

# Fejlődés, prognosztika és tervezés az elektronikában

ETO: 821.38.001.6(439) „313”

Az alábbiakban megkíséreljük az elektronikai ipar fejlődésének tendenciáit összefoglalni, felmérni, és ezekből néhány következtetést levonni a magyar elektronikai ipar várható fejlődésére. Áttekintjük az elmúlt 15–20 esztendő fejlődését és ebből néhány olyan következtetést vonunk le a jövőre nézve, amelynek segítségével igen valószínű megállapításokat tehetünk a hazai elektronikai ipar egyes problémáinak feloldására.

## 1. A természetes fejlődési folyamatok, és azok matematikai leírása

Mint ismeretes, a természetben lejátszódó folyamatok időben különböző lefolyásúak. Anélkül, hogy a részletekbe mennénk, megemlítjük, a teljesség igénye nélkül, szokásos felosztásukat:

- periodikusan ismétlődő jelenségek (ilyenek pl.: a napszakok, az évszakok stb.),
- periodikus jelenségek (ide sorolhatók pl.: a rövidebb időszakok időjárás-jelenségei stb.),
- monoton csökkenő vagy növekvő (evolúciós) folyamatok (ilyen a népességszaporodás, növények növekedése stb.).

A felsorolt három folyamat-alaptípus a természetben nem mindig jelentkezik tisztán, hanem gyakran előfordul a különböző típusú folyamatok valamilyen időbeni egymásutánja vagy szuperpozíciója. Megemlíthetjük, hogy az evolúciós folyamatok is mutatnak valamilyen átlagos fejlődéshez képest időszakos ingadozásokat és eltéréseket, sőt ezek az eltérések bizonyos esetekben szigorú periodicitást mutatnak.

A természetes evolúciót mértani haladvánnyal vagy még inkább exponenciális függvénnyel szokták megközelíteni, illetőleg leírni. Tekintettel arra, hogy ez utóbbi bizonyos szempontból kényelmesen kezelhető matematikai forma, ezt vesszük tárgyalásunk alapjául. Egy természetes fejlődési folyamat tehát az alábbi matematikai formulával írható le:

$$Y = Ae^{ax} + B. \quad (1)$$

Az  $A$ ,  $a$  és  $B$  az illető folyamatra jellemző többnyire konstans értékek, és fejtegetésünk jelenlegi szakaszában értelmezésükre nincs szükség. Belátható viszont az, hogy ha egy fejlődési folyamatra igaz az (1) szerinti összefüggés, akkor valamely  $x_1$  és  $x_2$  időpontban ismert  $y_1$  és  $y_2$  fejlettségből a fenti összefüggés segítségével számítható, illetőleg valamilyen hibával becsülhető egy későbbi  $x_3$  időpontra  $y_3$  nagysága a következők szerint:

$$y_1 = Ae^{ax_1} + B \quad (2)$$

$$y_2 = Ae^{ax_2} + B. \quad (3)$$

Vegyük az egyszerűség kedvéért azt, hogy  $B=0$ , ekkor:

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{e^{ax_1}}{e^{ax_2}} = e^{a(x_1-x_2)}. \quad (4)$$

Az  $\frac{y_1}{y_2}$  hányados a fejlődés ütemére jellemző szám és jelöljük  $E$ -vel. Ez esetben a (4) egyenlet így is írható:

$$\ln E = a(x_1 - x_2), \quad (5)$$

amiből:

$$a = \frac{\ln E}{x_1 - x_2}. \quad (6)$$

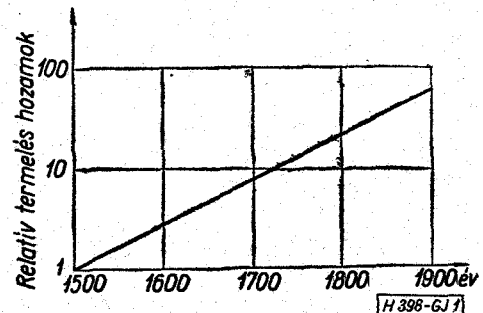
Ezzel lényegében meghatároztuk az ismert  $x_1$  és  $x_2$  időpontokban ugyancsak ismert  $y_1$  és  $y_2$  fejlettségből az adott időintervallumra jellemző fejlődési sebességre vonatkozó átlagos  $a$  számot, amelyet ha időben állandónak tekintünk (és ehhez mint látni fogjuk, számos műszaki fejlődési folyamatnál jogunk van), akkor az (1)-be történő visszahelyettesítéssel valamilyen  $x_3$  időponthoz tartozó, várható fejlettségi szint számítható.

Ezek után be kell bizonyítanunk, hogy a technikai fejlődés általában a fenti törvényszerűséggel közelíthető vagy leírható, majd ezután azt, hogy a technika szűkebb területén, nevezetesen az elektronika műszaki fejlődésében is, hasonló törvényszerűség érvényes.

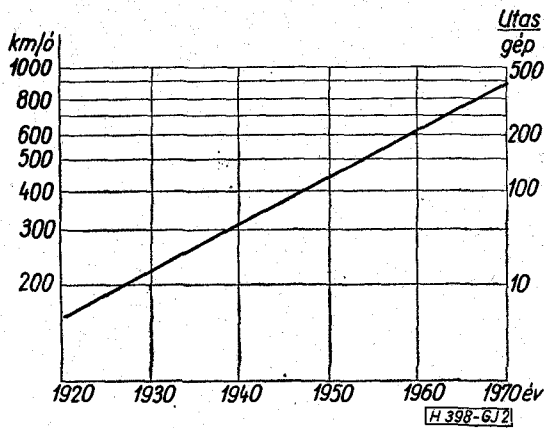
Az, hogy a technikai haladás a természetben lejátszódó evolúciós folyamatokhoz hasonló jelleget mutat az alábbi példákat lehet hozni.

Az 1. ábrán bemutatjuk az egységnyi földterületre vonatkoztatott mezőgazdasági terméshozamok fejlődését, a legutóbbi 500 évben. Ehhez hasonló diagramot lehetne készíteni például az utóbbi 100 év energiatermeléséről vagy -felhasználásáról, de álljon itt a 2. ábrán egy sokkal jobban érzékelhető folyamat ábrája a polgári légi közlekedés utóbbi 50 éves fejlődéséről.

A 2. ábrán feltüntettük az átlagos utazási sebesség növekedését, illetőleg egy repülőgépen egyszerre



1. ábra



2. ábra

szállítható utasok számát. Teljesen hasonló eredményre jutnánk, ha például vizsgálat tárgyává tennénk az utóbbi 80 vagy 100 évben épült tengeri hajók hajóegységenkénti bruttó regiszter tonna növekedését stb. Talán szükségtelen az általános technikai fejlődés időbeni lefolyásával kapcsolatban további példákon bizonyítani azt, hogy a fejlődés, legalábbis a számszerűen mérhető műszaki fejlődés, valószínűleg minden esetben exponenciális jellegű. Anélkül, hogy a részletekbe is belemennénk, csupán utalunk arra, hogy a társadalmi fejlődés egyéb területei is, mint például a gazdasági élet fejlődése, bizonyos szolgáltatások, és a lakosság ellátásának vagy igényeinek fejlődése is exponenciális folyamat, és legfeljebb rövid távon lehet ezt a folyamatot lineáris extrapolációval közelíteni vagy helyettesíteni.

