

**A
KUTATÁS
HAZAI
MŰHELYEIBEN**

**EMG
830**

**ELEKTRONIKUS
SZÁMÍTÓGÉP-
GYÁRTÁS
MAGYAR-
ORSZÁGON**

Önvalomással kell kezdenem: néhány esztendővel ezelőtt még megvalósíthatatlan álmomnak minősítettem volna azt a tervet, hogy Magyarországon elektronikus számítógépet — computert — gyártsanak. Úgy gondoltam, hogy a tervezés és a fejlesztés költségei — amelyeket dollárok vagy rubelek millióiban, milliárdjaiban mérnek — gyakorlatilag elérhetetlen messzeségben vannak lehetőségeinktől. S ma: hazánk több kutatólaboratóriumában folyik számítógépek tervezése. Az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében már előállítottak számítógépet: a TPA-t (a *Tárolt Programú Adatfeldolgozót*), amely — főként nukleáris mérésekkel kapcsolatos számítások céljaira — máris szolgálatban áll. A KFKI-ban továbbra is foglalkoznak számítógép-fejlesztéssel. Az *Elektronikus Mérőkészülékek Gyára* már be is fejezte prototípusának kifejlesztését, és közvetlenül küszöbén áll a gyártás megkezdésének.

Az EMG üzemi tudományos kutatóműhelyében olyan gondolat jegyében láttak hozzá a konstrukció alapelveinek kidolgozásához, amelyet így fogalmazhatnánk meg: „Ha kevés a pénz — toldd meg ésszel!” A nemzetközi gyakorlat azt tanúsítja, hogy csak rendkívül nagy költségek árán lehet a számítógép belsejében lezajló különféle műveletek sebességét növelni. Ez az út — nagy általánosságban szólva — a mi viszonyaink között nem járható. Az *EMG-kutatók ehelyett a számítógép szerkezeti felépítésének a legmodernebb elveit alkalmazták*. Az új elvek alapján való szervezettség maga alkalmas arra, hogy növelje a számítógép egészének általános működési sebességét — emellett a további fejleszthetőség nagy távlatait nyitja meg.

Modul-rendszer

Az EMG 830 *modulokból*, azaz olyan szekrényekből áll, amelyek egy-egy funkcionális (működési) egységet foglalnak magukban. Az egész berendezést úgy rakják össze a modulokból, mint a házat az előregyártott elemekből, mint a játékvárat az építőközből. A *modulok egy nagy szekrényben* foglalnak helyet. Ezt egy 33 érből álló *sinrendszer hálózza be*, amelyhez a *modulok dugaszokkal csatlakoznak*. A modulok kizárólag a síneken keresztül, a síneken át folyó elektromos áram révén érintkeznek egymással, más összeköttetés nincs közöttük. Az egyes műveletek a gépben lényegében úgy zajlanak le, hogy két modul között összeköttetés jön létre a síneken keresztül.

Ennek a modulelvnek, ennek az építőszekrény-gondolatnak a megvalósításában igen nagy következetesség érvényesül. Az egyes modulokon belül mintegy kisebb modulok találhatóak — a kisebb modulok még kisebb modulokból épülnek fel. A modulokon belül 405×308 mm-es *lemezek* sorakoznak, a lemezekeken kis, 24×46 mm-es *lapkák*. Ezek a lapkák (*mikrokárdok*) szilícium félvezetőket és más alkotóelemeket tartalmaznak. Egy-egy lemezre 130—150 mikrokárdot szerelnek rá. A mikrokárdok között *nyomtatott áramkörök* teremtenek összeköttetést, mégpedig úgy, hogy funkcionális egységé álljanak össze, amely bizonyos műveletsorozat elvégzésére alkalmas.

Hajlékony, fejleszthető, gazdaságos

A modulelv alkalmazása nagy előnyökkel jár. Ezek közül talán elsőként kell említünk a *hajlékonyságot*. Egy-egy gép maximálisan mintegy 70 modult foglalhat magában, ezeket úgy lehet megvá-

logatni, hogy maga a gép éppen a kívánt jellegű feladatok megoldására váljék alkalmassá. Ennek tudható be, hogy az *EMG 830* mind folyamatok irányítására, mind pedig műszaki-tudományos számításokra és adatfeldolgozásra alkalmazható.

