

HÍRADÁS- TECHNIKA

A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

12

HÍRADÁS- TECHNIKA

1974. december, XXV. évfolyam 12. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAITUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

RIPKA GÁBOR—PAPP KÁROLY—ALBRECHT MIKLÓS: Vastagréteg integrált áramkörök tervezése	353
ILLYEFALVI-VITÉZ ZSOLT: Vékonyréteg ellenálláshálózatok készítése elektroeróziós mikrogravírozással	363
DR. PALOTÁS LÁSZLÓ: Nemlineáris oszcillátorok egzakt szintézise	366
Szemle	371
DR. GSCHWINDT ANDRÁS: Az amplitúdómodulált műsorszórás fejlődési irányai	372
A környezetvédelem és környezetállóság közös problémái	375
SZIGETI ÁGNES: Szerelt nyomtatott kártyák bemérésének TESZTOMAT berendezéssel és TPA-i számítógéppel segített módszere	376
Könyvismertetés	380
Harmadik Nemzetközi Hálózatelméleti Konferencia	380
Környezetállósági vizsgálatok. A légnedvesség hatásának vizsgálata (Schmidt János)	381
Tartalmi összefoglalások	383
Обобщения	383
Zusammenfassungen	384
Summaries	384
Résumé	B/III

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL, DR. FLESCH ISTVÁN, MAY PÁTER, 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 pénzforgalmi 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 Kereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest. Postafiók 149 74.2692 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató.

Index: 25.375

RIPKA GÁBOR — PAPP KÁROLY — ALBRECHT MIKLÓS

BME Elektronikai Technológia Tanszék

Vastagréteg integrált áramkörök tervezése

ETO 621.3.049.776.001.2:681.3.06

A Finommechanika-Mikrotechnika 1973. évi 7. és 8. számában megjelent tanulmányokban foglalkoztunk a szigetelő alapú vastagréteg integrált áramkörök technológiájával. Az ott közöltek ismertnek feltételezve jelen tanulmányban a vastagréteg integrált áramkörök főbb tervezési szempontjait szeretnénk bemutatni.

A konstrukciós kérdéseket nagymértékben meghatározó alábbi tényezőkkel nem kívánunk részletesen foglalkozni:

- anyagok (hordozó-, vezető- és ellenálláspaszták stb.),
- technológiai paraméterek,
- hibrid elemek szerelési technológiái.

A konstrukció során ezeket, mint kiindulási alapadatokat fogjuk figyelembe venni.

A vastagréteg integrált áramkörök jellemzője, hogy a kerámia hordozóra szitanyomtatás ciklikus ismétlésével viszik fel a vezető, ellenállás és szigetelő rétegeket. Ezen rétegekből kialakított elektromos hálózatok vezetőpályákból, ellenállás és kapacitás alkatelemekből állnak, amelyek a különböző anyagösszetételű paszták megfelelő sorrendben történő felvitele után szárítási és beégetési műveletek során nyerik el végső formájukat és elektromos paramétereiket.

Az így kialakított ellenállás hálózat jellemzője a széles értéktartomány, közepes stabilitás, jó terhelhetőség. Az így megvalósítható kondenzátorok értéktartománya korlátozott.

Lehetőség van az áramkörökbe a mikroelektronikában alkalmazható kötési technológiákkal különböző passzív (ellenállás, kondenzátor, induktivitás) és aktív elemek (dióda, tranzisztor stb.) utólagos beültetésére.

A fentiek figyelembevételével a vastagréteg integrált áramkörök konstrukciója az alábbi fő részekre tagolható:

1. Az integrálásra kerülő hálózat kapcsolástechnikai szempontok szerinti értékelése.

2. Az adott áramkör megvalósításához szükséges vastagréteg technológiával előállítható, vagy ahhoz igazodó elemkészletek kiválasztása.

3. A vastagréteg áramkörhöz külső elemként beszerelésre kerülő aktív és passzív elemek megkívánta szerelési technológia kiválasztása. (Különösen fontos félvezető chip elemek vastagréteg áramkörökbe történő közvetlen beültetése esetén.)

4. Vastagréteg alapanyagok megválasztása. Vezető és ellenálláspaszták kompatibilitása egymással, valamint a hibrid elemek beültetéséhez szükséges technológiával.

5. Megbízhatóság, klimatikus követelmények szerinti értékelés a tokok —, tokozási technológia megválasztásához.

6. Vastagréteg áramkör tervezése:

- Ellenállások méretezése.
- Kivezetésszám igény szerinti hordozóméret kiválasztása.
- Ellenállások, kivezetések, huzalozás, hibrid elemek elhelyezéséhez szükséges hordozóméret megválasztása.
- Huzalozás méretezése méret, mechanikai, elektromos és hibrid elemek beültetési technológiája megkívánta szempontok figyelembevételével.
- Végleges elrendezés (topológia) megtervezése.

A következőkben a vastagréteg áramkörök konstrukciós tervezésének a fentiekben ismertetett szempontjai közül az alábbiakat kívánjuk részletezni a teljesség igénye nélkül:

1. Az integrálásra kerülő hálózat kapcsolástechnikai szempontok szerint értékelése,
2. vastagréteg áramkörök tervezése.

Az integrálásra kerülő hálózat kapcsolástechnikai szempontok szerinti értékelése

Első lépés a kapcsolat vizsgálata, hogy alkalmas-e vastagréteg integrált áramköri megvalósításra.

A vizsgálat szempontjai:

- ellenállások előírás szerinti vizsgálata,
- huzalozással szemben támasztott követelmények vizsgálata,
- kondenzátorok előírás szerinti vizsgálata,
- annak vizsgálata, hogy a vastagréteg áramkörökhöz illeszkedő tipizált passzív és aktív alkatrészekkel az adott kapcsolás igényei kielégíthetők-e,
- a kapcsolat megváltoztatása, ha erre mód van, az optimális vastagréteg formához igazodva,
- bonyolult kapcsolásoknál a rész-áramkörökre bontás optimalizálás.

Bár, mint említettük, vastagréteg technológiával kondenzátorok is megvalósíthatók, illetve ezen hálózatokba „chip” vagy mikrotokozott kondenzátorok beültethetők, mégis integrálás szempontjából előnyben részesülnek a kevés kondenzátort tartalmazó hálózatok. Egy másik gyakori megoldás külső elemként klasszikus kondenzátorok alkalmazása, különösen több μF értékű kapacitások esetén, és abban az esetben, ha az árkérdések elsődlegesek.

A vastagréteg áramkörök kiviteli forma, méretek szempontjából egységesítve, tipizálva vannak, és ezek jól illeszkednek a félvezető alapú integrált áramkörökhöz.

Vastagréteg áramkör tervezése

Ellenállások méretezése (téglány geometria esetén). Méretezés alapformulái:

$$R_1 = \varrho \frac{l}{d \cdot v}, \quad F = l \times d, \quad P_1 = F \cdot P_D,$$

- R_1 = tervezendő ellenállás,
 ϱ = fajlagos ellenállás,
 l = ellenállás hosszmérete,
 d = ellenállás szélessége,
 v = ellenállásréteg vastagsága,
 F = ellenállásfelület,
 P_1 = tervezendő ellenállás terhelhetősége,
 P_D = disszipációs konstans.

Az alkalmazott anyag és technológia adta korlátok miatt az ellenállások méretezésénél az alábbi (kiinduló) feltételeket kell figyelembe venni:

Geometriai korlátok

- $l_{\min}$ (ellenállás hossz. minimum): 0,5 mm
 $d_{\min}$ (ell. szélesség minimum): 0,5 mm
 $\frac{l}{d} \geq 0,2$ -től
 $\frac{l}{d} \leq 5$ téglány geometriánál
 $F_{\min}$ (minimális ellenállásfelület) 1 mm²

Alkalmazott anyag és technológia korlátok

- $R_{\square}$ az ellenállás paszták négyzetes ellenállásának értéksora: 10 ohm; 100 ohm...1 Mohm
 $\Delta R_{\square}$ a négyzetes ellenállásérték tűrése: $\pm 30\%$; $\pm 20\%$; $\pm 10\%$
 P_D fajlagos felületi disszipáció: 50 mW/mm² (a választott hordozó anyagának 300 mW/mm² függvénye)
 T_E (Értékbeállítás-korlát)
 vágatszélesség $\frac{l}{d}$
 megtett út $\frac{d}{2}$

Minimális ellenálláspaszta-számra törekvés.

A tervezés lépései adott ellenállásonként

- Ellenállás értéke: R_1
 Tűrése: ΔR_1
 TK: TK_1
 Terhelhetőség: P_1
 Stabilitás: S_1

1. Ellenálláspaszta típusának kiválasztása TK, terhelhetőség, stabilitás figyelembevételével.
2. A megvalósítandó ellenállás tűrésének figyelembevételével a technológiai szórás miatt korrekciós tényező bevezetése (érték alá tervezés), ahol R_{GY} = gyártott ellenállásérték (a fenti korrekció figyelembevételére).

$$R_{GY1} + \frac{Gy \cdot R_{GY1}}{100} = R_1 + \frac{\Delta R_1 \cdot R_1}{100}$$

Gy = gyártott érték várható tűrése a technológiai szórás figyelembevételére

$$R_{GY1} = R_1 \cdot \frac{100 + \Delta R_1}{100 + Gy}$$

Ha $\Delta R_1 = Gy$

$R_{GY1} = R_1$. Ebben az esetben korrekció (úgynevezett érték alá tervezés) nem szükséges.

3. Ellenálláspaszta ($R_{\square}$) kiválasztása l/d korlát figyelembevételével:

$$R_{GY1} = \frac{l_{N1}}{d_{N1}} \cdot R_{\square N}$$

$$\frac{l_{N1}}{d_{N1}} = \frac{R_{GY1}}{R_{\square N}}$$

l_{N1} : ellenálláshossz $R_{\square}$ névleges érték esetén,
 d_{N1} : ellenállásszélesség $R_{\square}$ névleges érték esetén.

Ellenállás felületének megválasztása

$$F_1 = \frac{P_1}{P_D}$$

Ha $P_1 < P_D$ felület minimum korlátot figyelembe kell venni, akkor

$$F_1 = F_{\min}$$

Ha értékbeállítás szükséges, akkor az ebből adódó disszipációs problémák miatt az ellenállás felületének meghatározásakor kétszeres terhelhetőséggel ($2P_1$) kell tervezni,

$$F = \frac{2P_1}{P_D}$$

Az ellenállás méreteinek meghatározása

$$l_{N1} = d_{N1} \cdot \frac{R_{GY1}}{R_{\square N}}$$

$$F_1 = l_{N1} \cdot d_{N1} = \frac{P_1}{P_D}$$

$$l_{N1} = \sqrt{\frac{R_{GY1}}{R_{\square N}} \cdot \frac{P_1}{P_D}}$$

$$d_{N1} = \frac{F_1}{l_{N1}}$$

Vizsgálat geometriai korlátokra

$$l_{N1} \geq l_{\min}$$

$$d_{N1} \geq d_{\min}$$

$$F_1 \geq F_{\min}$$

Ellenálláspaszta négyzetes ellenállásérték szórásának figyelembevétele

Tekintettel arra, hogy a vastagréteg-pasztagyártók ellenálláspasztáikat ± 10 , ± 20 , 30%-os érték-szórással szállítják, ezért szükség van ezeknek figyelembevételére a tervezés során.

Ez az előbbieken meghatározott (l_{N1}) ellenállás-hossz változatlanul hagyása mellett az ellenállás szélességi méretének változtatásával történik (1. ábra).

$$d_{\max 1} = l_{N1} \frac{R_{\square \max}}{R_{GY1}}$$

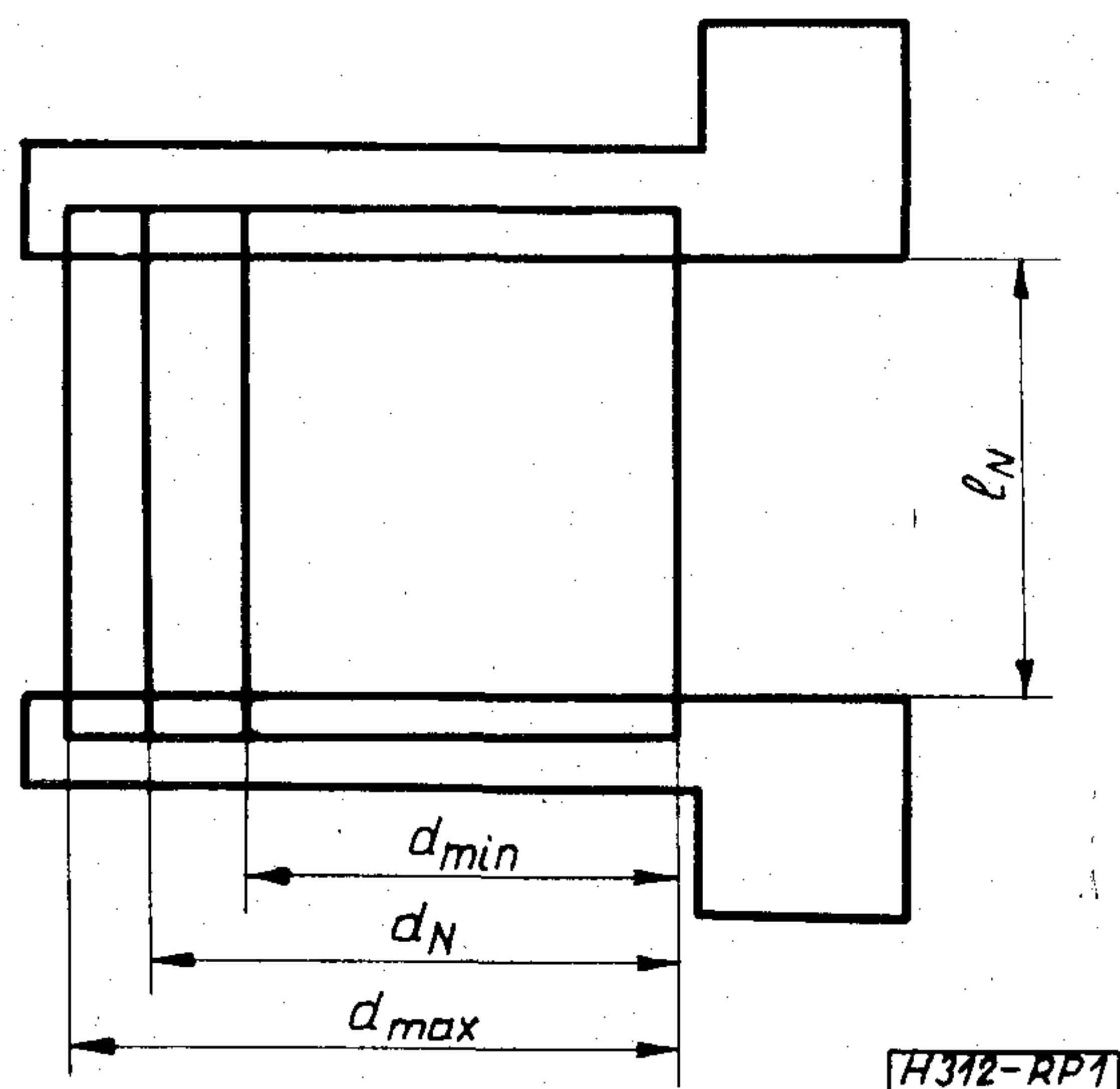
$$d_{\min 1} = l_{N1} \frac{R_{\square \min}}{R_{GY1}}$$

Az R szita tehát három d értékre készül és a felhasználásra kerülő ellenállás paszta aktuális értéke szerint kerül kiválasztásra. Az l állandó feltétel egyben azt jelenti, hogy a vezetőláncot nem kell változtatni, de a $d_{\max}$ méretre kell megtervezni.

A fenti szempontok figyelembevételével méretezni kell a hálózat összes ellenállásait ($R_1 - R_N$).

A méretezés során törekedni kell a minimális réteg-számra.

Ez azt jelenti, hogy adott esetben, ha egy ellenállás az l/d korlát figyelembevételével több pasztával is megvalósítható, akkor azt kell előnyben részesíteni, amely nem hoz be új pasztát.



1. ábra. Vastagréteg integrált áramköri ellenállás

Hordozóméret megválasztása

- Kivezetések száma szerinti feltétel vizsgálata.
- Ellenállások összfelületének meghatározása (F_E).
- Kivezetők felületének meghatározása (F_K).
- Hibrid elemek felületigényének meghatározása (F_H).
- Összekötések felületének megbecsülése ($F_\circ$).
- Szabad hordozófelület (F_{SZ}).

$$\Sigma F = F_E + F_K + F_H + F_\circ + F_{SZ}$$

Huzalozás méretezése

Méret, geometriai korlátok, minimális csíkszélesség, minimális csíkköz.

A kiválasztott vezetópaszta tulajdonságait és a technológiai korlátokat kell figyelembe venni.

Mechanikai kérdések vizsgálata. Hibrid elemek és kivezetők számára szükséges minimális huzalozás felület, mechanikai szempontok figyelembevételére.

Huzalozással szemben támasztott elektromos szempontok figyelembevétele, összekötések ohmos ellenállásának vizsgálata, huzalozás szórt paramétereinek vizsgálata, keresztkötéseket, többretegű huzalozást megvalósító áramkörök esetén.

Topológia tervezése

- a) Megválasztott hordozón a kivezető lábak részére csatlakozási felületek megtervezése.
- b) Ellenállások elhelyezése a hordozón.
- c) Hibrid elemek helyigényének megtervezése a hordozón.
- d) Vizsgálat, hogy a hálózat síkban kiteríthető-e?
- e) Szükséges-e esetlegesen huzalkereszteződéseket megvalósítani?
- f) Huzalozás megtervezése.
- g) Ellenállások értékbeállítása részére szükséges terület megtervezése.
- h) Értékelés a technológia részére szükséges legfontosabb paraméterek rögzítésével.

Tervezési mintapélda

A fentiekben vázolt tervezési szempontokat egy konkrét áramkör terveinek bemutatásával kívánjuk szemléltetni.

A példaként választott áramkör egy teljesítmény emitterkövető, amely videójel erősítőként kerül felhasználásra (Híradástechnikai Szövetkezet).

A W 9038 típusjelű video erősítő kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Az áramkör műszaki adatai:

$$U_T = \pm 12V \pm 5\%$$

$$U_{be \max} = 8Vp-p$$

$$U_{ki \max} \approx 4Vp-p (R_T = 87 \text{ Ohm-on „K” ponton mérve)}$$

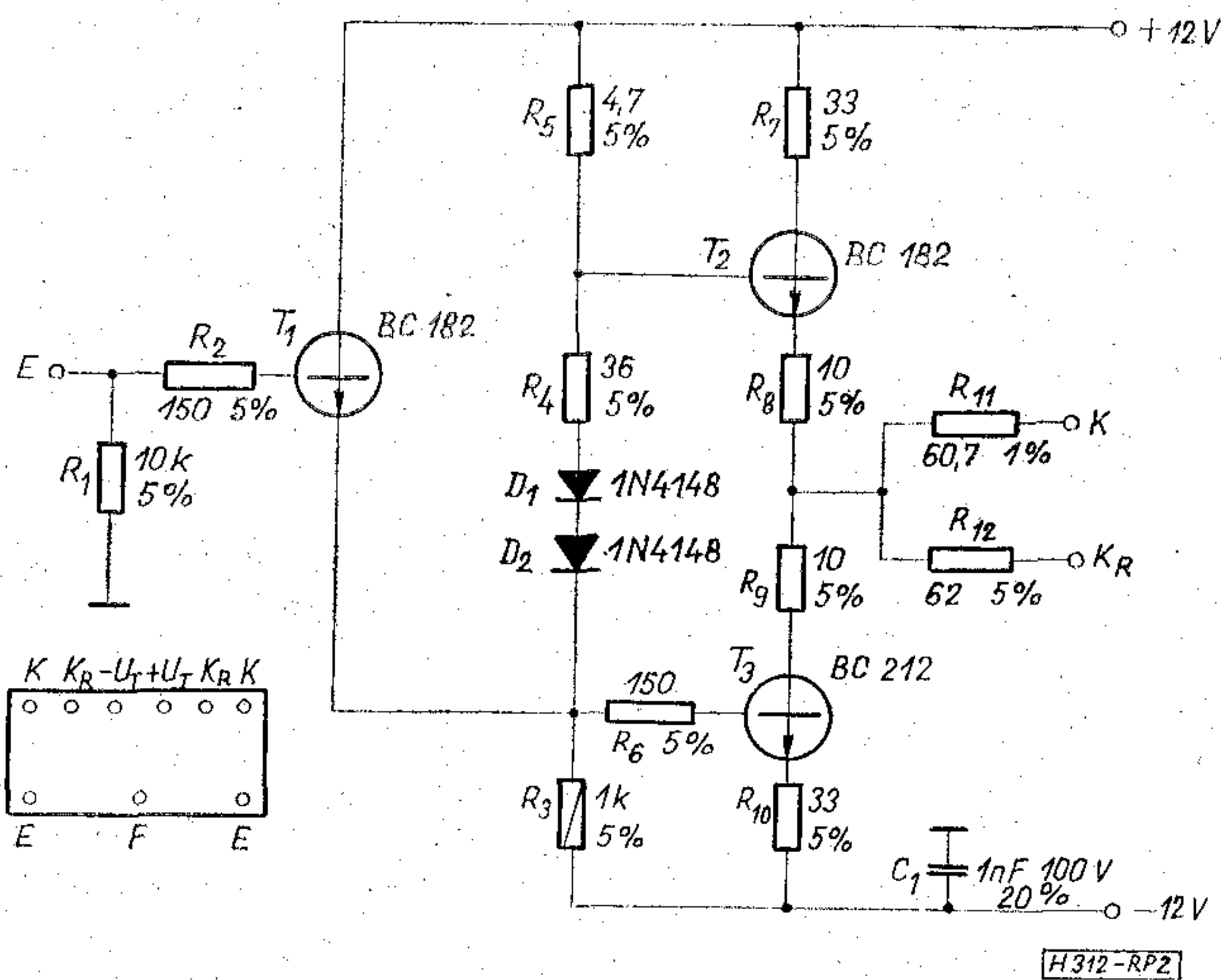
$$A_0 = 0,92-0,95$$

$$U_{be} = 0; U_{ki} = 0 \pm 50 \text{ mV/75 Ohm lezáráson, DC szint-tartás)}$$

$$\text{Kimenőellenállás K ponton} = 75 \text{ Ohm}$$

$$K_R \text{ ponton} \approx 75 \text{ Ohm}$$

$$\text{Frekvenciatartomány: DC, 0-10 MHz.}$$



2. ábra. Mintaáramkör (teljesítmény emitterkövető)

A kapcsolási rajz alapján látható, hogy a szóban forgó áramkör vastagréteg integrált áramköri megvalósítás szempontjából kedvező: a kondenzátorok száma minimális, az ellenállások értéktartománya, disszipációja és kívánt értékpontossága kedvező és az aktív hibrid elemek kiválasztása nem jelent problémát.

Ezen utóbbi szempontnál meg kell még említenünk, hogy a diszkrét elemekből épült kivitelhez képest az aktív elemeknél nem javasoltunk típusmódosítást és ezzel méretcsökkentést. Ezt elsődlegesen áralkulációs kérdések indokolták, másrészt az eredetileg felhasznált aktív elemek a vastagréteg integrált áramkörbe is közvetlenül beültethetők voltak.

A 2. ábrán látható áramkör felépítésével meg egyező más típusú áramkört is meg kellett valósítani, vastagréteg áramköri kivitelben. A két kapcsolás a T_2 és T_3 tranzisztor típusmódosításán kívül az alábbiakban tér el egymástól: R_7 -nél 33 ohm helyett 100 ohm, R_{10} -nél 33 ohm helyett 100 ohm, R_8 -nál 10 ohm helyett 5 ohm, míg R_9 -nél 10 ohm helyett 5 ohm. A kismértékű különbség miatt célszerűnek mutatkozott a kétféle áramkör részére

egy közös, egységes topológiát készíteni és külön beforrasztott huzalok célszerű bekötésével biztosítani egyik vagy másik kapcsolást. Ezt a követelményt a topológia tervezése során messzemenően figyelembe vettük.

A 2. ábrán látható áramkör vastagréteg integrált áramköri megvalósítását a megbízhatóság javításán kívül a dinamikus jellemzők, a frekvenciatartománybeli viselkedés reprodukálhatóságának követelménye teszi indokoltá.

A vastagréteg, integrált áramkör megtervezésének első lépése az ellenállások technológiailag helyes méretezése és ezzel együtt az ellenálláspasztaféleségek optimális kiválasztása. Ehhez a számításhoz egy számítógépes tervezőprogramot dolgoztunk ki, mely elvégzi az ellenállások (téglány alakzatú) méretezését és a pasztaféleségek optimális kilálasztását. A program MOSZT 2 nyelven készült az ODRA 1204 típusú számítógépre.

A méretezéshez felhasznált adatok:

- az ellenálláspaszták négyzetes ellenállása: $R_{\square 1} \dots R_{\square n}$
- az ellenálláspaszták négyzetes ellenállásának értéktűrése: $\Delta R_{\square 1} \dots \Delta R_{\square n}(\%)$
- az egyes ellenállások névleges értéke: $R_1 \dots R_n$
- az egyes ellenállásokon disszipálódó teljesítmény: $P_1 \dots P_n$
- az egyes ellenállások előírt értéktűrése: $\Delta R_1 \dots \Delta R_n(\%)$
- a téglány alakú vastagréteg integrált áramköri ellenállások geometriai méretkorlátai:
 - szélességminimum: $d_{\min}$
 - hosszúságminimum: $l_{\min}$
 - felületminimum: $F_{\min}$
 - l/d viszony határai: $l/d_{\min}$ és $l/d_{\max}$
- az ellenállás- és a huzalozásrétegek átlapolásának mértéke: l_a
- a felületegységre megengedhető fajlagos disszipációs teljesítmény: P_D
- gyártási konstans: G_y

az ellenállást ennek arányában kisebb értékűre méretezték a névleges értékéhez képest, hogy a gyártás után trimmeléssel megfelelő értékre állíthassák.

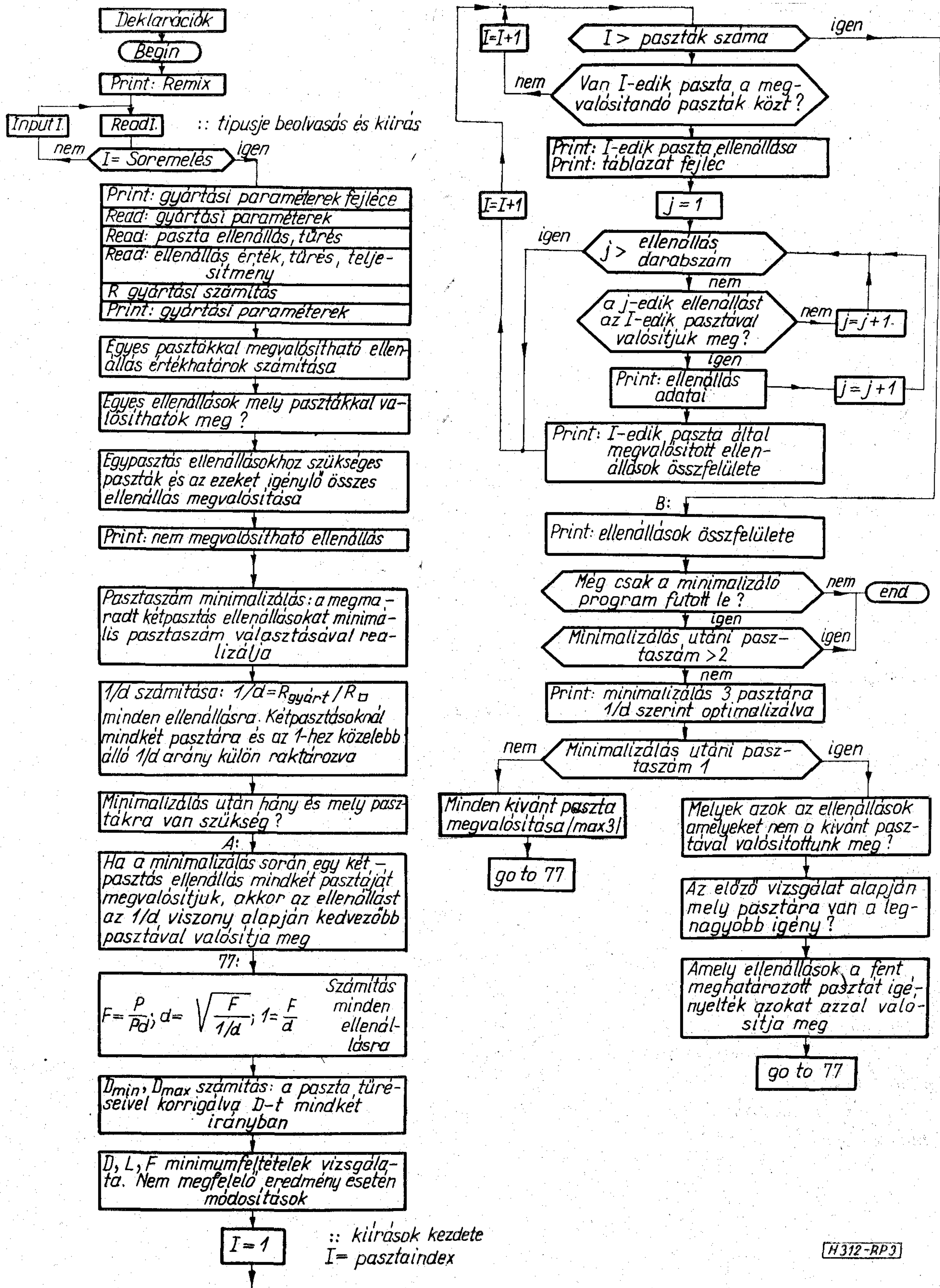
A méretezés menete

$$R_{gyártási} = R_n \frac{(1 + 0,01 \Delta R_n)}{(1 + 0,01 \cdot G_y)}$$

$$R_{gyárt} = R_{\square n} \cdot l/d, \quad l/d = \frac{R_{gy}}{R_{\square n}}$$

$$F = \frac{P_n}{P_D} = l \cdot d.$$

Ha a következő feltételek teljesülnek, jó a méretezés,



3. ábra. Vastagréteg integrált áramköri ellenállások számítógépes tervezőprogramjának blokkvázlata

ha nem, akkor a kisebb értéket a minimumra kerekítve, újra számítjuk a másik kettőt:

$$F \geq F_{\min}$$

$$l \geq l_{\min}$$

$$d \geq d_{\min}$$

A program a kívánt paramétereket kétféle szempont alapján határozza meg. Ennek megfelelően kétféle táblázatot ad eredményként.

Az első szempont az ellenállások megvalósításához felhasznált paszták számának minimalizálása. Ezt természetesen csak akkor lehet végrehajtani, ha a paszták négyzetes ellenállásai és az ellenállások l/d arányának értékei olyan széles határok közt változnak, hogy az egyes paszták által megvalósítható ellenállástartományok közt átfedések jönnék létre. Ha egy ellenállás értéke beleesik ebbe az átfedési tartományba, akkor, a program választhat, hogy mely pasztával valósítja meg az ellenállást.

Például: $R_1(1,2)$ } ebben az esetben a minimális megoldást a 2. és 5-ös indexű paszták választéka adja.
 $R_2(2,3)$ }
 $R_3(4,5)$ }
 $R_4(5,6)$ }

zárójelben az alkalmazható pasztaindexek.

E két pasztával megvalósítható mind a négy ellenállás.

A második szempont az l/d arány alapján történő pasztaválasztás. Eszerint egy két pasztával megvalósítható ellenállást azzal a pasztával valósítjuk meg, amellyel az ellenállás alakja jobban megközelíti a négyzetet (azaz l/d közelebb van 1-hez).

E szempont alapján a program csak akkor választ új pasztát, ha a minimalizálás utáni pasztaszám 3-nál kevesebbre adódik. A gyártási technológia ugyanis általában megengedi a paszták számának kiegészítését 3-ra.

Ezután a kivitelező választhat, hogy melyik eredményt használja fel (a pasztaszám-minimalizálást, vagy pedig az l/d viszony alapján történő optimalizálást 3 pasztára).

A pasztaválasztás szempontjai 3 pasztára történő optimalizálásnál:

1. Ha minimalizálás után az adódik, hogy egy pasztával megvalósítható mindegyik ellenállás, akkor a második menetben a program megvalósítja az ellenállások által (az l/d viszony alapján) kívánt összes pasztát. Ezek száma maximum 3 lehet. Ugyanis, ha pl. a minimalizálás eredményeként a 3. indexű pasztával megvalósítható mindegyik ellenállás, akkor az l/d viszony alapján történő optimalizálásnál legfeljebb a 2. és 4. indexű paszták kerülhetnek még megvalósításra (feltételezve, hogy a paszták közt csak egyszeres átfedések vannak, tehát egy ellenállás legfeljebb két pasztával valósítható meg).