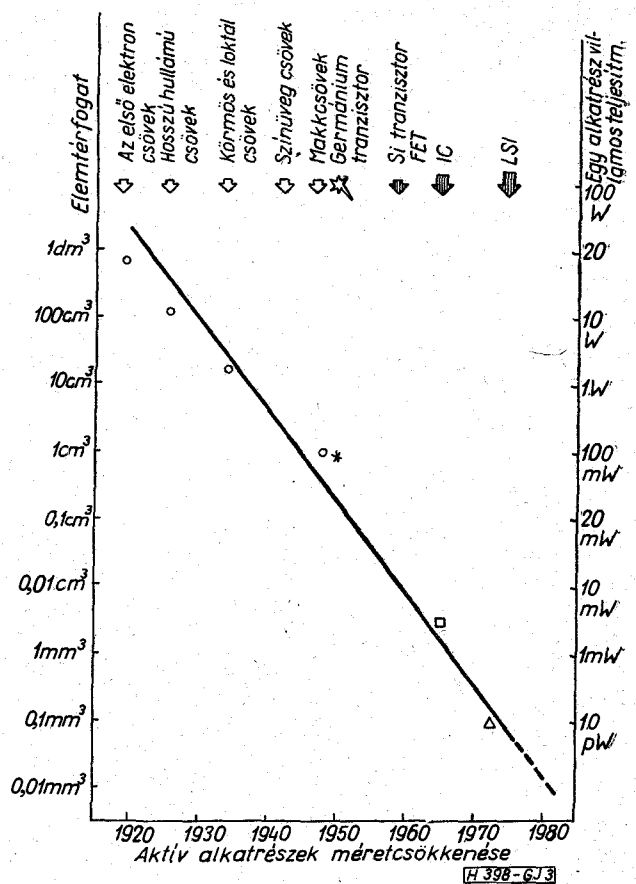
2. Az elektronika műszaki fejlődésének áttekintése

Bizonyítottaknak tekintve az általános technikai fejlődés időben exponenciális jellegét, megkíséreljük ezta megállapítást az elektronika területére is igazolni.

A 3. ábra kapcsán tekintsük át az elektronikai aktív alkatrészek méretváltozását az 1920-as évektől (a kezdettől) napjainkig. A logaritmikusan leírt elemterfogat mutatószámokhoz tartozó, egyenessel jellemezhető időbeni fejlődés (miniatürizálás), valamint az idealizált folyamatban bejelölt szóródás bizonyítja, hogy ez a folyamat valóban megközelíthető exponenciális függvényvel. Az így kapott diagramhoz további megfelelő logaritmikusan leírt skálát alkalmazva, helyesen írható le a vizsgált időszakban egy aktív alkatrész rendeltetészerű működéséhez szükséges villamos teljesítmény. Figyelemre méltó, hogy az 1948-ban feltalált és az 1950-es évek óta egyre szélesebb körben terjedő tranzisztor, majd 1963 óta az IC technika mennyire töretlen folytatása és mennyire szükségszerű folytatása a korábbi elektroncsöves technikának. A 3. ábrán szaggatott vonallal jelöltük az 1975 utáni időszak várható fejlődését, amelyre további fejtegetéseink során még visszatérünk.

A bemutatott minőségi fejlődés mellett nem érdektelen, ha a magyar elektronikai ipar termelésének legutóbbi 25 éves fejlődését is megvizsgáljuk.

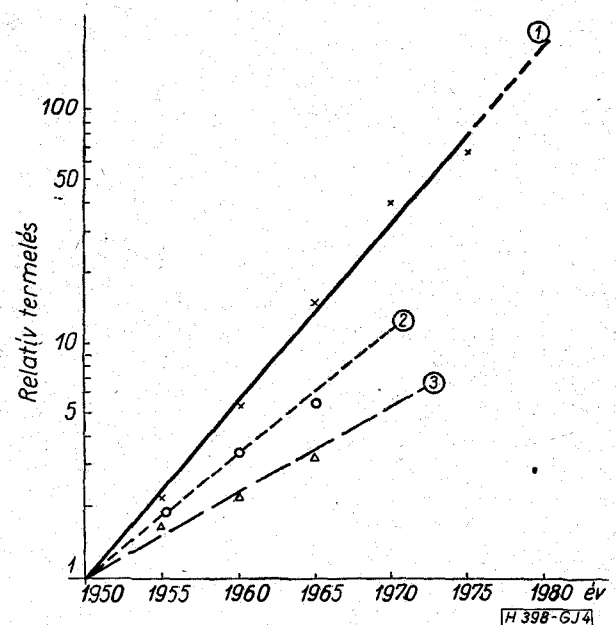
A 4. ábra a magyar elektronikai ipar termelésének felületét mutatja (1), összehasonlítva a gépipar (2)



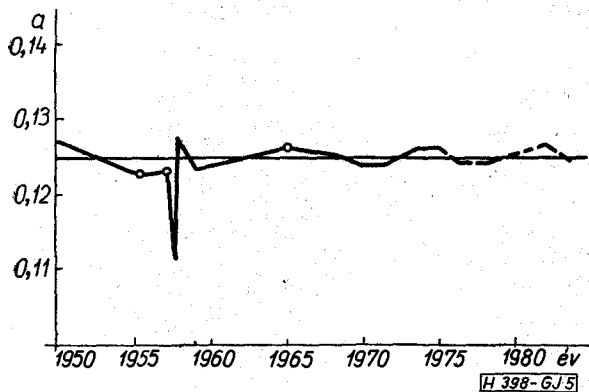
3. ábra

és a népgazdaság egészének (3) fejlődésével. Anélkül, hogy e fejezetben iparpolitikai következtetéseket vonnánk le, csupán az alkalmat ragadjuk meg, hogy ezen fejlődési folyamatoknál is az exponenciális jellegét hangsúlyozzuk (5. ábra).