A másik értékes tulajdonság, amely a modulrendszerből folyik: a *fejleszthetőség*. Itt az „elektronikus agy” együtt fejlődhet a vállalattal, illetve a műveletek automatizálásának egyre táguló körével. Tegyük fel, hogy egy gyár a gépet az ügyvitel szolgálatába kívánja állítani. Kezdetben annyi modult vásárol meg, amennyiből össze tud állítani egy olyan be-

egészére is kiterjedhet. Máskor esetleg anyagi okok — a számítógép drága — követelik meg a fokozatosságot.

Ugyanilyen jó szolgálatot tehet a fejlesztettség abban az esetben is, ha az automatát folyamatirányításra fogják be. Itt is elképzelhető, hogy előbb csak egyetlen gépnek vagy gépsornak a vezérlésére készül program, és ehhez kevés modul is megteszi. Később a technikusok, a mérnökök, a programozó matematikusok együttműködése esetleg tágítja azt a kört, amelyben megvalósítható a számítógépes automatizálás — s ekkor új modulokat szereznek be. Teljesen világos, hogy ugyanilyen fejlesztésre kerülhet sor ak-



Az EMG 830

rendezést, amely megfelel az ügyviteli műveletek gépesíthetősége éppen elért kezdeti fokának. Ahogy a gépesítés lehetősége tovább bővül, úgy szaporíthatja a modulokat is. Az ügyvitel automatizálásához ugyanis irodai szakemberek, matematikusok és más specialisták hosszú ideig (sokszor hónapokig, sőt évekig) tartó együttműködése szükséges: csak ilyen kollektív erőfeszítés eredményeképpen tudják feltárni az ügymenet pontos állomásait és megállapítani az ennek megfelelő programot, amelyet az automatával közölhetnek. Így lehetséges, hogy előbb csak az ügyvitel bizonyos önálló részeit viszik gépre és azután fokozatosan bővítik a kört, amely végül az ügyvitel

kor is, ha az EMG 830-at tudományos-technikai jellegű számításokra veszik igénybe.

A modulrendszer — harmadsorban — megkönnyíti az esetleges hibák kijavítását is. Baj esetén elég lesz majd egy telefonhívás: az EMG szervizkocsija máris a helyszínre siet, a technikusok mérőkészülékeikkel megállapítják, melyik modulban állott elő a zavar: ezt egyszerűen *kiemelik, kicserélik* — a gép máris működhet tovább, magát a modult pedig alapos és időt igénylő vizsgálatnak vethetik alá a gyár műhelyében.

Végül — negyedsorban — a modulrendszer jól szolgálja a *gazdaságosságot* is. A

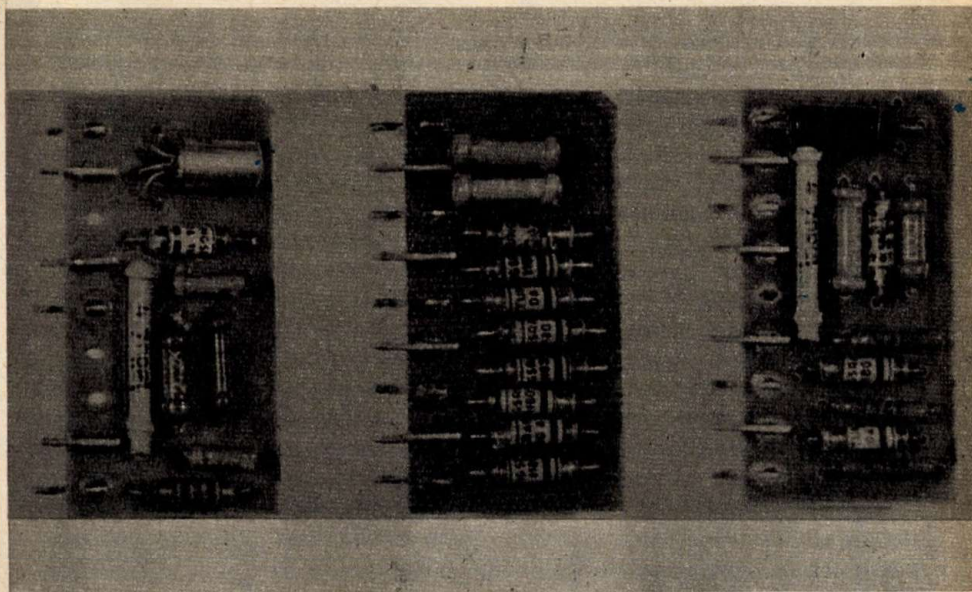
gyár nagy sorozatokban állíthat elő modulokat, ami a termelés költségeit csökkenti és a versenyképességet növeli — a felhasználót pedig viszonylag olcsó számítógépekhez juttatja hozzá.

