



# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

FOLYÓIRATA

XXXIX. évfolyam

BUDAPEST

1988

10



# HÍRADÁSTECHNIKA

## A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXIX. évfolyam 1988. 10. szám

# BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXIV. évfolyam 1988. 10. szám

# MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

VI. évfolyam 1988. 10. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

\*

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

#### HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné

Dr. Flesch István

Forintos György

Gál Ferenc

Dr. Prónay Gábor

#### BHG

Rovatvezető: Angyal László

Tudományos szerkesztő: dr. Frajka Béla

Bernhardt Richard, dr. Eisler Péter,

Fazekas László, dr. Gosztony Géza,

dr. Kerpán István, Klug Miklós,

Laczkó Endre, Sztaiics Ákos

#### MEV

Rovatvezető: Kászonyi László

Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,

Balogh Albert, Csornai László,

Czermann Mihály, Hidas György,

Huszka Zoltán, dr. Ligeti Róbertné,

dr. Mátrai Géza, dr. Motál György,

Schödl Ervin

#### ORION

Rovatvezető: Dr. Somogyi András

Tudományos szerkesztő: dr. Frigyes István,

Denk Attila, Froemel Károly,

Nóvik Lajos, Szász Gerő

#### REMIX

Rovatvezető: Rippel Géza

Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,

Balanyi Szilveszter, Bodnár László,

Kovács Gyula, Mészáros Sándor,

Molnár László

#### TKI

Rovatvezető: dr. Baranyi András

Tudományos szerkesztő: dr. Lajtha György,

dr. Henk Tamás, dr. Kása István,

Megyesi Csaba, dr. Sárkány Tamás,

dr. Simonyi Ernő

#### TERTA

Rovatvezető: Szalay Tibor

Tudományos szerkesztő: dr. Gordos Géza,

Keller János, Márk Zoltán,

Porpáczy Elemér, Schnürmacher Tamás,

Török László, Veress Péter

\*

Szerkesztőségi ügyekben  
és kéziratokkal kapcsolatban  
felvilágosítást ad: Szöllősi Györgyné.  
Telefon: 495-098

### ROVATOK

Egyesületi élet  
Rendszertechika  
Kapcsolástechnika  
Vezetékes technika  
Fénytávközlés  
Vezeték nélküli technika  
Adástechnika  
Vételtechnika  
Mikroelektronika  
Alkatrésztechnika  
Hálózatelmélet  
Elektromágneses problémák

### ROVATGAZDÁK ROVATTÁRSÁK

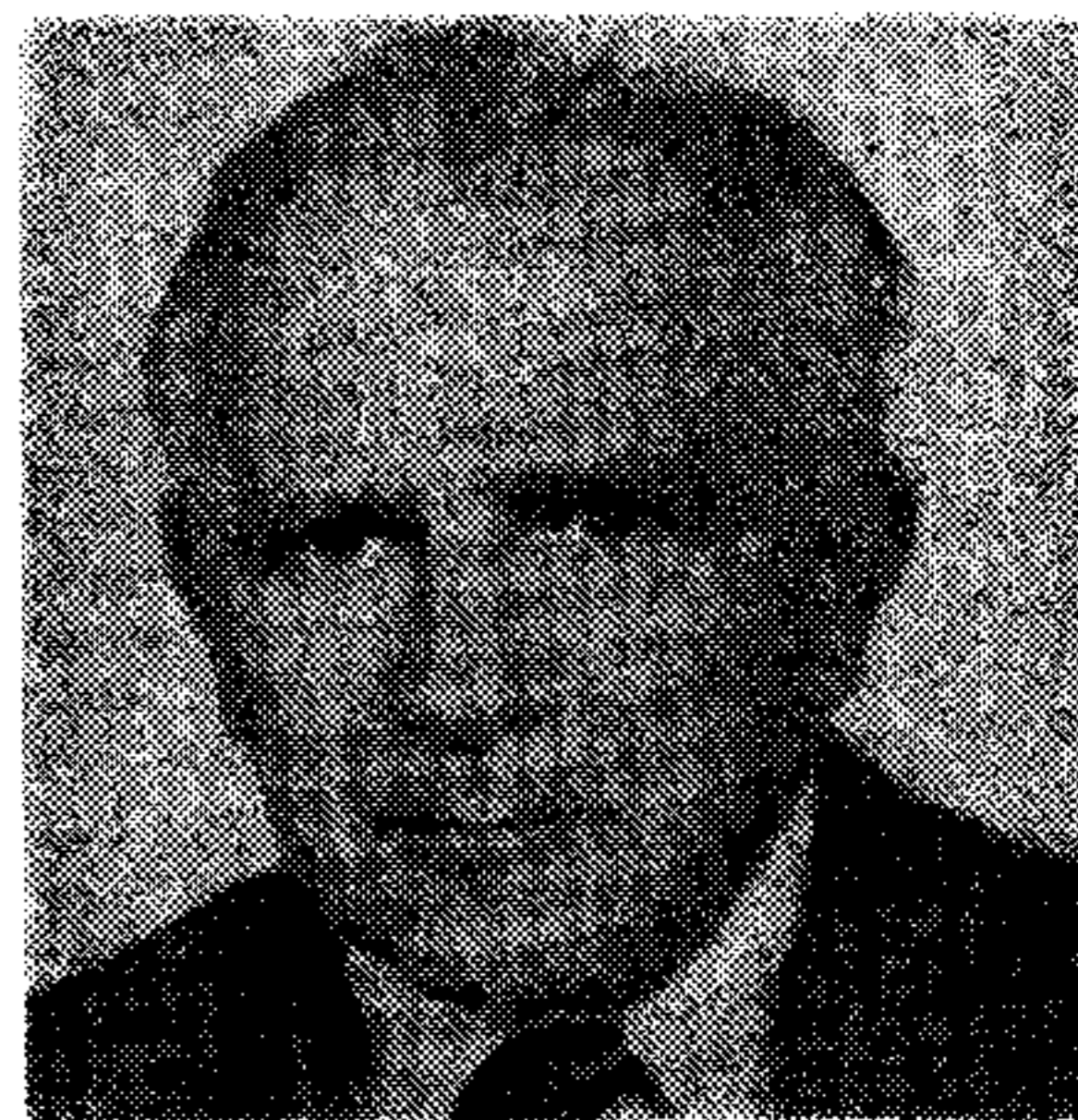
HTE	(H)	BEAG	HTV
TKI	(□)	BME	KONTAKTA
BHG	(#)	BRG	KŐPORC
TERTA	(↔)	EMO	KFKI
ORION	(*)	El. Szöv.	M. Posta
MEV	(↑)	FMV	ML
REMIX	(△)	GAMMA	MM
		HTSZ	MFKI
		HAGY	TUNGSRAM

### TARTALOM

DR. VÁGÓ ISTVÁN: Kilencven éves a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola .....	433
BENKŐ TIBORNÉ—DR. JÁVOR ANDRÁS—RÓMER MÁRIA: Digitális áramkörök szimulációs vizsgálata .....	436
DR. GYURIS ÁRPÁD—KLATSMÁNYI BÉLA—PINTÉR ISTVÁN: Adatátviteli csatornák start-stop torzításának automatikus mérése mikroprocesszoros rendszerrel .....	440
HOLÉCZY GYULA—VÉZNER IMRE: TPV kapcsolómező medelláramkör oktatási célra .....	443
KÁLDI TIBOR—SZENTIDAY KLÁRA: Mikroszámítógépes program logikai függvények minimalizálására .....	446
KEMENES JÁNOS: Sokállomásos kommunikációs adatgyűjtő és kijelző rendszer, mint előadótermi visszacsatoló berendezés .....	452
DR. KERPÁN ISTVÁN: A diszkrét Fourier-transzformációhoz .....	456
LAKATOS ERNŐ—LÓRÓDI ATTILA: „VIDEOTON” frekvenciaszintézeres hangolású rendszer Hi-Fi rádió vevőkészülékekben .....	459
MEGYESI CSABA—GUDRA TIBOR: Nagysebességű digitális átviteltechnikai rendszerek fejlesztése a KGST—EDÁR együttműködésben .....	462
SCHNÜRMACHER TAMÁS—DR. TEMESVÁRI ZSOLT: A CAD/CAM aktuális ipari és oktatási kérdéseiről .....	464
DR. VÁGÓ ISTVÁN: A TM és a TE módusú elektromágneses tér számításáról .....	466
ZSOLDOS GÁBOR: Nagysebességű FFT jelanalízis .....	470
Szemle .....	435 442, 445, 451, 455, 458, 468
Elektronika: Karakterisztika rajzoló és wobler generátor .....	474
KONTAKTA: Elektronikus szövegszerkesztő rendszer .....	475
MTA: Beruházás helyett—kölsönözzön műszert .....	476
Tartalmi összefoglalások .....	477



# Kilencven éves a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola



A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola története 1882-ben kezdődik a Mechanikai és Óriásipari Tanonciskola megalakulásával. Ezt az iskolát, amely a Kisfaludy utca 26-ban kap helyet, kilencven évvel ezelőtt, 1898-ban négy éves szakközépiskolává szervezik át. Az intézmény első igazgatója Szegedi Árpád okleveles gépészmérnök. Az új iskola első osztályába akkor 16 diák iratkozik be. Itt — a körülményeknek megfelelő — korszerű humán, természettudományos és műszaki ismereteket tanulnak. A szakma fogásait bérházakban kiépített műhelyekben sajátítják el.

Az iskola 1900-ban a Tavaszmező utca 15. alatti újonnan épített épületbe költözik. Újszerű, hogy itt — a korábban lábbal meghajtott gépek helyett — a szerszámgepeket transzmissziós szíjak felhasználásával villamos motorok hajtják meg. Korszerűnek számít az elektromos világítás alkalmazása is. Az épület alagsorában elhelyezett energiaátalakítókkal különböző típusú villamosenergia szolgáltatása válik lehetővé. Az iskola profilja a villamosipar irányába kezd fordulni. Az 1905-ben végrehajtott tantervi reformmal új tantárgyak jelennek meg az oktatásban. Ilyenek az elektrotechnika, a szerkezettan, a szakrajz, az ipari költségvetés és technológia. Az iskola villamosipari jellege tovább erősödik. 1907-ben a tanulók munkáiból rendezett kiállításon hat darab Morse-gép és három villamos motor is szerepel.

Az első világháború az iskola — addig töretlen — fejlődését visszaveti. Tanárai közül többen katonai szolgálatra vonulnak be. A harmadik és a negyedik osztály tanulói felsőbb rendeletre a tölténygyárba mennek dolgozni. Érdekesként említhető, hogy a háborús években külföldi diákjai is vannak az iskolának, így például 1916-ban öt török tanuló iratkozik be.

1919-ben az iskolához csatolják az állami orvosi műszeripari szakiskolát. 1920-ban az iskola elektromosipari szakosztállyal bővül és új neve: Magyar Királyi Állami Mechanikai és Elektromosipari Szakiskola. Ez az első eset, hogy Magyarországon oktatási intézmény néven az elektromos (villamos) jelző szerepel. (A Budapesti Műszaki Egyetemen 1949-ben, vagyis huszonkilenc évvel később alakul meg a Villamosmérnöki Kar.)

1922-ben Vígh Bertalan igazgatóhelyettes veszi át az elektromos szakosztály vezetését és azon munkálkodik, hogy a szakiskola elektromos felszerelése a kívánalmaknak megfeleljen. 1924-ben az iskola igazgatója lesz. Ugyanekkor az új szervezeti szabályzat a szakiskolában a képzési időt

négy évről háromra csökkenti és ez a korszerű, színvonalas oktatás rovására megy. Ennek kompenzálására 1927-ben egyéves, majd 1933-ban kétéves felsőtagozatot hoznak létre. Ez a 3 + 2 éves szakoktatási rendszer akkor egyedüli az országban. Ha jogi szempontból nem is, de tartalmát tekintve a kétéves felsőtagozat a műszaki főiskolák elődjének tekinthető. Ugyancsak 1933-ban — a tanterv korszerűsítésével egyidejűleg — a mechanikai és az elektromosipari szakosztályt egyesítik.

Az iskola vezetése fontosnak tartja a dolgozók képzését is. Így 1927-ben megindul a négyéves esti villamosipari felsőtagozat. E sorok írójának nincsenek erre vonatkozó megbízható adatai, de feltehető, hogy az országban ez volt az első esti szakoktatás.

Az iskola keretein belül számos szakmai tanfolyam is indul. Ezek közül a két legfontosabb — a mozgófénykép gépkezelői és az elektromos telepkezelői tanfolyam — 1924-től országos érvényű képesítést nyújt. Ezekon kívül — többek között — elektromos szerelőipari, elektromos gépkezelői, rádió, gépjárművezetési és szerelési, elektromosipari, felvonó kezelői, alumínium szabadvezeték szerelői tanfolyamot szerveznek.

A Kandó Kálmán Villamosipari Középiskola 1941-ben alakul meg. Igazgatója Kauser János lesz. Eleinte a négyéves középiskolai és a hároméves szakiskolai képzés párhuzamosan folyik. A két-fajta iskola szakmai tananyaga nagyobb vonatkozásaiban megegyezik, de a középiskolában több a humán jellegű tantárgy.

1942-ben a felsőtagozat szakokra oszlik: erősáramú villamosipari osztályra, gyengeáramú villamosipari osztályra és műszeripari osztályra. A felsőtagozaton az oktatás kiemelkedő színvonalú. Példaként említhetők Szili László villamosgépek, Kauser János rádiótechnika, Taraba István távbeszélőtechnika, Monostori Gusztáv villamosművek, Brückner János és Szini István finommechanika előadásai, valamint a magas színvonalú műhelyoktatás, amelyet Szini István irányított. Jelen sorok írójának is módjában volt szakmai ismereteit ezen a felsőtagozaton megalapozni.

A második világháború ideje alatt a tanulmányi munkát több esetben szakítja meg a „szénszünet”. Az iskola igazgatója törekedett arra, hogy a fasizmus szelleme a lehetőségekhez képest az iskola falain kívül maradjon. Nem kis érdeme, hogy ebben a tekintetben eredményeket ért el.

A felszabadulás utáni években a változó társadalmi körülmények között a kormányzat keresi a



szakmai felkészültséget is adó középiskolák helyét. A Kandó Kálmán Villamosipari Középiskolát többször átszervezik, neve is változik. Kandó Kálmán Műszaki Középiskola, majd a XIV. számú Ipari Gimnázium néven szerepel. 1950-ben a technikai iskolai rendszer kialakulásakor a VII. számú Gépipari Technikum nevet kapja. Ez a technikum rövidesen három részre szakosodik: a Tavasmező utcában maradó rész a Kandó Kálmán Híradás- és Műszeripari Technikum, a Nagyszombat utcában létesül a Bláthy Ottó Erősáramú Ipari Technikum, az Úteg utcában pedig a Villamosipari Technikum.

A technikai oktatás az egész országban gyors fejlődésnek indul. Míg az 1942/43. tanévben az erősáramú, gyengeáramú és a műszeripari képzésben együttesen a nappali tagozaton 304, az esti tagozaton pedig 255 tanuló volt, addig az 1957/58. tanévben kizárólag a gyengeáramú oktatásban a nappali tagozaton 663, az esti és a levelező tagozaton 338 volt a beiskolázottak száma.

1962-ben kormányrendelet alapján felsőfokú technikumok jönnek létre. A középfokú technikummal egy épületben létesül a Felsőfokú Híradás- és Műszeripari Technikum, a Felsőfokú Villamosgépipari Technikum, valamint a Felsőfokú Villamosenergiaipari Technikum. A későbbiek során Székesfehérváron megszervezik a Felsőfokú Gépipari és Híradásipari Technikumot. A felsőfokú technikumok hallgatóit az érettségizett jelentkezők közül felvételi vizsga alapján választják ki. Ezekben a felsőfokú technikumokban a tanulmányi idő három év. A felsorolt felsőfokú technikumok képzési céljuk tekintetében a korábbi elsőtagozatnak felelnek meg.

Tizenkilenc évvel ezelőtt, 1969-ben megalakul a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola. A tanulmányi idő itt is három év. Ennek eredményes elvégzése villamos üzemtechnológiai képzettséget jelent. A főiskolán Erősáramú Kar és Gyengeáramú Kar alakul. Az Erősáramú Kar a korábbi felsőfokú villamosgépipari és villamosenergiaipari technikumot foglalja magában, míg a Gyengeáramú Kar a híradás- és műszeripari felsőfokú technikum mellett a székesfehérvári felsőfokú technikumot is. A Főiskola székesfehérvári része kihelyezett tagozatként működik és szakterülete — az ottani ipari háttérhez igazodva — a számítástechnika és a számítógépgyártás.

1979. májusában a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán az addigi kari - tanszéki szervezetet intézetek váltják fel. Mindegyik szak munkájáért egy-egy intézet felelős. Több korszerűsítési lépés nyomán a főiskolán jelenleg az alábbi szakok működnek:

- mikroelektronika, alkatrész- és készüléktechnológia,
- műszeripari és automatizálási,
- híradásipari,
- informatika,
- villamosenergetika,
- villamosgépek és készülékek,

- erősáramú automatika,
- számítástechnikai eszközök,
- középiskolai műszaki (villamosipari) tanári.

A műszaki tanári szakon a tanulmányi idő négy év. Ennek a szaknak az elvégzése ipari szakközépiskolák és szakmunkásképző iskolák tanári állásainak betöltésére, valamint üzemtechnológiai feladatok ellátására képesít. A műszaki tanári szak hallgatóinak tanulmányai a másik nyolc szak egyikéhez kapcsolódnak és ezen kívül pedagógiai és pszichológiai ismereteket is elsajátítanak.

A Főiskola nappali tagozatának első évfolyamára évente 440 magyar állampolgárt vesznek fel. Az 1987/88. tanévben nappali tagozaton 1364 hallgató (ebből 28 külföldi) tanul. Az esti tagozaton 115, a levelező tagozaton 419 a hallgatók száma. Ez azt jelenti, hogy a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola szerepe a hazai villamosüzemtechnológiai képzésben döntő fontosságú. Az ország többi műszaki főiskoláján ugyanis évente mintegy 100—150 hallgatót vesznek fel villamosüzemtechnológiai képzésre.

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola fontos feladatának tekinti a végzett üzemtechnológiai szakmai fejlődésének elősegítését. Ezért a Főiskolán rendszeresen folyik szaküzemtechnológiai oktatás, amely egy-egy szakterületen speciális továbbképzést biztosít és eredményes elvégzését szaküzemtechnológiai diploma tanúsítja. Az eddigiekben 12 féle szaküzemtechnológiai oktatás valósult meg és 203 szaküzemtechnológiai diploma átadásával járt.

A Főiskola 592 főállású dolgozója közül 245 oktató. Az oktatók közül 1 egyetemi tanár, 24 főiskolai tanár, 61 főiskolai docens, 111 főiskolai adjunktus, 17 főiskolai tanársegéd, 24 nyelvtanár, 8 testnevelő tanár.

Végül néhány szó a Főiskola tudományos munkájáról. A Főiskolán folytatott tudományos kutatómunka döntően alkalmazott kutatás jellegű. A kutatási témák nagy része ipari fejlesztési tevékenységhez, ill. az országos vagy tárcaszintű kutatási-fejlesztési programhoz kapcsolódik.

A jelenlegiek közül anyagi bázis tekintetében legjelentősebb a szerződéses munkák keretében folyó kutatás-fejlesztés. A sok téma közül kiemelhető a villamos és elektronikai alkatrészek és részegységek minőségellenőrzéséhez, a felületszerelési technikához, az ergonómiai tervezési és minősítési irányelvekhez, a digitális jelátvitelhez, a villamosenergia ellátás elektronizációjához kapcsolódó kutatási tevékenység.

Az országos és tárcaszintű programok keretében végzett maradványérdekeltségű megbízáson alapuló kutató-fejlesztő munkák között igen jelentős a robottechnika, a mechatronika, ill. annak oktatásához, az oktatás eszközbázisának és elméleti anyagának megteremtéséhez fűződő kutatás. Kiemelhető még a számítástechnika oktatásában történő alkalmazása, a személyi számítógépek lokális hálózaton alapuló oktatási mintarendszere.

A költségvetés elkülönített részéből támogatott — általában 3—5 év időtartamú — kutatási témák lefedik a Főiskola szinte teljes szakmai profilját.



A teljesség igénye nélkül ilyenek a mikroprocesszoros hajtások, a PLC, a nagysebességű digitális hírközlés, a száloptika ipari alkalmazása területén végzett kutatások.

A kutatási munkával a Főiskola dolgozói hozzá kívánnak járulni az ország gazdasági fejlődéséhez. A kutató munkában szerzett tapasztalatok pedig nagy mértékben elősegítik az oktatás korszerűsítését.

Mindent összevetve megállapítható, hogy a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola mind az oktatás, mind a kutatás-fejlesztés területén multjához méltó, lehetőségeihez képest eredményes tevékenységet folytat.

Dr. Vágó István  
egyetemi tanár  
főigazgató

## Szemle

Összeállította: Gál Ferenc

Argentínában három társaság biztosítja a telefon-szolgáltatást. Az országban 2 876 541 telefonvonal működik és 11 776 telex-előfizető van. Az országos telekommunikációs vállalat, az ENTEL 1983 szeptemberében kezdte el a Megatel program megvalósítását, amelynek során 4 év alatt 1 millió új telefonvonalat létesítenek, ezenkívül felújítják az elavult vonalakat, új telefonközpontokat, interurbán központokat is felszerelnek. Bővítik a nemzetközi távhívás közvetlen tárcsázási lehetőségeit és fejlesztik az országos ARPAC adatközpont hálózatot. Az ENTEL tervei között szerepel az is, hogy a fővárosi telefonhálózatot magánkézbe adja. Ennek egyik feltétele az, hogy a készülékek száma évente 5 %-kal emelkedjék.

Costa Ricában 1986 végén 276 359 telefonvonal volt, vagyis minden 100 lakosra 12,2 telefon, minden 1000 lakosra 1,8 nyilvános telefon jutott. A távközlési rendszerek digitalizálását 1985-ben kezdték meg, és 1986 végén már 45 200 digitális vonal volt az országban. Costa Ricát a legjobb telekommunikációs rendszerrel rendelkező latin-amerikai országnak tartják számon. 1991-ig 79 000 digitális vonalat fognak telepíteni, amivel eléri a 100 lakosonkénti 14-es készülékszámot. Új nemzetközi és digitális interurbán központot létesítenek és 1988-ban 1200 digitális vonalat helyeznek működésbe. Digitális vonalhálózatot hoznak létre (14 digitális mikrohullámú összeköttetés), amely a városi területeken kívül eső központokat köti a belső központokhoz. Száloptika, kapcsolatok, digitális földi állomás, központi hálózati irányítás és automatizált távolsági hibamegállapító rendszer is szerepel a megvalósítandó tervek között.

(Mundo Electronico 1987. szeptember — Magyar Elektronika 1988/4.)

\*

Az USA Munkaügyi hivatalának statisztikái alapján az Amerikai Elektronikai Szövetség becslései szerint a következők szerint alakult az Egyesült Államokban az elektronikai iparban foglalkoztatottak száma:

	1986. dec.	1987. dec.	Változás %
Számítógépek	405 400	413 500	+ 2,0
Félvezetők	264 800	275 500	+ 4,0
Egyéb alkatrészek	365 200	382 200	+ 4,7
Szoftver/ programozás	223 000	253 700	+13,8
Híradástechn. berendezések	628 700	611 500	- 2,7
Egyéb (műszerek, orvosi, elektro- nikai, fogyasztói elektronika)			
Összes	582 900	603 600	+ 3,6
foglalkoztatott	2 470 000	2 540 000	+ 2,8

A közelmúltban a Telefónica és az Amper nevű spanyol távközlési vállalat hosszú távú vegyesvállalati szerződést kötött a Szovjetunióban telefonkészülékek gyártására. A Telur nevű vállalkozás gyártóüzeme Perm-ben várhatóan jövő év januárjától kezdi el a termelést, egyelőre évi 500 ezer darabos kapacitással. A spanyol üzletemberek szerint három éven belül mintegy 1 millióra is fel lehet futtatni az otthoni termelést. Az új vegyesvállalatban a spanyol fél részesedése 49 százalék. A Tarsis modell eladásáért a két spanyol vállalat évi 120 ezer Szovjetunióban gyártott készüléket kap, amelyet a spanyol piacon kíván majd értékesíteni.

(Cambio — Világgazdaság, 1988. május)

\*

A kínai elektronikai miniszter helyettesének legutóbbi nyilatkozata szerint folynak az előkészületek egy Motorola félvezetőgyár Kínában való felépítésére, a lehetséges telephelyként Tiencsin vagy Hsziamen tartomány egy-egy körzetét jelölték meg. Amerikai félvezetőgyártó vállalat első alkalommal kapna lehetőséget arra, hogy teljes értékű jelenlétet alakítson ki a kínai piacon. A tervezett beruházás jelentőségét az a washingtoni becslés is alátámasztja, hogy a kínai piacon az elektronikai termékek iránti kereslet 81 százalékkal nőtt egy év alatt, és a következő évek során sem várható törés ebben az irányzatban. 1982 és 86

(Folytatás a 442. oldalon.)



# Digitális áramkörök szimulációs vizsgálata

BENKŐ TIBORNÉ—DR. JÁVOR ANDRÁS  
Központi Fizikai Kutató Intézet  
RÓMER MÁRIA  
Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola

## ÖSSZEFOGLALÁS

Visszacsatolt vezérlésű szimulációs vizsgálatot mutatunk be, ahol a bemeneti vezérlést változtatni tudjuk a kimeneti logikai állapotok különböző időben történő lekérdezésével.

A szimulációs rendszer a LOBSTER-MPC, amely alkalmas az áramköri hibák felderítésére, a vizsgálatok megjelenítésére és a modell-áramkörök műveleti sebességének a meghatározására.

A korszerű áramköri vizsgálatok egyike a számítógépes szimulációs vizsgálat. A főiskola Híradástechnikai Intézetében modellkísérleteket végeztünk személyi számítógépen futtatott logikai szimulációs programmal. A programot a KFKI munkatársai fejlesztették ki, alkalmazták az IBM-PC ill. az azokkal kompatibilis gépekre, a neve LOBSTER-MPC.

Megvizsgáltuk, mennyiben felel meg a LOBSTER-MPC szimulációs program az ismert áramköri vizsgálatoknak.

### 1. Az áramkör optimális kialakítása

A számítógépes modelláramkör építés a deszkamodellek helyébe lépett. Az elképzelt feladatnak többféle modelljét tervezhetjük meg a szimulációs program segítségével. A digitális áramkör sajátosságaiából következik, hogy ugyanazt a funkciót más-más alapáramkörökkel felépítve is megkaphatjuk. A kísérleti áramkörök statikus és dinamikus jellemzőit megvizsgálva kiválaszthatjuk az optimális elemeket egy adott kimeneti funkció elérése érdekében.

Az egyes alapáramkörök (kapuk, flip-flopok stb.) paramétereit változtatva gyorsabb vagy lassúbb áramkörhöz jutunk. A valóságban majd a legmegfelelőbb áramkört realizáljuk, amelyhez az elemeket a különböző áramköröcsaládokból a paraméterek alapján válogatjuk össze.

Az optimális áramkör kialakítása úgy is elképzelhető, hogy a gyártó cég megjelöli a terméklista alkatrészeit, azokból kell az áramköröket felépíteni. Ebben az esetben a szimulációs vizsgálat a működés lehetséges szélső értékeit fogja előre megmutatni.

### 2. A kísérleti modelláramkör

Az áramkör az 1. ábrán látható. Két részből áll, egy sorrendi vagy szekvenciális áramkörből és egy kombinációs áramkörből.

A szekvenciális áramkör egy visszacsatolt 4-bites regiszter, amely a 2. ábrán látható. Kimenetei: X0, X1, X2, X3. A belső állapotai —X0, X1,

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



### BENKŐ TIBORNÉ

Okleveles villamosmérnök, a KFKI tudományos munkatársa. 8 könyv társszerzője. 1976-ban a „Karakterisztikák diagramok monogramok” társszerzőként írt könyvéért a Műszaki Könyvkiadó nívódíjban részesítette. A Mérnöki Továbbképző In-

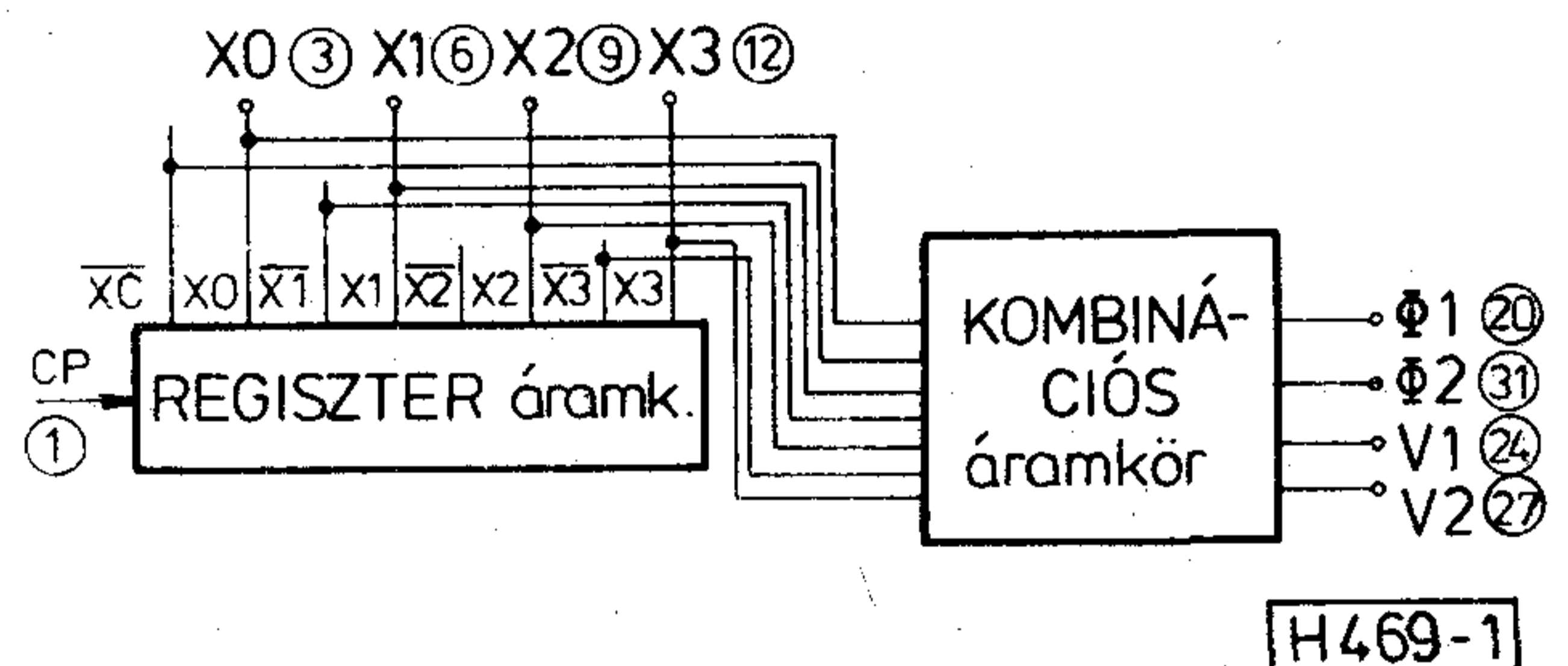
tézet szervezésében 17 éve tart számítógépes témákban tanfolyamokat és 4 éve oktat BME Elektronikus Eszközök Tanszékén. Több bizottságnak tagja. 1980 óta MATE Elnökségi tagja. Szakterülete a számítógéppel segített tervező rendszerek fejlesztése és a számítógépes szimuláció.

### DR. JÁVOR ANDRÁS

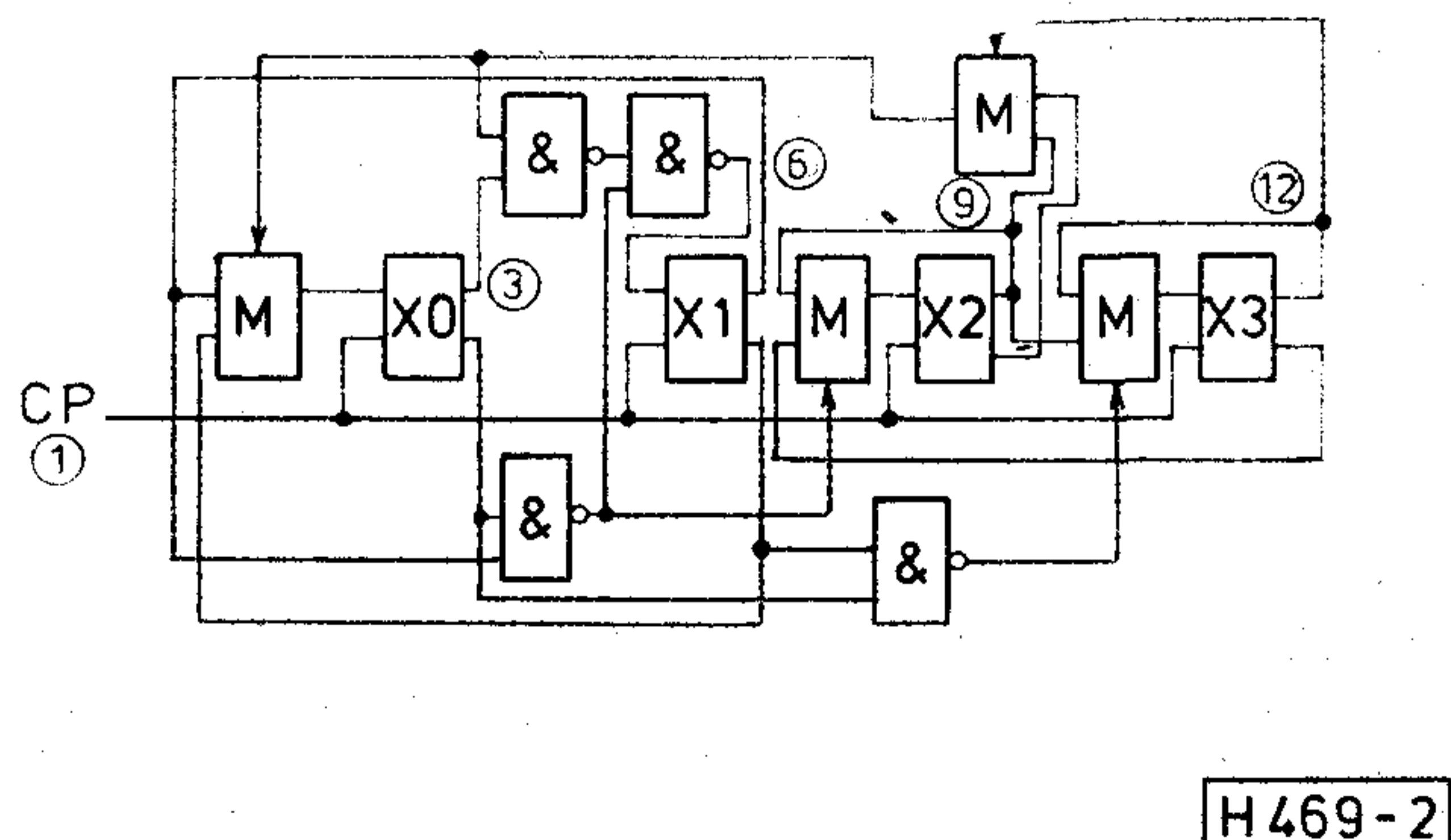
1960-ban villamosmérnöki oklevelet, majd kandidátusi és egyetemi doktori címet szerzett. A KFKI tud. főmunkatársa, címzetes egyetemi docens. A BME-n és az ELTE-n végzett oktatói munkáján túl többször volt az NSZK-ban vendégprofesszor. Közül 90 publikációján belül több magyar és angol szakkönyv társszerzője és szerkesztője. A Kiváló Feltaláló kitüntetés arany fokozatának tulajdonosa. Két nemzetközi folyóirat



szerk. bizottsági tagja. Az IMACS/Hungary elnöke. Számos hazai és nemzetközi tud. testület tagja. Fő érdeklődési területe a számítógépes szimuláció.



1. ábra. Jelgenerátor áramkör



2. ábra. Regiszter áramkör



A BME villamosmérnöki kar Híradástechnikai szakán végzett, majd 1977-ben digitális elektronikai szakmérnöki diplomát szerzett. Jelenleg a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Intézetében főiskolai docens. Szakterülete a digitális technika és a számítástechnika. Kutatási területe: a számítógépes áramköri vizsgálatok és a digitális áramkörök szimulációja.



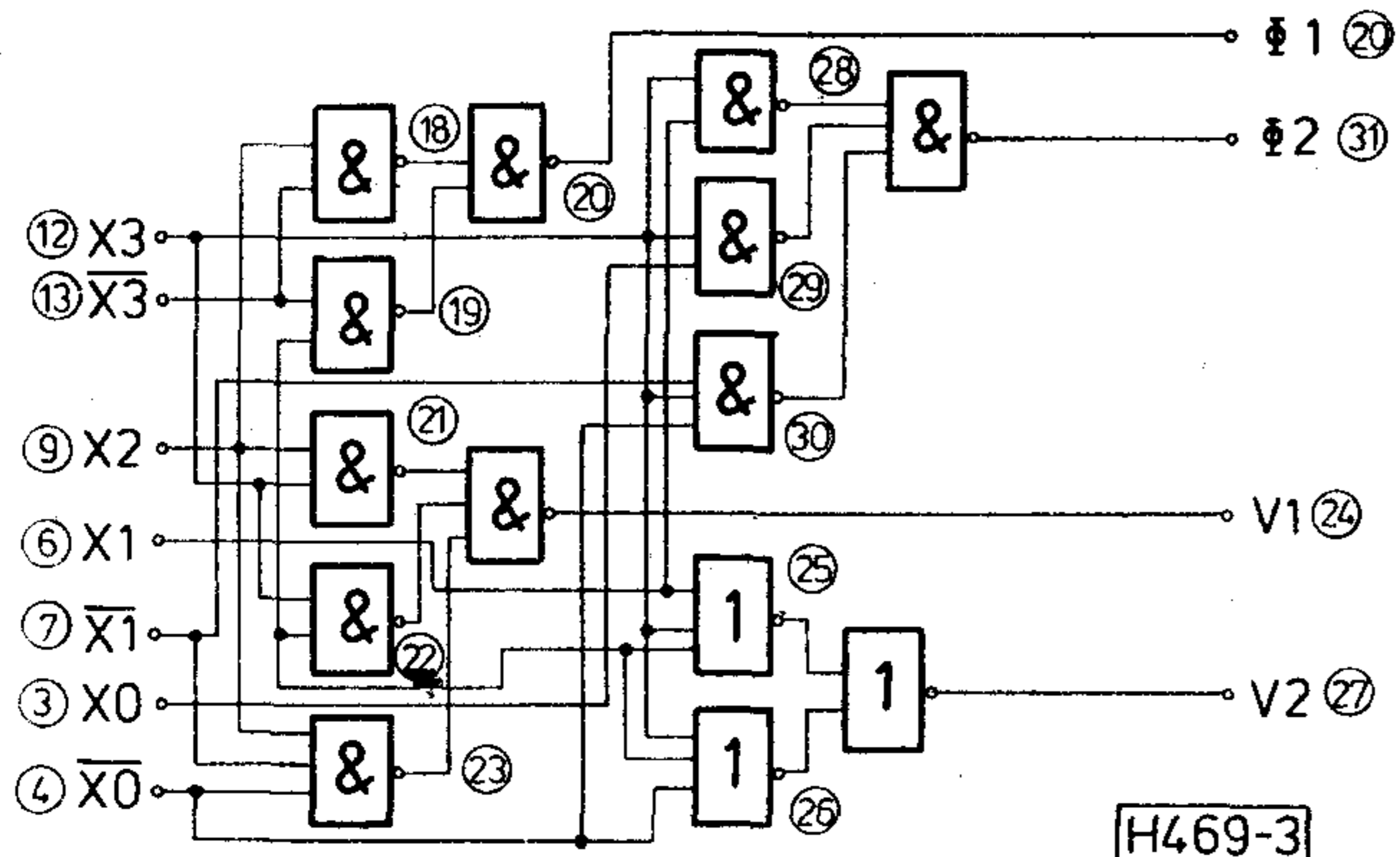
gépes áramköri vizsgálatok és a digitális áramkörök szimulációja.

X2, X3 sorrendben: 0000—1000—1100—0100—0110—1110—1010—0010—0011—1011—1111—0111—0101—1001—0001—

A logikai áramkör a 3. ábrán látható. Az áramkör bemenetei a szekvenciális áramkör kimenetei. Az áramkör kimenetei:  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ , V1 és V2

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= \overline{X3} \cdot \overline{X2} + \overline{X3} \cdot X1 \\ \Phi_2 &= X3 \cdot X1 + X3 \cdot X0 + X2 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X0} \\ V1 &= X3 \cdot X2 + X3 \cdot X1 + X2 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X0} \\ V2 &= (X3 + X2 + X1) \cdot (X3 + X2 + X0) \end{aligned}$$

A rajzokon a bekeretezett számok az ekvipotenciális csomópontoknak a szimulációs programban használt azonosítói.



3. ábra. Kombinációs áramkör

### 3. In-circuit jellegű vizsgálatok

Az in-circuit vizsgálatoknál a mérőautomaták speciális befogó szerkezet segítségével a mérendő áramköri kártyák valamennyi belső pontjához csatlakozni tudnak. Így minden pontot megfelelően lehet meghajtani vagy lekérdezni. A LOBSTER-MPC az in-circuit tesztekhez hasonlóan az áramkör valamennyi pontját tudja vezérelni is, lekérdezni is, akár bemeneti, akár kimeneti, akár belső pontról van szó. A modelláramkör topológiája a statikus vizsgálati fázisban megjelenik egy adatfile-ban. Részleteket láthatunk ebből a programból a 4. ábrán.

```

YOU ARE WELCOMED BY THE
*****
LOBSTER - MPC
*****
SIMULATION SYSTEM AT YOUR SERVICE.

THIS IS THE FIRST PHASE: THE STATIC ANALYSIS

EBEN      MODEL NAME
INPUTS    9
  1  32  33  34  35  36  37  38
  39
LARGEST NODE NUMBER USED:  39

LIST OF BLOCKS
    
```

LIST OF DRIVING NODES WITH THEIR RESPECTIVE DRIVEN ELEMENTS

NODE	CONNECTED TO
1	3 5 9 12
2	3
3	15 19
4	15 17 23 25 30
5	5
6	15 17 22 25 28 41
7	17 23 30 42
8	9
9	15 21 23 25 26 30 45 48 50
10	44
11	12
12	21 22 25 26 28 29 43 45 51
13	18 19 47
14	15 40 42
15	5
16	5 45 48

H469-4

4. ábra. Az összetartozó pontok listájának programrészlete

THIS IS THE  
 \*\*\*\*\*  
 LOBSTER-MPC  
 \*\*\*\*\*  
 SIMULATION SYSTEM AT YOUR SERVICE.

THIS IS THE SECOND PHASE: THE DYNAMIC SIMULATION IS TO RUN  
 UNDER THE FOLLOWING CONDITIONS

```

OSEN          MODEL NAME
SIMULATION TIME 1000 NS
TIME INCREMENT 5 NS
OUTPUTS      5
  1  3  6  9 12
PRINT        20 NS
SEQUENCE     2
  1  1  5 NS  5 NS
  30 NS  20 NS
  :
  
```

```

NODE NUMBERS
TIME UNIT    1
NS           1 3 6 9 2
  :
500  1 1 0 1 1
520  0 1 0 1 1
540  1 1 1 1 1
560  0 1 1 1 1
580  1 0 1 1 1
600  0 0 1 1 1
620 H 1 0 1 1 1
640  0 0 1 1 1
660  1 0 1 0 1
680  0 0 1 0 1
700  1 0 1 0 1
720  0 0 1 0 1
740  1 1 1 0 1
760  0 1 1 0 1
780  1 1 0 0 1
800  0 1 0 0 1
820  1 0 0 0 1
840  0 0 0 0 1
860 H 1 0 0 0 1
880  0 0 0 0 1
900  1 0 0 0 0
920  0 0 0 0 0
940  1 0 0 0 0
960  0 0 0 0 0
980  1 1 0 0 0
1000 0 1 0 0 0
  
```

```

OSEN          MODEL NAME
SIMULATION TIME 1000 NS
TIME INCREMENT 5 NS
OUTPUTS      5
  1  3  6  9 12
PRINT        20 NS
SEQUENCE     2
  1  1  5 NS  5 NS
  50 NS  50 NS
  :
  
```

```

NODE NUMBERS
TIME UNIT    1
NS           1 3 6 9 2
  :
0  0 0 0 0 0
50 1 1 0 0 0
100 0 1 0 0 0
150 1 1 1 0 0
200 0 1 1 0 0
250 1 0 1 0 0
300 0 0 1 0 0
350 1 0 1 1 0
400 0 0 1 1 0
450 1 1 1 1 0
500 0 1 1 1 0
550 1 1 0 1 0
600 0 1 0 1 0
650 1 0 0 1 0
700 0 0 0 1 0
750 1 0 0 1 1
800 0 0 0 1 1
850 1 1 0 1 1
880 0 1 0 1 1
900 1 1 1 1 1
920 0 1 1 1 1
940 1 1 1 1 1
960 0 1 1 1 1
980 1 1 1 1 1
1000 0 1 1 1 1
  
```

Nyomda (M-0000)

HAZARDS DETECTED

```

TIME UNIT  LOOP SYSTEM  NODE  SOURCE
NS
  505          9        1
  945         12        1
  
```

H469-5

5. ábra. 25 MHz-es és 10 MHz-es program részletek

#### 4. Funkcionális vizsgálatok

Az áramkörök funkcionális vizsgálatainak egyik típusa a GO- NO GO formájú lépések sorozata. Ha jó az áramkör valamilyen paraméter vagy funkció szerint, akkor folytatódik a vizsgálat, ha hiba van, akkor nem folytatódik.