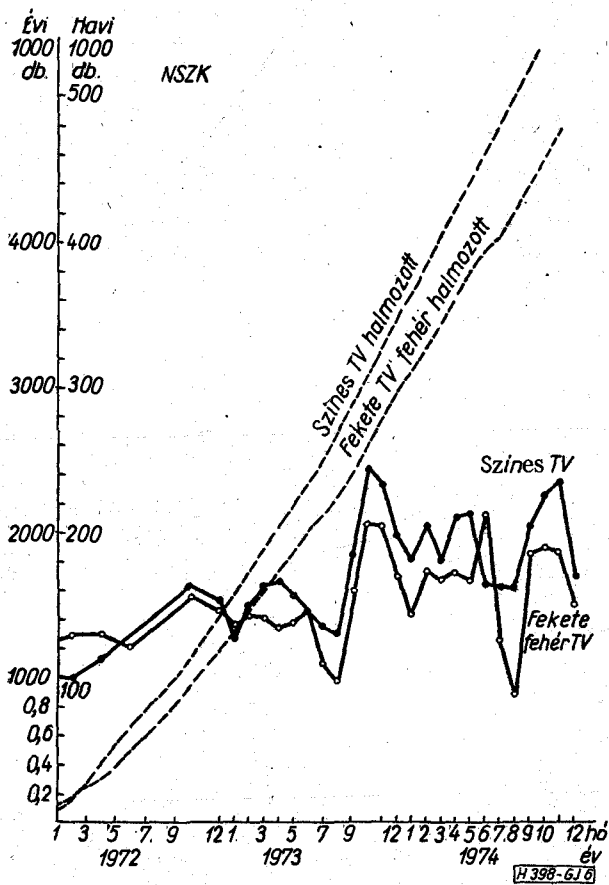
A hazai elektronikai ipar fejlődésének későbbi, pontosabb analizálásához meg kell adni azokat a rövidebb időszakos ingadozásokat, amelyek az átlagos



4. ábra



5. ábra



6. ábra

fejlődéshez képest az elmúlt években jelentkeztek. Eltekintve az 1950-es évek végén a jól ismert okokból adódó anomáliáktól, az 5. ábrán látható az 1. fejezetben levezetett  $a$  értéke, valamint az, hogy ennek ingadozása 4–6 éves periodicitást mutat, ami nemcsak a hazai elektronikában jellegzetes, de mint látni fogjuk, ez a jelenség szinte kivétel nélkül más országok elektronikai iparában is észlelhető. Az ábraszaggatott vonallal megrajzolt része lényegében prognózis az elektronikai ipar gazdasági fejlődésére.

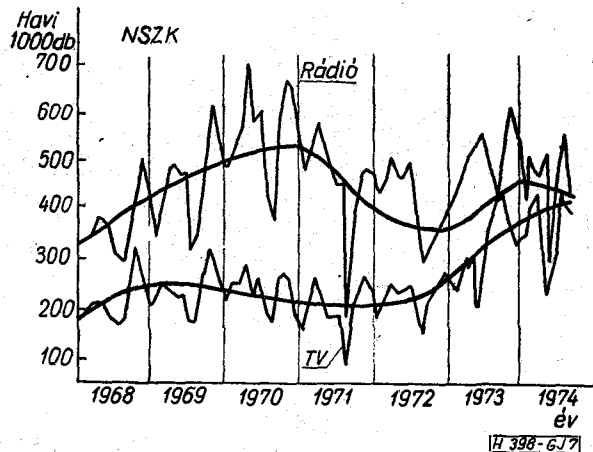
A következőkben bemutatunk néhány külföldi példát (6. ábra).

A 6. ábrán az NSZK rádió és televízió iparának statisztikai adatait dolgoztuk fel. A szaggatott vonalak a halmozott termelést mutatják, a folyamatos

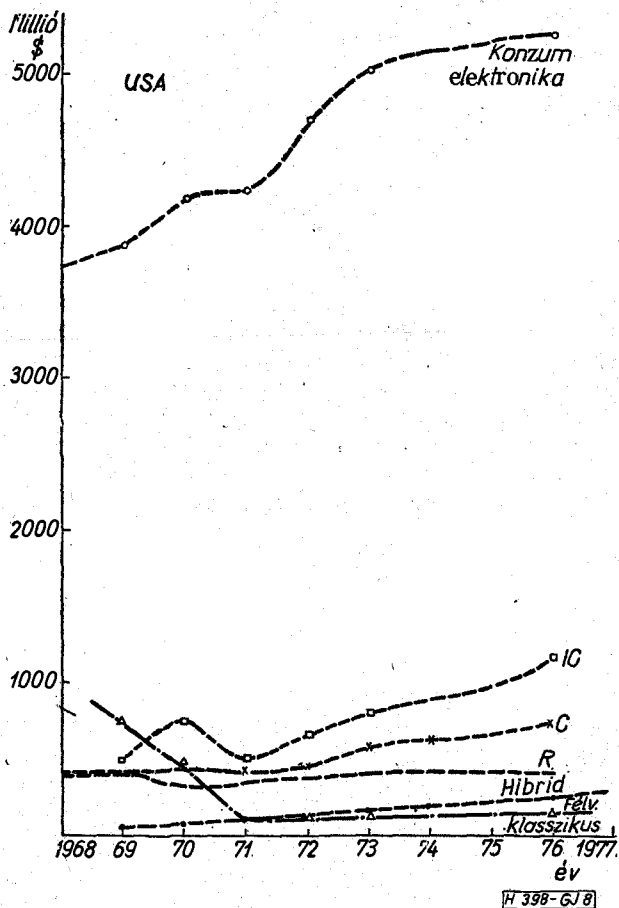
görbék viszont a termelés havi ingadozásaira jellemzőek. Ez utóbbiaknál figyelemre méltóak az 5–8 havi visszaesések (nyári szabadságolások) és a karácsony előtti időszakok eléggé törvényszerű termelés-felfutása. Ez a közel negyedéves periodicitás szuperonálódik az ugyancsak 4–6 éves periódusra, mint ahogy a 7. ábrán látható.

Messzemenően nem ilyen egyértelmű képet mutat az Egyesült Államok statisztikája (8. ábra).

Ebben az esetben számos szuperonálódó tényező befolyásolja a tiszta exponenciális felfutást. A konzum-elektronika görbéje, valamint a monolit áramkörök felfutása lényegében igazolni látszik azt, hogy



7. ábra



8. ábra

az elektronika műszaki és részben gazdasági fejlődése az USA-ban, hasonlóan a technika egyéb ágaihoz, exponenciális fejlődést mutat.

A bemutatott példák elég széles köre bizonyítja tehát a fejlődés jellegére vonatkozó előzetes feltételezést.

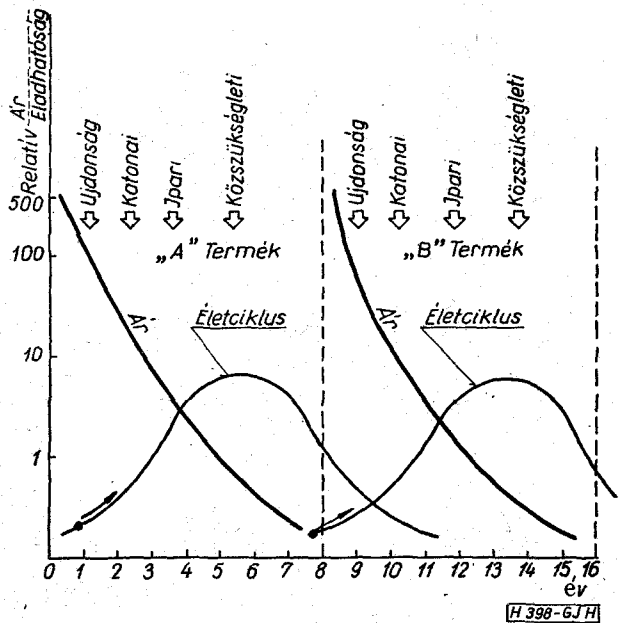
Érdeemes röviden áttekinteni a fejlődés számokkal nem jellemezhető jellegét is az alábbiak szerint (9. ábra):

Az utóbbi időben számos irodalmi forrás (amelyeket e cikk irodalomjegyzékében is közlünk) olyan életciklus görbével írja le a műszaki haladást, amely valamely termék, illetőleg termékcsoport korszerűségét vagy eladhatóságát haranggörbével jellemzi az idő függvényében (10. ábra).