Vastagréteg integrált áramkörü ellenállások számítógépes méretezése

ADATLAP

(az adatok a vastagon kihúzott keretekben az olvasás sorrendjében következnek egymás után)

Áramkör típusjel:

W9038

Ellenállás minimális szélessége $d_{\min}$ 0,5 [mm]

Ellenállás minimális hosszúsága $L_{\min}$ 0,5 [mm]

l/d minimum 0,2

l/d maximum 5

Ellenállás minimális felülete $F_{\min}$ 1 [mm²]

Megengedhető fajlagos disszipáció P_d 30 [mW]

Az ellenállások és huzalozás átfedése 0,2 [mm]

Gyártási állandó 20 [%]

Ellenálláspaszták száma 6 [darab]

Ellenálláspaszták 0,01 [kΩ] 20 tűrés [%]

0,1 [kΩ] 20 tűrés [%]

1 [kΩ] 20 tűrés [%]

10 [kΩ] 20 tűrés [%]

100 [kΩ] 20 tűrés [%]

1000 [kΩ] 20 tűrés [%]

H312-RP4

Ellenállások száma			12 [darab]
Ellenállások:	10 [kΩ]	5 [%]	125 [mW]
	0,15 [kΩ]	5 [%]	125 [mW]
	1 [kΩ]	5 [%]	500 [mW]
	0,036 [kΩ]	5 [%]	125 [mW]
	4,7 [kΩ]	5 [%]	125 [mW]
	0,15 [kΩ]	5 [%]	125 [mW]
	0,033 [kΩ]	5 [%]	250 [mW]
	0,01 [kΩ]	5 [%]	250 [mW]
	0,01 [kΩ]	5 [%]	250 [mW]
	0,033 [kΩ]	5 [%]	250 [mW]
	0,0607 [kΩ]	1 [%]	250 [mW]
	0,062 [kΩ]	5 [%]	125 [mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]
	[kΩ]	[%]	[mW]

4. ábra. Vastagréteg ellenállások számítógépes méretezésének adatlapja (a mintaáramkör adataival kitöltve)

RENIX 9038

PARAMÉTEREK:

DMIN(MM) LMIN(MM) (L/D)MIN (L/D)MAX FMIN(MM2) PD(MW/MM2) HU2.AATF.(MM) GYAKRY.KONST.(SZÁZALÉK)
 0,50 0,50 0,20 5,00 1,00 30,00 0,20 20,00

PASZTASZÁM MINIMALIZÁLAAS:

PASZTA NEEGYZETES ELLENAALLAASA: 0,010 KOHM

I	RI(KOHM)	TUUREES	P(MW)	LN(MM)	DN(MM)	DMIN(MM)	DMAX(MM)	LN/DN	LT(MM)	FN(MM2)	FMIN(MM2)	FMAX(MM2)
4:	0,036	5	125,00	3,623	1,150	0,920	1,380	3,150	4,023	4,167	3,333	5,000
7:	0,033	5	250,00	4,905	1,609	1,359	2,039	2,887	5,305	8,333	6,667	10,000
8:	0,010	5	250,00	2,700	3,086	2,469	3,703	0,875	3,100	8,333	6,667	10,000
9:	0,010	5	250,00	2,700	3,086	2,469	3,703	0,875	3,100	8,333	6,667	10,000
10:	0,033	5	250,00	4,905	1,609	1,359	2,039	2,887	5,305	8,333	6,667	10,000

SZUMMA FN = 37,500 (MM2)
 FMIN = 30,000 (MM2)
 FMAX = 45,000 (MM2)

PASZTA NEEGYZETES ELLENAALLAASA: 0,100 KOHM

I	RI(KOHM)	TUUREES	P(MW)	LN(MM)	DN(MM)	DMIN(MM)	DMAX(MM)	LN/DN	LT(MM)	FN(MM2)	FMIN(MM2)	FMAX(MM2)
2:	0,150	5	125,00	2,339	1,782	1,425	2,138	1,312	2,739	4,167	3,333	5,000
6:	0,150	5	125,00	2,339	1,782	1,425	2,138	1,312	2,739	4,167	3,333	5,000
11:	0,061	1	250,00	2,063	4,039	3,231	4,846	0,511	2,463	8,333	6,667	10,000
12:	0,062	5	125,00	1,503	2,771	2,217	3,326	0,542	1,903	4,167	3,333	5,000

SZUMMA FN = 20,833 (MM2)
 FMIN = 16,667 (MM2)
 FMAX = 25,000 (MM2)

PASZTA NEEGYZETES ELLENAALLAASA: 1,000 KOHM

I	RI(KOHM)	TUUREES	P(MW)	LN(MM)	DN(MM)	DMIN(MM)	DMAX(MM)	LN/DN	LT(MM)	FN(MM2)	FMIN(MM2)	FMAX(MM2)
3:	1,000	5	500,00	3,819	4,364	3,491	5,237	0,875	4,219	16,667	13,333	20,000

SZUMMA FN = 16,667 (MM2)
 FMIN = 13,333 (MM2)
 FMAX = 20,000 (MM2)

PASZTA NEEGYZETES ELLENAALLAASA: 10,000 KOHM

I	RI(KOHM)	TUUREES	P(MW)	LN(MM)	DN(MM)	DMIN(MM)	DMAX(MM)	LN/DN	LT(MM)	FN(MM2)	FMIN(MM2)	FMAX(MM2)
1:	10,000	5	125,00	1,909	2,182	1,746	2,619	0,875	2,309	4,167	3,333	5,000
5:	4,700	5	125,00	1,309	3,183	2,546	3,820	0,411	1,709	4,167	3,333	5,000

SZUMMA FN = 8,333 (MM2)
 FMIN = 6,667 (MM2)
 FMAX = 10,000 (MM2)

ELLENAALLAAS ÖSSZFELVÉLETE: FN = 83,333 (MM2)
 FMIN = 66,667 (MM2)
 FMAX = 100,000 (MM2)

H312-RP5

5. ábra. A 2. ábrán látható mintaáramkör ellenállásainak számítógéppel megtervezett adatai

2. Ha minimalizálás után két paszta adódik, akkor az optimalizáló program választ ezekhez egy harmadikat. A választás az alapján történik, hogy megvizsgálja, melyik pasztára van a legnagyobb igény, azaz melyik az a meg nem valósított paszta, amelyre az l/d viszony alapján a legtöbb ellenállás tart igényt.

$Pl.: R_1 (1, 2)$	$R_5 (3, 4)$
$R_2 (1, 2)$	$R_6 (3, 4)$
$R_3 (2, 3)$	$R_7 (4, 5)$
$R_4 (2, 3)$	$R_8 (4, 5)$

Aláhúzással jelölve az l/d viszony alapján kívánt pasztaindexeket.

A minimalizáló program a 2. és 4. pasztákat valósítja meg az ellenállásokat.

Az optimalizáló program ezután megvizsgálja, hogy az egyes meg nem valósított pasztákra hány igény érkezett.

Tehát: 1. paszta:	1 igény
3. paszta:	1 igény
5. paszta:	2 igény

Ez alapján az 5-ös pasztát valósítja meg harmadikként.

Ha a minimalizálás után három vagy annál többféle paszta adódik megoldásként [a sok egypasztás ellenállás miatt], akkor az optimalizáló program nem működik.

A minimalizáló program is figyelembe veszi az l/d viszonyt. Mégpedig, ha egy kétpasztás ellenállás mindkét pasztáját megvalósította a minimalizáló program, akkor az ellenállást az l/d viszony alapján kedvezőbb pasztával valósítja meg.

A program felépítése a folyamatábrán követhető (3. ábra).

A program aktivizálása adatszalaggal történik. Az adatszalag elkészítéséhez a tervezőnek csupán a 4. ábrán bemutatott adatlapot kell kitöltenie és az adatokat sorban lyukszalagra rögzítenie.

A program futási ideje 50 db ellenállás esetén a minimalizáló és optimalizáló rész együttes működése esetén kb. 35 sec.

A mintaáramkörre kitöltött számítógépes tervező adatlap a 4. ábrán látható.

A számítógépes tervezés eredménye az 5. ábrán látható. Minden egyes ellenállásra egy hosszmet és három különböző szélességmet kerül kiszámításra.

A tervezés eredménye, hogy a mintaáramkör 4 különböző négyzetes ellenállású paszta felhasználásával állítható elő (10 ohm, 100 ohm, 1 kohm, 10 kohm). Ellenálláspasztáknak — figyelembe véve az ellenállásokkal szemben támasztott követelményeket — a Du Pont cég DP 1100 sorozatát használtuk.

Az ellenállások méretezése után a hibrid elemek kiválasztása és hordozó méretmegválasztása következik.

A 2. ábrán kapcsolási rajz alapján a választott hibrid elemek típusai:

$T_1, T_2 = BC 182$ npn

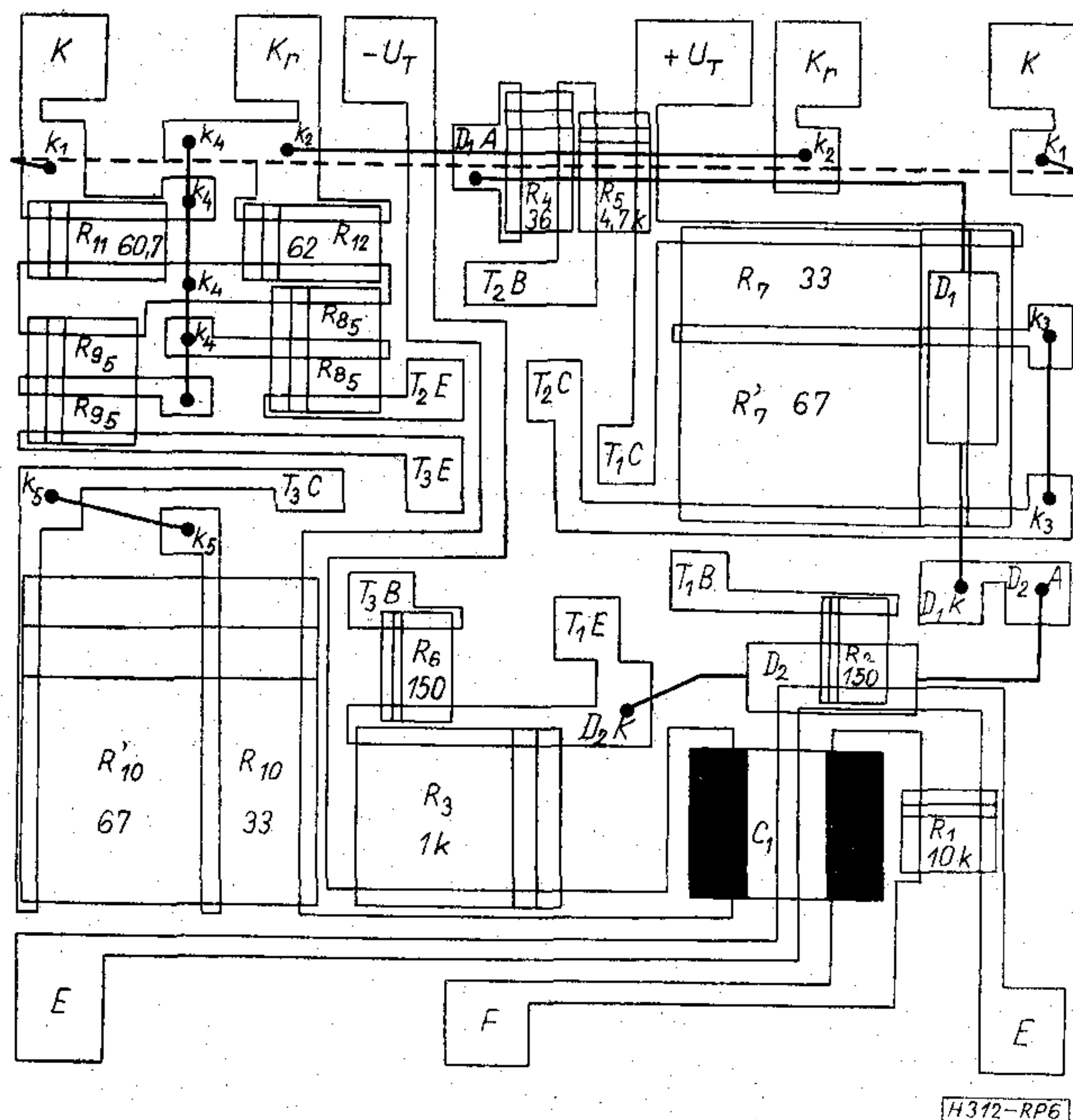
$T_3 = BC 212$ pnp

$D_1, D_2 = 1 N 4148$

$C_1 = 1$ nF/100 V-os kerámia chip kondenzátor.

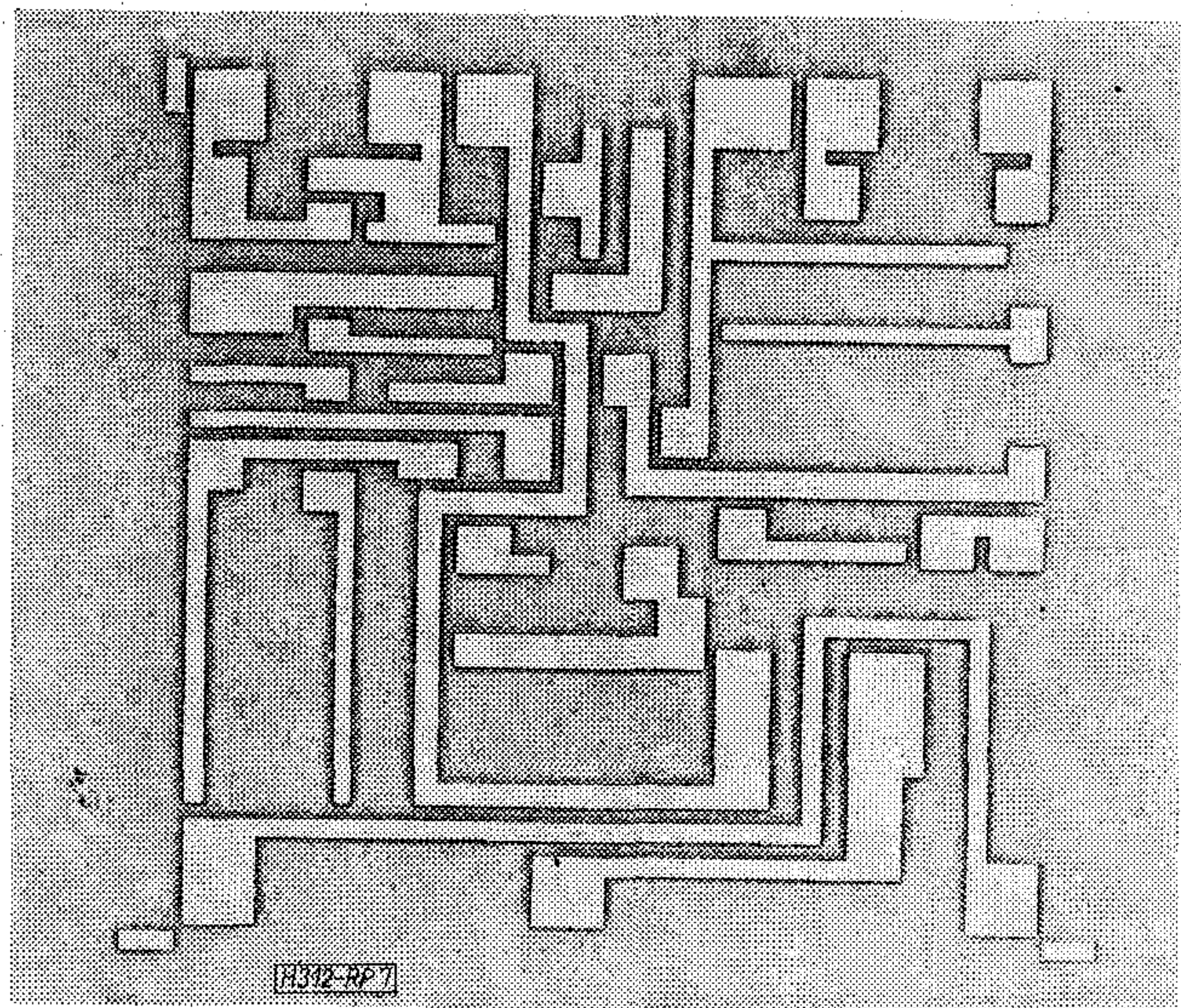
Figyelembe véve az ellenállások összfelületét és hibrid elemek helyfoglalását az áramkör hordozójának $1'' \times 1''$ méretű hordozót választottunk.

A topológiatervezés szempontjából megkötöttséget jelentett, hogy a 9 db kivezető elhelyezkedése és sorrendje kötve volt (2. ábra). A hordozó szélén 2,5 mm-es rászterosztásban a kivezetők részére 2×2 mm-es csatlakozási felületeket alakítottunk ki a vastagréteg huzalozás szerves részeként.



6. ábrán. A 2. ábrán látható mintaáramkör topológiája (a tranzistorok feltüntetése nélkül)

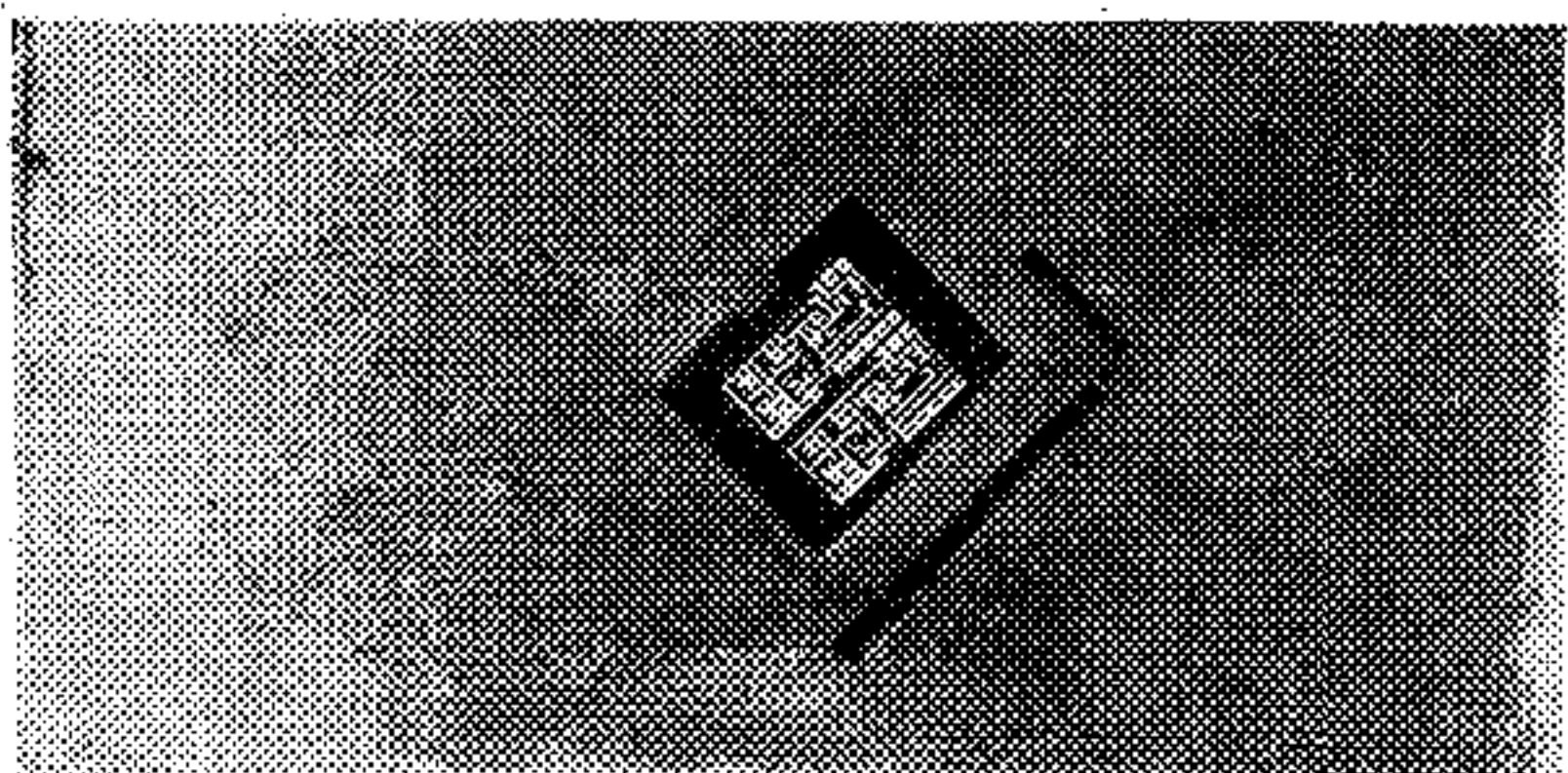
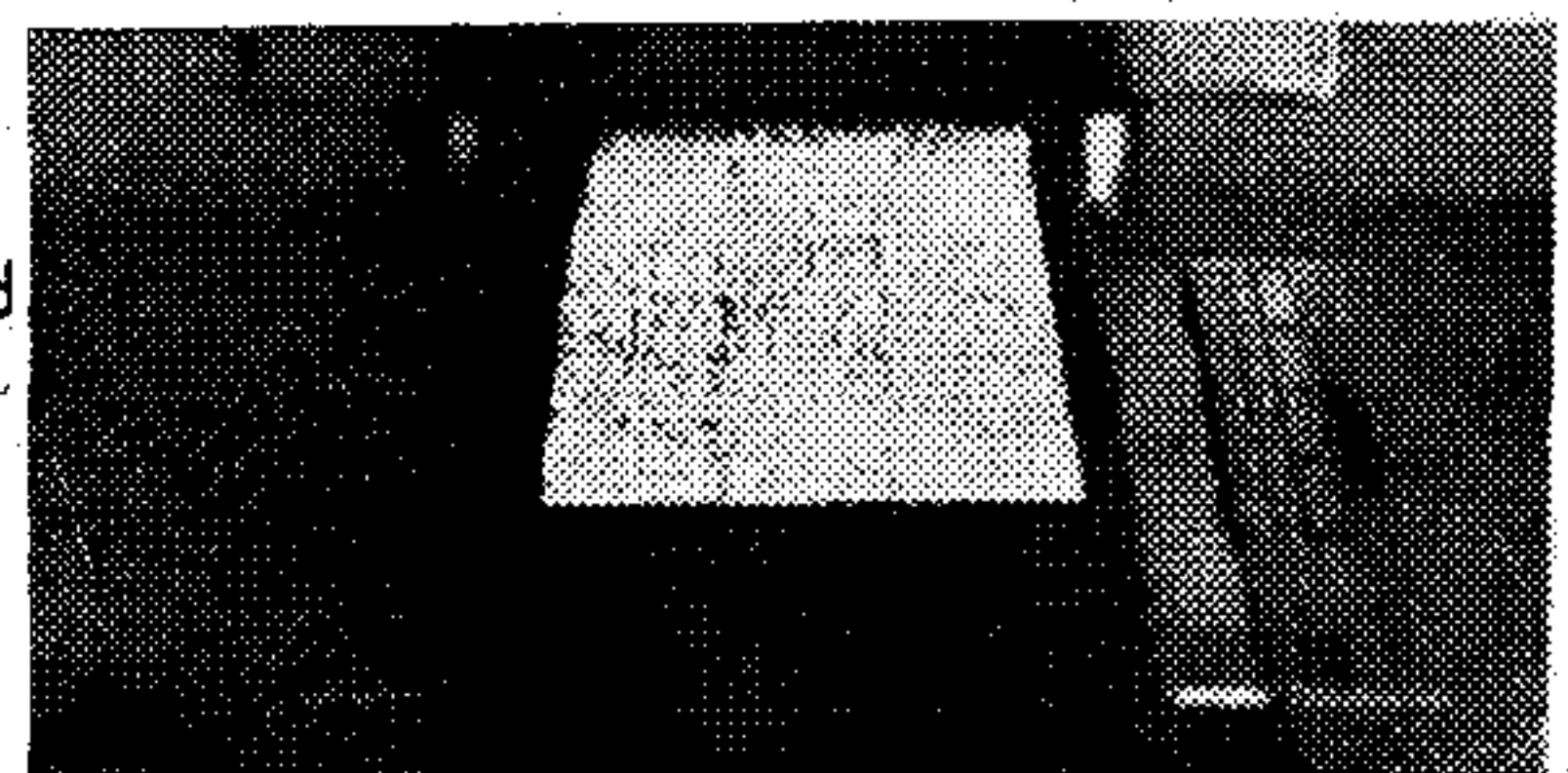
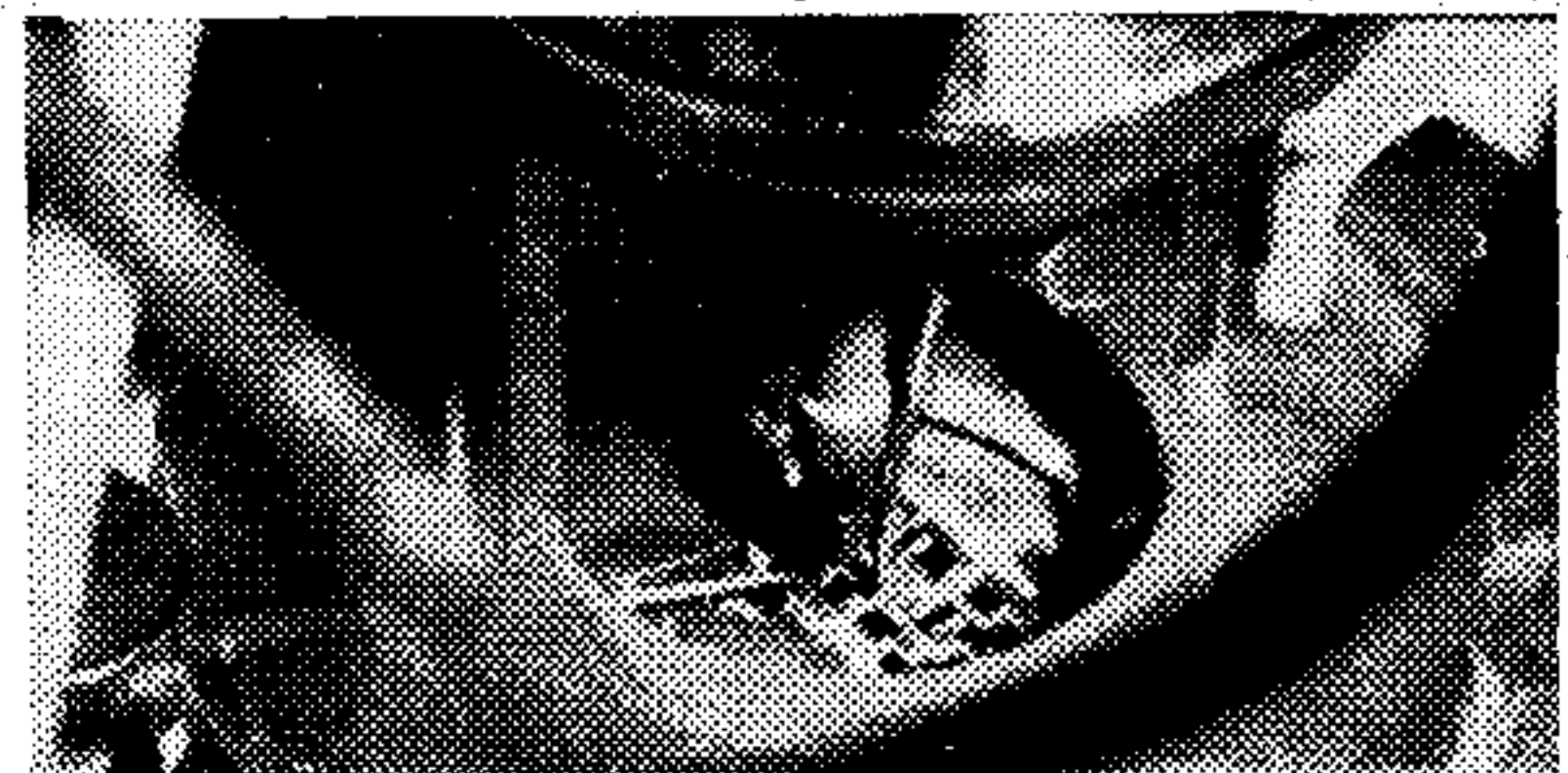
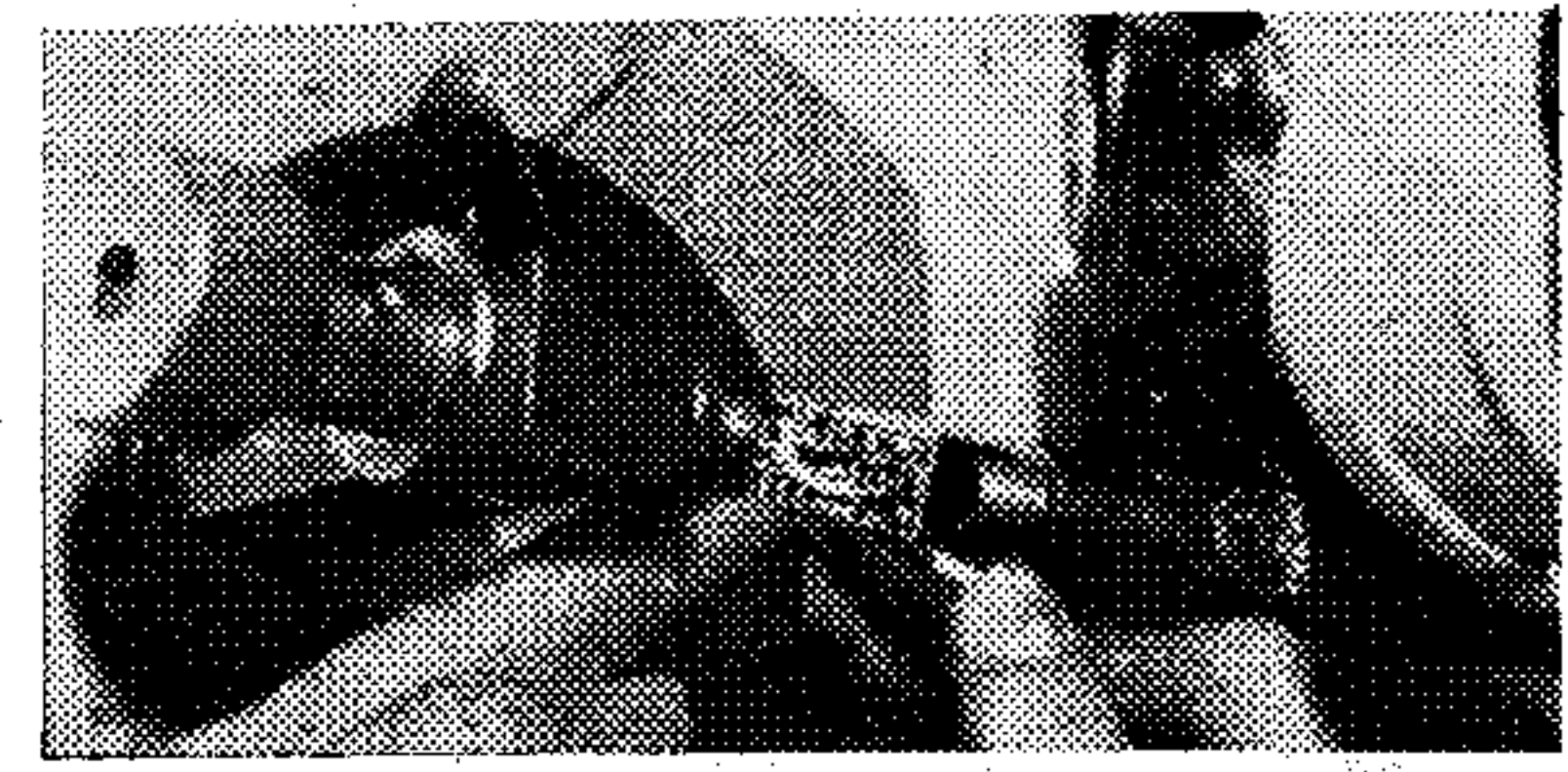
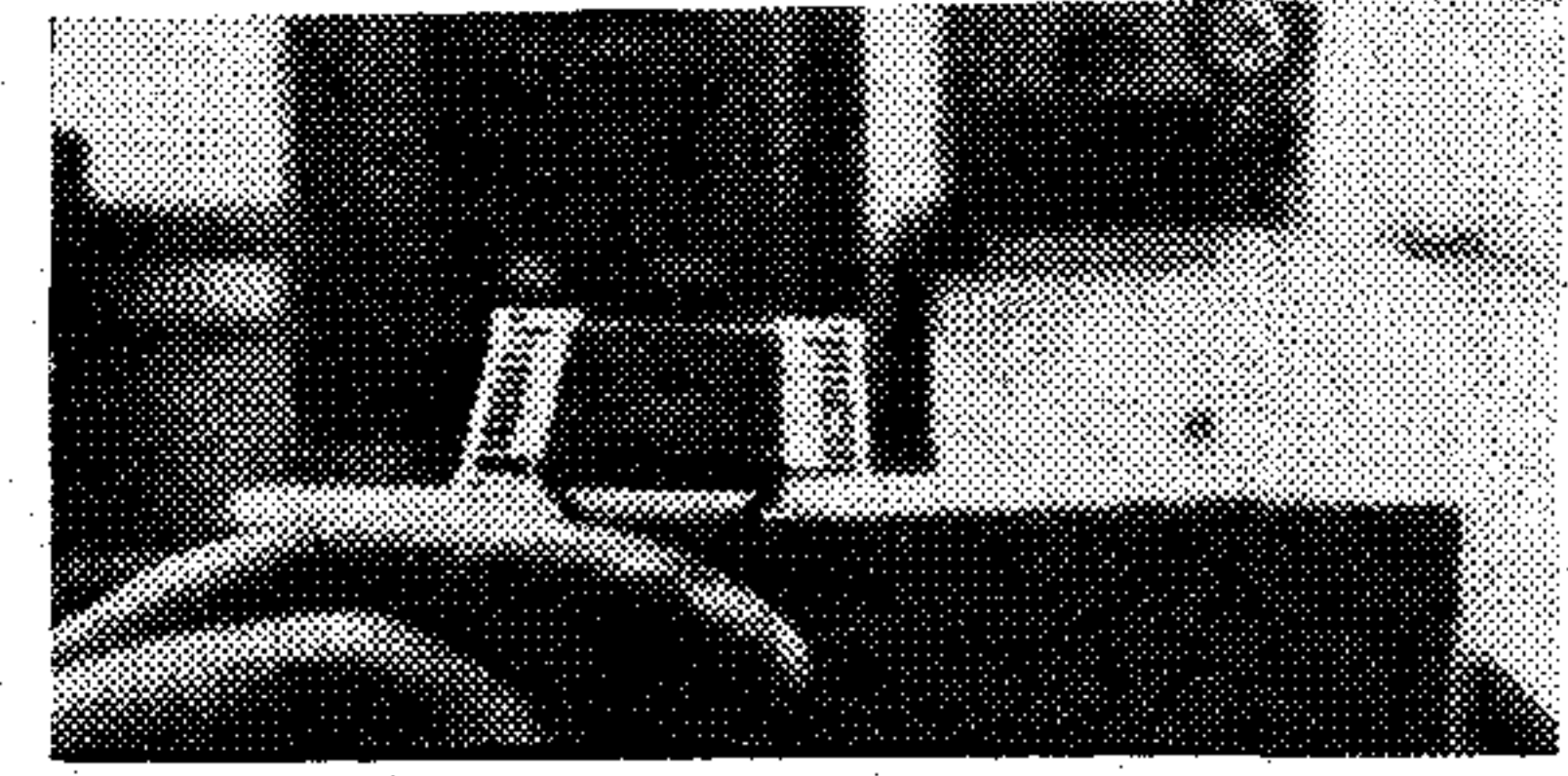
A végleges áramköri topológia rajza a 6. ábrán látható (a hibrid elemként beültetésre kerülő tranzistorok nincsenek berajzolva). A tranzistorok beforrasztására kivezetőként $1,5 \times 1,5$ mm-es bekötési felületeket alakítottunk ki a hordozón.



