HÍRADÁS-TECHNIKA

A HÍRADÁS-TECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

4

XXVII. ÉVFOLYAM, 4. SZÁM, 97–128 OLDAL. BUDAPEST, 1976. ÁPRILIS

HÍRADÁSTECHNIKA

1976. április XXVII. évfolyam 4. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

PÉCELI GÁBOR: Digitális szűrők analízésére és szintézisére alkalmas interaktív programcsomag 97
MEGYESI CSABA: Részleges válaszfüggvényű átviteli eljárások 100
Szemle 103, 124
TAKÁCS GYÖRGY: Érthetőségvizsgálati szövegminták készítésének új módszere 104
LENCSÉS FERENC: Automatikus tesztrendszerek és digitális áramköri lemezek tervezése 111
Beszámoló „A magyar elektronikai ipar jelene és jövője" konferenciáról 115
Műszer ujdonságok a Hannoveri Vásáron 116
BALOGH ALBERT—VÁRADI ISTVÁN: Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése ... 117
Tartalmi összefoglalások 125
Обобщения 125
Zusammenfassungen 126
Summaries 126
Résumés 127
Pályázat 1976. évi kutatási jutalmakra 128

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL, DR. FLESCH ISTVÁN, MAY PÉTER, DR. RUPPENTHAL PÉTER, DR. SÁRKÖZY GÉZA. — Szerkesztőségi és kéziratokkal kapcsolatos ügyekben felvilágosítást ad: SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ, telefon: 495-098

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 penzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest. Postafiók 149 76.4702 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató

Index: 25 375

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

PÉCELI GÁBOR
BME Műszer- és Méréstechnika Tanszék

Digitális szűrők analízisére és szintézisére alkalmas interaktív programcsomag

ETO 621.372.54.037.37:681.3.015

A digitális jel-, és mérési adat feldolgozás széleskörű elterjedése kiváltotta azt az igényt, hogy a szűrési feladat végrehajtása is digitális eszközzel történjék.

A következőkben olyan programcsomag vázlatos ismertetésére kerül sor, melynek segítségével a szűrési feladatot digitális úton végrehajtó, ún. digitális szűrők analízisét és szintézisét végezhetjük el.

1. A programcsomag elméleti háttere

Az elmúlt néhány év során az elméleti kutatók a lineáris digitális szűrők elvi alapjait tisztázták, és számos approximációs módszert dolgoztak ki. Ezeknek az eredményeknek a programcsomag szempontjából lényeges részét az alábbiakban röviden összefoglaljuk, a gazdag szakirodalomra néhány összefoglaló jellegű mű felsorolásával utalunk.

1.1 A digitális szűrők leírásának főbb módszerei

A digitális szűrők matematikai leírása a numerikus analízis, és a mintavételezés elméletében elért eredményeken nyugszik. Lineáris esetben a digitális szűrő leírására lineáris differenciaegyenlet alkalmas.

Ennek általános alakja:

$$y_n + \sum_{k=1}^{N} b_k y_{n-k} = \sum_{i=0}^{M} a_i x_{n-i}, \qquad (1)$$

ahol: — x_n, y_n az $\{x_n\}$, ill. $\{y_n\}$ diszkrét bemenő-, ill. kimenőjel nT időpillanatbeli értéke. (T a minták időbeni távolsága.)

— a_i, b_k együtthatók, melyek a digitális szűrő karakterisztikájára vonatkozó információt hordozzák. (Idő-invariáns szűrő esetén konstansok)

A frekvencia-tartománybeli viselkedést az állandó-együtthatós differenciaegyenlet megoldására alkalmas z transzformáció segítségével tudjuk leírni.

Beérkezett: 1975. XI. 26.

A z transzformáció segítségével eljutunk a digitális szűrő átviteli függvényéhez:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{i=0}^{M} a_i z^{-i}}{1 + \sum_{k=1}^{N} b_k z^{-k}}, \qquad (2)$$

ahol $Y(z)$ az $\{y_n\}$, $X(z)$ az $\{x_n\}$ diszkrét jel z transzformáltja, $H(z)$ pedig a z tartománybeli átviteli függvény.

$H(z)$ inverz z transzformáltja olyan diszkrét jel, amely analóg a folytonos rendszerek súlyfüggvényével, és kielégíti a konvolúciós szumma összefüggését:

$$y_n = \sum_{k=0}^{n} x_k h_{n-k}, \qquad (3)$$

ahol $\{h_n\}$ a $H(z)$ függvény inverz z transzformáltja.

Fentieken kívül a digitális szűrő leírására a diszkrét Fourier transzformáció alkalmazása a legjelentősebb.

1.2 Digitális szűrők approximációja

Az irodalomban nagyszámú approximációs eljárást közölnek. Az ezekben alkalmazott módszerek és tervezési kritériumok sokfélék, egységes rendszerbe nehezen helyezhetők.

Alapvetőnek tekinthetők azonban a bilineáris z transzformációhoz kapcsolódó módszerek, melyek a (2) egyenlettel leírt ún. rekurzív struktúrájú szűrő átviteli függvényének származtatására alkalmasak, továbbá azok a Fourier sorokkal kapcsolatos módszerek, melyek az ún. nemrekurzív struktúrájú szűrőknél terjedtek el. [Ezeknél az (1) alakú előállításban valamennyi b_k együttható nulla.]

A bilineáris z transzformációval számos esetben eredményesen transzformálhatók az analóg szűrők (folytonos szűrők) átviteli függvényei (2) alakú digitális szűrő átviteli függvénybe, lehetővé téve azt, hogy a tulajdonképpeni approximációt analóg szűrőre végezzük, amire számos klasszikus módszer

közvetlenül alkalmazható. (A programcsomagban ezzel a módszerrel állítjuk elő a közismert Butterworth és Csebisev szűrők digitális megfelelőit.)

A nemrekurzív szűrőknél, melyeknek analóg megfelelője nincsen, a mintavételes reprezentáció miatt $1/T$-re periodikus frekvenciakarakterisztikák approximációja közvetlenül történik. (Az ebbe a csoportba tartozó, ún. Fourier-soros módszerekkel külön program-csoport foglalkozik.)

A közvetlen approximációs módszerrel származtatott rekurzív szűrők közé tartozik az ún. trigonometrikus szűrő család. A programcsomagban ezek közül a tangens szűrőt alkalmazzuk aluláteresztő- és felüláteresztő-szűrő megvalósítására. A trigonometrikus szűrő-család azon a tényen alapul, hogy minden $\cos 2k\frac{\omega T}{2}$ argumentumú valós, racionális polinomhoz létezik egy z^{-1} argumentumú racionális polinom, melynek mint átviteli függvénynek az abszolút értéke megegyezik a választott polinom mint átviteli függvény abszolút értékével, és pólusai a z sík egységsugarú körén belül helyezkednek el. (Ez utóbbi a stabilitás feltétele.)

A programcsomagban felhasználásra került még az ún. frekvencia-mintavételi eljárás, mely $H_1(z)=1-z^{-m}$ alakú fésűs szűrő, és alkalmasan súlyozott,

$$H_2(z)=\frac{1}{1-2r\cos\omega_0 T z^{-1}+r^2z^{-2}}$$

átvitelű digitális rezonátorból áll. (Itt $r\to 1$; $z=re^{\pm j\omega_0 T}$ a rezonátor pólusainak helye; $\omega_0 T=2\pi\frac{k}{m}$)

1.3 A digitális szűrők realizálási formái

Aszerint, hogy a (2) egyenlet által kijelölt műveleteket milyen formában végezzük el, a pontosságra más-más értéket kapunk. A digitális szűrőkben fellépő hibák (a_i, b_k együtthatók véges szóhosszon történő ábrázolása, az alkalmazott aritmetikai egységek kerekítési hibái és ennek akkumulálódása, a bemeneti kvantálás) mértéke az alkalmazott realizálási struktúra függvénye. A szűrő hardware megvalósításánál a pontosság, és az alkalmazandó szóhosszúság kérdése alapvető. Ezért érthető módon számos szakember foglalkozik struktúra-kutatással, és az irodalomban is sok ilyen vonatkozású publikáció található.

A programcsomag létrehozásánál a struktúra kérdésekre nem koncentráltunk, de a kellő pontosság biztosítása érdekében a számításokat lebegőpontos formátumban végeztetjük. A struktúra problémák analízisével foglalkozó programrészek elkészítését a programcsomag bővítésének egy későbbi fázisára tervezzük.

2. A digitális szűrő programcsomag

A programcsomag digitális szűrők analízisére, szintézisére, valamint a szűrési feladatnak háttérmemóriában tárolt mintaregisztrátumon történő végrehajtására alkalmas. Ennek megfelelően a szűrést végrehajtó programokon kívül tartalmaz néhány amplitúdó-, és fáziskarakterisztikát approximáló szűrő-tervező programot. Képes ezenkívül a szűrendő és szűrt minták, továbbá az amplitúdó-, fázis- és futási idő karakterisztikák megjelenítésére rajzológépen, valamint oszcilloszkópon. Lehetőség van továbbá valamilyen irodalmi forrásból, vagy más számítógépen végzett approximációkból származó szűrőparamétereknek a monitor írógépen keresztül a számítógép memóriájába juttatására, legyen az akár rekurzív, akár nemrekurzív szűrő.

A programcsomag 12K szó operatív memóriájú TPA-i kisszámítógépre készült, assembler nyelven. Háttértárként mágneslemezes tárolót használ.

A programban felhasználható-(bevihető) a_i együtthatók száma max. 192, míg a b_k együtthatók maximális száma 149. Ezek az értékek az együtthatók tárolására kijelölt memóriaterület korlátaiból adódnak. A gyakorlati alkalmazásokban szóbajövő szűrők rekurzív esetben max. 10—20 a_i, b_k együtthatóval rendelkeznek, nemrekurzív esetben ritkán haladják meg a százat. A minta regisztrátum max. hossza jelenleg 4K minta, amit azonban csak a háttértár kapacitása korlátoz.

Tekintettel arra, hogy a Műszer- és Méréstechnika Tanszéken 1973 folyamán kidolgoztak egy jelanalízisre alkalmas programcsomagot, célszerűnek látszott a digitális szűrő programcsomagot úgy kialakítani, hogy a meglevő programcsomaghoz illeszkedjék. Ily módon lehetőség nyílt a jelanalizáló programcsomag bizonyos beviteli és kiviteli, valamint interaktív kezelést biztosító programjainak átvételére, illetve analóg kialakítására.

A programcsomagot interaktív szervezőprogram működteti. A felhasználó és a gép közötti társalgás alapján elvégezteti a kért számításokat, illetőleg megjelenítéseket. Lehetőséget ad a futás megszakítására, a részeredmények (ha ilyenek vannak) megjelenítésére, majd a számítás folytatására. A programcsomag téves vagy hibás szolgáltatás-kérés, helytelen adat esetén hibajelzést ad. Lehetőséget nyújt bevitel közben a hibás információ törlésére, és új, helyes információ, adat leírására.

A programcsomag a szűrendő minták és a szűrési eredmények tárolását 12 bites fixpontos formátumban végzik. Valamennyi számítást a pontosság érdekében lebegőpontosan végez.

A programok a következők:

I. — Digitális szűrés
  — Amplitúdókarakterisztika számítás
  — Fáziskarakterisztika számítás
  — Futási idő karakterisztika számítás

II. Rekurzív szűrő tervező programok
  — Butterworth aluláteresztő
  — Csebisev aluláteresztő
  — Tangens aluláteresztő
  — Tangens felüláteresztő
  — Lyukszűrő
  — Sávszűrő frekvencia-mintavételi eljárással

III. Nemrekurzív szűrő tervező programok
  — Fourier-soros módszerek (a súlyfüggvények módosíthatók)

IV. Beviteli-kiviteli programok

a) Bevitel: — mintavételezés (pl. analóg magnetofonról.)
— bevitel lyukszalagról

b) Kivitel: — nyomtatás
— perforálás
— rajzológép (plotter)
— oszcilloszkóp (display)

3. A programcsomag használhatósága, alkalmazási területei

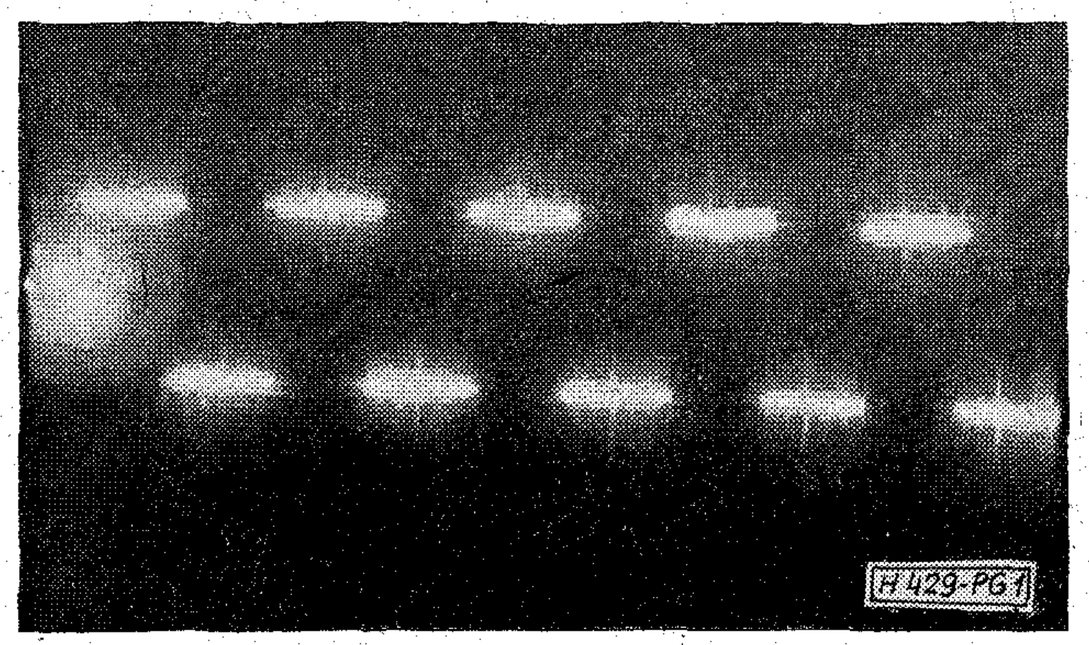
A digitális szűrőket egyre szélesebb körben alkalmazzák méréstechnikai és átviteltechnikai feladatok megoldásában. Biológiai, geofizikai, radar stb. jelek feldolgozásánál egyre gyakrabban találkozunk ilyen berendezésekkel.

A programcsomag alkalmas minden ilyen jellegű jelfeldolgozó művelet elvégzésére, ha nincs szükség real-time szűrésre, mindössze a szükséges szűrőparaméterekről kell gondoskodnunk. Néhány szűrőfajta közvetlenül is tervezhető és analizálható.

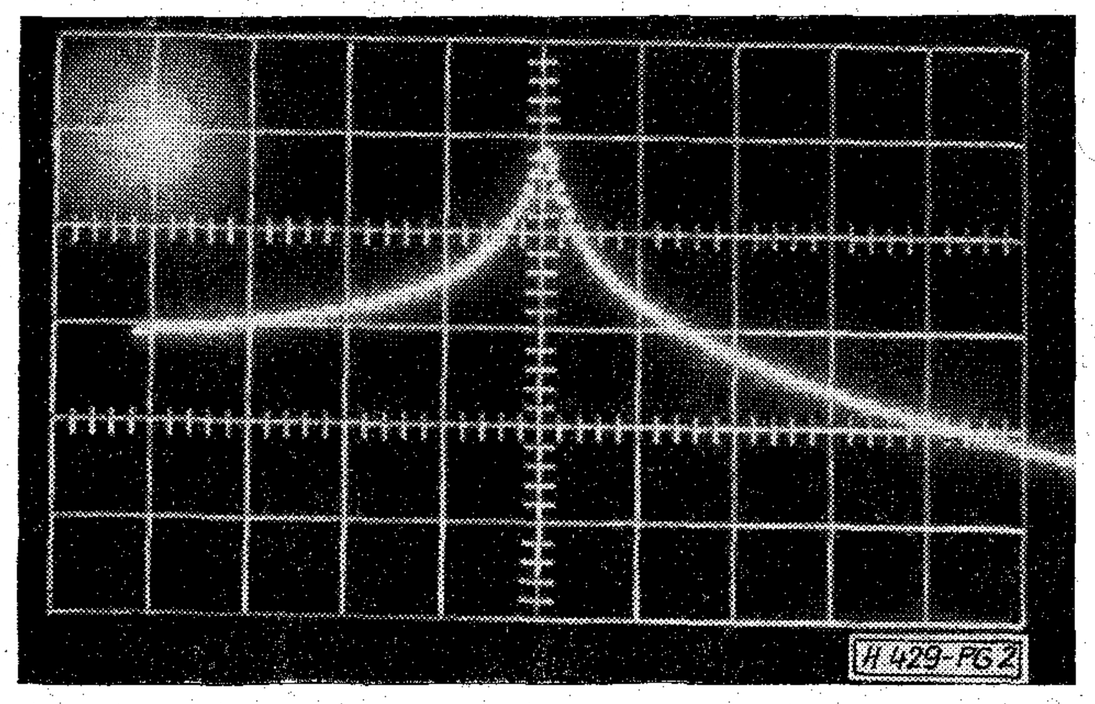
A programcsomag előnyös tulajdonsága továbbá, hogy a megjelenítés oszcilloszkópon, rajzológépen közvetlenül, gyorsan keresztülvihető, ami a tervezés és kiértékelés szempontjából alapvetően fontos.

A programcsomag használhatóságának illusztrálására szolgál egy igen egyszerű mintapélda (1—5. ábra), melyben egy négyszögjel (szimmetrikus, egy periódusa száz mintapontból áll) alapharmonikusának kiszűrését és elnyomását, továbbá az ezt megvalósító szűrők amplitúdókarakterisztikáit láthatjuk.

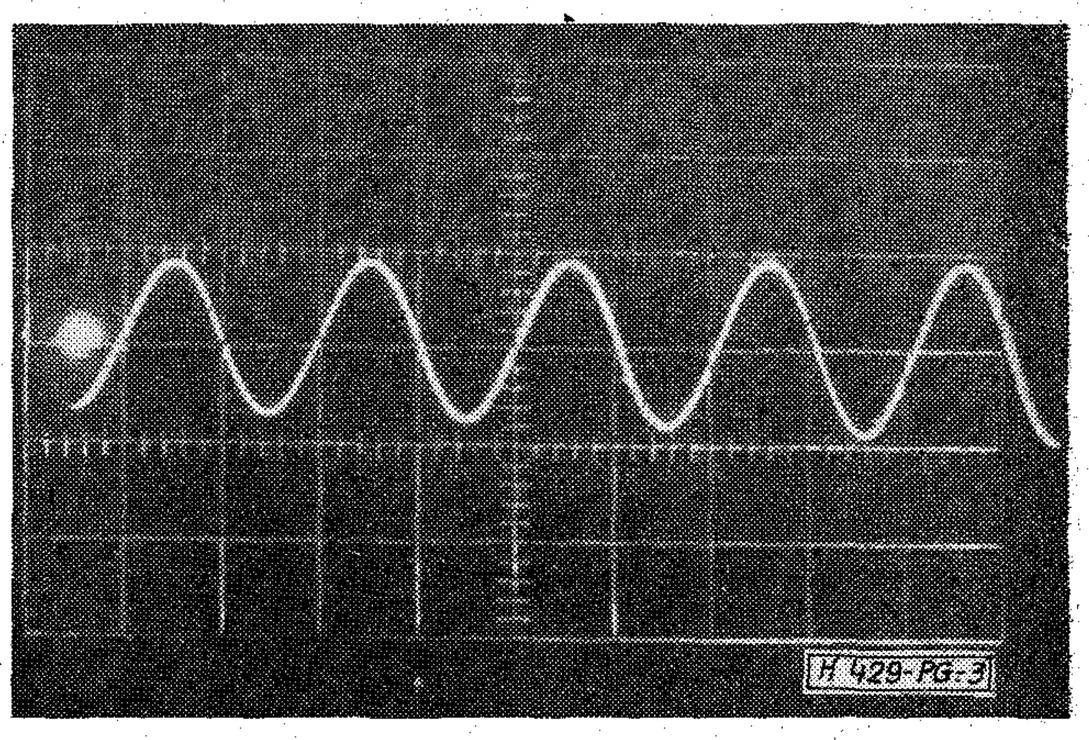
Az alábbiakban felsorolunk néhány alapvető, digitális szűrőkkel foglalkozó, összefoglaló művet.



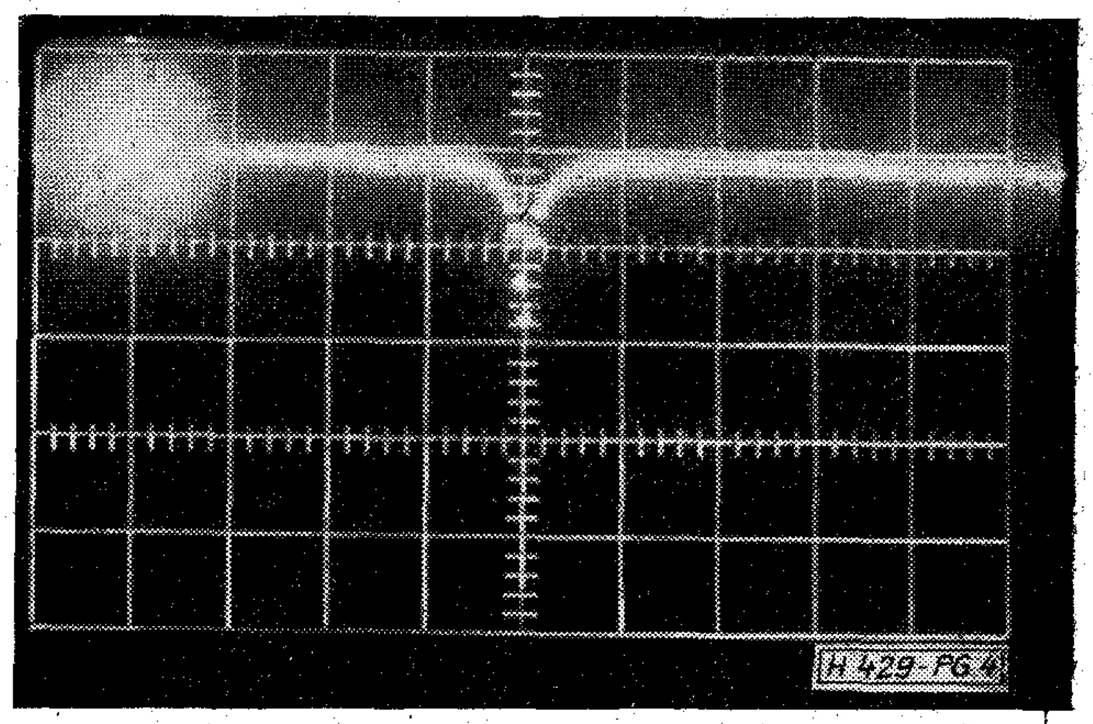
1. ábra. A szűrendő négyszögjel



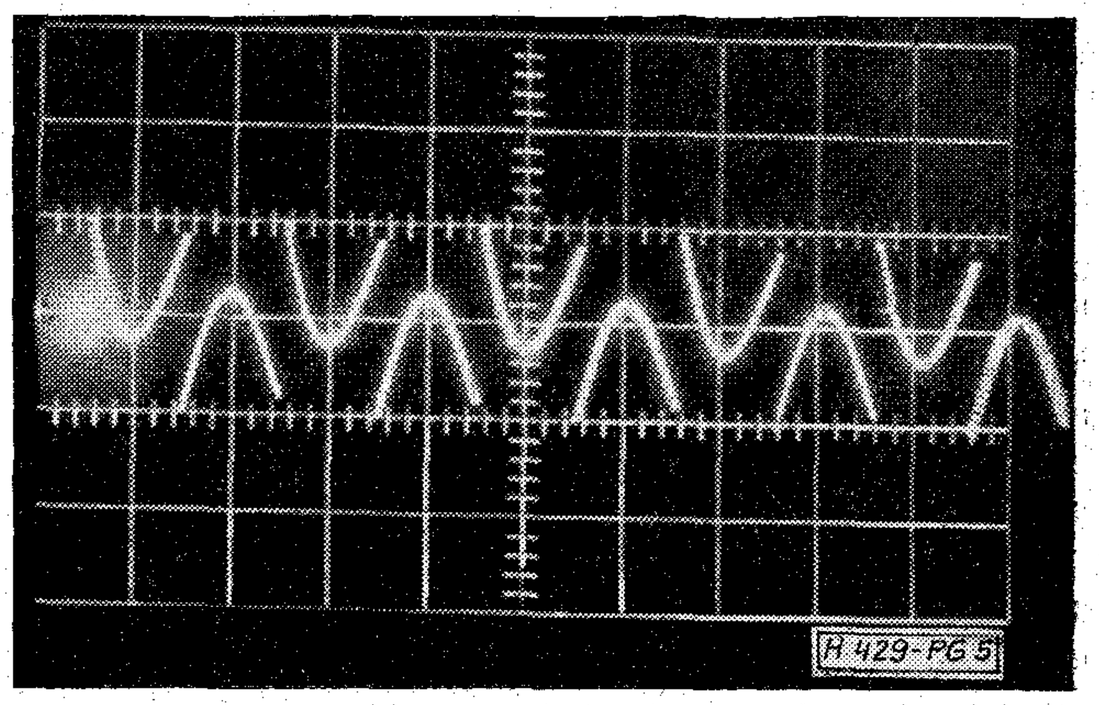
2. ábra. Az alapharmonikust leválasztó „keskeny" sávszűrő amplitúdó karakterisztikája



3. ábra. A leválasztott alapharmonikus



4. ábra. Az alapharmonikust elnyomó lyukszűrő amplitudókarakterisztikája



5. ábra. Az alapharmonikus elnyomása után visszamaradt jel

IRODALOM

[1] *F. F. Kuo, J. F. Kaiser:* System Analysis by Digital Computer 7. Digital Filters. New York: Wiley, 1966.
[2] *C. M. Rader, B. Gold:* Digital Processing of Signals. McGraw Hill, 1969.
[3] *L. R. Rabiner, C. M. Rader:* Digital Signal Processing (Reprint Volume) New York: IEEE Press, 1972.
[4] *A. E. Vereskin, V. J. Katkovnik:* Linejnüje cifrovüje filtrü i metodü ih realizaeii. Moszkva „Szovjetszkoje Radio" 1973.
[5] *Schüssler, W.:* Digitale Systeme zur Signalverarbeitung. Springer Verlag, 1973.
[6] *Kun László:* Digitális szűrők elmélete és gyakorlati alkalmazási lehetőségeik. Híradástechnika. 1973. Márc.
[7] *Kormos István:* Digitális Szűrők. Híradástechnika. 1973. Szept.

MEGYESI CSABA
Távközlési Kutató Intézet

Részleges válaszfüggvényű átviteli eljárások

ETO: 621.391.833:681.327.8

Digitális jelek átvitelének kérdése napjainkban egyre inkább előtérbe kerül. Az ilyen átvitelnél, mint ismeretes, az egyik leglényegesebb kérdés a jelközti átlapolódás kérdése. A problémát először Nyquist vizsgálta részletesen [1] és feltételeiben megadta a jelközti átlapolódás mentes átvitel kritériumát. Ez a kritérium egyebek közt összefüggést ad a csatorna sávszélessége B (a 3 dB-es pont frekvenciája), és a csatornán jelközti átlapolódás nélkül átvihető maximális sebességű bináris jelsorozat bitfrekvenciája f_N között. Az f_N frekvenciát Nyquist frekvenciának is szokás nevezni.

$$f_N = 2B. \tag{1}$$

A digitális átvitel elterjedésével felmerült a sávszélesség csökkentésének igénye. Erre az egyik lehetőség az átvitt szintek számának növelése, a már tárgyalt többszintes átvitel. Egy másik, bár ezzel bizonyos fokig rokon lehetőséget nyújtanak a részleges válaszfüggvényű módszerek. Ezek elnevezésére az irodalomban a szabályozott jelközti átlapolódású rendszerek kifejezés is használatos. Ennek az eljárásnak speciális esetei az egymással szoros rokonságban levő biternáris és duobináris átviteli eljárások.

