

A második ipari forradalom

A mikroprocesszorok térhódítása

Megkülönböztetett figyelmet kell fordítani különleges integrált áramkörök, mikroprocesszorok, memóriaegységek előállítására.

A MŰSZAKI FEJLESZTÉS IRÁNYEL-
VEINEK PROGRAMJÁBÓL

Nem lehet tudni, hányadszor nevezték már második ipari forradalomnak az elektronika fejlődésének különböző fokozatait. Így jellemezték a tranzistor feltalálását, majd az integrált áramkörök elterjedését is. És most a mikroprocesszorok alkalmazásakor is ez a helyzet. E „forradalom” motorja, központi alakja a mikroprocesszor, ez a „százlábú” kis számítógép. Jelenleg van kifejlődőben az „intelligens” termékek elsőpró mennyiségű megjelenése a piacon, oly tömegben, hogy hatásukra drámai változások várhatók a fogyasztási cikkek és az ipari berendezések piacán egyaránt. A közeljövőben már a termelés nagy területein a mikroprocesszor egyet jelent a rugalmas alkalmazkodási lehetőségekkel, a hatékonysággal.

A hagyományosnak számító integrált áramkörök gyártásáról a mikroprocesszorokra való átállás csökkentette a tervezési időt és a gyártási költségeket, mivel minden egyes mikroáramkörös egység több ezer integrált áramkört helyettesít.

Az integrált áramkörök s nyomukban a mikroprocesszorok a huszadik század nagy találományaival vetekszik, felhasználási lehetőségeik ma még beláthatatlanok. Ez a parányi „agyhatalom”, a számítógép szíve, iparágak sorsát alakíthatja át; négyöt órára csökkentheti a munkanapot, emberek millióit tereli új szakmák felé.

A milliméteres mikroáramkörös egységek ugyanis olyan „rovarok”, amelyek belemásznak a berendezésbe, működésüket a maguk kényére-kedvére átalakítják, és rendkívüli sokoldalúságukkal az irányítást is magukhoz ragadják. A szakértők véleménye szerint az elektronika termékei közül egyik építőelemnek sem volt olyan tartós és lényegbevágó hatása, mint a mikroprocesszorok.

A mikroprocesszorok használatát azért nevezik a második ipari forradalomnak, mert míg az első megsokszorozta az ember izomerejét, ez többszörösére növeli a szellemi erőt. A mikroprocesszorok megoldotta feladatokat a számítógépek eddig is meg tudták oldani. Csak most mindehhez kevesebb hely, kevesebb anyag és energia kell, és az egész igen olcsó alkatrészé vált.

A mikroprocesszorok és kiegészítő elemeik népszerűségének egyik meghatározó tényezője az ár. A Fairchild amerikai vállalat egyik vezetője érzékletesen világított erre rá 1977-ben egy nemzetközi konferencián. Zsebéből elővett 16–18 db mikroprocesszort, s a hallgatóságnak megmutatva így szólt: „20 éve ez a számítóképesség, amit a markomban tartok, 18 millió dollárt ért.” Ezután elmondta, hogy a 20 dolláros mikroprocesszorok képességei megegyeznek az IBM első számítógépével, melyet néhány évtizede 1 millió dollárért forgalmaztak. „A cél, amit el szeretnénk érni, az, hogy tetszőleges számítógép-képességet lehessen alkalmazni, és úgyszólván ingyen!” Az egy éve 100 dollár árú mikroprocesszorok ma 20 dollár körüli árúak. Ez a nagymértékű áresés ösztönzőleg hat a konstruktőrökre, s valószínűvé teszi az intelligens eszközök minden eddiginél tömegesebb megjelenését.

Napjainkban a korszerű termékekben egyre-másra megjelenik ez a csodálatos képességekkel rendelkező körömméretű „mikroagy”, s a termékek átalakulása mellett átalakulnak a gyártási módszerek is. Új, kizárólag mikroprocesszor bázisú terméket forgalmazó vállalatok létesülnek, és segítségükkel olyan területekre is betör az elektronika, ahol ez néhány éve még elképzelhetetlen lett volna.

A nagyszámú alkatrészéből felépülő számítógépek elkészítésének és gyakorlati alkalmazhatóságának hosszú ideig az elektronikai alkatrészek fogyatékoságai — nagy méret, kis sebesség, csekély megbízhatóság — határt szabtak. Új megoldásokra, eljárásokra volt szükség. A kutatók gyorsan válaszoltak az igényekre.

Mind ezek következtében a mikroprocesszorok forgalma évenként megsokszorozódik. A National Semiconductor Corp. (USA) mikroprocesszor-részlegének vezetője szerint: „A gondolkodó mikrogepek forgalma az 1975. évi 600 millió dollárról 1980-ra

1,1 milliárdra emelkedik. Ebből 400 millió dollár azoknak a zsebéből kerül ki, akiknek fogalmuk sincs arról, mi is valójában ez az agyafúrt kis találmány...“

A szilícium az új acél

Századunk első felében az ismert kristálynövesztési módszerek olyan rohamosan fejlődtek, hogy a folyamatot szinte lehetetlen lépésről lépésre nyomon követni. Mérföldkő e téren az amerikai W. B. Schokley felfedezése, a tranzisztor (ezért 1956-ban Nobel-díjat kapott), amely forradalmasította az elektronikát, és ipari távlatokat nyitott a kristálynövesztésben, először a germániummal, majd a szilíciummal és a vegyület-félvezetőkkel.

A szilícium — vegyületek alakjában — nagy mennyiségben fordul elő a Föld szilárd kérgében, és egyenletesen oszlik el. A szilícium tartalmú ásványok — első sorban a kvarchomok — szinte mindenütt megtalálhatók. Egyrészt az egyetemes és nagy mennyiségű előfordulás, másrészt a szilíciumnak és a szilícium vegyületeinek a műszaki gyakorlat szempontjából előnyös és egyedülálló tulajdonságai indokolják ezeknek az anyagoknak széles körű alkalmazását. Szinte minden ország saját lelőhelyeire támaszkodva fejlesztheti a szilíciumból és a szilíciumvegyületekből készített alkatrészek gyártását.

A szilícium a fémek és a nemfémek határán álló elem. Földünk legfelső, 16 km vastag rétege 25,75 súlyszázalékban tartalmaz szilíciumot. Az elemek gyakorisági sorrendjében az oxigén után következik, és az alumíniumot előzi meg. A szilíciumatom — az oxigénatomtól eltekintve — kb. ugyanolyan gyakori a földkéregben, mint az összes többi atom együtvéve. A szilícium az ásványok legfontosabb eleme. Ez a rendelkezésre álló nagy szilíciummennyiség az egyik magyarázat arra, hogy a szakemberek miért számítanak a jövőben szélesebb körű alkalmazásra. A szilícium — átmeneti elem lévén — mind a fémek, mind a nem fémek elemekkel vegyületeket képez, és ennek következtében igen nagyszámú, különböző tulajdonságokkal rendelkező szilíciumvegyület ismeretes. Azonban a mikroelektronika számára szükséges finomítása még az aranytól is drágábbá teszi. A különböző mesterséges szennyezésekkel vezetődő tisztá szilícium alkalmazása teljesen új lehetőséget teremtett az elektronikában.

„A szilícium az új acél“ — hangzik a találó mondás.

