám.
- /9/ Kasperowski: Elektro und Radiotechnik in Formeln  
und Tabellen I.
- /10/ A. Obrocka  
J. Druzynszki: Magnetostríktiver Speicher.  
Nachrichtentechnik 1967. 2. 63-67 p.
- /11/ Gyulai Z.: Kísérleti fizika.  
Tankönyvkiadó Bp. 1959.

- - - -

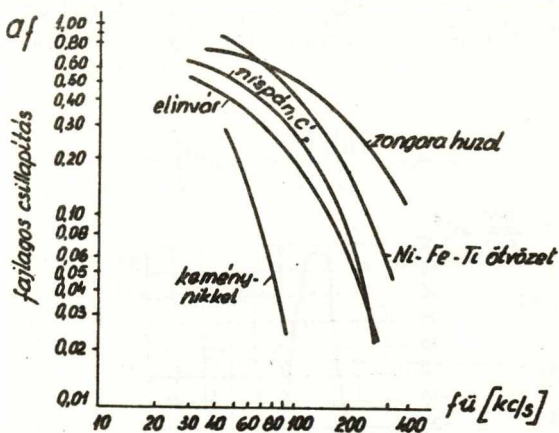


K M M - 1

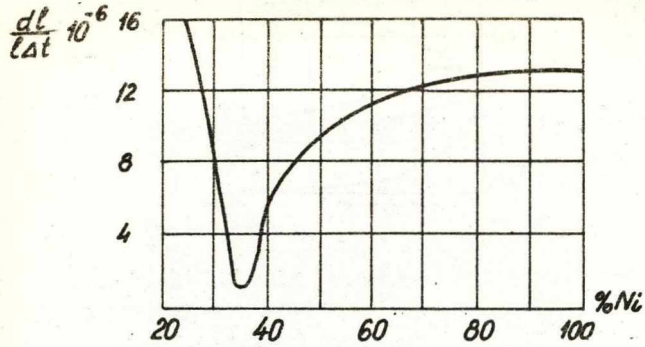
magnetostrikciós tároló fényképe



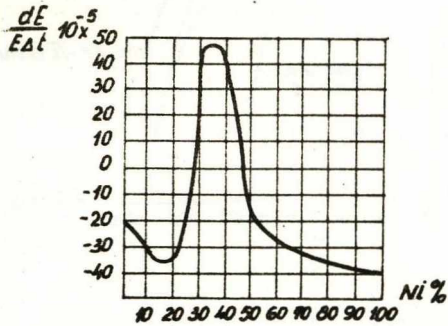
1. ábra: Néhány anyag térerősségtől  $H$ -függő magnetostrikciós relatív hosszváltozása  $\epsilon$ .



2. ábra: Különböző anyagok fajlagos csillapítása  $T = 10$  ms késleltetési időre normalizálva.

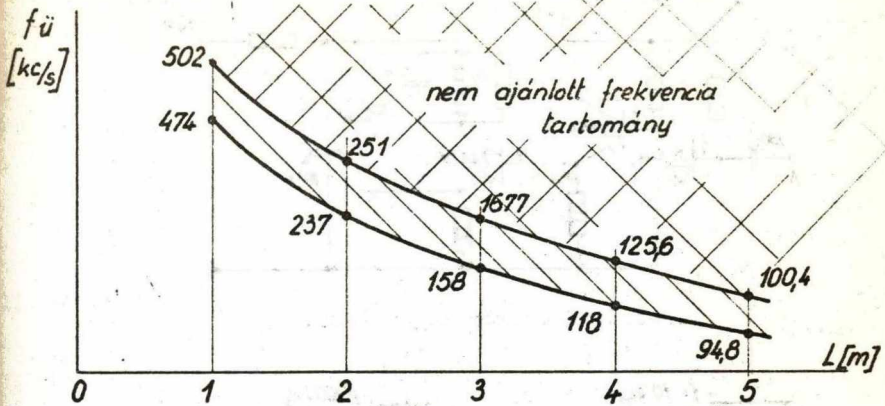


4. ábra: Ni-Fe ötvözet E rugalmassági modulus hőfoktényezőjének változása a Ni tartalom függvényében Guillaume után.

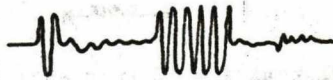


3. ábra: Ni-Fe ötvözet hőtágulási együtthatójának változása az összetétel függvényében.

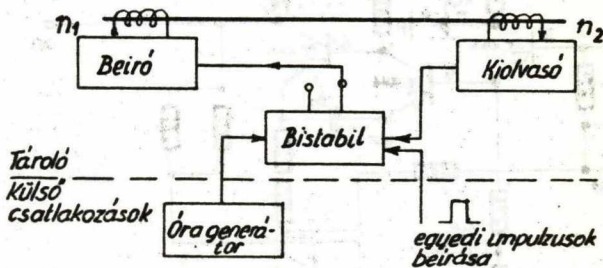




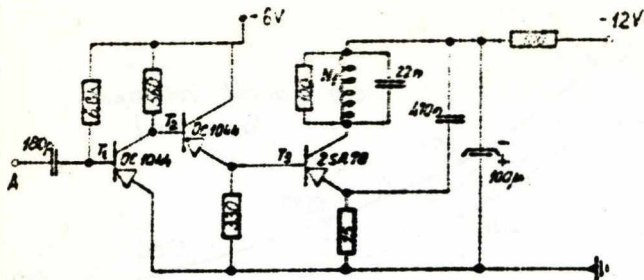
5. ábra: A késleltető vonal hossza és a megengedhető max. üzemi frekvencia közötti kapcsolat  $\Delta t = \pm 25^\circ\text{C}$  esetén



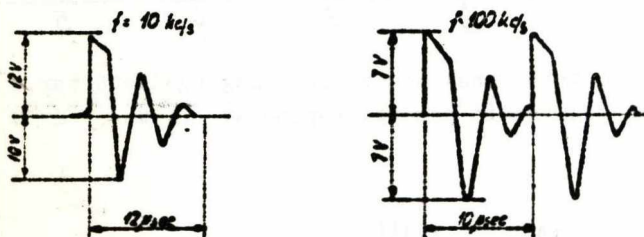
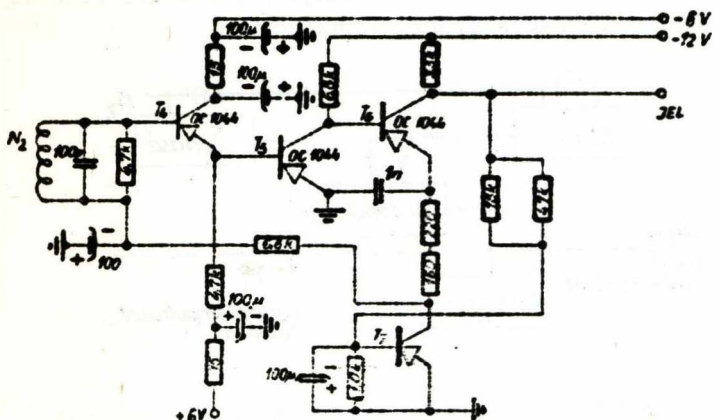
6. ábra: Egyes és üzemi frekvenciájú jelek által keltett feszültség a kiolvasó tekercsben.



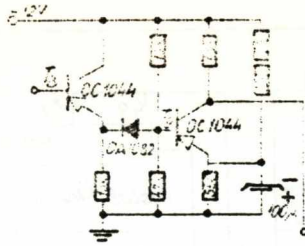
7. ábra: KMM-1 késleltető ill. tároló blokvázlata



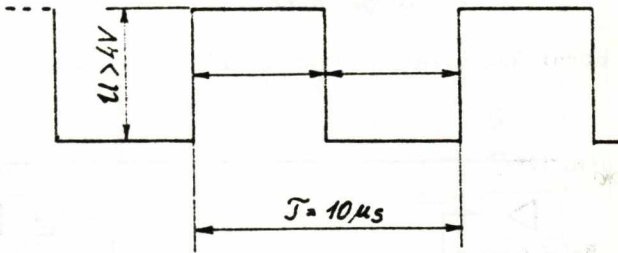
6. ábra: Beírókör kapcsolása.

9. ábra: Beíró fokozat jelalakjai  $f = 10$  kc/s és  $f = 100$  kc/s frekvenciákon.

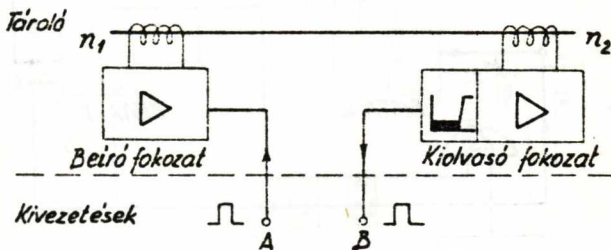
10. ábra: Kiolvasókö kapcsolása



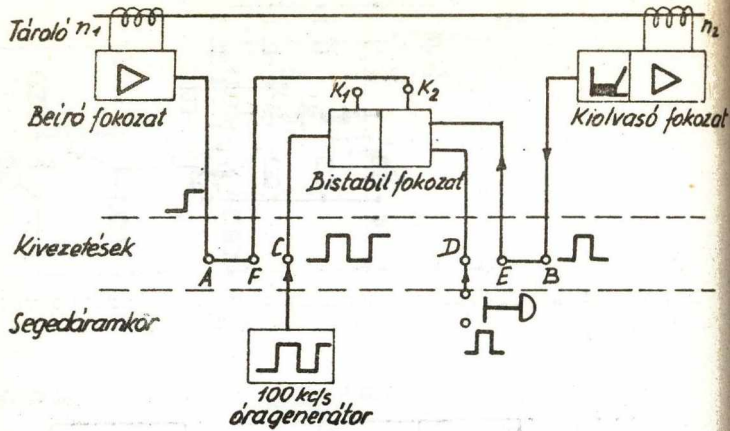
11. ábra: Amplitudó diszkriminátor és polaritás váltó.



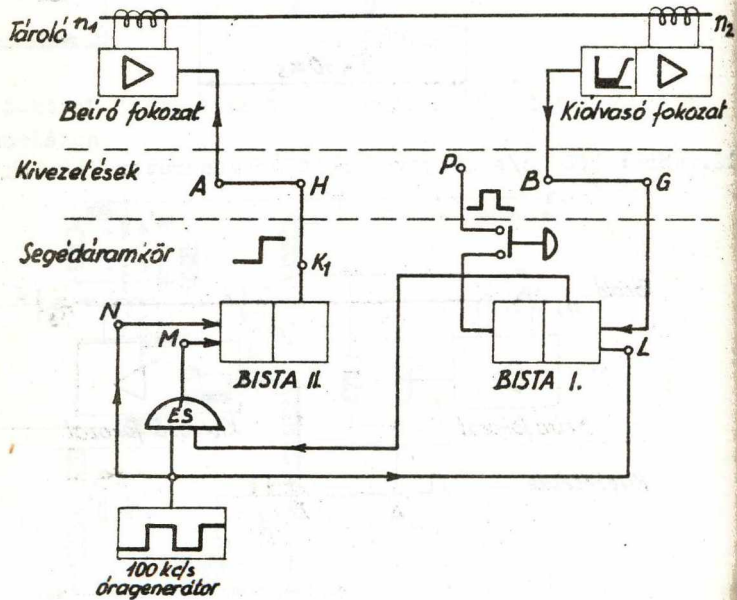
12. ábra: 100 kc/s kvarcvezérelt óragenerátor jelalakjai.



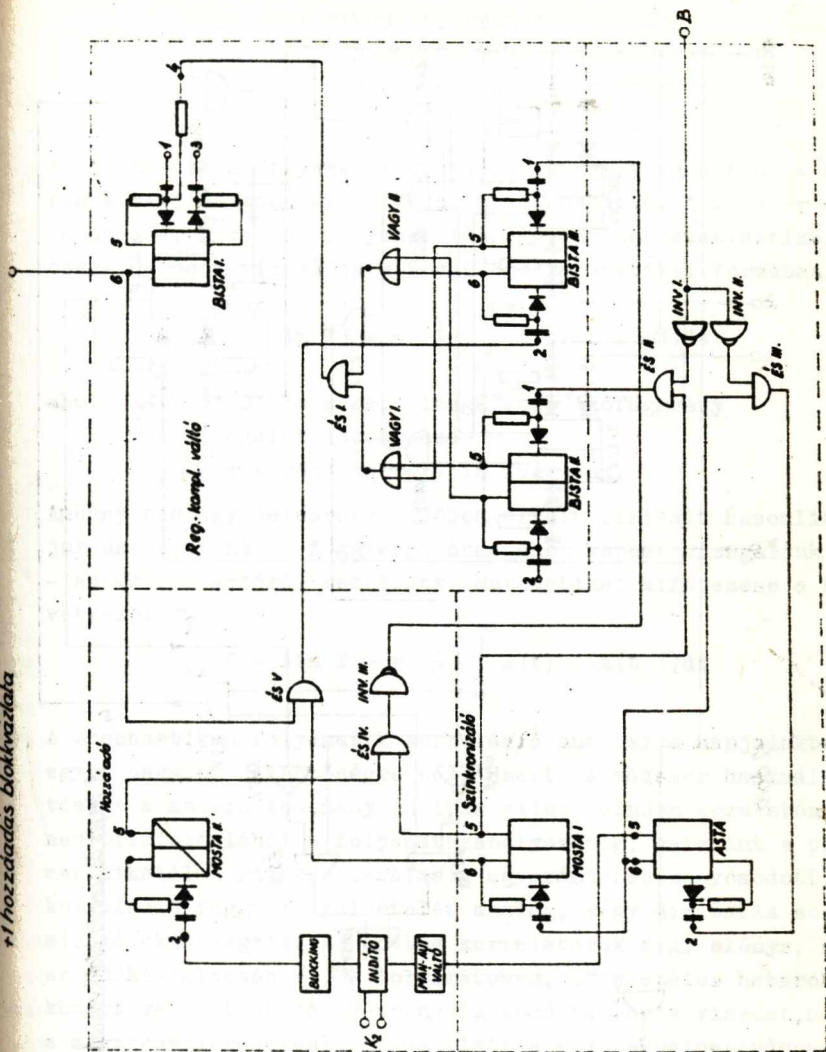
13. ábra: Képleltetési üzemmód blokvázlata.

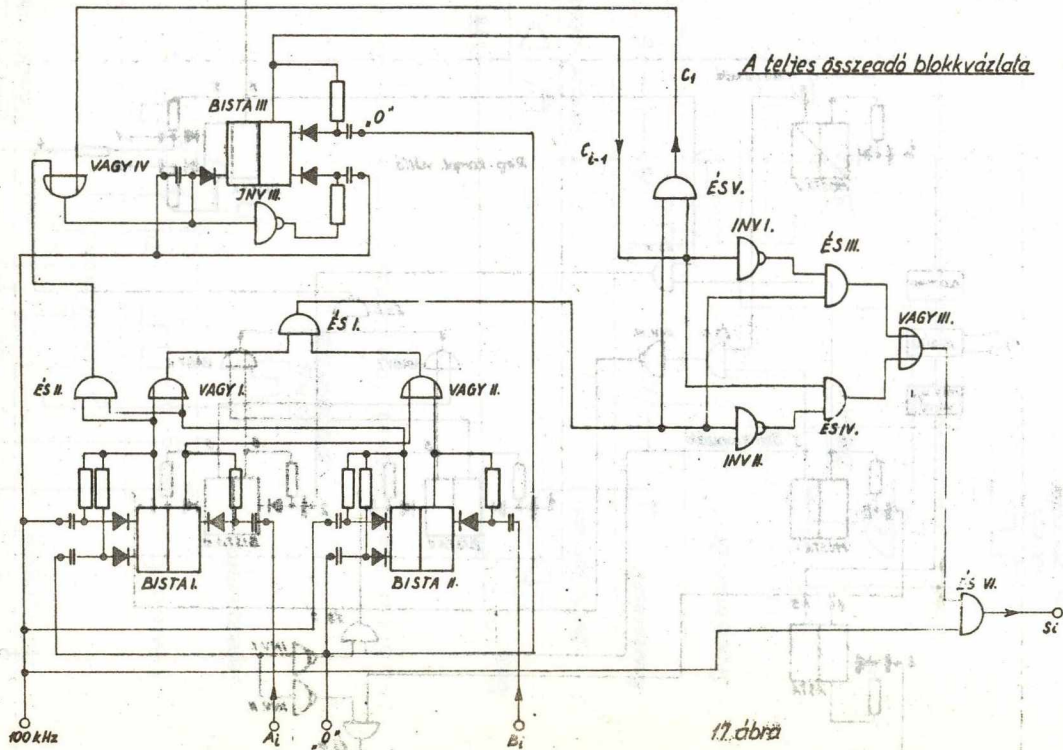


14. ábra: Regenerálási /tárolási/ üzemmód blokvázlata.



15. ábra: Komplementálási üzemmód blokvázlata





Mérete

60/4630

## EMG 4741 TIPUSU DIGITÁLIS KORRELATOR

Nagypál Tibor

EMG - Esztergom

A stochastikus folyamatok elemzésének egyik igen széles körben elterjedt módszere a korreláció analízis. A módszer alap gondolata, hogy két folyamat időfüggvényének statisztikai összefüggését vizsgálja a következő matematikai formában:

$$C_{AB}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{+\infty} A(t) B(t - \tau) dt$$

ahol  $A(t)$  és  $B(t)$  - a két vizsgálandó időfüggvény

$T$  a vizsgálat időtartama

$C_{AB}(\tau)$  a keresztkorreláció függvény.

Amennyiben egy jelsorozat időben eltoltt fázisait hasonlítjuk össze, tehát a függvényt önmagához képest vizsgáljuk - autokorrelációról beszélünk. Matematikai kifejezése a következő:

$$C_{AA}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} A(t) \cdot A(t - \tau) dt$$

A stochastikus folyamatok korreláció analízise napjainkban egyre nagyobb jelentőségre tesz szert. A módszer használhatósága a modern tudomány és ipar szinte minden területén a neurofiziológiától a folyamatszabályozásig, valamint a plazmafizikától a radardetektálásig egyaránt bebizonyosodott. A korreláció függvény felvételét analóg, vagy digitális számítógépeken végzik. Az analóg korrelátorok nagy előnye, hogy az időkéseletetés  $\pm \tau$  folyamatosan, igen széles határok között változtatható. Hátrányaik közé tartozik viszont, hogy a mágnesszalagos késleltetés miatt a felhasználhatóságuk felső frekvenciahatára max. pár kHz nagyságrendű.

Az analóg korrelátorok elterjedését gátolja az igen precíz késleltető mechanika magas ára, valamint az aránylag ala-

csony felső frekvenciahatár. Az utóbbi két-három évben jelentek meg a világpiacon az első digitális korrelátorok.

Hazánkban először a KFKI foglalkozott digitális polaritáskorrelátor tervezésével és gyártásával. /Korall A és Korall B/. Ezek a berendezések alacsonyfrekvenciás jelek analizisét teszik lehetővé. Belső memóriával rendelkeznek. Az alábbiakban látható néhány külföldi és hazai digitális korrelátor összehasonlító táblázata.

elemi késleltetés	20 $\mu$ sec	20 $\mu$ sec	2,5 msec	1 $\mu$ sec
max.teljes késleltetés	5 sec	1,2 sec	5 sec	1 sec
pontok száma	256	61	256	100
max.frekvencia		15 kHz	100 Hz	300 kHz
min.frekvencia	0,001 Hz	0,8 Hz	0,8 Hz	1 Hz
	KORALL-A	EMG4741	TMC-CC1	PAR-M100

Kiseb anyagi lehetőségekkel rendelkező intézetek részéről felmerült az igény egy aránylag olcsó, széles frekvenciahatárok között működő digitális korrelátor létrehozására. 1967-ben az EMG. Esztergomi Gyáregységben kezdtük el saját tervezésű, 4741 típusú digitális polaritáskorrelátorunk kifejlesztését.

A következőkben ismertetni szeretném felépítését és működését.

#### Bemenőkar /1. ábra/

Az autokorrelációs függvény felvétele céljából a bemenő jelet az "autocorr" jelű bemenő csatlakozóra kell juttatni. Az analóg bemenőjel az amphenol csatlakozóról 10  $\mu$ F-os leválasztó kondenzátoron keresztül dekádikus feszültségosztón és potencióméteres folyamatos feszültségosztón keresztül egyszerre két, kb. 2 MOhm bemenő ellenállású emitterkövető fokozatra kerül. Dekádikus feszültségosztó 3 fokozatban 10:1, 100:1



és 1:1 arányban osztja le a bemenő jelet. A finomszabályozó potencióméter a már dekádikusan leosztott feszültség folyamatos továbbosztását végzi. A dekádikus osztó 4. állásában leválasztja a bemenő jelet és helyébe 120 Hz-es négyyszögjelet /ellenőrző teszt jelet/ juttat az emitterkövető fokozatra.

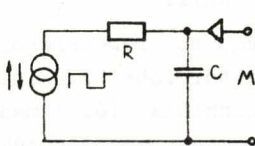
Az emitterkövető fokozatok impedanciátranzformációt végeznek. Kimenő jeleik egy-egy analóg digitál átalakítóra jutnak.

### A/D konverter /2. ábra/

Az A/D konverterek három egységből állnak:

1. Amplitudókomparátor /3. ábra/
2. Referenciajelgenerátor /4. ábra/
3. Impulzusformáló

1. Az amplitudókomparátor lényegében nagy stabilitású differenciálerősítő 2 bemenettel és egy kimenettel. Az egyik bemenetre a bemenő analóg jel, a másikra a referenciajel jut.
2. A referenciajelgenerátor feladata, állandó amplitudójú, változtatható frekvenciájú háromszögfeszültség előállítása. Megvalósítása az 5. ábrán látható.



/5. ábra/

Egy áramgenerátor árama tölt, ill. kisüt egy kondenzátort úgy, hogy az RC kör időállandója a töltés, ill. kisütés linearitását biztosítsa.

A kondenzátoron létrejövő háromszögfeszültség erősítő fokozat után az amplitudó komparátor egyik bemenetére jut.

3. Az impulzusformáló áramkör inverterekből áll. Feladata, hogy az amplitudó komparátor kimenő jeleit felerősítse, impulzussá formálja.

Az alegységek ismeretében az A/D konverter működése a következő:

Az analóg bemenőjel az emitterkövetőről és a referencia jel a referencia jelgenerátorból a komparátorra jut.

Az amplitudó komparátor kimenetén az analóg bemenőjel normális eloszlású polaritás információ tartalma jelenik meg. Ez a jelsorozat formálás után 12 V amplitudójú impulzusok sorozataként kerül további feldolgozásra. Mint a 2. ábráról is kitűnik, a számítógép 2 db A/D konvertert tartalmaz. Autokorrelációs üzemmódban mindkét A/D konverterre ugyanaz a bemenőjel kerül. Keresztkorrelációs üzemmódban a két csatorna jelei külön-külön jutnak az A/D konverterekre. Az 1.sz. A/D konverter kimenő jele a késleltető fokozatokra, a 2.sz. A/D konverter kimenő jele a koincidencia fokozatra jut. Itt jegyzem meg, hogy az egyes és kettes kimenőjelek nem egyenlők egymással, mert a két A/D konverter referenciajel generátorai teljesen függetlenek egymástól, frekvenciájuk, fázisaik különböznek, csak amplitudójuk egyenlő.

Az 1.sz. A/D konverter kimenő jele fázisfordító fokozatra kerül. A fázisfordító két  $180^\circ$ -os fáziskülönbségű impulzussorozatot állít elő. Ez a két impulzussorozat kerül a késleltető fokozat bemenetére, azaz az első dinamikus tároló kapura.

#### Késleltető fokozat /6. ábra/

A késleltetés a következőképpen történik:

A kapuzott első tároló beirójelet kap az óragenerátorból, ezáltal a kapukon levő jel beiródik a tárolóba. A tároló kimenetei egy következő tároló kapuit feszítik elő. A második billentőimpulzus hatására az előfeszített második tárolóba is beiródik a jel. A második tároló kimenetein a harmadik tároló kaput feszítik elő és így tovább, a lánc ismétlődik a 61. tárolóig.

Az első tároló kapujelei - melyek az A/D konverterből jönnek - az egyes billenő impulzusok hatására sorban végigfutnak a 61 tárolóból álló shift regiszteren. Az egymás után következő tárolókon levő jelek 1-2-3-...61 billentőimpulzus időtartamával késve vonulnak végig a regiszteren. Egy-egy tároló késleltetési ideje a  $\Delta T$ , tehát a billentő impulzusok egymástól való távolságától, azaz az óragenerátor frekvenciájától függ.

Az óragenerátor lényegében egy astabil multivibrátor. A pontoság, stabilitás és az igen kis kimenő impedancia a legfontosabb követelményei. Megvalósítását a 7. ábra mutatja. Az ábrán látható, hogy a stabilitás érdekében az RC töltés helyett szilíciumtranzisztorral megvalósított áramgenerátoros töltést alkalmaztunk. A generátor fix frekvenciáit, azaz az ezáltal megvalósított késleltetési lépcsőket  $\Delta\tau$ , valamint a teljes késleltetés értékeit az alábbi táblázat tartalmazza:

/9. ábra/

Frekvencia	50 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2,5 kHz	5 kHz	10 kHz	25 kHz	50 kHz
$\Delta\tau$	20 ms	10 ms	4 ms	2 ms	1 ms	0,4 ms	0,2 ms	0,1 ms	40 $\mu$ s	20 $\mu$ s

A késleltető fokozat működéséből következik, hogy a 61 tagból álló regiszter minden egyes tagjának kimenetén - ezek egyben a következő tag kapuzását is végzik - a bemenő impulzussorozat 0-1-2-3-60  $\Delta\tau$ -val késleltetve jelenik meg. A számítógép egy teljes  $60 \cdot \Delta\tau$  intervallumbeli korrelációfüggvényt  $0 \cdot \Delta\tau$ ,  $1 \cdot \Delta\tau$ ,  $2 \cdot \Delta\tau$ , ....  $60 \cdot \Delta\tau$  függvényértékeként soros bontásban veszi fel. A szelektorfokozat valósítja meg az időlépcsők  $/n\Delta\tau$  /, soros egymás utáni kapcsolását. Másszóval a késleltetés fokozatos változtatását  $\tau = 0$ -tól,  $\tau = 60 \Delta\tau$ -ig, azáltal, hogy a szorzófokozatra egymás után sorban először a késleltetés nélküli, majd az  $1 \cdot \Delta\tau$ -val késleltetett, majd a  $2 \cdot \Delta\tau$ -val, ....  $60 \cdot \Delta\tau$ -val késleltetett impulzussorozatot kapcsolja.

#### Szelektorfokozat /8. ábra/

A késleltető lánc egyes fázisain megjelenő, egymástól  $\Delta\tau$  időtávolságban levő jelsorozatokat sorban  $\tau = 0$ -tól,  $\tau = 60 \Delta\tau$ -ig késleltetési pontonként kell a szorzófokozatra juttatni. Ezt a feladatot oldja meg a szelektorfokozat. Felépítését tekintve két fő funkcionális egységből áll:

1. Léptető /shift/ regiszter és szelektorgenerátor,
2. Kapurendszer

1. A shift regiszter feladata, hogy a kapurendszert a szelektorgenerátor periódusidejének megfelelően vezérelje. shift regiszter dinamikus RST tárolók sorbakapcsolásával a késleltető regiszterhez hasonlóan, szintén EMG-EDS 4000 szabadszintű -12 V logikai szintű rendszerrel van megvalósítva. A szelektorgenerátor a regiszter léptetését végzi, az integrálási időnek megfelelő frekvenciával:  $T = 10 \text{ sec}$   
 $f = 0,1 \text{ Hz}$ .

Felépítését tekintve, 0,8 Hz frekvenciájú astabil multivibrátorból és egy 3 tagú frekvenciaosztóból áll. A regiszter működése a következő:

Alaphelyzetben /reset/ az első tárolóba "1", az összes többi tárolóba "0" van beírva. A szelektorgenerátor "1"- "0" átmenete "0"-ba billenti az első tárolót és "1"-be billenti a másodikat. 10 sec múlva a második billen "0"-ba és az "1" beíródik a harmadik tárolóba. A folyamat ismétlődik egészen a 6l. tárolóig. A 6l. impulzus újra "1"-et ír az első tárolóba és az egész folyamat ismétlődik előlről.

2. A kapurendszer működése a következő: A regiszter áramkör elemei a kimenetükön lévő "1", ill. "0" szintekkel 6l db tiltó kaput működtetnek úgy, hogy egyszerre mindig csak egy ÉS kapun juthat át a hozzá tartozó késleltető elemből érkező impulzussorozat.

Az ÉS kapuk kimenetei összesen 6l bemenetű VAGY kapura jutnak. A VAGY kapu kimenetén megjelenő impulzussorozatokat egy inverterpár regenerálja.

#### Koincidencia áramkör

A szelektrofokozat és a második A/D konverter regenerált jelei a koincidencia fokozatra jutnak. Itt történik tehát a késleltetett és a késleltetés nélküli digitális jelek szorzása. A koincidencia áramkör ÉS-VAGY diódás kapukból áll.

összeszorozott digitális jelek regeneráló inverterpár után integrátorba jutnak.

### Integrátor

Integrátor áramkört egyszerű RC elem valósítja meg úgy, hogy időállandója, tekintettel az 1 Hz frekvenciahatárra 10 sec legyen. Az integrátor jele emitterkövető fokozaton /kis terhelés, nagy stabilitás 100%-os áramvisszacsatolás/ keresztül analóg kapcsoló áramkörre jut. Ez az áramkör 9,5 sec. időtartammal az integrátor jelét, 0,5 sec. időtartammal markerjelét juttat a végerősítő fokozatra.

### Végerősítő fokozat

Végerősítő fokozat feladata, hogy a kapcsoló áramkör kimenő feszültségét a regisztráló /EKM-DRW/ működtetéséhez szükséges szintre hozza.

Elépítését tekintve olyan stabil teljesítményerősítő, melynek feszültségerősítése egy.

Regisztráló műre tehát az integrátoron megjelenő feszültség jut.

EMG 4741 típusu korrelátor fontosabb műszaki paramétereit a következők:

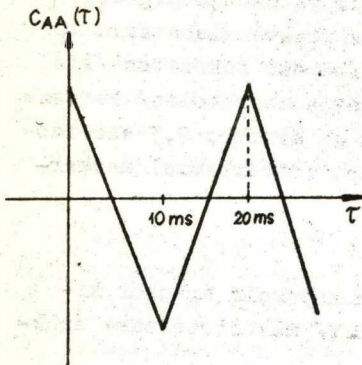
Rendszer: "on line"	12 V-os szabadszintű
Bemenőjel amplitudó	100 mV - 100 V
Bemenő frekvencia max.	15 kHz
Bemenő frekvencia min.	0,8 Hz
Bemenő ellenállás	1 MOhm
Felbontás	61 pont
Késleltetési lépcső /D /	20 msec. - 20 /usec.
Teljes késleltetés	1,2 sec - 1200 /usec.
Integrálási idő	10 sec
Program	auto és keresztkorreláció + 120 Hz-es négyszög "teszt" jel
Regisztráló papirsebesség	0,1 mm/sec.
Regisztráló papírszélesség	120 mm
Méretetek	660x330x460 mm

Telj.felvétel

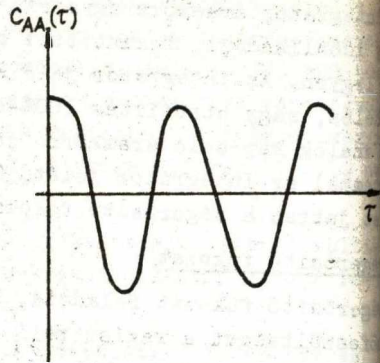
220 V 30 W

A számítógép irányára: 200 eFt

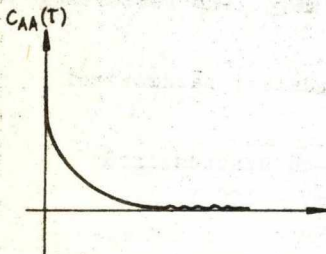
Végül néhány mérési eredményt szeretnék ismertetni:



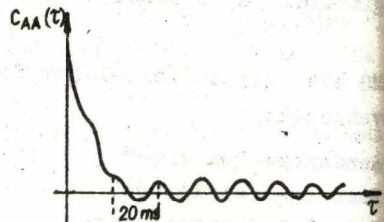
$A(t) = 50 \text{ Hz}$  négyszögjel  
 $\Delta T = 0,4 \text{ msec}$



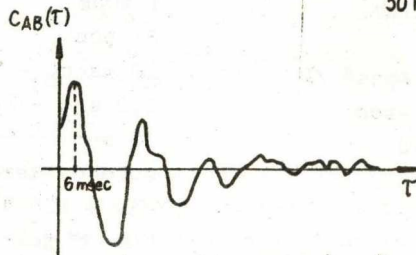
$A(t) = 50 \text{ Hz}$  szinuszjel  
 $\Delta T = 1 \text{ msec}$



$A(t) = 200 \text{ mV}$  fehérzaj

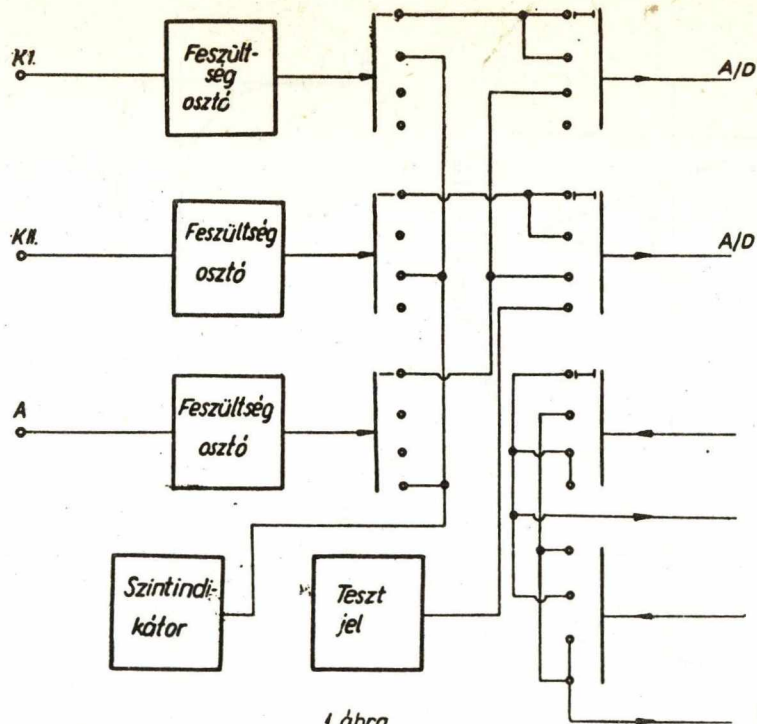


$A(t) = 200 \text{ mV}$  fehérzaj +  $80 \text{ mV}$   
 $50 \text{ Hz}$  szinuszjel



$C_{AB}(t) \rightarrow \left. \begin{array}{l} A(t) = \text{NVL R éber} \\ B(t) = \text{NVL J éber} \end{array} \right\} 50 \mu \text{ V EEG}$

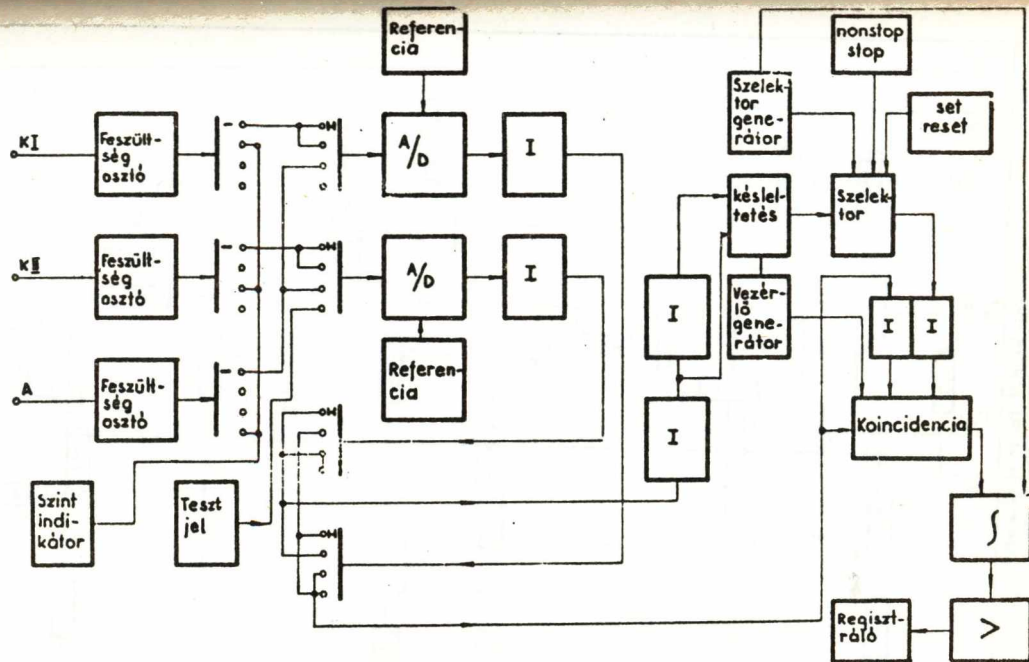
Befejezőként meg szeretném említeni, hogy fejlesztés alatt áll az EMG 4742 típusu "on line" korrelátor, mely 0,8 Hz - 30 kHz frekvencia tartományban egyidőben, azaz párhuzamosan 60 függőpontból álló korrelációfüggvény felvételére alkalmas.



68/4638 Nagypál

1. ábra

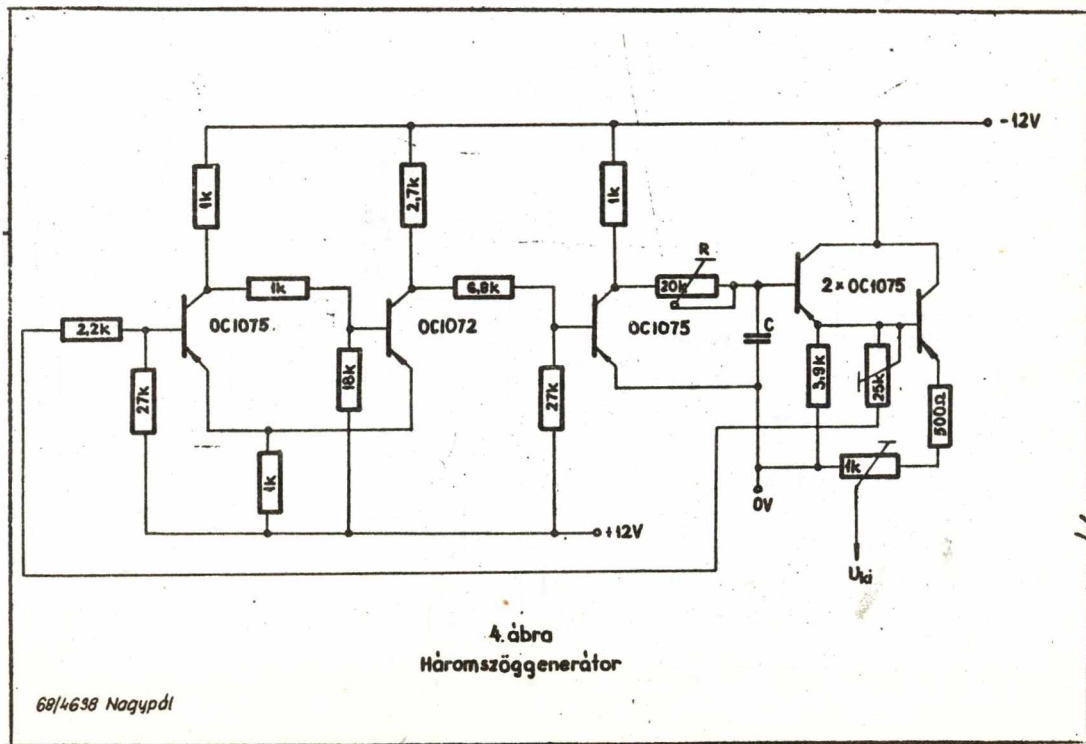




60/4639  
Nagyfal

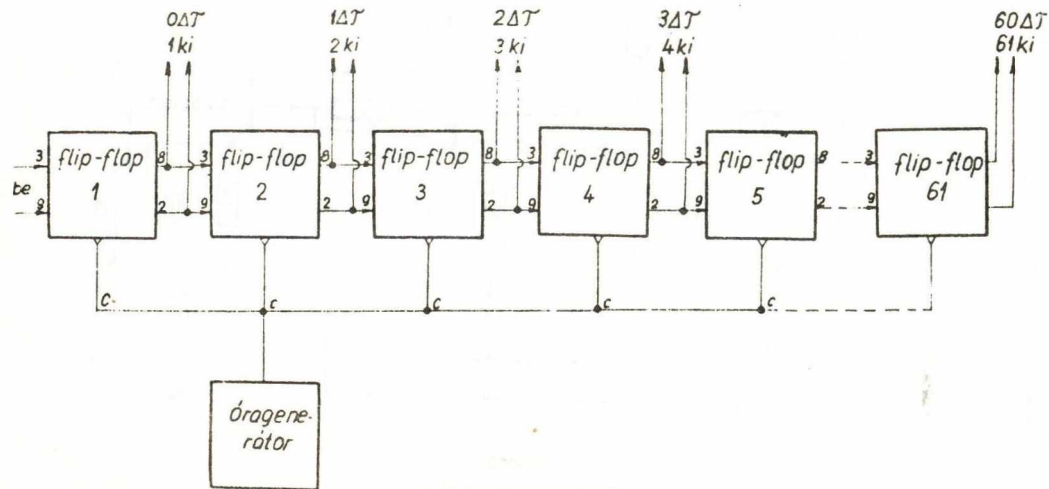
2. ábra.