7. ábra. A mintaáramkör vastagréteg huzalozási pályáinak mesterrajza

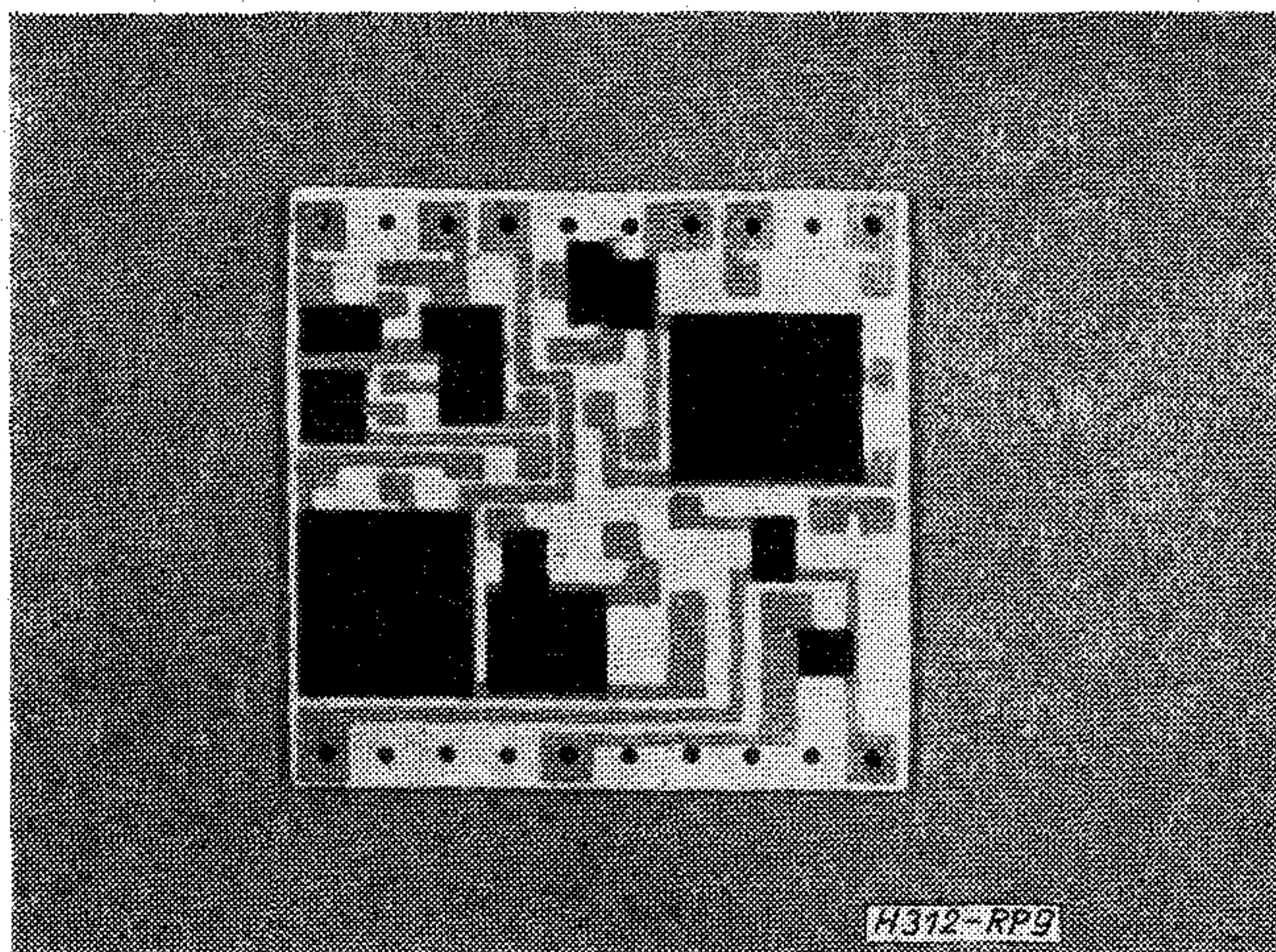
A külön betokozott diódák részére nem hagyunk szabad helyet a hordozón, hanem azokat a rétegre ráfektetve forrasztjuk be a huzalkivezetők segítségével (6. ábrát). A kerámia chip kondenzátor alatt egy huzalozási pályát vezettünk át és ezzel egy vezeték kereszteződést szüntettünk meg. A to-

pológiarajzon minden egyes ellenállásnál feltüntettük a 3 különféle szélességi méretet is. Az így megjelölt ellenállásoldal egyben a trimmelési irány előírását is jelenti. A trimmelő (homokoló) fej részére a trimmelési irányban szabad felületrészeket biztosítottunk a hordozón.

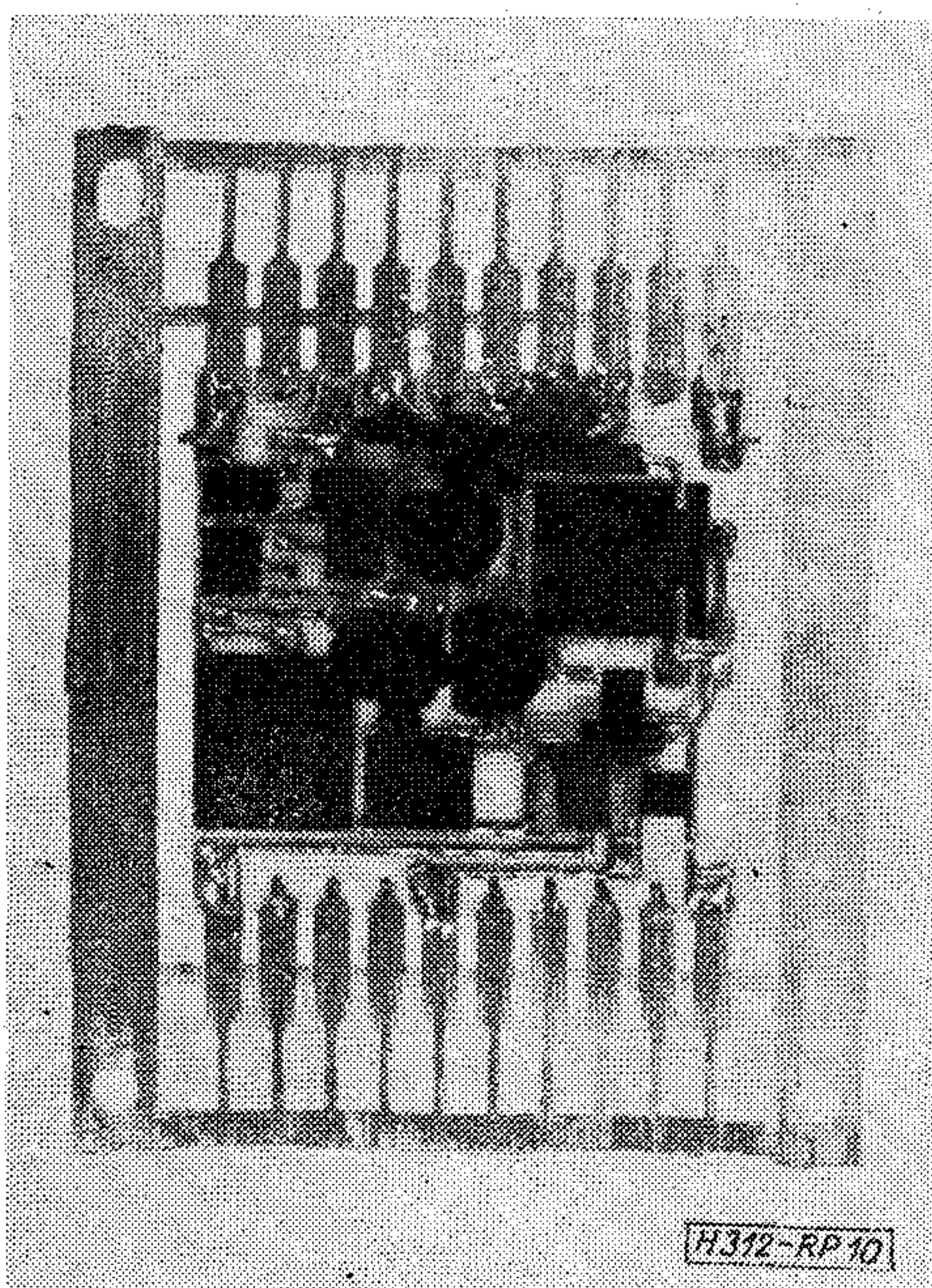
FONTOSABB TECHNOLÓGIAI LÉPÉSEK		GYÁRTÓBERENDEZÉSEK	FELHASZNÁLT ANYAGOK	TECHNOLÓGIAI JELLEMZŐK
1 MESTERRAJZOK KÉSZÍTÉSE (huzalozás és 4 db ellenállás mestertrajz készítése)		Lyukszalag vezérlésű rajzgép	Kétrétegű műanyag fólia	—10x-es nagyítás —méretpontosság $\pm 20 \mu\text{m}$
2 SZITAKÉSZÍTÉS (huzalozás és 4 db ellenállás szita készítése)		Szitakeret Szitafeszítő Megvilágító Pozicionáló Fotótechnikai berendezések	Polieszter szitaanyag Huzalozás maszk: 220 mesh. R maszk: 160 mesh. Colorgraf.	—indirekt emulziós szitakészítés
3 NYOMTATÁS (huzalozás és négyféle ellenállás réteg nyomtatása)		Szitanyomó berendezés	Hordozó anyaga: Al_2O_3 96% Paszta anyaga: R: Du Pont DP 1100 sorozat Huzalozás paszta: DP 8430 sorozat	—huzalozás réteg nyomtatása, beszáritás és beégetés —4-szer R rétegek nyomtatása
4 BEÉGETÉS (huzalozás majd az ellenállás rétegek beégetése)		Beégető kemence		—huzalozás rétegnél csúcshőmérséklet: 850°C ciklusidő: 45 perc —R rétegnél csúcshőmérséklet: 760°C ciklusidő: 45 perc
5 TRIMMELÉS MÉRÉS 		Félautomata trimmelő berendezés	Al_2O_3 por szemcseméret $\sim 20 \mu\text{m}$	—koptatósugaras értékbeállítás —értékbeállítás pontossága $\pm 1\%$
6 SZERELEÉS 		Mikroforrasztó Hordozó előmozdító berendezés Kivezető lábrendszer felforrasztó berendezés (újrafolytásos forrasztás) Mikroszkóp	Forrasztanyag Folyasztószer	—a hibrid elemek beültetési előírásai szerint
7 TOKOZÁS 		Kisnyomású fröccs-sajtoló gép	Kisnyomású epoxi fröccs-sajtoló anyag Hysol MG 6	—fröccs-sajtoló nyomás: 15 kp/cm^2 —fröccs-sajtolási idő: 3 perc —fröccs-sajtolási hőfok: 160°C

H312-RP8

8. ábra. A vastagréteg integrált áramköri kivitelű mintaáramkör gyártástechnológiájának rövid összefoglalása



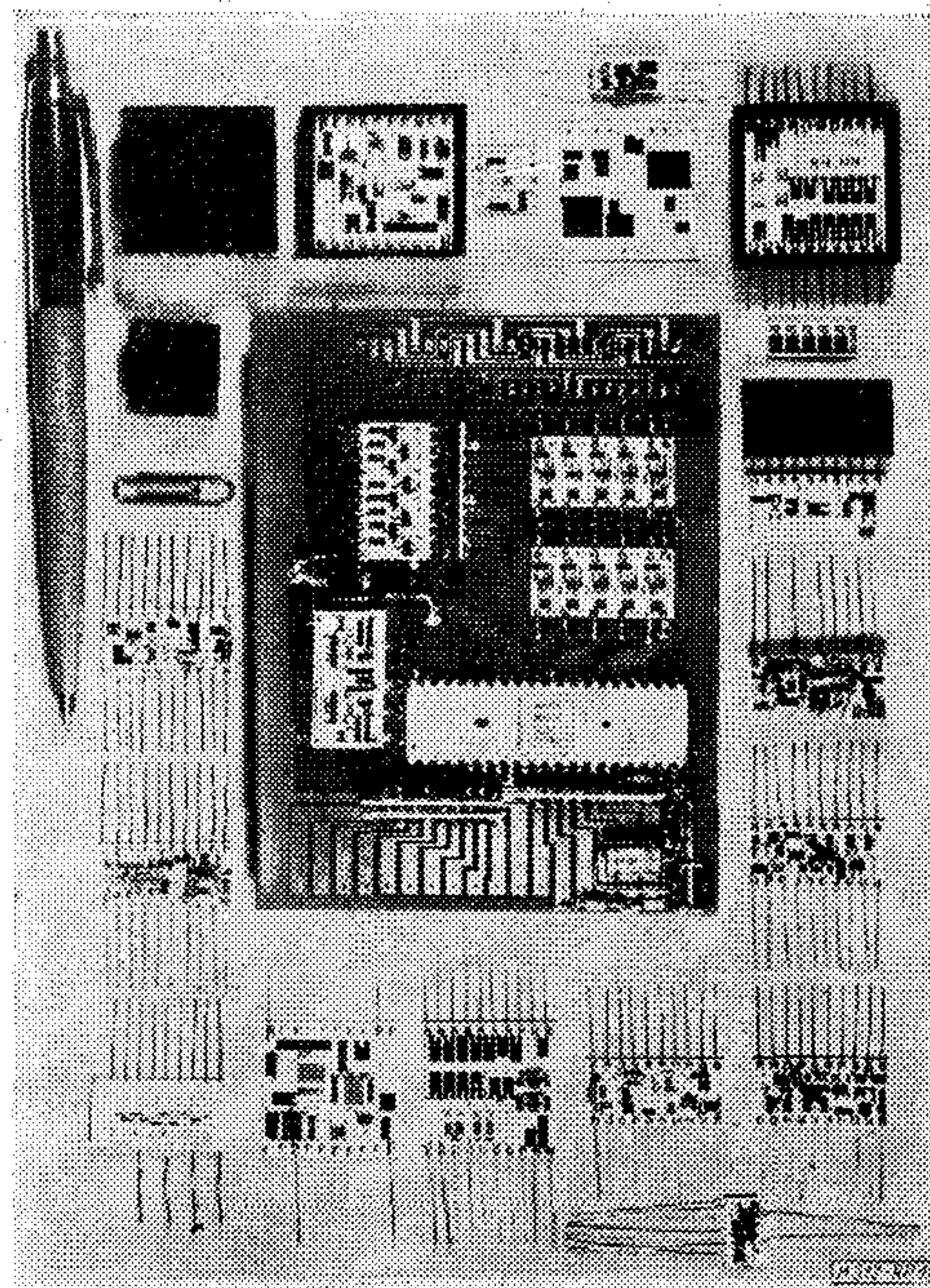
9. ábra. A 2. ábrán látható kapcsolat vastagréteg integrált áramköri R hálózata



10. ábra. A 2. ábrán látható kapcsolat vastagréteg hibrid integrált áramköri kivitele (tokozás előtti állapotban)

A topológián a K_1-K_1 és K_2-K_2 pontok összekötését utólag bekötött huzalokkal valósítjuk meg.

Az R_7 , R_8 , R_9 és R_{10} ellenállásokat úgy méreteztük és helyeztük el a hordozón, hogy a kapcsolási rajz tárgyalása során említett mindkét típusú áramkör részére felhasználható legyen a hálózat. A K_5-K_5 és a K_3-K_3 pontoknak huzalok segítségével történő összekötése biztosítja a 2. ábrán levő kapcsolat realizálását. A másik típusú áramkörhöz pedig csak a K_4-K_4 jelű pontokak kell beforrasztott huzallal rövidre zárni. A huzalok bekötésének megkönnyítésére a vastagréteg huzalozási pályából forrasztási felületeket alakítottunk ki.



11. ábra. Remix gyártmányú vastagréteg hibrid integrált áramkörök

A huzalozás anyagául a Du Pont gyártmányú DP 8430 típusú vezetőpasztát választottuk. Ez kompatibilis a választott ellenálláspasztával és jól forrasztható. Az egyes huzalozási pályák között minimálisan 0,4 mm hídávolságot biztosítottunk.

A 7. ábrán látható a mintaáramkör huzalozási pályájának mesterrajza.

A 8. ábrában összefoglaltuk a mintaáramkör előállításának főbb technológiai lépéseit és ezek jellemzőit.

A 9. ábra mutatja a megvalósított passzív vastagréteg integrált áramköri hálózatot.

A 10. ábrán bemutatjuk a szerelt vastagréteg integrált áramkört a kivezető lábrendszerrel együtt. A kivezető lábrendszer 2×10 kivezetővel rendelkező 0,2 mm vastagságú zárt lemezkeret, melynek alkalmazását a kisnyomású fröccsajtolásos tokozási technológia teszi indokoltá.

A 11. ábrán bemutatunk néhány Remix gyártmányú vastagréteg hibrid integrált áramkört, melyek közül néhánynak megtervezésében közreműködtek a BME Elektronikai Technológia Tanszék hallgatói is. A Remix és a BME Elektronikai Technológia Tanszék több tématerületen közösen fejleszti a vastagréteg integrált áramkörök technológiáját.

I R O D A L O M

- [1] D. W. Hamer—I. V. Biggers: Thick Film Hybrid Microcircuit Technology. Wiley — Interscience, 1972.
- [2] G. V. Planer—L. S. Phillips: Thick Film Circuits. London Butterworths, 1972.
- [3] M. L. Topfer: Thick-Film Microelectronics. Van Nostrand Reinhold Company, 1971.

Vékonyréteg ellenálláshálózatok készítése elektroeróziós mikrogravírozással

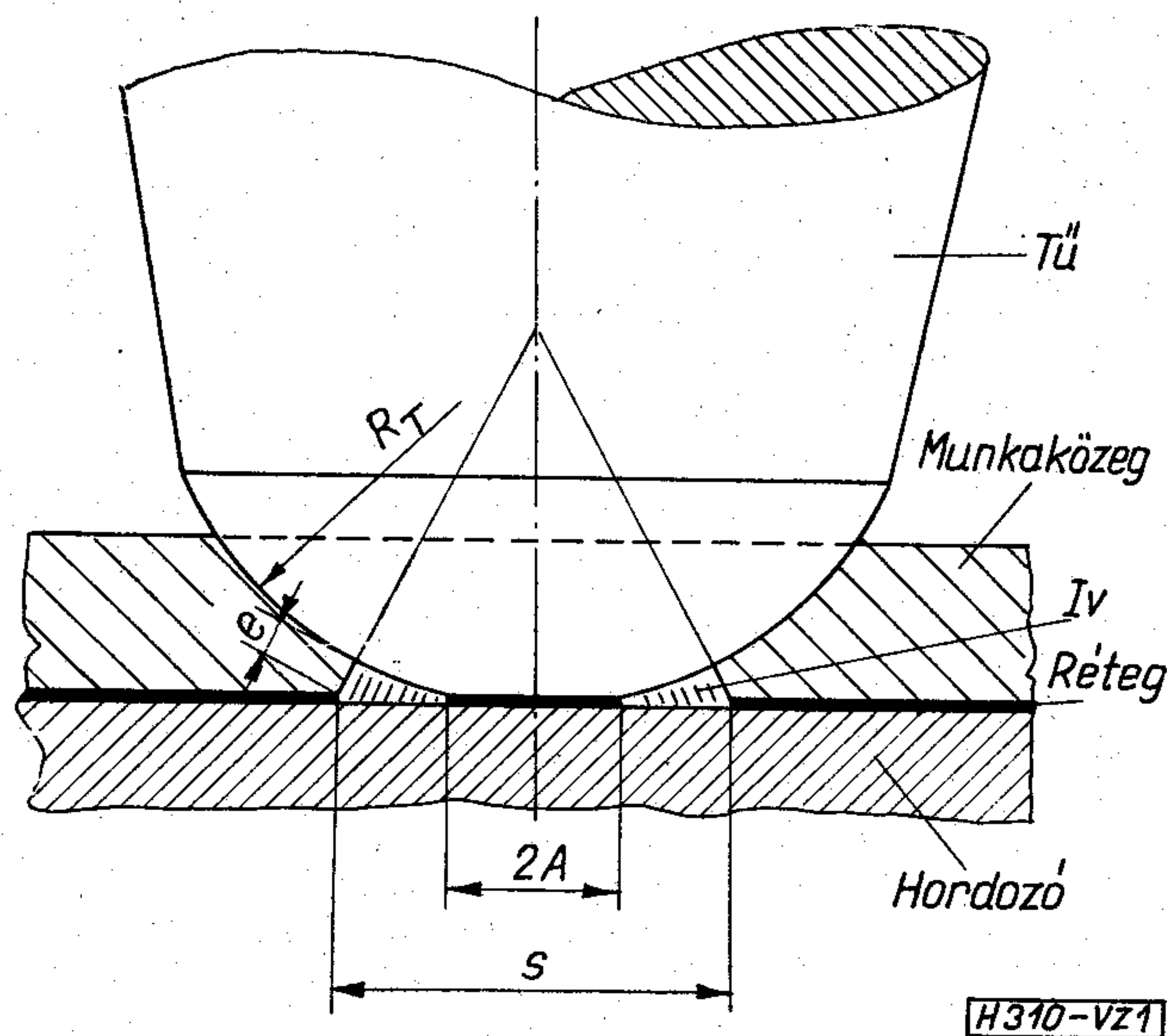
ETO 621. 319. 8:621.3.049.772.2

A vékonyrétegek elektroeróziós mikrogravírozását hazánkban elterjedten alkalmazzák integrált áramköri és egyedi vékonyréteg-ellenállások és -kondenzátorok értékbeállítására. Széles körű alkalmazása ellenére az elektroeróziós megmunkálást befolyásoló tényezők hatásával kevesen foglalkoztak. Tanszékünkön széles körű vizsgálatokat végeztünk az elektroerózió folyamatának fizikai tisztázására és az optimális technológiai paraméterek meghatározására. Az elektroeróziós megmunkálást a vizsgálatok eredményeként kapott paraméterekkel végezve nemcsak az értékbeállított ellenállások minősége javult, hanem az ellenálláshálózatok teljes topológiájának mikrogravírozásos kialakítása is lehetővé vált.

Az elektroeróziós megmunkálás

A vékonyrétegek elektroeróziós mikrogravírozását a rétegre szorított, mozgó tűvel végezzük [1] (1. ábra). A tűre kapcsolt feszültség hatására az érintkezésen — a kör többi részéhez képest nagy áramsűrűségű — áram folyik át. Elegendően nagy áram a réteget felmelegíti és elpárologtatja, így a rétegben szigetelő csík keletkezik. A párolgás megindulása után az áram a tű és a réteg között ívkisülést hoz létre. A réteg párolgása következtében a tű—réteg távolság nő, ezért az ív és az áram egy idő múlva megszakad, a párolgás is befejeződik.

Beérkezett: 1974. V. 21.



1. ábra. A gravírozó tű és a réteg között kialakult elektromos ív

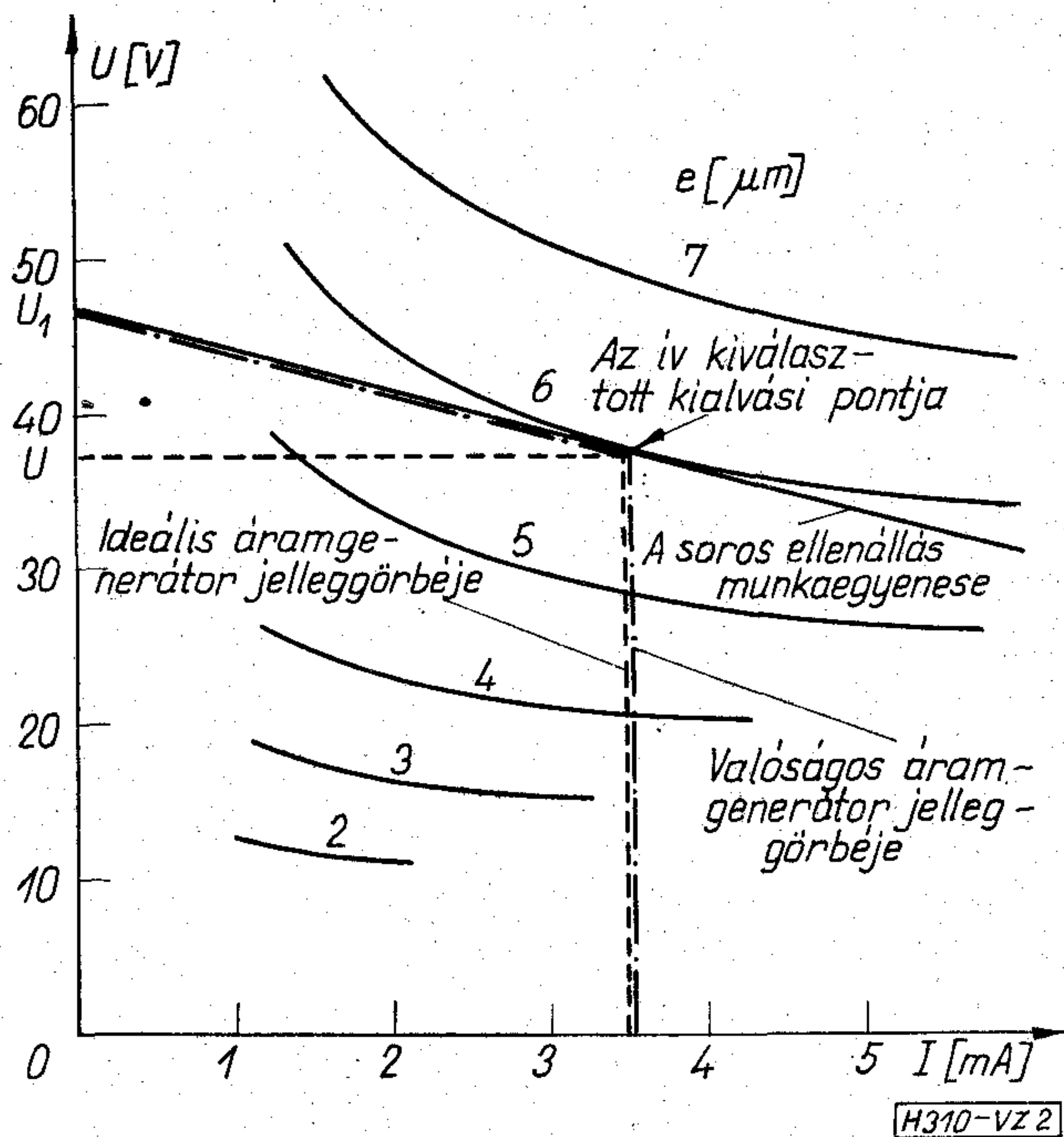
A szigetelő csík szélességét (s -t) a geometriai és mechanikai tényezők (a tű sugara, a nyomóerő, a rugalmassági tényezők stb.), valamint az ívképződést befolyásoló paraméterek (a feszültség, ill. áram, az elektródák és a környezet anyaga, stb) határozzák meg.

Az eróziós ív karakterisztikája független a geometriai és mechanikai viszonyoktól. Ez lehetővé teszi, hogy a csíkszélesség (s) mérése alapján a geometriai és mechanikai adatok ismeretében — az eróziós ív hosszát (e) meghatározzuk. A benyomódási kör sugarát (a) a Hertz-féle összefüggésekből [2] számíthatjuk ki.

Az ívképződésre és ezen keresztül a csíkszélességre az elektródák (a tű és a réteg) és a környezet (a hordozó és a munkaközeg) anyaga, valamint a réteg vastagsága jelentős hatást fejt ki. A befolyásoló tényezők hatását különböző körülmények között felvett ívkarakterisztikák összehasonlításával értékelhetjük. Az eróziós ív karakterisztikájának felvételével és a fizikai folyamatok elvi tisztázásával részletesebben a „Vékonyrétegek elektroeróziós mikrogravírozása” [1] c. közleményünkben foglalkoztunk. A technológiát jelentősen befolyásoló paraméterek közül az anyagok hatásának megállapítására végzett vizsgálataink eredményeit „Az anyagok hatása a vékonyrétegek elektroeróziós megmunkálására” [3] c. folyóiratcikkben tettük közzé. Vizsgálataink alapján megadhatók azok a technológiai paraméterek, amelyekkel optimális — tiszta, rétegnyomoktól mentes, kontúros, egyenletes és emellett keskeny — elektroeróziós vágás készíthető. E paraméterek a következők:

1. A gravírozó tű a rétegnél nehezebben párolgó anyagból készüljön. Ha a vágás végén a tűt felemeljük a rétegről, a tű anyaga célszerűen kemény volfrám vagy rugóacél lehet. Ha a vágás befejeztével a tűről a feszültséget lekapcsoljuk, de a tű a rétegen továbbcsúszik, a réteg sérülésének elkerülése a tű anyagának a nikkel ajánljuk.

2. A keskeny vágási csík érdekében a tű lekerekítési sugara legyen kicsi, a tű kis sugarú tű viszont maradé deformációt szenved és kopik. A sugár optimuma $50 \mu\text{m}$ körül van, ezzel — az egyéb paraméterek függvényében — $30...60 \mu\text{m}$ szélességű csíkot kapunk. Szélesebb csíkhöz legegyszerűbben a sugár növelésével jutunk. Ennek előnye, hogy — a többi mechanikai jellemzőhöz hasonlóan — a tű sugara az ívképződést nem befolyásolja, így az eróziós ív szempontjából optimális paraméterek állandóan tartása mellett változtathatjuk a csíkszélességet.



2. ábra. Az eróziós ív egy kialakítási pontjához tartozó különböző tápforrás jelleggörbék

3. A tűt maradó deformációt nem okozó erő nyomja a réteghez. Túl kicsi erő esetén viszont a réteg felületén levő porszemek és esetleges egyéb szennyezők vágási bizonytalanságot okozhatnak. A nyomóerő optimuma — az optimális sugárral összhangban — a 10...20 p-os tartományba esik.