A szimulációs programot is fel lehet ilyenformán építeni. A méréseket a logikai állapotok lekérdezése jelenti. A bemeneti változók függvényében lekérdezzük a kimeneti pontok logikai állapotait.

A LOBSTER-MPC-ben lehetőség van a bemeneti szekvenciák változtatására a modell által felvett logikai állapotok függvényében. Mind a bemeneti, mind a kimeneti kombinációkhoz feltételként működési időt is hozzárendelhetünk.

4.1. Az optimális működtető frekvencia kiválasztása  
 A digitális áramkörök egyik legfontosabb jellemzője a működési sebesség.

A kísérleti áramkör regisztere visszacsatoló hurkot is tartalmaz. A hurokban vagy hurkokban



előálló szignifikáns hazard állapotot a rendszer indikálja egy HAZARD-jellel. A vizsgálat nem áll le, de a szimulációs futás után megadja hol keletkezett a modellben a hazard.

A hazardok megjelenése jelzi, hogy az üzemszerű működésben zavar van.

A kísérleti áramkört többféle órafrekvenciánál vizsgáltuk. Az alábbiakban bemutatunk két részletet a programból. Az egyikben sehol sem jelent meg hazard, itt az órafrekvencia 10 MHz volt. A másikon, ahol az órafrekvencia 25 MHz volt, már megjelentek a hazardok. (Program mellékletek, 5. ábra.) A maximális működtető frekvencia megállapításához többszörös futtatással jutottunk el, egyre növelve az órafrekvenciát.

Más módon is megállapíthatjuk a maximális órafrekvenciát. Bizonyos időpontokban a rendszer automatikusan lekérdezhetheti a kimeneti pontok állapotait.

A kimeneti pontokra felírt logikai feltételektől függően is áttérhetünk más-más vezérlési szekvenciára. A mérőautomatákhoz hasonlóan a szimulációs program is rendelkezik ezzel a képességgel. Ez a tudásbázisú vagy öntanuló vizsgálat. Ebben az esetben csak egyszer futtatunk.

A kísérleti szekvenciális áramkörünk vizsgálatánál a kiinduló frekvencia  $f_{óra} = 1$  MHz volt. Majd  $f_{óra} = 5$  MHz,  $f_{óra} = 10$  MHz és végül  $f_{óra} = 25$  MHz következett. Itt jelentkeztek a hazardok. Ekkor csökkentettük a frekvenciát. Az optimális frekvencia legyen 20 MHz-nél kisebb.

#### 4.3. Mikor jó egy összetett áramkör?

Az összetett áramkörök vizsgálata felveti a következő problémát. Az egyik áramkör gyorsabb, mint a másik. Célszerű ilyenkor előre meghatározni az együttes periodicitást. A belső állapotok mikortól ismétlődnek újra?

Az áramkör vizsgálati idejét az ismétlődési időnek megfelelően célszerű választani. A kísérletünkben kb. 2000 ns.

#### 4.4. A logikai áramkör vizsgálata

Miután a regiszter áramkörnek megállapítottuk az optimális órafrekvenciáját, azt fixen tartva vizsgáljuk a logikai áramkört. Az áramkör bemenetei: X0, X1, X2 és X3, a kimenetei  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  és V1, V2. Kiválasztva a jellemző kombinációkat és azokat a megfelelő időpontban lekérdezzük, egy próbafuttatással megnézzük, hogy a kimeneti függvények állapotváltozásai a megfelelő időpontokban következnek-e be.

A kísérleti áramkörben,  $t$ -nél  $\Phi_1 \Phi_2$  logikai értéke:

	$\Phi_1$	$\Phi_2$
$t_i$	1	0
$t_j$	0	0
$t_k$	0	1

A  $t_i$ , a  $t_j$  és a  $t_k$  időpontokra LOBSTER-MPC-ben control szekvenciákat írunk fel. Logikai feltételek teljesülése esetén a program az általunk előírt üzeneteket írja ki. A programrészletben  $t_i = 900$  ns-nél  $\Phi_1 = 1$  és  $\Phi_2 = 0$ .

600	1	1	1	1	0	1	0	0	1
650	0	1	1	1	0	1	0	0	1
700	0	1	1	1	0	1	0	0	1

750	0	1	1	1	0	1	0	0	1
800	0	1	1	1	0	1	0	0	1
850	0	1	1	1	0	1	0	0	1
	900	FI1=1 ES FI2=0							
900	0	1	1	1	0	1	0	0	1
950	0	1	0	1	0	1	0	0	1
1000	1	0	0	1	0	1	0	0	1
1050	1	0	0	1	0	1	1	1	1

## 5. Kijelzés a képernyőn

A digitális áramkörök tervezésében nagy segítséget jelent az egyes jeleknek az egymáshoz képesti vizsgálata egy közös időtengelyhez képest. A LOBSTER-MPC-nek is van ilyen lehetősége. Valamennyi pont állapotát a teljes vizsgálati idő alatt különböző időpontok között vizsgálhatjuk. A képernyőre egyszerre tíz pont szekvenciát rajzoltathatjuk fel egymás alá. Lehetőség van a kritikus helyzetek kinagyítására, eltolására is. A LOBSTER-MPC grafikus kijelzése lényegében egy többsugaras mérő oszcilloszkóppal ekvivalens szolgáltatásokat biztosít.

## 6. A szimuláció előnyei

A LOBSTER-MPC futtatása az IBM kompatibilis XT vagy AT gépeken viszonylag egyszerű. A programozás első fázisa az áramkör felépítése. Az áramköri rajz alapján minden pontot beszámozunk, majd az elemeket a sorszámozott pontjaikkal együtt felsoroljuk egy interaktív párbeszédés formában.

A statikus vizsgálat az előkészített áramköri topológiát tekinti a bemenő adat file-nak. A dinamikus vizsgálat csak a statikus után következhet. Itt van meg a lehetőség a különböző szekvenciák kijelölésére, az esetleges hibák beiktatására és a control-szekvenciák megadására, valamint itt kell megadni a szimulációs vizsgálat idejét és a kijelzési módját.

A LOBSTER-MPC-nek van áramköri könyvtára, de tetszőleges mélységű blokkok alakíthatók ki katalógus elemekből vagy alapáramkörökből. A vizsgálható áramköri csomópontok száma meghaladhatja az 1000.

A szimulációs vizsgálatot végzőnek nem kell programozni tudni, csak tudja kezelni a személyi számítógépet. A program kezelése felhasználó orientált módon történik: a vizsgálat egyes fázisaiban kérdésekre kell válaszolni, hiba esetén nem megy tovább a program.

A LOBSTER-MPC kiválóan alkalmazható a digitális áramkörök oktatásában, a mérnökök felkészítésére, jól használható eszközt nyújt a tervezés-szimuláció-gyártás folyamat végrehajtásához.

## IRODALOM

- [1] A. Jávör: „LOBSTER-M: A Mixed Mode Simulator for CAD” Cybernetics and Systems’ 86, D. Reidel Publishing Company, 1986, pp. 669—676.
- [2] A. Jávör, M. Rómer, M. Benkő: „Knowledge base controlled simulation for testing digital logic circuits” in Proc. of 12th IMACS WORLD CONGRESS ON SCIENTIFIC COMPUTATION, 1988.



# Adatátviteli csatornák start-stop torzításának automatikus mérése mikroprocesszoros rendszerrel

DR. GYURIS ÁRPÁD  
KLATSMÁNYI BÉLA  
PINTÉR ISTVÁN

Kandó Kálmán Villamossági Műszaki Főiskola

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az automatikus mérőrendszer az adatátviteli csatornák start-stop torzítását méri oly módon, hogy a mérőrendszernek az adatátviteli vonal egyik végén elhelyezkedő aktív része automatikusan kapcsolatot hoz létre a vonal másik végén lévő passzív egységgel. A kölcsönösen kiadott mérősorozaton képzett mérési eredmények a mérés végén az aktív egységben kerülnek kiértékelésre.

A közlemény ismerteti a berendezésben megvalósított speciális mérési feladatot ellátó programvezérelt mérési megoldásokat.

Napjainkban még a nagytávolságú digitális jelátviteli csatornák nagy része tartalmaz analóg átviteli szakaszokat, ahol az átvitel valamilyen modulációs eljárással történik. Ezen szakaszoknak az átvitel szempontjából sohasem optimális az átviteli karakterisztikája és a csatornazajok az átvitt digitális jelben torzításokat eredményeznek.

A torzítás mértéke alapvetően meghatározza az átvitel minőségét.

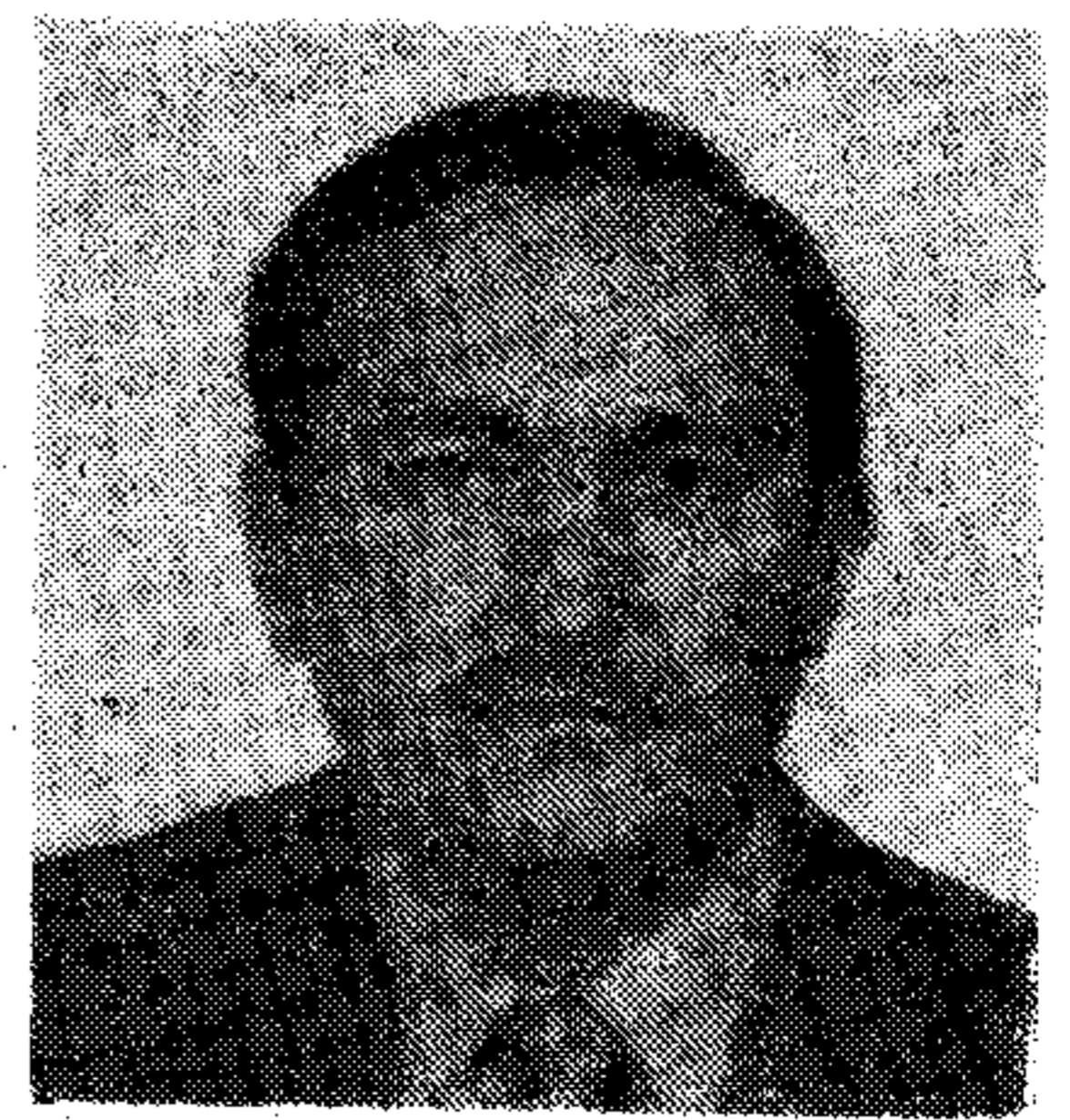
Az átviteli csatornák fenntartási munkái folyamán nem is annyira a torzítás konkrét értéke az érdekes, hanem az, hogy a torzítás meghalad-e egy adott értéket, vagy sem.

## DR. GYURIS ÁRPÁD

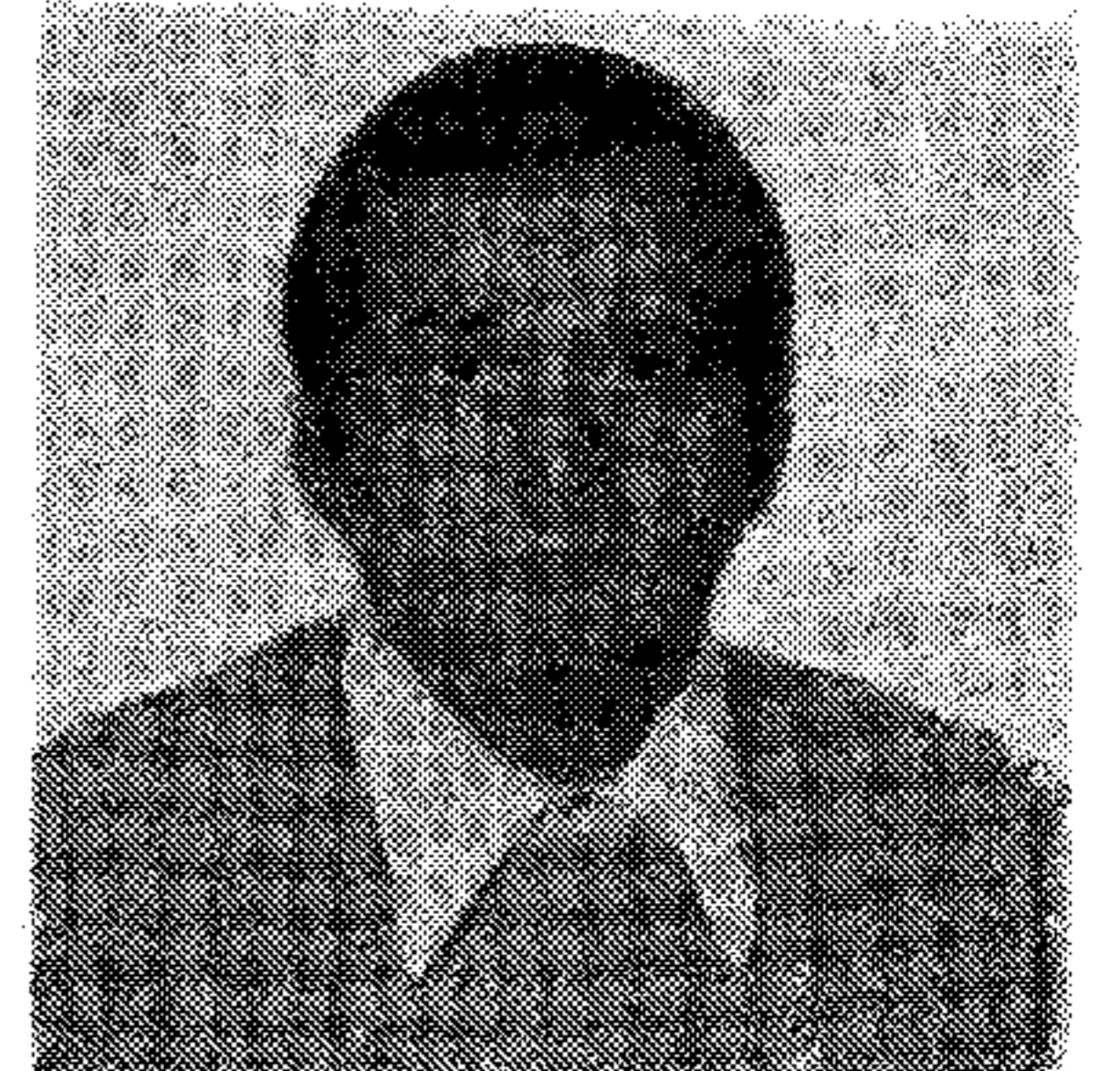
1963-ban végzett a BME Villamosmérnöki Karának híradástechnika szakán. Utána 1969-ig a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben felvezető eszközök mérési módszereinek és eszközeinek fejlesztésével foglalkozott.

## KLATSMÁNYI BÉLA

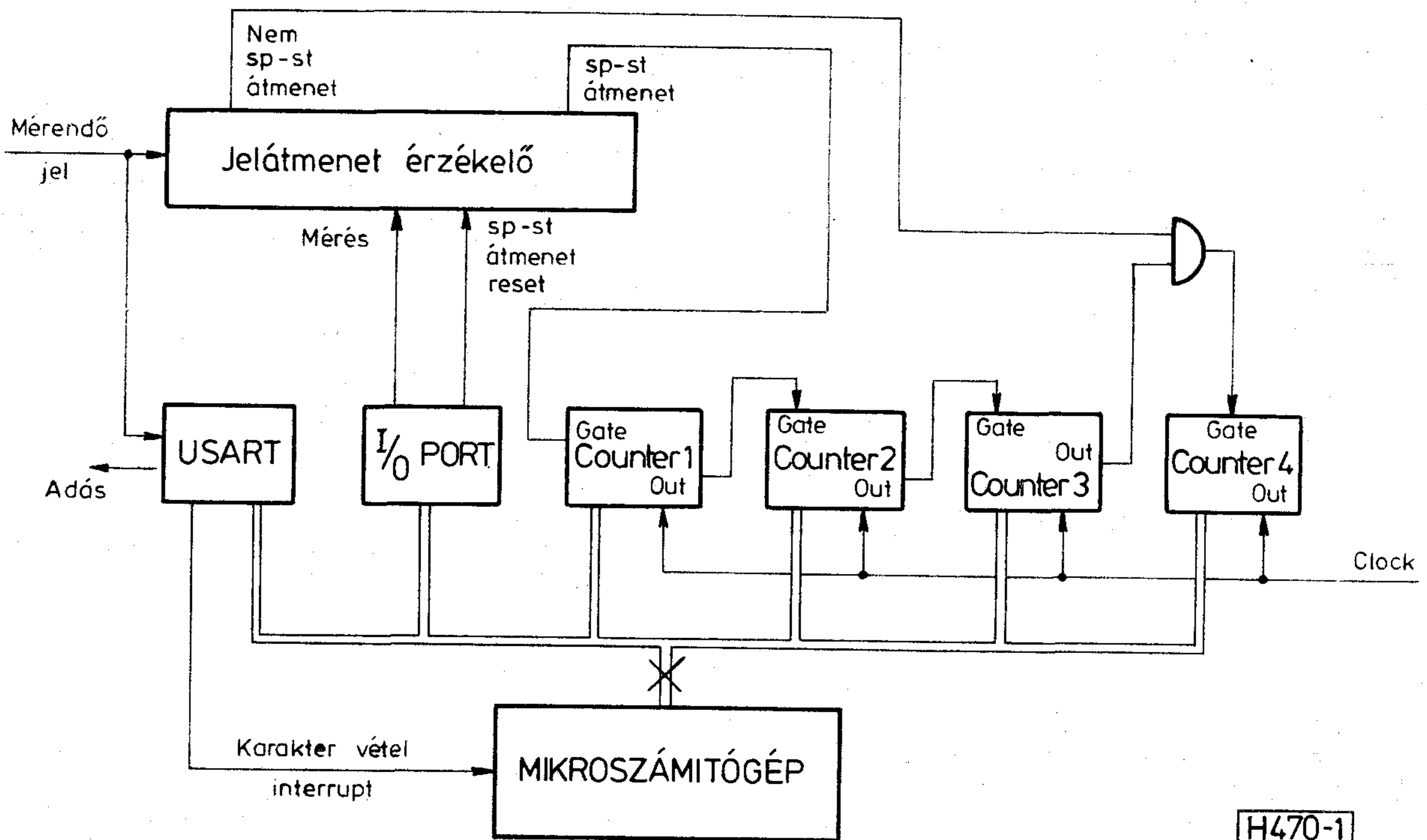
1964-ben szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Karának híradástechnika szakán. 1968-ig fejlesztő mérnökként a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban dolgozott. Ezt követően a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolára került adjunktusi beosztásba; jelenleg a főiskola Híradásipari Intézetének



1969—1979 között a Távközlési Kutató Intézetben TAF rendszerek berendezésfejlesztését végezte. Vezérlőegységek tervezési elveiben témában szerzett 1985-ben a BME-n egyetemi doktori fokozatot. Jelenleg a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Intézetének docense.



docense. Szakterülete a méréstechnika.

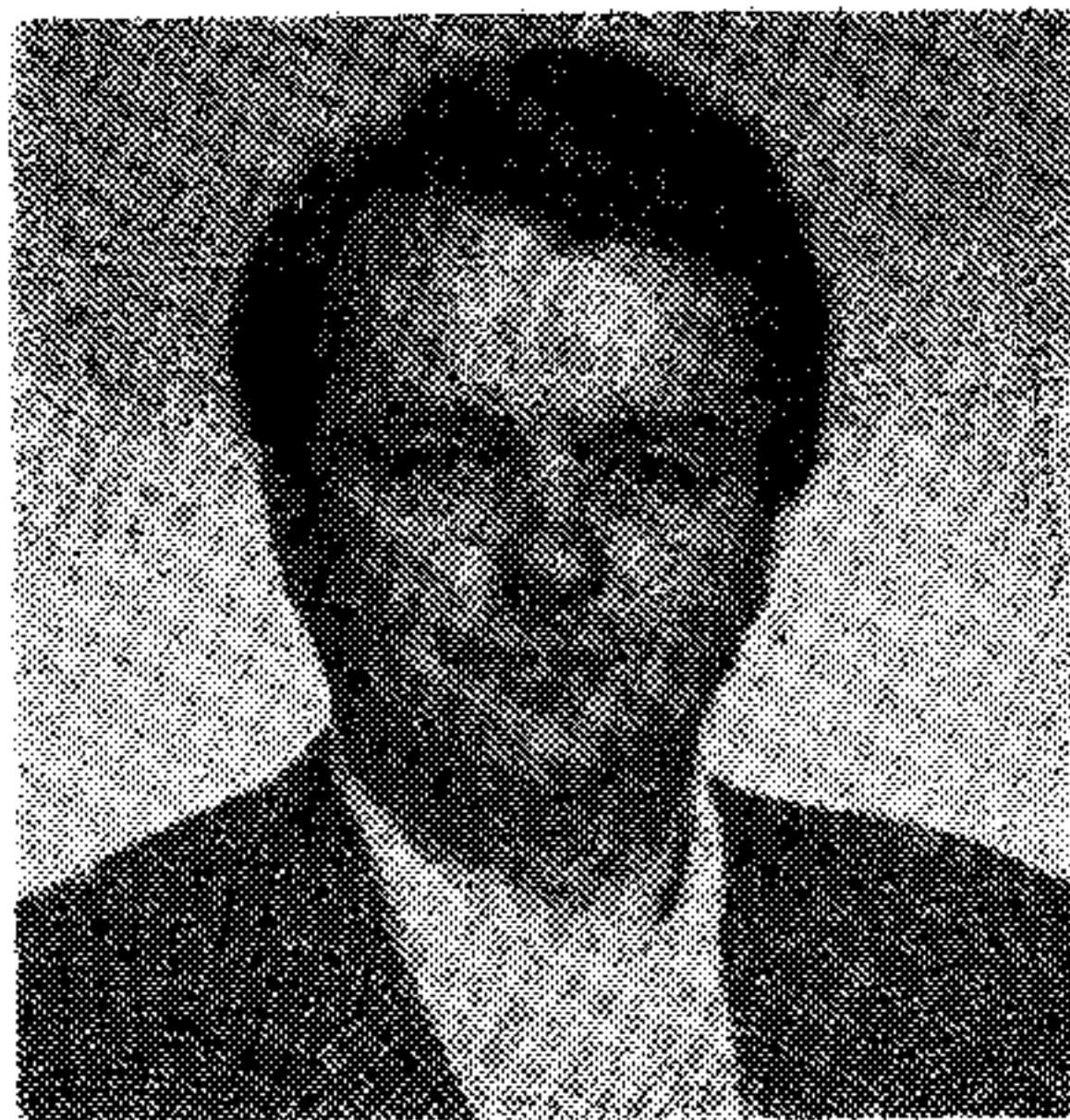


1. ábra. A torzításmérő egység tömbvázlata

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



1958-ban a Kandó Kálmán Híradás és Műszeripari Technikumot végezte el, majd az ORION gyárban dolgozott technikusként. 1966-ban szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Kar híradástechnika szakán. A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán dolgozik 1966 óta, jelenleg docensi beosztásban a Híradásipari Intézet általános igazgatóhelyetteseként. Szűkebb szakterülete a műszaki akusztika, de több területen (digitális technika, mikroprocesszorral vezérelt mérőberendezések stb.) is munkálkodik. Négy találmánynak, egy szabadfor-



galmú könyvnek (MK), több mint két tucat szakcikknek, főiskolai és szakközépiskolai tankönyvnek a szerzője ill. társszerzője. Mintegy 28 könyvnek ill. tankönyvnek lektora ill. szerkesztője, több mint 20 db kutatási-fejlesztési szerződés témavezetője, ill. résztvevője.

A csatornaméréseknél a nagy távolság miatt még az is problémát okoz, hogy a mérés folyamán a vonal mindkét végén kezelőre és berendezésre van szükség. Kapcsolt digitális hálózatban az egyes kapcsolóközpontok közötti átviteli utak ellenőrzése esetén a probléma megoldható úgy, hogy a mérőberendezést egy aktív és egy passzív részből építjük fel. Mérés alkalmával a vonal egyik végére a berendezés aktív, a másik végére pedig a passzív részét kell kapcsolni. A kapcsolat felépítése a hálózatban szokásos tárcsázási eljárással történik. A kapcsolatfelvétel után mindkét irányú mérés automatikusan megtörténik és a mért eredmények az aktív berendezésben állnak rendelkezésre esetleges további feldolgozásra.

A mikroprocesszoros rendszer egy ilyen mérési eljárást valósít meg. A mérési eljárás és a torzítási határértékek megfelelnek a CCITT R.79-es ajánlásban leírtaknak.

A berendezés a csatornák start-stop átviteli torzítását méri. A következőkben a berendezésben megvalósított torzításmérés elvi kérdéseivel foglalkozunk.

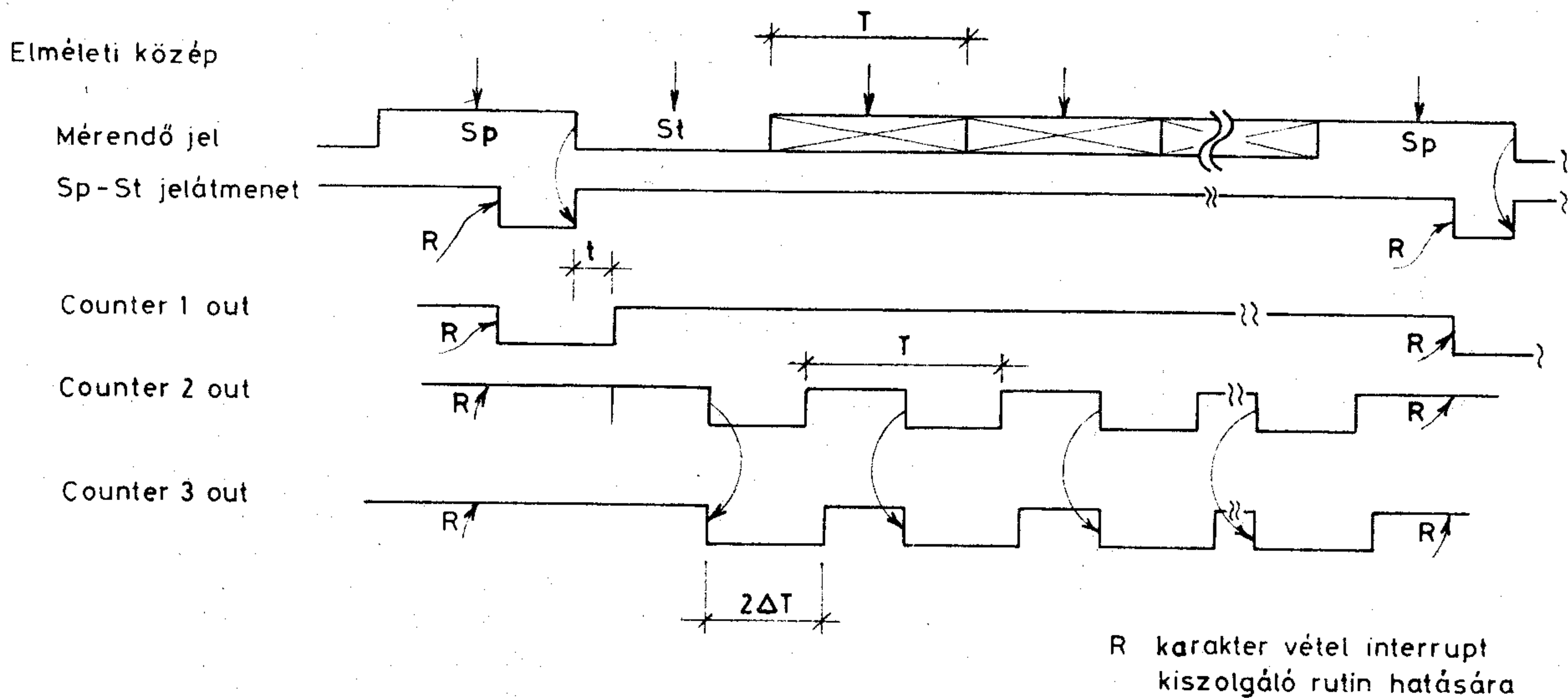
A torzításmérésnél max. 4800 Bd-os átvitel esetén 0,5%-os pontosságú méréshez kb. 1  $\mu$ s-os pontosságú időmérés szükséges. Ilyen pontosságot külső interruptos rendszerrel nem lehet megvalósítani, ezért az időmérést hardver úton kellett megoldani. Az időmérést végző számlálók azonban programozottak, így a programozhatóság folytán a torzítási küszöbérték egyszerűen változtatható.

A mérőkör működése az 1. ábra tömbvázlata és a 2. ábrán bemutatott idődiagram segítségével érthető meg.

A jelátmenet érzékelő a mérendő jel átmeneteinek időpontját figyeli és külön kimeneteken jelzi, ha sp-st, ill. ha nem sp-st átmenetet detektált.

A vizsgálószöveg karaktereit az USART áramkör veszi, és ha stop mintavételt érzékelt, megszakítást kér a mikroszámítógéptől, hogy az I/O porton keresztül alapállapotba hozza a jelátmenet érzékelőt és a számlálókat. Ezután új mérendő karakter érkezik, az első átmenet az sp-st átmenet lesz, ami az idődiagramon látható kimenetet ad. Ezen kimenet engedélyezi az 1-es számláló működését, amely egy programozható  $t$  idő elteltével indítja a 2-es számlálót. Ez utóbbi a karakter alatt az átviteli sebesség bit-idejének ( $T$ ) megfelelő frekvenciájú szimmetrikus négyszögjel sorozatot állít elő.

Ha  $2\Delta T$ -vel jelöljük azt az időintervallumot, amelybe az adott torzításhatár esetén az átmeneteknek bele kell esni, akkor az idődiagramból láthatóan a 2-es számláló kimenetének egy-nulla átmenetei ezen  $2\Delta T$  időtartam kezdőpontját jelölik ki. Következésképpen a 3-as számláló egy programozott monostabil áramkör, amelynek pulzusideje a mérendő sebességnek és torzításhatárnaq megfelelően  $2\Delta T$  értékű.



H 470-2

2. ábra. A torzításmérő egység működésének idődiagramja



Ha a mérendő jelnek a startjel utáni átmenetei ezen ablakból „kilógnak”, akkor ez azt jelenti, hogy ott a torzítás meghaladta a beállított határértéket.

A 4-es számláló ezen „kilógó” átmeneteket számolja és a számolás eredményének megfelelően minősíti az átvitelt.

Ha egy adott torzításértékhez  $\Delta T$  érték tartozik,

akkor a  $t = T/2 - \Delta T$  értékeket kell az 1-es számlálón programozni.

A vizsgálószöveg hosszának, a vevő „torzítás-tűrő” képességének és az adott torzításhatárt meghaladó átmenetek számának ismeretében jó becslést végezhetünk az átvitel hibaarányára vonatkozóan is.

Az ismertetett elven működő berendezés a postai hálózatban jelenleg is üzemel.

(Szemle folytatása a 435. oldalról.)

között amerikai cégek mintegy 3 és fél milliárd dollárnak megfelelő összegben szállítottak elektronikai cikket és berendezéseket Kínába. Mindez azonban csak mintegy 20 százalékos beviteli részesedést jelentett a szektorban. Ezzel szemben a japán exportőrök a kínai elektronikai importban legalább 60 százalékos hányadot értek el. Kínában tavaly 6,45 millió színes tévé-készüléket, 15,2 millió rádiót és 60 ezer személyi számítógépet gyártottak. A nagy darabszámok ellenére az elektronikai ipar az ország nemzeti össztermékének mindössze 3 százalékát adja. Az elektronikai miniszterhelyettes becslése szerint a következő 10 év során a belföldi cégek a szórakoztatóelektronikában a keresletnek mindössze egynegyedét tudják kielégíteni. Egyes becslések szerint 2000-re Kína lesz a világ legfontosabb termelője az alacsonyabb árfekvésű elektronikai cikkekből.

\*

A mobil hírátviteli rendszerek a híradástechnikai piac egyik leggyorsabban növekvő szegmensét alkotják. A cellás rádiótelefon rendszerek ma is használt generációja a 80-as évek elején kezdett terjedni és ma már több mint 2 millió előfizetője van. A cellás telefon rendszerek „szívét” a digitális központok képezik, amelyek a normál telefonforgalmi funkciókon túlmenően az egyes cellák és kapcsolatos körzetek közötti információátadásról, a jel erősség ellenőrzéséről és egyéb kapcsolódó feladatokról is gondoskodnak. A mobil rádiótelefon rendszerek egyik legnagyobb szállítója a svéd Ericsson cég, melynek rendszerei szinte az egész világon elterjedtek (a következő táblázat adatai az 1987. szeptemberi adatokat tükrözik):

NMT rendszer	Installált/megrendelt központok		Előfizetők
	bázis állomások	adó-vevők	
Dánia	5	2126	70 500
Finnország	3	410	63 900
Izland	1	150	4 400
Norvégia	7	2733	109 500
Svédország	8	4631	142 600
Indonézia	2	654	3 500
Luxemburg		14	400
Malajzia	5	1195	14 800
Hollandia	2	1170	18 500
Oman	1	252	1 000
Szaud-Arábia	6	1251	12 000
Spanyolország	2	674	2 600
Thaiföld	1	440	4 000
Tunézia	1	35	100
Svájc	5	960	2 200

TACS rendszer			
Egyesült Királyság	7	4600	110 000
Írország	1	80	2 000
Kína	4	212	100
AMPS rendszer			
Ausztrália	13	2406	11 000
Új-Zéland	3	358	1 000
Egyesült Államok	14	11200	160 000
Kanada	8	2500	40 000
Összesen	99	38051	774 100

(Ericsson Connexion, No. 11.)

\*

A magánháztartások költségvetésének, ezen belül a tömegkommunikációs eszközökre és információra fordított kiadásoknak a várható alakulása 1995-re és 2005-re nyolc EGK tagállamban reálértékben 1985-höz viszonyítva (százalékban)

	Magán- fo- gyasz- tás	1995 Telekom- muni- kációs		1005 Ma- gán- fo- gyasz- tás	Telekom- muni- kációs	
		esz- köz	in- form.		esz- köz	in- form.
Belgium	106	126	119	132	142	131
NSZK	121	135	145	141	164	192
Dánia	121	119	148	148	140	183
Franciaország	125	144	153	155	172	186
Nagy-Britannia	114	136	126	130	152	150
Olaszország	115	116	97	127	128	93
Luxemburg	144	140	150	203	153	190
Hollandia	131	131	131	155	152	152
EGK összesen:	122	135	140	144	158	175

(VTRT Világpiaci Tükör, 1987/5.)

\*

Derülátó becslések szerint az elkövetkező néhány évben az optikai lemezrendszerek piaca hatalmas tempóban nő. Az amerikai Freeman Association cég „Az optikai információátvitel perspektívái” tanulmánya szerint 1991-ben a fejlett tőkés országokban mintegy 2 mrd USD értékben (termelői áron) értékesítenek optikai rendszereket. Összehasonlítva ezzel az 1985-ös mindössze 57 millió USD értékű eladásokat, évi 81%-os növekedési ütem számítható ki. 1991-ben az optikai lemeztárak értékesítése meghaladja majd az 1 millió darabot. Az említett tanulmány tendenciáit látsszik alátámasztani a Frost and Sullivan amerikai piackutató cég anyaga is: az „Optikai lemezek

(Folytatás a 445. oldalon)



# TPV kapcsolómező modelláramkör oktatási célra

HOLÉCZY GYULA

VÉZNER IMRE

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben egy mikroprocesszoros vezérlésű, linkkapcsolású kapcsolómező-egységet modellező rendszert ismertetünk, mely alkalmas a kapcsolómező forgalmi viszonyainak és vezérlési funkcióinak bemutatására.

A korszerű központtechnika oktatásánál komoly nehézséget jelent, hogy a — túlnyomórészt ilyen irányú alapismereteket nélkülöző — hallgatókkal világosan megértsük egy többfokozatú, linkkapcsolású kapcsolóblok felépítésének sajátosságait, forgalmi jellemzőit és a tároltprogramú vezérlés (TPV) alapvető funkcióinak működését. Ezen a legjobb audiovizuális eszköztár sem sokat segíthet, hiszen a kapcsolórendszer működésének dinamikus sajátosságait kell (célszerűen beosztott fázisokban) szemléltetnünk. Egy kisebb kapacitású központot átalakíthatunk ugyan demonstrációs célra, itt azonban az üzemszerű, biztonságos működéshez szükséges egyéb hardver egységek, szoftver modulok sokasága zavarja meg a demonstrálni kívánt részek áttekinthetőségét.

A fentiek miatt elhatároztuk, hogy a központtechnika-laboratórium számára kialakítunk egy olyan kapcsolómező modelláramkört, melyen bemutatatható egy többfokozatú kapcsolómező működése, valamint a processzoros vezérlés legfontosabb lépései. Kapcsolómezőként egy térosztású, kétfokozatú linkkapcsolású blokkot választottunk, melyen a keresztpontokat LED-ekből kialakított mátrixok segítségével modellezzük. Egy ilyen mező áttekinthető, konstrukciós realizálása sem lépi túl a labor lehetőségeit, ugyanakkor a különböző kapcsolástechnikai és forgalmi jellemzők, valamint a vezérlési alapfunkciók bemutatására már jó lehetőséget nyújt. A vezérlést I8080 alapú processzoros vezérlővel valósítottuk meg, mivel ennek felépítésével a hardverközeli programozástechnikájával ismerkednek meg hallgatóink előző tanulmányaik során kissé részletesebben.

A modelláramkör két különböző feladat megoldására készült (a kétféle hardver kialakításában nincs eltérés, csak a vezérlő szoftver lesz más-más a két berendezésben). Az egyik esetben a cél a forgalmi viszonyok statisztikus jellemzőinek vizsgálata, különböző forgalmi helyzetek szimulációja. A hívásfeldolgozó program ekkor szabadon fut, a hívások keletkezését és megszűnését megfelelő eloszlású véletlenszám-generálás segítségével produkáljuk. A megváltozott forgalmi kép azonnal megjelenik a LED mezőben. A következő véletlenszám-generálást a hallgató egy billentyű lenyomá-

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



## HOLÉCZY GYULA

*Oklt. villamosmérnök, egyetemi tanulmányait 1959-ben a BME Villamosmérnöki karán fejezte be. Ezt követően, mint a BHG fejlesztő mérnöke, jelfogós és Crossbar központok honosításában vett*

*részt. 1966-tól a KKVMF Vezetékes Híradástechnika Tanszéke, majd annak utódja, a Híradásipari Intézet tanára. Érdeklődési területe: a tárolt program vezérlésű központok hardver és szoftver kérdései.*

## VÉZNER IMRE

*1976-ban a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari szakán, majd 1986-ban a BME Villamosmérnöki Kar híradástechnika szakán szerzett diplomát. 1976-óta a KKVMF Híradásipari Intézetének a munkatársa, jelenlegi beosztása főiskolai adjunktus. Érdeklődési területe: a korszerű távbeszélő*



*központok és annak oktatási kérdései.*

sával indítja, így lehetősége van az adott forgalmi helyzet részletes tanulmányozására.

A másik feladat a kapcsolómező vezérlési lépéseinek, a hívásfeldolgozó programok működésének, alaposabb tanulmányozása. A hívásokat ebben az esetben a hallgató — a már fennálló forgalmi helyzetet is figyelembe véve — maga állíthatja elő ill. szüntetheti meg, billentyűzés segítségével. A hívásfeldolgozó program működését ilyenkor a program megfelelő címeire beállított hardver töréspontok segítségével tanulmányozhatjuk. Ha a program valamelyik törésponton leállt, módunkban áll akár utasításonként tovább léptetni, akár utasításciklusokat ismételtetni, így a hívásfeldolgozás kritikus lépései jól ellenőrizhetők. Közben mód van arra is, hogy a RAM memória (pl. hívástár stb.) rekeszeinek tartalmát lekérdezzük és esetleg ezeken módosíthatunk is. Egy részfeladat végrehajtása után egy új töréspont beállításával a program a következő funkció kezdetéig futtatható s innen léptetéssel tovább vizsgálható. A LED-mezőben az állapotok váltása kapcsolómező-működtető utasítások (keresztpont zárás ill. bontás) végrehajtásakor következik be. Természetesen ilyenkor is van mód a vezérlő program folyamatos futtatására, amikor a bebillentyűzött hívás eredménye (ill. eredménytelenség esetén a foglaltsági jelzés) azonnal látható lesz a kapcsolómező-mo-



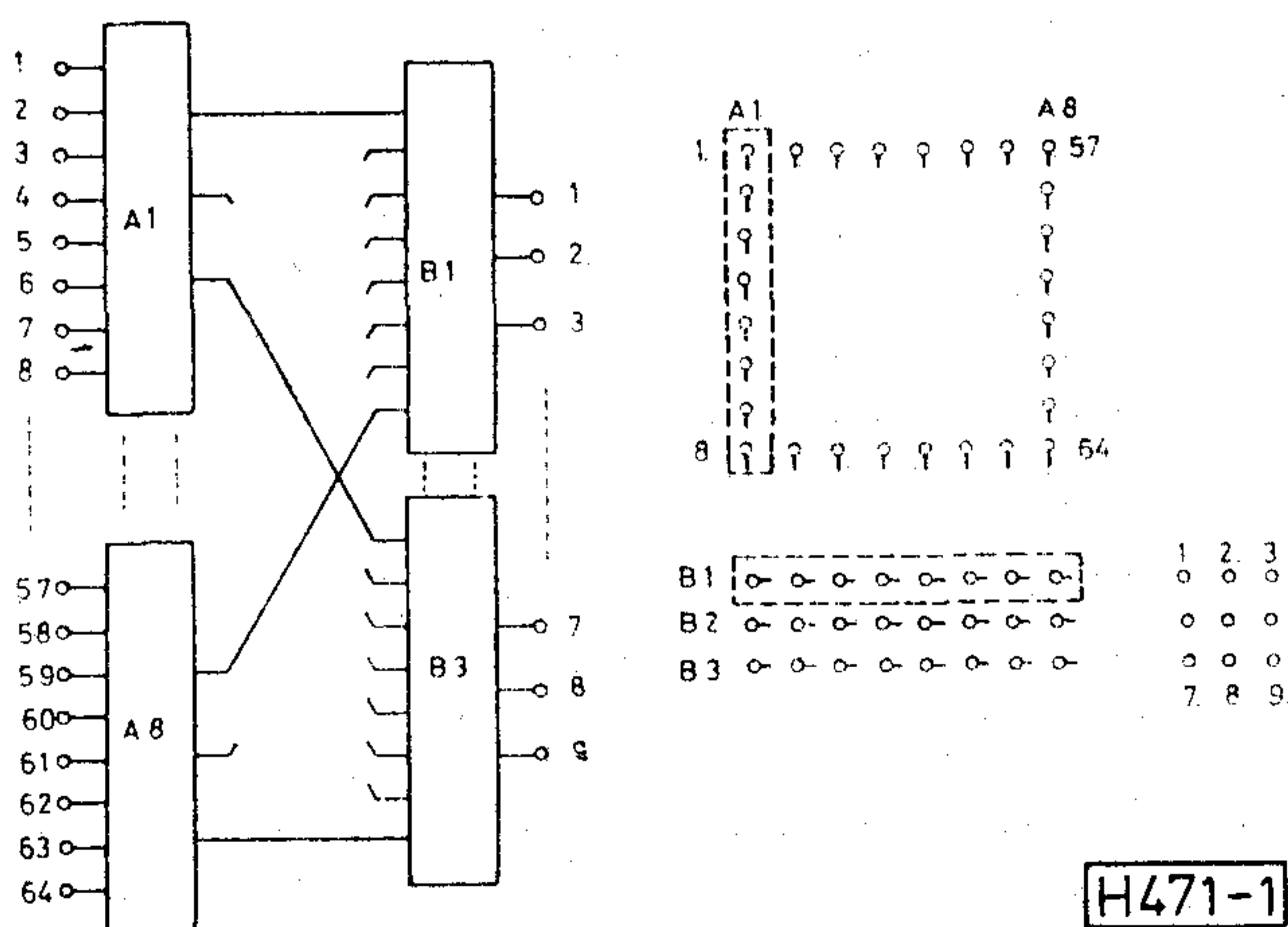
A berendezés megvalósítását a továbbiakban két részletben ismertetjük.