Részleges válaszfüggvényű átviteli eljárások leírása

A részleges válaszfüggvényű átviteli eljárások alapötlete a következő: míg a Nyquist-féle átvitelnél arra törekedtünk, hogy minden egyes adott szimbólumnak a saját, és csakis a saját mintavételi időpontjában legyen nullától eltérő értéke, azaz az átvitel legyen jelközti átlapolódás mentes, addig itt megengedjük, hogy minden jel egy adott, előre meghatározott értékkel befolyásolja a környezetében levő meghatározott minták értékét. Tulajdonképpen ez adja az eljárás nevét, hiszen ennek értelmében az egy adott impulzusra kapott válasz nem csak a saját mintavételi időpontjában, hanem másutt is részlegesen hozzájárult a vett jel mintaértékéhez. Vizsgáljuk meg részletesen ezeknek az eljárásoknak az általános tulajdonságait!

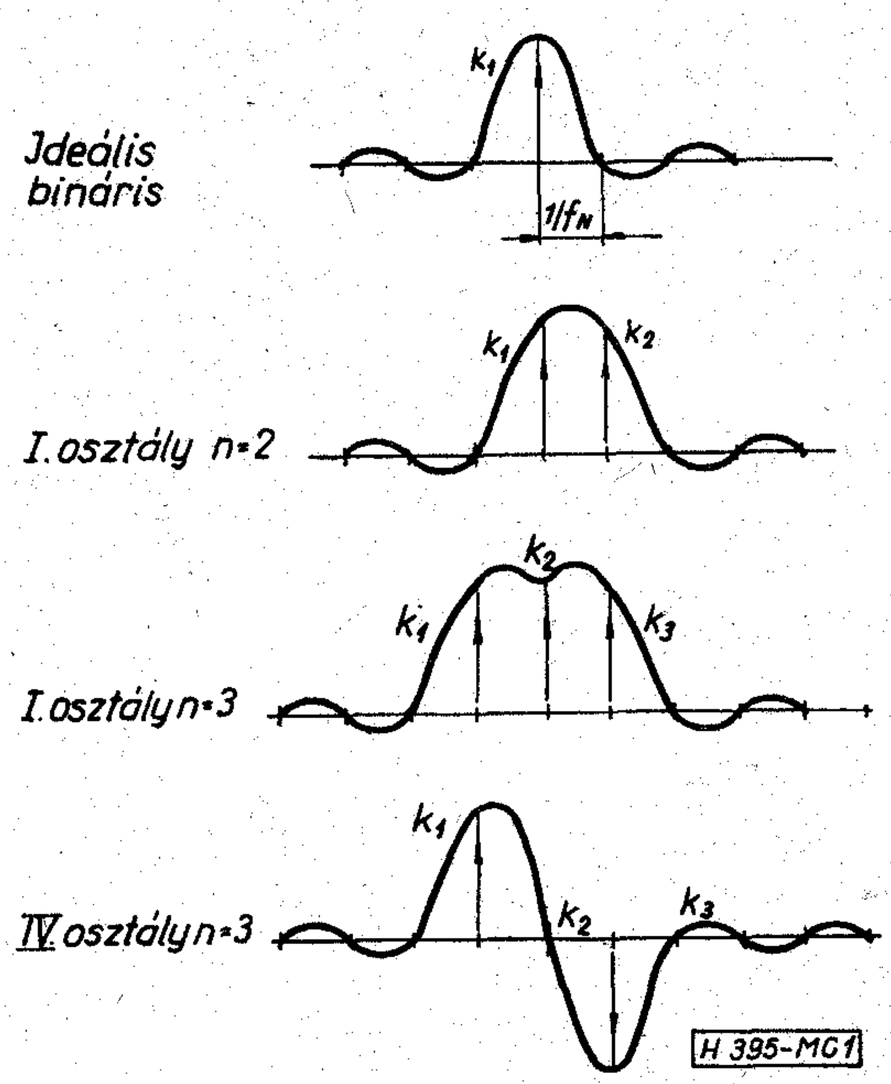
Az átviteli csatornába vizsgálatainknál beleértjük az átviteli közeg, az adó és vevő szűrő, valamint az adott impulzus jelalakjának tulajdonságait. Így a bemenetre adott időfüggvényt Dirac impulzusok sorozatának vehetjük, és a következőképpen írhatjuk:

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} b_n \delta(t - n/f_N), \tag{2}$$

ahol b_n értéke 0 vagy 1, az átvitt információnak megfelelően.

Beérkezett: 1975. VI. 30.

A teljes csatorna jellemzésére átviteli függvényét $H(f)$-et, vagy a Dirac impulzusra adott válaszfüggvényét, a súlyfüggvényt $h(t)$-t használjuk.



1. ábra. Átviteli csatorna súlyfüggvénye néhány különböző részleges válaszfüggvényű rendszernél

Vizsgálatainknál induljunk ki a súlyfüggvényből. Az előbb elmondottak alapján ennek értéke több mintavételi helyen is zérustól különböző. Néhány ilyen függvényt az 1. ábrán láthatunk a jelközti átlapolódás mentes esettel együtt. Ebben az esetben a rendszer $x(t)$ bemenetre adott válaszának mintavételi értékei c_n a következő alakban írhatók:

$$c_n = k_1 b_n + k_2 b_{n-1} + \ldots + k_n b_1, \tag{3}$$

ahol a k_i súlyozó tényezők egész számok, és a súlyfüggvény mintavételi értékeivel egyenlőek. Az ábrán feltüntetett példáknál láthatók a megfelelő k értékek. Az így előállott vett c_n jelsorozat dekódolására a későbbiekben visszatérünk, most vizsgáljuk meg, milyennek kell lennie a $H(f)$ csatorna karakterisztikának ahhoz, hogy a bemeneti b_n jelsorozatot a c_n sorozatba vigye át. Ehhez csak az kell, hogy a rendszer $h(t)$ súlyfüggvényének mintái rendre $k_1; k_2; k_3; \ldots k_n$ értékűek legyenek.

Világos, hogy a fenti feltételnek végtelen sok csatorna karakterisztika megfelel. Legyen az általunk vizsgált csatorna sávhatárolt, $|f| \leqq f_N/2$ sávban, ebben az esetben az $1/f_N$ időközönként vett minták a mintavételi tétel értelmében a súlyfüggvényt egy-

értelműen meghatározzák. A mintavételezett függvényt a következőképpen írhatjuk fel:

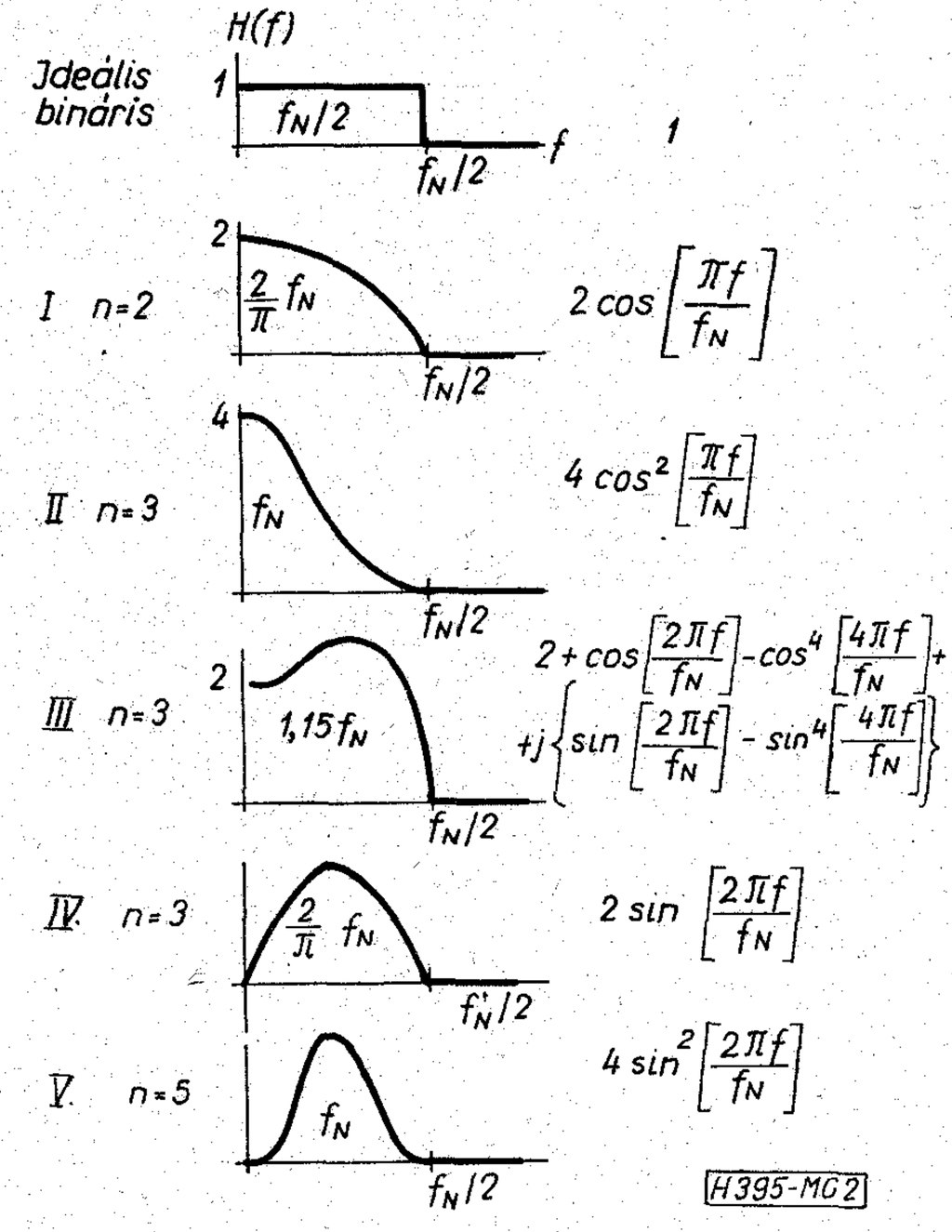
$$h(t)=k_1\,\delta(t-t_0)+k_2\,\delta\left(t-t_0-\frac{1}{f_N}\right)+\ldots$$

$$\ldots+k_n\,\delta\left(t-t_0-(n-1)\frac{1}{f_N}\right), \qquad (4)$$

ahol t_0 egy konstans késleltetés. Ismeretes, hogy a súlyfüggvény Fourier transzformáltja megadja a csatorna frekvencia karakterisztikáját, a sávhatárolás miatt számolhatunk a mintavételezett súlyfüggvénnyel, ha az $f_N/2$ frekvencia feletti komponenseket a határolás értelmében zérusnak tekintjük. Így tehát $H(f)$-re írhatjuk:

$$H(f)=\int_{-\infty}^{+\infty} h(t)e^{-j2\pi ft}\,\mathrm{d}t. \qquad (5)$$

Ezzel az összefüggéssel tetszőleges k_i értékek felvételéhez meghatározható az illető részleges válaszfüggvényű rendszerhez tartozó átviteli karakterisztika. Természetes azonban, hogy a gyakorlati megvalósíthatóság érdekében $H(f)$-re megkötést kell tennünk, $H(f)$-nek folytonosnak kell lennie. Ez bizonyos k_i csoportok választását kizárja. A gyakorlati megvalósításra alkalmas rendszereket Kretzmer [2] sorolta osztályokba. A 2. ábrán látható ez a csoportosítás. Az 1. táblázat a súlyozó tényezők értékeit és a vett jel szintjeinek számát mutatja.



2. ábra. Részleges válaszfüggvényű rendszerek osztályai és a csatorna átviteli karakterisztikák

1. táblázat

Súlyozó tényezők értékei

Osztály	n	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	Vett szintek száma
I.	2	1	1								3
	3	1	1	1							4
	4	1	1	1	1						5
II.	3	1	2	1							5
	7	1	2	3	4	3	2	1			17
III.	3	2	1	−1							5
	7	4	3	−3	2	−2	1	−1			17
IV.	3	1	0	−1							3
	7	1	2	1	0	−1	−2	−1			9
V.	5	−1	0	2	0	−1					5
	9	1	0	−2	0	3	0	−2	0	1	10

Az egyes osztályokat a k_i súlyozó tényezők elosztása különbözteti meg egymástól. Így például az I. osztályban minden egyes súlyozó tényező értéke +1, míg a II. osztályban a k_i értékeket egy egyenlőszárú háromszög súlyozása szerint választjuk. Hasonló törvényszerűségek találhatók a további osztályokban is. Az összes osztályban a k_i súlyozó tényezők számának növelésével a vevőben a vett szintek száma nő, és a $H(f)$ spektrum egyre élesebben koncentrálódik. Példaképpen bemutatjuk az egyik leghasználatosabb esetre, az I. osztály $n=2$ esetre a frekvencia karakterisztika számítását. Ebben az esetben $k_1=k_2=1$, így

$$H(f)=\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\delta(t-t_0)+\delta\left(t-t_0-\frac{1}{f_N}\right)\right]e^{-j2\pi ft}\,\mathrm{d}t=$$

$$=e^{-j2\pi ft_0}+e^{-j2\pi f\left(t_0+\frac{1}{f_N}\right)}. \qquad (6)$$

Tekintsük most a konstans késleltetést $t_0=-\frac{1}{2f_N}$-nek, így

$$H(f)=2\cos\frac{\pi f}{f_N}; \quad \text{ha} \quad |f|\leq\frac{f_N}{2} \qquad (7)$$

egyébként zérus a sávhatárolás feltétele miatt.

Megvizsgálva a 2. ábra csatorna karakterisztikáit, láthatjuk a részleges válaszfüggvényű rendszerek előnyét: a $0\leq f\leq\frac{f_N}{2}$ frekvenciasávon belül gyakorlatilag is lehetővé teszik az átvitelt. Bináris esetben ebben a sávban csak az ideális aluláteresztő csatorna karakterisztika mellett lenne ez lehetséges, a megvalósított bináris rendszerek sávszélessége ennél mindig nagyobb. A 2. ábrán látható $H(f)$ csatorna karakterisztikák közül különösen figyelemre méltó a IV. osztály $n=3$ esete, mely zérus frekvenciás komponenst nem tartalmaz, és így sáváteresztő jellegű átviteli utaknál előnyösen alkalmazható.

Dekódolás és előkódolás

Térjünk most vissza a vevőbe megérkező c_n jelsorozat dekódolásának kérdésére. Mivel minden egyes adott jel n darab mintavételi helyen jelentkezik valamilyen értékkel, a vevőben minden vett c_n minta értéke az őt időben megelőző n darab bemeneti jel értékétől függeni fog. Ezek additív tagokkal járulhatnak értékéhez. A vett c_n jel nyilván többszintű lesz, ahol a lehetséges szintek számát a k_i súlyozó tényezők n számának és értékének megválasztása szabja meg. A kiértékelésnél éppen ezért minden egyes vett mintát pillanatnyi értékének és a megelőző $n-1$ jel által létrehozott additív tag értékének különbsége alapján kell értékelni. A (3) egyenlet alapján írhatjuk:

$$b_n=\frac{1}{k_1}[c_n-k_2b_{n-1}+\ldots+k_nb_1]. \qquad (8)$$

Látható, hogy a vevőben tárolni kell a megelőző $n-1$ darab b_i jel értékét. A dekódolás csak attól a pillanattól kezdve válik helyessé, mikor az adott jelben n darab egymásutáni b_i bit azonos bináris értékű; azaz c_n eléri maximumát vagy minimumát.

A figyelmes olvasónak az is rögtön feltűnik, hogy ebben a dekódolási eljárásban egyetlen vett c_n jel értékének hibás detektálása hiba láncot hozhat létre, mely mindaddig tart, míg c_n újra el nem éri valamely szélső értékét.

Ennek a jelenségnek az elkerülésére az adóban egy előkódolás alkalmazható. Ezzel az eljárással a vevőben szükséges műveletek egy részét mintegy áthelyezzük az adóba, és így elérhető, hogy minden egyes c_n minta értéke csak a hozzá tartozó adott jeltől függjön. Az alábbiakban ennek az előkódolásnak a szabályait vizsgáljuk meg. A csatorna bemenetére kerülő bináris jelsorozatot továbbra is b_n-nel jelöljük, de ez most már az átvinni kívánt bináris információ sorozat, a_n valamilyen származéka. Az adásra kerülő b_n jelsorozatot, azaz az előkódolási szabályt, a következő egyenlet definiálja:

$$a_n=[k_1b_n+k_2b_{n-1}+\ldots+k_nb_1] \bmod 2 \qquad (9)$$

(A mod 2 összeadásban például:

$$[1+0]_{\text{mod}2}=1, \quad [1+1]_{\text{mod}2}=0,$$

$$[3+2]_{\text{mod}2}=1, \quad [3+1]_{\text{mod}2}=0, \quad \text{stb.})$$

A fenti (9) összfüggésből b_n-et kifejezve:

$$b_n=\frac{1}{k_1}[a_n+k_2b_{n-1}+\ldots+k_nb_1]_{\text{mod}2}. \qquad (10)$$

Ez a kifejezés adja meg a csatorna bemenetére jutó bináris jelsorozatot. Ezt a jelet a $H(f)$ karakterisztikájú átviteli csatorna egy többszintű c_n jelsorozatba viszi át a (3) egyenletnek megfelelően. Az összehasonlítás kedvéért egymás alá írjuk ezt és az előkódolást definiáló egyenletet.

$$c_n=k_1b_n+k_2B_{n-1}+\ldots+k_nb_1 \qquad (3)$$

$$a_n=[k_1b_n+k_2b_{n-1}+\ldots+k_nb_1]_{\text{mod}2}. \qquad (9)$$

Látjuk, hogy ugyanazoknak a tagoknak az algebrai és modulo 2 összegéről van szó, így tehát mikor az a_n értéke 1, ez a c_n-re adódó összegben egy páratlan, $a_n=0$ pedig páros egész számnak (a nullát is ide értve) felel majd meg. Más szavakkal: páros értékű vett c_n szintekhez az adott jel $a_n=0$, páratlan szintekhez $a_n=1$ értéke tartozik. A vevőben minden egyes jelet a hozzá tartozó adatjel határoz meg. A vevőben nincs szükség tárolásra, ez az adó előkódoló áramkörébe került. Ily módon a dekódolási folyamat viszonylag egyszerűvé vált, és megakadályoztuk a hibaláncok kialakulását. A 2. táblázatban megadjuk a 2. ábrán definiált esetekhez a szükséges előkódolás konkrét összefüggéseit.

2. táblázat

Előkódolási összefüggések

Osztály	n	Előkódolás
I.	2	$b_n=[a_n+b_{n-1}]\text{mod}\,2$
II.	3	$b_n=[a_n+b_{n-2}]\text{mod}\,2$
III.	3	$b_n=[a_n+b_{n-2}]\text{mod}\,2$
IV.	3	$b_n=[a_n+b_{n-2}]\text{mod}\,2$
V.	5	$b_n=[a_n+b_{n-4}]\text{mod}\,2$

Itt említjük meg a részletes válaszfüggvényű rendszerek egy előnyös tulajdonságát, azt, hogy bizonyos korlátozott mértékben lehetőséget adnak hiba felismerésre. A vevőben detektált c_n jel szintje ugyanis nem változhat tetszőlegesen lehetséges értékei között. A maximális lehetséges változás értékét k_1 határozza meg, így az ennél nagyobb változások, hibázások következményei.

Zajtűrő képesség

A következőkben megvizsgálunk néhány részleges válaszfüggvényű rendszert a zajtűrés szempontjából. Vizsgálatunknál Gauss amplitúdó eloszlású fehér zajt tételezünk fel. Az összehasonlítás alapját az azonos sebességű bináris, jelközti átlapolódásmentes rendszer zajtűrése adja. Azt vizsgáljuk, mekkora jel—zaj viszony növelésre van szükség az egyes vizsgált rendszereknél. A számításnál a döntési távolságot; a vett c_n jel két lehetséges szintjének különbségét, és a $\sqrt{H(f)}$ alapján számítható zaj sávszélességet vesszük figyelembe. A négyzetgyökös kifejezés abból származik, hogy feltételezzük, hogy $H(f)$ az adó és a vevő szűrő között szimmetrikusan oszlik meg. Ily módon az egyes $H(f)$ görbék alatti területek és a bináris esetben számítható terület hányadosa a szükséges jel teljesítmény növelést adja. A $H(f)$ görbék alatti területeket a 2. ábrán feltüntettük. A számított jel—zaj viszony értékek a 3. táblázatban láthatók.

Szükségesnek tartjuk megemlíteni, hogy bármely részleges válaszfüggvényű rendszer c_n kimenő jelsorozata digitális úton is előállítható. Az ily módon előállított jelsorozat spektruma szintén a $H(f)$-nek

3. táblázat

Jel/zaj viszony romlása

Osztály	n	Jel/zaj viszony romlása dB
ideális bináris	1	0
I.	2	2,1
II.	3	6,0
III.	3	7,2
IV.	3	2,1
V.	5	6,0

megfelelően fog alakulni, természetesen a jelstatisztika és a jelalak figyelembevételével. Így a jel spektrumát a bináris esethez képest digitális úton kisebb sávba tömöríthetjük, és ez a jel egy megfelelően csökkentett sávszélességű átviteli úton átvihető. Rádiós átviteli rendszereknél általában ezt az utat követik, mert itt lényeges, hogy az adásra kerülő jel sávszélessége lehetőleg kicsiny legyen.

Befejezésül, röviden áttekintjük a témakör irodalmát. Az első részleges válaszfüggvényű eljárást, az úgynevezett biternáris eljárást A. P. Brogle írta le 1960-ban [3]. Ez osztályozásunkban az I. osztály $n=2$ esetnek felel meg, előkódolás nélkül. Előkódolt változatát O. E. Ringelhaan [4] szabadalmaztatta. Tőlük függetlenül írta le az úgynevezett duobináris eljárást A. Lender [5], [6]. Ez tulajdonképpen az előkódolt I. osztály $n=2$ esetnek felel meg invertált adatjel mellett. A különböző részleges válaszfüggvényű eljárásokat E. R. Kretzmer általánosította [2]. További segítséget adhatnak a megértéshez a [7], [8] irodalmak.

IRODALOM

[1] *H. Nyquist:* Certain Topics in Telegraph Transmission Theory. AIEE Transactions, April 1928.

[2] *E. R. Kretzmer:* Generalisation of a Technique for Binary Data Communication. IEEE Trans. on Com. Tech., February 1966, COM 14, No 1.

[3] *A. P. Brogle:* A New Transmission Method for PCM Communication Systems. IRE Trans. on Com. Systems, September 1960, CS 8.

[4] *O. E. Ringelhaan:* System for Transmission of Binary Information at Twice the Normal Rate. US Patent, 3 162 724, December 1964.

[5] *A. Lender:* The Duobinary Technique for High Speed Data Transmission: IEEE Trans. on Communication and Electronics, vol. 82. May 1963.

[6] *A. Lender:* Correlative Level Coding for Binary Data Transmission. IEEE Spectrum, February 1966.

[7] *R. Kersten:* Verdopplerung der Schrittgeschwindigkeit oder Bandhalbierung durch das Biternäre Pulscodeverfahren. NTZ, Heft 3, 1965.

[8] *K. H. Schmidt:* Data Transmission Using Controlled Intersymbol Interference. ITT Electrical Communication, Vol. 48. No 1—2.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL

A Sony kutatói félig szigetelő polikristályos technikát fejlesztettek ki félvezetők passziválására. Az eljárással sűrűbb, gyorsabb és megbízhatóbb eszközöket lehet készíteni, mint amilyeneket az ismeretes termikusan növesztett SiO_2-os bevonatokkal lehet előállítani. Az eljárás olcsó, sokoldalú, könnyen vihető át tömeggyártásba. Bármely szilícium eszköznél alkalmazható. Az eljárással készített C-MOS eszközök 50%-kal sűrűbbek, mivel a helyigényes védőgyűrük helyére nincs szükség. Az új eljárással készített eszközök magas hőmérsékleten, nagy nedvességű térben és nagy villamos terekben is kivételesen nagy megbízhatósággal működnek. *(Electronic, 1975. 5. sz. [143]).*

*

Az előrejelzések szerint a következő negyedszázadban a világgazdaság súlypontja a Csendes-óceán körül lesz. 1990 körül Japánban lesz a világ legnagyobb ipari termelése és a japánok kétszer olyan gazdagok lesznek, mint az amerikaiak. De a többi csendes-óceáni ország, nevezetesen Kína és Ausztrália is erőteljesen fejlődik. Szembetűnő ez Kaliforniában, amely lassan az USA kulturális és ipari súlypontjává alakul. Az új japán óriáshajók és a híradástechnika is messzemenően elősegítik ezt az irányzatot (pl. egy autó szállítása ma Japánból olcsóbb Kaliforniába tengeren át, mint Detroitból vonaton ugyanoda). *(Economist, 1975. január 4. [144]).*

Japán kevesebbet költ kutatásra és fejlesztésre, mint az NSZK vagy Franciaország, viszont háromszor annyi a graduate (egyetemi szint feletti) alkalmazottainak száma. Szerintük itt kifizetődő a bőséges intellektuális létszám. Ugyanéz a helyzet a gyárakban és az üzemekben is. Ennek előnyei igen szembeszökőek. Pl. beérkezik egy nyugati gép importból. Nagyszámú alulterhelt (!) mérnök először darabokra szedi a gépet, majd húsz-harminc „memorandumot" készítenek, amikben a gép lehetséges és célszerű kisebb javításait írják le. Ezek közül néhányat el is szoktak fogadni. Ennek a rendszernek az lett a következménye, hogy a USA-ból és az NSZK-ból a nyers technológiákat gyakran elküldik Japánba fejlesztésre! Ma ilyen vonalon a japánok reputációja a legjobb a világon. *(Economist, 1975. I. 4. [145]).*

*

A Fairchild saját oxid-szigetelésű izoplanár technológiáját alkalmazta injekciós logikához és ezt a sajátos technikát I^2L-néven jelölik. Ez a rövidítés az Izoplanáris Integrált Logika szavak kezdőbetűiből alakult ki. Az izoplanár- és planártechnika között az a fő különbség, hogy az izoplanáris technikánál oxid-szigetelést alkalmaznak az aktív elemek között, míg a planártechnikánál diffuziós szigetelést. Az izoplanáris chip ezért kisebb területigényű. *(Electronics Weekly, 1975. július 9. [146]).*

(Folytatás a 124. oldalon.)

TAKÁCS GYÖRGY
Posta Kísérleti Intézet

Érthetőségvizsgálati szövegminták készítésének új módszere

ETO: 621.391.38:681.326.7

Az ember számára az információ átadásának évezredek során kifejlődött legtermészetesebb eszköze a beszéd. Jelenleg széles körben elterjedtek, és egyre fejlődnek azok a rendszerek és berendezések, amelyek beszéd átvitelére, rögzítésére, kódolására, szintetizálására szolgálnak. Ezek közös jellemzői:

— a befogadó (végállomás) az ember,
— az információ forrása és anyaga az emberi beszéd.

Az emberi beszéd igen sokféle szinten (tartalmi, érzelmi, esztétikai stb.) hordoz információt. A föntebb körvonalazott technikai rendszerekkel szemben támasztott minimális követelmény a beszéd tartalmi részének torzítatlan átvitele, illetve rögzítése. Hatékonyságának természetes mérési módszere az érthetőségvizsgálat.

Az érthetőségvizsgálat folyamata
— a vizsgálószöveg bemondása,
— a szöveg meghallgatása,
— a halott szöveg visszajelzése,
— a visszajelzett szöveg összevetése az eredetivel.

