

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BHG

ORION

TERTA

Laczkó Endre
Bernhardt Richárd
Dr. Eisler Péter
Dr. Gosztony Géza
Honti Ottó
Klug Miklós
Tölgyesi László

Jakubik Béla
Csernoch János
Froemel Károly
Sass Károly
Szabó Károly
Szász Gerő

Bánsági Pál
Baján Tibor
Benedek Elek
Halmi Gábor
Hutter Mihály

A híradásipar mérőautomatáiról. IV. rész Mérőrendszerek moduláris kialakítása, IEC—IR (Interface-rendszer) realizálása*

TEMESVÁRI ZSOLT
KKVMF

1. Bevezetés

A korszerű berendezésgyártás felgyorsult üteme, nagy volumene, bonyolultsága szükségszerűvé teszi a modern méréstechnológia bevezetését, melynek alapvető eszközei a vizsgálórendszerek és mérőautomaták. Ezen berendezések alkalmazása a vizsgálati technológia új generációs szintjét teremti meg, mely a korábbi manuális és félautomata vizsgálati generációkat hivatott kiváltani.

Hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy számos nagyüzemben ez a méréstechnológiai generációváltás nehézségekbe ütközik, illetve nem kellő ütemben és időben történik (vagy történt) meg, s ez természetesen visszahat az üzem termelésére is. Ez a tény alapvetően két ható tényezőre vezethető vissza. Az egyik — napjainkban már valószínűleg kevésbé számottevő — az üzemi szakembergárda egy részének az újhoz való elégtelen affinitása. A másik, alapvetően meghatározó ok a mérőberendezések nagy bonyolultsága és ára. Ezt a gondot még fokozza az a tény, hogy a legtöbb esetben importra van szükség. Ennek kapcsán felmerül a kérdés, hogy van-e létjogosultsága Magyarországon mérőautomaták fejlesztésének, építésének, hisz jól ismert a világpiac mérőautomatáinak kínálata. Feltérképezve a világpiac ajánlatát és az ipari méréstechnológiai igényeket megállapítható és leszögezhető, hogy nemcsak létjogosultsága van, hanem szükségszerű is a hazai fejlesztés. Ezen megállapítás alátámasztására szolgáljanak az alábbi gondolatok és tények:

- a vizsgálandó objektumok sok esetben speciális rendeltetésűek, szűk áramkörkészlettel, szerényebb vizsgálati igényekkel;
- a világpiacon fellelhető univerzális mérőautomaták között nem mindig találni olyat, amelyik képességeiben illeszkedik az ellátandó feladathoz

(pl. csatlakozópontok száma, működési sebesség, vizsgálati mélység stb.);

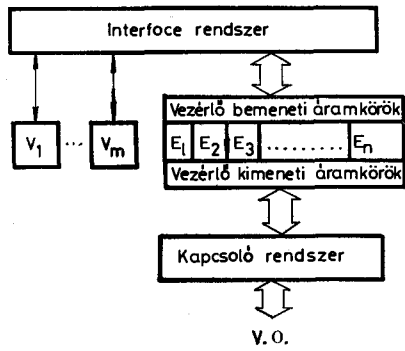
- az importból beszerzett berendezések drágák, a nagy értékű importcikkek beszerzésének nehézségei pedig közismertek;
- célfeladatok ellátási igénye esetén különösen érdemes a hazai fejlesztést mérlegelni, hisz az ilyen célautomaták a feladatok pontos ismerete alapján modulrendszerben, „testreszabottán” alakíthatók ki. Sok esetben az automata saját, de legalábbis hazai gyártásból származó egységekből építhető fel;
- a mérőautomaták modul rendszerű felépítése lehetővé teszi a könnyű konfigurációváltást, a célautomata flexibilis átalakítását más célú automatává;
- a hazai, üzemen belüli fejlesztés során új, a fejlesztésben járatos „szakműhelyek” alakulnak ki, melyek léte biztosítéka a méréstechnológiai generációváltás létrejöttének;
- a modern vizsgálati technológiai kultúra meggyökeresedése szempontjából fontos, hogy hazai talajból is kinőjenek annak egyes termékei.

Fentieket átgondolva nyilvánvaló a hazai fejlesztés létjogosultsága, de ugyanakkor nem zárhatjuk ki az importbeszerzést sem.