A tranzisztortól a mikroprocesszorig

Az első teljes tranzisztorgyártási technológia, amely az elektronika fejlődésének fordulópontját jelentette, 1950-ben született meg az USA-ban, a Bell Laboratóriumban. Hasonlóan forradalmi fordulópontra volt a félvezetőiparban a Fairchild amerikai cég által csaknem egy évtizeddel később szabadalmazott, úgynevezett planar eljárás, majd nem sokkal ezután a Texas Instruments cég szabadalma az integrált áramkörre. A „chip“ (morzsa) technológia e két alapvető szabadalomra épül.

Az integráltáramkör-szabadalom lényege az, hogy a szilícium lapkán több tranzisztort, diódát alakítanak ki, és ezeket egymással vékony fémcsíkkal összekötik. A marási rajzot fotolitográfiai eljárással készítik. Az áramkörökhöz úgynevezett maszk (mondjuk: sablon) készül, amelyen keresztül megvilágítják a fényérzékeny lakkot. A lakk a megvilágított helyen előhívható lesz, máshol ellenáll a maró hatású vegyszernek. E művelet kulcsfontosságú, mert ennek a finomságától függ, hány elemet lehet egy morzsára (chipe) integrálni. A bonyolult integrált áramkörök (LSI) elemeit 5-100 mikron szélességű márt lyukakból és csikokból alakítják ki, a nagyon nagy mértékben integrált áramkörökben (VLSI) elérik, sőt átlélik az 1 mikront.

E méretek és a nagy elemsűrűség mellett az áramkör egyes alkatrészei önállóan már nem értékelhetők, sőt a tervezők már nem is boldogulnának hagyományos tervezési módszerekkel: az áramkörtervezésben is a számítógép adja a fő segítséget. A számítógéppel segített tervezés az áramköri funkció megtervezéséből indul ki, és végterméke egy lyukszalagsorozat, amely az optikai (újabbban elektronoptikai) elven működő képgeneráló készülék vezérlését szolgálja.

A Texas Instruments szakértője néhány hónapja azt jósolta, hogy a nyolcvanas évek végére a mikroelektronikai alkatrészek világi piaci forgalma az 1978-as 8 milliárd dollárról 24 milliárd dollárra emelkedik. Az azóta eltelt rövid idő alatt felülvizsgálták prognózisukat, s 32 milliárdra becsülik az évtized végére várható összeforgalmat.

A kereslet rohamos emelkedése miatt sokak szerint a mikroelektronikai alkatrészeket gyártó cégek kutyaszorítóba kerültek. Eddigi vevőik főleg kis és közepes sorozatokat rendeltek, az új óriásmegrendelők azonban milliós számra vásárolnák a gondolkodó miniatűröket. A kis sorozatok laboratóriumi előállítására még nem okozott

gondot, a tömegtermelésben azonban már gyakoriak az üzemzavarok, és magas a selejtszázalék. A morzsagyártáshoz ugyanis olyan helyiségeket kell biztosítani, ahol a levegő teljesen portmentes, páratartalma és hőmérséklete állandó. A selejt aránya még az ideális feltételek között is elérheti a 30-40 százalékot. A maradék 60-70 százaléknak is csak töredéke lesz képes elviselni a nehéz üzemeltetési körülményeket.

Így érthető, hogy a vevők minden szállítmányt alaposan megvizsgálják, és szigorúan öröködnék afelett, hogy a gyártók csak kiváló minőségű alkatrészeket dobjanak piacra. A Ford-konzern például az ideitől kezdve mikroprocesszorokat épít be termékeibe, de jó előre kikötötte szállítóinak, hogy súlyos kártérítést fizetnek, ha miattuk kell visszahívni a gyárakba egy-egy termékcsorozatot.

A mikroelektrotechnikában az utóbbi évtizedek rendkívül gyors fejlődését a félvezető-technika és az információfeldolgozás közötti kölesönhatás jellemezte. E területen minden műszaki újítás együtt járt a számítógépek korszerűsödésével, azzal, hogy a számítógépek esetében kedvezőbb teljesítmény/árarány alakult ki, ami új alkalmazásokat tett lehetővé, és bővítette a piacot. A kutatás és fejlesztés középpontjába a félvezetők kerültek. A fejlődés egyetlen szóval jellemezhető: integráció, azaz minél több alkatrész ráépítése ugyanazon szilícium lapkára. A cél a kisméretű integrációtól (az ún. SSI-től) a közepes (MSI) és nagyméretű (LSI) integráción keresztül eljutni a nagyon nagy mértékben integrált áramkörig (VLSI).

A mai nagyméretű integráció nem jöhetett volna létre a következő három technológiai terület párhuzamos tökéletesítése nélkül:

- a kristályok növekedésének és tisztításának eljárásai
- az alkatrészek miniaturizálása (régebben az áramköri elemek minimális mérete 30-40 mikron volt, ma 3-5 mikron)

- gazdaságosabb és helytakarékos áramkörök tervezése.

A mikroelektronika, ez az úrkutatás által ösztönzött, szédületes ütemben fejlődő iparág ma már ott tart, hogy néhány négyzetmilliméternyi szilícium lapka felületén több tízezer tranzistor funkcióját tudja összezsúfolni, és az integráltsági fok évről évre gyorsan nő. Mindezzel párhuzamosan csökken az egy alapáramkörre, tranzistorra jutó ár. Míg 15 éve egy tranzistor 1 dollárba került, ma egy tranzistor-funkció költsége egy nagyon nagy bonyolultságú áramkörben (VLSI) nem több 0,001 centnél, és kiterjed a mikroelektronika alkalmazási köre.

Az integrált áramköri technológia nagymérvű fejlődése lehetővé tette az igen nagy integrációs fokú áramkörök kialakítását. A mikroprocesszorok különös célfeladatokra tervezett olyan integrált áramkörök, amelyek ugrásszerűen csökkentették a mikroprocesszorokat felhasználó bonyolult berendezések alkatrészeinek számát, és tulajdonságaiknál fogva alkalmasak mind a közfogyasztású elektronikus berendezésekben, mind a bonyolult mérőberendezésekben, valamint a „gondolkodó gépek”-ben való alkalmazásra. Úgy tűnik, az elkövetkező években a mikroprocesszorok fogják döntő módon meghatározni a gyengeáramú elektronika fejlődését. A mikroprocesszor, amely oly sok készüléket, berendezést, mérőműszert avat „gondolkodóvá”, alapjában véve egyetlen morzsán létrehozott vezérlő és aritmetikai egység. A mikroprocesszort a mikroszámítógéptől — amellyel gyakran össze is tévesztik — az különbözteti meg, hogy nincs tárolója, valamint kimeneti és bemeneti egysége. Ahhoz, hogy alkalmazása révén az egyes gyártmányok „okossá” váljanak, általában ki kell egészíteni be- és kimeneti áramkörökkel.

A mikroprocesszorok térhódítását a következő megállapítás világítja meg legjobban: a mikroprocesszorok, magukban és rendszerbe építve, az új rádió-, telefon-, adatfeldolgozó, „gondolkodó” gép- és műhold-rendszerek stárjai. A magyarázat pedig abban rejlik, hogy a tranzistorokhoz hasonlóan, a mikroprocesszorok is mindenütt alkalmazásra találtak. Ma már mindent inkább „intelligensnek” reklámoznak, mint nyomtatott vagy integrált áramkörűnek. Egyesek szerint annak idején nagyobb csodának tűnt az egy morzsán megvalósított számítógép, mint az ember a Holden.