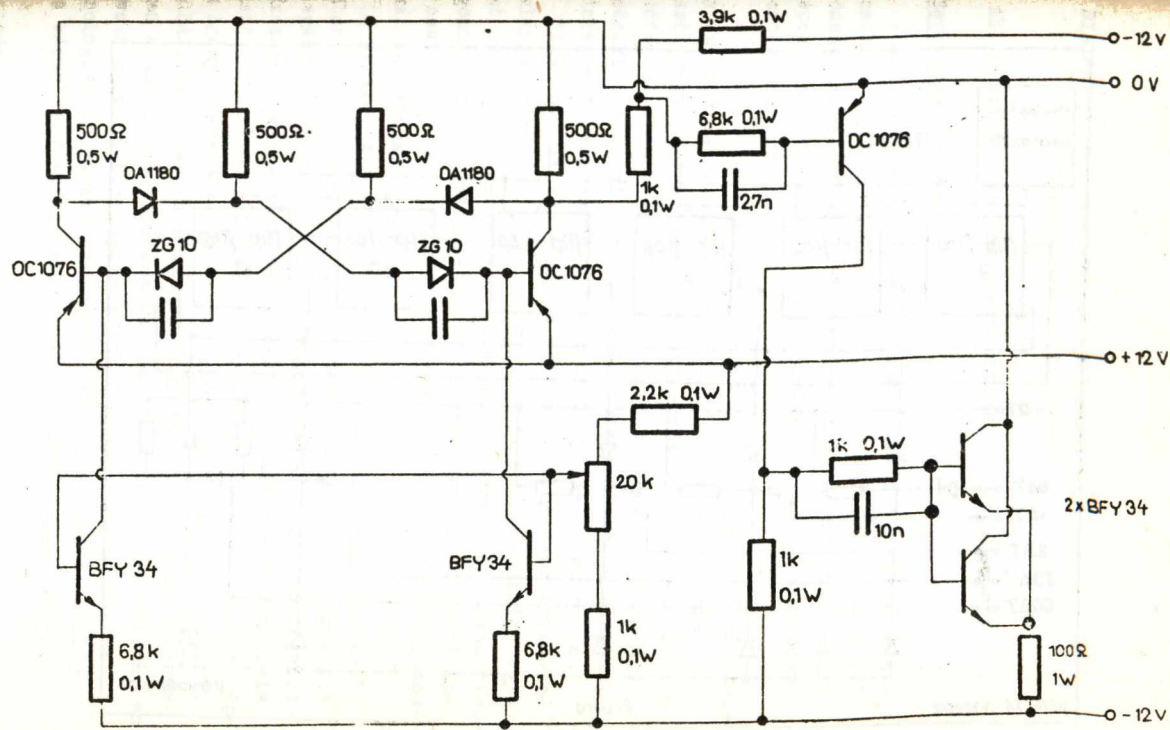




4. ábra  
Háromszöggenerátor

68/4638 Nagypdi

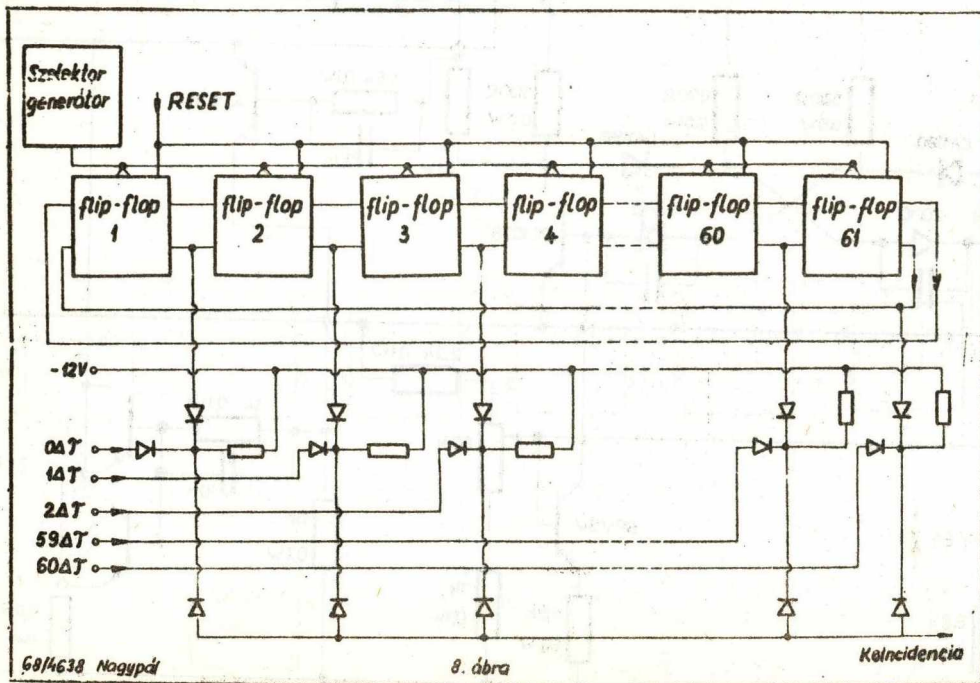




60/1000 No. 2/87

7. ábra

Őragenerátor (Ű) áramkör



## DIGIRAD ÜZEMI IRÁNYÍTÓ ÉS ADATFELDOLGOZÓ RENDSZER

/hardware/ ISMERTETÉSE

Németh Pál

AKI Gazdasági és Rendszertechnikai Kutató Csoport

1. Bevezetés

A DIGIRAD koncepciója és specifikációja azoknak a kutatásoknak egyik eredménye, amelyek az AKI GRKCS-ban a több gazdasági egységből álló nagyvállalatok és trösztök számítógépes irányítási és információfeldolgozási rendszereivel kapcsolatosan folynak.

A fenti típusu gazdasági rendszerekre jellemző követelmény az információfeldolgozás hierarchikus szervezése. A trösztvi vagy nagyvállalati keretben működő integrált információfeldolgozás mellett szükséges még az egyes gazdasági egységekben a helyi követelményeket maximálisan kielégítő, az integrált rendszerbe illeszkedő helyi feldolgozás is.

Szakirodalmi közlemények és hazai felmérések értékelése alapján megállapítható, hogy 5-10 termelő gazdasági egységet összefogó szervezetek hatékony integrált információfeldolgozása csak nagyteljesítményű számítógéppel, továbbá ahhoz csatlakozó periférikus adatgyűjtő és feldolgozó rendszerekkel valósítható meg.

A periférikus adatgyűjtő és feldolgozó rendszerekkel rendszerben támasztott követelmények a gazdasági egységek jellegétől függően erősen változnak. A hazai gépipari jellegű üzemek és vállalatok termelésére a szakaszos technológia mellett az jellemző, hogy kis- és középsorozatban azonos géppark igénybevételével állítanak elő nagy termékválasztékot. Az előállított termékféleségek nagy száma, az egyes munkahelyeken a különböző termékek változásának nagy gyakorisága, az alapvető termelő berendezések sokirányú felhasználása, a technológiai folyamatok üzemen belüli kapcsolódása stb. miatt a termelésirányítás bonyolult összefüggéseken alapuló

adatfeldolgozást és állandó visszacsatolást alkalmazó operatív irányítást igényel. Mindez jelentős mértékben megnöveli a helyi információfeldolgozással kapcsolatos követelményeket.

A tröszt vagy nagyvállalat irányított termelő egységében tehát olyan - a központi gép szempontjából periférikus jellegű - helyi adatfeldolgozó rendszer létesítése szükséges a fenti esetekben, amely

- a központi gép számára gyűjti, előkészíti és szolgáltatja a termelési programok kidolgozásához szükséges adatokat;
- a központi gép által kidolgozott programokat fogadja, felosztja és bizonylatolja;
- az így felosztott és bizonylatolt termelési programok végrehajtását ellenőrzi és regisztrálja;
- a programtól való lényeges eltérés esetén a program módosítását, illetve új program kidolgozását kéri a központi géptől és ehhez a szükséges adatokat szolgáltatja, végül
- ellátja a helyi /vállalati/ operatív irányítás adatfeldolgozási feladatait.

A felsorolt funkciók ellátására alkalmas adatfeldolgozó rendszer tulajdonságai az alábbiakban összegezhetők:

- Decimális működés az állandó kézi ellenőrzés megkönnyítésére és a szükséges konverziók számának csökkentésére.
- Decimális és alfanumerikus műveletvégzés kb. 1000 alpművelet/mp sebességgel.
- Operatív adattárolás kb. 16000 szó kapacitással, kb. 8-10 decimális helyértékű alapszavakkal.
- Külső tárolási lehetőség 200 - 500 000 szó kapacitással.
- 20 - 50 külső csatorna központi egységhez való kapcsolásának lehetősége, címzett és programozott csa-



tornaváltás, külső csatornák jelentkezésének elbírálása prioritási feltételek alapján.

- A szokásos számítógép perifériák mellett ügyviteli berendezések és lyukkártyagépek csatlakoztatása.
- A diszpécser jelzések, ellenőrzések és regisztrálások elvégzésén túlmenően gépipari jellegű, szakaszos technológiai folyamatokban felhasznált termelőberendezések üzemi jellemzőinek /pl. termelt mennyiség, üzemidő, állásidő/ automatikus gyűjtésére és rendezésére alkalmas diszpécser berendezések illesztése.

Az alábbiakban ismertetésre kerülő DIGIRAD üzemi irányító és adatfeldolgozó rendszer kialakítása a fenti elveknek és követelményeknek megfelelően történt.

## 2. A rendszer általános felépítése

A DIGIRAD rendszer funkcionális egységekből, hierarchikus szervezésben épül fel /1.ábra/. A hierarchia alsó szintjén a különféle rendeltetésű perifériális egységek foglalnak helyet. Ezek közül speciális jellegű a DB diszpécser berendezés. A perifériális egységeknek a központi egységhez /VE vezérlőegység, AE aritmetikai egység, M memória/ való illesztését az MX multiplexből és a speciális kialakítású pufferkészletből képzett interface biztosítja.

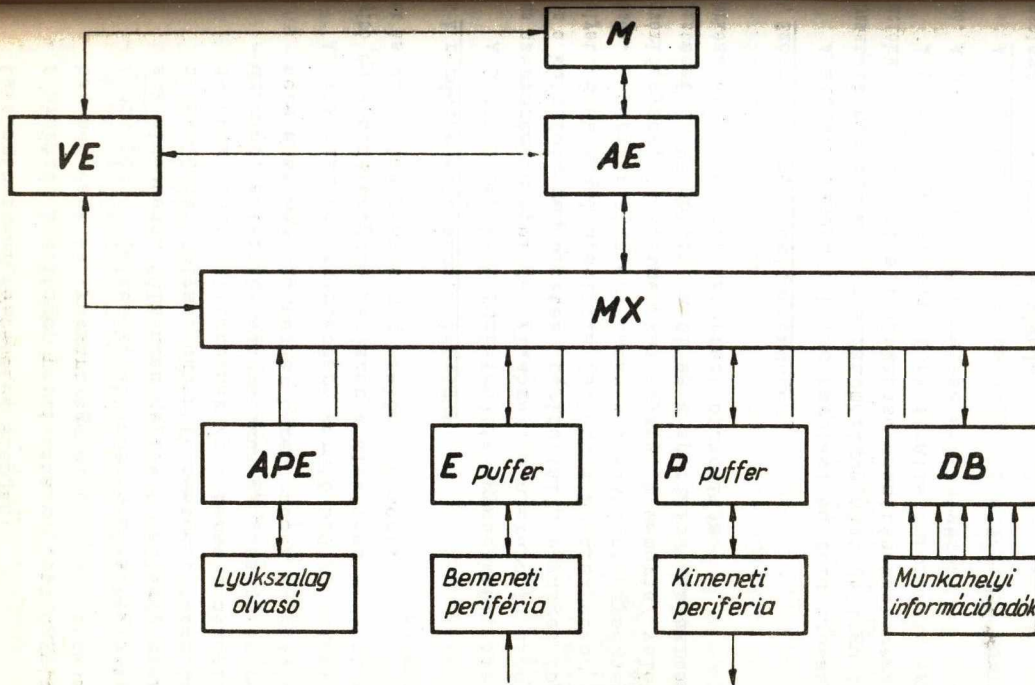
## 3. Szó szerkezet, utasításrendszer

A DIGIRAD rendszer belső tárolási és feldolgozási folyamatait numerikus vagy alfanumerikus adat jellegű információkkal és speciális kialakítású utasításokkal végzi.

A fenti folyamatokban funkcionális információ egység a szó. A rendszer belső szervezése szó szerkezű.

Adat szavak. A numerikus vagy alfanumerikus adatok ábrázolására 3 szótípus szolgál.

Egy egészszó 52 bitből áll. 2 előjel bitet, 2 párosság bitet és 48 adat bitet tartalmaz. Egy félszó terjedelme 26 bit, ez 1 előjel bitre, 1 párosság bitre és 24 adat bitre oszlik. Az egészszavak és a félszavak kialakítása olyan, hogy



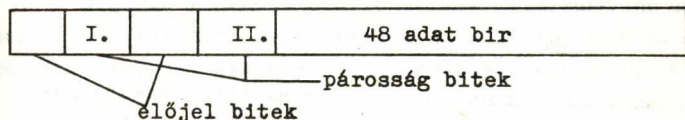
1. ábra

egy félszó valamely egészszó első vagy második felének fogható fel, az egész-szó pedig két félszó egyesítésének.

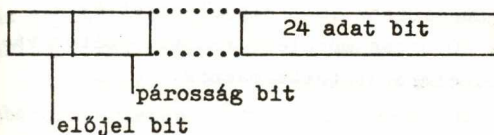
Ennek megfelelően az egész szavakban a két előjel bit megegyezik. A párosság bitek félszavakra vonatkoznak, képességük az első és a második félszó tartalma szerint külön-külön történik.

Az adat szavak felépítése tehát az alábbi:

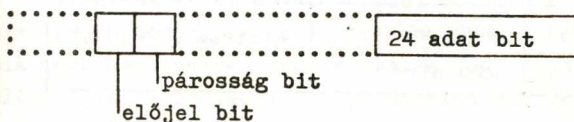
egészszó



első félszó



második félszó



Az adat szavak fenti szerkezete Nadler kódolású decimális rendszerben, előjeles abszolútértékes számábrázolást és tetszőlegesen elhelyezhető tizedesvesszőt alapul véve lehetővé teszi mindazon  $N$  számok kezelését, amely egészszavak esetén

$$-10^{12} + 1 \leq N \leq +10^{12} - 1 \quad \text{azaz}$$

$$-999\,999\,999\,999 \leq N \leq +999\,999\,999\,999$$

félszavak esetén a

$$-10^6 + 1 \leq N \leq +10^6 - 1 \quad \text{azaz}$$

$$-999\,999 \leq N \leq +999\,999$$

egyenlőtlenséget kielégítik.

Tiszta bináris rendszerben előjeles abszolútértékes számábrázolást és tetszőleges helyen elhelyezhető törtveszszót tekintve a fenti adat szavakkal kezelhetők mindazok az  $N$  számok, amelyek az alábbi egyenlőtlenségeket kielégítik: egészsavak esetén

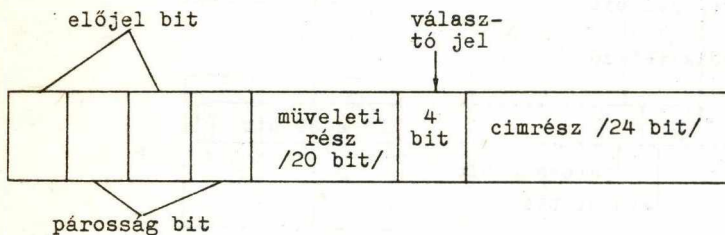
$$-2^{48} + 1 \leq N \leq +2^{48} - 1 \quad \text{azaz}$$

félszavak esetén

$$-2^{24} - 1 \leq N \leq + 2^{24} - 1$$

Alfanumerikus információfeldolgozás során egészszóban 6, félszóban 3 alfanumerikus karakter helyezhető el.

Utasítás-szó. Az utasítás szó mindig egészszó, terjedelme tehát 52 bit. Az utasítások is 2 előjel bitet és 2 párosság bitet, továbbá 20 bites műveleti részt, 4 bites választó jelet és 24 bites címrészt tartalmaznak.



A címrészt 24 bit-es terjedelme a 0 és 999.999 sorszámú rekeszek közötti  $/10^6-1/$  közvetlen decimális címzés lehetőségét jelenti.

A 4 bites választó jel tartalma azt határozza meg, hogy az utasítás egészszóra /0/, az első félszóra /1/ vagy a második félszóra /2/ vonatkozik.

A műveleti jel az utasítás-szóban 20 bitet köt le. A műveleti jel gépi kódját az utasítás-szóban szereplő egyedi utasítások alakítják ki. A később ismertetendő képzési szabály keretein belül egy-egy utasítás-szóban tetszőleges számú utasítás szerepelhet tetszőleges kombinációban. Ez igen

nagyszámu változat létrejöttét teszi lehetővé.

Az utasítás-szóban szereplő egyedi utasításokat az abc aláhuzott nagybetűk jelölik. Minden egyes utasításnak az utasítás-szó műveleti jelében meghatározott bit vagy bit kombináció felel meg. A programozási munka megkönnyítése érdekében a műveleti jel gépi kódját az APE automatikus programbevivő egység a 8B kódban lyukasztott utasítás-szimbólumokból automatikusan képezi. A gépi kód képzésének ismerete a programozó számára szükségtelen.

A DIGIRAD rendszer utasításainak jelölését és értelmezését az 1. táblázat tartalmazza. Az utasítás szó műveleti részének képzési szabályai a 2. táblázatban találhatók.

#### 4. AE aritmetikai egység

Az aritmetikai és a logikai műveletek végzése, valamint az átviteli műveletek során a párosság ellenőrzése az AE aritmetikai egységben történik.

Az aritmetikai egységben a számok ábrázolása előjeles abszolútértékes. Két félszó alakít ki egy teljes szót, mégpedig úgy, hogy a második félszó jegyei az első félszó legnagyobb helyértékű jegye elé kerülnek.

Az aritmetikai műveletvégzés rögzített törtvesszős rendszerben történik. Az AE alaphelyzetében a törtvessző a második legkisebb helyértékű decimális jegy /nyolcadik bit/ előtt áll. A törtvessző helye utasítással és kézi kapcsolóval egyaránt bárhová elmozdítható, így decimális rendszerben a tört számjegyek száma 0 és 12 között váltakozhat.

Az aritmetikai egység működése soros-párhuzamos szervezésű. Az összes művelet végrehajtása tetrádonként sorosan, az egyes tetrádokon belül párhuzamosan történik. A párosság ellenőrzés, illetve a párosságjelző bit képzése félszavanként megy végbe. A párosságjelző bit a félszóban lévő /24+1 bit/ egyesek számát páratlanra egészíti ki. Az információátvitel és kiadás történhet párhuzamos és soros-párhuzamos üzemben.

Az AE vázlatos felépítése a 2. ábrán látható. Az ábra jelölései: MV műveletvégző egység, UV ütemvezérlő, VJ egység

## 1. táblázat.

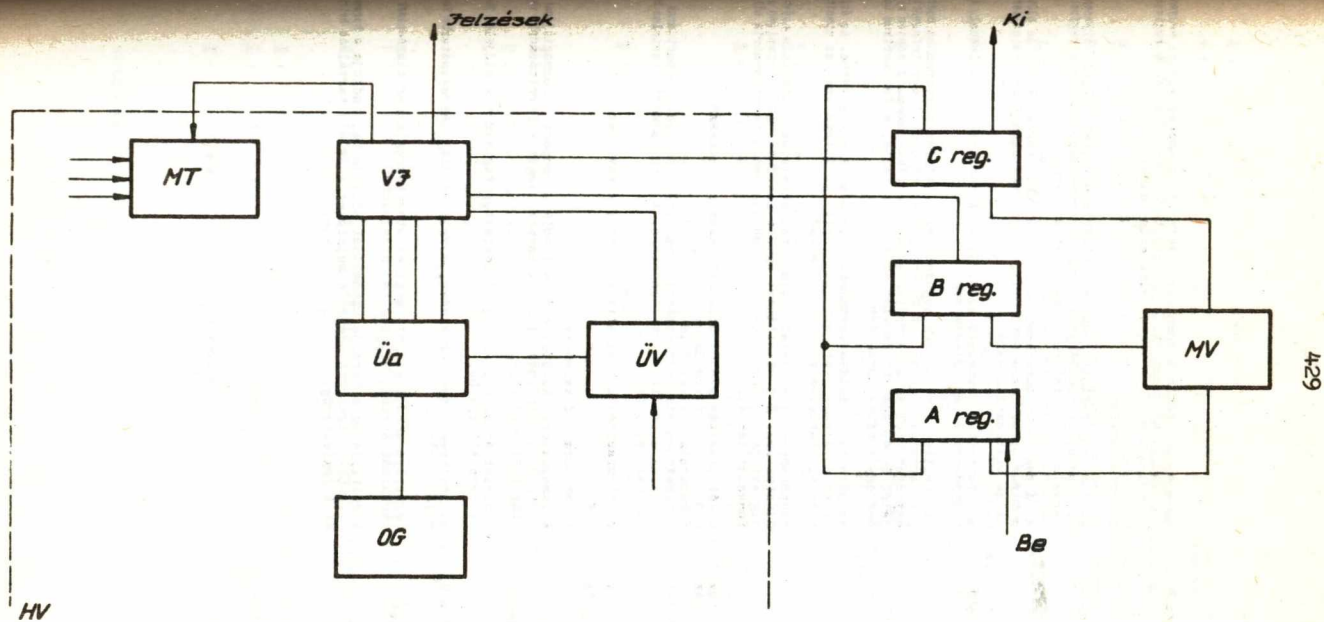
Az utasítás szó műveleti jelének képzési szabályai.Az utasítások felirási táblázata:

	<u>I</u>	<u>E</u> <sup>⊕</sup>	<u>H</u>	<u>V</u>	<u>Z</u>	<u>C</u>	<u>A</u> <sup>⊕</sup>	<u>J</u>	<u>Q</u>
önálló utasítások	<u>R</u> <sup>⊕</sup>						<u>S</u> <sup>⊕</sup>	<u>O</u>	

módosító utasítások	<u>G</u>	<u>B</u>	<u>G</u>
	<u>T</u>	<u>L</u>	<u>T</u>

Képzési szabályok:

- Valamely utasítás szóban csak egyetlen  $\pi$ -gal megjelölt utasítás szerepelhet.
- A függőleges oszlopokból csak 1 önálló utasítás választható valamely utasítás szóba.
- A módosító utasítások a velük azonos oszlopban lévő,  $\oplus$ -tel megjelölt önálló utasításokra vonatkozhatnak.
- Az utasítások végrehajtásának sorrendje oszloponként balról-jobbra.



4.29

68/4638 Német

2. ábra

<u>A</u> :	$/A/ + /B/ \Rightarrow B$	az A és a B regiszterben lévő decimális számokat előjel helyére átküldi, az eredményt a B regiszterben tárolja. Az A regiszter tartalma a művelet végén változatlan marad.
<u>B</u> :		bináris művelet
<u>B A</u> :	$/A/ + /B/ \Rightarrow B$	az A és a B regiszterben lévő bináris számokat előjel helyére átküldi, az eredményt a B regiszterben tárolja. Az A regiszter tartalma a művelet végén változatlan marad.
<u>C</u> :	$/A/ \Rightarrow B$	az A regiszter tartalmát átírja a B regiszterbe. Áttöltés előtt a B regiszter tartalmát törli. Az átírás után A regiszter tartalma változatlan marad.
<u>D</u> :	$/B/ : /A/ \Rightarrow B$	a B regiszter tartalmát elosztja az A regiszter tartalmával. Hányados a B-ben jelenik meg.
<u>E</u> :	$/P_1/ \Rightarrow A$	az utasítás címzésével megadott MX multiplex csatornához csatlakoztatja a perifériáról vagy az azt követő puffer tárolóból egy információt egységet beolvassa az A regiszterbe. Numerikus üzemmód esetén az utasítás jellet és 48 adat bitet visz az A regiszterbe, alfanumerikus üzemmód esetén egy 8 bites karaktert.
<u>F</u> :	$/U_{sz}/ \Rightarrow A$	az utasítás számláló tartalmát átírja az A regiszterbe. Az átírás előtt az A regiszter tartalmát törli. Az átírás után az utasítás számláló tartalma változatlan marad.
<u>G</u> :		csoportos művelet jele. A csoportos műveletek 2 utasítás szövegéből adhatók meg. A G utasítással együtt szereplő önálló utasítás mindig azt jelzi, hogy a csoportos műveletben a ferritmémória művelet funkciót lát el.
<u>G R</u> :	$/f/ \Rightarrow A$ és $/A/ \Rightarrow C$ és $/C/ \Rightarrow \ell$	a két utasítás szövegéből álló kifejezés a következő: G R f végcím f kezdőcím ℓ kezdőcím A ferritmémória kezdőcímétől a végcímig terjedő csoportjának tartalma átíródik a lemezmemóriára. A ferritmémória tartalma ebben nem változik.
<u>G W</u> :	$/f/ \Rightarrow A$ és $/A/ \Rightarrow C$ és $/C/ \Rightarrow f$	a két utasítás szövegéből álló kifejezés a következő: G W f végcím f kezdőcím ℓ kezdőcím A lemezmemória kezdőcímétől átíródik a csoport információjának tartalma a ferritmémóriára. A csoport végét a ferritmémória végcímje határozza meg.
<u>H</u> :	$ /A/  \Rightarrow A$	abszolút érték képzése: az A regiszter tartalmának előjelét pozitívvá állítja be.
<u>I</u> :	$/A_c/ + /J/ \Rightarrow U_c$	az indexregiszter tartalmával növeli az utasításregiszterbe kerülő címreazt.
<u>J</u> :	$/U_c/ \Rightarrow /U_{sz}/$	feltétlenül ugrást valósít meg; az utasításregiszter címzésének tartalmát átviszi az utasítás számlálóba.
<u>K</u> :	$/X/ \Rightarrow /A/$	a multiplexen a keresés üzemmódját állítja be, indítja a keresést. Jelentkező csatorna esetén a multiplex számláló tartalmát beírja az A regiszterbe.



$\underline{L}$ :		logikai művelet.
$\underline{L} \underline{A}$ :	$/A/ \vee /B/ \Rightarrow B$	az A és B regiszterek tartalmának bitenkénti logikai összege kerül a B-be. Az A regiszter tartalma változatlan marad.
$\underline{L} \underline{M}$ :	$/A/ \wedge /B/ \Rightarrow B$	az A és B regiszterek tartalmának logikai szorzata kerül a B-be. Az A regiszter tartalma változatlan marad.
$\underline{M}$ :	$/A/ \cdot /B/ \Rightarrow B$	az A és a B regiszterek tartalmának szorzata kerül a B-be.
$\underline{N}$ :	$/U_c/ \Rightarrow /U_{sz}/$ ha $\varepsilon = 1$	feltételes ugrás a B regiszter tartalmának előjelétől függően. Ha $/R/$ negatív, az ugrás azonos $\underline{J}$ -vel.
$\underline{O}$ :	$/U_c/ \Rightarrow /U_{sz}/$ ha $\delta = 1$	feltételes ugrás B tartalmától függően. Ha $/H/=0$ , akkor az utasítás regiszter címzésének tartalma átmozg az utasítás számlálóba.
$\underline{Q}$ :	$/A_{11} A_{12}/ \Rightarrow K_2$	az A regiszter két legkisebb helyértékét átviszi a $K_2$ regiszterbe. Az aritmetikai egység ezen regisztere tárolja a törtvessző helyét. A gép nullázásakor a $K_2$ beállítása úgy történik, hogy az aritmetikai egység két decimális tört helyértékkel számol, $K_2 = 2$ .
$\underline{P}$ :	$/B/ \Rightarrow C$ és $/C/ \Rightarrow P_1$	a B regiszter tartalmát átírja a C regiszterbe. Onnan az utasítás szó címzésében megadott multiplex csatolásra kapcsolt $P_1$ perifériára vagy pufferre adja ki az információt. A kimeneti művelet terjedelme numerikus kiírás esetén 1 szó; előjel + 48 bit, alfanumerikus esetben 1 karakter.
$\underline{R}$ :	$/f/ \Rightarrow A$ vagy $/l/ \Rightarrow A$	az utasítás szó címzésében megadott memória - ferritmémória vagy lemezmemória - címrel az információt az A regiszterbe írja. Az olvasás művelete előtt az A regisztert törli.
$\underline{S}$ :	$/B_1/ \Rightarrow B_{1+1}$ és $0 \Rightarrow B_0$ vagy $/B_1/ \Rightarrow B_{1-1}$ és $0 \Rightarrow B_{12}$	az utasítás szó címzésében megadott számú decimális helyértékkel eltolja a B regiszter tartalmát. Ha a címzésben megadott szám 1, 2, 3 ... 12, úgy 1, 2, 3 ... 12 helyértékkel jobbra, a csökkenő helyértékek irányában, ha a címzésben lévő szám 51, 52, 53 ... 62, úgy 1, 2, 3 ... 12 helyértékkel balra, a növekvő helyértékek irányában történik a B regiszter léptetése.
$\underline{S} \underline{B}$ :		a helyérték eltolás nem decimális, hanem bináris rendszerben történik. A címzésben megadott 1, 2, 3 ... 48 decimális szám 1, 2, 3 ... 48 bit jobbra, a csökkenő helyértékek irányában, az 51, 52, 53 ... 98 pedig 1, 2, 3 ... 48 bit balra, a növekvő helyértékek irányában való léptetést ír elő a B regiszterben.
$\underline{T}$ :		csoportos átviteli művelet mágnesszalag és ferritmémória között.
$\underline{U}$ :	$/J/ + 1 \Rightarrow J$ és $/U_c/ \Rightarrow U_{sz}$ ha $/J/ \neq 0$ vagy $/U_{sz}/ + 1 \Rightarrow U_{sz}$ ha $/J/ = 0$	vezérlés átadási utasítás, az indexregiszter tartalmától függően.
$\underline{V}$ :	$- /A/ \Rightarrow A$	az A regiszter tartalmának -1-el való szorzása /előjelének megváltoztatása/.
$\underline{W}$ :	$/B/ \Rightarrow C$ és $/C/ \Rightarrow f$ vagy $/C/ \Rightarrow t$	az utasítás szó címzésében megadott memória /ferritmémória vagy lemezmemória/ címre írja be a B regiszter tartalmát. Közben törli a C regiszter tartalmát
$\underline{X}$ :	$0 \Rightarrow A$	törli az A regiszter tartalmát, azaz 0-t visz az A-ba.
$\underline{X}$ :	$/\sqrt{c}/ \Rightarrow J$	A regiszter utolsó 6 jegyének 9-es kiegészítőjét viszi a korábban már törölt indexregiszterbe.
$\underline{Y}$ :	$/\bar{J}/ \Rightarrow A$	az indexregiszter tartalmának 9-es kiegészítőjét beírja az előzőleg törölt A regiszterbe.

2. táblázat

vezérlő jelek blokkja, ŪA ūtemadó, MT mūveleti t arol , HV helyi vezérlő egység, OG  ragener tor.

Az AE alapmūveleteinek mūveleti idői /az első időtartam a f lszavas, a második az eg szszavas mūveletv gzésre vonatkozik/ a következők:

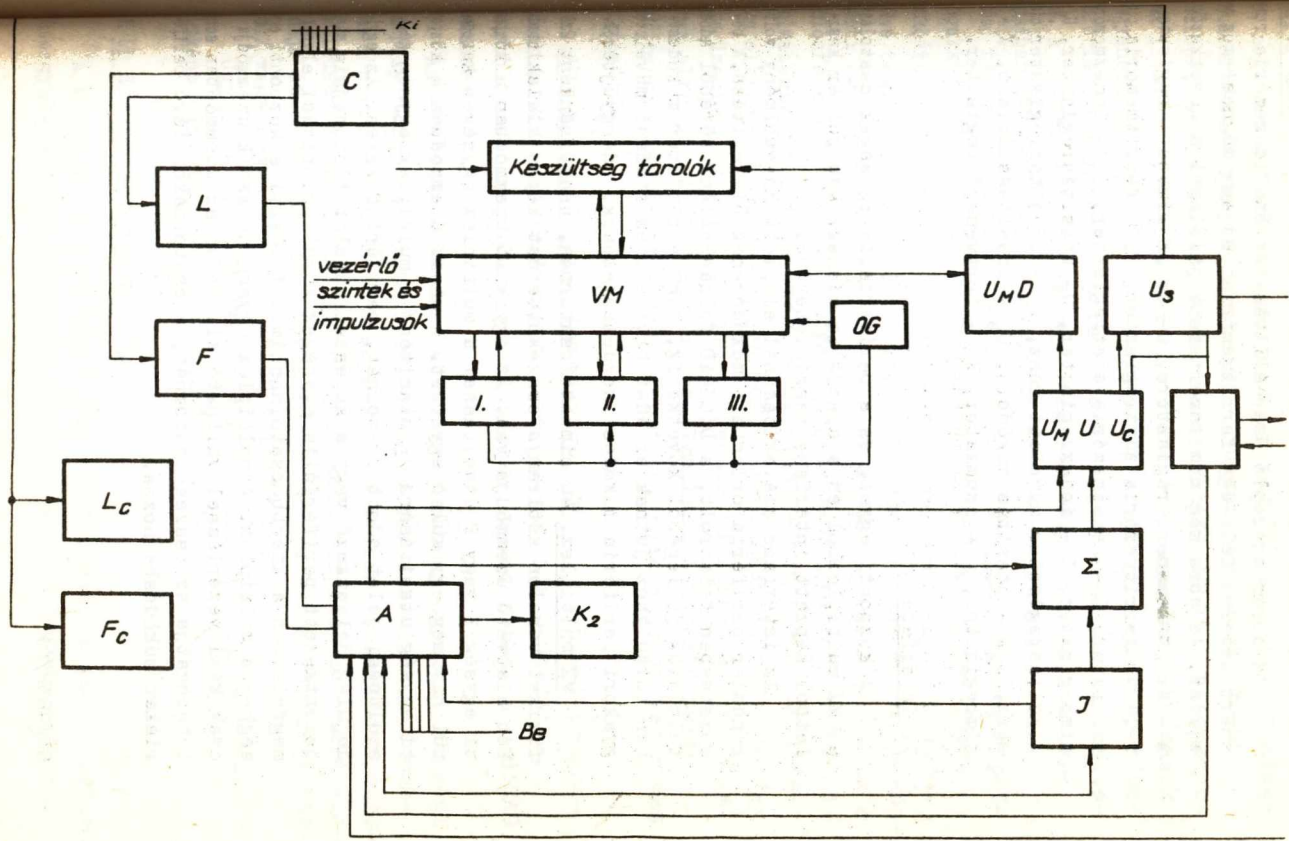
- decimális összeadás és kivonás, bináris összeadás és kivonás, logikai összeadás és szorzás:  $100 \mu\text{s}/160 \mu\text{s}$
  - decimális összeadás és kivonás valamint bináris összeadás és kivonás /mind a négy felsorolt mūvelet típusnál, ha a tényleges mūveletv gz sben a kisebbbitend  abszolut értéke kisebb a kivonand n l/:
- $190 \mu\text{s}/310 \mu\text{s}$ .
- decimális szorzás /n a szorzó nem 0 jegyeinek száma/:
- $270+n60 \mu\text{s}/340+n120 \mu\text{s}$ .
- decimális osztás /n a hányados értékes számjegyeinek száma:
- $180+n585 \mu\text{s}/210 + n975 \mu\text{s}$ .
- decimális léptetés k tetr ddal:  $20 + k 10 \mu\text{s}$ .
  - bináris léptetés k bittel:  $20 + k 10 \mu\text{s}$ .

## 5. M memória

A DIGIRAD rendszer szervezése lehetővé teszi minden decimálisan cimezhet , önálló vezérlésű /funkcionális egység jellegű/ memória illesztését, amely a rendszer  $10/20 \mu\text{s}$ -es  rajeleivel működtethető, különálló adat és cimregisztere van. Maximális kiépítési lehetőség 0-999950 cimtartom ny keretén belül. A kisérleti munkákra rendelkezésre áll a VILATI M 10 jelű memóriája, amelynek kapacitása 10000 sz /52 bit, ciklusideje 20 ms..

## 6. VE vezérlő egység

A vezérlő egység vázlatos felépítése a 3.ábrán látható. Az OG  ragener tor  $10 \mu\text{s}$  ciklusidejű impulzus sorozatot bocsát ki. A különböző vezérlési mūveletek ūtemez s t a három ūtems ml l  /I-II-III/, a VM vezérlő mátrixszal kölcsönhatásban végzi. Az egyes funkcionális egységek készültségét a készültségi t r l  /önálló 1 bites regiszterek/ jelzi.



433

Az ábrán szereplő összeállítás két önálló memória részert tetelez fel, egy ferritmemóriát és egy mágneslemez memóriát. Az ábra még nem ismertetett jelölései a következők: A - az AE bemeneti regisztere, C - az AE kimeneti regisztere, F - ferritmemória adatregiszter,  $F_c$  - ferritmemória címregiszter, L - lemezmemória adatregiszter,  $L_c$  - lemezmemória címregiszter, I - indexregiszter, U - utasításregiszter,  $U_c$  - utasításregiszter műveleti rész,  $U_c$  - utasításregiszter cím rész,  $U_d$  - utasítás átkódoló,  $U_s$  - utasításszámláló, X - címregiszter,  $\Sigma$  - szummátor,  $K_2$  - törtvessző regiszter.

## 7. Interface

A központi egység és a perifériális egységek csatolása az MX multiplexből és a speciális kialakítású puffer készletből képzett interface teszi lehetővé.

Az interface kialakításánál alapvető követelmény volt a rendszer periféria orientált működésének biztosítása. A bevezetésben felsorolt, a DIGIRAD felhasználási köréből adódó feladatok jellegéből következik, hogy a rendszer működésében túlsúlyhoz jutnak az adat beviteli és kiadási műveletek gyakori periféria működési kezdeményezések, adatgyűjtések.

MX multiplex. 40 címzett csatornán, csatornánként 2x6 fizikai vonalon kétirányú összeköttetést képes kialakítani. Két alapvető üzemmódja van. Az egyik fő üzemmódban a központi egység E vagy P utasítással a multiplex egységen keresztül hív meg egy külső egységet. A másik üzemmódban a központi egység utasítására K utasítás/ a multiplex egység készsültségi jelet adott csatornát, perifériát keres. Az egyidejűleg jelentkező vagy a keresési művelet időpontjáig már jelentkezett perifériális egységek közül prioritási elvnek megfelelően a kisebb csatornaszámot illeszti a központi egységhez a multiplex. A multiplex egység harmadik üzemmódja csak kézi vezérléssel váltható ki. Ebben az üzemmódban sorolatapogatja az összes csatornát, a csatornákon lévő perifériákat működésbe hozza.

Puffer készlet. A puffer tárolók készletét úgy alakítottuk ki, hogy azok lyukszalagolvasók /5 vagy 8 csatorna/, szalaglyukasztók /5 vagy 8 csatorna/, lyukkártyaolvasók /80-90 szlop/, telex berendezések, sornyomtatók és kézi beadószerek illetve kijelző mezők működtetésére egyaránt alkalmasak legyenek. A pufferek segítségével a központi egység és a perifériális egységek időtranszformációját kívánjuk biztosítani. A pufferes osatolás egy utasítás végrehajtása vonatkozásában függetleníti a központi egység működését a különböző típusú perifériák működésétől. A központi egység a pufferekkel 100 kHz alapfrekvenciával forgalmaz. A periféria működtetését a puffer helyi vezérléssel irányítja. Ez lehetővé teszi az összes perifériális egységre vonatkozóan a központi egység vezérlő jeleinek szabványosítását. A pufferek a különböző perifériális egységek jellegétől függetlenül - alkalmazástechnikai követelmények miatt - háromféle kiépítésben alkalmazhatók. A teljes puffer numerikus és alfanumerikus üzemben egyaránt működhet. Csonka pufferrel a periféria csak alfanumerikus üzemben forgalmazható. A vezérlő puffer időtranszformációt nem tesz lehetővé, csak a helyi vezérlést biztosítja.

APE automatikus programbevivő egység. Az üzemi programozók munkájának megkönnyítése érdekében mikroműveletes, szimbolikusan megadható utasításokkal működtethető a DIGIRAD rendszer.

Az utasítás szó műveleti részét néhány egyszerű képzési szabály alapján, közvetlenül írhatja fel szimbolikus formában a programozó. Az APE egység a 8B kódban lyukasztott, szimbolikusan megadott programot gépi kódu utasítás szavakká alakítja át. Az utasítás szavak tömbökben /a kezdő cím megadásával/ vagy egyedileg címzetten vihetők be.

Ugyancsak az APE teszi lehetővé adat tömbök vagy tételeként címzett adathalmaz bevitelét is.

### 3. DB diszpécser berendezés

A DIGIRAD rendszerben kitüntetett szerepük van az egyes üzemegekben elhelyezett DB diszpécser berendezéseknek.

Ezek a berendezések két önálló részből, adatfeldolgozó és jelző-regisztráló egységből állnak. Az adatfeldolgozó egységük az MX multiplexhez közvetlenül csatolva kétirányú forgalmat bonyolít le a központi egységgel. Jelző és regisztráló egységük viszont az üzemegység diszpécserére számára optikailag jelzi és regisztrálja a termelési és technológiai jellemzőket munkahelyenként és összesítve.

A DB adatfeldolgozó egysége 25 illetve 100 munkahely adatainak gyűjtésére, a munkahelyekre történő adat kijelzésre alkalmas. Munkahelyenként 3 számlálót tartalmaz. Az egyes számlálók decimális rendszerben /Nadler kód/ három helyértékekkel rendelkeznek. Az egyes számlálók rendeltetése: darabszámlálás, a még termelendő mennyiség jelzése, állásidő jelzés /30 sec egységekben/.

Az egyes munkahelyi számlálók működtetése a különféle munkagépeken elhelyezett automatikus impulzusadókkal vagy kézi kapcsolókkal történhet a felhasználási terület műszerezettségének megfelelően.

DB adatfeldolgozó egysége telex berendezést tartalmaz. Ez az eszköz teszi lehetővé a munkahelyi számlálók tartalmának kiiratását /címzett meghívás vagy sorrendi letapogatás üzemmódban/ nyomtatott, lyukasztott formában illetve táviró vezetéken. A telex egység gépadóján keresztül tölthető fel lyukszalagról a második munkahelyi számláló, amely a munkahely által a műszakban termelendő darabszámot tárolja.

## 9. DIGIRAD software

A Digirad automatikus működése a vezérlő programra épül. Ez a program tartalmazza a rutinszerűen végzendő adatgyűjtési és feldolgozási feladatok sorolását, az egyes rutinok programjainak elhelyezését, azok meghívásának és futtatásának feltételeit. A vezérlő program része az egyes feladatok prioritási mértékét meghatározó program.

A DIGIRAD software - amelynek kidolgozása ugyancsak az AXI GRKCS-ban folyik, s amelyet jelen tanulmányban még csak vázlatosan sem kívánunk ismertetni más helyeken történt publikációk miatt - szokványos matematikai feladatok rutinjain

kivül tartalmazza a felhasználási területtől függő alkalmazási rutinokat is.

10. DIGIRAD műszaki kivitele

A Digirad egyes funkcionális egységei TRT logikai elemekből, rack-rendszerben készültek.

A T.P.A.-hoz KIFEJLESZTETT TÁROLÓ CSALÁD  
 Nyitrai Zoltán  
 Központi Fizikai Kutató Intézet

Összefoglalás

Az előadás ismerteti egy 4096 szavas  $\varnothing$  2 mm-es ferritgyűrűkből készült tárolót, amelynél az olvasás és írás együttes ideje 10  $\mu$ s, hozzáférési idő 3,5  $\mu$ s, valamint egy ugyancsak 4096 szavas  $\varnothing$  0,55 mm-es ferritgyűrűkből készült gyors tárolót, amelynél a fenti teljes ciklusidő cca. 1  $\mu$ s, hozzáférési idő 0,4  $\mu$ s.

Az előadás foglalkozik a tárolók ellenőrzésével a legkedvezőtlenebb zajviszonyokat előidéző információeloszlás alapján és kitér néhány érdekesebb problémára.

1/ 4096 szavas, 13 bites, 10  $\mu$ s-os tároló<sup>✱</sup>

A T.P.A. felépítésének megfelelően a 4096 szó mellett 12+1 bitet igényel. A gép felépítéséből következően a tároló egységnek sem saját címregisztere, sem puffer regisztere külön nincs; a címregiszter szerepét a gépben lévő MCR, /Memória Cím Regiszter/ a puffer regiszter szerepét pedig az MPR /Memória Puffer Regiszter/ tölti be közvetlenül.