4. A vágást célszerű munkafolyadékban végezni. A munkafolyadék keskenyebb és egyenletesebb vágást eredményez. Javasolt anyag a transzformátorolaj, de a petróleum és a finom repceolaj is kielégítő eredményt ad. Igénytelenebb esetekben a vágás levegőn is végezhető. Kis ellenállású rétegeket mindenképpen munkafolyadékban célszerű gravírozni.

5. A gravírozó tű tápfeszültségének és soros ellenállásának (illetve áramának) meghatározása csak a réteg és a hordozó anyagának, valamint a rétegvastagság ismeretében lehetséges. Ha ismert (vagy felvehető) az eróziós ív karakterisztikája, akkor a következőképpen járhatunk el:

— a gravírozási áram és a megvalósítható eróziós ívhossz tartományában — a kívánt vágási csíkszélesség alapján — kiválasztjuk a karakterisztika azon pontját, ahol a gravírozást végezni akarjuk (2. ábra).

— a karakterisztika kiválasztott pontjához húzott érintő meredeksége a soros ellenállást (R_m -t; a réteg R_r és a külső ellenállás R_1 összegét), az $I=0$ tengellyel való metszéspontja a tápfeszültséget (U_1) adja.

— ha áramgenerátoros táplálással gravírozunk, a kiválasztott ívkialvási pont árama és feszültsége az áramgenerátor beállítandó forrásáramát és letörési feszültségét közvetlenül meghatározza.

Ha az eróziós ív karakterisztikáját nem ismerjük, az optimális feszültség- és ellenállás-, illetve áramértéket kísérletileg kell meghatározni. Ehhez a következők nyújtanak segítséget:

— a vágás a tapasztalatok szerint 2...50 $R_\square$ soros ellenállással ad kedvező eredményt. A soros ellenállás optimuma a kis (2...10 $R_\square$) ellenállásoknál van, mert ott a vágás kisebb feszültséggel végezhető, így szélessége kisebb.

— 2...10 $R_\square$ soros ellenállás esetén 10...30 V a tápfeszültség alsó és 20...80 V a felső határa. Optimálisnak a keskenyebb vágási csíkot eredményező 10...30 V-os tartomány tekinthető.

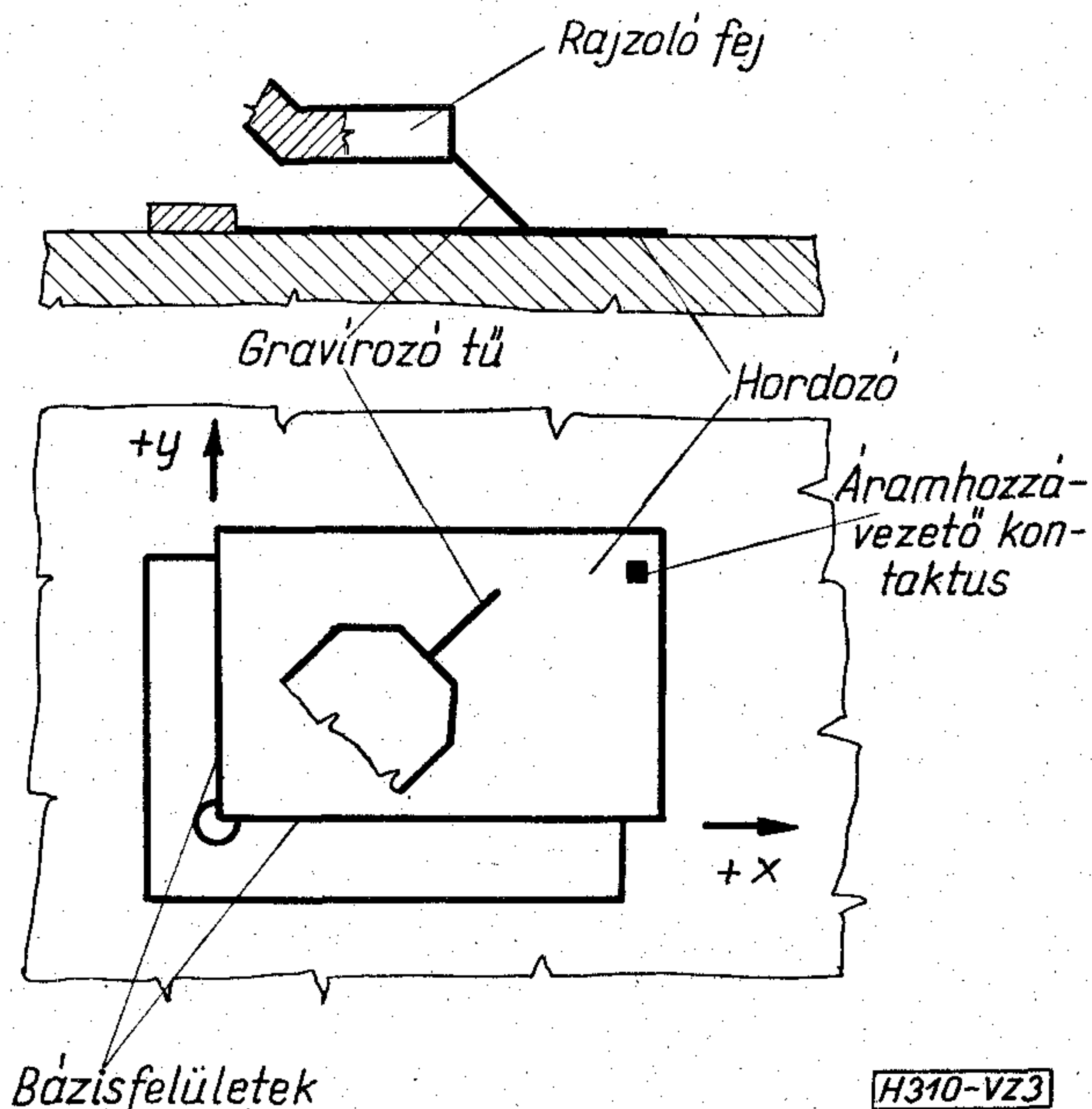
A réteg és a tű célszerű polaritása anyagfüggő. A Ni-Cr rétegeket anódnak, a Ta-t katódnak kell kapcsolni, más rétegeknél a polaritást kísérleti úton kell megválasztani.

A fenti paraméterekkel a gravírozási csíkszélesség 25...50 μm között tartható.

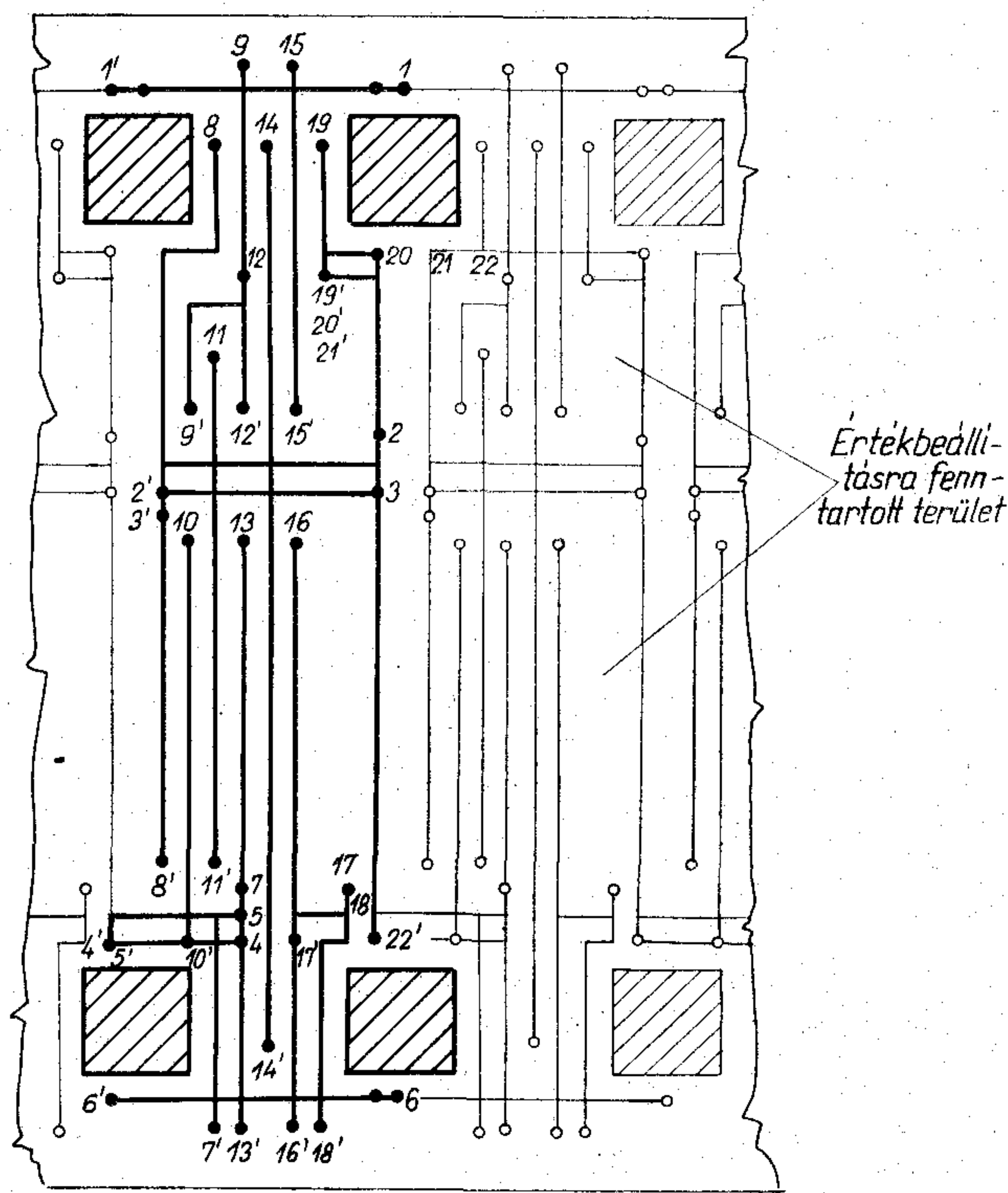
Ellenálláshálózatok mikrogravírozása

Az elektroeróziós mikrogravírozást felhasználhatjuk az ellenállások, illetve ellenálláshálózatok készítésére is. Ehhez a hordozót teljesen beborító ellenállásrétegből és az arra maszkon keresztül felpárologtatott kontaktusrétegből indulunk ki. Az ellenállásokat szigetelő csíkok gravírozásával alakítjuk ki. A szigetelő csík egyenletessége és tisztasága érdekében vigyázni kell arra, hogy az előzőekben felsorolt optimális technológiai paraméterek a gravírozás során mindig teljesüljenek. Ebből a szempontból különösen kritikus a 2...10 $R_\square$ soros ellenállás követelménye. A gravírozandó vonalak vágási sorrendjének helyes megválasztásával elérhető, hogy a tű hegye és az áramhozzávezető kontaktus között ennél nagyobb ellenállás nem lép fel.

Az ellenálláshálózatok gyors és pontos elkészítése érdekében a mikrogravírozást lyukszalagvezérlésű rajzgépen végezzük. E célra a Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet ADMAP típusú rajzgépét alakítottuk át. A gravírozó tűt az írófej helyére fogjuk fel úgy, hogy a hordozóra nem merő-



3. ábra. A mikrogravírozó elrendezés vázlata



$k = \text{vonala kezdete}$ $k' = \text{vonala vége}$
lépéstávolság 0,25 mm

H310-VZ4

4. ábra. Elektroeróziós mikrogravírozással készülő ellenálláshálózat topológiája és a vonalak vágási sorrendje

legesen, hanem ferdén helyezkedik el. A tűnek a hordozóra eső vetületével bezárt szöge 45° és a vetület a $-x$ és $-y$ tengely szögfelezője esik (3. ábra). A tűt gravírozás közben — az egyenletes, akadózástól és ugrálástól mentes mozgás érdekében — csak $-x$, $-y$ irányban vagy e két irány szögfelezőjén mozgatjuk, amivel azt is elérjük, hogy a hordozó a bázisfelületekhez szorul és nem mozdulhat el.

Az áramhozzávezető kontaktust a legnagyobb $+x$ és $+y$ koordinátájú sarokban helyezük el, mert így a kontaktushoz csatlakozó mérőtapintó legkevésbé akadályozza az e sarok felé nyúló tű mozgását. A holtjátékból eredő hiba kiküszöbölésére

a gravírozandó vonal végpontját felemelt tűvel, a legvégén $-x$ és $-y$ irányban haladva közelítjük meg.

Az áramhozzávezető kontaktus és a tű hegye közötti kis ellenállás biztosítására a vonalak vágási sorrendjében a $+y$ és $+x$ irányban haladunk. Egy kisebb ábrarészen belül először a hordozó hosszabb oldalával párhuzamos vonalakat gravírozunk be, mert ezek a vonalak az ellenállást nem növelik számottevően. A szigetelő csíkok biztos egymásba érése érdekében célszerű a csatlakozó vonalakat rövid szakaszon átfedéssel készíteni. A technológiához alkalmazkodó topológiára példát és gravírozási menetét a 4. ábra hálózat-részlete szemlélteti.

A készített ábrák finomságát az alkalmazott rajzgép $250 \mu\text{m}$ legkisebb lépéstávolsága korlátozza. A technológia adta lehetőségeket körülbelül a csík-szélesség $25 \mu\text{m}$ körüli minimumával összemérhető lépéstávolsággal lehetne kihasználni.

Az elektroeróziós mikrogravírozással készített ellenállások és ellenálláshálózatok minőségi tulajdonságai alapján — vagyis stabilitás, hőmérséklet-tényező, nonlinearitás stb. szempontjából — egyenértékűek a fotólitográfiai maratással készíttetekkel. Nagy előnyük, hogy a mesterrajz és fotomaszk készítésének költséges műveleteit egy egyszerű rajzgépvezérlő program megírása helyettesíti. A rajzgép gyors működése (az ADMAP esetén 40 cm/perc a gravírozási sebesség) miatt az alakadás műveleti ideje sem lényegesen hosszabb a fotólitográfiához szükségesnél. Egyedileg és kis sorozatban gyártott ellenálláshálózatoknál az elektroeróziós mikrogravírozás jó minőségi jellemzőket eredményez és gazdaságilag is előnyös, ezért alkalmazása indokolt.

IRODALOM

- [1] Illyefalvi-Vitéz, Zs.: Vékonnyrétegek elektroeróziós mikrogravírozása; Finommechanika-Mikrotechnika 12 (1973), 10—11, 305—312.
- [2] Bede, I.: Finommechanikai elemek; Tankönyvkiadó, Budapest, 1972 (egyetemi jegyzet).
- [3] Illyefalvi-Vitéz, Zs.: Az anyagok hatása a vékonnyrétegek elektroeróziós megmunkálására; Finommechanika-Mikrotechnika 13 (1974), 6. 161-166

Lapunk példányonként megvásárolható

az V., Váci u. 10. és V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban

Nemlineáris oszcillátorok egzakt szintézise

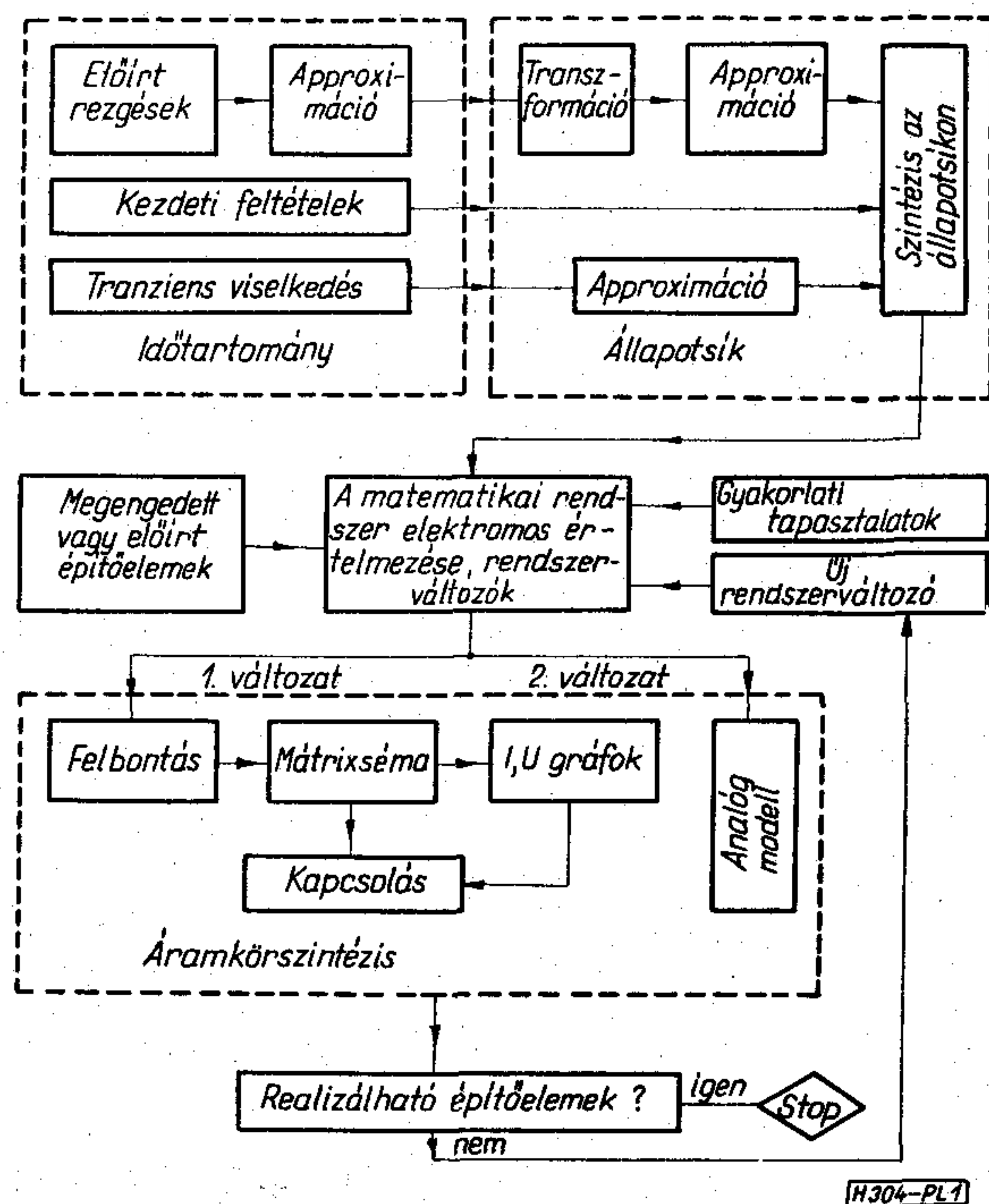
ETO: 517.947.44: 621.373.

Szinte áttekinthetetlen azoknak a cikkeknek, szak-
könyveknek a sokasága, melyek témája nemlineáris
rendszerek analízise. Ezzel szemben csak az utóbbi
években jelent meg néhány olyan publikáció, mely
nemlineáris rendszerek szintézisének problémájával
foglalkozott [7, 9, 2, 3, 1]. Ebben a dolgozatban azt
szeretnénk megmutatni, hogy nemlineáris rendszerek
egy osztályának — a nemlineáris periodikus rezgések
előállításának — szintézisfeladata a lineáris rendsze-
rek szintézisének szokásos alapvető gondolatmenet-
hez illeszkedően megoldható. Célkitűzésünk tehát, hogy
nemlineáris oszcillátorokra egy általános szintézis-
eljárást adjunk meg: az egzakt, direkt szintézis mód-
szereivel tervezendő egy elektromos oszcillátor, mely
előírható tranziens viselkedésű tetszőleges periodikus
rezgések előállítására képes.

Az eljárás két részből épül fel: a) matematikai
szintézis, b) áramkőrszintézis.

Az 1. ábra blokkdiagramja áttekintést kíván nyúj-
tani a szintézis főbb lépéseiről. Részletesebben a
szintézis matematikai részével fogunk foglalkozni,
az áramkőrszintézis főbb lépéseire csak utalni fogunk.
Az áramkőrszintézist egy későbbi publikációban kí-
vánjuk részletesen bemutatni.

Beérkezett: 1974. V. 21. A BME Villamosmérnöki Karának
25 éves fennállása alkalmából rendezendő tudományos ülés-
szakon elhangzó előadás.



1. ábra

1. Matematikai szintézis

1.1. Alapok

Tételezzük fel, hogy rezgőképes elektromos rend-
szereink a függő változóktól függő együtthatójú kö-
zönséges differenciálegyenlettel elegendő pontosság-
gal leírhatók. Ebben az értelemben a periodikus rez-
géseket leíró matematikai rendszernek legalább más-
odrendűnek kell lenni. Kézenfekvő okokból kifolyó-
lag viszont a realizálandó kapcsolásnak minél egy-
szerűbbnek kellene lenni úgy, hogy ebből a szem-
pontból pedig legfeljebb egy másodrendű matemati-
kai rendszer jönne szóba.

Ez megfelel két elsőrendű differenciálegyenlet
rendszerének (állapotegyenletek)

$$\frac{dx_1}{d\tau} = G(x_1, x_2), \quad (1)$$

$$\frac{dx_2}{d\tau} = H(x_1, x_2),$$

ahol x_1, x_2 dimenziómentes (normált) állapotválto-
zók, τ a normált idő. A továbbiakban másodrendű,
egy szabadságfokú dinamikus rendszerekkel foglal-
kozunk. Feltételezzük, hogy a rendszer állapotai köl-
csönösen és egyértelműen hozzá vannak rendelve az
 x_1, x_2 állapotsík pontjaihoz, valamint feltesszük, hogy
a $G(x_1, x_2)$ és $H(x_1, x_2)$ függvények az állapotsíkon
analitikusak. (Abban a speciális esetben, ha $x_1 = x$ és
 $x_2 = y = \frac{dx}{d\tau}$, az állapotsík a fázissíkba megy át.)

Ha

$$x_{1i}(\tau, x_{10i}, x_{20i}) \quad (2)$$

és

$$x_{2i}(\tau, x_{10i}, x_{20i}) \quad \text{ahol } i=1, 2, \dots, n$$

az (1)-es differenciálegyenlet-rendszer x_{10i}, x_{20i} kez-
deti feltételektől függő periodikus megoldásai, akkor
ezen megoldásoknak az állapotsíkon n számú zárt
görbe n határciklus felel meg. Könnyen belátható,
hogy másodrendű dinamikus rendszerrel elvileg $2n$
számú egymástól különböző, az n kezdeti feltételtől
függő periodikus rezgés valósítható meg. Ha csak
egyetlen periodikus rezgés előállítása a feladatunk,
mint ebben a dolgozatban, úgy a másik megoldást
elvileg tetszőlegesen megválaszthatjuk, csak a késő-
biekben ismerttetendő szintézis szükséges feltételeit
kell kielégítenünk.

1.2. Határciklusok szintézise

A matematikai szintézis első lépéseként az általá-
nosság kedvéért a következő feladat megoldását

tüzzük ki célul: keressük meg azt a differenciálegyenletrendszer, melynek a periodikus rezgéseknek megfelelő zárt görbék és csakis azok határciklusai, ezenkívül megoldásként egyetlen olyan szinguláris ponttal sem rendelkeznek, mely az n zárt görbe valamelyikén helyezkedik el.

Az n számú zárt görbére vonatkozóan a következő feltételeket tesszük:

a) a zárt görbék nem érintik és nem metszik egymást,

b) feltételezzük, hogy a zárt görbék egyenletei az állapotsíkon

$$c_i(x_1, x_2) = q_i; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

formában ismertek.

c) A $c_i(x_1, x_2)$ függvények (mint kétváltozós függvények, az egész állapotsíkra nézve) a következő tulajdonságokkal rendelkeznek:

1. $c_i(x_1, x_2)$ folytonos és egyértékű,
2. $c_i(x_1, x_2) > 0$ egyetlen $P_i(x_{1Si}, x_{2Si})$ pont kivételével, ahol

$$c_i(x_{1Si}, x_{2Si}) = 0.$$

Definiáljuk a következő segédfüggvényt:

$$C(x_1, x_2) = \prod_{i=1}^n [c_i(x_1, x_2) - q_i]. \quad (4)$$

Könnyen belátható, hogy $C(x_1, x_2)$ $c_i(x_1, x_2)$ -re tett feltételeink miatt a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- a) $C(x_1, x_2)$ folytonos és egyértékű,
- b) $C(x_1, x_2) = 0$ az n zárt görbén,
- c) $C(x_1, x_2) > 0$ azokban a pontokban, melyek az n görbén kívül, illetve páros számú görbe belsejében helyezkednek el.
- d) $C(x_1, x_2) < 0$ páratlan számú görbék belsejében.

Ezek felhasználásával, a nemlineáris differenciálegyenletek kvalitatív elméletének segítségével bebizonyítható [1], hogy az alábbi

$$\begin{bmatrix} \frac{dx_1}{d\tau} \\ \frac{dx_2}{d\tau} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi_{11}(x_1, x_2) & \varphi_{12}(x_1, x_2) \\ \varphi_{21}(x_1, x_2) & \varphi_{22}(x_1, x_2) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial C}{\partial x_1} \\ \frac{\partial C}{\partial x_2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

nemlineáris differenciálegyenlet-rendszer a szintézisfeladatot kielégíti, ha a rendszer $\varphi_{11}(x_1, x_2)$, $\varphi_{12}(x_1, x_2)$, $\varphi_{21}(x_1, x_2)$ és $\varphi_{22}(x_1, x_2)$ paraméterfüggvényeire a következő megkötéseket tesszük:

$$\begin{aligned} \varphi_{12}(x_1, x_2) &= -\varphi_{21}(x_1, x_2), \\ \varphi_{11}(x_1, x_2) &= \varphi_{11}^*(x_1, x_2) \cdot C(x_1, x_2), \\ \varphi_{22}(x_1, x_2) &= \varphi_{22}^*(x_1, x_2) \cdot C(x_1, x_2), \end{aligned} \quad (6)$$

ahol $\varphi_{11}^*(x_1, x_2)$ ill. $\varphi_{22}^*(x_1, x_2)$ függvényeknek egyidejűleg vagy pozitív definitnek vagy negatív definitnek kell lenniük, a szóban forgó határciklus stabilitástípusától függően. Ha φ_{11}^* és φ_{22}^* pozitív definit és a határciklus a többen kívül, ill. páros számú határciklusok belsejében helyezkedik el instabil határgörbéről van szó, míg φ_{11}^* és φ_{22}^* negatív definit volta a határciklust stabillá teszi. Ha a kérdéses határciklus

páratlan számú határgörbe belsejében helyezkedik el az előző állapot ellenkezőjét kapjuk. Ha egy határciklus stabilitástípusa az előírt stabilitási feltétellel nem egyezik meg, egy választógörbe felvételével az eredeti stabilitástípus megváltoztatható.

1.3. Periodikus rezgések szintézise

1.3.1. Szintézis, a berezgési folyamat figyelembe vétele nélkül

Ebben az esetben az 1.2. fejezet határciklus-szintézis eredményei közvetlenül felhasználhatók.

A grafikusan vagy analitikusan adott

$$x_1(\tau) = x_1(\tau + T), \quad (7)$$

$$x_2(\tau) = x_2(\tau + T)$$

periodikus rezgésekhez az idő eliminálása után az x_1, x_2 állapotsíkon a

$$c(x_1, x_2) = q \quad (8)$$

határciklus, ill. a

$$C(x_1, x_2) = c(x_1, x_2) - q \quad (9)$$

segédfüggvény tartozik. A határciklus akkor lesz stabil, ha (5)-ben φ_{11}^* és φ_{22}^* egyébként tetszőlegesen megválasztható paraméterfüggvények negatív definitnek. Most még φ_{12} alkalmas meghatározásával azt kell biztosítanunk, hogy az előírt periodikus rezgések (5)-nek stacionárius megoldásai legyenek. $x_1(\tau)$ és $x_2(\tau)$ differenciálhányadosaiból τ eliminálása után az $\dot{x}_1, \dot{x}_2$ síkon a következő egyenletet nyerjük:

$$F(\dot{x}_1, \dot{x}_2) = 0 \quad (10)$$

(5)-t (10)-be helyettesítve és kihasználva, hogy stacionárius esetben $C(x_1, x_2) = 0$, az ismeretlen φ_{12} meghatározható.

Különleges figyelmet érdemel az az eset, ha csak egyetlen periodikus rezgést írunk elő, pl. $x_1(\tau)$ -t. Ekkor célszerűen

$$x_2(\tau) = \frac{dx_1}{d\tau} \quad (11)$$

választva és ennek megfelelően fázisváltozókra áttérve (5)-ös, a szintézisfeladatot kielégítő differenciálegyenlet-rendszer az

$$\begin{bmatrix} \frac{dx}{d\tau} \\ \frac{dy}{d\tau} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \varphi_{12} \\ -\varphi_{12} & \varphi_{22}^* \cdot C(x, y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial C}{\partial x} \\ \frac{\partial C}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (12)$$

egyenletté egyszerűsödik, ahol

$$\varphi_{12}(x, y) = y \cdot \left[\frac{\partial C}{\partial y} \right]^{-1}, \quad (13)$$

$\varphi_{22}^*(x, y)$ tetszőlegesen választható, de negatív definit.

1.3.2. A berezgési folyamat figyelembevétele

Ha a rendszerünk még nem érte el a stacionárius állapotot, ez az állapotsíkon oly módon is interpretálható, hogy mennyire tér el a (4) alatt definiált segéd-

függvényünk a stacionárius állapothoz tartozó zérusértéktől. Ha ezt az eltérést mint hibát fogjuk fel és Q -val jelöljük,

$$C(x_1, x_2) = Q, \quad (14)$$

Q időbeli megváltozása arra lesz jellemző, hogy milyen gyorsan éri el rendszerünk a stacionárius állapotot.

Tételezzük fel, hogy Q például a következő:

$$\frac{dQ}{d\tau} + \frac{\psi}{K} Q = 0 \quad (15)$$

elsőrendű differenciálegyenletnek eleget tesz, ahol ψ egy még ismeretlen függvény, K egy állandó. (14)-es egyenletből következik, hogy

$$\frac{dQ}{d\tau} = \frac{\partial C}{\partial x_1} \cdot \frac{dx_1}{d\tau} + \frac{\partial C}{\partial x_2} \cdot \frac{dx_2}{d\tau}, \quad (16)$$

(5)-ös egyenlet (16)-ba helyettesítve az (15)-es differenciálegyenlet felhasználásával kapjuk, hogy

$$\varphi_{11} \cdot \left(\frac{\partial C}{\partial x_1} \right)^2 + (\varphi_{12} + \varphi_{21}) \frac{\partial C}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial C}{\partial x_2} + \varphi_{22} \left(\frac{\partial C}{\partial x_2} \right)^2 + \frac{\psi}{K} C = 0. \quad (17)$$

Könnyen felismerhető, hogy a (17)-es egyenlet kielégíthető, ha az (5) differenciálegyenlet-rendszerre tett feltételeink teljesülnek. Ez viszont azt jelenti, hogy a $\varphi_{11}(x_1, x_2)$, $\varphi_{22}(x_1, x_2)$ paraméterfüggvények és ψ függvény mindig megválaszthatók oly módon, hogy a berezgési folyamatra tett előírásaink teljesüljenek. A következőkben lássunk néhány egyszerű példát a szintéziseljárás szemléltetésére.

1.4. Példák a matematikai szintézisre

1.4.1. Egzakt szinuszosan rezgő oszcillátor tervezése

Az előírt periodikus rezgések legyenek

$$\begin{aligned} a_1(t) &= A \sin \omega_0 t \\ a_2(t) &= A \sin (\omega_0 t + \alpha), \end{aligned} \quad (18)$$

illetőleg normálva

$$x_1 = \frac{a_1}{A}; \quad x_2 = \frac{a_2}{A} \quad (19)$$

$$\tau = \omega_0 t$$

$$x_1(\tau) = \sin \tau \quad (20)$$

$$x_2(\tau) = \sin (\tau + \alpha),$$

τ eliminálása után a segédfüggvényre adódik

$$C(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 \cos \alpha - \sin^2 \alpha \quad (21)$$

(1.5)-ben válasszuk

$$\varphi_{11}^* = 0 \quad (22)$$

$$\varphi_{22}^* = -\frac{\varepsilon}{2}$$

ahol ε egy tetszőleges pozitív szám.