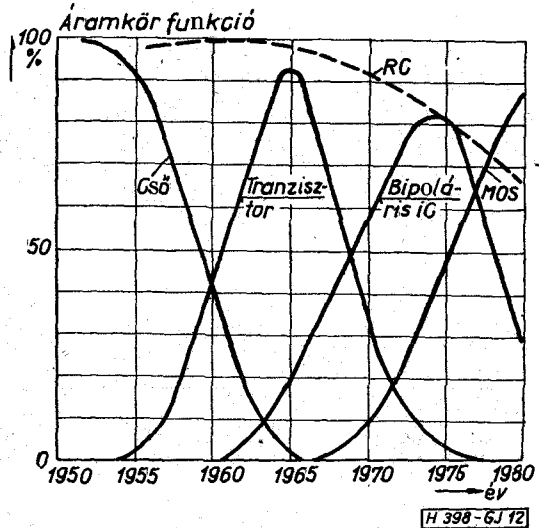
Ez a görbe három jól megkülönböztethető szakaszra osztható, amely az ábrán közölt matematikai formulával általában közelíthető. A képletekben szereplő állandók az illető termékfajtájára, az alkalmazás körére és bizonyos piaci kondíciókra vonatkoznak, taglalásukba itt nem megyünk bele.

A 11. ábrán olyan fejlődési folyamatot ábrázolunk sematikusán, amikor egy terméket valamilyen modernebb, de hasonló célt szolgáló új termék vált fel (11. ábra).

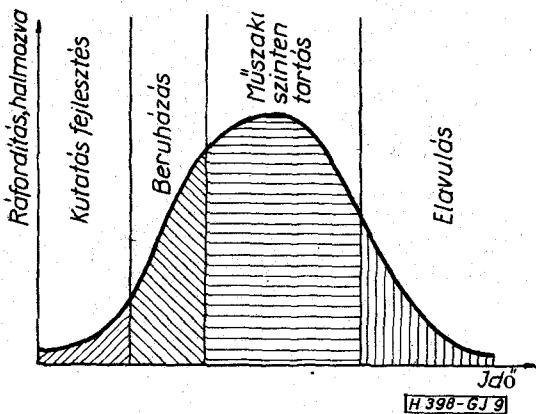
Az A termék életciklusának maximuma tájékán a laboratóriumokból gyártásbevezetésre kerül B termék és A termék hanyatlásával, korszerűtlenné válásával B termék gyártása fut fel, illetőleg bizonyos idő után teljes egészében átveszi az A terméktől a piacot. E periódusok alatt a termék ára valamilyen „újdonság” árról az életciklus maximuma közelében a reális ár közelébe csökken, a korszerűtlenné váló termék pedig többnyire a használati érték alatti



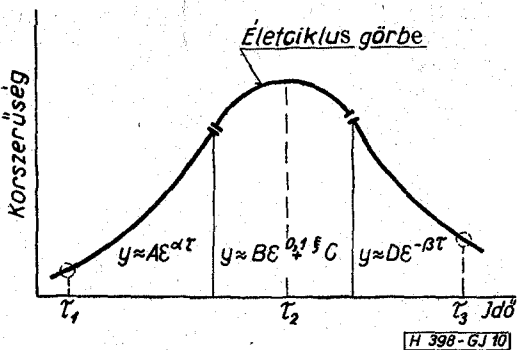
11. ábra



12. ábra



9. ábra

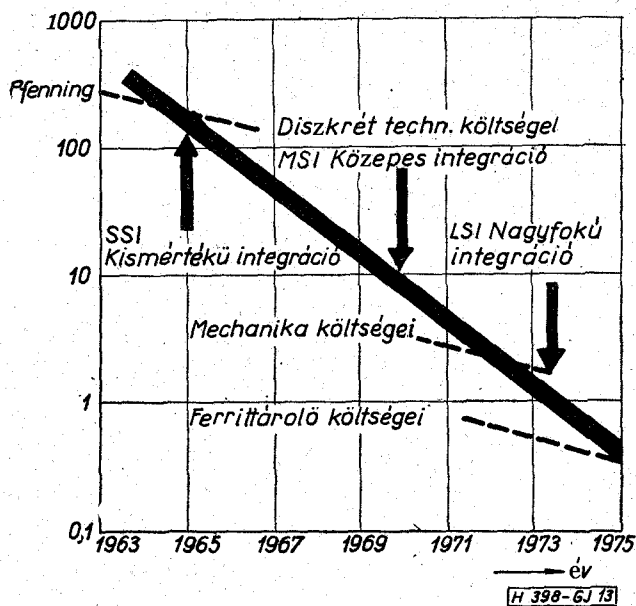


10. ábra

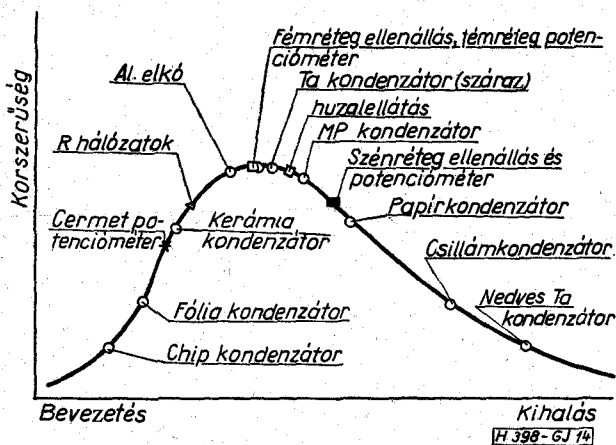
áron adható el csupán. Természetesen a valóságban ezek a folyamatok ennyire élesen nem határolódnak el egymástól, és az életciklus folyamatok messze jobban átlapolódnak. Ezzel összefüggésben érdekes bemutatni dr. Prommer nyomán azt az ábrát, amely az aktív elemek életgörbéit szemlélteti az utóbbi 25 évre, illetőleg a következő 5 esztendőre (12. ábra).

Ebben az ábrában szaggatott vonallal a passzív RC elemek életgörbéjét is feltüntettük. Ezzel összefüggésben a 13. ábrán bemutatjuk azt a SIEMENS publikációt, amely az utóbbi 12 év alkatrész-integrációjának fajlagos költségkihatását ábrázolja 1-1 alkatrészfunkcióra.