Az adattárolás R1-T0 típusu /névleges egész áram 30° C-nál 700 mA/ 2 mm átmérőjű cseh gyártmányu, vagy a fenténél nem nagyobb áramu, bármilyen hasonló paraméterekkel rendelkező /például 1,25 mm átmérőjű 6D5-ös Philips gyártmányu/ ferritgyűrűkből készült mátrixban történik. A mátrix 13 siktot,

<sup>✱</sup>Az előadás ezen része Nyitrai Zoltán és Kántor Judit II. Mágneses Jelrögzítési Konferencián/1966.október 11-15/ elmondott előadása, valamint a Mérés és Automatika 1967. I.1. számában megjelent cikk alapján készült.



sikonként 4096 gyűrűt tartalmaz. A készülék az áramkoincidenca elv alapján működik. /3D rendszer/. Az egyes gyűrűkön négy vezeték halad keresztül; egy X; egy Y; egy tiltó /Z/; és egy érzékelő /S/ vezeték.

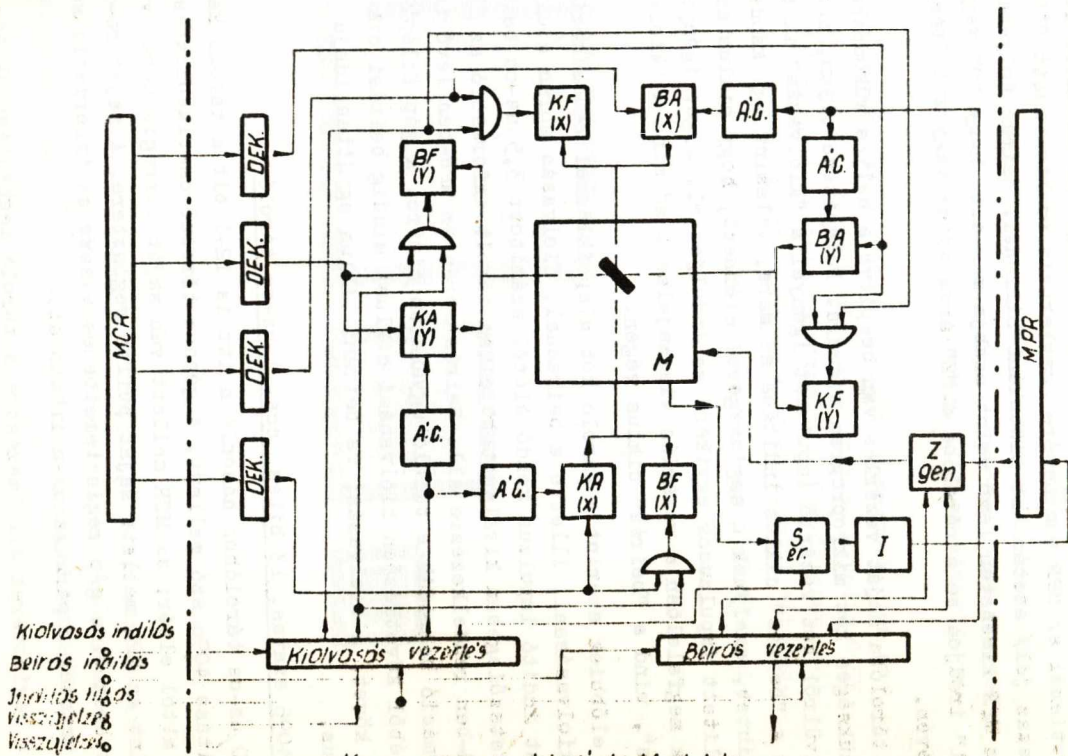
A készülékhez két bináris regiszter csatlakozik, az MCR és az MPR, amelyek a tároló szerves részét alkotják. A 12 bites MCR segítségével a 4096 címből bármelyik felkereshető. Az MPR a tárolás során arra szolgál, hogy a kívánt címről kiolvasott, vagy egy adott címre beírni kívánt információt átmenetileg tárolja. Az MPR-hez bitenként egy tiltó /Z/ generátor és egy érzékelő /S/ erősítő csatlakozik.

Egy adott címhez tartozó X, illetve Y vezeték kiválasztása tranzisztor-diódás kapuk segítségével történik.

A gyűrűk számára a meghajtó áramokat /X, Y féláram/ négy, az egység tápfeszültségeitől független feszültségre csatlakozó áramgenerátor szolgáltatja.

A tároló funkcionális blokkvázlata az 1. ábrán látható. A kiválasztás megoldása olyan, hogy a megfelelő alsó, illetve felső kapukat - amelyek kiolvasó alsó /KA/ illetve felső /KF/, valamint beíró alsó /BA/, illetve felső /BF/ kapuk lehetnek - dekódolók segítségével a 3 bites csoportokra osztott MCR jelöli ki. Ilyen rendszerű kiválasztás esetén a felső kapuk kijelölését a kiolvasásnak, illetve a beírásnak megfelelően váltani kell, erre a célra egy - a vezérlésbe beépített - monostabil szolgál. A négy szimmetrikus felépítésű 3 bites csoportból /a hozzá tartozó dekódolókkal együtt/ az első kettő az X vezeték, a második kettő az Y vezeték kiválasztását végzi.

A tároló érzékelő erősítője kétfokozatu differenciálerősítő; a bemenetéhez szimmetrikusan lezárva a mátrix S vezetéke, kimenetéhez pedig egyenirányító fokozat csatlakozik, amely biztosítja az erősítő fokozat szimmetrikus terhelését.



1. ábra 10μs-os tároló blokkvázlata

Az egyenirányító fokozatot áramerősítő, majd zajvágó és mintavételezhető komparátor fokozat követi, amelynek kimenete már a zajtól időben és szintben különválasztott jelet logikai szinten egy inverter bemenetére adja. Az inverter közvetlenül az MPR bemenetére csatlakozik és kiolvasott "1" /azaz jel/ esetén azt bitenként billenti. Beírás folyamán az MPR kimenetén lévő szint szabja meg azt, hogy "0" vagy "1" íródjon be a tárolóba a "Z" áram adása vagy kitiltása révén.

A tárolóba saját vezérlés van beépítve a helyes működéshez szükséges két mikroprogram számára. Felépítése olyan, hogy kívülről két vezérlő impulzust igényel a "kiolvasás" illetve a "beírás" ciklus indítása számára, valamint egy kapuzó szintet, amelynek a segítségével elérhető, hogy ciklus az említett impulzusok egyikére se induljon el. A gép igényeinek megfelelően a vezérlés visszajelzést ad mind a "kiolvasás", mind a "beírás" ciklus végén.

Az előbbieket szerint a tároló két alapciklussal rendelkezik, a kiolvasással, illetve a beírással. Kiolvasás során a ciklust indító impulzus kezdő élétől számított  $3,5 \mu\text{s}$ -on belül a tetszőlegesen kiválasztott címen tárolt információ az MPR-ben rendelkezésre áll. Beírás során az MPR-ben levő információ beíródik a tároló ugyanazon címére. A gép felépítéséből következően kiolvasási ciklust mindig beírási ciklus követ. A kiolvasási és beírási ciklus együttes ideje  $10 \mu\text{s}$ .

## 2. 4096 szavas, 13 bites, cca. $1 \mu\text{s}$ -os tároló

A  $10 \mu\text{s}$ -os tárolóhoz hasonlóan itt is  $12+1$  bit a tároló kapacitása 4096 szó mellett. A géphez történő csatlakoztatásában attól eltér; az MCR mellett van saját címregisztere, valamint az MPR mellett saját puffer regisztere. A saját regiszterekből a gép regisztereibe és vissza az információ két-két vezetéken párhuzamosan írható át.

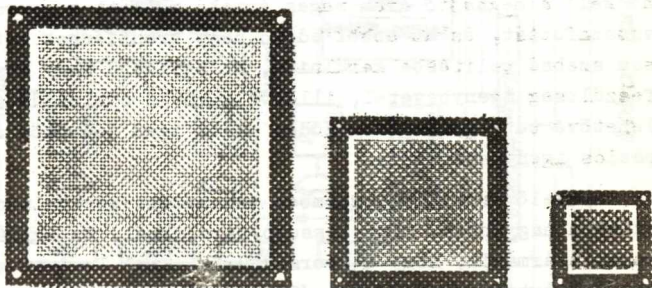
Saját regiszterek alkalmazására a tároló meghajtásának se-

besség-, valamint áramigény miatt került sor.

A tárolás céljaira 6H1-es típusu, 0,55 mm átmérőjű Philips gyártmányu ferritgyűrűket alkalmaztunk. Névleges meghajtó árama  $40^{\circ}\text{C}$ -nál 835 mA; kapcsolási ideje 0,2  $\mu\text{s}$ ; 50 ns fel-futásu meghajtó áramimpulzus esetén. A fenti magokból szintén 4096 db helyezkedik el egy sikon. Maximális szerelési mérete 73x73 mm. Az egyes gyűrűkön, - amelyek belső átmérője 0,35 mm - ebben az esetben is négy, 0,06 mm átmérőjű vezeték halad keresztül.

A 2. ábrán látható mátrix sikkok közül a legnagyobb 2 mm átmérőjű; a középső 1,25 mm átmérőjű; a legkisebb pedig 0,55 mm átmérőjű magokat tartalmaz, mindegyik 4096 darabot. Jól látható a lassu és gyors rendszer méretei közötti eltérés.

A tárolóhoz egy 12 bites címregiszter és egy 13 bites puf-



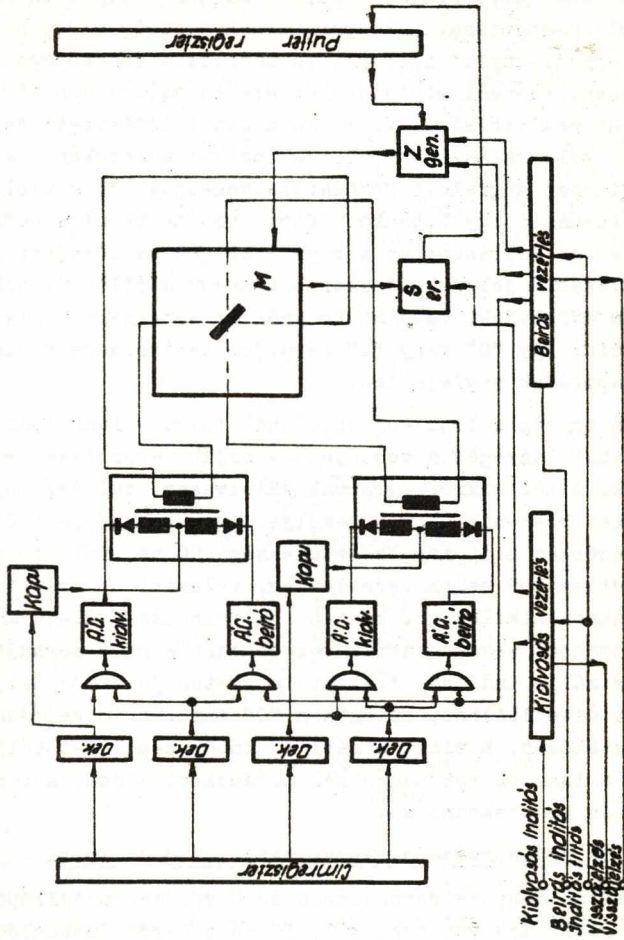
2. ábra

fer regiszter csatlakozik közvetlenül. Egy adott címhez tartozó X illetve Y vezeték kiválasztására ebben a rendszerben transzformátor-diódás kapuk szolgálnak. Az ugyancsak 3 bites

csoportokra osztott címregiszterhez dekódolók, a dekódolók kimeneteihez pedig felváltva áramgenerátorok és nagyszintű kapuzó fokozatok csatlakoznak. A kiválasztásnak ezt a módját azért választottuk, mert a transzformátor módot ad arra, hogy a mátrix vezetékek egymáshoz képesti kapacitásait - a transzformátor által képviselt lényegesen kisebb kapacitással sorba kapcsolva - leválasszuk a kiválasztó rendszer nagyszintű fokozatairól. A transzformátor ugyanakkor további problémákat vet fel, mivel annak át kell vinni a gyors felfutásu meghajtó áramot, igen szoros csatolásának és kis kapacitásának kell lennie. Az alkalmazott transzformátorok áttétele 1:1, a primer oldalra csatlakoznak a kioldó illetve beíró áramgenerátorok, a kapuzás a primer oldal középleágazásánál történik 30 V-os kapuzó szinttel. A transzformátor szekunder oldala a mátrix vezetékeket hajtja. A tároló funkcionális blokkvázlata a 3. ábrán látható.

Az áramgenerátorokkal szemben támasztott követelmények itt fokozottabbak, mint lassabb rendszereknél, mivel biztosítani kell a meghajtó áram magas értéke mellett a gyors fel- és visszafutást, és az ebből adódó nagy tranziensek hatására sem szabad telítésbe kerülniök. Ez egyidejű nagy áram és feszültség igénybevétel, illetve a rövid ciklusidő által lehetővé tett gyors ismétlődés miatt igen jelentős disszipációs igénybevétel is.

Az érzékelő erősítővel szemben támasztott követelmények szintén nagyobbak, mint lassabb tárolóknál. Ez egyrészt onnan származik, hogy a gyors gyűrűk által leadott minimális jel értéke alacsonyabb /30 mV/ mint a lassubbaké, másrészt a kapott jel lényegesen gyorsabb, így a nagyobb erősítés mellett az erősítő nagyobb sávszélességgel is kell, hogy rendelkezzen. További szempont még az, hogy a közös fázisban érkező zajokra az erősítő nem lehet érzékeny, s ha azok amplitúdóban ugyan nem térnek el számottevően a lassabb rendszerekben előforduló értékektől, felfutásban az eltérés jelentős, s e miatt az erősítőnek lényegesen nagyobb



3. ábra. 195-ös tarabó hálózata.

frekvenciákon elegendő közös fázisu nyelvényomással kell rendelkeznie. Mind az erősítőre, mind az erősítőt követő komparátorra nézve követelmény a teljes sáv szélességen belüli szimmetria megtartása. A komparátornak - amely a jelen esetben az egyenirányító szerepét is betölti - lehetőséget kell biztosítani időbeni mintavételezésre és változtatható küszöbszint beállítására. Az ilyen módon felerősített és a zajoktól különválasztott jelet - logikai szinteken - a pufferegiszter megfelelő fokozatára vezetjük, és a kiolvasott információ így bitenként párhuzamosan kerül a pufferegiszterbe. Beírásakor ez a regiszter gondoskodik arról, hogy a vezérlő jel érkezésekor bitenként a tiltó /inhibit/"Z" áram átfolyjék, vagy ne folyjék át a megfelelő sávközvetítőkre; így "0" vagy "1" kerüljön betárolásra a binstabil állapotának megfelelően.

A tároló egység a  $10\mu\text{s}$ -os tárolónál leírt - funkcionális szempontból lényegében megegyező - saját vezérléssel rendelkezik. A két mikroprogramnak /kiolvasás, beírás/ megfelelően két rész-ciklus van, amelyek együttes ideje  $1,0-1,2\mu\text{s}$ . A vezérlés alap impulzusszélessége  $50\text{ ns}$ , fel- illetve visszafutása  $5-7\text{ ns}$ . A vezérlésben, valamint a regiszter fokozatokban alkalmazott bistabilok felbontása  $20-30\text{ MHz}$ . Az alkalmazott vékony mátrix vezetékeken a nagy meghajtó áram maximális indítási frekvencia esetén jelentős teljesítményt disszipálhat, különösen "0" információ beírásakor a Z vezetékeken. E miatt a mátrix tömböt nem lehet teljesen lezárni a lassabb rendszereknél megszokott módon, sőt a hűtéséről is gondoskodni kell.

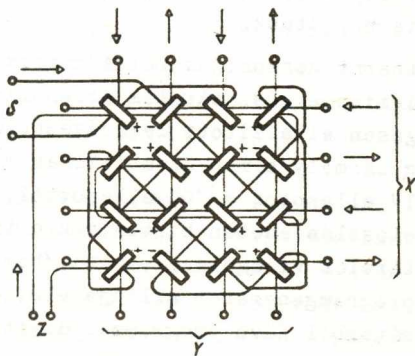
### 3. Tárolók ellenőrzése a "Worst pattern" módszerrel

Az áramköincidenciás rendszerben az S vezetéken fellépő zajok egy része más vezetékekről, főleg a Z-ről indukálódik át, a tiltó áram ki- be kapcsolásakor. Ezek elsősorban közös fázisban érkeznek és túlterhelik az S erősítőt, valamint hosszabbítják a beírás ciklusidejét. A kiolvasott jelektől mintavételezéssel elkülöníthetők.

A zajok másik része a normál magzajokból származik. Ezek csökkentésére mindkét tárolóban egyrészt a klasszikus zajkompenzációt biztosító S vezeték elrendezést, másrészt "beírás utáni zavarást" /post writ disturb/ alkalmaztunk.

Ez utóbbinak az a lényege, hogy egy négyszöghiszterézis-görbéjű ferritgyűrűnél mindig az első kiolvasó áram irányú zavaró áramimpulzus hatására létrejött zaj a legnagyobb. Ha közvetlenül a beírás után az összes magot kiolvasás irányban félárammal megzavarjuk, akkor a következő /valódi/ kiolvasás során a félárammal zavart magok már kisebb zajt keltenek az S vezetéken.

A 4. ábrán látható S vezeték elrendezést figyelembe véve azt



4. ábra Zajkompenzált S vezeték elrendezés.

tapasztaljuk, hogy az összes gyűrű azonos állapotú átmágnesezése esetén a kiválasztott X illetve Y vezeték mentén egy-egy, összesen tehát két mag félárammal történt megzavarása következtében keletkezett zaj marad kompenzálatlanul. A kompenzáció a többi magra nézve elég tökéletes, mert az azonos állapotban lévő gyűrűk által leadott zaj közel azonos. A két kompenzálatlanul maradt gyűrű zaja pedig elha-



nyagolható a kapható jel mellett. Figyelembe véve a hisztézis görbe alakját, tehát azt, hogy kiolvasó-irányu zavarás esetén az "1" illetve "0" állapotban levő magok különböző nagyságu zajimpulzust keltenek az S vezetéken, arra következtetésre jutunk, hogy a zajkompenzáció nem tökéletes, mértéke a síkban tárolt információtól függ. A legrosszabb zajkompenzációt akkor kapjuk, ha a kiválasztott X, illetve Y vezeték mentén lévő magok fele "1", illetve "0" állapotban van, mégpedig úgy, hogy az S vezetékre nézve pozitív polaritású jelet adók az egyik, a negatív polaritású jelet adók a másik állapotba vannak átmágnesezve, vagy fordítva. Ha az egész síkban olyan információeloszlást hozunk létre, hogy az előbbieket bármely kiválasztott gyűrűsorra és oszlopra érvényesek, akkor az ún. "legrosszabb mintához" /worst pattern/ jutunk.

A worst patternt használjuk fel a mátrix síkok, a mátrix tömbök, valamint a kész tárolók ellenőrzésére. Ha ugyanis a mesterségesen előállított legkedvezőtlenebb zajviszony mellett még bármely címen üzembiztosan meg lehet különböztetni az "1" állapotot a "0" állapottól, akkor ez bármely információeloszlás esetén biztosíték a tároló helyes működésére. A tárolók vizsgálata esetén /beméréskor/ ezt a programot egy programgenerátor állítja elő, és a tárolt tartalmat a generátorból jövő programmal digitálisan, címenként bitenként automatikusan összehasonlítja. Hiba esetén a be rendezés leáll és jelzi a hibás címet, az adott címen a hibás bitet, valamint azt, hogy információ veszteségről, vagy hamis információ keletkezéséről van-e szó. Az üzemelő gépnél a tároló "test" programjai ugyanezen vizsgálat elvégzését teszik lehetővé azonnal az eltéréssel, hogy az utóbbi esetben a tárolóban a vizsgáló program is benne van, így a viszonyok nem minden kombinációban a legkedvezőtlenebbek.

A VILATI-BAN KIFEJLESZTETT FORGÓ MÁGNESLEMEZES TÁROLÓCSALÁD  
Peller Róbertné  
VILATI

### Bevezetés

A VILATI-ban kifejlesztett forgó mágneslemezes táruk a közepes hozzáférési idejü - kb. 10 msec - és a közepes kapacitású - jelenleg max. 100 000 bit/ lemez - memóriák közé sorolhatók.

Egy- és tizlemezes kivitelben készülnek: a tizlemezes egységeknél egy lemez a többi kilenctől függetlenül indítható és állítható le, és néhány másodperc alatt egyetlen kézmozdulattal cserélhető. A lemezcseréje lehetősége gyakorlatilag a kapacitás tetszőleges bővítését jelenti. Az információval teleirt fóliák tárolására tasakos rendszerű fóliatároló szolgál.

A memória szekrénye a forgómechanizmust, az elektronikát és a tápegységet foglalja magában. A forgómechanizmus önálló, leemelhető egységként a szekrény tetején foglal helyet, az elektronika és a tápegység kártyákra, ill. fiókokba szerelve közös vázrendszerbe - rack-be- dugaszolható. Az egyes szekrénytipusok egyedileg formatervezettek.

Ezen ismertetés a forgómechanizmust és a tápegységet csak futólagosan, a kellő áttekintés végett érinti, részletesebben pedig az elektronika rendszertechnikát áramköri megvalósításával, a felhasználót érintő csatlakozási, szervezési és variációs lehetőségekkel foglalkozik.

### Forgómechanizmus

A memória tulajdonképpeni információátároló egysége a forgómechanizmus. Az információátárolás négyszögghiszterézisű vasoxid emulzióval ellátott rugalmas műanyag fólián történik. Az írás-olvasást speciális, ferrit író-olvasó fejek

végzik, amelyek közös fejtartó lemezben foglalnak helyet. A jelenlegi kiépítésben egy lemezen 60 író-olvasó fejet helyezünk el, melyből kettőt vezérlési célokra használunk fel, a többi 58-ból a kivánalmaknak megfelelő számú működtethető ill. képezheti a tartalékot. A továbbfejlesztés - megmaradva fixfejes rendszerek körében - mind a néhány száz fejet tartalmazó, igen nagy átmérőjű lemeztárak, mind a csupán 8-10 fejet tartalmazó, igen kis méretű és olcsó memóriák felé is irányulhat. A teljes információ törlésére ugyancsak a fejtartó lemezbe épített, a vezérlőfejek kivételével a teljes mezőt átfogó nagy légrésű törlőfej szolgál.

Írás-olvasásnál a fólia a fejtartó lemez, illetve a fejek előtt néhány  $\mu$ m-es légpárnán forog.

A forgó mozgást háromfázisú rövidrezárt forgórészű aszinkron motor biztosítja. A motorról átadódó forgatónyomaték a forgó fólia tengelyére gumi tengelykapcsolókon jut. A lemezek fordulatszáma 3000/perc, s így egy cím átlagos hozzáférési ideje 10 msec.

### Tápegység

A memória tápegysége a VILATI Számjegyes Automatika Osztályán fejlesztett egyéb digitális nagyberendezések tápegységével azonos elven épül fel.

A tápegységrendszer tipizált modulelemeiből építőköcként elven, a szükséges tápfeszültség fajták és azok áramigénye alapján, tetszőleges variációk építhetők ki. Lehetőség nyílik a hálózati transzformátor és az egyenirányító-szűrő egységeknek a szükséges teljesítmény szerinti megválasztására, s ugyancsak ez alapján határozható meg a  $\pm 12$  V/2,5 A és  $+24$  V/1,5 A paraméterekkel jellemezhető egyenáramu stabilizátorok száma. A stabilizált feszültségek a hálózati feszültség  $+10\%$ - $-15\%$ -os ingadozása esetén  $\pm 1\%$ -kal kisebb mértékben ingadoznak.

A tápegység bemenetén váltóáramú szimmetrikus szűrőrendszer akadályozza meg a külső zavarjelek bejutását, ill. a nagyfrekvenciás zavaroknak a hálózatra történő visszatáplálását.

A tápegység speciális figyelő, ellenőrző rendszerrel rendelkezik. Figyeli a stabilizált feszültségek ingadozását, s tartós, 300 msec-nál hosszabb  $\pm 20\%$ -os eltérés esetén a stabilizált negatív tápfeszültségek elektronikusan letiltódnak.

A tápfeszültségek mindig adott sorrendben kapcsolódnak rá az elektronikára; először a pozitív, azután a negatív tápfeszültségek, s ezek közül is utoljára az írást tápláló negatív feszültség.

A memória a többi digitális berendezéshez képest egy járulékos követelményt támaszt a tápegységgel szemben: a memória író-erősítőinek végtranzisztorai 2,5  $\mu$ sec-nál szélesebb jel esetén tönkremennek. Így jelszélesedés, erősítőhiba, tápfeszültség kimaradás esetén egy figyelő áramkör első lépcsőben az írókapuzó erősítőknak, 300 msec-nál hosszabb zavar esetén pedig a teljes rendszernek a tápfeszültségét letiltja.

A tápegység transzformátor, egyenirányító és szűrő egységei dugaszolható fiókokban, stabilizátor és figyelő, ellenőrző egységei valamint a teljes elektronika dugaszolható, nyomtatott áramköri szerelésű kártyákon foglalnak helyet. A fiókok, kártyák közös, Al profilrudakból összeállított rack-be dugaszolhatók.

#### A memória ki- és bemeneti jelei

A beírandó információt kívülről a memória adatregiszterébe kell tölteni. Az adatregiszter kártyáinak olyan választékát építettük ki, hogy a kábelezés változtatásával akár teljesen párhuzamos, akár kódontként párhuzamos bitenként soros, vagy akár teljesen soros adatbevitel és adatkivitel is lehetséges legyen. Külön kapurendszer nélkül megvalósítható a regiszternek két helyről való feltöltése, vagy mindkét helyről párhuzamosan, vagy egyik helyről párhuzamosan, a másik helyről kódontként beléptetve az információt. Régebbi memória típusainknál még két - külön be- és kimeneti-regisztert alkalmaztunk, az újabbaknál ezeket összevontuk. Így a szolgáltatások köre annyiban szűkült, hogy írás alatt nem lehet

a regiszterből adat kiléptetést, olvasás alatt pedig adat beléptetést végezni. Az író és olvasó erősítők az adatregiszterrel épülnek egybe.

A címzésre vagy bináris, vagy binárisan kódolt decimális, vagy akár tetszőleges kódban felépített rendszerben van lehetőség, végezhető teljesen párhuzamosan, BCD rendszernél tetrádonként sorosan, bitenként párhuzamosan, de épült már olyan bináris címzésű memória címregiszter is, melybe 3 bitenként, azaz 8-as számrendszerben lehetett sorosan beírni. Egységes rendszer és választék nem alakult ki ezen a téren, hanem a címregiszter a kívánalmaknak megfelelően egyedi tervezésű. Szükséges ez azért is, mert ha a felhasználók más-más azóhosszuságú adatokkal kívánnak dolgozni - ami az adatregiszter kártyáinak számával és a fejszelekciós mátrix más behuzalozásával könnyen variálható - ugyanazon bitkapacitás mellett is az elhelyezhető szavak száma esetenként más-más. A címregiszterek közös jellemzője, hogy minden esetben növekményesen léptethetők, a kívánt blokkátviteli sebesség függvényében 1-2 vagy több vezérjelenként. Blokkátvitel esetén a felhasználónak csak kezdőcímet kell adnia, a további címzést elvégzi a kívánt rendszer szerint a memória saját maga.

A külső felhasználónak ezen kívül írás-olvasás művelet-választó szintet, valamint indítást kell adnia. A memória minden egyes írás vagy olvasás elvégzése után visszajelzést ad, mely a csatlakozó berendezésekben mint szinkronizáló jel használható fel.

A vezérlést is esetenként, a kívánalmaknak megfelelően alakítjuk ki. Épült pl. olyan memóriánk, mely indító impulzusra működött, s csak egyetlen írást vagy olvasást hajtott végre a kijelölt címen. Ujabb művelethez új startot és címet kellett adni. Az EMG által rendelt memóriánk indítása szinttel történik, s folyamatosan, blokkban addig ír vagy olvas, amíg a szint meg nem szűnik; a kívülről megadott kezdőcímtől a címregiszter növekményes léptetését maga a memória végzi. Az EMG kérésére eleget tettünk olyan speciális kívánalmaknak is, hogy a memória indítása két lépcsőben történjék.

a memóriához fordulás jelével egyidőben megtörténik a kezdő-cím megadása, a memória elkezd címet keresni; a kezdőcím megtalálása előtt kb. 260  $\mu$ sec-mal visszajelzést ad, s ha ezen 260  $\mu$ sec-on belül megérkezik az indító jel, akkor kezd a memória írni vagy olvasni.

Az elektronikán belül az egyes funkcionális egységek úgy vannak a kártyákon elhelyezve, hogy a címzési és vezérlési rendszernek a fent említett rugalmas változtathatósága, esetenkénti egyedi újratervezése csupán max. 3 kártyát érint.

### A memória működése

A működés elvét a blokkvázlat szemlélteti.

A memória minden lemezének legkülső pályáján egy kezdő-jel, következő pályáján pedig annyi vezérlőjel van felírva, ahány cím a lemezen vagy több zóna esetén a lemez legkülső zónájában maximálisan elhelyezkedik. Több zóna esetén a belső zónák számára ezen maximális vezérlőjelszámot elektronikusan leosztjuk.

A 10 lemez többi, azonos pályán elhelyezkedő fejei egy-egy közös író-olvasó csatornára csatlakoznak. Több zóna kialakítása esetén ugyanarról a lemezről az egyes zónák megfelelő fejei is egy közös csatornához tartoznak. A fejeválasztó mátrix feladata, hogy a kívülről beírt cím függvényében az egy csatornára csatlakozó fejek közül egyidőben mindig csak egy legyen rákapcsolva az író-olvasó erősítőkre.

A berendezés feszültség alá helyezésével az elektronika minden tárolója alaphelyzetbe állítódik, s így a 0 címet tartalmazó lemez fejei kapcsolódnak a csatornákra. A kezdő-vezérlőjel olvasó a kijelölt lemezről olvas, a kezdőjeltől indítva körülfordulásonként végigszámlaltja a vezérlőjel számát.

Működtetés esetén a cím, írás-olvasás művelet kijelölése és írás esetén a beírandó adat közlése után kell adni az indító jelet. Az állandóan számláló vezérlőjelszámlálóra és az alaphelyzetben a 0, egyébként a kívülről beírt címet tároló címregiszterre koincidencia áramkör épül, mely minden körülfordulásnál egyszer címegezés jelet ad a vezérlésnek. A ve-

zérítés a címegezés hatására csak akkor ad írás vagy olvasás parancsot, ha indítójelet is kapott. A címegezés és a tényleges írás - s ennek következtében az olvasás - között is általában 1 vagy 2 vezérjelnyi eltolódás van. Ez egyrészt az írás-olvasás helyének pontos beállítására szolgál, másrészt az olvasó erősítőink csak "1" olvasáskor adnak ki jelet. Így olvasáskor a cimkoincidencia jelével veszi kezdetét az adatregiszterből az előző olvasás eredményeinek törlese, tehát időben az olvasást el kell emiatt is késleltetni.

A címegezés pillanatában az író vagy olvasó erősítők kapuzóerősítőkön keresztül kapnak indítást.

Ha szükséges, a címegezés impulzus lépteti tovább a kívánalmaknak megfelelően a cimregisztert, s használható fel közvetlenül, vagy késleltetett formában külső szinkronizációs célokra.

#### A memória áramkörei

Az elektronika és a tápegység logikai része TRT rendszerű kockaáramkörökből épül fel. Terhelés és terhelhetőség szempontjából a be- és kimenetek az I-1 típusu inverternek felelnek meg. Leválasztó inverterek segítségével megoldottuk a szabadszintű TRT rendszerű áramkörökkel működő memóriának a megfogott szintű EMG rendszerrel működő berendezésekhez való csatolását is; kölcsönösen mindkét félnek minden kimenetre egy munkaelenállás nélküli invertert, s minden bemenetére egy a saját rendszere szerinti inverter-terhelést kell tennie.

A memória speciális áramköreit a VILATI-ban fejlesztetük ki. Az író-, olvasó-, olvasókapuzó erősítőket ugyanolyan kockaáramkör kivitelben szereljük, mint a Telefongyár a logikai áramköröket. A nagyobb teljesítményszinten működő írókapuzó és a lemezválasztást végző szinterősítők hagyományos szerelésűek.

Az íróerősítő az "1" és "0" íráshoz szükséges ellenkező irányú áramok előállítására két db, egyenként két-két inverterből álló csatornából áll. Bemenetei az adatregiszter

bistabil multivibrátorainak kimeneteire csatlakoznak, kimenetei a régebbi konstrukciókban a fejváltó áramkör diódáin keresztül egy író-transzformátor írótekerescsnek két végére, újabban pedig közvetlenül a fejtekerescsre. Az íróerősítők kapuzása az első inverterpár kollektor feszültségével történik, a második inverterpár táplálását pedig a fejtekerescs középmegecsapolására kapcsolódó és a lemezválasztást végző szinterősítő látja el.

A regiszter tartalma párhuzamosan, nullára visszatérő /RZ/ rendszerben íródik a lemezre. Megjegyzendő, hogy kísérletet folytattunk párhuzamos rendszerben is alkalmazható nullára vissza nem térő írási módszerrel, de alkalmazására még nem került sor.

Az írásnál a nagy áramlökés miatt fellépő földelési zaj csökkentése érdekében minden fejhez egy 10  $\mu$ F-os kondenzátor csatlakozik, s íráskor ebből fedeződik az energia. Ezért a lemezválasztást végző szinterősítő 2 csatornából áll: egy töltő és egy kisütő erősítőből. A két erősítő be-, ill. kikapcsolási késleltetése különbözik egymástól. Ezért szintváltáskor a kisütő erősítő működését annyival késleltetve kezdi meg, hogy ez idő alatt a töltő erősítő minden körülmények között kikapcsoljon. A kisütő erősítő csak addig működik, amíg a kondenzátorok biztonsággal ki nem sülnék. A kis stationer fogyasztás érdekében pnp és npn tranzisztorok kombinációból épül fel mindkét erősítő.

Az írás kapuzását végző erősítő egy npn tranzisztorokból felépített és az íróimpulzus szélességét meghatározó monostabil multivibrátorból, és 2 npn inverteres erősítőfokozatból áll.

Az olvasó erősítők elektromosan és mechanikusan is 2 egységből állnak. Az első egység egy 3 tranzisztoros, a második egy 2 tranzisztoros blokkból áll. Lehetőség van mindkét blokk erősítésének szabályozására: az elsőben a második tranzisztor emitterének hidegítésével, a másodikban az első tranzisztorfokozat emitterellenállás megecsapolásának hidegítésével. Gyakorlatban az első módszer alkalmazása nem célszerű, mert így az erősítő már a földelési zaj nagyságrend-



jébe eső 0,5 mV-os jeleket is erősíti, ez könnyen hibás működéshez vezet, valamint a nagy erősítés gerjedés-veszéllyel is jár. Így a második módszert szoktuk alkalmazni a csatornák hangolására.

A második blokknak már az első tranzisztorja is erősen túl van vezérelve, a második pedig olyan meredeekségű jelet szolgáltat, hogy a TRT áramkörök dinamikus működtetésére is alkalmas. A hasznos jel a végtranzisztor vezető állapotában van.

Az erősítő kapuzása a végtranzisztor emitterénél történik: a fejről jövő és a felerősített, közel félszinuszos jelekből csak az a szakasz jut ki, ameddig a végtranzisztor emittere az olvasó-kapuzó erősítőn keresztül földön van. Az olvasó-kapuzó erősítő egy speciális emitterkövető és inverterfokozatból áll.

A fejavasztó áramkör lemezenként és fejenként 2-2 diódból áll. Ezen kívül minden csatornához két diódán és egy ellenálláson keresztül egy olvasó transzformátor csatlakozik.

A mellékelt ábra szemlélteti a memória speciális áramköreinek működését, egymáshoz való kapcsolódását. Az íróerősítőnek a végtranzisztorai a szemléletesség kedvéért külön ki vannak rajzolva, mint ahogy az valóságban is az első fokozatok és a másodikok passzív elemei képeznek IE-1 néven egy mechanikai egységet.

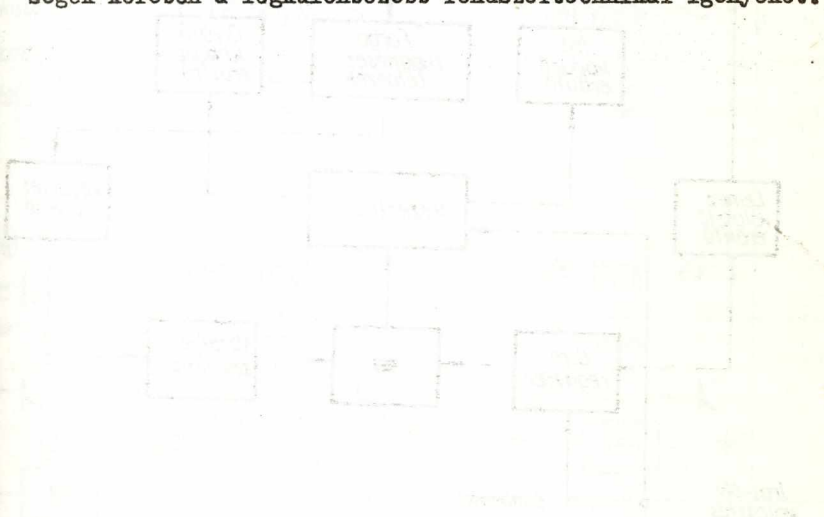
Írás alatt az olvasó komplexum leválasztását az olvasó transzformátorok középmegecsapolására kapcsolódó inverter biztosítja. A leválasztó diódák katódjai a  $-12V$ -os  $U_{iró}$  feszültséget kapják, anódjai pedig a lezárt inverter kapcsán  $-24 V$ -ot. Olvasásnál az inverter vezet, s a diódák kinyitnak. A fejhez és az olvasó transzformátorhoz kapcsolódó diódákon kb. 10 mA-es nyitóáram mellett az olvasott jel 20-30%-os veszteséget szenved.

A memória megbízhatósága szempontjából a legkomolyabb problémát a földelési rendszer kialakítása okozta. Eddig tapasztalataink szerint minden író-, olvasó-, írókapuzó-, olvasókapuzó-, szinterősítőnek külön földvezetéssel kell rendelkeznie. A földek sinezése nem vált be.

Az eddig elkészült néhány memória mérési tapasztalatai, a felmerülő jellegzetes hibák, zavarok, illetve azok elhárítási lehetőségei alapján elmondhatjuk, hogy az alapvető problémákat mind elvi, mind technológiai vonalon megoldottuk.

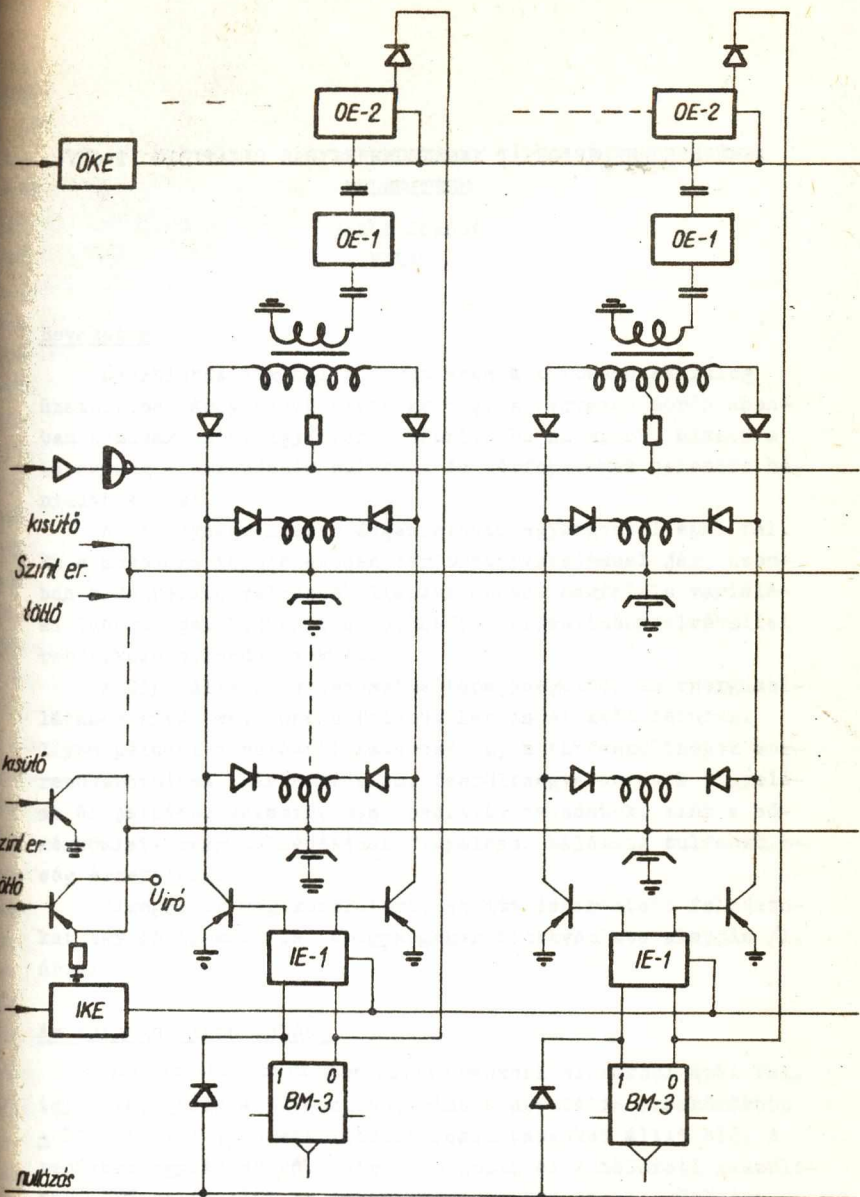
A továbbfejlesztés elsősorban a jelsűrűség növelésére és a megbízhatósági vizsgálatok szisztematikus elvégzésére fog kiterjedni. Ezekről a vizsgálatokról függ, hogy az eddigi tapasztalatokból leszűrt megoldások milyen további finomításra szorulnak.

A memória fejlesztés kb. most jutott abba a stádiumba, hogy a VILATI rendelkezésre tud állni a megrendelőknek, ki tudja elégteleni az előadásban ismerttetett variációs lehetőségek körében a legkülönbözőbb rendszertechnikai igényeket.



Elkészítve: [illegible]





Memória specialis áramkörökének működési vázlatja.

## VILÁTI DIGITÁLIS NAGYBERENDEZÉSEK TÁPEGYSÉGRENSZERÉNEK FELÉPÍTÉSE

Szabó József

VILÁTI

### Bevezetés

Üzembiztos digitális berendezések természetesen üzembiztos tápegységet kívánnak meg. A tervezés során azonban nemcsak ez az egyetlen legfontosabb szempont, hiszen a tápegység a berendezés sulyának és térfogatának jelentős hányadát képezi.

A tápegységrendszer dugaszolható egységekből épül fel. Ez a megoldás természetesen térfogatnövekedéssel jár, azonban a megfelelő választék kialakításával megfelelő variálási lehetőséget biztosít a különböző teljesítményfelvétellel rendelkező berendezéseknél.

A digitális berendezéseink tápegységeinek az energiatápláláson kívül más fontos feladatokat is el kell látniuk. Ilyen például a hálózati zavarcsökkentés, a tápfeszültségek sorrendkapcsolása, zárlatvédelem, feszültségváltozások figyelése és jelzése, valamint más speciális feladatok, mint a hőmérséklet-határ túllépésének figyelése, hálózati túlfeszültség érzékelése.