$\frac{dx_1}{d\tau} = \cos \tau$ és $\frac{dx_2}{d\tau} = \cos (\tau + \alpha)$ ismeretében (10)-re

$$F(\dot{x}_1, \dot{x}_2) = \dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 - 2\dot{x}_1\dot{x}_2 \cos \alpha - \sin^2 \alpha = 0 \quad (23)$$

adódik, melyből $C(x_1, x_2) = 0$ és (5) felhasználásával φ_{12} -re kapjuk, hogy

$$\varphi_{12} = \frac{1}{2 \sin \alpha}. \quad (24)$$

Ezzel visszanyomálás után az oszcillátort leíró differenciálegyenlet-rendszer az alábbi alakot ölti:

$$\frac{da_1}{dt} = \frac{\omega_0}{\sin \alpha} (a_2 - a_1 \cos \alpha) \quad (25)$$

$$\frac{da_2}{dt} = \frac{\omega_0}{\sin \alpha} (a_2 \cos \alpha - a_1) -$$

$$-\frac{\varepsilon \omega_0}{A^2} (a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2 \cos \alpha - A^2 \sin^2 \alpha) (a_2 - a_1 \cos \alpha).$$

1.4.2. Nemsinuszos periodikus rezgés egzakt szintézise

Határozzuk meg annak az oszcillátornak differenciálegyenletét, mely a 2. ábrán látható periodikus rezgést állítja elő. (Normált állapot.) Mivel egyetlen periodikus megoldást írtunk elő, célszerű azonnal az egyszerűbb fázisokra áttérnünk. Egy approximáció után (a τ tartományban) pl.

$$y(\tau) = \frac{3 \sin \tau}{(2 + \cos \tau)^2}, \quad (26)$$

mellyel

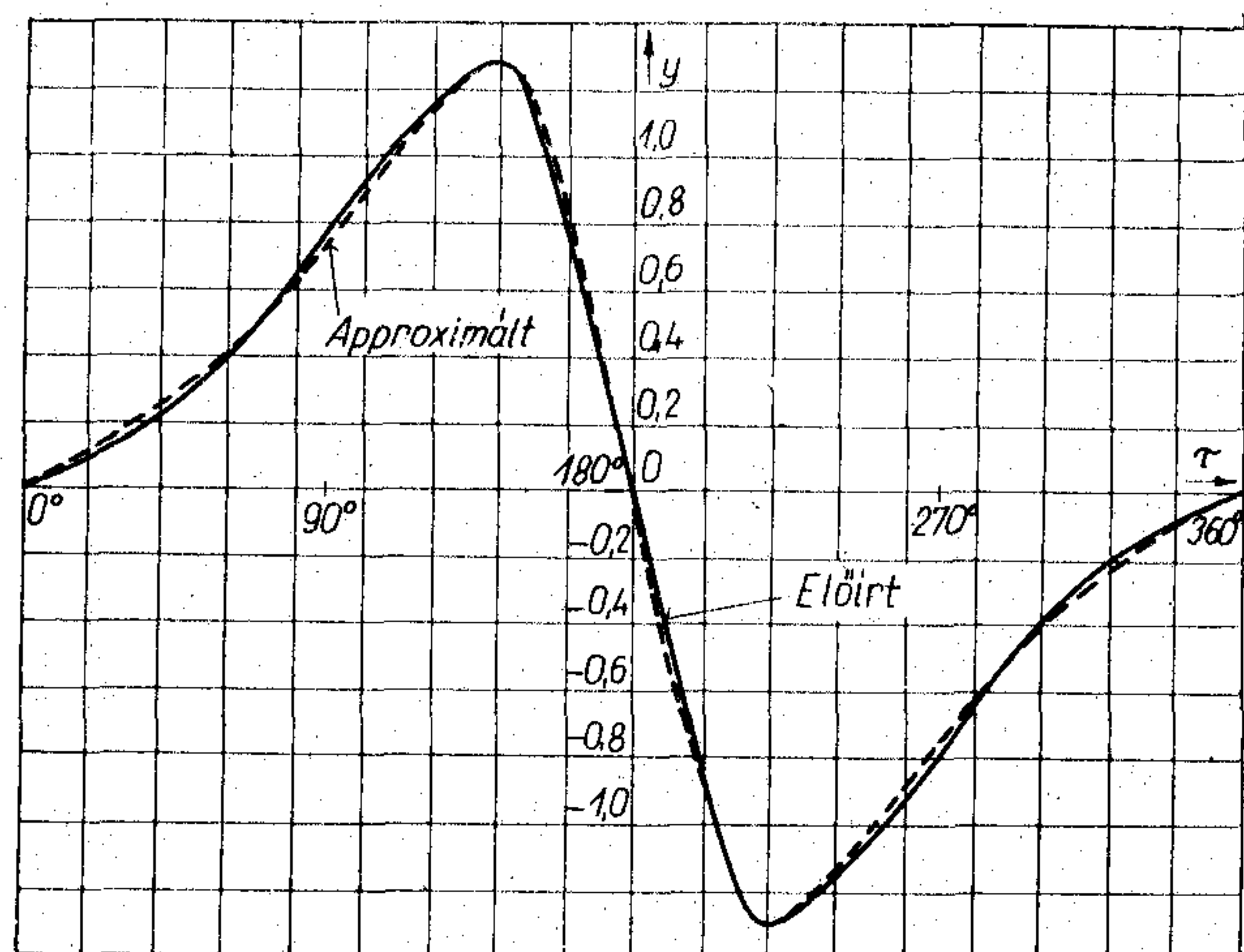
$$x = \int y d\tau = \frac{3}{2 + \cos \tau} - \frac{3 + \sqrt{3}}{2}. \quad (27)$$

A két utóbbi egyenletből τ eliminálása után a segédfüggvényre kapjuk

$$\begin{aligned} C(x, y) &= x^4 + 2(1 + \sqrt{3})x^3 + \\ &+ 3(1 + \sqrt{3})x^2 + 3y^2 - \left(\frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2} + \frac{9}{4} \right). \end{aligned} \quad (28)$$

Válasszuk (12)-ben

$$\varphi_{22}^* = -\frac{\varepsilon}{6} \quad (29)$$



H304-PL2

2. ábra

ahol $\varepsilon > 0$
és határozzuk meg

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 4x^3 + 6(1 + \sqrt{3})x^2 + 6(1 + \sqrt{3})x \quad (30)$$

$$\frac{\partial C}{\partial y} = 6y$$

értékeket. (13) alapján pedig

$$\varphi_{12} = \frac{y}{\frac{\partial C}{\partial y}} = \frac{y}{6y} = \frac{1}{6}. \quad (31)$$

Ezzel tehát a keresett differenciálegyenlet-rendszert meghatároztuk:

$$\frac{dx}{d\tau} = y$$

$$\frac{dy}{d\tau} = - \left[\frac{2}{3} x^3 + (1 + \sqrt{3})x^2 + (1 + \sqrt{3})x \right] - \varepsilon \left[x^4 + 2(1 + \sqrt{3})x^3 + 3(1 + \sqrt{3})x^2 + 3y^2 - \frac{3\sqrt{3}}{2} - \frac{9}{4} \right] \cdot y. \quad (32)$$

1.4.3. Berezgési folyamat előírása

Határozzuk meg az egzakt szinuszosan rezgő oszcillátor $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\text{-re}\right)$ differenciálegyenlet-rendszerét, ha a Q -hibára a következő (normált) időfüggést írjuk elő:

$$Q = \frac{-Ae^{-k\tau}}{1 + Ae^{-k\tau}}. \quad (33)$$

Az 1.4.1-es példából a segédfüggvény most

$$C(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 1$$

(14) és (15) alapján

$$\frac{\psi}{K} = -\frac{1}{Q} \frac{dQ}{d\tau}, \quad (34)$$

illetőleg (17)-ből (6) felhasználásával, feltételezve, hogy pl.:

$$\varphi_{11}^* = \varphi_{22}^* = \varphi^* \quad (35)$$

$$\frac{\psi}{K} = -\varphi^* \left\{ \left(\frac{\partial C}{\partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial x_2} \right)^2 \right\}. \quad (36)$$

Könnyen belátható, hogy

$$\left(\frac{\partial C}{\partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial x_2} \right)^2 = 4(1 + Q), \quad (37)$$

és így

$$\varphi^* = \frac{1}{4Q(1+Q)} \frac{dQ}{d\tau}, \quad (38)$$

(33) segítségével

$$\frac{dQ}{d\tau} = -kQ(1+Q), \quad (39)$$

vagyis

$$\varphi^* = -\frac{k}{4}, \quad (40)$$

mellyel rövid számítás után a keresett egyenletrendszer rendelkezésünkre áll:

$$\frac{dx_1}{d\tau} = x_2 - \frac{k}{2}(x_1^2 + x_2^2 - 1)x_1, \quad (41)$$

$$\frac{dx_2}{d\tau} = -x_1 - \frac{k}{2}(x_1^2 + x_2^2 - 1)x_2.$$

2. Áramkörszintézis

Az áramkörszintézis módszerét (1. változat) röviden egy példa alapján kívánjuk bemutatni [1, 2, 3, 4, 5, 8].

2.1. Feladatkitűzés

Határozzuk meg szisztematikus úton az 1.4.2. Példában előírt periodikus rezgést előállító nemlineáris oszcillátor egy elektromos helyettesítő képét.

2.2. A szintézis főbb lépései

2.2.1. Első lépés

A megengedett építőelemek lerögzítése:

- lineáris és nemlineáris ellenállások
- lineáris kapacitások és induktivitások
- lineáris és nemlineáris áram- vagy feszültségvezérelt áramforrások

2.2.2. Második lépés

A (32) alatti matematikai rendszer elektromos értelmezése: rendszerváltozók felvétele, visszánormálás.

Legyen

$$\tau = \omega_0 t = \frac{2\pi}{T} t \quad (42)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$x = \frac{i}{i_0}$$

$$y = \frac{u}{u_0}.$$

2.2.3. Harmadik lépés

A matematikai rendszer felbontása [1], lineáris és nemlineáris operátoregyütthatók bevezetése.

A következő

$$f(x) \cdot \frac{dx}{d\tau} = f(x) \cdot y = \frac{d}{d\tau} \left[\int f(x) dx \right] \quad (43)$$

felbontási utasítás alkalmazásával és a (42) alatti visszánormálási előírások felhasználásával (32)-es dif-

ferenciálegyenlet-rendszerből az alábbi operátoros formában felírható egyenletrendszert kapjuk:

$$u = \left[L \frac{d}{dt} \right] i \quad (44)$$

$$i = - \left[C \frac{d}{dt} \right] u - \left[C \frac{d}{dt} \right] \cdot [\bar{R}] i + [\bar{S}] u - [\bar{\beta}] i,$$

ahol

$$L = \frac{u_0}{i_0 \omega_0}; \quad C = \frac{i_0}{u_0 \omega_0} \quad (45)$$

$$[\bar{R}] = \frac{\varepsilon u_0}{4 i_0^3} ()^1 + \frac{\varepsilon (1 + \sqrt{3}) u_0}{i_0^3} ()^3 + \frac{\varepsilon (1 + \sqrt{3}) u_0}{2 i_0^4} ()^4 + \frac{\varepsilon u_0}{5 i_0^5} ()^5,$$

$$[\bar{S}] = \frac{\varepsilon (5 + 3\sqrt{3})}{2} \cdot \frac{i_0}{u_0} ()^1 - \frac{3 \cdot \varepsilon \cdot i_0}{u_0^3} ()^3,$$

$$[\bar{\beta}] = \sqrt{3} ()^1 + \frac{1 + \sqrt{3}}{i_0} ()^2 + \frac{2}{3 \cdot i_0^2} ()^3.$$

2.2.4. Negyedik lépés

A kapcsolásszintézis algoritmusának alkalmazása [1, 2, 3]. Itt kívánjuk megjegyezni, hogy a kapcsolásszintézis algoritmus algol 60-as nyelven programozva lett, úgyhogy az algoritmus mátrixsémájának felírása után a további szintézislépéseket a számítógép végezheti el [6].

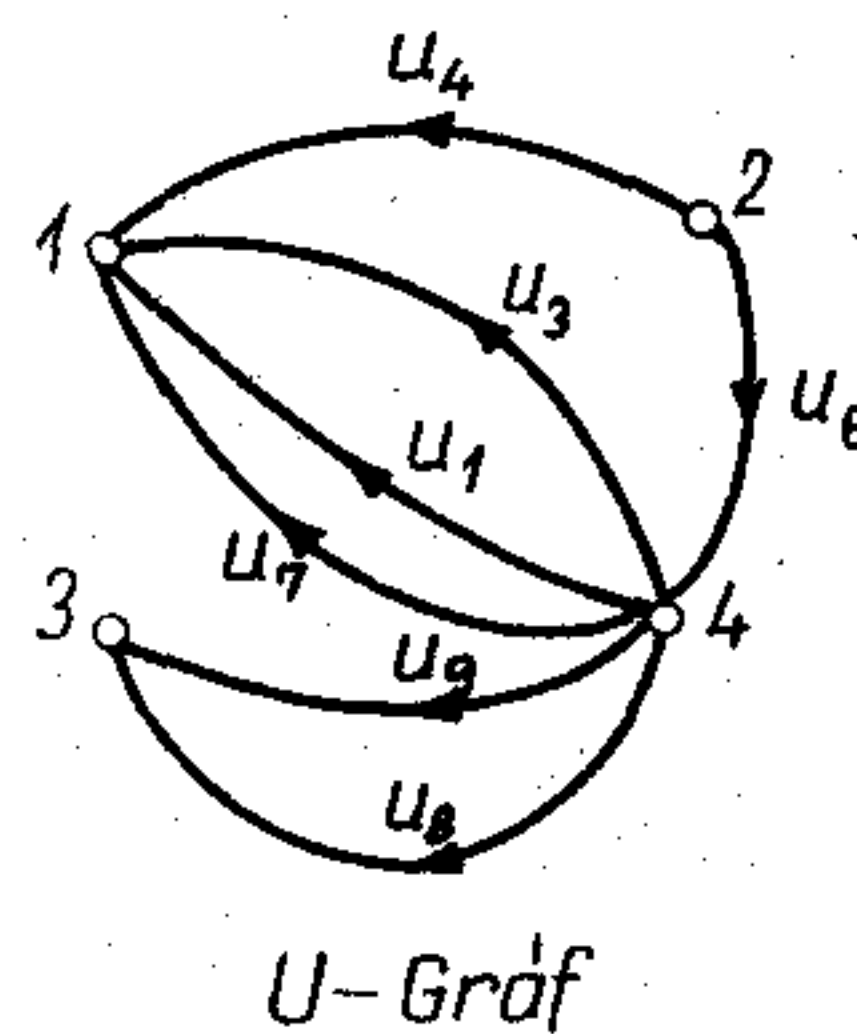
Az algoritmus alkalmazása kedvéért $[\bar{\beta}]$ nemlineáris operátoron a következő formális átalakítást végezzük el:

$$[\bar{\beta}] = [w] \cdot \left[\frac{1}{w} \beta \right]. \quad (46)$$

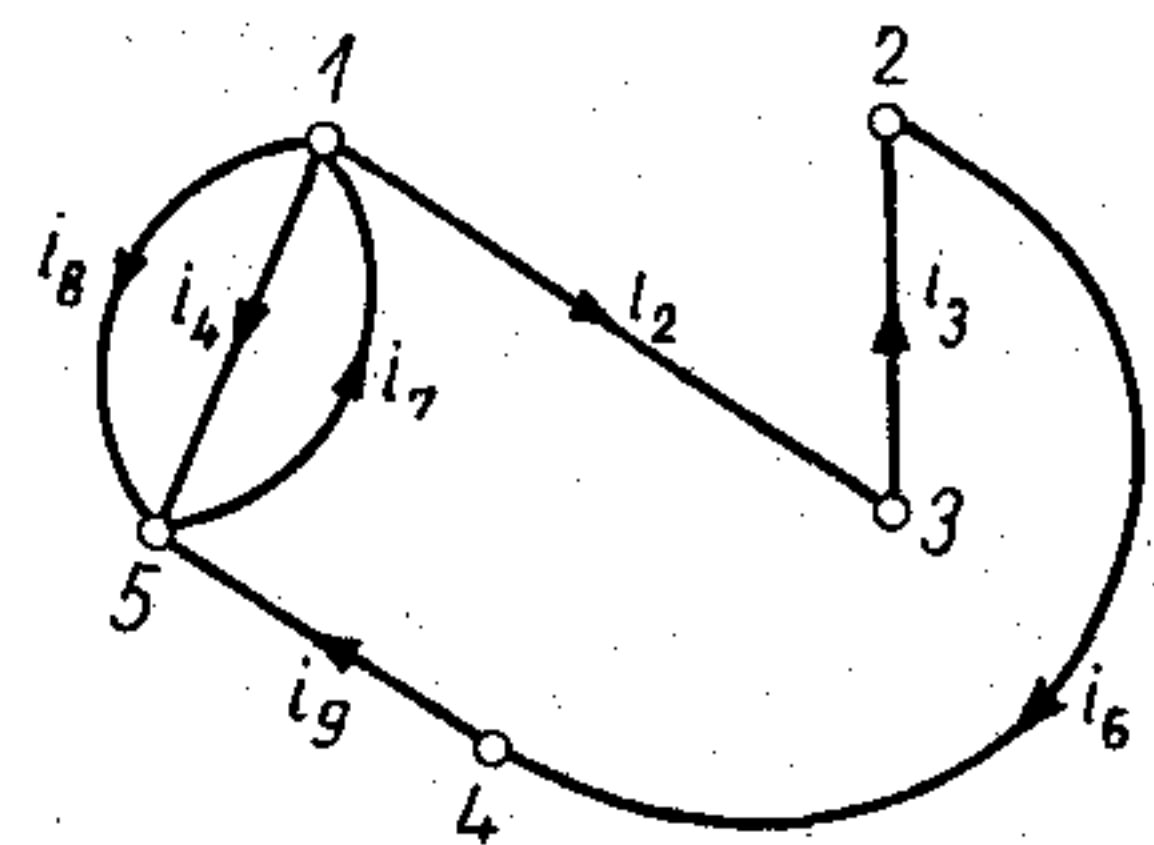
Ezzel (44) és (45) alapján a struktúraegyütthatók bevezetése után az alábbi mátrixsémát kapjuk:

$$\begin{array}{c} u \quad i \quad u \quad i \quad i \quad u \quad i \quad i \quad u \\ 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \end{array} \begin{bmatrix} & & 1 & & & & & & \\ & & & -1 & -1 & & 1 & -1 & \\ & & 1 & L \frac{d}{dt} & & & & & \\ 1 & & & C \frac{d}{dt} & & & & & \\ & & & & C \frac{d}{dt} & 1 & & & \\ & & 1 & & & \bar{R} & & & \\ 1 & & & & & & \bar{S} & & \\ & & & & & & & w & 1 \\ & & 1 & & & & & & \frac{1}{w} \bar{\beta} \end{bmatrix}. \quad (47)$$

Az egyszerűsítő algoritmus lépések után (vagy a számítógépprogram lefutása után) a következő összetartozó feszültség, ill. áramgráfokat nyerjük (3. ábra).



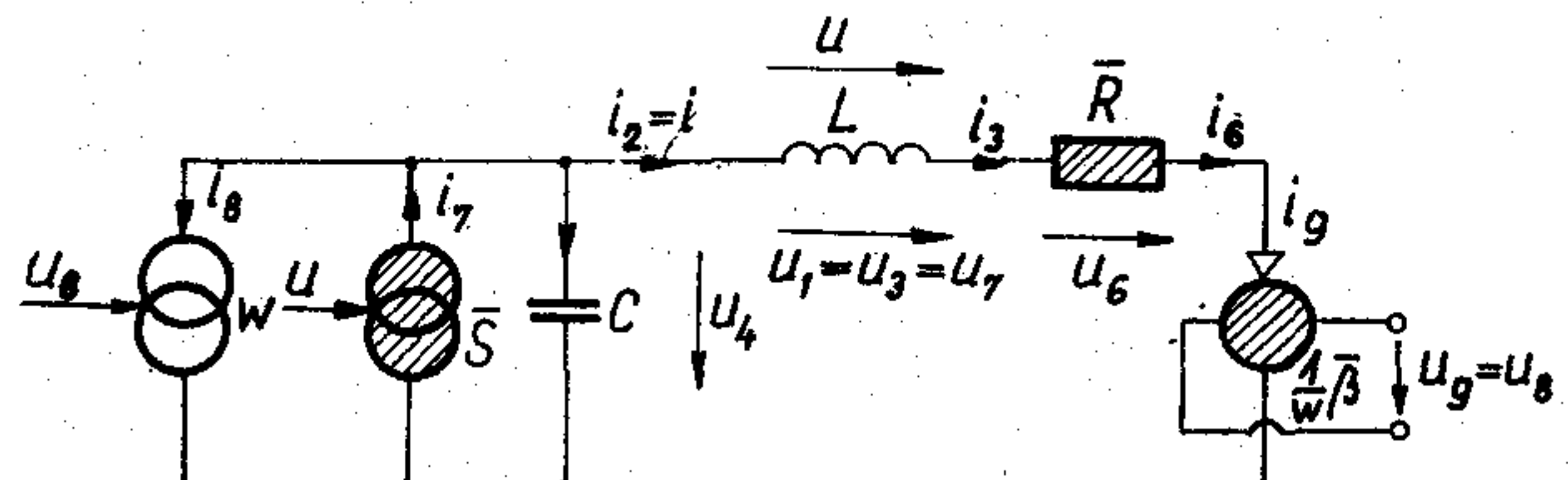
U-Gráf



I-Gráf

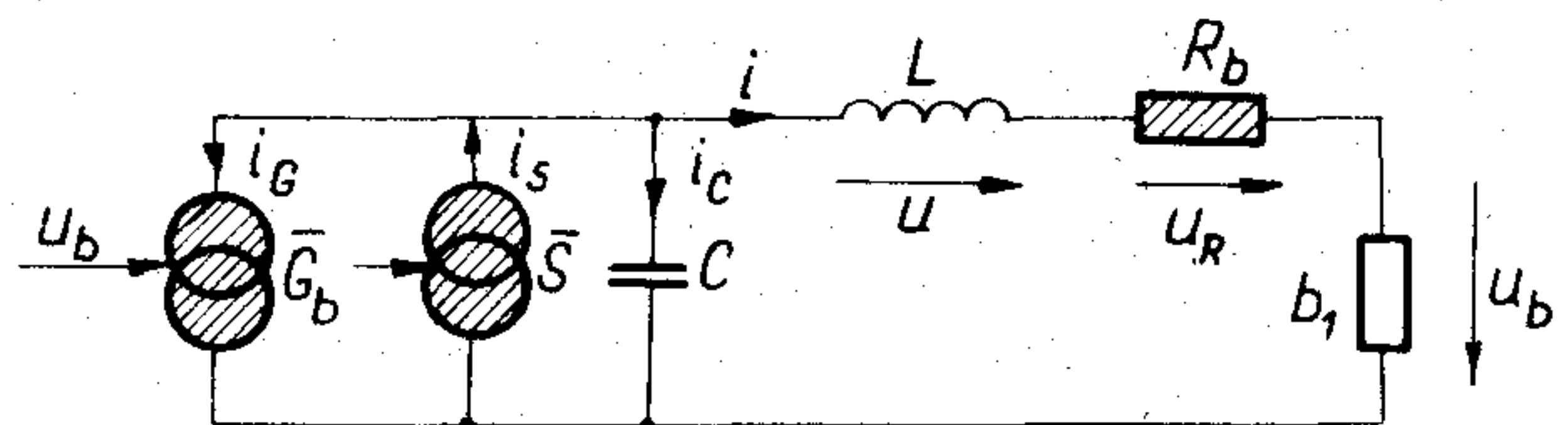
H304-PL3

3. ábra



H304-PL4

4. ábra ~



H304-PL5

5. ábra

2.2.5. Ötödik lépés

Elvi kapcsolat felrajzolása.

A szintézis és algoritmus utolsó lépéseként (47) és az összetartozó U, I gráfok segítségével a 4. ábrán látható helyettesítő képet nyerjük. E kapcsolat a realizálás szempontjából az 5. ábrán látható módon egyszerűsíthető.

A kapcsolat tehát a követelményeknek megfelelően lineáris induktivitást, kapacitást és ellenállást, nemlineáris ellenállást, illetőleg feszültségvezérelt nemlineáris áramgenerátorokat tartalmaz.

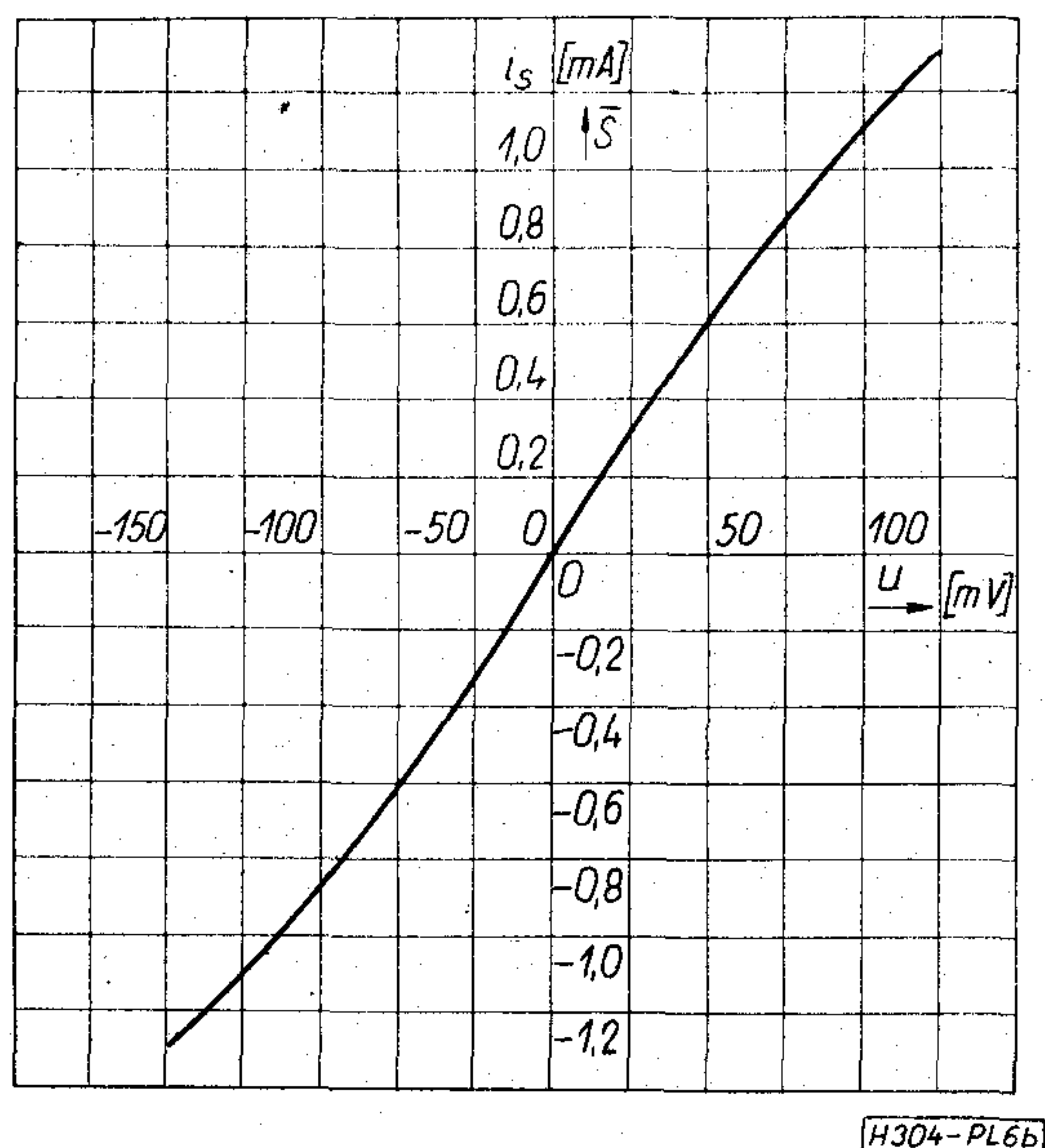
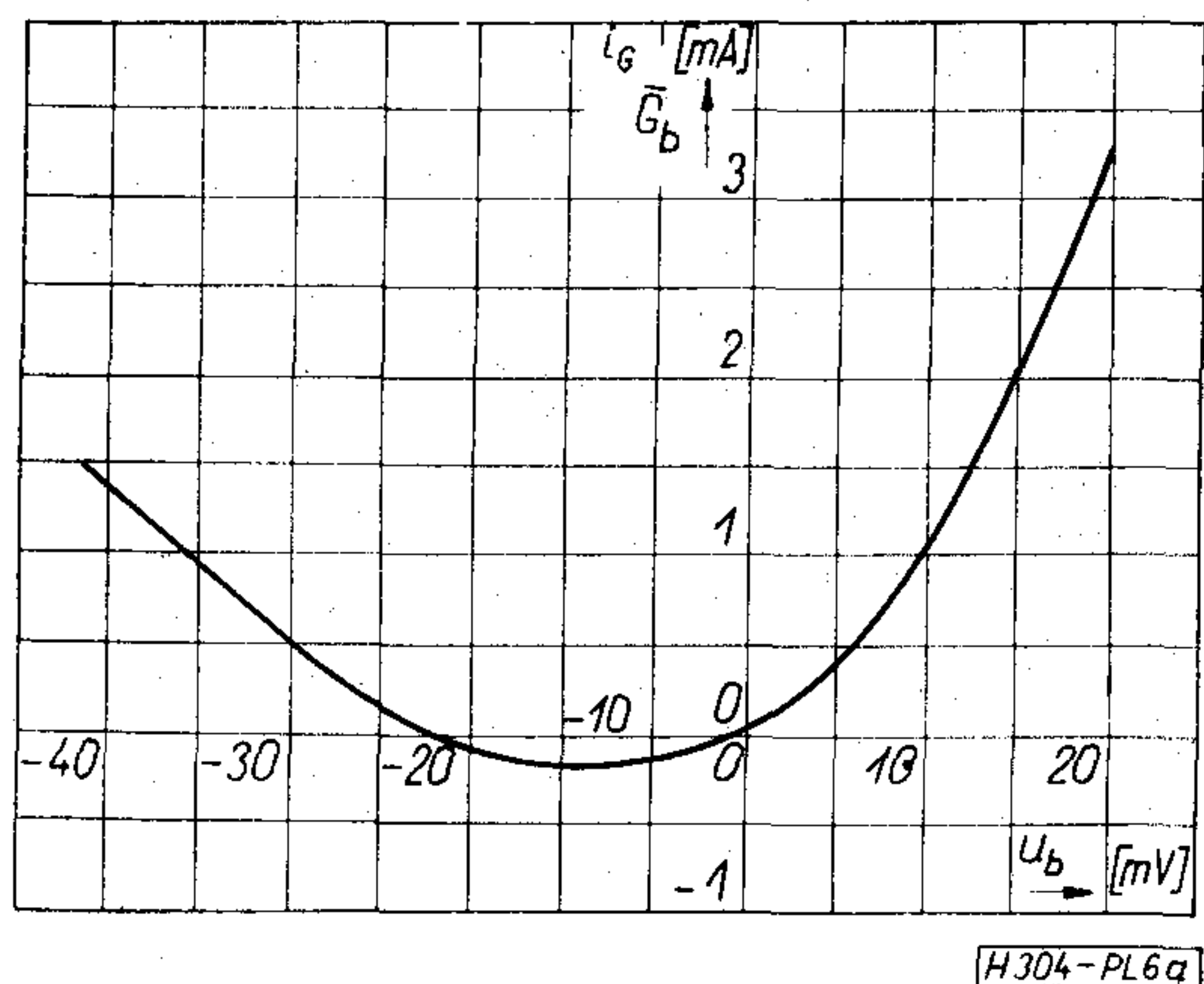
A nemlineáris elemek karakterisztikáit

$$\begin{aligned} i_0 &= 1 \text{ mA} \\ U_0 &= 1 \text{ V} \\ f_0 &= 5 \text{ kHz} \\ \varepsilon &= 0,1 \\ L &= 32 \text{ mH} \\ C &= 33 \text{ nF} \end{aligned} \quad (48)$$

paraméterkombinációra a 6a, 6b, 6c ábrán adtuk meg.