Látható, hogy az adott időszakban az alkatrész-integrálás hatására az egy alkatrészfunkcióra jutó költség közel 1:1000 arányban csökkent, és ezt összevetve például az aktív elemterfogat csökkenésével hasonló arányú változás figyelhető meg. Hasonló kvalitatív változást mutat be a 14. ábra néhány passzív alkatrészfajtára.



13. ábra



14. ábra

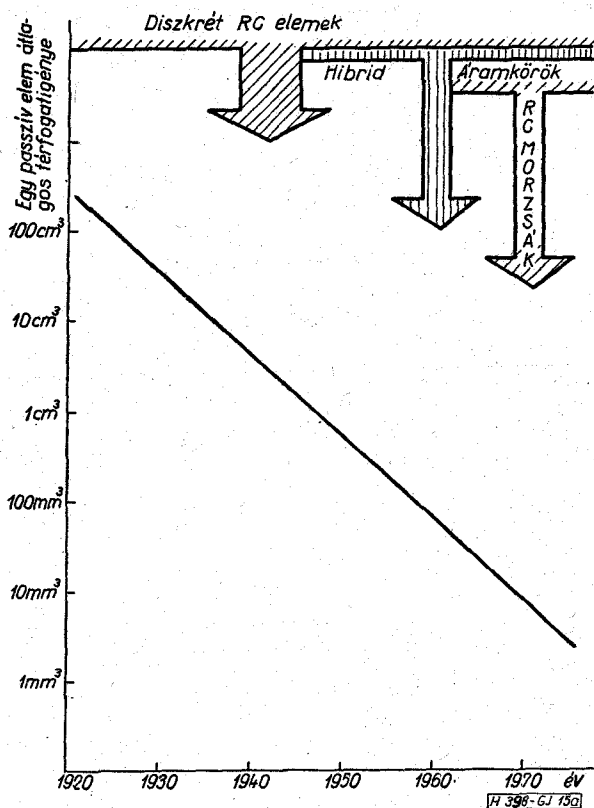
Az ábrából leolvasható, hogy a jelenlegi műszaki értéktétel szerint mely alkatrészek tartanak fejlődésük kezdetén, melyek azok amelyek napjainkban korszerűségük csúcsára értek (pl.: fémréteg-ellenállások, tantál kondenzátorok) és melyek azok az építőelemek, amelyek a következő időszakban egyre inkább veszítenek műszaki használati értékükből.

Végezetül a 15a ábrán a passzív alkatrészek miniatürizálási folyamatát mutatjuk be. Ennek kapcsán felhívjuk a figyelmet a 3. ábrán közölt folyamat analogiájára. Ez az analógia egészen odáig levezethető, hogy az aktív elemeknél megjelenő integrált áramkörökhöz hasonlóan az utóbbi évtizedben megjelenő az integrált passzív R és C hálózatok és ezek kombinációi. A szigetelő alapú vastag és vékony réteg áramköri technika elsősorban mint technológiai lehetőség, magában hordozza egyrészt a további integrálás lehetőségét a passzív elemek területén (többrétegű technikák), másrészt a passzív RC elemek fejlődésének egyenes folytatásaként tekinthető. Hangsúlyozni kell azonban, ahogyan az integrált áramkörök megjelenése nem jelenti és még sokáig nem fogja jelenteni a diszkrét félvezető elemek meg-

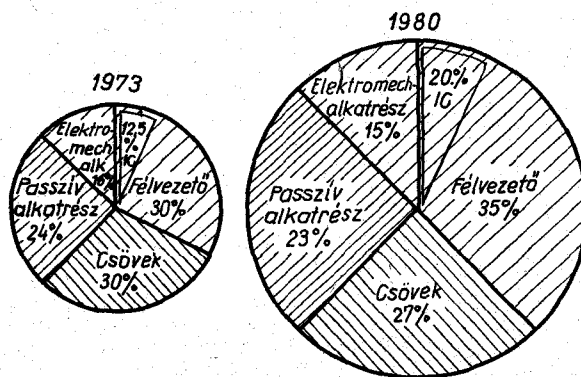
szűnését, a szigetelő alapú áramköri technika sem hozza maga után az RC elemek belátható időn belüli kihalását. Egy NSZK felmérés szerint a passzív RC elemek jelenlegi 24%-os alkalmazási aránya az összes felhasznált alkatrészekhez képest 1980-ra csupán 1%-nyit fog csökkenni, de ugyanezen időszakban a termelési volumen körülbelül 60%-kal növekszik (15b ábra).

Lényegében hasonló megállapításra jut egy másik, ugyancsak nyugati felmérés, amelynek eredménye a 16. ábrán látható.

Az ábrán jól megfigyelhető a félvezető terület térhódítása és az elektroncsövek alkalmazásának további leszűkülése. A passzív RC elemek és akatrészek alkalmazását a következő 5 évben ez a felmérés gyakorlatilag változatlanul ítéli meg.



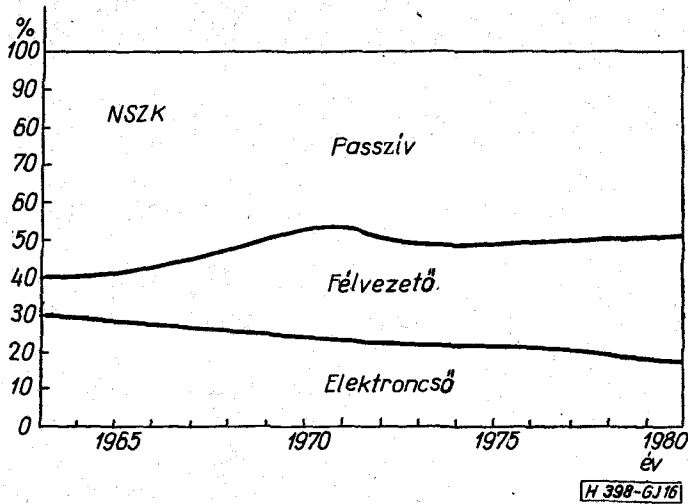
15a ábra



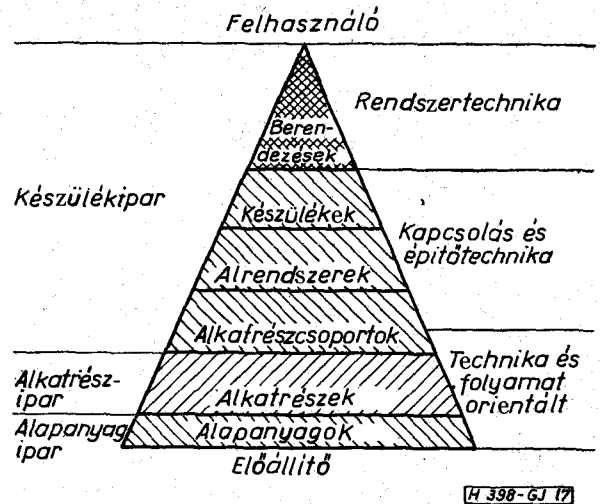
Az elektronikus alkatrészek választékának szerkezete