Vizsgáljuk meg közelebbről az itt ismertetett feladatokat egy fólia-memória tápegységének blokkvázlata alapján /1. ábra/.

### Az egységek ismertetése

A berendezés TERTA digitális áramköri elemekből épül fel, így a tápegység  $\pm 12V$ -os, valamint a speciális áramkörökhöz  $\pm 24V$  és  $-33V$ -os stabilizált feszültségeket állít elő. A rendszer egyfázisú hálózatról dolgozik és a hálózati feszültség  $-15\%$ -os és  $+10\%$ -os ingadozásai között stabil működést

biztosít.

Az I. egység a hálózati szűrőt és transzformátort foglalja magába. A hálózati zavarok szűrése rendkívül fontos feladat. Különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a szerszámgépvezérlő berendezések azonos hálózaton vannak magával a szerszámgéppel, vagy memóriáknál, ahol néhány mV-os jeleket kell feldolgozni. Legveszélyesebbek az olyan zajok, ahol a pozitív futó él ideje elegendően kicsi ahhoz, hogy billenőkört működtessen.

Ez teszi szükségessé a hálózati transzformátor elé LC szűrő beépítését, mely a rendszert nagyfrekvenciásan leválasztja a hálózatról. Javitja a szűrés jóságát a hálózati transzformátor primer és szekunder tekercsek közé tett árnyékoló lemez.

Igy tehát a hálózati zavarok nagyfrekvenciás komponense jelent elsősorban problémát. Magában a berendezésben is képződnek zavarok, melyeknek a hálózatra történő kijutását célszerű megakadályozni.

A hálózati transzformátor szolgáltatja az egyenirányító egységeknek szükséges bemenő váltófeszültséget.

II. Az egyenirányító egységek 10A-ig kétutas, afelett Graetz kapcsolásban működnek. Az egyenfeszültségek simítását induktív bemenetű szűrők végzik. Az egyenirányító egységek 2.5; 5; 10 és 15A-es kivitelben készülnek. Az egyik egyenirányító egység állítja elő a rendszer stabilizált segédfeszültségeihez a szűrt egyenfeszültséget.

III. A feszültségek stabilizálására áteresztő tranzisztoros stabilizátorokat alkalmazunk, melyek elektronikus zárlatvédelemmel és sorrendkapcsolási lehetőséggel vannak ellátva.

A  $\pm 12$  és  $\pm 24$  V-os feszültséget ugyanaz a stabilizátor állítja elő. A pozitív feszültség előállításánál a stabilizátor negatív kimenőpontja van földelve, a bemenete pedig földfüggetlen feszültséget kap. A stabilizátorok kimenő-feszültségének szabályozására illetve pontos beállítására az előlapon elhelyezett potencióméter ad lehetőséget. Az elektronikus zárlatvédelem óvja a stabilizátort a túlterhelés, ill. zárlat ellen. Az áramkör fontos tulajdonsága, hogy

a túlterhelés vagy zárlat megszűnte után a kimenőfeszültség automatikusan visszaáll, ha a stabilizátor más helyről nem kap letiltást. A letiltást egy inverter áramkör végzi, és ez teszi lehetővé hogy a figyelő áramkör a tápegység más helyén észlelt hiba esetén a stabilizátort letiltsa, vagy egy sorrendkapuzó áramkör segítségével a stabilizátorokat adott sorrendben kapcsolja be, vagy ki.

A IV. egység figyeli a tápegység kimenő feszültségeit. A feszültségek  $\pm 20\%$ -os megváltozása a berendezés bizonytalan működését eredményezi. A figyelő egység ezért a feszültségek  $\pm 20\%$ -os megváltozása esetén a stabilizátorok bemenő feszültségét a hiba bekövetkezése után vagy max. 500  $\mu$ s, vagy 300 ms múlva betiltja /bekapcsoláskor a késleltetés fordított/. A hosszabb késleltetés esetén külön bekapcsolási késleltetést kell alkalmazni. Ezt az teszi szükségesé, hogy bekapcsoláskor a figyelő egység azonnal üzemképes, míg a stabilizátorok a terhelés fajtájától és mértékétől függően 100-250 ms múlva élednek fel. Így a tápegységet minden kapcsolás után a figyelő egységen elhelyezett nyomógomb tartós benyomása után lehetne üzemképes állapotba hozni.

A figyelőegység hatféle feszültség /három pozitív, három negatív/  $\pm 20\%$ -os változását összesen 25 helyen tudja figyelni. A névleges feszültségek 7-30 V-ig három-három tartományban tetszőleges értékre állíthatók be.

V. A segédfeszültség és ellenőrző áramkör szolgáltatja a figyelő egység működéséhez szükséges stabil feszültségeket. A beépített műszer és dekádkapcsoló lehetőséget ad 6féle feszültség összesen 25 helyen történő relatív mérésére.

A VI. egység, hőmérséklet-határ túllépését érzékeli. Adott hőmérséklet-határok túllépése esetén  $+15- +45^{\circ}\text{C}$ / a berendezést a mágneses fóliák hőérzékenysége miatt ki kell kapcsolni. A hőérzékeltet termisztoros áramkör végzi és négy helyen történő hőmérséklet mérést tesz lehetővé.

A hőérzékeltő billenőkörön keresztül egy jelfogót működ-  
tet, amely a motor és a tápegység kikapcsolását végzi.

VII. A memória írófeje induktív terhelést jelent az íróerősítők végtranzisztora számára. A kör időállandója megszabja azt a maximális jelszélességet, mellynél az impulzus tető-

esése még nem számottevő és megszabja azt a jelszélességet is, ahol már a fej ohmos ellenállása dominál. Az általa meghatározott áram viszont olyan nagy, hogy a tranzisztor tönkremenetelét okozza. Így a vezérlő jel kiszélesedése, a vezérlő áramkör meghibásodása 52 iróerősítő tönkremenetelét okozná, tehát gondoskodni kell az iróerősítők védelméről. Ezt a feladatot látja el az írásfigyelő egység.

A vezérlő jel egy késleltetőt indít, mely a vezérlő áramkörrel 2  $\mu$ s-en belül lekapcsolja a tápfeszültséget, miután a hiba tartósan fennáll, a figyelő egységet, s ezzel a tápegységrendszert is letiltja.

Ez az egység tartalmaz egy másik tiltó áramkört, mely sorrendkapcsolásnál van szükség, valamint a figyelőegységnél már említett bekapcsolási késleltetőt.

VIII. Hálózati túlfeszültség-figyelő alkalmazását az teszi szükségessé, hogy egyes helyeken a hálózat túlméretezett és a 10% helyett 15%, sőt sok esetben 20%-kal is meghaladja a névleges értéket. Ez különösen nagyüzemeknél fordul elő, ahol egy üzemszám leállása előidézhethet ilyen mértékű feszültségnövekedést. A 10%-os feszültség-emelkedésre méretezett berendezésben ez olyan mértékű túldisszipálódást eredményezhet, hogy a berendezést tönkre teszi.

A feszültségfigyelés Schmitt-triggerrel történik. A hálózati feszültség, ha túllépi a 245 V-ot, a trigger átbillan és egy jelfogós áramkört működtet, mely az egész berendezést kikapcsolja, az áramkör öntartásba marad, s mindaddig nem kapcsolható vissza, míg a hálózati feszültség az adott határ alá nem csökken.

#### A tápegységrendszer működése

A tápegységrendszer bekapcsolás utáni normál üzemet a stabilizátorok előlapján elhelyezett zöld jelzőlámpák jelzik. A figyelő /IV./ és az írásfigyelő egységen /VII./ kiépített tiltó áramkörök sorrendkapcsolást végeznek. A VII-es egységnél leirtakon kívül kívánatos az is, hogy az iróerősítők végtranzisztorai bekapcsoláskor legutoljára kapják meg, letiltásnál pedig legelőször kapcsolódjon le róluk a tápfe-



szűltéség. A figyelő egység tiltóköre adja a rövidebb, az írásfigyelő a hosszabb bekapcsolási késleltetést. Így az írásfigyelő működteti az írófeszültséget adó stabilizátor tiltótranzisztorát, míg a figyelő egységé az összes többi negatív feszültséget adó stabilizátorét. Bármely stabilizátor kimenetén fellépő túláram vagy zárlat esetén a beépített zárlatvédelem a kimenőfeszültséget letiltja, ezt az előlapon lévő piros jelzőlámpa jelzi. A stabilizátorok kimenő feszültségét a figyelőegység ellenőrzi, s a feszültségek  $\pm 20\%$ -os megváltozása esetén /igy a túláramnál vagy zárlatnál is/ az írásfigyelő egység tiltókörével együtt az összes negatív feszültséget adó stabilizátort letiltja /pozitívakat nem/. A tápegység letiltása a figyelőegység előlapján lévő nyomógomb benyomásával szüntethető meg. Ha a hibát tartós zárlat okozta, a nyomógomb benyomásakor a zárlatos stabilizátor kivételével az összes többi kimenetén megjelenik a feszültség.

Mint előbb említettük, a pozitív feszültséget adó stabilizátorok nem kapnak letiltást. Ha ezeknél lép fel túláram vagy zárlat, a zárlatvédelem itt is leold, és a figyelőegység a rendszert letiltja, viszont a zárlat megszűnése után automatikusan visszaállnak. Ha a letiltást a feszültségek  $\pm 20\%$ -os megváltozása okozta, a nyomógomb benyomásának időtartamára a rendszer feléled, s a jelzőlámpák nem jeleznek hibát. A hibás egységet az ellenőrző műszer és a dekádkapcsoló segítségével tudjuk megtalálni.

Bármelyik hőmérséklet-határ túllépése esetén a hőmérő áramkör jelfogója kikapcsolja a motor vezérlő áramkörét, valamint negatív szintet ad a figyelőegység tiltóáramkörének. A hőmérőáramkör letiltása az előlapon levő nyomógomb segítségével szüntethető meg, természetesen csak akkor, ha a berendezés már kellőképpen lehűlt. A figyelő és hőmérő egység lehetőséget biztosít akár a berendezés kezelőlapján, akár a berendezéstől távolabbi helyen a hiba kijelzésére.

### A rendszer mechanikai felépítése

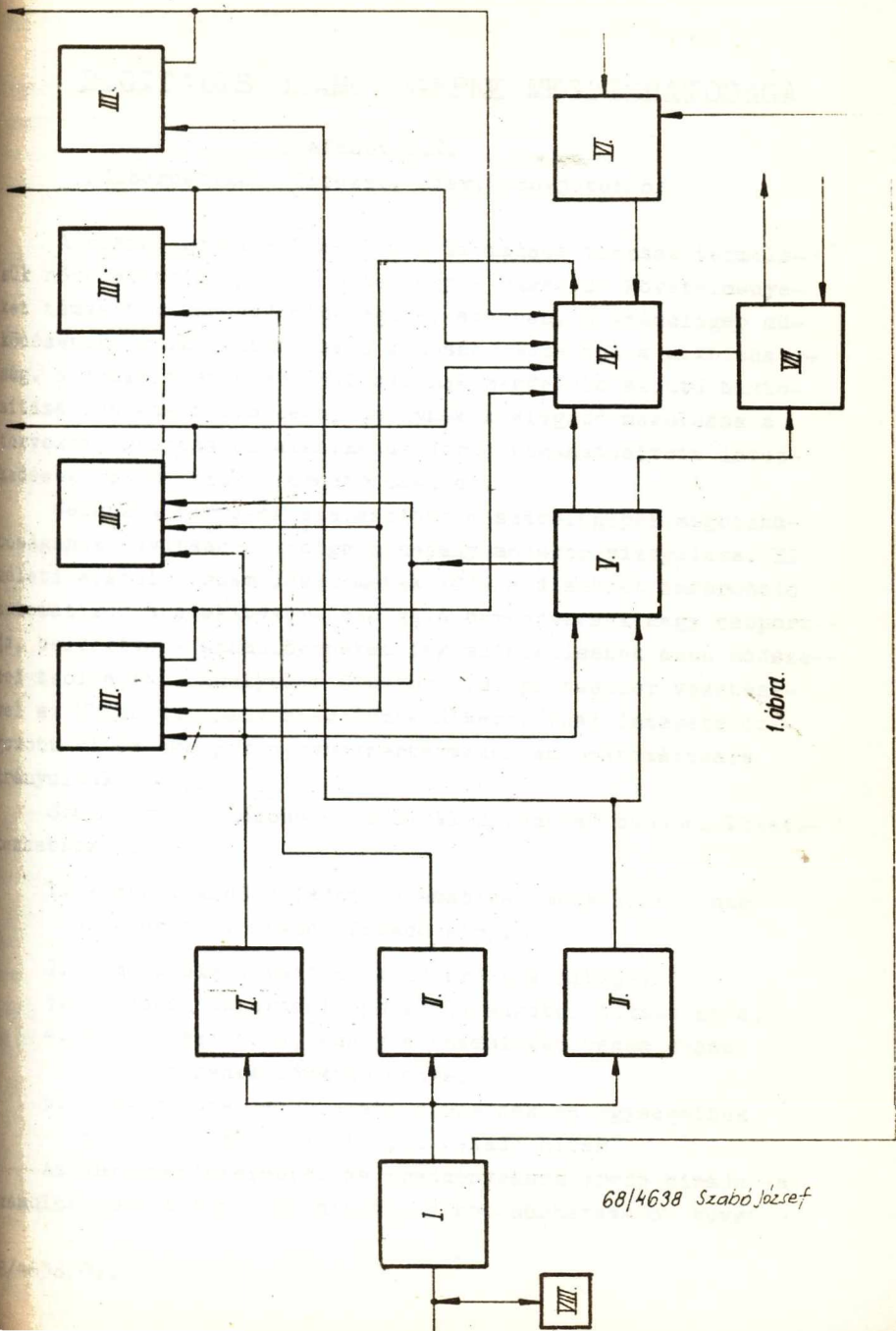
A bevezetőben leírtak szerint az egységek dugaszolható kivitelben készülnek. A hálózati és egyenirányító egységek fiók, a többi kártyarendszerben épül fel. Az egységek előlapján helyezkednek el a kijelzések és a kezelőszervek. A stabilizátorok előlapján műszer-csatlakozási lehetőség van, mely lehetőséget ad a terhelőáram üzemenközbeni zavartalan mérésére.

A rendszer mechanikai felépítése a következőképpen alakul: a hálózati és egyenirányító egységek fiókba kerülnek, a többi kártyarendszer pedig a fiókba dugaszolható kivitelben készül. Az egységek előlapján helyezkednek el a kijelzések és a kezelőszervek. A stabilizátorok előlapján műszer-csatlakozási lehetőség van, mely lehetőséget ad a terhelőáram üzemenközbeni zavartalan mérésére.

A rendszer mechanikai felépítése a következőképpen alakul: a hálózati és egyenirányító egységek fiókba kerülnek, a többi kártyarendszer pedig a fiókba dugaszolható kivitelben készül. Az egységek előlapján helyezkednek el a kijelzések és a kezelőszervek. A stabilizátorok előlapján műszer-csatlakozási lehetőség van, mely lehetőséget ad a terhelőáram üzemenközbeni zavartalan mérésére.

A rendszer mechanikai felépítése a következőképpen alakul: a hálózati és egyenirányító egységek fiókba kerülnek, a többi kártyarendszer pedig a fiókba dugaszolható kivitelben készül. Az egységek előlapján helyezkednek el a kijelzések és a kezelőszervek. A stabilizátorok előlapján műszer-csatlakozási lehetőség van, mely lehetőséget ad a terhelőáram üzemenközbeni zavartalan mérésére.

A rendszer mechanikai felépítése a következőképpen alakul: a hálózati és egyenirányító egységek fiókba kerülnek, a többi kártyarendszer pedig a fiókba dugaszolható kivitelben készül. Az egységek előlapján helyezkednek el a kijelzések és a kezelőszervek. A stabilizátorok előlapján műszer-csatlakozási lehetőség van, mely lehetőséget ad a terhelőáram üzemenközbeni zavartalan mérésére.



68/4638 Szabó József

## DIGITÁLIS SZÁMOLÓGÉPEK MEGBIZHATÓSÁGA

Szafanov I.V.

/Kibernetikai Intézet, Kiev, Szovjetunió/

A számológépek széleskörű alkalmazása nemcsak termelésük növelését igényelte, hanem egyre magasabb követelményeket támaszt működésük minőségével szemben. A számológép működésének egyik legfontosabb minőségi mutatója a megbízhatóság. A számológép megbízhatóságának megfelelő szintű biztosítása összetett probléma, amelynek kielégítő megoldása a tervezés, gyártás és alkalmazás során foganatosított intézkedések egész sorával érhető csak el.

Célunk a tervezés szakaszában a számológépek megbízhatóságának javítására szolgáló néhány módszer vizsgálata. Elméleti alapul a számolóautomaták /CA- a diszkrét információ automatikus átalakítására szolgáló berendezések nagy csoportja, beleértve a számológépeket is/ szintézisének azon módszerei szolgálnak, amelyeket Gluskov B.M. professzor vezetésével az Ukrán Tudományos Akadémia Kibernetikai Intézete dolgozott ki és amelyek a rendszertervezés automatizálására irányulnak [1-7].

Számológépek működésében hibák különböző okokból következhetnek be:

1. A megoldandó feladat matematikai modelljének nem kielégítő voltából fakadó hiba.
2. A megoldás számítási módszereinek hibája.
3. A bemenő információ pontatlanságából fakadó hiba.
4. Kerekítési hiba, amely a számológép véges számú helyértékének következménye.
5. A számológép szerkezeti elemeinek és egységeinek nem megfelelő működéséből fakadó hibák.

Az információfeldolgozás eredményeinek eredő hibája a számológépben a fenti öt hibatípus kölcsönhatásából követke-

kezik és a számológép munkájának pontosságát jellemzi. Az ötödik pont alatt felsorolt típusu hibák képezik azt a területet, amellyel a számológépek megbízhatóságának elmélete foglalkozik. A számológépek megbízhatósága elméletének egyik alapvető feladata hatásos módszerek kidolgozása a gép nem megfelelő működése által okozott hibák minimalizálására.

A számológép nem megfelelő működésének két típusát különböztetik meg:

1. tartós üzemhibák - olyan meghibásodások, amelyek kiküszöböléséhez a hibás elem javítása vagy kicserélése szükséges.

2. átmeneti üzemhibák - pillanatnyi, külső beavatkozás nélkül is megszűnő üzemhibák.

A hibaminimalizálás átmeneti üzemhiba esetén az információátalakítás eredményének ellenőrzése /kontroll/ és korrigálása /javítás/ révén érhető el /SzKK RPI/.

Amennyiben a tartós üzemhibák túl gyakoriak lehetnek, úgy ez elvezethet oda, hogy lehetetlenné válik az információátalakítás eredményének hatásos ellenőrzése és javítása. Ezért feltétlenül szükséges, hogy a gép rendelkezzen egy ellenőrző és korrigáló, vagyis a tartós hibákat diagnosztizáló rendszerrel, amely megkönnyíti a hibás elemk és egységek felkeresését, illetve javítását /SzKP SzPI/.

Bármely számolóautomatát meghatározza algoritmus rendszere, kód rendszere és műszaki felépítése. Ennek megfelelően a következőkben megkülönböztetünk algoritmikus /program/, kódrendszerteknikai /információs/ és szerkezeti /hardware/ módszereket a számítógép megbízhatóságának javítására. Minden egyes módszerhez kölcsönösen egyértelműen hozzá kell rendelni egy algoritmust, amely biztosítja az algoritmikus, kód és szerkezeti rendszerek azon célból történő ekvivalens átalakítását, hogy a hiba megjelenésének valószínűsége csökkenjen az adott rendszer kimenetén. Az így adódó kiegészítő szimbólikus, grafikus vagy hardware rendszert javító rendszerredundanciának fogjuk nevezni, a javítással kibővített rendszert pedig hatásos redundanciájúnak nevezük. Bármely algoritmikus, kód vagy szerkezeti redundancia-fogalom alkal-

68/4638/ÓF.

mazásakor hatásos redundancia-rendszer felépítésről van szó.

Nézzük meg a továbbiakban az algoritmikus, kód és szerkezeti korrigáló redundancia bevezetésének néhány módszerét, amelyek a számítógép tervezésnél realizálhatók. Kezdjük a kód redundanciánál, amely leginkább kidolgozott és ennek következtében leginkább alkalmazzák számítógépes realizálásra.

### Kód /információ/ redundancia

Azt az információt, mellyel a számítógép dolgozik célszerű felosztani feldolgozandó és a feldolgozó információra. A feldolgozandó információ a számítógépben szó vagy szám alakjában van, míg a feldolgozó információ programszavak vagy utasítások alakjában. A modern számítógépek többségénél az információ és programszavak kódolása bináris rendszerben történik /0, 1/, vagyis a 0-nak és 1-nek  $n$ -méretű halmazát alkotják. A számítógép tartós és átmeneti üzemihibái, a nullának és 1-nek megfelelő elemi jelek eltorzulása következtében azt eredményezik, hogy egyik vagy másik bináris szóban hibák keletkeznek. Ezeknek a hibáknak valamely feladat megoldásának eredményére gyakorolt hatása különbözőképpen jelenik meg.

Míg a számok mantisszájának alacsony helyértékeinél előforduló hibák gyakran nem jelentősek, ugyanakkor ha a karakterisztika vagy előjel biteken következik be hiba, rendszerint teljesen valótlan lesz a számítás eredménye. Méginkább katasztrófális következménnyel járnak azok a hibák, amelyek olyan információ szavakban fordulnak elő, amelyek nem szám-információt tartalmaznak/, és amelyek néha nem vezetnek a számítógép leállításához.

Leginkább elterjedt módszer az információ átalakítás eredményének ellenőrzésére és javítására az információ redundáns kódolása, önjavító kóddal. Ebben az irányban végzett első munkákban nem tettek mást, mint hogy az információ átvételénél alkalmazott redundáns kódolás eredményeit mechanikusan alkalmazták a számítógépekre. Anélkül, hogy részletesebben megállnánk ennél a feladatnál, megjegyezzük, hogy ez az eljárás nem járt megfelelő eredménnyel és csak azoknál

a számolóautomatáknál használatos a hibák javítására, amelyek bináris információ aritmetikai átalakítására szolgálnak /8/.

Széleskörű alkalmazást nyert a Gavrilov-féle, az önjavító kódok elméletén alapuló módszer /9/. A módszer azon alapul, hogy bevezeti a számolóautomaták állapotainak redundanciáját, amely nemcsak az emlékező elemek hibáinak javítását teszi lehetővé, hanem néhány logikai elem hibájának javítását is. Ennek során a számolóautomata kiinduló K emlékező eleméhez hozzácsatolnak bizonyos mennyiségű elemet úgy, hogy a számolóautomata kód-kombinációi, amelyek megfelelnek a kibővített redundáns számolóautomata egyes állapotainak, olyan kódtávolságra legyenek, amit az határoz meg, hogy hányszoros a kijavítandó hiba. A számolóautomata állapot ABC-jének ilyen kiszélesítése szükségessé teszi az állapotváltozási és kimeneti függvények megváltoztatását.

Sajnos a Gavrilov módszer alkalmazása nem mindig biztosítja a kitűzött célok elérését azért, mert a hibák típusa, és jellege eltér a normál és a velük ekvivalens redundáns számolóautomatákban. Bemutatunk egy példát. Tegyük fel, hogy a kiinduló normál számolóautomata esetében a legvalószínűbbek voltak az emlékező elemek egyszeres hibái. A Gavrilov módszer szerint ielépített redundáns automatában az állapotváltozási és kimeneti függvények megváltozása következtében a legnagyobb valószínűségű hibák között megjelenhetnek többszörös hibák is. Ezért előállhat, hogy a redundáns számolóautomata megbízhatósága rosszabb lesz, mint a normál számolóautomatáé, vagyis a redundáns számolóautomata megbízhatósága rosszabb lesz, mint a normál számolóautomatáé, vagyis a redundáns számolóautomata nem lesz hatékonyabb.

A Gavrilov módszernek ezt a hiányosságát és több más korlátját megkerülhetjük, ha az ugynevezett paralel kódolást használjuk, ez az elnevezés a számolóautomaták hibáinak korrekciójára szolgáló módszerek csoportját egyesíti, amelyek leírása a következő helyeken található: Hamming kód számára [10], aritmetikai kód számára [11] és csoportos kódok számára [12, 13]. Nézzük meg részletesen ezt a módszert.

Legyen a számolóautomata, amelynek a kimenetén jelentkező hibát kell korrigálni, adott a következő állapotváltási [2] és kimeneti [1] egyenletekkel:

$$a_j /t+1/ = \delta_j \left[ x_1(t), x_2(t), \dots, x_\ell(t), a_1(t), \dots, a_k(t) \right] \\ /j = 1, 2, \dots, k/ \quad /1/$$

$$y_i /t/ = \lambda_i \left[ x_1(t), x_2(t), \dots, x_\ell(t), a_1(t), a_2(t), \dots, a_k(t) \right] \quad /2/$$

$$/i = 1, 2, \dots, m/$$

ahol:

$x_1, x_2, \dots, x_\ell$  - elemi bemenő jelek,

$y_1, y_2, \dots, y_m$  - elemi kimenő jelek,

$a_1, a_2, \dots, a_k$  - emlékező elemek állapota

$\delta_j$  - a j-ik emlékező elem állapotváltozás függvénye

$\lambda_i$  - i-ik elemi kimeneti csatorna kimeneti függvénye

t - a t-edik diszkrét időpillanat

/t = 0, 1, 2, .../.

Kiválasztjuk a redundáns javító kódot, amely biztosítja a javítás kívánt hatásosságát és meghatározzuk a kódolás egyenletét a számolóautomata kiegészítő kimeneteinek jelei számára.

$$y_{m+\xi} /t/ = \varphi_\xi \left[ y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t) \right], \quad /3/$$

$$/\xi = 1, 2, \dots, p-m/$$

Az  $y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)$  kimeneti jelek értékének behelyettesítése a /2/-ből a /3/ pont alatti egyenletekbe megadja a kódoló egység /KU/ kimeneti egyenleteit, amely kódoló egység párhuzamosan működik a normál számolóautomatával és  $y_{m+1}(t), y_{m+2}(t), \dots, y_p(t)$  kiegészítő kimeneti jeleket bocsát ki a kiválasztott kód felépítésének szabályaival összhangban.



Ennek során a kódoló egység állapotváltozási egyenletei megegyeznek a korrigálandó számolóautomata állapotváltozási egyenleteivel.

A hibák korrekciójához elegendő a kimeneti jeleket:

$$Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_m(t) \text{ és} \\ Y_{m+1}(t), Y_{m+2}(t), \dots, Y_p(t)$$

a dekódoló egységbe /DU/ vezetni, amelynek függvényeit a kiválasztott kód határozza meg.

A paralel kódolás módszereinek a következő előnyei vannak:

1. Univerzális, tetszőleges információ átalakításra alkalmas.

2. Az alap számolóautomata nem függ az információátalakítás eredményének ellenőrzését és javítását szolgáló rendszertől.

3. Az információ átalakítás, eredményének ellenőrzését és javítását szolgáló rendszer hardware-jének bonyolultsága viszonylagosan csökken a korrigálandó számolóautomata bonyolultságának növekedése esetén.

4. Lehetséges a számolóautomaták legnagyobb valószínűséggel megjelenő hibáihoz megtalálni a legmegfelelőbb javító kódot.

A következőkben részletesebben megnézzük a paralel kódolás módszerének utolsóként felsorolt előnyét és alkalmazásának néhány problémáját. Mindenekelőtt megjegyezzük, hogy a számolóautomata elemi kimeneti jelei az esetek többségében eltérő valószínűséggel hibásak, sőt hibás elemi kimeneti jel megjelenésének valószínűsége sok esetben a kimeneti jelkombinációk függvénye. Ennek következtében az ismert kódok általában ritkán alkalmasak a számolóautomata kimeneti hibáinak javítására, mivel többségük felépítése feltételezi az elemi kimeneti jelek azonos valószínűségű torzulását. Felmerül az igény olyan kód kidolgozására, amely elvégzi a legnagyobb valószínűségű hibák korrekcióját. Arra az esetre, amikor a legvalószínűbb hibák jegyzékében előfordul minden hiba egyenlő valószínűséggel fordulhat elő a kimeneti jelkombinációk bármelyikében, ez a probléma megoldott [13].

Nézzük meg a blokk kódolás egy általánosabb esetét. A számolóautomata kimeneti jelkombinációinak halmaza nem több mint  $2^m$ ,  $m$  helyértékű, bináris szó

$$Y_\alpha = y_{\alpha 1} y_{\alpha 2} \dots y_{\alpha m}; \alpha = 1, 2, \dots, 2^m/.$$

Bármely hiba, amelyet a számolóautomata elemeinek üzemi hibája idéz elő, meghatározható, ha megadjuk  $y_\alpha$  szó megváltozását  $y_\beta$  szóra.  $\beta = 1, 2, \dots, 2^m/.$

Ilyen átmenetnek egyértelműen megfelel a következő hibavektor

$$E = Y_\alpha \oplus Y_\beta$$

/ahol  $\oplus$  "mod" 2 szerinti helyértékenkénti összeget jelent/ felsorolva az összes legnagyobb valószínűségű megváltozást és a nekik megfelelő hibavektorokat, rendelkezünk a szükséges információval azon hibákról, melyeket javításnak kell alávetni. A hibavektorok felsorolását, amely minden hibavektorvonalatkozáan megjelöli, hogy mely kimeneti szóra vonatkozik, hibajegyzéknek fogjuk nevezni.

Vizsgálódásunkat leszűkítjük a szisztematikus kódokra. A keresett kód meghatározásának módszeréül a kódolás egyenleteinek /3/ analitikus felírását választjuk, amelyet a következőképpen átalakítunk

$$y_{m+\beta} \{ (t) \oplus \varphi_\beta [y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)] = 0 \quad /4/$$

$$\beta = 1, 2, \dots, p-m/.$$

Látható, hogy bármely kimeneti jelkombináció akkor és csak akkor tartozik a helyes jelkombinációk halmazához, ha teljesül a /4/. Általános esetben tetszőleges,  $p$ -helyértékű kimeneti szó esetében igaz

$$y_{m+\beta} \{ (t) \oplus \varphi_\beta [y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)] = \varepsilon_\beta \quad /5/$$

$$\beta = 1, 2, \dots, p-m/$$

ahol  $\varepsilon$  lehet nem nulla is. A /5/ típusú egyenleteket vizsgálati egyenleteknek fogjuk nevezni, a  $\varepsilon_\beta$ -t pedig a vizs-

gálat eredményének. Ekkor /p-m/ vizsgálati eredmény /p-m/- helyiértékű bináris szót alkot.

$R = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \dots \varepsilon_{p-m}$  úgynevezett vizsgálati szó /szindróma/. Minden szindróma egyértelműen meghatározza a hibavektort, vagyis azoknak a helyértékeknek a sorszámát, amelyekben hiba van. Fontos lépés a kód felépítése folyamán a szindróma és a hibavektorok közötti megfeleltetés formájának kiválasztása, ennek ellenére nem térünk most ki erre a feladatra.

Meg kell jegyezni, hogy a paralel kódolás módszere alkalmazásánál az információ kibővítése nem határozza meg az információ átalakítás eredményének ellenőrzését és korrekcióját szolgáló rendszer sémáját. Ez amúgyban megkönnyíti a korrigáló kód felépítését, mivel ezen kódoknak nem kell feltétlenül minimálisnak lenniök a vizsgálandó helyértékek száma szempontjából.

### Szerkezeti /hardware/ redundancia

Számológép tervezők viszonylag régen alkalmazzák a szerkezeti korrekciós redundancia módszereit, bár jelenleg sincs megnyugtatóan megoldva valamely módszer formális kiválasztásának feladata a javítás szükséges hatásosságának optimális biztosítására. Ezenkívül nincsenek megfelelő algoritmusok sem a szerkezeti struktúrák ekvivalens átalakítására, hatékony redundancia felépítésére.

Mi arra szoritkozunk, hogy számítási képleteket sorolunk fel, amelyek a számolóautomaták redundáns rendszerének megbízhatósági szintjét határozzák meg legismertebb módszer alkalmazása terén [6, 14].

A különböző módszerek összehasonlításának megkönnyítése a megbízhatóság azonos kritériumát -  $P =$  üzemhiba nélküli működés valószínűsége - alkalmazzuk. Az egyszerű tartáslékolás módszereit nem vizsgáljuk.

A többségi elvre: /Von Neumann [15]:

$$P = \prod_{i=1}^m p_{0,i} \left[ 1 - \sum_{j_i = \left[ \frac{n_i + 1}{2} \right]}^{n_i} C_{n_i}^{j_i} (1 - p_i)^{j_i} \cdot p_i^{n_i - j_i} \right]$$

ahol  $p_1$  - a számolóautomata  $i$ -ik blokkja üzemhiba nélküli munkájának valószínűsége

$n_1$  - a redundáns  $i$ -ik blokkok száma

$P_{0,1}$  - annak valószínűsége, hogy az  $i$ -ik blokkok többségi kiválasztója üzemhiba nélkül működik

$$\left[ \frac{n_1+1}{2} \right] - \text{az } \frac{n_1+1}{2} \text{ szám egész része}$$

Memóriával rendelkező többségi kiválasztó szerv alkalmazása [16] növeli a többségi elven alapuló módszer hatékonyságát, amint azt a megfelelő számítási képlet mutatja

$$P = \prod_{i=1}^m p_{0,i} \left[ 1 - \sum_{j=0}^{n_i} C_{n_i}^{j_i} (1-p_i)^{j_i} \cdot p^{n_i-j} \right] \quad /7/$$

A Moor-Shannon módszer szerinti redundáns kapuzott rendszereknél alkalmazható a következő összefüggés:

$$P = \left[ 2 \cdot (pm)^{\frac{2}{m}} - (pm)^{\frac{4}{m}} \right]^m \quad /8/$$

ahol  $p$  - egy kapu üzemhiba nélküli munkájának valószínűsége,  $m$  - pedig a kapuk száma.

Számolóautomaták négyszeres rendszerének kapuzott javító szerve megbízhatóságát a következő képlettel számíthatjuk ki [14]

$$P = \prod_{i=1}^m \left[ 1 - (1 - p_0^2 \cdot p_1^2)^2 \right] \quad /9/$$

ahol  $p_1$  - a normál számolóautomata  $i$ -ik blokkja üzemhiba nélküli működésének valószínűsége

$p_0$  - a javító szerv egy kapuja üzemhiba nélküli munkájának valószínűsége

$m$  - a normál számolóautomata blokkjainak száma.

Abban az esetben ha alkalmazható a dinamikus tartalék módszer a következő képletet kell alkalmazni [6]

$$P = \prod_{i=1}^k \sum_{j=1}^{\ell_i} \frac{(\ell_i \cdot \ln p_i)^j}{j!} p_i^{\ell_i} \quad /10/$$

ahol  $k$  - a számolóautomata ekvivalens blokkból álló csoportjainak száma,

$\ell_1$ -i-ik csoport blokkjainak száma  $/1 \leq i \leq k/$ ,

$\ell'_1$ -i-ik csoport tartalék blokkjainak száma

$p_i$  -  $i$ -ik csoport egy blokkja üzemhiba nélküli munkájának valószínűsége.

A szerkezeti javító redundancia egész sor esetben lehetővé teszi a redundáns számolóautomata üzemhibás elemének vagy egységének javítását anélkül, hogy az automata munkáját megszakítanánk. Amennyiben a számolóautomata egyenlő megbízhatóságu elemekkel rendelkezik és a hibaarány  $\lambda$ , javítási arány pedig  $\mu$  /feltételezzük, hogy az elem élettartama és a javítás időtartama exponenciális eloszlású/ a kihasználási arányt  $/k_r/$  a következő képlet szerint határozzuk meg [5]:

$$k_r = \frac{\bar{\tau}^{(1)}}{\bar{\tau}^{(1)} + \bar{\tau}^{(0)}} \quad , \quad //11/$$

ahol

$$\bar{\tau}^{(1)} = \sum_{i=1}^{\ell-1} \pi_i^{(1)} \cdot \bar{\tau}_i^{(1)} \quad , \quad (k-1 \leq i \leq \ell-1)$$

$$\bar{\tau}^{(0)} = \sum_{i=1}^{\ell} \pi_i^{(0)} \cdot \bar{\tau}_i^{(0)} \quad , \quad (k \leq i \leq \ell) \quad ,$$

$$\pi_i^{(1)} \approx \pi_i^{(0)} \approx \frac{\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^{N-i}}{(N-i)! \left[1 + \frac{1}{1!} \left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^2 + \dots + \frac{1}{N!} \left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^N\right]}$$

$$\bar{\tau}_i^{(1)} = \frac{1}{\mu + (N-i)\lambda} \left[1 + \mu \cdot \bar{\tau}_{i-1}^{(1)} + (N-i)\lambda \frac{S_{i+1}^{(1)}}{C_N^{i+1}} \bar{\tau}_{i+1}^{(1)}\right]$$

$$\bar{\tau}_i^{(0)} = \frac{1}{\mu + (N-i)\lambda} \left[1 + \mu \frac{S_{i-1}^{(0)}}{C_{i-1}^{i-1}} \bar{\tau}_{i-1}^{(0)} + (N-i)\lambda \tau_{i+1}^{(0)}\right]$$

Az  $S_1^{(1)}$ , valamint  $S_1^{(0)}$  megfelelő módon függ a redundancia bevezetésének módszerétől, de adott módszer esetében ez a függvénye

$N$ -nek és  $i$ -nek, ahol

$N$ - a redundáns számolóautomata elemeinek száma

$i$ - a hibás elemek száma

### Algoritmikus /program/ redundancia

A számológép a programozott számolóautomaták csoportjába tartozik és működésének alapját a programozott vezérlési elv képezi. Lehetőség van az információ átalakítás eredményének ellenőrzését és javítását szolgáló rendszer, valamint a gép állapotát ellenőrző és korrigáló rendszer programmal való megszervezésére. Az ezen a téren elért alapvető eredmények a következőkben foglalhatók össze.

A számológép memóriájában speciális supervisor /felügyelő/ program van, amelynek feladata az információfeldolgozás eredményének ellenőrzését és javítását szolgáló rendszer, valamint a gép állapotát ellenőrző és korrigáló rendszer vezérlése.

Például a supervisor vezérelheti a memóriából hívott ellenőrző és diagnosztikai teszt programok végrehajtásának sorrendjét. Ennek során a supervisor tartja számon a végrehajtott teszteket, kiválasztja a következő tesztet és átadja neki a vezérlést.

Minden esetben valamennyi teszt a vezérlést a supervisor-nak átadó utasítással fejeződik be. A legnagyobb szovjet számológépek egyikében a BESZM-6-ban a supervisor-nak az alapprogramok hatásától való védelme érdekében a normál üzemmód és a supervisor üzemmód mind időben, mind bizonyos fokig hardware-ben is szét vannak választva.

A tesztek végrehajtási sorrendjének kiválasztását döntő mértékben meghatározza a tesztkontroll fajlagos időráfordítása. Ennek során a következő megfontolásokra lehet támaszkodni.

Nagy műveleti sebességű számológépeknél az egyes egységeket olyan sorrendben célszerű ellenőrizni, amilyen fon-

tossági sorrend az egységeknek a tárgyprogram munkájára gyakorolt hatása szempontjából megállapítható.

Kis műveleti sebességű gépeknél az egyes egységek ellenőrzésének sorrendi meghatározásánál az átlagos keresési idő lerövidítésére kell törekedni.

Az IBM-360 számítógép tervezői [18] a következő általános program-diagnosztikai stratégiát javasolják:

Ha az üzemhiba olyan egységnél történt, amelynek feladatát az adott konfiguráció más egysége is el tudja látni, akkor felhasználjuk a diagnosztikai programot az üzemhiba megjelenésére vonatkozó megfelelő szimptomák adatainak összegyűjtésére, majd ezután kikapcsoljuk a hibás egységet és a számítógép a megfelelően módosított program szerint folytatja munkáját.

Ha az üzemhiba olyan egységnél történt, amelynek feladatát más egység nem tudja elvégezni, akkor az hibás egység diagnosztikai programját kell igénybevenni.

A teljes diagnosztikai program általában a külső tárolóban van és szükség szerint részenként bevisszük az operatív memóriába, ezután a diagnosztikai tesztek egy speciális kiegészítő rendszer vezérli. Az üzemhiba által okozott hibák elkerülése végett az utolsó teszt a teszt sorozatban megismétli az első tesztet, amely hibát talált. Ha az utolsó teszt sem találja meg a hibát akkor a számítógép hibajelzést ad ki és leáll.

A program redundanciára és a program redundanciájának a számítógép megbízhatóságára gyakorolt hatására vonatkozó gazdaságossági számítások néhány módszerét tartalmazza a [7] munka.

1. В.М. ГЛУШКОВ: Синтез цифровых автоматов, Физматгиз, Москва, 1962.
2. В.М. ГЛУШКОВ: Теория автоматов и вопросы проектирования структур цифровых машин, журн. "Кибернетика", № 1, 1965.
3. В.М. ГЛУШКОВ,  
А.А. ЛЕТИЧЕВСКИЙ: Язык для описания алгоритмических структур вычислительных машин и устройств, сб. "Теория автоматов", вып. 2, Киев, 1966.
4. В.М. ГЛУШКОВ,  
Ю.В. КАПИТАНОВА,  
А.А. ЛЕТИЧЕВСКИЙ: Об автоматизации проектирования вычислительных машин, журн. "Кибернетика", № 5, 1967.
5. И.В. САФОНОВ: Некоторые вопросы надежности при автоматизации проектирования ЭВМ, сб. "Теория автоматов", вып. 3, Киев, 1967 г.
6. Ю.Г. САВЧЕНКО,  
И.В. САФОНОВ: Проблема надежности автоматически проектируемых цифровых автоматов, сб. "Теория автоматов и методы формализованного синтеза вычислительных машин и систем", вып. 3-4, Киев, 1968.
7. И.В. САФОНОВ: Повышение надежности работы ЭВМ методами программного тестового контроля, КДНТП, Киев, 1968.
8. D.T. BROWN: Error detecting and correcting binary codes for arithmetic operations, "IRE Trans. on Electron. Comput", v. 9, N3, 1960.
9. М.А. ГАВРИЛОВ: Структурная избыточность и надежность работы релейных устройств, Труды I конгресса т. 3, издательство АН СССР, 1960.
10. А.Д. ЗАКРЕВСКИЙ: Метод синтеза функционально устойчивых автоматов, Доклады АН СССР, т. 129, № 4, 1959.



- II. Ю.Г. ЗАРЕНКИН: Корректирующие коды для передачи и переработки информации, издательство "Техника", Киев, 1965.
12. D.K.Ray-Chaudhura: On the construction of minimally redundant reliable system Designs, "Bell System Techn. Journ." v. 15, N2, 1962.
13. БЕНЕРДЖИ: О построении групповых кодов, сб. Теория кодирования", издательство "Мир", Москва, 1964.
14. R. TROSTE: Digital circuit redundancy, "IEEE Trans. Reliabil", v. 13, N2, 1964.
15. J.VON NAUMANN: Probabilistic logics and the synthesis of reliable organism from unreliable components, Automata Studies, Princeton University Press, N34, 1956.
16. Ю.Г. САВЧЕНКО: Некоторые вопросы синтеза функционально надежных автоматов дискретного действия, сб. "Прикладные задачи технической кибернетики", изд-во "Советское радио", Москва, 1966
17. E.F.MOOR, C.E. L'HANNON: Reliable Circuits Using Less Reliable Relays, "Journ. of the Franklin Institute", v. 262, Sept.-Oct. 1956.
18. W.C. CARTER, H.C. MONTGOMERY, R.J. PREISS, H.J. REINHEIMER: Design of Serviceability Features for the IBM System /360, "IBM Journ. Res. and. Devel". Vol 8, N2, 1964.