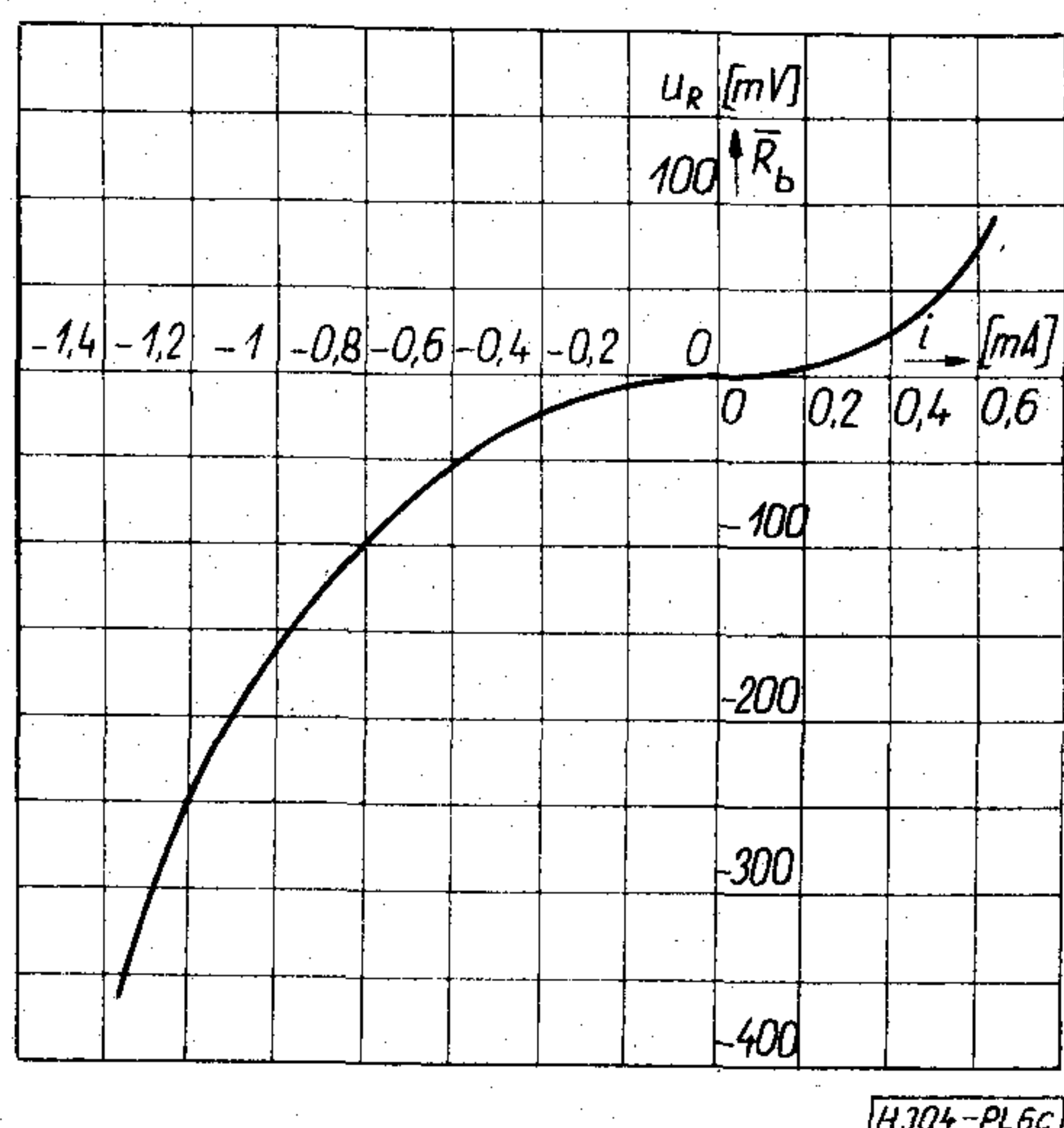
IRODALOM

- [1] Palotás, L.: Beitrag zur Synthese nichtlinearer Schwingungssysteme und zum Entwurf von RC — Sinusoszillatoren. Kandidátusi értekezés. TH Ilmenau, 1972.
- [2] Christ, E. J.: Die Anwendung des Tensorkalküls bei der Analyse und Synthese nichtlinearer Systeme. Ing. Diss. TH Ilmenau, 1967.



6a ábra

6b ábra



6c ábra

- [3] Brykin, W. K.—Christ, E. J.: Über ein Verfahren zur Systemsynthese. XIII. Int. Wiss. Koll. TH Ilmenau, 1968.
- [4] Mason, S. J.: Feedback theory — Some properties of signal flow graphs. Proc. IRE 41 (Sept. 1955).
- [5] Chow, Y.—Cassagnol, E.: Linear signal-flow graph and Applications. John Wiley & Sons Inc. New York, London, 1962.
- [6] Sacher, F.: Systemsynthese auf dem Elektronenrechner. Diplomarbeit, TH Ilmenau 1970.
- [7] Fujita, H.: On a nonlinear but perfectly sinusoidal oscillator. Proc. Fujihara Mem. Fac. Engng. Keio University (Tokyo) 16 (1964) Nr. 61, 29—34. p.
- [8] Promberger, M.: Anwendung von Matrizen und Tensoren in der theoretischen Elektrotechnik Akademie Verlag, 1960.
- [9] Smets, H. B.: Analysis and Synthesis of Nonlinear Systems IRE Trans. on CT—7 Dec (1960).

SZEMLE

Lengyelország egyetlen televízió-képcsőgyára a Varsó melletti Iwicznában van. A gyár jelenleg 16 és 20 hüvelykes képcsőveket állít elő. Nemrégiben kifejlesztettek egy univerzális 16 hüvelykes képcsövet is. Ez egy új típusú, olcsó képcső, amely különösen megfelel a népszerű televíziókészülékek előállításához. Az új képcsövet az ilyenfajta képcsővek iránti nagy külföldi és belföldi szükséglet kielégítésére szánják. A lengyel elektronikai ipar arra készül, hogy megkezdje a modern tv-készülékek gyártását. Az új képcsőnek az az előnye, hogy a hagyományos csövekkel összehasonlítva csak egy-

harmadnyi elektromos energiát igényel, s ezenkívül jóval olcsóbb is. Az új képcsővek gyártásához új technológiára és modern gyártóberendezésekre van szükség. Ezért kibővítették és modernizálták az iwicznai gyárat. A modernizálás után a gyár évente 1,2 millió db képcsövet fog előállítani. Az iwicznai üzemben dolgoznak egy 12 hüvelykes képcsővön is, ami azt bizonyítja, hogy nemcsak a folyó termelést, hanem az állandó korszerűsítést is szem előtt tartják. (*Eilinformationen der Aussenwirtschaft*, 1972. 18. k. 144. sz.)

Az amplitúdómodulált műsorszórás fejlődési irányai

ETO 654.195:621.376.2

Az 1920–30-as években az amplitúdómodulált műsorszórás gyors fejlődésnek indult. Rövid időn belül megindult a vevőkészülékek tömeges gyártása, mely szinte magával hozta a fejlődést.

Az „egyenest” vevőkészülékeket kiszorította a „szuper”-elv feltalálása. A középfrekvencián létrehozható nagy erősítés megnövelte a vevőkészülékek érzékenységét, lehetővé téve a nagy távolságú vételt.

Az adóállomások számának, teljesítményének növekedése új problémákat vetett fel — az azonos és szomszédos csatornán sugárzó adókból származó zavarokat.

A vevőkészülékek felépítése gyakorlatilag az utóbbi 30–35 évben a szuper-elv feltalálása óta nem változott. Érdekes megjegyezni, hogy a hordozható vevőkészülékek előretörésével tulajdonképpen a vevőkészülék szelektivitása, sáv szélessége jelenleg gyakran rosszabb, mint az 1935–1940-es években volt.

Alapvető ellentmondás alakult ki tehát a régi, klasszikus vevőkonstrukció és a megnövekedett számú, teljesítményű adó között.

Ma már ott tartunk, hogy nem tudjuk az országon belüli műsorszórást a középhullámú műsorszóró hálózattal biztosítani.

Az előzőekben elmondottakból következően érdemes, sőt szükséges megvizsgálni milyen lehetőségek adóttak az amplitúdómodulált műsorszórás fejlesztésére.

Alapvető feltételként állandóan szem előtt kell tartani, hogy csak olyan változtatást hozhatunk létre, amely biztosítja a műsorszórás kompatibilitását a jelenleg üzemben levő vevőkészülékekkel.

1. Az amplitúdómodulált adás redundanciája

Adó oldalon — a kompatibilitás meghagyása mellett — forradalmi változtatásokat nem hozhatunk létre.

A kétoldalsávú amplitúdómoduláció a moduláló jelet torzítatlanul tartalmazza a kisugárzott jel burkolójaként és a két oldalsávban.

A széles körben használt vevőkészülékek a kisugárzott vivő segítségével demoduláláskor mindkét oldalsávot felhasználják. Ez a demodulátor-tulajdonság előnyös, hiszen a demodulátor utáni jel/zaj megjavul.

Más a helyzet, ha a valóságos viszonyokra gondolunk. A szomszédos csatornák zavarása esetén a demodulátor a venni kívánt jel mindkét oldalsávjában jelentkező zavart alapsávi jellé transzponálja.

Ez a hatás különösen akkor káros, ha az egyik

oldalsáv zavarási viszonyai jóval rosszabbak, mint a másiké. A demoduláció során ebben az esetben kimondottan káros az adó mindkét oldalsávjának felhasználása.

A két, azonos információt hordozó oldalsáv tehát redundánssá teszi az amplitúdómodulált műsorszórást. Ez a redundancia tulajdonképpen úgy is felfogható, mintha frekvencia diversity-t alkalmaznánk adó oldalon és a vivőt csak a demodulálás megkönnyítésére sugároznánk ki.

Ebből a szemléletből kiindulva a kétoldalsávú adást független oldalsávúnak tekinthetjük. A független oldalsávú adás vételéhez azonban más konstrukciójú vevőkészülékeket kell használnunk, mint a jelenleg üzemben levők.

2. Új vevőkészülék típusok kialakítása

A független oldalsávú vétel megvalósítására alkalmas vevőkészülékek konstrukciós elve már régóta alkalmazott a rövidhullámú hírközlésben.

A műsorszórás igényeit kielégítő műszaki jellemzők alapvetően nem különböznek a hírközlésben alkalmazott megoldásoktól.

Nagyon lényeges különbség jelentkezik azonban, ha a vevőkészülékek árát hasonlítjuk össze. A gyakran két nagyságrenddel drágább független oldalsávú vevőket természetesen a hallgatók nem tudják megvásárolni.

Olyan vevőkészülék konstrukciót kell kialakítani a műsorszórás számára, amely olcsó, széles körű elterjedésére lehet számítani.

2.1. Az átviteli közeg hatása az amplitúdómodulált jelre

Az amplitúdómodulált műsorszórásra kijelölt frekvenciák terjedésére az ionosféra jelentős hatást gyakorol. Ez a hatás különösen 700–800 kHz felett okoz jelentős torzítást. A szelektív fading jelenléte a burkoló demodulátoros vevőkben jelentős torzításokat okoz. A torzítások miatt az ionosférából reflektált hullámokkal történő műsorszórás nem nevezhető kielégítőnek.

A hallgatók többsége „menekül” az ilyen vétel elől, hiszen a vivőt vagy annak környezetét ért erős csillapítás a vételt gyakorlatilag használhatatlanná teszi.

A burkolódetektor nagy érzékenysége a szelektív fadingra az adó által kisugárzott vivőhullám közvetlen demodulációs alkalmazásából következik. A vivőhullám nem hordoz információt, jelenléte lehetővé teszi az egyszerű demodulálást, elvesztése vagy csökkenése nagymértékű torzításhoz vezet az egyszerű vevőkben.

Logikusnak látszik, tehát olyan demodulátor alkalmazása, amely nem használja közvetlenül a vivő-

hullámot. Az új vevőkészülékeknek tehát alkalmasnak kell lenni független oldalsávú vételre (ez szorosabban véve választható oldalsávot jelenthet) és a szelektív fading érzékenység csökkentésére szorzódemodulátort kell tartalmaznia.

A szorzódemodulátorhoz azonban szükség van a vivő pontos (fázisra merev!) mására. A helyi szorzó vivő előállítása meglehetősen nehéz feladat, kissáv szélességű szűrőt vagy zárt fázishurkú rendszert és nem utolsósorban stabil vevőoszillátort kíván.

2.2. Az egyoldalsávú vétel

Az egyoldalsávú vétel megvalósítására (ez az alapja a független oldalsávú vételnek is) három módszer terjedt el.

a) A szűrő módszerrel „egyenes úton”, de meglehetősen magas árral valósítható meg a vétel. A kerámia szűrők előretörésével ez az ár ugyan csökkent, de jelenleg is meglehetősen magas (nagy fokszámú, meredek levágású szűrőkre van szükség).

b) A fázisrendszerű demodulátor „lelke” a hangfrekvenciás széles sávú fázistoló. Ennek megvalósítása nagyon pontos, időben stabil alkatrészeket kíván. A mai modern technológiával, vékonyréteg ellenállásokkal az előírt követelmény megvalósítható. A „Siemens”-cég várhatóan még ebben az évben piacra bocsátja az első vevőkészülékét, amely fázisrendszerű demodulátort tartalmaz.

A fázismódszerű generátor klasszikusnak tekinthető megoldásában kétutas elrendezést használnak. Ez azt jelenti, hogy az áramkörben két egymástól 90° -ra eltolt fázisú vivővel táplált szorzódemodulátort alkalmaznak.

Az utak, azaz a szorzódemodulátorok számát négyre növelve (0° , 90° , 180° , 270° -os fázissorrend) a hangfrekvenciás fázistoló könnyen megvalósíthatóvá válik. Egy, ezt az elvet alkalmazó vevő ismertetésére még visszatérek.

c) A módosított fázisrendszerű elrendezésben a hangfrekvenciás fázistoló megvalósítását könnyítet-

ték meg. Ennek ára a hangfrekvenciás sávban elhelyezett szorzódemodulátor, melynek vivőelnyomására rendkívül szigorú követelményt kell kielégíteni. A rossz vivőelnyomás az alapsávban állandóan megjelenő 1,8–2 kHz-es frekvenciájú hangot eredményez.

A módszer alkalmazását — annak ellenére, hogy az integrált áramkörökkel az előzőknél lényegesen stabilabb készülék építhető — kísérleti próbálkozások után elvetették.

2.3. Egy kísérleti vevő ismertetése

Az egyoldalsávú vétel előnyeinek igazolására a Mikrohullámú Híradástechnika Tanszéken kísérleti vevőt terveztünk és építettünk, melynek felhasználásával az elvi megfontolásokat kívántuk gyakorlatilag igazolni.

A vevőkészülék blokk-sémáját az 1. ábra mutatja.

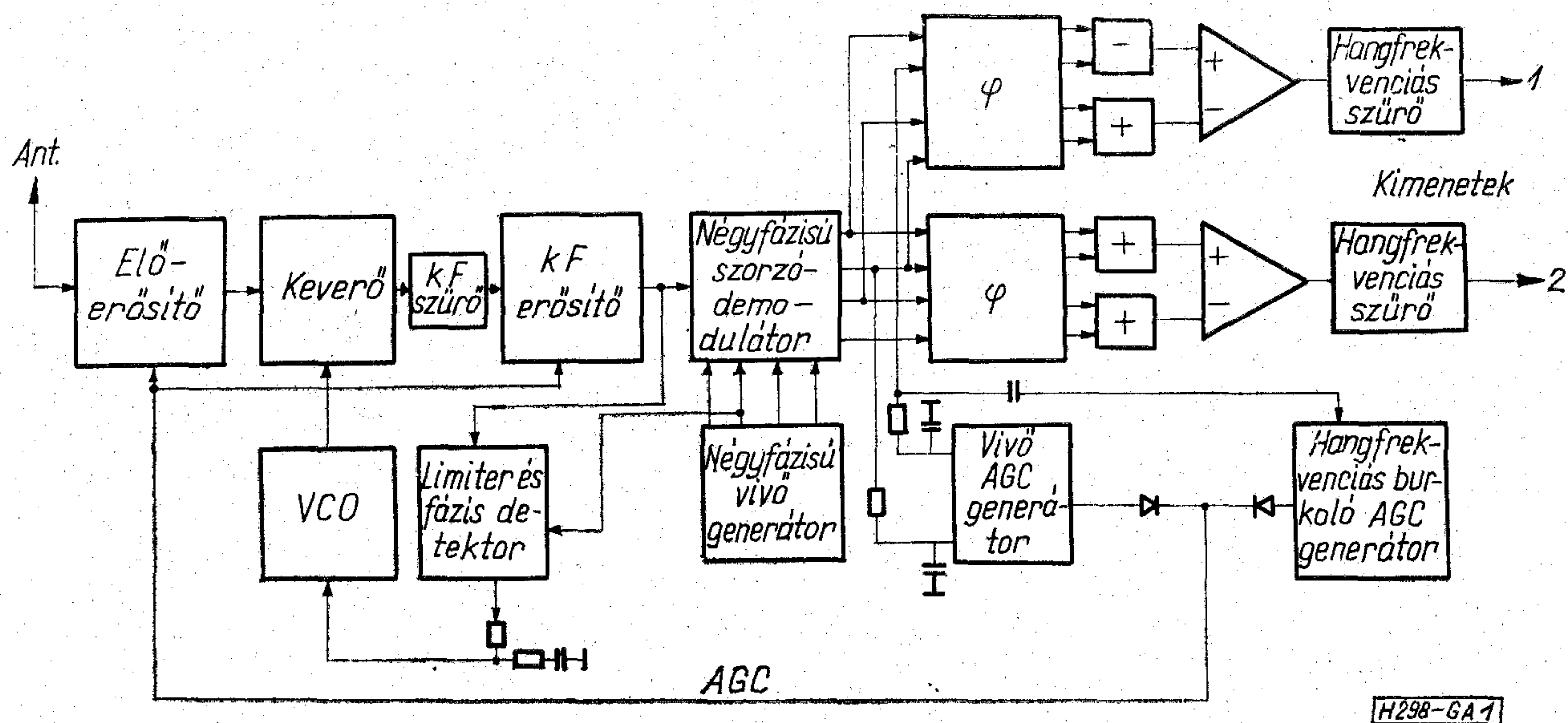
Az antennáról érkező jel az előerősítő — keverő — középfrekvenciás erősítő fokozatokon keresztül eljut a négyfázisú demodulátor bemenetére.

A helyi szorzó vivőt közvetve szinkronizáljuk a beérkező műsorszóró adó vivőjére. A középfrekvenciás limitert, fázisdetektort tartalmazó egység (egyetlen integrált áramkör) a középfrekvenciára transzponált jelet hasonlítja össze a vivőgenerátorban levő kvarcoszillátor jelével.

A hibajel a hurok sáv szélességét és stabilitását meghatározó szűrőn keresztül vezérli a keverőhöz csatlakozó változtatható frekvenciájú oszillátort (VCO.)

A hurok befogásakor tehát a középfrekvencián levő venni kívánt jel és a szorzó vivő fázisát mereven (a zárt hurkon keresztül) összekapcsoltuk.

A szorzódemodulátorok kimenetén levő fázistoló elemeket 1%-os pontosságú alkatrészekből állítottuk össze. A demodulátor kimenetén levő aluláteresztő hangfrekvenciás sávszűrőkkel tetszőleges oldalmeredekségű és sáv szélességű vételi rendszert tudunk megvalósítani. Természetesen akkor a középfrekvenciás sávszűrő sáv szélessége nagyobb, mint a szűkített hangfrekvenciás sáv kétszerese.



1. ábra. Egyoldalsávú kísérleti vevő blokk-sémája

H298-GA 1

Az automatikus érzékenységszabályozás (AGC) két úton történik. Az egyik (koherens AGC-nek is nevezhetnénk) a bejövő vivő amplitúdójával arányosan változtatja a vevő érzékenységét. A másik, hangfrekvenciás burkoló AGC szabályozása a szelektív fading jelenlétekor szükséges. Ekkor a vivő-amplitúdó csökkenésekor az oldalsávok amplitúdói nem szükségszerűen csökkennek. A koherens AGC a csökkenő vivő hatására növelné az erősítést, ami a demodulátorok, illetve a vevő túlvezérlését eredményezné. Ilyen esetekben a hangfrekvenciás jel növekedése a hangfrekvenciás AGC áramkört hozza működésbe, amely átveszi az AGC szerepét addig, amíg a vivő ismét felveszi a megfelelő amplitúdót.

A vevőkészülék fix középhullámú csatornákra készült, nem hangolható. Ennek megfelelően a keverő oszcillátor kvarcoszcillátort tartalmazott (VCO).

A nemkívánt oldalsáv elnyomása a 100 Hz — 4,5 kHz-es sávban 38 dB-nél jobb volt.

2.4. Néhány szó a csatornakiosztásról

Az Európában elfogadott csatornatávolság az esetek többségében 9 kHz.

Az előzőekben vázolt vevőkészülék megvalósítását alapvetően megkönnyítené olyan csatorna-frekvencia-választás, melynél az egyes adók vivő-frekvenciái a csatornatávolság sokszorosai.

Ez az adott esetben azt jelentené, hogy az 539 kHz-en üzemelő „Kussuth” adónk frekvenciáját 531 vagy 540 kHz-re kellene elcsúsztatni. Ez a változtatás adó oldalon gyakorlatilag semmi nehézséget nem okozna.

Vevő oldalon a már meglevő vevők gyakorlatilag semmi változást nem tapasztalnának. Az új vevőben alkalmazásra kerülő nagystabilitású helyi oszcillátor jelét előállító generátorok felépítése azonban lényegesen leegyszerűsödne, különösen, ha olyan középfrekvenciát is választanánk, amely a csatornaosztás többszöröse.

Ez a merev harmonikus kapcsolat a vevőkészülékben fellépő nemkívánt harmonikus keverések zavaró hatását (szuper füttyök) is jelentősen csökkenti.

A szabad választású egyoldalsávós vétel (alsó vagy felső oldalsáv) a hallgatónak lehetőséget ad a szomszédos csatornák zavaró hatásának csökkentésére.

Változatlanul kedvezőtlen a helyzet a saját csatornán sugárzó adó esetén. Ez a hatás mindkét oldalsávban jelentkezik és ezen az előzőekben bemutatott vevőkonstrukció sem tud segíteni.

A megoldást nemzetközi szinten kell keresni. A teljes Földre optimalizált (azonos elvek szerint kidolgozott) adóteljesítmény, frekvencia, földrajzi elhelyezkedés adhat csak végső megoldást.

Figyelemre méltó az a törekvés, amely a 9 kHz-es csatorna távolságot javasolja 8 kHz-re csökkenteni. Ezzel pl. a középhullámú sávban 12 új csatornát kapnánk anélkül, hogy a jelenlegi zavarási viszonyok lényegesen rosszabbak lennének.

3. Új üzemmódok bevezetésének vizsgálata

Bármilyen, gyakorlatilag a Föld valamennyi országát érintő megállapodások létrehozása jelenleg meg lehetőségen nehéznek tűnik.

Ésszerűnek látszanak tehát azon elképzelések, melyek új üzemmódok bevezetésével próbálkoznak több szabad csatorna létrehozására.

Hosszú évekig „divatos” volt a „kompatibilis” egyoldalsávós rendszerről úgy beszélni, mint a megváltás egyik járható útjáról. Néhány éves elvi és gyakorlati munka után sikerült bebizonyítani a rendszer használhatatlanságát.

A teljesvivőjű egyoldalsávós adás már lényegesen kedvezőbb eredményeket adott. Ha a modulációs index elég kicsi, akkor a torzítás burkolódetektoros vételnél nem zavaró, különösen ha vételre egyszerű, olcsó, rossz hangsugárzó tulajdonságokkal rendelkező hordozható vevőkészüléket használunk.

Sajnos, a szelektív fading érzékenysége a teljes vivőjű rendszernek lényegesen rosszabb, mint a kétoldalsávós amplitúdómodulációé. Az 1971-ben lezajlott kísérleti adások igazolták a várakozást, sajnos nem hoztak új, reális megoldást.

Távlatban tehát a bevezető részben tett erős, a kompatibilitásra vonatkozó megkötést lazítani kell, utat nyitva az egyoldalsávós, vagy független oldalsávós adás bevezetésének.

Az egyoldalsávós csökkentett vivőjű adás bevezetése az elérhető csatornák számát megkétszerezné és nagyban elősegítené a világméretű „szabad csatorna éhség” kielégítését.

Bevezetésére azonban a vevőoldali problémák miatt várhatóan még hosszabb időn keresztül várni kell.

4. Kísérleti eredmények

Az 2.3. fejezetben ismertetett vevőkészülék a cikk írásakor már működött és a kísérleti mérések egy részét is elvégeztük.

Az eredményeket röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

a) a vevőkészülék — összehasonlítva egy jelenleg széles körben alkalmazott, klasszikus konstrukciójú vevővel — lényegesen jobb vételi eredményeket adott (a szabad oldalsáv választáson keresztül) szomszédos oldalsávú zavarok esetén;

b) a szelektív fading torzító hatása gyakorlatilag teljesen megszűnt, a nagy távolságú adások az éjszakai órákban is jó minőséggel vehetők voltak;

c) erősen zavart adásnál a független oldalsávú vétel (két független hangszórón szól a két oldalsáv) az ún. koktél-parti hatáson keresztül (az emberi agy térszelekciós hatása) lényegesen jobb érthetőséget biztosít, mint bármelyik oldalsáv önálló hallgatása;

d) független oldalsávú vételnél a szelektív fading hatása rendkívül szemléletesen jelenik meg. A két oldalsávban függetlenül bekövetkező amplitúdó- és/vagy fázisváltozások hatására a program „kilép” a két hangszóróból, „élővé” válik és a pillanatnyi terjedési viszonyoknak megfelelően „mozog” a két hangszóró között.

Távlati célunk a vevőkészülék vételt javító hatásának vizsgálata olyan helyeken, ahol jelenleg a klasszikus vevők használhatatlan eredményt adnak.

A környezetvédelem és környezetállóság közös problémái

A MTESZ Környezetvédelmi Koordinációs Bizottsága, Központi Szabványosítási és Minőségügyi Bizottsága, a rendező Híradástechnikai Tudományos Egyesület, valamint az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, az Építőipari Tudományos Egyesület, a Gépipari Tudományos Egyesület és a Magyar Kémikusok Egyesülete 1974. október hó 23-án kerekasztal-vitát folytatott le a környezetvédelem és környezetállóság közös problémáiról.

A vitából az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A környezetvédelemnek és a gyártmányok környezetállóságának ismeretanyaga, elmélete és adatbankja széles területen azonos és ezért célszerű az erre vonatkozó tudományágat egységesen kezelni és megnevezni. Egységes megnevezésként az angol szaknyelvben szokásos kifejezésnek megfelelő **környezeti tudomány** ajánlható.

Fontos az egységes szemlélet alapos kidolgozása, a megfelelő meghatározások és terminológiák adaptálása vagy megalkotása és érvényesítése, a tudományos és műszaki élet, a jogszabályozás, az oktatás és ismeretterjesztés területén.

2. A környezetvédelmet és a gyártmányok környezetállóságát befolyásoló operatív műszaki, gazdasági, szervezési és jogszabályozási módszerek és intézkedések egymással **lényegi összefüggésben** vannak, csak ennek ismeretében alkalmazhatók megfelelően.

Megnevezésükre a **környezeti technika** cél-szerű, mint a környezeti tudomány gyakorlati megvalósítása.

Az összefüggések feltárása és alkalmazása a következő területeken a legfontosabb:

- közös adatbank,
- a környezet minősítése,
- a technológiák hatása a környezetre (a környezet technikai terhelése),
- a környezet hatása a gyártmányokra és a beruházási javakra (a gyártmányok környezeti terhelése),
- a környezeti intézkedések egységes műszaki-gazdasági értékelési rendszere (a környezet és a gyártmányok terhelésében bekövetkező változások együttes, súlyozott értékelésére).

3. Szükséges és a „Környezetvédelmi Törvény”-ben megvalósítható az emberi javak védelmének keretében az ember civilizációs környezetének törvényes védelme. Ezt a védelmet célszerű ugyancsak **preventív** módszerekkel a civilizációs környezet technikai bázisát megteremtő vagy újratermelő termelési és beruházási folyamatok tervezésénél és kivitelezésénél megvalósítani. Az utólagos védelem vagy helyreállítás ezekben az esetekben is kevésbé hatékony és kevésbé gazdaságos.

A vita teljes anyaga és a határozati javaslatok a HTE Titkárságán rendelkezésre állnak.

Dr. Dékány Lászlóné

a műszaki tudományok kandidátusa,
a vita vezetője

ÖNTAPADÓ CÍMKÉK, REKLÁMTÁBLÁK, MATICÁK

készítését szitanyomással,
rövid határidőre vállaljuk.

Kívánság szerinti színekkel és méretben, a célnak megfelelő alapanyagból, fénymásolat, mintacímke, vagy vázlatszerű rajz alapján készítünk adattáblákat, márkajelző, csomag-záró, árjelző címkéket, kirakati feliratokat, leltárcímkét stb.

Szitanyomást bér munkában is vállalunk.

**„VÖRÖS OKTÓBER” MGT SZ
FILMNYOMÓ RÉSZLEGE**

1209 Budapest, Soroksár, Dél u. 2.

Telefon: 279-076

Ügyintéző: Nemoda József

Szerelt nyomtatott kártyák bemérésének TESZTOMAT berendezéssel és TPA-i számítógéppel segített módszere

ETO 621.3.049.75.08:681.32.06

A logikai hálózatok egyre növekvő integráltsága következtében a szerelt nyomtatott kártyák bemérése az ismert, hagyományos módszerekkel szinte lehetetlenné válik, számítógéppel segített módszerekre van szükség. Jelen leírás a bemérési utasításnak és a kártyák bemérésének egy lehetséges változatát mutatja be, mely TESZTOMAT berendezésre és a TPA-i számítógépre írt TESZTO elnevezésű programra épül.

A TESZTOMAT lyukszalagvezérlésű célberendezés, amely 48 csatlakozópontos, szabványos nyomtatott áramköri lapon elhelyezett integrált áramkörökből felépített digitális hálózatok bemérésére alkalmas. A berendezés az MTA-SZTAKI-ban készült.

Rövid idővel azután, hogy az ORION-ban a berendezést használatba vettük, kiderült, hogy a vezérlő lyukszalag előállítása bonyolult és időtrábló feladat. Ekkor készült a TESZTO nevű, bemérési utasítást értelmező és azt TESZTOMAT „gépi kódú” lyukszalaggá átalakító program. A több, mint egyéves felhasználói tapasztalat birtokában joggal állíthatjuk, hogy a TESZTOMAT berendezés mérési lehetőségeit kihasználó, annak terminológiáját követő TESZTO nyelv a bemérési utasítás megadásának egyik fő eszköze lett.

A TESZTO nyelv létrehozása tulajdonképpen kísérlet volt. A program megírásának elsődleges célja az volt, hogy nyomtatott lapok TESZTOMAT berendezéssel történő beméréséhez szükséges vezérlő lyukszalagot könnyen és gyorsan lehessen előállítani. Csak másodlagos szempont volt, hogy az ehhez szükséges forrásnyelvű program könnyen érthető és jól áttekinthető legyen. Ezt a szempontot is sikerült megvalósítani, így módon a forrásnyelvű program egyben a dokumentálás követelményének is eleget tesz.

A továbbiakban a TESZTOMAT és a TESZTO nyújtotta lehetőségeket mutatjuk be.

A bemérés folyamata

A TESZTOMAT a vezérlő lyukszalag által előírt mérések sorozatát végzi el a bemérendő lapon. Az egyes mérések lényege az, hogy a berendezés a program által előírt bemeneti kapcsolatokra a program által előírt logikai szintet helyezi és a program által definiált kimeneti kapcsolatokon megjelenő logikai

szint feszültségértékét és válaszüdejét összehasonlítja a programban megadott értékkel.

A tápfeszültség, a föld, az órajel bemeneteket, valamint az összes bemenő kapcsolatot a berendezés manuálisan, a mérés megkezdése előtt az ún. „dugaszsáv” segítségével kell definiálni. Minden egyes — egymástól különböző — nyomtatott laphoz egy forrasztott dugaszcsatlakozó, a lap bemérési programját tartalmazó vezérlő lyukszalag és a bemérési program TESZTO nyelven leírt utasítássorozata tartozik.

A forrás program felépítése

A TESZTO program sorszámmal azonosított mérések sorozata. Az egyes méréseken belül találhatók az illető mérést előíró utasítások.

Az utasítások három csoportba oszthatók:

1. A mérések jellegét, feladatát, a mérés kiértékelésének feltételeit meghatározó utasítások. Ide tartoznak az ún. FŐ-, MELLÉK- és ÓRAJEL — utasítások.

2. Azonosító utasítások. Ide az egyes mérések sorszámát azonosító, a kimeneti és bemeneti kapcsolatok azonosító utasítások tartoznak.

3. Egyéb mérésirányító utasítások. Ide tartoznak a TESZTOMAT olyan lehetőségeit kihasználó utasítások, mint a feltételes méréselhagyás, a mérésszámlálás letiltása stb.

Az utasítások három karakterből álló, vesszővel lezárt mnemonikus szimbólumok, melyekhez különböző paraméterek tartoznak.

a) A mérési sorszám azonosítása.

MER, N, ahol

MER a mérési sorszámot azonosító utasítás szimbolikus jele;

- N a MER utasítás paramétere, a mérést azonosító szám.

A TESZTOMAT berendezés előlapján levő mérés-szám-kijelző minden egyes mérés elvégzése után eggyel növeli értékét, így módon a programban szereplő számmal azonosítható.

Hibásnak minősített mérés esetén a TESZTOMAT a programfutást felfüggeszti, a hibás mérés sorszáma a mérésszám kijelzőről leolvasható.

Az azonosítás érdekében az N értékét célszerű a természetes számok növekvő sorrendjében felvenni.

b) FŐ-utasítás.