Mi van a gépben — és a gépen kívül ?

A „vezérmű”-nek — e modulnak — az a dolga, hogy *irányítsa az egész berendezés működését, rendet tartson a műveletei között*. Ez meghatározott időközökben jeleket bocsát ki. Ezek a jelek elektromos impulzusok, amelyek bizonyos időtartamra elektromos összeköttetéseket nyitnak meg a gépben. A jelek igen sűrű időköz-

A vezérmű mellett vannak olyan modulok, amelyek *belső tárolásra* szolgálnak — magának a programnak és különböző adatoknak a gép belsejében való összegyűjtésére. *Egy-egy ilyen tároló modul 256 vagy 4096 „szó”-t, azaz utasítást foglalhat magába*. A tárat annyi modulból rakják össze, amennyit a cél megkövetel: adatfeldolgozásnál viszonylag nagyobb, folyamatirányításnál viszonylag kisebb tárra lehet szükség — de meghatározó tényező itt a feladat jellege is.

Az úgynevezett *aritmetikai modulok* szolgálnak a tulajdonképpeni műveletek végrehajtására. Ezekben az áramkörök úgy vannak kiképezve, hogy egy-egy mű-



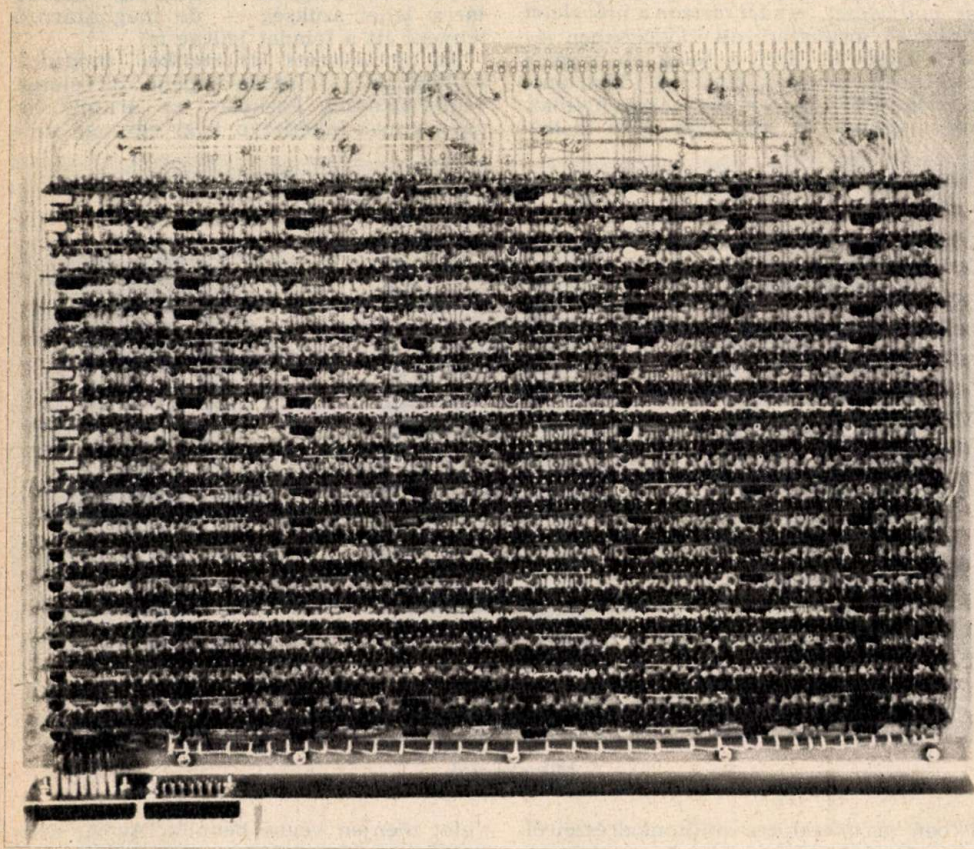
Mikrokárdok

zökben (a másodperc milliomodrészeiről van szó) követik egymást, és az elektromos kapcsolatok a jelek hatására szintén igen rövid időtartamra jönnek létre (ismét csak a másodperc milliomodrészeiről van szó). Amikor az ilyen kapcsolatok létrejönnek — a „kapuk megnyílnak” —, akkor zajlanak le a gépben az egyes műveletek részletei. A vezérmű így e ciklusgenerátor segítségével olyan szerepet tölt be, mint az ókori római rabszolgahajókon a felügyelő, aki kalapácsával diktálta az evezés ütemét. Kalapácsütései azonban nem evezősöknek szólnak, hanem név szerint megnevezett kapuőröknek: „Nyissátok meg a kapukat!”