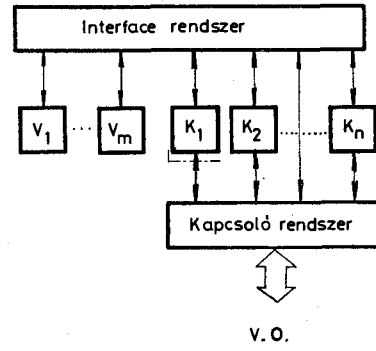
2. Mérőrendszerek kialakítása

A mérőrendszerek mérőblokkjuk (mérőegységek rendszere) kialakítása szerint lehetnek integrált, építő-kocka szinten moduláris és készülék szinten moduláris rendszerek. Az integrált rendszer fő jellemzői: az építőelemek szoros strukturális kapcsolatban vannak, önálló egységekre nem bonthatók, feladat-orientált, nem változtatható felépítésűek. Az építő-kocka szinten moduláris rendszer azt jelenti, hogy a mérőblokk önállóan is létezik, de a készülékeknél alárendeltebb áramkörü egységekből áll (pl. A/D, D/A átalakító, műveleti erősítő, tároló, mintavevő

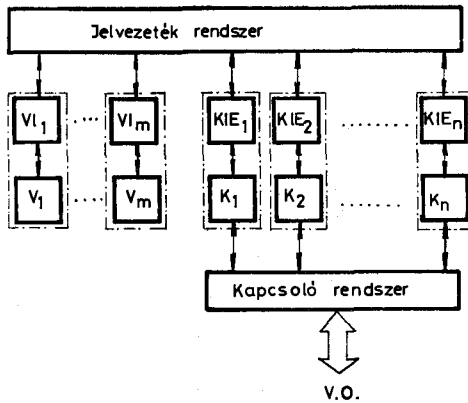
* Az I. rész BHG ORION TERTA Műszaki Közlemények 1979. 1. számában, a II. rész a HÍRADÁS-TECHNIKA 1980. 4., a III. rész 1981. 11. számában jelent meg.



a,



b,



c,

Az ábrákon használt jelölések :

$V_1 \dots V_m$ = vezérlő processzor (ok)

$E_1 \dots E_n$ = strukturálisan kötődő, szét nem választható, funkcionális egységek, építőelemek.

$K_1 \dots K_n$ = a mérőblokkot alkotó építőelemek, illetve készülékek.

$KIE_1 \dots KIE_n$ = készülék interface egységek.

$VI_1 \dots VI_m$ = vezérlő interface egységek.

B 236-1

1. ábra. Mérőautomata mérőblokk-kialakítások. a) Integrált mérőblokk; b) Építőkocka szinten modulációs mérőblokk; c) Készülék szinten modulációs mérőblokk

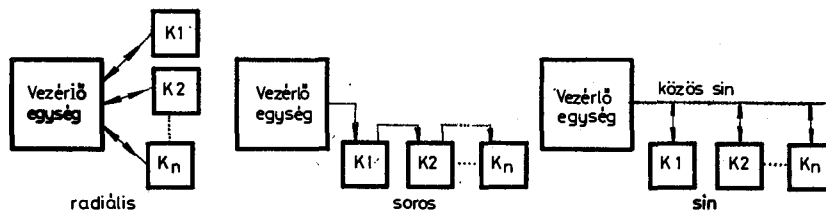
stb.). A készülék szinten moduláris mérőblokk hagyományos, önállóan is használható készülékeket foglal magába (digitális voltmérő, impulzusgenerátor, multiméter stb.).

A mérőrendszerekben rendkívül fontos szerepet tölt be az interface-rendszer, hisz közvetítésével alakul ki egy olyan kommunikációs rendszer, amelyben az egységek információcserére képesek és összehangoltan működnek. Az interface-rendszer felépítését befolyásolja, hogy a mérőrendszer integrált, építőkocka szinten moduláris, vagy készülék-szinten moduláris rendszerű-e. Az integrált és építőkocka szinten moduláris rendszerűnél az interface-rendszer felépítése általában központosított, össze-

vont, a vezérlési feladatok túlnyomó hányadát a processzor látja el. A készülékszinten moduláris rendszerben az interface-rendszer elosztott felépítésű, azaz a vezérlési feladatok jelentős részét a készülékekhez rendelt interface-egységek látják el. Az 1. ábra rendre integrált, építőkocka szinten moduláris és készülék szinten moduláris mérőrendszert mutat be.

Az esetek többségében szükséges a vezérlő illesztésre szolgáló VI egységek használata, mivel a kis- és mikroszámítógépek, mikroprocesszorok interface felületei nem egységesítettek.