Lényegében ugyanezt a folyamatot használja vizsgálataiban a híradástechnikán kívül az elektroakusztika, a fizika, a fülészet, a nyelvtudomány, a pszichológia, a gyógypedagógia is. Minden terület azonban más megközelítésben, a saját szempontjainak figyelembevételével. Minden megközelítésnél döntő kérdés, hogy milyen vizsgálószöveggel, hogyan mérjenek, és a kapott eredményeket hogyan értékeljék.

Az érthetőségvizsgálat témakörében igen eredményes volt az 1974. február 27-én tartott kerekasztal konferencia, amelyet az Optikai, Akusztikai és Filmtechnikai Tudományos Egyesület Akusztikai Szakosztálya és az MTA Akusztikai Albizottsága rendezett. Ezen résztvettek az említett tudományágak képviselői és az előadások anyaga a Kép és Hangtechnika c. folyóirat 1974. augusztusi célszámában megjelent. A kerekasztal konferencia eredményeként leszögezhető, hogy célszerű a további együttműködés a különböző területek között, habár úgy tűnt, hogy nincs olyan megoldás, amely a sokszor ellentétes szempontokat összeegyeztethetné és egységes módszert adna minden területnek az érthetőségvizsgálati kérdések egyöntetű megoldására.

A Posta Kísérleti Intézetben évek óta folyó kutatómunka eredményeként rendelkezésünkre áll egy komplex rendszer, amely a híradástechnika szempontjait érvényesíti az érthetőségvizsgálatokban. A mérést és az értékelést automatizáltuk. Jelenleg csak a vizsgálószöveg összeállításával foglalkozunk. Bemutatunk egy olyan eljárást, amelynek segítségével rugalmasan összeegyeztethetők a megbízhatóság, a pontosság, a nemzetközi összehasonlítás és a magyar nyelvszerkezet figyelembevételének szempontjai.

Beérkezett: 1975. VIII. 27.

1. Híradástechnikai mérésekhez alkalmazható érthetőségvizsgálati szövegminták összeállításának alapelvei

Első közelítésben úgy tűnik, hogy megfelelő lenne összefüggő értelmes beszéddel vizsgálni a rendszereket, mert a mindennapi gyakorlatban is így használják a híradástechnikai berendezéseket. Ebben az esetben a mért eredmény közvetlenül kapcsolatban van a mindennapi beszélgetések érthetőségével. Értelmes vizsgálószöveg alkalmazása esetén azonban a következő problémák jelentkeznek:

1. Az értelmes vizsgálószöveggel nemcsak a híradástechnikai rendszert mérjük, hanem a mérőszemélyek képességeit is, mivel az értelmes beszéd nagyfokú redundanciáját felhasználva a hallgatók nagyrészt korrigálják a rendszer hibáit. Ez a hibajavító tevékenység a beszédérzékeléskor automatikusan, tudat alatt megy végbe.

2. A híradástechnika jelenlegi színvonalán általában olyan minőségű rendszereket kell vizsgálni és összehasonlítani, amelyeken keresztül az összefüggő értelmes beszéd csaknem teljesen érthető. Emellett pedig a vizsgált rendszerek között lényeges különbségek lehetnek, ami így nem mutatható ki. Gyakran előforduló példa a távbeszélő gyakorlatban, hogy a folyamatos beszéd megértése nem okoz nehézséget, viszont ha közben idegen szót vagy nevet hallunk, akkor nem értjük megfelelően, betűzni kell. Ezért nem elegendő a minősítésben a folyamatos beszéd megértése.

3. Részletesebb vizsgálatoknál, amikor a hibáknak nem csak a számát, hanem minőségét is mérjük (milyen fonetikai elemek károsodtak a rendszer tökéletlensége folytán, milyen elemekre tévesztették azokat), akkor is kényszerítve vagyunk értelemmel nem rendelkező vizsgálószöveg használatára. Értelmes szöveg esetén a tévesztések erősen kötöttek. Értelemmel nem rendelkező szöveggel a tévesztések „szabadon" határozhatók meg.

Célszerű ezért értelemmel nem rendelkező vizsgálószöveg alkalmazása. Ez a lépés viszont egy sor újabb tisztázandó kérdést vet fel:

— lehet-e nemzetközileg egységes vizsgálószöveget használni,
— a vizsgálószöveg a nyelv milyen sajátosságait tükrözze, foglalja magába,
— mi legyen a sorsa a mesterségesen előállított, de értelemmel rendelkező vizsgálószavaknak,

— milyen kapcsolatban van az összefüggő értelmes szöveg megértése, az ugyanazon rendszeren keresztül mérhető értelemmel nem rendelkező vizsgálószöveg érthetőségével,

— milyen normákat kell teljesíteni egy rendszernek?

A már idézett kerekasztal megbeszélésen résztvevők részletesen kifejtették álláspontjukat a fenti kérdésekkel kapcsolatban [2, 6, 9, 11]. Mielőtt ezeket, a híradástechnika szempontjait figyelembe véve áttekintenénk, nézzük meg az alkalmazások tekintetében szóbajöhető, rendelkezésünkre álló szövegmintákat, ezek jellemzőit.

2. Az eddig használatos szövegminták

2.1. A CCITT által ajánlott érthetőségvizsgáló szövegminta

Az erre vonatkozó ajánlás nem szó-listákat, hanem összeállítási elveket közöl [1]. Az összeállítás lépései:

1. a hangokat az 1. táblázatból kell venni,
2. minden logatom kezdő mássalhangzó(k)ból, magánhangzóból és végmássalhangzó(k)ból álljon,
3. minden logatomhoz az alkotó hangokat a táblázat megfelelő oszlopából véletlenszerűen kell választani,
4. nem szükséges figyelembe venni, hogy a logatomlisták páronként ki vannak-e egyenlítve vagy sem. Az így készített logatomokat hordozómondatba helyezve kell bemondani.

KAN KON BAJ ..... OLSO

Az 1. táblázatot áttekintve azonnal szembeötlik,

1. táblázat

A CCITT P.45-ös ajánlása logatomok képzésére

Kezdő mássalhangzók			Belső magánhangzók	Végmássalhangzók		
B	H	SN	A	B	LP	RB
BL	K	SP	E	C	LT	RD
BR	KL	ST	I	Ĉ	LV̇	RG
C	KR	SV	O	D	M	RK
Ĉ	L	Ŝ	U	F	MḂ	RM
D	M	ŜL		FṪ	MD	RN
DR	N	ŜM		G	MṖ	RS
F	P	ŜN		K	MS	RT
FL	PL	ŜP		KS	N	S
FR	PR	ŜT		KT	ND	SK
G	R	ŜV		L	NK	SM
GL	S	T		LB	NS	SP
GN	SK	TR		LD	NT	ST
GR	SL	V		LK	P	Ŝ
Ĝ	SM	Z		LM	PT	T
				LN	R	V
						Z

Minden logatomhoz az alkotó hangokat vagy hangcsoportokat a megfelelő oszlopból kell véletlenszerűen kiválasztani. A betűk eszperantó írásrendszerben értendők.

hogy nem tartalmaz minden, a magyar nyelvben gyakran előforduló hangot (pl.: *a, ö, ü, gy* stb.), másrészt olyan hangkombinációkat is tartalmaz, amelyek magyar szavakban nem fordulnak elő (pl.: ... *mp, sn* ...). Minden gyakran szóbajövő magyar hangkombináció vizsgálata tehát nem lehetséges ilyen felépítésű vizsgálószavak segítségével, viszont sok olyan is előfordulhat, amely a magyar nyelv érthetőségi feladataiban nem szerepel.

Már ebből is kitűnik, hogy így nem lehet minden nyelvre egyformán jól használható vizsgálószöveget készíteni. A különböző nyelvek különböző fonetikai elemeket, elemkombinációkat használnak. A minden nyelv számára elfogadható közös rész olyan kicsi, hogy érthetőségvizsgálatra már nem alkalmas. Ennek nyelvészeti indoklását az idézett kerekasztal megbeszélésen Mártonfi részletesen kifejtette [2]. A szövegminták készítésekor a nemzeti nyelv sajátosságait mindig figyelembe kell venni.

2.2. A magyar érthetőségi szövegminta

A magyar nyelv statisztikai törvényeinek alapos figyelembevételével készítette el Tarnóczy a magyar érthetőségmérési szövegmintákat [4]. Ezeket tartalmazza a hatályos MSZ 3392 is [3].

Összefoglaljuk ennek szerkesztési alapelveit:

1. A hangzófelhasználás egyezzék meg a nyelvre kapott hangzóstatisztika arányaival.
2. A szótagtípusok felhasználási aránya egyezzék meg a nyelvre kapott szótagtípus-arányokkal.
3. Egy-, két- és háromszótagú szavak készüljenek, a nyelvi adatoknak nagyjából megfelelő arányban.

A szöveg készítésekor a szerző a következő összeállítási elveket érvényesítette:

1. A hasonulás törvényeit a szövegmintákban alkalmazni kell.
2. A rövid—hosszú (hangzó) arányokat lehetőség szerint figyelembe kell venni.
3. Az értelmes szavak aránya ne haladja meg az összes szó 25%-át.

A szerkesztési alapelvek közül az első úgy érvényesült, hogy minden sorozathoz, amely 112 szóból áll, minden magán- és mássalhangzóból meghatározott darabszám került felhasználásra. A hangok szavakká kapcsolódásában két elhatárolható szinten érvényesültek a magyar nyelv statisztikai törvényei: makroszinten és mikroszinten.

A makroszintű statisztikai törvények azt fejezik ki, hogy a különböző hosszúságú és szerkezeti felépítésű (szótagtípusú) szavak milyen gyakran fordulnak elő a nyelvben.

A mikroszintű statisztikai törvények fejezik ki azt, hogy egyes hangok adott pozícióban különböző hangokkal milyen gyakran kapcsolódnak és adott környezetben mely hangok nem kapcsolódnak egymással. Ha a statisztika a hasonulások figyelembevételével készül, akkor a mikroszintű statisztikai törvények a hasonulás törvényeit magukba foglalják.

Tarnóczy az érthetőségi szövegminták készítése előtt teljes részletességgel elkészítette a makro- és mikroszintű nyelvstatisztikákat Ady költői nyelve alapján 30 000 adatból [7]. Figyelembe vette még Vértes Edit ugyanilyen elvek szerint Veres Péter egy

2. táblázat

A Tarnóczy-féle vizsgálószöveg egy sorozata

Kám	itt	teüzel	márfodöggy	gyet	tás	bakalos
étkett	szebbadász	ibé	esi	kattlagzi	etői	veön
ráfmátla	ni	agoport	halbics	ván	hajófal	met
o	atken	evé	an	nenyil	tom	ürökérj
tyacag	kezilép	el	totten	di	holnégy	ól
naksend	áhi	dacstej	márzékvi	tezos	tak	szalény
én	en	a	jubog	berkél	kesanam	ön
terbengy	jafuig	rimis	dalt	sát	len	tisiggy
om	körész	tét	peme	orköll	egyszen	kel
ilgojdás	ek	vafőmáv	mak	men	am	makartél
a	mezeker	ott	suntuld	zala	a	nem
gyengék	a	hönt	ek	ürvill	ere	neütké
rong	koltel	elfondér	rókám	na	vajsem	mérken
ő	teátbak	e	taslacs	gesző	moltábris	al
aparhu	zese	szogaz	eb	tezsd	ó	hangsúly
uga	né	im	nyelvér	a	gyám	térnel

novelláskötetének 15 000 adatából készített makro- és mikroszintű statisztikájának adatait is [13, 14, 15].

A magyar érthetőségi szövegmintában a makroszintű statisztikai törvények szigorú figyelembevételét biztosítja a 2. és 3. szerkesztési alapelv. Ez 112 szavas sorozatokban típusonként rögzített keretszámokon keresztül érvényesül. A mikroszintű statisztikai törvények közül a hasonulások érvényesülését az 1. összeállítási elv biztosítja. Szóvégi kétmássalhangzós kapcsolatokból csak a statisztika alapján leggyakoribbak fordulnak elő (pl.: mb, nt, rj, lt, rt, st ... stb.). Egyébként a következőket írta a szerző [4] a mikroszintű statisztikai törvények érvényesüléséről: „A hangzókapcsolatok részleteinek figyelembevétele többszörösen meghaladja azokat a követelményeket, amiket a szövegminták megszerkesztésével kapcsolatban tehetünk ...” illetve: „... Ezeken belül szigorúan ragaszkodtunk a szótagtípusok számszerű eloszlásához, de nem tartottuk be a szótagtípusok kapcsolódási arányait, mert ez már igen nagy nehézségekre, nevezetesen az összes hangzókapcsolat pontos arányának megtartására kötelezett volna.”

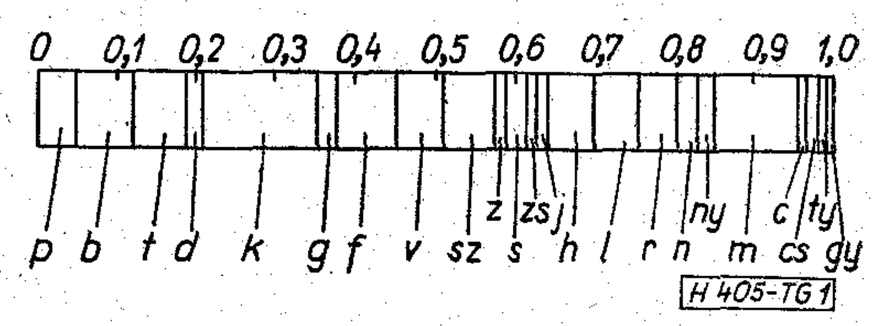
A 2. táblázatban példaként bemutatunk egy sorozatot a Tarnóczy-féle érthetőségvizsgálati szövegmintákból.

3. Érthetőségvizsgáló szövegminta készítésének új módszere

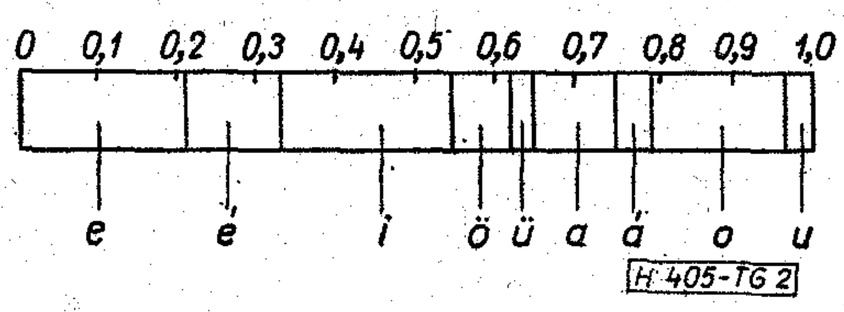
A rendelkezésünkre álló technikai lehetőségek elegendő alapot szolgáltattak ahhoz, hogy megkíséreljük olyan, rugalmasan kezelhető eljárás kidolgozását, amely lehetővé teszi a nyelvstatisztikai törvények egyidejű makro- és mikroszintű érvényesítését. A rugalmas kezelhetőség azt jelenti, hogy a méréstechnika igényeinek alapján szükség esetén torzíthatunk a makro-, illetve mikrostruktúrán, a nyelvi sajátosságoktól való teljes elszakadás veszélye nélkül. Ennek indokait és szempontjait a következő fejezetben részletezzük.

Eljárásunk lényege, hogy az egyes hangoknak a nyelvstatisztikai adatoknak megfelelő esélyeket adunk, és véletlenszám generátorral sorsoltunk köztük. Az esélyek mindig az adott körülményeknek megfelelő mikrostruktúra viszonyait tükrözik.

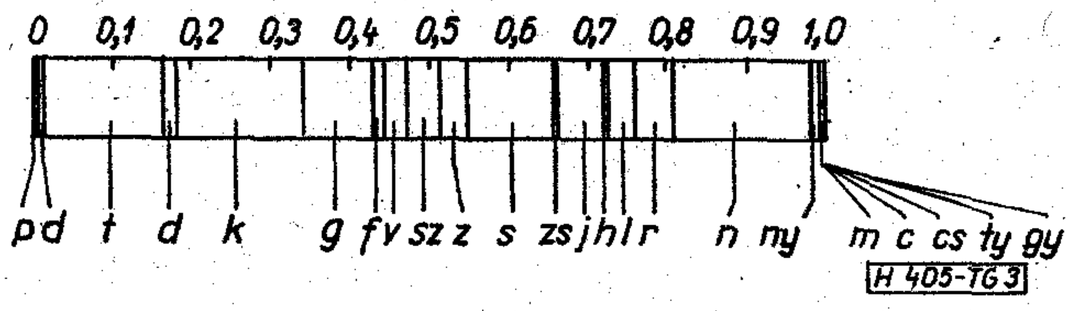
Az eljárás lényegének megvilágítására nézzünk egy példát! Készítsünk CVCC szerkezettel meghatározott makrostruktúrájú logatomot. (C mássalhangzót, V magánhangzót jelöl.) Először a kezdőhangot sorsoljuk. Az 1. ábrán látható, hogy egységnyi hosszúságú szakasz úgy van intervallumokra osztva, hogy az egyes intervallumok hossza arányos azzal a gyakorisággal, amellyel a hozzá tartozó hang szókezdetben előfordul. A sorsolásban résztvevő első szám legyen 0,306553. Ehhez a *k* hang tartozik. Természetesen minden hangnak annál nagyobb az esélye a sorsolásban, minél szélesebb intervallumot foglal el. Az is nyilvánvaló, hogy ha a véletlen számok egyforma valószínűséggel adódnak 0 és 1 között, akkor elegendően sok hangot sorolva, az ezzel kiválasztott hangok gyakorisága megközelíti a magyar nyelvben ilyen pozícióban való előfordulásának gyakoriságát. Keressünk ezután példánkban a *k* kezdőhanghoz egy hozzá illő magánhangzót. Ehhez azt kell figyelembe venni, hogy szó elején levő *k* hang után milyen gyakorisággal következnek a különböző magánhangzók. Itt felhasználható az ebben a környezetben való kapcsolódás gyakoriságával arányosan felosztott egységnyi hosszúságú szakasz (2. ábra). Legyen a következő véletlen szám 0,512792 és máris leolvasható az ábrán, hogy most az *i* hang következik. Ugyanígy a szó belsejében szereplő *i* hang után a mássalhangzók



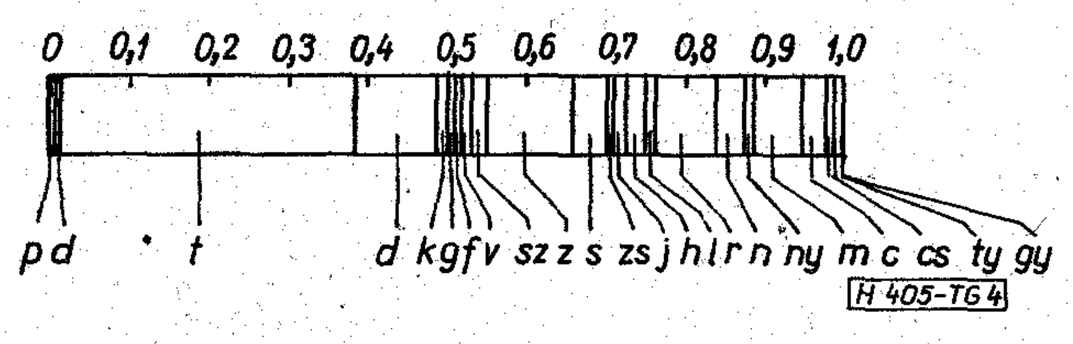
1. ábra. A kezdő mássalhangzók gyakorisága



2. ábra. Szókezdő *k* hang után a magánhangzók gyakorisága



3. ábra. Mássalhangzók gyakorisága szavak belsejében, ha a megelőző hang *i*



4. ábra. A mássalhangzók gyakorisága szó végén, ha a megelőző hang *r*

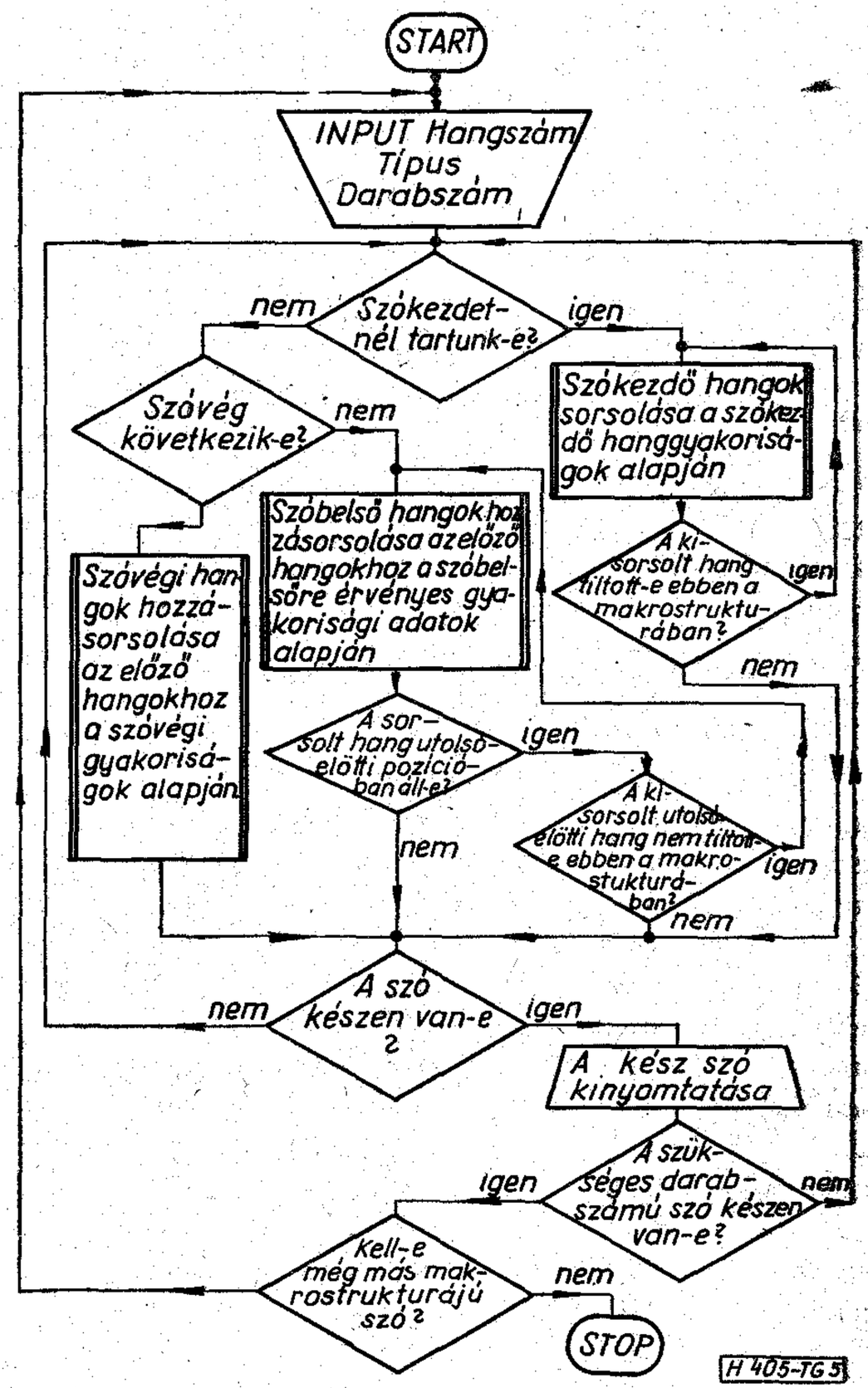
gyakoriságát feltüntető 3. ábra alapján 0,778369 véletlen számmal sorsolva a következő hang *r*. A 4. ábra alapján meghatározható, hogy a következő 0,084762-es számmal a negyedik hang *t*. Most az *r* hang után következő szóvégi mássalhangzók gyakoriságai adták az esélyeket a sorsolásnál. Ezzel készen áll logatomunk: KIRT.

A fenti eljárás számítógéppel automatikusan, tetszés szerinti számban, igen gyorsan elvégezhető. A számítógépbe be kell táplálni a mikrostrutúrára jellemző hangkapcsolódási gyakoriságokat. Ehhez három táblázatra van szükség. Az első tartalmazza a szóeleji hangkapcsolódások gyakoriságát, a második a szavak belsejében előforduló hangkapcsolódási gyakoriságok értékét, a harmadik ugyanígy a szóvégi statisztikák értékeit. Magyar nyelvre rendelkezésre állnak ilyen gyakorisági táblázatok. Ady költői nyelve alapján [7], Veres Péter egy novelláskötete alapján [13, 14, 15] és spontán beszédanyagból [8]. A legutóbbi szöveganyaga volna számunkra a legcélszerűbb, mert legközelebb áll a távbeszélő gyakorlatban a felhasználók szövegéhez. Statisztikázási elvei viszont céljainknak nem megfelelők. A szóeleji és szóvégi gyakoriságok közül csak a leggyakoribbakat közli a szerző. Az azonos célú statisztikázási elvek miatt legcélszerűbben és közvetlenül felhasználhatók a Tarnóczy által készített gyakorisági táblázatok [7]. Ezek a gyakorisági táblázatok a hasonulások figyelembevételével készültek, így az ennek alapján készített logatomok is kielégítik a hasonulási törvényeket.

A gyakorisági értékeket mátrix formában táplál-tuk a számítógépbe. A mátrixok sorai jelölik ki a kételemű hangkapcsolatok első tagját, az oszlopok a rákövetkező hangot. A mátrixelemek a nekik megfeleltetett hangkapcsolat gyakoriságát tartalmazzák a hangkapcsolat első tagjára nézve normált formában. Összesen 32 hangot különböztettünk meg, és így a mikrostruktúra jellemzőit 3 darab 33×32-es méretű mátrix tartalmazza. A 33-dik sor (amelyik csak a szókezdő gyakoriságokat tartalmazó mátrixnál érdekes), az oszlopok által kijelölt hangok szókezdő pozícióban felvett gyakoriságait tartalmazza. Az így adódó 3168 adatot a számítógépünk mágneslemezes tárolójába tettük el.

A makrostruktúrára jellemző adatokat a számítógép esetenként megkérdezi a program lefuttatása előtt. A módszer teljes rugalmasságát ezzel biztosítottuk. A programot BASIC nyelven írtuk és 240 BASIC utasításból áll.

A program szerkezetét az 5. ábrán feltüntetett folyamatábra és a 6. ábrán bemutatott futtatási protokoll segítségével követhetjük nyomon. Mindkettőn látszik, hogy első lépésben a program bekéri a kívánt makrostruktúra adatait. Ennek formátuma a protokollon világosan látszik. A sorsolás a bemutatott példának megfelelően hatjegyű, 0 és 1 közötti véletlen számokkal történik. Adott makrostruktúráknál olyan helyzet áll fenn, hogy bizonyos hangok kezdő és utolsó előtti pozíciókban nem fordulhatnak elő. Ezért ezeken a helyeken a programban vizsgálatot kell tartani. Például, ha olyan logatomot generáltatunk, amelynek makrostruktúrája $C_1C_2VC_3$ szerkezettel írható le, akkor a C_1 mássalhangzó nem lehet



5. ábra. Eljárásunk folyamatábrája

```
RUNNH

HANY HANGBOL ALLO LOGATOMOT OHAJT?
?4
MILYEN TIPUSU LOGATOMOT OHAJT?
MAGANHANGZOK HELYERE IRJON Ø-T, MASSALHANGZOK HELYERE 1-ET
?1,Ø,1,1
HANY LOGATOMOT OHAJT?
?10
SZENT
 KEEMB
 KENK
 HANCS
 HOLD
 KIST
 SZENG
 KEENYC
 SIKSZ
 SZAART
OHAJT-E UJABB LOGATOMOKAT GENERALTATNI (I-N)?
?I
HANY HANGBOL ALLO LOGATOMOT OHAJT?
?5
MILYEN TIPUSU LOGATOMOT OHAJT?
MAGANHANGZOK HELYERE IRJON Ø-T, MASSALHANGZOK HELYERE 1-ET
?1,Ø,1,Ø,1
HANY LOGATOMOT OHAJT?
?10
 MITEEN
 BEEVEG
 KAPAT
 SELUJ
 MEEROT
 MIVAK
 KIZAR
 RERIT
 CSANID
 DEZEL
OHAJT-E UJABB LOGATOMOKAT GENERALTATNI (I-N)?
?N
VISZONTLATASRA!

READY                                          H 405-TG 6
```

6. ábra. Egy programfuttatás protokollja

c, *ty*, *gy* stb., mert ezek után semmilyen mássalhangzó nem következhet ebben a pozícióban. Ha például $C_1VC_2C_3$ típusú logatomot készítünk, akkor C nem lehet *k*, *p*, *gy* stb., mert ezek után így semmilyen mássalhangzó nem következhet, ezután minden mássalhangzó 0 eséllyel rendelkezik a sorsolásban. Ilyenkor a „tiltott" mássalhangzó helyett újat sorsol a program.

