

HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

3

HÍRADÁS- TECHNIKA

1979. március, XXX. évfolyam, 3. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

SÁFÁR ZOLTÁN: Az országos távbeszélő-hálózat zajainak megengedhető értékei	65
Szemle	69, 93
DR. PÁLINSZKI ANTAL: PAL-rendszerű dekódolás alapsávi késleltetés felhasználásával	70
DR. PÁVÓ IMRE: Topológiai módszer távvezeték-hálózatot jellemző mátrix számításához	73
Egyesületi hírek	76
SÜLYÖK JÓZSEF: Műanyagtokozással védett elemek krypto-klimája nedves környezetben. I. rész	79
BESSENYEI GÁBORNÉ—DR. HANGOS ISTVÁN: Az integrált áramkörök fém-kerámia tokozásának technológiai problémái és perspektívái	83
Tartalmi összefoglalások	95
Обобщения	95
Zusammenfassungen	96
Summaries	96
Résumés	B/III.

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL,
DR. FLESCHE ISTVÁN, MAY PÉTER, MÉREY IMRÉNÉ, NAGYGYÖRGY GÁBOR —
Szerkesztőségi és kéziratokkal kapcsolatos ügyekben felvilágosítást ad: SZÖLLŐSI
GYÖRGYNÉ. Telefon: 495-098

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073, telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 72 Ft, egész évre 141 Ft. Egyes szám ára: 12 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149



Egyetemi Nyomda — 79.3785 Budapest, 1979. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375

S Á F Á R Z O L T Á N
Posta Kísérleti Intézet

Az országos távbeszélő-hálózat zajainak megengedhető értékei

ETO 621.391.822:621.395.74

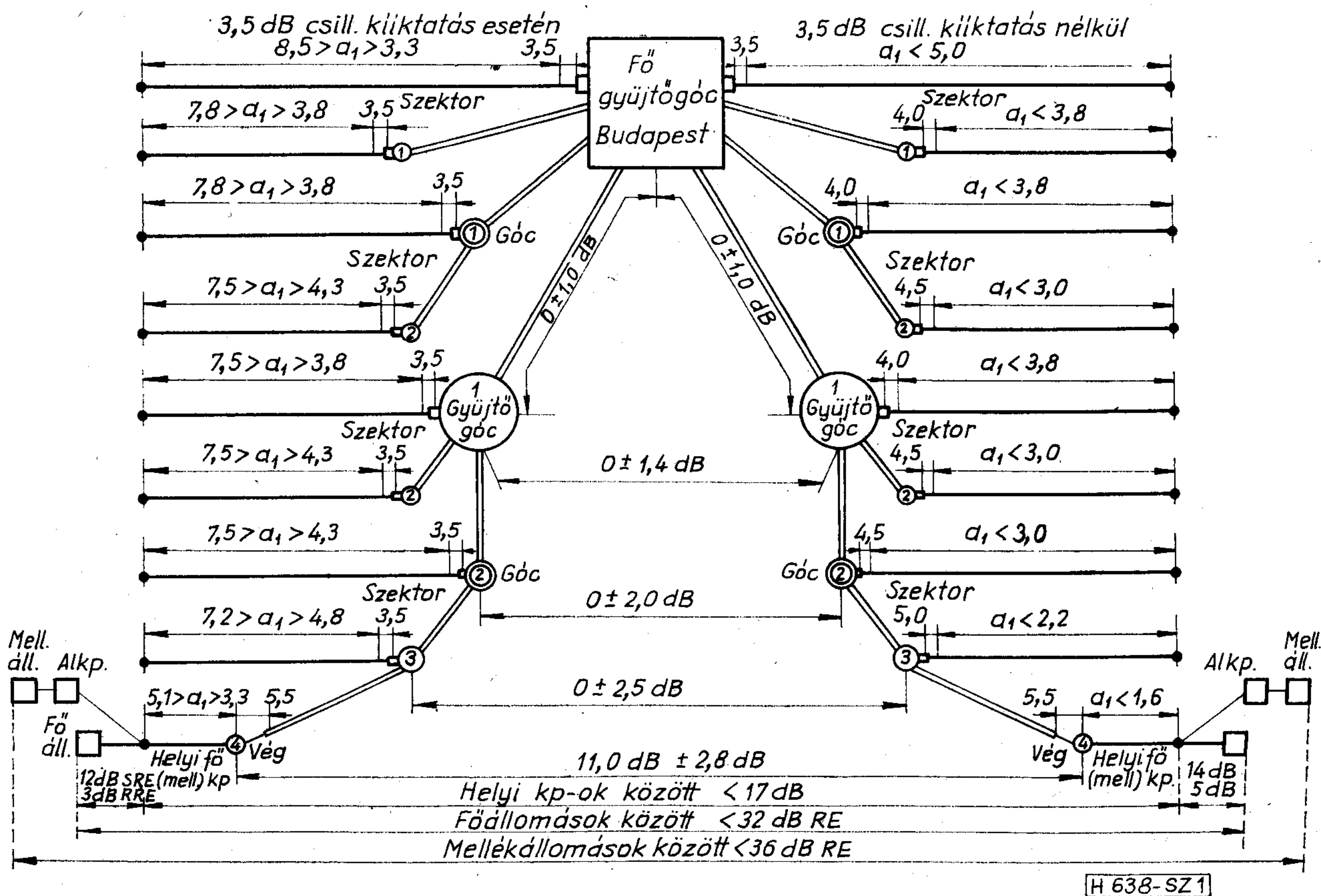
Az országos távbeszélő hálózat nemzetközi átkapcsolási pontján megengedhető zajteljesítmény értékét CCITT ajánlások korlátozzák. Az ajánlásokban meghatározott zajértéket a nemzeti hálózat különböző szakaszaira célszerű felosztani, annak érdekében, hogy az ajánlott zaj a nemzetközi átkapcsolási ponton — az országos hálózat tetszőleges útvonalát választva is — teljesíthető legyen. A felosztáshoz zajterv szükséges, amely a zaj teljesítményének az országos hálózat különböző síkjaira történő felosztására tesz javaslatot.

A zajkiosztás alapját a Magyar Posta 1978. évi csillapítástervében meghatározott hálózati kép, az ebben feltüntetett hálózati síkok száma, továbbá az ott megengedett egyenérték-csillapítások képezik (1. ábra).

A hálózat csillapításviszonyainak vizsgálata során a négyhuzalos szakaszokat — színtingadozás nélkül — 0 dB csillapítással, a kéthuzalos szakaszokat pedig a csillapítástervben meghatározott csillapításhatárokból számított középérték csillapítással vettük figyelembe.

A későbbiek során megvizsgáljuk, hogy a kapott eredmény a csillapításhatárok különböző értékeinél miként alakul.

Beérkezett: 1978. XII. 12.



1. ábra. A nemzeti hálózat megengedett egyenérték-csillapítás határai (tervezési értékek)

1. A referencia összeköttetések szintviszonyai

Az országos távbeszélő hálózat szintviszonyait a 2. ábra szemlélteti. A hivatkozási szintek meghatározásánál a négyhuzalos tranzitpontok $-3,5$ dBr relatív szintjéből indultunk ki. A végközpont kapcsolási pontjának hivatkozási szintértékét a csillapításterv csillapításértékeiből számítottuk.

A zajkiosztás szempontjából nincs jelentősége annak, hogy a kéthuzalos vonalszakasz szektor, góc, gyűjtőgóc, vagy főgyűjtőgóc központhoz csatlakozik-e, továbbá, hogy a rajzon jelölt végközpont helyére helyi fő- vagy mellékközpontot képzelünk. Utóbbi esetben a kéthuzalos vonalszakasz azonos a helyi központ helyközi trunkjével. Mindkét esetben a kéthuzalos vonalszakasz aktív — erősített áramkör, vivőáramú, esetleg PCM berendezés — vagy paszszív — terhelt, terheletlen kábel — is lehet.

A csillapításterv szerint két helyi főközpont közötti max. csillapítás 17 dB, és ugyanott a minimális csillapítás 7 dB lehet. Fenti határértékeket figyelembe véve kapjuk, hogy egy helyi főközpont és a főgyűjtőgóc központ közötti csillapítás közepes értéke 6 dB. Ezt az értéket megosztva a villa áramkör és a vonal között a 2. ábrán látható csillapításértékeket kapjuk.

2. A felosztható zajteljesítmény

A nemzeti hálózat adási zajteljesítményére vonatkozó CCITT adatokat a G.123 ajánlás tartalmazza

$A + BL$ formában, ahol A egy fix érték, amely az ajánlás szerint egyrészt a központok zaját, másrészt a rövid távú vivős rendszerek zaját fedezi, a BL érték a hálózat góc—gyűjtőgóc—főgyűjtőgóc viszonylatának távolságfüggő zaját határozza meg, ahol B a kilometrikus zaj, L a távolság km-ben. Így az országos hálózat adási zajteljesítménye a

$$P = 4000 + 4L \text{ pWOp}$$

képlettel határozható meg.

A maximális távolság az ajánlás szerint 1500 km lehet, így a nemzeti szakaszon max. $10\,000$ pWOp zajteljesítmény keletkezhet.

Magyarországon a maximális áramkörhossz — figyelembe véve a kerülő útvonalakat is — legfeljebb 500 km lehet (3. ábra).

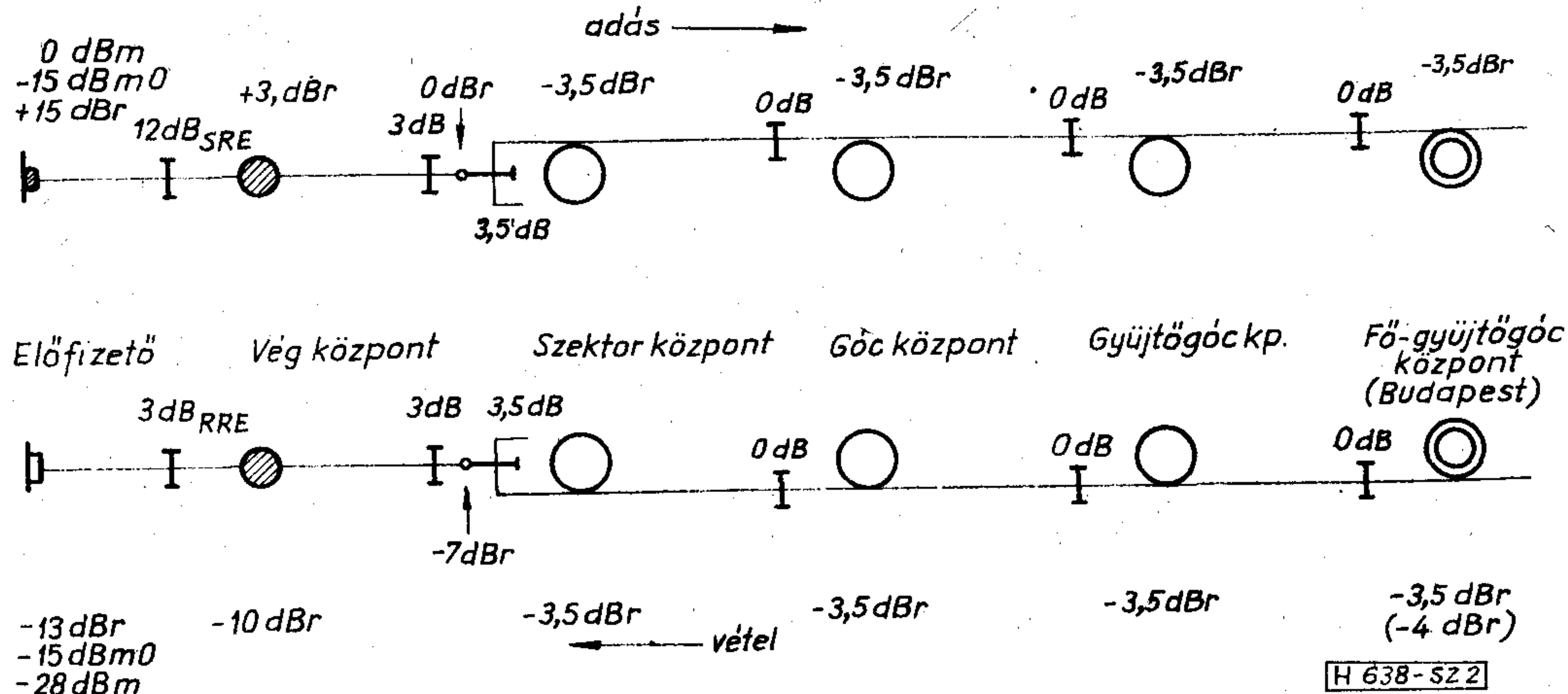
Az ábra szerinti távolságokkal a magyar hálózat zaja:

$$P = P_f + P_1 = 4000 + 4 \cdot 420 = 5680,$$

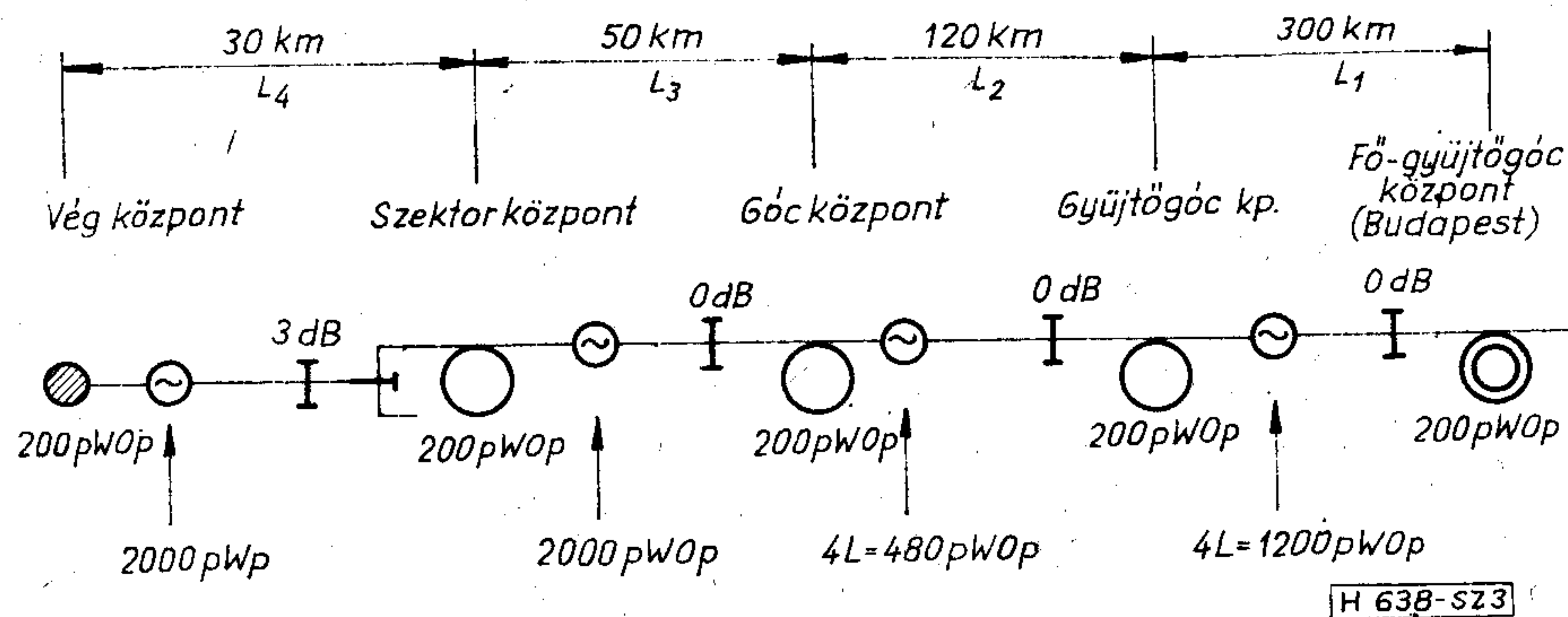
ahol P_f a vonal hosszától független és P_1 a vonal hosszával arányos zajérték. Kerekítve 6000 pWOp zaj osztható fel a magyar nemzeti hálózat különböző szakaszaira, azok berendezéseire, kapcsoló központjaira és vonalaira.