A hetvenes évek közepéig, a nagy bonyolultságú áramkörök generációjáig a mikroelektronikai termékek az elektronikai ipar alkatrészeiként készültek. Ezekből szerelték össze az elektronikus készüléket és berendezéseket — a számítógépeket is. A miniaturizálás fejlődésével azonban tovább halad az elektronikai funkciók integrálódása, megjelenik a mikroszámítógép (LSI morzsán), s ez már egyszerre alkatrész is (egy összetett rendszerben), de már önálló funkcióval ellátott készüléknek is tekinthető. Egy integrált áramkör (a szilícium lapkára elhelyezett összpontosított, integrált tranzistorok, diódák stb. variációja és mennyisége) ma már nagyszámú funkció ellátására alkalmasra tehető. Különösen a VLSI, amikor egy morzsa 10 ezernél is több valamilyen funkciót végző elemet foglal magában. A funkció egy számítógép funkciója is lehet (például egy mikroprocesszor esetében), de ez az alkatrész lényegében már bármilyen szerepkör elvégzésére, folyamatok vezérlésére, ellenőrzésére, regisztrálására stb. felhasználható.

A mikroprocesszor megjelenése a felhasználó ipart alapjaiban rázta meg, noha a forradalmi előrelépés az, hogy a félvezetőgyárak számítógéptervező szakembereket is szerződtettek, és a memóriák mellett hozzáfogtak a számítógép termeléséhez. Egyszerűbben szólva: sok elektronikai alkatrész-(félvezető)gyártó elhatározta, hogy — kis túlzással — többé nem szállít alkatrészeket komputergyáraknak, hanem magukat az alkatrészeket teszi képessé a számítógép feladatainak elvégzésére.

A mikroprocesszor-családok versenyében változatlanul fontos tényező a memóriák tárolókapacitásának nagysága, vagyis a félvezetőipar igazán dinamikus piaca a memóriakészítés. A félvezetőgyárak közötti verseny a memóriák tárolókapacitásának, működési sebességének növelésében, energiaigényeinek csökkenésében jelentkezik.

A mikroprocesszor univerzális eszköz, sokféle célra programozható. Ha azonban a felhasználók valamilyen konkrét célra akarnak hasonlóan hasonló — de csak egy sajátos feladatnak megfelelő — áramkört, ma már erre is van lehetőség: kialakulóban van az úgynevezett berendezés-orientált áramkörök piacán. Ezek általában egyszerűbbek, mint a mikroprocesszorok, és felhasználásuk olcsóbb. Ezeket az autóelektronikától kezdve a telefonteknikáig mindenütt alkalmazni lehet, ahol a kellő darabszámra igény van. A félvezetőipar ma gyakorlatilag bármit képes előállítani, de a ráfordítás kizárólag óriási gyártott darabszám esetén térül meg.

Az „információs társadalom“

Vajon milyen lesz a világ az „információs társadalomban“, amikor az elektronikus számítógépek agyai, a mikroprocesszorok számos munkafolyamatot elvégeznek majd helyettünk? Ez a kérdés napjainkban csupán a hivatásos jövőkutatókat foglalkoztatja. Jövő ez még a javából — gondolják sokan. Pedig a jövő már megkezdődött. A legkorszerűbb gépkocsikban már mikroprocesszor szabályozza az üzemanyagadagolást, a piacon megjelentek az első miniatűr fordító- és szótárgépek. A Texas Instruments egyszerűbb számítógépeit mikroprocesszorral vezérelt robotok szerelik össze.

Jelenleg még a kezdet kezdetén tartunk. A mikroszámítógépek — parányi méretük megtartása mellett — egyre bonyolultabb feladatok elvégzésére is képesek lesznek. E tulajdonságuk miatt egyaránt fontossá válnak a termelésben és a hivatásokban, ahol mikroszámítógéppel vezérlik a szerszámgepeket, az ipari robotokat, illetve a most feltűnően lévő szövegfeldolgozó gépeket. A mikrogepek már bekoportak a háztartások ajtaján is.

Látható, hogy a morzsákból készült mikroszámítógép egyszerre jelenik meg a gyártott termékben és magának a gyártásnak, az irányításnak és vezérlésnek a folyamatában. A legmeghőköntebb termékek e téren a mikroprocesszorra épülő háztartási eszközök, fogyasztási cikkek. A hagyományos berendezések esetében is számos előnyt jelent a mikroprocesszor alkalmazása. Csökken a gyártási idő, egyszerűsödik a technológia, több ezer integrált áramkört helyettesíthet egyetlen tok. A mikroprocesszor alapú fogyasztási cikkekben már csak a funkciók, a megvalósítás teljesen újszerű lehet. Új szemléletű konstruktorokra, fejlesztőkre van szükség, akik mindezeket túl még ahhoz is értenek, hogy a versenyfutásnál gyorsabban, olcsóbban és nagyobb teljesítőképességgel fejlesszék ki az új terméket.

A mikroprocesszorok bevonulnak a lakásba, a konyhába, a fürdőszobába, az autóba. „A nyolcvanas években minden háztartásban 7-10 mikroprocesszor működik majd — mondta egy szakértő. — Minden háztartásban van egy display, ez a tv-vevőkészülék, és egy decimális bemeneti eszköz, ez a távbeszélő a tárcsájával. Egy mikroprocesszor alapú vezérlő egységgel kiegészítve, máris előttünk áll a házi számítóközpont!“ Szakértők szerint 1985-re a fejlett országok háztartásaiban alapfelszerelési tárgyként használják majd a házi számítóközpontot. E berendezésre lehet rábízni — egyebek között — a szobák fűtésszabályozását is, de pl. újságoldalak tárolására és később képernyőn való megjelenítésére ugyancsak alkalmasak lesznek.

Viszonylag hosszú ideig ellenállt a mikroprocesszor ostromának a háziasszonyok műhelye. 1975-ben jelent meg az első mikroprocesszoros háztartási berendezés mikroprocesszor vezérlésű mikrosütője. Az elektromechanikus időzítő szerkezetet helyettesítő mikroprocesszor további képessége, hogy kijelzéseket ad, beállításra néhány nyomógombbal megoldható. Memóriájában 120 különböző sütési programot őriz. 3-4 év múlva az olyan háztartási berendezésekben, mint a mosogató, hűtőszekrény, centrifuga, mosógép, mikroprocesszoros vezérlés működik majd.

Ha a mikroprocesszoroktól hemzsegő konyhában a tökéletes kiszolgálás eredményeképpen a háziasszony vonalai kellemetlenül átalakulnának, ismét csak a „mikroagy“ segít. A mikroprocesszorral épült edzőkerékpár lehetővé teszi az edzésforma tetszés szerinti kiválasztását. Egy billentyűzeten lehet beállítani a testsúlyt,

az életkort, az erőnlétet, s ezekből az adatokból számítja ki a gép az alkalmazható pedálerőt. Képes a szívverés ütemének érzékelésére is, és 10 perces edzés után ún. „egészségi faktort“ számít ki.