Az interface-rendszerek fontos jellemzője a jelvezetékrendszer kialakítása. Ennek lehetséges válto-



B 236-2

2. ábra. Jelvezetékrendszer-kialakítások

zatai a radiális, a soros és sin rendszer. Ezek alapvető felépítését szemlélteti a 2. ábra.

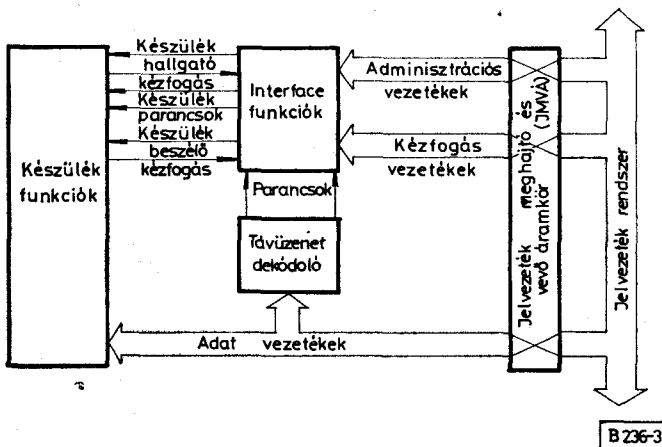
A széles körben elterjedt modern mérőautomata-rendszereket tanulmányozva kiderül, hogy a sin szervezésű interface-rendszer kialakítás szinte egyeduralgó (PEGAMAT, ANDIMAT, CAMAC, IEC...). Megvizsgálva az általa nyert előnyöket ez érthetővé válik. Ez biztosít leginkább lehetőséget modulrendszer alkalmazására, flexibilis konfiguráció változtatásra, bővítésre.

A sin szervezésű interface-rendszerek közül kiemelkedő jelentőségű az IEC-IR. Ezen kijelentés indoklására elegendő azt a tényt megemlíteni, hogy ez napjaink talán legerjedtebben használt interface-rendszere. A világ legkülönbözőbb cégeinek, legkülönbözőbb készülékei rendelkeznek ilyen interface opcióval. A mérőrendszer készülékszinten moduláris kialakítása szinte sugallja az IEC-IR választását.

A mérőrendszerek gyors, flexibilis előállításának és átalakításának — mint már kifejtettük — alapvető feltétele a moduláris kialakítás. A mérőrendszer moduláris felépítését a készülékszinten moduláris rendszerválasztás biztosítja. A teljes, totális modularitás eléréséhez szükséges az interface-rendszer, a konstrukciós és software-rendszer moduláris felépítése is.

Az alkalmazott interface-rendszer célszerűen az IEC-IR. Ez az individuális készülékek interface-egységeiből és az azokat összekapcsoló jelvezeték-rendszerből áll. A modularitás elve az egyes interface-egységek kialakításánál is érvényesíthető. Az interface-egységeket alkotó modulok száma és felépítése az alkalmazott áramköri szinttől függ. Az SSI, MSI áramköri szint esetében a következő fő modulokat kell használni: jelvezeték meghajtó és vevő áramkörök (JMVA), távüzenet dekódoló és az interface-funkciók moduljai. Az említett modulok egymással, illetve az interface-jelvezetékrendszerrel, valamint a készülék funkciókkal való kapcsolatrendszerét a 3. ábra szemlélteti. Az interface-funkciókat magába foglaló főmodul az interface-funkciókat realizáló áramköri egységekből épül fel, amelyek szintén moduloknak tekinthetők.

Az LSI, VLSI áramköri szint alkalmazásakor



3. ábra. Interface-egységek moduláris kialakítása

a modulok száma lecsökken, sőt az egy modul interface-egység felé közelít. Ezen kérdésekkel a 3. fejezet foglalkozik részletesebben.

Célszerű a szerkezeti konstrukciót is moduláris elemcsaládból (pl. KONTASET) megvalósítani.

A software-rendszer moduláris felépítése azt jelenti, hogy az olyan software-csomagokból áll, amelyek az egyes készülékek kezelésére szolgálnak. Tartalmaznia kell olyan „üres” csomagokat is, amelyek felhasználhatók új készülékek beiktatásakor azok software adaptálására. Ezen csomagok a konkrét készülék ismeretében töltődnek meg.