### A kapcsolómező-modelláramkör

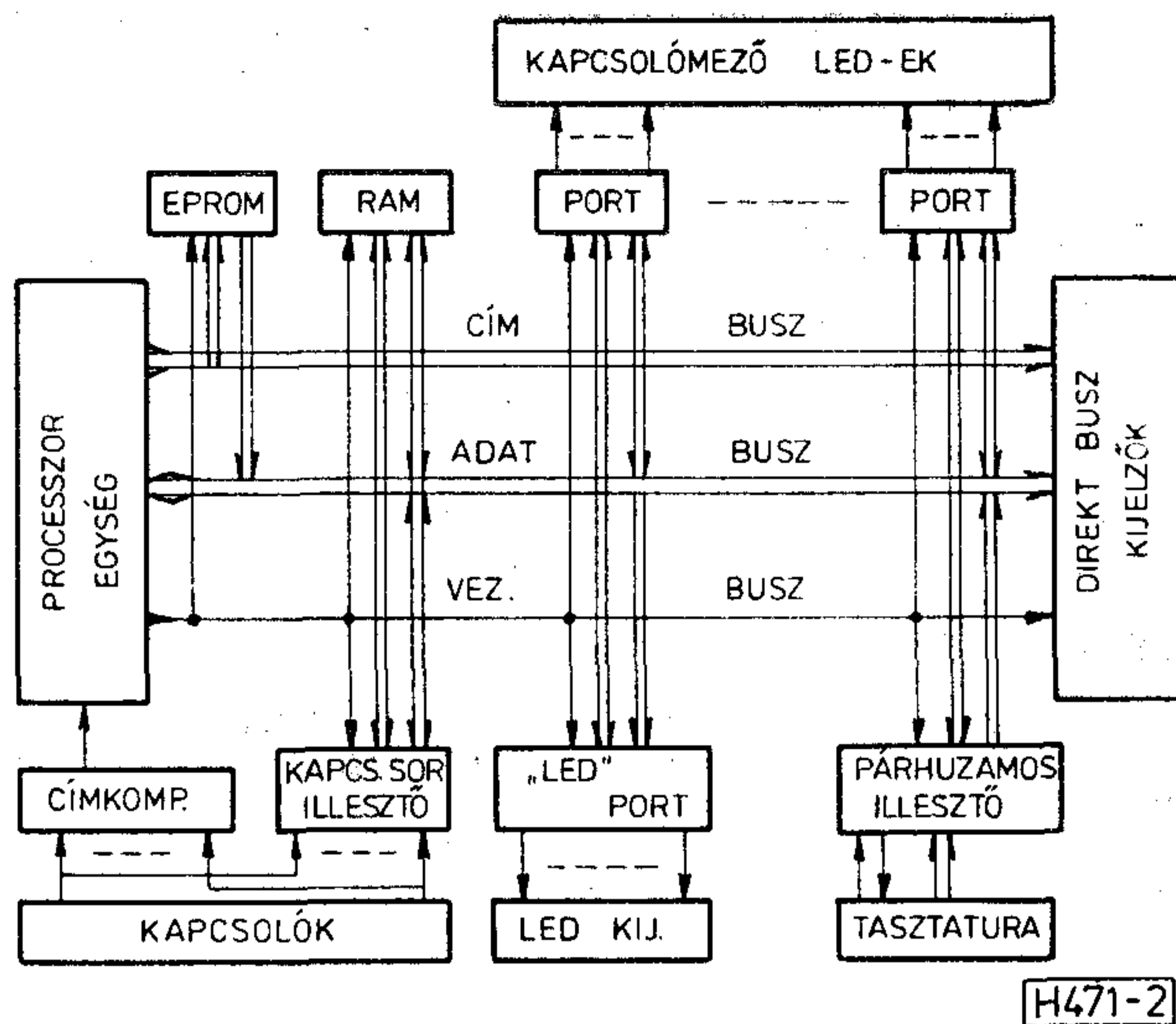
A kapcsolómező-egység egy szabályos felépítésű, kétfokozatú, 64 bemenetű koncentrátor linkkapcsolás (1. ábra). Az „A” fokozat 8 darab, a „B” fokozat 3 darab  $8 \times 3$ -as mátrixból áll, így az A-B linkutak száma 24. A keresztpontokban egy-egy LED képviseli a kapcsolóelemet, a zárt (működött) keresztpontokban a LED világít. Ezenkívül valamennyi bemenethez ill. kimenethez rendeltünk egy-egy állapotjelző LED-et, mely szabad bemenet ill. kimenet esetén sötét, foglalt (hívásban lévő) esetén világít. A bemeneti LED-eknek egy harmadik állapota is lehetséges: a lassan pislogó LED blokkolt vonaláramkörre utal. Bármelyik keresztpont aktiválása (zárása) esetén a hozzá tartozó bemenet ill. kimenet automatikusan foglalttá válik; szabad vagy blokkolt bemenethez ill. szabad kimenethez viszont értelemszerűen nem tartozhat aktivált keresztpont.

A keresztponti LED-ek 8-as csoportjait I8255 párhuzamos port-ok vezérik, ezek alkotják egyúttal a kapcsolómemóriát is. A keresztpontok vezérlése a processzor felől perifériás „OUT” utasítással történik. Egy 8-as egységben általában csak egy aktív bitpozíció van, melynek beállítását a keresztpont sorszáma alapján, shifteléssel határozza meg a vezérlés (a vezérlő programban nincs beépítve konferencia- vagy befigyelés-jellegű kapcsolások megvalósításának lehetősége). Az alkalmazott port-ok sajátosságából adódik, hogy a kapcsolómező pillanatnyi állapota perifériás „IN” utasításokkal visszaolvasható. A vezérlő programban azonban ezt a lehetőséget csak a keresztpontműködés ellenőrzése imitálására használjuk ki; a szabad út keresés ugyanúgy az operatív tárban lévő útvonal-térkép (mellékút hálózat) alapján történik, ahogyan az a TPV központok esetében általában szokásos.

Konstruktív okokból nem építhettünk be minden bemenethez egy-egy kapcsolót, mellyel a kérdéses vonal állapotát (hurok zárás, bontás) közvetle-



1. ábra. A kapcsolómező felépítése



2. ábra. A TPV vezérlő rendszer

nül lehetne változtatni. Ehelyett az állapot változtatását a vonal sorszámanak bebillentyűzésével oldottuk meg; a billentyűzet-kezelő interrupt program vezeti át a memória meghatározott területén lévő vonalállapot-tárban a tényleges állapotváltoztatást (az interrupt program nem képezi a ténylegesen vizsgált hívásfeldolgozó-program részét!). A hívásfeldolgozó program már erről a memória-területről — „kvázi tárba-ágyazott I/O címmel” — olvassa be a vonalcsoportok pillanatnyi állapotát.

### TPV vezérlő rendszer

A vezérlő a szokásos kialakítású, I8080 processzoros rendszer (2. ábra), felépítését tehát itt nem szükséges részletezni. Mint az előbbieken láttuk, a modellezett kapcsolómező keresztpontjai a processzor-buszra kapcsolódó párhuzamos port-ok közvetítésével érhetőek el. Szintén párhuzamos beolvasású a számjegy-tasztatúra, mellyel számjegy-információk küldhetők a vezérlő programnak, ezenkívül felhasználható egyszerű monitor-funkciók vezérléséhez is. Utóbbi célból beépítésre került még — a kapcsolómező egységtől elkülönítve — egy 8 bites LED-kijelző egység is.

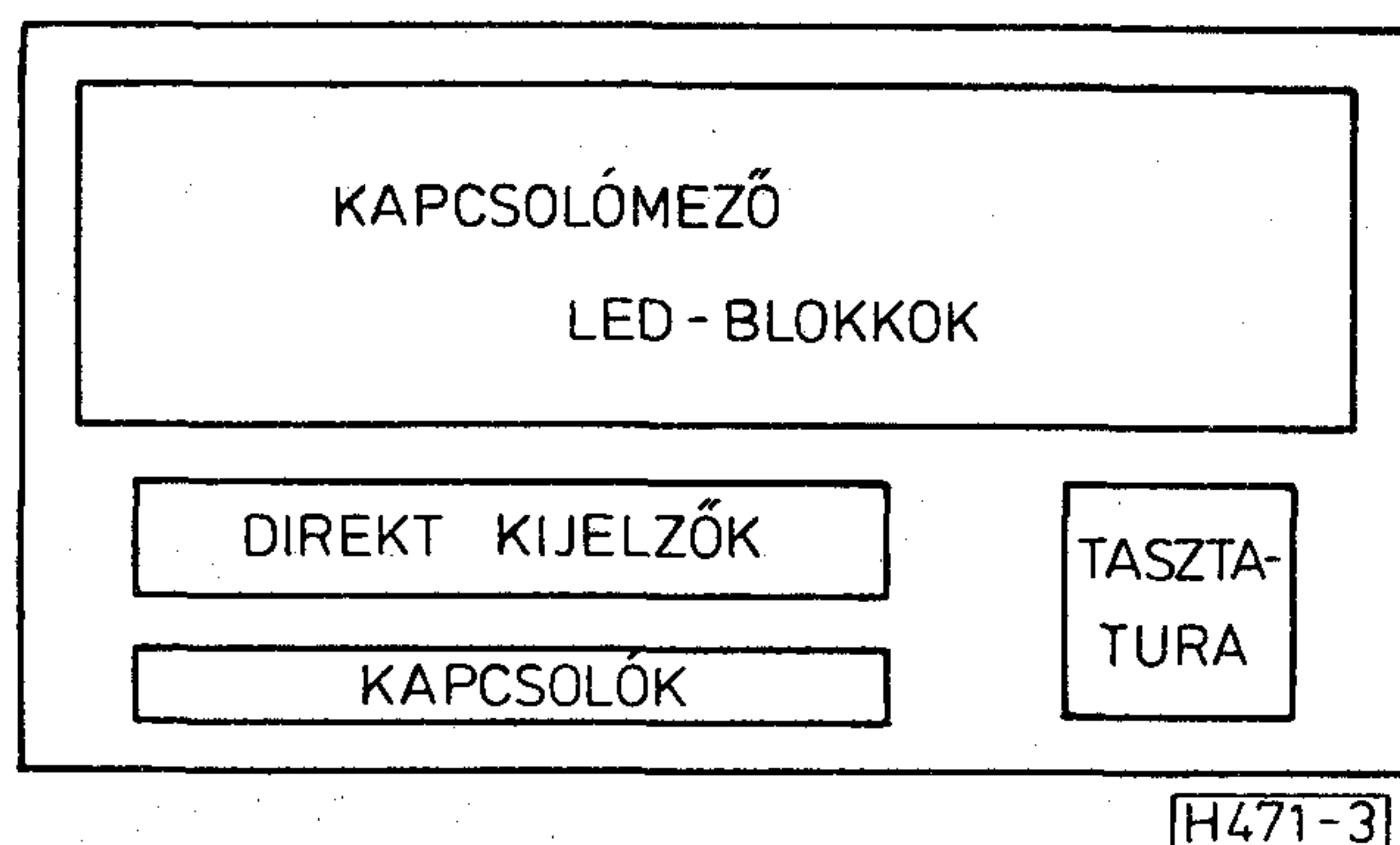
Mivel a rendszeren tényleges program-utasítások végrehajtását is követni kell, a teljes processzor-busz (cím-, adat- és vezérlő-jel vezeték) állapota megjelenik LED-kijelzőkön. Egy beépített kapcsolósor lehetőséget biztosít tetszésszerű címen hardver töréspont beállítására (a program futása minden esetben leáll, ha a címbuszban ez a beállított címkombináció megjelenik, függetlenül attól, hogy adat- vagy utasítás-kódról, ill. hogy írási vagy olvasási műveletről van-e szó). Külön billentyűvel lehet a programot utasítás-ciklusonként, léptetve ellenőrizni.

A szoftver eltérő attól függően, hogy a berendezés forgalmi helyzetek szimulációjára, vagy pedig vezérlési műveletek tanulmányozására szolgál-e. Mindkét esetben tartalmaz egy egyszerű monitor-



részt, mely lehetővé teszi a direkt I/O műveleteket, memória-területek olvasását, átírását. Ennek első sorban a rendszer bemutatásakor ill. ellenőrző vizsgálatoknál van szerepe. A forgalmi szimulációs programban jelentős szerepet kap az álvéletlen számokat generáló program, a hívásfeldolgozás viszont a lehetőségig egyszerűsített. A véletlenszám-generálás lehetőségei sajnos, a közvetlen gépi utasítás szintű programozástechnika folytán, korlátozottak. Ezen lebegőpontos aritmetika rutinok beépítésével szeretnénk majd segíteni, e célra tartalék memória-bővítési lehetőség rendelkezésre áll. A vezérlési műveletek tanulmányozására szolgáló szoftverben viszont a hívásfeldolgozó program rutinjai úgy vannak kialakítva és csoportosítva, hogy ezek működését a hallgató könnyen áttekinthesse; lehetőség van egyszerű regiszter-funkciók bemutatására, segédprogramok szolgálnak a billentyűzet-kezelés és egyéb, speciális funkciók céljára stb.

A billentyűs vonalállapot-vezérlés — a processzoros vezérlő gyors működése miatt — nem teszi lehetővé az egyidejűleg jelentkező, többszörös állapotváltozások kezelésének tanulmányozását (a hardver törésponton megállapítva a processzor az interrupt-programokat sem hajtja végre). Ezért beépítettünk egy további kapcsolót, melyet aktiválva a program a következő hívásfeldolgozó-funkció belépési pontjánál várakozó hurokba kerül, de a billentyűzet-műveleteket végrehajtja. Így mód nyílik állapot-változásokra anélkül, hogy azokat a processzor azonnal feldolgozná. Ezek az állapotok alkalmasak memória-tartalom tesztelésé-



3. ábra. A berendezés előlapja

re és egyéb, monitor-típusú funkciók végrehajtására is.

A megvalósított rendszer egy  $22 \times 42 \times 30$  cm méretű KONTAKTA dobozban van elhelyezve (tartalmazza a hálózati tápegységet, hűtő ventilátorokat is). A doboz előlapján helyezkednek el egyrészt a kapcsolómezőt modellező LED-ek — a linkkapcsolásnak megfelelő elrendezésben — és alattuk a többi kijelző, valamint a beavatkozó szervek (tasztatúra, kapcsolók, billentyűk; 3. ábra). A doboz hátoldalán helyet biztosítottunk egy külső csatlakozó dugasznak, mely a dobozban lévő üres kártyapozíció felhasználásával lehetővé teszi a rendszer bővítését pl. display csatlakoztatásával, háttértárral stb. Ezen túlmenően, a vezérlő rendszer felhasználható más vezérlési feladatok — pl. időosztású kapcsolóblok vezérlési műveleteinek tanulmányozása, stb. — céljaira is.

(Folytatás a 442 oldalról.)

piaca a személyi számítógépeknél” című elemzésük az optikai lemezek és rendszerek viharos sebességű elterjedését jósolja. Mind a gyártók, mind a forgalmazók kedvező perspektívát várnak. A prognózis szerint a csak olvasható (ROM) optikai lemezek forgalma az 1986. évi 4200 darabról (4,2 M USD) 1990-re 2721 ezer darabra (544 millió USD) nő, míg az egyszer írható lemezek (WORM) eladásánál az 1986. évi 3900 darabról (9,8 millió USD) 1990-re 2502 ezer darab (750 millió USD) értékesítésére számítanak.

(VTRT Világpiaci Tükör, 1987/5.)

\*

A szovjet Elektronikai Minisztérium a MEV IC-gyár leégése után rögtön felajánlotta segítségét és ismerve nehéz anyagi helyzetünket — javasolta egy szovjet—magyar vegyesvállalat létrehozását, amely nagybonyolultságú MOS integrált áramköröket készítené mindkét fél számára. Az üzem nemcsak a hazai, hanem a szocialista országok alkatrészellátásának mennyiségi és — főleg — minőségi javítását szolgálja majd. Az INTERMOS egy teljes vertikumú (elemgyártás, szerelés, mérés) IC-gyár lesz, amely egyrészt vegyesvállalati, másrészt magyar részről — részvénytársasági formában működik. A jelenlegi részvényesek: MEV,

Híradástechnika Szövetkezet és a magyar állam. Érdekes új formája az állami részvételnek, hogy az állam a beruházáshoz adott pénzt kihelyezett tőkeként kezeli. Magyar résztől a beruházáshoz szükséges kb. 3,5 milliárd forintot a részvényesek adják össze pénz és meglévő eszközök formájában (itt nagy kérdés, hogy a MEV beviszi-e meglévő eszközeit a vegyesvállalatba, vagy a saját gyártásához használja fel, esetleg bér munkát végezve (pl. a maszkgyártással) az új vállalatnak. Elképzelhetőnek tartjuk, hogy a MEV saját erőből talpra áll, és így versenytársa is lehet az új IC-gyártásnak.) Érdekes fejlemény, hogy a magyar felhasználók nem biztosak abban, hogy a MOS IC-gyár — amely 1992-ben kezd termelni — megoldja alkatrészellátási gondjaikat. Ismerve a magyar alkatrészfelhasználás megoszlását — a bipoláris eszközök aránya 60—70% körüli — nem meglepő a bipoláris IC-gyártás mielőbbi megindításának igénye. A Híradástechnika Szövetkezettel az élen megindult a bipoláris IC-gyár szervezése is, az INTERMOS-szal párhuzamosan tehát létesülne egy INTERBIP is, évi 12 000, 4 hüvelykes szelfeldolgozó kapacitással, 3  $\mu$ m-es technológiai felbontással. Három nyugati cég adott ajánlatot a gyár kb. 1,5 milliárd forintba kerülne,

(Folytatás a 451. oldalon.)



# Mikroszámítógépes program logikai függvények minimalizálására

KÁLDI TIBOR

Országos Mérésügyi Hivatal

SZENTIDAY KLÁRA

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola

## ÖSSZEFOGLALÁS

A kombinációs hálózatok tervezésének egyik alapvető szempontja, hogy az előírt specifikációt a lehető leg-gazdaságosabban valósítsuk meg. A logikai szintézisnek a mikroelektronikai tervezésben is jelentős szerepe van. Egy- és többkimenetű (max. 10) logikai függvények minimalizálására alkalmas, ZX Spectrum személyi számítógépen futtatható, ASSEMBLY nyelven írt programot készítettünk, ami az M. A. Breuer által bevezetett, irredundáns lefedési algoritmusra épül. Eredményeinket dekóder áramkör tervezési példájával illusztráljuk.

## Bevezetés

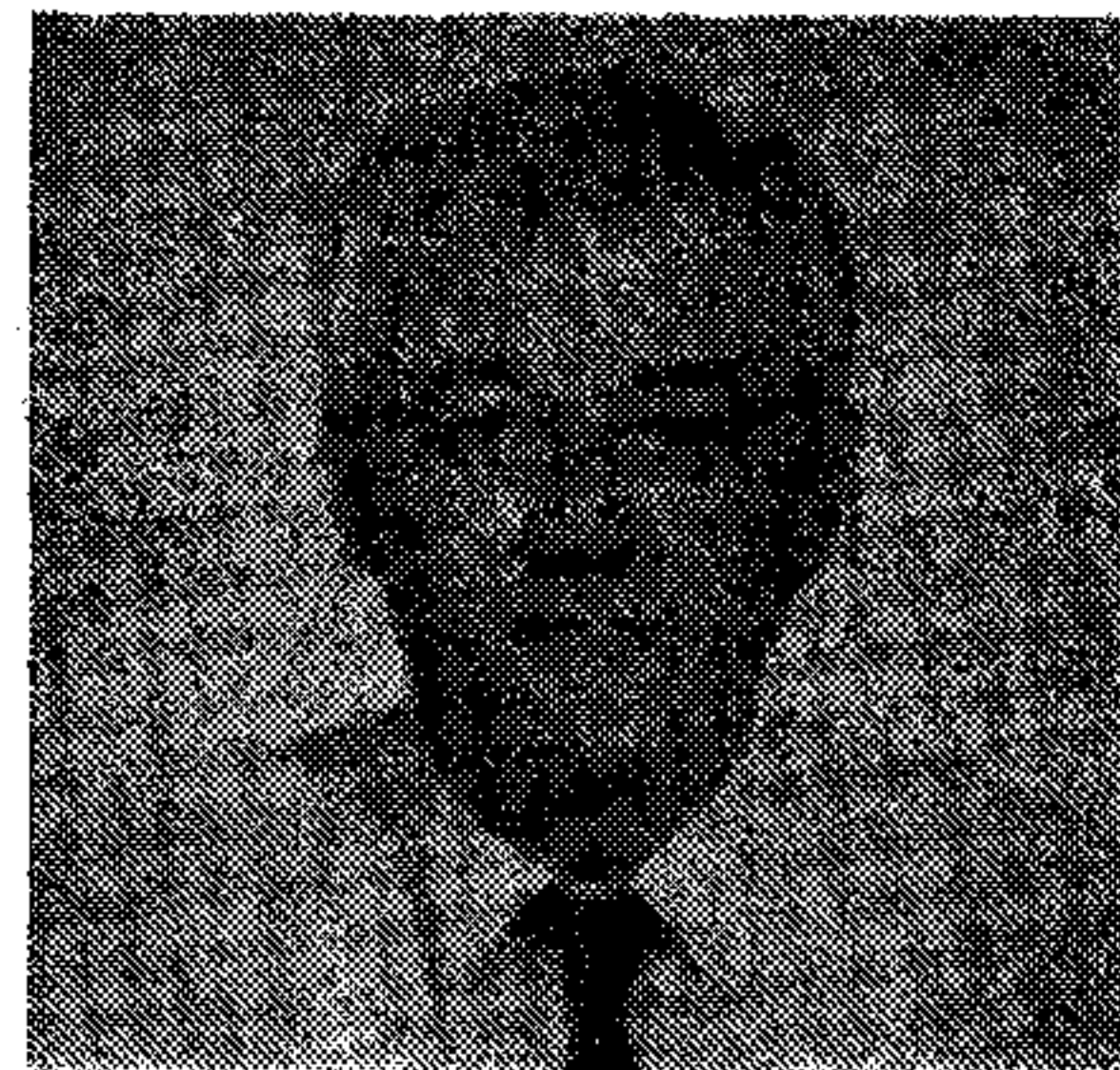
A mikroelektronikai tervezés fontos elemét képezi a logikai szintézis. A hazánkban is üzembe állított, elsősorban a berendezés-orientált áramkörök fejlesztésére alkalmas Hierarchikus Tervező Rendszer (HTR) a szintézis eljárásokkal megfelelően kiegészítve gyorsabb és hibamentesebb tervezést tenne lehetővé [1], [2]. Munkánk a logikai (Boole-függvények minimalizálásával foglalkozik, és az elkészített program kezdeti lépését jelentheti egy önálló, de a HTR-hez kapcsolódó Logikai Szintézis Alrendszer szoftvernek.

A logikai függvények — mint ismeretes — algebrai úton, grafikus eljárással vagy számítógépes módszerekkel minimalizálhatók. Nagyobb változószám esetén csakis ezen utóbbi megoldás jöhet szóba, mivel az elterjedten alkalmazott Karnaugh-tábla 8—10 változó felett már nehezen áttekinthető és lassan kezelhető. A számítógépes módszerek között figyelemre méltó a Melvin A. Breuer [3] által kidolgozott, ún. *irredundáns lefedési algoritmus-csoport*, ami szemléletessége és kis tárkapacitás-igénye folytán az egyszerűbb kategóriájú személyi számítógépekre is könnyen adaptálható. Az algoritmusok által definiált műveletek kizárólag karakter fűzéreken (string változókon) végrehajtott logikai műveletekre korlátozhatók, amelyek jól illeszkednek az ASSEMBLY nyelvhez.

Az irredundáns lefedési eljárás egyik sajátossága, hogy az áramkörtervező által előírt logikai függvény, az ún. *kezdeti lefedés*, tetszőlegesen lehet olyan értelemben, hogy nem szükséges a függvényt a normál alakra visszavezetni, mint pl. a Quine-McCluskey numerikus eljárás esetében [4].

Közleményünk ZX Spectrum (48 K) személyi számítógépre kidolgozott minimalizálási programot ismerttet, ami Melvin A. Breuer módszerén alapul. Az eredményül kapott irredundáns lefedés kétszintű ÉS-VAGY, ill. NÉS-NÉS kapus hálózattal valósítható meg.

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



KÁLDI TIBOR

A Jedlik Ányos Közlekedésgépészeti Technikumot 1958-ban végezte el. 8 évig az EIVRT-ben, a TUNGSRAM RT jog-

elődjénél dolgozott a tranzisztorgyártás szak-tén. 1967-től az OMH Optikai osztályán radiometriai mérés technikával és fotodetektorok vizsgálataival foglalkozik.

SZENTIDAY KLÁRA

Okl. fizikus, okl. elektronika szakmérnök, egy. doktor. Korábban a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet (a MEV jogelődje) tud. főmunkatársa, jelenleg a KKVMF EATI docense, szakcsoportvezető. Szakmai tevékenysége: tranzistor-strukturavizsgálatok, optoelektronikai félvezető eszközök mérés technikája, minőségellenőrzés. Okta-



tási területe a félvezetők konstrukciós számításai, digitális áramkörök.

## 2. Az algebrai formalizmus

Írjuk fel a logikai függvény kiindulást képező alakját szorzattagok (mintermek, P tagok) összegként. Ha a függvényt algebrai úton egyszerűsítjük, olyan szorzattagok is előfordulhatnak, amelyekből bizonyos változók kiestek. Az ilyen csonka P tagot az egyszerűbb algoritmizálhatóság érdekében J. P. Roth [5] ún. *kocka* (cube) alakjában fejezte ki. Legyen pl. a  $c = \bar{A}_1 A_3$  szorzattag egy háromváltozós függvény egyik tagja, amit a hiányzó  $A_2$  változóval  $\bar{A}_1 A_2 A_3 + \bar{A}_1 \bar{A}_2 A_3$  szerint egészíthetünk ki. Az  $A_2$  közömbös változót  $x$ -szel, a ponált változót 1-gyel és a negáltat 0-val jelölve, a  $c$  kocka

$$c = 1 \times 0$$

formában írható fel.

A kocka-specifikáció lényege tehát, hogy az  $n$  változós Boole-függvényt  $n$  dimenziós vektorok (kockák) halmazával adjuk meg. A  $c$  vektor összetevői  $c = \{0, 1, x\}$  értékűek, és az  $f$  függvényt az

$$f = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$$

kockahalmazzal definiáljuk.

A gépi algoritmusok számos operátort és műveletet értelmeznek a kockák és a kockahalmazok között. Ezek közül a metszet és az éles szorzat ismertetésére térünk ki.



1. táblázat  
A metszet koordináta-táblája

	b <sub>i</sub>			
	0	1	x	
a <sub>i</sub>	0	Ω	0	0
	1	Ω	1	1
	x	0	1	x

2. táblázat  
Az éles szorzat koordináta-táblája

	b <sub>i</sub>			
	0	1	x	
a <sub>i</sub>	0	z	y	z
	1	y	z	z
	x	1	0	z

**Metszet.** A  $c_x \cap c_y$  művelet az 1. táblázat segítségével végezhető el.  $c_x = (a_1 a_2 \dots a_i \dots a_n)$ ,  $c_y = (b_1 b_2 \dots b_i \dots b_n)$  és az eredményül kapott új kocka  $c_{xy} = (d_1 d_2 \dots d_i \dots d_n)$ . Legyen pl.  $c_x = 10x1$  és  $c_y = x011$ . Az azonos pozícióban lévő elemek között elvégezve a kijelölt műveletet,  $c_{xy} = 1011$  lesz az eredmény. Legyen most  $c_x = 10x0$ , ekkor a negyedik elemnél Ω olvasható ki a táblázatból. Ha bármely pozícióban Ω adódik, az eredményül kapott  $c_{xy}$  kocka üres halmaz lesz, amit ψ-vel jelölünk. Nem nehéz felismerni, hogy a metszet nem más, mint a kockáknak megfelelő, csonka P tagok szorzata.

**Éles szorzat.** A P tagos alaknál maradván, a  $c_x$ -nek a  $c_y$ -nal való éles szorzata

$$c_x \# c_y = P(a) \cdot \overline{P(b)}$$

alapján értelmezhető, ahol a  $c_x = P(a)$  és a  $c_y = P(b)$  megfeleltetéssel élünk. A 2. táblázat alapján nyerhető C függvény kockahalmaz, ami a következőképpen definiálható:

$C = \psi$  (üres halmaz), ha  $a_i \# b_i = z$  minden i-re;  $c_x \# c_y = c_x$ , ha bármely i-re y adódik.

Egyébként:

$$c_x \# c_y = \bigcup_i (a_1 a_2 \dots a_{i-1} \alpha_i a_{i+1} \dots a_n)$$

ahol  $\alpha_i = a_i \# b_i$ , és ha  $\alpha_i = z$ , az i-edik elemet törölni kell. Ha  $\alpha_i$  1-gyel, vagy 0-val egyenlő, a kocka ezekkel az értékekkel szerepel az eredményben.  $\cup$  a halmazok egyesítésének művelete (unio). Az éles szorzat ez utóbbi változatát világítsuk meg egy példával. Legyen  $c_x = 1x0x$  és  $c_y = x1x1$ . Az eredmény a  $C = \{100x, 1x00\}$  halmaz lesz. Ezt igazolhatjuk, ha szorzattag alakban írjuk fel a kockákat és a DeMorgan szabályt alkalmazva

elvégezzük a  $P(a) \cdot \overline{P(b)}$  műveletet.

$c_x = P(a) = A_1 \overline{A_3}$  és  $c_y = P(b) = A_2 A_4$  megfeleltetéssel:

$$c_x \# c_y = A_1 \overline{A_3} (\overline{A_2 A_4}) = A_1 \overline{A_3} (\overline{A_2} + \overline{A_4}) = A_1 \overline{A_2} \overline{A_3} + A_1 \overline{A_3} \overline{A_4}$$

Ez utóbbi eredmény éppen a C halmaz P tagos alakja. Ellentétben a metszettel, az éles szorzat nem kommutatív művelet, a szorzótényezők sorrendje tehát nem cserélhető fel.

**Halmazműveletek.** A metszet és az éles szorzat kockahalmazokra is kiterjeszhető. Legyen  $C_i$  és  $C_j$  két n-dimenziós halmaz. Ekkor

$$C_i \cap C_j = \bigcup_{c' \in C_i} [\bigcup_{c \in C_j} (c' \cap c)]$$

$$C_i \# C_j = \bigcup_{c' \in C_i} [c' \# C_j]$$

ahol  $c' \# C_j = (\dots (c' \# c_1) \# c_2) \# c_3 \dots) \# c_n$

itt  $C_j = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  értékű.

( $c' \in C_i$  jelentése:  $c'$  eleme a  $C_i$  halmaznak.)

### 3. Az irredundáns lefedés algoritmusai

Az irredundáns lefedés algoritmusait több, egymást követő lépésre bontva ismertetjük. Az algoritmusok levezethetők a Boole-algebra alaptételeiből és szemléltethetők a Karnaugh táblán.

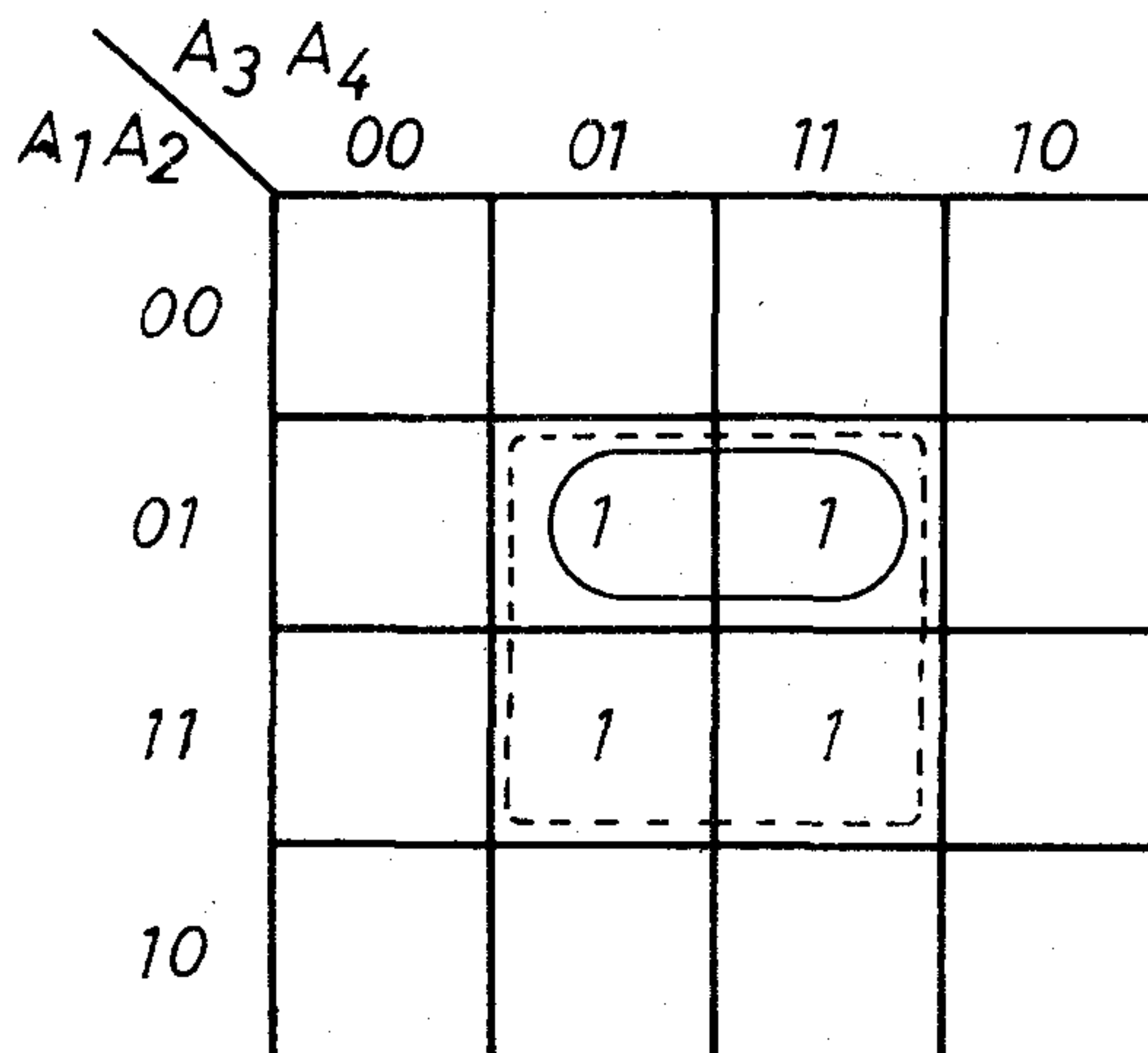
**1. lépés: implikáció.** Nézzük az 1. ábra példáját. A  $c_1 = 01x1$  hurok benne foglaltatik a  $c_2 = x1x1$  hurokban, vagyis  $c_1$  implikálja  $c_2$ -t ( $c_1 \rightarrow c_2$ ). Amennyiben  $c_1 \rightarrow c_2$  fennáll,  $c_1 \# c_2 = \psi$  (üres halmaz) adódik és  $c_1$  elhagyható.

**2. lépés: kockatörlés.** A 2. ábra kezdeti lefedését tekintve, belátható, hogy a  $c_5$  kocka felesleges, hiszen a többi négy rendre lefedi annak egy-egy celláját. Valamely c kocka akkor törölhető, ha kiemelve azt a C halmazból, a  $c \# (C - c)$  művelet eredménye ψ-vel lesz egyenlő. A példánál maradván belátható, hogy

$$(((c_5 \# c_1) \# c_2) \# c_3) \# c_4 = \psi.$$

Megjegyezzük, hogy a vizsgált c kockát követő (C-c) halmaz kockáinak sorrendje az éles szorzatok végzésekor tetszőleges lehet.

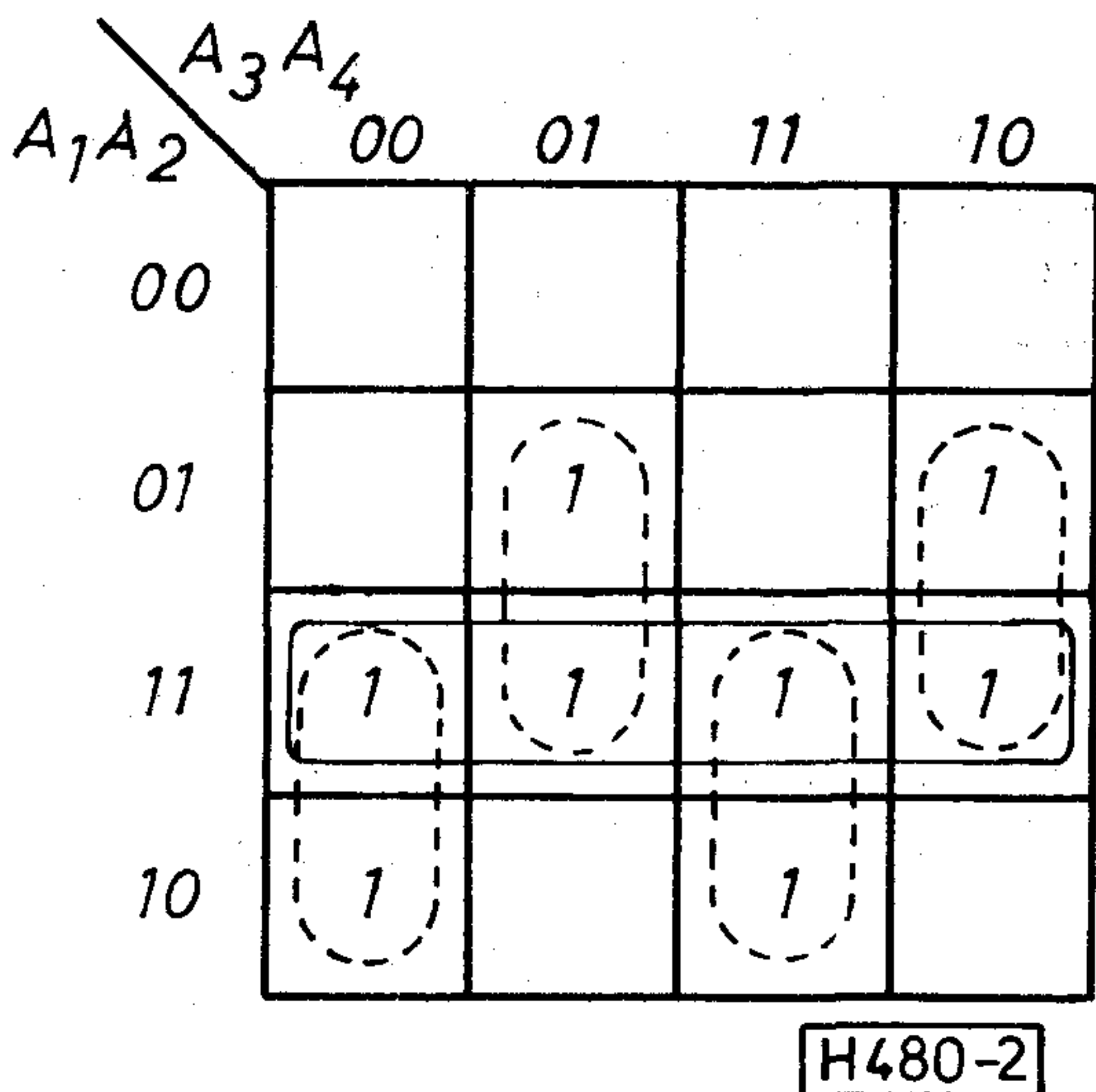
**3. lépés: elemtörlés.** A 3. ábrán látható példa alapján ezt a lépést inkább a „hurokbővítés” névvel illethetnénk. Az elemtörlésnél tehát azt a folyamatot algoritmizáljuk, amikor a kezdeti lefedést nagyobb, több cellát befogó hurokkal helyettesítjük



H480-1

1. ábra. Implikáció: a  $c_1 = 01x1$  kockának megfelelő hurok benne foglaltatik a  $c_2 = x1x1$  kockának megfelelő hurokban





2. ábra. Kockatörlés: A  $c_5=11xx$  kockának megfelelő hurok teljesen fedve van a  $c_1=1x00$ ,  $c_2=x101$ ,  $c_3=1x11$  és  $c_4=x110$  kockáknak megfelelő hurok egy-egy cellája által

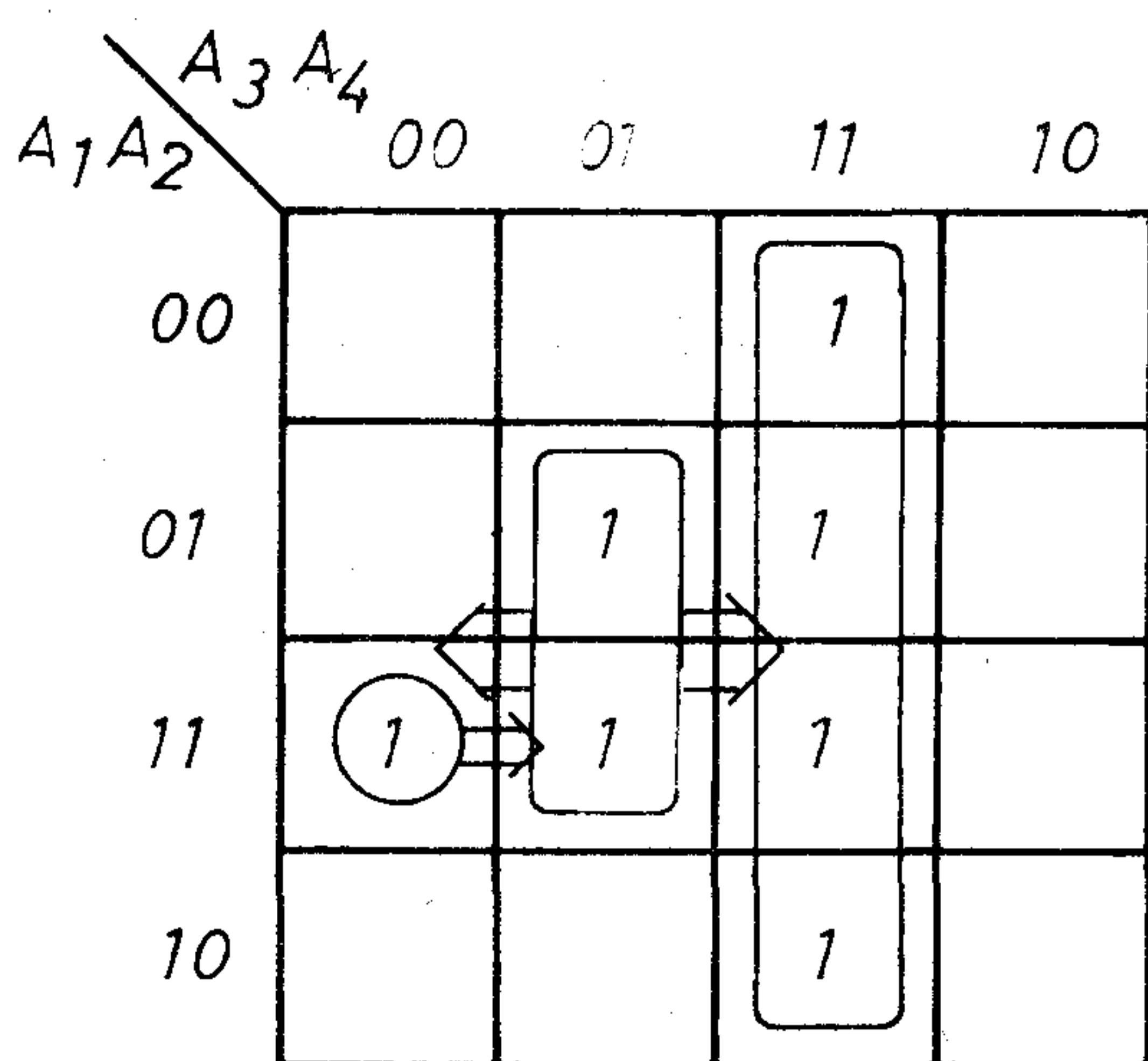
a Karnaugh táblán. Ezáltal a kockákban a  $\{0, 1\}$  elemek  $x$ -re változnak. Az algoritmus lépései a következők.

Vesszük az első  $c$  kockát és annak  $\{0, 1\}$  elemeit sorszámokkal látjuk el. Az  $i=1$  elemet negáljuk.