ASSZOCIATIV TÁROLÓK KÖLTSÉG ÉS TELJESITMÉNY  
VISZONYÁNAK VIZSGÁLATA

G. Thurisch

/A drezdai Elektronikai Intézet közleménye/  
Adatfeldolgozó és ügyviteli gépek VVB-je.

Bevezetés

Az asszociatív tároló /AT/ olyan szószervezésű tároló, melynél a szavak meghívása, a szokásos címrendszerű tárolókkal ellentétben, tartalmuk alapján történik, nem pedig a hozzájuk rendelt tárolórekesz címével. Minden tárolt szónak meghatározott ismertetőjele van. Ha egy szót meghívunk, a teljes tárolóban kell megkeresnünk a megfelelő ismertetőjelet. Ily módon egy szót találunk anélkül, hogy tárolási helyét fizikailag ismernénk. Az AT-k válogatási és rendezési feladatok megoldására alkalmasak és bizonyos körülmények között nagyszámu logikai és aritmetikai műveletet képesek egyidejűleg elvégezni. Különleges feladatok ellátására számítógéprendszerekbe vagy speciális számítógépekbe esetenként beépítenek AT-kat is. Egy tároló értékelésének fontos kritériuma az adatfeldolgozás sebességével kifejezett előállítási költsége és teljesítőképessége. Jelen tanulmányban az AT-k költségeinek meghatározásával és teljesítőképességük becslésével foglalkozunk. Néhány AT típusra vonatkozóan ezen két mennyiséget a szókapacitás függvényében is összehasonlítjuk.

1. Asszociatív tárolók működési elve

Az AT a következő feladatot oldja meg:

Adott  $\underline{m}$  szóból álló, bináris kódolású halmaz:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}.$$

Minden  $y_1$  szó  $\underline{n}$  helyértékből áll:

$$y_1 = /y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1n}$$

Ezenkívül előre adott egy  $\underline{x}$  összehasonlító szó, ugyan-  
csak  $n$  helyértékkel:

$$\underline{x} = /x_1, x_2, \dots, x_n/.$$

Keressük  $Y$  halmaz azon  $Y_x$  részhalmazát,  $/Y_x \subset Y/$ , melynek  
elemei  $\underline{x}$ -el azonosak:

$$Y_x = \{ Y : x = y_1 \} \quad /x \text{ tetszésszerűnti/} \quad /1/$$

Azt a tárolót, mely ezt a feladatot megoldja és emellett  
a matrixban lévő összes szót egyidejűleg átvizsgálja,  $AT$ -  
nak nevezzük /1. ábra/. Az  $Y$  halmazt a matrixban tároljuk.  
A vizsgálat után az  $Y_x$  részhalmaz elemeit a  $Z$  detektor-  
regiszter jelzi ki. A vizsgálatból bizonyos helyértékek  
kizárhatók. Ezeket a helyértékeket az  $M$  maszkregiszterrel  
blendézzük. Ilyen esetben csak részazonosságot vizsgálunk.  
A detektor megjelölt bitjei az  $Y_x$  részhalmaz szavainak  
kiolvasásához címadatként szolgálnak. Ha a teljes szó  
asszociatív módon lekérdezhető és tetszés szerint blen-  
dézhető, az  $AT$ -t teljesen asszociatívnak nevezzük. Más  
esetekben a szavak egy járulékos adatrészt is tartalmaz-  
nak, amelyet asszociatív módon nem lehet vizsgálni /hagy-  
mányos tárolás/. A szó azon része, mely asszociatív mű-  
veletekkel hozzáférhető, a fent említett ismertetőjelet  
határozza meg.

## 2. Alapműveletek az asszociatív tárolóban

Az  $AT$ -ben egy sor művelet mehet végbe, amelyekről az  
alábbiakban lesz szó. Az időbeli kombinációs lehetősége-  
ket a 2. ábra mutatja.

### 2.1 Keresési művelet

#### Egyszerű keresés /azonosságvizsgálat/:

Az egyszerű azonosság-keresést az 1. pontban leirtuk. Ez  
vezeti be az asszociatív írási vagy olvasási műveletet.

#### Komplex keresés:

Az  $Y_x$  részhalmaz kiválasztására az azonosságvizsgálat  
mellett egyéb feltételeket is előírhatunk, pl. nagyság

szerinti /numerikus/ összehasonlítás. Ezek a feladatok az esetek legnagyobb részében azonosságvizsgálat-sorozat-ra vezethetők vissza, amikor is az előre adott  $\underline{x}$ -szó vagy a maszk valamely algoritmus szerint változik.

### Többszörös asszociációk feloldása:

Az olvasás vagy írás csak szavanként sorosan történhet. Az esetben, ha a keresés után az  $Y_x$  részhalmaz több szót tartalmaz, a többszörös asszociációt fel kell oldani. Ez vagy prioritási áramkörrel, vagy valamilyen algoritmus-sal lehetséges.

## 2.2 Írási műveletek

### Asszociatív írás

A felhasználandó rekeszt, illetve rekeszeket, amelyekre az írás történni fog, előzetes kereső művelettel kell azonosítani. Szükség esetén ezt a többszörös asszociáció feloldása követi. Ehhez csatlakozik a szó meghívása a detektorban tárolt információ alapján, majd a matrixba történő beírás folyamata.

### Címre történő beírás

Járulékosan beépíthető az előre adott hely-cím alapján történő beírás lehetősége is. A cím dekódoló megegyezik a cimszelekciós táraknál szokásossal.

## 2.3 Olvasási műveletek

Az asszociatív és címszerinti olvasás a megfelelő írási műveletekhez hasonlóan megy végbe.

## 2.4 Egyidejű műveletek

Az AT párhuzamos felépítése lehetővé teszi, hogy egyidejűleg több tényezőpáron végezzünk el bármely kombinációju aritmetikai és logikai műveletet /egy-egy sorozaton azonos típusokat/.

Az egyidejű műveleteket kereső eljárásnak kell megelőznie, mellyel meghatározzuk azt az  $Y_x$  részhalmazt, amelyen a műveleteket végre kell hajtani.

### 3. Asszociatív táruk teljesítmény/ár viszonya

A címzett táruk értékelésénél gyakran használatos paraméter a teljesítmény/ár (T/Á) viszony. A teljesítmény mutatójaként ilyenkor a ciklusidő reciprokát használják. Ez írás és olvasás esetén azonos, mivel a tárolóban azonos folyamat zajlik le. A címzett tárukkal analógiában az AT T/Á viszonyát a következőképpen definiáljuk:

$$L = \frac{1}{\frac{t_m}{P}}, \quad /2/$$

hol  $P$  = a tároló előállítási költsége;  $t_m$  = az átlagos adat feldolgozási idő. Utóbbi meghatározása:

$$t_m = \sum_{i=1}^n h_i t_i. \quad /3/$$

Itt  $h_i$  = az  $i$ -ik alapművelet relatív gyakorisága;

$t_i$  = az  $i$ -ik alapművelet időtartama.

Látható, hogy  $t_m$  nem rendszerállandó, hanem az AT-re vonatkozó aktuális feladat függvénye. A következő pontok megfontolásai csak teljesen asszociatív tárukra ill. a bináris kódolású hagyományos táruk asszociatív részére érvényesek. A továbbiakban csak mágneses tárolóelemeket vesszünk tekintetbe.

### 4. Az asszociatív táruk előállítási költségeinek kiszámítása

Az AT költségeit a szókapacitás, a szóhosszuság és az AT számára kitűzött feladat /beleértve az idő-követelményeket/ határozza meg.

A feladat típusa szabja meg, hogy a felsorolt tár-alapműveletek közül melyeket kell végrehajtani és e célból milyen vezérlő elektronikát kell kialakítani.

Az AT költsége  $/P/$  a következőképpen adódik:

$$P = \sum_{\mu=1}^5 K / \mu \quad /4/$$

A  $K_1 - K_5$  összetevőket a következő pontokban értelmezzük.

4.1 A matrix költségképlete / $K_1$ /

$$K_1 = m \cdot n = P_{11} \quad /5/$$

Az egyes betűk jelentése:

$m$  = a rekeszek száma /szókapacitás/;

$n$  = szóhosszuság bit-ben;

$P_{11}$  = egy bithely ára.

Egy bithely 1-4 tárolóelemből épül fel. Gyakran alkalmaznak két elemet bithelyenként, hogy a detektor számára egyféle polaritású /unipoláris/ bemenőjelek álljanak rendelkezésre.

4.2 A bithelyes áramkörök költségei / $K_2$ /

A bithelyes áramkörökhöz a regiszterek (be/kimeneti regiszter, maszregiszter), a meghajtó és az olvasóerősítők tartoznak. Egy bitoszlop beírásához ill. lekérdezéséhez szükséges áramokat vagy egy közös, vagy két különböző meghajtó erősítő szolgáltatja. Általában ezek a költségek a következőképpen tevődnek össze:

$$K_2 = n \left( \alpha \cdot P_{21} + \left\{ \frac{m}{h_1} \right\} \cdot P_{22} + \left\{ \frac{m}{h_2} \right\} \cdot P_{23} + \left\{ \frac{m}{h_3} \right\} \cdot P_{24} \right) \quad /6/$$

Értelmezés:  $\alpha$  = a regiszterek száma ( $\alpha = 2 \dots 3$ );

$P_{21}$  = egy regiszter-helyérték /flip-flop/ ára;

$P_{22}$  = egy író/lekérdező meghajtóerősítő ára;

$P_{23}$  = egy, csak lekérdező meghajtóerősítő ára;

$P_{24}$  = egy olvasóerősítő ára;

$h_1$  = azon bithelyek száma egy bitoszlopban melyeket egy olvasó ill. meghajtóerősítő szolgál ki.

$\left\{ \frac{m}{h_i} \right\}$  = az  $\frac{m}{h_i}$  -nél nagyobb, legkisebb egész szám.

4.3 A szószelekciós áramkörök költségei /K<sub>3</sub>/

A szószelekciós áramkörök feladata, hogy a címinformáció alapján a kívánt szó-vezetékét aktivizálják. Ezen áramkörökhöz a címregiszter, a szó-meghajtó erősítők és a kiválasztó mátrix tartozik.

A tárban végzendő feladattól függően 4 dekódoló pálya lehetséges /3.ábra/.

Az írás és olvasás módja	dekódoló pálya
címzett és asszociatív /kódolt vagy kódolatlan/	1.pálya (31) (32) (33)
címzett és asszociatív /kódolt vagy részben kódolt/	2.pálya (31) (32) (33) (34)
csak asszociatív /kódolatlan/ beleértve a többszörös beírást	3.pálya (33)
asszociatív /részben kódolt/	4.pálya (33) (34)

Igy a következő költségösszetevők adódnak:

1.pálya:

$$K_{31} = \text{ldm.}P_{31} + m \cdot \text{ldm.}P_{32} + m \cdot P_{33} \quad /7/$$

2.pálya:

$$K_{32} = \text{ldm.}P_{31} + 2 \cdot \sqrt{m} \cdot \text{ldm.}P_{32} + 2 \sqrt{m} \cdot P_{33} + m \cdot P_{34} \quad /8/$$

3.pálya:

$$K_{33} = m \cdot P_{33} \quad /9/$$

4.pálya:

$$K_{34} = 2 \cdot \sqrt{m} \cdot P_{33} + m \cdot P_{34} \quad /10/$$

Itt  $P_{31}$  = egy regiszter-helyérték ára

$P_{32}$  = egy dekódoló elem ára

$P_{33}$  = egy szó-meghajtó erősítő ára

$P_{34}$  = a kiválasztó mátrix egy elemének ára

A képleteket azzal az előfeltétellel kaptuk, hogy a dekódolás egy fokozatban történik és négyzetes, kétdimenziós kiválasztó mátrixot építünk be. Előfordulhat, hogy a meghajtóerősítőket és a kiválasztó mátrixot kétszeresen építjük ki, ha pl. nem - destruktív olvasást kell járulékosan megvalósítanunk. A többletköltséget ez esetben a  $P_{33}$  és  $P_{34}$

tényezőben vesszük figyelembe.

#### 4.4 A detektorkör költségei /K<sub>4</sub>/

A detektorkörhöz tartoznak a detektorok /mátrix vagy regiszteralakban/ és, kiváncsán szerint, feloldó valamint kódoló áramkörök a megtalált cím kódolt formában történő kiadására /3.ábra/.

A detektorok aktív vagy passzív elemekből állhatnak. A passzív detektorokat egy mátrixba fogják össze, amelynek végeihez a sor- ill. oszlop-vezetékek, az olvasóerősítők és flip-flop fokozatok csatlakoznak.

Az aktív detektorok költségeire nyert képlet:

$$K_{41} = m \cdot P_{41} + P_{43} + P_{44}; \quad /11/$$

passzív detektorokra pedig a

$$K_{42} = m \cdot P_{41} + 2 \sqrt{m} \cdot P_{42} + P_{43} + P_{44} \quad /12/$$

összefüggés érvényes. Ezekben

$P_{41}$  = egy detektor ára

$P_{42}$  = egy olvasóerősítő ára flip-flop fokozattal

$P_{43}$  = a feloldó-kör összköltsége. Ez ugyancsak függ  $m$ -től; algoritmussal történő feloldás esetén alacsonyabb, mint prioritási áramkörökkel történő megvalósítás esetén.

$P_{44}$  = a kódoló-kör összköltsége. Néhány esetben kívánatos lehet a keresési folyamatban megtalált cím átkódolása. Az átkódoló áramkör  $m$ . dm vagy  $2 \sqrt{m}$ . ldm elemből áll; utóbbi összefüggés akkor érvényes, ha a detektormátrixban már részleges kódolás történik.

#### 4.5 Egyéb költségek /K<sub>5</sub>/

Ehhez a részhez az óragenerátor, az utasításdekódoló és a tápegység költségeit soroltuk. Mindezek együtt az összköltség jelentéktelen hányadát alkotják.



#### 4.6 Asszociatív tárolók néhány változatának költség összehasonlítása

A költség-problémák szemléltetésére megbecsültük az AT-k néhány változatának költségeit a fent megadott képletek alapján. A kiindulópontot az irodalomban található kis tármodellek alkották, ezekből extrapoláltunk. Az építőelemek és egyes fokozatok felhasznált ára kb. megfelel a ma érvényes viszonyoknak. Az 1. táblázatban relatív árakat adunk meg, ebből csak a lényeges költségviszonyok tűnnek ki, és az abszolút árak viszonylag nehezen állapíthatók meg. A technikai fejlettség és a piaci helyzet következtében fellépő lehetséges eltolódásokra a kiértékelésnél természetesen gondolni kell. A tekintetbevetett tár-variánsokra az "asszociatív írás" és az "egyszerű keresés" /többszörös asszociációk nélkül/ műveletét tételteztük fel. Az alábbi variánsokkal foglalkozunk:

- |                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| a/ Vékony kettős mágneses réteg-sikokkal megvalósított AT                                         | /1/ |
| b/ hengerfelületű réteggel megvalósított AT<br>kiválasztó mátrix nélkül<br>kiválasztó mátrix-szal | /2/ |
| c/ AT transzflurorokból                                                                           | /3/ |
| d/ AT tranzisztoros flip-flop fokozatokból                                                        | /4/ |
| e/ semipermanens AT /mágneses csatolással - beírás nélkül/                                        | /5/ |
| f/ címzett tároló, hengerfelületű mágnesréteggel, többszörös szószervezésű.                       | /6/ |

A tápegységre és vezérlésre eső  $K_5$  költségrészt az összehasonlításnál figyelmen kívül hagytuk. Az egy bithelyre eső relatív tárköltséget  $/P_b/$  az összkapacitás függvényében a 4. ábra mutatja. Egy-egy görbeszakaszra a paraméter az  $\underline{m}$  szókapacitás, miközben a szóhossz  $n = 16$ -tól  $n = 128$ -ig változik.

A diagramból az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- 1/ Kis kapacitású mágneses AT-aknál az elektronika költségei vannak túlsúlyban. A vizsgált példában, henger-

felületű mágnesréteges megoldású AT-okra, a mátrix és elektronika költségei  $m = 1024$  és  $n = 64-128$  esetben megegyeznek. Ezzel szemben címzett tárolónál a költséget túlnyomó részben a tároló közeg határozza meg.

- 2/ Az elektronika-költségek legnagyobb része /ha a szókapacitás  $m > 64$ / a szószervezésű áramkörökre /szószelektáló és detektor-áramkörök/ esik. Mivel ezek a költségek a szóhossztól /n/ függetlenek, növekvő szóhosszal relative csökkennek.

A szószervezésű áramkörök költsége csökken, ha kiválasztó mátrixot és passzív detektorelemeket alkalmazunk.

- 3/ Félvezetős tárolóknál a tároló cellák költsége túlnyomó a külső elektronikához képest.

Bonyolult feladatkitűzéseknek árnövelő hatásuk van, mivel a vizsgált felépítés ilyenkor dekódoló és kódoló körökkel, a feloldáshoz szükséges egységekkel és olvasóerősítőkkel egészülhet ki.

## 5. Asszociatív tárolók időviszonyai

### 5.1 Az alaplőveletek időszükséglete

A 2. pontban összefoglaltuk az AT-ak alaplőveleteit. A végrehajtásukhoz szükséges idő durván a következő un. "főidők"-ből tevődik össze: keresési idő, írási idő, olvasási idő, feloldási idő. Acélból, hogy ezeket az időket megállapítsuk, összegeztük a felhasznált építőelemek készletelési időit a párhuzamos működésmód figyelembevételével. Minthogy a résztvevő elemek száma /pl. szómeghívásnál/ különböző lehet, a főidők hossza is változik.

A gyakorlatban azonban az egymáshoz közvetlenül közeleső végrehajtási időket egy csoportba vonhatjuk össze és ezekhez egy-egy határozott időtartamot rendelhetünk, mely a gép ütemidejének egészszámu többszöröse és felső korlátot jelent.

#### Keresési idő:

A mátrix lekérdezése vagy szavanként párhuzamosan és bi-

tenként sorosan /párhuzamos-soros mód/ történik, vagy egy ciklusban kérdezzük le az egész mátrixot /párhuzamos-párhuzamos mód/. A keresési idő  $t_k$ / így adódik:

$$t_k = \left\{ \frac{n}{n_0} \right\} \cdot t_{ck}, \quad /13/$$

ahol  $t_{ck}$  = egy meghíváshoz szükséges ciklusidő

$n_0$  = a párhuzamos-párhuzamos módban lekérdezhető legnagyobb szóhosszuság / $n_0 = 1$  párhuzamos-soros módban,  $n_0 = n$  teljesen párhuzamos-párhuzamos módban/

$$\left\{ \frac{n}{n_0} \right\} = \frac{n}{n_0} \text{ -nál nagyobb, legkisebb egész szám.}$$

#### Írási és olvasási idő:

Az írás és olvasás mindig szavanként történik, lehetőleg minden bithelyen egyidejűleg. Az írási és olvasási idő különböző hosszú lehet.

#### Feloldási idő:

Többszörös asszociációk feloldásánál a következő cím megkeresésére, valamint az olvasási ill. írási folyamat változtatják egymást. Áramkörrel történő megoldásnál a feloldási időt a logikai elemek kapcsolási ideje, az  $Y_x$  rész-halmazhoz tartozó szavak száma és a tároló szókapacitása / $m$ / határozza meg. Algoritmussal történő feloldás esetén az olvasási ill. írási folyamat közé azonosságvizsgálat lép. A feloldási lépések száma az algoritmus megválasztásától, az  $Y_x$  rész-halmaz elemeinek számától és az  $n$  szóhosszuságtól függ.

Erre vonatkozó becslések az irodalomban találhatóak [7].

#### 5.2 Néhány AT teljesítőképességének összehasonlítása

A 4.6 pontban bevezetett tárolótípusokat fogjuk összehasonlítani. Az "egyszerű keresés" /időtartama:  $t_k$ / előfordulási gyakoriságát  $h_k = 0,9$ -nek, az "asszociatív írás"-ét /időtartama:  $t_i$ / pedig  $h_i = 0,1$ -nek vettük fel.

Ekkor igaz:

$$t_k = \left\{ \frac{n}{n_0} \right\} \cdot t_{ck} \quad /14/$$

$$t_i = \left\{ \frac{n}{n_0} \right\} \cdot t_{ck} + t_{ci} \quad /15/$$

A közepes műveletidő:

$$t_m = h_i \cdot \left\{ \frac{n}{n_0} \right\} \cdot t_{ck} + t_{ci} + h_k \cdot t_k \quad /16/$$

Az időket ismét csak relative vizsgáljuk /1.táblázat/. Támpontul szolgálhat, hogy a hengeres-rétegű tárolónál adott egységnyi relatív idő kis kapacitású tárolókra kb. 100 nsec abszolút időnek felel meg. Az összehasonlításban feltételeztük továbbá, hogy a kapacitás megváltozása esetén minden relatív idő:  $t'_{ck}$ ,  $t'_{ci}$  és ezekkel  $t'_m$  is változatlan marad minden közegre nézve. Az erre vonatkozó kiértékelést az 5.ábrán mutatjuk be. A megrajzolt közepes működési idők a szókapacitástól függetlenek. A kettős mágnesréteges tárolók a hosszú írási idő miatt viszonylag lassabbaknak tűnnek.

A vizsgált tárolók  $T/\Delta$  viszonyát

$$L' = \frac{1}{t'_m \cdot P_b} \quad /17/$$

azonos feltételek mellett a 6.ábrán láthatjuk. Ezekből óvatosan vonjunk le részletekbe menő végkövetkeztetéseket, mivel a gyakorlatban előforduló igen különböző feladat-típusoknál  $L'$  erősen változhat. Ennek ellenére nagyon jól megismerhetjük belőlük a tárolóközégek közti alapvető különbségeket.

##### 5. AT és címzett tároló összehasonlítása keresésnél

Végül megvizsgálunk egy AT-t és egy címzett tárat. Legyen mindkettő hengeres felületű tárelemből felépítve, ciklusidejük legyen egyenlő és 5.2 szerinti azonos feladatot kelljen megoldaniuk. Az AT meghívó-áramköre tartalmazzon

kiválasztó mátrixot. A címzett tároló legyen többszörös szószervezésű [6]. Az AT költségei magasabbak, mint a címzett táréi, tekintettel a szavas áramkörök magas árára /lásd 4.ábra/. A keresési idők különbsége abból adódik, hogy ez az idő a tekintetbe vett AT-nél az  $n$  szóhosszal /párhuzamos-soros mód/, a címzett tárolónál  $T/\dot{A}$  viszonyát, melyek  $m = 64$  és  $n = 16$ , ..., 32 esetén egyenlők. E felett az AT kedvezőbb tulajdonságu,  $m = 4096$  és  $n = 16$  esetén pl. legfeljebb 25-ször jobb a  $T/\dot{A}$  viszonya. A 7. ábrán ezenkívül kettős mágnes-rétegu AT  $T/\dot{A}$  viszonyát is feltüntettük. Ez a tároló, noha különben a hengerfelületű tárolóhoz hasonló paraméterekkel rendelkezik,  $m = 4096$  esetén legfeljebb 100-szorosan mulja felül a címzett tárolót  $T/\dot{A}$  viszony tekintetében, a részben párhuzamos-párhuzamos lekérdezési mód folytán.

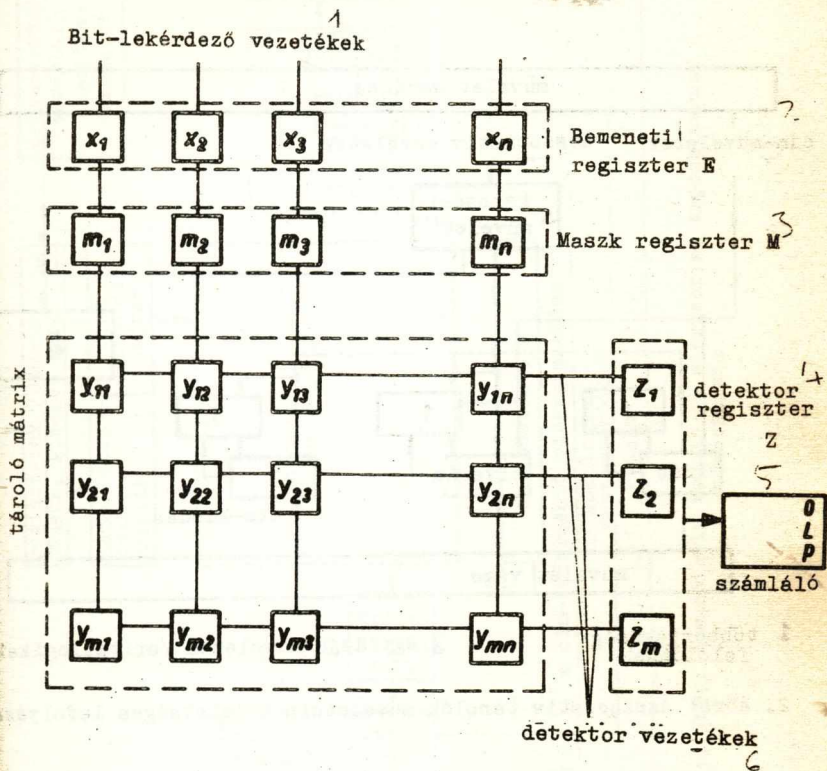
A 7.ábra állításait ismét csak bizonyos feltételekkel általánosíthatjuk. Más feladattípusok eltolják az arányokat. Az AT keresési idejében mutatkozó előny általában felülmulja a címzett tárolóhoz képest magasabb előállítási költségéből fakadó hátrányát. Párhuzamos-párhuzamos mód esetén ez a megállapítás kis kapacitású tárolókra is érvényes.

Építőelemek relatív ára és relatív ciklusidők, melyekből AT-ak  
összehasonlításánál kiindulhatunk

Tároló típusa			kettős mágneses rétegi /Bicore/		hengeres rétegi		transzflu- xoros		félvezetős /tranzisz- toros/		semiper- manens	
			ár	$h_1$	ár	$h_1$	ár	$h_1$	ár	$h_1$	ár	$h_1$
Építőelemek ára	P <sub>11</sub>	tárolóelem	1		0,6		2		10		0,05	
	P <sub>21</sub>	regiszter, flip-flop	10		10		10		10		10	
	P <sub>31</sub>											
	P <sub>22</sub>		meghajtóerősítő író/lekérdező	30	1024	25	128	30	1024	20		-
	P <sub>23</sub>	külön lekérdező meg- hajtóerősítő	40	128	-		20	1024	-		10	2048
	P <sub>33</sub>	szó-meghajtóerő- sítő	10		40		30		30		-	
	P <sub>34</sub>	kiválasztó mát- rix eleme	5		8		8		4		-	
	P <sub>41</sub>	detektor-elem	40		35		4		1		25	
P <sub>42</sub>	olvasóerősítő és flip-flop	-		-		30		10				
Idők	t' <sub>ci</sub>	írási ciklusidő	40		1		40		0,5		-	
	t' <sub>ck</sub>	keresési cikl.idő	1		1		40		0,5		200	
	n <sub>o</sub>	legn.szóhosszuság párhuzamos-párhuzas módban	24		1		16		128		64	

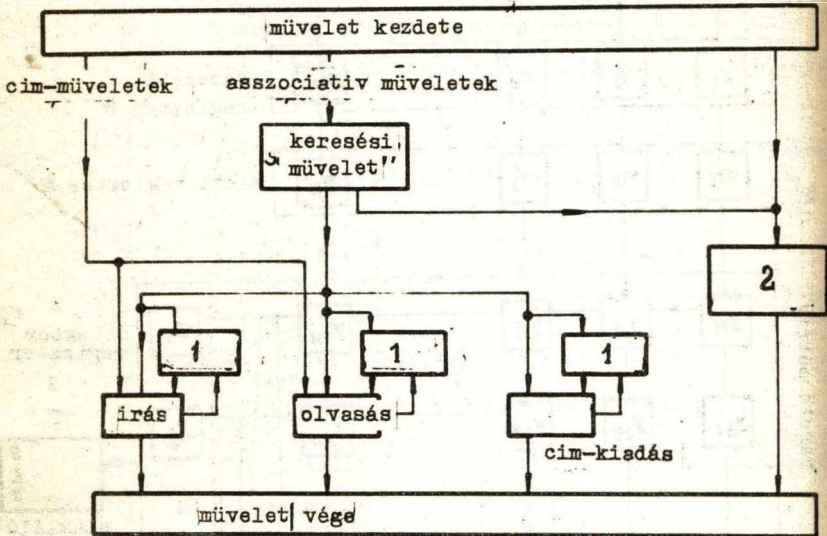
## IRODALOM

- [1] Rowland, C.; Berge, W.:  
A 300 nanosecond search memory  
Proc. Fall Joint Computer Conference 24 /1963/,  
/AFIPS/ pp. 59-65
- [2] Fuller, R.H.; Tu, J.C.; Bird, R.M.  
A woven plated-wire associative  
memory  
Proc. Natl. Aerospace Electronics 1965, pp.25  
Conference
- [3] Robbi, A.D.; Ricci, R.  
Transfluxor content-addressable memory pp. 8-3-1-  
Proc. INTERMAG April 1964 t61  
8-3-7-1g
- [4] Lee, E.S.:  
Associative techniques with comple-  
menting flip-flops  
Proc. Spring Joint Computer Confe- 23 /1963/,  
rence /AFIPS/ pp. 381-393
- [5] Younker, E.L.; Heckler, C.H.; Masher,  
D.P.; Yarborough, H.M.  
Design of an experimental multiple  
instantaneous response file  
Proc. Spring Joint Computer Confe- 25 /1964/,  
rence /AFIPS/ pp.512-528
- [6] Mc Callister, J.P.; Chong, C.F.  
A 500 nanosecond main computer  
memory utilizing plated-wire elements  
Proc. Fall Joint Computer Confe- 29 /1966/,  
rence /AFIPS/ pp.305-314
- [7] Lewin, M.H.  
Retrieval of ordered lists from  
content addressed memory  
RCA-Review 23 /1962/,  
No.2, pp.  
215-229.



1. ábra: Az asszociatív tárolók általános felépítése

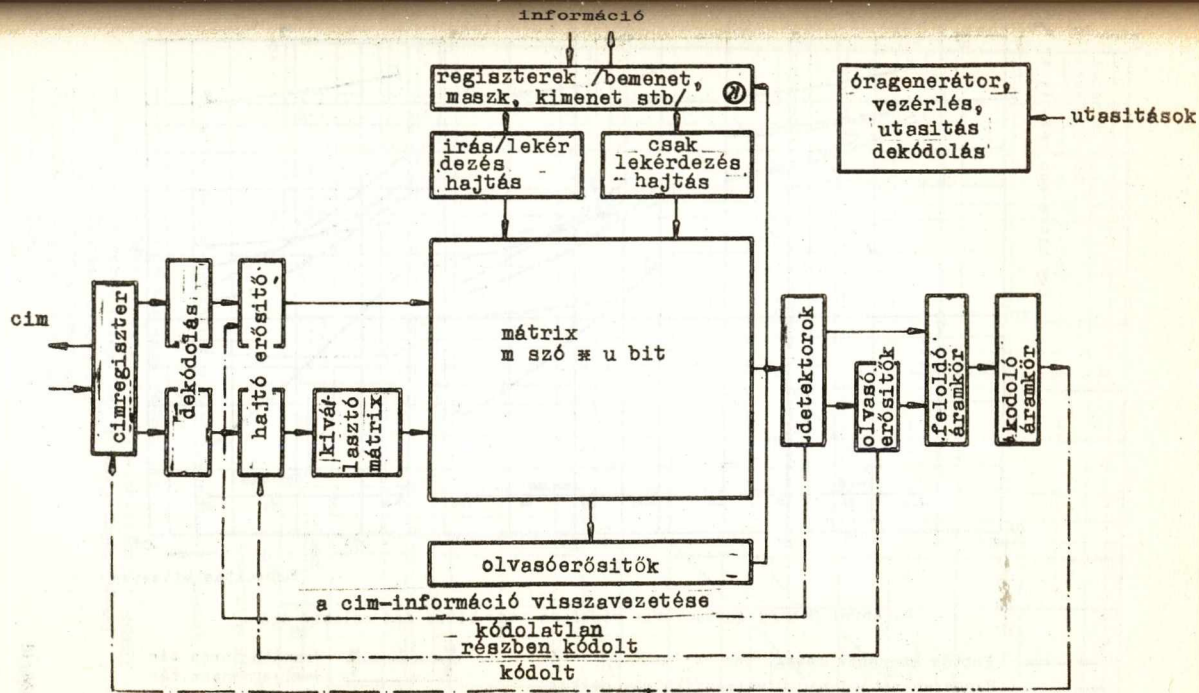




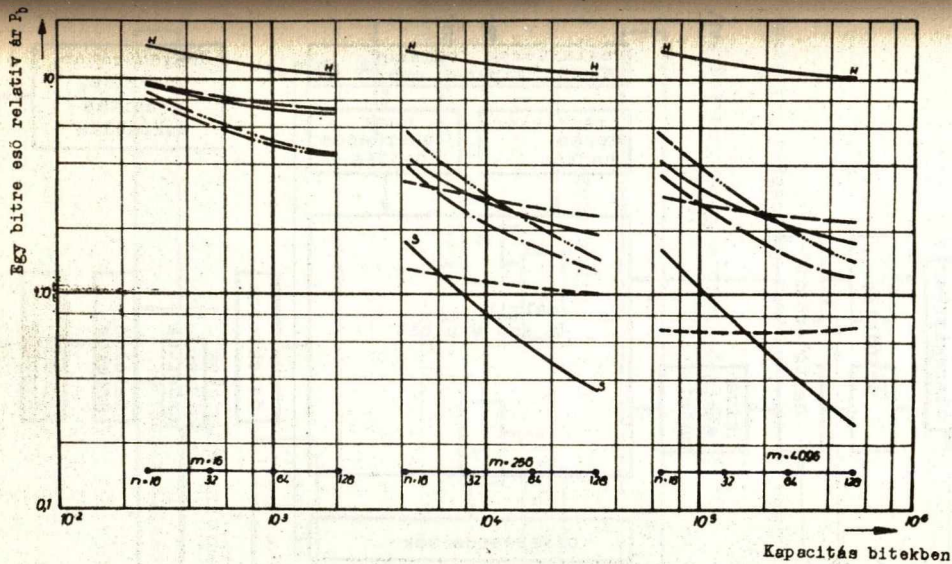
1 többértékűség  
feloldása

2 egyidejű műveletek /aritm.logikai/

2. ábra: Asszociatív tárolók műveleteinek lehetséges lefolyása

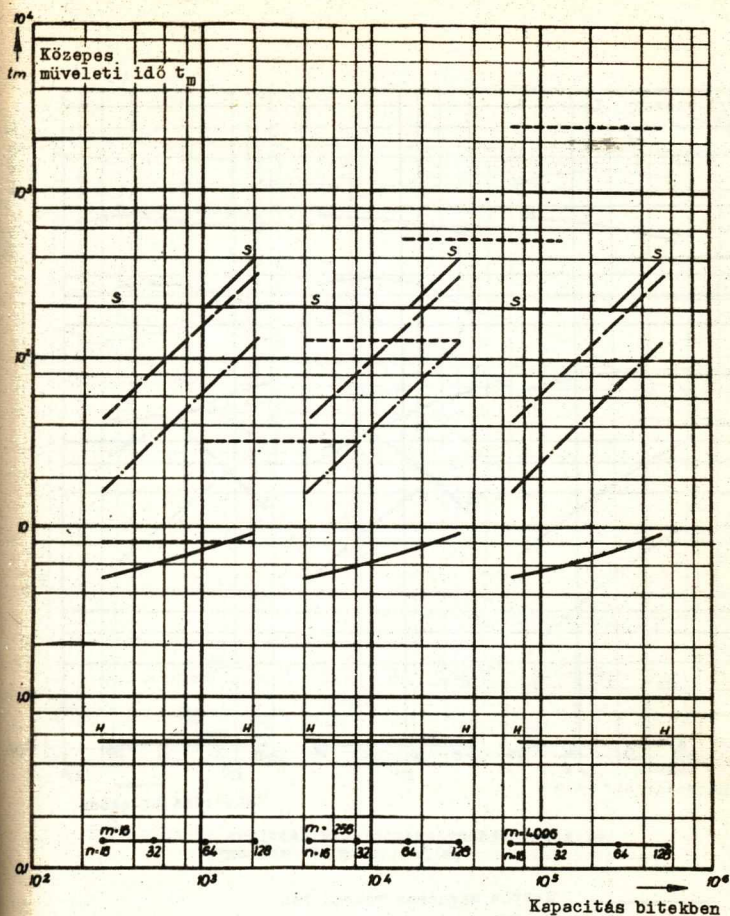


3. ábra: Asszociatív tároló és elektronika kapcsolásának tömbvázlata



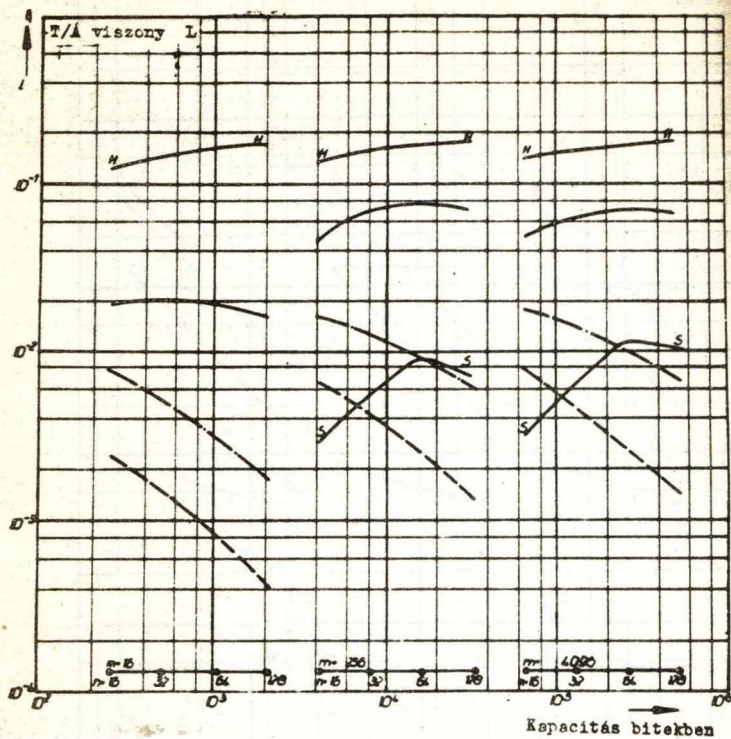
4. ábra: Néhány asszociatív tártípus egy bitre eső relativ ára

- |       |                                             |               |               |                   |
|-------|---------------------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| ————  | Kettős mágneses rétegű tár                  | $\frac{H}{S}$ | $\frac{H}{S}$ | Transzaktoros tár |
| ..... | Hengeres rétegű tár kiválasztómátrix nélkül | -----         | -----         | Semipermanens tár |
| ----- | Hengeres rétegű tár kiválasztómátrixszal    | -----         | -----         | Cimzett tár       |
| ----- | Transzfluxoros tár                          |               |               |                   |



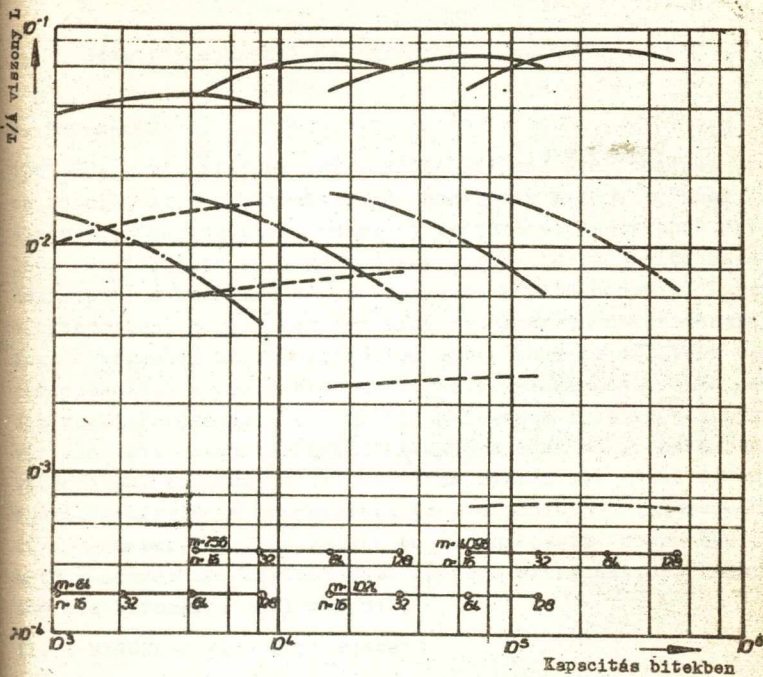
5. ábra: Néhány asszociatív tártípus közepes relatív műveleti ideje

- Kettős mágneses rétegű tár
- ..... Hengeres rétegű tár kiválasztómátrix nélkül
- - - - Hengeres rétegű tár kiválasztómátrixszal
- Transzfluxoros tár
- H — H — Transzisztoros tár
- S — S — Semipermanens tár
- ..... Címzett tár



6. ábra Néhány asszociatív tártípus teljesítmény/ár viszonya

- Kettős rétegű tár
- · — · Hengeres rétegű tár kiválasztómátrix nélkül
- · — · Hengeres rétegű tár kiválasztómátrixszal
- — — — Transzfluxoros tár
- — — — Semipermanens tár
- · — · Címzett tár



7. ábra: Címzett és asszociatív tárok teljesítmény/ár viszonya keresési feladatra vonatkoztatva

- Kettős mágneses rétegű tár
- ..... Hengeres rétegű tár kiválasztómátrix nélkül
- . - . - . Hengeres rétegű tár kiválasztómátrixszal
- Transzfluxoros tár
- M — M — Tranzistoros tár
- S — S — Semipermanens tár
- Címzett tár

PERIFÉRIÁLIS ILLESZTŐ RENDSZER A MINSZK TÍPUSU  
SZÁMITÓGÉPHEZ

Udvari András

Számítástechnikai és Ügyvitelszervező Vállalat

I. Bevezetés

1965-67-ig Vállalatunk egy MINSZK-2 típusu számítógépet üzemeltetett. Az üzemeltetés során hamarosan kiderült, hogy az alapgéppel kapcsolatban szerzett kedvező tapasztalatok mellett perifériális egységeinek egy része nem teljesíti maradéktalanul a korszerű adatfeldolgozás követelményeit. Ezért elhatároztuk, hogy a perifériális rendszerben módosításokat fogunk végrehajtani. Tekintettel arra, hogy az említett bevezetésekkel kapcsolatban mind rendszertechnikai, mind pedig megbízhatósággal kapcsolatos kifogások felmerültek, nyilvánvaló volt, hogy kielégítő eredményt csak mélyreható beavatkozással érhetünk el. A probléma vizsgálata végül is az egész perifériális rendszernek az - alábbiakban ismertetendő - újjászervezéséhez vezetett. Az építőköcka elven bővíthető rendszer két legfontosabb egysége elkészült, és hosszabb idő óta kifogástalanul működik.