3. A felosztás elvi és gyakorlati szempontjai

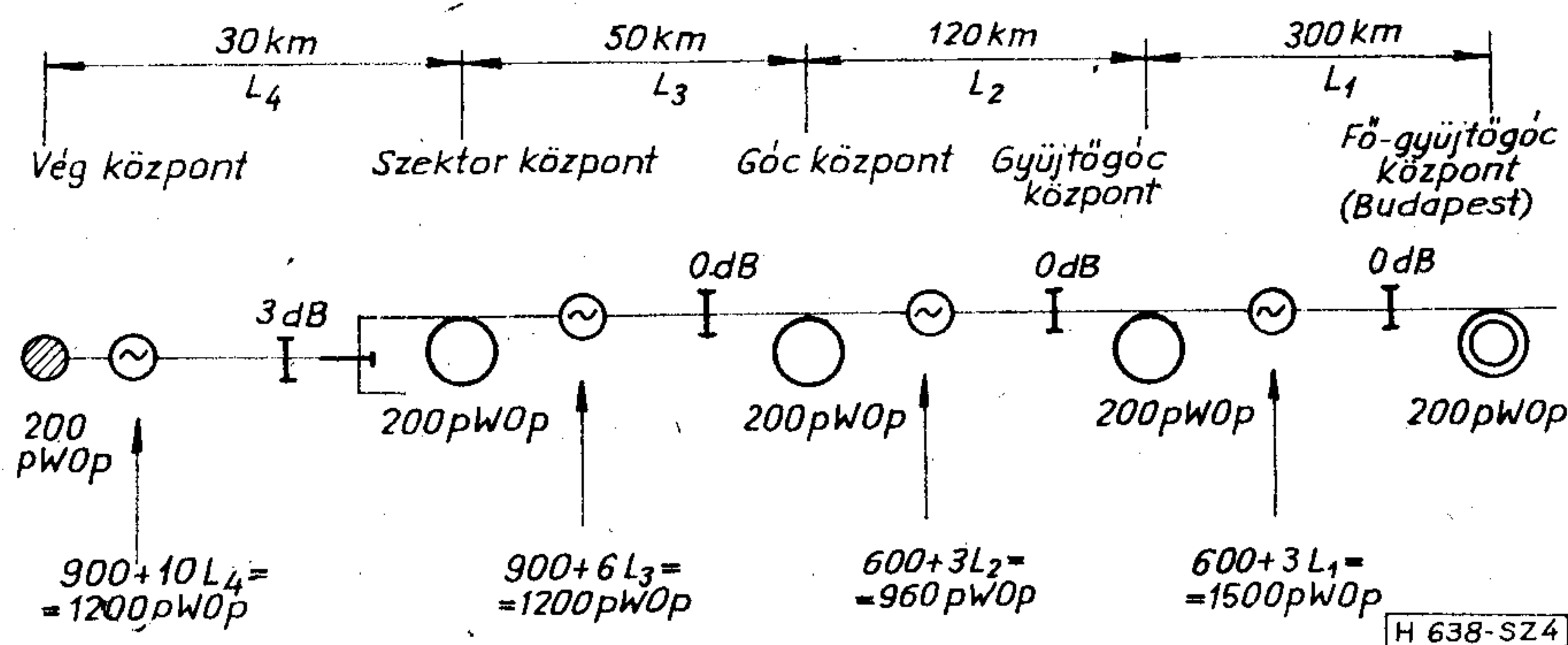
A zajfelosztást a G.123 ajánlás szerint végezve a 3. ábra szerinti eredményt kapjuk. Külön meg vizsgálva a hálózati síkokra kapott zajértékeit lát,



2. ábra. A nemzeti referencia áramkör szint — viszonyai



3. ábra. A magyar hálózat zajfelosztása a G 123 ajánlás szerint



4. ábra. A magyar hálózat zajfelosztása (adási irány)

hatjuk, hogy a gerinchálózati szakaszokra a számítás szerint viszonylag alacsony zajteljesítmény lenne megengedhető.

Az ábrákon feltüntetett távolságok a maximális hosszakat jelentik. A valós hálózat viszonylatainak jelentős részénél ezek a távolságok lényegesen rövidebbek. A főgyűjtőgóc—gyűjtőgóc távolság 50 km, a gyűjtőgóc—góc távolság 25 km is lehet. Fenti távolságok esetére a számítás szerint 200, ill. 100 pWOp max. zajérték adódik. Könnyen belátható, hogy ezek a zajok még egy vivőfrekvenciás összeköttetés végállomási zajait sem fedezik, így azok a teljes vonalszakaszra nem írhatók elő. Ezen vonalszakaszok zajait más módszerekkel kell meghatározni.

Minden vonalszakaszban vannak olyan eszközök, amelyeknek a zaja nem függ a vonalszakasz hosszától. Ezen eszközök zajait fedezendő — az ajánlásban foglaltaktól eltérően — a $P_f=4000$ pWOp zajt az egész hálózatra kiosztjuk.

A $P_1=2000$ pWOp vonalhossztól függő zaj felosztásánál pedig a kérdéses vonalszakasz minőségét is figyelembe vesszük. Ismeretes, hogy a magasabb rendű hálózatok vonalszakaszai fajlagos zajteljesítménye kisebb, mint a körzethálózatok kilométrikus zaja.

Külön kell kezelni a zajfelosztási tervben a budapesti előfizetőket, mivel azok több főközpontos rendszerben — többségükben hosszú trunkvonalakkal — kapcsolódnak a helyközi központhoz. Az is indokolja még a megkülönböztetést a főgyűjtő és gyűjtőgóc központoknál, hogy a nagy kapacitású helyi főközpontok meglehetősen nagy zajteljesítménnyel járulnak az összeköttetések zajához. Ezen belül külön kell kezelni a közismerten nagy zajt produkáló rotary típusú főközpontokat is.

4. A felosztás módja a különböző hálózati síkokban

Az előző megfontolások alapján abból a feltételezésből célszerű kiindulni, hogy bármelyik hálózati síkban lehetséges multiplex rendszerek alkalmazása, azért elsősorban azok végállomási berendezéseinek zajait kell számításba venni. Ezek a zajértékek csatornamodulátor—demodulátor párra 200 pWOp, csoportmodulátor—demodulátor párra 80 pWOp lehetnek. Figyelembe véve a modulátorpárok számát, továbbá az üzemi körülményeket, a gerinchálózat-

ban egy szakaszra 600 pWOp, a körzethálózatban ennek másfélszerese, vagyis 900 pWOp írható elő.

Fenti zajértékek fedezik az egyes hálózati síkok csatorna- és csoportképző berendezéseinek zajait. A négy hálózati síkban ezek összesen 3000 pWOp teljesítményt adnak.

A hálózat különböző síkjaiban levő összesen 5 db kapcsolóközpont — a G.123 ajánlással összhangban — darabonként 200 pWOp írható elő. Így az összes — vonalhossztól nem függő — zaj értéke:

$$P_f=4000 \text{ pWOp}$$

lesz.

A vonalhossztól függő zajok kiosztásánál figyelemmel kell lenni arra, hogy a gerinchálózati rendszerek vonali berendezései igen jó minőségűek, így ezeknél a 3 pWOp/km zaj üzemi körülmények között is biztonsággal megvalósítható. A körzethálózatban ennek kétszeresét, a primér hálózatban pedig a háromszorosát célszerű engedélyezni.

Így a vonalhossztól függő zajérték maximális értéke — a 4. ábra vonalhosszait figyelembe véve — sorrendben: gerinchálózat 900, ill. 360 pWOp körzet és primér hálózat 300—300 pWOp, összesen:

$$P_1=1860 \text{ pWOp}$$

lehet.

A hálózat teljes zaja fentiek alapján:

$$P=P_f+P_1=4000+1860=5860 \text{ pWOp.}$$

Látható, hogy az előzőekben célul kitűzött 6000 pWOp biztonsággal teljesíthető.

A különböző hálózati síkok által szolgáltatott saját zajt, valamint a továbbított — az előző hálózati síkokból érkező, és a saját zajjal összegezett — zaját a 4. ábra, illetőleg az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

Hál. sík	Kpt. típus	Saját zaj pWOp	Zaj pWOp*
Helyi	helyi(vég)	200	200
Elsődleges	szektor	1400	1600
Másodlagos	góc	1400	3000
Harmadlagos	gyűjtőgóc	1160	4160
Országos	főgyűjtőgóc	1700	5860

* Halmazott zaj 0 csillapítás esetén.

5. A kéthuzalos vonalszakasz zaj és csillapítás viszonyai

A helyi főközpontokban keletkező zaj nagymértékben függ a központok nagyságától.

A kis kapacitású végközpontok adási zaja természetes módon követi az áramkör-csillapítás viszonyait. Ha a 2. ábrán feltüntetett szintviszonyok megvalósulnak, zajprobléma nem jelentkezik. Más a helyzet azonban a több ezer, vagy több tízezer állomás-kapacitású központoknál, ahol a központok zaja különösen jelentős is lehet. Minél kisebb a kéthuzalos vonalszakasz — vagy a helyközi trunk — csillapítása, annál jobban érvényesül a főközpont zaja az adási zajban.

Az összeköttetés hangosságának növelésekor tehát nem hagyhatjuk figyelmen kívül a kéthuzalos szakasz csillapítását, amelyet a hangosság, és a zaj közös optimumaként célszerű meghatározni. A gyakorlatban fizikai áramköröknél ez a feltétel általában automatikusan teljesül, egyéb esetekben — pl. PCM, vagy más rendszerek alkalmazásakor törekedni kell arra, hogy a helyközi trunkök csillapítása a végződés hybridjének csillapításán túlmenően min. 2–3 dB legyen. Így a korszerű helyi főközpontok teljesíthetik a 4. ábra szerinti 200 pWOp zajértéket, ugyanis az esetben a központban mérhető zaj 400 pWp lehet, ugyanakkor az összeköttetés jel—zaj viszonya is kedvezően alakul.

A különösen nagy zajokat szolgáltató rotary típusú központokkal a zajkiosztási tervben nem foglalkozunk.

Ha elfogadjuk azonban azt a megállapítást, hogy az országos hálózat bármelyik előfizetőjétől felépített összeköttetés a nemzeti kicserélő központ kimenő pontján azonos zajértékkel is megjelenhet, újabb megfontolásokat tehetünk.

Emlékeztetve a $4000+4L$ képletre kimondható, hogy nulla vonalhoszon felkapcsolódó összeköttetés eleve 4000 pWOp zajteljesítményt hozhat. Gyakorlatilag ez nem más, mint egy budapesti főközponti viszonylat. Számítva arra, hogy a fővárosi trunk viszonylatok PCM rendszerekkel valósulnak meg, további 1000 pWOp engedélyezhető. Így egy budapesti összeköttetés 5000 pWOp zajteljesítményt szolgáltatathat.

Fenti elvet alkalmazva a 4. ábra alapján gyűjtőgóc helyi viszonylatára $4000-600=3400$ pWOp, góc helyi viszonylatára $4000-1200=2800$ pWOp engedélyezhető lenne anélkül, hogy a nemzetközi kilépő ponton a zaj az ajánlott értéket meghaladná.

6. A vételi irány zajviszonyai

Az országos hálózat vételirányú zajait az 5. ábra mutatja. A vételirány négyhuzalos szakaszának zaja azonosak az adásirány zajaival. A kéthuzalos szakaszon az adásirányban meghatározott zajértékeket átszámítva tüntettük fel, továbbá az előfizetői szakaszon 100 pWp vonali zajt is beállítottunk. Ez a zaj természetesen az adási zaj számításánál a magas jel-szintek mellett elhanyagolható. Nem vettük figyelembe a mikrofonsaját zaját, továbbá a környezet zaját, amely a készülék önhangcsillapításán keresztül a hallgatóba kerül.

A 4. és 5. ábrán feltüntetett zajteljesítmények, valamint a 2. ábrán vázolt szintdiagram alapján egy teljes nemzeti összeköttetésszint és jel—zaj viszonyait a 6. ábrán tüntettük fel.

Megállapítható, hogy az ismertett zajkiosztási módszerrel a nemzetközi ajánlások teljesíthetők, ugyanakkor a nemzeti összeköttetésre kapott jel—zaj viszony jó minőségű átvitelt tesz lehetővé.

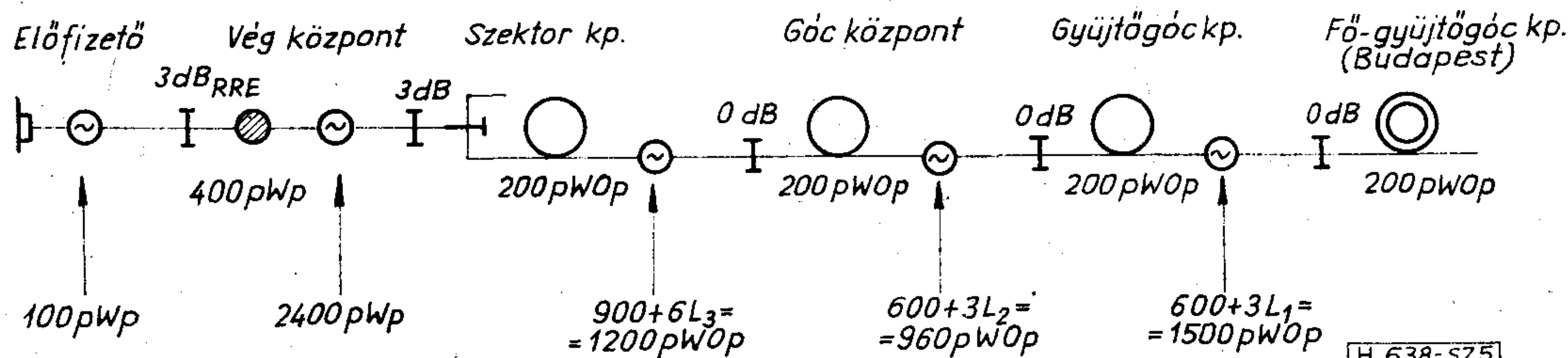
7. Következtetések

Az ismertett zajkiosztás gyakorlati megvalósulásának elsődleges feltétele, hogy a hálózatban alkalmazásra kerülő berendezések, és eszközök az ajánlásokban és műszaki feltétfüzetekben előírt zajparamétereket nagy időbeli stabilitással, biztonsággal teljesítsék. Az elavult rendszerek alkalmazását kerülni kell.