H 398-GJ 15b

15b ábra



16. ábra

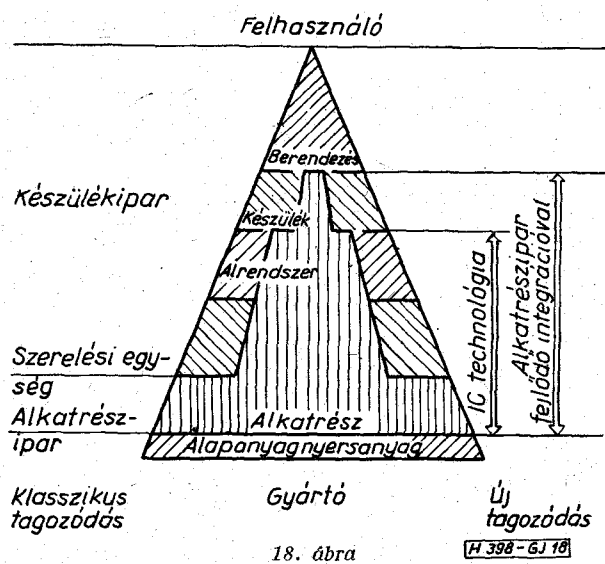


17. ábra

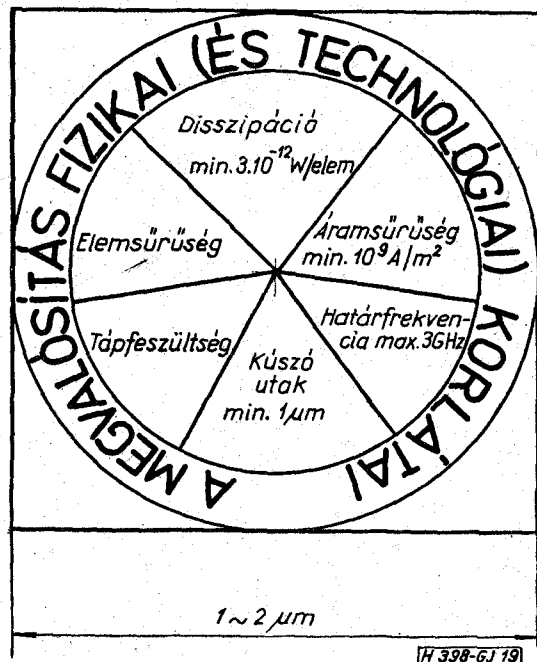
### 3. A magyar elektronikai ipar fejlődése

A magyar elektronikai ipar helyzetéről, a népgazdaságban elfoglalt helyéről és fontosságáról, fejlesztésének mértékéről és szükségességéről az utóbbi években igen sok vita folyt szakembereink körében és e vita hullámai átcsaptak a szakma szűkebb határain. A 4. ábrán bemutattuk a hazai elektronikai ipar fejlődését az utóbbi 25 évben, összehasonlítva a gépipar és az egész népgazdaság fejlődésével. Megállapítható, hogy a nagy hagyományokkal rendelkező híradástechnikai (elektronikai) iparág fejlődése 1,5–2-szeresen felülmúlta a népgazdaság fejlődési ütemét. Ennek ellenére ezen iparágban és elsősorban alkatrészgyártásának sűrű és gyökeres rekonstrukciója szükséges. A probléma gyökere a beruházásigényes technológizálás eddigi hiányában, illetőleg a nem megfelelő technológiai színvonalban keresendő. Ma már bizonyos területeken kérdésessé válik az is, hogy a lehetséges korszerű technológiák közül melyeket lenne érdemes megvásárolni és bevezetni, tekintettel a magyar elektronikai ipar igen széles gyártmányválasztékára és szokatlanul alacsony átlagos sorozatnagyságaira. Ha az előző fejezetben elmondottakra építve elfogadjuk az elektronikai ipar 17. ábra szerinti alapvető struktúráját, valamint ugyancsak az előző gondolatmenetek alapján reálisnak tételezzük fel azt a prognózist, hogy az alkatrészgyártási tevékenység, illetőleg az alkatrészgyártási technológiák behatolnak a készülék- és berendezésgyártó szférákba, úgy ahogy azt 1980-ra a 18. ábrán bemutatjuk, akkor teljesen világossá válik, hogy az elektronikai alkatrészgyártást a következő ötéves tervek ágazati fejlesztési koncepciói középpontjába kell helyezni.

A technológiai problémák és az ezzel összefüggő – elsősorban műszaki – döntések előkészítési nehézségeinek illusztrálására bemutatjuk a 19. ábrát, ahol együtt szerepeltetjük a ma fizikailag elérhető legkisebb építőelem méretét és ugyanezen az ábrán bemutatjuk ugyanennek a félvezető elemnek legfontosabb fizikai, technológiai határparamétereit, amelyek ezt az elemméretet meghatározzák. Mindezek alapján nem tartjuk irreálisnak azt a prognózist, hogy MOS technikával az 1970-es évek végére nagy sorozatban előállíthatók lesznek olyan nagy integ-



18. ábra



19. ábra

ráltságú áramkörök és chipek, amelyekre a 100 ezer alkatrészfüggvény/db elemsűrűség lesz a jellemző 50–100 mm<sup>2</sup> felületen. Ugyanezzel párhuzamosan a hibrid technika a jelenlegi, maximálisan 10–50 passzív elem/cm<sup>2</sup> alkatrész sűrűségről az 50–100 passzív elem/cm<sup>2</sup> elemsűrűségekre fog várhatóan felfejlődni. Ennek alapanyag és technológiai lehetőségei ma már adottak.

Az elmondottakat egybevetve a hibridtechnika és a nagy integráltságú félvezető áramkörök kombinációja olyan rendszertechnikai előnyöket és választékbeli flexibilitást biztosít, amely éppen a magyar elektronikai ipar kis és közepes sorozataihoz jelenthet optimális illeszkedést.

Mindezekkel párhuzamosan érdemes röviden azt is megvizsgálni, hogy a több mint 100 éves hazai híradástechnikai iparból kinőtt mai elektronikai iparunk struktúrája milyen és mely iparágak tevékenységébe folyik be közvetve vagy közvetlenül termékeivel és szolgáltatásaival.