Az egyik vállalat a házi kötőműhelyt látja el új mikroprocesszor vezérlésű kötőgéppel. A berendezés legmeghökentőbb képessége a rajzolás. Egy átlátszó fóliára készült mintát kell az olvasójába helyezni, és a mintát leköti... A gyártó szerint a folyóiratból vagy könyvből választott mintára csak rá kell helyezni a fóliát, s így a mintát ki lehet rajzolni, a feladat további részét a mikroprocesszor elvégzi. A rajzolt mintát nemcsak eredeti nagyságban, hanem arányosan nagyítva vagy kicsinyítve is képes elvégezni.

A fejlesztők a gépkocsikban sokáig csak kiegészítő feladatokat bíztak a mikroprocesszorra. Talán kevesen tudják, hogy a mikroprocesszor jellegzetes alkalmazása: a taxaméter; ez programozható, s a működéséhez szükséges adatok a memóriában helyezkednek el. Egy tok cseréjével a berendezés is „újászületik“. Egy fuvardíjváltó, ami a mechanikus taxiórák átállítását is megköveteli, a mikroprocesszoros taxaméter esetében csak néhány perces áramkörcserét jelent. Az autóiipar újdonsága lesz az intelligens radarberendezés, melyet a nyolcvanas évek ígérnek. A berendezés önműködő felügyeletet lát el, figyelembe veszi a szélerősséget, az utazási körülményeket, a követési távolságot.

A General Motors az 1977-es modellt már mikroprocesszossal hozta ki. A berendezés érzékeli a szívó-vákuumot, a fordulatszámot, a hűtővíz hőmérsékletét, a zárószög optimalizálását, és beállítja az üzemanyag-keverési arányt. A mikroprocesszor segítségével 10% üzemanyag-megtakarítást értek el, mivel a vezérlőrendszer mindenkor a legkedvezőbb üzemet biztosítja a motor részére. Az alkalmazott mikroprocesszor 10 bites szóhosszú áramkör. A tervezőasztalokon már olyan berendezések is körvonalazódnak, melyek bármely gázpedál-állásnál az optimális nyomotékértéket és a lehető leggazdaságosabb üzemeltetést biztosítják.

A varrógép is megkísérelte a fejlesztőket. A legösszebb varrógépgyár, a Singer új gépe már mikroprocesszor vezérlésű. A 350 mechanikus alkatrész mozgásának összehangolt irányítását mikroprocesszor alapú mikroelektronika látja el.

Ebben a kis áttekintésben már nem is foglalkozunk olyan mindennapos alkalmazási lehetőségekkel, amelyeket a zsebszámológépek, a mikroszámítógépek, az adatfeldolgozó perifériák, „mikroprocesszoros tévéjátékok“ jelentenek. A zsebszámológépek területén érdekes újdonságok az iskolások részére kifejlesztett gépek. Ezek közül az a számoló tekinthető igazán hasznos segítőtársnak, mely alkalmas a számítások elvégzésére, de az eredményt nem jelzi — nincs számkijelzője. Az eredményt is be kell írni, és a gép csak azt jelzi, hogy az általa és a kisgazdája által számított eredmény megegyezik-e. Egy másik típus számlálója is bekéri az eredményt, s ha az helyes, meg is jelenti. Ha nem jelenik meg az eredmény — nem helyes a megoldás. Harmadik sikertelen próbálkozás után a gép kijelzi a saját számítási eredményét.

A dolgozók szakmai továbbképzése az iparnak és a kereskedelemnek egyaránt érdeke. A különféle tanfolyamok mellett mindinkább elterjed az egyéni tanulás, a számítógépre alapozott oktatás. Ez a korszerű továbbképzési módszer napjainkban az Egyesült Államokban és az NSZK-ban is tért hódít. Egy legutóbbi (kronbergi) árubemutatón a háztartási gépek mellett a dolgozók továbbképzésére alkalmas programot is közreadtak, amelynek lényege egy színes televíziós képernyő, egy képmagnó és a szükséges kazetták, továbbá egy kis méretű számítógépprogramozó billentyűzete és írógépe (konzolírógép). A tanulás során a képernyőn szemléltető filmek jelennek meg, ezek bemutatják a tananyag egy részét, s annak alapos feldolgozását közbeiktatott kérdésekkel segítik elő. A válaszokat a számítógép értékeli. A haladás ütemét a tanuló maga tudja szabályozni. Az anyag egy-egy részlete megismételhető. A számítógépet nem csupán egyetlen helyes válaszra lehet beállítani, a gép a feltett kérdésekre többféle feleletet is elfogad.

Elen az Egyesült Államok

Ebben a technológiai versenyfutásban az Amerikai Egyesült Államok alaposan elhúzott a versenytársai mellett. Az ötvenes évek végén, a hatvanas évek elején az amerikai űrkutatói és hadiipari programok, valamint a Bell Laboratories-nek a tranzisztor és a félvezetők területén végzett úttörő munkája teremtette meg az USA számára az új termékek alapját. A magánvállalatok nagy hasznot húztak az államiilag finanszírozott programokból; a morzsa-áramkörök alkalmazástechnikái lehetőségeinek széles választékát dolgozták ki. 1978-ban a világ félvezetőforgalma 8 milliárd dollár volt, és ennek 58 százalékát már az integrált áramkörök adták. Amerikai ada-

tok szerint 1982-ben a félvezetők világpiaca 12,7 milliárd dollárra bővül, és ennek már 60 százaléka — 8,4 milliárd dollár — lesz az integrált áramköröké! A szóban forgó időszakban a piac leggyorsabban növekvő területe a mikroprocesszor lesz.

A tíz vezető chipgyártó cég 1978. évi eladásainak alakulása*
(millió dollárban)

Texas Instruments	660	Signetics	200
Motorola	330	Advanced Micro Devices	130
Intel	320	Mostek	125
National Semiconductor	300	RCA	120
Fairchild	275	Harris	80

* Az IBM forgalmáról nincsenek adatok, mivel csak belső felhasználásra gyárt morzsákat. Valószínűsíthető azonban, hogy a gyártás nagyságát tekintve az IBM az első. Mindegyik vállalat amerikai.
(Forrás: Heti Világgazdaság, 1979. 20:11.)

A gazdaságos gyártásra való törekvés, az igények növekedése arra készítette az amerikai cégeket, hogy a termelést nemzetközi méretekben szervezzék meg, és az egész világpiacot megszerezzék. A gyártás és a piac „ésszerűsítése” az amerikai cégeknek — pusztán a félvezetőkből — 1978-ban 400 millió dollár hasznot hajtott, és a bevételeket nagymértékben növelte, hogy az elektronikus eszközök exportja 1,5 milliárd dollárra nőtt. Jelenleg a világ félvezető- és integráltáramkör-szükségletének mintegy kétharmadát az amerikai gyárak fedezik, és 1981-re tervezett részesedésük még mindig közel 60 százalék lesz. A tíz legnagyobb amerikai félvezetőgyár az 1971—1975-ös évek átlagában minden megkeresett dollárból (dolgozónként és évenként 18 ezer dollárral számolva) 17 centet fordít kutatásra.