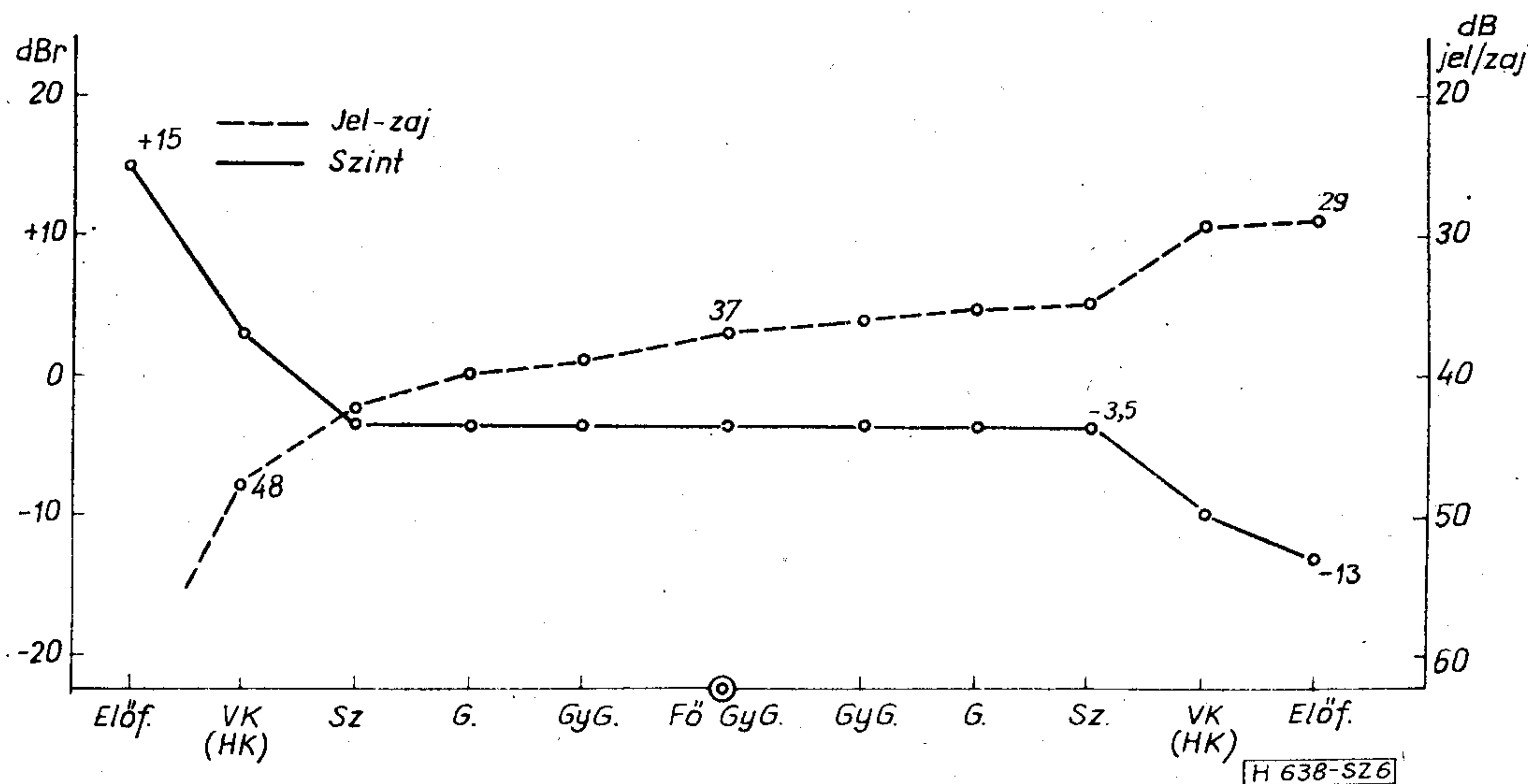
Mind a berendezések, mind a létesítmények tervezésénél nagy gondot kell fordítani a különböző célú tápáramkörök csatolásmentesítésére, főleg olyan berendezéseknél és létesítményeknél, ahol alacsony szintű jeláramkörök, és magas szintű kapcsoló áramkörök együttműködtetése elengedhetetlen. Döntő fontosságú a kis zajú áramellátó rendszerek és funkció szerint szétválasztott — beszéd és kapcsoló áramköröket kiszolgáló — tápvezetékrendszer alkalmazása.

A különböző hálózati síkokra kiosztott P_f -távolságtól nem függő — zajérték általában úgy teljesül, ha egy szakaszban egy hangfrekvenciás modulátorpár van alkalmazva.

A helyi főközpont zaja a nemzeti hálózat adási zajaiban a hálózat kéthuzalos szakaszának csillapításértékétől függően érvényesül, ezért e szakaszok csillapítását a hangosság és a zaj optimumaként kell



5. ábra. A magyar hálózat zajfelosztása (vételi irány)



6. ábra. Egy nemzetközi összeköttetés zaj- és szintviszonyai

meghatározni. A zajok időbeli stabilitásának ellenőrzésére — hasonlóan a pilotrendszerekhez — célszerű bevezetni a zajszint üzemszerű figyelését is.

Az elmondottak alapján belátható, hogy a zajki-

osztási terv gyakorlati megvalósításához és üzemszerű alkalmazásához az üzemeltetőn kívül szükséges a berendezés- és létesítménytervezők, továbbá a gyártók és kivitelezők hatékony közreműködése is.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL*

A vezetői információk célja nem a vezetők tájékoztatása, hanem a hatékonyabb vezetés eszközének biztosítása. A számítógépek fejlődésével, különösen a mikroszámítógépek megjelenésével a vezetők gyakorlatilag információ-robbanással kerültek szembe. Ezek az eszközök olyan mennyiségű és részletességű információ előállítására képesek, hogy a vezetők egy idő után (pontosan a sok információ és annak tartalmi változásai miatt) elvesztik a talajt a lábuk alól. Ez csak úgy kerülhető el, ha a gyakorlatilag végtelen lehetőséget biztosító információhalmazt erősen lecsökkentjük, a vezetés számára a kulcsfontosságú pontokról döntésre alkalmas információt szolgáltatnak csak. Ezzel lehetővé válik, hogy a vezetés az egész vállalatot érintő tevékenységeket ellenőrizze és figyelemmel kísérje. A vállalatot analizálók legfontosabb kérdései, amelyekre választ kell adni: kinek, miért, milyen gyakran, mikor milyen várható tevékenységekre kell az információt rendelkezésre bocsátani, és az, hogy az információ elmaradása milyen következményekkel jár. (*Manageman Today*, 1978. márc. [525])

*

A szaudi kormány mintegy 2 milliárd dollár értékű rendeltést adott az Ericson és a Philips cégeknek az ország telefonrendszere korszerűsítésére és bővítésére. A telefonhálózatot 470 000 új vonallal bővítik, amellyel a teljes hálózat 670 000 vonalból fog állni, így 1980 végére az ország minden 100 lakosára 10 vonal jut. Ez az érték jelentősen fölötte van a globális átlagnak. További 1 milliárd \$ értékű szerződés keretében a Bell Canada cég végrehajtja egy új állami vállalat létesítését és 5 évi irányítását, amely az egész telefonrendszer üzemeltetésével és későbbi bővítésével foglalkozik majd. A meglevő crossbar központ-rendszert az Ericson cég korszerűsíti, számítógépes vezérlés bevezetésével. Minden nagy városi központot digitális AXE rendszerrel, a kisebb központokat Philips PRX rendszerű, tárolt programmal vezérelt kapcsoló központokkal szerelik fel. A munkák irányítását a szerződésben részt vevő cégek helyi erővel kiegészített mintegy 900 fős gárdája végzi, a kábelvonalak kiépítésében több mint 3000 ember vesz részt. (*Telecommunication*, 1978. márc. [526])

* Válogatás a KGM—TMTI információs anyagából.

Az üvegszálvezetőket a jövőben nemcsak telefonkábeleként lehet alkalmazni, hanem számítógépek „huzalozására” is.

A tudósok azokat a lehetőségeket keresik, amelyek módot adnak a számítógépekben a rézkábelek üvegszálvezetőkkel történő helyettesítésére. Az üvegszálvezetők alkalmazását elsősorban nem a nagy átviteli kapacitás, hanem a lényegesen kisebb helyigény indokolja. Az üvegszálvezetők biztosabbak a zavaró hatásokkal szemben is, két egymás mellett haladó vezeték egymásra kölcsönösen hatástalan, így nem lép fel áthallás sem. Az üvegszálvezetőkre nincsenek hatással a külső villamos zavaróimpulzusok sem.

Egy amerikai tanulmány szerint 1980-ra az üvegszálvezetők és a megfelelő összekötőelemek széles körű alkalmazása várható és ebben nagy szerepe lesz a számítógépeknek is. Nemcsak a számítógépek „huzalozására”, hanem kisebb adatgyűjtők csatlakoztatására és a mérőérzékelőknek a központi számítógéppel való összekapcsolására is tervezik az üvegszálkábelek felhasználását. (*Messen, Steuern, Regeln*, 1978. márc. [527])

*

Szupravezetőket elsősorban energia-átviteli célokra akarnak felhasználni, hiszen az átviteli veszteségek e területen jelentkeznek komoly energiaveszteséggel. Mellékesen folynak a kísérletek ugyanezek a koaxiális kábelek a felhasználására a hírközlés területein is. A Szovjetunióban háromféle koaxiális kábellel kísérleteznek. Az egyik dielektrikuma fluor-vegyület, ennek igen kicsi a veszteségi szöge a folyékony hélium hőmérsékletén (4,2 °K), a másik szupravezető féme nióbium (sugárhőmérséklete 9,2 °K), a harmadik ólmot (ugrás-hőmérséklete 7,3 °K) használ. Csillapításuk a 0...1 GHz tartományban arányos a frekvenciával. A 10 GHz feletti tartományban a veszteség a frekvencia négyzetével arányos, az 1...10 GHz-es tartomány képezi az átmenetet. Általánosan érvényes, hogy a szupravezetők veszteségei lényegesen alacsonyabbak a szupravezetési tartományban, mint szobahőmérsékleten. Ez alacsony frekvenciákon 10 000, míg magas frekvenciákon 100-szoros arányt jelent, pl. a szupravezető ólom csillapítása 1 GHz-en csak 0,6 dB/km. Nagy hátrányuk, hogy a hőszigetelés csak komoly külső köpennyel oldható meg. (*Nachrichtentechnische Zeitschrift*, 1978. máj. [528])

(Folytatás a 93. oldalon.)

PAL rendszerű dekódolás alapsávi késleltetés felhasználásával

ETO 621.397.622 PAL

PAL rendszerűnél a színinformáció továbbítása a kvadratúra-moduláció egyfajta változatával történik. Két tetszőleges egymást követő televíziós sorban vizsgálva az eljárást, az egyes sorokban a PAL rendszerű modulált jel az alábbi alakban írható fel: az n -edik sorban

$$f_n^{(t)} = u(t) \sin \omega_0 t + v(t) \cos \omega_0 t, \quad (1)$$

az $(n+1)$ -edik sorban

$$f_{n+1}^{(t)} = u(t) \sin \omega_0 t - v(t) \cos \omega_0 t \quad (2)$$

ahol:

$u(t)$ az alapsávi kék színelkülönbségi jel ($B-Y$),
 $v(t)$ az alapsávi vörös színelkülönbségi jel ($R-Y$),
 ω_0 a PAL színsegédvívó körfrekvenciája.

A szokásos dekódolási eljárásoknál a differenciális fázishiba elektronikus korrigálása érdekében mindig alkalmaznak késleltető művonalat. Ezek a művonalak a soridőnyi késleltetést mindig a kvadratúra-modulált jelen végzik. Jelen cikk célja egy olyan dekódolási eljárás ismertetése, amely a differenciális fázishiba okozta színtorzítás megszüntetésére alapsávi késleltető művonalat használ fel.

1. A dekódolási eljárás lényege

A dekódolás elvének tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az 1. ábra alapján kövessük végig, hogyan megy végbe a dekódolás. A szorzó áramkör egyik bemenetére a kódolt PAL jel ($f_{n,n+1}^{(t)}$), a másik bemenetére a vörös színelkülönbségi referencia-irányhoz képest $-\frac{\pi}{4}$ -gyel eltolt fázisú harmonikus szorzójel kerül. Képezve a két jel szorzatát, az alábbiakat kapjuk:

$$f_{n,n+1}^{(t)} \cdot \cos \left(\omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) = \frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{4} [u(t) \pm v(t)] + \frac{1}{2} \left[u(t) \cos \left(2\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) \pm v(t) \cos \left(2\omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) \right]. \quad (3)$$

A szorzó kimenetén tehát létrejön egy kétszeres segédvívófrekvenciás kvadratúramodulált jel, és létrejön a kék és vörös alapsávi színelkülönbségi jelek összegével, illetve különbségével arányos jel. Az aluláteresztő szűrő eltávolítja a kétszeres frekvenciájú kvadratúramodulált jelet és kimenetén az alábbi jel jön létre:

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(t)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) + v(t)]. \quad (4)$$