3. Készülék interface-egységek realizálása IEC-IR alkalmazásával

Az IEC-IR alkalmazása, mint láttuk nagymértékben leegyszerűsíti a mérőrendszerek rendszerszintű tervezését. Konkrét áramköri tervezési feladatot egy-egy új készülék interface-egységének a kialakítása jelent.

Az áramköri tervezésnek napjainkban két lehetséges alternatívája van, mégpedig az alkalmazott áramkörök integráltsági szintje szerint:

- SSI, MSI integráltsági szint,
- LSI, VLSI integráltsági szint.

A kiválasztott integráltsági szint determinálja az áramköri kialakítás módszerét.

Az SSI, MSI áramköri készlet esetében a logikai hálózatok tervezési módszereit használhatjuk és az egyes funkciókat különálló áramköri egységekként, modulokként állíthatjuk elő. Ezen áramköri modulokból tetszőleges képességű készülék interface-egység (KI) alakítható ki. Ennek akkor lehet különös jelentősége, ha olyan készülékeket állítunk elő, amelyek kevés funkciót igényelnek.

Az LSI, VLSI integráltsági szint alkalmazása merőben megváltoztatja az interface-problémák megoldását. Elmaradhat az interface-egységek logikai áramköri tervezése és helyette a kész áramkörök rendszerbe illesztését kell megvalósítani.

Napjainkban gomba módjára szaporodnak az olyan univerzális, valamennyi, vagy csaknem valamennyi létező interface-funkciót realizáló LSI integrált áramköri chippek, amelyek önmagukban megoldják egy-egy készülék interface illesztését.

Mind több esetben érdemes SSI, MSI helyett felhasználó orientált („custom-design”) vagy általánosabb célú — s így esetleg redundáns — LSI, VLSI áramkört használni.

3.1. Funkciók áramköri realizálása SSI, MSI áramkörökkel

Ezen az áramköri szinten való realizálás módja a funkció memóriagényétől függ. Az olyan funkcióknál, mint a DC és DT funkciók — nincs szükség tárolóra, így azok kombinációs hálózattal realizálhatók. Tárolóigényű funkciók esetében a szinkron vagy aszinkron szekvenciális hálózat alkalmas a funkció realizálására. Az SH, AC, DT és DC funkció megvalósítható kombinációs hálózattal, míg a többi funkcióhoz szekvenciális hálózat szükséges.

3.2. Funkciók áramköri realizálása LSI, VLSI áramkörökkel

Az előző alfejezetben megemlítettük, hogyan lehet egy készülék interface egységét előállítani SSI, MSI áramkörkészlet felhasználásával. Ez a módszer „testreszabott” interface-egységet eredményez, de nem kevés munka árán. Az utóbbi időben több olyan LSI, VLSI (továbbiakban LSI) áramkör látott napvilágot, amely magában foglalja a legtöbb funkciót, sőt a kiegészítő áramkörök (JMVÁ és távüzenet dekódoló) egyes vagy valamennyi részét is. Az ilyen áramkörök alkalmazása lényegesen leegyszerűsíti az interface-tervezést, hisz az említett alap chipet néhány kiegészítő elemmel körülépítve, kész interface-egység adódik.

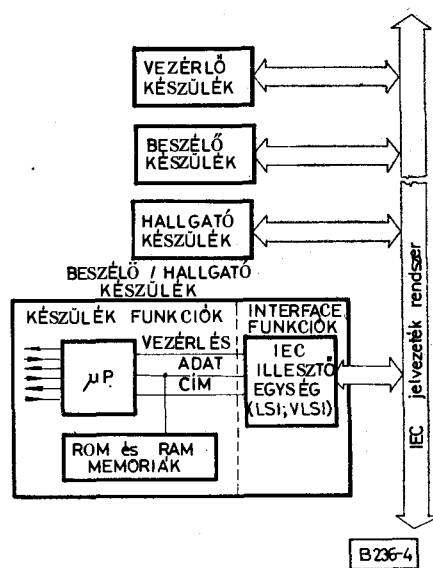
Az interface-egységek LSI áramkörrel való realizálásának árkövetkezménye is jelentős. Míg a hagyományos TTL áramkörökből (SSI, MSI) előállított interfac-eegység hozzávetőlegesen 1000 \$-ba kerül, az LSI realizálás esetén ez az összeg tizedrészére, 100 \$ nagyságrendjébe esik. Az LSI chipék ára 20 \$ közelében van. Várható a jelzett árak további csökkenése. A fejlesztések iránya e területen is az, hogy egyre több áramkör „beintegrálódik” a chipbe és végül elképzelhető, hogy valamennyi funkció az összes kiegészítő áramkörrel együtt egy tokban kerül elhelyezésre. Így megvalósulhat az egy chip interface-egység.