A FŐ-utasítás a mérés jellegét, a mérés típusát határozza meg. A TESZTOMAT a következő 5 mérés-típus valamelyikét fogadja el a mérések végrehajtásához:

1. — A program által előírt bemeneti kapcsolpontokra kerüljön az előírt logikai szint.
 - Mérés nincs.
2. — A program által előírt bemeneti kapcsolpontokra kerüljön az előírt logikai szint.
 - Egy ütemidőnyi várakozás után a mérendő lap órajel bemenetére kerüljön az előírt fajtájú és számú órajel.
 - Mérés nincs.
3. — A program által előírt bemeneti kapcsolpontokra kerüljön az előírt logikai szint.
 - Ezzel egyidőben a program által előírt kimeneti kapcsolpontokon történjék mérés és a program által előírt értékekkel való összehasonlítás.
4. — A program által előírt bemeneti kapcsolpontokra kerüljön az előírt logikai szint.
 - Egy ütemidőnyi várakozás után a mérendő lap órajel bemenetére kerüljön az előírt fajtájú és számú órajel.
 - Az utolsó órajel hatásos ütemével egyidejűleg történjék mérés és összehasonlítás az előírt kimeneti kapcsolpontokon.
5. — Ez a mérés hasonló a 4. méréshez, azzal a különbséggel, hogy minden egyes hatásos órajel ütemben mérés és összehasonlítás következik be.
 - A mérés akkor minősül jónak, ha a kimeneti kapcsolpontokon az előírt órajelszámon belül megjelennek az előírt logikai szintek.

A TESZTO nyelvben a FŐ-utasítás megadása az alábbi módon történik:

FOU, N, illetve
FOU, N/M ahol
FOU az utasítás szimbolikus kódja,
N a főutasítás típusa a lehetséges 5
 közül a jelen leírásban közölt sor-
 számozás szerint,
M órajelciklus számának megadására
 szolgál, ahol szükséges (a 2., 4., 5.
 típusoknál), értéke 1—4096 lehet.

Az előírt FŐ-utasítás több mérésen keresztül érvényben marad, mindaddig, amíg a programban új FŐ-utasítás megadása nem következik.

c) MELLÉK-utasítás

A MELLÉK-utasítás határozza meg a mérés és a méréskiértékelés feltételeit.

A TESZTOMAT 4 mellékutasítást képes tárolni, az aktuális MELLÉK-utasítás kézzel választható ki a berendezés előlapján levő szelektorkapcsolóval a méréssorozat indítása előtt [vagy a mérési sorozat futása közben manuális üzemben (lásd: „ÁLLJ” utasítás)].

A MELLÉK-utasításban definiálni lehet:

- a) a tápfeszültség kapcsolpontra kerülő feszültség-szintet,
- b) a még jónak elfogadható válasz-szintet,
- c) a még jónak elfogadható válasz időt.

A TESZTO nyelvben a MELLÉK-utasítás meghatározása:

MEU, M; N; K, ahol

MEU az utasítás szimbolikus jele,
M a tápfeszültség megadására szolgáló paraméter,
N a kimeneti kapcsolpontokon megjelenő logikai 1 szint még jónak elfogadható értékének megadására szolgáló paraméter,
K a még jónak elfogadható válaszidő meghatározására szolgáló jelzés.

A mérés akkor tekinthető pozitív eredményűnek, ha a válaszjelek beállási ideje legrosszabb esetben is beleesik a TESZTOMAT előlapján levő három potenciometer beállításával előállított és a programban meghatározott időosztályba.

A három potenciometer skálázása:

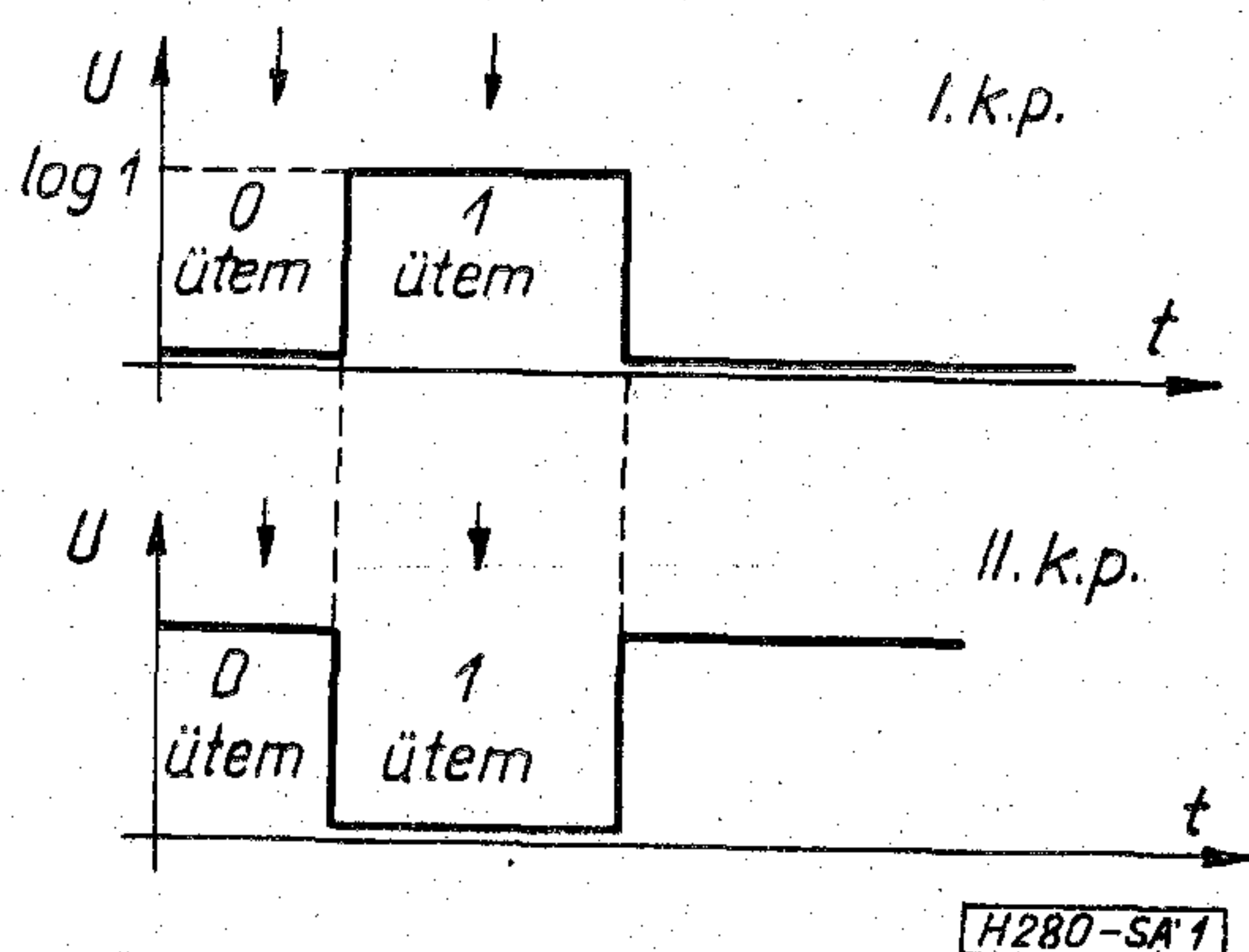
A — 20—100 ns
B — 100—500 ns
C — 200—1000 ns.

A programban meghatározható időosztály ennek megfelelően A, vagy B, vagy C lehet.

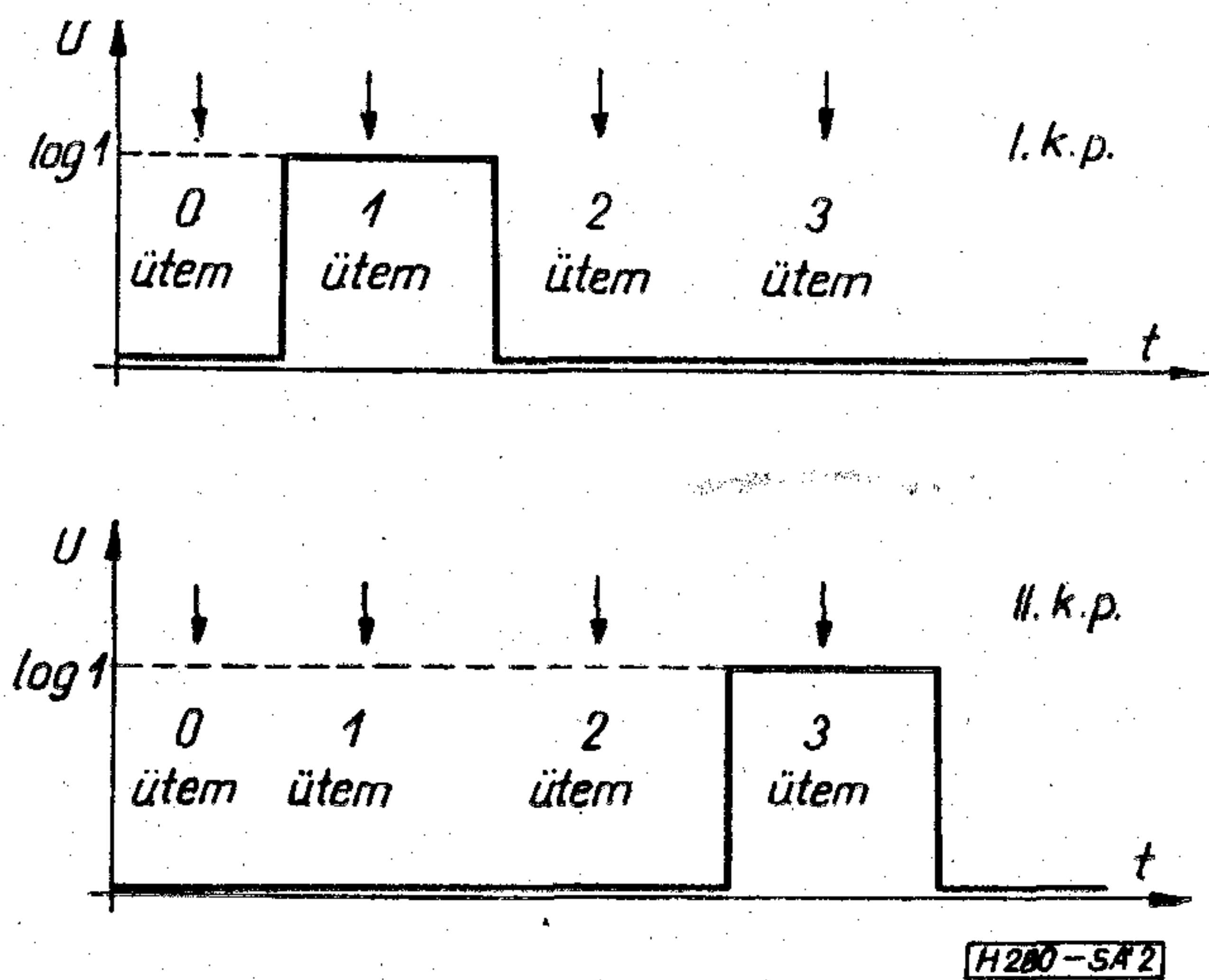
A TESZTO program a forrásnyelvű programban elsőként megjelenő MELLÉK-utasítást úgy fordítja le, hogy az a mérés során a kézi kapcsolóval az 1. sorszámmal hívható, a következők sorrendben a 2., 3., 4. sorszámmal hívhatók. A negyedik MELLÉK-utasítás után megjelenő újabb MELLÉK-utasítás ismét az 1. sorszámmal kapja és automatikusan törli az előző 1. sorszámmal mellékutasítást.

d) ÓRAJEL-utasítás

Az ÓRAJEL-utasítás a generálandó órajel hullámformáját, valamint az órajel-ciklus mérés szempontjából hatásos ütemét határozza meg.



1. ábra



2. ábra

A TESZTOMAT berendezésben az órajelek a berendezés két kapcsolóján állnak rendelkezésre. A két kapcsolponon az ún. „egyfázisú” órajel esetén megjelenő jel hullámformája az 1. ábrán látható.

A TESZTOMAT az órajel-ciklus azon ütemében végez mérést, melyet a program megad. Ez az ütem az ún. „hatásos” ütem. Az egyfázisú órajel az 1. ábrán jelzett két ütemre osztható.

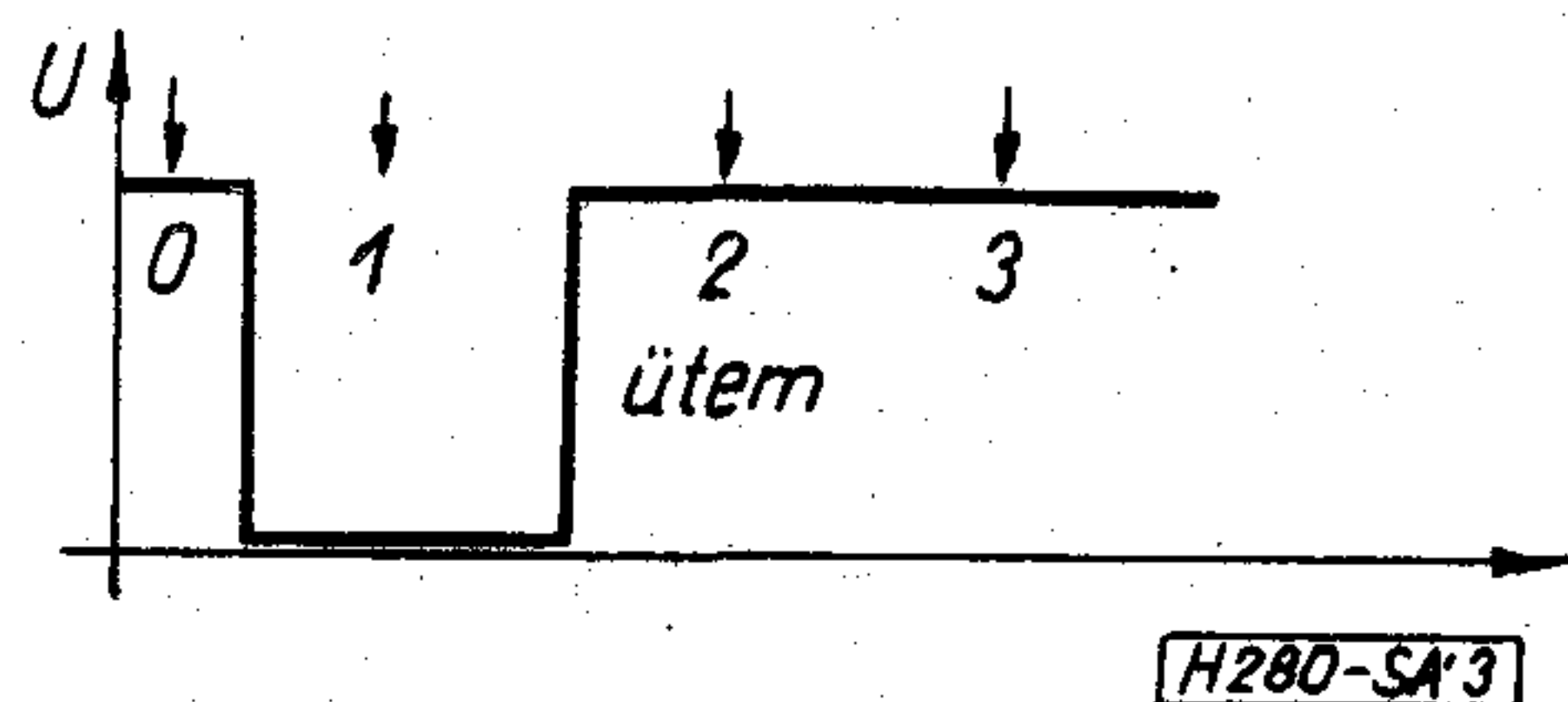
A két kapcsolponon az ún. „kétfázisú” órajel esetén megjelenő órajel hullámformája a 2. ábrán látható. A kétfázisú órajel 4 hatásos ütemre osztható.

Az egyfázisú és kétfázisú órajel irányítása pozitív, ill. negatív lehet. Az ábrákon a pozitív órajeleket mutattuk meg, a negatív kétfázisú órajelet az első kapcsolponon a 3. ábra mutatja.

Az ÓRAJEL-utasítás a TESZTO nyelvben a következő alakú:

ÓRA $M; N; I$, ahol
 ÓRA az utasítás szimbolikus jele
 M értéke egyfázisú órajelnél: 1
 kétfázisú órajelnél: 2
 N az órajel-ciklus hatásos ütemének megadására szolgál, értéke 0, 1, 2, 3 lehet.
 I az órajel irányítását határozza meg, értéke „+”, ill. „-” lehet.

Az ÓRAJEL-utasítás a következő ÓRAJEL-utasítás megjelenéséig érvényben marad. Órajelet kell definiálni akkor, amikor órajelet igénylő FŐ-utasítást ír elő a program és még nincs a kívánt órajel definiálva,



3. ábra

e) Kapocspontok azonosítása

A forrásnyelvű programban definiálni kell, hogy a TESZTOMAT:

1. a mérendő lap mely kapocspontjait tekintse kimenőpontoknak,

2. a mérendő lap mely kapocspontjai azok, ahol az illető mérés végrehajtása során logikai 1 szintnek kell lennie.

A TESZTO nyelvben a kapocspontok max. 6 karakterből álló névvel azonosíthatók és az első azonosítás megjelenése után az illető kapocspontra csak a nevével kell hivatkozni.

Az azonosítás formátuma:

$NEV1=N_1; NEV2=N_2; \dots NEVK=N_K$; ahol

$NEVK$ azonosító név (max. 6 karakter)

N_K a kapocspontnak nyomtatott lapon értelmezett sorszáma (pl. 1–48).

A kimenőpontok meghatározására szolgáló utasítás:

OUT, $NEV1; NEV3=N_3; \dots NEVN$;/

A logikai 1 szintet képviselő kapocspontok meghatározására szolgáló utasítás:

LG1, $NEV1; NEV2; \dots NEVK$;/

f) MÉRÉSIRÁNYÍTÓ lehetőségek

1. Számlálás letiltása

A TESZTOMAT biztosítja azt a lehetőséget, hogy a mérésszámláló mérésenkénti növelését le lehessen tiltani. Ilyenkor ugyanazon sorszám alatt több mérést végez el a berendezés. A TESZTO nyelvben ennek jelölése:

MER, M/N , ahol

MER a már ismert mérésszám megadó utasítás,

M az a sorszám, ahol a mérésszám kijelző éppen áll, vagyis az utolsó le nem tiltott számlált utasítás sorszáma

N a nem számlált mérések sorszáma.

Példa:

MER, 5; „A mérésszámláló 5-öt mutat”

.

.

.

MER, 5/1; „A mérésszámláló 5-öt mutat”

.

.

.

MER, 5/10; „A mérésszámláló 5-öt mutat”

.

.

.

MER, 6; „A mérésszámláló 6-ot mutat”.

Ezt a lehetőséget elsősorban szinkron és aszinkron hálózatok alaphelyzetbe állításánál, 1., 2., és 5. FŐ-utasítású méréseknél célszerű kihasználni.

2. Mérés elvégzése után „állj”

A TESZTOMAT a jónak értékelt mérés után automatikusan a következő mérést végzi el. Csak akkor

áll le, ha az illető mérés hibás volt vagy ha a program megállást ír elő.

A TESZTO forrásnyelvű programban a megállást az STP, paraméter nélküli utasítással lehet előírni.

Megállást akkor célszerű a programban előírni, ha

- a mérés futása közben MELLÉK-utasítást kell váltani,
- manuális ellenőrzést kell közbeiktatni,
- nem számlált mérések elvégzésének jelzésére stb.

3. Feltételes méréskihagyás

A mérések sorozatának célszerű szervezése érdekében mód nyílik arra, hogy bizonyos méréseket egy előző mérés eredményétől függően a TESZTOMAT ne hajtson végre, azokat kihagyja. A méréskihagyás feltétele: pozitív mérési eredmény.

A TESZTO nyelvű programban a feltételtől függő méréskihagyást a következőképpen lehet megadni:

FLT, N, ahol

FLT a méréskihagyó utasítás

N annak a mérésnek a sorszáma, ahol pozitív mérési eredmény esetén a további mérések folytatódnak.

A TESZTOMAT a kihagyott méréseket is számlálja, így a sorszám azonosítása egyértelmű lesz.

Példa:

MER, 5; „5-ös sorszámú mérés”

FLT, 8; „ha 5-ös jó volt, 8-nál folytassa”

.

.

MER, 6; „ha 5-ös hibás, itt folytatódik”

.

.

MER, 8; „ha 5-ös jó volt, itt folytatódik”.

A mérési sorozat kiértékelése

Bizonyos méréscsoportok elvégzése után és egy következő méréscsoport elvégzése előtt az elvégzett csoport teljes kiértékelése szükséges. A TESZTO nyelvben ezt a kérést \$ jelzi.

A TESZTO program által biztosított lehetőségek

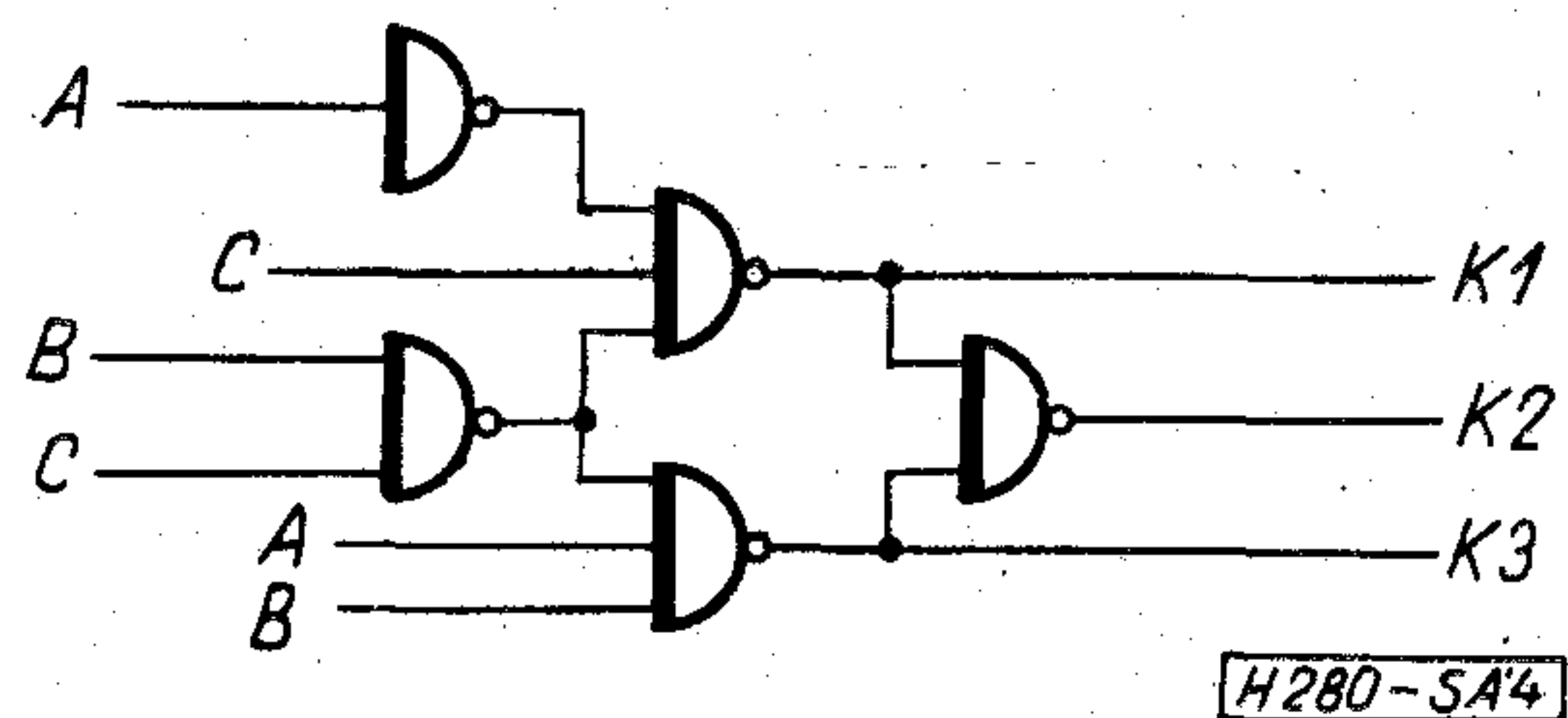
1. Magyarázó szöveg — comment

a) a forrásnyelvű programban bármely lezáró karakter után elhelyezhető, számot és lezáró karaktert nem tartalmazó szöveg

b) a forrásnyelvű programban bármely lezáró karakter után elhelyezhető, két idézőjel közé helyezett tetszőleges magyarázó szöveg.

2. Hibajelzések

A TESZTO fordító program a forrásprogramban előforduló szintaktikus hibákat a következőképpen jelzi ki:



4. ábra

- IU N Illegális utasítás az N sorszámmal azonosított mérésben,
- KD N Kétszer definiált kapocspont az N sorszámmal azonosított mérésben,
- IC N Illegális csatlakozópont az N sorszámmal azonosított mérésben (pl. ha a kapocspont sorszáma nagyobb, mint 48.),
- IP N Illegális paraméter az N sorszámú mérésben levő FŐ- MELLÉK- vagy ÓRAJEL-utasításban.

Példa forrásnyelvű program készítésére:

A vizsgálandó hálózat a 4. ábrán látható. Bemenő változók: A, B, C,

melyek sorrendben a panel 20, 42, 35 kapocspontjai. Kimenetek: K1, K2, K3,

melyek sorrendben a panel 9, 37, 25 kapocspontjai. A hálózat kombinációs, órajel nem szükséges.

A vizsgálatához a 3. sorszámú FŐ-utasítás a megfelelő.

A válaszjelek késleltetési idejének „A” osztályba kell esnie.

A tápfeszültség legyen névleges, 5V.

A válaszjelek feszültségszintje legyen az előlapon beállított értékkel egyenlő.

A hálózat az alábbi bemeneti jelkombinációkra a kimeneten a következő kombinációkat kell, hogy mutassa:

	A	B	C	K1	K2	K3
1.	0	0	0	1	1	0
2.	0	0	1	0	1	1
3.	0	1	1	1	1	0
4.	0	1	0	1	1	0
5.	1	1	0	1	0	1
6.	1	1	1	1	1	0
7.	1	0	1	1	1	0
8.	1	0	0	1	1	0

„MÉRÉSI PROGRAM KÉSZÍTÉSE”

MER, 1 „ELSŐ MÉRÉS”

FOU, 3 „JELKIÍRÁS ÉS MÉRÉS”

MEU, 2; 2; A „ELSŐ MELLÉKUTASÍTÁS”

OUT, KI=9; K2=37; K3=25;/

„KIMENETI PONTOK
DEFINIÁLÁSA”

LG1, K1; K3;/ „LOGIKAI EGY SZINTET
KÉPVISELŐ PONTOK”

MER, 2 „MÁSODIK MÉRÉS”

LG1, C=35; K2; K3;/

„ITT MÁR CSAK AZ ELŐZŐ
MÉRÉSHEZ KÉPEST VÁLTOZOTT
ÁLLAPOT MEGADÁSA
SZÜKSÉGES”

MER, 3
 IG1, B=42; C; K1; K3;/
 MER, 4
 LG1, B; K1; K3;/
 MER, 5
 LG1, A=20; B; K1; K2;/
 MER, 6
 LG1, A; B; C; K1; K3;/
 MER, 7
 LG1, A; C; K1; K3;/
 MER, 8
 LG1, A; K1; K3;/
 \$ „MÉRÉSKIÉRTÉKELES”

Összefoglalva a leírtakat, a TESZTO fordítóprogram

— lehetővé teszi, hogy szimbolikus nyelven, magyarázatokkal ellátva készüljön el egy-egy szerelt, nyomtatott kártya bemérési programja,

— egyszerűvé és áttekinthetővé teszi a kártya bemérési utasítását,

— lerövidíti a vezérlő lyukszalag elkészítési idejét.

A TESZTO program 1972. augusztusban készült el az ORION MFO—I. osztály software-csoportjában.

I R O D A L O M

[1] TESZTOMAT gépkönyv, MTA—SZTAKI.

[2] The TITAN Automatic Test Equipment HONEYWELL.

KÖNYVISMERTETÉS

D. L. Richards: *Telecommunication by Speech: The Transmission Performance of Telephone Networks.* Butterworths, London 1973. 22+589 oldal, ára 12 £.

Jelenleg 260—270 millió telefonkészülék működik a világon, ez a szám becslések szerint az ezredfordulóra legalábbis megötszöröződik. A telefonok és telefonrendszerek sokasága mindinkább összefüggő láncolatot alkot, ahol az egyes hibák és zavarok összegeződnek és a beszélgetés minőségét, az információ teljesértékűségét rontják. A telefonrendszerek fő veszedelme az alapzaj, a torzítás, az áthallás és a késleltetés. Ahhoz, hogy ezeknek a hibáknak a természetét megismerjük és megfelelő minőségű hálózatot létesítsünk, elsősorban a közvetítendő anyag — a beszéd — fizikai természetét és a felvevő — a fül — sajátosságait kell jól ismernünk. Ez a következtetés a hallás vonatkozásában Békésy Györgytől származik 1934-ből. Azóta a hallás megismerésében nagyot haladtunk, a beszéd megismerésének rohamos fejlődése napjainkban válik valósággá.

Bár az ismertetésre kerülő könyv szerzője alapvetően hálózati problémákkal foglalkozó postamérnök, ugyanennek a meglátásnak a szellemében építette föl könyvét. Az 1. fejezet rövid módszertan (30 oldal), a 2. fejezet (80 oldal) a beszéd és a hallás fontosabb fogalmairól és tulajdonságairól szól. A könyv gerincét a 3. és 4. fejezet alkotja (összesen 230 oldal). Ezekben a szerző a beszédkapcsolatok hatékonyságának műszer- és mérés technikai alapjait, módszereit és az ezekkel elért eredményeket taglalja. A tárgyalás itt nagyon részletes és alapos. Minden módszernél az elméleti megalapozástól a kísérleti technikán át a gyakorlati megoldásokig és eredményekig jut el. A beszéddel közvetlenül végzett vizsgálatok mellett természetesen nem feledkezik meg az ún. „objektív” mérés technikai eljárásokról sem. Minderről sok táblázattal és saját mérési eredménnyel alátámasztott, a gyakorlatban kitűnően hasznosítható anyagot nyújt. A könyv rövidebb lélegzetű fejezetekkel zárul: 5. Telefon ké-

szülékek (50 oldal), 6. Vonalátviteli rendszerek (50 oldal), 7. Telefonhálózatok tervezése (20 oldal), 8. Átviteli teljesítmény (30 oldal). Néhány függelék és igen részletes irodalmi jegyzék (956 cím) egészíti ki a könyvet. Az irodalom 1970-ig van földolgozva.

A könyv a maga nemében nagyon jó és valószínűleg hézgapótló. Amit méltatásával kapcsolatban, mint negatívumot kell megemlíteni, az kétféle.

Az egyik az egyoldalúság. A csaknem 1000 irodalmi adatból legföljebb 20 a nem angol—amerikai. Ez pedig fölöttébb elmarasztaló még akkor is, ha a Bell Telephone Laboratories munkássága e téren fölülmúlhatatlan. Az irodalmi egyoldalúság természetesen más területen bosszúlja meg magát. Ez a második negatívum. A recenzor a beszéd kutatás terén rendelkezik kellő áttekintéssel és így megállapíthatja, hogy az anyagnak ez a része nem elég korszerű és nem veszi figyelembe az akusztikusok által elért, telefontechnikában is jelentős eredményeket.

A szerző több helyütt az 1930-as évekből származó beszéd szintkép adatokat közli, holott a mai görbék egészen más alakúak. Az érthetőségi vizsgálatok fargyalásakor nem veszi figyelembe a más nyelvekkel, és az utóbbi években végzett munkákat. Ilyen tájékoztatlanságot más helyütt is találunk. A referenciák is árulkodnak a hiányosságokról: az egész 2. fejezetben (a CCITT vörös könyvek és szabványok kivételével) 25 adat származik az utolsó 10 évből, a teljes irodalmi felsorolás pedig 276 számot tartalmaz.

A kifogásokat természetesen nem a könyv értékeinek halványosítására említem meg, hanem azért, hogy az olvasó a pótlásokról gondoskodhassék. Egyébként aligha kétséges, hogy hasonlóan széles tematikájú és hasonlóan széles látókörrrel megírt, korszerű szakkönyv még nem jelent meg a könyv piacon. Ha nem is elolvasási, de áttekintési és utána nézési célból okvetlenül érdemes megszerezni műszaki vagy szakmai könyvtárak számára.