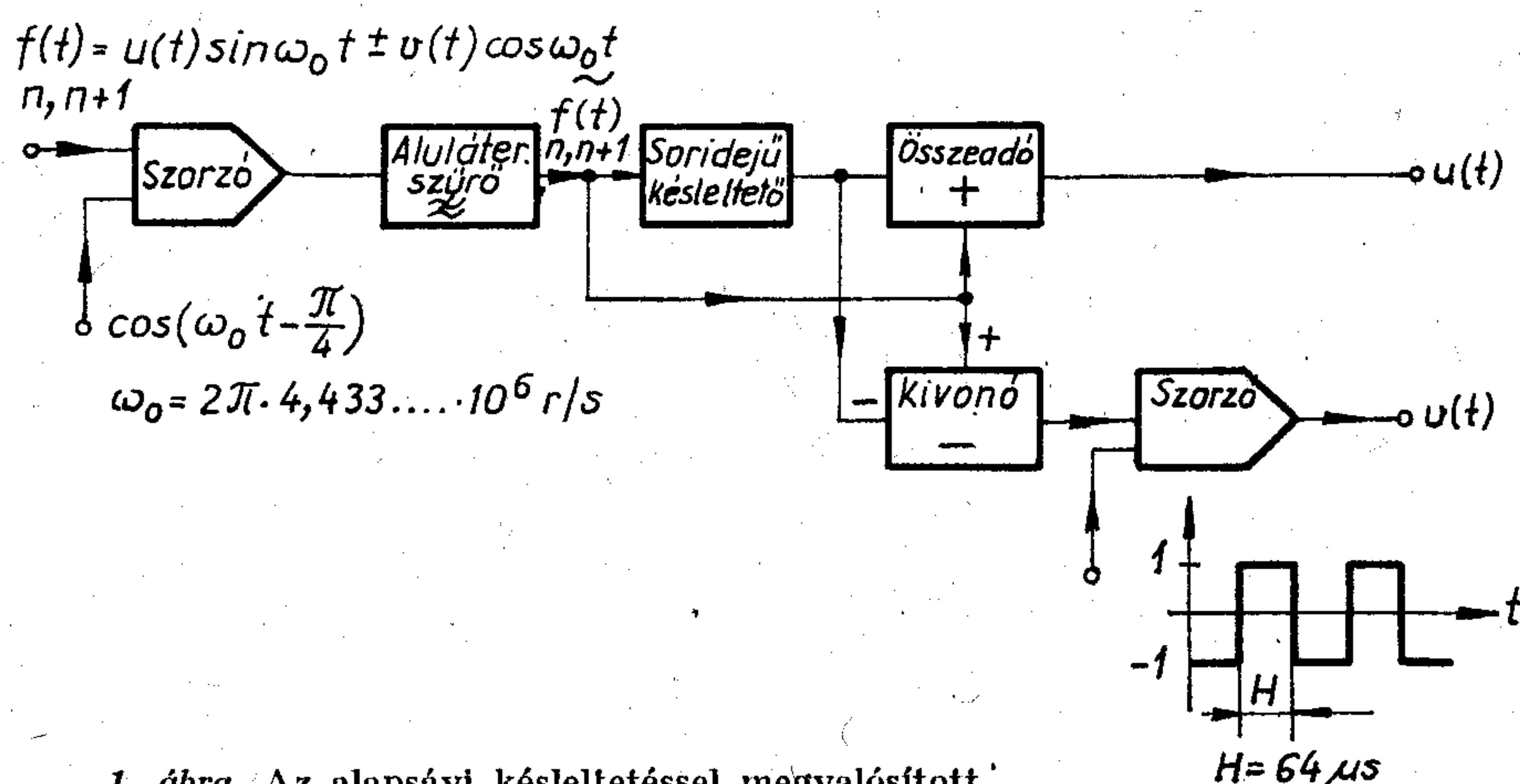
A soridejű késleltető kimenetén $\tilde{f}_{n,n-1}^{(t)}$ jelenik meg akkor, amikor az aluláteresztő kimenetén $\tilde{f}_{n,n+1}^{(t)}$ van jelen. Ennek megfelelően az összegző kimenetén $\tilde{f}_{n-1,n}^{(t)}$ és $\tilde{f}_{n,n+1}^{(t)}$ összege jelenik meg.

$$\tilde{f}_{n-1,n}^{(t)} + \tilde{f}_{n,n+1}^{(t)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)] + \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)] = \frac{\sqrt{2}}{2} u(t). \quad (5)$$

A kivonó kimenetén pedig az alábbi jel jön létre

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(t)} - \tilde{f}_{n-1,n}^{(t)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)] - \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \mp v(t)] = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} v(t). \quad (6)$$

Az (5) és (6) kifejezésekből látható, hogy a kék színelkülönbségi jel polaritáshelyesen jött létre, míg a



1. ábra. Az alapsávi késleltetéssel megvalósított PAL dekódolás elve

vörös színkülönbségi jel polaritása sorról sorra változik. Ez a váltakozás megszüntethető, ha a kivonó kimenő jelét szorzó áramkörre vezetjük, és a szorzó másik bemenetére megfelelő ütemben egy felsőfrekvenciás kapcsolójelet vezetünk.

2. Fázistorzítás hatásának vizsgálata

A fázistorzítás hatásának vizsgálatát végezzük el a 2. ábra alapján. A 2. ábrán az n és az $(n+1)$ sor esetén egy tetszőleges színhez tartozó vektorok láthatók torzításmentes és $\Delta\varphi$ nagyságú fázistorzítás esetén. A fázistorzítás hatására létrejövő modulációs tartalom megváltozása mind az n , mind az $(n+1)$ sorban meghatározható a 2. ábra alapján. Az n sorban a következőket kapjuk:

$$u' = u \cos \Delta\varphi - v \sin \Delta\varphi, \quad (7)$$

$$v' = v \cos \Delta\varphi + u \sin \Delta\varphi. \quad (8)$$

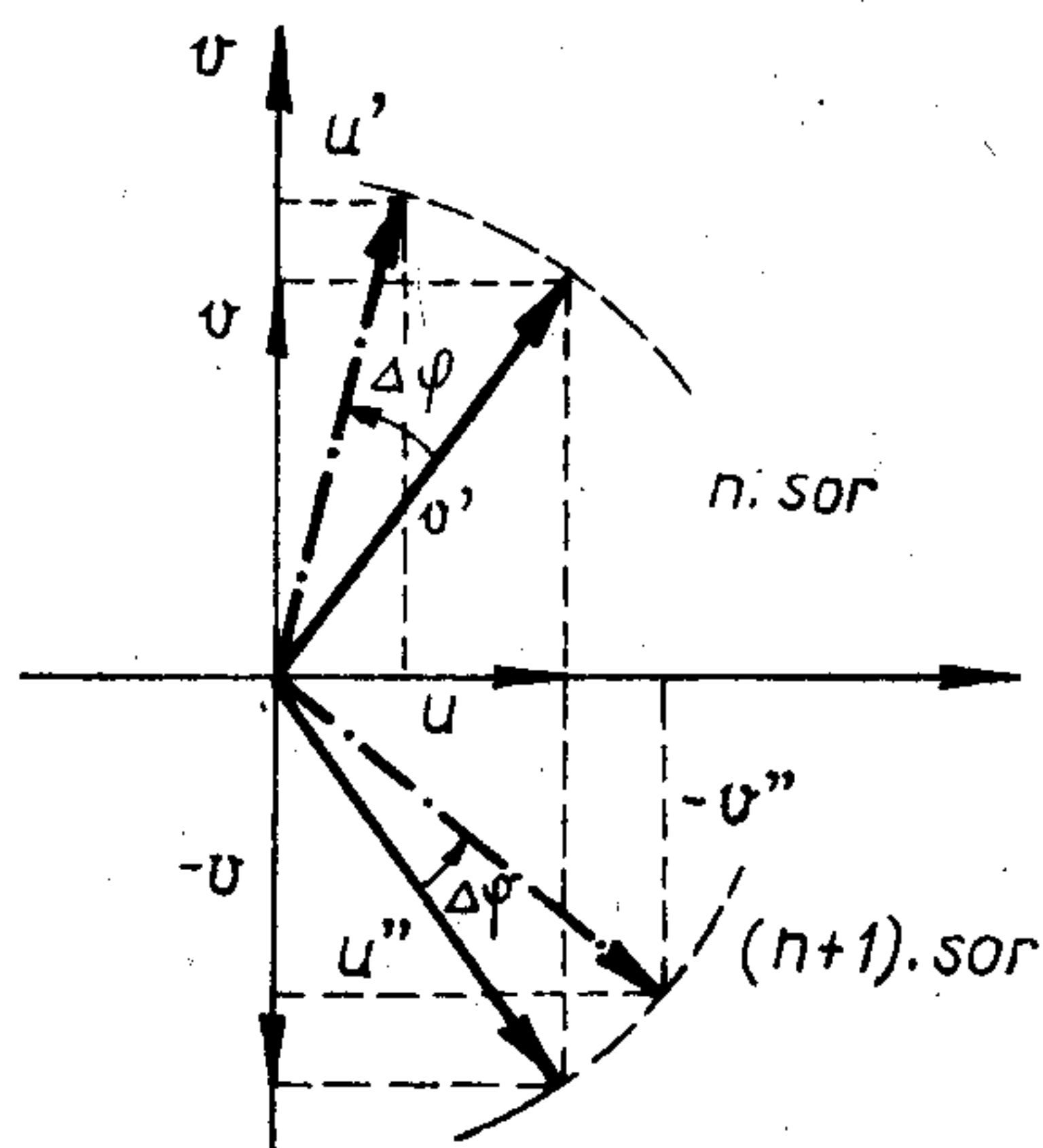
Az $(n+1)$ sorban pedig az alábbiakat kapjuk:

$$u'' = u \cos \Delta\varphi + v \sin \Delta\varphi, \quad (9)$$

$$v'' = v \cos \Delta\varphi - u \sin \Delta\varphi. \quad (10)$$

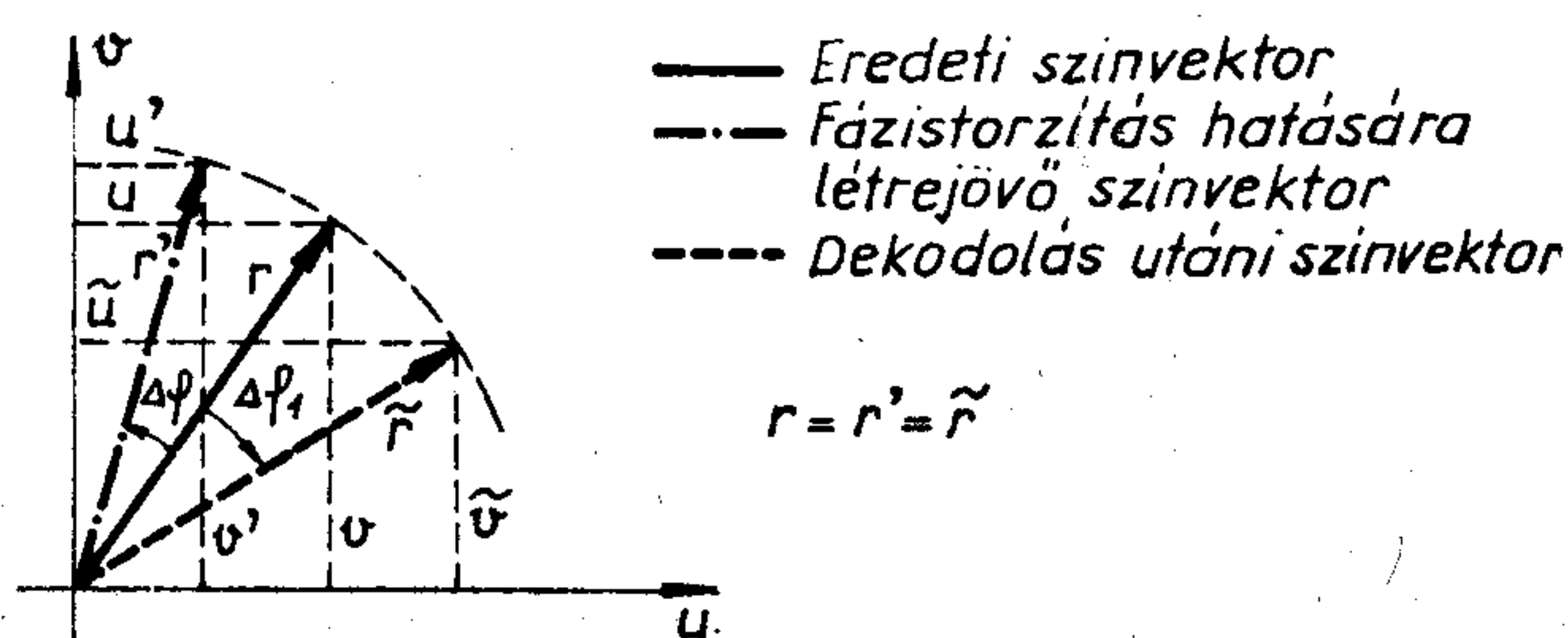
A (7), (8), (9), (10) és (5), (6) összefüggések felhasználásával a dekódolt kék ($\tilde{u}$) és vörös ($\tilde{v}$) színkülönbségi jelek az alábbi formában írhatók fel:

$$\tilde{u} = \frac{\sqrt{2}}{4} (u' + v' + u'' - v'') = \frac{\sqrt{2}}{2} u [\cos \Delta\varphi + \sin \Delta\varphi], \quad (11)$$



H 617-PA 2

2. ábra. A fázistorzítás hatásának vizsgálata



H 617-PA 3

3. ábra. A fázistorzítás hatásának minőségi kiértékelése

$$\tilde{v} = \frac{\sqrt{2}}{4} (u' + v' - u'' + v'') = \frac{\sqrt{2}}{2} v [\cos \Delta\varphi - \sin \Delta\varphi]. \quad (12)$$

A (11) és (12) kifejezések alapján megállapíthatjuk, hogy a fázistorzítás hatása nem szűnt meg. A fázistorzítás hatása minőségileg a 3. ábra alapján az, hogy ha az átviteli út során létrejövő $\Delta\varphi$ fázistolás pl. olyan volt, hogy az adott színt a vörös irányba tolta el az eredeti színhez képest, akkor a dekódolás utáni szín a kék irányba tolódik el az eredeti színhez képest, tehát a dekódolás során mintegy túlkompensálás jött létre. Az ún. túlkompensálás során a színvektor abszolút értéke is megváltozott. Az abszolút érték megváltozása, érdekes módon, nemcsak csökkenés — mint ahogy azt a szokásos PAL dekódolási eljárásnál megszoktuk —, hanem növekedés is lehet. Mennyiségileg megvizsgálva a viszonyokat, felhasználva a 3. ábra jelöléseit és a (11), (12) kifejezéseket kapjuk, hogy

$$\Delta\varphi_1 = \arctg \left[\frac{v}{u} \frac{1 - \operatorname{tg} \Delta\varphi}{1 + \operatorname{tg} \Delta\varphi} \right], \quad (13)$$

$$r = \sqrt{u^2 + v^2}, \quad r = r', \quad (14)$$

$$\tilde{r} = r \sqrt{1 + \frac{u^2 - v^2}{r^2} \sin 2\Delta\varphi}. \quad (15)$$

Az eredményekből látható, hogy az 1. ábrán bemutatott dekódolási eljárás csak differenciális fázistorzítás nélküli esetben ad kifogástalan eredményt, tehát ez az eljárás nem alkalmas az esetleg bekövetkező differenciális fázishiba által okozott színtorzítás megszüntetésére.