velet menjen végbe bennük. Az A_1 aritmetika az összeadás, a kivonás és más műveletek, az A_2 aritmetika pedig — az A_1 egységgel együtt — a szorzás és az osztás elvégzését teszi lehetővé. Ugyancsak e két aritmetika végzi el a logikai műveleteket is. A *vezérmű* — amikor a program úgy kívánja — *összeköttetést hoz létre a tároló és valamely aritmetikai egység között*. Ilyenkor a tárolóból „összszeadandók” vagy „szorzandók” stb. áramlanak, elektromos impulzusok alakjában, az aritmetikai egységbe, onnan pedig a végeredmények, ugyancsak elektromos impulzusok alakjában, a tárolóba futnak vissza.

A tulajdonképpeni számítógépen kívül helyezkednek el a külső, kiegészítő, úgynevezett perifériás berendezések: a lemeztárak, a mágnesszalagok, a lyukasztott szalagok, amelyek a programnak és az adatoknak huzamos időn át való megőrzésére szolgálnak. Ezekről különböző sebességgel lehet a jeleket a gépbe bevinni. Perifériás egységek szolgálnak az

elolvastatjuk az olvasóberendezéssel. A jelek ennek következtében megfelelő alakban bekerülnek a gép belső tárolójába. Ez ferritgyűrűkből áll, amelyek két különböző mágneses állapotban lehetnek. Az egyik mágneses állapot 1-et, a másik 0-t jelent, s így a program 1-ek és 0-ák sorozataként van jelen. A gép e program alapján „tudja”, mikor mit kell ten-



Lemez, mikrokárdokkal

eredmények közlésére is. A géphez összesen 64 ilyen perifériás egységet lehet illeszteni.

Hogyan működik

Hogyan működik az EMG 830? Irányítunk vele gondolatban egy hengersort. A működési programot előzetesen mágnesszalagon tároltuk. Most ezt a mágnesszalagot „bejátsszuk” a gépbe, azaz jelelt

nie, mikor milyen utasítást kell küldenie a különböző hengereknek, a hengerelendő lemez vastagsága stb. tekintetében. Ha most megnyomjuk az „indulj” gombot, a gép megkezd a program végrehajtását. A vezérmű sorra kiszólítja a memóriából a program utasításait és végrehajtja őket, vagyis kiszámítja az aritmetikai egységekkel azokat a közvetlen utasításokat (elektromos jeleket), amelyeket a gépnek végeredményben ki kell küldenie

a hengercsor berendezéseire. Ezek a jelek kifutnak, a hengercsor készülékei ezeknek megfelelően működnek.