Az LSI IEC illesztő chipék mindegyike rendelkezik az alapfunkciók közül a BESZÉLŐ és HALLGATÓ funkcióval, míg némelyik a VEZÉRLŐ interface-funkcióval is. Az 1. táblázat összefoglalja a világpiacon kapható (általunk ismert) illesztő áramköröket, azok fő jellemzőivel együtt.

Megjegyzendő, hogy azon áramkörök legtöbbje, amelyeknél a táblázatban csak a beszélő/hallgató funkció megnevezése szerepel, szintén alkalmazhatók vezérlőnek, csak további kiegészítő áramkörök felhasználása szükséges. Az áramkörök a beszélő, hallgató és vezérlő funkciók mellett természetesen a további funkciókat is tartalmazzák.

Az LSI IEC interface illesztő áramkörök elterjedésének még egy fontos indoka van. A korszerű mérőrendszerekben egyre gyakoribb a mikroprocesszorok vezérlőként való felhasználása. Ezzel párhuzamosan a mérőrendszerekbe építhető programirányítású készülékek intelligencia fokának ugrásszerű növekedése figyelhető meg. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a készülékek legtöbbje ma már maga is mikroprocesszort tartalmaz. Ennek következtében a készülékprogramozás — sok adat-byte átvitelét igénylő hagyományos munkája — leegyszerűsödik. Egy adott beállítási vagy működési szekvencia elvégzésére elegendő lehet egy szubrutint meghívó parancs (adat-byte) leküldése. Minden további feladatot a készülék saját mikroprocesszora az ott tárolt programok felhasználásával elláthat. Egy korszerű készülék felépítésére és annak LSI chippel való IEC illesztésére mutat példát a 4. ábra.

Az LSI illesztők többsége közvetlenül mikro-



4. ábra. Korszerű készülék felépítése

LSI, VLSI IEC illesztők főbb jellemzői

1. táblázat

Gyártó	Típus	Gyártás technológia	Tokozás	Alapfunkció	Órsebesség
Fairchild	96LS488	Low-power Schottky	40-pin	Beszélő/hallgató	13 MHz
Fairchild	F 68 488	NMOS	40-pin	Beszélő/hallgató	1—2 MHz F6800 µP-hez
Motorola	MC 68 488	NMOS	40-pin	Beszélő/hallgató	1—2 MHz
Intel	8291 8292	NMOS NMOS	40-pin 40-pin	Beszélő/hallgató vezérlő	8 MHz 6 MHz
Philips/Signetics	HEF 4738 V	LOC MOS	40-pin	Beszélő/hallgató	2 MHz
Texas Instruments	TMS 9914	NMOS	40-pin	Beszélő/hallgató vezérlő	5 MHz
National Semiconductor	fejlesztés alatt		—	Beszélő/hallgató + vezérlő + meghajtók	—

processzorhoz kapcsolható. Abban az esetben, ha a vezérlő mikroprocesszorral épül és a mérőrendszer intelligens (μP -t tartalmazó) készülékeket fog össze az LSI illesztők μP – μP közötti kapcsolatot létesítenek.

Fenti gondolatok jegyében könnyen megjósolható, hogy hamarosan egyeduralgódóvá válik az interface-problémák megoldására az LSI illesztő chip alkalmazása (még akkor is, ha kihasználásuk esetenként redundáns).

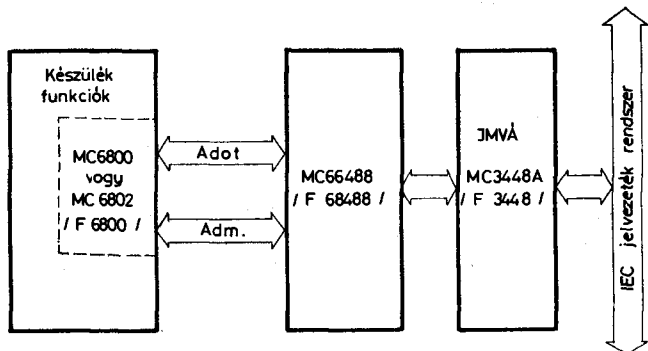
Az LSI illesztők alapvetően két csoportba sorolhatók. Az egyik csoportba az ún. hardware realizációjú, a másikba a software realizációjú áramkörök tartoznak.