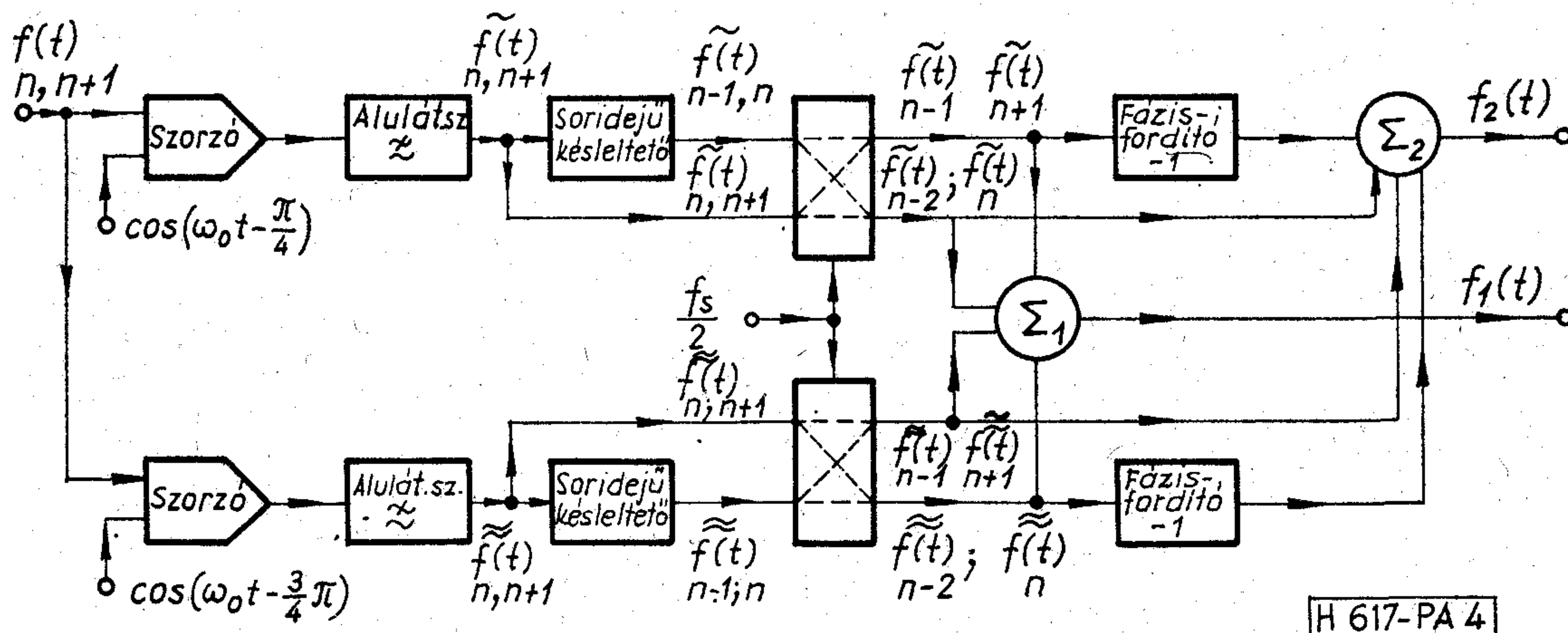
3. Színtorzítást is megszüntető módosított eljárás

A dekódolási eljárás javított változatának a lényegét a 4. ábra mutatja. A kódolt PAL jelet két szorzóáramkörre vezetjük, a szorzók másik bemenetére pedig a vörös referencia-irányhoz képest $-\frac{\pi}{4}$ -del, illetve $-\frac{3}{4}\pi$ -vel eltolt fázisú harmonikus jelet vezetünk. A szorzó áramkörök kimenetén az alábbiakat kapjuk:

$$f_{n, n+1}^{(0)} \cos \left(\omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) = \frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{4} [u(t) \pm v(t)] + \frac{1}{2} \left[u(t) \cos \left(2\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) \pm v(t) \cos \left(2\omega_0 t - \frac{\pi}{4} \right) \right], \quad (16)$$

$$f_{n, n+1}^{(0)} \cos \left(\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) = \frac{1}{2} \left[\cos \frac{\pi}{4} u(t) \pm v(t) \cos \frac{3}{4} \pi \right] + \frac{1}{2} \left[u(t) \cos \left(2\omega_0 t - \frac{5}{4} \pi \right) \pm v(t) \cos \left(2\omega_0 t - \frac{3}{4} \pi \right) \right]. \quad (17)$$

Az aluláteresztő szűrők eltávolítják a kétszeres



4. ábra. Módosított dekódolási eljárás

frekvenciájú összetevőket és kimenetükön a következőket kapjuk:

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \pm v(t)], \quad (18)$$

$$\tilde{f}_{n,n+1}^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u(t) \mp v(t)]. \quad (19)$$

A 4. ábra és (18), (19) alapján az összegzők kimenetén az alábbiakat kapjuk:

$$f_1^{(u)} = \tilde{f}_{n+1}^{(u)} + \tilde{f}_n^{(u)} + \tilde{f}_{n+1}^{(v)} + \tilde{f}_n^{(v)} = \sqrt{2}u(t), \quad (20)$$

$$f_2^{(v)} = \tilde{f}_n^{(v)} - \tilde{f}_{n+1}^{(v)} - \tilde{f}_n^{(u)} + \tilde{f}_{n+1}^{(u)} = \sqrt{2}v(t). \quad (21)$$

A fázistorzítás hatásának a vizsgálatához használjuk fel a 2. ábra jelöléseit és a (7), (8), (9), (10) összefüggéseket.

$$\tilde{f}_n^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u' + v'], \quad \tilde{f}_{n+1}^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u'' - v''], \quad (22)$$

$$\tilde{f}_n^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u' - v'], \quad \tilde{f}_{n+1}^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [u'' + v'']. \quad (23)$$

(22) és (23) alapján felírhatjuk az összegzők kimenőjelét is:

$$f_1^{(u)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [2u' + 2u''] = \sqrt{2}u \cos \Delta\varphi, \quad (24)$$

$$f_2^{(v)} = \frac{\sqrt{2}}{4} [2v' + 2v''] = \sqrt{2}v \cos \Delta\varphi. \quad (25)$$

A (24), (25) kifejezésekből látható, hogy a fázis-

torzítás csak a hagyományos detektálási eljárásnál is létrejövő telítettség csökkenését okozza.

Az eredmények alapján leszögezhetjük, hogy az általunk ismertetett eljárás a differenciális fázistorzítás hatásának kompenzálása szempontjából egyenértékű a hagyományos PAL dekódolási eljárással.

4. Következtetések

Az alapsávi késleltetést felhasználó PAL dekódolási módszer fontos előnye, hogy kikerüli a PAL szabdalom által védett hagyományos dekódolási eljárásokat. Hátránya viszont, hogy az alapsávi analóg késleltető művonal részben drága, részben bonyolult kiszolgáló áramköröket igényel, amelyek természetesen az 1. és 4. ábrákon látható elvi működést szimbolizáló tömbvázlatokon nem is lettek jelölve. Az elmondottaknak így módon látszólag csak elvi jelentőségük van. Ez az elvi jelentőség jobban kiemelkedik, ha észrevesszük azt, hogy a leírtakban bizonyítást nyert az a tény, hogy az eredeti PAL eljárással egyenértékű dekódolási végtermék valósítható meg alapsávi késleltetés felhasználásával, és ha az elv realizálását nem analóg, hanem digitális késleltető művonnal valósítjuk meg, akkor — különösen a perspektivikus helyzetet tekintve — az említett hátrányok megszűntnek tekinthetők.

IRODALOM

- [1] Dr. Ferenczy P.—Dr. Nagy P.—Temessi Á.—Pálinszki A.—Kis-Szölgvényi F.—Sárvári P.: Új rendszertechnikai megoldás a PAL rendszerben kódolt színes tv-jelek dekódolására. Tanulmány, 1974.

Tervezésfejlesztői munkakör betöltésére átvitel-technikai, kapcsolástechnikai, rádiótechnikai és hálózatos szakterületre szakirányú műszaki egyetemi vagy főiskolai végzettségű, gyakorlatlalt rendelkező dolgozókat keres a Postai Tervező Intézet (Budapest XIV., Lumumba u. 120—122.). Bérezés a 16/1976. MüM. sz. rendelet és a kollektív szerződés szerint. Jelentkezés az Általános Műszaki osztály vezetőjénél, részletes önéletrajzzal.

VÁLLALKOZUNK

különböző **tipizált hálózati kistranszformátorok** gyártására

Típusok: EI, M 42—106; 3—160 VA között
Vállaljuk ezenkívül csévék tekercselését.

Huzalátmérő: $\varnothing$ 0,08—1,0 mm tartományon belül
„Puskás Tivadar” Műszer- és Gépipari Szövetkezet
1431 Bp. Pf.: 147.; Telefon: 338-540

Topológiai módszer távvezeték-hálózatot jellemző mátrix számításához

ETO 621.311.1.015: 515.1

Ismeretes [2], hogy csúcsaiban általános passzív két-pólussal lezárt távvezeték-hálózat j -edik csúcsának feszültsége megadható az

$$u_j = \frac{1}{\sum F} \sum_{k=1}^n (Y_k u_{gk} + i_{gk}) \cdot \sum F_{kj, n+1}^2 \quad (1)$$

topológiai formulával, ahol n a csúcsok száma, Y_k , u_{gk} és i_{gk} a k -edik csúcsához csatlakozó kétpólus admittanciája, forrásfeszültsége és forrásárama, F a hálózatmodell gráf fája, $F_{kj, n+1}^2$ pedig a hálózatgráf k . és j . pontját az $n+1$ ponttól elválasztó 2-fája, az éladmittancia szorzatösszegek képzéséhez pedig az összes ilyen fák és 2-fák figyelembe veendőik ($j=1, \dots, n$).

A formula minden további nélkül alkalmazható szakadással lezárt csúcsú távvezeték-hálózatokra, ugyanis ilyenkor a megfelelő Y_k zérusnak vehető. Nem érvényes azonban (1), ha a távvezeték-hálózatban rövidzár lezárás is van. Abban az esetben, ha a rövidzár lezárás nem tartalmaz zérustól különböző u_k forrásfeszültség-generátort, úgy a hálózatmodell megszerkeszthető volna a rövidzárok figyelembevételével a csomóponti feszültségek számításához [2]. Egyébként ha a k -edik csúcs soros feszültséggenerátoron keresztül van rövidre zárva, $u_k = u_{gk}$ érvényes, a többi csúcsok feszültsége pedig általában függeni fog még u_{gk} -tól is, de most Y_k -nak nincs értelme (végtelen nagy).

A következőkben a csúcsheszültségek számítására olyan topológiai formulát vezetünk le, amely vegyes extrém lezárások mellett általánosan megadja a csúcsheszültségeket.

Tegyük fel, hogy a rövidzár lezárás a k -edik csúcsban van, és az általánosság kedvéért e rövidzár egy u_{gk} forrásfeszültségű ideális feszültséggenerátorral sorbakötött. Feltéhető, hogy $i_{gk} = 0$. Alkossuk meg a távvezeték-hálózat úgynevezett közelítő hálózatmodelljét, azaz annak a távvezeték-hálózatnak a modelljét, amelyet az eredetiből úgy nyerünk, hogy mindenegyes rövidzárat egy valós Y admittanciával helyettesítünk. Feltéve, hogy az így előállított hálózatmodellre $\det(Y) = \sum F \neq 0$, alkalmazható rá (1). Rendezzük most (1) számlálójában és nevezőjében szereplő éladmittancia szorzatösszegeket Y csökkenő hatványai szerint. Legyen $\sum F$ polinom Y -ban m -ed fokú. Világos, hogy m éppen az eredeti hálózat rövidrezárt csúcsainak száma, és (1) számlálójának fokszáma ennél nem lehet nagyobb. Legyen most $Y \rightarrow \infty$, akkor a modellnek megfelelő hálózat egyrészt az eredeti extrém lezárású hálózattá válik, másrészt (1) határértéke megadja az extrém lezárású hálózat csúcsheszültségét.

Mivel pedig (1) jobb oldala Y -nak olyan racionális tört függvénye, amelynek együtthatói a távvezeték-hálózat admittanciaparaméterei, így elegendő csupán a számláló és a nevező m -ed fokú tagja együtthatóit meghatározni.

Evégből az Y véges admittanciával kiegészített távvezeték-hálózatmodell csúcspontjait számoljuk úgy, hogy az $1, \dots, n-m$ számok a nem rövidzár csúcspontokat, az $n-m+1, \dots, n$ számok pedig rendre a rövidzár csúcspontok jele legyen.

Alkalmazva az (1) formulát erre a modellre, érvényes:

$$u_j = \frac{1}{\sum F} \left(\sum_{k=1}^{n-m} (Y_k u_{gk} + i_{gk}) \cdot \sum F_{kj, n+1}^2 + \sum_{k=n-m+1}^n Y u_{gk} \cdot \sum F_{kj, n+1}^2 \right) \quad (2)$$

$j=1, \dots, n.$

A korábbi megjegyzések figyelembevételével (2)-ben mind a számláló mind a nevező polinom m -ed

fokú tag együtthatóját képezve előáll az eredeti hálózat csúcsheszültség-formulája:

$$u_j = \frac{1}{\sum F^{m+1}} \left(\sum_{k=1}^{n-m} (Y_k u_{gk} + i_{gk}) \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+2} + \sum_{k=n-m+1}^n u_{gk} \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+1} \right) \quad (3)$$

$j=1, \dots, n.$

A (3) formulában szereplő éladmittancia szorzatösszegek a következő módon képezendők:

F^{m+1} a hálózatmodell olyan $(m+1)$ -fája, amely a rövidzár csúcspontok csomópontjainak egyesítése után körmentes összefüggő gráf lesz;

$F_{kj, n+1}^{m+2}$ $(m+2)$ -fa, amely a rövidzár csúcspontok csomópontjainak egyesítése után a k és j pontokat az $n+1$ ponttól elválasztja; végül

$F_{kj, n+1}^{m+1}$ $(m+1)$ -fa a k és j pontot az $n+1$ ponttól elválasztó 2-fává válik, ha a rövidzár csúcsok csomópontjait a k -edik kivételével egyesítjük.

Egyszerű behelyettesítés és némi megfontolás után könnyen belátható, hogy (3) megadja a k -edik rövidzár csúcs csúcsheszültségét is, mégpedig

$$u_k = u_{gk}, \quad k=n-m+1, \dots, n,$$

amint az előre várható is volt.

Az is belátható továbbá, hogy $m=0$ esetben (3) éppen az (1)-et adja, így (3) formula az (1) formula általánosításának tekinthető.

Extrém lezárású távvezeték-hálózat topológiai analízise a (3) formula alapján lehetséges, az analízis számára számítógépes program szerkeszthető, hasonló módon az (1) formulánál látottakhoz [2]. A formula alkalmazása közben előforduló k-fák generálására ajánlható az [1] irodalomban ismertetett eljárás, illetve annak alkalmasan módosított változata.