Az 1. táblázatban szándékosan a szokásostól eltérő módon vázoltuk fel az 1970-es évek magyar elektronikai ipari tevékenységét, ezzel is hangsúlyozva azt a tényt, hogy manapság a népgazdaságnak gyakorlatilag minden ága többé vagy kevésbé elektronizálódott. Amikor tehát az elektronikai ipar fejlődéséről és fejlesztésének szükségességéről beszélünk, tisztában kell lenni ennek az iparnak, helyesebben jelenleg több iparágban folyó ipari tevékenységnek meghatározó szerepével. A táblázaton tehát a népgazdaság különböző alágazataiban folyó elektronikai ipari jellegű tevékenységet kíséreltük meg szemléltetni, hangsúlyozva, hogy ezek mellett ma már a mezőgazdaság, a mezőgazdasági kutatás, az élelmiszeripar, a kereskedelem és államigazgatás számos területe is igen nagy mértékben alkalmaz elektronikát, elektronikai rendszereket. Mindezekhez hozzá kell számítani a hazai tudományos kutatással összefüggő nem csekély elektronikai igényt, nem beszélve a felsőoktatásról. A táblázaton szándékosan nem törekedtünk teljességre, és a jó áttekinthetőség kedvéért csupán a megítélésünk szerinti legfontosabb tevékenységeket rendszereztük. Nem lehet kétség afelől, hogy az ol-

vasó a táblázatot áttekintve kapásból fel tud sorolni megítélése szerint fontos, de a táblázatban nem szereplő ipari vagy egyéb elektronikai igényt, tevékenységet, szolgáltatást stb. Szerző nem tűzte ki feladatául olyan iparpolitikai és iparszervezési kérdések taglalását, amelyek távol esnek a prognosztikától, mégis a fentiekben levezetett gondolatsor és a táblázat kapcsán felmerül a kérdés, hogy vajon nem időszerű-e felülvizsgálni a magyar elektronikai ipar népgazdaságon belüli szervezeti hovatartozását és azt, hogy a környező szocialista országokhoz hasonlóan nem lenne-e hasznos a népgazdaság számára egy homogén elektronikai ipari struktúra kialakítása, beleértve az ehhez igazodó főhatósági szervezetet is.

Visszatérve fejtegetéseink eredeti céljához, nevezetesen a hazai elektronikai ipar fejlődéséből levonható következtetésekre, az eddigiek alapján néhány tanulság a következők szerint fogalmazható meg:

– Az elektronikai ipar természeténél fogva az átlagosnál dinamikusabban fejlődő olyan tevékenység, ahol az alapvető tudományos eredmények az átlagosnál gyorsabban realizálódnak a gyártásban, és ezek az eredmények egyéb népgazdasági területek műszaki fejlődését is erősen befolyásolják.

– A magyar elektronikai ipar belső fejlődését vizsgálva a világ egyéb országaiban észlelhető fejlődéshez hasonló dinamizmus figyelhető meg, de ezzel párhuzamosan olyan fékező tényezők és lemaradások is mutatkoznak, amelyeknek meg nem szüntetése az 1970-es évek végére a hazai elektronikai ipar komoly válságát okozhatják.

– Fejtegetéseink során kimutattuk, hogy az elektronikai ipar további fejlődésének kulcskérdése az alkatrészipar rekonstrukciója, illetőleg felfejlesztése és ezzel párhuzamosan a szerelőiparban megfelelő korszerű szerelési technológiák meghonosítása.

– A magyar elektronikai iparnak a 4. ábrán szagatott vonallal jelzett várható fejlődése és ezzel együtt a népgazdaság további ágazatainak megfelelő kiszolgálása elektronikai eszközökkel, csak az említett rekonstrukcióval, illetőleg fejlesztési programmal lehetséges.

1. táblázat

Elektronikai ipari alágazat

Híradási ipar	Műszeripar	Számítástechnikai ipar	Szabályázástechnikai ipar	Gyógyászati ipar	Alkatrészipar
Közzsűks. készülékek	Mérőkész.	Számítógép	Erősáramú vezérlés	Rövidimill.	Aktív
Átviteltechn.	Elektronikai mérőműszerek	Periféria	Szerszám-gép vezérlés	Röntgen	Passzív
Mikrohull. techn.	Spec. műszerek	Adatátvitel	Közúti közlekedés	EKG—EEG	Elektromech.
Telefónia	Vasúti bizt.	Software feji. műszer vetülete stb.	Folyamat-szabályozás stb.	Intenzív terápiás	Mágneses
Hajózás	Vasúti jármű elektronika			Reanimációs Hallásjavító stb.	Mechanikus
Légiközlekedés stb.	Vegy. és kohászati műszerek stb.				Akusztikai stb.

A rekonstrukció, illetőleg a fejlesztési program hogyanjára e cikk keretein belül nem kívánunk javaslatot tenni. Prognosztikai fejtegetéseinkkel csupán rávilágítottunk szakmánk néhány problémájára, műszaki fejlődésére anélkül, hogy számos olyan alapanyag, korszerűség, megbízhatóság, szelektív iparpolitikai kérdést taglaltunk volna, amelyek külön tanulmány témáját képezhetik.

#### 4. A tudományos-technikai forradalom az elektronikában, és hazai lehetőségeink

Egyes irodalmi források szerint a társadalom fejlődése az egyén igényeinek növekedésén is mérhető, ami számszerűleg úgy fejezhető ki, hogy az utóbbi háromszáz esztendőben ezek az igények meghússzorozódtak. A ma embere hússzor annyit fogyaszt a társadalom által termelt javakból, mint pl. a XVII. századi elődje. Igen valószínű, hogy ez a faktor egy nagyságrenddel nő, ha hozzászámítjuk az indirekt (szociális, kommunális stb.) társadalmi juttatások összegét beleértve olyan létesítmények használati értékét, mint közutak, közlekedés, hírközlés, műsorszórás stb.

A társadalom és az egyén növekvő mennyiségi és minőségi igényei ma már igen komoly anyagi befektetések árán fedezhetők. Elsősorban nem csak beruházásokra kell itt gondolni, hanem olyan kutatások-fejlesztések finanszírozására, amelyek biztosítják a technika mennyiségi és minőségi továbbfejlesztését. Más szóval: korunkban a tudományos technikai forradalom időszakában, amikor a tudomány közvetlen termelőerővé válásának vagyunk tanúi, nemcsak a műszaki életben, hanem az élet egyéb területein is fel kell tenni a kérdést: hazánk elektronikai ipara hogyan tud lépést tartani ezzel a fejlődési ütemmel?

Nem szorul bizonyításra, hogy a világ legfejlettebb országaiban az elektronika az, ahol a tudományos technikai forradalom már hat. Ennek bizonyítására érdemes végiggondolni, hogy az utóbbi 70 évben az elektronika nagy találmányai (tudomány) mennyi idő alatt váltak közkinccsé (termelőerővé):

A találmány, ill. kutatás eredménye	A nagytömegű ipari alkalmazásig eltelt idő években
Elektroncső	25
URH és mikrohullámú elektroncsövek	10–15
Germánium tranzisztor	8–10
Szilícium tranzisztor	6–7
Félvezető integrált áramkör	6
Lézer	5
Fénykibocsátó (LED) félvezetők	3–4
Félvezető (MOS) LSI nagybonyolultságú integrált áramkörök	2–3