Az EGK-államok hátrányuk mérséklését a legutóbbi időkig nem tartották nemzeti feladatnak. Magatartásuk részben abból is következett, hogy a fogyasztói elektronikában lényegében Nyugat-Európa sem gyenge. Az elektronikai termékek szerepe pedig az ipari termelésben, illetve a beruházási javak körében kezdetben (a hatvanas évek végén) még nem látszott olyan jelentősnek, mint amilyené — a technika hallatlanul gyors fejlődése következtében — napjainkban vált. Az Európa és Amerika között kialakult „mikroelektronikai rés” létezésébe való bele-törődéshez jelentősen hozzájárultak azok a gazdasági számítások is, amelyek rendre kimutatták, hogy a tengerentúli élenjáró vállalatok termelékenységével a nyugat-európaiak nem versenyezhetnek: a piacon uralkodó magas termelékenységű amerikai (és részben japán) vállalatokkal vívandó versenyhez olyan magas fejlesztési költségek szükségesek, amelyek az ipari átlaghoz, a megszokotthoz képest csak igen hosszú idő múltán térülnek meg. E számítások elriasztották a tőkét az ágazattól, a mégis befektetett nyugat-európai tőke pedig szívesebben társult amerikai vállalatokkal. Az volt a nyugat-európai szakemberek véleménye, hogy a versenyképesség úgy is megőrizhető, ha amerikai vagy japán gyártmányú alkatrészek felhasználásával szerelik össze a mikroszámítógépeket. E számításokat azonban keresztülhúzta a mikroelektronikai áramkörök gyors ütemű fejlődése. Ma már ott tart a technika, hogy egyetlen szilícium lapkára mintegy 200 ezer alapáramkör zsúfolható össze. Öt éven belül ez a szám eléri az 5 milliót, s ezek olyan számítási-logikai teljesítményekre lesznek képesek, mint a tegnapi óriáskomputerei. Azok a gyártó, rendszertervező vállalatok, amelyek nem állítanak elő félvezetőket, kiszolgáltatott helyzetbe kerülnek a tőkés világban, hiszen az integráltsági fok növekedésével a rendszerkészítés nagy részét maguk az alkatrészgyártók veszik át.

A nyugat-európai kormányok és vállalatok már felismerték, hogy az utolsó órában tartanak; ha nem vetik be magukat teljes erővel a morzsa-eszközök gyártásába, éppen a „vívóágazatokban” maradnak el a világ élvonalától. Ez a magyarázata annak, hogy a nyugat-európai kormányok és cégek a következő öt év folyamán több mint 1 milliárd dollárt áldoznak az integrált áramkörök gyártásának fejlesztésére, az amerikai és japán mikroelektronikai ipar előnyének csökkentésére.

Az EGK-országok különféle utakon járnak. Mindegyiküknél közös vonás azonban, hogy közös vállalkozások, licencvásárlások alakjában az amerikai technológia megszerzésére törekednek. Kérdés azonban, hogy sikeresen léphetnek-e fel az integrált áramkörök világpiacán, miután az élenjáró, tömegtermelésre berendezkedett amerikai monopóliumok technológiai fölényük megőrzése érdekében nem a legújabb ismereteket adják át.

(A japánoknak sikerült: amerikai licencket vásároltak, és villámgyorsan továbbfejlesztették őket. Japán 1976-ban — a félvezetőtechnika fejlődésének igen alkalmas pillanatában — egy hároméves kutatásfejlesztési programot indított, amelynek költségeit [200 millió dollár] fele részben az állam fedezte. E program

eredményeként Japán ugyanúgy rendelkezik a VLSI-technológia tudományával, mint az USA nagy gyárai. A japánok az Egyesült Államokkal egyidőben vették célba a mikroelektronika piacait, s már megcsilllogtatták külpiaci ügyességüket és ismert agresszív marketing-módszereiket.)

Az 1978-as év végén a francia számítástechnika fejlesztésére előirányzott 2,25 milliárd frank (csaknem 0,5 milliárd dollár) jelentős része „csalétkül” szolgálati azoknak az amerikai cégeknek, amelyek hajlandók közreműködni a fejlesztési programban. A nyugatnémetek ugyancsak a szoros üzleti kapcsolatokban, közös vállalkozásokban látják a technológia-transzfer legbiztosabb megoldását. (1978-ban a Siemens 30 millió dollárért részesedést vásárolt az USA egyik nagy vállalatában.)

Anglia merészebb megoldást választott. A szigetország megfordította a „brain-drain”, vagyis az agyak elszívásának hagyományos irányát, s a félvezető szakma több elismert szakteknintélyét sikerült elcsábítani Texasból. A közreműködésükkel létrehozott állami vállalatnak 50 millió font sterling induló összeg áll rendelkezésére. Szakértők véleménye szerint a legnagyobb nyugat-európai integráltáramkör-gyártó a holland Philips lesz, amely még 1975-ben megvásárolta a Signetics-et, az USA hatodik legnagyobb félvezetőgyártóját.

Ma már látszik, hogy az ipari fejlődés fő vonala a nyolcvanas években a mikroelektronika előrehaladásának nyomvonalán halad, és a mikroelektronikai termékek gyártásának és felhasználásának mértéke és tudományának színvonala fogja alapvetően meghatározni valamely nemzetgazdaság versenyképességét. Nem véletlen tehát, hogy mindezek után most az EGK-országok is beadták derekukat, és néhány év alatt el akarják érni, hogy kevésbé függjenek a tengerentúli elektronikai ipar szállítási feltételeitől. Már egyértelműen látható, mennyire kockázatos bármely ipari ország számára, ha saját nemzeti mikroelektronikai kutató-fejlesztő és termelő bázisát nem zárkóztatja fel legalább az élenjárók szintjének közvetlen közelségéig. Nyugat-Európa kb. 4-5 évvel maradt el a tengerentúliak mögött.

A gazdaságilag fejlett kis tőkés országok berendezés- és készülékgyártó vállalatai többnyire vásárlói és nem előállítói a mikroáramköröknek. Ausztria, Dánia, Belgium mindenekelőtt vásárlóként lép fel. A célnak, a funkcióknak legjobban megfelelő mikroelektronikai gyártmányt mindenekelőtt az óriási amerikai kínálatból választják ki. Ez nem jelenti azt, hogy ezek az országok általában lemondanak az elektronikai termékek versenyképes gyártásáról és értékesítéséről. A tapasztalatok szerint a gazdaságilag fejlett kis országok az amerikai konszernek alkatrész-kínálatára támaszkodva az elektronika ma már számtalan felhasználási területére szakosodva képesek valami sajátosat, egyedit nyújtani, elsősorban alkalmazástechnikai vonatkozásban: adatfeldolgozás, szórakoztató elektronika, repülőtéri irányítórendszer, diagnosztikai vagy környezetvédelmi berendezés, oktatási berendezés stb. A gazdaságilag fejlett kis országok fokozott mértékben szakosodnak a berendezések értékének gyakran 80-85 százalékát alkotó software jellegű szolgáltatások fejlesztésére. Ebben a termelési ágazatban mind a nemzetközi összefogásnak, mind a komparatív előnyök (és hátrányok) mérlegelésének, továbbá a kivételesen nagy kockázatvállalási képességnek fontos szerepe van.