A hardware realizációjú LSI IEC illesztők 40–50 TTL áramkört helyettesítenek. Felépítésük lényegében megegyezik az SSI, MSI áramkörökkel realizált illesztőkével, de mindazokat egy chipbe „beintegrálva”.

Egyaránt használhatók a hagyományos TTL áramköröket és mikroprocesszort tartalmazó készülékek illesztésére. Ilyen típusú áramkör a Philips/Sigmetics HEF 4738 V illesztője.

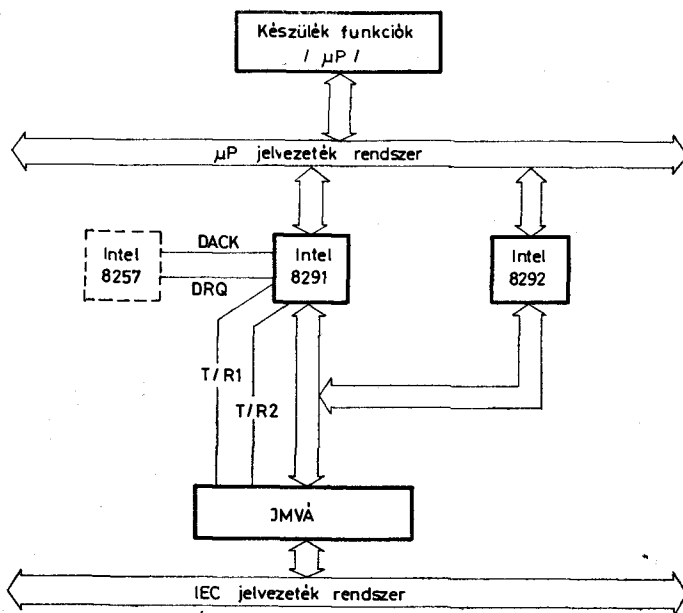
A software realizációjú illesztőknél nem szükséges minden részáramkört fizikailag realizálni, mert azok software elemekkel, programokkal helyettesíthetők. Általában mikroprocesszorral képesek együttműködni, melyek vezérlő programja irányítja az illesztő működését is. Jellemzésükre megemlítjük az Intel 8291 és Intel 8292 típusú illesztőket, amelyek fixen beprogramozott egy-chip 8041 (UPI 41A) mikroszámítógépek.

A 2. táblázatban összefoglaltuk az LSI IEC illesztőegységek alkalmazástechnikájával kapcsolatos lényegesebb információkat. A táblázat kiegészítésére szolgál az 5., 6., 7., 8., 9., 10. ábrásor, amelyek bemutatják az egyes áramkörökből kialakítható IEC illesztők blokkvázlatát. Az 5. ábra Fairchild 96 LS 488; a 6. ábra az F 68 488 és az ahhoz hasonló MC 68 488 áramkörökből kialakított intelligens készülék illesztőegységeket; a 7. ábra az Intel 8291 és 8292 áramkörökből kialakított vezérlő illesztést mutat be. Ezen utóbbi ábrán az Intel 8257 DMA vezérlő csatlakoztatása is fel van tüntetve. A 8. ábra a hardware realizációjú HEF 4738 használatát szemlélteti készülék illesztő kiépítés esetében.



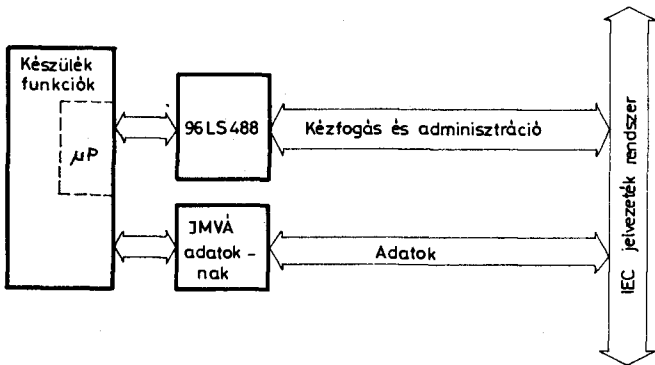
B 236-6

6. ábra. Készülék IEC interface-egység kialakítása a Motorola MC 64 488, illetve a Fairchild F 68 488 áramkörrel