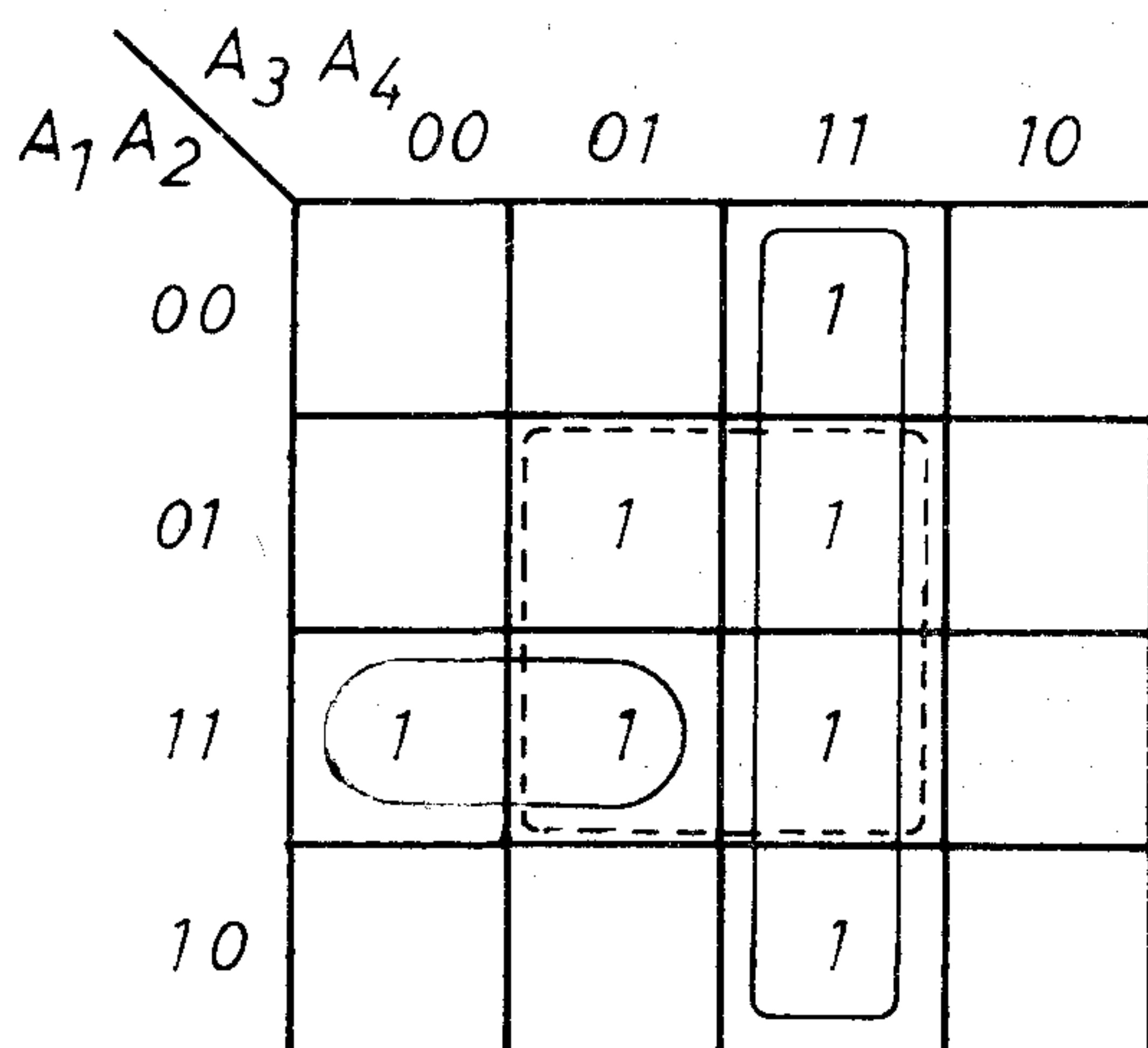
Az így nyert  $\overline{c(i=1)}$  kockát kiemelve a  $C$  halmazból, éles szorzat-sorozatot végzünk. Amennyiben

$$\overline{c(i=1)} \# (C - c) = \psi$$

adódik, a  $c$  kocka  $i=1$  elemét  $x$ -re írjuk át. A  $c$  kocka ezután átvált formájában szerepel a  $C$  halmazban. Az eljárást valamennyi  $i$ -re ( $i \leq n$ ) elvégezzük, és a  $C$  halmaz valamennyi kockáját megvizsgáljuk a bemutatott módon.



a.,



b.,

H480-3

3. ábra. Elemőtörlés: A  $c_2=x101$  kocka  $i=2$  elemét negálva  $c_2(i=2)=x111$  adódik, amit a  $c_3=xx11$  kockának megfelelő hurok lefed. Hasonlóképpen követhető a  $c_1=1100$  kocka elemcseréje is.

Visszatérve a 3. ábra példájához, az elemnegálás azt jelenti, mintha a kiválasztott kockát reprezentáló hurkot valamelyik irányba eltoltuk volna. Ha a léptetett hurok által befogott cellákat a többi hurok (kocka) lefedi, a bővítés elvégezhető. 4. lépés: közös implikánsok keresése. A  $k$  kimenetű kombinációs hálózat  $k$  darab logikai függvényből álló függvényrendszerrel jellemezhető. A hálózat tervezésének egyik lehetősége, hogy az egyes kimenetekhez tartozó logikai függvényeket külön-külön, egymástól függetlenül minimalizáljuk. Gazdaságosabb megoldást kaphatunk azonban, ha az egymástól független minimalizálást követően megkeressük azokat az implikánsokat, amelyek két vagy több függvényben közösek.

Nézzünk egy példát a közös implikánsokra.

Legyen  $f^1 = A_2 A_3 + \overline{A_1} A_2$  és  $f^2 = A_1 \overline{A_3} + A_1 A_2$ . Az  $f^1$ -hez tartozó kezdeti lefedést a 4a. ábra, míg  $f^2$  kezdeti lefedését a 4b. ábra szemlélteti. Kockákkal kifejezve:  $C_1 = \{x11, 01x\}$ ;  $C_2 = \{1x0, 11x\}$   $f^1$ -et tehát a  $C_1$  és  $f^2$ -t a  $C_2$  halmaz reprezentálja. Képezzük e két halmaz metszetét a  $C_1 \cap C_2$  művelettel. Az 1. koordináta-táblázatot használva:

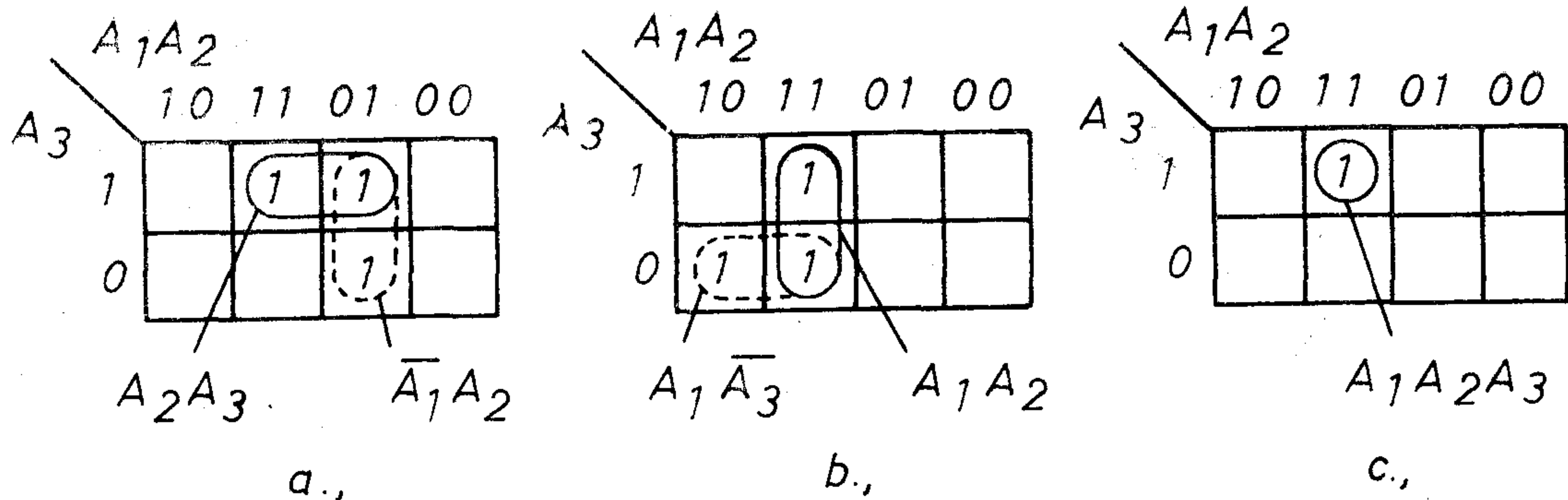
$$C_1 \cap C_2 = x11 \cap 11x = 111$$

adódik, a többi párosítás  $\psi$ -t eredményez. A metszet eredménye, ami nem más, mint az  $f^1$  és  $f^2$  függvények szorzata, a 4. c. ábrán látható. Mind  $f^1$ -be, mint  $f^2$ -be beírható a közös implikáns, és cserébe elhagyható  $f^1$ -ből az  $A_2 A_3$  és  $f^2$ -ből az  $A_1 A_2$  szorzattag, mivel ezek második celláját mind  $f^1$ , mind  $f^2$  esetében a másik hurok lefedi. Végeredményben

$$C_1 = \{111, 01x\} \text{ és } C_2 = \{111, 1x0\}$$

adódik, ami egyszerűsíti a realizálást, hiszen az 111 kocka mint közös kapu, mindkét kimenethez csatlakoztatható.





4. ábra. Példa közös implikáns keresésére:

- a) az  $f^1$  függvény kezdeti lefedése  
 b) az  $f^2$  függvény kezdeti lefedése

Az algoritmizálás a következőképpen történik. Meg kell vizsgálni a kezdeti lefedést jelentő,  $k$  számú halmaz egymással való összes lehetséges metszetét. Ha pl. a  $C_i$  halmazban szereplő  $c_x$  kockának a  $C_j$  halmazban lévő  $c_y$  kockával való metszete  $\psi$ -től különböző,  $c_x \cap c_y = c_{xy}$  új kocka keletkezik. Ezt követően meg kell vizsgálni, hogy a  $C_i$  halmazban a  $c_x$  és a  $C_j$  halmazban a  $c_y$  helyettesíthető-e a  $c_{xy}$ -nal. Ha mindkét halmazra teljesülnek a lefedési feltételek,  $c_x$  és  $c_y$  törölendő és mind  $C_i$ -be, mind  $C_j$ -be  $c_{xy}$  írandó. A halmazok egymással való metszetének műveletét mindaddig meg kell ismételni, amíg új kocka keletkezik.

Valamely kocka elhagyásának vizsgálatához elő kell állítani a metszettől különböző összes variánst. Hogy azokat lefedi-e a halmaz többi eleme, arról a 2. lépésnek megfelelő éles szorzat művelet sor ad felvilágosítást.

**Költségfüggvények.** A logikai függvények megvalósításának költségeit korábban a szükséges kapuk száma alapján határozták meg. A mikroelektronikában, ahol egyetlen félvezető lapkán helyezik el az egész áramkört, nagyobb jelentősége van a kapubemenetszám és a FAN OUT csökkentésének. Általában többféle költségfüggvényt definiálnak, amelyek a fenti jellemzőket tartalmazzák.

#### 4. Programszerkesztés

##### Kiindulási feltételek:

- a minimalizálandó logikai függvényt szorzatok összegeként kell megadni;
- tetszőleges kezdeti lefedés választható a csonka  $P$  tagokat kockákkal kifejezve;
- egyszerűsített lefedésből indulunk ki  $C \rightarrow C_0 \cup DC$  alapján, ahol  $C_0$  az igaz (care) és  $DC$  a közömbös (don't care) halmaz;
- a program többkimenetű függvények minimalizálására készült, amely — értelemszerűen — magában foglalja az egykimenetű kombinációs függvények esetét is.

A program bemenet, kimenet és interaktív tömbjét BASIC nyelven írtuk meg, míg a feladatmegoldó rész ASSEMBLY nyelven készült.

##### Bemeneti jellemzők

Az egyes kockák elemeinek  $n$  száma maximálisan 20 lehet azzal a megkötéssel, hogy a közömbös változók (az  $x$ -értékek) száma nem lehet nagyobb 16-nál. A függvénykimenetek  $k$  száma maximálisan 10 lehet. Egy-egy kimenethez max. 64 darab kocka tartozhat, azonban a kockák összes száma nem lépheti túl a 255-öt. Az adatbevitel kockánként történik a  $\{0, 1, x\}$  szimbólumok bevitelével, majd feltüntetjük, hogy a beírt kocka mely kimenetekhez tartozik, ill. nem tartozik: az aktív kimenetet 1-gyel, és az inaktív kimenetet  $x$ -szel jelölve.

##### Kimeneti adatok

A program első lépésben a kimenetenkénti minimalizálást végzi el. Amennyiben egykimenetű logikai függvényt vizsgálunk, a feladatmegoldás véget is ért. Többkimenetű függvény esetén a program második lépésben elvégzi a közös implikánsok megkeresésén alapuló minimalizálási eljárást is.

A program kiszámítja az alábbi költségfüggvényeket:

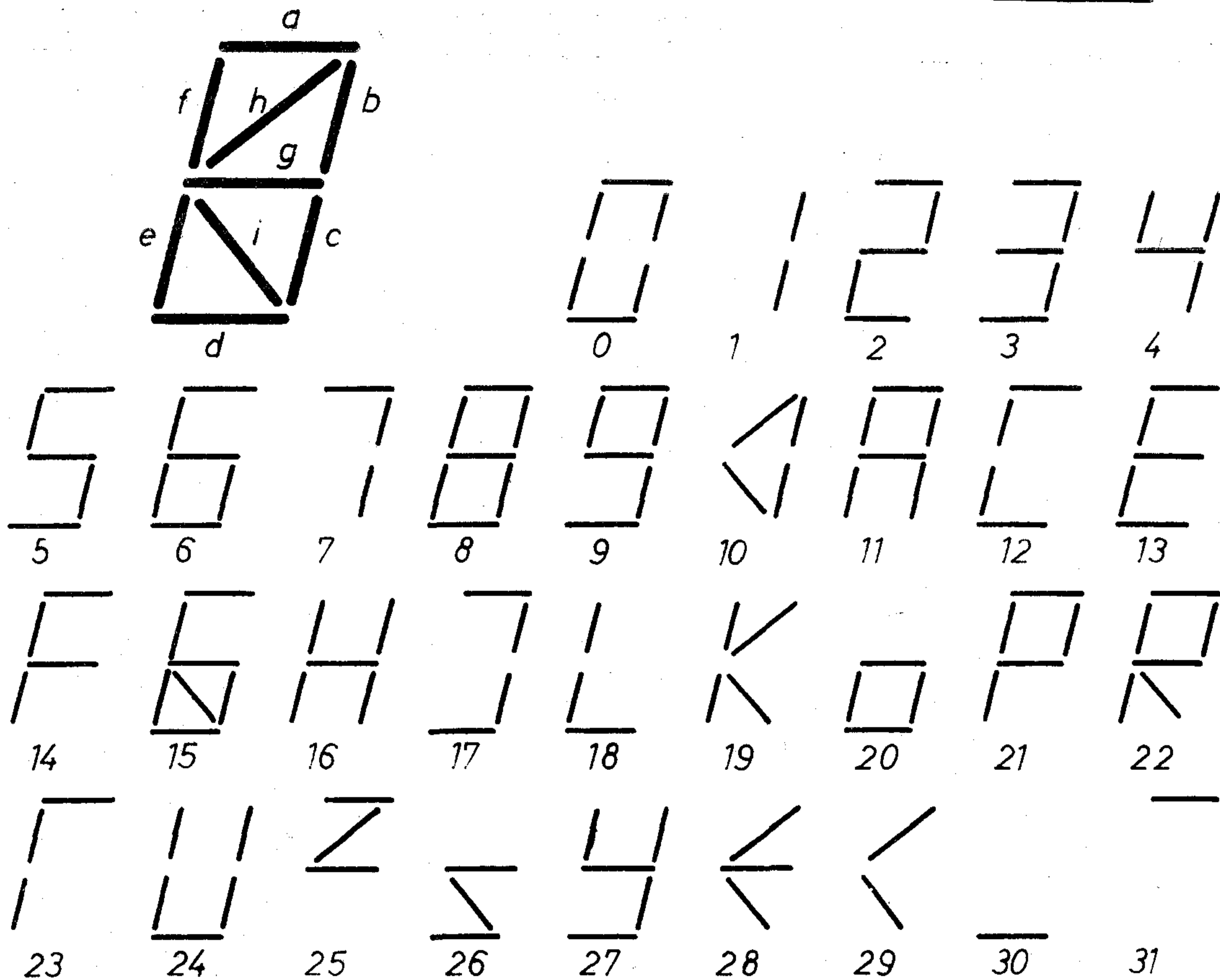
- Kapubemenetek száma
- Kapuk száma
- Max. FAN IN
- Max. FAN OUT

ÉS-VAGY realizáció esetében a Max. FAN IN megadja, hogy maximálisan hány bemenetű ÉS kapura van szükség. A Max. FAN OUT azt jelenti, hogy egy ÉS kapu kimenetre maximálisan hány darab VAGY kapubemenet csatlakozik.

##### Perifériák

A program mind magnetofonkazettás, mind hajlékony mágnes lemezes változatban elkészült. Ez azt jelenti, hogy mind a bevitt adatok, mind pedig a részeredményeként és végeredményként kapott kockahalmazok és költségfüggvények háttértárra kivihetők, ill. onnan betölthetők. A ZX Spectrum géphez Seikosha GP 50S (ill. 100S) printer illeszthető és az eredmények oldalanként kinyomtathatók.





5. ábra. 9-szegmenses kijelző képe és a megjeleníteni kívánt karakterkészlet

5. Tervezési példa

Szintézisprogramunkat 9-szegmenses kijelző dekóder tervezési példájával illusztráljuk. A 9-szegmenses karaktermegjelenítő képe és szegmenseinek jelölése az 5. ábrán látható. Az ábra feltünteti az általunk példaként választott karakterkészletet is, amelyet a kijelző megjelenít, ha a dekóder bemenetére bináris alakban az egyes karaktereknél feltüntetett számnak megfelelő jelsorozatot adjuk. Pl. a 7-es számjegy a 00111 jelsorozattal gyűjthető ki, ahol a 0 a logikai L-szintet és az 1 a logikai H-szintet jelöli. A 9-szegmenses kijelzővel már csaknem valamennyi betű, és sokféle szimbólum is megjeleníthető, míg az ismertebb 7-szegmenses változatot inkább csak a számjegyek kiíratására

3. táblázat

A dekóder logikai függvényének kezdeti lefedése

Bemenetek		Kimenetek													
EN	LT	E	D	C	B	A	i	h	g	f	e	d	c	b	a
0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	x	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	x	x	x	x	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	1	1	x
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

alkalmazzák [6]. A teljesség kedvéért a dekóder engedélyező bemenettel (EN) és lámpavizsgáló bemenettel (LT) is elláttuk. Ha az EN bemenet L-szintet kap, a kijelzés letiltott, míg H-szint

4. táblázat

Az irredundáns lefedés végső eredménye

Bemenet	Kimenet	Bemenet	Kimenet
1x01111	1xxxxlxxx	1x01x11	xxxxlxxxx
1x10011	1lxxlxxxx	1x01lxx	xxxxlxxxx
1x10110	1xlxxxx11	1x10lxx	xxxxlxxxx
1xx1010	1xxxxxxx	1xx0x10	xxxxlxxxx
1x1110x	1xxxxxxx	1x10001	xxxxlxxxx
10xxxxx	111111111	1x10100	xxxxx1lxx
1x11100	x1lxxxxxx	1x0x000	xxxxx1xxl
1x01010	xlxxxxxxx	1x0x101	xxxxx1xxx
1x11x01	xlxxxxxxx	1xx1000	xxxxx1lxx
1x00x10	xxlxxlxxl	1x1x010	xxxxx1xxx
1x00011	xxlxxlxxx	1x11x10	xxxxx1xxx
1x0100x	xxlxxxxxx	1x01x0x	xxxxx1xxl
1x0x110	xxlxxxxx1	1x00lxx	xxxxxxlxx
1x10x00	xxlxxxxxx	1x010xx	xxxxxxlxx
1x1101x	xxlxxxxxx	1x0xx11	xxxxxxlxl
1x01xx1	xxl1xxxxxx	1xx000x	xxxxxxlxx
1xx010x	xxlxxxxxx	1x00x00	xxxxxxlx
1xx10x1	xxlxxxxxx	1x00x11	xxxxxxlx
1xx0101	xxxlxxxxl	1x10x01	xxxxxxlx
1x11011	xxxlx11lx	1x0x0xx	xxxxxxlx
1x0x1x0	xxxlxxxxxx	1x1x001	xxxxxxxl
1x10x1x	xxxlxxxxxx	1xxx111	xxxxxxxl
1xxx000	xxx1lxxlx		



## Költségfüggvények

	Kezdeti lefedés	Kimenetenkénti min.	Végső eredmény
Kapubemenetszám	371	321	290
Bemeneti kapuk sz.	33	53	45
Kapuk száma	42	62	54
Max. FAN IN	7	6	6
Max. FAN OUT	9	9	9

esetén engedélyezett. Ha az LT bemenet L-szintet kap, a kijelző valamennyi szegmense aktivizálódik. A logikai függvény kezdeti lefedésének néhány sorát a 3. táblázat tartalmazza. A többi sor az 5. ábra alapján egyszerűen meghatározható.

A minimalizálás végső eredményét a 4. táblázat tünteti fel. A dekóder működését egyszerű BASIC nyelvű program segítségével szimuláltuk, ellenőrizve a 4. táblázatban foglalt eredményeket.

Az 5. táblázat a költségfüggvényeket adja meg a kezdeti lefedés, a kimenetenkénti minimalizálás és a közös implikánsok megkeresése után. Mint a 4. és 5. táblázatból látható, a végső eredményben lényegesen lecsökkent a kapubemenetek száma a kezdeti lefedéshez képest, a kapuszám azonban megnőtt. A program teljes futási ideje kb. 15 s nagyságú volt.

A programot számos példával teszteltük és tapasztaltuk, hogy a futási idő az adatstruktúrától is

lényegesen függ. Vizsgálataink és becsléseink arra utalnak, hogy maximális terjedelmű adatbevitellel a legkedvezőtlenebb esetben mintegy félórás futási időre lehet számítani.

## 6. Köszönetnyilvánítás

Szerzők köszönetet mondanak Keresztes Péter főiskolai docensnek, amiért a probléma érdekességére felhívta figyelmüket.

## IRODALOM

- [1] Automatikus struktúra szintézis a Hierarchikus Tervező Rendszerhez. Tanulmány. Készült a Mikroelektronikai Kormánybiztos és a MEV megbízásából 1985-ben. Szerzők: Keresztes Péter, Ágotai István stb.
- [2] Design Automation of Digital Systems. Chapter One, R. J. Preiss. 1972 by Prentice-Hall, Inc.
- [3] Design Automation of Digital Systems. Chapter Two, Melvin A. Breuer. 1972 by Prentice-Hall, Inc.
- [4] Janovics-Tóth: A logikai tervezés módszerei 2., javított kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1976. 4. fejezet.
- [5] J. P. Roth: „Algebraic Topological Methods for the Synthesis of Switching Systems. I.” Trans. Amer. Math. Soc., Vol. 88 (1958), pp. 301—326.
- [6] Kis Halas—Mészáros—Szentidai: Optoelektronikai kijelzők és megjelenítők. Műszaki Könyvkiadó Bp. 1984. 1. fejezet.

(Folytatás a 445. oldalról)

amelynek nagy része deviza. Alapvetően a HT mikroelektronikai üzemére épülne rá, az alapanyag- és vegyszerellátás szocialista importból származna. Az üzem — a tervek szerint — a jövő év végén már termelne. Az INTERBIP ebben az ötéves tervben csak állami részvétel nélkül jöhet létre, így kérdéses, hogy a nem éppen jó anyagi helyzetben lévő hazai elektronikai vállalatok hogyan tudják majd összeadni a szükséges 1,5 milliárd forintot és — ami még nagyobb kérdés — hogyan oldják meg a forint tőkés valutára konvertálását. Kormány szintű döntés tehát van a mikroelektronika ügyében, de a kérdőjelek egy része továbbra is megmarad.

(Magyar Elektronika, 1988/4.)

\*

Az Egyesült Államok elektronikai termékeinek legfőbb piacai 1987-ben (ezer USD):

Az Egyesült Államok legnagyobb elektronikai termék szállítói 1987-ben (1000 USD):

Japán	24 885 697	Kanada	3 218 877
Tajvan	5 578 289	Hon Kong	3 598 214
Dél-Korea	4 338 283	NSZK	1 875 797
Szingapur	3 993 999	Malajzia	1 755 450
Maxico	3 445 592	Anglia	1 592 613

Kanada	5 204 472	Szingapur	1 669 773
Anglia	3 874 209	Tajvan	1 420 186
Japán	3 762 275	Dél-Korea	1 302 646
NSZK	3 103 196	Malajzia	1 300 814
Maxico	2 509 567	Hong-Kong	823 148

(EDP Weekly, 1988. március 14.)

\*

A Magyar Népköztársaság és az NDK kormánya között 1987. áprilisában egyezmény jött létre a posta és távközlés terén folytatandó együttműködésről. A Magyar Népköztársaság Posta és Távközlési Központi Igazgatása és a Német Demokratikus Köztársaság Posta és Távközlési Minisztériuma (a következőkben a Szerződő Felek postaigazgatásai) koordinálni és egyeztetni fogják a két ország posta és távközlési hosszútávú fejlesztési terveit; bővíteni fogják közös kutatási és fejlesztési tevékenységüket a posta és távközlés területén; kicserélik tapasztalataikat a posta és távközlés területén lévő szolgálatok megszervezéséről és végrehajtásáról; intézkedéseket hoznak a kölcsönös postai és távközlési forgalom lebonyolításának megjavítására; és előmozdítják a Szerződő Felek postaigazgatásai dolgozó kollektíváinak

(Folytatás a 455. oldalon)



# Sokállomásos kommunikációs adatgyűjtő és kijelző rendszer, mint előadótermi visszacsatoló berendezés

KEMENES JÁNOS

Elektroakusztikai Gyár

## ÖSSZEFOGLALÁS

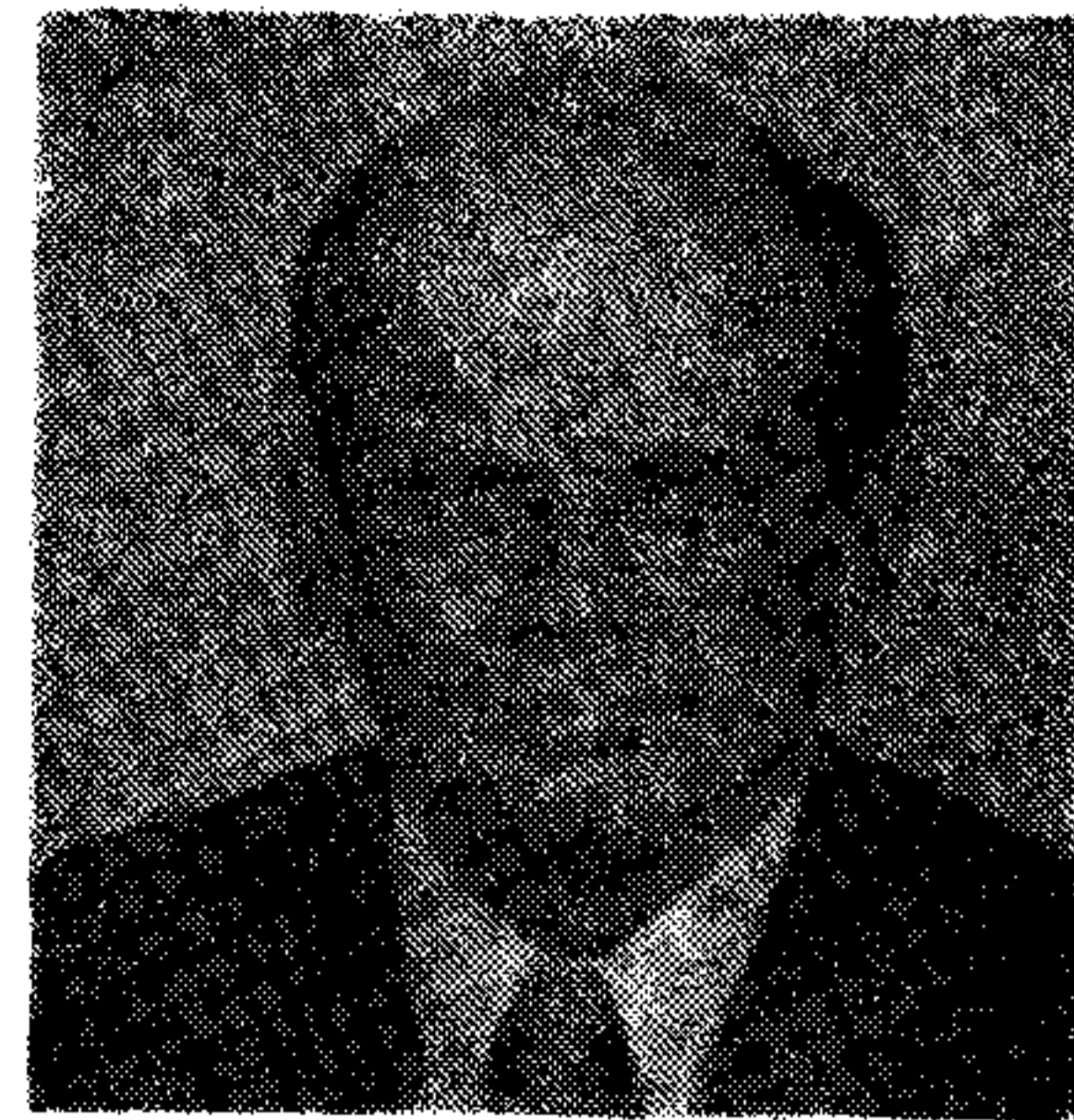
Az oktatás tartalmának mennyiségi és minőségi átalakulása új módszereket igényel. Az utóbbi egy-két évtizedben megjelent, oktatást segítő technikai eszközök műszaki-gazdasági korlátaik miatt azonban mind szolgáltatásukat illetően, mind a tanulók létszámát tekintve meglehetősen rugalmatlanok voltak, a tanártól jelentős többletmunkát követeltek. A számítógéphez illeszthető sokállomásos kommunikációs adatgyűjtő és kijelző rendszer ezen hátrányoktól mentes újszerű előadótermi pedagógiai visszacsatoló berendezés kialakítását teszi lehetővé. Az előadás a rendszer bemutatása mellett vázolja annak szolgáltatási lehetőségeit.

Az átértékelés és átrendeződés az oktatásban már régóta tartó, egyre gyorsuló folyamat. A robbanásszerűen növekvő ismeretanyag nemcsak a tantervek módosítását követeli meg, hanem új módszereket igényel. Már évekkel ezelőtt megjelentek a programozott oktatás eredményeire támaszkodó oktató berendezések. Hazánkban is többféle készült, számuk azonban viszonylag csekély, ráadásul a működő berendezések átlagos kihasználtsága alacsony. Ennek számos oka közül a legdőntőbb, hogy az előnyök csak többletmunkával realizálhatók, ugyanakkor a berendezések felépítéséből adódó kötöttségek eleve behatárolják az alkalmazási területet és módszereket.

Mire van tehát szükség? A tanítási-tanulási folyamat irányított kétirányú adatáramlás. Adat a tanulók aktivizálásához szükséges információ, az önálló munka eredménye, az eredmény értékelése, a korrekciók, a segítség kérés, a megerősítés stb. Tehát olyan könnyen kezelhető, rugalmas rendszerre van szükség, amely sok helyről gyűjti az információkat, illetve akár egyénnek szóló jelzések, utasítások kiadására alkalmas.

A számítástechnika és az adatfeldolgozás eredményei szinte korlátlan lehetőséget kínálnak, amivel majdnem minden igény kielégíthető. Ehhez nem szükséges bonyolult és költséges számítógép rendszert kialakítani, a speciális követelmények sokoldalúan felhasználható gazdaságos elrendezéssel megoldhatók.

Az ilyen, több személy közös munkájának hatékony egyéni irányítására alkalmas rendszerek sajátossága, hogy a viszonylag kevés adatot mozgó lassú adatáramlás a központ és az állomások között, a központ kezdeményezésére, időben és jellemben koncentráltan valósul meg. A nagyszámú állomás egymáshoz és a központhoz közel, egyetlen teremben helyezkedik el. Sok esetben csak rutin



## KEMENES JÁNOS

Kemenes János a Budapesti Műszaki Egyetemen 1968-ban szerzett villamosmérnöki, majd 1969-ben mérnök-tanári oklevelet. 1973-ban végezte el a digitális elektronika szakmérnöki szakot. 1968 óta az Elektroakusztikai Gyár Oktatástechnikai Fejlesztési Osztályán dolgozik, részt vett több oktató berendezés tervcéljának kidolgozásában, digitális vezérlésének kifejlesztésében, a berendezésekkel szerzett tapasztalatok kiértékelésében. 1973 óta matematikát tanít. Esetenként a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán labor gyakorlatokat vezet.

tési Osztályán dolgozik, részt vett több oktató berendezés tervcéljának kidolgozásában, digitális vezérlésének kifejlesztésében, a berendezésekkel szerzett tapasztalatok kiértékelésében. 1973 óta matematikát tanít. Esetenként a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán labor gyakorlatokat vezet.

feladatok elvégzésére van szükség, ami nem igényel a központtól beavatkozást, azokat a rendszer önállóan elvégezheti. A központ csak akkor kérdezi le az adatokat, ha arra szüksége van, ill. csak akkor ad üzenetet, ha új fázist indít, vagy adatokat értékel. A közbeni időben más feladatok részére felszabadul. A közeli állomások és a lassú adatforgalom közvetlen busz összeköttetést tesz lehetővé.

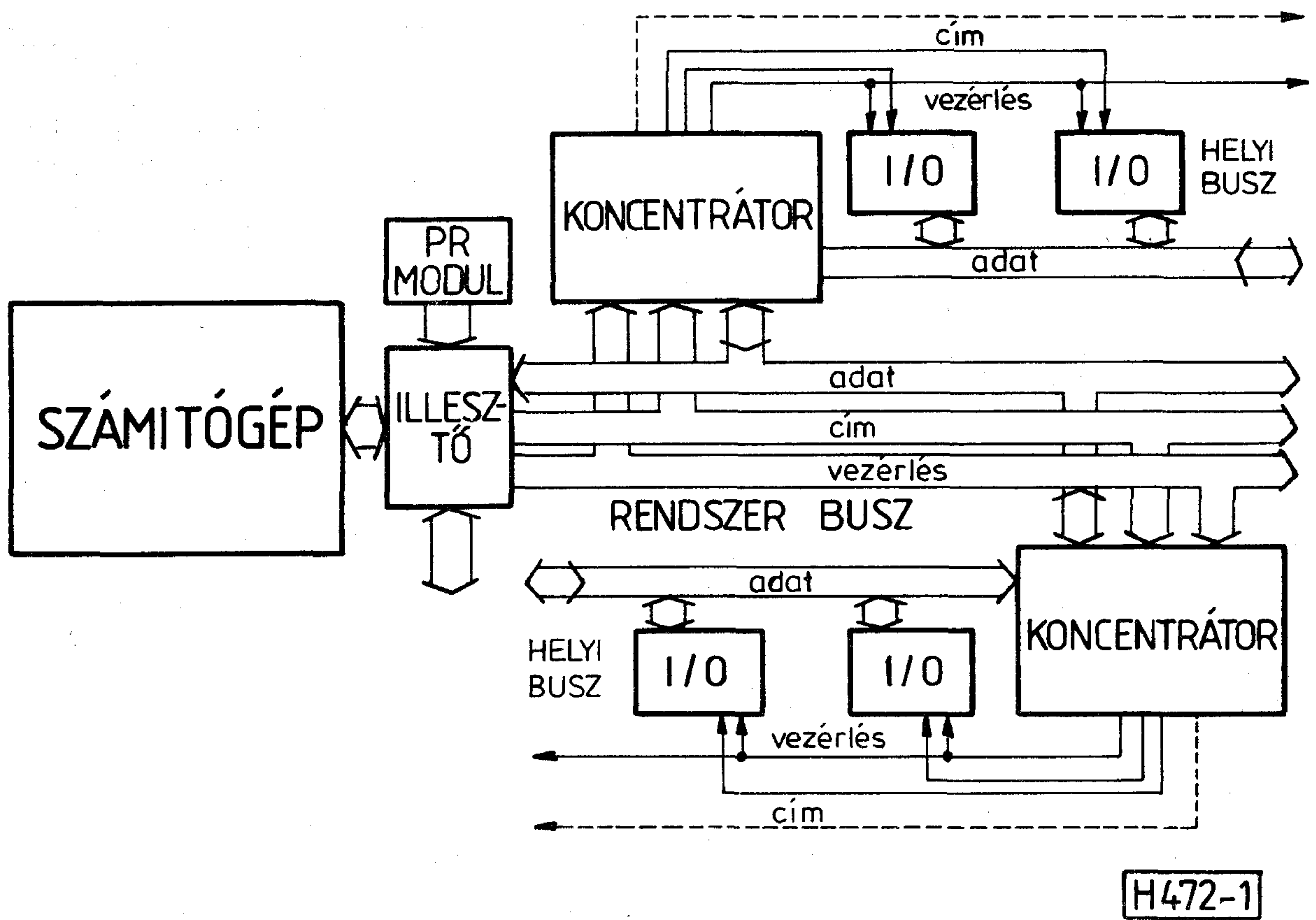
Az Elektroakusztikai Gyár Oktatástechnikai Fejlesztési Osztályán olyan sokállomásos kommunikációs adatgyűjtő és kijelző rendszert hoztunk létre, amelynek központi számítógépe és számítógéppel kommunikáló adatbeviteli-kijelző egységei vannak. Lényege, hogy a számítógép a csatlakozási felületéhez kapcsolódó illesztőn, az illesztőhöz csatlakozó rendszer buszon, az ahhoz csatlakozó koncentrátorokon, valamint a koncentrátorokhoz csatlakozó helyi buszokon keresztül van az adatbeviteli-kijelző egységekkel kapcsolatban (1. ábra).

A számítógép az igényeknek megfelelő konfiguráció, ami tartalmaz központi egységet, memóriát, monitort és billentyűzetet, esetleg nyomtatót és háttér tárolót. A rendszer labor mintáját HT iskolaszámítógéppel készítettük el. Központi egysége a memóriájában lévő program alapján kiadja a működési parancsokat, behívja és feldolgozza a begyűjtött adatokat és kiküldi a szükséges információkat. A monitoron lehet a rendszer üzemállapotát figyelemmel kísérni, mutatja az elágazási lehetőségeket és közvetlenül megjeleníti a begyűjtött adatokat. A billentyűzet biztosítja a beavatkozást, bizonyos programhurkok kiválasztását. A nyomtató a begyűjtött adatokat írhatja ki, működését jegyzőkönyvvezheti. A háttér tárolóból a rendszerprogram tölthető be és itt rögzíthetők az adatok.

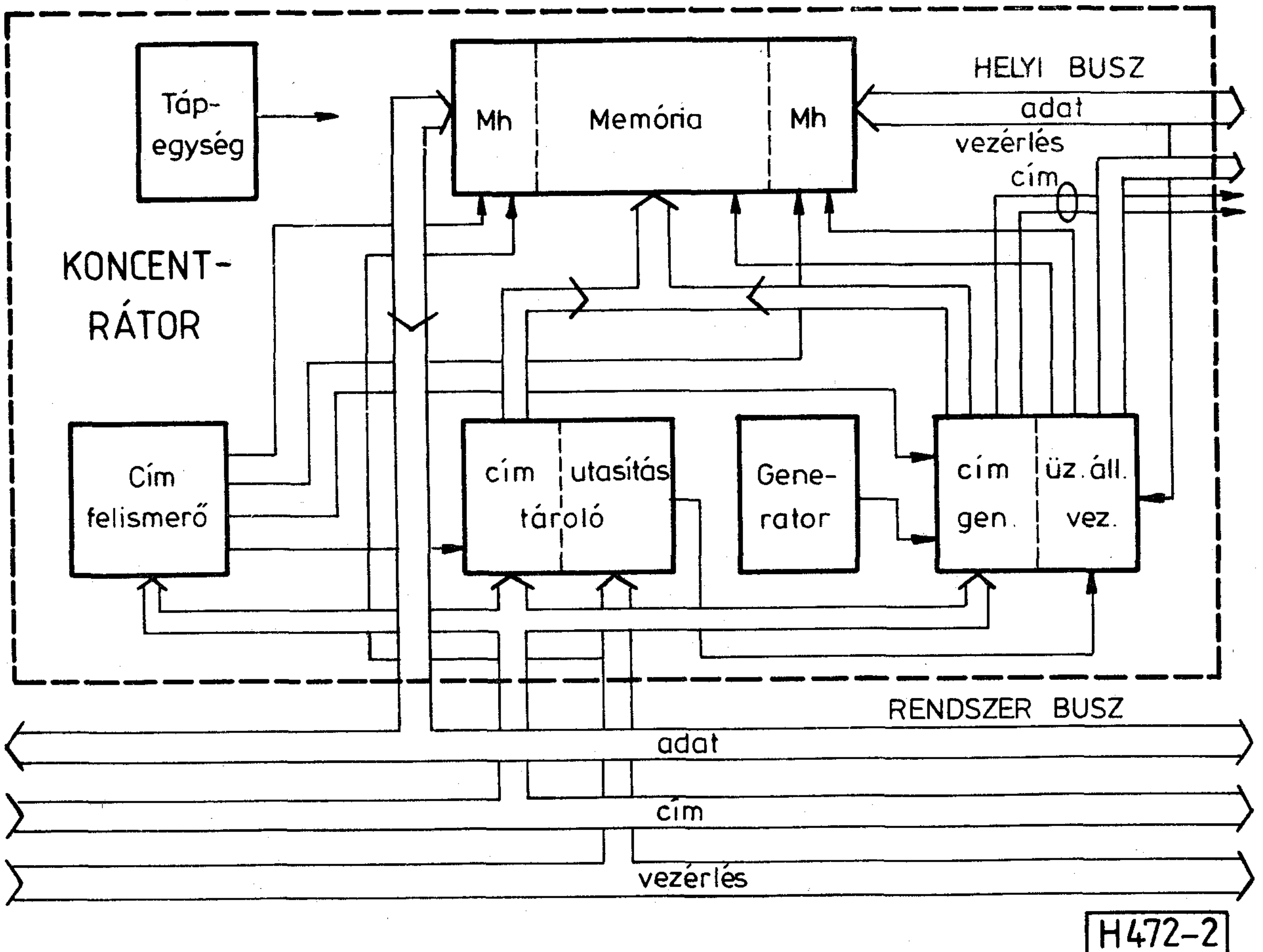
A sokállomásos kommunikációs adatgyűjtő és kijelző rendszer a számítógépen meglévő csatlakozási felülettel kapcsolódik illesztőn keresztül a számítógéphez. Az illesztő tartalmazhat programmodult, amelynek EPROM memóriájába beégetett

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)





1. ábra. A rendszer blokkvázlata



2. ábra. A koncentrátor blokkvázlata



rendszerprogram közvetlenül biztosítja a rendszer utasításait és külső csatlakozási felülettel is rendelkezhet, ami lehetővé teszi, hogy a rendszer más rendszerhez illeszkedjen.

A rendszer adat busza a koncentrátorok és a számítógép között valósít meg kétirányú adatforgalmat. A számítógép a cím busszal választja ki a koncentrátort, annak adott munkaterületét, illetve memória rekeszét; a vezérlő buszon keresztül a kiválasztott koncentrátor üzemállapotát állítja be.

A koncentrátorok tápegységgel rendelkező önálló készülékek, melyek az üzemállapot tárolójukban kiválasztott programot, generátorokkal időzítve, vezérlőjük segítségével végtelen ciklusban végrehajtják. Ezek a koncentrátor memóriája és az adatbeviteli-kijelző egységek közötti adatforgalom célszerű kombinációit végzik el. A cím felismerő dönti el, hogy az utasítás saját, vagy más koncentrátorra vonatkozik (2. ábra).

A helyi buszok adat busza a koncentrátor és az adatbeviteli-kijelző egységek között valósít meg kétirányú adatforgalmat. A cím busszal választja ki a koncentrátor a soron következő adatbeviteli-kijelző egységet. A vezérlő busz beírást, illetve kiolvasást engedélyez.

Az adatbeviteli-kijelző egységek tápfeszültségüket a koncentrátortól kapják. Puffer memóriájuk tárolja a billentyűzeten beadott, ill. a kapott adatokat, amiket kijelzőjük jelenít meg. Működésüket kapuáramkör vezérli (3. ábra).