Topológiai formula bemeneti impedancia mátrix elemeinek meghatározásához

Távvezeték-hálózat $\underline{Z}=(z_{ij})$ bemeneti impedancia mátrixának meghatározása gráfelméleti úton a [3] irodalomban megtalálható. A korábban levezetett (3) formula alkalmas arra, hogy $\underline{Z}$ mátrix elemeinek felírásához topológiai formulát nyerjünk.

$$u_j = \frac{1}{\sum F^{m+1}} \left(\sum_{k=1}^l i_{gk} \cdot \sum F_{kj,n+1}^{m+2} + \sum_{k=l+1}^{n-m} (Y_j \cdot 0 + 0) \cdot \sum F_{kj,n+1}^{m+2} + \sum_{k=n-m+1}^n 0 \cdot \sum F_{kj,n+1}^{m+1} \right), \quad j=1, \dots, l.$$

Azaz:

$$u_j = \frac{1}{\sum F^{m+1}} \sum_{k=1}^l i_{gk} \cdot \sum F_{kj,n+1}^{m+2}, \quad j=1, \dots, l. \quad (4)$$

A bemeneti impedanciamátrix definíciójából és a (4) egyenletrendszerből a 2-fa k és j pontjának értelemeszerű felcserélése után ($F_{kj,n+1}^{m+2} = F_{jk,n+1}^{m+2}$) adódik:

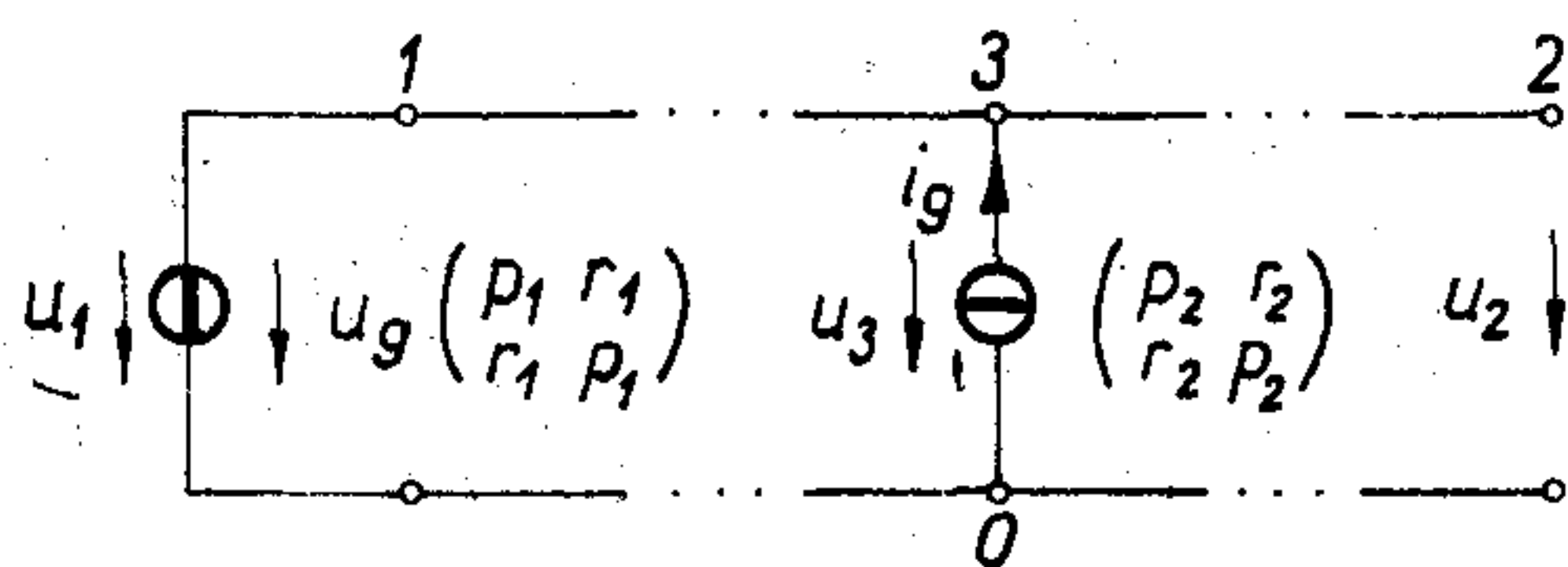
$$\underline{Z}=(z_{ij}) = \left(\frac{\sum F_{ij,n+1}^{m+2}}{\sum F^{m+1}} \right), \quad i, j=1, \dots, l. \quad (5)$$

A bemeneti impedanciamátrix z_{ij} elemének (5) topológiai formulával történő előállításához ismét az [1]-ben leírt k-fa generáló módszer javasolható.

Példák

1. Tekintsük az 1. ábrán látható, vegyes extrém lezárással rendelkező távvezeték-hálózatot. E hálózat lényegében véve annyiban különbözik a [2]-ben bemutatott második példától, hogy az 1. csúcs feszültséggenerátoron keresztül van rövidre zárva. Határozzuk meg a csúcsfeszültségeket topológiai módszerrel.

A 2. ábrán láthatjuk a közelítő hálózatmodell képét a passzív élekből alkotott hálózatgráffal együtt. Jelen esetben $m=1$.

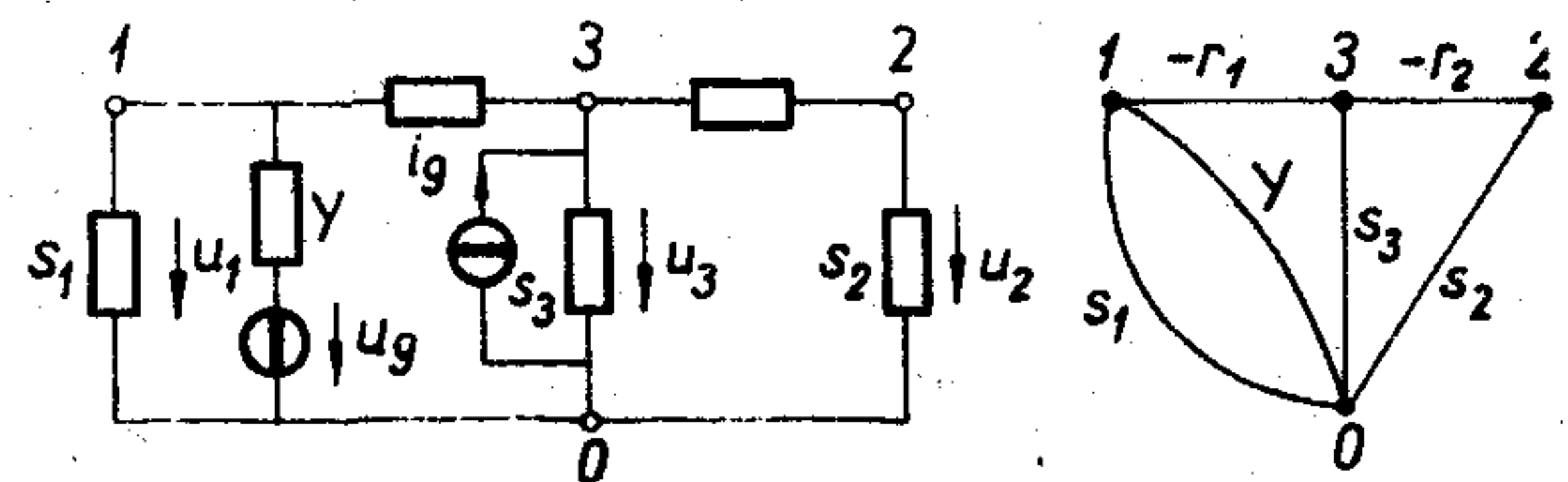


1. ábra

Evégből tekintsünk olyan távvezeték-hálózatot, amelynek csúcsai két csomópontjához csatlakozó kétpólus passzív. Soroljuk a hálózat csúcsait három csoportba. Az első csoportba tartozzanak azok a csúcsok, amelyek más hálózatokhoz csatlakozhatnak, azaz a bemeneti csúcsok. A második csoportba tartozó csúcsok legyenek a véges admittanciával lezárt csúcsok, végül a harmadik csoportba kerüljenek azok a csúcsok, amelyek rövidzárral vannak lezárva.

Legyen n a távvezeték-hálózat csúcsainak száma. Állapodjunk meg abban, hogy a bemeneti csúcsok az $1, \dots, l$ számozásokat kapják, a második csoport csúcsainak számozása $l+1, \dots, n-m$, végül a rövidzár csúcsokra az $n-m+1, \dots, n$ számok jussanak (m a rövidzár csúcsok száma).

Kapcsoljunk ezután a bemeneti csúcsokra ismert forrásáramú i_{gk} áramforrásokat. Figyelembe véve, hogy a hálózat nem tartalmaz u_{gk} feszültséggenerátort, azaz minden k -ra $u_{gk}=0$, a (3) formulát alkalmazva a bemeneti csúcsok feszültségére:



2. ábra

Alkalmazva a (3) formulát nyerjük:

$$u_j = \frac{1}{\sum F^2} (i_g \cdot \sum F_{j,0}^3 + u_g \cdot \sum F_{1,0}^2), \quad j=1, 2, 3. \quad (6)$$

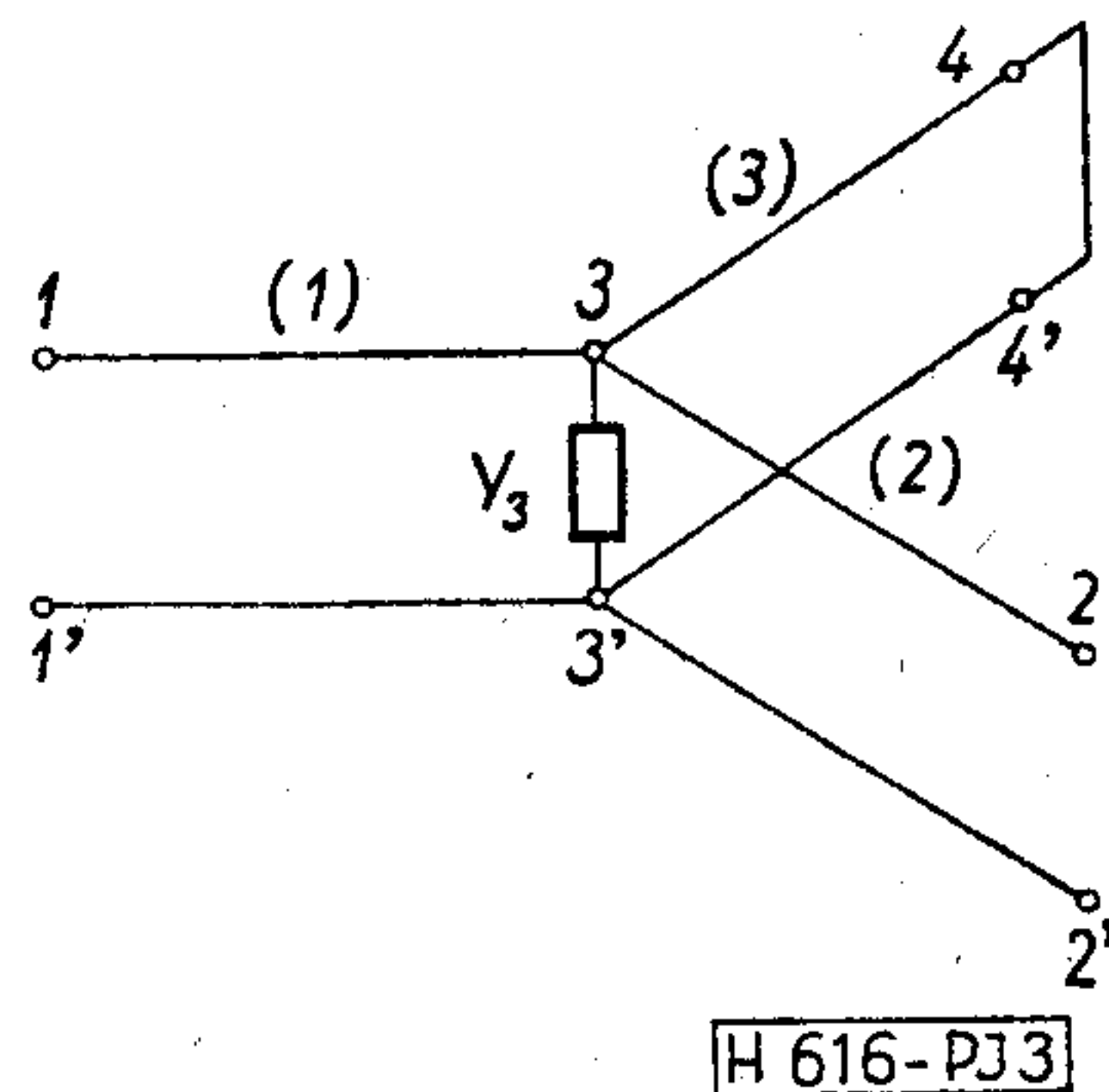
A hálózatgráfból közvetlenül leolvashatók a következő éladmittancia szorzatösszegek:

$$\begin{aligned} \sum F^2 &= r_1 r_2 - s_2 (r_1 + r_2) + s_3 (s_2 - r_2); \\ \sum F_{1,0}^2 &= \sum F^2; \quad \sum F_{12,0}^2 = r_1 r_2; \\ \sum F_{13,0}^2 &= -r_1 s_2 + r_1 r_2 = -r_1 p_2; \\ \sum F_{31,0}^3 &= 0; \quad \sum F_{32,0}^3 = -r_2; \\ \sum F_{3,0}^3 &= -r_2 + s_2 = p_2 \end{aligned} \quad (7)$$

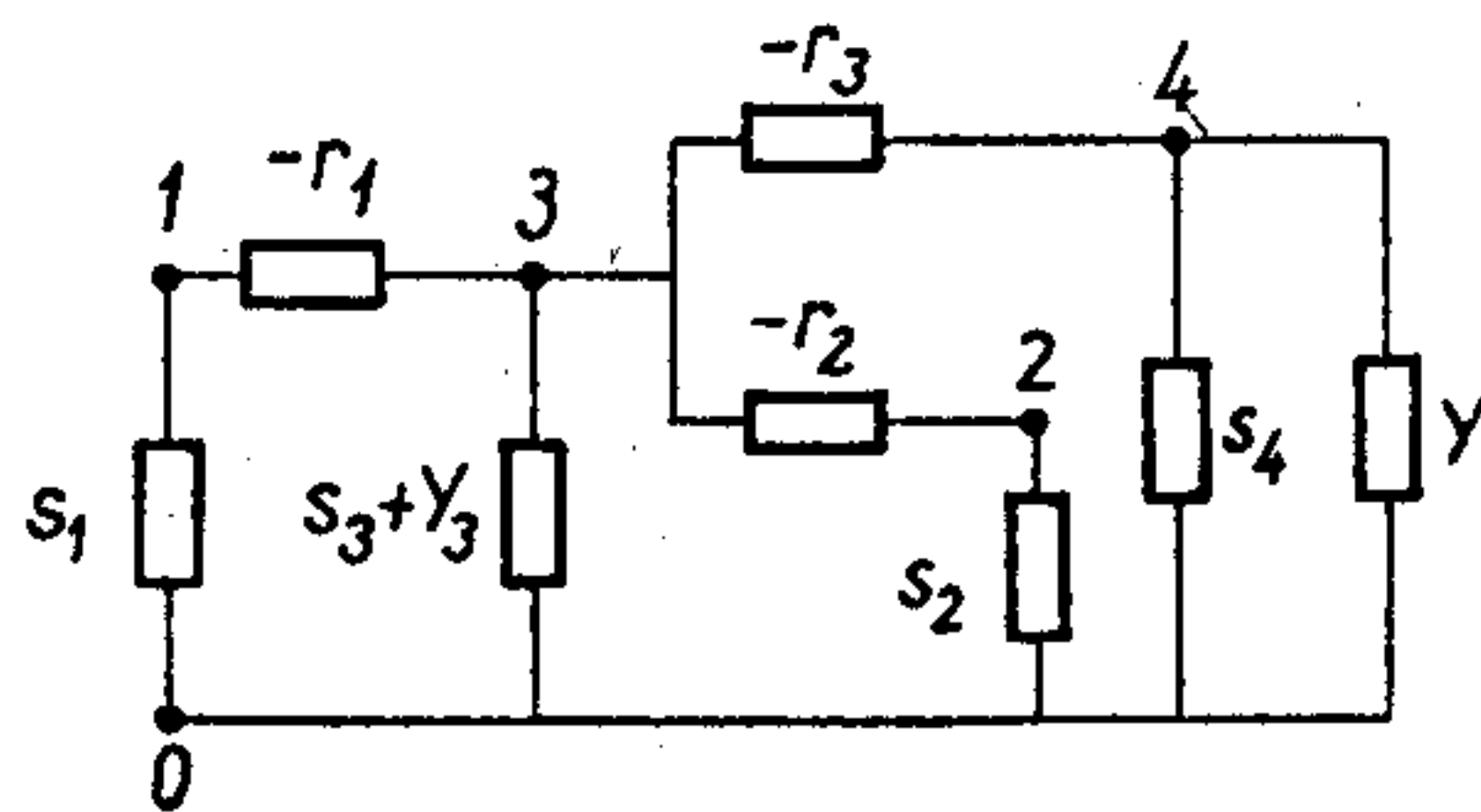
(6)-ból (7) figyelembevételével, némi átalakítás után nyertük a szóban forgó hálózat csúcsfeszültségeire:

$$\begin{aligned} u_1 &= u_g \\ u_2 &= \frac{r_1 r_2 \cdot u_g - r_2 \cdot i_g}{p_2^2 + p_1 p_2 - r_2^2} \\ u_3 &= \frac{-r_1 p_2 \cdot u_g + p_2 \cdot i_g}{p_2^2 + p_1 p_2 - r_2^2} \end{aligned}$$

2. Legyen adott a 3. ábrán látható távvezeték-hálózat, amely forrásgenerátorokat nem tartalmaz, egyébként a lezárások között rövidzár, szakadás és



3. ábra



4. ábra

zérustól különböző véges admittancia található. A hálózat az 1. és a 2. csúcsoknál csatlakozhatik más hálózatokhoz. Számítsuk ki topológiai módszerrel e csúcsokra vonatkoztatott bemeneti impedanciámátrix elemeit.