Az eljárás lényegében tehát a megfelelő statisztika alapján sorsolás, ellenőrzés és az elkészült logatomok nyomtatásának lépéseiből áll.

Az eljárás alkalmazhatóságának példái:

1. A 3. táblázatban eljárásunkkal készített olyan logatomsorozatot mutatunk be, amely makrostruktúrájában megegyezik a CCITT által ajánlott szövegmintával, de a magyar nyelv mikrostruktúráján alapul.

3. táblázat

Eljárásunkkal készített logatomsorozat

frőb	kralt	szit	kris	gröd
néksz	bont	drolt	benk	jant
bogy	brord	stalt	sztent	foksz
vazd	klélt	prert	prïksz	mint
szleksz	drat	tran	kizs	naz

Makrostruktúrájában azonos a CCITT által ajánlott szövegmintával, de a magyar nyelv mikrostruktúráján alapul.

2. A 4. táblázat olyan logatomsorozatot tartalmaz, amelynek makrostruktúrája azonos a Tarnóczy-féle logatomokkal, de a teljes mikrostruktúra figyelembevételével, eljárásunkkal automatikusan készült.

Igyekeztünk tisztázni eljárásunkkal kapcsolatban, hogy a nyelvi mikrostruktúra figyelembevétele a logatomok készítésében nem eredményezi-e túlságosan sok értelmes szó keletkezését. Ennek vizsgálatára a Tarnóczy-féle makrostruktúra alapján 10 darab 112 szóból álló szövegsorozatot készítettünk a számítógéppel. Az 1120 szó 24%-a volt közhasználatú értelmes szó. Főleg a rövid szavak közt volt sok értelmes: 179 darab 1 és 2 hangból álló értelmes szót számoltunk össze, ez az összes szó 16,1%-a. Ezek után különböző típusokból 200—200 darabot készítettünk és összeszámláltuk közöttük az értelmeseket. Ennek eredményeit az 5. táblázat foglalja össze. Megfigyelhető, hogy a szóhosszúság növekedésével az értelmes szavak aránya rohamosan csökken. A Tarnóczy-féle összeállítási elv 3. pontja eljárásunkkal is teljesül, az értelmes szavak aránya nem haladja meg az összes szó 25%-át.

Azt is megvizsgáltuk, hogy abból származóan, hogy nem keretszámokon, hanem esélyeken alapul az egyes hangok felhasználási aránya, hogyan alakul egyes sorozatoknak a hanganyaga. Ezt a kérdést lehetett volna valószínűségelméleti megközelítéssel tárgyalni, de egyszerűbb volt a számítógéppel eljárásunkat sokszor megismételni, és ebből vonni le következtetéseket.

4. táblázat

Eljárásunkkal készített szövegminta

met	ésasztő	ez	e	haka	kömbom	verjép	pam
aznaz	ura	fölt	rakig	vék	magy	fogy	elerüzd
cinkerső	őr	ágynisztól	naj	misnalt	örsis	csidótem	át
e	kireris	é	memotázz	az	hagy	vál	vesegy
vakem	ná	lólál	kelhat	volod	pető	ahnogy	ak
lendost	ortan	az	biárlad	vitrok	aznaj	át	lenig
em	meszitеg	szélgaket	bobe	any	ká	e	nyul
haznaksz	iső	izi	vé	másteg	pigő	egyo	mehegből
ad	ok	könyret	csaigok	fád	beksz	sirgig	leg
embezdeg	meloeg	en	öszi	mandoktő	e	megymokfán	neüvja
a	tolot	szorágy	azérönyc	ket	tesz	a	másztög
jénkáb	igy	hetnégba	álő	ririg	igyao	regy	üsz
szeksz	látarek	titac	asz	szé	virőtosz	bohanet	fajtykod
e	i	lers	jagymeg	csallad	haj	neig	verküz

Makrostruktúrájában azonos a Tarnóczy-féle szövegmintával.

5. táblázat

Logatom típus	Értelmesek aránya
CV	44%
CVC	28%
CVCV	11%
CVCVC	6%
CVCVCV	~1%

Az értelemmel rendelkező logatomok aránya 200—200 logatomból álló sorozatok alapján.

Összehasonlításul a Tarnóczy-féle szövegminta keretszámait tekintettük alapnak. Az általa is használt makrostruktúra alapján tízszer generáltattunk a számítógéppel 112 szavas sorozatot, majd a géppel megszámoltattuk minden sorozat hangfelhasználását. Ennek eredményei láthatók a 6. táblázatban. Egyes hangok felhasználása a futtatások során kisebb ingadozást mutat. A hangzófelhasználás főbb arányai azonban nem változtak meg.

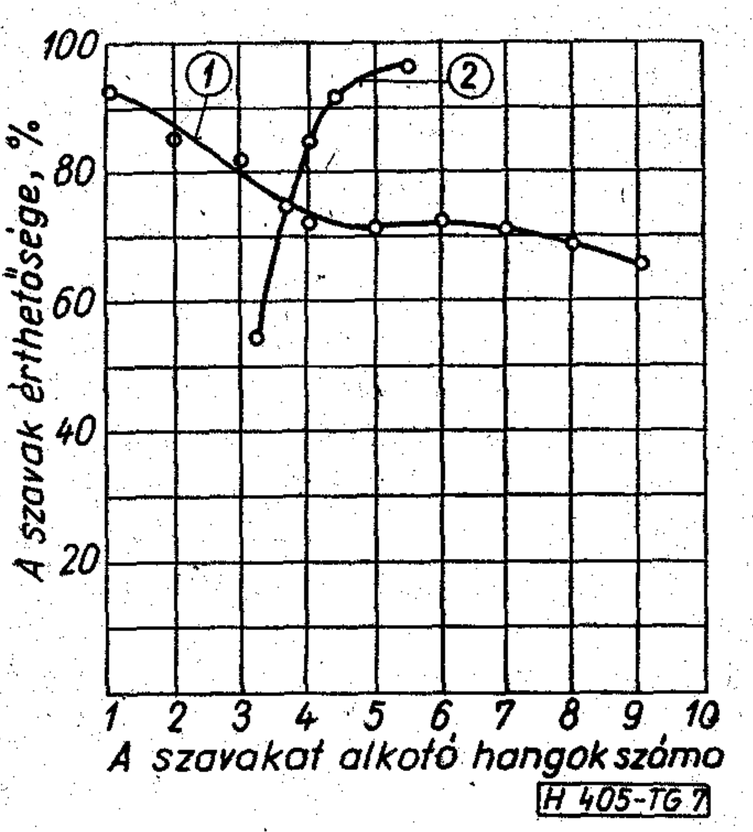
4. A távközlési érthetőségmérések szempontjaihoz alkalmazkodó makro- és mikrostruktúrájú szövegminta

Tekintsünk vissza az 1. részben összefoglaltakra! Azért kellett értelmetlen szavakból álló vizsgálószöveget készíteni, hogy az értelmes szöveg redundanciájából fakadó mellékhatásokat csökkentsük. A szöveget bármilyen hűen szerkesztjük makro- és mikroszinten, mégsem szabad azt remélni, hogy az érthetőségmérés eredménye ugyanaz lesz, mint értelmes szöveggel, csak mellékhatások nélkül. A legnagyobb elrugaszkodás a folyamatos természetes beszédtől az értelemmel nem rendelkező szövegre való áttérés. Mindenképpen rosszabb érthetőséget mérhetünk logatomokkal. Áttételes kapcsolat azonban van a kétféle érthetőség között.

Jogosan merül fel ezek után az a kérdés, hogyha amúgy is leképzéséről van szó, akkor miért nem csupán a megértés szempontjából kritikus részét képezzük le a beszédnek. A kritikus részek kiemelt leképzése megközelíthető a makro- és esetleg a mikrostruktúra megfelelő eltorzításával. Nézzük ehhez az érthetőség alakulását a makrostruktúra egyik jellemzője, a szóhosszúság függvényében. A 7. ábrán

6. táblázat

Hang	Tarnóczy-féle keretszám	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
e	53	46	39	41	38	44	39	52	44	52	41
é	17	25	20	16	18	15	23	14	14	10	24
i—í	22	30	26	27	30	35	23	26	24	28	30
ö—ő	10	15	10	14	17	9	14	12	12	17	9
ü—ű	4	12	9	4	5	3	7	6	7	4	1
a	47	31	41	47	44	42	46	39	47	44	40
á	17	9	14	10	11	18	21	13	21	17	15
o—ó	24	24	27	30	28	21	17	31	21	26	31
u—ú	6	9	14	11	9	13	10	7	10	2	9
p	4	4	6	4	7	5	4	4	2	3	7
b	10	12	10	7	9	11	10	13	8	10	15
t	37	36	28	39	36	37	26	27	21	30	28
d	10	23	10	9	11	18	10	15	15	11	7
k	27	28	34	27	21	22	28	28	30	24	33
g	12	8	14	9	15	7	11	7	12	18	8
f	5	1	7	9	4	1	7	4	6	6	4
v	9	15	8	8	7	9	6	13	10	11	10
sz	8	11	9	15	14	16	18	11	11	16	10
z	10	8	11	12	10	14	13	8	12	13	14
s	19	17	18	22	26	20	20	13	24	12	27
zs	1	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0
j	8	6	8	6	9	4	7	4	11	8	8
h	8	12	7	12	9	4	6	9	7	10	9
l	29	24	32	14	21	25	24	28	22	23	21
r	22	22	18	17	16	16	20	17	15	23	13
n	28	21	24	28	28	28	17	23	36	20	26
ny	4	3	4	3	4	3	2	5	4	4	1
m	21	26	24	22	25	24	36	35	19	21	26
c	1	2	1	2	2	2	0	3	1	3	1
cs	3	3	3	3	3	8	8	3	4	3	4
ty	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
gy	7	10	7	13	6	8	10	13	11	13	11



7. ábra. A vizsgálószavak érthetőségének alakulása a szavakat alkotó hangok számának függvényében. 1. A Tarnóczy-féle logatomokkal végzett méréseink alapján (jel/zaj 10 dB). 2. K. D. Kryter adatai alapján értelmes angol szavakkal végzett mérések eredményei [12] (a szavak átlagos hosszának függvényében)

a Tarnóczy-féle vizsgálószöveggel végzett érthetőségmérések ilyen szempontú értékelését láthatjuk. Az egyre csökkenő görbe enyhén, fekvő s-alakot ölt. Az 1 és 2 hangból álló szavak érthetősége 10%-nál nagyobb „lépcső" után, 4—6 hang között közel állandó, majd 8—9 hangnál ismét csökken. Ezt összevetve értelmes szavakból álló vizsgálószöveggel mért eredménnyel, ellentétes tendencia látható. Nyilvánvalóan azért, mert a hosszabb szavaknak jóval nagyobb a redundanciájuk, mint a rövidebbeknek. Magyar nyelvű értelmes szöveggel végzett méréseknél várhatóan nem annyira meredeken változik az érthetőség, mint angolnál, de sajnos ilyen adatok nem álltak rendelkezésünkre.

Az élő nyelv makrostruktúrájának tökéletességre törekvő leképzése tehát nem célszerű, mert amúgy is ellentétes hatásokat mérünk. Ez persze nem azt jelenti, hogy a makrostruktúra figyelembevétele nem lényeges. Az 1 és 2 hangból álló szavaknak megfelelő szerkezetű logatomok elhagyása célszerű, mivel ezeket ritkán tévesztik el, könnyen érthetők. A 7 hangos vagy hosszabb vizsgálószavaknál az érthetőség csökkenése az emlékezés pontatlanságára vezethető vissza. Általános használatú szövegmintákban nem célszerű alkalmazásuk. Azt pedig, hogy a közepes hosszúságúak csoportjában milyen arányban szerepeljenek a különböző szerkezetű logatomok, pusztán elvi megfontolásokkal nem érdemes eldönteni. Megfontolandó azonban, hogy a nehezebb szerkezeteket érdemes a nyelvben előforduló gyakoriságuknál sűrűbben szerepeltetni. Így a tévesztések száma és ezzel a mérési eredmények megbízhatósága növelhető. Kellő óvatosságra is szükség van itt, nehogy nagyon megbízható, de érvénytelen adatokat mérjünk. A fenti szempontok alapján, a legkedvezőbb makrostruktúra kialakítását gondos méréssorozattal kell megalapozni.

Bizonyos speciális esetekben célszerű a mikrostruktúra torzítása is. Egyik méréssorozatunknál például azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált rendszeren keresztül a szavak elején álló kis energiájú hangok károsodtak leginkább. Ilyenkor például célszerűen használható a kritikus hangokra nézve megnövelt esélyek alapján sorsolt szövegminta.

Ismertetett eljárásunkkal a magyar nyelvihez képest tetszés szerint torzított makro- és mikrostruktúrák alapján is egyszerűen készíthetők vizsgálószövegek.

5. Összefoglalás

Ismertetett eljárásunk az érthetőségmérés szövegmintáival kapcsolatban olyan eszközt jelent, amelylyel egyidejűleg sok szempont figyelembe vehető és az egész eljárás mégis kényelmesen, rugalmasan kezelhető. Eljárásunk bármely nyelvre lényegében változtatás nélkül használható. Nemzetközi egységesítés alapjául szolgálhat az a tény, hogy nem azonos vizsgálószöveg, hanem azonos szövegkészítési elv került felhasználásra. Nyelvenként változhat a makro- és mikrostruktúra. A szöveg összeállításának elve eljárásunkkal, vagy további szempontok figyelembevételével fejlesztett változatával valósítható meg.

IRODALOM

[1] CCITT GREEN BOOK V. Intern. Telecomm. Union. Geneva 1972.
[2] *Mártonfi F.:* Nyelvészeti megjegyzések a beszédérthetőségi vizsgálatokhoz. Kép és Hangtechnika 20/4. 1974.
[3] MSZ 3392 1952, Budapest.
[4] *Tarnóczy T.:* Az érthetőségvizsgálatok magyar szövegmintái. Magyar Híradástechnika 5/3—4, 1954.
[5] *A. Chapanis:* Reseasch Techniques in Human Engineering. The Johns Hopkins Press, 1959. N. Y.
[6] *Tarnóczy T.:* Az érthetőségvizsgálatok feladatai és nehézségei. Kép és Hangtechnika 20/4. 1974.
[7] *Tarnóczy T.:* A magyar hangzókapcsolatok eloszlása Ady költői nyelve alapján. Nyelvtudományi Közlemények 53. 1953.
[8] *Szende T.:* Spontán beszédanyag gyakorisági mutatói. Nyelvtudományi Értekezések, 81. 1973.
[9] *Brebovszky J.:* Beszédérthetőségi mérések a telefontechnikában. Kép és Hangtechnika 20/4. 1974.
[10] *Takács Gy.:* Érthetőség vizsgáló módszer és berendezés. Kép- és Hangtechnika 20/4. 1974.
[11] *Götze Á.:* Beszéd audiometria. Kép- és Hangtechnika 20/4. 1974.
[12] *Kryter K. D.:* Speech Intelligibility Tests and Their Standardization. Symposium: Speech Intelligibility. Liege, 1973.
[13] *Vértes E.:* Adalékok a magyar nyelv hangtani szerkezetéhez (Statisztikai vizsgálódások) I. Nyelvtudományi Közlemények, 54. 1952.
[14] *Vértes E.:* Adalékok a magyar nyelv hangtani szerkezetéhez (Statisztikai vizsgálódások) II. Nyelvtudományi Közlemények, 55. 1953.
[15] *Vértes E.:* Adalékok a magyar nyelv hangtani szerkezetéhez (Statisztikai vizsgálódások) III. Nyelvtudományi közlemények, 56. (1954).

LÉNCSÉS FERENC
Mechanikai Laboratórium

Automatikus tesztrendszerek és digitális áramköri lemezek tervezése

ETO 621.3.049.77:681.326.7

A digitális áramköri lemezek növekvő bonyolultsága és szerelési sűrűsége mind nagyobb vizsgálati és javítási költséget jelent. Eddig az automatikus tesztrendszerek alkalmazását az ipari méréstechnikában a gazdaságosság kérdése akadályozta. Napjainkban viszont a digitális berendezésekkel szemben támasztott minőségi és megbízhatósági követelmények, valamint a magasan kvalifikált méréstechnikai szakemberekben mutatkozó hiány megköveteli alkalmazásukat. Ez a helyzet az automatikus tesztrendszerek teljesítőképességének gyors növekedéséhez vezet, és biztosítja széles körű elterjedésüket. Az automatikus tesztrendszer kiépítése viszont önmagában a legtöbb esetben nem nyújtja a kívánt eredményt. Ennek oka általában az, hogy a vizsgálat (tesztelés) követelményeit a digitális áramköri lemezek tervezésekor nem veszik figyelembe.

A vizsgálandó objektum (pl. digitális áramkör) statikusan vagy funkcionálisan *vizsgálható*, ha az előforduló hibák a kimeneti jeleket a megfelelő bemeneti jelek hatására úgy változtatják meg, hogy a hibák felfedezhetők, esetleg behatárolhatók. A vizsgálhatóság *mértéke* (és ezzel összhangban az automatizáltság foka) pedig a következő sorrendben növekszik:

a vizsgálandó objektum számára tesztprogram írható,
a vizsgálandó objektum GO/NO—GO üzemmódban vizsgálható,
a vizsgálandó objektum diagnózisa meghatározható.

A vizsgálhatóság kérdése tehát erősen függ az alkalmazott tesztberendezésektől is, így optimálisan vizsgálható digitális áramköri lemez csak az alkalmazott tesztberendezés ismeretében alakítható ki.

AUTOMATIKUS TESZTBERENDEZÉSEK

A teszt-automatákkal szemben támasztott követelmények rendkívül eltérőek lehetnek. Ennek megfelelően azok bonyolultsága is széles tartományban változhat a rögzített programtól a számítógéppel vezérelt rendszerig.

Rögzített programú berendezések

Komparátor elven felépített berendezések

A vizsgálandó és az etalon áramkör bemeneteire a teszt-készülékből véletlen jeleket adunk, és a kimeneti jeleket összehasonlítjuk. Ez a megoldás olcsó, mivel nincs szükség programozásra. Hátrányai viszont:

nem alkalmas szekvenciális áramkörök vizsgálatára, ha nem biztosítható azonos kezdőállapot,

Beérkezett: 1975. V. 14.

a véletlen bemeneti jel következtében az esetleges hibákról kevés információt kapunk,
nagyszámú etalon szükséges, amelyek szintén meghibásodhatnak,
a kiegészítő vizsgálatok elvégzése nehézkes.

Mintagenerátor elven felépített berendezések

A vizsgálandó lemez bemeneteire a teszt-készülékből előre meghatározott jeleket (mintát) adunk, és vizsgáljuk a kimeneti jeleket vagy számláljuk azok átmeneteit. Az eljárás előnyei:

a mintagenerátorral végrehajtott, rögzített teszt nagyon egyszerű,
a tesztsorozat kimerítő lehet.

Hiányosságai:

biztosítani kell a szekvenciális áramkörök kezdeti állapotának azonosságát,
a kimeneti jelek átmenet-számlálásakor a hibák rejtve maradhatnak,
a rögzített teszt sokszor nem detektál minden lehetséges hibát.

Változtatható, tárolt programú berendezések

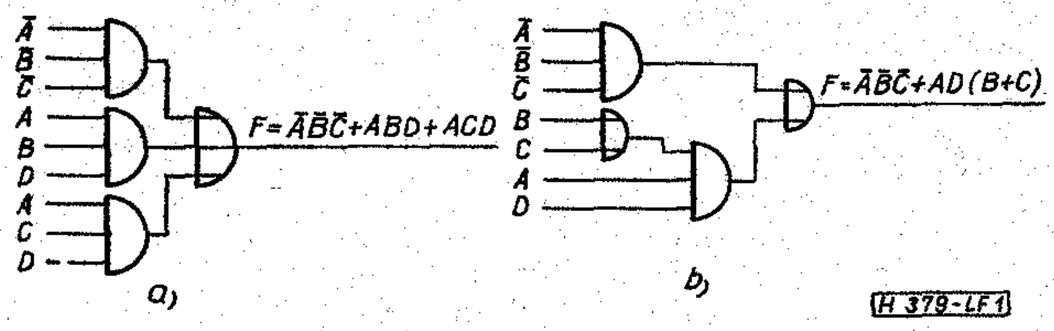
A változtatható, tárolt programú berendezések vagy számítógéppel vezérelt teszt-rendszerek a legsokoldalúbbak és egyben legköltségesebbek.

Jellemzői:

a tesztsorozatot, ill. a hibalokalizálást szimulátor biztosítja,
automatikus programgenerálás, ellenőrzés lehetséges,
egyidejű adatgyűjtés és feldolgozás végezhető,
a kiépítettség rugalmasan változtatható,
szervezése nem különbözik a hagyományos számítóközpontokétól.

A VIZSGÁLHATÓSÁG FIGYELEMBEVÉTELE TERVEZÉSKOR

Az eredményes vizsgálat kulcsa az egyes hibák gyors izolálásának lehetősége. A tipikus tesztrendszerek a bemeneti jelkombinációkra adott válaszokat (kimeneteket) értékelik. A nem megfelelő válasz általában valamilyen hibalokalizáló eljárást indít meg, amellyel azonosítható a hibás alkatrész vagy alkatrész-csoport. Az eljárás hatékonysága függ a digitális áramköri lemez vizsgálhatóságától. A funkcionális csatlakozópontok legtöbbször nem biztosítanak megfelelő vizsgálhatóságot, ezért szükséges ún. tesztpontok elhelyezése is a lemezen már a prototípus kifejlesztésekor. Ezek a megoldások nem növelik meg lényegesen a gyártási költséget. Sokszor elő-



1. ábra. Diagnosztikus felbontás. A hibabehatárolás pontossága jelentősen növelhető megfelelő funkcionális kialakítással

fordul viszont, hogy vizsgálható áramköröket csak megfelelő funkcionális módosításokkal nyerhetünk, amelyek viszont a gyártás költségét már számottevően, növelhetik. Így az ilyen megoldásokat mindig mérlegelni kell a teljes vizsgálati költségben mutatkozó megtakarítás szempontjából.

A hibabehatárolás pontosságát *diagnosztikus felbontásnak* nevezzük. Egy adott logikai kapcsolás jelentősen korlátozhatja az elérhető diagnosztikus felbontást. Az 1*a* ábra áramkörében két hiba nem különböztethető meg bemeneti jelkombinációkkal, ha azonban a kapcsolást az 1*b* ábrának megfelelően alakítjuk át, a hibák behatárolhatók.

A DIGITÁLIS ÁRAMKÖRI LEMEZEK VIZSGÁLHATÓSÁGÁNAK JAVÍTÁSA

Az előző részekben vázoltuk az automatikus tesztrendszerek alkalmazásakor felmerülő problémákat. Figyelembevételükkel a vizsgálhatóság a következő elvek alapján jelentősen javítható.

A szekvenciális áramkörök kezdeti állapotának rögzítése

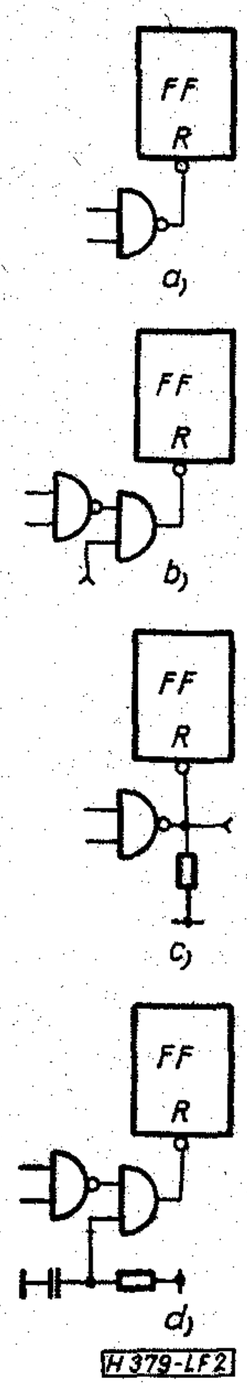
A digitális áramkörökben gyakran ismeretlen vagy véletlenszerű a memóriaelemek kezdeti állapota. Ezt a feladatot a lemez tervezésének kezdetén kell megoldani.

A tervező felhasználhat külső csatlakozási pontot, amelyen keresztül a memóriaelemek közvetlenül törölhetők. Flip-flopok esetében (2*a* ábra) logikai kapu beiktatásával a tesztberendezés jele biztosíthatja a törlést (2*b* ábra). Huzalozott VAGY kapcsolat esetén a törlőjel közvetlenül is csatlakozhat (2*c* ábra). Ha a törlésre külső csatlakozópont nem használható fel, akkor ezt bekapcsoláskor kell biztosítani (2*d* ábra).

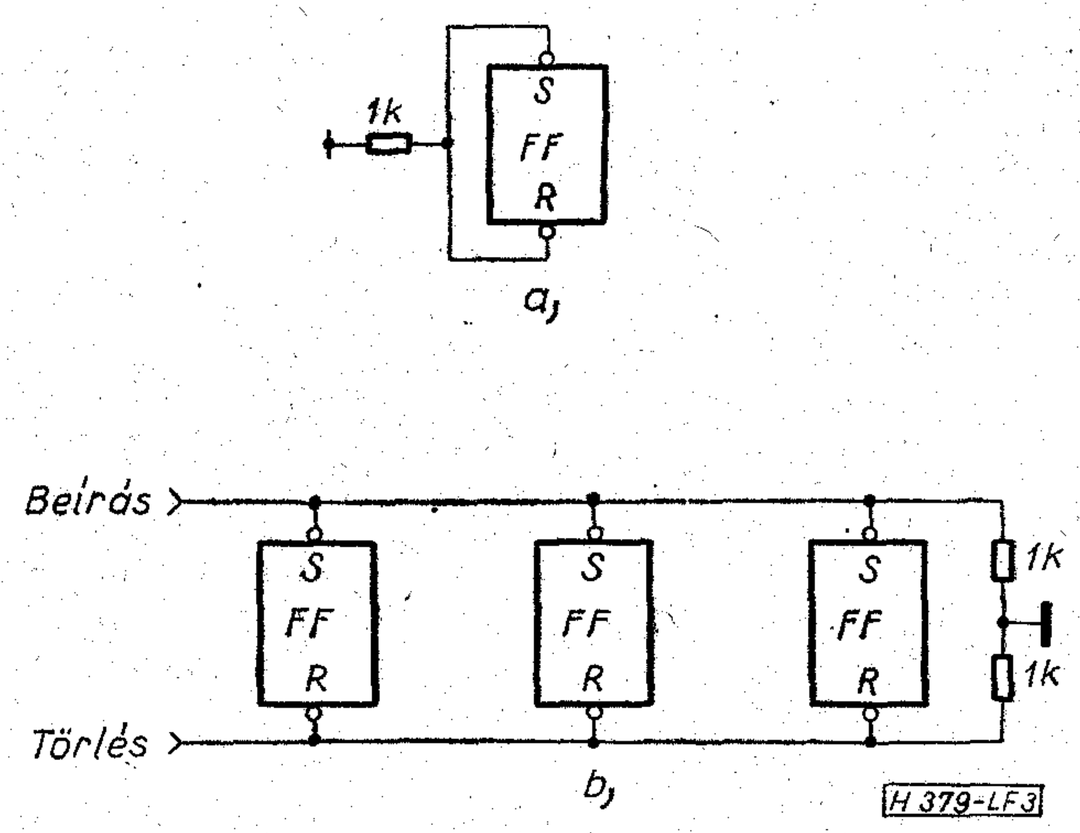
A flip-flopok és más memóriaelemek kihasználatlan bemenetein a logikai 1 tápfeszültségre kötött korlátozó ellenálláson keresztül biztosítható, a logikai 0 pedig inverteren keresztül, amelynek bemenetét korlátozó ellenálláson keresztül tápfeszültségre kötjük. A közvetlenül tápfeszültségre vagy földre kötött bemenetek nem vizsgálhatók. A beíró és törlő bemenetek közös korlátozó ellenállásra köthetők, ha a kezdőállapotot más módon biztosítottuk (3*a* ábra). Szimultán hozhatók kezdőállapotba a különböző memóriaelemek, ha erre a célra a közös korlátozó ellenállásra kötött beíró vagy törlő bemeneteket használjuk fel (3*b* ábra).