#### A rendszer mint pedagógiai visszacsatoló

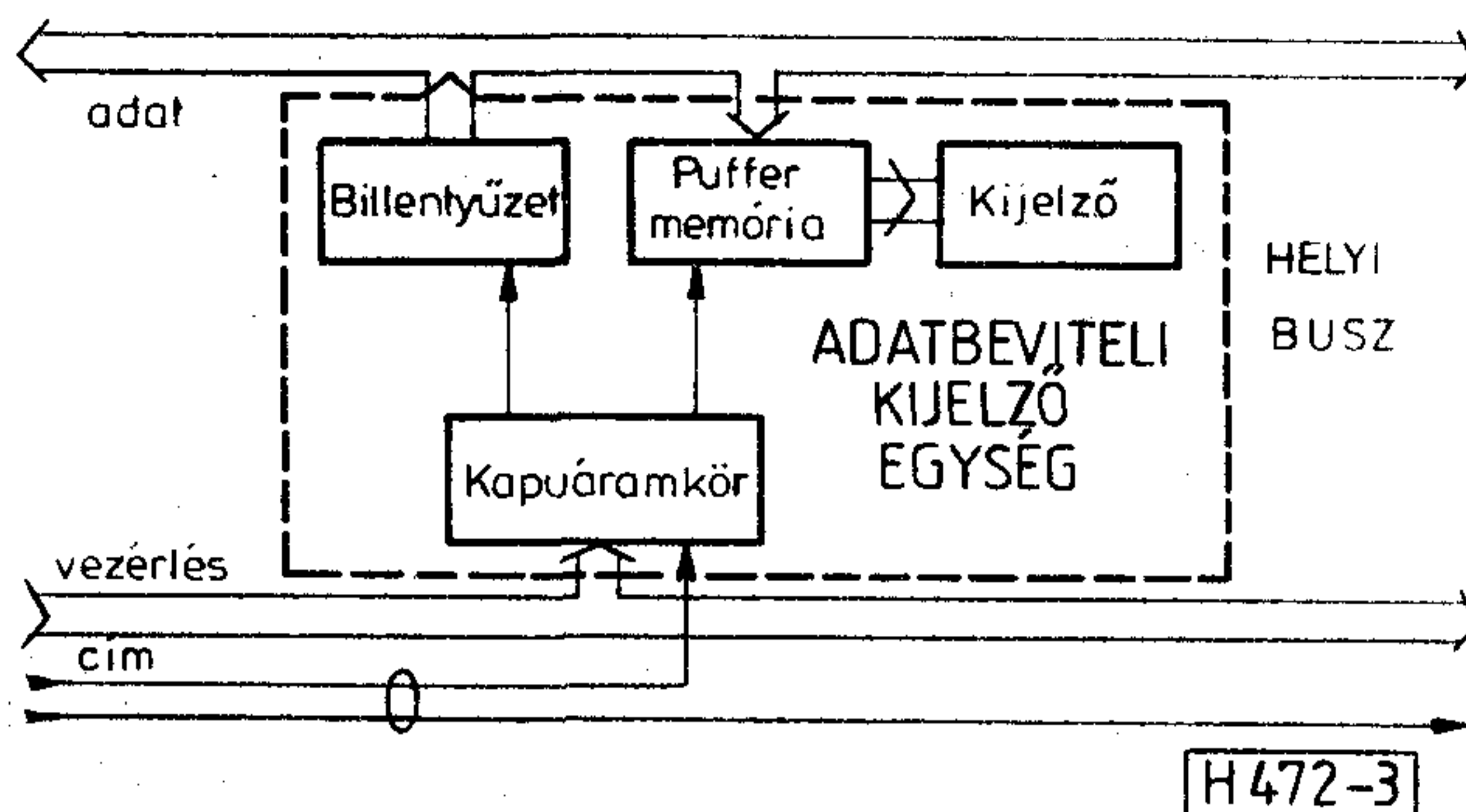
Bekapcsolás, rendszerprogram betöltés és indítás után a számítógép nullázza a program által munka területként használt memória rekeszeit. Megszakítást kér a koncentrátoroktól, memóriájukat nullázza és a megfelelő területre állítja. Üzemállapot tárolójukba azt írja, hogy a memória tartalmát az adatbeviteli-kijelző egységeken jelezzék ki és ne fogadjanak el beírást. Így az adatbeviteli-kijelző egységek alapállapotba kerülnek. A monitor mutatja a választási lehetőségeket pl.:

visszacsatolás	létszám ellenőrzés
kérdés visszalapozás	programozás
tanuló lekérdezés	programozott visszacsatolás

A rendszer választásig ebben az állapotban marad.

#### Visszacsatolás

A számítógép a kérdés sorszámot a következő érékre állítja, a koncentrátoroknak memória kiírás/adatbevitel tiltás parancsot ad, lekérdezi a visszacsatolás szükséges paramétereit, mi legyen a jó válasz, mennyi legyen a súlyozás, mik a válaszlehetőségek, legfeljebb mennyi lehet a gondolkodási idő, hány százalék jó választ kell megvárni, szükséges-e megerősítése stb. Megkérdezi, milyen formában kívánjuk a kijelzést, egy adott és melyik csoportra részletezve, vagy grafikusán az összes adatbeviteli-kijelző egységre válaszok szerint kibontva. A gondolkodási idő indításakor a koncentrátoroktól megszakítást kér, kijelöli a memó-



3. ábra. Az adatbeviteli-kijelző egység blokkvázlata

ria területet, beírja a válasz lehetőségeket és a koncentrátorokat olyan üzemállapotba állítja, hogy az adatbeviteli-kijelző egységeken felváltva jelezzék a válaszlehetőségeket és az aktuálisan beírt értéket, engedélyezzék az aktuális érték folyamatos felülírását. A számítógép az aktuális értékek beolvasásának idejére megszakítást kér a koncentrátoroktól, az adatokat kiértékeli, kiszámítja a táblázat rovatait vagy a grafikon pontokat, az értékeket megjeleníti a monitoron. Mindezt addig ismétli, míg a gondolkodási idő le nem telik, vagy valamely más feltétel nem teljesül. Így nyomon követhető az adat beadás és a tanulók is tudják, mi a teendőjük. A monitoron megjelenő kijelzési kép minden ciklus után változtatható. A gondolkodási idő zárásakor, ha szükséges megerősítés a számítógép kiadja a koncentrátoroknak a helyes választ, azokat olyan üzemállapotba állítja, hogy a helyes választ és az adott választ felváltva jelezze ki és a további adatbevitelt tiltsa. A monitoron az utolsó érvényes válasznak megfelelő kijelzési képek hívhatók le.

#### Kérdés visszalapozás

A számítógép megszakítást kér a koncentrátoroktól és lekérdezi a kijelölt memória területeket, ezeket az adatokat a korábban beírt paramétereknek megfelelően kiértékeli, kiszámítja a táblázat rovatait vagy grafikon pontokat, a kapott értékeket a monitoron megjeleníti.

#### Tanuló lekérdezés

A számítógép bekéri a szükséges paramétereket, azt, hogy melyik csoportot szeretnénk lekérdezni, hány százaléknál kívánjuk az osztályzathatárokat meghúzni. A számítógép kiszámítja és kijelzi az egyes osztályzatok eléréséhez szükséges pontszámokat, megszakítást kér a kiválasztott csoporthoz tartozó koncentrátoroktól. Behívja a szükséges adatokat, meghatározza az osztályzatokat és megjeleníti azokat.

#### Létszám ellenőrzés

A visszacsatoláshoz hasonlóan működik, de bármely gomb megnyomása jelenlétnak minősül, ezt jelzi ki a rendszer csoportok szerint, vagy az adatbeviteli-kijelző egységek összességére vonatkoztatva. A koncentrátorok úgy vezérlik az adatbe-



viteli-kijelző egységeket, hogy azok felváltva jelezzék a gombnyomás lehetőségét, illetve tényét. A számítógép ezen adatok behívására kér megszakítást, de a begyűjtött adatokat az ellenőrzés befejeztével a koncentrátorban sem tárolja, csak a végeredmény kerül hivatkozási alapként a gépbe.

#### Programozás

A monitor és billentyűzet segítségével lehetőséget ad a visszacsatolási paraméterek előzetes megadására és memóriába vagy más programhordozóra történő felírására.

#### Programozott visszacsatolás

A visszacsatoláshoz szükséges paramétereket nem a visszacsatolás során külön-külön kell beadni, hanem programozáskor a memória megfelelő rekeszeibe bevitt, vagy más programhordozóról a

memória megfelelő rekeszeibe átírt paraméterek alapján. A visszacsatolás az előzőekben részletezettek szerint automatikusan történik.

A megadott működési módok a vázolt rendszer esetén is többszöröskre bővíthetők és lehetséges a működési módoknak a felhasználói igényektől függő módosítása. A rendszer lényege, hogy az adatgyűjtés és kijelzés alapfunkcióit önállóan el látja, az intelligens számítógépet csak a szükséges mértékben veszi igénybe, ugyanakkor annak bármikor rendelkezésére áll, a legkülönbözőbb feladatok megoldását képes kiszolgálni. Azt hiszem, hogy ez a rendszer lehetővé teszi, hogy a számítógép ne csak az oktatás tárgya, demonstrációs eszköz, egyéni gyakorló berendezés, esetleg adminisztrációs segédeszköz legyen, hanem az oktatás egészébe szervesen beépüljön, annak színvonalát jelentősen emelje.

(Folytatás a 451. oldalról)

és az alárendelt hivatalok közötti kapcsolatok fejlődését. A Szerződő Felek alkalmazzák a KGST, az INTERSZPUTNYIK, az UPU és UIT nemzetközi szervezeteknek a posta és a távközlés területére vonatkozó ajánlásait és határozatait. A műszaki-tudományos együttműködés a posta és a távközlés területén az MNK és az NDK közötti Műszaki-tudományos Együttműködési Bizottság határozatai, valamint a Szerződő Felek postaigazgatásai között a közvetlen műszaki-tudományos együttműködési kapcsolatokra vonatkozó mindenkor érvényes megállapodás alapján történik. A Szerződő Felek postaigazgatásai a posta és a távközlés vonatkozásában a műszaki-tudományos együttműködés területén külön megállapodásokat köthetnek. (Magyar Közlöny, 1988/3.)

\*

Az SZKI-ban kifejlesztett és az 1988. tavaszi BNV-n bemutatott SMD adatbank a világon kapható felületi szerelésű alkatrészek választékának széles körű áttekintését és a felhasználható alkatrész megfelelő és gyors kiválasztását teszi lehetővé. Az SMD adatbank egy hagyományos módon kezelt katalógustárból és egy — ezzel szerves egységet képező, a katalógusok legjellemzőbb paramétereit tartalmazó — PROPER-16 számítógépen működő adatbázisból és adatbáziskezelő rendszerből áll. Az adatbázis egy-egy alkatrész-típusnak maximum 32 jellemzőjét tartalmazza. 120 alkatrészfajta, ill. fajtánként átlagban 1000—1200 alkatrész-típus esetén az adatbázis mérete 70 Mbyte körüli (kb. 4 millió adat). Az adatbank része a katalógustár, amelyek alapját a különböző magyar és külföldi alkatrészgyártó, ill. kereskedő

cégektől folyamatosan beszerzett katalógusok és alkatrész adatlapok szolgáltatják. Az adatbázisban kb. 200—400 kötetnyi katalógus és 12 000—15 000 alkatrész adatait tárolják. A katalógusok az adatbankban archiválási kódot kapnak, amely a katalógusok alapján elkészített adatbázis rekordokba is felkerül. A katalógusok így az adatbázisból ezen a kódon keresztül visszakereshetők. Az SZKI gondoskodik az adatbázisok rendszeres (1—3 havonta) aktualizálásáról is. (SZKI termékismertető, 1988.)

\*

A csehszlovák elektrotechnikai ipar nem tudja gyorsan behozni lemaradását a fejlett elektronikai iparral rendelkező országokhoz képest. Elsősorban azért, mert a 60-as évek közepétől rendkívül keveset — a népgazdasági beruházások 1—1,3 százalékát — fordították az ágazat fejlesztésére. A megoldást a termelés specializálásában és az import bővítésében látják. Arra törekednek, hogy 1990-ig az import fedezze a belföldi kínálat felét. Csehszlovákiában más iparágakat, illetve a mezőgazdasági szövetkezeteket is bevonják a számítógép és elektrotechnikai alkatrészgyártásba. Jelenleg 80 féle számítógép készül az országban, de azt tervezik, hogy 1990-re már csak hét típusra specializálódnak. 1990-ig felfuttatjuk a 16 bit-es személyi számítógépek termelését is. Csehszlovákiában évek óta hiánycikk a színes televízió. Az idén nagyobb lesz a kereslet a kiválatnál annak ellenére, hogy a tervek szerint 480 ezer készüléket értékesítenek (1986-ban 290 ezer, 1987-ben 403 színes tévé került az üzletekbe.) A kapható készülékek 32 százaléka

(Folytatás a 458. oldalon)



# A diszkrét Fourier-transzformációhoz

DR. KERPÁN ISTVÁN

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola



## ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény a diszkrét Fourier-transzformáció alapján bevezeti a „DFT-spektrum”-ot, mint periodikus jel előírt helyettesítési értékeit előállító véges trigonometrikus sort, és összehasonlítja azt a csonkított Fourier-sorral. Az összehasonlítás útbaigazítást ad a sávkorlátozott jelnek a detektálás szempontjából kedvező spektrum formálásához.

A Fourier-analízis gazdag története nem zárult le [1]. Az újabb fejezetek közé sorolható diszkrét Fourier-transzformáció (DFT) a jelekkel és rendszerekkel foglalkozó korszerű munkák standard anyagává vált (ld. pl. [2], [3]).

A témakörünkkel összefüggő irodalomban (a Híradástechnika hasábjain is) a legbőségesebben az FFT-vel foglalkoztak a szerzők.

Úgy látjuk, hogy a DFT néhány, a híradástechnikus nézőpontjából fontos vonását élesebb kontúrral meghúzni még napjainkban sem felesleges. Mindenek előtt az ÖSSZEFOGLALÁS-ban kiemeltre gondolunk.

A DFT (és inverze) az (1) összefüggésekkel jellemzett kapcsolat két, azonos páros (N) számú elemből álló számsorozat között.

Jelölje az egyik sorozatot  $\bar{A}$  ( $A_r$  elemekkel), a másik sorozatot  $\bar{x}$  ( $x_k$  elemekkel). E jelöléssel:

$$A_r = (T) \sum_{k=0}^{N-1} x_k W^{-rk}; \quad (r=0, 1, \dots, N-1); \quad (1a)$$

$$x_k = \frac{1}{N(T)} \sum_{r=0}^{N-1} A_r W^{rk}; \quad (k=0, 1, \dots, N-1); \quad (1b)$$

$$W = e^{j \frac{2\pi}{N(T)} (T)}$$

(T valós konstans. Értékének megválasztása az (1) transzformáció jellegét nem érinti. Ebben a pontban a továbbiakban  $T=1$ .)

Igazolni kívánjuk az alábbi (1) TÉTEL-t:  $\bar{A}$  és  $\bar{x}$  közül az egyiknek az elemeit a véges komplex számokból bárhogy választva az (1) transzformáció kölcsönösen megfordítható és egyértelmű.

Gondolatmenetünk (a könnyen rekonstruálható részletek nélkül):

(1) egy-egy „korrekt” (kellő számú, lineárisan független) egyenletről álló lineáris egyenletrendszert konstruál a

$W^{-rk}$  elemeket tartalmazó  $\bar{W}_{(-)}$  és a

DR. KERPÁN  
ISTVÁN

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1958-ban villamosmérnöki oklevelet, 1966-ban átviteltechnikai szakmérnöki oklevelet, 1970-ben pedig műszaki doktori címet szerzett. Hat éven át volt a BHG Híradástechnikai Vállalat mérnöke, majd tanári kinevezést kapott a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolára, ahol hosszabb ideig a Vezeté-

kes Híradástechnikai Tanszék vezetője volt. Jelenleg a Híradásipari Intézet igazgatója. Szakmai munkásságának főbb területei: a légnedvességgel összefüggő technológiai és konstrukciós kérdések; vizsgálati technológiák és eszközök; a jel- és információelmélet egyes kérdései. Egy találmánynak, több főiskolai jegyzetnek, mintegy két tucat szakcikknek, számos publikációnak a szerzője, ill. társszerzője.

$W^{rk}$  elemeket tartalmazó  $\bar{W}$  együtthető-mátrixokból.

A két lineáris egyenletrendszer (ha a jelölésben nem teszünk különbséget sor- és oszlop-mátrix között, a mátrixalgebra szabályaira bízva a „jelölést”)

$$\bar{A} = \bar{W}_{(-)} \bar{x} \quad (2)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \bar{W} \bar{A} \quad (3)$$

(2) és (3) ugyanazt a kapcsolatot fejezi ki  $\bar{A}$  és  $\bar{x}$  között akkor, ha

$$\bar{W}_{(-)}^{-1} = \frac{1}{N} \bar{W},$$

vagy (más formában), ha

$$\bar{W} \bar{W}_{(-)} = N \bar{E}. \quad (4)$$

A  $\bar{W}$  és  $\bar{W}_{(-)}$  mátrixokat felírva és összesorozva egy olyan  $N \times N$  mátrixot kapunk, amelyiknek a főátlójában minden elem  $NW^0 = N$  értékű, az összes többi elem pedig nulla. Ez utóbbi megállapításában segíthet az alábbi (2) TÉTEL: Ha a komplex számsíkon a  $(0 + j0)$  középpontú,  $|r|=1$  sugarú körön N db  $W^{rk}$  komplex szám (vagy N db  $W^{-rk}$  komplex szám) helyezkedik el úgy, hogy mindegyik azonos (a köríven mért) távolságra helyezkedik el a szomszédaitól, akkor ezen komplex számok összege nulla. E tétel igazsága  $N=2^n$  páros szám esetén közvetlenül belátható. Ui. mindegyik számnak lesz egy, a  $(0 - j0)$  pontra szimmetrikus párja, amellyel nulla összeget ad. A nulla részösszegek pedig nulla teljes összeget adnak.

(4) igazolásával (2) és (3) tartalmi azonosságát, ezzel pedig az (1) TÉTEL-t is igazoltnak tekintjük.

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



Figyelembe véve, hogy

$$\begin{aligned} W^{-k(N-r)} &= W^{-k(-r)} = (W^{-kr})^*; & (0 < r < N/2) \\ W^{-k(N-N/2)} &= (-1)^k; & (r = N/2) \end{aligned} \quad (5)$$

az (1) összefüggésekből egyszerű helyettesítéssel igazolható a (3) TÉTEL: Ha  $\bar{x}$  valós sorozat, akkor az első  $N/2$  darab  $A_r$  elem  $\bar{A}$ -ra vonatkozóan a teljes információt tartalmazza — (6) szerint.

$$\begin{aligned} A_{N-r} &= A_r^*; & (0 < r < N/2) \\ A_{N/2} &= (T) \sum_{k=0}^{N-1} x_k (-1)^k; & (r = N/2) \end{aligned} \quad (6)$$

Jelölje az  $\bar{x}$  ill.  $\bar{A}$  ismételtetésével nyert periodikus sorozatokat  $\dots, \bar{x}_{-1}, \bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots$  ill.  $\dots$ ,

$\bar{A}_{-1}, \bar{A}_0, \bar{A}_1, \dots$  Periodikus esetben  $\bar{x} = x_0$  ill.  $\bar{A} = \bar{A}_0$ . A nullás vektorindex a  $0, 1, \dots, N-1$  indexű elemeket tartalmazó főperiódusra utal. Az (1)-gyel definiált DFT nem követeli meg, de lehetővé teszi, hogy mindkét sorozat vagy az egyik sorozat periodikus sorozatból származzék. Pl. (1) fontos alkalmazásai:

- a)  $\bar{x}_0, \bar{A}_0$  és  
b)  $\bar{x}_0, \bar{A}_1$ .

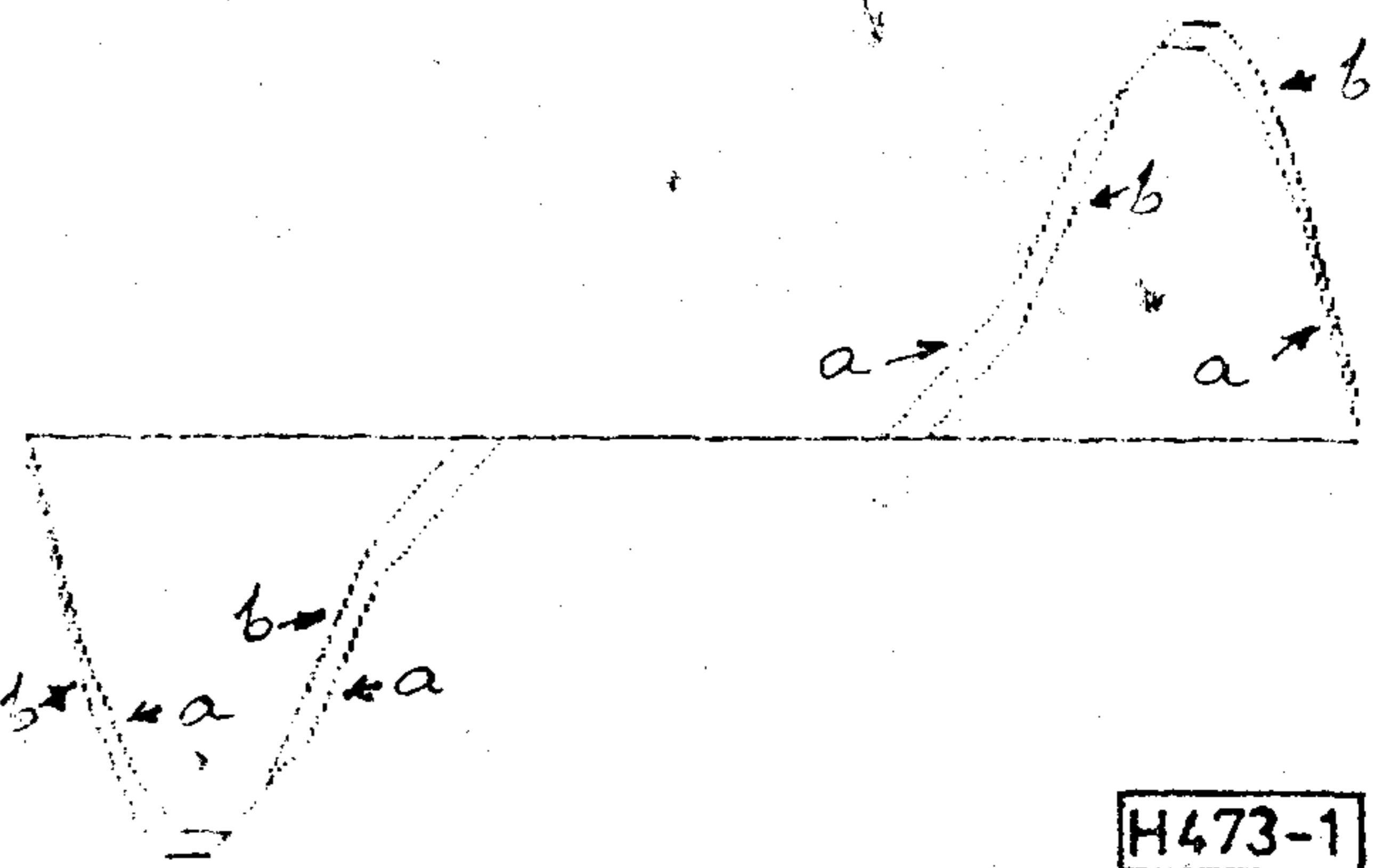
a) jelenik meg olyan fontos esetekben, mint — periodikus sorozatok diszkrét konvolúció/dekonvolúció számítása, támaszkodva a DFT-re vonatkozó konvolúció-tételre (ld. [7]), vagy — sávkorlátozott periodikus jelből mintavételezéssel nyert jel (Dirac-impulzus sorozat) és annak periodikus és diszkrét spektruma közötti kapcsolat leírása.

A következő (II.) pontban részletesebben bemutatunk egy, b)-nek megfelelő modellt.

Vegyünk  $\bar{x}_0$  elemeit egy folytonosidejű,  $NT$  szerint periodikus  $x$  jel főperiódusának a  $0, T, 2T, \dots, (N-1)T$  időpontokhoz tartozó, valós és ( $N$  nagyságának köszönhetően, teljességükkel „kellően”) jellemző helyettesítési értékeiből. (A megengedett véges szakadási helyeken a „közepes értékkel” helyettesítünk.) Nem követeljük meg  $x$ -tól, hogy sávkorlátozott legyen. Ezzel együtt nyitva hagyjuk még azt, hogy a helyettesítési értékek között milyen interpolációt kapjunk. (A helyettesítési értékekhez most nem rendelünk Dirac-impulzus sorozatot, mint a mintavett jel leírása esetében.) A fentiek szerint nyert és értelmezett  $\bar{x}_0$ -hoz DFT-vel egy  $N$ -elemű, nem periodikusnak tekintett  $\bar{A}$ -t rendelünk. Megmutatjuk, hogy ez az  $\bar{A}$  és az (1/b) formula egy véges trigonometrikus sorrend a kiinduló  $x$  függvényünkhöz, amit „DFT-spektrum”-nak nevezünk.

Használjuk fel (6)-ot (1)-ben, s az exponenciális párokat írjuk fel trigonometrikus alakban:

$$x_k = \frac{1}{NT} \times$$



1. ábra. DFT spektrum (a) és csonkított Fourier-sor (b) időfüggvénye ( $N=8$ )

$$\begin{aligned} & \times \left[ A_0 + A_{\frac{N}{2}} (-1)^k + \sum_{r=1}^{\frac{N}{2}-1} A_r W^{kr} + A_r^* W^{-kr} \right] = \\ & = \frac{1}{NT} \left\{ A_0 + A_{\frac{N}{2}} \cos \frac{2\pi}{NT} t + \sum_{r=1}^{\frac{N}{2}-1} 2 |A_r| \left[ \cos \left( r \frac{2\pi}{NT} t + \text{arc} A_r \right) \right]_{t=kT} \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

Az átalakításhoz kihasználtuk, hogy

$$\cos \frac{2\pi}{N} \frac{N}{2} k = \cos \pi k = (-1)^k. \quad (8)$$

(7)-ben a második egyenlőség jobboldala fejezi ki (explicit alakban)  $x$  DFT-spektrumát, melynek  $t = kT$  ( $k = 0, 1, \dots, N-1$ ) helyettesítési értékei előállítják  $\bar{x}_0$  elemeit, s interpoláló formulát ad a „köztes” értékekre.

A DFT-spektrum  $1/NT$  frekvenciaközönként a  $0 \leq f \leq 1/2T$  sávon egy véges (max.  $N/2$  tagú) trigonometrikus sor tagjait, s velük a fizikailag is realizálható spektrumot írja le. Ez az  $x$  periodikus jel  $kT$  pillanatokhoz tartozó helyettesítési értékeit pontosan előállítja.  $k$  értékkészlete (a  $\dots, \bar{x}_1, \bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots$  sorozatban) a valós egész számok halmaza.

A Fourier-sorról tudjuk (ld. [8]), hogy az átlagos négyzetes eltérés minimalizálása tekintetében a legjobb konvergencia tulajdonságú trigonometrikus sor. Viszont a csonkított Fourier-sortól nem várható, hogy pontosan előállítsa mindazokat a helyettesítési értékeket, mint a DFT-spektrum — tekintet nélkül  $x$  sávkorlátozottságára.

Ha az  $x$  jel eleve korlátozva van az  $f < 1/2T$  fizikai sávra (ami a trigonometrikus összetevők exponenciális párokra bontása esetén azt jelenti, hogy  $-1/2T < f < 1/2T$ ,  $(f_{\max} - f_{\min}) < 1/T$ , akkor: — a DFT-spektrum átmegy a Fourier-sorba és — annak konvolúciója a mintavételező Dirac-impulzus sorozat spektrumával (az exponenciális felbontásokat feltételezve) előállítja a periodikus és mintavett jel periodikus és diszkrét spektrumát. (Ekkor tekinthetjük úgy, hogy az  $\bar{x}_0$ -ból DFT-vel nyert  $\bar{A} = \bar{A}_0$  a  $\dots, \bar{A}_{-1}, \bar{A}_0, \bar{A}_1, \dots$  periodikus sorozatból.)



A sávkorlátozott impulzusjelek detektálásának a módjától és feltételeitől függ, hogy a csonkított Fourier-sor vagy a DFT-spektrum vezet-e a megbízhatóbb detektáláshoz. A DFT bemutatott tulajdonságai segíthetnek a jeldetektálás javítását célzó spektrum-manipulációkkal kapcsolatos (számítógépes) jelszimulálási kísérletekben. A kísérlethez természetesen meg kell konstruálni a jel elfogadható periodikus modelljét.

Illusztrációként: Modellezzük a  $P(0)=P(1)=0,5$ ;  $P(0 \rightarrow 0)=P(0 \rightarrow 1)=P(1 \rightarrow 1)=P(1 \rightarrow 0)=0,25$  statisztikai tulajdonságokkal rendelkező PCM-AMI kódú vonali jelet a periodikusan ismétlődőnek tekintett  $-1, 0, 0, +1$  sorozattal (amit az Olvasó joggal tarthat túlzottan leegyszerűsítettnek). Az  $N=8$  mintás DFT-spektrumot és a (felülről) a bitfrekvenciára csonkított Fourier egybevetve kiolvashatók és ellenőrizhetők az „emelt koszinusz”-hoz hasonló karakterisztikával végrehajtott spektrum-manipuláció jelimpulzus kiszélesítő hatása (mint előny) és a szünetimpulzusok időszakaira jutó nagyobb lengések (mint hátrány).

(A példával kapcsolatos adatok részletesebb ismertetése)

Ha a  $T$  a bit-idő, akkor  $1/T$  a bitfrekvencia, s az addig terjedő spektrumösszetevők azzal normált értéke:

$$fT=0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.$$

DFT-spektrummal való átfogásához  $N_{\min}=8$ .

A következő táblázatban megadjuk (3 értékes jegyre csonkítva) a felsorolt spektrumösszetevők amplitúdóit

- 8 mintás DFT-spektrumra (0;  $-1$ ;  $-0,5$ ;  $0(3x)$ ;  $0,5$ ;  $1$  mintákkal),
- 64 mintás DFT-spektrumra (0;  $-1(15x)$ ;  $-0,5$ ;  $0(31x)$ ;  $0,5$ ;  $1(15x)$  mintákkal) és
- a Fourier-sorra.

(Folytatás a 455. oldalról.)

szocialista importból származik. Azzal számolnak, hogy a nagy keresletet 1990-ig tudják teljesen kielégíteni. Ami a csehszlovák tévégyártást illeti, az idén a Tesla cég megkezdte a teletextvételre alkalmas készülékek próbagyártását. (A csehszlovák teletext-szolgálat 1991-ben indul be.) Folytnak egy mikroszámítógép vezérlésű, dekóderes, sztereótelevíziós készülék gyártásának előkészületei is, a termelést várhatóan 1991 után kezdik meg.

(MTI — Világgazdaság, 1988. március 16.)

A hazai 100 legnagyobb iparvállalat és szövetkezet listájában több híradástechnikai cég is szerepel (a sorrendet a bruttó termelési érték szerint állapították meg)

Sorrend 1986	(1985)	Vállalat neve	Rubel elszámol. árbevétel szerinti sorrend	Konvertibilis	Lét-szám
14	(14)	Videoton	5	21	10
24	(24)	Tungsrám Rt	17	5	8
32	(31)	Magyar Kábelm.	78	48	79
41	(67)	BHG Híradástechn. V.	19	106	23

rel. frekv. fT:	DFT-spektrum		Fourier-sor:
	N=8:	N=64:	
0	0	0	0
0,25	0,602	0,636	0,636
0,5	0,500	0,634	0,636
0,75	0,102	0,210	0,212
1	0	0	0

Megállapítható, hogy esetünkben a 8 mintás DFT-spektrum a Fourier-sorból előállítható a következő súlyozó karakterisztikával:

$$0,95 \frac{1 + \cos.(fT - 0,25)}{2}$$

$$(0,25 \leq fT \leq 0,75),$$

(kb. 3% max. eltéréssel).

Végül az ábrán feltüntettük a 8 mintás DFT-spektrumhoz tartozó („a” görbe) és a bitfrekvenciától felfelé csonkított Fourier-sorhoz tartozó („b” görbe) időfüggvényeket. Utóbbit 0,84-gyel súlyozva, a két jel kb. azonos teljesítményének a beállítására (1. ábra).

#### IRODALOM

- [1] Davis, Ph. I.—Hersh, R.: A matematika élménye (Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1984).
- [2] Bendat, J. S.—Piersol, A. G.: Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis (John Wiley & Sons, New York, etc., 1980).
- [3] Hamming, R. W.: Digital Filters (Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey, 2nd ed. 1983).
- [4] Brigham, E. O.: The Fast Fourier Transform (Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey, 2nd ed. 1974).
- [5] Cebe L.: A diszkrét és a gyors Fourier-transzformáció (BHG-ORION-TERTA Műszaki Közlemények, 1981. 4. sz.).
- [6] Dr. Lovass-Nagy Viktor: Matrikszámítás (Tankönyvkiadó, Bp., 1986).
- [7] Kerpán I.: A diszkrét konvolúció alkalmazásáról (Híradástechnika, 1988. 2. sz.)
- [8] Bermant, A. F.: Matematika Analízis II. rész (Tankönyvkiadó, Bp., 1951).

55	(80)	Orion	90	159	63
71	(81)	Mikroelektronikai V.	41	175	64
74	(82)	Telefongyár	27	120	60
87	—	Budapesti Rádió-technika Gyári	24	—	71

(Heti Világgazdaság)

\*

Az EGK FAST (Forecasting and Assesment in Science and Technology) kutatási programjának „Communication” alprogramja foglalkozik a Nyugat-Európát átfogó egységes tömegkommunikációs politika megfogalmazásával, az új távközlési eszközök megjelenésének várható gazdasági és társadalmi hatásainak felmérésével.

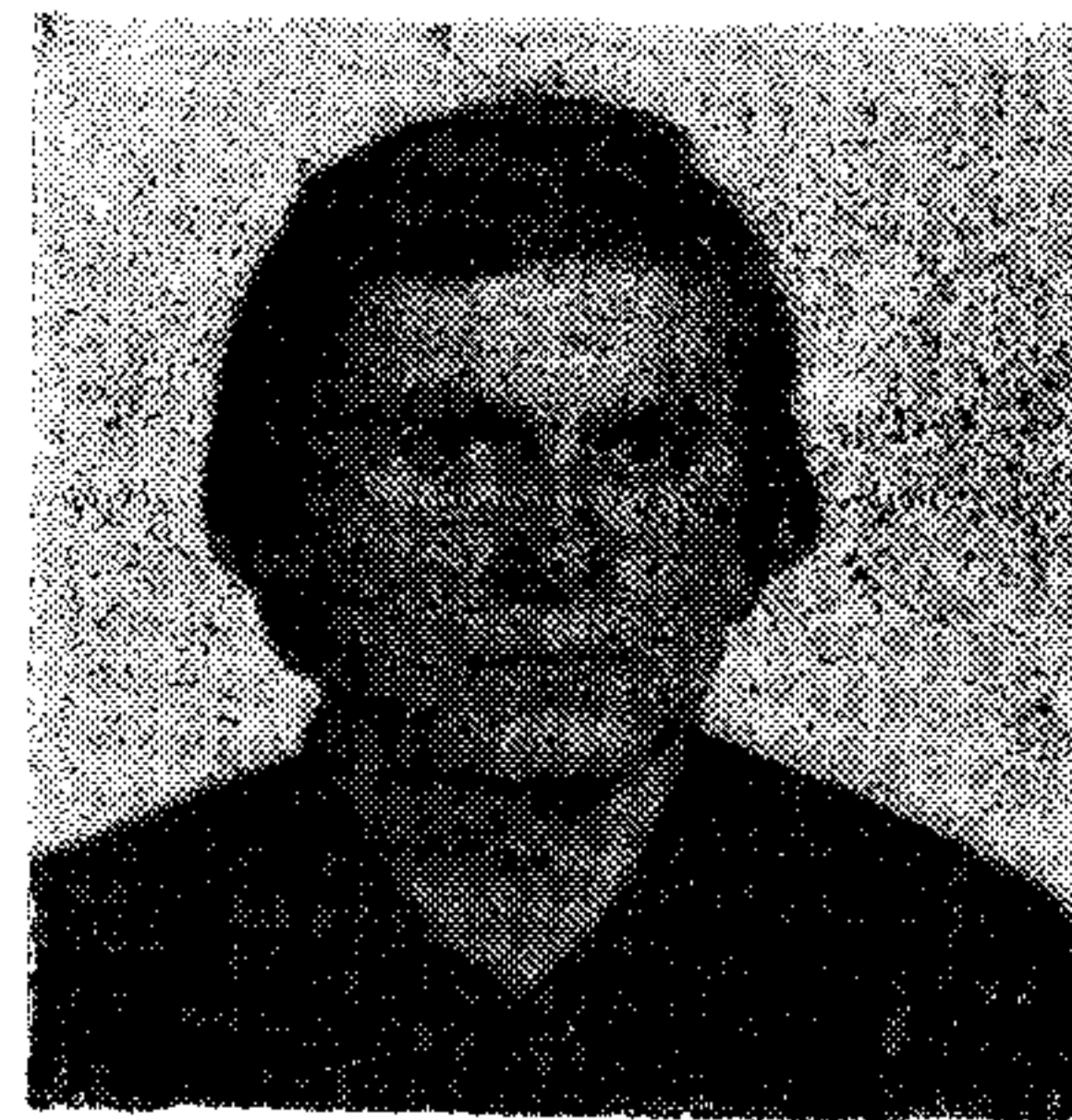
Ennek keretében — egy a tömegkommunikációs területén tevékenykedő szakértők körében végzett nagyszabású felmérés alapján — az ismert 1985-ös adatokból kiindulva — prognózis készült arra vonatkozóan, hogy miként alakul az EGK nyolc fejlett tagállamában a lakosság telekommunikációs infrastruktúrával való ellátottsága 10, illetőleg 20 év távlatában.

(Folytatás a 468. oldalon.)



# „VIDEOTON“ frekvenciaszintézeres hangolási rendszer Hi-Fi rádió vevőkészülékekben

LAKATOS ERNŐ  
LÓRODI ATTILA  
Videoton



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk első része a mikroprocesszor alapú vezérlőegység általános felépítésével a periféria elemek szerepével, működésükkel és a vezérlő rendszernek az analóg áramköri egységekhez történő illesztésével foglalkozik. Ezután tárgyalja a rendszer által nyújtott szolgáltatásokat, azok előnyeit és a tervezett készülékváltozatokat, majd az értékelemzéses tervezés néhány mai ellentmondását ismerteti.

## 1. A mikroprocesszor alapú vezérlőegység általános felépítése

1.1. Az  $\mu P$  alapú vezérlőegység általános blokkvázlatát az 1. ábra mutatja. A vezérlőegység fő áramköri egységét egy 8 bites, egy chipes mikrokomputer alkotja az alábbi jellemző paraméterekkel:

- 8 bit CPU, ROM, RAM I/O egy 28 kiv. DIL tokban
- 4 kbyte ROM tartalom
- 128 byte RAM tartalom
- Alap órajel 4 MHz

A 4 kbyte belső ROM, amely a vezérlő mikroprogramot tartalmazza, maszk programozott.

1.2. A külső kezelőegység a  $\mu P$  vezérlő bemeneteire csatlakozik. Ezekben a vezérlőbemeneteken keresztül lehet az alábbi vezérlő parancsokat továbbítani:

- kézi hangolás lefelé, felfelé
- automatikus hangolás, keresés
- sáv váltás
- programmemória írás
- programmemória előhívás, váltás
- átkapcsolás óra beállításra
- óra beállítás

1.3. A többi interface egységhez (RAM, PLL, CLOCK, CALENDAR, BAND SWITCH) soros adat- és óra vezetékekkel csatlakozik a  $\mu P$ . Az I<sup>2</sup>C BUS-on csatlakozó egységek nem igényelnek hardware úton történő engedélyezést (külön engedélyező vezeték), mivel az engedélyezés software úton történik. Adatközlés esetén az adat első byteja tartalmazza azt az azonosító kódot, amely a periféria elemet azonosítja és engedélyezi számára az adatforgalom lebonyolítását. A csak C BUS-on csatlakozó egységek engedélyezése hardware úton történik.

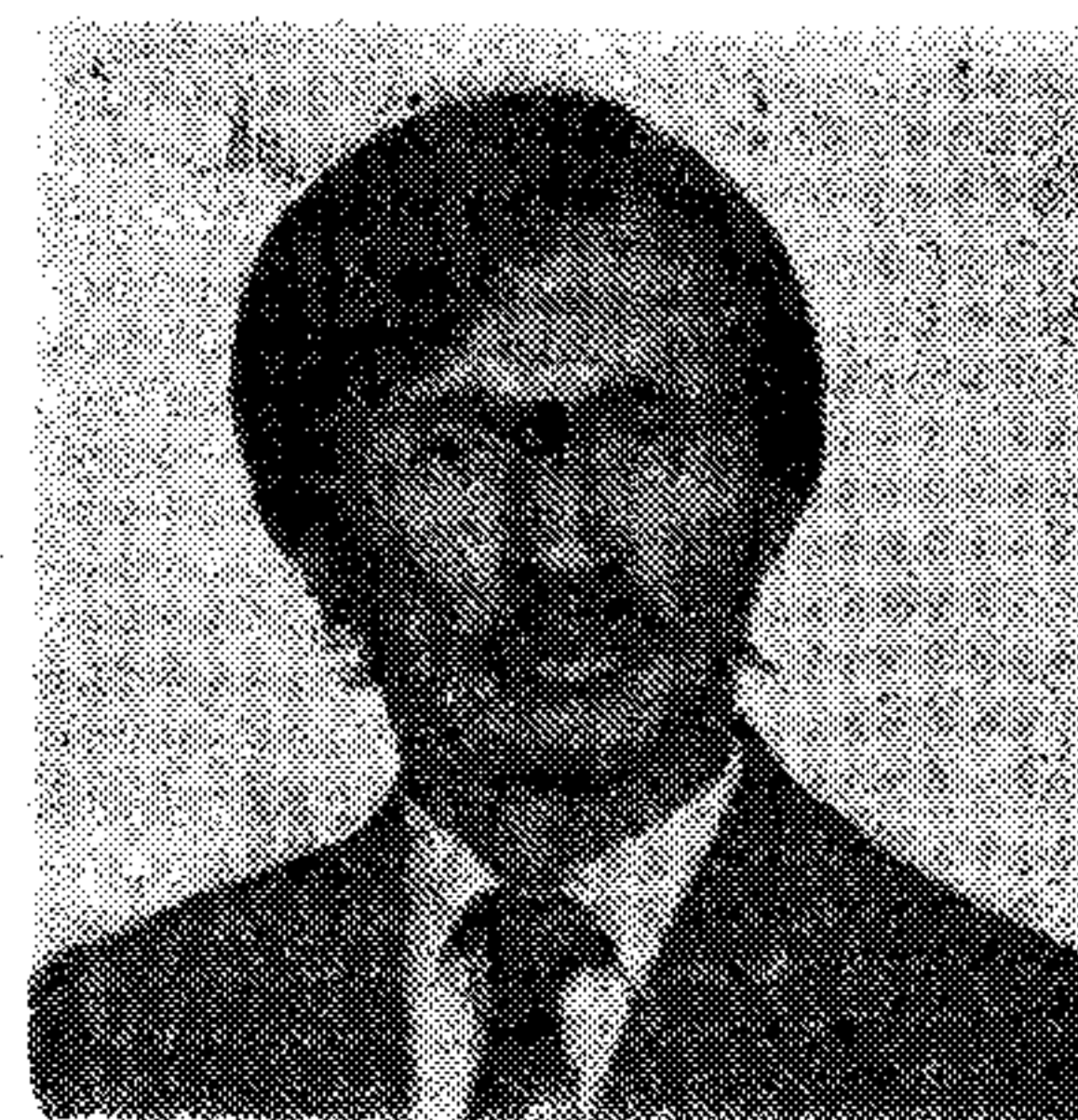
## LAKATOS ERNŐ

1979-ben végezte el a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola vezeték nélküli távközlési szakát. Pályáját a VIDEOTON Televízió Gyár Rádiófejlesztési Osztályán kezdte, mint gyártmányfejlesztő. Első munkája során részt vett az RT 6303 és RA 6363-S típusú készülékek fejlesztésében.

## LÓRODI ATTILA

A Puskás Tivadar Távközlési Technikum után végezte el a KGM Felsőfokú Ipari Szaktechnikus-képző Tanfolyamát, melyvel üzemmérnöki képesítést nyert. 1961 óta dolgozik a VIDEOTON-nál, 1963 óta gyártmányfejlesztőként. Munkája során kapcsolódik minden Hi-Fi elektronikai témakörhöz, az első sztereórádiók, zeneszekerények fejlesztésétől, kvadrafon

ben. Ezt követően kapcsolódott be az RT 7300-S sztereó tuner fejlesztési munkáiba, majd a „0” széria és a sorozatgyártás, indítás feladataival foglalkozott, mint témafelelős. Nevéhez fűződik az új varikap hangolási AM-vevő modul-család kifejlesztése. Jelenleg a „Slim-line” receiver fejlesztési munkáiban vesz részt.



és szubjektív akusztikai kísérleteken keresztül a digitális hangtechnikáig.