A KGST és a mikroelektronika

Az egészségesebb ipari együttműködés érdekében az egyes országoknak, országcsoportoknak a félvezetők világkereskedelmi forgalmából való részesedése is — egy angol mérnöki iroda elemzése szerint — át kell hogy alakuljon. 1976-ban a félvezetők világkereskedelmi forgalmából az USA 44,2 százalékkal, az EGK 19,1, Japán 18,9, a többiek 17,8 százalékkal részesedtek. A nyolcvanas évek közepére — ha a fejlődés a kiegyensúlyozottabb, egészségesebb nemzetközi munkamegosztás irányában halad — a félvezetők világkereskedelmében az USA több mint 8 százalékot veszít 1976-os világpiacon súlyából (35,8 százalékot képvisel majd), az EGK részesedése több mint 3 százalékkal nő, Japán 0,3 százalékkal növeli részesedését, s a világ többi része 4 százalékkal „tör” majd előre: 22,1 százalékra növelve részesedését a félvezetők kereskedelmi forgalmából.

A mikroelektronikai eszközök fejlesztésével a KGST-országokban is erőteljesen foglalkoznak. A szocialista országok gazdasági közösségében az utóbbi tíz év folyamán lendült fel az elektronikai ipar, s napjainkban szinte mindenütt az egyik legfontosabb ágazattá vált. A Szovjetunió valamennyi elektronikus készüléket előállító ágazata rendelkezik külön mikroelektronikai bázissal; lényegében önállóan képes az elektronikus alkatrészek gyártásának megoldására. Korszterű mikroelektronikai ipar alapját vetették meg az NDK-ban is. A VEB Kombinat Mikroelektronik, a VEB Kombinat Elektronische Bauelemente és a VEB Kombinat Chemische Werke

állítja elő a mikroelektronikai alkatrészeket. A magyarországi vállalatoknak az EGK-országoktól való — nem felhasználói, hanem előállítói — lemaradását 6-8 évre becsülik, 10-12 évre az USA-tól, s 9-10 évre a japánoktól. 200-nál több magyar intézmény és vállalat foglalkozik mikroprocesszoros rendszerfejlesztéssel, de alig 4-5 azoknak a száma, ahol a mikrorendszerek fejlesztése magas színvonalon folyik. A párhuzamosság megszüntetésére felállították az Elektronikai Programirodát, amely összeállítja az ágazat Központi Fejlesztési Programját.

Az Elektronikai Tárcaközi Bizottság megvizsgálta a leginkább vitatott kérdéseket, és választ adott ezekre: a VI. tervidőszakban az eddignél gyorsabban és koncentráltabban kell fejleszteni az elektronikai ipart, s az ágazati átlagnál lényegesen gyorsabban a mikroelektronikai alkatrészipart, egyrészt a hazai berendezés- és készülékgyártás háttérparaként, másrészt önálló gazdaságos exportot lebonyolító ágazatként.

A fenti cél végett a Híradástechnikai Tudományos Egyesület, a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület és a Neumann János Számítógéptudományi Társaság megalakította a Mikroprocesszor Alkalmazástechnikai Munkabizottságot. Csehszlovákiában a TESLA cég, Lengyelországban pedig az UNITRA vállalat foglalkozik a mikroelektronika fejlesztésével. A többi szocialista országban is folyik a fejlesztési munka. A céloknak megfelelően a szocialista országok az 1980 utáni tervidőszakban tovább fejlesztik, bővítik a félvezetőszközök és az integrált áramkörök gyártásszakosítását, kooperációját; elhatározták az iparág fejlesztésének gyorsítását a következő ötéves tervidőszakban. Ezt nagyarányú licenccsárlással is elő akarják segíteni. Országunk vezetősége idejében felismerte a mikroelektronika jelentőségét, és megfelelően intézkedett előbb a mikroelektronikai alkatrészek felhasználása, majd előállításra érdekében. Az elektronikai kutatásokkal — a mikroelektronikát is beleértve — az Intézet de ceretári și prelucrări pentru automatizări foglalkozik; mikroelektronikai alkatrészeket, félvezetőket, tranzistorokat, diódákat, tirisztorokat, tokokat, integrált áramköröket (jobbára termékorientált áramköröket) a báneasai Intreprimerea de piese radio și semiconductori (IPRS) állít elő. Termékeinek legnagyobb felhasználói a rádió-, televízió-, automata- és számítógép-gyárak. Az IPRS katalógusa szerint a gyár a következő 19 országgal áll összeköttetésben: Albánia, Bulgária, Koreai Népi Demokratikus Köztársaság, Csehszlovákia, Kuba, Svájc, Franciaország, Fülöp-szigetek, NDK, NSZK, Hongkong, Olaszország, Izrael, Jugoszlávia, Japán, Svédország, Amerikai Egyesült Államok, Szovjetunió, Magyarország. Az RKP XII. kongresszusának irányelvei szerint: „Az elektronikai ipar 1985-ben 2,3–2,4-szer többet termel majd, mint 1980-ban, termelését elsősorban az automatizálási és számítástechnikai elemek, a mikroprocesszorok, az ipari elektronikai felszerelések és az elektronikai komponensek előállítására állítjuk be.”

A tudományos kutatás, a technológia és műszaki fejlesztés irányelv-programja az 1981–1990-es időszakra és fő irányvonalai 2000-ig terjedően részletezi a fenti feladatokat: „Az elektronikában és az elektrotechnikában a tudományos kutatás magas teljesítménymutatókkal rendelkező olyan komponensek és termékek előállítására összpontosítja erőit, amelyek biztosítják a komplex automatizálás és kibernetizálás, ezen belül az ipari robotok használata széles körű előmozdítását az összes nemzetgazdasági ágazatokban. E célból megkülönböztetett figyelmet kell fordítani magas teljesítményű és nagy frekvenciájú komponensek, különleges integrált áramkörök, mikroprocesszorok, memóriaegységek, optoelektronikus komponensek előállítására. Súlyt helyezünk továbbá átalakítók, speciális motorok, mérő- és ellenőrző készülékek, elektromechanikus és speciális összetevők sorozatának előállítására az automatizálási rendszer bővítése céljából. Új típusú mikroszámítógépeket, adatgyűjtő és -betápláló felszerelést, mikro- és miniszámítógépekhez alpprogramokat, folyamatvezérlő számítógépeket dolgozunk ki.”

A mikroelektronika hatása a termék- és munkaerőszerkezetre

A mikroelektronika számos elektronikai újdonságot tett egy csapásra elavulttá, s olyan kulcsiparrá kezd válni, amely képes az ipar szerkezetének, felépítésének befolyásolására.

Egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy azok a termékek, amelyekben nem használják fel a mikroelektronika eredményeit, előbb-utóbb elvesztik versenyképességüket. Azok a gyártók pedig, akik a termelésirányításban nem alkalmazzák a mikroelektronikát, nem lesznek képesek a termelékenység növelésére, a költségek csökkentésére. A kisebb bonyolultságú áramkörök a korábbi hagyományos elektromechanikai technológiai tudást a második helyre utasították (miként ezek annak idején a fi-

nommechanikát), megteremtve az elektronikai ipart. A nagyon nagy bonyolultságú áramkörök az elektronikai ipart szorítják a második helyre — a mikroelektronika mögé. Ma már az is világos, hogy az ipari késztermékek nemzetközi piacán — a beruházási és fogyasztási cikkekénél egyaránt — az emelkedő anyag- és energiaárak által elindított csereáramnyomlást éppen a mikroelektronikát alkalmazó, minőségileg új képességgel felruházott berendezések fogják ellensúlyozni.