Kiegészítő csatlakozópontok beépítése

Valahányszor a digitális áramkör bemenetét vezéreljük, számos közbenső fokozaton keresztül kapjuk a kimeneti jeleket. Közvetlenül hozzáférhetünk



2. ábra. a) Flip-flopok kezdőállapotának biztosítása, *b)* logikai kapu beiktatása, *c)* huzalozott VAGY kapcsolat beiktatása, *d)* bekapcsolás



3. ábra. a) Kihasználatlan bemenetek logikai állapotainak biztosítása és *b)* szimultán vezérlése

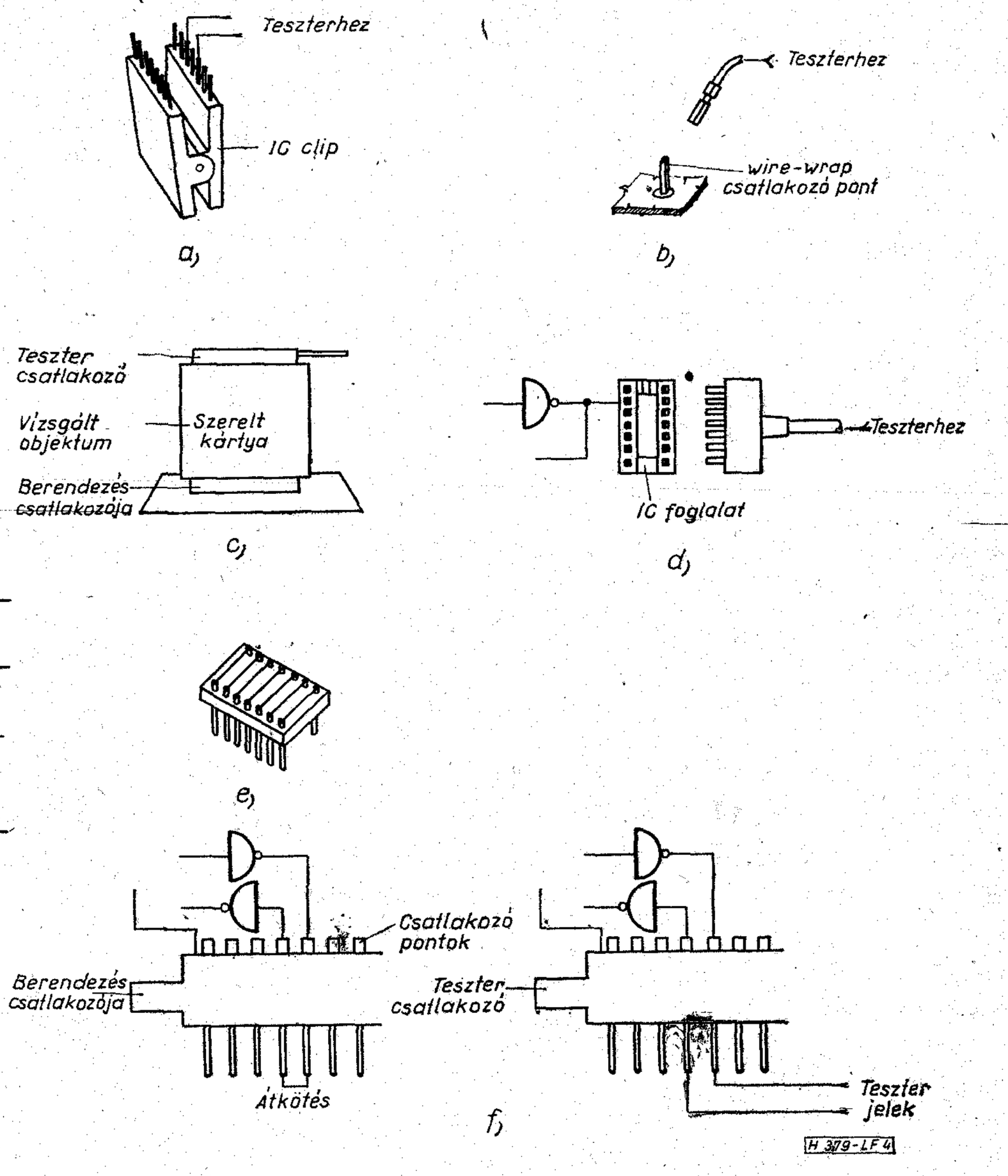
a logika belső pontjaihoz és ezzel egyszerűsíthetjük a vizsgálatot, ha kiegészítő csatlakozópontot, ún. tesztpontot alkalmazunk (4. ábra). Ezzel a kívánt megszakításokat, állapotrögzítéseket biztosíthatjuk, illetve a logikai áramkört nem redundáns részekre bonthatjuk.

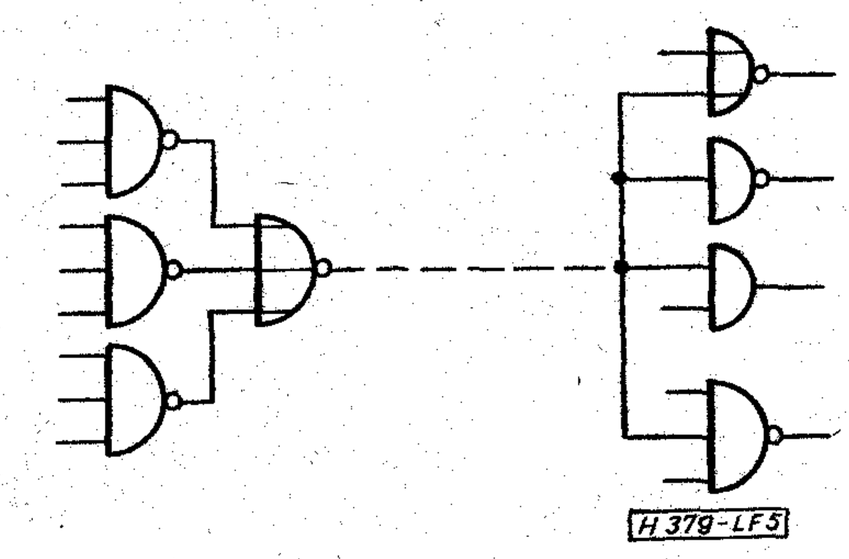
Nagy terhelhetőségű, sok kaput vezérlő áramkör (5. ábra) kimenetét célszerű tesztpontként kiképezni.

Logikailag redundáns áramkörök kiküszöbölése

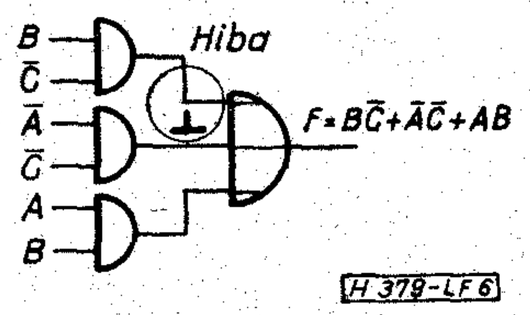
A digitális logikai kapcsolásban egy összeköttetés redundáns, ha eltávolításával a kimenet logikai függvénye nem változik meg. A 6. ábrán látható áramkörnek nincs olyan bemeneti kombinációja, mellyel a bejelölt logikai 0-n akadt hiba a kimeneten ki-

4. ábra. A vizsgálhatóság biztosítása tesztpontokkal: *a)* elegendő helyet kell biztosítani az IC-k között a vizsgáló csatlakozó számára, *b)* ha ez helyszűke miatt nem lehetséges, wire-wrap csatlakozópontot és továbbvezető klipet kell alkalmazni, *c)* szükség esetén repülőcsatlakozó alkalmazható a digitális áramköri lemezek teszt-csatlakozójaként vagy *d)* IC foglalatra vezethetők ki a teszt és ellenőrző pontok, *e)* a vizsgálat idejére megszakíthatjuk a visszacsatolásokat az átkötő dugó eltávolításával, *f)* a teszt és ellenőrző pontokat kihozhatjuk a csatlakozóra. Átkötéssel könnyen megszakíthatjuk a visszacsatoló hurkokat a digitális áramköri lemez vizsgálatakor

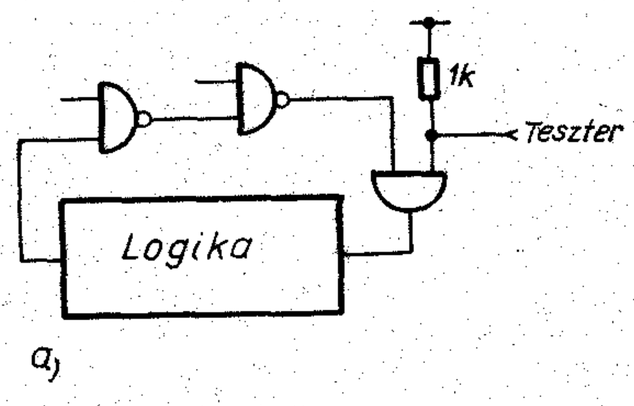




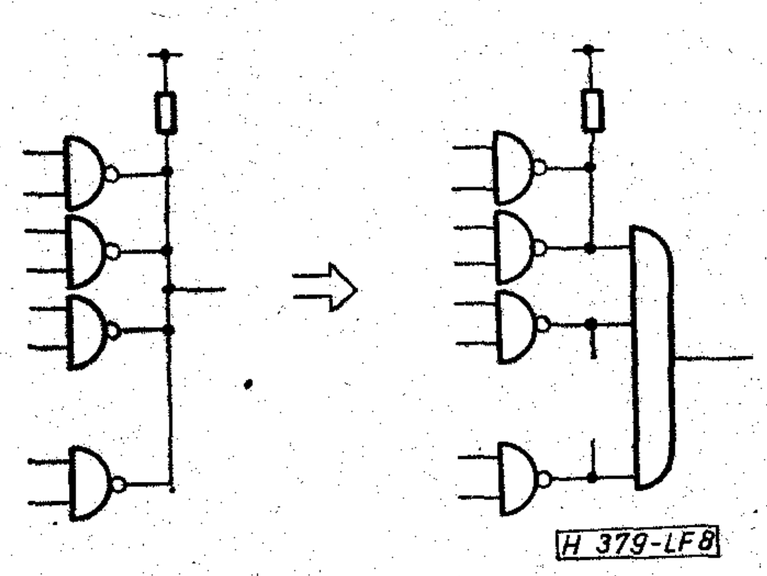
5. ábra



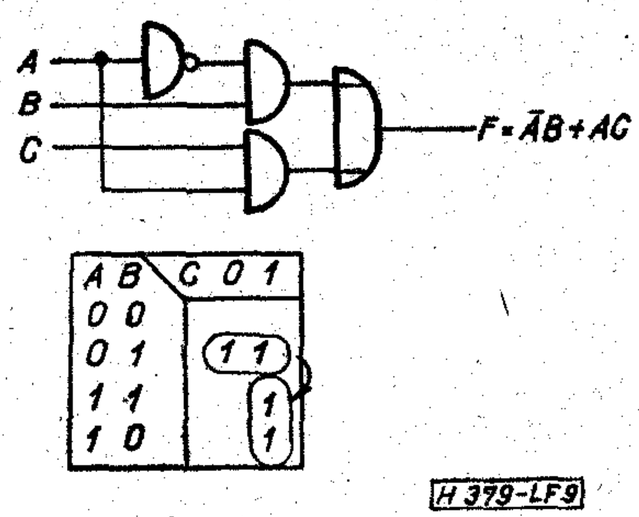
6. ábra. A redundáns áramkörben rejtett hiba maradhat



7. ábra. A visszacsatoló hurok megszakítása történhet: *a)* kapu beiktatásával vagy *b)* mechanikusan



8. ábra. A nagyszámú huzalozott VAGY kapcsolat kedvezőtlenül befolyásolja a hiba meghatározását



9. ábra. Versenyfutási probléma. Egy bemeneti jel változása is kritikus versenyfutást okozhat

mutatható. Ha viszont a legfelső ÉS kaput eltávolítjuk, a kapcsolás ugyanazt a logikai függvényt valósítja meg, és megszünteti a nem érzékelhető hiba lehetőségét.

A visszacsatolás ágainak és a csomópontoknak a megszakítása

Több logikai elemet magában foglaló visszacsatolt hurok megakadályozhatja a hibadiagnózist, mivel egy-egy hiba számos helyen jelentkezhet. Ilyen esetekben szükséges a hurok megszakítása, ami történhet külső ellenőrzőpontok beiktatásával (7*a* ábra) vagy a hurok megfelelő részének külső csatlakozópontokra való kihozásával (7*b* ábra). Az átkötés eltávolításával a visszacsatolás megszűnik, és a pontok felhasználhatók vezérlésre, ill. érzékelésre.

A visszacsatoló hurokhoz hasonlóan a nagyszámú huzalozott VAGY kapcsolat is megakadályozza a hibabehatárolást. A probléma megoldható a VAGY kapcsolat particionálásával, és az egyes részek ÉS kapuval való összekötésével (8. ábra).

Hosszú számlálóláncok, léptető regiszterek

A digitális áramkörök gyakran tartalmaznak hosszú számlálóláncokat vagy léptető regisztereket, amelyek vizsgálatához nagyon sok tesztlépés szükséges (pl.: egy 24 bites számlálóhoz $2^{55} \cong 33 \cdot 10^6$ tesztlépés). A probléma megoldására a következő lehetőségek kínálkoznak: kiegészítő vezérlőjel felhasználásával a számláló-bemeneteket közvetlenül vezéreljük vagy a láncot megszakítjuk, és a tesztpontokat csatlakozóra visszük ki. Ezeket a pontokat üzemközben rövidre zárjuk. Szükséges lehet külön logikai elemek beiktatása is úgy, hogy az egyes fokozatok függetlenül vezérelhetők legyenek.

Holtidő és versenyfutási problémák

A vizsgálóberendezések az adott digitális áramköri lemezek üzemi viszonyait csak többé-kevésbé tudják szimulálni, ezért a korlátozásokat minden esetben figyelembe kell venni. Valamennyi, funkcionális vizsgálatot végző berendezés bemeneti jelkombinációkat, mintákat állít elő és ellenőrzi, hogy a kimeneteken az előírt minta jelenik-e meg. A bemenő jelek előállításának és a kimenő jelek érzékelésének módja viszont berendezésenként különbözhet.

A párhuzamos szervezésű vizsgálóberendezés a vizsgált kártya bemenő mintáit úgy állítja elő, hogy a vizsgálatonként eltérő bitek egyidejűleg változnak meg. A kvázi párhuzamos szervezésnél az előbbi feltétel csak meghatározott bitcsoportokra vonatkozik (pl.: a vezérlő számítógép szóhosszúsága). A soros szervezés viszont azt jelenti, hogy minden egymást követő vizsgálatnál csak egy bit változhat meg. Versenyfutási probléma még ez utóbbi esetben is előfordulhat, pl. a 9. ábrának megfelelő logikai kapcsolásban. A versenyfutás nem kritikus, ha a jelváltozások különböző lehetséges időbeli eltérései ugyanazt a stabil állapotot eredményezik. Egyébként a logikai áramkör viselkedése határozatlan, és a versenyfutás kritikus.

A kimeneti minták ellenőrzésének két fő módszere van: a vizsgált áramkör kimenő jeleit etalon lemez megfelelő kimeneteivel hasonlítjuk össze vagy az előre meghatározott kimeneteket a vizsgáló programban tároljuk. Az etalon lemez alkalmazásával a vizsgálóberendezés a funkcionális működést nem zavaró esetekben is hibát jelezhet (pl. a sebesség szórása miatt), ezért az összehasonlítás időpillanatát minden esetben gondosan meg kell választani.

Minden vizsgálóberendezésnek a belső szervezéstől függetlenül holtideje van, amely a bemeneti minta aktualizálásától a kimeneti minta mintavételezéséig tart. Ebben az intervallumban a kimenő jelek megváltozhatnak anélkül, hogy ezt érzékelnénk. Ha ez a holtidő hosszú a vizsgált áramkör működési sebességéhez képest, a vizsgálóberendezés alkalmatlan a logikai áramkörök vizsgálatára.

Megjegyzések

A vizsgálati idő gyakran csökkenthető a vizsgálandó lemez órageneirátorának letiltásával, és külső órajel alkalmazásával (hasonlóan illeszthetők a nagysebességű logikai kapcsolások a lassúbb vizsgálóberendezéshez is). Ez az előző részekhez hasonlóan megszakítható átkötés biztosításával vagy kiegészítő logikai elemek beiktatásával történhet.

Lassú időzítő elemeknél (0,5 ms) biztosítani kell az időzítés időcsökkentését a vizsgálat idejére, különben a vizsgálat hosszú időt vehet igénybe. Ezenkívül általában szükséges érzékelőpontok beiktatása üzemi viszonyaik ellenőrzésére.

Az elemek gondos elrendezése nagymértékben hozzájárul a hatásos vizsgálathoz. Így az analóg és digitális áramköröket szét kell választani, amennyire lehetséges, mivel az analóg és digitális áramkörök vizsgálata legtöbbször külön berendezéssel történik. Az összetartozó logikai funkciókat mindig egy logikai lemezen kell elhelyezni, így a nagy digitális logikai lemezek függetlenül részekre bonthatók, ami megkönnyíti a vizsgálatot.

A nagy bonyolultságú LSI elemeket mint pl. a kalkulátor IC-ket, nagy kapacitású regisztereket, célszerű foglalattal szerelni, így vizsgálat céljából könnyen és gyorsan eltávolíthatók, majd visszahelyezhetők.

IRODALOM

[1] *Boswell, F. R.:* Designing testability into complex logic boards. Electronics, 1972. aug. 14. pp. 116—119

[2] *Grossmann, S. E.:* Automated testing pays off for electronic system makers. Electronics, 1974. 18. pp. 95—109

[3] *Gruber, G.:* Die „Testbarkeit" digitaler Leiterplatten. Elektronikpraxis, 1974. 10. pp. 16—23

[4] *Hayes, J. P.:* On modifying logic networks to improve their diagnosability. IEEE Trans. on Computers, 1974. 1. pp. 56—62

[5] *Hayes, J. P.—Friedman, A. D.:* Test Point Placement to simplify Fault Detection. IEEE Trans. on Computers, 1974. 7. pp. 727—735

[6] *Reddy, R. C.:* A Design Procedure for Fault-Locatable Switching Circuits. IEEE Trans. on Computers, 1972. 12. pp. 1421—1426

[7] *Schertz, D. R.—Metze, G.:* On the Design of Multiple Fault Diagnosable Networks. IEEE Trans. on Computers, 1971. 11. pp. 1361—1364

[8] *Schneider, D.:* Designing logic boards for automatic testing. Electronics, 1974. 15. pp. 100—104

[9] *Stanley, W. R.:* An Optimal System Design for Printed Cirduit Board Test Reporting. Computer Design, 1970. 1. pp. 73—77

[10] *To, K.—Tullos, R. E.:* Automatic Test Systems. IEEE Spectrum, 1974. szept. pp. 44—52

Beszámoló a „A magyar elektronikai ipar jelene és jövője" konferenciáról

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Alkatrész- és Alapanyag Szakosztályának rendezésében tartották meg Szegeden, 1975. október 8—10. között

„A magyar elektronikai ipar jelene és jövője"

konferenciát. A konferencia megrendezésében hatékony segítséget nyújtott a MTESZ szegedi szervezete.

A konferencia megnyitó előadását *Tarján Ferenc,* a KGM Műszaki Főosztályának vezetője tartotta. Ismertette az elektronikai alkatrészgyártásnak a IV. ötéves tervben elért eredményeit, ugyanakkor rámutatott arra a kedvezőtlen tendenciára, hogy ezen időszakban a tőkés import háromszorosára növekedett. Az 1976—80. éves tervidőszakban az alkatrészek értékhányada a berendezésekben növekedni fog. Szükségesnek tartotta az alkatrészipar fejlesztését egyrészt a kutatási-fejlesztési tevékenység kiszélesítésével, másrészt a KGST-szervezeten belül a szocialista országok közötti együttműködés hatékonyabb kihasználásával.

Bráda Ferenc, a Szakosztály elnöke ismertette a pécsi alkatrész konferencia határozatainak megvalósítása területén elért eredményeket. A határozatok szellemében a Szakosztály keretén belül egy szűkebb körű bizottság tanulmányt készített a magyar elektronikai ipar fejlődési problémáiról, amelyet a jelen konferencia kiadványa is tartalmaz. Ezt a tanulmányt, mint társadalmi előterjesztést, a HTE elnöksége eljuttatta az illetékes szervekhez.

A konferencia témaválasztásának megfelelően foglalkozott az elektronikai alkatrészipar általános fejlődési tendenciáját befolyásoló tényezőkkel mind műszaki, mind iparpolitikai szempontból, egyben lehetőséget biztosított az alkatrészipar által elért legújabb eredmények közlésére is. Ezt a témakört zárta le az a kerekasztal-megbeszélés, amely kötetlenebb formában biztosította az elektronikai alkatrészipar fejlesztési kérdéseinek megvitatását. A konferencia másik fontos témaköre az alapanyagokkal kapcsolatos kérdések megtárgyalása volt. Az alapanyagok jelenlegi helyzetét ismertető előadások és az azokat követő kerekasztal-megbeszélés lehetővé tette, hogy ezen a területen is meghatározhatók legyenek a legfontosabb fejlesztési irányok.

A konferencián elhangzott előadások első csoportja áttekintést adott a hazai elektronikai ipar általános helyzetéről és egyben rámutatott a jövőben várható tendenciákra.

Dr. Tófalvi Gyula (MHE) előadásában rámutatott arra, hogy a magyar elektronikai ipar alkatrész bázisa nemcsak a nemzetközi fejlődés ütemétől, hanem a berendezésgyártók által támasztott igényektől is lemaradt. Az alkatrészszükséglet és a hazai alkatrészfedezet közötti különbség az utóbbi 8 évben állandóan nőtt és ennek eredményenként az elektronikai berendezésgyártó ipar import alkatrészfüggő lett. Az előadó rávilágított arra, hogy az alkatrészipar elmaradása megnehezíti a nemzetközi együttműködést, kedvezőtlen hatást gyakorol a berendezéskonstrukciók színvonalára. Az alkatrészipar lemaradásának felszámolására az összes kutató erőt az alkatrész tervezés gyártás fejlesztésének szolgálatába kell állítani. Az előadó ismertette az MHE által végzett elemzést az importált elektronikai alkatrészek összetételéről, típus-, mennyiség- és értékeloszlásáról. A „mennyiség-típus" összefüggést egy hiperbolával közelítette, amelynek alapján meg állapítható volt, hogy a több ezer típusból csak 100 típusra vonatkozó igény éri el, illetve haladja meg a gazdaságosan előállítható kritikus darabszámot. A részletes elemzésen alapuló szintézis nemcsak az alkatrészipar problémáit tárta fel, hanem a berendezésgyártó ipar legfontosabb kérdéseire is rávilágított, egyben megmutatta a következő években várható strukturális változás első jeleit is.

Dr. Erdélyi János (HIKI) az előadással kapcsolatos hozzászólásában hangsúlyozta, hogy nem a típus, hanem a technológia szerinti előre tervezést kell előtérbe helyezni, mivel az egyes típusok elavulási ideje (életgörbéje) igen rövid. Felhívta a figyelmet arra, hogy a félvezető eszközök fokozatosan tért nyernek, ezen belül az integrált áramkörök hányada jelentősen növekszik (az integrált áramkörök és a diszkrét félvezető eszközök aránya 1980-ra 2:1 értékben várható).

Dr. Házman István (OMFB) az elektronikai gyártmányok és alkatrészek fogalmának meghatározásával foglalkozott előadásában. A helyes gyártmánystruktúra kialakítása érdekében az előadó javasolta az exportra készülő gyártmányok hazai referenciavonalainak felállítását, a hazai gyártmányok igényes hazai piacának megteremtését, valamint a felhasználásban jártas szakemberek és a gyártmány előállításában érdekelt szakemberek tevékenységének összehangolását.

Göblös János (REMIX) előadásában megállapította, hogy az elektronikai ipar világszerte észlelhető igen gyors ütemű fejlődést mutat. A világpiac 4—6 éves hullámzásai a magyar elektronikai iparra is visszahatnak és ezt a hullámzást a következő tervidőszak tervezése során figyelembe kell venni.

Csúry László (KONTAKTA) előadásában az elektromechanikai alkatrészgyártással és továbbfejlesztéssel foglalkozott.

Wollitzer György (HIKI) előadásában megállapította, hogy a hibrid integrált technológiák területén világszerte stabilizálódás tapasztalható, egyidejűleg jellegzetes alkalmazási területek alakultak ki. Az előadó hangsúlyozta, hogy a hibrid áramkörök terjedését nagymértékben befolyásolja a hibrid alkatrészek és alapanyagok importja. Szükséges megvizsgálni hogy milyen mértékben váltható ki ez az import nemzetközi kapcsolatok igénybevételével, valamint kutatás-fejlesztési együttműködéssel.

Dr. Romhányi Miklós—Diószeghy György (Kandó Kálmán V. M. Főiskola) előadásukban a főiskolán folyó szakember képzéssel foglalkoztak. Fő feladatuknak tekintik a hallgatók technológiai szemléletű, gyakorlati jellegű oktatását. Állandó kapcsolatot tartanak fent az ipari vállalatokkal és kutató intézetekkel a hallgatók jobb felkészítése érdekében.

Huvé István (EIVRT) az Egyesült Izzó elektronikai alkatrészgyártásának továbbfejlesztését ismertette.

Ugray László (HIKI) a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet fejlesztési terveit ismertette a félvezető integrált áramkörök területén az V. ötéves tervben. Az Intézet ebben a tervidőszakban is a szilíciumalapú planáris félvezető technológia kutatását és továbbfejlesztését tekinti elsődleges feladatának. Az Intézet fokozott figyelmet kíván fordítani a MOS technológiák kutatására és fejlesztésére.

Dr. Szép Iván (MŰFI) „Elektronikai alkatrészek a századfordulón" címmel tartott előadást. A 2000-re várható fejlődési irányzatok közül kiemelte, hogy a konstruktőrök és alkatrészgyártók különállása meg fog szűnni. A század végén a tervezők nem tekinthetik egyszerűen „csak" alkatrésznek az alkatrészt. Az integrált sűrűség határaira vonatkozóan megállapította, hogy a jelenlegi határ kb. egy nagyságrenddel lesz előrelátható csökkenthető. Az alkatrészgyártásban a berendezésorientált szemlélet válik uralkodóvá. Az alapanyagok területén a szilicium lesz domináló. Az energia szükségletet különböző energiafajták kombinációi biztosítják.