A távvezeték-hálózat közelítő modellje a 4. ábrán szemléltethető, és ugyanezen az ábrán feltüntettük a közelítő hálózatmodell passzív éleihez tartozó hálózatgráfot is. Az (5) formula alkalmazásához ennek a gráfnak k-fáira lesz szükség.

Mivel most $m=1$, ezért (5) szerint:

$$z_{ij} = \frac{\sum F_{ij,0}^3}{\sum F^2}, \quad i, j=1, 2. \quad (8)$$

A megfelelő k-fák felkutatásához alkalmazzuk az [1]-ben leírt módszert.

A hálózatgráf módosított adjacencia mátrixa a 4. ábrából kiolvashatóan

$$\underline{M}_g = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 \\ 1 & 2 & 0 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & \textcircled{5} \\ 1 & 2 & 3 & \textcircled{4} & 0 \end{pmatrix}. \quad (9)$$

(9)-ben a bekarikázott szimbólumok utalnak a közelítő modell Y-admittanciát tartalmazó gráféltre.

(8) nevezőjének képzéséhez azokat a 2-fákat kell generálnunk, amelyek a 4. és a 0. pontokat külön komponensükben tartalmazzák. Evégből (9)-nek negyedik és ötödik sorát törölve előállítjuk az összes körmentes reprezentációt, majd figyelembe vesszük az éladmittancia helyettesítéseket. A helyettesítést megkönnyíti az 1. táblázat használata.

A 2-fa éladmittancia szorzatösszeg előállítását a 2. táblázatban foglaltuk össze. Ennek első (fejléces) oszlopa felsorolja az összes lehetséges 2-fa reprezentációt, a második oszlop feltünteti a teljes ciklusvizsgálat eredményét, mégpedig az „i” jel a körmentes, az „n” jel pedig a nem körmentes esetet jelöli. A harmadik oszlop a talált 2-fának megfelelő admittancia szorzatot tartalmazza; ebben az oszlopban található tagok algebrai összege adja $\sum F^2$ értékét.

Kiemelés után, a táblázat 3. oszlopát figyelembe véve nyerjük:

$$\sum F^2 = r_1(r_2(s_3 - r_1 + Y_3) + s_2(r_2 + r_3 - s_3 - Y_3)) + s_1(r_2(r_1 + r_3 - s_3 - Y_3) + s_2(s_3 + Y_3 - r_1 - r_2)) \quad (10)$$

(8) formula számlálójában előforduló éladmittancia szorzatösszegek számításához tekintsük a 3. táblázatot. A 2. táblázat számításához hasonlóan itt is az első oszlopban felsoroltuk a lehetséges 3-fa reprezentációkat. Most figyelembe vettük, hogy a generáló mátrix negyedik sorából csak az 5-ös elem választható, és az is 0-val pótlendő (a 3-fa nem tartalmaz-

1. táblázat

Az életadmittancia szorzatban a soros reprezentáció							
első	második			harmadik			
helyén előforduló							
3	5	3	5	1	2	4	5
szimbólum megfelel a							
$-r_1$	s_1	$-r_2$	s_2	$-r_1$	$-r_2$	$-r_3$	$s_3 + Y_3$
tényezőnek							

2. táblázat

Lehetséges 2-fa soros reprezentáció		Körmentes	Megfelelő éladmittancia-szorzat
F^2	3 3 1 0 0	n	—
	2	n	—
	4	i	$(-r_1)(-r_2)(-r_3)$
	5	i	$(-r_1)(-r_2)(s_3 + Y_3)$
	3 5 1 0 0	n	—
	2	i	$(-r_1)s_2(-r_2)$
	4	i	$(-r_1)s_2(-r_3)$
	5	i	$(-r_1)s_2(s_3 + Y_3)$
	5 3 1 0 0	i	$s_1(-r_2)(-r_1)$
	2	n	—
	4	i	$s_1(-r_2)(-r_3)$
	5	i	$s_1(-r_2)(s_3 + Y_3)$
	5 5 1 0 0	i	$s_1s_2(-r_1)$
	2	i	$s_1s_2(-r_2)$
	4	i	$s_1s_2(-r_3)$
	5	i	$s_1s_2(s_3 + Y_3)$

3. táblázat

Lehetséges 3-fa soros reprezentáció	Kör- mentes	Megfelelő éladmittancia-szorzat
$F_{1,0}^3$	0 3 1 0 0 2 4 5	i n i i $(-r_2)(-r_1)$ — $(-r_2)(-r_3)$ $(-r_2)(s_3 + Y_3)$
	0 5 1 0 0 2 4 5	i i i i $s_2(-r_1)$ $s_2(-r_2)$ $s_2(-r_3)$ $s_2(s_3 + Y_3)$
$F_{12,0}^3$	0 3 1 0 0	i $(-r_2)(-r_1)$
$F_{2,0}^3$	3 0 1 0 0 2 4 5	n i i i — $(-r_1)(-r_2)$ $(-r_1)(-r_3)$ $(-r_1)(s_3 + Y_3)$
	5 0 1 0 0 2 4 5	i i i i $s_1(-r_1)$ $s_1(-r_2)$ $s_1(-r_3)$ $s_1(s_3 + Y_3)$

hatja az Y admittanciának megfelelő élet, sem az azzal párhuzamos, s_4 admittanciájú élet). A körmentesség eldöntése után az éladmittancia helyettesítés ismét az 1. táblázat segítségével történhetik. Megjegyezzük, hogy $\sum F_{12,0}^3$ képzéséhez az $F_{1,0}^3$ lehetséges reprezentációk közül csak az jöhet számításba, amelyiken a 2. pontból indított ciklusvizsgálat az 1. pontba vezet, ez pedig egyetlen esetben fordul elő csupán.

Figyelembe véve a 3. táblázat utolsó oszlopát, némi átrendezés után a kapcsolás bemeneti impedanciámátrixa:

$$\underline{Z} = \frac{1}{\sum F^2} \cdot$$

$$\begin{pmatrix} r_2(r_1 + r_2 - s_3 - Y_3) + s_2(s_3 + Y_3 - r_1 - r_2 - r_3) & r_1 r_2 \\ r_1 r_2 & r_1(r_2 + r_3 - s_3 - Y_3) + s_1(s_3 + Y_3 - r_1 - r_2 - r_3) \end{pmatrix}.$$

IRODALOM

- [1] Pávó, I.: Generation of the k-trees of a graph, Acta Cybernetica, Tom. 1, Fasc. 2, Szeged, 1971, pp. 57—68.
- [2] Pávó Imre: Távvezeték-hálózatok topológiai analízise, HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979) 2. sz. pp. 45—49.
- [3] Vágó István: A gráfelmélet alkalmazása villamos hálózatok számításában, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1977.

EGYESÜLETI HÍREK

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület
elnökségi ülése

Egyesületünk január 18-án tartotta az idei első elnökségi ülését. Az ülésen Komporday Aurél, egyesületünk elnöke elnökölt. Megemlékezett Dr. Barta István akadémikus, egyesületünk díszelnöke, Dr. Szigeti György akadémikus, egyesületünk tiszteletbeli elnökségi tagja és Czeglédi György, egyesületünk tiszteletbeli elnökségi tagja, a Külkereskedelmi Bizottság elnöke elhunytáról. Az ülés résztvevői néma felállással tisztelegtek az elhunytak emléke előtt, megemlékezve az egyesület alapításában és munkájában végzett meghatározó jellegű, közel három évtizedes nagy értékű társadalmi műszaki-tudományos tevékenységükről.

Az elnök bejelentette, hogy az egyesület alapításának 30. évfordulója alkalmából az elnökség f. évi március hó 15-én díszünnepi ülést tart, amelyen egyesületi, vállalati, miniszteri díjak és kitüntetések kerülnek átadásra. Az elnök kérésére az elnökség felhatalmazta a Végrehajtó Bizottságot, hogy a Díjbizottság javaslatai alapján döntsön a kitüntetések és díjak odaítéléséről. Bejelentette továbbá, hogy dr. Váradi Imre alelnök más irányú súlyos feladataira és egészségi állapotára hivatkozással mindennemű egyesületi tisztsége alól való felmentését kérte. Az elnökség a VB javaslata alapján a felmentést megadta, és köszönetét nyilvánította dr. Váradi Imrének évtizedeken át végzett rendkívül értékes egyesületi munkásságáért.

Egyesületünk a múltban 4 évenként hívta össze tisztújító Közgyűlését. Az MTESZ kívánságára a tagegyesületek is átérnek az 5 évenkénti tisztújításra, hogy ez a MTESZ tisztújításával szinkronban legyen. Ezért a f. évben a szakosztályoknak és csoportoknak meg kell választaniuk új vezetőseiket és küldötteiket, hogy az egyesület 1980 elején megtarthassa vezetőség- és küldöttválasztó közgyűlését. Az elnökség a bejelentést tudomásul vette.

Az elnök ezután felkérte dr. Almássy György főtitkárt, hogy számoljon be a legutóbbi elnökségi ülés óta folytatott egyesületi munkáról.

Főtitkárunk elmondta, hogy 1978 mozgalmas év volt egyesületünk életében. Elektronikai iparunkban, amelynek a problémái megoldását szeretné egyesületünk társadalmi munkával elősegíteni, fokozott mértékben jelentkeznek a népgazdaságunk egészét is érintő kérdések, mint a termelékenység jelentős elmaradása a fejlett országokhoz képest, a külkereskedelmi mérleg egyensúlyi zavarai, a konvertibilis valutaövezetekből származó import aránytalan növekedése, munkaerőhiány stb. Az elektronikai ipar rekonstrukciójával foglalkozó és az Állami Tervbizottság elé terjesztendő javaslatot kidolgozó bizottságokban egyesületünk aktívai közül többen hivatalosan — egyesületünk képviselőjeként — vettek részt.

A döntés megszületése után az egyesületünkben tömörült szakembereknek fokozottabb mértékben lesz lehetősége, hogy társadalmi munkával bekapcsolódjanak a VI. ötéves terv előkészítésébe. Egyesületünk a legkorszerűbb ismeretek terjesztésével, előadásokon, klubnapokon, konferenciákon, az egyesület lapjaiban, a vándoroktatás keretében, iparpolitikai problémák megvitatásával, irányító szervek részére javaslatok kidolgozásával, a helyi és üzemi csoportokban jelentkező társadalmi munkával tudja elsősorban mozgósítani a tagságát az előttünk álló feladatok megoldására.

Egyesületünk legfontosabb tevékenysége a szakosztályokban és bizottságokban folyik, és egyre jobban fokozódik a jelentősége az üzemi és helyi csoportjaink munkájának.

Ezután egyesületünk egészét érintő eredményeinkről szölt. Egyesületünk legreprezentatívabb tevékenysége a nagy rendezvények megszervezése. Külföldi részvételi nagy konferenciánk 4 éves periodicitással ismétlődnek. 1978-ban egyesületünk a Távközlési Kutató Intézettel együtt 6. alkalommal rendezte meg 1978. augusztus 28— szeptember 1. között a Mikrohullámú összeköttetések Kollokviumot, a Magyar Tudományos Akadémia védnöksége alatt, amelyre közel 300 előadó jelentkezett, közöttük nagyszámú elismert ipari szakember, egyetemi tanár. A kollokviumon több mint 520-an vettek részt. Az előadások 6 párhuzamos szekcióban foly-

tak, és a mikrohullámú technika legfontosabb problémáival foglalkoztak.

Az International Teletraffic Congress Nemzetközi Tanácsadó Testülete a HTE-vel együttműködve első ízben rendezett nemzetközi szemináriumot szocialista országban, Budapesten, 1978. október 26—28. között. A szeminárium témája a forgalom mérés és forgalom-szimuláció és ezek szerepe a távközlési rendszerek tervezésében. A szeminárium szervezésében a Magyar Posta, BHG, MHE és BUDAVOX működött közre. A szemináriumon 10 előadás hangzott el, és 3 szakmai vitára került sor. A szeminárium a hazai telefonszolgáltatás fejlesztéséhez nyújtott értékes információkat.

A szocialista országok elektrotechnikai-elektronikai tudományos egyesületek közös szervezésében Drezdában (1978. október 4—7.) került megrendezésre a „Mikroelektronikai Alkatrész Konferencia”, amelyre 42 magyar szakember utazott ki. A konferencián 9 magyar előadás hangzott el a HIKI, BME, EIVRT, REMIX, VT, TKI munkatársai részéről. A konferencia célja a szocialista országok integrációjának és kooperációjának elősegítése a félvezető technológia területén.

A tisztán magyar nagy rendezvények közül ki kell emelni a hagyományos, 25 éve rendszeresen szervezett Alkatrész Konferenciát, amelyet 1978. október 10—12. között Kecskeméten rendeztünk, kettős célkitűzéssel:

- a VI. ötéves terv előkészítéséhez és szükséges iparpolitikai döntésekhez állásfoglalás és társadalmi segítségnyújtás;
- az aktív és passzív alkatrészek, valamint szerkezeti elemek területén elért műszaki szint szakmai áttekintése.

A bevezető előadások áttekintést nyújtottak a tématerület helyzetéről és jövőjéről.