## 2. A periféria elemek szerepe, működésük

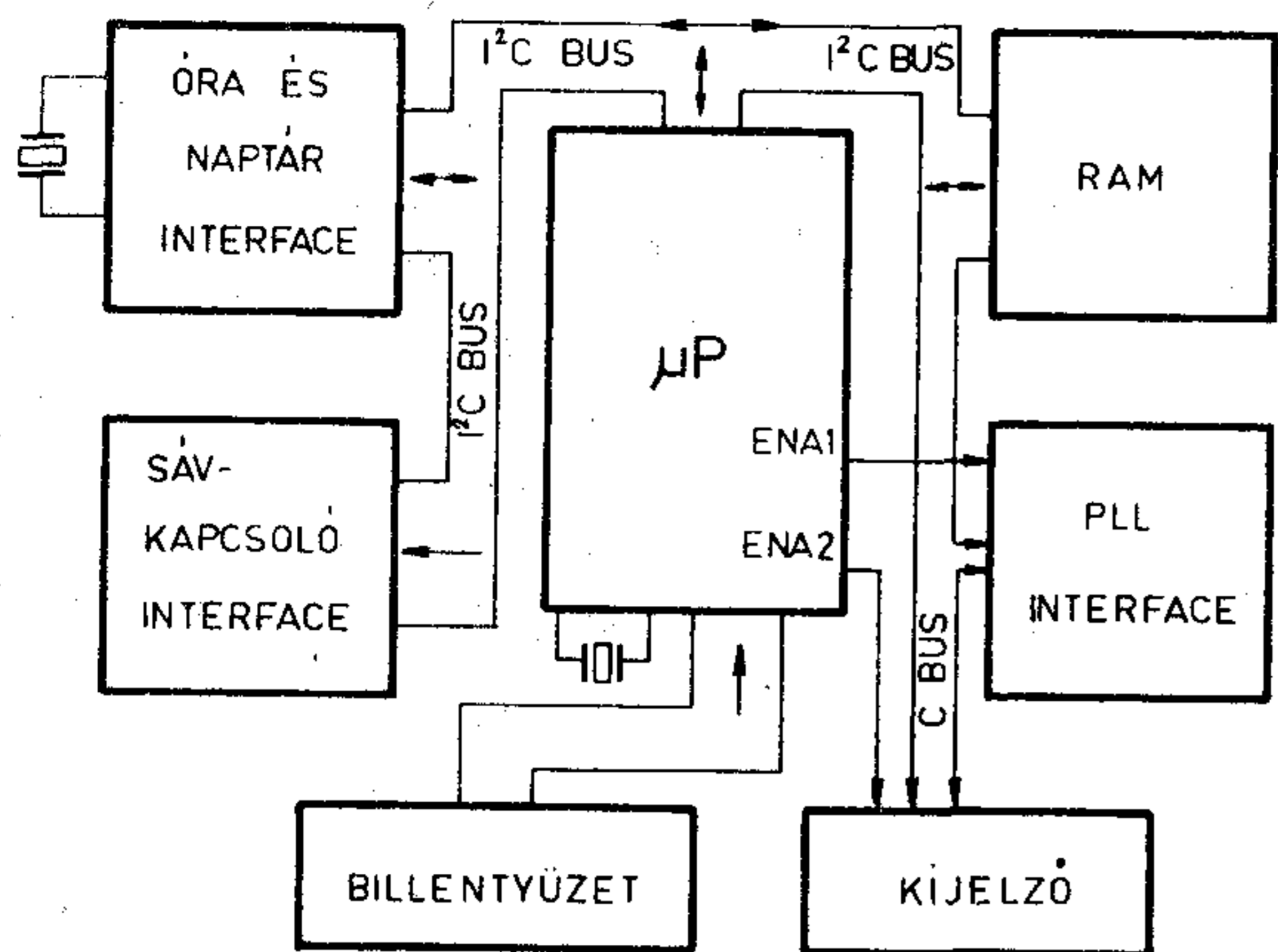
2.1. A PLL INTERFACE (Egy chipes IC DIL tokban). Az AM-FM tuner helyi oszcillátorai VCO-ként működve a PLL INTERFACE-szel fáziszárt-hurkot alkotnak (2. ábra). A PLL INTERFACE C-BUS-on csatlakozik a  $\mu P$ -hez, és az alábbi fő funkcionális egységeket tartalmazza:

- AM, FM oszcillátor kapcsoló
- FM oszcillátor 10-es előosztó
- Fázisdetektor
- Programozható erősítésű aktív aluláteresztő szűrő
- Programozható osztó
- Referencia osztó
- C-BUS illesztő egység

A raszterfrekvencia értéke FM sávban 10 kHz, AM sávokban 1 kHz. A hurok szűrő erősítését (a VCO meredekség, valamint a fázisdetektor karakterisztikájától függően) a software úton lehet beállítani. A hangolófeszültség értéke 1 V-tól 12,5 V-ig terjedhet. A VCO-k jel/zaj viszonya nagyobb mint 80 dB.

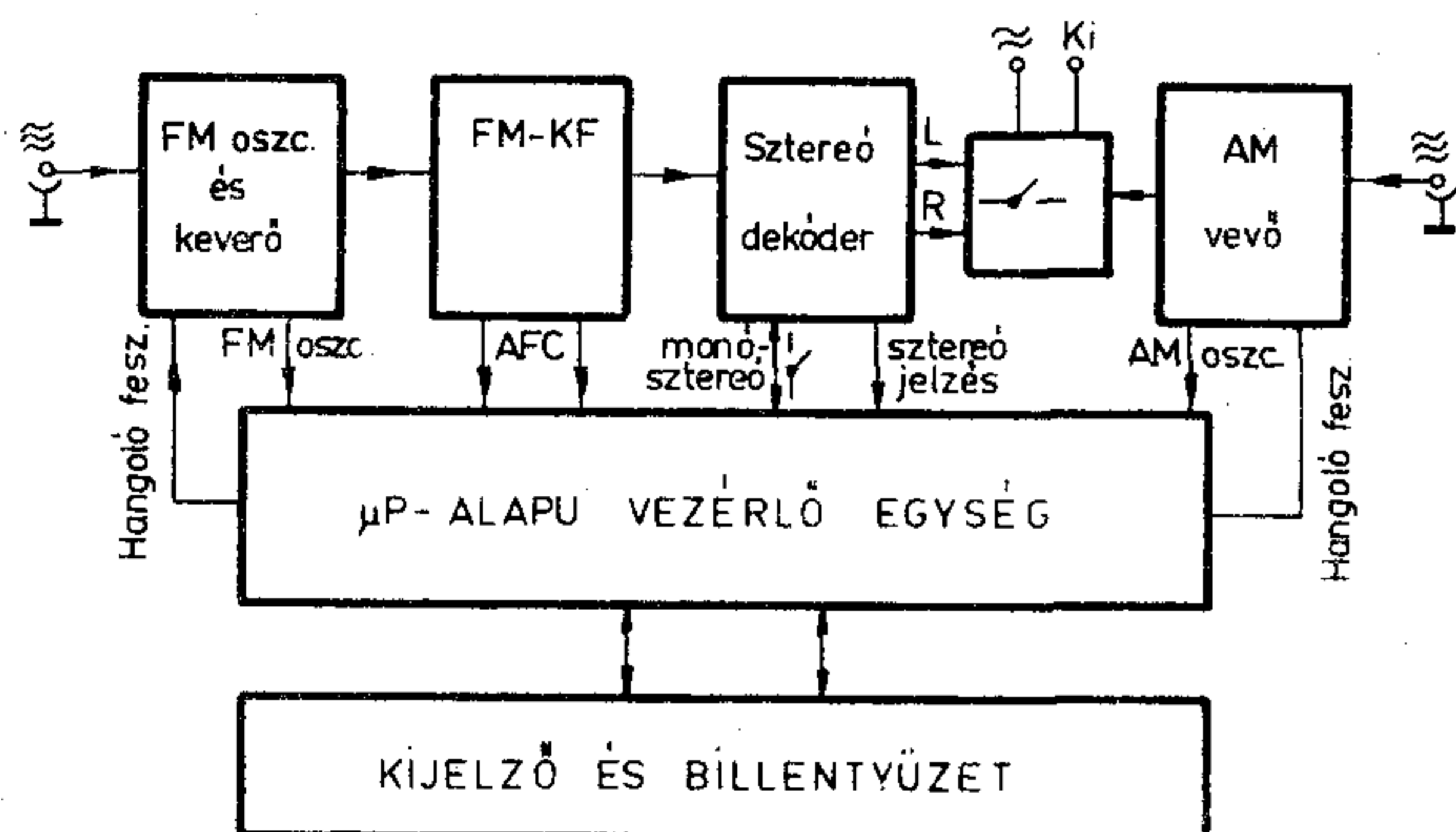
Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)





H474-1

1. ábra.  $\mu$ P alapú vezérlőrendszer



H474-2

2. ábra. Frekvencia szintézeres AM-FM tuner

**2.2. Sávkapcsoló (BAND SWITCH) INTERFACE.** A  $\mu$ P-hez I<sup>2</sup>C BUS-on keresztül csatlakozik. Soros adat és óra bemeneti fokozat fogadja az I<sup>2</sup>C BUS-t. Dekódolja a soros adatokat és LATCH kimeneti fokozatokat. A sávkapcsoló kimenetek kapcsolják az analóg AM, FM vevők működését.

### 2.3. 128 byte-os STATIKUS RAM

A  $\mu$ P-hez I<sup>2</sup>C-BUS-on keresztül csatlakozik. RAM terület bővítést valósít meg a  $\mu$ P számára. STANDBY (telepes) üzemmódban a hálózati kikapcsolás után is megtartja tartalmát.

### 2.2. CLOCK-CALENDAR INTERFACE

Az interface egység tartalmaz egy címezhető idő számlálót és egy címezhető ALARM regisztert, mindkettő perc, óra, nap, és hónap értékekkel STANDBY üzemben is képes működni.

Külső 32,768 kHz kvarc-kristály segítségével állítja elő az alap-órajelet. Be- és kikapcsolási idők beállításával képes timer funkciókat is elvégezni.

## 3. A vezérlőegység illesztése az analóg áramköri egységekhez

**3.1. A PLL INTERFACE és a VCO-k illesztésénél** gondolni kell a VCO-k buffereléséről, az alacsony kimenő impedanciáról ( $R_{OUT} = 100 \text{ Ohm}$ ).

**3.2. Az automatikus keresés (SEARCH) üzemmód esetén** biztosítani kell a  $\mu$ P számára egy úgynevezett STOP jelet. Ezt célszerűen az FM demodulátor úgynevezett „S” görbe jeléből lehet létrehozni két komparátor áramkörrel. A két komparátor együtt egy úgynevezett ablakkomparátort alkot, amely „ablak” középpontja éppen a vételi frekvencia (KF jel) vivőfrekvenciája. A  $\mu$ P egy harmadik bemenete számára az antennajel térerő függvényében egy logikai áramkör szolgáltat vezérlőjelet. Ezáltal egy adófrekvencián keresés üzemmódban csak akkor áll meg a készülék, ha generálódik „S” görbe és van megfelelő nagyságú antennajel.

### 3.3. Automatikus némítás

A rádióvevő hangkimenetén a funkcióváltásoknál, kapcsolásoknál fellépő tranziensek miatt biztosítani kell a némítást. Az automatikus hangkimeneti némítást az alábbi esetekben végzi egy logikai áramkör:

- automatikus hangolás alatt a keresés befejezéséig
- sáv váltás és programváltás alatt
- tárolási folyamat alatt a tárolás befejezéséig vagy feloldásáig
- a készülék bekapcsolásától kezdve 1 másodpercig

### 3.4. Középfrekvencia-offset beállítása

A vevőkészülékek KF-szűrőinek szórása miatt szükséges, hogy a kijelzett (vételi) frekvencia értéke állítható legyen a KF szűrők szórásának függvényében. Erre a célra szolgál a  $\mu$ P öt vezérlőbemenete. A megfelelő két bemenet összekötése biztosítja a kívánt KF offset érték beállítását.

### 3.5. Zavar sugárzás

A készülék tápfeszültség ellátásánál, földvezeték rendszerének kialakításánál fontos tényező a vezérlőegység okozta zavarójelek minimális értékre történő szorítása. Ezt csak gondos az egész készülék rendszertechnikáját átfogó fejlesztési munkával lehet elérni.

## 4. A rendszer által nyújtott szolgáltatások és azok előnyei

**4.1. PLL áramkör alkalmazásának előnyei a vevőkészülék hangolására:**

- a) Frekvencia stabilitás (az alkalmazott kvarc alaposzcillátor stabilitásától függ)
- b) Hangolási pontosság. FM sávokban 10 kHz-es rászter frekvencia, AM sávokban 1 kHz-es rászterfrekvencia.
- c) A vételi frekvenciák elektronikus beállítása a PLL programozható osztójának állításával. (Mechanikus hangoló elemek elhagyása<sub>1</sub>)

**4.2. A vételi frekvenciák elektronikus tárolása** a program memóriában. Sávfüggő és sávfüggetlen, programozási lehetőség.

**4.3. Automatikus állomáskeresés megvalósítása.** — A rendszer rádióvevőtől kapott digitalizált jeleket feldolgozva képes az egyes sávokban a



sávot pásztázva a rádióvevőt automatikusan az adó frekvenciára hangolni.

4.4. Belső áramkör megvalósítása. Timer funkció:  
— Pontos idő beállítása  
— Be- és kikapcsolási idő beállítása

4.5. Pontos vételi frekvencia és sáv kijelzés 4 1/2 digiten, valamint programszám kijelzés 1 digiten.

## 5. A tervezett készülék-változatok

5.1. A VIDEOTON frekvenciaszintézeres hangolási rendszeréhez kifejlesztett software rendkívül sokoldalú. Lehetővé teszi mindazon szolgáltatások megvalósítását, melyek az igényes Hi-Fi házistúdiók, hordozható készülékek és autórádiók területén ma szükségesek. A változatok egyszerű áramkörü módosításokkal kialakíthatók oly módon, hogy az adott változathoz tartozó működtető kódot betápláljuk-e vagy sem a mikroprocesszorba, hardware szinten. A sokoldalúságra jellemző, hogy maximális kiépítésben megvalósítható olyan vezérlés, ahol pl. öt vételi frekvenciasávot alakíthatunk ki, olyan programozás amelyik  $5 \times 10$  sáv-tól függő vételi frekvenciát tárol, vagy autórádió esetében a közlekedési információs rendszerben megvalósított hat körzet azonosítására alkalmas. A szolgáltatások kialakítása természetesen függ a tervezett vagy tervezendő készülék kategóriájától, jellegétől, realizálható áráról, a várható piaci helyzettől. Mivel ezt a hangolási rendszert két konkrétan megvalósított termékünkben alkalmaztuk, a következőkben e két készülék szolgáltatásait is ismertetjük. A szolgáltatások különbözősége jól mutatja a rendszer előbb említett sokoldalúságát.

### 5.2. Csúcskategóriájú, Hi-Fi sztereó tuner

5.2.1. Frekvenciasávok FM 1 (OIRT) 65,78—73,02 MHz  
FM 2 (FCC) 87,48—108,2 MHz  
AM Köz. hull. 0,519—1,621 MHz

5.2.2. Programozás: Sávfüggetlen, kilenc programozási lehetőség. Mindegyik programgombhoz hozzárendelhető vagylagosan a három sáv valamelyik frekvenciája. A program lehívásakor a sáv-váltó gombot nem kell működtetnünk.

Pl. 1. program: FM 1, 69 MHz  
2. program: FM 2, 88 MHz  
3. program: AM, 540 kHz stb.

5.2.3. Állomáskeresés: Kézi hangolással lassan: (előre, hátra) Sebesség: 10 frekv. lépés/sec. Kézi hangolás gyorsan: Sebesség: 50 frekv. lépés/sec. Automatikusan (Search) Sebesség: 50 frekv. lépés/sec

Ez utóbbi esetben az előre meghatározott szintű térerőnél jobb vételi frekvenciához érve, azt túlhaladva ellenkező irányú finomhangolást végez 10 frekv. lépés/sec. sebességgel. A kiválasztott (Pl. FM 1) sávot végighangolva, ha nem talál

értékelhető adót, a keresés automatikusan elindul a sáv másik (alsó vagy felső) végéről.

5.2.4. Óra üzemmód (Time): 24 órás üzemmód, 4 digit (óra/perc) (A Hi-Fi készülék blokkvázlatát a 2. sz. ábrán mutatjuk be)

5.3. Csúcskategóriájú, magnetofonos autórádió, közlekedési információs rendszerű dekóderrel (ARI)

5.3.1. Frekvenciasávok: FM1 (OIRT) 65,78—73,02 MHz  
FM2 (FCC) 87,48—108,2 MHz  
AM, K. hull. 0,519—1,621 MHz  
AM, R. hull. 5,940—6,210 MHz

5.3.2. Programozás: Sávfüggő, hat programozási lehetőség. Mindegyik programgombhoz hozzárendelhető bármelyik sáv egy-egy frekvenciája. A program lehívásakor annak a sávnak az adóállomása szólal meg, amelyiket a sáv-váltóval kijelölünk.

Pl. Program 1. FM 1, 69 MHz vagy  
FM 2, 88 MHz vagy  
AM 540 kHz vagy  
AM 6 MHz.

Program 2. ugyanúgy

5.3.3. Állomáskeresés és óra üzemmód: Azonos a Hi-Fi tunerával

5.3.4. FM-ARI üzemmód, közlekedési információk sugárzására kijelölt (kódolt) adók vételére.

5.3.5. FM-ARI körzetválasztási (A, B, C, D, E, F) lehetőség.

## 6. „Közgazdasági gondolatok,„

Fejlődésünk jelenlegi, intenzív szakaszában elkerülhetetlen szükségszerűség, hogy a népgazdasági terv globális, keretszámain belül vállalatunk önállóan fogalmazza meg értékesítési-árbevételi tervét, gyártási programját, beruházásait, gyártás és gyártmányfejlesztését.

Magyarországon a közszükségleti elektronikai áruválaszték meglehetősen gazdag, üzleteinkben a legnevesebb gyártók termékei is megtalálhatók, megközelítőleg valós, piaci versenyhelyzet van kialakulóban.

A cikkben ismertetett, két megvalósított készülék akár analóg, akár digitális áramkörü elemkészletét vizsgálva azt láthatjuk, hogy a műszaki-gazdasági optimumot kizárólag néhány élenjáró japán és nyugat-európai cég integrált áramköreivel tudtuk megvalósítani. Ezen anyagok devizafedezetét természetesen exportképes termékkel kell megteremteni és ez nem kevés nehézséggel jár.

## IRODALOM

- [1] Radio, audio and associated systems. PHILIPS Data Handbook IC 01N.
- [2] Integrated circuits. I<sup>2</sup>C-bus compatible ICs. PHILIPS Data Handbook IC 12.
- [3] Microprocessors, microcomputers and peripheral circuitry. PHILIPS Data Handbook IC 11.



# Nagysebességű digitális átviteltechnikai rendszerek fejlesztése a KGST-EDÁR együttműködésben

MEGYESI CSABA  
Távközlési Kutató Intézet

GUDRA TIBOR  
Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben ismertetésre kerülnek az EDÁR (Egységes Digitális Átviteli Rendszer) program általános célkitűzései. Áttekintjük az MNK vezetése mellett kifejlesztett PCM 480×2 koax kábeles vonalszakasz telepítését. Részletes bemutatásra kerül a szolgálati és telemechanikai (távhiba behatárolási) rendszer felépítése.

Az európai KGST országok 1981-ben írták alá az EDÁR (Egységes Digitális Átviteli Rendszer) egyezményt, amely aztán a KGST Komplex Programjának is része lett.

Az egyezmény célkitűzései a következők voltak:

- egyeztetett jellemzők kialakítása
- berendezések kifejlesztése a gyártók közös finanszírozásában
- gyártásmegosztás kialakításának előkészítése

A munka során először a digitális átviteltechnika teljes hierarchiájára nemzetközileg egyeztetett specifikációt hoztak létre. Az így létrejött követelmények a Szovjet Posta szempontjainak megfelelően a magasabbrendű multiplex berendezések esetében pozitív-negatív sebességkiegyenlítést, továbbá az általában szokásosnál bővebb szolgáltatású szolgálati és telemechanikai rendszert tartalmaznak.

A magyar részvételt e program egy 2×34 Mbit/s sebességű koaxiális kábeles vonalszakasz berendezéseinek fejlesztése jelenti. A fejlesztés a Telefongyár megrendelésére a TKI vezetése mellett folyik, több alvállalkozó bevonásával. A vonali távhibabehatároló rendszer a KKVMF-ben került kialakításra. A fejlesztés alatt álló vonal szokásos telepítésében (négycsöves koax kábelben) 1920 beszédcsatort hordoz.

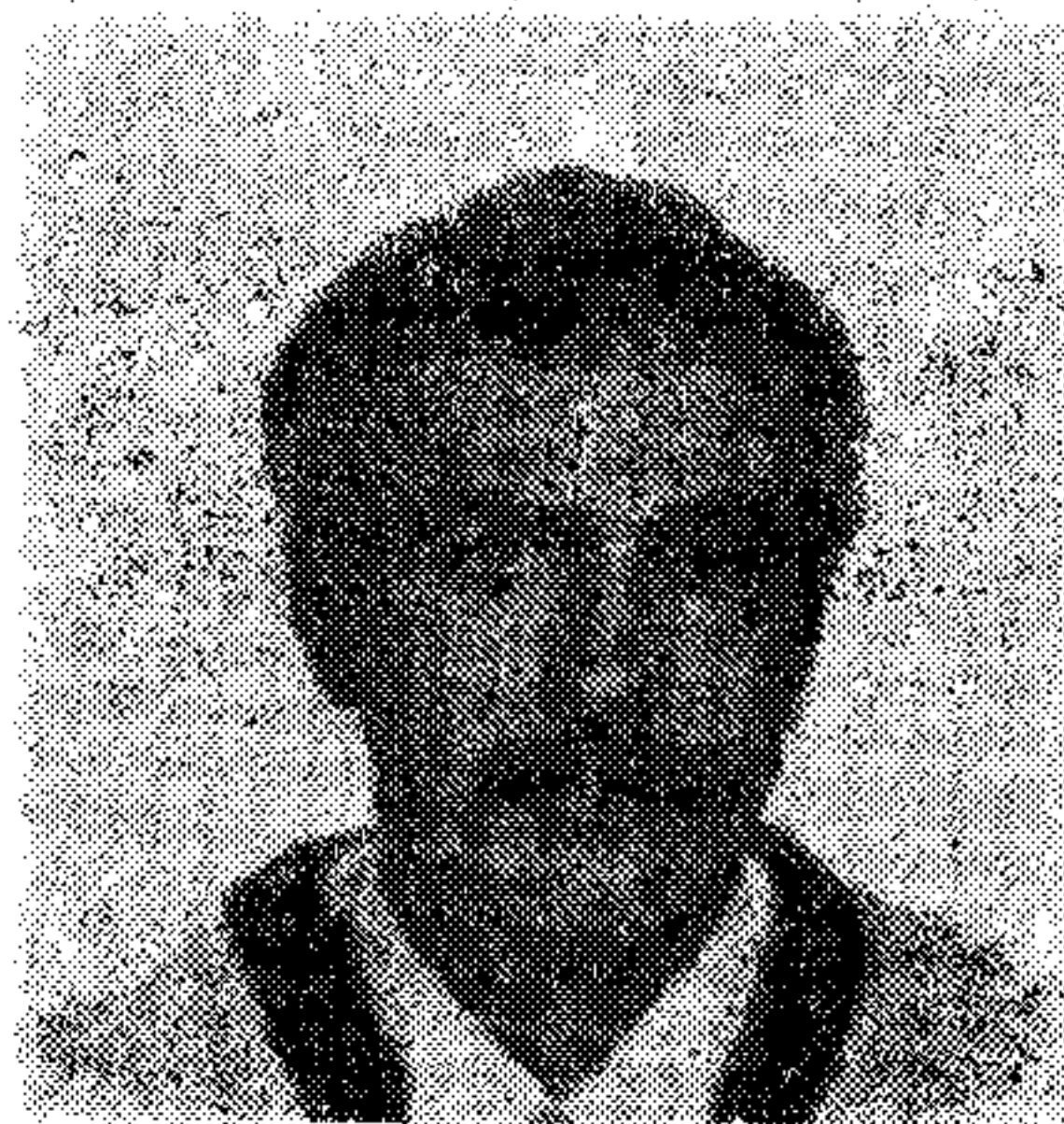
Néhány jellemző távolsági adata:

- max. kiépítési hossz 2600 km
- felügyeletes állomások max. távolsága 200 km
- felügyeletlen állomások távolsága 3 km

A vonalszakasz az alábbi főbb részeket tartalmazza:

- aszinkron digitális multiplex berendezés két független 34 Mbit/s nyaláb összefogására
- vonali kódoló-dekódoló
- regenerátorok
- távtáplálók
- szakasz szolgálati rendszer a felügyeleti szakaszon belüli kommunikációra
- állomásközi szolgálati rendszer a felügyeletes állomások közti kommunikációra

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



**MEGYESI CSABA**  
1963-ban végzett a Kandó Technikumban, majd 1968-ban a BME Híradástechnikai Szakon szerzett diplomát. Utána a Távközlési Kutató Intézetbe került, ahol elő-

ször FDM berendezések megbízhatósági kérdéseivel, majd primer PCM vonalszakasz berendezés tervezésével foglalkozott. Jelenleg a digitális és optikai hírközlés területén dolgozik.

**GUDRA TIBOR**

1966-ban végzett a BME Villamosmérnöki Karán. 1966-tól a KKVMF oktatója. Első éveiben a mérés- és hírközléstechnika, hírközléstechnika tantárgyak oktatásába kapcsolódott be. 1975-ben megszerezte a BME-n az Átviteltechnika szakmérnöki oklevelet. Azóta és jelenleg az átviteltechnika, digitális átviteltechni-



ka és adatátvitel témában tart előadásokat.

— felügyeletlen ismétlő állomások távhibabehatároló rendszere

Egy ilyen méretű és kapacitású átviteli rendszer számára alapvető fontosságú a részletes információkat nyújtó távhibabehatárolás biztosítása. Az általunk tervezett rendszer az alábbi szolgáltatásokat nyújtja:

- hibaarány vizsgálat regenerátoronként folytonos letapogatással vagy manuálisan címezve,
- felügyeletlen ismétlőállomások konténereinek állapot jelzése (vízbetörés, fedélnyitás, gáznnyomás csökkenés)

A felügyeleti szakasz hossza megegyezik a távtáplálási szakasz hosszával, azaz max. 200 km. A távhibabehatárolás három fő részre tagozódik:

- a felügyeletes állomáson elhelyezkedő THB betétre
- a konténerekben elhelyezkedő LFL egységekre
- a koax kábel melletti szimmetrikus vezetékekre.

A felügyeletes állomáson elhelyezkedő THB betét feladata a max. 200 km-es vonalszakasz telemechanikai információinak összegyűjtése és a szükséges jelzések továbbítása a nagysebességű csatornák felé.

A THB betét a szimmetrikus érpárokon kialakított 128 kbit/s duplex vonalakon tartja a kapcsolatot az LFL egységekkel.

A vonalszakasz információk begyűjtésének menete a következő:



a THB betét mikroprocesszora vezérli a címző-lekérdező jelek előállítását. Az éppen lekérdezésre kerülő konténer ( $Y=1 \dots 70$ -ig lehetséges)  $Y$  sorszámának, valamint az egy konténerben elhelyezkedő négy darab nagysebességű regenerátor ( $X=1 \dots 3$ -ig)  $X$  sorszámának megfelelő címző jelet küld ki a vonalra. A címző vonalon állandó „1” értékű AMI jelet küld a THB betét, a 128 kbit/s-os regenerátorok órajelének fenntartására. A címző információt e pulzussorozatba iktatott „0” információk képviselik. A megcímzett ( $Y_i; X_f$ ) LFL egység bekapcsoló jelet küld a nagysebességű regenerátor hibadetektora felé, mely kb. 1 sec alatt biztos értéket ad arról, hogy a hibaarány megfelelő, közepes, vagy rossz. Ez alatt a többi teleinformációt is begyűjti az LFL egység, melynek adó mechanikai része továbbítja azt blokk formájában a THB betét felé. A 128 kbit/s-os információs vonalon az ellentétes felügyeletes állomásról csupa „1” tartalmú AMI jel kerül továbbításra. Az LFL egység adó része a blokk információit AMI pulzuspárok kiiktatásával állítja elő. Egy bit információt a vonalon négy darab AMI impulzus képvisel: az első kettő megléte „1” információt, hiánya „0” információt jelent, míg a második impulzuspár mindig fennálló, kitöltő impulzus az információs vonal nagy impulzussűrűségének biztosításához. A blokk elején ún. START információ helyezkedik el (6 db impulzus hiánya).

A THB betét a mikroprocesszor segítségével feldolgozza a kapott információt, azonosítja a címzett LFL visszaküldött saját címét és a telemechanikai jelzéseket, a hibaarány minőségét tárolja. A tárolás egy lekérdezési ciklus ideig tart, majd felülíródik.

A tervezés és megvalósítás során a legtöbb gondot a 128 kbit/s-os adatsatorna kialakítása okoz-

ta. Az adatsatornát XR277 kompatibilis bolgár gyártmányú regenerátor IC-vel valósítottuk meg. Ez az IC eredetileg primer PCM vonalszakaszhoz lett kialakítva, ennek környezetében lévő analóg kiegyenlítő és ALBO (automatic line build out) áramköröit, valamint rezgőkörét kellett az ajánlott áramköri topológiát fenntartva megváltoztatni.

A kísérleti példányokon tesztelt regenerátorok működésekor a legérzékenyebb résznek a külső rezgőkör bizonyult. Ennek fő oka az volt, hogy az ideális mintavételezési időpontot beállító külső kapacitást növelni nem tudjuk: az IC-ben lévő CMOS típusú elemek nagyobb kapacitást nem tudnak kellő árammal tölteni. Ezért a mintavételezési időpontot a rezgőkör elhangolásával lehet beállítani, így azonban a hibátlan működés főleg a rezgőkör frekvenciapontosságától függ, mely az időben és a hőmérséklet függvényében többé-kevésbé változik.

A 100 km-es vonalpróba igazolta a telemechanikai rendszer megfelelő kialakítását, de gyenge pontjának az említett 128 kbit/s-os regenerátorok bizonyultak. Újabb kísérleteket végzünk a regenerátor IC mintavételezési időpontjának beállítására a passzív kapacitás helyett aktív áramköröket alkalmazva. A regenerálás tökéletesítésével nagy megbízhatóságú telemechanikai rendszert kapunk, mely a THB mikroprocesszora vezérlésével további funkciókat is elláthat pl. a kábelszakadás helyének behatárolását. Ezt a THB az egyes LFC-ek lekérdezésével és válaszával éri el.

Úgy érezzük, hogy a KKVMF-ben kifejlesztett telemechanikai rendszer méltóképpen képviseli a Főiskolát ilyen nagyszabású terv kialakításában

**21 GYEL ÖN IS NYER!**

**MECMAN 21 ÉVES SVÉD-MAGYAR KOOPERÁCIÓ**

**FINOMSZERELVÉNYGYÁR EGER**



# A CAD/CAM aktuális ipari és oktatási kérdéseiről

SCHNÜRMACHER TAMÁS

Telefongyár

DR. TEMESVÁRI ZSOLT

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola

## ÖSSZEFOGLALÁS

A korszerű ipari gyártás alapfeltétele a számítógéppel támogatott technológiák bevezetése. Ezek egyik elrendezését képezik a CAD/CAM rendszerek. A korszerűsítési folyamat évekkel ezelőtt kezdődött és alakul napjainkban is. Ezen folyamat elemeit, mozzanatait, műszaki lehetőségeit taglalja a cikk ipari tapasztalatok alapján.

A korszerű gyártás- és mérés technológia oktatásának a felsőfokú oktatási intézményekben szervesen kapcsolódnia kell az ipar igényeihez. Az ezzel kapcsolatos kérdésekre is kitérnek a szerzők.

A számítástechnika rohamos fejlődésével olyan eszközök birtokába jutottunk, melyek lehetőséget biztosítanak magas műszaki színvonalú termékeknek a korábbinál lényegesen hatékonyabb előállítására. A világszerte egyre inkább elterjedő CAD/CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing) rendszerek — mint ez elnevezésük is mutatja — különösen a gyártmány és gyártásfejlesztő mérnökök, technológusok munkáját támogatják. Alkalmazásuk ugyanakkor a teljes termelési folyamat átstrukturálódását is igénylik, ill. a számítógéppel támogatott technológiák bevezetése különösen előtérbe helyezi a döntések gazdaságossági szempontok szerinti előkészítését.

Miről is van szó? Az információs társadalomban a termelés legmagasabb integráltsági foka a számítógéppel integrált gyártás. Ez a fogalom azt a folyamatot fedi, amikor a tervezés, gyártás és termelésirányítás ugyanazon az információs rendszeren belül zajlik le. Az integrációnak ezt a fokát a számítógép vezérelte tervező, gyártó és ellenőrző rendszerek, számítógép hálózatok és szabványosított protokollok megszületése és elterjedése hozta magával.

A ma uralkodó nézetek szerint az integrált vállalati termelési rendszerek megvalósítását a CIM (Computer Integrated Manufacturing) teszi lehetővé. Ennek megvalósítása nagykapacitású hálózatba foglalt számítógépek, grafikus adatfeldolgozás, modellezés, digitális működés szimuláció, klf. diagnosztizáló rendszerek, valamint különféle mesterséges intelligenciák alkalmazását igényli. A fentiek közül a CIM egyik alrendszerét képező CAD/CAM tekinthető a legfontosabb és prioritást élvező láncszemnek a bevezetés szempontjából, nem tagadva a többi rendszer elem (pl. CAQC, CAT, CAPP stb.) fontosságát. A rendszer bevezetése során, a leglényegesebb folyamatok elemek, melyek a hagyományos módszertől alapvetően eltérnek a következők:

Beérkezett: 1988. VI. 6. (H)



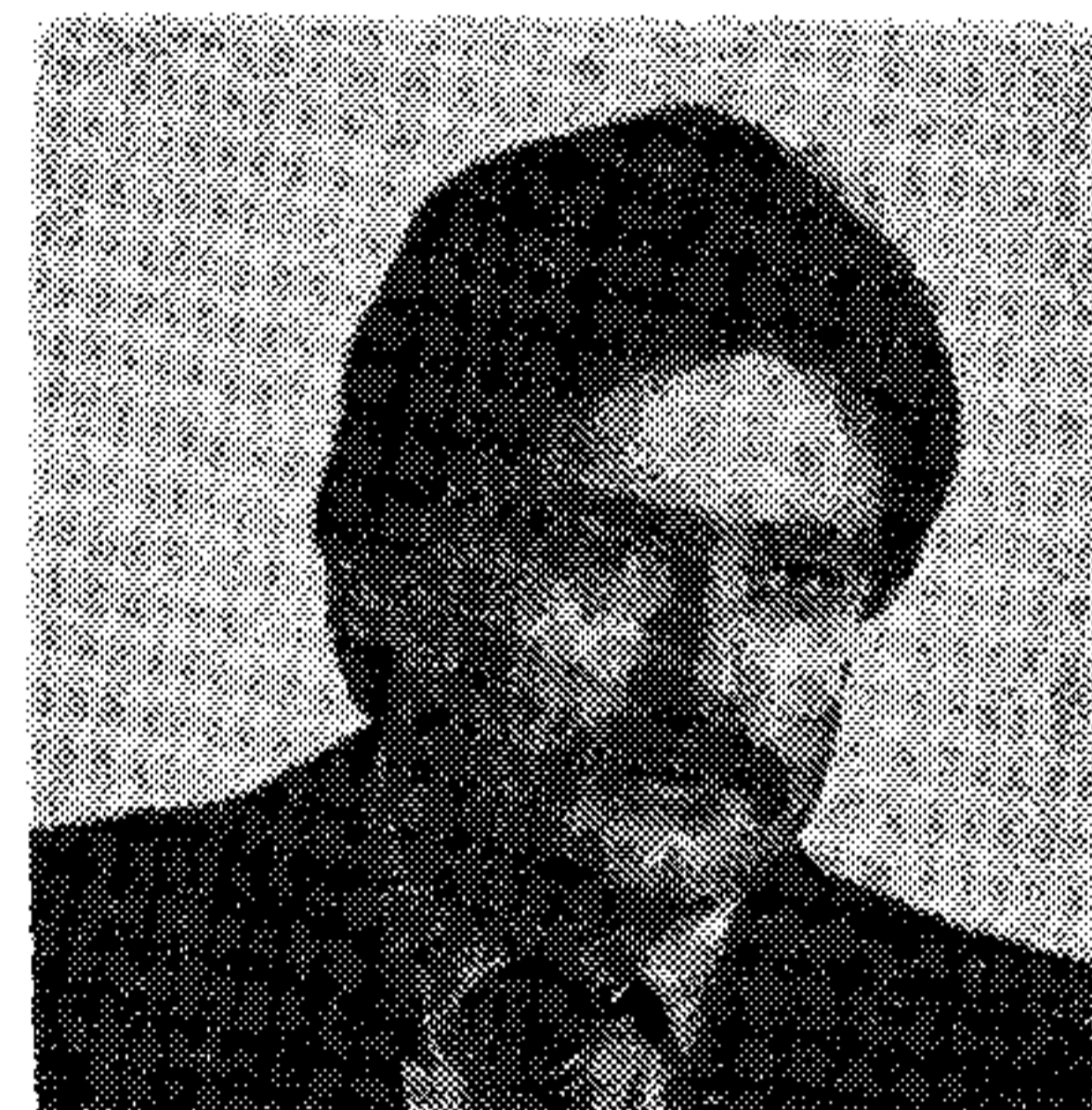
SCHNÜRMACHER TAMÁS

Tanulmányait a BME villamosmérnöki karán végezte 1956-ban. A munkahelye azóta a Telefongyár. Kezdetben mint elektromos technológus, majd csoportvezető, 1970-től 1974-ig a műszerfejlesztési osztály vezetője. 1974-től főtechnológus,

1986 óta a vállalat technológiai főmérnöke. Jelenlegi feladatköre: a technológiai folyamatok korszerűsítése — alkatrészgyártás és mérésautomatizálás —, technológiafejlesztés és az új gyártmánybevezetés irányítása. 1987 óta a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola címzetes docense.

DR. TEMESVÁRI ZSOLT

1969-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karán műszer és szabályozástechnika szakon. 1971 óta a KKVMF oktatója, jelenleg docensi beosztásban. Fő oktatási és kutatási területe a híradásipari mérések és vizsgálati technológiák. 1984-ben egyetemi doktori címet szerzett.



— A rendszer tervezés eszközeként belép a szimulációs módszer. Itt egy magas szintű nem procedurális hardver leíró nyelven (a legelterjedtebb az USA DoD által támogatott VHSIC Hardware Description Language-VHDL) adják meg a rendszer kívánt tulajdonságait. A globális rendszer leírás a szimulátor bemenete. A szimulációval addig pontosítják a specifikációt míg a megkívánt követelmény elő nem áll. Ennek birtokában indulhat az alrendszer tervezés. Ez az ún. lépésenkénti finomítás (stepwise refinement). A finomítás addig folytatódik amíg a globális hardver specifikáció átalakul a rendszer áramköri leírásává.

— Az áramköri lap előállításának kiinduló pontja a logikai tervezés. Ez az a pont, ahol az ember által tervezett kapcsolások belépnek a számítógépbe. A kapcsolat rendszere megadható szövegesen (összeköttetési listák) és egy grafikus programmal, a számítógéppel ez feldolgozható. A kapcsolási rendszer megadása után rendelkezésre áll a kártya tervezési adatbázisa. A logikai terv ellenőrzésére klf. ellenőrző szoftverek állnak rendelkezésre, melyek a kapcsolat elektromos helyességét ellenőrzik. A tervezési adatbázis segítségével a kapcsolási rajz előállítható, de ugyanígy az alkatrészlisták is.



- Az a. k.-i lapoknak az ellenőrzésére (megfelel-e a specifikációnak) viselkedés szimulációs, időzítés ellenőrzés, hibaszimulációs módszereket alkalmaznak.
- Az ezt követő folyamatokban a layout tervezése történik meg. A közelmúltban jelentek meg a harmadik generációs huzalozó programok. Azon a felismerésen alapulnak, hogy az áramkör vagy egy jel jellege meghatározhatja a huzalozási stratégiát. Így külön szabályok érvényesek a föld és tápfeszültség bekötésekre, a memóriák elhelyezésére és egyéb kapcsolatokra. A magas bekötési arányt a COSTED-MAZE (súlyozott labirintus) és a RIF-UP and REROUTE (szakítsd fel és kösd be újra) algoritmusok kombinálásával érték el.
- A mechanikai elemek, termékek, szerszámok tervezésénél a legfontosabb feladat a megfelelő teljesítményű geometriai-grafikai rajzmodellező rendszerek használatba vétele, testmodellező rendszerek fejlesztése, a véges elemek módszerének alkalmazása.

A fentiekben önkényesen kiemelt folyamatok, korántsem adnak teljes képet a felépíthető rendszerekről, de jelzik a feladatok megoldásának új megközelítési módszereit.

A világszerte egyre jobban elterjedő CAD/CAM rendszerek hazai alkalmazása kibontakozóban van. Ebben jelentős szerepet töltenek be a különféle pályázati úton elérhető OMFB-támogatások, valamint a tárcaközi programok. A kezdet — ipari alkalmazás tekintetében — a 70-es évekre nyúlik vissza. Ebben az időben jelennek meg az első számítógéppel támogatott berendezések, tesztelő automaták, megmunkáló sorok, önálló NC gépek, a technológiai folyamatok egy-egy kritikus pontján.

A fejlődés következő fázisa az elszigetelt egységek hálózatba (LAN) foglalása volt, lehetőséget adva olyan termelő bázisok kialakítására, melyek egy nagyobb folyamatra (pl. a. k.-i lap tervezésgyártás) is kiterjedhettek.

A mai értelemben vett CAD rendszerek csak a nemrégiben bekövetkezett jelentős hardver és szoftver fejlődés eredményeként jelentek meg. Az áttörést e területen, lényegében a 32 bites számítógép megjelenése okozta. Ezzel egyidejűleg viszonylag könnyen elérhetővé váltak a grafikus terminálok is, melyek a gyors visszacsatolás lehetőségével a tervező munka hatékonyságát fokozták. Igen jelentős, hogy az egyes részfunkciókat megvalósító programok, átalakultak menüvezérelt rendszerekké.

A CAD/CAM alkalmazása a környezetére polarizációs hatással van. Kialakul a potenciális ellenzők és támogatók tábora. Helyes állásfoglalás azonban az, hogy a termékekkel szemben támasztott minőségi — megbízhatósági — korszerűsítési igények csak ezen az úton biztosíthatók.

A CAD/CAM bevezetése rendszerint nagymértékű szervezeti, műszaki, pénzügyi feladatok megoldását követeli meg. Sokoldalú, felelősségteljes, módszeres elemző és tervező tevékenységgel meg-

alapozott döntés szükséges a bevezetés döntése előtt. Többségében kimondható, hogy a többlépcsős megoldás a célravezető. A döntés előtt meg kell fogalmazni az elérendő célt, valamint a várható eredményt.

A választás lehetősége két nagy kategóriából történhet.

1. Központi kulcsrakész rendszerek
2. Elosztott saját szervezésű rendszerek

Központi kulcsrakész rendszerek: jellemzője a centralizált erőforrás. Hardver megoldás felső kategóriájú mini sz. gép terminálhálózattal, vagy nagy számítógép.

A szoftver ellátás többfelhasználós, többfeladatos operációs rendszerrel, hierarchikus felépítéssel, hozzáférés korlátozással.

Elosztott, saját szervezésű rendszerek: jellemzője az elosztott erőforrás, melyet a felhasználók üzemeltetnek. A hardver megfelelő mennyiségű személyi számítógép hálózatba kapcsolva, olcsó perifériákkal. A szoftver ellátás közismert, szabványos operációs rendszerrel (pl. MS-DOS) a tervezői környezet az igényeknek megfelelően megválasztható, moduláris felépítésű.

A CAD/CAM rendszer megbízható üzemeltetésének egyik kulcskérdése a műszakilag jól képzett karbantartás és gyors hibaelhárítás megszervezése. Könnyen belátható, hogy egy hosszabb üzemkiesés milyen súlyos gondokat okozhat a termelés folyamatában. Különösen nagy figyelmet kell ezért fordítani a karbantartó személyzet kiválasztására és képzésére.

A megindult hazai alkalmazásban vállalatunk jelentős eredményeket értek el (pl. VIDEOTON, EMG, Telefongyár, BHG, ORION). A rendszerek kialakítása során így nagy mennyiségű ismeretanyag halmozódott fel, melynek közkinccsé tétele közös érdek. Hasznos lenne ezért a MATE vagy HTE keretében a CAD/CAM klubot létrehozni, a tapasztalatokat kicserélni, megvitatni.

A CAD/CAM ipari igényeihez és kialakult gyakorlatához kell igazodni a felsőfokú képzésnek is. Az utóbbi években kialakult az a minimális eszközkészlet — elsősorban számítástechnikai berendezések — amelyekkel a CAD/CAM, érintőlegesen oktatható. Átfogó, teljes értékű, az üzemekben azonnal mobilizálható ismeretek átadása a hallgatóknak azonban sajnos a jelenleg rendelkezésre álló eszközökkel és anyagi lehetőségekkel lehetetlen. Legalábbis a KKVMF-on fennálló helyzet ezt igazolja. Ezen a súlyos problémán segíteni jelenleg csak az elméleti oktatással és a teljes rendszer egy-egy alrendszerének gyakorlati oktatásával lehet. Be kell azonban látni, hogy az ipar szakemberigényének kielégítésére, a korszerű ipari gyártás feltételeinek teljesítésére akkor van remény, ha a felsőoktatás a CAD/CAM, mint teljes rendszer oktatást meg tudja oldani.

Erre a közeljövőben csak külső segítséggel, az ipari vállalatok, OMFB, MATE, HTE közreműködésével látszik lehetőség.