Látható, hogy közel háromnegyed évszázad alatt, a tudományos eredmények bevezetésének időtartama az elektronikában egy nagyságrenddel csökkent. Ugyanezen idő alatt a kutatásokra fordított összegek viszont több mint négy nagyságrenddel nőttek (gondoljunk az űrkutatásra és a fegyverkezésre), igaz, ezen ráfordítások eredményei nemcsak az elektronikában váltak közvetlen termelőerővé, hanem a nemzetgazdaságok egyéb területein is, mint például a számítástechnika, ügyvitelgepesítés stb. A fejlődés üteme nem csökken. Néhány évvel ezelőtt — és még napjainkban is — általános nézet volt, hogy pl. a lézerek hatásfoka jelenlegi ismereteink szerint 12% fölé nem emelhető, és 5–7%-os hatásfokot már jónak tekintettek. Ugyanez vonatkozott nagyjából a félvezető — világító (LED) diódákra. Az Elektronik-Industrie ez év áprilisi számában [20] arról olvashatunk, hogy a stuttgarteri Max Planck Intézet munkatársai kidolgoztak egy Neodym-Pentafoszfát szilárdtest lézert, amelynek 30%-os a hatásfoka. A lézer 1,05  $\mu\text{m}$  hullámhosszon (infravörös) dolgozik. A kristály anyag 400 °C-ig hőálló és néhány megawatt  $\text{cm}^2$ -kénti (!) stabil sugárterhelést is elvisel. Ilyen hatásfokú eszköz — eltekintve a katonai alkalmazástól — igen nagy jelentőségű lehet a hírközlésben és az anyagmunkálási technológiák továbbfejlesztésében és esetleg a magfúziós kutatásokat is előreviheti.

Mindaz amit eddig elmondottunk, két gondolatot vet fel:

— A bemutatott fenti példán és táblázaton — amelyhez már hasonlók még idézhetők lennének — valóban demonstrálható a tudományos technikai forradalom az elektronikában, és ebből következik:

— hazánk mint közepesen fejlett ország, adott anyagi, technikai bázisával hogyan tud lépést tartani a fejlődéssel, vagy felzárkózni ehhez (tudomásul véve, hogy a tudományos-technikai forradalmat nem mi csináljuk, de az, onnan, ahol már van, ránk is hat)?

Hazánk jelenlegi lehetőségei mellett viszonylag szerény összeget tud biztosítani az elektronika fejlesztésére. Tekintve, hogy ezen összeg lényeges emelésének sem szellemi kapacitás, sem finanszírozás szempontjából egyelőre nincs realitása, mégis szükséges annak vizsgálata, hogyan, milyen szelektív fejlesztéssel lehetne az elektronikai ipar egyes területeit fajlagosan elegendő mértékben — finanszírozni.

Magyarország nyersanyagban szegény és éppen ezért a nagy fajlagos szellemi értéket realizáló, viszonylag kevés anyagot felhasználó elektronika és alkatrészbázisának fejlesztése lenne célszerű. Ezt indokolja az a nagyon fontos körülmény is, hogy — mint már utaltunk rá — az elektronika lemaradása számos népgazdasági ágazat elmaradását is befolyásolja, illetve fejlődését meggátolja. A környező szocialista országok már felismerték: a népgazdaságuk minden ága elektronizálódik és jelentős állami programokkal biztosították a megfelelő dinamikus fejlődést. Ennek eredménye az, hogy hozzánk képest lényegesen kisebb elektronikai (híradástechnikai) múlttal rendelkező baráti országok már megelőztek bennünket a fejlődésben.



## 5. Összefoglalás

A cikk szerzője megkísérelt hangot adni mindazon aggodalmaknak és elképzeléseknek, amelyek számos egyesületi fórumon, rendezvényen felmerültek. Maga a téma számos szenvedélyes vitát váltott már ki és várhatóan fog is kiváltani, és éppen ezért választottuk a téma tárgyalásául a prognosztika útját, amely higgadt vizsgálódást tesz lehetővé. Nem lát-szott célszerűnek belebonyolódni prognosztikai fejtegetéseink kapcsán az alkatrészellátás utóbbi néhány éves alakulásába és abba a kérdéskomplexumba, amely úgy fogalmazható meg, mi fog történni akkor, ha az alkatrészellátási olló még jobban kinyílik a következő években. Mindez már kereskedelmi, kereskedelempolitikai, devizális és importpolitikai kérdéseket is érint, amelyeket természetszerűleg nem lehet elvonatkoztatni az ipar fejlődésétől, de messze meghaladják e cikk kereteit.

## IRODALOM

- [1] Electronics 1968. 1. sz. pp. 105—136 Market.  
 [2] Electronics 1970. 1. sz. pp. 101—136 Market.  
 [3] Electronics 1971. 1. sz. pp. 35—66 Market.  
 [4] Electronics 1973. 1. sz. pp. 69—96 Market.  
 [5] Electronics 1974. 1. sz. pp. 94—120 Market.  
 [6] Electronic Components 1974. 16. pp. 34—39; pp. 63.  
 [7] Dr. A. Prommer (Siemens): Kooperáció vagy konfrontáció „Elektronica 74” München.  
 [8] Radio Mentor Electronic 38—41 évfolyamai „Statistik des Monats”.  
 [9] Az alkatrészpiac ma és holnap. Radio Mentor Electronic 40 évf. 5. sz. p. 182.  
 [10] Vaszenkov: A 70-es évek mikroelektronikája. Híradástechnika 1974. 10.  
 [11] Wallmark: Az IC-k fizikai korlátai. Electronic Engineering 1975. február. p. 52.  
 [12] Bolgár Miklós: Az elektronikai ipar fejlődési tendenciái. HIKI közl. 13. évf. 1. sz.  
 [13] Dr. Erősei: Hatékony műszaki fejlesztést. Vállalatvezetés. Vállalatszervezés 1973. 4. 210—221.  
 [14] Dr. Pál Lénárd: KFKI: Fizika és társadalom; Fizikai Szemle XXV. évf. 4. pp. 121.  
 [15] Electronics 1975. január. US Markets pp. 82—90.  
 [16] Radio Mentor Electronic: Bauelemente markt Heute und Morgen 1974. 5. pp. 182.  
 [17] Howard: The fast-growing hybrid technology ... Electronic Packing u. Production. 1974. október pp. 33—40.  
 [18] T. Wallmark: Fundamental physical limitations in integrated circuits; Electronic Engineering 1975. február. pp. 52—55.  
 [19] Dr. W. Müller, Siemens: Grossintegration elektronischer Bauelemente ... Siemens Zeitschrift 48. évf. 12., pp. 878—891.  
 [20] Elektronik Industrie: Spar Laser mit 30% Wirkungsgrad, pp. 80—81.  
 [21] Radio Elektronik Schau: Leitendes organisches Material, 1975. 4. pp. 236.  
 [22] Electronics, Thick-film large-scale hybrid ... 1975. május, pp. 35.  
 [23] Göblös—Wöllitzer: Szigetelő alapú hibrid integrált áramkörök, Automatizálás, 1975. 3. pp. 32—40.  
 [24] Hass: Proc. 24th. Electronic Component Conference Washington (1974). pp. 172.  
 [25] E. Koch: Wünsche an die Gerätehersteller; Funk Technik, 1974. 17. pp. 595.  
 [26] Dr. Lukács József: Létrehozott társadalmi érték és kutatás, Iparpolitikai tájékoztató 9175/3. pp. 9—10.