A mikroelektronika fejlődése magát az elektronikai ipart is átalakítja. A félvezetőgyártás automatizáltsága a kézi munkát kis területre szorítja vissza, főleg a háttérágazatot (infrastruktúrát) biztosító szolgáltató tevékenységre korlátozza. Egy ilyen integrált áramkört gyártó üzemben egyáltalán nem meglepő, ha a mérnök—munkás arány 50—50 százalék, sőt az még jobban eltolódhat a mérnökök létszámának irányában.

A közelmúltban számos tanulmány elemezte a dinamikus növekvő mikroelektronika ipari, stratégiai, társadalmi következményeit. Ezek közül az egyik legérdekesebb *Az intelligens elektronikák stratégiai hatása az USA-ban és Nyugat-Európában* című tanulmány, amelyből világosan kiderül, miért a nagy lótas-futás a nagy integráltságú chippek után. Az amerikai elemzés kifejti: az elektronikus készülékek gondolkodóképesége, intelligenciája abból ered, hogy programozhatók, és szinte ugyanaz a mikroszámítógép alkalmas az ipari folyamat szabályozására, a szövegszerkesztésre, az adatfeldolgozásra. A mikroszámítógépek memóriakapacitása ma olyan nagy, hogy az olcsóbbak is alkalmasak bonyolult programozásra. Igaz, hogy intelligenciájuk soha nem alkotó, de felmentik az embert sok egyhangú munkától, s lehetővé teszik, hogy munkaidejét szellemi tevékenységre fordítsa.

A Fairchild cég alelnöke egy közelmúltban megrendezett mikroelektronikai konferencián kijelentette, hogy a mikroelektronika mintegy 25 ezerre becsült felhasználási lehetőségéből jelenleg csak 10 százalékot használnak fel ténylegesen. A mikroelektronika eddigi és várható térhódítása mélyreható szerkezeti változásokat idéz elő a társadalomban is; a szakemberek elsősorban a chip munkahelymegszüntető hatásának veszélyére figyelmeztetnek. Az új technológiák nyomán ugyanis a munkahelyek milliói szűnnek meg, alakulnak át. A Siemens egyik vezetője szerint az NSZK-ban 1985-ig egymillió embert szorítanak ki állásukból a mikroprocesszorok, de legalább ennyien találhatnak új, színvonalasabb munkalehetőséget azáltal, hogy új termékek, új felvevőpiacok keletkeznek.

Volker Hauff, az NSZK kutatási és technológiai minisztere szerint: „A szövetségi kormánynak elsősorban munkahelyek teremtésével, az átképzés meggyorsításával kell gondoskodnia arról, hogy az elektronikai forradalom miatt állásukat veszített munkavállalók megtalálják helyüket a társadalomban. A következő 10-15 évben már azzal kell számolnunk, hogy a mikroprocesszorok az összes munkahelyeknek közel felét változtatják meg.”

Egy frankfurti tanácsadó vállalat előrejelzése szerint 1985-ben az NSZK-ban már minden tizedik irodai munkahely alapjául elektronikus gépek szolgálnak. Mivel jelenleg az irodai költségek 80 százalékát a bérek teszik ki, és csupán 2 százalékra tehető a gépek költséghányadosa, a mikroprocesszorok fokozott mértékű alkalmazásában nagyarányú racionalizálási tartalékok rejlenek. Míg az automatizálás mintegy ezer százalékkal növelte az elmúlt évtizedekben az egy munkaezre jutó termelékenységet, az adminisztratív munkavállalók termelékenysége mindössze 50 százalékkal emelkedett.

A mikroelektronika várható társadalmi hatásaira nézve az eddig közzétett előrejelzések vagy egy sci-fi világot vázolnak, vagy túl sokra becsülik a termelésre gyakorolt mennyiségi hatásokat. Az elgondolások és számítások legfeljebb elfogadható feltételezéseket, de semmi esetre sem biztosat mondanak. A mikroelektronika csupán egyike azoknak az elemeknek, amelyekből létrejön a jövő valósága, de tény, hogy alapvetően megváltoztatja a termelés és a foglalkoztatás szerkezetét. Legalább négy okból fog általánossá válni:

1. A gazdaság jelenlegi lanyha irányzatát tartósan csak mélyreható termelési újdonságok élénkíthetik fel.
2. A világ iparilag fejlett és fejlődő országai nem engedhetik meg maguknak, hogy az USA és Japán kihívásával szemben lemondjanak a technológiai haladásról.
3. A mikroelektronika elemei teljesítőképességükhöz viszonyítva olcsók.
4. A mikroprocesszorok energiát takarítanak meg, és jól alkalmazkodnak a környezethez.

Bár kevés pontosat tudunk a következményekről, a termelési és foglalkoztatási kérdések méretei világosan láthatók. Egyértelműnek látszik például, hogy bár a mikroprocesszorok alkalmazása csökkenti a termelési költségeit, ugyanakkor növeli a software-igényt, s ez a képzett munkatársak fizetésének emelkedéséhez vezet. Ez pedig tovább hajtja az automatizálás igényét, például a software-készítés terén

is. A fokozódó automatizálás elsősorban azokat a területeket érinti, ahol már eddig is széles körben alkalmazták az elektronikát, például az adatfeldolgozás, az ügyvitel, a szövegfeldolgozás, a távközlés, az űrhajózás, az atomtechnológia stb. területeit. A gyártási folyamatok a futószalagról fokozatosan a mérnöki irodákba kerülnek át.

Az érintett munkahelyek mennyisége nem számítható ki pontosan, mert az sok külső körülménytől, így például a kereslet középtávú alakulásától, az állami támogatás mértékétől, a mikroelektronika elterjedésének ütemétől függ. Sok szől azonban amellett, hogy a mikroelektronika előidézte nagy termelékenységgel emelkedés, legalábbis rövid és középtávon, jelentős negatív hatásokkal fog jární a foglalkoztatás terén. De egyes tanulmányok megmutatják azokat a területeket, ahol a mikroelektronika éppen új munkahelyek létesítéséhez vezet:

— a mikroprocesszorok gyártása;

— olyan új termékek, amelyek éppen a mikroelektronika fejlődése nyomán kerülhetnek piacra (például képtelefon, új szórakoztató és háztartási elektronika stb.);

— olyan termékek, amelyek a mikroelektronika segítségével megjavulnak, egyszerűbbek, olcsóbbak lesznek;

— a software-készítés és -felhasználás területein új munkahelyek keletkeznek, például programozók, rendszerelemzők, állomáskezelők, szervezők részére.

Az eddigi előrejelzések egyike sem kételkedik abban, hogy ugyanakkor számos hagyományos foglalkozás elavul, sok munkahely megszűnik. A fejlődésnek egyik ismert előrejelzése szerint: egészében véve csökken a foglalkoztatottak száma, de a jó képzettségű munkaerők száma nagyjából változatlan marad. Ugyanakkor rohamosan növekednek a jó képzettségűekkel szembeni követelmények, és fokozatosan eltolódik a foglalkoztatási szintek szerkezete.