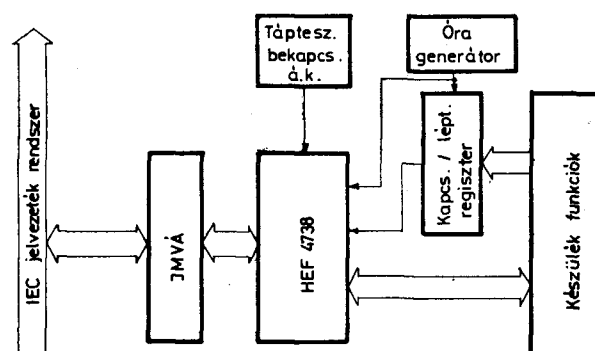
B 236-7

7. ábra. Vezérlő IEC – interface-egység kialakítása INTEL áramkörökkel



B 236-5

5. ábra. Készülék IEC – interface-egység kialakítása a Fairchild 96LS488 áramkörrel

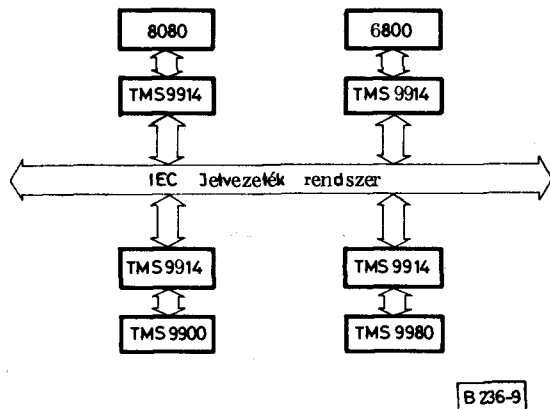


B 236-8

8. ábra. Készülék IEC – interface-egység kialakítása a Philips/Sigmetics HEF 4738 áramkörrel

A 9. ábra a TMS 9914 áramkör alkalmazási körét, míg a 10. ábra a TMS 9900 mikroprocesszorral való együttműködését mutatja be. A rendszerbe illesztendő, mint az ábrán látható is, a TMS 9911 DMA vezérlő chip is.

Az LSI illesztőket felépítésük szerint — mint ezt már korábban is leszögeztük — két fő csoportba sorolhatjuk. Az egyikbe kerül a hardware realizációjú Philips/Signetics HEF 4738, míg az összes többi a második, a software realizációjúak közé sorolható.



9. ábra. A Texas TMS 9914 áramkörrel felépíthető vezérlők

A software realizációjúak közül szinte teljesen megegyezik a Motorola MC 68 488 és a Fairchild 68 488 áramkör. Az Intel 8291+8292 és a Texas TMS 9914 képességek tekintetében egymás mellé helyezhető (mindkét megoldás realizálhatja a vezérlő funkciót is), de az áramköri alkalmazástechnikai oldal már eltérő. A Fairchild 96LS488 egy újabb kategóriát jelent, mivel itt már a vonal adó/vevő áramkörök egy része is bekerül a chipbe. Egy további lépést jelent a National Semiconductor készülő áramköre, amely már valamennyi kiegészítő elemet a chipen belül helyezi el.

4. Összefoglalás

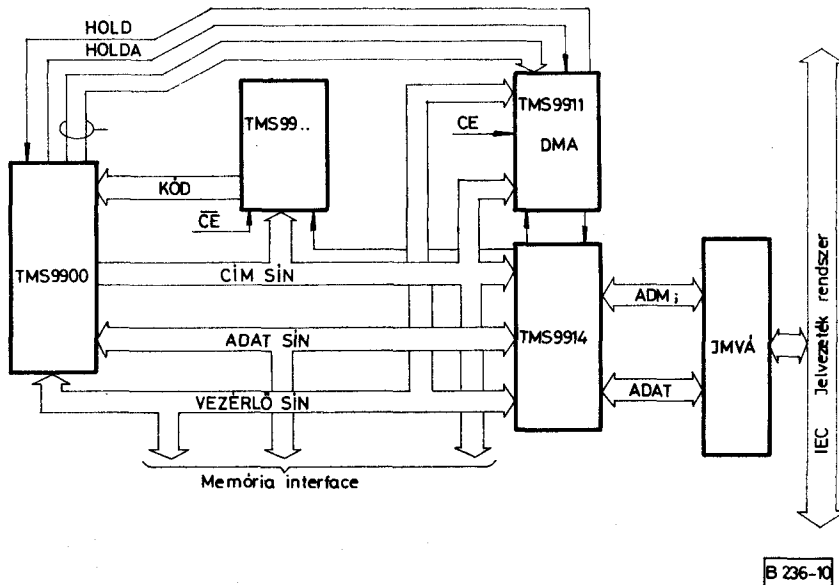
Az IEC interface-rendszer kialakítása, világméretben való elterjedése forradalmasította a mérőrendszerek, mérőautomaták építésének folyamatát. IEC interface illesztési lehetőséggel rendelkező készülékek tömege áll rendelkezésre. LSI IEC illesztő áramkörök léte, alacsony ára nagymértékben megkönnyíti saját tervezésű készülékek interface egységeinek kialakítását.