#### IRODALOM

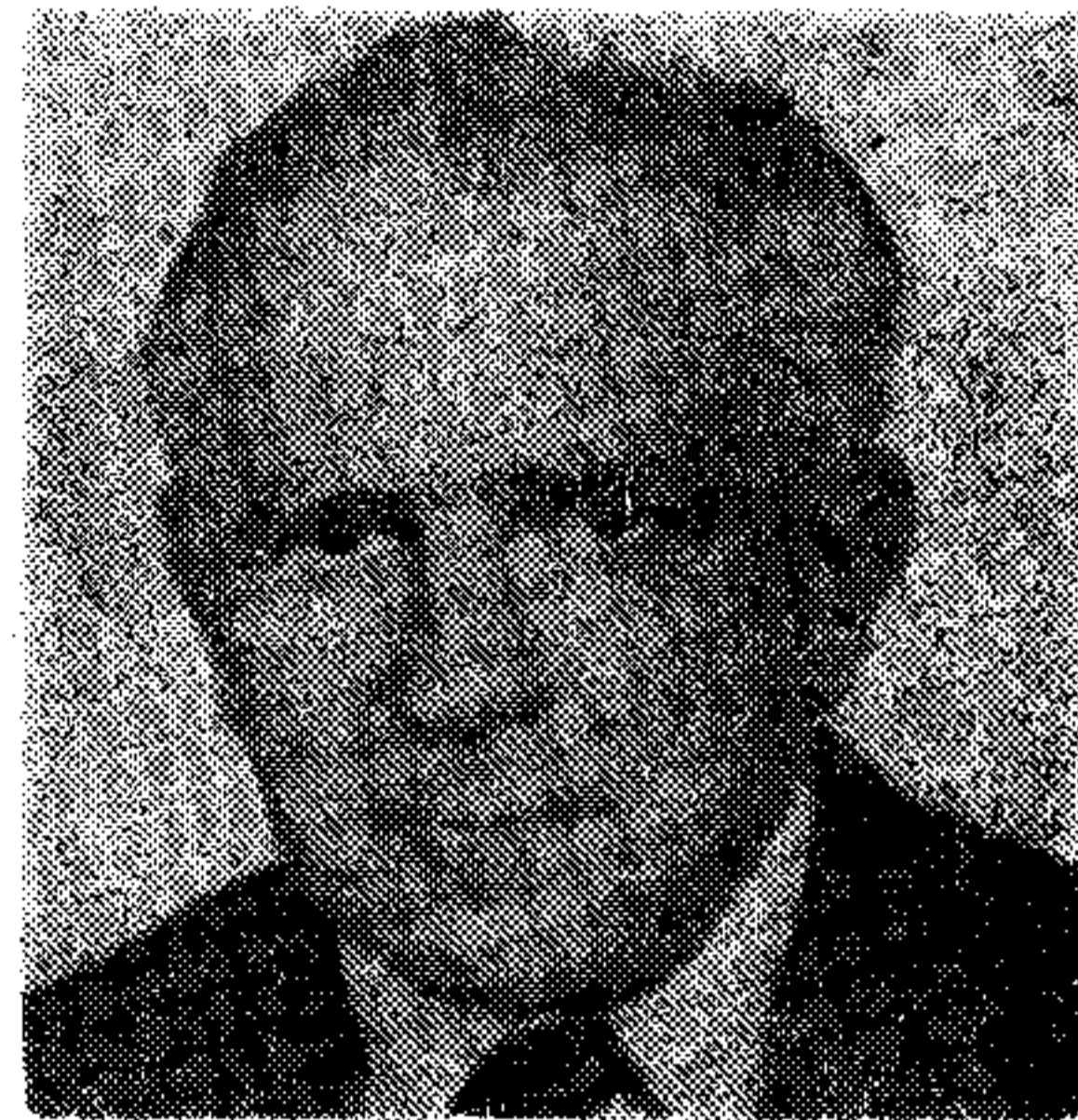
- [1] *Bercsey Tibor*: CAD/CAM rendszerek (sorozat) Számítástechnika.



# A TM és a TE módusú elektromágneses tér számításáról

DR. VÁGÓ ISTVÁN

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola



## ÖSSZEFOGLALÁS

Ismeretes, hogy elektromágneses térszámítási feladatok megoldását olyan  $\mathbf{A}$  mágneses és  $\mathbf{F}$  elektromos vektorpotenciálból szokás származtatni, amelyeknek kizárólag longitudinális komponense van. Ekkor az  $\mathbf{A}$ -ból származtatott tér TM, az  $\mathbf{F}$ -ből származtatott pedig TE módusú.

A cikk megmutatja, hogyan lehet mind a TM, mind a TE módusú teret akár az  $\mathbf{A}$  mágneses, akár az  $\mathbf{F}$  elektromos potenciálból származtatni. Ilyen az  $\mathbf{A}$ , ill.  $\mathbf{F}$  vektorpotenciál két skaláris mennyiséggel adható meg. A cikk megadja az olyan  $\mathbf{A}$  és  $\mathbf{F}$  vektorpotenciál kapcsolatát, amelyek ugyanazt az elektromágneses teret írják le.

## 1. Bevezetés

Ismeretes, hogy elektromágneses térszámítási feladatok megoldását olyan  $\mathbf{A}$  mágneses és  $\mathbf{F}$  elektromos vektorpotenciálból szokás származtatni, amelyeknek kizárólag longitudinális komponense van. Ekkor az  $\mathbf{A}$ -ból származtatott tér TM, az  $\mathbf{F}$ -ből származtatott pedig TE módusú.

A következőkben megmutatjuk, hogyan lehet mind a TM, mind a TE módusú teret akár az  $\mathbf{A}$  mágneses, akár az  $\mathbf{F}$  elektromos potenciálból származtatni. Számításainkban az  $\mathbf{A}$ , ill. az  $\mathbf{F}$  vektorpotenciál két skaláris mennyiséggel adható meg. Megadjuk az olyan  $\mathbf{A}$  és  $\mathbf{F}$  vektorpotenciál kapcsolatát, amelyek ugyanazt az elektromágneses teret írják le.

## Elektromágneses tér számítása mágneses és elektromos vektorpotenciálból

Az  $\mathbf{A}$  mágneses vektorpotenciált a

$$\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A} \quad (1)$$

összefüggéssel definiáljuk, ahol  $\mathbf{B}$  a mágneses indukció vektor. Kimutatható, hogy az  $\mathbf{A}$  vektorpotenciál eleget tesz a

$$\Delta \mathbf{A} - \mu\sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = 0 \quad (2)$$

hullámegyenletnek, ahol  $\mu$  a közeg permeabilitása,  $\epsilon$  a permittivitása,  $\sigma$  a fajlagos vezetése.

Az  $\mathbf{E}$  elektromos térerősség és az  $\mathbf{A}$  vektorpotenciál kapcsolatára a

$$\mu\sigma \mathbf{E} + \mu\epsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \text{rot rot } \mathbf{A} \quad (3)$$

egyenlet írható fel, amiből az előbbi hullámegyenlet felhasználásával

Beérkezett: 1988. VI. 10 (H)

DR. VÁGÓ ISTVÁN

1944-ben végezte el a Mechanikai és Elektromosipari Szakiskola Felsőtagozatát, 1950-ben a BME Villamosipari Karát. 1965-ben lett a műszaki tudomány kandidátusa, 1970-ben pedig a műszaki tudomány doktora. Dolgozott műszerész segédként, műszaki tisztviselőként, hadmérnök-ként és fejlesztő mérnök-ként. 1958-ban lett a BME Elméleti Villamoságtan Tanszéken adjunktus, 1963-ban docens, 1972-ben egyetemi tanár. 1967-től 1973-ig és 1975-től 1979-

ig a Villamosmérnöki Kar dékánhelyettese, 1979–85-ig dékánja, 1986-tól a KKVMF főigazgatója.

Tudományos munkaterülete az elektromágneses terek analitikus és numerikus számítása, távvezetékrendszerek elmélete, és a gráfelméletek villamos hálózatok számítására történő alkalmazása.

Számos publikációja mellett 5 könyvet ill. könyvrészletet írt. Ebből egy angol nyelven is megjelent (az Elsevier és az Akadémiai Kiadó kiadásában). Irányításával 7 kandidátusi disszertáció készült, amelyek megvédezésre kerültek.

$$\mu\sigma \mathbf{E} + \mu\epsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = - \left( \mu\sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \mu\epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} \right) + \text{grad div } \mathbf{A} \quad (4)$$

Árammentes térrészben

$$\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \frac{1}{\mu\epsilon} \text{rot rot } \mathbf{A} \quad (5)$$

Az elektromágneses tér levezethető a

$$\mathbf{D} = \text{rot } \mathbf{F} \quad (6)$$

összefüggéssel definiált  $\mathbf{F}$  elektromos vektorpotenciálból is, ahol  $\mathbf{D}$  az eltolási vektor.  $\mathbf{F}$  is eleget tesz a hullámegyenletnek:

$$\Delta \mathbf{F} - \mu\sigma \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial t} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{F}}{\partial t^2} = 0 \quad (7)$$

A  $\mathbf{H}$  mágneses térerősségre a

$$\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = - \frac{1}{\mu\epsilon} \text{rot rot } \mathbf{F} \quad (8)$$

összefüggés írható fel.

Ha a vektorpotenciálnak csak egy kitüntetett irányba — hullámterjedés esetén a hullám terjedési irányába — első komponense nem azonosan zérus, akkor a vektorpotenciál longitudinális irányú és

$$\mathbf{A} = A_t \mathbf{e}_t \quad (9)$$

ill.

$$\mathbf{F} = F_t \mathbf{e}_t \quad (10)$$

alakban írható, ahol  $\mathbf{e}_t$  a longitudinális irányú egységvektor. Az ilyen  $\mathbf{A}$ -ból származtatott térben a mágneses tér erre merőleges, azaz tranzverzális irányú, a megoldás TM módusú:



$$\mathbf{B}_{TM} = \text{rot}(A_l \mathbf{e}_l) = \text{grad } A_l \times \mathbf{e}_l \quad (11)$$

A (10) szerinti  $\mathbf{F}$ -ből számítható elektromos tér tranzverzális irányú. Ebből TE módusú megoldást kapunk:

$$\mathbf{D}_{TE} = \text{grad } F_l \times \mathbf{e}_l \quad (12)$$

A TM és a TE módusú tér szuperpozíciója az általános megoldás, vagyis az általános megoldás két skaláris mennyiségből:  $A_l$ -ből és  $F_l$ -ből származtatható.

A következőkben megvizsgáljuk, hogyan származtatható TE módusú megoldás az  $\mathbf{A}$ , TM módusú pedig az  $\mathbf{F}$  vektorpotenciálból. Ehhez felbontjuk az  $\mathbf{A}$  vektorpotenciált  $\mathbf{A}_\tau$  tranzverzális és  $A_l$  longitudinális részre.

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_\tau + A_l \mathbf{e}_l \quad (13)$$

(11) értelmében  $A_l$ -ből TM módusú megoldás származtatható.  $\mathbf{A}_\tau$ -t úgy választjuk, hogy abból TE módusú tér legyen számítható. Ez (4) alapján biztosan teljesül, ha

$$\text{div } \mathbf{A}_\tau = 0 \quad (14)$$

Ilyen választás nem jelenti a megoldás korlátozását, egymástól eltérő  $\text{div } \mathbf{A}_\tau$  választás mellett ugyanis (1) és (5) alapján ugyanaz a tér kapható meg. Így (4) értelmében

$$\mathbf{E}_{TE} + \frac{\varepsilon}{\sigma} \frac{\partial \mathbf{E}_{TE}}{\partial t} = -\frac{\partial \mathbf{A}_\tau}{\partial t} - \frac{\varepsilon}{\sigma} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_\tau}{\partial t^2}. \quad (15)$$

Minthogy időben változó mennyiségek közötti kapcsolatot vizsgálunk, az időben állandó rész zérus.  $\mathbf{A}_\tau$  tranzverzális irányú, így idő szerinti deriváltja is tranzverzális, vagyis a kapott tér TE módusú.

(14) alapján írható, hogy

$$\mathbf{A}_\tau = \text{rot } V \quad (16)$$

$\mathbf{A}_\tau$  tranzverzális irányú. Ez (16) szerint biztosan teljesül, ha  $V$  longitudinális irányú, vagyis

$$V = V \mathbf{e}_l \quad (17)$$

Ekkor ugyanis

$$\mathbf{A}_\tau = \text{rot}(V \mathbf{e}_l) = \text{grad } V \times \mathbf{e}_l \quad (18)$$

(17) nem jelenti az általánosság korlátozását, a (14)-nek eleget tevő és a koordináták szerint integrálható  $\mathbf{A}_\tau$ -ből (18) alapján  $V$  meghatározható.

(18) szerint a TE módusú tér a  $V$  skaláris mennyiségből számítható. A mágneses indukciót a

$$\mathbf{B}_{TE} = \text{rot rot}(V \mathbf{e}_l) = \text{rot}(\text{grad } V \times \mathbf{e}_l) \quad (19)$$

összefüggés adja meg.

Az eddigiek alapján a következőket mondhatjuk. Az  $\mathbf{A}$  vektorpotenciált — az általánosság korlátozása nélkül — két részre bonthatjuk:

$$\mathbf{A} = \text{grad } V \times \mathbf{e}_l + A_l \mathbf{e}_l \quad (20)$$

Az első tag divergenciája, a második tag rotációja nulla. A jobb oldal első tagjából TE, a második tagjából TM módusú tér számítható. Végeredményben a teljes tér két skaláris mennyiségből:  $V$ -ből és  $A_l$ -ből származtatható.

Az előbbiekhöz hasonlóan kimutatjuk, hogy  $\mathbf{F}$ -ből nemcsak TE, hanem TM módusú tér is származtatható. Ehhez  $\mathbf{F}$ -et a tranzverzális irányú  $\mathbf{F}_\tau$  és a longitudinális irányú  $F_l$  összegeként írjuk fel:

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_\tau + F_l \mathbf{e}_l \quad (21)$$

A TE módusú megoldás  $F_l$ -ből kapható meg.  $\mathbf{F}_\tau$ -ből TM módusú tér származtatható, ha

$$\text{div } \mathbf{F}_\tau = 0 \quad (22)$$

Ekkor

$$\mathbf{H}_{TM} = \frac{\sigma}{\mathbf{F}} \mathbf{F}_\tau + \frac{\partial \mathbf{F}_\tau}{\partial t} \quad (23)$$

(22) értelmében írható, hogy

$$\mathbf{F}_\tau = \text{rot } \mathbf{W} \quad (24)$$

ahol

$$\mathbf{W} = W \mathbf{e}_l \quad (25)$$

Így

$$\mathbf{F} = \text{grad } W \times \mathbf{e}_l + F_l \mathbf{e}_l \quad (26)$$

vagyis  $\mathbf{F}$ -et két skaláris mennyiséggel:  $W$ -vel és  $F_l$ -vel adhatjuk meg.  $W$ -ből TM,  $F_l$ -ből pedig TE módusú megoldás származtatható. (26)-ban a jobb oldali első tag divergenciája, a második tag rotációja nulla.

#### A két megoldás azonosságának feltételei

A következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen kapcsolatnak kell  $\mathbf{A}$  és  $\mathbf{F}$  között fennállnia, hogy mindegyikből ugyanaz az elektromágneses tér legyen származtatható.

A TE módusú megoldás a két vektorpotenciálból azonos, ha

$$\frac{1}{\varepsilon} F_l = -\frac{\partial V}{\partial t}. \quad (27)$$

a TM módusú megoldás pedig akkor, ha

$$\frac{1}{\mu} A_l = \frac{\partial W}{\partial t}. \quad (28)$$

A TE módusú elektromos térerősség kifejezése (15), (16) és (17) alapján:

$$\mathbf{E}_{TE} = -\frac{\partial}{\partial t} \text{grad } V \times \mathbf{e}_l = -\text{grad} \frac{\partial V}{\partial t} \times \mathbf{e}_l \quad (29)$$

ill. (6) és (26) alapján

$$\mathbf{E}_{TE} = \frac{1}{\varepsilon} \text{grad } F_l \times \mathbf{e}_l \quad (30)$$

vagyis (27) teljesülése esetén (29) és (30) egymással egyenlő. Hasonlóképpen a mágneses térerősség kifejezése (19) alapján:

$$\mathbf{H}_{TE} = \frac{1}{\mu} \text{rot}(\text{grad } V \times \mathbf{e}_l) \quad (31)$$

ill. (8) és (26) alapján:

$$\frac{\partial \mathbf{H}_{TE}}{\partial t} = -\frac{1}{\mu \varepsilon} \text{rot}(\text{grad } F_l \times \mathbf{e}_l) \quad (32)$$

(31)-ből:

$$\frac{\partial \mathbf{H}_{TE}}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \text{rot} \left( \text{grad} \frac{\partial V}{\partial t} \times \mathbf{e}_l \right) \quad (33)$$

vagyis (32) és (33) egyenlő, ha (27) teljesül.

Hasonlóképpen igazolható, hogy (28) teljesülése esetén az  $A_l$ -ből és a  $W$ -ből származtatott TM módusú tér megegyezik egymással.



(9) és (10) értelmében  $A_i$  és  $F_i$  teljesíti a skaláris hullámegyenletet, vagyis

$$\Delta A_i - \mu\sigma \frac{\partial A_i}{\partial t} - \frac{\partial^2 A_i}{\partial t^2} = 0 \quad (34)$$

$$\Delta F_i - \mu\sigma \frac{\partial F_i}{\partial t} - \frac{\partial^2 F_i}{\partial t^2} = 0 \quad (35)$$

teljesül.

Így (27), ill. (28) teljesülése esetén  $V$ , ill.  $W$  ki-elégíti a

$$\Delta V - \mu\sigma \frac{\partial V}{\partial t} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = 0 \quad (36)$$

ill.

$$\Delta W - \mu\sigma \frac{\partial W}{\partial t} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0 \quad (37)$$

hullámegyenletet. Ha tehát az elektromágneses teret  $V$ -ből és  $A_i$ -ből, vagy  $W$ -ből és  $F_i$ -ből származtatjuk, mindegyik esetben olyan skaláris függvényekből történik a számítás, amelyek teljesítik a hullámegyenletet.

#### IRODALOM

- [1] *P. M. Morse, H. Feshbach: Methods of Theoretical Physics* Mc GRAW — HILL BOOK COMPANY, INC 1953.  
 [2] *S. Flügge: Handbuch der Physik* XVI. kötet. SPRINGER — VERLAG 1958.  
 [3] *Simonyi K.: Elméleti villamosságtan.* TANKÖNYV-KIADÓ 1967.  
 [4] *Vágó I.: Villamosságtan II. Elektromágneses terek.* TANKÖNYVKIADÓ, 1988.

(Folytatás a 458. oldalról)

Bár a felmérés Nyugat-Európa mintegy 100 millió háztartására készült, tapasztalatai jóval szélesebb körben hasznosíthatók.

Az EGK magánháztartásainak telekommunikációs infrastruktúrával való várható ellátottsága (százalékban)

	1995	2005
20 vagy több csatornás tv	66	85
Nagy felbontású tv	22	41
Óriás lapos képernyős tv	12	30
Videómagnó	53	70
Képlemez lejátszó	14	26
Képlemez felvevő/lejátszó	17	25
Kábel TV csatl.	39	56
Szélessávú ISDN csatl.	12	28
Műsorszóró műhold vevő	25	43
Fizető TV	16	39
Videotex csatl.	23	39
Keskenysávú ISDN csatl.	17	30
Teletext	41	58
Házi számítógép	25	41
Nyomtató	9	17
Távmásoló	10	16

A berendezések árának prognosztizálása nem jelent gondot a már használatban lévő eszközök esetében. A legjelentősebb (1995-ig egyharmadot, 2005-ig fele részt kitevő) ármérséklődés a fizető televíziók, a műsorszóró műholdak vevőkészülékei és a teletext dekóderek esetében várható.

Hasonlóképpen további jelentős — bár mérsékeltebb — árcsökkenés valószínű a videókészülékek-

nél. 1995-ig egynegyeddel, 2005-ig egyharmaddal csökken árak.

Viszonylag csekély ársüllyedés várható a színes televíziók és a kábelhálózati csatlakozások esetében. Ez 1995-ig egytizedet, 2005-ig egyötödöt kitevő ármérséklést jelent.

A ma már széles körben nem forgalmazott termékek esetében csak becsülni lehet áraik jövőbeni alakulását. Célszerű az árat egy hasonló-rendeltetésű, ismert berendezéssel összehasonlí tani.

Ezek szerint egy HDTV vevőkészülék 1995-ben mintegy 40 százalékkal kerül többbe, mint egy manapság szokásos színes televízió készülék. 2005-re viszont a televíziók jelenlegi árszintjére való visszatérést várnak a szakértők.

A képlemezjátszó 1995-ben mintegy 10 százalékkal lesz drágább a jelenlegi szokásos videokészüli léknél, míg 2005-ben már 20 százalékkal lesz a ma árszint alatt.

A szélessávú száloptikai kábelhálózatokhoz való csatlakozás költsége 1995-ben mintegy 60 százalékkal, s 2005-ben is még 10 százalékkal magasabb lesz, mint a jelenlegi kábeltelevíziós csatlakozás.

A keskenysávú ISDN hálózathoz való videotex csatlakozás ráfordítása már 1995-ben 10 százalékkal olcsóbb lesz a szó—értők nézete szerint, mint mai videotex csatlakozásé, s 2005-ben mintegy 25 százalékkal lesz a szóban forgó szint alatt.

Eszerint teljesen elfogadhatónak látszik e négy új technika 2005-re — EGK átlagban — várt 25 és 40 százalék közötti elterjedési szintje.

Néhány telekommunikációs eszköz árának várható alakulása Nyugat-Európában 1995-ig, illetve 2005-ig (százalékban az 1985-ös átlagárákhoz képest)



Jelenlegi termékek	1995-ig	2005-ig
TV-vevőkészülék	-12	-22
Videómagnó	-24	-37
Kábel tv csatl.	-12	-20
Műsorszóró műhold vevő	-34	-48
Fizető tv	-32	-47
Videotext csatl.	-26	-36
Teletext dekódertes tv	-36	-51
<hr/>		
Új termékek		
HDTV a színes tv-hez képest	+40	+2
Száloptikai kábelhálózati csatl. a kábel tv csatl.-hoz képest	+60	+8
Képlemezjátszó a videójátszóhoz képest	+10	-19
ISDN csatl. a videotex csatl.-hoz képest	-8	-25

(VTRT Világpiaci Tükör, 1987/6)

\*

1980-ban Dél-Koreában 2 millió 840 ezer telefonvonal működött, ami azt jelentette, hogy az ország lakosságának 35 százaléka, a háztartások kétharmada részesült a telefon előnyeiben. Az 1982-ben indult V. ötéves gazdaságfejlesztési terv a telefonhálózat impozáns továbbfejlesztését tűzte ki célul. A Koreai Távközlési Hivatal (KTA) és a távközlési minisztérium irányításával végrehajtott fejlesztés eredményeképp tavaly szeptember 30-án egy ötvenezres központ üzembe helyezésével átlépték a 10 millió működő telefonvonalas határt. Ez azt jelenti, hogy elvileg minden dél-koreai háztartásra jut egy telefonkészülék. A működő telefonvonalak számának tekintetében pedig Dél-Korea Japán után a második Ázsiában, és tizedik, ha az egész világot tekintjük. A mennyiségi fejlesztés után a telefonvonalak minőségi fejlesztése került előtérbe, és az, hogy az ország eldugott területeit, az aprócska szigeteket is bekapcsolják a nemzeti telefonhálózatba. 1987. július elsejével vált országos méretűvé a közvetlen távhívó rendszer, ami azt jelenti, hogy a szárazföld minden részéről és a 491 lakott szigetről lehet automatikus hívásokat lebonyolítani. Egyedül 1986-ban összesen 1 millió 572 ezer vonalat kötöttek rá elektronikus központokra, ami az előző évihez képest 18,1 százalékkal növelte a működő telefonvonalak számát. A telefonelőfizetők száma 1986 végén 7 520 699 volt, ami azt jelentette, hogy 100 lakosra 18 telefontulajdonos jutott. 1986. folyamán további 20 ezer helyi és távhívásra alkalmas, nyilvános telefonállomást létesítettek, ezzel a számuk 138 491-re emelkedett. 250 mágneskártyával működő utcai telefont is bekötöttek a hálózatba, s ezzel 1987. elejére az ezer főre eső telefonállomások száma az előző évi 2,8-ról 3,3-ra emelkedett. Ez a szám 1987 végén már 4,2 volt. A további mennyiségi fejlesztésben előnyt élvez az ország távoli részeinek felzárkóztatása a fejlett telekommunikációs rendszerhez. Az ez irányú erőfeszítéseknek köszönhetően 1987 végére minden legalább tíz háztartással rendelkező kistelepülést bekapcsoltak a helyi telefonrendszerbe, és automatizálták a partmenti szigetek telefonösszeköttetéseit. Így eltűnőben van a város és vidék távközlési rendszere közti eddigi jelentős minőségi különbség is. 1983 és 1984 folyamán kezdték el bevezetni az időosztásos kapcsolási rendszert Dél-Koreában. A távolsági telefonhívások átviteli minőségének javítása érdekében a Koreai Távközlési Hivatal irányításával elkezdődött az optikai szálas telefonkábelek lefektetése. 1986-ban az optikai szálas kábelek befogadására alkalmas vezeték-

rendszerből 1226 kilométert létesítettek, ezt 1987-ben további 465 kilométerrel növelték. 1986-ban 956 kilométernyi optikai szálas kábelt fektettek le, és 1987-be további 1341 kilométeres bővítéssel összekapcsolták az ország nagyobb városait. A tervek szerint az idén helyezik üzembe a szárazföldet a Csedzu-szigettel összekötő új, optikai szálas telefonvonalat. A nemzetközi távközlési összeköttetések fejlesztése érdekében Dél-Korea csatlakozott egy Csendes-óceán alatti optikai szálas telefonkábel-rendszer létrehozásához, amely majdan az Egyesült Államok kontinentális területeit, Hawaii, Japánt, valamint Dél-Koreát köti össze. A tervek szerint a kábelrendszer 1990-re lesz kész, és a dél-koreai partner összesen 55 125 millió dollárt fektet be a programba. Dél-Koreának jelenleg is van egy tenger alatti telefonkábel-rendszere, amely Japánnal köti össze, és 2700 telefonvonal működtetésére alkalmas. Ebből azonban 1987. végén csak 569-et használtak. 1987 végén három települt és egy mobil földi állomás csatlakozott az Intelsat műholdas rendszer csendes-óceáni és indiai-óceáni régióit összekötő részéhez. Az olimpiai játékok idejére Szöul egy újabb műholdas távközlési állomás létesítését is tervezi. 1986-ban kezdték átállítani a telefonhálózat egy részét a digitális telefonközpontokra, és vezették be az ország négy régiójában a saját fejlesztésű időosztásos kapcsolási rendszer. Tavaly a rendszer továbbfejlesztett változatába (TDX-1A) különböző területeken 206 ezer telefonvonalat kötöttek be, és 1988-ban további 250 ezer bekapcsolását tervezik. Az ország hogy megfeleljen az ezredfordulóra várható igényeknek, az időosztásos kapcsolási rendszer egy olyan továbbfejlesztett változatát szeretné kifejleszteni, amely egyszerre 100 ezer hívás kezelésére alkalmas.

(The Korea Herald — Világgazdaság, 1988. április 26.)

\*

Az Egyesült Államok egyik regionális telefontársasága, a Bell Atlantic bejelentette, hogy négyéves szerződést kötött Spanyolországgal, amelyben megbízták az ottani távközlési hálózat korszerűsítésével. Az együttműködés keretében az amerikai cég elsősorban azokat a szoftver-rendszereket értékesíti, amelyek a mai modern, elektronikus telefonközpontok bonyolult funkciót vezérlik. A nagyértékű szoftver-rendszereken kívül a Bell Atlantic olyan tervezési szolgáltatásokat nyújt, amelyekkel megalapozható az 1992-es nyári olimpiai játékok kezdetéig a teljes spanyol telefonhálózat korszerűsítése. A mostani megállapodással egy időben egy további szerződést is aláírtak, amely a Bell Atlantic és a spanyol állami Telefonica közös harmadik piaci fellépésről rendelkezik. Ez utóbbi keretében közösen értékesítenek távközlési rendszereket, többek között Dél-Amerikában.

\*

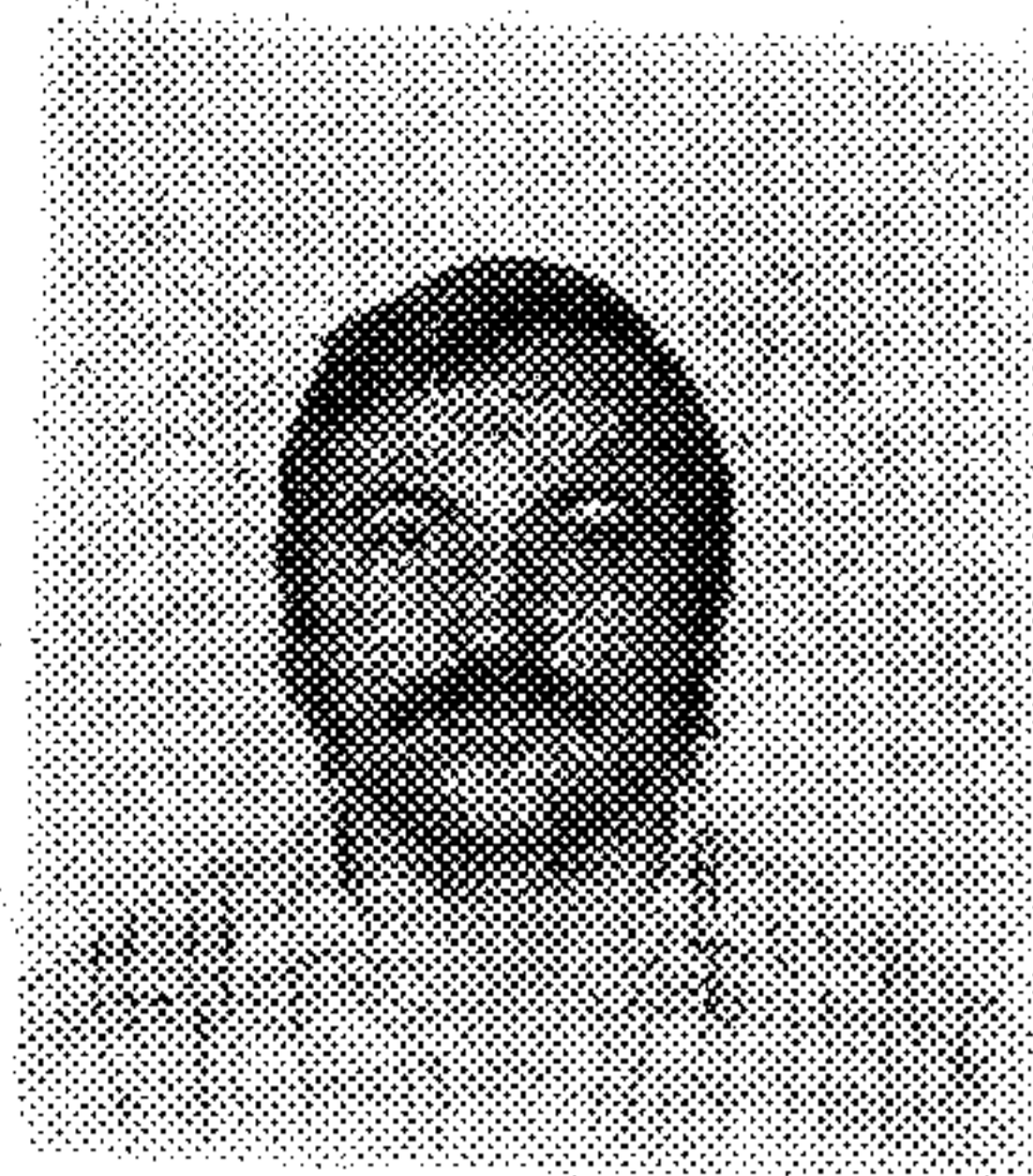
1988-ban becslés szerint 69...69,8 millió színes tv-készüléket fognak gyártani a világon. Japánban várhatóan 13 millió színes tv fog készülni, amit csak Európa 15 millió darabos termelése múl felül. Az USA-ban 12,5 millió, Kínában 5,2 millió, Dél-Koreában 9 millió készüléket fognak termelni. Az adatokat a Japán Elektronikai Ipari Egyesülés közölte. Az 1986 évvel szemben az 1988-ra adott becslések 6% éves növekedési arányt jelentenek. Japán 1988-ra nem számít termelés-növekedésre, mivel az országban növekszik az import készülékek eladása (maga a piac 1987-ben mintegy 9%-os növekedést mutatott, és 1988-ra is hasonló keresletnövekedést jósolnak). Japán lassan visszazorol a színes tv-készülékek világméretű piacán: míg exportálói fénykorában a világ teljes színes tv piacának közel 30%-át mondhatta magáénak, 1988-ban 17...18%-ra esik vissza a piaci részesedése ezen a területen. (Journal of the Electronics Industry 1988/2 — OMIKK Mikroelektronikai Tájékoztató 1988/5.)



# Nagysebességű FFT jelanalízis

ZSOLDOS GÁBOR

Távközlési Kutató Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk egy 4 MHz sávszélességű, FFT elven működő spektrumanalizátor tervezési példáján mutatja be a spektrumábrázolás kérdéskörét. Tárgyalja az FFT algoritmusok adott felhasználáshoz szükséges főbb tulajdonságait. Vizsgálja az időbeli korlátozottság hatásait, majd bemutatja a megtervezett hardware felépítését, végül kitér a továbbfejlesztés lehetőségeire is.

## Alapelv és gyakorlati felhasználás

Analóg jelek frekvenciafüggvényében történő ábrázolása sok esetben lényegesen több információt ad, mint az időfüggvény vizsgálata; például egy egyszerű szinuszos jel tisztaságát (zaj-mentességét) az időfüggvény vizuális kiértékelésével csak durva esetben tudjuk megbecsülni. Ha a jelre szuperponált zaj (amplitúdó- vagy fázis-zaj) legalább 40 dB-el kisebb a jelnél, akkor gyakorlatilag nem látszik az oszcilloszkópon, a spektrumképen viszont logaritmikus ábrázolásban kb. 80–100 dB-ig mérhető. Más jellegű, összetett jelek vizsgálatának kizárólag a frekvencia függvényében van értelme, ilyen például a frekvencia tartományban multiplexelt hangfrekvenciás csatornákból álló közismert néven FDM jel, melyet széles körben használnak postai és egyéb kábeles és mikrohullámú távközlési hálózatokban.

A jelen cikk témája tulajdonképpen egy FDM video jelek vizsgálatára alkalmas hardware fejlesztése. Sokcsatornás FDM jelek vizsgálatára (a multiplexelés rendszerének megállapítására, csatorna-foglaltság eldöntésére) széles körben alkalmaznak spektrum analizátorokat. A hagyományos analizátor alapvetően egy szuperheterodin vevő, melynek vételi sávja — a képernyő vízszintes eltérítésének megfelelően — a vizsgált frekvenciasávon végigsöpör. Ezen analizátorok analóg áramkörei (szélessávú erősítők, szűrők és eltérítő áramkörök) pontatlansága, frekvencia-függése és nemlinearitása az amplitúdó és frekvencia pontos mérését lényegesen korlátozza. Ezért a spektrum analizátorok pontosságának fokozása érdekében egyes részáramköröket újabban digitális áramkörökkel valósítanak meg. A frekvencia pontossága szempontjából különösen fontos a fűrészgenerátor-VCO áramkörök kiváltása egy megfelelően vezérelt szintézerre. Ez általában komoly sebesség problémákat vet fel, mivel a szintézer lehetőleg rövid idő alatt sok lépésben kell hangolni.

ZSOLDOS  
GÁBOR

Zsoldos Gábor 1978-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki karán, mikrohullámú ágazaton.

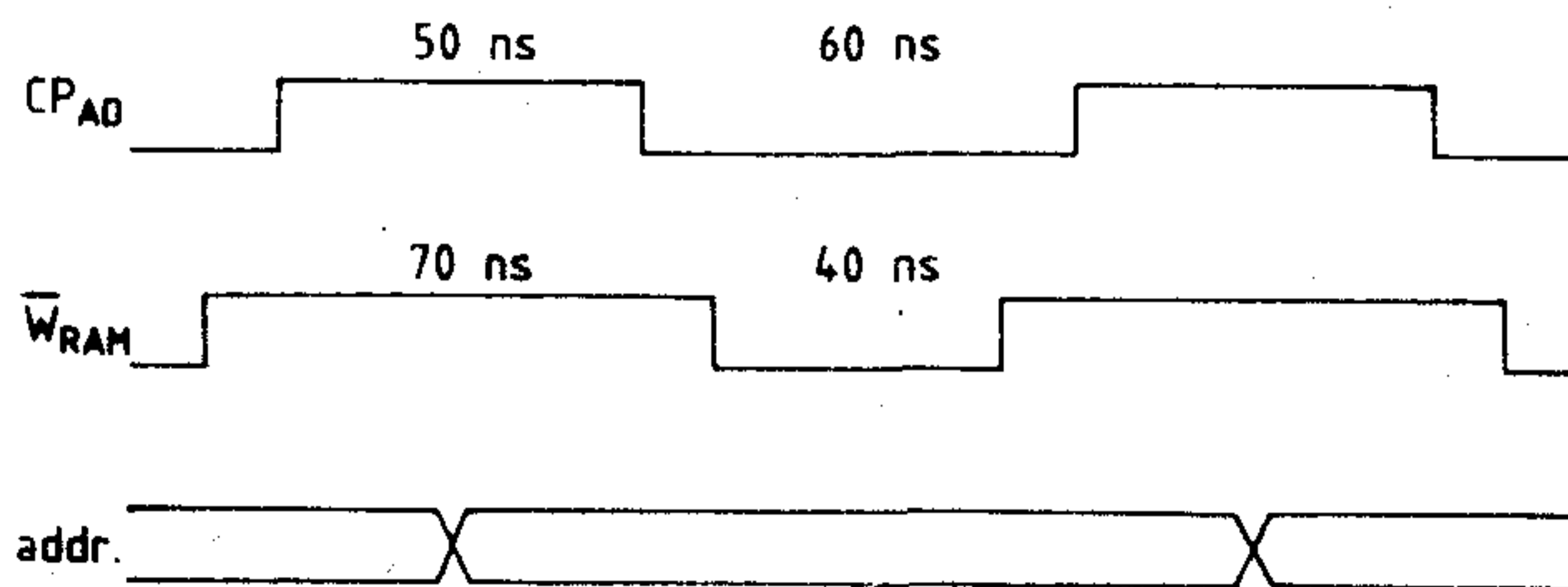
Diplomamunkájában mikrohullámú FET-ek leírásával és felhasználásával foglalkozott. Első munkahelyén, a Távközlési Kutató Intézetben rövid ideig mikrohullámú

áramkör fejlesztésben vett részt, majd körülbelül két évig 70 MHz-es KF áramköröket (erősítők, demodulátorok) tervezett. 1981-től 85-ig a Posta Helyközi Távközlési Igazgatóságán távkábel mérésekkel és fenntartással foglalkozott (két évig üzemvezetőként), majd visszatért a TKI-ba, ahol azóta FDM lebontó berendezések erősítő, modulátor, szintézer és tápegység áramköreit fejlesztte.

A cikkben leírt spektrum analizátor elve alapvetően különbözik a fent leírtaktól; az analóg bemenő jelet digitálisra konvertáljuk, majd egy mikroprocesszor segítségével az időfüggvényt képviselő minta sorozaton Fourier transzformációt hajtunk végre, és az így kapott — a spektrumképet képviselő — számsorozatot ábrázoljuk. Ennél a megvalósításnál a frekvenciamérés pontosságát a mintavételezés eleve biztosítja, az amplitúdó mérés pontosságát az A/D konverter határozza meg.

## Fourier transzformációs algoritmusok

J. W. Cooley és J. W. Tukey 1965-ben megjelent „klasszikus” cikke [1] óta igen nagy számban jelentek meg DFT (diszkrét időfüggvényből kiinduló Fourier transzformáció) számoló gyors algoritmusok, melyeket összefoglaló néven FFT-nek (Fast Fourier Transform) nevezünk. Az FFT felhasználása azóta széles körben elterjedt. A felhasználások egy része számítógéphez, másik része pedig valamilyen cél-hardware-hez, leggyakrabban mikroprocesszorhoz kötődik. Az utóbbiak széleskörű elterjedésének nagy lendületet adott a texas Instruments TMS 320 jelfeldolgozó (DSP)



1. ábra

Beérkezett: 1988. II. 8. (□)



processzor családjának megjelenése. Ezen processzorok legjelentősebb előnye, hogy egy 16\*16 bites hardware szorzó áramkört tartalmaznak, ami egyetlen órajel ciklus (200 ns) alatt végrehajt egy szorzást, ezen kívül a többi utasítás is meglehetősen gyors, az I/O műveletek kivételével egy ciklusosak. A legtöbb felhasználás „real-time” feldolgozást alkalmaz, azaz a mintavételezés alatt az előző minta-sorozatból számolják a DFT sorozatot. Ebben az esetben a számolási idő és a mintavételi frekvencia — és így a feldolgozott analóg jel határfrekvenciája — között szoros összefüggés van:

$$f_{\max} = \frac{1}{2\Delta t} = \frac{N}{2T_F}$$

ahol:

$f_{\max}$  — az analóg jel határfrekvenciája

$\Delta t$  — a mintavétel periódusideje

$N$  — a transzformáció pontszáma

$T_F$  — a mintagyűjtés ideje (ablakidő)

A fenti képletből úgy tűnik, hogy  $N$  növelésével az elérhető sáv szélesség növekszik, a valóságban a számítási idő erősen függ  $N$ -től, ezért nagy  $N$  esetén kisebb  $f_{\max}$  érhető el. Így a sáv szélesség nem növelhető túlságosan nagyra. Gyakorlatilag az elérhető határfrekvencia néhányszor tíz kHz, de ezt is csak nem túl nagy pontszámú FFT esetén, és bonyolult algoritmusok segítségével, esetleg több processzorral lehet realizálni. Egy másik módszer a mintavétel ablakát mintánként csúsztatja az időtengely mentén, és a DFT sorozat számolásánál csak az egyetlen új mintát veszi figyelembe. Ez a módszer kvázistacionárius jelek feldolgozására alkalmas, és elnevezése: MFT (Momentan Fourier Transform) [2]. MFT esetén az elvégzendő műveletek száma alacsonyabb, mint FFT-nél, de szükség van egy előző DFT sorozat meglétére, ami egy kezdetben elvégzett FFT-ből is származhat. A kezdeti FFT elhagyása esetén bekapcsolás után a spektrum kép több lépésben, viszonylag lassan alakul ki. A számolás ideje adott eszköz esetén az alkalmazott FFT algoritmustól függ, aminek becslése jó közelítéssel lehetséges az egyes algoritmusokhoz szükséges műveletszámok alapján. Az elterjedtebb algoritmusokra ilyen összehasonlítás található [3] és [4] cikkekben. Az [5]-ben leírt kísérletileg megvalósított FFT számító algoritmusok TMS32010 hardware-n mért futási idő eredményei a következők:

Példa program	Hossz	Futási idő, ms
radix-2 FFT 1BF	1024	69,4
radix-4 FFT 1BF	1024	45,3
radix-4 FFT 3BF	1024	42,3
radix-8 FFT 2BF	512	16
PFA1	504	17,4
PFA2	504	15,6

Az első példa program a „klasszikus” Cooley-Tukey FFT algoritmus. A 2-es, 4-es, 8-as alapú algoritmusok egyre többszörösebben kihasználják az eljárásban lévő szimetriákat. Általában a táblázatban lefelé haladva a végrehajtási idők ugyan egyre csökkennek, de a programok bonyolultsága és hossza erősen növekszik, ezért a megfelelő algoritmus kiválasztása kompromisszum

alapján történhet. Céljainkra a második programot választottuk, amely még viszonylag egyszerű, és futási ideje elég alacsony: 45,3 ms. A BF jelölés az angol butterfly (pillangó) szó rövidítése, ami az algoritmusok magyarázó rajzán látható alakzatokra utal. PFA jelentése: Prime Factor Algorithm (A transzformáció pontszáma nem kettő hatványa).

A számítási idő nem csak az FFT végrehajtási idejét tartalmazza, hanem mintánként egy előzetes szorzást az ablak függvény megfelelő értékével, és mintánként egy négyzetre emelést az FFT eredmény sorozatán, így az össz műveleti idő kb. 50 ms. A négyzetre emeléssel a jel négyzetes középértékét állítjuk elő, mivel a fázis-információra az ábrázoláshoz nincs szükség.

### Kis ablakszélességű FFT

Feladatunk előírt  $f_{\max}$  határfrekvenciával rendelkező sávkorlátozott analóg jel spektrumképének előállítása. A határfrekvencia a mintavételi tétel alapján a  $\Delta t$  mintavételi periódusidőt meghatározza. Másrészt a frekvencia felbontás közvetlenül kapcsolatban van az FFT algoritmus  $N$  pontszámával. Ezekből a vizsgált mintasorozat összegyűjtésének  $T_F$  ideje (ablakidő) adódik:

$$T_F = N\Delta t = \frac{N}{2f_{\max}}$$

Esetünkben az ablakszélesség a nagy mintavételi sebesség miatt meglehetősen alacsony értékű, ezért „real-time” FFT vagy MFT alkalmazása nem jöhet szóba, ugyanis ilyen rövid idő alatt az 1024 pontos FFT biztosan nem számítható (legfeljebb valamilyen ECL cél-számológéppel, ami rendkívül költséges lenne). Ezért a mintagyűjtés és a számítás ideje szétválk; a mintagyűjtés ideje esetünkben 100  $\mu$ s nagyságrendű, a számításé kb. 50 ms, ahogy az előzőekben láthattuk.