Rathenau holland professzor véleménye a mikroelektronikáról: „Mint a legtöbb forradalmi technológiai újdonságra, erre is érvényes, hogy hatása egyrészt munkaerőt megtakarító, másrészt egészen új típusú munkalehetőségekre alkalmas adó. Tehát nem magát a munkanélküliséget, hanem a strukturális munkanélküliséget növeli, amit idejében történő oktatással, képzéssel el lehet kerülni. Ebből a technológiai újításból — bármire is hivatkozva — kimaradni egyszerűen gazdasági öngyilkosság!”

Egy vég nélküli haladást kétségbe vonni maradiságra vallana. Az ember azonban természeténél fogva meglehetősen maradi lény, akinek jellegzetes ösztönei és érzései alig változtak az utóbbi százezer évben, és aki igen eltérő módon reagál környezetére és társadalma különböző kihívásaira. A műszaki és társadalmi haladás történetét mindig alkalmazkodási válságok kísérték. Az ember alkalmazkodóképessége nagy, de nem végtelen, és kérdéses, hogyan fogja elviselni ezt az egyre gyorsuló fejlődést.

Ha a mikroprocesszorok működését meghatározó, szabadon programozható integrált áramkörök elszigetelt találmányok volnának, társadalmi helyüket meglehetősen pontosan meg lehetne nevezni. E morzsák azonban és az új „tudatechnológia” többi elemei is, olyan általános fejlődési folyamat részei, melynek irányzatát a világ fokozódó anyagtalánítása és minden elgondolhatóan a fokozatos tárgyiasítása jellemzi. E fejlődés során feloldódik megszokott okozati elvünk is, és ezt a rendszerszerűség, valamint a sztochasztika pótolja. Az intézmények és az egyének alkalmazkodási válságának várható kórképét ma még nem lehet előre jelezni. A ma még problémának látszó jelenségek húsz év alatt tárgyalanná válhatnak, a jövő generációit pedig ma még ismeretlen gondok terhelhetik. Nem kétséges azonban, hogy a mikroelektronika megindította napjaink ipari és kulturális forradalmát. Alkalmazásához eszközökre és az elektronikára kiművelt emberekre van szükség.

MIKROELEKTRONIKAI KISLEXIKON

chip — angol szó, magyar fordítása morzsa. Egy konkrét áramkört megvalósító, integrált elemeket tartalmazó, kis méretű szilícium lapocska.

digitális (lat.) — valamely változó jelenségnek, fizikai mennyiségnek diszkrét, azaz nem folytonos, mintegy megszámlálhatóan felaprózott s így számjegyekkel felírt értékein alapuló (jel, számítógép).

dióda (gör.) — egyenirányításra használt, általában kételektródos elektroncső.

display (ang.) — képmegjelenítő berendezés, amelynek ernyőjén a számítógépből kijövő információ grafikusán (számok, szöveg, rajz) megjelenik.

félvezetők-nek nevezzük azokat az anyagokat, amelyeknek elektromos vezetőképessége (szobahőmérsékleten) a fémekénél rosszabb, de a szigetelőkénel jobb. A leggyakrabban alkalmazott félvezető anyagok a szilícium és a germánium, de

- a jövőben várható a gallium-arszenid szélesebb körű felhasználása is. A legismertebb félvezető eszköz a dióda és a tranzisztor.
- integrált áramkör, IC, integrated circuit** — elektronikus eszköz, amelyben parányi, néhány négyzetmilliméternyi területen nagyszámú áramkörti elem van. Előnye a kis méret, az áramkör megbízhatósága, a hagyományos elemekkel szembeni kis teljesítményfelvétel (fogyasztás), és a nagy sorozatú, automatizálható és gazdaságos gyártás.
- hardware** (ang.) — a számítógép alkatrészeinek — legyen az egy alkatrész, egy bonyolult áramkör vagy maga a központi egység — neve.
- LSI áramkör** — az angol Large Scale Integration kifejezés rövidítése, jelentése nagymértékben integrált áramkör, amelynél egy szilícium lapkán (chip) 100—10 000 elemet helyeznek el.
- mikroelektronika** — az elektronikának a mikroáramköröket és egyéb parányi elektronikus alkatrészeket előállító ága.
- mikroprocesszor** — integrált áramkör, amely programvezérlés hatására egy (digitális) számítógép központi egységének feladatait képes elvégezni.
- mikroszámítógép, mikrogép** — mikroprocesszoron alapuló, azt további funkcionális egységekkel kiegészített kis méretű számítógép. Ha tehát a mikroprocesszorokhoz memóriákat, valamint be/kimenő egységeket (perifériákat) csatlakoztatnak, kész a mikroszámítógép.
- software** (ang.) — a számítógépet működtető programok neve. A software készítése során nagymértékben figyelembe kell venni a hardware adottságait.
- tirisztor** (ang.) — vezérelhető kapcsolóként működő egyenirányító szilíciumtranzisztor.
- tranzisztor** (ang.) — áramerősítésre, rezgéseltetésre, impulzusok átvitelére használt félvezető kristály.
- VLSI áramkör** — az angol Very Large Scale Integration kifejezés rövidítése. Jelentése: nagyon nagy mértékben integrált áramkör, amelynél egy morzsán (chipen) 10 000-nél több elemet helyeznek el.

IRODALOM

- Dancea, I.: *Microprocesoare, arhitectura internă, programare, aplicații*. Cluj-Napoca, 1979. — Gerencsér Ferenc: *Belépés csak mikroelektronikával*. Figyelő, 1980. 3. — Ginsbach, K. H.—Silber, D.: *Fortschritte und Entwicklungstendenzen bei Silizium-Leitungshalbleitern*. Elektronik-Anzeigen, 1978. 3. — Kaucsár Márton: *Korszerű elektronikus áramkörök*. Kvár-Napoca, 1978. — Madarász László: *A digitális elektronika varázsvesszője, a mikroprocesszor megváltoztatja körülöttünk a világot*. Rádiótechnika Évkönyve, 1979. — *** *Mikroprozessoren Systeme*. Elektronik Industrie, 1977. 12. — *** *Microprocessors and microcomputers*. Computer, 1977. 1. — Moraru, Fl.: *Programarea microcalculatoarelor*. Buc., 1977. — Dr. ing. Romanu, Ion: *Informatica românească în serviciul conducerii economice*. AMC — Automatica — Management — Calculatoare. Vol. 21. A., B. Buc., 1976. — Szauer Péter—Heimer György: *Chip az új (n)agyhatalom*. Heti Világgazdaság, 1979. 20. — *** *Transmiterea numerică, prelucrarea datelor și conducerea proceselor cu ajutorul calculatoarelor*. Probleme de automatizare. Vol. 11. Buc., 1979. — Vătășescu és mások: *Circuite integrate. Manual de utilizare*. Buc., 1979. — Weinert, H.: *Mikroelektronik der 80er Jahre*. Elektronik, 1979. 1.

NAGY MIKLÓS

Az integráció befejezetlen piramisa

Az enkausztikáról nyugodtan lehet értekezni, mert attól, hogy valaki egy képzőművészeti tárlaton nem tudja, melyik kép készült ezzel a viaszos technikával, még nem dől össze a világ. A behaviourizmust is fejfájás nélkül lehet taglalni, senkinek sem vág az elevenébe (sőt, állomásfőnök is lehet attól, ha nem tudja, mi az). Ha a természettudományok területén akarnánk maradni, akkor bizonyos érzékenységek megsértésének kockázata nélkül írhatnánk trofikus szintekről, táplálko-