Mindezeket figyelembevéve és a mérőrendszerek kiépítésének modularitási elvét követve igen nagy a realitása annak, hogy adott méréstechnológiai feladathoz rendelt (cél) mérőautomatát hazai fejlesztés révén állítsunk elő.

2. táblázat

LSI, VLSI IEC illesztők fontosabb alkalmazástechnikai jellemzői

Típus	Realizáció fajtája	Jellemző alkalmazási köre	Csatlakozási felület	Interface-funkciók	Szükséges (ajánlott) kiegészítő áramkörök
F 96 LS 488	software	intelligens készülékek	tetszőleges μP	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, SR, PP, RL, DC, DT	JMVÁ csak az adatvonalakhoz
F 68 488	software	intelligens készülék	F 6800	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, SR, PP, RL, DC, DT	JMVÁ (F 3448)
MC 68 488	software	intelligens készülék	MC 6800 v. MC 6802 μP	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, SR, PP, RL, DC, DT	JMVÁ (MC 3448 A)
Intel 8291	software	intelligens készülék	μP	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, SR, OO, RL, DC, DT	JMVÁ
Intel 8292 (+Intel 8291)	software	vezérlő	μP	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, SR, OO, RL, DC, DT + C, SC	JMVÁ
HEF 4738 V	hardware	készülék	μP vagy TTL	SH, AH, T, L, SR, PP, RL, DC, DT	JMVÁ, kapcsoló/léptető regiszter, óragenerátor, tápfesz. bekapcs.
TMS 9914	software	intelligens készülék vagy vezérlő	tetszőleges μP	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, C, SC, SR, PP, RL, DC, DT	JMVÁ (SN 75 160, SN 75 161)
National semiconductor	software	intelligens készülékek, vezérlő	μP	SH, AH, Tv, TE, Lv. LE, C, SC, SR, PP, RL, DC, DT	—



10. ábra. IEC – interface-egység felépítése a Texas TMS 9914 áramkörrel

Ezen tevékenység folytatása a korszerű gyártástechnológiához nélkülözhetetlen, nagy hatékonyságú méréstechnológia kialakítása szempontjából is rendkívül fontos. Csak a hazai anyagi és szellemi erőforrások bevetésével érhető el és csak ettől várható el a méréstechnológiai generációváltás maradéktalan és gyors megvalósulása.

I R O D A L O M

- [1] Dr. Kerpán István – Massziné Windisch Nóra: A híradásipar mérőautomatáiról. BHG ORION TERTA Műszaki Közlemények, 1979. 1. sz.
- [2] Temesvári Zsolt: A híradásipar mérőautomatáiról II. rész. Interface-rendszerek, programirányítású vizsgálókészülékek. HÍRADÁSTECHNIKA, 1980. 4. sz.
- [3] Holéczy Gyula: A híradásipar mérőautomatáiról.

III. rész. Vezérlési rendszerek, programozás. HÍRADÁSTECHNIKA, 1981. 11. sz.

- [4] INSTRUMENTS 80; Instrument performance rides high, spurred by LSI-based design. Electronic Design 21, October 11, 1979.
- [5] Dave Bursky: LSI peripherals: μ P's helping hands are strong and getting stronger. Electronic Design 24, November 22, 1979.
- [6] Radnai Rudolf: IEC illesztőáramkörök. Mérés és automatika. 1979. 11. szám.
- [7] 96LS4188 GENERAL PURPOSE INTERFACE BUS (GPIB) CIRCUIT. FAIRCHILD Preliminary Data Sheet, January 1980.
- [8] F 68 488 GENERAL PURPOSE INTERFACE ADAPTER (GPIB) FAIRCHILD Preliminary Data Sheet, April 1977.
- [9] The HEF 4738 V IEC Bus interface circuit. SIGNETICS. Technical information 040.
- [10] George Sideris: INSTRUMENTS' 80; Compatible-instrument clusters promise speedier, smarter bench measurements. Electronic Design 21, October 11, 1979.