Az előadások második csoportja az elektronikai alkatrészek területén elért legújabb műszaki eredményekről és a várható fejlesztési irányokról számolt be. Ezekről az előadásokról az alábbiakban adunk rövid áttekintést.

Rippel Géza (REMIX) az RC elemek fejlődési irányait ismertette.

Wégner Zoltán (REMIX) különleges potenciométerekkel foglalkozott előadásában.

Ujvári Béla (REMIX) a lézeres értékbeállításnak az ellenállások stabilitására gyakorolt hatásával foglalkozott az alkalmazott vastagréteg anyagok és a geometriai tényezők függvényében. *Hamza György* (REMIX) vastagréteg hálózatok számítógépes méretezését ismertette előadásában. *Hollandus József* (REMIX) a digitál-analóg konvertercsalád fejlesztéséről számolt be, ismertetve a D/A konverterek felhasználási területeit, az áramköri megvalósítás területeit és jellemezve a konvertercsalád néhány tagját.

Szilágyi Ferenc (HIKI) áttekintést adott általános felhasználásra tervezett hibrid áramkörökről. *Kun László* (HIKI) analóg-digitál átalakítók hibrid megvalósítási lehetőségeivel foglalkozott előadásában.

Kovács Gyula (MM) az elektrolit kondenzátorok fejlesztésének kérdéseit tárgyalta.

Krémer Péter (REMIX) a minőségszabályozási módszerek alkalmazásával foglalkozott hibrid integrált áramköri technológiák alkalmazása esetén. A gyártásközi ellenőrzés fontosságát hangsúlyozta a termék minőségi szintjének javítása céljából.

Strausz Tamás (HIKI) a vékonyréteg hibrid áramkörök kutatása területén elért eredményeknek az elektronika más területén való hasznosítását tárgyalta.

Kapás Istvánné (MSZH) új szabványosítási elgondolásokat ismertetett a híradástechnikai alkatrészek területén. Vázolta a nemzetközi szervezetek (KGST és IEC) szabványkészítési rendszerét és a hazai szabványosítás területén elért ereményeket. *Bocskay István* (MSZH) a nemzetközi és hazai megbízhatósági szabányok elkészítésének menetével foglalkozott és vázolta a jövőbeli feladatokat.

Baráth Bálint—Farkasvölgyi János (TKI) híradástechnikai berendezésekben alkalmazott YIG hangolású mikrohullámú hibrid integrált áramköröket ismertetett. *Kalocsay Károly* (KONTAKTA) előadásában a KONTASET építőszekrényrendszer felhasználási lehetőségeit és továbbfejlesztési irányait tárgyalta. *Györösi Julianna* (TKI) mikrohullámú tranzisztorok paramétereinek mérésével foglalkozott.

Az előadásokat követően került sor „A magyar elektronikai ipar jelene és jövője" kerekasztal-megbeszélésre, amelynek vitavezetője *Dr. Szép Iván* volt. Vitaindító előadásában összegezte azokat a legfontosabb következtetéseket, amelyek a kétnapos előadás-sorozat keretében az alkatrészipar jövőbeli fejlődésére vonatkozóan hangzottak el.

Göblös János iparpolitikai jellegű észrevételeit ismertette.

Dr. Erdélyi János szintén igen fontosnak tartotta az erő koncentrációt. Rámutatott arra, hogy a berendezés- és alkatrészgyártás koncentrációja mind a tőkés országokban (például Siemens), mind a szocialista országokban (minisztériumok közötti együttműködés) egyre nagyobb mértékben megvalósul.

Wollitzer György felhívta a figyelmet arra, hogy a berendezésgyártó ipar tevékenysége a jövőben sem fog csökkenni, mivel több és bonyolultabb berendezést kell előállítaniok. Az alkatrésziparnak azonban gyorsabban kell fejlődnie. *Dr. Tófalvi Gyula* figyelmeztetett arra, hogy a piac felvevőképessége tetszőlegesen nem tágítható. Hangsúlyozta az eszköz-koncentráció szükségességét. Felül kell vizsgálni ennek érdekében az ipar felállási rendjét. Az alapanyagkérdést is ennek a koncepciónak keretében kell megoldani.

Dr. Romhányi Miklós javasolta, hogy a HTE kezdeményezzen a technológiai oktatás fontosságának kihangsúlyozása érdekében oktatási reformot, amely elősegíti a technológiai oktatás színvonalának emelését.

Vasvári Béla az MTA-ban lefolytatott, alkatrészekre vonatkozó vita alapján szükségesnek tartotta a magyar elektronikai alkatrészipar fejlesztését. Az erőkoncentráció, a kutatásfejlesztés koncentráció elengedhetetlen az alkatrésziparban. Javasolta, hogy a felhasználó ipar anyagilag is legyen érdekelt az alkatrészipar fejlesztésében.

Bonyhádi Elek ismertette az alkatrészellátás várható alakulását az V. ötéves tervben. A KGST komplex programban való részvétel az alkatrészproblémák egy részének megoldását is elősegíti.

Dr. Szép Iván vitavezető összefoglalójában megállapította, hogy az elhangzott felszólalások jól körvonalazták a magyar elektronikai ipar jelenlegi helyzetét és a jövőben várható fejlődését befolyásoló tényezőket. Ezeknek a megállapításoknak kell tükröződniük az Alkatrész- és Alapanyag Szakosztály vezetősége által elkészítendő határozati javaslatokban is.

Az alapanyag tárgyú előadások az alábbi témakörökre terjedtek ki.

Varga László (MM): „Elektrolitkondenzátor-gyártáshoz szükséges import és hazai alapanyag ellátás gondjai"-ról, *Menyhárt Boldizsárné* (VSzM): „Nyomtatott huzalozású alaplemezek hazai gyártása"-ról, *Dr. Kocsó Illés* (Vaskút); „Kemény mágneses ferritek alapanyag kérdései"-ről, *Solymárné dr. Gábor Márta* (Vaskút) „Ritkaföldfémcobalt mágnesek tulajdonságai és alkalmazási lehetőségei"-ről tartott előadást.

A bejelentett előadások után kerekasztal vita keretében tartalmas hozzászólások hangzottak el az alapanyag problémák területén.

Pék Józsefné ismertette a nagy tisztaságú réz és rézalapanyagú ötvözeteiket, továbbá az általuk készített mágneses ötvözeteket.

Dr. Pataky Balázs a mágneses anyag problémák közül a vágott, tekercselt magok helyzetéről számolt be.

Tarnói Egon az alkatrészek minőségi tényezőit három alapra vezette vissza, a szabványosítás, a technológia és az alapanyag-ellátás megoldásra.

Komporday Aurél, a HTE elnöke zárszavában értékelte a konferencia munkáját és rámutatott arra, hogy a konferencián elhangzottak alátámasztották és kiegészítették a pécsi konferencia határozatainak szellemében készített tanulmányt, amelyet a HTE elnöksége az MSZMP illetékes szerveinek megküldött. A tanulmány részletes megvitatására a közel jövőben fog sor kerülni az illetékes fórumokon. A konferencián elhangzott előadásokkal kapcsolatosan hangsúlyozta, hogy a kutatásfejlesztés területén szerzett külföldi tapasztalatokat megfelelő körültekintéssel kell hasznosítani a hazai elektronikai iparban és ezt példákkal illusztrálta. Rámutatott arra is, hogy az alapanyag szükséglet felmérése időszerű feladat, amellyel a HTE keretén belül kell foglalkozni.

A konferencia eredményeinek értékelése és összefoglalása alapján az Alkatrész- és Alapanyag Szakosztály vezetősége fogja elkészíteni az írásban foglalt határozati javaslatokat és ezeket klubdélután keretében ismerteti.

Balogh Albert

MŰSZAKI HÍ

Műszer újdonságok a Hannoveri Vásáron

A **Wandel und Goltermann** cég tájékoztatása alapján értesültünk arról, hogy az április végén megnyíló Hannoveri Vásáron több újdonságot mutatnak be, melyek közül a legérdekesebbek:

PSM 14 szintmérőhely, beépített sávpáztázó egységgel, a 10 kHz—100 MHz tartományra.

RM 4 „linkanalyser" 70 és 140 MHz középfrekvenciára a CCIR ajánlásai szerint.

PMG 13 szintmérő 20 Hz—50 kHz tartományra, távíró-, telemechanikai célokra, szint, csillapítás és frekvenciamenet mérésére.

PRT—1 PCM regenerátor mérőhely.

PDA—64 PCM hívójel analizátor.

RFZ 12 reflexiós csillapítás, **SDZ 12** asszimmetria csillapítás mérő 200 Hz—4,5 MHz tartományra.

BALOGH ALBERT — VÁRADI ISTVÁN
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése

ETO 006.44(439):621.38.019.3

A nagymegbízhatóságú berendezések tervezéséhez olyan tényadatokon alapuló alkatrész-megbízhatósági jellemzők ismerete szükséges, amelyek segítségével a berendezések, illetve a berendezésekben működő áramköri egységek megbízhatósági jellemzője meghatározható. Ezen adatok többsége az alkatrészek megbízhatósági vizsgálatainak eredményei alapján határozható meg. Az alkatrészek megbízhatósági adatainak meghatározására és azok gyakorlati felhasználására [1] tanulmányban kaphatunk részletes információt.

Az alkatrész-megbízhatóság jellemzőinek gyakorlati alkalmazását nagymértékben elősegíti az egységes adatközlési rendszer kidolgozása. Ezt a rendszert az MSZ 11 010 — Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése — szabvány [2] foglalja össze. Az MSZ 11 010 szabvány az IEC 319 Publikáció figyelembevételével készült el, így nemzetközileg elfogadott előírásokon alapul. Jelen közleményben áttekintést adunk az MSZ 11 010 szabvány legfontosabb adatközlési formáiról, valamint példákkal igyekszünk megvilágítani az adatközlés gyakorlati felhasználásának legfontosabb területeit. A tanulmány befejező részében összefoglaló ismertetést adunk a megbízhatósági jellemzők közléséhez szükséges gépi adatfeldolgozási eljárásról, amelynek segítségével gyorsan és gazdaságosan szolgáltathatók a megbízhatósági adatok.

1. Az adatközlés általános kérdései

Az alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése kiterjed mind az alkatrész műszaki jellemzőinek ismertetésére, mind az adott környezeti és igénybevételi feltételek mellett végzett vizsgálatok során megfigyelt adatokra és az ezekből származtatott megbízhatósági és stabilitási jellemzőkre. Ennek megfelelően az adatközlés tartalmazza:

— a vizsgált alkatrész műszaki adatait,
— a vizsgálati feltételeket,
— a vizsgálatok során megfigyelt tényadatokat,
— az alkatrészek jellemzőinek változására vonatkozó statisztikát és
— a meghibásodások alapján számított megbízhatósági jellemzőket.

A fenti legfontosabb információk közül különösen az utolsó két adatcsoportot kell kiemelnünk. Az alkatrészek üzemi körülmények közötti felhasználását ugyanis leghatékonyabban az alkatrészek stabilitása és meghibásodása befolyásolja. Ezért mindkét tulajdonságra részletes adatközlést kell szolgáltatni.

Beérkezett: 1975. VI. 16.

2. A vizsgált alkatrész műszaki adatainak közlése

Az alkatrészekre közölt adatoknak természetesen összhangban kell lenniük az alkatrészre vonatkozó termékszabvánnyal és a vizsgálati szabvánnyal. Ennek megfelelően a következőket kell megadni:

— az alkatrész típusát (pl. kristályosszén réteg-ellenállás axiális huzalkivezetéssel),
— az alkatrészre vonatkozó szabvány számát és kiadásának időpontját,
— az alkatrész típusjelét,
— az értékhatárokra és a jellemzőkre vonatkozó információt (pl. a vizsgálat hőmérséklet-határai),
— a gyártót, a gyártás helyét és időpontját,
— a gyártás jellegét (pl. tömeggyártás),
— a vizsgálat jellegét (pl. rendszeres gyártási vizsgálat vagy szűrővizsgálat),
— a mintavétel módját (pl. véletlenszerű mintavétel egy 10 000 db-os tételből; a megbízhatósági vizsgálatok mintavételi terveinek részletes ismertetésével a [3], [4] és [5] tanulmányok, valamint a [6] és [7] szabványok foglalkoznak).

A vizsgált alkatrész műszaki adatainak közlése például az 1. táblázat szerint történhet.

1. táblázat

A vizsgált alkatrész műszaki adatai

Alkatrésztípus: Kristályosszén réteg-ellenállás	A vizsgálat száma: .....
Értékhatárok: 100 ohm—4,7 Mohm	Időpont: .....
A gyártó és a gyártás helye:	A vizsgálati eredmények szolgáltatója: Gyártó MEO
A gyártó típusjele:	A gyártás időpontja: .....
A vonatkozó alkatrészszabvány	A gyártás jellege: tömeggyártás
A mintavétel módja: véletlen mintavétel, exponenciális eloszlás alapján	
A vizsgálat jellege: tartós terhelés vizsgálat	

3. A vizsgálati feltételek leírása

A vizsgálati feltételek felsorolása előtt közölni kell a vizsgálatot elvégző és az eredményeket szolgáltató intézmény megnevezését (pl. a gyártó vállalat minőségellenőrzési osztálya).

A vizsgálati feltételek leírásának a következőket kell tartalmaznia:

— környezeti és igénybevételi feltételek (pl. környezeti hőmérséklet °C-ban kifejezve, villamos igénybevétel a névleges terhelhetőségre vonatkoztatott százalékos értékben megadva),

— a vizsgált alkatrészek névleges értékei és azok vizsgálati darabszáma,

— a mért jellemzők (pl. ellenállásérték) és a mérési feltételek megadása,

— a vizsgálat időtartama és a mérési időpontok (pl. 10 000 órás vizsgálat, mérési időpontok: 0, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10 000 óra).

A vizsgálati feltételek leírása például a 2. táblázat szerint valósítható meg.

2. táblázat

Vizsgálati feltételek

A vizsgált alkatrészek névleges értékei: 0,25 W 100 ohm, 10 kohm, 1 Mohm	A vizsgálat megkezdésének és befejezésének időpontja: .....
A vonatkozó vizsgálati előírások:	A vizsgálati igénybevételek: 40 °C környezeti hőmérséklet, névleges villamos terhelés
A meghibásodási kritériumok: a 2%, 5% és 10%-nál nagyobb ellenállásváltozás, teljes meghibásodás	

4. A vizsgálat során megfigyelt tényadatok közlése

A vizsgálat során megfigyelt alkatrész-jellemzők változását leíró adatok ismertetését az 5. pontban tárgyaljuk. Ezen túlmenően a következő adatokat szükséges közölni:

— a megfigyelt meghibásodások számát vizsgálati feltételenként osztályozva,

— az értékelés során figyelembe nem vett alkatrészek számát, például a jellemzők változására vonatkozó adatok közlésénél a katasztrofális meghibásodások számát vagy a kiugró változást mutató alkatrészek számát,

— a meghibásodási időpontokat,

— a vizsgálat alatt előfordult különleges eseményeket,

— meghibásodási mechanizmusokat,

— az elhagyott vizsgálati eredményeket és elhagyásuk okát.

A vizsgálat során megfigyelt adatok közlése a 3. táblázat szerint történhet.

3. táblázat

A vizsgálat során megfigyelt adatok

A vizsgálat időtartama	A vizsgált alkatrészek összes száma	Összes meghibásodások száma			
		Meghibásodási mód: $\Delta R/R$ meghaladja a következő értéket			teljes meghibásodások
		2%	5%	10%	
10 000 óra	100	4	2	1	1

5. Az alkatrészek jellemzőinek változására vonatkozó adatok

Az alkatrészek jellemzőinek változása a működési idő és az igénybevételek függvényében hasznos információt nyújt a berendezés tervezőinek arra vonatkozóan, hogy milyen feltételek mellett használhatja fel a vizsgált alkatrészt és annak milyen üzemeltetési megbízhatóságával számolhat.

Ezért szükséges az alkatrész-jellemző változására a részletes és áttekinthető adatközlés. Az alkatrész legfontosabb villamos jellemzőinek változása grafikus és numerikus módszerekkel írható le. Mindkét módszer azon alapszik, hogy rendelkezésre állnak az egyes t mérési időpontokban az alkatrész-jellemzőkre vonatkozó mért adatok, amelyeket jelöljünk az n elemű vizsgálati minta i-edik elemére $R_i(t)$-vel. Az $R_i(t)$-k (például $t=0$, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10 000 óra értékekre) ténylegesen megfigyelt értékei, vagy pedig az azokból származtatott relatív százalékos változások:

$$x_i(t)=\frac{R_i(t)-R_i(0)}{R_i(0)}\cdot 100 \quad (i=1, 2, \ldots, n),$$

azaz a kezdeti mérési eredményre vonatkoztatott százalékos változások alapján történik az alkatrész-jellemzők változására vonatkozó adatközlés. Például ellenállások esetében az $x_i(t)$ értékek alapján célszerű megadni a stabilitási adatokra vonatkozó információt.

Az időbeli változáson túlmenően meg kell adni a különböző igénybevételi szintek hatását is az alkatrész-jellemző változására.

Például ellenállások esetében az ellenállásérték idő-, környezeti hőmérséklet- és villamos terhelés függvényében történő változását stabilitási diagramokkal lehet megadni [1].

5.1. Grafikus módszerek

Az alkatrészek jellemzőinek változását azért célszerű grafikus módszerekkel közölni, mert szemléletes képet adnak az alkatrészek megbízhatóságára és stabilitására. A diagramok információt nyújtanak a mérési eredmények eloszlására és lehetővé teszik az eloszlás típusának és az eloszlás statisztikai jellemzőinek kiszámítását.

A diagramok alapján meghatározható a jellemzők idő szerinti függvénye is. A leghasználatosabb grafikus módszerek a következők:

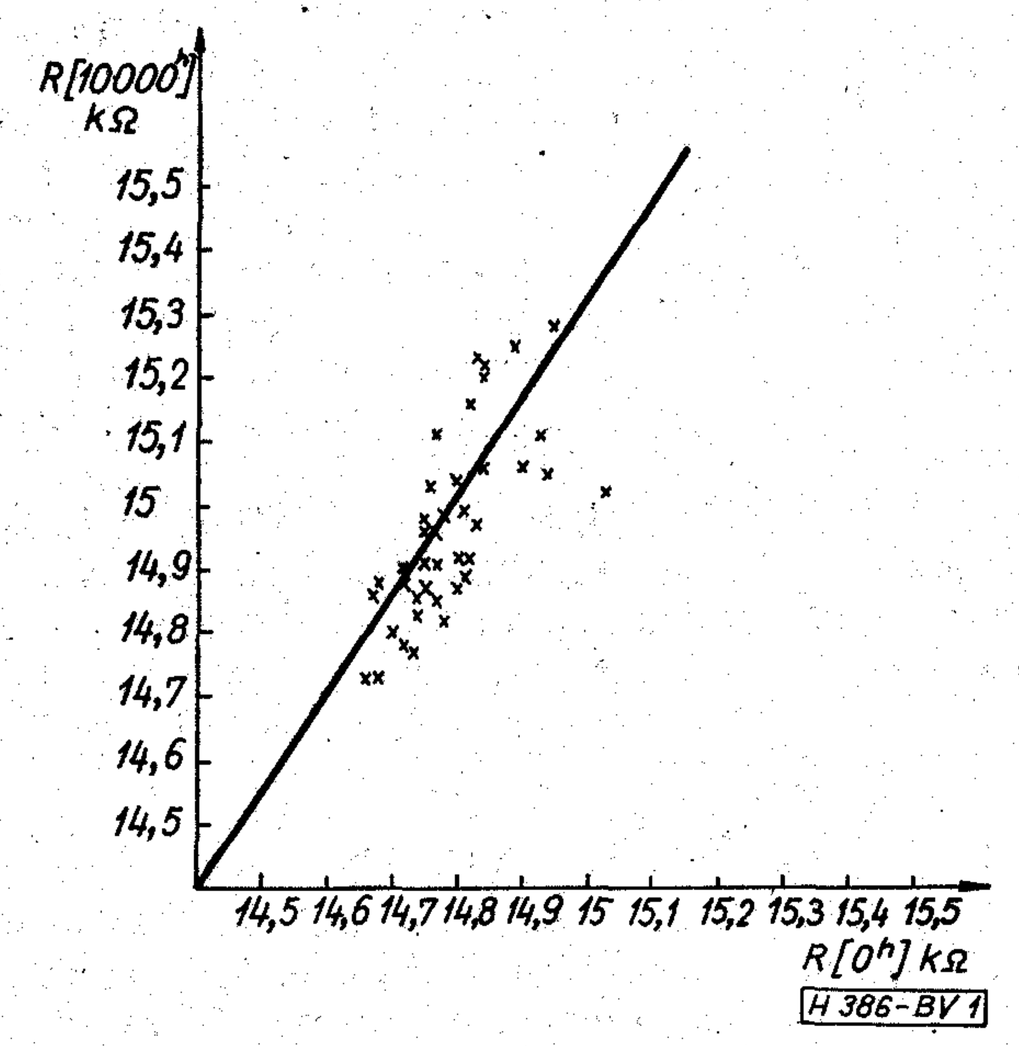
— szóródási diagram,

— valószínűségi háló diagram (valószínűségi papír),

— százalékos diagram.

5.1.1 A szóródási diagram

A szóródási diagram az egyes alkatrészek vizsgálat befejezése után mért értékeit ábrázolja a vizsgálat megkezdésekor mért értékek függvényében. Az 1. ábrán látható példa azt mutatja, hogy a vizsgált minta összes elemére vonatkozó megfigyelések ugyan rendelkezésre állnak, azonban nagyobb számú mintanagyság esetén nem áttekinthető ez az ábrázolási forma. Hátrányaként említendő meg, hogy mind az



1. ábra. Szóródási diagram

időfüggvényre, mind a jellemző eloszlására igen kevés információt nyújt. Ezért ennek a módszernek gyakorlati alkalmazása csak egyes esetekben célszerű, főként rövid idejű vizsgálatok és kis vizsgálati darabszámok esetében.

5.1.2 A valószínűségi háló diagram

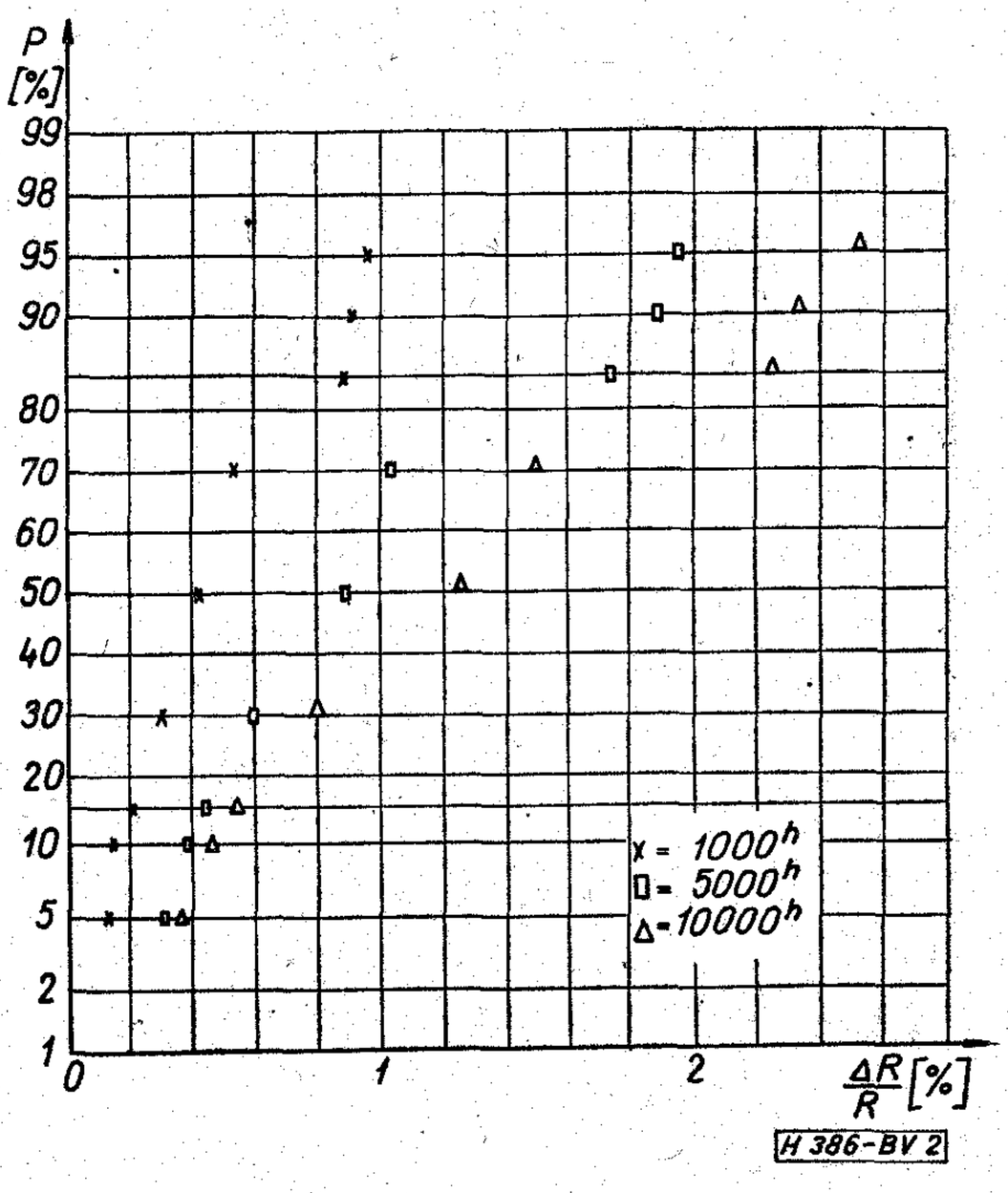
A valószínűségi háló diagramon a vizsgált alkatrész-jellemző, illetve annak relatív változása, tapasztalati kumulatív eloszlása ábrázolható valamilyen ismertnek feltételezett valószínűségi eloszlástípus esetében.

A gyakorlatban leghasználatosabb az ún. Gauss-papír, amelynek abszcisszája lineáris skálabeosztású (normális eloszlás) vagy logaritmikus beosztású (log-normális eloszlás), ordinátája pedig a standardizált normális eloszlás eloszlásfüggvényének táblázatos értékei szerint meghatározott skálabeosztással rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy a tapasztalati adatok ábrázolása során akkor kapunk egyenest, ha az alkatrész-jellemzők eloszlása jól közelíthető normális (vagy log-normális) eloszlással.

A diagram elkészítése a következőképpen történik: Az adott időpontban megfigyelt mérési eredményeket vagy azokból származtatott relatív százalékos eltéréseket nagyság szerinti sorrendben rendezzük el. Ha a vizsgált minta nagyságát n jelöli és k jelenti a nagyság szerinti sorrendben a k-adik megfigyelés sorszámát, akkor az adott k értékhez tartozó P tapasztalati valószínűség %-ban kifejezett értéke a következőképpen számítható ki:

$$P=\frac{100}{n}\left(k-\frac{1}{2}\right) \quad (k=1, 2, \ldots, n). \qquad (1)$$

Például, ha $n=50$ elemű mintát vizsgálunk és az erre vonatkozó mérési eredményeket nagyság szerinti sorrendben elhelyezzük, akkor a legkisebb mért értékhez ($k=1$) a $P=\frac{100}{50}\left(1-\frac{1}{2}\right)=1\%$-os pont, a második legkisebb mért értékhez ($k=2$) a $P=\frac{100}{50}\cdot\left(2-\frac{1}{2}\right)=3\%$-os pont, a 10-edik legkisebb értékhez ($k=10$) a $P=\frac{100}{50}\left(10-\frac{1}{2}\right)=19\%$-os pont tartozik. Így a mért értékeket az abszcisszán ábrázolva, a hozzájuk tartozó függvényértékeket pedig az (1) képlet szerint kiszámítva és ábrázolva, megszerkeszthető a valószínűségi háló diagram. A 2. ábrán látható példa a valószínűségi háló diagramra. A valószínűségi háló diagramon több mérési időpontban megfigyelt tapasztalati eloszlás is ábrázolható, azonban ebben az esetben előfordulhat, hogy az egyes időpontokhoz tartozó eloszlás-görbék metszik egymást. A Gauss-papíron történő ábrázolás megmutatja azt is, hogy a tényleges eloszlás milyen mértékben tér el a normális eloszlástól. Az eljárás előnye, hogy minden mintanagyság esetében alkalmazható, azonban természetesen az egyes alkatrészek mérési eredményei nem azonosíthatóak.