II. A MINSZK-2 /22/ főbb adatai

Tranzisztoros felépítésű digitális számítógép.

Utasításrendszer: kétcímű

Szóhossz: 37 bit

Operatív memória: 2 x 4096 szó, ferrit

Sebesség: kb. 6000 utasítás/sec beépített lebegőpontos aritmetikai műveletek

Perifériális egységek:

- lyukszalagolvasó /800 kar/sec, 5 csatorna, blokkonként működő kétorsós rendszer/

- lyukszalaglyukasztó /5 csatorna, 20 kar/sec/

- mágnesszalag /címezhető, 20 000 kar/sec, karakterenként 6 értékes bit, 35 mm-es szalag, max. 16 egység, egyenként max. 130772 szó/

- számyomtató /16 helyérték, 20 sor/sec/

A MINSZK-22-nél változatlan alapgép mellett a perifériális rendszert 8 csatornás üzemmódra átkapcsolható /egyébként azonos rendszerű/ lyukszalagolvasóval, 128 helyértékes alfanumerikus sornyomtatóval, on-line írógépként működő távirógéppel és lyukkártyaolvasóval bővítették.

### III. Az új perifériális rendszer kialakításának problémái

A munka során mindenekelőtt tisztáznunk kellett azt, hogy melyik egységek cseréje jelent ésszerű anyagi ráfordítás mellett lényeges hatékonyság növekedést. Az egyes egységek műszaki és felhasználhatóság szempontjából való értékelésének mellőzésével megállapítjuk, hogy a lyukszalagos egységek és az on-line írógép cseréje feltétlenül szükséges, a mágnesszalag a gép üzemében kettős szerepet tölt be. Háttér memóriaként való alkalmazáskor a címezhetőség bizonyos előnyt jelent az általánosan elterjedt soros elrendezésű mágnesszalagos egységekkel szemben. Ennek azonban határt szab az eredeti berendezések bizonytalan működése. Ha a mágnesszalagos egységeket input/output berendezésként alkalmazzuk, a címezhetőség nem jelent előnyt, viszont fontos követelmény a más egységekkel való csereszabotosság.

A felsorolt berendezések helyettesítésére a következő egységeket választottuk.

Lyukszalagolvasó: RC 2000

Lyukszalaglyukasztó: FACIT PE 1500

on-line írógép: IBM input/output írógép

mágnesszalagos egység: TM-7

A következő eldöntendő kérdés az volt, hogy az új perifériákkal együtt rendszerteknikai módosításokat is bevezessünk-e, avagy sem. A döntéshez sok szempontot kellett figyelembe venni. Nyilvánvaló, hogy az illesztés egyszerűsége és a meglévő programokkal kapcsolatban felmerülő problémák az eredeti rend-



szer mellett szólnak. De ha a fejlesztés csupán a mechanizmusok kicserélésével járó legszükségesebb teendőkre szorítkozik is, bizonyos programozásbeli változtatások elkerülhetetlenek. Ilyen például az eredeti lyukszalagolvasó visszatekeréscselési lehetőségének megszűnése. Ugyanakkor viszont az új perifériák nyújtotta lehetőségeket ebben az esetben nem tudnánk maradéktalanul kihasználni. Célszerűnek mutatkozott továbbá az is, hogy felhasználjuk az alkalmat az eredeti perifériális rendszer bizonyos foku egyszerűsítésére is. A várható előnyök és hátrányok mérlegelésével új, egységes perifériális rendszer kialakítása mellett döntöttünk, vállalva a software problémák megoldásával járó többletmunkát.

A kialakítandó rendszertől megköveteltük, hogy a számítógép utasításainak hatása változatlan maradjon. Kivételt képeznek ez alól az eredeti lyukszalagos perifériákat kezelő utasítások, amelyek ezentúl az új perifériális egységek működtetésére szolgálnak. Valamennyi berendezés illesztése egységes elv alapján történik, ezért a rendszer tetszőlegesen bővíthető. Az egységességet olyan irányban is kifejlesztettük, hogy az új perifériális egységek egymást szükség esetén /pl. meghibásodáskor/ a program megváltoztatása nélkül helyettesíteni tudják.

A rendszer tervezésénél figyelembe vettük azt a tényt, hogy számítógép folyamatos üzeme miatt az átállás okozta idővesztést minimálisra kell leszorítani. Ezért egyrészt az illető egységeket az eredeti áramköröktől függetlenül építettük meg, amelyek így az átmeneti időszakban üzemképesek maradtak. Másrészt ragaszkodtunk ahhoz, hogy az új egységek beiktatása kizárólag a gép kábelezésén keresztül történjék és elvetettünk minden olyan megoldást, amelyik az alapgép áramköreinek megbontásához vezetett volna. Természetesen a perifériális utasítások végrehajtása az új rendszerben nem maradhatott teljes mértékben változatlan, de az ehhez szükséges áramkörök az új perifériális rendszer részét képezik.

A perifériális rendszertől megköveteljük azt is, hogy a felsoroltakon túlmenően bármilyen, karakterszervezésű, start-stop rendszerű perifériális egység illesztésére alkalmas le-

gyen. Ennek megfelelően - kellő kiépítettség esetén - a teljes eredeti rendszert helyettesíteni tudja. Ugyanakkor azonban az eredeti mágnesszalagos egységekkel, sornyomtatóval és számnymtatóval párhuzamosan is üzemeltethető.

#### IV. A perifériális illesztő rendszer működése

##### A. Általános jellemzők

1. Az információ egysége a 8 bites karakter. Ez tartalmát tekintve alfanumerikus jel /un. információs karakter/ vagy a perifériális egység állapotát kifejező bitkombináció /un. status-karakter/ lehet. Ez utóbbiak a perifériális transzferek szervezésére szolgálnak, pl. a mágnesszalagos egységgel kapcsolatban értelmezett status karakter output jelöli ki a szalaggal kapcsolatos tevékenységet /visszatekerés, stb/. A status karakter inputja valamennyi perifériánál alkalmazható, és az egység pillanatnyi állapotát /pl. foglaltság/ teszi a programozó számára hozzáférhetővé.

Az új rendszerben ezért a perifériák szimultán üzem az eredetinél tágabb határok között és egyszerűbben programozható.

2. Valamennyi egység kezelésére egyetlen input és egyetlen output utasítás szolgál. Ezek megegyeznek az eredeti lyukszalagos input/output utasításokkal. Az utasítás első címe az alkalmazni kívánt egységeket jelöli ki. A második cím pedig azt a memóriarekeszt jelenti ahova kerül, vagy ahonnan veendő az információs karakter. A memóriával való kapcsolat az aritmetikai egység regiszterein keresztül valósul meg.
3. A rendszer lehetővé teszi több, különböző output egység egyidejű szelekcióját, ami a kiválasztott berendezések párhuzamos működését eredményezi. Input egységeknél természetesen ez értelmetlen. Foglalt periféria szelekciója várakozást, nem létező vagy kikapcsolt egység szelekciója pedig perifériális interruptot eredményez.

4. A lyukszalagos input/output kivételével a gép valamennyi eredeti utasítása változatlan marad. Emellett a tulcsordulás szerepe kibővül, ugyanis minden a perifériális rendszerben jelentkező hibajelzés /pl. paritáshiba, ellentmondó utasítások/ a MINSZK-2 számára tulcsordulás formájában mutatkozik. Ilyen esetben tulcsordulásra való ugrás utasítással egyszerű programelágazási lehetőség biztosítható.

#### B. RC 2000 lyukszalagolvasó

A lyukszalagolvasó illesztésével kapcsolatban az A. pontban felsoroltakon kívül egy speciális problémát is meg kellett oldanunk, nevezetesen a kezdeti inputot. A blokkonként működő eredeti olvasó ugyanis egyetlen utasításra képes volt egy teljes programot beolvasni.

Egy programnak 8 bites karakterekből való összeállítása összetettebb beviteli programot igényel, aminek a törölt memóriába juttatása hosszadalmas kezelői munkát jelent. Ennek elkerülésére az RC 2000 illesztését egy speciális üzemmóddal egészítettük ki, amelyik egyetlen utasításra 6 egymást követő karakterből egy teljes gépi szót állít össze /lásd 1.ábra/. Ennek segítségével meghatározott rendszerben lyukasztott programok egyetlen utasításra "boot strap" elven beolvashatóak. A lyukasztási rendszer ismertetésére itt nem térünk ki, csak megemlítjük, hogy ezzel a megoldással az eredeti programbeviteli sebesség 5,5-szörösét sikerült elérnünk.

#### C. FACIT PE 1500 lyukszalaglyukasztó

Az illesztés az általános részben leirtakhoz képest semmi különlegességet nem tartalmaz /Lásd 2.ábra/.

#### D. IBM in/output írógép

Az on-line írógép illesztésénél célul tűztük ki, hogy segítségével a gép kezelőpultjának használatát minímálisra csökkentjük. Ezért az illesztést a programba

épített in/outputk végrehajtásán kívül /amelyek a fent körvonalazott módon történnek/ egy írógéppel vezérelt interrupt-rendszerrel is kiegészítettük. Ez az outputot nem befolyásolja, input esetén viszont két lehetőséget teremt. Input utasítás végrehajtása közben a gép mindaddig várakozik, amíg egy billentyűt le nem nyomunk az írógépen. Ha viszont egy billentyű lenyomásakor nem éppen egy input utasításban várakozik a gép, akkor a futó program megszakad, és aktiválódik egy speciális program, amelyik a betű kódját értelmezi. Ez az interrupt a gép eredeti megszakító rendszerével azonos módon működik, és zömmel a gyárilag beépített áramköröket használja fel.

Segítségével a gép kezelése mindaddig az írógéppel történhet, amíg egy adminisztrátor program számára elegendő hely van a memóriában.

#### E. TM-7 mágnesszalagos egység

A mágnesszalagnak a III. fejezetben említett kettős funkciója az illesztő egység tervezése során sok nehézséget okozott. Célul tűztük ki ugyanis azt, hogy mindkét feladat speciális igényeinek teljesítése mellett egységes programozási rendszert alakítsunk ki.

A számítógép többi perifériális egysége karakterenként működik. Az egységesség, illetőleg a perifériák felcserélhetőségének elve ugyanezt az in/output célra használt mágnesszalagos egységtől is megkívánja. A mágnesszalag azonban - természeténél fogva - csak blokkénti információ rögzítésre alkalmas. Ezért a számítógép és a TM-7 közé valamilyen puffer memóriát kellett beiktatni. Mivel erre a célra önálló memória létesítésének anyagi és technikai feltételei nem voltak meg, elhatároztuk, hogy az operatív memória egy részét fogjuk pufferként alkalmazni.

A karakterenkénti output a következőképpen megy végbe. Minden egyes karakter az illesztő egységbe kerül, amelyik gépi szavakká tömöríti/a 37 bites gépi szóban 6

karakter helyezhető el/. Ezeket az illesztő egység az operatív memória puffer mezejének soron következő rekeszében helyezi el. A puffer mező megtelése automatikusan az összegyűjtött információ mágnesszalagra írását eredményezi. Ez alatt a soron következő kiküldendő karakter várakozni kényszerül. Input esetén a fenti folyamat fordítottja megy végbe azzal a különbséggel, hogy karakter kérése a kiürült puffermezőből a soron következő mágnesszalag-blokk beolvasását kezdeményezi.

Hátra van még a puffermező kijelölésének kérdése. Műszaki szempontból legegyszerűbb lenne az operatív memória valamely részét egyszer, s mindenkorra lefoglalni, ez azonban súlyos hátrányokkal járna. Egy ilyen megállapodás a meglévő programok mélyreható átalakítását igényelné, nem beszélve arról, hogy a gép viszonylag kis memóriájában nehezen jelölhető ki "leginkább nélkülözhető" tartomány. Másrészt a maximált puffermező erősen korlátozná más mágnesszalagos adatfeldolgozási rendszerekkel való kapcsolat lehetőségét. Ezért a puffert esetenként határozzuk meg kezdő és végcímének megadásával /lásd 3.ábra/.

A címegadás az univerzális output utasítás segítségével, a status karakter küldésével analóg módon történik. A kijelölt cím újabb címegadásig változatlan marad.

Ha a mágnesszalagot háttér memóriaként alkalmazzuk, a feladat rendszerint a memória egy részének szalagra írása, vagy ennek fordítottja. Ez a feladat két lépésben oldható meg. Először a kritikus memória tartományt pufferként jelöljük ki. Ezután a mágnesszalagra írást vagy olvasást /amelyik információs karakter küldése/ fogadása híján most nem indul meg automatikusan/ megfelelő status karakter küldésével kezdeményezzük.

A perifériális rendszerben a fentiekén kívül még számos status karakter van értelmezve, ezek speciális funkciókat jelentenek /szalagmozgatás előre-hátra,

visszatekerés, tape-mark keresés, stb./.

A status karakter visszakérdezése a mágnesszalagos egység állapotára vonatkozó információt szolgáltatja /pillanatnyi foglaltság, paritáshiba, jelsűrűség, mozgásirány, szalag a végén áll, stb/.

A mágnesszalagos transzfer szervezésénél problémát okozott a gép 37 bites szóhosszúsága. Karakter-transzfer esetén egy szóban 6 karaktert helyezünk el, és az előjel-bit kihasználatlanul marad. A memória tartalom kiírásánál és visszaolvasásánál természetesen ez nem engedhető meg. Ennek ellenére egy gépi szót 6 karakterrel ábrázolunk, és az előjelet speciális paritás-konceptióval fejezzük ki.

A gépidő gazdaságos felhasználásának érdekében az illesztő egység és az operatív memória közötti adat-transzferek a számításokkal egyidejűleg mennek végbe. Várakozásra csak akkor kerül sor, ha az előző adat-transzfer befejezése előtt kezdeményezünk újabb mágnesszalagos utasítást. Ennek érdekében a meglévő mellett egy új "második szintű" gyors interruptot kellett kialakítanunk. A gyors interrupt segítségével egyuttal a mágnesszalagok szimultán üzeme is megvalósul. A gép adatai egyidejűleg max. 3 berendezés működését teszik lehetővé. Az éppen futó program késése ilyenkor egységenként kb. 10%.

#### V. Az illesztő rendszer felépítése

A berendezéstől megkövetelt tetszőleges bővíthetőséget modul rendszerű felépítéssel kívánjuk megvalósítani /lásd. 4.ábra/.

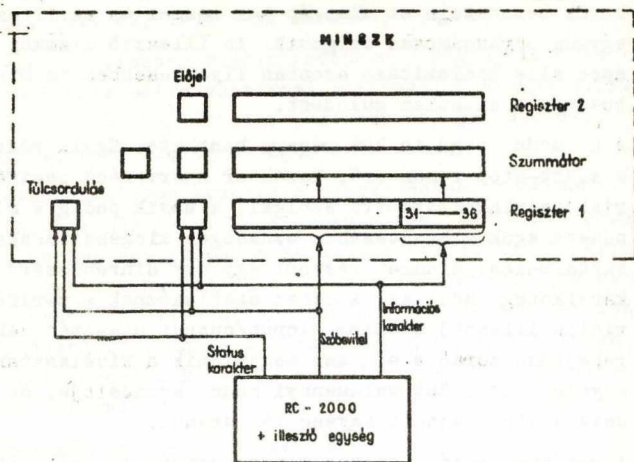
Közvetlenül a számítógéphez egy, közös logikai és szint illesztő egység csatlakozik /C. modul/. A csatlakozás zömmel a gép eredeti kábelcsatlakozóin történik. A csatlakozásokon keresztül azonban nem érhető el a gép valamennyi szükséges pontja. Ezeket - a gép áramköreinek megbontása nélkül - egy ujonnan beépített csatlakozóra multiplikáljuk. Így bizonyos áram-

körök bemenetein az alapgép más részei és az illesztő egység párhuzamosan dolgozik. Az illesztő áramkör speciális kialakítása azonban ilyen esetben is biztosítja a hibátlan működést.

A C. modul maga is két részre bontható. Egyik része a start-stop rendszerű, karakter szervezésű perifériák csatlakoztatására szolgál, a másik pedig a mágnesszalagok illesztéséhez szükséges kiegészítéseket tartalmazza. Mindkét részből egy-egy sinrendszerű kábelköteg indul ki. Ezekhez csatlakoznak a perifériális illesztő modulok. Input/output utasítás végrehajtása során a sineken megjelenik a kiválasztandó egység kódja. Ezt valamennyi modul azonosítja, de csak a kiválasztott egység lép üzembe.

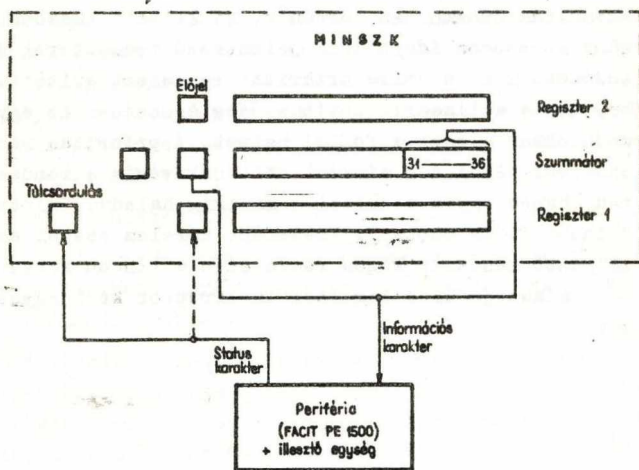
A rendszerbe több azonos típusú egység is beiktatható. Ezeket 0-7-ig sorszámokkal különböztetjük meg egymástól. Gyakorlati jelentősége természetesen csak több mágnesszalagos egység hozzákapcsolásának van.

Tekintettel arra, hogy a mágnesszalagok illesztése szimultán üzemmódban történik, ki kellett küszöböl-nünk az azonos időpontban jelentkező transzferek ütközését. Erre a célra prioritás rendszert építettünk be, amely a lineáris bővíthetőség érdekében az egyes modulokban elosztva foglal helyet. A prioritás rendszer vezetékei nem sinként haladnak végig a rendszeren, hanem egyik modultól a másikig haladva, mintegy "láncba fűzik azokat". Interrupt kérelem esetén az illesztő rendszer közös része ezen a láncon keresztül választja ki a legelső, interruptot kérő egységet.



1. ábra

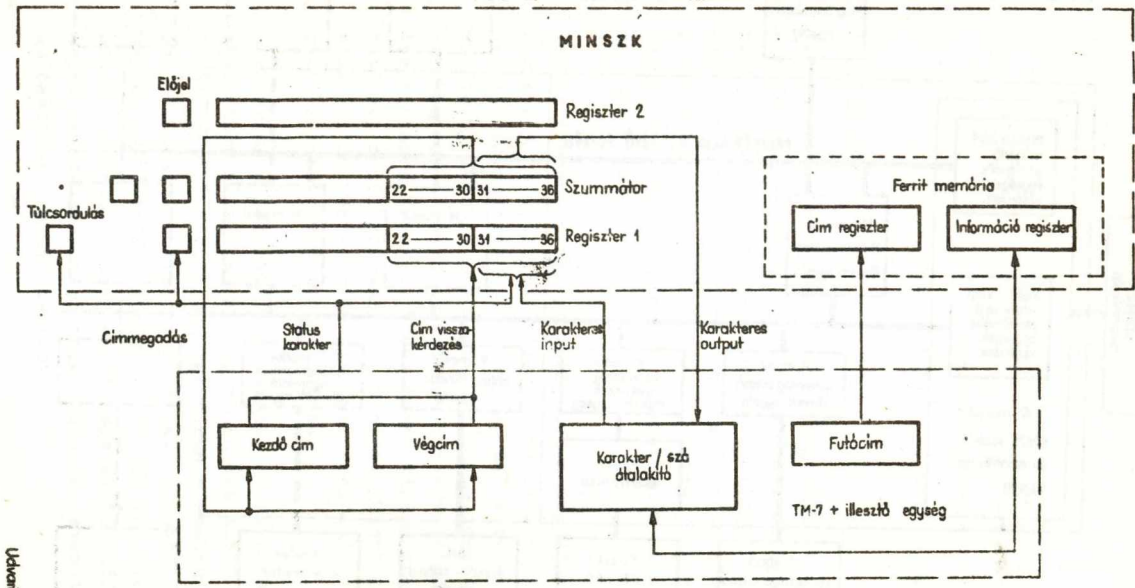
RC-2000 információfolyama



2. ábra

Karakteres output peritéria információfolyama

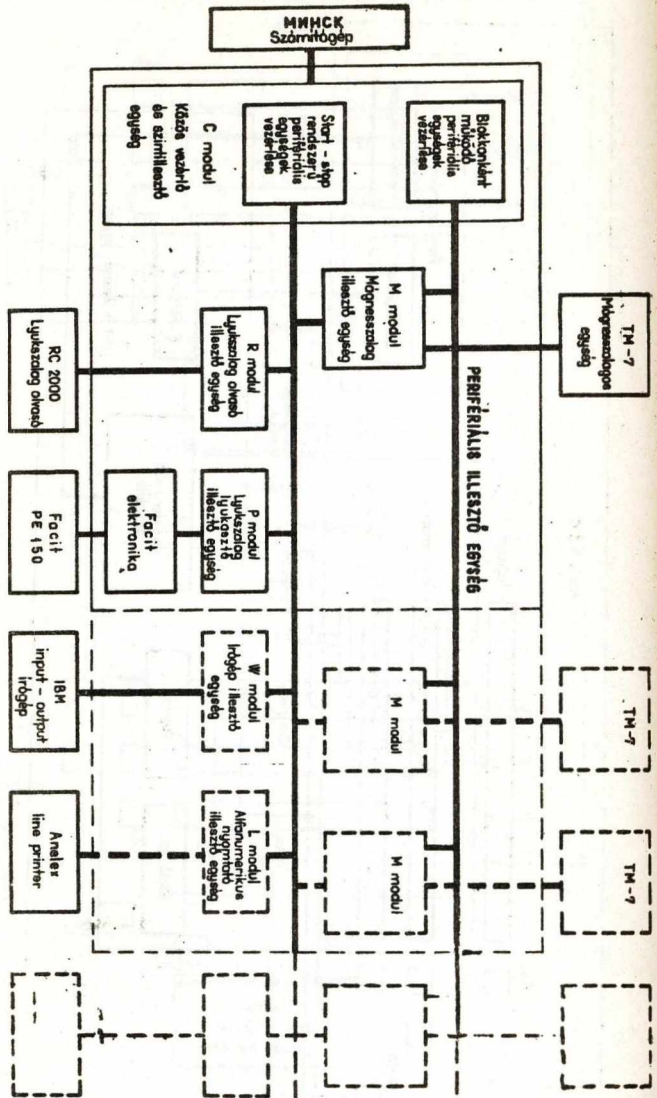




Udvart: 69/1438

3. ábra

Ampex TM-7 információfolyama



Utvonni egység

4. ábra

Az illéztő rendszer felépítése

## A TPA PERIFÉRIA RENDSZERE

dr. Vajda Ferenc

Központi Fizikai Kutató Intézet

1. Bevezetés

Az elmúlt néhány évben az iparilag fejlett országokban a digitális számológépek egyre bővülő családjának egy új tagját hozták létre, a laboratóriumi számológépet. Megszületését egyrészt a tudományos és ezen belül is elsősorban a nukleáris kutatások egyre növekvő igényeinek, másrészt ezen kutatások legfőbb eszközeinek a sokcsatornás analizátorok fejlesztésének köszönheti.

Ezek a laboratóriumi számológépek adatgyűjtést, előzetes adat-redukciót és analízist végeznek és számos esetben magát a kísérleti berendezést is vezérlik. Bár általános tervezésük és működésük hasonló más digitális számológépekéhez, itt a fő hangsúly nem a bonyolult aritmetikai műveletek gyors végrehajtásán, hanem az olyan "real-time" típusu események gyors és hatékony feldolgozásán van, amelyet különböző típusu mérőátalakítók és regisztráló egységek /például amplitúdó-, idő-digitál konverterek/ szolgáltatnak.

Ugyanakkor a laboratóriumi számológépek alkalmazásának jellemzője, hogy általában a program futása alatt az eredmények /valamilyen real-time típusu grafikus formában/ a felhasználó rendelkezésére kell hogy álljanak. A kísérletező fizikus - éppen a kísérleti feltételek gyors változása és speciális volta miatt - számos esetben saját maga által előállított berendezéseket /elsősorban mérőátalakítókat és erősítőket/ is a számológéphez akar illeszteni.

Ezen tények, vagyis a speciális nagysebességű adat ki- és bevétel igénye, a perifériális rendszer flexibilis programozhatósága, a szokásostól eltérő eszközöknek a számítógéphez való illeszthetősége, real-time típusu problémák kezelése határozzák meg azokat a tényezőket, amelyekben egy laboratóriumi számítógép rendszer eltér a más digitális számítógépektől és amelyek a TPA interface és periféria rendszerét is megszabták.

## 2. A TPA I/O rendszer általános jellemzői

A TPA rendszer három alapvető - a perifériális egységek és a TPA interface közötti - adatforgalmi eljárást használ:

- a/ Programozott átvitel: a teljes folyamatot a program irányítja. /A program vizsgálja meg a periféria állapotát, viszi át az információt stb./
- b/ Program-megszakításos átvitel: az átvitelt a periféria kezdeményezi, megszakítva az utasítások végrehajtásának sorozatát és átviszi a vezérlést az őt kiszolgáló szubrutinra.
- c/ Automatikus átvitel: közvetlen adatforgalom a központi memória és a periféria között lényegében a program módosulása nélkül. /A program végrehajtása az átvitel idejére függesztésre kerül./

A TPA interface és a perifériák csatlakozása lényegét tekintve "sin" rendszerű, vagyis mind az adatok, mind a vezérlő jelek tulajdonképpen egyetlen "sin" rendszeren keresztül kapcsolódnak az összes perifériális egységhez.

### 2.1. Perifériális egység és a központi egység kapcsolata programozott átvitel esetén. /Számítógép vezérelt rendszer./

A standard TPA perifériális rendszerben ebben az átviteli módban minden információcsere a központi egység és a periféria között az akkumulátoron keresztül történik. /12 bit, párhuzamos/

Mivel minden perifériális egység megfelelő puffer regiszterrel rendelkezik, a tényleges átvitel csupán egy számítógép ciklust igényel.

Az 1. ábrán a I/O utasítások bit elrendezését tüntettük fel. A megfelelő műveleti kódot dekódoló egység leállítja a tárolási ciklusok sorozatos végrehajtását és megindítja a KBI ki-bemenő impulzusokat előállító generátort. Ez három 1,usec széles impulzust állít elő 2-2,usec-ként. Az utasítás utolsó három bitje szabja meg, hogy ezek az impulzusok megjelennek-e a megfelelő interface csatlakozópontokon. /A bit "1" értéke jelenti a megjelenést, a "0" a meg nem jelenést./

Az utasítás 3-8 bitje választja ki a perifériális egységet, amelyre az utasítás vonatkozik. Bonyolultabb, több funkciót ellátó perifériális egység természetesen több ilyen PEK kódot is kaphat, amely a periféria különböző funkcióit vezérelheti. A hat bitnek megfelelő  $2^6 = 64$  különböző funkció lehetőségét ad a TPA standard perifériás egységeken kívüli, a felhasználó által létrehozott egységek kiszolgálására is. A 2. ábrán az elmondott működésnek megfelelő interface egyszerűsített elvi blokkvázlatát adjuk meg.

A TPA központi egysége az egyes perifériát /ill. funkciót/ kiválasztó kapu felépítésének egyszerűsítése miatt a PEK kódot és annak inverzét is kiadja. Ennek megfelelően minden periféria /ill. periféria funkció/ vezérlő egysége 12 interface csatlakozó pontra kapcsolódik parallel. Természetesen az egyes KBA utasítások tényleges értelmét mindig a kijelölt periféria vezérlő egység dönti el. A 3. ábrán egy ilyen periféria kiválasztó egység logikai vázlatát tüntettük fel.

A TPA központi egysége és a perifériális egység együttműködését jól jellemzi egy XYZ pont megjelenítés üzemmódban működő katódsugárcsőves megjelenítő egység, amely gyakorlatilag időkésés nélkül képes a kapott vezérlésnek megfelelően működni. Egy ilyen egység egyszerűsített blokkvázlatát adjuk

meg a 4. ábrán. A megjelenítő egység három PEK kóddal és ezeknek megfelelő kiválasztó egységgel rendelkezik. A megfelelő utasítások hatására ezek állítják elő az egyes KBI impulzusokból az X, Y és Z regisztereket kiszolgáló vezérlő jeleket. Természetesen az ilyen típusú megjelenítés velejárója, hogy a megjelenítést előállító utasítássorozatot a katódsugárcső ernyőjén megjelenő kép villogásának elkerülésére - másodpercenként 30-50-szer - meg kell ismételní.

A perifériális berendezések legnagyobb része /lyukszalagolvasók, lyukasztók, villamos-írógépek stb./ - a gép ciklusidejéhez képest - elég jelentős időt igényel egy-egy perifériális utasítás végrehajtására, ezért nem áll mindig rendelkezésre a központi egység számára. Ilyen típusú egységek vezérlő elektronikus rendszere minden esetben tartalmaz egy /esetleg több/ speciális bistabilt u.n. jelzőbistabilt, amelynek az állapota jelzi, hogy a perifériális egység szabad-e. /Az akkumulátor és saját puffer regisztere közötti újabb átvitelre kész./ A program vizsgálja ennek a bistabilnak az állapotát és abban az esetben, ha az egyes állapotba kerül egy plusz egységgel megnöveli az utasításszámláló tartalmát vagyis a következő utasítást átlépi. Általában ez az átlépett utasítás egy ugró utasítás, amely a vezérlést egy utasítással visszaviszi, azaz, ha a periféria nem szabad, ismételt foglaltságvizsgálatot végez.

Az 5. ábra szerint a jelzőbistabilt a PUFFER ÁTVITELRE KÉSZ jel billenti egyes állapotba. A következő - a periféria állapotát vizsgáló - utasítás ekkor a megfelelő PEK kóddal kapuzott KBI 1-ből előállítja az UTASÍTÁS ÁTLÉPÉS jelet. Ennek hatására létrejön a főgépben előbbieken leírt továbbléptetés, és a következő utasítás/ok/ elvégzik a jelzőbistabil túrlését /-V2, KBI2 hatására/ és a két regiszter közötti tényleges átvitelt /-ÁTIRÁS KBI3 hatására/ valamint megindítják a periféria rendeltetésének megfelelő vezérlő elektronikus rendszert is. A 6. ábrán a periféria egyetlen puffer regiszter bitjének

egy lehetséges elrendezését láthatjuk.

2.2 Perifériális egység és a központi egység kapcsolata  
program-megszakításos átvitel esetén. /Periféria vezérelt  
rendszer/

A programmegszakítás lehetővé teszi valamely perifériális berendezés számára a számítógép működésének közvetlen befolyásolását. Egyéb alkalmazások mellett lassu perifériákkal kapcsolatos információátvitel esetén lehetővé teszi, hogy a program ne töltsön időt a periféria foglaltsági állapotának ismételt vizsgálatával.

A 7. ábra szerint - ha a program megszakítást engedélyező kapcsoló bekapcsolt állapotban van - a jelzőbit egyes állapotba billenése egy PROGRAM MEGSZAKÍTÁS KÉRÉS jelet ad a központi gép felé. Ennek hatására a gép program megszakító rendszere az éppen folyó utasítást befejezi, megállítja a futó programot olyan módon, hogy az utasításszámláló regiszter tartalmát a nullás című helyen tárolja /a visszatérés biztosítására/ és az utasítások végrehajtását az egyes címen folytatja. A program megszakítást okozó perifériát kiszolgáló szubrutint ezért ettől a címtől kezdve kell elhelyezni a gép memóriájában. Ennek az utasítássornak a végén el kell helyezni egy olyan utasítást, amely az újabb programmegszakítást engedélyezi /a megszakítás pillanatától t.i. a TPA érzéketlenné válik minden további megszakítás kérésre/ valamint a főprogramra való visszatérést biztosító ugró utasítást. Az előbbi tényleges bekövetkezése automatikusan egy memoria ciklusnak megfelelő idővel késleltetve van, hogy az ugró utasítás is minden esetben befejeződhessen. A TPA megszakítás rendszerében minden perifériális berendezés ugyanazon az interface csatornán jelentkezik. Így, ha egy program megszakítás kérés jel befut, a programnak meg kell vizsgálni az összes olyan perifériális egység jelzőbitjének állapotát, amely programmegszakítást okozhat,

vagyis amelyeknél a programmegszakítást engedélyező kapcsoló bekapcsolt állapotban van. Ez a vizsgálat a kiszolgáló szubrutint megelőző programrész, amely tulajdonképpen a megszakítást okozó perifériának megfelelő programrészt kiválasztja. Felépítésében megegyezik a programozott átvittel kapcsolatosan ismertetett periféria állapot vizsgálatával.

### 2.3. Perifériális egység és központi egység kapcsolata autonóm átvitel esetén. /Automatikus rendszer/

Autonóm átvitel üzemmódban lehetőség van a futó program egyszerű, rövid idejű felfüggesztésével közvetlen adatforgalmat biztosítani a periféria és a központi gép memória között. Különös jelentősége van gyors perifériális egységek /például mágnesszalagos tároló/ alkalmazása esetén, valamint olyan típusú feladatoknál, mint amplitudóanalízis, hisztogramok felvétele vagy valamilyen esemény vagy iteráció számlálás.

A 8. ábrán az autonóm adatátvitel interface csatlakozásokat adtuk meg.

A két alapvető autonóm átvitel típus az egy és három ciklusú. Egyciklusú esetben a periféria hardware regisztereket tartalmaz az átvitelnek megfelelő cím meghatározására illetve az átvitelek számlálására a blokkvégek meghatározása végett, míg a háromciklusú esetben két meghatározott memória hely végzi el ezt a funkciót.

Az interface felépítése olyan, hogy az amplitudó analízis és ezzel rokon feladatokat - amikor általában csupán egy meghatározott címen lévő tartalmat kell kiolvasni, megnövelni eggyel és visszairni ugyanarra a címre - utasításszámláló és az akkumulátor tartalmának megzavarása nélkül képes a gép elvégezni.

A TPA autonóm adatátviteli rendszerének egy tipikus alkalmazása olyan típusú feladatoknál jelentkezik, amikor nagymennyiségű adatátvitel mellett nagymennyiségű számolási munkát



is el kell végezni. Ilyen esetekben szükség lehet a számolás részeredményeit, illetve pillanatnyi állapotát folyamatosan ill. a számolás egyes fázisaiban megjelentetni. Ilyenkor a TPA-t - a számolási munkát végző nagy számológéppel összekapcsolva - egy katódsugárcsőves megjelenítő eszköz kihasználására vagyis azonos kimenő információ folyamatos megismétlésére használhatjuk. Csupán csak ha a megjelenítendő információ megváltozik van adatátvitel a nagy gépből a TPA memóriájába.

### 3. A TPA perifériái a jelenlegi kiépítésben

Röviden összefoglaljuk azon rendelkezésre álló perifériák legfontosabb jellemzőit, amelyekkel a TPA a jelenlegi kiépítési fázisban el van látva. A rendszer nagyfokú flexibilitása azonban lehetővé teszi gyakorlatilag bármilyen - a felhasználó igényeitől függő - további, sok esetben speciális perifériális berendezés egyszerű illesztését is.

#### A./ Villamos írógép /összeépítve lassu szalaglyukasztóval és olvasóval/

Elektromechanika típusa: Teletype Mod 33ASR

Max.sebesség: 10 karakter/sec

Kódtípus: Teletype kód /ASCII/

#### B./ Nagysebességű szalagolvasó

Elektromechanika típusa: FS 1500 vagy ekvivalens

Max.sebesség: 1500 karakter/sec

Kódtípus: 8 soros

#### C./ Gyors szalaglyukasztó

Elektromechanika típusa: Facit PE 1500 vagy ekvivalens

Max.sebesség: 150 karakter/sec

Kódtípus: 8 soros

D./ Oszcilloszkópos megjelenítő fényceruzával

Ernyőátmérő: 13 cm

Max. felbontás X és Y irányban: 10 bit

E./ Digitális rajzoló adapter /analóg jellegű rajzoló  
zók illesztésére/Digitál-analóg konverterek típusa: léptető-  
motoros

Max.léptetési sebesség: 12000 lépés/perc

F./ Feszültség-digitál konverter

Feszültség tartomány: 0-10 V

Konverziós idő: 20 + 0,25 k/usec /ahol k a

Csatornaszám:  $2^{10}$  csatornaszám/G./ Mágnesszalagos egység

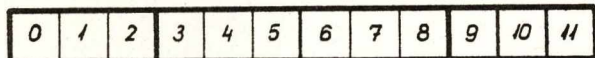
Alkalmazott elektromechanika: TM-4SS /Ampex/

Kódolás: IBM/ICT kompatibilis

Max. szalagsebesség: 75 hüvelyk/sec

Bitsűrűség: 556 bit/hüvelyk

A rendszer bővítése további egységekkel folyamatban van.

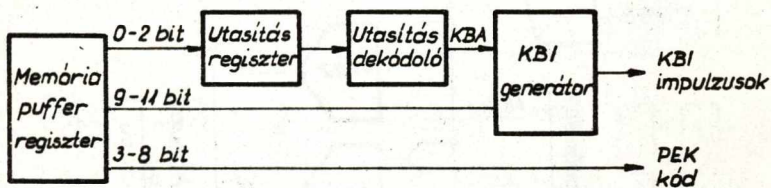


Műveleti  
kód

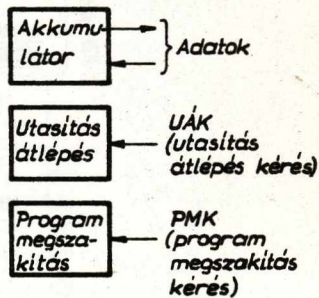
Perifériális egység  
kiválasztása  
(PEK kód)

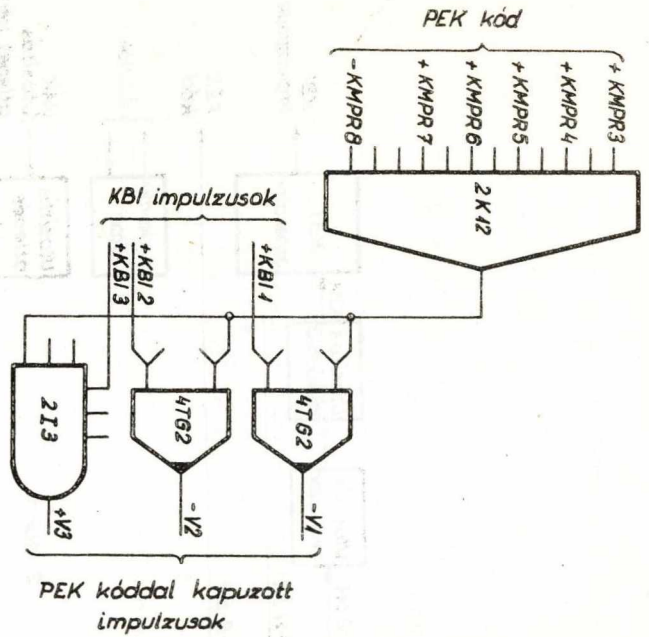
KBI impulzus  
generátor  
vezérlése

1. ábra

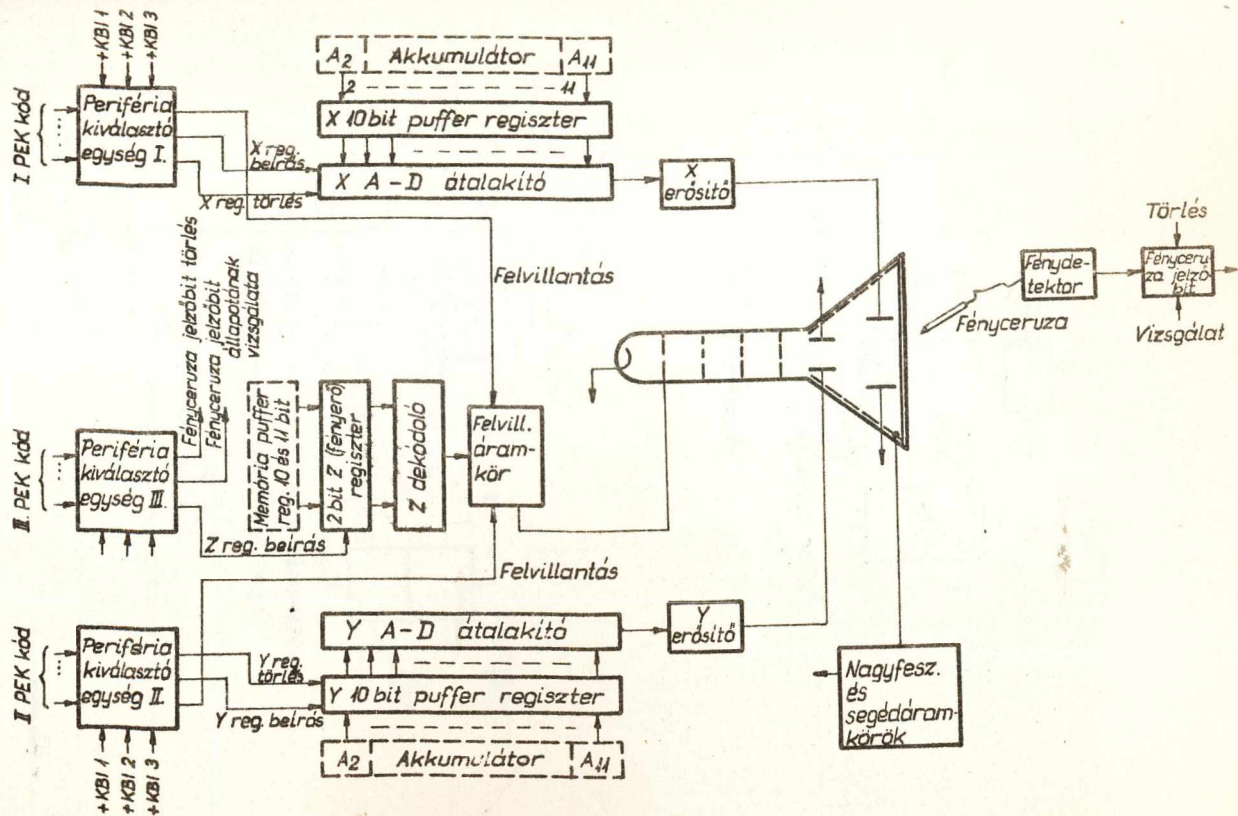


2. ábra

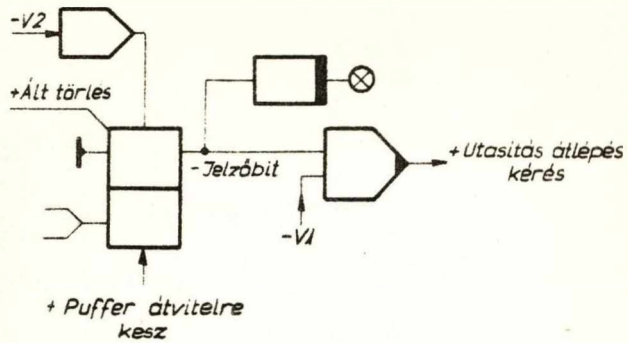




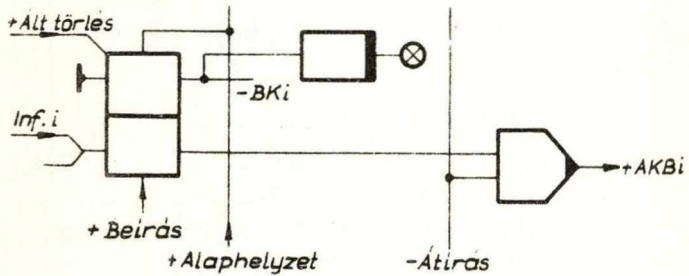
de Nagyfalvi székely



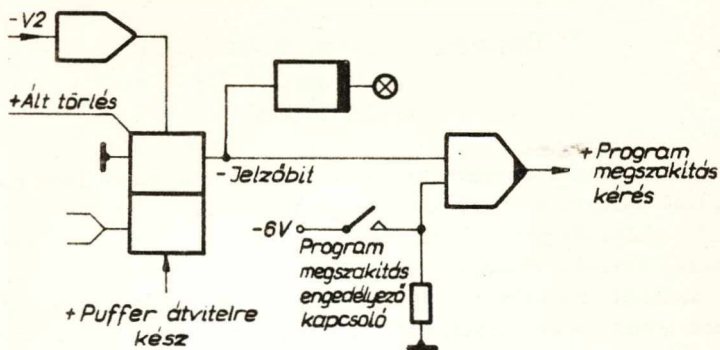
4. ábra



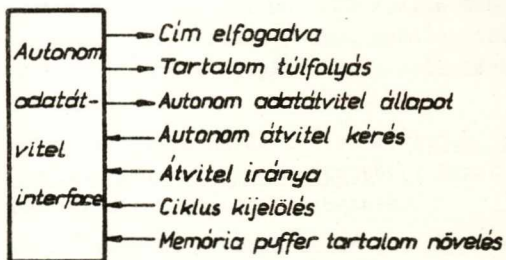
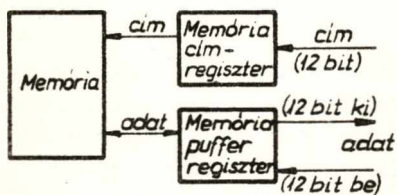
5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra

## SZÁMÍTÓGÉPEK ÉS INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK

Vajda János  
Egyesült Izzó

A korábbi években a számítógép építő szakemberek és az alkatrészgyártók között legfeljebb csak annyi kapcsolat volt, amennyi az éves igények egyeztetésekor a tárgyalásokon felmerült. A közelmúltban viszont olyan sajtóközlemények láttak napvilágot, melyek szerint a két terület kölcsönhatásának eredményeképpen merőben új típusú áramkörök, és új elvek szerint ezekből az áramkörökből kialakított új típusú számítógépek építése kezdődött meg. Számítógép alkalmazása digitális áramkörök tervezésénél mintegy visszacsatolásként meggyorsítja azok tervezését, kidolgozását és kivitelezését; és viszont: az áramkör tervezőknek magának a számítógép működését, felépítését is ismerniük kell, ha megfelelő áramköröket akarnak építeni.