A dolog így rendben is lenne — de még sincs rendben. A hengercsor ugyanis nem ideális berendezés és nem is működik ideális körülmények között: az utasításokat, amelyeket a számítógéptől kap, pontatlanul hajtja végre. Állandóan eltérések jelentkeznek a „kell” értékek és a tényleges, a „van” értékek között. Mérőműszerek állapítják meg ezeket az eltéréseket; a mérőműszerek adatait a mérőpontváltókon, konvertereken stb. keresztül, átalakítva befutnak a számítógépbe, amely ezeket figyelembe veszi az éppen soron következő utasítások kidolgozásánál, hogy az eltéréseket megszüntesse.

Multiprogramozás

A világon ma már sok „nyelv” született a számítógéppel való „beszélgetésre” (ALGOL, COBOL stb.). Az EMG 830 több ilyen nyelven is tud, sőt kidolgoztak számára külön nyelveket is, az EMG AUTOKOD-ot és a SIMPLE-t.

A gépben 24 jeltől, szaknyelven bitből (0-ból és 1-ből) áll egy-egy „szó”, utasítás. E 24 bit három bitjét folyamatirányítás esetén arra használják fel, hogy a belső mozgathatóságnál külön is ellenőrizzék a helyességet, így csak 21 bit jut a tulajdonképpeni utasításra. Folyamatirányítás esetén ugyanis a hibás adatok azonnali és helyrehozhatatlan hibát okozhatnak: így tehát a 3 bites áldozat indokolt és helyénvaló. De ha a gépet adatfeldolgozási vagy tudományos célokra veszik igénybe, akkor erre a külön ellenőrzésre nincs szükség, mind a 24 bitet fel lehet használni az utasítás feljegyzésére.

Az EMG 830-ban multiprogramozás valósítható meg, azaz több program futtatható rajta egyszerre. Ilyenkor a vezérmű elkezd az egyik program végrehajtását, majd amikor ebben olyan állomásra ér el, ahol az aritmetikai egységet várakoztatnia kellene, mert — például — új adatok beszóllíttatására van szükség a perifériás egységekről, elkezd egy másik program végrehajtását, hogy az aritmetikai egység azalatt se „pihenjen”, amíg az első program új adatainak a beáram-

lása folyik — azután egy harmadik, ezt követően esetleg egy negyedik program lebonyolítását kezdi meg, illetve folytatja stb. Külön vezérlőprogram, a BOSS (Basic Operating Software System, alapvető operációs rendszer) teremt rendet a különböző programok között, határozza meg, hogy mikor melyik program részesüljön előnyben.

Az EMG 830-nak van saját „mentőszolgálata” is. Ha az elektromos áramellátás megszűnik, külön tápegység lép működésbe. Ez elegendő hosszú ideig biztosítja a gép belső tápfeszültségét ahhoz, hogy az éppen futó program ideiglenes adatait egy „mentőberendezés” ráírhasssa egy „mentőmemóriára”. Maga a belső tároló ilyenkor is hűségesen tovább őrzi az adatokat, itt tehát nincs szükség „mentési munkálatokra”.

1 mp alatt 25000 művelet

A gép, mindent számításba véve 40 milliómód másodperc alatt végez el egy összeadást. Ez annyit jelent, hogy 1 másodperc alatt 25 ezer műveletet végezhet el (amennyiben az összeadást tekintjük egységműveletnek). Ez természetesen elmarad attól a sebességtől, amelyet a világ leggyorsabb, legmodernebb számítóberendezései érnek el: ezek másodpercenként milliányi, sőt több milliányi műveletet hajtanak végre. De ez a sebesség önmagában véve mégiscsak igen nagy és — ha a gép árát és üzemeltetési költségeit vesszük figyelembe — „olcsóbb” mint az óriásoké. Ez a sebesség a gyakorlat számára területén kiválóan hasznosítható. Még az úgynevezett valós időben futó programok végrehajtását is lehetővé teszi: ilyenkor a gépnek olyan gyorsan kell feldolgoznia az adatokat, hogy kellő időben (valós időben) küldhesse ki utasításjeleit a gépi berendezéseknek, amelyeket működtet. Ez a folyamatirányításnál nélkülözhetetlen. Így az EMG 830, noha sebesség és kapacitás tekintetében nem léphet versenyre a legkorszerűbb automatákkal, mégis egy szintre kerül velük abban, hogy: univerzális.

Csató István