2. ábra. Valószínűségi háló diagram

5.1.3 Százalékos diagram

A százalékos diagram a vizsgálati idő függvényében megadja, hogy a vizsgált minta előre megadott P százaléka milyen mért értéknél vagy milyen relatív változásnál kisebb. A százalékos diagramot a következő P értékekre célszerű megszerkeszteni: $P=5$, 10, 15, 50, 85, 90 és 95%.

A százalékos diagram elkészítése a következőképpen történik:

Minden mérési időpontban a megfigyelt mérési értékeket vagy relatív változásokat nagyság szerinti sorrendben helyezzük el. Meghatározzuk, hogy adott

P értékhez milyen k sorszám tartozik a következő képletet felhasználva:

$$k=\frac{nP}{100}+\frac{1}{2}, \qquad (2)$$

ahol n a mintanagyság.

Meghatározzuk, hogy a (2)-ből kapott k értékhez milyen mért érték vagy relatív változás tartozik és ezt ábrázoljuk az egyes mérési időpontokban, majd az azonos P értékekhez tartozó pontokat összekötve megkapjuk a százalékos diagram P%-os időfüggvényét.

A különböző P értékekhez tartozó görbék serege pedig a 3. ábrán látható százalékos diagramot adja.

Példaként számítsuk ki $n=50$ mintanagyság esetén a $P=5$, 10, 15, 50, 85, 90 és 95%-os értékekhez tartozó k értékeket. (2)-ből $P=5$-re:

$$k=\frac{50\cdot 5}{100}+\frac{1}{2}=3; \qquad P=10\text{-re:}\quad k=\frac{50\cdot 10}{100}+\frac{1}{2}=5{,}5$$

és így tovább. A számítások eredménye a következőképpen foglalható össze:

$P=$	5	10	15	50	85	90	95%
$k=$	3	5,5	8	25,5	43	45,5	48

Ez azt jelenti, hogy például a $P=5$%-os görbe megszerkesztéséhez a 3. legkisebb mért értéket kell ábrázolni minden mérési időpontban, a $P=95$%-os görbénél pedig a 48. értéket kell felvenni a diagramra. Látható, hogy egyes esetekben a sorszám nem egész szám, ekkor lineáris interpolációt kell végezni a két szomszédos érték között a következőképpen: a $P=10$%-os értékhez $k=5{,}5$ sorszám tartozik, legyen például ellenállásváltozást vizsgálva az 5. legkisebb változás 1,2%, a 6. legkisebb változás pedig 1,8%, ekkor a $k=5{,}5$ sorszámhoz a következő ellenállásértéket rendeljük: $1{,}2+(1{,}8-1{,}2)0{,}5=\frac{1{,}2+1{,}8}{2}=$ $=1{,}5$%, ami azt jelenti, hogy a vizsgált minta 10%-a az adott időpontban 1,5%-nál kisebb ellenállásváltozást ért el. Általában, ha a (2) képlet alapján számított k érték $k=k'+\alpha$ alakú, ahol k' egész szám és $0<\alpha<1$, akkor k-hoz tartozó x_k érték a következőképpen számítható:

$$x_k=x_{k'}+(x_{k'+1}-x_{k'})\alpha.$$

A módszer jól alkalmazható adott időszakban az időbeli folytonos változások közlésére. Alkalmazható minden, legalább 10 elemű minta esetében. A szerkesztési eljárásból következően a különböző P% értékekhez tartozó görbék nem metszhetik egymást.

A vizsgált jellemző adott időpontbeli eloszlásának alakja becsülhető a görbék közötti relatív távolságokból. Ha szükséges, az eredmények egyes fontos mérési időpontokban valószínűségi háló diagramon újra ábrázolhatók, amely a 2. ábrán bemutatott módszer előnyével jár együtt. Megjegyzendő, hogy azért célszerű az előbbiekben említett P értékekre megszerkeszteni a diagramot, mert ezek az értékek a normális eloszlás jellemző pontjait adják, így az ábrázolást megkönnyítik. Például a $P=50$%-os pont normális eloszlás esetében az átlaghoz tartozik, a $P=15$%, illetve 85%-os pont pedig az átlagos $\mp$ szórás értéknek felel meg.

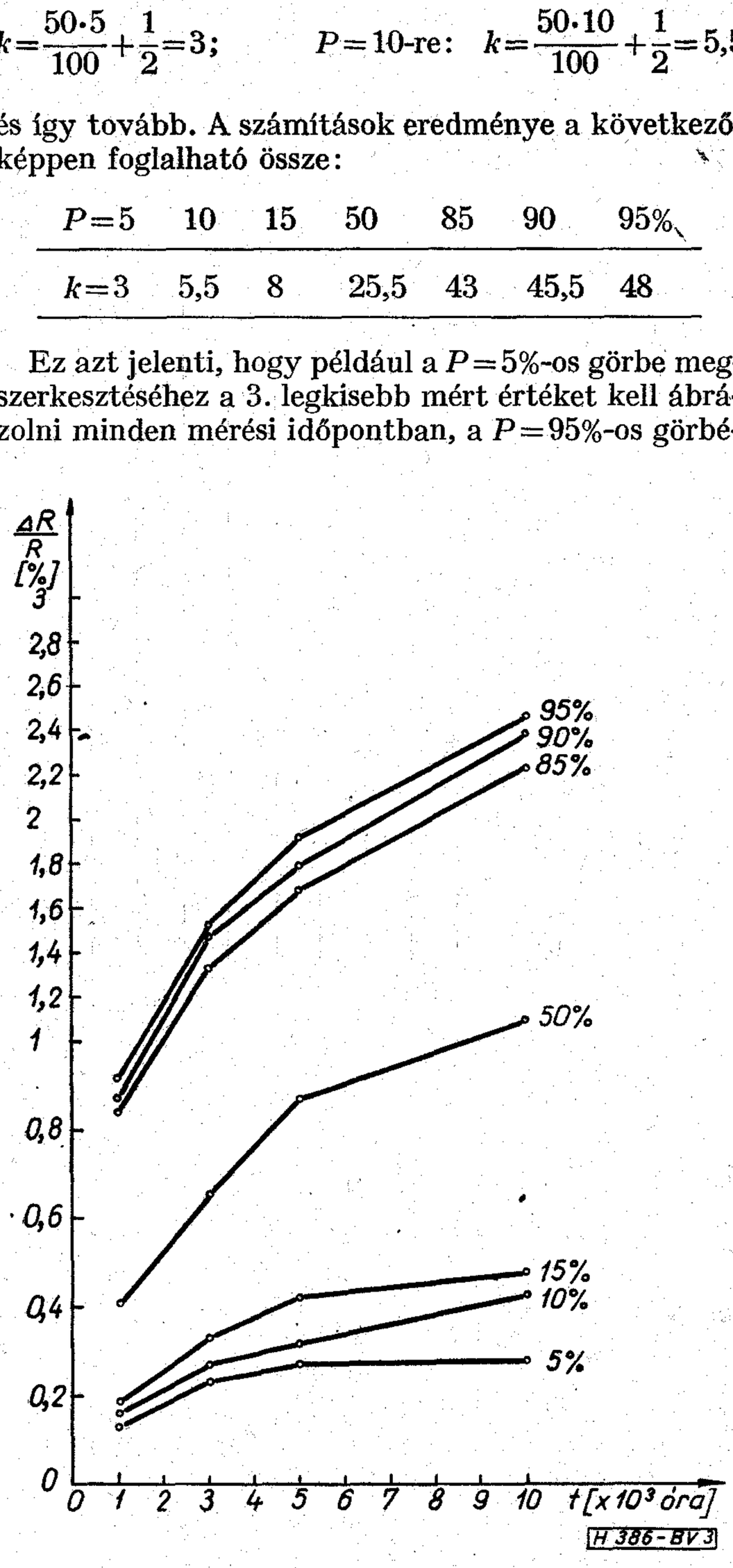
A százalékos diagramból a berendezést tervező mérnök meghatározhatja a vizsgált alkatrész stabilitását az idő függvényében és ezt figyelembe veheti az áramkörtervezés során. Ezen túlmenően a görbéből becsülhető az előírt meghibásodási kritériumnak megfelelő

$$\frac{\text{meghibásodási százalék}}{\text{idő}} \approx \text{meghibásodási ráta érték is.}$$

Például, ha az ellenállásváltozásra előírt megengedett tűréshatár +2%, akkor a százalékos diagramból leolvasható, hogy a $P=95$%-os görbe milyen t időpontban éri el ezt a 2%-os ellenállásváltozás értéket. Ekkor a vizsgált mintának 5%-a ($100-P=100-95=$ $=5$) van az előírt tűréshatáron kívül, így a meghibásodási százalék=5, tehát a meghibásodási ráta közelítő értéke: $\frac{0{,}05}{t}$. Ha $t=10\,000$ óra, akkor a

$$\text{meghibásodási ráta: } \frac{0{,}05}{10\,000}=5\cdot 10^{-6}/\text{óra}.$$

A százalékos diagram fent említett tulajdonságaiból adódik, hogy a grafikus eljárások közül ez a gyakorlatban legalkalmasabb módszer a stabilitási adatok közlésére.



3. ábra. Százalékos diagram

5.2 Numerikus módszerek

A nagy vizsgálati darabszámú minták megbízhatósági adatainak feldolgozása és értékelése korszerű mérési

módszerekkel és elektronikus számítógépek alkalmazásával végezhető el. Ezek az eljárások szükségszerűen megkövetelik a numerikus módszerek alkalmazását. A numerikus értékelési és adatközlési módszerek alkalmazása során — a grafikus módszerekhez hasonlóan — az egyes mérési időpontokban megfigyelt alkatrész-jellemző értékeknek vagy azok változásának értékét kell alapadatnak tekinteni.

5.2.1 Csoportosított gyakoriság-eloszlás táblázatok

A csoportosított gyakoriság-eloszlás táblázatok mérési időpontonként megadják a jellemző vagy annak változásának értékeit osztályközök szerint csoportosítva, azaz a táblázatokban megadjuk, hogy egyes értékhatárok között hány darab megfigyelt érték található. Az osztályközök számát 5—10 értékben célszerű megválasztani. A 4. táblázatban láthatunk példát a csoportosított gyakoriság-eloszlás táblázatokra.

A csoportosított gyakoriság-eloszlás táblázat és a százalékos diagram hasonló adatközlési módszernek tekinthető, azzal a különbséggel, hogy a százalékos értékek *minden* vizsgálatra egységesen előre megválaszthatóak, a csoportosítási osztályközök határainak és szélességének megválasztása azonban mindig függ az adott vizsgálattól. A 7. pontban a gépi adatfeldolgozásra vonatkozó példa ismertetésénél ugyan egységes osztályközöket választottunk meg, azonban ez egyes esetekben túlméretezett adatfeldolgozást eredményezhet.

5.2.2 Statisztikai jellemzők

Sok esetben hasznosnak bizonyulhat a statisztikai jellemzők kiszámítása. Ezek közül legfontosabbak a következők: a minta átlaga és tapasztalati szórása, azaz, ha x_i jelenti az i-edik alkatrészen mért értéket vagy relatív változást, a minta elemszáma pedig n, akkor az átlag

$$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i \qquad (3)$$

és a tapasztalati szórás pedig

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i^2-n\bar{x}^2}{n-1}}. \qquad (4)$$

Ha kiesők fordulnak elő a mintában, akkor azokat meghatározott kritériumnak megfelelően ki kell venni az értékelésből, a kivett értékeket fel kell tüntetni és számukat meg kell adni az eredmények közlésénél. Az 5. táblázatban láthatunk példát a statisztikai jellemzők közlésére vonatkozóan.

4. táblázat

Csoportosított gyakoriság eloszlás

Százalékos ellenállásváltozás tartomány	Százalékos ellenállásváltozás				
	500	1000	2000	5000	10 000
Kisebb, mint 0	0	0	0	0	0
0—0,2	15	6	1	0	0
0,2—0,4	16	13	8	5	3
0,4—0,6	4	11	8	7	5
0,6—0,8	5	3	8	7	5
0,8—1,0	0	7	5	5	4
1,0—1,2	0	0	3	6	3
1,2—1,4	0	0	1	2	7
1,4—1,6	0	0	5	1	3
1,6—1,8	0	0	1	3	2
1,8—2,0	0	0	0	3	1
Nagyobb, mint 2	0	0	0	1	7
Összesen	40	40	40	40	40

5. táblázat

A jellemző változására vonatkozó statisztikai adatok közlése

Vizsgálati órák:	500	1000	2000	5000	10 000
Mintanagyság:	40	40	40	40	40
Százalékos ellenállásváltozás átlaga:	0,29	0,454	0,76	0,942	1,223
Százalékos ellenállásváltozás szórása:	0,19	0,254	0,417	0,517	0,679
2% ellenállásváltozást meghaladó alkatrészek száma:	0	0	0	1	7
Katasztrofális teljes meghibásodások:	0	0	0	0	0

6. A meghibásodási rátákra vonatkozó adatok közlése

A megbízhatósági adatok közlése az alkatrész-jellemzők változásán túlmenően kiterjed a megbízhatósági jellemzők értékeinek ismertetésére. Ezek közül legismertebb a meghibásodási ráta. A meghibásodási ráta adatok közlése során meg kell határozni a következő értékeket:

— a meghibásodási kritériumokat,

— a meghibásodási ráta megfigyelt és becsült értékét,

— az igénybevételek hatását.

A meghibásodási ráta helyett más mennyiségi jellemző is megadható, például az átlagos tényleges működés (működési idő), az átlagos élettartam, a tájékoztató élettartam (γ%-os élettartam) stb.

6.1 A meghibásodási kritériumok

A jellemzők megengedett változására vonatkozó kritériumokat a részletes információszolgáltatás érdekében mindig meg kell adni. Célszerű egy szigorú (nagy megbízhatósági követelményt jelentő), egy közepes (közepes megbízhatóságot reprezentáló) és egy enyhe (kisebb megbízhatósági követelményt teljesítő) meghibásodási kritériumot meghatározni. Ezekre és a teljes meghibásodásokra vonatkozóan kell a megbízhatósági jellemzőket közölni.

6.2 A meghibásodási ráta

A meghibásodási ráta értékek közlését a működési idő eloszlásának ismeretében kell elvégezni. Rendszerint feltételezik, hogy ez az eloszlás exponenciális eloszlás, így a meghibásodási ráta állandó. Ez esetben közölni kell a meghibásodási ráta megfigyelt értékét vagy pont-becslését [1], amelyet az adott időtartam alatt bekövetkezett meghibásodások számának és az alkatrészeken megfigyelt működési idők összegének hányadosa határoz meg. Ezt az értéket mindig adott időtartamra vonatkozóan ajánlatos közölni. Például: 1×10^{-6}/óra 10 000 órára vonatkoztatva. A meghibásodási ráta pont-becslésén túlmenően közölni kell a felső konfidencia határt, azaz az ún. becsült értéket is, amely a chi-négyzet eloszlás táblázatából számított értéknek és az összes működési időnek hányadosa [1]. Ezt az értéket 60%-os és 90%-os konfidencia szintre vonatkozóan szokásos megadni.

Ha a működési idő eloszlása nem exponenciális, akkor az eloszlásfüggvény paramétereit is közölni kell.

A meghibásodási ráta adatot mindig az előírt igénybevételi szintekkel együtt kell megadni. A meghibásodási ráta függ az igénybevétel módjától és nagyságától, ezért nagyon fontos a meghibásodási ráta és az igénybevétel közötti összefüggések ismerete. Erre közöl példát többek között az [1]tanulmány.

A meghibásodási ráta adatok közlésére ismertet példát a 6. táblázat.

6. táblázat

Meghibásodási ráta adatok

A feltételezett működési idő-eloszlás exponenciális

Meghibásodási ráták 10^{-6}/óra egységben		Meghibásodási mód: százalékos ellenállásváltozás meghaladja a			Teljes meghibásodások
		2%	5%	10%-ot	
Megfigyelt érték:		18,82	0	0	0
Becsült %-os felső konfidencia határ egyoldali intervallumra	60%	22,68	2,371	2,371	2,371
	90%	31,64	5,758	5,758	5,758
A becsült meghibásodási ráta érvényességi időtartam		10 000 óra			
Tájékoztató élettartam		2660	21 100	21 100	21 100

7. A megbízhatósági adatok gépi feldolgozása

A nagy vizsgálati adatmennyiség korszerű és gazdaságos feldolgozása elektronikus számítógépek alkalmazását teszi szükségessé. A következőkben vázlatosan ismertetjük a Magyar Híradástechnikai Egyesülés ICL—4/50 számítógépére kidolgozott, FORTRAN programnyelven írt gépi programot, ellenállások megbízhatósági vizsgálatai során kapott eredmények feldolgozási példájával illusztrálva.

7.1 Tényadatok és számítandó megbízhatósági jellemzők

Az ellenállások megbízhatósági vizsgálata során a méréses eredmények az ellenállásérték különböző mérési időpontokban megfigyelt értékére vonatkoznak. Ezért tényadatként az $R_i(t_j)$ értékek tekintendők, azaz az n elemű vizsgált minta i-edik darabjának t_j időpontban mért értékei, $t_j=0$, 100, 250, 500, 1000, 2000 óra ... stb. Ezekből számítandók a következő értékek:

— stabilitási adatok,

— az egyes alkatrészekre a kezdeti értékre vonatkoztatott $x_i(t_j)$ százalékos relatív ellenállásváltozás:

$$x_i(t_j)=\frac{R_i(t_j)-R_i(0)}{R_i(0)}$$

— a változások $\bar{x}(t_j)$ átlaga (3) képlet alapján számítva,

— a változások $S(t_j)$ szórása (4) képlet alapján számítva,

— a változások eloszlására jellemző $\bar{x}(t_j)\pm kS(t_j)$ ($k=1$, 2, 3) értékek, valamint az ezen értékek közé eső elemek darabszáma,

— a százalékos diagram meghatározásához szükséges pontok kiszámítása a (2) képlet alapján $P=5$, 10, 15, 50, 85, 90 és 95% értékekre,

— a csoportos gyakoriság-eloszlás táblázat összeállítása előre megadott osztályközökre,

— a stabilitási adatok feldolgozása során kiegészítő információként feldolgozzuk a vizsgálat megkezdése előtt az ellenállásokon mért nonlinearitási értékeket is,

— meghibásodási ráta-adatok,

— meghibásodások száma, az egyes mérési időpontokban meghibásodási kritériumok szerinti bontásban,

— a meghibásodási ráta megfigyelt értéke az egyes mérési időpontokban (pont-becslése) meghibásodási kritériumok szerinti bontásban,

— a meghibásodási ráta becsült értéke (felső konfidencia határa) az egyes mérési időpontokban, 60, 90 és 95%-os, konfidencia szinten, meghibásodási kritériumok szerint,

— a 95%-os tájékoztató élettartam kiszámítása a fenti adatokból a $t_{95}=\frac{0{,}05}{\lambda}$; ($\lambda$ a meghibásodási ráta) képlet alapján.

7.2 A program működése

A program folyamatábrája a 4. ábrán látható. A programmal kapcsolatos legfontosabb megjegyzések a következőkben foglhatók össze:

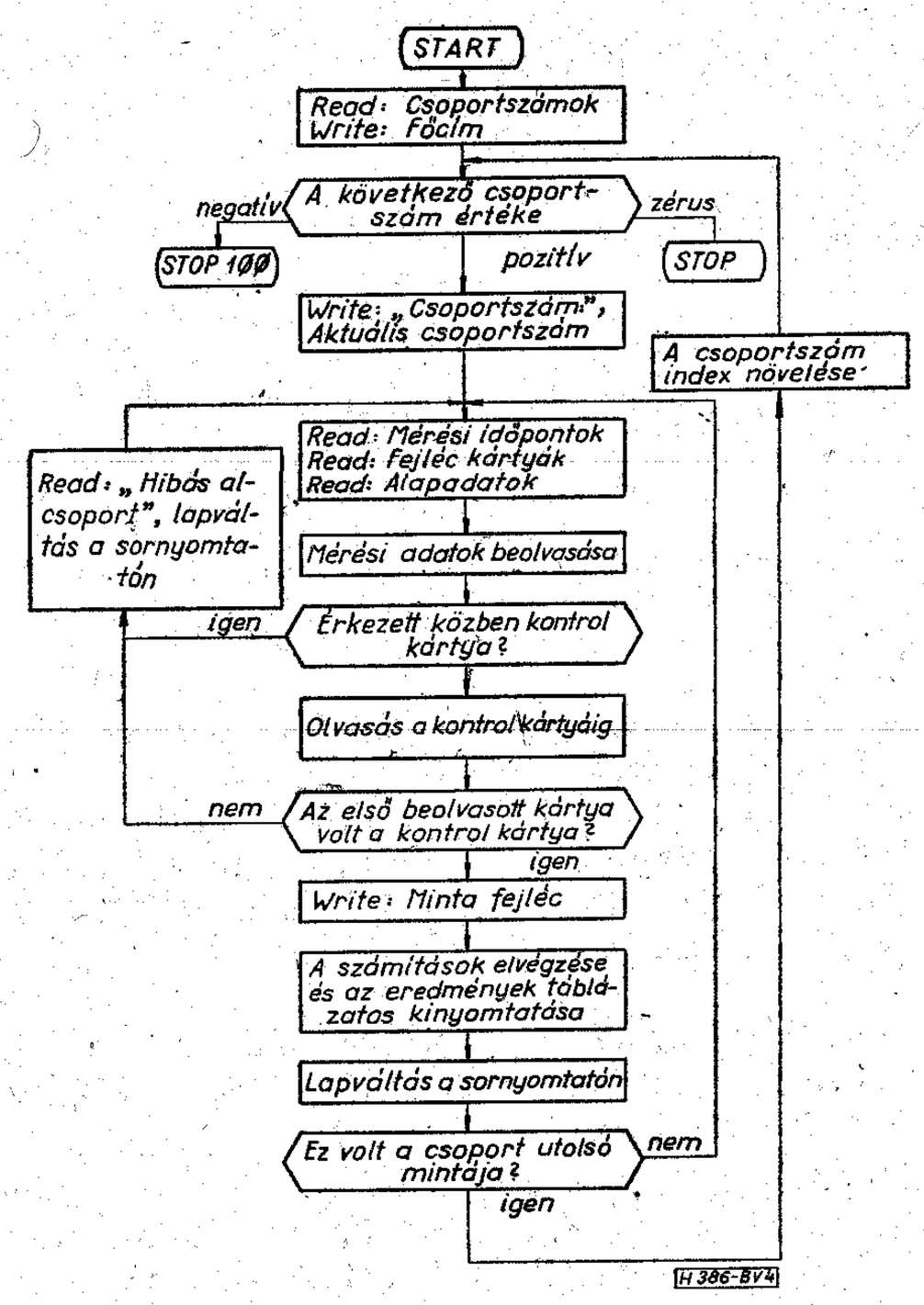
A megbízhatósági vizsgálat során a mintákból csoportokat hozunk létre, amelyeket számmal különböztetünk meg egymástól.

A program felépítése ennek megfelelően egyrészt a csoportokra, másrészt a mintákra ciklikus. Ez a szervezés jól látható a 4. ábrán.

A mérési eredményeket kartonokra jegyzik, ahonnan kártyákra lyukasztják. A számológép ezeket a kártyákat olvassa be és dolgozza fel.

A számított eredmények azonosíthatósága érdekében egy-egy adatcsoport előtt ki kell nyomtatni az

4. ábra. A program blokkvázlata



aktuális csoportszámot, valamint a mintafejlécet. A mintafejléc első sora az alábbiakat tartalmazza: Az ellenállás típusa, névleges értéke, tűréshatára, névleges terhelhetősége. Az 5. ábrán látható példában ezek helyett az általános „SZÉNRÉTEGELLENÁLLÁS" szerepel. A második sor a vonatkozó kartonok sorszámait, valamint a minta ellenállásainak darabszámát tartalmazza, míg a harmadik a vizsgálati feltételt (hőmérséklet, igénybevétel).

A program a 7.1 pontban felsorolt számításokat végzi el, az eredményeket az 5. ábrán látható, az alábbiakban ismertetendő táblázatokban nyomtatja ki:

— *relatív eltérések táblázat:* az $x_i(t_j)$ értékeket tartalmazza, az alkatrész sorszámának feltüntetésével mérési időpontonként. Amennyiben a mérési időpontok száma nem haladja meg a tizet, a táblázat több oszlopból épül fel, így a papírfogyasztás csökken. E táblázat tartalmazza még a nonlinearitási index értékeket is.