A mintagyűjtések közötti „szünetidő” sokszorososa az ablakidőnek, a viszony kb. 450-szeres. Felmerül a kérdés, hogy mennyire ad kiértékelhető eredményt az eljárás, mennyire tekinthető stacionáriusnak ill. kvázistacionáriusnak egy FDM video jel ilyen idő-bontásban. Ennek exakt megválaszolása helyett egyrészt utalunk a hagyományos spektrum analízátor bevezetőben leírt működési elvére, amely szintén rövid idejű mintát vesz a spektrum egy-egy részéből, így a két eljárás hasonlósága alapján hasonló eredményt várhatunk. Másrészt viszont a mintavételek között olyan nagy az időérés, hogy az eljárásra alkalmazhatjuk az időben korlátozott jelek analízisének jól kidolgozott elméletét [6], [7].

Időben korlátozott jel alatt ebben az esetben egy időben folyamatos jel (ill. a jeltől vett mintasorozat) egy meghatározott részének kiemelésével nyert jelet értjük. Ha egyszerűen kiemelünk egy szakaszt, ez matematikailag az eredeti függvény és egy „derékszögű ablak függvény”  $[1(t+T/2) - 1(t-T/2)]$  szorzatának felel meg, ami a frekvenciatartományban a két függvény konvolúcióját eredményezi. Mivel az ablak függvény Fourier



transzformáltja  $(\sin x)/x$  jellegű, az eredeti vizsgált időfüggvény spektrumképe torzul, nem egyezik meg a Fourier transzformálttal. Például egy egyszerű szinuszos jelet vizsgálva, a spektrumkép egy vonal helyett egy  $(\sin x)/x$  alakú hullám lesz a spektrumvonal „kiszélesedik”. Fizikailag a torzítást azzal magyarázhatjuk, hogy a kiemelt időfüggvény szélein ugrások keletkeznek. Ebből már érezhető, hogy a derékszögű ablak függvény nem optimális, célszerű lenne a jelet az ablak széleihez közeledve csökkenteni. Ennek legegyszerűbb módja a „háromszög ablak” alkalmazása. A fent említett [6] és [7] irodalmak sok ablak függvény definícióját megadják, és részletesen tárgyalják ezek hatását a spektrumképre. A derékszögű és háromszög ablak, valamint a realizálásra kiválasztott „Hann ablak” tulajdonságait a következő táblázat mutatja be:

ablak-függvény	max. m. nyaláb dB	m. nyaláb csökkenés dB/okt.	3 dB-s sáv szélesség	max. ampl. hiba dB
derékszögű	-13	6	$0.89\Delta f$	3.92
háromszög	-27	12	$1.28\Delta f$	1.82
Hann	-32	18	$1.44\Delta f$	1.42

Az ablakfüggvények Fourier transzformáltjai a derékszögű ablak transzformáltjához hasonlóak, de a melléknyalábok kisebbek és gyorsabban eltűnnek. A spektrumkép tisztaságára gyakorolt jótékony hatás ára a szelektivitás enyhe romlása; a felbontóképesség csökken (ld. 3 dB-s sáv szélesség, ahol:  $\Delta f = 1/T_F$ , a DFT összetevők távolsága).

Az amplitúdó mérés hibája a DFT összetevők és a vizsgált jel frekvenciájának viszonyától függ, akkor maximális, ha a jelfrekvencia két összetevő között középen helyezkedik el.

A Hann ablak definíciós függvénye:  $w(n) = 0.5 - 0.5 \cos(2\pi n/N)$ ,  $n = 0, 1, \dots, N-1$  amit nem szükséges külön eltárolni, mert felhasználhatjuk az FFT algoritmushoz eltárolt adatsorozatot.

## A hardware tervezésének alapjai

A sokcsatornás FDM jelek vizsgálata több MHz sáv szélességet igényel. Fejlesztésünk első változatában a vizsgált sáv felső határa 4 MHz. Ez a sáv szélesség alkalmassá teszi az eszközt egyéb videosávú jelek, például kép-jelek analizálására is. A függőleges felbontás az A/D konverter korlátozott bit-felbontása, és számítási pontosságvesztés miatt nem túl nagy, de az elérhető kb. 120 képpont felbontás az adott célra elegendő. A 4 MHz sáv szélességű analóg jel mintavételezéséhez a Shannon tétel alapján minimum 8 MHz mintavételi frekvencia szükséges. A mintavételi frekvencia felénél nagyobb frekvenciájú komponensek kiszűrésére szolgáló úgynevezett anti-aliasing szűrő LC kialakítású; C09 25 69 Cauer aluláteresztő szűrő, aminek adatai:  $a_p = 0,28$  dB,  $\Omega_s = 1,072$  és  $a_s = 58$  dB. A zárócsillapítás 8 bites felbontás esetén 10 dB túlvezérelhetőséget enged meg, ugyanis a 8 bitnek megfelelő 256 szintlépcső 48 dB dinamika tartományt jelent lineáris ábrázolás esetén. Mivel a szűrő meredeksége nem végtelen, a

fent említett 8 MHz-nél nagyobb mintavételi frekvenciát kell alkalmazni, a választott érték: 9,091 MHz; így  $\Delta t = 110$  ns. A megfelelő spektrális felbontás elérése érdekében a lehető legnagyobb pontszámú transzformációt kell választanunk, esetünkben:  $N = 1024$ , amiből már adódik az ablak szélesség:  $T_F = 1024 \cdot 110$  ns = 112,64  $\mu$ s. A spektrumvonalak távolsága  $\Delta f = 1/T_F = 8,878$  kHz, a legnagyobb nem redundáns spektrális összetevő:  $f_m = (N/2 - 1)\Delta f = 4,537$  MHz.

## A hardware leírása

A hardware felépítésében egységességre törekedtünk, ezért az ECL részek MECL 10 K kompatibilisek, a többi rész pedig TTL kompatibilis (LS ill. S). Az anti-aliasing aluláteresztő szűrőt követő A/D konverter két tokból álló (MC 10317, MC 10318) párhuzamos működésű ún. „flash” konverter, amely egyetlen órajellel elvégzi a konverziót. Maximális órajele (mintavételi frekvenciája): 15 MHz. Az A/D konverter, és az ezt követő ECL RAM mintagyűjtés alatti időzítését az első ábra mutatja.

Ezt az időzítést a szükséges fel- és lefutási meredekség és pontosság elérése érdekében egy ECL szintézer és logikai áramkör állítja elő, ami a processzor órajelét is adja (25 MHz).

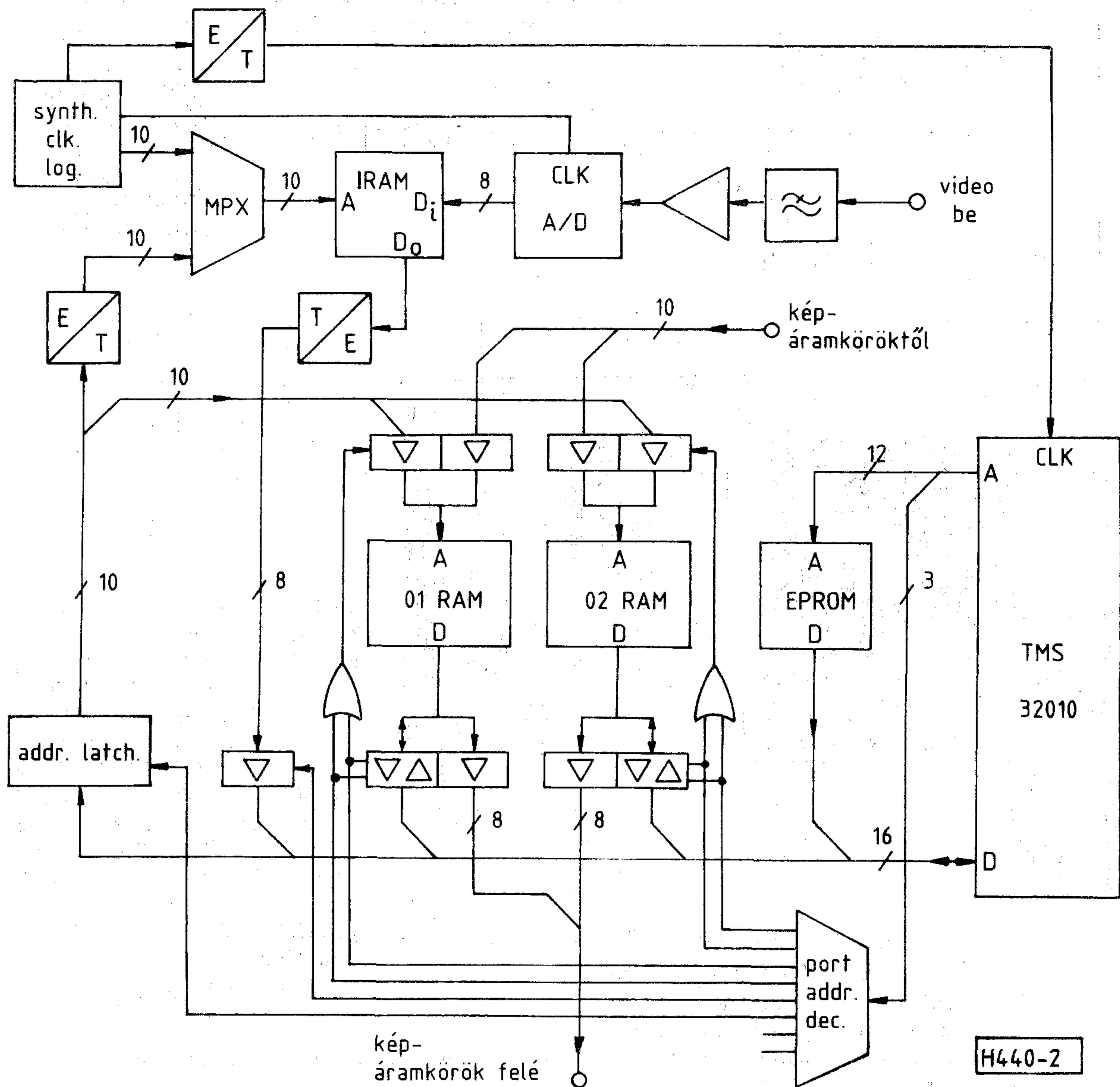
Az FFT spektrum analizátor hardware egyszerűsített blokkvázlata a képmegjelenítő áramkörök és az adatáramlást vezérlő vezetékek nélkül a második ábrán látható.

A két kimeneti RAM közül (01, 02) az egyik végzi a DSP processzor az FFT-t, a másikkól állítja elő a képfeldolgozó processzor a spektrumképet, ciklusonként felváltva a RAM-okat.

A működés megértéséhez szükséges a processzor vázlatos ismertetése: A hardware fő jellemzője az ún. módosított Harvard-architektúra. A Harvard-architektúra azt jelenti, hogy a program-, és az adat-memória szétválik, ami lehetővé teszi az utasítás behívás és végrehajtás átlapolódását. A TMS 32010 esetén a módosítás abból áll, hogy a processzoron belüli adat-, és program-busz kapcsolatban van egymással, ami az adatforgalmat rugalmasabbá teszi. Az adat ki-, bevitelre, valamint a program utasításainak bevitelére ugyanaz a 16 bites busz szolgál. A program-memória címzése 12 bites cím-busz segítségével történik, az I/O műveletek irányítására szolgáló port-címeket a processzor a cím-busz „alsó” 3 vezetéken adja ki.

Ezek után az FFT hardware működése vázlatosan: A vizsgálandó video jelet szűrés és erősítés után az A/D konverterre vezetjük, ami a jelből mintavételezett digitális adatsorozatot állít elő, melyet az „IRAM” jelölésű gyors RAM-ban tárolunk. Ezt a RAM-ot a fent leírt mintagyűjtés alatt a szintézer-óragenerátor (ECL) áramkör címzi meg, az FFT kiszámítása folyamán pedig a jelfeldolgozó processzor. A processzor a bemeneti és kimeneti RAM-okat, valamint a RAM-ok címzéséhez szükséges átmeneti tárolót (addr. latch) portként kezeli, a lehetséges 8 portból 6-ot használunk fel.





2, ábra

### Továbbfejlesztési lehetőségek

A vázolt hardware a szintézer-időztítő áramkör változtatásával nagyobb sáv szélességű video jelek feldolgozására is alkalmas, ami a fejlesztés távolabbi célkitűzése. Ehhez az ábrázolás sebességének megtartására, a software gyorsítása szükséges, aminek egy hatásos megoldása a program belső ciklusainak „kiterítése”, ezzel 30–50 %-os sebesség növekedés is elérhető.

Másik lehetséges továbbfejlesztés lehet az ún. zoom-FFT alkalmazása, ennek célja, hogy a teljes analizált frekvenciasáv egy részét (pl. 1/10 részt) „kinagyítsuk”, azaz a felbontást megnöveljük. Ennek lehetséges megvalósítási módját [6] és [9] irodalmak tárgyalják.

### IRODALOM

[1] J. W. Cooley, J. W. Tukey: „An Algorithm for Machine Computation of Complex Fourier Series” Math. Comput. vol. 19, 1965.

[2] Dudás József: Momentán Fourier transzformáció. Egyetemi doktori értekezés, 1986.

[3] Pierre Duhamel: „Implementation of Split-Radix FFT Algorithms for Complex, Real, and Real-Symmetric Data” IEEE Trans. ASSP-34, No. 2.

[4] H. V. Sorensen, D. L. Jones, M. T. Heideman, C. S. Burrus: „Real-Valued FFT Algorithms” IEEE Trans. ASSP-35, No. 6.

[5] C. S. Burrus, T. W. Parks: „DFT/FFT and Convolution Algorithms” A Wiley Interscience Publication.

[6] Norbert Hesselmann: Digitális jelfeldolgozás. Műszaki Könyvkiadó, 1985.

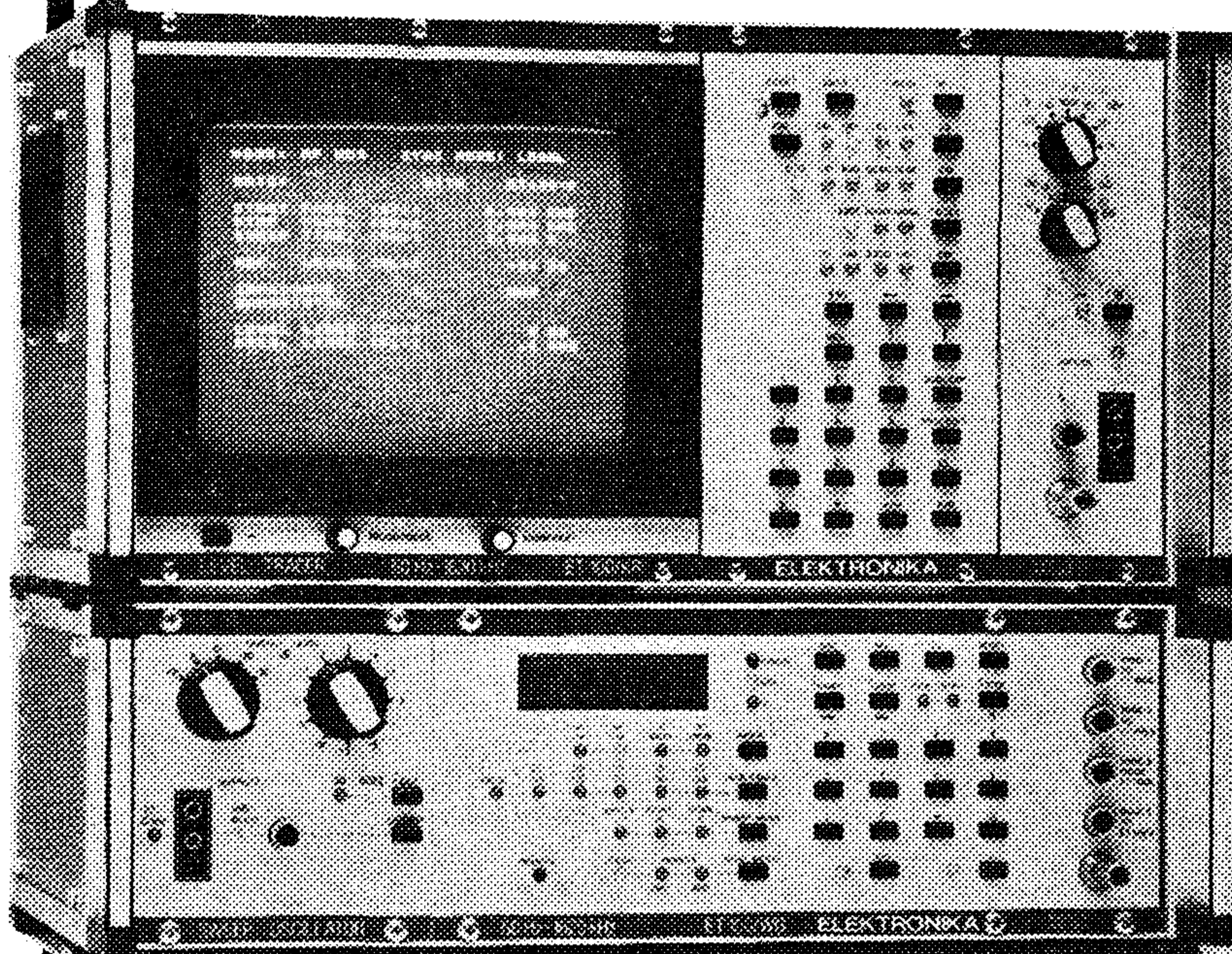
[7] K. M. M. Prabhu, H. Renganathan: „Optimum Binary Windows for DFT-s” IEEE Trans. ASSP-34, No. 1.

[8] TMS32010 User's Guide, part number: SPRU001A.

[9] Brüel & Kjaer: „Digital Signal Analysis Using Digital Filters and FFT Techniques”, 1981.



# ET-100 KR KARAKTERISZTIKA RAJZOLÓ ÉS ET-100 WG WOBBLER GENERÁTOR



Az ET-100/KR átviteli karakterisztika rajzoló maximum 300 csatornás vivőfrekvenciás berendezések, rendszerek és rendszerelemek lineáris torzításai dinamikus vizsgálatára szolgáló mérőrendszer vevőegysége. Az ET-100 T/A mérőadóval, az ET-100/WG wobblergenerátorral – és szelektív wobblerezés esetén az ET-100 T/V mérővevővel – kiegészített mérőrendszer kiválóan alkalmas vivőfrekvenciás berendezések fejlesztésénél, üzembe helyezésénél, fenntartásánál.

Az átviteli frekvencia tartomány 0,2 ... 1620 kHz

## A KARAKTERISZTIKA RAJZOLÓ jellemzői:

- Stacionárius villogásmentes kép
- Programozható elektronikus raszterháló.
- Szint- és frekvencia marker vonalak a mérés kiértékeléséhez. A markerek értéke a képernyőn számjegyes formában jelenik meg.
- Programozható és tárolható elektronikus toleranciasémák.
- Automatikus szinthitelesítés.
- Szelektív mérési lehetőség az ET-100 T/V mérővevővel.
- Dokumentáláshoz X-Y író, és távgépíró csatlakoztatási lehetőség.
- Távvezérlés és adatátvitel V.24. interfacen keresztül.

## A WOBBLER GENERÁTOR jellemzői:

- Igen nagy pontosságú és felbontóképességű lökethatár beállítási lehetőség.
- Előre programozott lökethatárok a CCITT frekvencia sávokra.
- Wobblerezési frekvencia 0,02 ... 5 Hz.
- Beépített szintadó hangfrekvenciás vizsgálatokhoz.
- Távvezérlési lehetőség V.24. interface-n keresztül.

## KÉRJE RÉSZLETES ISMERTETŐNKET!

Gyártja: ELEKTRONIKA ÁTVITELTECHNIKAI SZÖVETKEZET

Forgalmazza belföldön: Kereskedelmi osztályunk. Tel.: 427-190

Levél cím: 1400 Budapest, POB. 6. Telex: 22-448-96

Felvilágosítással mindenkor állunk rendelkezésükre: műszaki kérdésekben a 220-994 és kereskedelmi kérdésekben 427-190-es telefonszámon.



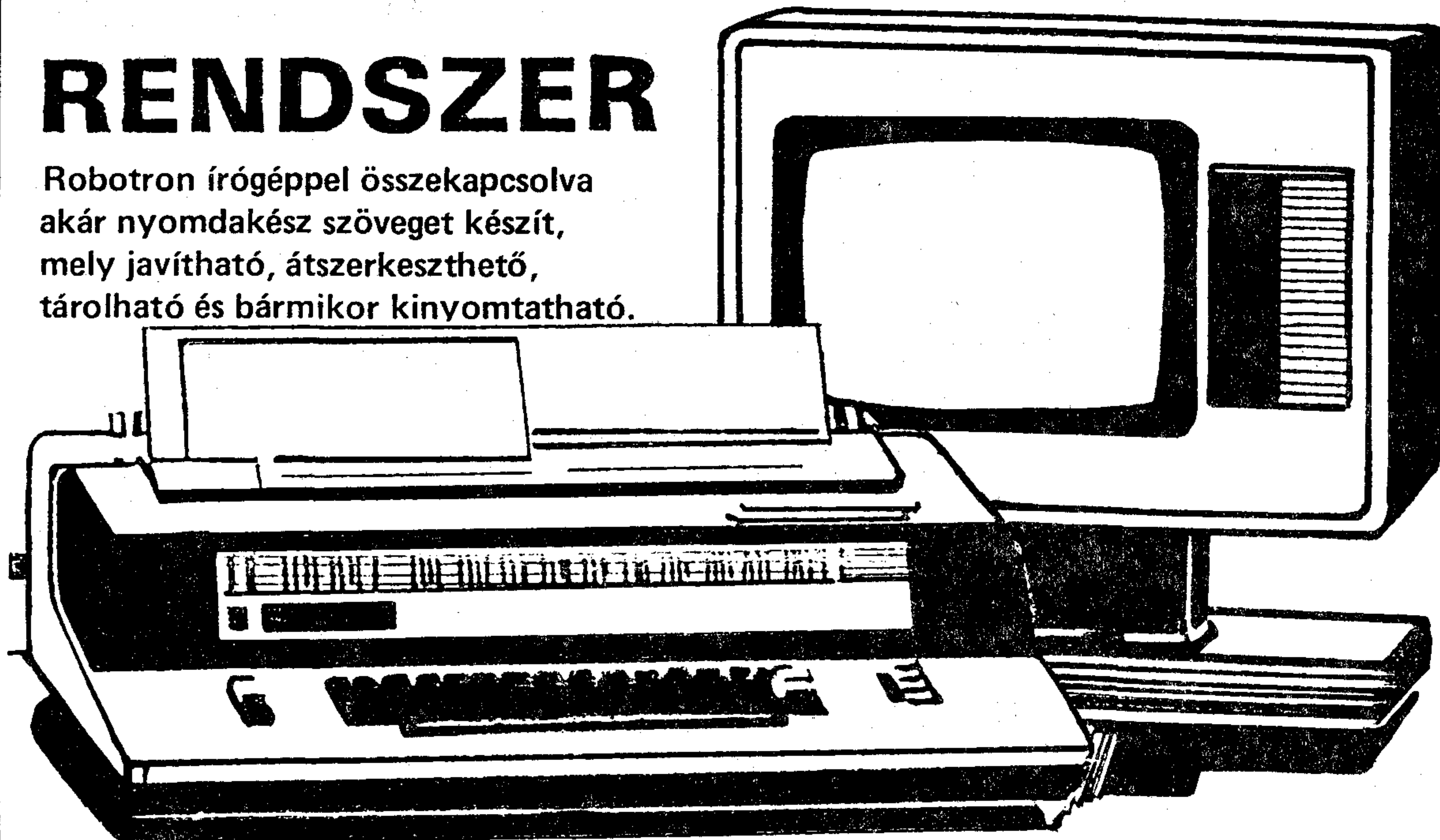
# KODEX 2000

## ELEKTRONIKUS

### SZÖVEGSZERKESZTŐ

### RENDSZER

Robotron írógéppel összekapcsolva akár nyomdakész szöveget készít, mely javítható, átszerkeszthető, tárolható és bármikor kinyomtatható.



Bővített szolgáltatások 1988. IV. n. évtől

Alapszolgáltatások:

- magyar nyelvű automatikus elválasztó program
- laptükör /folthatás/ megjelenítő
- folyamatos nyomtatás leporellóra

Megrendelhető szolgáltatások:

- IBM PC kompatibilis mágneslemez kezelés
- On line csatlakozási lehetőség IBM PC-hez
- ciril betűs karakterkészlet margarétakerék-cserével

A berendezéssel kapcsolatos mindennemű alkalmazástechnikai kérdésben, és a továbbfejlesztéssel összefüggő elképzelésekről a KONTAKTA Elektronikai fejlesztési osztálya (tel. 279-200/279) készséggel ad felvilágosítást.

GYÁRTÓ:

 **KONTAKTA**

Budapest XX. Helsinki út 51-53. H-1201  
Telefon: 279-200 \* Telex: 22-4399

FORGALMAZZA:

**MIGÉRT**

ÍRÓ- ÉS SZÁMOLÓGÉP OSZTÁLY  
1093 Budapest, Dimitrov tér 14  
Telefon: 175-081 Telex: 22-4736



## **BERUHÁZÁS HELYETT – KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT!**

DEVIZA NÉLKÜL is hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez!

MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ, mert:

A megfelelő időszakban rendelkezésre álló, MÉRÉSAUTOMATIZÁLÁSRA is alkalmas korszerű műszerek használatával időt, munkaerőt, adót, amortizációs költségeket, javítási-karbantartási költséget takarít meg.

NE FELEDJE: egy műszer haszna a mérésekből – nem pedig a tulajdonjogból ered!

### **NE SZAPORÍTSA KIHASZNÁLATLAN ESZKÖZEIT!**

ÓRIÁSI VÁLASZTÉK: oszcilloszkópok, multiméterek, jelgenerátorok, analizátorok, mérésadatgyűjtők, regisztrálók, analitikai-környezetvédelmi műszerek, rendszervezérlok, stb., stb.

ÁLL AZ ÖN RENDELKEZÉSÉRE!

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, – ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HÁZHOZZÁLLÍTÁS · BEMUTATÁS!

**KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER-KATALÓGUSUNKAT!**



FELVILÁGOSÍTÁS, ELŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS: 450-903 vagy 66-23-66/176 telefonon.  
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY  
Budapest XI., Szakasits Á. út 59–61. I. em. 107. szoba.  
H-1502 Budapest Pf. 58



## СОДЕРЖАНИЕ

Бенкэ, Т.—не—д-р Явор, А.—Рэмер, М.:

Симуляционное испытание цифровых схем

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Статья демонстрирует симуляционное испытание управлением обратной связью, где обеспечена возможность изменения управления на входе путем запрашивания логических состояний на выходе в различных промежутках времени. Симуляционная система представляет собой LOBSTER-НРС, которая пригодна для обнаружения схемных неисправностей, отображения испытаний и для определения операционной скорости схемной модели.

Д-р Дюриш, А.—Клатшмани, Б.—Пинтер, И.:

Автоматическое измерение искажения  $S_{ag}$  -s ор каналов передачи данных с помощью микропроцессорной системы

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Изложенная система автоматического измерения обеспечивает измерение искажения Start-stop каналов передачи данных таким образом, что активной частью измерительной системы, расположенной на одном конце линии передачи данных, устанавливается автоматическая связь с пассивной частью, расположенной на другом конце линии. Результаты измерения полученные по взаимно выданной серии измерений, в конце измерения оцениваются на активном блоке. Статья излагает решения по измерению с программным управлением, обеспечивающие выполнение специальных измерительных задач в данной аппаратуре измерения.

Холеци, Д.—Везнер, И.:

Схема — модель коммутационного поля с записанным программным управлением для целей облучения

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

В статье излагаем систему моделирования блока коммутационного поля промежуточного включения микропроцессорным управлением, которая способна для демонстрации отношения трафика и функции управления в коммутационном поле.

Калди, Т.—Сентидан, К.:

Программа на микро-ЭВМ для минимализации логических функций

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Одной из основных точек зрения проектирования комбинационных сетей является самое экономичное осуществление предусмотренной спецификации. Логический синтез имеет значимую роль и в микроэлектронном проектировании. Нами был разработан программный пакет на языке ASSEMBLY для персонального компьютера ZX Spectrum, служащий для минимализации логических функций с одним и несколькими выходами (не более 10), который строится на неизбыточном алгоритме. Результаты иллюстрируются примером для проектирования декодирующей схемы.

Кеменеш, Й.:

Многостанционная коммутационная система сборки и индикации данных, как педагогической аппаратуры обратной связи для аудитории

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Количественное и качественное преобразование содержания обучения потребует применение новых методов. Технические средства обучения, появляющиеся в последние годы — два десятилетия по причине их технико-экономических ограничений, в отношении предоставляемой ими услуг, а также количества учащихся не являлись гибкими средствами, от преподавателя потребовали значительные дополнительные работы. Многостанционная система сборки и индикации данных обеспечивает создание аппаратуры педагогической обратной связи для аудитории не обладающей упомянутыми недостатками. Статья помимо демонстрации упомянутой системы излагает предоставляемые системой услуги.

Д-р Керпан, И.:

О дискретной трансформации Fourier

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Статья на основании дискретной трансформации Fourier дает введение «Спектр — DFT», как конечной тригонометрической строки, создающей предписанное значение замещения периодического сигнала и сравнивает ее с неполной строкой Fourier. Сопоставление дает руководство для формирования благополучного спектра ограниченного в полосе сигнала с точки зрения детектирования.

Лакатош, Е.—Лороди, А.:

Система частотной синтезированной настройки „видефон“ в радиоприемниках Hi-Fi

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

В первой части данной статьи излагается общая структура блока управления на базе микропроцессора, роль периферийных элементов, работа, и сопряжение системы управления со схемными аналоговыми блоками. Затем рассматривает предоставляемые системой услуги, их преимущество, и планируемые варианты аппаратов, излагает также некоторые существующие противоречия в проектировании анализа ценности.

Медьеш, Ч.—Гудра, Т.:

Разработка цифровой системы передачи с большой скоростью в сотрудничестве в рамках ЕС СЦПИ СЭВ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

В данной статье излагаются общие целеустановки программы ЕС СЦПИ. Рассматриваем установку разработанного под руководством венгерской стороны линейного участка системы передачи по коаксиальной кабельной линии ИКМ 480Б/2. Подробно демонстрируем построение служебной системы и телемеханики (локализация дистанционного отказа).

Шнюрмахер, Т.—д-р Темешвари, Ж.:

Об актуальных промышленных вопросах и обучения СА САМ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Основным условием современного промышленного производства является введение технологии с поддержкой на ЭВМ. Одним из расположенных упомянутых, является система САМ САМ. Процесс усовершенствования начался несколько лет тому назад и формируется также в настоящие дни. Статья рассматривает элементы, некоторые показатели и технические возможности упомянутого процесса, опираясь на накопленные промышленные опыты. Обучение современного производства и технологии измерения в ВУЗах органически должно сопрягаться с потребностями промышленности. Авторы рассматривают также и вопросы связанные с вышеупомянутыми.

Д-р Ваго, И.:

Расчет электромагнитного поля моды ТМ и ТЕ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 10.

Известно, что решение задач по расчету электромагнитного поля обычно происходит из такого магнитного А и электрического F векторных потенциалов, которые имеют исключительно лонгитудинальные компоненты. При этом поле произведенное из А будет иметь моду ТМ, а произведенное из F, будет обладать модой ТЕ. Статья излагает каким путем воспроизводить поле моды ТМ, так и моды ТЕ из магнитного А, или электрического F векторных потенциалов. В расчетах векторные потенциалы задаются в двух сколярных значениях. Статья описывает такую связь векторных потенциалов А и F, которые описывают одноименное электромагнитное поле.



Жолдош, Г.:

**Анализ высокоскоростного сигнала БПФ**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No.10.

В статье показывается изображение спектра на примере проектирования широкополосного анализатора спектра 4 МГц, рабо-

тающего по принципу быстрого преобразования Фурье (БПФ). Также описываются основные свойства алгоритма, работающего по принципу БПФ, необходимые для определенного примющегоое. Рассматривается влияние ограничения во времени, затем показано в ней построение проектированного машинного обеспечения (hardshare), а в конце статьи рассматривается также возможности его усовершенствования.

INHALT

Frau Benkő, T.—Dr. Jávör, A.—Rómer, M.:

**Simulationsprüfungen von Digitalstromkreisen**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

In diesem Artikel wird so eine Simulationsprüfung vorgezeigt, wo die Eingangssteuerung durch die in verschiedenen Zeiten durchgeführten Abfragen der logischen Beschaffenheiten, verändert werden können. Dieses Simulationssystem ist das LOBSTER-MPC, welches für die Aufklärung der Stromkreisfehler, sowie für die Bezeichnung der Prüfungen und die Bestimmung der Operationsgeschwindigkeit der Modellstromkreise geeignet ist.

Dr. Gyuris, A.—Klatsmányi, B.—Pintér, J.:

**Die automatische Messung der Start-Stop-Verzerrung der Kanäle für Datenübertragung mit Hilfe von Mikroprozessor-System**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Dieses automatische Mess-System registriert die Start-Stop-Verzerrung des Kanals für Datenübertragung in solcher Weise, dass der aktive Teil des Mess-Systems am einen Ende der Datenübertragungslinie errichtet automatisch eine Verbindung mit der passiven Einheit am anderen Ende der Linie. Die Messergebnisse, welche über die gegenseitig angegebenen Mess-Serien gebildet wurden, sind am Ende der Messung in der aktiven Einheit ausgewertet. Die Mitteilung macht diejenigen programmgesteuerten Messlösungen bekannt, welche in der Einrichtung verwirklicht wurden und die speziellen Messaufgaben erfüllen.

Holéczy, Gy.—Vézner, I.:

**Modellstromkreis für Unterrichtszwecke des Koppelfeldes mit gespeicherter Programmsteuerung**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Im Artikel wird ein Modellsystem für die Koppelfeldeinheit mit Teilnehmeranschluss-Schaltung und Mikroprozessorsteuerung dargestellt. Dieses System ist zur Bekanntmachung der Verkehrsverhältnisse und der Steuerungsfunktionen geeignet.

Káldi, T.—Szentiday, K.:

**Programm zur Minimalisation logischer Funktionen für Mikrorechner**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Ein grundlegender Standpunkt der Entwerfen kombinatorischer Netzwerken ist die wirtschaftliche Realisierung der Spezifikationen. Die logische Synthese spielt bedeutende Rolle auch im mikroelektronischen Entwerfen. Das entwickelte Programm eignet sich zur Minimalisation logischer Funktionen mit einer oder mehreren (max. 10) Ausgängen, läuft ZX Spectrum Personalcomputer, ist in ASSEMBLY Sprache geschrieben worden und ist auf den von M. A. Breuer eingeführten Abdeckungsalgorithmus aufgebaut. Unsere Ergebnisse werden durch Entwurfsbeispiel eines Dekoders illustriert.

Keményes, J.:

**Kommunikationssystem mit vielen Stationen für Datensammlung und Anzeige als eine pädagogische Rückkopplungsanlage für Hörsäle**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Die quantitative und qualitative Umwandlung des Gehaltes des Unterrichts erfordert neue Methoden. Die in den letzten einigen Jahrzehnten erschienenen, den Unterricht helfenden, technischen Mittel waren aber wegen ihren technischen-ökonomischen Grenzen sowohl in ihrer Leistung als auch in der Gesamtzahl ziemlich gebunden, sie verlangten bedeutende Mehrarbeit von dem Lehrer. Das zu einem Rechner anschliessbare Kommunikationssystem mit viel Stationen für Datensammlung und Anzeige ermöglicht die Ausbildung einer neuartigen, frey von diesen Nachteilen, pädagogischen Rückkopplungsanlage für Hörsäle. Der Vortrag neben der Vorführung des Systems schildert die Leistungsmöglichkeiten.

Dr. Kerpan, I.:

**Über die diskrete fourrier-Transformation**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Der Artikel führt, auf Grund der Fourier-Transformation das „DFT-Spektrum“ ein, und zwar als eine begrenzte trigonometrische Reihe, welche die vorgeschriebenen Ersatzwerte der periodischen Zeichen darstellt und diesen Wert mit der abgestutzter Fourier-Reihe vergleicht. Dieser Vergleich gibt uns Auskunft für die aus Hinsicht der Detektion günstige Formgestaltung des bandbegrenzten Zeichens.

Lakatos, E.—Lórodi, A.:

**Abstimmungssystem mit Frequenzsyntheser der Firma Videoton im HI-FI Radioempfänger**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Der erste Teil des Artikels beschäftigt sich mit dem allgemeinen Aufbau der Steuereinheit auf Mikroprozessorbasis, sowie mit der Rolle und der Funktion der Peripherie-Elemente. Der Artikel erörtert ausserdem noch im ersten Teil die Anpassung des Steuersystems zu den Stromkreiseinheiten. Danach werden die von System gebotenen Dienstleistungen, sowie deren Vorteile und die geplanten Empfänger-Varianten bekanntgegeben. Zuletzt werden einige heutige Widersprüche der mit Hilfe der Wertanalyse durchgeführten Planung veröffentlicht.

Megyesi, Cs.—Gudra, T.:

**Entwicklung von digitalen Übertragungssysteme in Zusammenarbeit der RGW für das einheitliche digitale Übertragungssystem**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Die allgemeinen Zielsetzungen des Programms für das einheitliche digitale Übertragungssystem werden im Artikel bekanntgegeben. Es wird eine kurze Übersicht von der Installation des PCM 480×2 Koaxialen Kabelabschnitts bekanntgegeben. Dieser Kabel wurde unter der Leitung der UVR entwickelt. Es wird der Aufbau des dienstlichen und telemechanischen (zu Fernfehlersuchung und Lokalisierung dienenden) Systems veröffentlicht.



Schnürmacher, T.—Dr. Temesvári, Zs.:

**Über die aktuellen Probleme des CAD/CAM in der Industrie und im Unterricht**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Die Grundbedingung der modernen Fertigung in der Industrie ist die Einführung der rechnergestützten Technologien. Eine Anordnung deren bilden die CAD/CAM-Systeme. Der Prozess der Modernisierung hat schon vor vielen Jahren begonnen und ist noch heute im Verenderungszustand. Die Elemente, die Bewegungen und die technischen Möglichkeiten dieses Prozesses werden im Artikel auf Grund der industriellen Erfahrungen erörtert. Der Unterricht der modernen Fertigung und Messtechnologie in den Hochschulen und Universitäten muss organisch mit den Ansprüchen der Industrie verbunden werden. Die Verfasser des Artikels behandeln auch diese Fragen.

Dr. Vágó, I.:

**Über die Berechnung des elektromagnetischen Feldes mit TM- und TE-Typ**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Es ist bekannt, dass die Lösung des elektromagnetischen Feldes im allgemeinen aus solchen A-magnetischen und A-elektrischen Vektor-

potentialen abgeleitet werden kann, die ausschliesslich longitudinalen Komponenten haben. In diesem Fall hat das aus A abgeleitete Feld TM-Typ und das aus A abgeleitete Feld TE-Typ. Der Artikel zeigt uns wie man sowohl das Feld mit TM-wie auch mit TE-Typ, entweder aus A magnetischen, oder aus A elektrischen Potenzial ableiten kann. In der Berechnung kann das A, bzw. das A Vektorpotential mit zwei Skalare Mengen angegeben werden. Der Artikel gibt den Zusammenhang derjenigen A und F Vektorpotentiale an, welche dasselbe elektromagnetische Feld beschreiben.

Zsoldos, G.:

**Schnelle FFT Signalanalyse**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 10.

Der Artikel stellt den Themenkreis der Spektrendarstellung am Entwurfsbeispiel eines Spektrumanalysators vor, der auf FFT Prinzip arbeitet und 4 MHz Bandbreite besitzt. Er befasst sich mit den wichtigen Eigenschaften, die zu einer gegebenen Anwendung der FFT-Algorithmen nötig sind. Er untersucht die Wirkungen der zeitlichen Beschränktheit und stellt weiterhin den entworfenen Hardware-Aufbau dar. Zum Schluss gibt er auch Möglichkeiten der Weiterentwicklung an.

CONTENTS

Mrs. Benkő, T.—Dr. Jávör, A.—Römer, M.:

**Simulating Test of Digital Circuits**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

A simulating test with feedback control is introduced, where the input control can be changed by the interrogating of the output logic states, in different moments. The simulating system is LOBSTER-MPC which is suitable for the discovering of circuit faults, the visualization of tests and for the determination of the operating speed of the model-circuits.

Dr. Gyuris, Á.—Klatsmányi, B.—Pintér, I.:

**Automatic Measurement of the Start-stop Distortion of the Data-transmission Channels by a Microprocessor System**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The automatic measuring system measures the start-stop distortion of the data-transmission systems in such a manner that the active part of the measuring system, allocated on one end of the data transmission line, sets up a connection automatically with the passive unit on the other end of the line. The measurement results, formed on the measurement-series transmitted mutually, are evaluated in the active unit at the end of the measurement. This publication introduces the program controlled measuring solutions providing for special measuring task realized in the equipment.

Holéczy, Gy.—Vézner, I.:

**SPC Switching-field for Educational Purpose**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

In the article a system modelling a microprocessor controlled link connecting switching-field unit is introduced which is suitable for the illustration of the traffic conditions and control functions of the switching field.

Káldi, T.—Szentidai, K.:

**Programme of Microcomputers for Minimizing Boolean Switching Functions**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

When planning combination network the economy of the required specification should be considered. The logic synthesis has a very important role in the planning of microelectronic circuits. A set of programmes written in ASSEMBLY language has been proposed. It is suitable to minimize Boolean switching functions of one or several (max. 10) outputs end, it can be run on ZX Spectrum personal computer. The programme is based on the algorithm of the irredundant covers introduced by M. A. Breuer. The result obtained are illustrated with an example of planning of a decoder circuits.

Kemenes, J.:

**Multi-Stational Communicational Data Aquisition and Displaying System as a Lecture-Room Pedagogical Feedback Device**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The quantitative and qualitative change of the contents of the education requires new methods. But the technical devices helping education, that appeared in the last one or two decades, are very bound considering both in their features and the number of students they demand significant surplus work from the teacher. The multi-stational communicational data aquisition and displaying system, that can be joined to a computer, makes the developing of a new, lecture-room pedagogical feedback device possible which is free from these disadvantages. In addition to the presentation of the system the paper gives outlines of its facility possibilities.

Dr. Kerpán, I.:

**For the Discrete Fourier-Transformations**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

On the basis of the discrete Fourier-transformation this publication introduces the „DFT-Spectrum” as the finite trigonometric series producing the prescribed substitution values of the periodic signal;



it compares that with the abridged Fourier-series. The comparison gives information for the spectrum-forming of the band-limited signal, which is suitable for the detection.

Lakatos, E.—Lórodi, A.:

„Videoton., Frequency Synthesiser Tuning System in Hi-Fi Radio Receivers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The first part of this article deals with the general structure of the microprocessor-based control unit, with the role of the periphery elements, with their operation as well as with the matching of the control system to the analog circuit units. Then the facilities ensured by the system, their advantages and the planned device variants are discussed. After this some present contradictions of the value-analysing planning are introduced.

Megyesi, Cs.—Dudra, T.:

Development of High-Speed Digital Transmission Systems in Uniform Digital Transmission System (UDTS) of Comecon Co-operation

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The general purpose targets of UDTS program are introduced in this article. The installation of the PCM 480×2 coax-cable line section, developed under Hungary's direction, is surveilled. The structure of the service- and telemechanical (remote fault locating) system is introduced in detail.

Schnürmacher, T.—Dr. Temesvári, Zs.:

About the Actual Industrial and Educational Questions of CAD/CAM

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The basic condition of the up-to-date industrial production is the introduction of the technologies supported by computers. One of their structures is formed by systems CAD/CAM. The modernizing

process began a few years ago and is formed nowadays, too. The elements, moments and technical possibilities are discussed in this article, on the basis of industrial experiences. The education of the modern production- and measurement technology in the high schools should be in close connection with the requirements of the industry. The authors touch upon also the questions in connection with this topic.

Dr. Vágó I.:

On the computation of TM and TE Mode Electromagnetic Fields.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The solution of electromagnetic field problems is known to be obtainable from a magnetic vector potential and an electric vector potential both of which have a longitudinal component only. Then, the field derived from a magnetic vector potential is of TM mode while that obtained from an electric one is of TE mode.

It is shown in what follows how both the TM and the TE quantities each. The relationship between the vector potential or from the electric potential. In the discussion, the vector potentials will be defined with the aid of two scalar quantities each. The relationship between the vector potentials describing the same electromagnetic field will be stated.

Zsoldos, G.:

Highspeed signal analysis using FFT

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 10.

The problem of frequency spectrum estimation is demonstrated through the development of a 4 MHz FFT spectrum analyzer. The FFT algorithms are reviewed in such an extent that is necessary for the practical application. The influence of time limitation of the analyzed signal is discussed. After presenting the hardware structure the possibility of further development is outlined.

## HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató leányvállalat, Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 175-200. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,— Ft, egész évre 360,— Ft. Egyes szám ára 30,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: a „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H-1389 Budapest, Postafiók 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279. 86-253. Révai Nyomda Egri Gyáregység, Felelős vezető: Horváth Józsefné dr. 88 1526

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375