Tarnóczy Tamás

Harmadik Nemzetközi Hálózatelméleti Konferencia

Az ETAN (Yugoslav Committee for Electronics and Automation) az IEEE Circuits and Systems Society közreműködésével 1975. szeptember 1—5. között rendezi meg a Harmadik Nemzetközi Hálózatelméleti Konferenciát. Az előző konferenciáról a Híradástechnika XXIV. évfolyam, 3. szám

81—84. oldal, 1973. március ad tájékoztatást. Részletes felvilágosítás a következő címről kérhető: ETAN, Network Theory Symposium, P.O. Box 356, 11001 Beograd, Yugoslavia.

A légnedvesség hatásának vizsgálata

A gyártmányokat körülvevő atmoszféra légnedvessége nagyon széles határok között változik térben és időben egyaránt. Számos anyag térfogati és felületi nedvességtartalma érzékenyen követi ezt a változást, befolyásolva ezáltal jellemző tulajdonságait. Tekintettel arra, hogy a dielektromos tulajdonságok reverzibilis változásai csakúgy, mint az irreverzibilis (korróziós jellegű) változások főleg a nagy légnedvesség állapotában kedvezőtlen irányúak, a vizsgálati technika elsősorban ezek hatásaival foglalkozik s a következő rövid ismertetés is erre szorítkozik.

Kondenzáció keletkezik a gyártmányok felületén, ha azok felületi hőmérséklete a környező levegő ún. harmatpontja alatt van. A vízgőz a felületen folyadékká alakul. A levegő hőmérséklete, relatív nedvessége és harmatpontja között közvetlen összefüggés van. Nagy relatív nedvességtartalom esetében a harmatpont alig különbözik a konkrét léghőmérséklettől, ezért ilyen viszonyok között néhány tized fokos hőmérséklet-különbség már kondenzációra vezethet.

Amennyiben a vizsgálat során kondenzációt kell létrehozni a mintákon, a hőmérsékletet és légnedvességet olyan gyorsan kell emelni a vizsgálati térben, hogy a minta felületi hőmérséklete kellőképpen „elmaradva” a harmatpont alá kerüljön. Ebből következik, hogy minél kisebb a minta hőmérsékleti időállandója, annál gyorsabb hőmérséklet-változást kell előidézni a kondenzáció létrehozásához.

Olyan gyártmányoknál, amelyek belső terükben levegőt tartalmaznak, a kondenzáció a belső felületeken akkor várható, amikor a környező levegő hőmérséklete csökken.

Adszorpció útján kötődnek meg a vízgőzmolekulák a gyártmányokon, ha azok felületi hőmérséklete a harmatpont fölött van. A felületen megkötött vízgőz mennyisége függ az anyagtól, a felületi tulajdonságoktól és a parciális nyomástól. Az adszorpció lefolyása viszonylag gyors, az állandósulás gyakorlatilag percek alatt befejeződik.

Abszorpció az anyagok vízgőz elnyelése, amely során a vízgőzmolekulák az anyag molekulái közé épülnek be. Az abszorbeálható vízgőz mennyisége elsősorban a levegő relatív nedvességétől függ és az abszorpció egészen az egyensúlyi állapot kialakulásáig folytatódik (a gyártmány méretétől függően az napokig vagy hónapokig tarthat).

A vízgőzfelvétel sebessége viszont a hőmérséklettel, vagyis a parciális nyomással (abszolút légnedvességgel) arányosan növekszik.

Diffúzió alatt vízgőzátbocsátást értünk az anyagon keresztül (annak molekulái között), amely az anyag két olda-

lán elhelyezkedő levegő nedvessége parciális nyomáskülönbségének hatására jön létre. Rendszerint akkor van jelentősége a diffúciónak, ha a vízgőz a gyártmányokba valamilyen (általában szerves) burkolaton áthaladva jut be (pl. műanyag burkolatú elemek).

Lélegzés útján légáramlással jut be a nedvesség az olyan belső légterű gyártmányokba, amelyek burkolatán rések, repedések találhatók. A légáramlást légnyomáskülönbség okozza, amely általában hőmérséklet-ingadozás következménye.

A felsorolt fizikai hatások okozta hibamechanizmusok tehát a következő tényezők függvényei: relatív légnedvesség, abszolút légnedvesség, hőmérséklet, hőmérséklet-változás és -sebesség, valamint időtartam.

A vizsgálatok gyorsítása

A vizsgálati módszerek kialakításánál nem lehet cél a természetes viszonyok hű utánzása, egyrészt mivel a természet rendkívüli változatossága miatt nem utánozható, másrészt, mert gyorsítás hiányában megvalósíthatatlanul hosszú vizsgálati időtartamok válnának szükségessé.

A vizsgálat célja a minta jellemzőinek olyan változását előidézni, amely a természetes használat során is várható, de rövidebb idő alatt. Az a követelmény, hogy a vizsgálat során keletkező hibamechanizmusnak meg kell egyeznie a természetben előfordulóval, megszabja a gyorsítás módszereit és határait.

Míg az adszorpció és kondenzáció létrehozásához csak rövid időre van szükség, nagyon hosszú időt igényelhet egyensúlyi állapot létrehozása abszorpció és diffúzió útján. Az utóbbi folyamat adott határig meggyorsítható a hőmérséklet növelésével. A hőmérséklet-változás, amelyet a ciklikus vizsgálati módszereknél alkalmaznak nem tekinthető gyorsításnak abszorpció szempontjából.

Gyorsítási tényező alatt általában annak a két időnek a hányadosát értjük, amely alatt egyrészt a természetes környezetben, másrészt a laboratóriumi vizsgálat során, valamely tulajdonságnak azonos mértékű változása bekövetkezik. Az időegység alatt fellépő igénybevétel nagyobb szigorúsága következtében a laboratóriumi vizsgálati eljárás mindenkor gyorsított. Ennek ellenére különféle gyártmányokra, vagy egy gyártmány különböző tulajdonságaira nézve a

1. táblázat

Vizsgálati módszer	Az eljárás neve	IEC Publ.	KGST ajánlás	Országos szabvány
Konstans hőmérséklet és légnedvesség	Tartós nedves-meleg	68—2—3 (1968)	RSZ 4217—73 (1031)	MSZ 8888/3
Ciklikusan változó hőmérséklet és légnedvesség	Gyorsított nedves-meleg	68—2—4 (1960)	RSZ 4218—73 (1032.2)	MSZ 8888/4
	Ciklikus nedves-meleg	68—2—30 (1969)	RSZ 4218—73 (1032.1)	MSZ 8888/26
Irányelvek a nedvességállósági vizsgálatokhoz		68—2—28 (1968)	—	MI 8887/10 T

gyorsítás tényezője jellemzően eltérő lehet. Ezért a természetes környezet és a vizsgálati módszer között általánosan érvényes gyorsítási tényező nem határozható meg.

Vizsgálati módszerek

Az 1. pontban ismertetett fizikai hatások megvalósítására a gyakorlatban különböző módszereket alkalmaznak.

Állandó hőmérsékletű és légnedvességű vizsgáloteret (pl. 40 °C, 90–96% rel. légn.) alkalmaznak az abszorpciós és diffúziós hatások létrehozására. Szigetelőanyagok dielektromos tulajdonságainak változása e módszerrel jól követhető. Előnye ennek az eljárásnak, hogy egyszerűen megvalósítható s a gyártmányok követelményküszöb értékei viszonylag pontosan előírhatók.

A vizsgálat szigorúságát az időtartam növelésével lehet fokozni.

Ciklikus vizsgálati módszerek, program szerint ingadozó hőmérséklettel és légnedvességgel a kondenzáció és lélegzés hatásainak vizsgálatára alkalmasak, pl. tömítési hibák, pórusok kimutatására, valamint védőbevonatok, korróziós jelenségek vizsgálatára.

A lélegzési effektus a vizsgálat során akkor hatásos, ha a lehűlési szakasz ideje a minta hőmérsékleti időállandójának legalább háromszorosa. Kondenzáció létrehozása kis hőmérsékleti időállandójú mintáknál gyors hőmérséklet- és nedvességfokozást tesz szükségessé.

Fenti feltételeket általában 24 óránként ismétlődő ciklikus eljárással hozzák létre 40 és 55 °C felső hőmérséklettel. A ciklusok számának növelésével fokozható a vizsgálat szigorúsága.

Mérések a vizsgálat során

A minták tulajdonságainak a vizsgálat alatt, a kamrában történő mérése rendszerint nagyon körülményes és pontatlan is. Ezért igénybevétel alatt mérést csak kivételesen végeznek. Szükséges lehet azonban a minták terhelése, vagy üzemeltetése a vizsgálotérben. Figyelembe kell azonban venni, hogy hődisszipációval járó terhelés esetén a minta igénybevétele abszorpció és adszorpció szempontjából egyaránt enyhébb lesz, mint terhelés nélkül, kondenzáció pedig egyáltalán nem keletkezik. Elektrolitikus korróziós folyamatok (migráció) felderítése viszont feltétlenül szükségessé teszi villamos feszültség alkalmazását az igénybevétel folyamán.

A ciklikus vizsgálatoknál a mérések és megfigyelések időpontját össze kell hangolni a minta szakaszonkénti állapotával és a várható üzemi viszonyokkal. Ha pl. készülékeknek alkalmasnak kell lennie harmatos állapotban történő bekapcsolásra (pl. hordozható műszer), a bekapcsolást a felfűtési szakasz végén kell elvégezni, amikor kondenzáció borítja a minta felületét.

Tekintettel arra, hogy a vizsgálatok gyorsított jellegűek vagyis a minta szigorúbb körülmények között van az igénybevétel alatt, mint a várható üzemben, az egyes tulajdonságok mérését (különösen villamos szigetelés esetében) a kamrából kivett és állandósult tulajdonságú mintán célszerű elvégezni. Az állandósítás idejét és körülményeit a gyártmány alkalmazási módjának gondos mérlegelése alapján kell előírni.

A szabványosítás helyzete

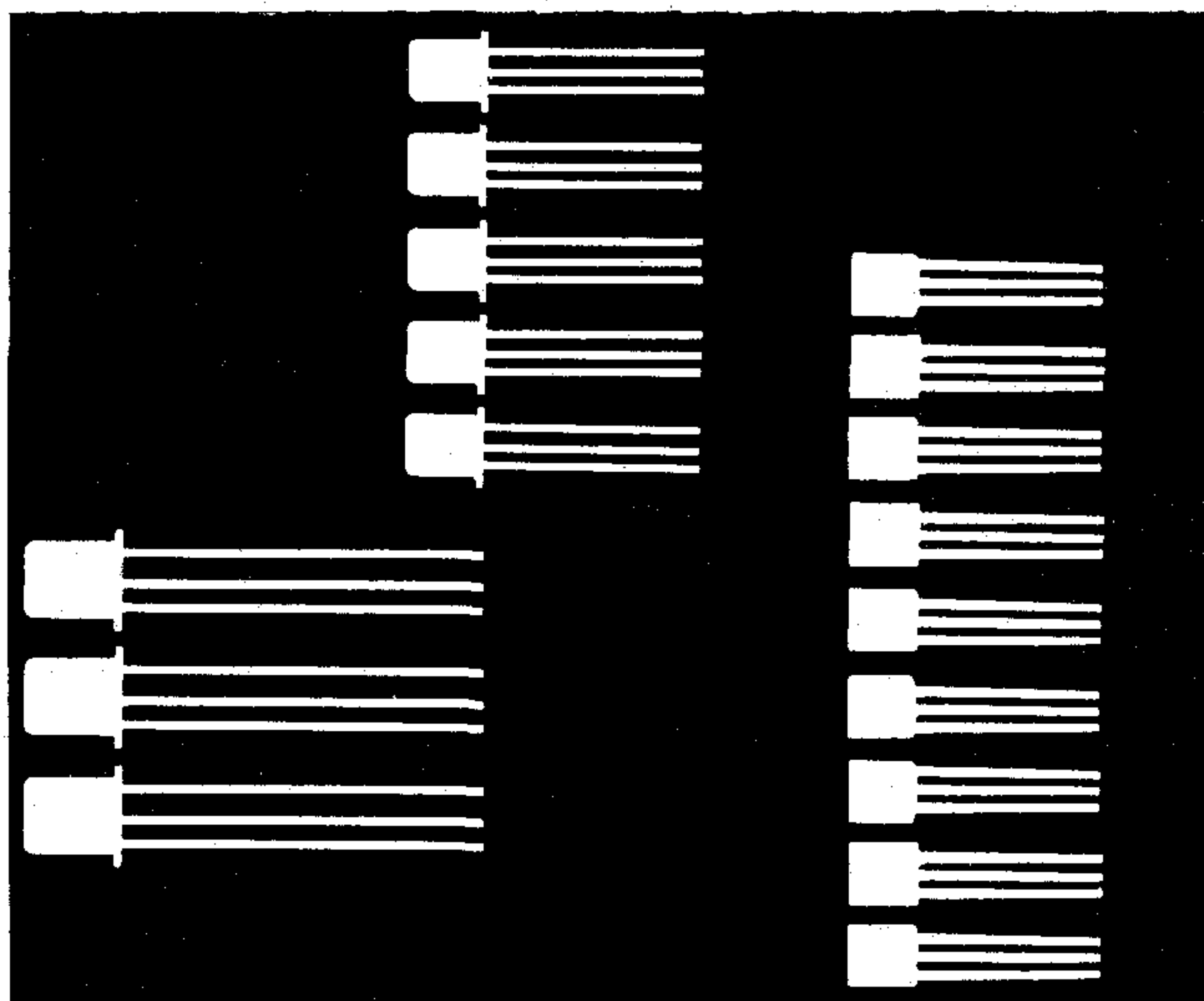
Tekintettel a kérdés fontosságára ez a vizsgálati módszer az elsők között került szabványosításra nemzeti és nemzetközi síkon egyaránt. Már kezdetben elkülönült a két vizsgálati mód (konstans és ciklikus), a módszerek pontosítása a reprodukálhatóság érdekében azonban állandóan folyik.

Az IEC 50 B Albizottsága foglalkozik e témával és a 68. sz. kiadványban megjelent ajánlásait széles körben alkalmazzák. Ezekre épültek fel a KGST SZÁB által kiadott RSZ-ek és a hazai országos és iparági szabványok is.

A vonatkozó nemzetközi és hazai szabványokat az 1. táblázat tartalmazza.

Schmidt János

Beloianisz Híradástechnikai Gyár



Sokoldalú a modern félvezető-alkatrészek alkalmazási területe. Bő gyártmányválasztékot készítünk és szállítunk: integrált áramköröket a rádió- és TV-készülék gyártáshoz, TTL- és MOS-áramköröket a számítógépipar részére, gyors működésű diódákat, egyenirányítókat 250 A-ig és szilícium-tranzisztorokat az ipar és a szórakoztató elektronika számára SF 121/123 planár-tranzisztorok széles sávú és nagyfrekvenciás erősítőkhöz (600 mW, 20–66 V)

SF 126/129 epitaxiális planár-tranzisztorok széles sávú erősítőkhöz és közepesen gyors kapcsolóként (600 mW, 33–120 V)

SF 131/132 planár-tranzisztorok széles sávú erősítőkhöz és gyors kapcsolóként (300 mW, 20/40 V)

SF 136/137 epitaxiális planár-tranzisztorok nagyfrekvenciás erősítőkhöz (300 mW, 20/40 V)

SC 206/207 műanyagházas kisfrekvenciás tranzisztorok (200 mW, 20 V)

SF 225 epitaxiális planár-tranzisztorok műanyagházban nagyfrekvenciás erősítőkhöz, valamint előkörökhöz és KF-fokozatokhoz

SF 235 epitaxiális planár-tranzisztorok műanyagházban nagyfrekvenciás erősítőkhöz és URH-előfokozatokhoz

SF 240/245 műanyagházas nagyfrekvenciás tranzisztorok szabályozott és nem szabályozott TV KF-erősítő fokozatokhoz

SF 150 planár-tranzisztor video-végfokozathoz

Kérjen tájékoztatást a részletes műszaki adatok és az egyedi szállítási lehetőségek felől. Tapasztalt szakmérnökök adnak tanácsot az összes alkalmazási kérdésben.

Szilícium tranzisztorok az ipar és a szórakoztató elektronika számára

Exportálja az

Elektrotechnik

EXPORT-IMPORT

VÖLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER
DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

RFT

electronic

Tájékoztatást nyújt az
NDK Magyarországi
Nagykövetsége
27. Kereskedelem-
politikai Osztály
Budapest XIV.,
Népstadion út 101–103

Tartalmi összefoglalások

Обобщения

ETO 621.3.049.776.001.2:681.3.06

Ripka G.—Papp K.—Albrecht M.:

Vastagréteg integrált áramkörök tervezése

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 12. sz.

A tanulmány ismerteti a vastagréteg hibrid integrált áramkörök tervezésének főbb szempontjait. Bemutatja a vastagréteg ellenállások, huzalozás és topológia tervezésének menetét. Minta-példa demonstrálja a tervezés menetét és a főbb konstrukciós kérdéseket. A vastagréteg ellenállások technológiailag helyes méretezésére számítógépes tervező programot dolgoztak ki. A cikk ezt is ismerteti.

ETO 621.316.8:621.3.049.772.2

Illyefalvi Vitéz Zs.:

Vékonyréteg ellenálláshálózatok készítése elektroeróziós mikrogravírozással

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 12. sz.

A vékonyrétegek elektroeróziós mikrogravírozása az integrált áramköri vékonyréteg ellenállások és kondenzátorok értékeállításának elterjedt módszere. Tanszékünkön vizsgálatokat végeztünk az elektroerózió fizikájának tisztázására és a technológiai paraméterek optimalizálására. Az eljárás továbbfejlesztésének eredményeként javult az értékeállított elemek minősége és megteremtettük a lehetőséget az ellenálláshálózatok teljes topológiájának mikrogravírozásos kialakítására is.

ETO 517.947.44:621.373

Dr. Palotás L.:

Nemlineáris oszcillátorok egzakt szintézise

HÍRADÁSTECHNIKA, XXV. (1974) 12. sz.

A szerző dolgozatában megmutatja, hogy nem lineáris periodikus rezgések előállításának szintézisfeladata a lineáris rendszerek szintézisének szokásos alapvető gondolatmenetéhez illeszkedően megoldható. Célkitűzése: egzakt, direkt szintézismódszert megadni, mellyel előírt tranziens viselkedésű tetszőleges periodikus rezgések előállítására képes oszcillátor tervezhető.

ETO 654.195:621.376.2

Dr. Gschwindt A.:

Az amplitudómodulált műsorszórás fejlődési irányai

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 12. sz.

Az amplitudómodulált műsorszórás helyzete különösen az európai körülmények között válságosnak mondható. A megoldáshoz több szabad csatorna biztosítására lenne szükség, a frekvencia-kiosztás világméretű optimalizálásával egyidőben. A különböző, a jelenlegi rendszer megjavítását célzó elképzelések közül a legfontosabb a vevők vételi képességének javítása, figyelembe véve az amplitudómodulált műsorszórás redundáns jellegét.

ETO 621.3.049.75.08:681.32.06

Szigeti Á.:

Szerelt nyomtatott kártyák bemérésének TESZTOMAT berendezéssel és TPA-i számítógéppel segített módszere

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 12. sz.

A cikk a TESZTOMAT és a TESZTO nyelv használatát ismerteti. A TESZTOMAT lyukszalag-vezérlésű berendezés, amely 48 csatlakozópontos nyomtatott áramköri lapokon elhelyezkedő digitális hálózatok bemérésére alkalmas. A TESZTO TPA-i számítógépre készült program, amely lehetővé teszi, hogy egy-egy lap bemérési utasítása TESZTO forrásnyelven készüljön el és egyben elkészíti a TESZTOMAT berendezést vezérlő lyukszalagot is.

DK 621.3.049.776.001.2:681.3.06

Рипка, Г.—Пап, К.—Альбрехт, М.:

Проектирование толстопленочных интегральных схем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 12.

Статья излагает важнейшие точки зрения проектирования толстопленочных гибридных интегральных схем. Показывается ход проектирования монтажа и топологии толстопленочных схем, дан пример этого и конструкционного осуществления. К правильному технологическому проектированию разработалась программа ЭВМ, которая находится в статье.

DK 621.316.8:621.3.049.772.2

Ильефалви Витез, Ж.:

Изготовление тонкопленочных сетей сопротивлений электроэрозионной микрогравировкой

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 12.

Электроэрозионная микрогравировка является распространенным методом юстировки величин тонкопленочных сопротивлений и конденсаторов интегральных схем. На нашей кафедре производились испытания по выяснению физики электроэрозии, а также по оптимизации технологических параметров. Вследствие дальнейшей разработки метода улучшилось качество юстированных элементов и создавалась возможность к осуществлению полной топологии сетей сопротивлений микрогравировкой.

DK 517.947.44:621.373

Д-р Палюташ, Л.:

Точный синтез нелинейных осцилляторов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 12.

Автор в статье показывает, что задача синтеза генерации нелинейных периодических колебаний может быть решена применением основного размышления обычного при синтезе линейных систем. Он ставит себе целью следующие: дать точный непосредственный метод пригодный к проектированию осциллятора способного на генерацию любых периодических колебаний в предписанном переходном режиме.

DK 654.195:621.376.2

Д-р Гшвинт, А.:

Направления развития радиовещания АМ

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 12.

Положение радиовещания АМ, особенно при условиях в Европе, является критическим. К решению больше свободных каналов было бы необходимо, одновременно с всемирной оптимизацией распределения частот. Из различных представлений с целью улучшения настоящей системы самым важным является повышение приёмной способности приёмников, с учётом избыточного характера радиовещания АМ.

DK 621.3.049.75.08:681.32.06

Сигети, А.:

Метод испытания монтированных плат печатных схем с помощью установки TESTOMAT и ЭВМ типа TPA-i

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 12.

Статья излагает применение установки TESTOMAT и языка TESTO. TESTOMAT — это установка с управлением перфолентной, которая пригодна к испытанию цифровых цепей, расположенных на платах печатных схем с 48 соединительными пунктами. Программа изготовленная для ЭВМ типа TPA-- даёт возможность приготовления указания измерений на первичном языке TESTO и одновременно изготовит перфоленту управления.

Zusammenfassungen

DK 621.3.049.776.001.2:681.3.06

Ripka, G.—Papp, K.—Albrecht, M.:

Entwurf von integrierten Dickschichtstromkreisen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 12.

In dem Aufsatz werden die wichtigsten Gesichtspunkte des Entwurfs von integrierten Hybridstromkreisen in Dickschicht-Ausführung, erörtert. Es wird der Gang des Entwurfes der Dichtschichtwiderstände, der Verdrahtung und der Topologie, beschrieben. Ein Musterbeispiel illustriert den Gang des Entwurfes und die wichtigsten Konstruktionsfragen. Ein Entwurfsrechnerprogramm wurde zur technologisch richtigen Bemessung der Dickschichtwiderstände ausgearbeitet. Dieses erwähnte Programm wird auch beschrieben.

DK 621.316.3:621.3.049.772.2

Illyefalvi Vitéz, Zs.:

Herstellung von Dünnschichtwiderstandsnetze mit Mikrogravierung durch Elektroerosion

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 12.

Die Mikrogravierung mit Elektroerosion von Dünnschichten ist eine verbreitete Methode der Adjustierung von Dünnschichtwiderständen und Kondensatoren für integrierte Stromkreise. In unserem Lehrstuhl wurden Untersuchungen zur Klärung der Physik der Elektroerosion, zur Optimierung der technologischen Parameter ausgeführt. Als Ergebnis der weiteren Entwicklung des Verfahrens verbesserte sich die Qualität der getrimmten Elemente und auch die Möglichkeit der Ausarbeitung der vollkommenen Topologie der Widerstandsnetze mit Mikrogravierung wurde erschafft.

DK 517.947.44:621.373

Dr. Palotás, L.:

Exakte Synthese von nicht linearen Oszillatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 12.

In dem Aufsatz wird erörtert, dass die Synthesenaufgabe der Erzeugung von nichtlinearen periodischen Schwingungen mit der, bei der Synthese von linearen Systemen verwendeten Grundgedankenfolge gelöst werden kann. Zielsetzungen: Angabe einer exakten, direkten Synthesemethode, mit welcher ein Oszillator zur Erzeugung beliebiger periodischer Schwingungen mit vorgeschriebenem Transientverhalten entworfen werden kann.
DK 621.372.821

DK 654.195:621.376.2

Dr. Gschwindt, A.:

Entwicklungstendenzen der amplitudenmodulierten Hörfunk

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 12.

Die Situation des amplitudenmodulierten Hörfunks ist besonders unter den europäischen Verhältnissen als kritisch zu beurteilen. Zur Lösung dieses Problems wäre die Sicherung mehrerer Kanäle, mit einer weltumfassenden Optimierung der Frequenzuteilung notwendig. Aus den verschiedenen Konzeptionen, welche die Verbesserung des gegenwärtigen Systems bezwecken, ist die Verbesserung der Empfangsmöglichkeit der Empfänger am wichtigsten, mit Rücksicht auf den redundanten Charakter des amplitudenmodulierten Hörfunks.

DK 621.3.049.75.08:681:32.06

Szigeti, A.:

Kalibrationsmethode der montierten Druckkarten mit Hilfe der Einrichtung TESZTOMAT und Rechner TPA-i

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 12.

In dem Aufsatz wird die Anwendung der Einrichtung TESZTOMAT und der Sprache TESTO, erörtert. Die TESZTOMAT ist eine durch eine Lochkarte gesteuerte Einrichtung, welche zur Kalibration digitaler Netzwerke, montiert auf gedruckte Schaltungskarten mit 48 Anschlusspunkten, geeignet ist. Die TESZTO ist ein für Rechner TPA-i hergestelltes Programm, welches ermöglicht, die Kalibrationsinstruktion für je eine Karte auf TESZTO Quellsprache auszuführen und stellt zur selben Zeit die, TESZTOMAT Einrichtung steuernde Lochkarte her.

Summaries

UDC 621.3.049.776.001.2:681.3.06

Ripka, G.—Papp, K.—Albrecht, M.:

Desing of Thick Film Integrated Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12

In the paper the main concepts of the design of thick film hybrid integrated circuits is presented. The process of the design of thick film resistors, their wiring and topology is described. An example illustrates the course of the design and the main constructional problems. A computer programme was elaborated for the correct technological design of thick film resistors. This programme is also described in the paper.

UDC 621.316.3:621.3.049.772.2

Illyefalvi Vitéz, Zs.:

Production of Thin Film Networks by Means of Electroerosion Micro-Engraving

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12

Micro-engraving by electroerosion of thin film is a wide-spread method of the trimming of thin film resistors and capacitors of integrated circuits. In our Chair tests were made to clarify the physics of the electroerosion and to optimize the parameters of technology. As a result of the further development of the procedure the quality of the adjusted elements has improved and the possibility of the development of the complete topology of resistance networks by micro-engraving was established.

UDC 517.947.44:621.373

Dr. Palotás, L.:

Exact Synthesis of Nonlinear Oscillators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12

In his paper the author sets forth that the task of synthesis of the generation of nonlinear periodic oscillations may be solved by the basic considerations used generally in the synthesis of linear systems. The author's objectives are as follows: to give an exact, direct method of synthesis at which an oscillator capable of generating arbitrary periodic oscillations of specified transient behaviour can be designed.

UDC 654.195:621.376.2

Dr. Gschwindt, A.:

Tendencies of Development of the Amplitude Modulated Broadcasting

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12

The situation of the amplitude modulated broadcasting may be judged as critical especially under the European conditions. To ensure more free channels, with the simultaneous optimization of the global frequency allocation would be necessary for the solution. Out of different ideas to improve the present situation the most important thing is to increase the capability of reception of the receivers, taking into account the character of the amplitude modulated broadcasting.

UDC 621.3.049.75.08:681:32.06

Szigeti, A.:

Calibration Method of Mounted Printed Circuit Boards by Means of the Equipment TESZTOMAT and Computer TPA-i

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12

In the paper the use of the TESZTOMAT equipment and TESZTO language is presented. TESZTOMAT is an equipment controlled by a punched card and is suitable for the calibration of digital networks mounted on printed circuit boards having 48 connection terminals. TESZTO is a program made for the computer TPA-i which enables the instruction of calibration of each board to be made on TESZTO source language and makes at the same time the punched card controlling the TESZTOMAT equipment.

CDU 621.3.049.776.001.2:681.3.06

Ripka, G.—Papp, K.—Albrecht, M.:

Projet des circuits intégrés à couche épaisse

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12,

L'article expose les points de vue principaux du projet des circuits intégrés hybrides à couche épaisse. Le cours du projet du câblage et de la topologie des résistances à couche épaisse et un exemple de ceux-ci ainsi que les problèmes principaux de la construction sont présentés. Un programme de calculateur pour la réalisation technologique convenable des résistances à couche épaisse a été élaboré. Ce-ci se trouve aussi dans l'article.

CDU 621.316.8:621.3.049.772.2

Illyefalvi Vitéz, Zs.:

Fabrication des résistances à couche mince par microgravure

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12,

Microgravure à électroérosion, c'est une méthode souvent appliquée pour ajuster les valeurs des résistances et condensateurs des circuits intégrés à couche mince. Notre chaire faisait des essais pour éclaircir la physique de l'électroérosion et optimiser ses paramètres technologiques. En conséquence du développement plus récent de la méthode, la qualité des éléments ajustés s'améliorait et la possibilité de la réalisation de la topologie complète des réseaux de résistances par microgravure était établie.

CDU 517.947.44:621.373

Dr. Palotás, L.:

Synthèse exacte des oscillateurs non-linéaires

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12.

L'auteur montre dans l'article, qu'on peut résoudre la tâche de la synthèse de la génération des oscillations non-linéaires périodiques par application des considérations fondamentales habituelles en synthétisant des systèmes linéaires. Les objectifs sont: donner une méthode de synthèse exacte et directe pour projeter un oscillateur capable de la génération des oscillations périodiques arbitraires avec propriétés transitoires prescrites.

CDU 654.195:621.376.2

Dr. Gschwindt, A.:

Tendances de développement de la radiodiffusion modulée en amplitude

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12,

La situation de la radiodiffusion modulée en amplitude peut être appréciée climatique, surtout dans les conditions européennes. La solution du problème exigerait plus de voies libres, simultanément avec une optimisation mondiale de l'attribution des fréquences. Parmi les conceptions envisageant l'amélioration du système présent, c'est l'augmentation de l'aptitude de réception qui est la plus importante, en considération du caractère abondant de la radiodiffusion modulée en amplitude.

CDU 621.3.049.75.98:681.32.96

Szigeti, Á.:

Méthodes d'essais et mesures des plaques de circuits imprimés montées par le dispositif TESTOMAT et le calculateur TPA-i

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 12,

L'article expose l'utilisation du dispositif TESTOMAT et de la langue TESTO. Le TESTOMAT est un dispositif commandé par une bande perforée, apte à l'essais et mesures des réseaux numériques disposés sur plaques de circuits imprimés ayant 48 bornes de connexion. Le programme TESTO préparé pour calculateur TAP-i permet l'utilisation de la langue de source TESTO en faisant l'instruction des essais et mesures et produit simultanément la bande de commande pour le dispositif TESTOMAT.



Távolsági adattovábbító berendezés DFE 200

lyukszalagos adatátvitel céljaira, telefonhálózat vagy kiépített kéthuzalos vezetéken keresztül, előnyös, 200 Baud-os átviteli sebességgel.

- Gazdaságos adattovábbítás a számítóközpontokhoz vagy számítóközponttól, a felhasználási eseteknek megfelelően a választható készülékkombináción keresztül.
- Az adatbiztosító berendezésen keresztül hibamentes adattovábbítás,
- sokoldalú felhasználás az 5—6—7 vagy 8 nyom-kódos átviteli lehetőségen keresztül.
- Adatforgalmi lehetőség szabad elenállomással.
- A lyukszalagok kettőzésének lehetősége a helyi üzemeltetésnél

Részletes felvilágosítást nyújt az
NDK Magyarországi Nagykövetsége, 27. Kereskedelempolitikai Osztály

1443 Budapest,
XIV., Népszínház út 101—103.

Exportálja:

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER
DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Német Demokratikus Köztársaság

AUTOMATIKUS TÁVFELÜGYELETI- ÉS ELLENŐRZŐ RENDSZEREK

A rendszerek lehetővé teszik távolból az automatikus vagy manuális mérési-, javítási, illetve ellenőrző műveleteket egy vagy több operatív központtal felszerelt hálózatokon, melyek kapcsolatban állnak számos körzeti állomással. — A berendezés és alapegységének modulrendszere, az összeállítási lehetőség és a részegységek magas fokú szabványosítása elősegíti az optimális ellátottságot bármely kapacitás, műveleti mód, átviteli sebesség részére és bármilyen megkívánt teljesítményhez. — Az automatikus távfelügyeleti és ellenőrző rendszerek képesek a távolból műveletek elvégzésére olyan komplex rendszerekkel, mint például:

- Távközlési hálózatok
- Mozdó rádióösszeköttetések berendezései
- Légi, vasúti és közúti hálózatok
- Energia-elosztó hálózatok
- Víz-elosztó vezetékek
- Olajvezetékek



ITALTEL

Olasz Távközlési Társaság
20149 Milan (Olaszország)
12, P. le Zavattari
Telefon: 4388.1