Az előadás során vázlatosan ismertetésre kerülnek azok az új elvek, melyek lehetővé teszik különféle logikai funkciókat ellátó áramkörrendszerek tervezését. A jelenleg nagy tömegben gyártásban lévő ugynevezett integrált áramkörök 4-10, esetenként ennél valamivel több aktív áramköri elemmel létrehozható kapcsolásokat realizálnak. Az ún. LSI /Large Scale Integration - szuperintegrálás/ eredményeként esetleg többszáz, vagy ezer "elemi" integrált áramkör összekapcsolásából kialakított hálózatok jöttek létre.

A részletek ismertetése előtt felmerül a kérdés: szóba jöhet-e a szuperintegrálás /LSI/ magyar szempontból? Ennek természetesen csak gazdaságossági korlátai lehetnek.

A szakirodalom közlései szerint azonban belátható időn belül nem valószínű, hogy hazai viszonylatban sor kerülne LSI elemek konstruálására. Wahlstrom szerint [2] egy 1000 integrált áramköri elemből álló lánc megépítése jelenleg 30 000 \$ körül mozog. Ez a szám tömeggyártás esetén talán lecsökkenne 10 \$



körüli gazdaságos értékre, ha a gyártott mennyiség a milliós nagyságrend fölé emelkedne. Egy-egy ilyen elemből megfelelő módszerrel egyaránt kialakítható aritmetikai egységtől kezdve dekódoló matrixon át bármilyen memóriaegység is. Ha feltételezzük, hogy egy-egy számítógépben 100 ilyen LSI elemet használnak fel, még akkor is 10 000 gép gyártását tétellezi fel évente a gazdaságos kihozatal. Ez a magyarázata annak, hogy jelenleg csak az USA-ban és a Szovjetunióban folynak ezzel kapcsolatos kísérletek [11]. Így tehát a fenti állítás indokoltnak látszik.

Ezzel szemben az Egyesült Izzó reálisnak látszó fejlesztési tervet valósít meg az integrált áramkörök gyártásbavezetésének területén. A korábban megindult munka eredményeként laboratóriumi szinten már megoldott egyes áramkörök előállítás.

A távlati tervek szerint az Egyesült Izzólámpa és Villamosági R.T. és a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet közös kutatási bázisára támaszkodva 1970-ig egyre bővülő választékkal fokozatosan megindul az RTL /Resistor-Transistor-Logic/ rendszerű félvezető alapú integrált áramkörök gyártása. A felmérések alapján a következő típusokat vették figyelembe:

hárombemenetű NOR kapu,  
fél-léptető-tároló egység,  
kétszer-hárombemenetű NOR kapu,  
kétszer-kétfemenetű NOR kapu,  
kizáró VAGY kapu,  
"háromból kettő" kapu,  
puffer tároló egység,  
J-K flip-flop.

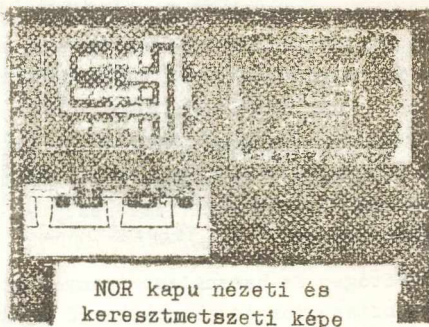
Ezek a típusok, és a gyártásukra létrehozandó kapacitás előreláthatólag hosszú időn keresztül fedezni fogja az ipar felmerülő igényeit.

Ezen dolgozat tehát arra korlátozódik, hogy a részletes leírás helyett inkább csak fővonalakban kiemelje azokat a területeket, ahol az áramkör gyártók a számítógépre vannak utalva, illetve ahol a számítógépgyártók az áramkörök ismeretét igénylik.

### 1. Az integrált áramkörök felépítése

A célszerűen kiválasztott, pl. Si lemezre felnövesztett Si-oxid rétegre fényérzékeny anyagot visznek fel, melyet a kívánt áramkör konstrukciójának megfelelő maszkon keresztül megvilágítanak. A megvilágított részek - attól függően hogy negatív vagy pozitív fotoreziszt bevonó anyagról van szó - előhívhatók és a megvilágított részekben kimarhatók. Az így nyert "ablakon" keresztül p, illetve n típusú szennyeződések párologtathatók be, melyek a tranzisztor bázisát, illetve emitterét alkotják. A szelet fajlagos ellenállásának ismeretében tetszőleges ellenállás szigeteket is ki lehet alakítani.

Az 1. ábrán látható 3 tranzisztort és 4 ellenállást tartalmazó NOR kapu 4 egymást követő oxidréteg kialakításából - fényérzékeny emulzió felviteléből - maszk ráhelyezéséből - megvilágításból - marásból - és diffúzióból áll.



1. ábra

## 2. Számítógépek alkalmazása integrált áramkörök gyártásában

Ezeknél az alapelemeknél jelenleg a maszk készítéseknél és az áramköri paraméterek számításánál használnak számítógépet.

Maszk készítésénél az áramköri elrendezés koordinátáinak megadásával az Elliott 803-ra írt grafokód fordítóprogram egyszerű lehetőséget nyújt a géphez off-line csatlakozó ZUSE 2/64-es graphomat programozására. Különleges követelmény a pontosság, ezért a maszkok rajzai kétszázszoros nagyításban készülnek és két lépésben kerülnek kicsinyítésre. A végső maszk már az eredeti kb. 1x1 mm-es részekből különleges módszerrel üveglapra fénykepezve áll rendelkezésre. A szilícium-oxid rétegre felvitt fotoemulzióra ezt az üvegmaszkot illesztik, amelyen átvilágítva kialakítható az áramkör szerkezete [12]. Egy-egy integrált áramkör elkészítéséhez legalább 5 maszkra van szükség:

szigetelő diffúzió fotomaszk,  
 bázisdiffúzió fotomaszk,  
 emitter diffúzió fotomaszk,  
 kontaktus nyílás fotomaszk és  
 alumínium maró fotomaszk.

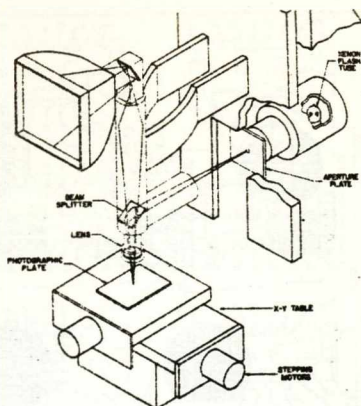
/2.ábra/

Nagyobb mennyiség esetén a rajzológép írófejének helyére szerelt megvilágítófej közvetlenül egy 10-szeres nagyítású maszk rajzot készíthetne el. Ez a kétszázszoros rajz elkészítésének és az első kicsinyítő lépés kihagyását tenné lehetővé /3.ábra/. [5]

A feladatra specializált programnyelvek lehetővé teszik maszk elemek egy utasítással való megadását. Ily módon egy-egy új áramkör megrendelésétől a kivitelezésig 90 nap is elegendő /Fairchild hirdetés/.

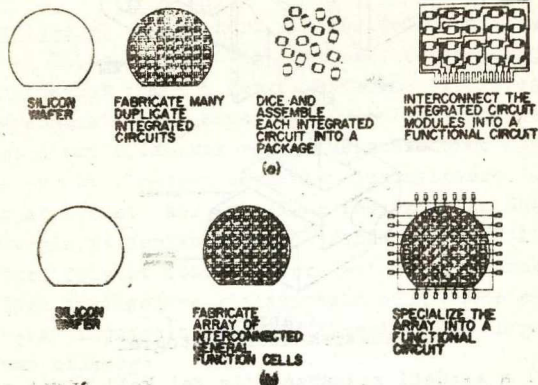
További számítógép felhasználást igényel pl. a szeleten kialakított tranzisztorok és ellenállások közötti összeköttetési területek minimalizálása. Adott áramköröknél a sokféle ut-elrendezés között található minimális összeköttetési területet igénylő megoldás. A meghibásodások száma arányban van az összeköttetések területével /spot hibák/.

68/4638/ÓF.



3. ábra  
fényugaras koordinatográf

Már ennél a kezdeti szakasznál is fel kell hívni a figyelmet a később felmerülő nehéz problémára: a szeleten lévő hibás elemekre. Egy-egy szilícium lemezen maximálisan 700-1000 elem alakítható ki. A gyártástechnológia egyenlensége miatt - főképp a széleken - hibás elemek is keletkeznek. Ezeket egyszerű esetben /planár tranzistor/ méréssel detektálják és így nem kerül sor további munkafolyamatokra: szeletelésre, felforrasztásra, termokompresszióra és a tokozásra. Bonyolultabb elemek esetén, amikor 10 - 20 paramétert kell egyszerre figyvelni, a szelet kiértékelésébe számítógépet célszerű bevonni. Az egyenkénti kiértékelés kiküszöbölésének az a módja, hogy az elemenkénti mérés, szétvagdosás, állványra való felforrasztás termokompresszió helyett az alapszeleten magán kialakítanak egy olyan áramkört, amely figyelembe veszi a lehetséges meghibásodott elemeket is. Ez az LSI egyik alapmód-szere /4. ábra./



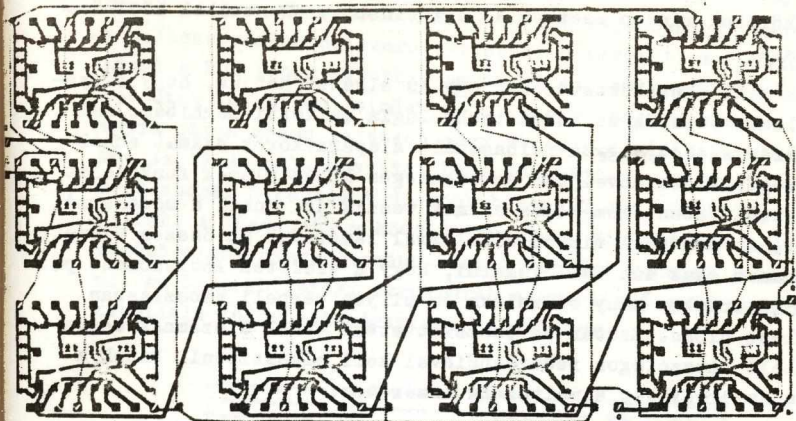
4. ábra  
Hagyományos és LSI módszerrel történő  
áramkör tervezés

### 3. L.S.I.

LSI-nek az olyan fokú integráltságot nevezik, amelynél a félvezető alaplemezen egy önálló funkcionális egységet alakítani ki [7].

Az előbb vázolt meghibásodás - figyelembevételén kívül az egy szeleten kiképzett áramkörök nagyobb kapcsolási sebességet és kisebb méreteket tesznek lehetővé.

a./ Az LSI megvalósításának legegyszerűbb módja az, hogy a szeleten lévő jó elemeket a szokásos egyrétegű alumínium összeköttetésén kívül, a hibás elemek figyelembevételével egy második alumínium réteggel komplett, egységes áramkörre alakítják ki. Így a második párolgató maszk rajza a megvalósítandó áramkörtől függően változik. Ezt a módszert mutatja az 5. ábra, amelyik 4 bites shift regiszter kialakítását szemlélteti.



5. ábra 4 bites shift regiszter kialakítása. Az első rétegben folytonos, a második rétegben szaggatott vonallal vannak jelölve az összeköttetést létrehozó párologtatott fémcsikok

A többréteges összeköttetésnél a rétegek közötti dielektrikum szigetelést vakuum párologtatással készítik, melynek vastagsága kb.  $1\ \mu\text{m}$ . Lényeges megjegyezni, hogy ebben az esetben csak annyi számú elemet használunk, ahányra az adott feladat megvalósításánál okvetlenül szükség van.

#### b./ "Discretionary wiring"

Az egy szeleten lévő elemeket 100%-osan lemérik, majd a jó és rossz áramkörök helyét a számítógép megjegyzi. A mérést általában un. tús mérővel végzik, amely az áramkör kimenetéhez csatlakozva a főbb paramétereket méri. A mérési eredmények alapján az összeköttetési utasítást illetve a maszk rajzoló programot annak alapján adja ki a gép, hogy milyen függvényt kívánunk az egységgel megvalósítani. Az így leírt folyamatot nevezik DISCRETIONARY WIRING-nek, amely lényegében nem különbözik az előbb leírt eljárástól, de nagymértékben automatizált, a számítógépre támaszkodva. Amikor a gép a kívánt áramkör megvalósítására kiadja a maszk-készítési utasítást, előzőleg automatikusan elvégzi a korábban említett op-

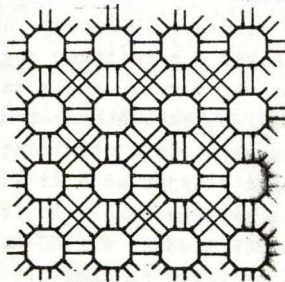
timalizálási számítást, így a rendelkezésre álló jó áramköröket minden esetben a legrövidebb szakaszokkal köti össze.

c./ Az összeköttetéseket úgy is elkészíthetjük, hogy figyelembe vesszük az adott technológia melletti meghibásodási arányszámot, így a felhasznált alapáramkörök számát ennek megfelelően növeljük. Az esetleges hibás elemek funkcióját kerülő uton szomszédos elemek veszik át. Ennél a módszernél tehát nem kell minden alkalommal lemérnünk az összes elemet, hanem csak azt kell ismerni, hogy a szeleten létrehozott pl. 500 áramkör hány százaléka és milyen térbeli eloszlásban lesz hibás. Ezután az összeköttetést ennek a számnak megfelelő látszólagos redundanciával kell elkészíteni. Ennek a módszernek két alváltozata ismeretes:

#### I. Rögzített működésű LSI sejtláncok

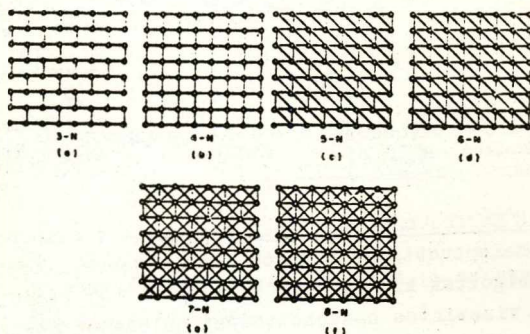
Sejt alatt ebben a vonatkozásban az integrált áramköri elemek értendők, de ez az elmélet más kapcsoló elemekre is vonatkozhat. A technológiai eljárásnál a sejt paraméterei csak az összeköttetési szerkezet kialakítását befolyásolják, maga a sejt nem változik.

A rögzített sejt működésű láncok leggyakoribb építő elemei a NOR és a NAND kapuk. Egyszerű példa a 8 szomszédos elemmel felépült lánc, melynek minden sejtje egy 8 bemenetű NOR kapu /6.ábra/.



6.ábra  
Nyolc szomszédos  
LSI sejtáramkör

Ennek az összeköttetésnek a következő sajátosságai vannak: a jelcsatornákat célszerű keresztezve vezetni; másodsor: mivel a NOR kapuk egyuttal negálnak is, célszerű legalább két utat létesíteni minden sejt között, melyek közül az egyik páros számú sejteken megy át, míg a másik páratlanokon. Az AFCL-nél /Amerikai Légierők/ kifejlesztett  $3 \times 3$ -as sejtláncnál a sejtek 4 db több-bemenetű duál-NAND kapuból álltak. A rögzített működésű láncoknál kívánatos a sejtek között minél nagyobb számú összeköttetési vonalat létrehozni. Az összeköttetési strukturát szemléltető gráf vonalai kétoldalú információ áramlást jelentenek.



7. ábra

A 7. ábrán a nyolc-szomszédos összeköttetések néhány lehetséges gráfját lehet látni. Ha minden összeköttetési ághoz egy-egy késleltető elemet rendelünk, akkor egy véges állapotú gépet le lehet képezni algráfokkal. Egy NOR kapuból álló bináris számláló képét mutatja a 8. ábra.

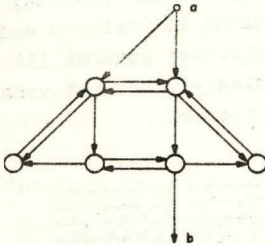
A sejtek állapotának beállítása pl. lyukkártyán keresztül megfelelően elhelyezett fotocellák megvilágításával történik. Az így összekötött sejtláncok állapotára csak általános egyenletek ismertek.

Jelöljük az összes cella állapotát adott  $t$  időpontban  $S_t$

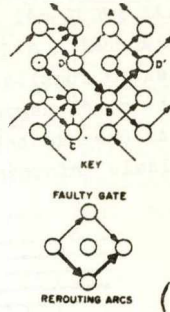


helyzetvektorral. Az összeköttetési strukturának az A matrix felel meg. Az állapotváltozást a következő időpontban az

$$S_{t+1} = A \cdot S_t \text{ függvény adja meg.}$$



8. ábra  
Nyolc-szomszédos  
kapukból álló bi-  
náris számláló

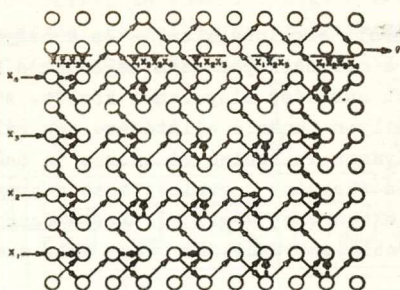


10. ábra  
Hibás kapuk kikerülésének  
módszere

A UNIVAC Engineering Centerben a rögzített működésű /NAND kapukból felépített/ sejtláncok kombinatorikus logikai tervezését dolgozták ki. Az első sejtláncok úgy készülnek, hogy előbb a vízszintes összeköttetési hálózatot hozzák létre /horizontál sinek/. Ezek a beérkező  $x_i$  változók szétosztására szolgálnak. Erre egy második, vertikális összeköttetési hálózatot szuperponálnak. Ez a két összeköttetési szerkezet minden áramkörtél megtalálható. A kívánt specifikáció szerinti áramköröket az ún. szintetizáló ivekkel érik el /9. ábra/.

Ha négy változó helyett  $n$  változó szerepel a megvalósítandó függvényben, akkor maximálisan  $2/n + 1/2^{n+1}$  sejtáramkörre van szükség. Az  $n$  növekedésével ez a szám  $n \cdot 2^{n+1}$ -hez tart [1].

A hibás sejtek kiküszöbölése tartalék sorok és oszlopok beépítésével történik. Ha egy sejtet hibásnak találtak akkor a szomszédos összekötő szint egy közeli sejtire helyezték át /10. ábra/. Az A hibás sejttről B-re tevődik át a funkció el látása. Ezáltal az összekötő sineket addig kell mozgatni, amíg



REV:

Függőleges  
sinekVízszintes  
sinekSzintetizáló  
ivekMegvalósított  
függvény:

$$\begin{aligned} & (x_1, x_2, x_3, x_4) \rightarrow x_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4 \\ & \cdot (x_1 x_2 x_3 x_4) (x_1 x_2 x_3 x_4) (x_1 x_2 x_3 x_4) (x_1 x_2 x_3 x_4) \end{aligned}$$

9. ábra

el nem éri a tartalék sort, vagy oszlopot. A szintetizáló iverk hasonlóképpen eltolódnak.

## II. Változtatható működésű sejtlanccok /programozható áramkörök/

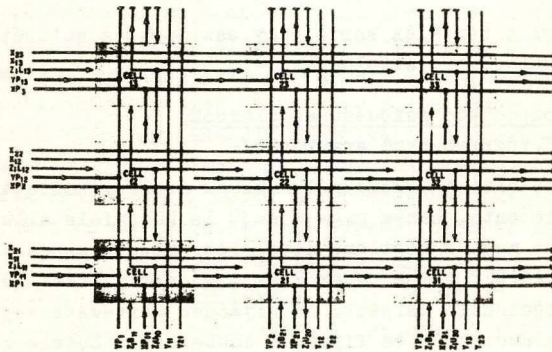
A programozható áramköröknél nemcsak az összeköttetési struktúra variálható, hanem maga a sejt is különféle állapotokat valósíthat meg. A sejtlanccal létrehozott kapcsolást előzőleg betáplált jelek határozzák meg, a rögzített fémes összeköttetési háló helyett. Az ily módon tervezett sejtlanccok újra programozhatók és ily módon többszáz különféle függvényt valósíthatnak meg. Ideális esetben a programozható sejtáramkörök azonosak lennének. Minél kevesebb alapáramkörrel kell dolgoznunk, annál kisebbek a fejlesztési költségek.

Ez a technológia különösen kis számú rendszer építésekor válik érdekessé. Ugyanakkor az áramkör tulajdonságai miatt

általában elmondhatjuk, hogy a programozható logikai áramkörök nagyságrenddel több alkatrészt használnak fel az adott függvény realizálásához, mint a hagyományos uton tervezett áramkörök /pl. ugyanaz az elem lát el egy negálást mint egy bit tárolását/.

Az eddig felsorolt megoldásokban, - és a hagyományos áramköröknél is - a mérnökök pontosan megadják a huzalozási sémát a rögzített működésű alapelemek között. A programozható láncoknál bármilyen funkció ellátására szolgáló áramkörnél a gyártási folyamat az utolsó fázisokat is beleértve teljesen azonos és a függvény megvalósítását a programozó sineken át bevezetett bitsorozat végzi el. Ezt a funkciómeghatározó bitsorozatot bebillentyűzhetjük, vagy akár szalagról táplálhatjuk be.

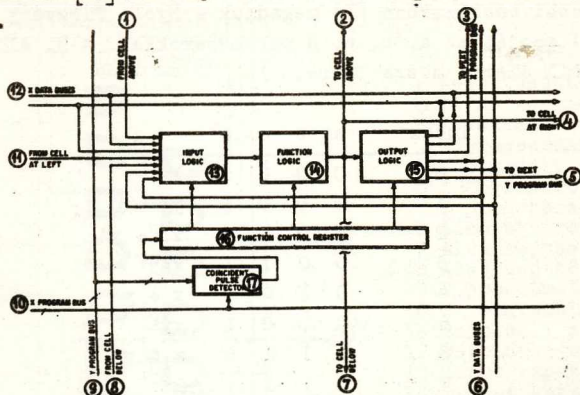
A 11. ábrán látható sejtek mind azonos áramköröket tartalmaznak, és az összeköttetések is azonosak.



11. ábra  
Programozható áramkör  
kapcsolása

A sejtek későbbi funkcióját a program sineken /XP, YP/ küldött impulzusok határozzák meg. Mivel minden sejt kapcsolatban van mindegyik sejttel, az egyik sarokból az egész áramkört beprogramozhatjuk.

A sejt belső szerkezete hasonlít magára a számítógépre. Három tulajdonsággal rendelkezik: programozható, önszabályozó és számlál [11]. A sejt általános felépítését a 12. ábra mutatja.



- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| 1 Felső sejttől               | 11 Baloldali sejttől |
| 2 Felső sejthez               | 12 X adatsinek       |
| 3 A következő X programsinhez | 13 Input logika      |
| 4 Jobboldali sejthez          | 14 Aritmetika        |
| 5 A következő Y programsinhez | 15 Outputlogika      |
| 6 Y adatsin                   | 16 Függvény dekódoló |
| 7 Alsó sejthez                | 17 Impulzus gen.     |
| 8 Alsó sejttől                |                      |
| 9 Y programsin                |                      |
| 10 X programsin               |                      |

12. ábra

A függvény dekódoló tulajdonképpen egy shift regiszter, amely a programozás alatt a biteket rögzíti. Egy  $n$  bites függvény dekódoló  $2^n$  különböző függvényt tud előállítani. Ha bit érkezik a függőleges és a vízszintes sineken, és az impulzusok leszálló ága találkozik, akkor a kereszteződésben lévő sejt függvény dekódolója egy pozíciót léptet. Egyidejűleg ha az  $x$  program sinen az impulzus homloka előbb van mint az  $y$  sinen,

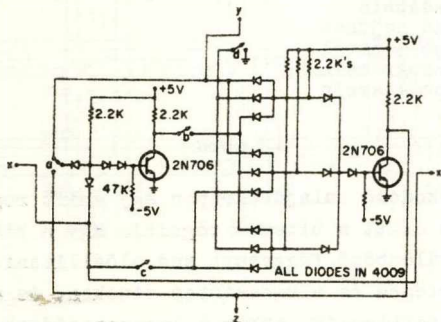
akkor "1" bitet tárolunk, míg ha az y impulzus homloka van előbb, akkor "0" értéket viszünk be a shift regiszterbe.

Ily módon programozva a sejt a 16 logikai függvény közül az egyiket fogja megvalósítani. Minnick szerint [1] az un. Mait-ra kaszkád kapcsolásoknál elég a lehetséges 16 funkció közül 8-at felhasználni.

Az alábbi táblázatban [1] megadjuk a nyolc függvény megvalósítási módját az a, b, c, d paraméterekkel. A 9. állapot a bistabil elemet hozza létre.

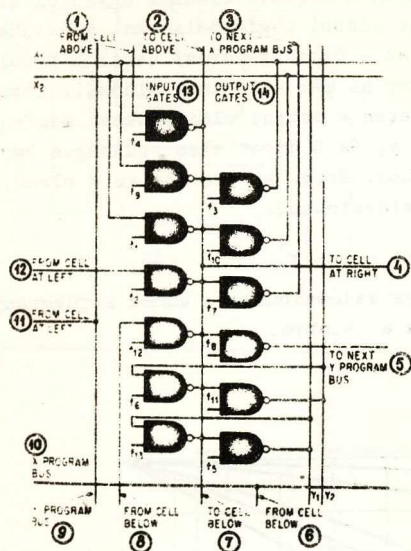
index	a	b	c	d	z
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	$y'$
2	0	0	1	0	$x' + y'$
3	0	0	1	1	$x'y'$
4	0	1	0	0	$x + y$
5	0	1	0	1	$xy'$
6	0	1	1	0	$x \otimes y$
7	0	1	1	1	0
F	1	1	0	1	$x=S, y=R$

Ezeket a függvényeket pl. a 13. ábrán feltüntetett áramkör realizálja. Az a, b, c és d paraméterek az áramkörtől rajzolt kapcsolókkal vannak jellemezve.



13. ábra

A programozható áramkörök sejtjeinek általános felépítését mutatja a 14. ábra [2]



- 1 Felső sejttől
- 2 Felső sejthez
- 3 Következő  
X programsinhez
- 4 Jobboldali sejthez
- 5 A következő  
Y programsejthez
- 6 Alsó sejttől
- 7 Alsó sejthez
- 8 Alsó sejttől
- 9 Y programsin
- 10 X programsin
- 11 Baloldali sejttől
- 12 Baloldali sejttől
- 13 Input kapuk
- 14 Output kapuk

14. ábra  
Általános sejt  
felépítése

A sejtbe az input 7 kapu áramkörön keresztül a vízszintes és függőleges programsinekről érkezik. Az input a sejt fölött, alatt és közvetlen balra lévő sejtekről tevődik át. A 7 output kapu bármilyen függvényt továbbít, amelyet a függvény szabályozó regiszter /FCR/ megszab. A sejt bistabil elemként működik, ha az input és az output kapuk ugyanarra a sejtre csatlakoznak. A csatlakozást a szabályozó regiszterben megvalósított logikai "1" szintek jelentik.

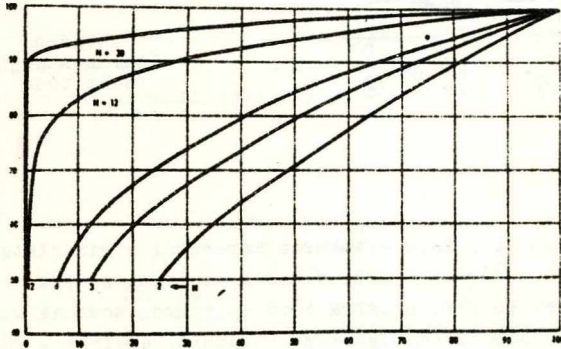
A hiba elkerülésre különleges logikai és hiba elkerülő algoritmusokat dolgoztak ki. Ezeknek az algoritmusoknak az a lényegük, hogy alkalmazásuk esetén nincs szükség a szeleten lévő összes alapáramkör megvizsgálására, hanem csak a hiba statisztikákra támaszkodunk [4].

Az egy szeleten létrehozható integrált áramkör egységek kihozatalának becslésekor az alábbi megfontolásokat vehetjük figyelembe: Ha az egység az előírt mérési határok közül csak egyet is túllép, akkor az már selejtnek minősül. Tételezzük fel, hogy egy szeleten a mérési előírásoknak megfelelt elemek valószínűsége  $y$ , és  $N$  darab elem szükséges egy adott funkció létrehozásához. Ebben az esetben az  $N$  elemű áramkör hibátlanságának valószínűsége

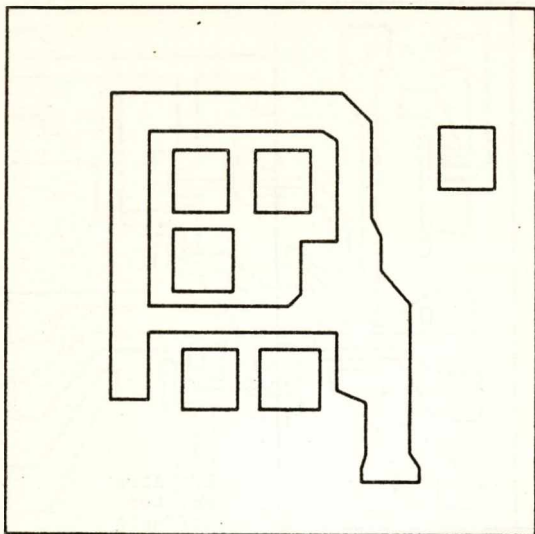
$$P = y^N, \text{ míg } P' = 1 - y^N \quad [6]$$

az áramkör meghibásodásának valószínűsége. Ennek a függvénynek ismert alakját mutatja a 15. ábra.

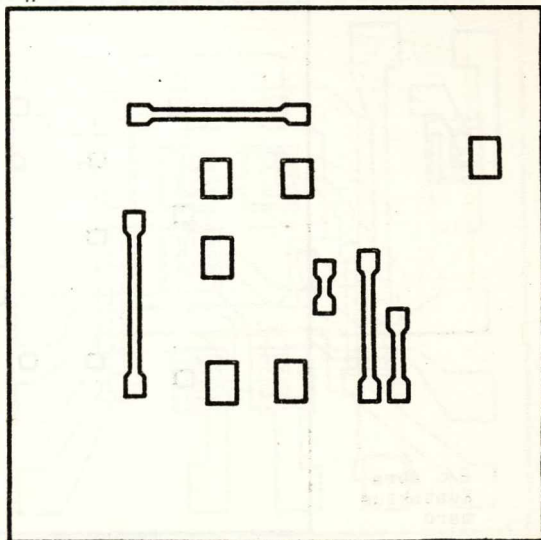
Kihozatal %



15. ábra

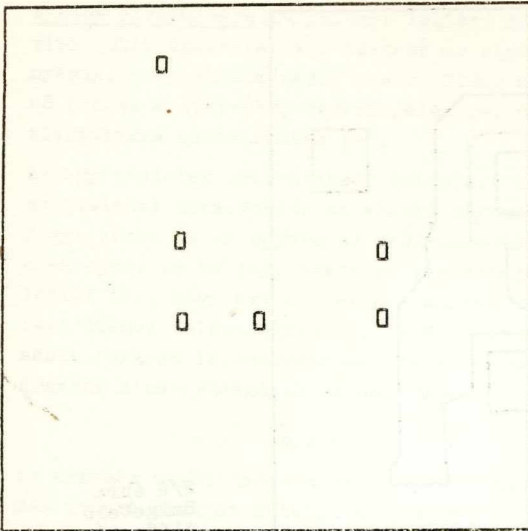


2/a ábra  
Szigetelő  
diffúzió

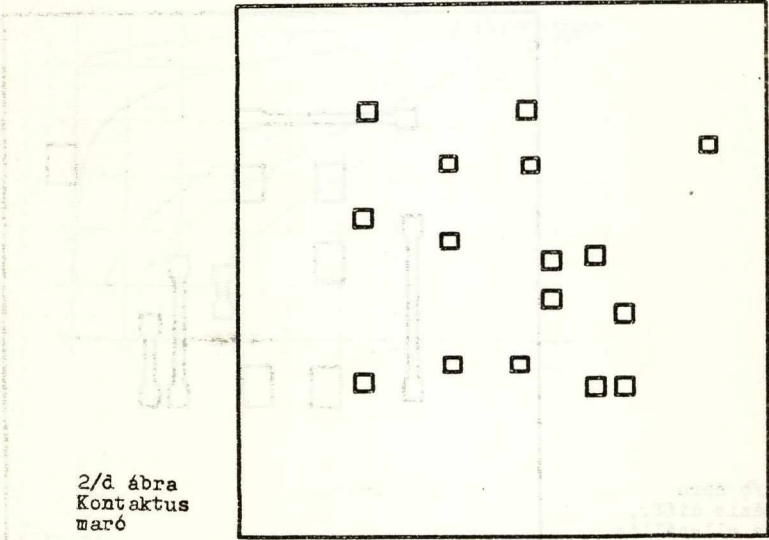


2/b ábra  
Bázis diff.,  
és ellenállás

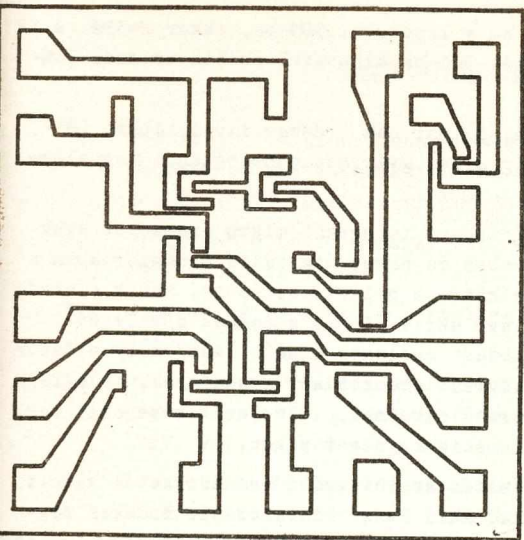




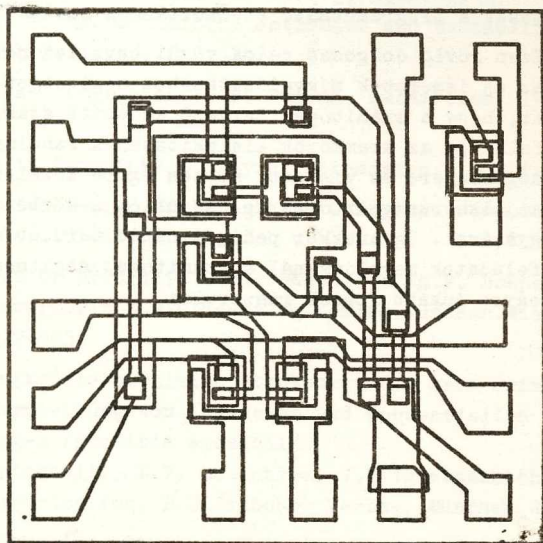
2/c ábra  
Emitter  
diffúzió



2/d ábra  
Kontaktus  
maró



2/e ábra  
Aluminium  
maró



2/f ábra  
Összeállít-  
tás

Pl.  $N = 3$ -nál legyen az  $y$  kihozatal 70%-os, ekkor  $P=35\%$ . A 12 elemből álló áramkörnél 90%-os kihozatal esetén is csak 30%-os  $P$ -t érünk el [6].

Ennél kisebb kihozatalnál már nem érdemes ilyen típusu LSI-ket gyártani. Ez pedig a mai gyártástechnológiánál nem elérhető.

Olcso, kisméretű, megbízható integrált mikro áramkörök szükségesek a számítógépekben és egyéb digitális rendszerekben a nagyszámu különféle alkatrész helyettesítésére. Ennek elérése az azonos területen lévő aktív elemek számának növelésével kezdődött, /igy a működési sebesség kisebb lesz/ mely először csak bonyolultabb integrált áramköröket eredményez, de a fejlődés során 1-1 alkatrész már önálló műveleteket valósít meg, illetve önálló funkcionális egységet alkot.

Megfelelő kihozatal esetén az integrált áramköröket a vázolt módokon homogén strukturákká lehet kialakítani. Érdekes meggondolni, hogy elvileg nem kerül többé egy azonos alapterületen létrehozott 2-3 aktív elemet tartalmazó integrált áramkör, mint egy 8-10 aktív elemet tartalmazó. Ez utóbbiak pedig már alkalmasak a programozható áramkörláncok kialakítására.

Ezen rövid dolgozat célja végül bevallva nem is az volt, hogy az új ismeretek megvalósításához segítséget nyújtson, hanem az, hogy a számítógép tervező és építő szakemberek figyelmét felhívja az áramkörök kialakításának tanulmányozásának szükségességére és viszont, hiszen egyre közelebb kerül egymáshoz az alkatrészgyártó és felhasználó, a közbenső műveletek kihasználásával. Ugyanakkor pedig mindkét terület szakemberei az adott feladatok megoldásánál a számítógép segítségére szorulnak és egyre inkább fognak rászorulni.

IRODALOMJEGYZÉK

- 1./ A Survey of Microcellular Research, R.C. Minnick,  
Journal of the Association for Computing Machinery, Vol.14,  
No. 2. 1967. Április. pp.203-241.
- 2./ Programable Logic Arrays, S.E. Wahlstrom, Electronics,  
1967 December 11.
- 3./ Generating IC Masks, H. Freitag, Electronics, 1967.  
Szeptember 4.
- 4./ Reliability Predictions for Repairable Systems Containing  
Redundancy, D.I. Creasey, Microelectronics and Reliability,  
1967, Vol. 6. pp. 135-142.
- 5./ Advances in Computer Generation of Master Artwork for  
Microminiature Circuits P.R. Strickland, B.J. Crawford,  
Solid State Technology, 1967, július.
- 6./ Integrated High Figure of Merit Monolithic Thin-film  
Compatible Logic Circuits for Data Processing, N.  
Fuschillo, T. Kroboth Microelectronics and Reliability,  
1966.május, Vol.5.No. 2.pp.145-159.
- 7./ Large Scale Integration. D.E. Farina. Datamation, 1968.  
Február
- 8./ What Next in Memories? D. Mayne. Datamation, 1968.február.
- 9./ Computer Aids Design of Integrated Circuits. Computer News,  
Vol. 11, No.4. 1967. április.
- 10./ Realization of Monolithic Semiconductor IC-s.P. Hospel.  
Microminiaturiaziton.R.Oldenbourg Verlag, München.Wien,  
1966.pp.317-325.
- 11./ Homogene mikroelektronische Strukturen und neue Prinzipien  
für die Herstellung von logischen und sequentiellen  
Einrichtungen /fordítás oroszról/  
I.V. Prangischwilli, E.V. Babicheva, V.V.Ignatuschtchenko,  
Microminiaturization, R.Oldanbourg Verlag, München,Wien,1966.
- 12./ IC Isolation, A.I. Stoller, I.A. Amich, N.E. Wolff,  
Electronics, 1967. március 20.

NAGYSEBESSÉGŰ, NAGYMEGBIZHATÓSÁGU SZÁMÍTÓGÉP-  
ÁRAMKÖRÖK TERVEZÉSI KÉRDÉSEI

Vince Iván

Sárossy József

Elektronikus Mérőkészülékek Gyára

Közhelyszerűen hat ma már, hogy a logikai tervezőnek, az áramkörtervezőnek és a gyártásért felelős technológusnak szoros együttműködésben kell dolgoznia ahhoz, hogy egy-egy számítógép, vagy egyéb digitális nagyrendszer megállja a helyét a világpiacon. Az áramköri rendszer kötöttségei befolyásolják a logikai tervezés módját, a gyártó bázis felkészültsége pedig korlátozhatja a szóbajövő áramköri elrendezések számát. Fordított irányu egymásrahatás is érvényesül: a logikai tervező igényekkel lép fel az áramköri konstruktőrrel szemben, de a korszerűbb áramkörök iránti igény sokszor minőségileg új technológiák kifejlesztésére sarkallta az alkatrészgyártókat is.

Jelen előadásban kizárólag a második generációs számítógépek legkorszerűbb áramköreinek követelményeivel, kialakításával foglalkozunk; az integrált áramkörök tervezése sok tekintetben eltér a klasszikus félvezetős áramkörökétől, így még futólagos ismertetése is meghaladja jelen előadás kereteit.

Kiindulásul megpróbáljuk rendszerezni a digitális áramkörökkel szemben támasztott legfontosabb követelményeket.