5. ábra. A megbízhatósági vizsgálati adatok kiértékelése

CSOPORTSZAM: 10

A VIZSGALT ELLENALLAS ADATAI: SZENRETEGELLENALLAS
KARTONSZAM: 27-28 DARABSZAM: 40
VIZSGALATI FELTETEL:125 CELSIUS FOK MELEG RAKTAROZAS

A RELATIV ELTERESEK (DR/RO):

SOR- SZAM	NON- LIN	1000	2000	ORA 5000	10000	0
1	119,78	0,330	0,566	0,715	0,958	*******
2	124,51	0,409	0,651	0,872	1,060	*******
3	128,85	0,237	0,413	0,535	0,555	*******
4	126,15	0,655	1,074	1,324	1,615	*******
5	130,59	0,285	0,529	0,630	0,786	*******
6	123,65	0,448	0,747	0,958	1,250	*******
7	124,81	0,299	0,497	0,585	0,680	*******
8	116,85	0,250	0,398	0,486	0,527	*******
9	122,87	0,866	1,401	1,787	2,260	*******
10	124,81	0,461	0,806	1,023	1,369	*******
11	130,59	0,413	0,705	0,867	1,091	*******
12	119,95	0,957	1,550	1,947	2,426	*******
13	120,50	0,428	0,797	1,004	1,212	*******
14	117,63	0,533	0,830	1,033	1,235	*******
15	118,79	0,328	0,522	0,589	0,797	*******
16	130,83	0,163	0,272	0,300	0,354	*******
17	121,71	0,338	0,609	0,731	0,955	*******
18	122,63	0,711	1,179	1,416	1,815	*******
19	117,91	0,918	1,478	1,795	2,355	*******
20	129,15	0,360	0,604	0,733	1,093	*******
21	126,52	0,162	0,271	0,433	1,428	*******
22	126,52	0,450	0,790	0,988	1,254	*******
23	113,09	0,492	0,862	1,044	1,469	*******
24	125,80	0,217	0,359	0,454	0,617	*******
25	126,91	0,204	0,333	0,428	0,428	*******
26	130,59	0,129	0,190	0,237	0,237	*******
27	116,61	0,998	1,671	2,029	2,669	*******
28	118,19	0,903	1,509	1,906	2,532	*******
29	123,65	0,535	0,949	1,193	1,552	*******
30	122,63	0,372	0,581	0,716	0,818	*******
31	129,89	0,136	0,239	0,321	0,471	*******
32	118,19	0,298	0,488	0,604	0,841	*******
33	123,93	0,474	0,827	1,003	1,355	*******
34	125,80	0,189	0,345	0,392	0,453	*******
35	126,91	0,873	1,490	1,873	2,363	*******
36	130,35	0,436	0,694	0,912	1,307	*******
37	126,91	0,135	0,243	0,277	0,277	*******
38	128,85	0,304	0,546	0,668	0,668	*******
39	117,91	0,612	1,005	1,204	1,603	*******
40	116,61	0,836	1,384	1,685	2,206	*******
41	*******	*******	*******	*******	*******	*******
42	*******	*******	*******	*******	*******	*******

MERESI IDOPONT	ATLAG (XA)	SZORAS (SZ)	(XA-3SZ)-(XA+3SZ)	(XA-2SZ)-(XA+2SZ)	(XA-SZ)-(XA+SZ)		A SZAZALEKOS DIAGRAM ADATAI: 5%	10%	15%	50%	85%	90%	95%
			INTERVALLUMOKBA ESO ALKATRESZEK SZAMA										
NONLIN	123,710	4,853	(109,151)-(138,269)	40|(114,004)-(133,416)	39|(118,857)-(128,563)	21	116,609	116,854	117,908	123,928	129,147	130,350	130,588
1000	0,454	0,254	(-0,309)-(1,216)	40|(-0,055)-(0,962)	39|(0,199)-(0,708)	26	0,135	0,162	0,189	0,409	0,836	0,873	0,918
2000	0,760	0,417	(-0,493)-(2,012)	40|(-0,075)-(1,595)	39|(0,342)-(1,177)	26	0,239	0,271	0,333	0,651	1,384	1,478	1,509
5000	0,942	0,517	(-0,609)-(2,494)	40|(-0,092)-(1,977)	39|(0,425)-(1,460)	28	0,277	0,321	0,428	0,867	1,685	1,795	1,906
10000	1,223	0,679	(-0,814)-(3,261)	40|(-0,135)-(2,582)	39|(0,544)-(1,903)	26	0,277	0,428	0,471	1,093	2,206	2,355	2,426

AZ ATLAG ES A SZORAS SZAMITASANAL FIGYELEMBE NEM VETT ALKATRESZEK:

	SORSZAM	ERTEK
NONLINEARITAS:		
1000 ORAS MERES:		
2000 ORAS MERES:		
5000 ORAS MERES:		
10000 ORAS MERES:		

GYAKORISAGELOSZLASI TABLAZAT

NONLINEARITAS	80	83	86	89	92	95	98	101	104	107	110	113	116	119	122	125	128	131	134	137	140	143	146	149	152	155	158	(DB)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	4	9	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10,0	-9,0	-8,0	-7,0	-6,0	-5,0	-4,0	-3,0	-2,0	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1000 ORAS MERES:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13	11	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000 ORAS MERES:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	8	8	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5000 ORAS MERES:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	7	5	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10000 ORAS MERES:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5	4	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0

ORA	MEGHIBASODASI KRITERIUM	HIBAS ALKATRESZEK SZAMA	PONTBECSLESE	A MEGHIBASODASI RATA 60SZAZALEKOS FELSO KONFIDENCIA HATARA	90SZAZALEKOS	95SZAZALEKOS	TAJEKOZTATO ELETTARTAM
1000							
	2 SZAZALEK	0	0,0000E 00	2,3712E-05	5,7575E-05	7,4900E-05	2108,59
	5 SZAZALEK	0	0,0000E 00	2,3712E-05	5,7575E-05	7,4900E-05	2108,59
	10 SZAZALEK	0	0,0000E 00	2,3712E-05	5,7575E-05	7,4900E-05	2108,59
TELJ.	TONKREMENES	0	0,0000E 00	2,3712E-05	5,7575E-05	7,4900E-05	2108,59
2000							
	2 SZAZALEK	0	0,0000E 00	1,1856E-05	2,8788E-05	3,7450E-05	4217,18
	5 SZAZALEK	0	0,0000E 00	1,1856E-05	2,8788E-05	3,7450E-05	4217,18
	10 SZAZALEK	0	0,0000E 00	1,1856E-05	2,8788E-05	3,7450E-05	4217,18
TELJ.	TONKREMENES	0	0,0000E 00	1,1856E-05	2,8788E-05	3,7450E-05	4217,18
5000							
	2 SZAZALEK	1	5,0378E-06	1,0348E-05	1,9597E-05	2,3899E-05	9925,00
	5 SZAZALEK	0	0,0000E 00	4,7425E-06	1,1515E-05	1,4980E-05	10542,96
	10 SZAZALEK	0	0,0000E 00	4,7425E-06	1,1515E-05	1,4980E-05	10542,96
TELJ.	TONKREMENES	0	0,0000E 00	4,7425E-06	1,1515E-05	1,4980E-05	10542,96
10000							
	2 SZAZALEK	7	1,8494E-05	2,2296E-05	3,1099E-05	3,4737E-05	2703,57
	5 SZAZALEK	0	0,0000E 00	2,3712E-06	5,7575E-06	7,4900E-06	21085,93
	10 SZAZALEK	0	0,0000E 00	2,3712E-06	5,7575E-06	7,4900E-06	21085,93
TELJ.	TONKREMENES	0	0,0000E 00	2,3712E-06	5,7575E-06	7,4900E-06	21085,93

H 386-BV5

— *stabilitási adatok táblázat:* mérési időpontonként tartalmazza a következő jellemzőket: átlag, szórás, az eloszlásra jellemző $\bar{x}(t_j) \pm kS(t_j)$ ($k=1, 2, 3$) értékek, és az ezen értékek közé eső elemek darabszáma, valamint a százalékos diagram.

— *kieső elemek táblázata:* az átlag és a szórás számításánál a nagyon nagy változást mutató elemeket bizonyos kritérium alapján elhagyjuk. Ezen alkatrészek sorszáma és értéke szerepel ebben a táblázatban a mérési időpont feltüntetésével.

— *gyakoriságeloszlási táblázat:* megfelel az 5.2 pontban leírtaknak. Az osztás-közök jól láthatók az ábrán.

— *meghibásodási ráta-adatok táblázata:* az előző pontban ismertetett meghibásodási ráta adatokat tartalmazza mérési időpontonként meghibásodási kritériumok szerinti bontásban. A meghibásodási kritériumok: 2, 5, 10% feletti ellenállásváltozás, teljes tönkremenés.

A fenti táblázatos nyomtatás kellő áttekinthetőséggel rendelkezik, így az eredmények további feldolgozása, kiértékelése könnyű.

A program előnyös tulajdonsága, hogy számlálja a kinyomtatott sorokat, és csak a szükséges esetekben vált lapot. Ez a megoldás az áttekinthetőséget nem zavarja, viszont a papírfelhasználás csökkentését lehetővé teszi.

8. Következtetések

A megbízhatósági adatok gyakorlati felhasználása szükségessé teszi egységes adatközlési módszerek alkalmazását. A megbízhatóságra vonatkozó információ-szolgáltatásnak ki kell terjednie mind a meghibásodási ráta értékek, mind pedig a stabilitási adatok közlésére. A megbízhatósági jellemzőket mindig meghatározott környezeti és igénybevételi feltételekre kell megadni. Nagyobb mennyiségű vizsgálati adatsorozatok értékelésére és az eredmények feldolgozására elektronikus számítógépet célszerű igénybe venni.

IRODALOM

[1] *Balogh Albert:* RC-alkatrészek megbízhatósági adatainak meghatározása és alkalmazása.
Automatizálás *6.* 8. sz. 1973. 17—27.

[2] MSZ 11 010—74: Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése.

[3] *Balogh Albert—dr. Dukáti Ferenc:* Élettartam és megbízhatósági vizsgálatok mintavételi eljárásai és tervei.
Minőség és megbízhatóság, 1971. február.

[4] *Balogh Albert—dr. Dukáti Ferenc:* Élettartam- és megbízhatósági vizsgálatok exponenciális eloszláson alapuló szekvenciális mintavételi eljárásai és tervei.
Híradástechnika *23.* 1. sz. 1972. 17—23.

[5] *Balogh Albert—dr. Dukáti Ferenc:* Megbízhatósági vizsgálatok Weibull-eloszláson alapuló mintavételi eljárásai és tervei.
Híradástechnika *24.* 1. sz. 1973. 1—8.

[6] MI 17 099—72: Exponenciális eloszláson alapuló próbavételi tervek.

[7] MI 17 098—74: Weibull-eloszláson alapuló próbavételi tervek.

SZEMLE

(Folytatás a 103. oldalról.)

A National Semiconductor fejlesztette ki a távbeszélőipar részére az első CMOS-dual relévezérlésű nagyfeszültségű technikájú áramkört. Ezt úgy érték el, hogy egyazon chipre vittek bipoláris Darlington-tranzisztorokat és CMOS vezérlőáramköröket. A Darlingtonok révén az új alkatrész képes a távbeszélő-készülék részére szükséges nagy áramot biztosítani. Az átütési feszültség 35—50 V, a kimenő áram 250—350 mA. Tápfeszültség 3—15 V. Készenléti kapcsolásban fogyasztás nincs. Az első alkatrészek átütési feszültsége kb. 56 V. *(RFT-Wissenschaftlich-technische und ökonomische Information, 1975. 7—8. sz. [147]).*

*

A Micro Elektronics Ltd. a mikro-miniatűr tranzisztorok széles választékát kínálja, amiben npn, pnp komplementer, nagy erősítésű kis zajú, nagyfrekvenciás kapcsoló és nagyfeszültségű típusok egyaránt megtalálhatóak. Ezeket a tranzisztorokat nagyothalló-készülékekben, elektronikus órákban, vastagréteg hibrid áramkörökben használják. Névleges méreteik: 1,8×1,5×1,3 mm. *(Electric Componets, 1975. június 3. [148]).*

*

A telefonhálózat nagymértékű kiterjesztéséhez Philips gyártmányú, tároltprogram-vezérlésű „Philips PRX" telefonközpontok felállítását határozták el Brazíliában. Az első telefonközpont átadása 1975 elején történt. A PRX-rendszer kettős célra tervezett számítógépeket is magába foglal, melyek 16 bites lépésekben 128 K kapacitásig növelhetők 2 mikroszekundumos ciklusidejű memóriából. A maximális konfiguráció 15 000 előfizetőt képes kiszolgálni. *(Computer Weekly, 1975. jan. 8. [149]).*

A Transcontinental Gas Pipe Line Rt. a meglevő fix huzalozású mikrohullámú vészjelző berendezését korszerűsítette egy kisszámítógép (Texas Instruments 960 A), továbbá a hozzácsatolt 2 db katódsugárcsöves kijelző és 1 db duplex kiíró felhasználásával. Korszerűsítés előtt a vészjelzés kódolt fényjelzés formájában történt, és a kezelő — ez az üzemelés során nehézkesnek bizonyult — feladata volt a kódolt fényjel alapján a hiba helyének felderítése. A számítógép beállításakor a már üzemelő riasztórendszert egyébként érintetlenül hagyták, a gép csupán a fényjelek azonosításának feladatát vette át és a hibahelyek megnevezését alfanumerikusan adja meg. A legfontosabb riasztások automatikusan megjelennek a gázdiszpécser katódcsöves kijelzőjén, amelyen a kisebb jelentőségű riasztások kívánságra ugyancsak láthatóvá tehetők.

A fix huzalozású mikrohullámú berendezés a 60 távoli állomást sorban lekérdezi. A vészjelzés adatait egy kapcsolt írógép automatikusan rögzíti. A számítógépet az írógéppel párhuzamosan kapcsolták. Memóriájában rögzíti a vészjelzés adatait, és azok két katódsugárcsöves kijelző közül bármelyiken láthatóvá tehetők. A kisszámítógép interface egységének a bemenőjeleit nyitó reléérintkezők szolgáltatják. A reléket a fix huzalozású riasztóberendezés kiírójának bemenőáram-jeleivel arányos feszültségek működtetik. *(Oil and Gas Journal, 1974. okt. 14. [150]):*

*

Rövidesen megkezdődik a színes tv-adás Iránban, a SECAM-rendszer alapján. Az első időkben hetente egy órás adást terveznek és azt is az oktatási programnak szentelik. Úgy tervezik, hogy 1980-ra Iránban a színes televízióadás részesedése 80% lesz. Teheráni körök ugyanakkor hangsúlyozzák, hogy a SECAM-rendszer alkalmazása nem jelenti azt, hogy a hozzá szükséges összes berendezést is Franciaországból szerzik be. *(BIKI, 1975. okt. 18. [152]).*

Tartalmi összefoglalások

Обобщения

ETO 621.372.54.037.37:681.3.015

Péceli G.:

Digitális szűrők analízisére és szintézisére alkalmas interaktív programcsomag

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 4. sz.

A cikk a digitális szűrést software úton végrehajtó és többfajta digitális szűrő szintézisét elvégző programcsomagot ismertet. Az elméleti háttér vázolása után a megvalósított programokat sorolja fel, majd a digitális szűrők és a programcsomag alkalmazásának néhány kérdésével foglalkozik.

ДК 621.372.54.037.37:681.3.015

Пецели, Г.:

Комплекты программ взаимодействия для анализа и синтеза цифровых фильтров

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 4.

Статья излагает комплекты программ разного вида для выполнения цифровой фильтрации с помощью математического обеспечения, а также для цифровых фильтров разного типа. После рассматрения теоритических основ перечислены осуществленные комплекты программ, потом рассматриваются некоторые вопросы применения цифровых фильтров и комплектов программ.

ETO 621.391.833:681.327.8

Megyesi Cs.:

Részleges válaszfüggvényű átviteli eljárások

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 4. sz.

A cikk digitális jelek átvitelénél alkalmazott sávszélesség csökkentő eljárások egy családját ismerteti. Megadja a leghasználatosabb esetekre a szükséges csatorna karakterisztikákat és előkódolási összefüggéseket, valamint a zajtűrő képesség romlást az ideális bináris átvitelhez viszonyítva.

ДК 621.391.833:681.327.8

Медьеши, Ч.:

Методы передачи с частичной функцией характеристики

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 4.

Статья излагает семейство методов применяемых в передаче цифровых сигналов с целью уменьшения ширины полосы. Даются для самых принятых случаев, необходимые параметры канала и соотношения по предварительному кодированию, а также уменьшение помехоустойчивости по сравнению с идеальной бинарной передачей.

ETO 621.391.38:681.326.7

Takács Gy.:

Érthetőségvizsgálati szövegminták készítésének új módszere

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 4 .sz.

Az érthetőségvizsgálatok egyik kulcskérdése a vizsgálószöveg összeállítása. Ebben a dolgozatban a szerző olyan számítógépes eljárást mutat be, amelynek segítségével egyidejűleg sokféle összeállítási szempont vehető figyelembe.

ДК 621.391.38:681.326.7

Такач, Дь.:

Новый метод составления образцов текста для испытаний понятности

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 4.

Одним из ключевых вопросов испытаний понятности является составление испытательных текстов. В этой статье автор показывает метод ЭВМ, с помощью которого одновременно многообразные точки зрения составления могут быть приняты во внимание.

ETO 621.3.049.77:681.326.7

Lencsés F.:

Automatikus tesztrendszerek és digitális áramköri lemezek tervezése

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 4. sz.

Az automatikus tesztrendszerek (az automatikus tesztberendezések és vizsgálati elvek) a digitális berendezések konstrukciójával szorosan összefüggnek. Tesztelhető digitális berendezés így csak az automatikus tesztberendezések és vizsgálati alapelvek ismeretében alakítható ki. Elvileg megalapozott tervezési módszer tesztelhető digitális (áramköri) lemezek kialakítására jelenleg csak kombinációs áramkörökre létezik, de a vizsgálhatóság jelentősen javítható a cikkben ismertetett szempontok figyelembevételével.

ДК 621.3.049.77:681.326.7

Ленчеш, Ф.:

Автоматические испытательные системы и проектирование цифровых печатных схем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 4.

Автоматические испытательные системы (автоматические испытательные устройства и принципы) тесно связаны с конструкцией цифровых устройств. Цифровые устройства со способом испытания могут быть разработаны только по знаниям автоматических испытательных устройств и принципов. Метод проектирования на теоритической основе для цифровых печатных схем имеется в настоящее время только с применением комбинационных схем, но возможности испытания могут быть значительно улучшены, учитывая точки зрения изложенные в статье.

ETO 006.44(439):621.38.019.3

Balogh A.—Váradi I.:

Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 4. sz.

A tanulmány áttekintést ad az IEC 319 Publikáción alapuló MSZ 11 010 szabványban meghatározott, megbízhatósági adatközlésre szolgáló eljárásokról és azok gyakorlati alkalmazásáról. Ismerteti a vizsgálati adatok értékelésére és feldolgozására felhasznált számítógépes programot.

ДК 006.44(439):621.38.019.3

Балог, А.—Варади, И.:

Информация по данным надежности электронных деталей

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 4.

Статья дает обозрение методов и их практического применения, касающихся информацией по данным надежности, определенным в венгерском стандарте MSZ 11 010, который базируется на публикации 319 МЭКа. Излагается программа ЭВМ, примененная к оценке и обработке данных испытаний.

Zusammenfassungen

DK 621.372.54.037.37:681.3.015

Péceli, G.:

Interaktives kombiniertes Standardprogramm geeignet zur Analyse und Synthese von digitalen Filtern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 4.

In dem Aufsatz wird ein kombiniertes Standardprogramm welches die digitale Filterung ausführt und die Synthese von mehreren Digitalfiltertypen vollendet, erörtert. Nach der Schilderung des theoretischen Hintergrundes werden realisierte Programme aufgezählt, ferner einige Fragen der Verwendung des kombinierten Standardprogrammes und der digitalen Filter auseinandergesetzt.

DK 621.391.833:681.327.8

Megyesi, Cs.:

Partielle Frequenzübertragungs-Technik

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 4.

In dem Aufsatz wird eine Familie der Bandbreite-Kompressionsmethode, die bei der Übertragung von digitalen Signalen angewendet wird, beschrieben. Es werden die für die meist gebräuchlichen Fällen notwendigen Kanalkennwerte und Vorkodierungszusammenhänge, ferner die Abnahme des Signal-Rausch-Abstandes im Vergleich zur idealen binären Übertragung gegeben.

DK 621.391.38:681.326.7

Takács, Gy.:

Neue Methode für die Herstellung von Textmustern für die Verständlichkeitsprüfungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 4.

Die Zusammenstellung der Prüftexte ist eine der Schlüsselfragen der Verständlichkeitsprüfungen. In diesem Aufsatz wird solchein Komputer-Verfahren erörtert, mit deren Hilfe Gesichtspunkte von verschiedenen Zusammenstellungen in Acht genommen werden können.

DK 621.3.049.77:681.326.7

Lencsés, F.:

Entwurf von automatischen Prüfsytemen und digitaler Leiterplatten für gedruckte Schaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr 4.

Die automatischen Prüfsysteme (die automatische Prüfeinrichtungen und Prüfprinzipien) stehen mit der Konstruktion der digitalen Einrichtungen in engem Zusammenhang. Deshalb können prüfbare, digitale Einrichtungen nur in Kenntnis von automatischen Prüfeinrichtungen und Prüfprinzipien ausgebildet werden. Eine theoretisch begründete Entwurfsmethode zur Ausführung von prüfbaren digitalen Leiterplatten existiert gegenwärtig nur für Kombinationsstromkreise, aber die Prüfbarkeit kann bedeutend gebessert werden, wenn man die in dem Aufsatz erörteten Gesichtspunkte in Acht nimmt.

DK 006.44(439):621.38.019.3

Balogh, A.—Váradi, I.:

Mitteilung der Zuverlässigkeitsangaben von elektronischen Bauelementen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 4.

In dem Aufsatz werden die Verfahren für die Mitteilung der Zuverlässigkeitsangaben, welche auf Grund der IEC Publication 319 in der nationalen Norm MSZ 11 010 bestimmt sind, erörtert. Die praktische Anwendung dieser Methoden wird mit illustrierenden Beispielen dargestellt. Das Komputerprogram, welches zur Bewertung und Bearbeitung von Prüfangaben angewendet ist, wird angegeben.

Summaries

UDC 621.372.54.037.37:681.3.015

Péceli, G.:

Interactive Programme Package Suitable for the Analysis and Synthesis of Digital Filters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII, (1976) No. 4.

The paper presents a programme package which carries out the synthesis of digital filtering by software. After outlining the theoretical background it enumerates the realized programmes and deals with some questions of the application of digital filters and of programme packages.

UDC 621.391.833:681.327.8

Megyesi, Cs.:

Partial Response Transmission Techniques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 4.

The author describes a family of bandwidth compression methods in digital communication. Channel characteristics, precoding equations and signal to noise ratios related to the ideal binary transmission are given for the more extensively used cases.

UDC 621.391.38:681.326.7

Takács, Gy.:

New Methods to Make Text Samples for Intelligibility Tests

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 4.

One of the key issues of intelligibility tests is the compilation of the test text. In this paper a computer procedure is shown by means of which many kinds of compilation aspects can be simultaneously taken into account.

UDC 621.3.049.77:681.326.7

Lencsés, F.:

Design of Automatic Test Systems and Digital Printed Circuit Boards

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 4.

The automatic test systems (the automatic test equipments and test principles) are in close connection with the construction of digital equipments. Thus testable digital equipment can be designed only by knowing they automatic test equipments and the basic principles of tests. Theoretically established design method to construct testable digital circuit boards exists only for combination circuits for the time being but the testability can be considerably improved taking into account the aspects presented in the paper.

UDC 006.44(439):621.38.019.3

Balogh, A.—Váradi, I.:

Presentation of Reliability Data for Electronic Components

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 4.

In this paper the methods and procedures for reliability data presentation given in the national standard MSZ 11 010 based on IEC Publication 319 are discussed. The practical application of these methods is shown by illustrative examples. A computer program for evaluation of reliability test results is given.

Résumés

CDU 621.372.54.037.37:681.3.015

Péceli, G.:

Un paquet interactif de programmes pour l'analyse et synthèse des filtres numériques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 4.

L'article décrit un paquet de programmes pour réaliser la filtration numérique par software et synthétiser filtres numériques du different type. Après une exposition des principes théoriques les programmes réalisés sont énumérés et ensuite quelques questions de l'application des filtres numériques et du paquet de programmes sont examinées.

CDU 621.391.833:681.327.8

Megyesi, Cs.:

Méthodes de transmission à fonctions de réponse partielles

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 4.

L'article expose une famille des méthodes appliquées dans la transmission des signaux numériques, pour réduire la bande de fréquence. Les caractéristiques nécessaires de la voie, les rélations du codage préliminaire, ainsi que la décroissance de l'immunité aux bruits, par rapport à la transmission binaire idéale, sont données pour les cas les plus habituels.

CDU 621.391.38:681.326.7

Takács, Gy.:

Une nouvelle méthode de la composition des prototypes de texte pour essais d'intelligibilité

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 4.

Un des problèmes-clefs des essais d'intelligibilité est la composition des textes d'essai. Dans cette article l'auteur présente une méthode pour ordinateurs, à l'aide de laquelle plusieurs points de vue peuvent être simultanément considerés.

CDU 621.3.049.77:681.326.7

Lencsés, F.:

Systèmes d'essai automatiques et le projet des plaques des circuits numériques imprimées

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 4.

Les systèmes d'essai automatiques (appareillages et principes d'essai automatiques) ont une liaison étroite avec la construction des equipements numériques. Un équipement numérique ayant la possibilité d'un essai automatique peut être construit en connaissant les appareillages et méthodes d'essai automatiques. Une méthode de projet théoriquement basée à la construction des plaques des circuits numériques imprimées n'existe actuellement que pour circuits à combinaison, mais les possibilités d'essai peuvent être améliorées, prenant en considération les points de vue exposés dans l'article.

CDU 006.44(439):621.38.019.3

Balogh, A.—Váradi, I.:

Publication des données de fiabilité des composants électroniques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 4.

L'article donne une revue sur les méthodes de la publication der données de fiabilité, définies dans la norme No. MSZ 11 010 basée sur la Publication 319 de la Commission Internationale d'Élecrots technique. Un programme pour ordinateurs pour évaluer et ettrailes données des essais est exposé.

Az

Elektrim

ajánlata:

Központi telepes telefonkészülékek

— számtárcsával vagy anélkül
— számtárcsával és földnyomó-gombbal
— alulról megvilágított számtárcsával
— hívóáram-indikációval
— titkárnői és igazgatói telefonkészülékek
— érmés táybeszélők

Helyi telepes telefonkészülékek

— íróasztali telefonkészülékek
— szerelők telefonkészülékei

Házi távbeszélők, belső beszélgetésekhez

— magánlakásokban
— hivatalokban
— kórházakban

Kaputelefonok

Ezenkívül:

— automata előfizetői alközpontok
— kézi kapcsolású berendezések, helyi és központi teleppel
— kézi kapcsolású berendezések, konferenciák és a diszpécserszolgálat számára

Elektrim

Lengyel Elektrotechnikai Külkereskedelmi Vállalat Kft.

00-950 Warszawa, Lengyelország Czackiego 15/17
Táviratcím: ELEKTRIM-WARSZAWA
Telefon: 26-62-71 Telex: 814-351

PÁLYÁZAT
1976. évi kutatási jutalmakra

A Magyar Tudományos Akadémia pályázatott ír ki a távlati tudományos kutatások terén elért jelentős eredmények jutalmazására

A pályázaton részt vehetnek tudományos kutatók és egyetemi oktatók, ill. kollektíváik, továbbá kutatással foglalkozó más szakemberek függetlenül attól, hogy milyen munkahelyen dolgoznak.

A pályázatban — két évnél általában nem régebbi — nyomtatásban megjelent tanulmánnyal vagy közlésre alkalmas kézirattal (kivételesen kutatási zárójelentéssel) lehet részt venni.

A kutatási jutalom az eredmény jelentőségétől függően egyéni pályázó esetében 5000—15 000 Ft, kutatói kollektívák esetében 6000—35 000 Ft.

Nem részesíthetők a fenti jutalomban:

— az Akadémia tagjai, a kutatóintézetek és egyéb kutatóhelyek igazgatói, a tanszéki akadémiai kutatócsoportok vezetői;
— akik az adott kutatási tevékenységért a munkabéren és járulékain, ill. a már megjelent tanulmány szerzői díján kívül más ellenértékben (kutatási szerződési, szakértői, újítási, szabadalmi díjban, kutatási eredményért kapott külön jutalomban stb.) részesültek;
— kutatási jutalomban már részesített, vagy ezzel kapcsolatban már érdemben elbírált pályamunkák, kivéve ha az elbírálás óta elért számottevő új tudományos eredményt tartalmaznak.

A pályázatnak tartalmaznia kell:

1. A pontosan kitöltött pályázati űrlapot (beszerezhető: az MTA Tudományos Testületi Titkárságán, Bp. V., Münnich F. u. 7. sz. alatt, az egyetemek rektori hivatalaiban, továbbá akadémiai és ipari kutatóintézetekben).

2. A kutatási eredményt tartalmazó tanulmányt (közlésre alkalmas kéziratot). Szükség esetén a kutatások gondozásáért felelős tárcák koordináló bizottságai adnak felvilágosítást arra nézve, hogy az adott pályamunka tematikája alapján melyik főirányhoz, illetőleg kutatási területhez tartozik.

A pályázatot (tanulmányt és pályázati űrlapot) **1976. május 30-ig** kell a kutatóhely vezetőjéhez benyújtani, aki a pályázati űrlapra felvezeti szakvéleményét és a pályázatot június 15-ig továbbítja az Akadémia Tudományos Testületi Titkárságának.

Az előírt határidő után, vagy hiányosan, továbbá nem kellően rendezett alakban benyújtott pályázatok nem vehetők figyelembe. A már benyújtott pályázati anyagot kiegészíteni, vagy módosítani nem lehet.

A kutatási jutalmak kiosztására december hó második felében kerül sor.

A kutatási jutalomban részesített pályamunkákat az MTA — főirányért felelős tárcavélemények figyelembevételével — szabadon hasznosíthatja.

A pályázatra kiírt szakmánkat érintő kutatási területek:

Országos szintű kutatások terén

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA gondozásában

1. Szilárd testek kutatása

Tárcaszintű kutatások terén
(amelyek nem azonosak az országos főiránnyal)

1. A számítástechnika alkalmazásai (kivéve az orvostudományi alkalmazások)
2. Az ember természeti környezetének védelme (főleg a bioszféra megváltozása szempontjából)

Budapest, 1976. március hó 1.

A Magyar Tudományos Akadémia
Elnöksége