1. Az áramköri rendszer funkcionálisan teljes legyen /rendszerint redundanciát is követelünk a költségcsökkentés érdekében/

2. Nagy sebesség /1-10 MHz működési frekvencia, ill. 100-10 ns terjedési idő/
  3. Nagy megbízhatóság /elemenként a  $10^{-7}$ /óra p-faktort megközelítő megbízhatóság/
  4. Nagy zavarérzékenység
  5. Nagy fanin és fanout
- A felhasználó még további gyakorlati szempontokat is figyelembe vesz a legmegfelelőbb áramköri rendszer kiválasztásakor:
6. Kis méretek
  7. Kis disszipáció
  8. Jó klímaállóság
  9. Nagyfokú érzékenység az elhelyezés és összekötés módja iránt
  10. Egyszerű gyárthatóság, könnyű bemérhetőség, alacsony ár

Kis vagy közepes automatika rendszereknél, különösen a szokásos ipari vezérlőberendezésekben a fenti irányadatoktól eltérően kb. 100 kHz-es maximális órafrekvencia,  $10^{-5}$ /óra- $10^{-6}$ /óra megbízhatóság, 4-8-as fanin és fanout már megfelelő, csupán a zavarérzékenység és a klímaállóság tekintetében lépnek fel extrém követelmények. Számítógépek áramköreinek kissé más a helyzet: a fenti paraméterekre rendszerint szorosabb specifikációt kívánnak meg. Így az órafrekvencia zömmel a már jelzett 1-10-MHz-es sávba esik, az igényelt fanout 8-16, a fanin minimuma pedig 8-10-ben határozható meg. Súlyosabbak a követelmények a kapcsolási időkkel szemben is: míg ipari rendszerekben a kapcsolási idő az ütemidő 10-20%-a is lehet, számítógépek esetében ez az arány többnyire az 1-5% között mozog.

Különleges követelményként jelentkezik real-time gépeknél /ki-68/4638/C

lönösen folyamatirányításban, DDC alkalmazásakor/ a megbízhatóság. Ma már olyan gépeket is találhatunk a piacon, melyek várható szabad uthossza /MTBF/ több ezer óra, ez pedig csak  $10^{-6}$ /óra értéknél lényegesen jobb p-faktoru elemekkel képzelhető el. Adatfeldolgozó gépek esetében a megbízhatóság nem ennyire kritikus: a kb. 200 órás várható szabad ut-hossz kielégítőnek látszik.

A kis méret követelménye ma már nem igényel külön indoklást, mindenesetre maga után vonja a megengedett elemekénti disszipáció erős korlátozását.

Talán az alacsony ár követelménye az egyetlen, ahol enged-ményeket lehet tenni, ugyanis egy-egy számítógép árában csak mérsékelt sullyal szerepel az anyagköltség, viszont a megbiz-hatósági, méretbeli, stb. jellemzők javulásával értéke roha-mosan nő.

A fenti szempontok alapján most néhány jellegzetes áramköri rendszert vizsgálunk meg; a sorrend egyben megjelenésük sor-rendjét is jelenti.

Az 1960-ban megjelent Abacus Inc. áramköri rendszere [1] el-lenállás-csatolású /1.ábra/. A rendszer tipikusan ipari so-rozat, meglehetősen kedvezőtlen jellemzőkkel. Az áramkörök szabadszintűek, a gyorsító-kondenzátorok hiányát kis értékű bázislevezető ellenállásokkal kísérlik meg ellensúlyozni. Ezekből a jellegzetességekből egyértelműen következik a kis sebesség /100 kHz viszonylag nagy késleltetési időikkel/, a kis fanout /6-os fanin-nél 6/, kis fanin /max. 6/. A szabad szint és az ellenálláscsatolás következtében az áramfelvé-telek és a disszipációk meglehetősen nagyok. A sorozat ger-mánium-félvezetőket tartalmaz.

Lényegében hasonlóak a TSI által [2] 1962-ben kibocsátott áramkörök; különbségként a gyorsító-kondenzátoros bázisosztót,

és a diódás kapukat lehet megemlíteni /2.ábra/. Az egyetlen lényeges különbség a nagyobb sebesség: míg az Abacus-rendszerben a bekapcsolási idők  $2, \mu\text{s}$ , ill.  $6, \mu\text{s}$ , itt csupán  $0,5, \mu\text{s}$ , ill.  $1,5, \mu\text{s}$ -mal kell számolnunk.

A fentiekhez hasonló RTL ill. RCTL rendszereket sok fogyasztó-kösségük miatt ez utóbbi időkben egyre ritkábban alkalmazzák nagy teljesítőképességet igénylő berendezésekben.

Az RCTL áramkörök tervezése egyébként is bizonyos mértékig problematikus az esetlegesen fellépő különleges zavaró-jelenségek /élmeredekség-divergencia/, ill. a precíz dinamikus méretezési eljárás hiánya miatt. A manapság leginkább preferált áramkörök némileg bonyolultabbak ugyan, mint az RTL- és RCTL-típusuk /és ezek folyamánycsképpen természetesen drágábbak is/, mégis alkalmazásuk előnyösebb. Egyrészt nagyobb teljesítőképességűek, azaz a rendszertervező számára sokkal több lehetőséget hagynak nyitva, mint elődeik, másrészt a tervező az áramkörök működéséről több információval rendelkezvén nagyobb precizitással képes elvégezni a tervezést, így áramkörei a gyakorlati alkalmazás változatos követelményei között is igen nagy megbízhatósággal fognak működni.

A modernebb DTL áramkörök egyik legjellegzetesebb és legismertebb típusaként a DEC "R"-sorozatát említhetjük [3]. A sorozat 2 MHz órafrekvenciájú, de hasonló felépítésű a 10 MHz-es "E"-sorozat is. A rendszer legszembevetőbb jellegzetessége az "elosztott paraméterű" konstrukció /3.ábra/, azaz minden áramkör tartalmazza a nyitáshoz szükséges felhúzó ellenállást. Ennélfogva a kollektorellenállás szerepe is megváltozott: már nem a rákapcsolódó további áramkörök meghajtó áramát szolgáltatja, csupán a nemkívánatos parazitahatások kompenzálására szolgál. Ez a megoldás kiküszöböli a kiegészítő alkatrészek pótlólagos méretezésének kényszerét, és egyben az áramfelvételt és disszipációt is a mindenképpen szükséges értékre szorítja le.



Újdonságot jelentett a DEC új konstrukciójú beírókapuja /4.ábra/, mely több alkatrészből áll ugyan, mint a megszo-  
zott, az RTL- és RCTL-rendszerekben előszeretettel alkalmaz-  
zott kapu, viszont működése mentes mindazon hibáktól, mely  
az utóbbinál tapasztalható, és helyes méretezés esetén a di-  
namikus áramköröket is éppoly megbízhatóvá teszi, mint ami-  
lyenek a statikus áramkörök.

A második generációs logikai áramkörrendszerek között talán  
az SDS rendszere a legátgondoltabb és legsokoldalubb [4].  
Első pillantásra is feltűnő a Zener-diódás bázisosztó /5.áb-  
ra/, emiatt a rendszerre DTZ1 megnevezéssel szoktak hivatkoz-  
ni. Ez az új alkatrész igen nagy zavarküszöb kialakítását te-  
szí lehetővé, ezen kívül egyéb előnyöket is nyújt. A DTL  
rendszerekben szokásos jellemzőkön túl a nagy zavarérzékeny-  
ség, az u.n. lágy megfogás, az ÉS-VAGY kapuzás lehetősé-  
ge és a különlegesen sokoldalú dinamikus kapuzási mód az,  
ami ezeket az áramköröket a világszerte elismert áramköri  
rendszerek közül is kiemelik.

A két utóbbi rendszer szilícium-félvezetőkkel épült.

Bár a többi tucat ismert áramköri rendszer közül csupán né-  
gyet ragadtunk ki, véleményünk szerint ez a négy is hiven  
tükrözi az elmúlt 5-10 év fejlődési tendenciáját félvezetős  
második generációs áramkörök terén. Ha azonban éles megvilá-  
gításban akarjuk látni az előzőekben vázolt fejlődés tényle-  
ges eredményeit, akkor az áramköri tervezés egyes részlet-  
kérdéseit is szemügyre kell vennünk. Megfontolásainkat jobbra  
csak az alapáramkörre /inverter, NAND, NOR/ ismertetjük, a  
többi áramkör rendszerint követi az alapáramkör lényeges kon-  
strukciós vonásait.

Az "elosztott paraméterű" megoldás előnyei nyilvánvalóak,  
hosszadalmas magyarázatra nem szorulnak. Csupán annyit jegy-  
zünk meg mégis, hogy a gazdaságos áramfelvétel és disszipá-

ció megvalósításán kívül további előnyök is kimutathatók: a felhuzó ellenállás közvetlenül az áramkör bemenetén található, így a vezetékezés szórt kapacitása és induktivitása kevésbé zavaró; lehetővé teszi a zavarküszöböt biztosító leszakadó diódás bemenetmegvalósítást, stb.

Fontos eszköz a nagy zavarküszöb kialakításában is és a divergencia-problémák teljes kiküszöbölésében a nemlineáris bázisosztó, elsősorban a Zener-diódás megoldás. Segítségével elérhető, hogy a komparálási sáv - pl. 8 V-os logikai feszültség-sáv /logic swing/ esetén is - 300-400 mV-nál szélesebb ne legyen, így a komparálási sáv középre helyezésével közel 4-4 V-os zavarküszöbök hozhatók létre /6.ábra/. Nagy sebességű áramköröknél életbevágó fontossága a nagy zavarérzékletlenség, ugyanis az élmeredekségek egy-egy nagyságrenddel való növelésével nem jár együtt az elhelyezési és összekötési geometria egy-egy nagyságrenddel való csökkentése, sőt, jó közelítéssel inkább állandónak tekinthetjük, így a zavarproblémák megközelítőleg a működési frekvenciával arányosan nőnek /részletesebben lásd [5] /.

Vizsgáljuk meg most részletesebben, hogy milyen hatással van a fanoutra a bázisosztó kialakítása. Azt hihetnők, hogy elsőrendű szerepe a visszarámnak és a maradékfeszültségnek van, mint ahogy a statikus méretezés képletei erre is mutatnak. Nagysebességű áramköröknél gyökeresen más a helyzet. A bázishatásfokot, és ezzel együtt a fanout-ot a töltésvezérlési egyenleten keresztül [7] az alkalmazott tranzisztor időállandói és rétegekcapacitásai döntően befolyásolják, hacsaknem olyan tranzisztort alkalmazunk, melyet ezek a dinamikus jellemzők jóval magasabb működési frekvenciákra képesítenek. Ha ohmikus bázisosztót alkalmazunk /7.ábra/,  $R_B$ -nek kell gondoskodni arról az  $I_{Bex}$  kiszívó áramról a legkedvezőtlenebb feltételek esetén is, mely az adott tranzisztort a specifikált kikapcsolási idő alatt lezárni képes. A tranzisztor specifikált idő alatti nyitáshoz a bázisba  $I_{Bpump}$  áramot kell

juttatnunk, ezenkívül a jelen esetben parazita módon viselkedő  $R_B$  áramát is szolgáltatni kell:  $R_G$  méretezéséhez ezek a legfontosabb adatok. Természetesen a fanout azonnal növelhető, ha nyitáskor  $R_B$  főlégslegesen terhelő áramától megszabadulhatunk. Ez csak reaktív bázisosztóval sikerülhet; ezek közül legnagyobb jelentősége a kapacitív osztónak van /8.ábra/.

Ha C-t úgy méretezzük, hogy lezáráskor képes legyen magába szívni a tranzisztor nyitott állapotában a bázisban felhalmozott teljes töltést, akkor  $R_B$ -t csak arra kell méreteznünk, hogy a tranzisztor és a Zener-dióda visszarámát képes legyen megtartani, ami szilícium-félvezetők esetén csak igen kis áramot jelent. Hangsúlyozzuk, ez nem azonos a gyorsító-kondenzátor működésével, itt a kondenzátor nem csupán "gyorsít", hanem a tranzisztor lezárásáért egyedül felelős /"kispró-kondenzátor"/.

Jelentős javulást hozott az áramkörök teljesítményében a diódás csatolás. Logikai szempontból azt jelenti, hogy lemondunk az inverter használatáról, és alapáramkörként a NAND, NOR, vagy esetleg az AND-NOR elemeket használjuk. Bár kezdetben kísérleteztek NOR áramkörökkel is, ma már a NAND- /vagy a lényegében hasonló AND-NOR/ technikát alkalmazzák kizárólag. A NOR-áramkörök /9.ábra/ sorsát a zavarérzékenyítés és az "elosztott paraméter" következetes megvalósításának lehetetlensége pecsételte meg, míg ezzel szemben a NAND áramkörökben mindkét elv szinte önmagától adódik /5.ábra/. Nem nehéz e két elv AND-NOR típusú áramkörökre való kiterjesztése sem /10.ábra/, de ekkor természetesen le kell mondanunk a kapacitív bázisosztó előnyeiről. Az érdekesség kedvéért megjegyezzük, hogy alkalmas zavarküszöbökkel ellátott NAND-áramkör statikus zavarérzékenységet sem a kispró-kondenzátor, sem az esetlegesen alkalmazott storage-gátlás nem befolyásolja, szöges ellentétben a korábban szokásos lineáris bázisosztós-inverteres megoldásokkal.

A szabad szintű és diódás megfogással ellátott alapáramkö-

rők jól ismert hibáinak kiküszöbölése érdekében hatásos megoldásnak bizonyult az u.n. lágy megfogás /5.ábra/. Lényege az, hogy kollektorellenállásként csak a szokásosnál magasabb megfogószintre kötött felhúzóellenállást /pull-up resistor/ alkalmazunk, melynek a huzalozás szórt kapacitását, a vele kapcsolt tranzisztorok kollektor-bázis réteggkapacitását és a meghajtott ES-diódák réteggkapacitását kell a teljes lefutási idő alatt feltöltenie.

Ez az ellenállás természetesen leköti a fanout egy részét, és ez a veszteség 5-10 MHz-es működési frekvencián már elég jelentős. Ideális megoldásként a "totem-pole output" jöhetne számításba /11.ábra/, de tranzisztorigényes volta miatt csak integrált áramkörökben jöhet számításba.

Korszerű félvezető áramkörök ma már jóformán csak szilícium alapon képzelhetők el, így hasznos, ha összefoglaljuk mindazokat a különbségeket, melyek nagysebességű logikai áramkörökben a szilícium és germánium félvezetők alkalmazásakor felmerülnek. Statikus méretezésnél hátrányos a szilícium-félvezetők nagyobb maradékfeszültsége; ez a jelenség még epitaxiális tranzisztoroknál is kellemetlen, ugyanis a nagy bázis-emitter maradékfeszültségen az epitaxiális technika ser segít. Ugyancsak a statikus méretezés szempontjából jelentős a germánium félvezetőkhez képest 3-4 nagyságrenddel kisebb visszaram. Számottevő a szilícium jobb hővezetése, és ezzel a tokozott szilícium félvezetőknél tapasztalható jobb hőellenállás is. Nagyon fontos a magasabb megengedett réteghőmérséklet: ennek jelentősége szempontunkból elsősorban az, hogy sokkal nagyobb beültetési sűrűséget érhetünk el, mint germánium félvezetők alkalmazása esetén.

Rendszerint a fenti különbségekkel meg is elégednek a szakírók szerzői, holott - a magasabb megengedett réteghőmérséklet kivételével - a fenti paraméterek lényegtelenek, vagy legalábbis másodrendűek nagysebességű áramkörök tervezésekor. Mivel nagy működési frekvenciákon legtöbbször megengedhetet-

len luxus az olyan félvezetők alkalmazása, melyek többszörös működési frekvenciára is alkalmazhatók volnának, így a nagysebességű kapcsolóüzemi alkalmazás szempontjából elsőrendűnek a dinamikus paraméterek bizonyultak. A bázisidőállandó  $/\tau_B/$  már részben meghatározza a szükséges kiszívó áramot, és a nyitáskor szükséges tulvezérlést, így rögtön egy dinamikus eredetű korlátot szab a fanout számára.

Sokszor váratlan módon és mértékben, de mindenképpen lényeges szerepet játszik a teljesítőképesség meghatározásánál a két rétegekcapacitás  $/C_{CB}, C_{EB},/$ , éppen a különböző okokból célszerűen nagyra választott logikai feszültségsáv miatt. Nagysebességű tranzisztoroknál hatásuk lényegében nagyobb, mint kisebb sebességű ötvözött tranzisztoroknál, sőt, egyes planáris típusoknál olyan jelentős e korlátozó hatása, hogy a magas  $f_T$ -ből adódó lehetőségeket még csak meg sem lehet közelíteni. Különösen kellemetlen a nagy kollektor-bázis rétegekcapacitás u.n. NAND-AND logikáknál, mikoris kollektorok összefűzésével további logikai funkciót valósítunk meg.

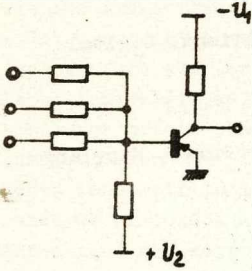
Igen sokszor szerez kellemetlen meglepetést a planáris tranzisztoroknak az ötvözöttékétől eltérő új jelensége, a báziskollektor injekció  $\beta$ , mely néha minden elképezelést és számítását meghazudtolóan nagy storage-időállandóban  $\tau_s/$  nyilvánul meg. Míg ötvözött tranzisztoroknál általánosan  $\tau_s = /0,3+0,5/\tau_B$ , addig planáris tranzisztoroknál  $\tau_s$  elvileg és gyakorlatilag is  $\tau_B$  többszöröse is lehet. Bár a jelenség hatását csökkenteni lehet arany-doppolással, ez csak epitaxiális technika alkalmazásával jöhet szóba. A fentiek szerint tehát a gyors kapcsolónak alkalmas tranzisztort elsősorban a kis bázis- és storage-időállandó és a kis rétegekcapacitás jellemzi, és csak másodsorban jelentős a kis maradékfeszültség és a nagy  $\beta$ ; ugyanakkor szilícium tranzisztoroknál a maradékáramok gyakorlatilag sosem okoznak gondot.

Összefoglalásul azt kell megállapítanunk, hogy nagy teljesítőképességű, számítógép építésére alkalmas áramkörti rend-

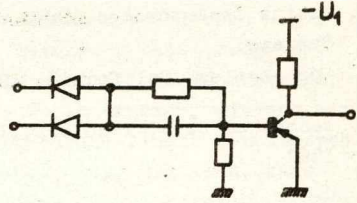
szer sok olyan tervezési szempontot hoz előtérbe, mely igénytelenebb áramköröknél egyáltalán nem, vagy nem ilyen élesen vetődik fel, így a tervezés feladatának maradéktalan megoldása nagyfokú körültekintést, a félvezetők sajátosságainak alapos ismeretét, kellő színvonalu elméleti felkészültséget és sok-sok precíz számolást igényel. Az eredmény viszont mindenképpen megéri a fáradságot: legkedvezőtlenebb körülmények között is specifikáción belül működő, nagy megbízhatóságu áramkörök birtokába juthatunk, melyek nélkül korszerű számítástechnika nem képzelhető el.

Irodalomjegyzék

1. Abacus Incorporated, Product Specifications, Digital Systems.  
Los Angeles, California, 1960
2. Technical Data, Tech.Serv.Inc. College Parks, Maryland  
1962
3. Digital Flip Chip Modules  
Digital Equipment Corporation, Maynard  
Massachusetts, 1965.
4. SDS silicon logic circuit modules  
Scientific Data Systems, Santa Monica, California 1964.
5. Kelen András: Digitális berendezések zavarproblémái.  
Számítógéptechnika 68. Konferencia  
Esztergom, 1968.
6. Sárossy J.-Kérészi B.: Az EDS 3200-as és 5200-as logikai  
elemsor áramköri tervezése.  
Ipari elektronikus mérés és szabályozás szimpózium,  
Balatonszéplak, 1967.
7. Beaufoy, R.- Sparkes, J.J.: The junction transistor as a  
charge-controlled device.  
ATE J. no.13, 1957 pp.310-324.
8. Phillips, A.B.: Transistor Engineering and Introduction  
to Integrated Semiconductor Circuits  
McGraw-Hill Co., New York 1962.

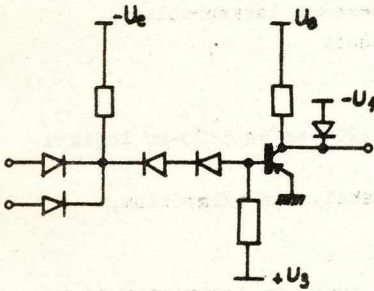


1. ábra

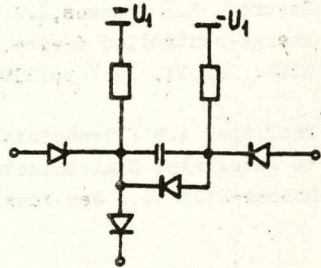


2. ábra

$$|U_2| > |U_1|$$

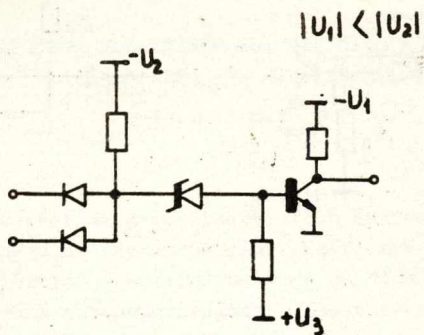


3. ábra

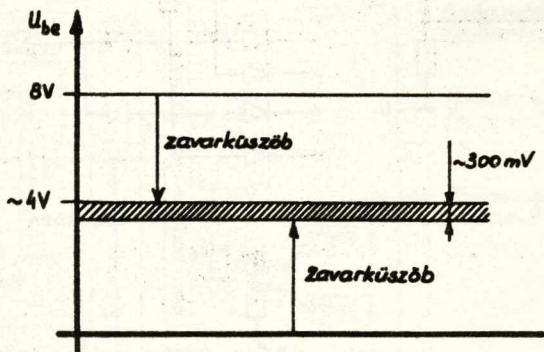


4. ábra

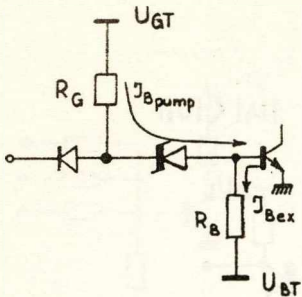




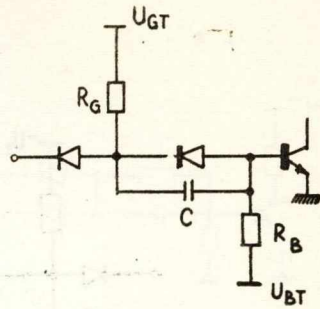
5. ábra



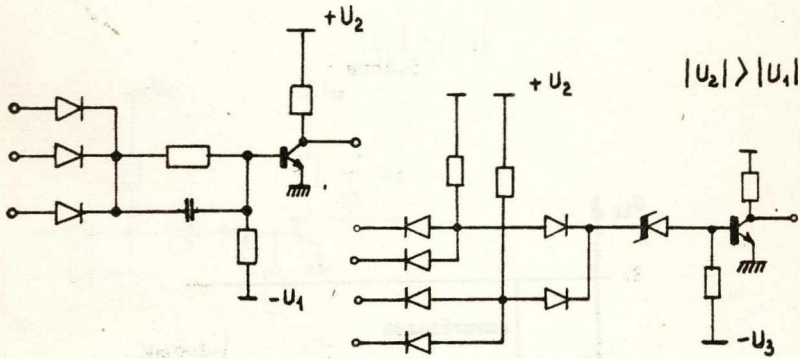
6. ábra



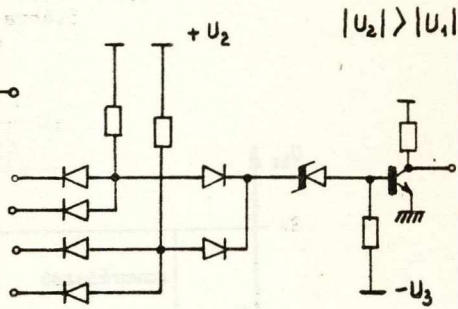
7. ábra



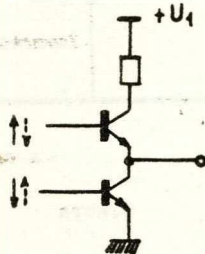
8. ábra



9. ábra



10. ábra



11. ábra

BEÉPÍTETT HIBAÉRZÉKELÉS; VIZSGÁLÓPROGRAMOK  
AZ ICT 1905-ÖS RENDSZERNÉL

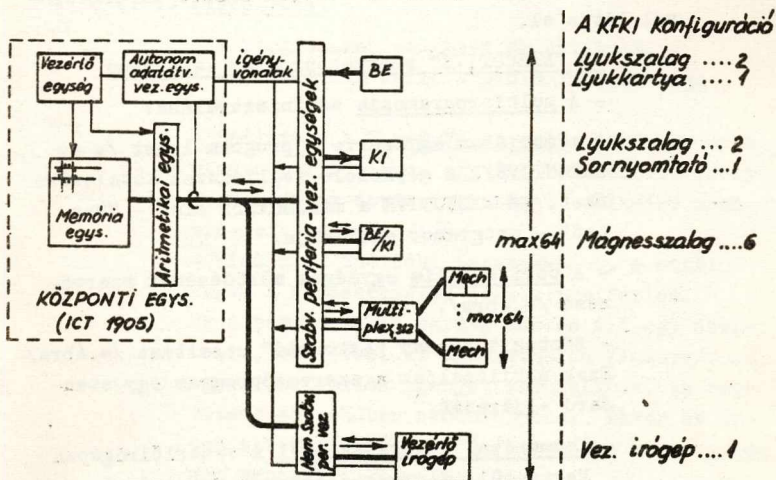
Wollner Róbert

KFKI

Vázlatosan ismertetjük a rendszert, főbb hardware adatait; az EXECUTIVE nevű szervezőprogramot. Leírjuk a hibaérzékelést az értelmezhető - korrigálható, s az "igazi géphiba" esetére. Kitérünk autonom vizsgálati lehetőségekre. Bemutatjuk a vizsgálóprogramok "könyvtárát", egy programot pedig részletesebben.

I. A rendszer jellemzői

Az 1. ábrán látható a felállítás, s a KFKI konkrét konfigurációja.



1. ábra

### I.1 Az 1905-ös központi egység

- Második generációs gép /tranzisztoros/
- Szóhossz 24 bit /+ 1 bit párosságvizsg./
- Operatív memória kapacitás: 32 K
- Operatív memória ciklusidő: 2 mikrosec
- Fixpontos összeadás ideje: 7 mikrosec
- Fixpontos szorzás ideje: 40 mikrosec
- Parallel aritmetika, átvitelképzés: logikai
- Szinkron rendszer, központi óra: 1 MHz
- Quasi-kétcímű utasítások /a 2. cím 8 kitüntetett cím egyike/
- Beépített lebegőpontos aritmetikával rendelkezik.

### I.2 A rendszer software adottságai

E helyen röviden bemutatjuk az "EXECUTIVE" nevű szervezőprogramot. Ezt a hardware-rel együtt fejlesztették. Utóbbi részéről ez azt jelenti, hogy lehetőséget ad egy "mester" programnak bizonyos kiváltságokhoz, s azt bármilyen "incidens" esetén kimerő információval látja el.

#### I.2.1 Az "EXECUTIVE" szervezőprogram feladatai

- A multiprogramozás adminisztrálása:

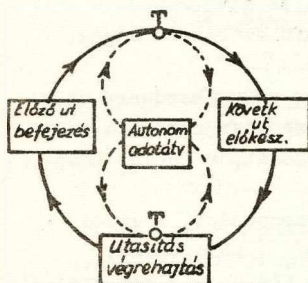
A memóriában egyszerre 4 program lehet /+ az EXECUTIVE/. A gépkezelő fellistázza kötelezően őket. Az EXECUTIVE a mindenkori első - "Szabad" - programot aktiválja.

- A perifériális egységek működésének szervezése /4.ábra/.
- Biztosít néhány "Extrakód" utasítást /4.ábra/ Ezek mobilizálják a szervezőprogram egy standard eljárását.
- Kommunikál a gépkezelővel a vezérlőirógépen keresztül. /A gépkezelő csak a szervezőprog-

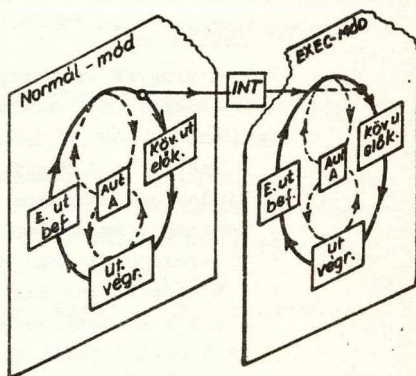


1. Az igénybejelentő egység Perif.Vezérszavának kiolvasása. Innen kiderül a memóriareferencia, melyre/ről/
2. Megtörténik az adattovábbítás; a Vezérszó módosul
3. Ha mostani az utolsó átvitel, ez a perifériát leállítja. Következménye egy "incidens", melyet az EXECUTIVE felismer - 4.ábra/.

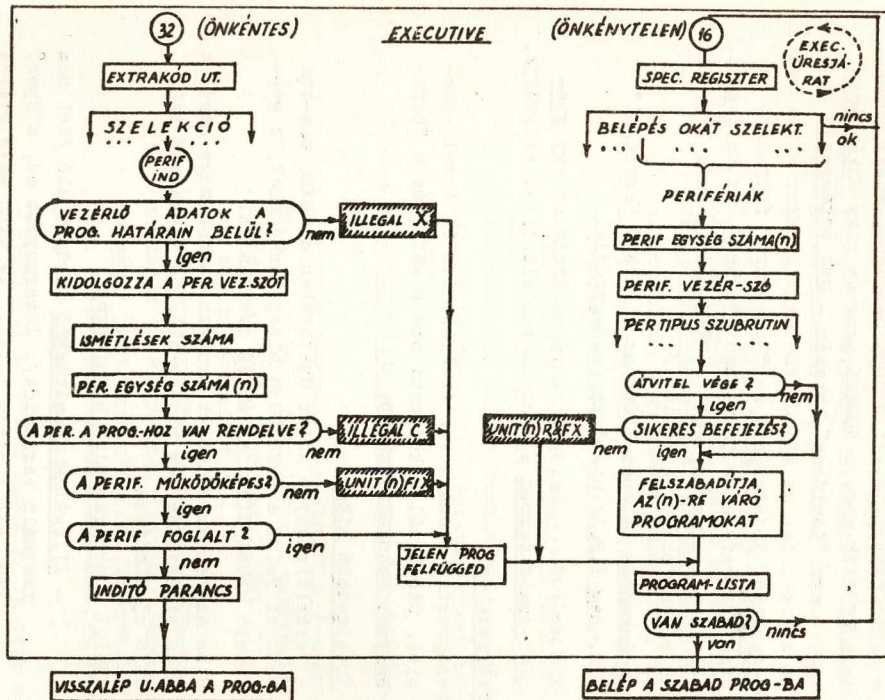
A 2.ábrán a mikroprogram sémája látható. Ez egy hurok. A rajzon szaggatott vonallal mellékhurokok láthatók. Ha töréspontokra érve létezik "igény", a főhurokból a mellékhurokokra vált át a mikroprogram. Az egyszer kiszolgált periféria igénye törlődik, és ha nincs más várakozó periféria, a főhurokba folytatódik a tevékenység: a program továbbmegy.



2. ábra



3. ábra



4. ábra

68/4638 Wollner

#### I.4 Vezérlésátadás a szervezőprogramnak

A gép hardware-je két módban működhet, ezek: NORMAL és EXECUTIVE mód. A NORMAL program vagy önkéntesen vagy - egy "incidens" kapcsán - nem önkényesen adja át a vezérlést az EXECUTIVE-nek. Ilyenkor a program megszakad, lejátszódik az "Interrupt" folyamat, az Utasítás-befejezés fázisában /3.ábra/. Ez feljegyzi, hol tart a program, átvált EXEC-módba, és a 32., ill. 16 címen folytatja /4.ábra/.

Az önkéntes belépés előtt az előidéző "extrakód" /ld. még I.2.1/ utasítás feljegyződik.

A kötelező belépést kiváltó incidens egy speciál regiszterben a hozzá rendelt bitet aktiválja.

## II. Hibaérzékelés

A szervezőprogram számára van értelmezhető és értelmezhetetlen hiba. Utóbbinál a központi óra megáll, és a "befagyott" helyzet tanulmányozható.

### II.1 Értelmezett hibák

A vezérlőirógépen adott üzenetében az EXEC más-más betűvel jelzi a különböző hibajelenségeket, a gépkezelő ebből disztingvál és cselekszik.

Hiba esetén az érintett program futása megszakad. A hiba elhárítása nem mindig elég, a gépkezelő kell majd újraindítsa.

#### II.1.1 A program mint hibaforrás

- Illegális utasításkód fordult elő /fel nem használt variációk/. Interruptot ad, a Spec. Reg. adott bitje 1 lesz. Az EXEC majd kiírja a hibás programsort, megadja címét.
- Címrezerváció-sértés kísérlete. A normál programoknak az EXEC kiutal memóriaterületet.



Ennek alsó és felső határát l-l hardware regiszterbe beírja. Ha a címregiszter tartalma kívül esik ezen határokon, akkor nem hajtja végre a memóriához fordulást a mikroprogram, hanem interrupt keletkezik, innen ua., mint előbb.

- Extrakód utasítások esetén szerteágazó hibalehetőségek vannak. Lehet az utasításban /vagy bővitményében - leggyakrabban 4 szó/ szintaktikus vagy szemantikus hiba, illetve lehetnek egyébként végrehajthatatlanok - pusztán gépkezelési mulasztás miatt.

- Tulcsodulás esetén semmilyen hiba-akció nincs /!/. A hardware nyilvántartja, de a programozónak kell törődnie vele. /Lehet feltételes ugrás-, ill. léptetés-utasításhoz használni./

#### II.1.2 A perifériális egység, mint hibaforrás /4. ábra/

A Speciál Regiszterben /ld. I.4./ perifériánként 1 bit van. A szelektált perifériát lekérdezi az EXEC, a válaszul jött állapotkódból már minősíteni tud.

A 4.ábra lényegében 2 tevékenység: egy perifériális blokk átvitel indítása /extrakód/ és egy - periféria okozta - önkénytelen belépés. Az ott taglalt hibákat itt nem ismételjük. Más hibalehetőség:

- Kontrollösszeg nem egyezik. Ez csak szabványosan felvitt blokkoknál szerepel.

- Mágnesszalagos egységekről külön előadást lehetne tartani. Lényegében karakterenkénti /haránt/ és blokkonkénti /hossz/ paritásviz-

gálat, "érvényes blokk" vizsgálat történik olvasáskor a lokális hardware-ben. Az EXEC 10-szer automatikusan ismételi - ha hiba van. Ezután a szalag megáll, a programfutás megszakad, és az írógépen üzenet jön ki. Írásnál az olvasófej előtt elhuzott blokkot amplitudóra, haránt és hosszparitásra ellenőrzi. Hiba esetén egy blokknyit, további kísérletekben - 10-ig - egy hosszabb darabot töröl írás előtt. A 10. kísérlet után ugyanaz történik, mint olvasásnál.

### II.1.3 A gépkezelő mint hibaforrás

A szervezőprogramnak adott üzenetek elfogadását az "OK" visszaüzenése jelzi. Ha az üzenet hibás /szintaktikus vagy szemantikus/, ERROR /X/ jön vissza, /X/ a specifikus betűt szimbolizálja itt.

### II.2 Értelmezetlen /gép/hibák

Észlelésükkor a központi óra megáll.

- Tápegység kimaradás /A folyamatban lévő memóriaciklust még befejezi - van remény bekapcsolás utáni folytatásra./
- Paritáshiba a központi memóriában. A szó 24 bit-jéhez egy 25. - páratlanra kiegészítő - paritásbit íródik fel. /A csupa "0" hibás, ilyen jön üzemképtelen memóriaegységből is/. Olvasásnál ellenőrzi. Hiba esetén a cím és a hibás szám látható.
- Illegális kód fordul elő EXEC módban. Mivel az EXEC kipróbált program, ez az eset géphibára utal.

### III. Önálló egységek autonom vizsgálati lehetőségei

Ezek a lehetőségek jelentősek, mert egyrészt a rendszer hasznos üzemideje nem csökken, másrészt a hiba-

jelenségeket legtöbbször egyértelműbb formában figyelhetjük meg.

### III.1 Perifériális egységek

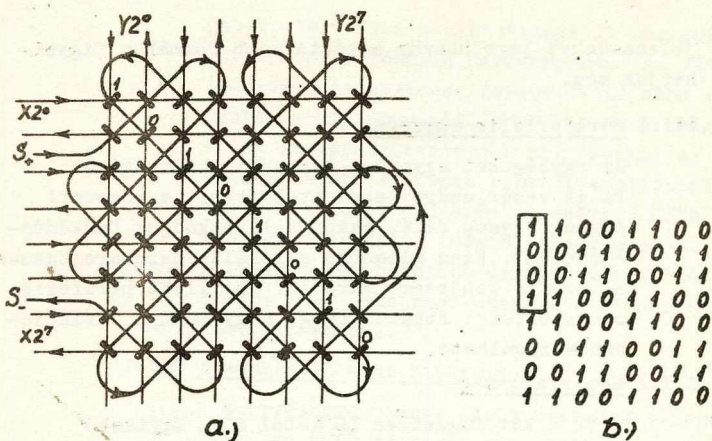
Az egységeket egyetlen kapcsoló segítségével lokális vezérlésre lehet átállítani, a központi egység egység felé, ekkor állapotkodjuk "működés-képtelen". Ezen állásban a lokális hardware összes ellenőrző rendszere működik. Az illető periféria bonyolultsági fokától függ, hogy mennyi variációban vizsgálható.

### III.2 Memóriaegység

A 32 K két független 16 K-ból áll. Egyiket le lehet választani. /A szervezőprogrammal is közölni kell, hogy 32 K helyett 16 K van/.

Négy üzemmódban vizsgálható. Csupa 1-es, csupa 0-s "Legrosszabb kombináció"; "Legrosszabb kombináció komplemente". Ezeket pesszimista zajviszony jellemzi. Mivel ez 1-esek zaja nagyobb, mint a 0-soké, el kell érni, hogy az 1-es zajok szuperonálódjanak /1-es ne kompenzáljon, csak 0-s./

Válasszunk az S vezetéknek egy önkényes pozitív irányt. Az a mag, melyen ez az irány megegyezik az olvasóáram irányával, tartalmazzon 1-t, a többi 0-t. Ha az önkényes irányt megfordítjuk, a minta inverze /komplemente/ jelenik meg. Mindkettő létjogosult a "legrosszabb" névre.



5.ábra

Az 5.a. ábrán egy 8 x 8-as mezőt láthatunk, az elv ebből általánosítható. Az 5.b. ábra csak az állapotokat tartalmazza. Vegyük észre, hogy a bekeretezett rész, ill. ennek inverze ismétlődik. Ez a címnek jól definiált függvénye. Legyen R a "legrosszabb" minta, akkor

$$R = Y2^1 \neq (X2^0 \equiv X2^1)$$

R értékét a cím 1-re, ill. 0-ra állítja be. A szó összes bitje /26/ felveszi R értékét. Visszaolvasáskor hiba esetén leáll a ciklus, a szignalizációs panelen látszik a kiolvasott hibás szó, s a cím.

#### IV. Vizsgálóprogramok

A rendszerhez kiterjedt teszt-program könyvtár tartozik. A KFKI konfiguráció e könyvtár mintegy 70 programját használhatja. Vannak olyanok, amelyek maguk képesek EXEC-módban működni.

Mások az EXEC vezérlése alatt futnak. A multiprogramozás ilyenkor lehetővé teszi 4 teszt program szimultán működését,

111. egyik tesztprogramnak a hasznos gépidőbeni futtatását.  
/Pl. ha egy perifériális egységet kell javítás után ellen-  
őrizni./ //

#### IV.1 A tesztprogramok fő csoportjai

Egy lehetséges csoportosításuk ilyen: Az egész rendszer - a központi egység - a perifériák. Legelsőbe tartoznak az általános periféria mobilizáló tesztek: sebességmérés - szabványos hitelesítés /lehetséges módok, állapotok/. A közpon-  
ti egységnél általános funkcionális /minden egyes utasítás/ és memória tesztek vannak. Az egyes perifériákhoz specifikált teszt program az adott egység pesszimális viszonyainak előállítására törekszik.

Szót érdemel két alacsony rendű nyelv, melyek saját tesztprogramok írására alkalmasak. Egyikkel EXEC módu, másikkal NORMÁL módu program írható.

#### IV.2 A FLIT nevű tesztprogram

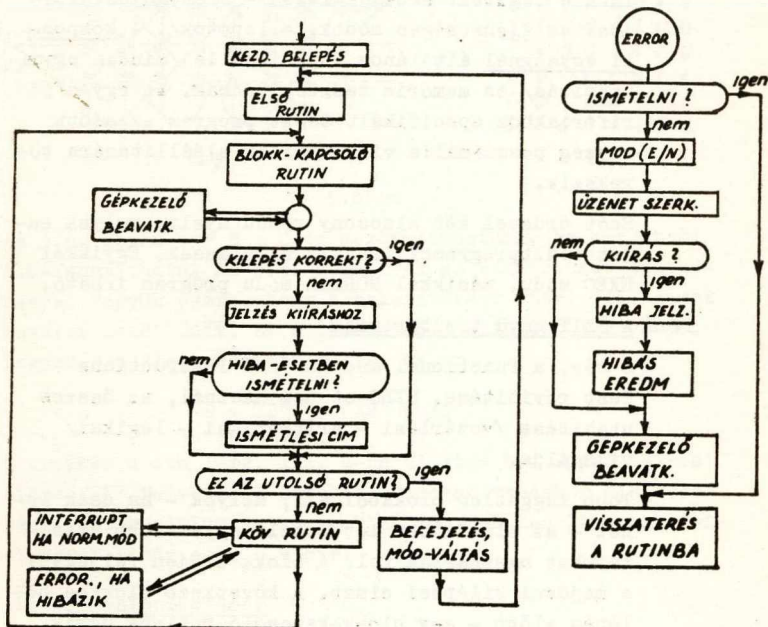
A név, a Functional and Logical Instructions Test rövidítése. EXEC-et nem használ, az összes utasítást /vezérlési - aritmetikai - logikai/ vizsgálja.

Több független blokkból áll, melyek - ha csak lehet - az előzőekben letesztelt egyszerűbb utasításokat használják fel. A blokk elején feljegyzi a majdani kilépési címet. A következő blokkba belépés előtt - egy blokk-kapcsoló rutinba ugrik, mely ellenőrzi, hogy valóban az elteelt kilépési címről érkezett-e.

A vizsgálatok 3 garnitúrára oszlanak. Az első váltakozva egyszer EXEC, egyszer NORMÁL módban jár, mindkét esetben ugyanazokon az utasításokon megy végig. A második az EXEC módba váltás oko-

kat állítja elő és vizsgálja. /Önkényes és önkéntelen belépések/. A harmadik a lebegőpontos aritmetikát vizsgálja.

Az egyes belépések eredményét analizálja, a kódolt hibajelzést ad, a hibás eredménnyel együtt. Etalon táblázatokból kikereshető a hibátlan eredmény.



6. ábra

TMV 148-439/297-370

205-605/305-605