Elektronikai alkatrész-fejlesztés terén elért eredményekről 40 értékes előadás hangzott el, és nagyszámú (234) hallgató vett részt.

Az Energiaipari Távközlési Szeminárium Balatonkenesén egyesületünk úttörő vállalkozása volt annak a célkitűzésnek a szellemében, hogy egyesületünk a híradástechnikai iparral szemben támasztott igényeket is segítsen feltárni, kapcsolatot teremtve a gyártók és felhasználók között.

A szemináriumon 15 hazai és 2 külföldi (szovjet) előadás hangzott el, és mintegy 140 fő vett részt. Külön kiemelkedett a programból a kőolaj és gázipari rendszerekhez alkalmazott kábelek építéséről, szereléséről és kiegyenlítéséről készített színes film.

1978. november 20—21. között került megrendezésre Gyöngyösön a Termelőkenységnövelési módszerek az elektronikai alkatrészgyártásban című szeminárium, amely az MSZMP XI. Kongresszusának határozatainak megfelelően elektronikai iparunk legfontosabb problémájával, a termelőkenység fokozásával foglalkozott.

A szemináriumon 23 előadás hangzott el, a résztvevők száma 146 volt.

Egyesületünk 1978. évi tevékenységei közül ki kell még emelni a vándoroktatás terén elért sikereket.

1978-ban tovább bővítettük a társegyesületekkel kapcsolatainkat.

Szorosan együttműködünk a Közlekedéstudományi Egyesület Postai és Távközlési Tagozatával, az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal és a Magyar Elektrotechnikai Egyesülettel. Ez utóbbi egyesülettel ez évben közösen fogjuk a VDE (Verein Deutscher Elektrotechniker) napokat megrendezni, és jövőre pedig villamos érintkezőkkel foglalkozó nemzetközi konferencia szervezésében működünk együtt.

Egyesületünk életében új szint jelentő Távközlési Klub 1978-ban is folytatta sikeres működését, és ipari, postai, minisztériumi irányító szervekhez tartozó szakemberek részvételével megvitatásra kerültek a magyar távközlés legfontosabb problémái.

1978. július 10—14. Blagoewgradban, Bulgáriában volt a szocialista elektrotechnikai elektronikai egyesületek főtitkári találkozója, melyet minden két évben szerveznek a testvéregyesületek. A szervezési és konferencia egyeztetési programon kívül tárgyalásra került minden egyesület által előzetesen megküldött téma, melynek címe:

„A tudományos egyesületek tevékenysége a szakember-továbbképzésben” volt.

Egyesületünk részéről a Vándoroktatást ismertettük a testvéregyesületekkel.

1980. júniusában Budapest lesz a találkozó színhelye. A vendéglátó 4 egyesület (HTE, MEE, ETE, MATE) közösen szervezi meg a találkozót.

A közösen kidolgozandó témák egyike: A tudományos egyesületek szerepe a népgazdaság elektronikai alkatrésszel való ellátásában és a KGST alkatrészprogram megvalósításában.

A továbbiakban a főtitkár ismertette a MTESZ országos elnöksége mellett működő bizottságokat, melyekben Egyesületünk is részt vesz. Egyik ilyen a dr. Ajtay elvtárs által vezetett Műszaki- Gazdasági Fejlesztési Bizottság, melynek munkájába a „Népgazdaság elektronizálása” című tanulmány nyal kapcsolódik be Egyesületünk. A tanulmány tematikáját dr. Tótfalvy Gyula, a javaslat felvetője készítette el, széles körű MTESZ egyesületi együttműködésre felépítve.

Néhány szóval kitért a főtitkár a MTESZ új költségvetési irányelveire. Az új gazdálkodási rend, mely szerkezeti változás révén jött létre, nagy gondot jelent a titkárságnak.

1979. évi nagy rendezvényeink a következők:

Mikroprocesszorok, mikroszámítógépek és alkalmazásaik. A konferencia szervezésében közreműködik a MATE, NJSZT, MTA, OMFB.

Időpontja: 1979. október 17—19.

A hagyományos, évente ismétlődő Alkatrész Konferencia Szombathelyen, 1979. szeptemberében kerül megrendezésre. 1980 áprilisában az elektronikus készülékek szerkezeti konstrukciójával foglalkozó harmadik nemzetközi konferenciára, a

„CONSTRONIC '80"-ra

kerül sor.

A Magyar Elektrotechnikai Egyesülettel közösen kerül 1980 őszén megszervezésre, első ízben szocialista országban, a tizedik Villamos Érintkező Jelenségekkel (ICECP '80) foglalkozó konferencia.

A beszámoló elhangzása után az Elnökség megvitatta a nyomtatásban is megjelent új, 1979. évre szóló munkatervet. *Susánszky László* alelnök bejelentette, hogy elkészült az egyesület átdolgozott alapszabálya, melyet a Közgyűlés fog elfogadni. A munkatervet értékelve megállapította, hogy a Konstruktív és Gyártástechnológiai szakosztály munkája az utóbbi években visszaesett, és sürgette a helyzet megváltoztatását. *Déri Sándor* (TKI) bejelentette, hogy a közelmúltban megalakult az „Optikai hírközlés” munkabizottság, és ismertette ennek munkatervét. Javasolta, hogy a Távközlési Klub is vegye programjába ezt a fontos új témát.

Ezután *Kiss Károly* (MHE) a Vasas Szakszervezet Műszaki és Gazdasági Bizottsága nevében üdvözölte az Elnökségi Ülést. Elmondta, hogy a Vasas Szakszervezet 1978. március 9-én együttműködési megállapodást kötött az MTESZ tag-egyesületeivel, ezen belül elsők között a HTE-vel.

Az együttműködés alapelve: a társadalmi és gazdaságpolitikai feladatok végrehajtásában, a tudánypolitikai irányelvek megvalósításában a szakszervezet rendszeresebben és konkrétan kíván együttműködni a tudományos egyesületekkel.

Az együttműködés követelménye, hogy a vállalatnál, intézetknél tevékenykedő egyesületi — helyi-, üzemi csoportok — és a szakszervezeti testületek munkabizottságai, főképp a Műszaki Gazdasági Bizottságok között eredményes munkakapcsolat alakuljon ki.

A HTE által most tárgyalt 1979. évi munkaterv végrehajtása rendkívül komoly mozgósítást követel meg. A híradástechnikai vállalatok és intézmények minden műszaki és gazdasági dolgozójának közreműködése, összefogása szükséges a népgazdasági — és az ezt megalapozó vállalati — intézeti feladatok, célkitűzések megvalósításához.

A Vasas Szakszervezet ehhez minden társadalmi támogatást biztosít.

Végül a HTE 1979. évi munkatervének végrehajtásához eredményes munkát, sok sikert kívánt.

Dr. Géher Károly, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága vezetője, beszámolt a HTE devizahelyzetéről. Javaslatokat tett

a devizabevétel növelési módjaira. Többek között javasolta a Külkereskedelmi Bizottság újjászervezését, felhívta a szakosztályok figyelmét arra, hogy építsék be jövő évi munkatervükbe az egyesület devizaszerzésének lehetőségeit.

Frischmann Gábor (PVIg) az OMFB és a HTE közötti kapcsolatot értékelte. Felhívta a figyelmet arra, hogy az egyesület gondozásában készülő OMFB-tanulmányok határidejét komolyan kell venni, miután ez egyik fontos alapja a HTE—OMFB között megindult jó együttműködésnek.

Mészáros Sándor (EIVRT), a Vákuumtechnikai Szakosztály vezetője ismertette a Fizikus Társulattal való jó együttműködést, valamint az adócsőtechnika területén végzett munkát. Felhívta az Átviteltechnikai Szakosztály és a Posta szakembereit ezen a téren való szorosabb együttműködésre.

Dr. Gosztony Géza (BHG) mérnök etikai kérdések mellett szólt arról, hogy az Egyesületi tevékenység kiszélesedése bizottságok felé kezd a hagyományos szakmai tevékenység rovására menni. A szakosztályok feladata, hogy növeljék a klubdelutánok számát.

Komporday Aurél, egyesületünk elnöke felszólalásában kérte a HTE aktívait, hogy nagyobb propagandát fejtsenek ki a hazai híradástechnikai ipar és elsősorban az alkatrészgyártás eredményei és problémái ismertetése és megoldása érdekében. Az Ipargazdasági Szakosztály kísérje figyelemmel, és tűzze napirendre a Távközlési Klubban felvetett gazdasági problémákat, és szakértők bevonásával tegyen javaslatokat azok megoldására.

A javaslatokat azután a HTE vezetősége eljuttatja a megfelelő fórumokhoz.

Dr. Horváth Lajos a KTE elnöksége részéről nagyra értékelte az eddigi jó együttműködést, és javaslatot tett az Átviteltechnikai Szakosztálynak a kábeles mikrohullámú rendszerek tématerületén végzendő további közös munkára. Közölte, hogy a KTE az Országos Postás Műszaki Napokat Szegeden rendezi 1979. augusztus 17—18-án.

S. Tóth Ferenc, a HTE titkára beszámolt további vidéki csoportok megalakulásának lehetőségeiről.

Ilyen lehetőség van Szegeden a MEE Híradástechnikai Szakosztálya részéről, valamint Debrecenben a BHG gyáregységében.

A HTE vezetősége továbbra is fontos feladatának tartja, a vidék ipari fejlődésével párhuzamosan, az ott dolgozó szakemberek társadalmi munkájának segítségét, irányítását.

Dr. Csibi Sándor, a Számítástechnikai Szakosztály vezetője beszámolt a Bartha István emlékének adózó tudományos ülés előkészítéséről.

Dr. Almássy György zárszavában válaszolt a felmerült kérdésekre. Bejelentette, hogy a Végrehajtó Bizottság a Műszaki Tudományos Bizottság vezetésére (dr. Villányi Ottó hosszabb ideje tartó külföldi tartózkodása miatt) dr. Kormány Terézt (TKI) kérte fel.

Végül felhívta a jelenlevők figyelmét arra, hogy támogassák a HTE megalakulásának 30. évfordulója megünneplését előkészítő munkát.

Az elnökségi ülés Komporday Aurél elnök zárszavával ért véget.

Optikai Híradástechnika Bizottság

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület elnöksége, látva az optikai hírközlésben folyó egyre intenzívebb munkát, felismerte, hogy az e területen folyó tudományos és műszaki munkák hatékonyságának a növelését a párt- és kormányhatározatok szellemében a munkák összefogásával lehet elérni, ezért elhatározta az optikai híradástechnika bizottság megalapítását.

Az optikai hírközlés rendkívül gyorsan fejlődik, szinte hente új kísérleti, vagy a rendes postai forgalmat vivő rendszerekről ad hírt a szaksajtó. Hazánkban is a szakemberek egyre nagyobb számban művelik ezt az új technológiát. Az egyesület keretén belül a konstrukciós, a mikrohullámú és az átviteltechnikai szakosztályok összejövetelén előadások, viták foglalkoztak e témával.

A HTE-elnöksége úgy látja, hogy az egyesületen belüli, a társ-egyesületekhez tartozó és a METESZ-en kívüli műszakiak mind lehetőséget találnak majd az optikai hírközléssel kapcsolatos eredményeik, problémáik ismertetésére, elképzeléseik, terveik egyeztetésére az iparpolitikai szempontoknak megfelelően, információ-beszerzésre és a klubéletre. A bizottság vezetőségének szakmai kapcsolatait felhasználva kiszélesíti az egyesület eddigi kapcsolatait nemzetközi vonalon, elsősorban a szocialista tábor országaival, azok optikai hírközléssel foglalkozó intézményeivel, tudományos egyesületeivel.

A bizottság tevékenysége iránt érdeklődők jelentkezzenek a HTE titkárságán.

Lapunk példányonként megvásárolható:

az V., Váci utca 10.

az V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban

Műanyagtokozással védett elemek kryptoklimája nedves környezetben I. rész

ETO 62—213—036:532.72

A műanyagtokozás a környezeti tényezők hatásával szembeni védelem hatásos módja. A környezeti tényezők hatásával szemben érzékeny gyártmányok esetében azonban a védelem hatásosságáról meg kell győződnünk. A vizsgálatok ugyanis azt mutatták, hogy a műanyagtokozás sem zárja ki tökéletesen a környezet és a gyártmány mikrotér közötti anyagtranszportot. A műanyagtokozás zártságának, tömítettségének fokától függően ezért a környezet gáznemű légszennyezői bejuthatnak a gyártmány belső terébe (mikrotérébe), s a gyártmány megbízható üzemét idővel veszélyeztethetik.

A műanyagtokozás gázáteresztésének két okával foglalkozunk:

a környezet és a mikrotér közötti transzportfolyamatokat lehetővé teszik a műanyag és a fémkivezetések érintkező felületénél, adhéziós hiányosságok által keletkező nyílások,

a másik lehetőség a környezet és a mikrotér közötti anyagtranszportra magának a tokozóanyag-nak a gázáteresztése.

A cikk I. részében az adhéziós hibák révén keletkező nyílásokon át végbemenő transzportfolyamatokkal és azok következményének számításával foglalkozunk. A II. részben vizsgálódásunk tárgya a tokozóanyagként használt műanyag gázáteresztése, a tok gázáteresztése, konkrétan: vízgőzáteresztése.

A környezeti tényezők közül az atmoszférában szinte mindenütt jelenlevő nedvesség szerepe emelkedik ki. A szállítás, raktározás során s az üzemszünetekben a légnedvesség általában igen sok gondot okoz. Környezeti tényezőként ezért a légnedvességet választottuk. A számítások azonban bármely más gáznemű légszennyező esetére is érvényesek.

A számítások célja az, hogy adott kezdeti és peremfeltételek esetére meghatározzuk a vízgőz parciális nyomásának (vagy a relatív légnedvességnek) a mikrotérre vonatkozó időfüggvényét. Ez az időfüggvény fogható fel a gyártmány belső terének kryptoklimájaként. Az időfüggvény birtokában több oldalról is lehet vizsgálni a gyakorlatban felvetődő kérdéseket, a szerepet játszó tényezők hatását, kritériumok megválasztásának szempontjait.

Az [1] cikkben láthattuk, hogy a tokozáson levő nyílás, töméshiba S diffúziós vezetőképessége lineáris, azaz nem függ a vízgőz parciális nyomásától. Ez esetben viszonylag egyszerűen számítható a vízgőz parciális nyomásának, illetve a relatív légnedvességnek a mikrotérre vonatkozó időfüggvénye.

A tokozóanyag, pontosabban a műgyantatok vízgőzáteresztésnél nem lehet a p parciális nyomástól és a vízgőznek az anyagban kialakuló c koncentrációjától független, tehát lineáris S diffúziós vezetőképességet képezni. A formálisan képezhető S diffú-

ziós vezetőképesség ugyanis csak stacionárius vízgőzáteresztésre (permeációra) igaz. Ez azonban — mint látni fogjuk — elvileg csak a teljes egyensúly beálltakor következik be. A permeáció folyamata az anyagban a környezet és a mikrotér közötti egyensúly eléréséig az út és az idő bonyolult függvénye: tranziens folyamat. A mikrotér állapotának meghatározásához tehát ez utóbbi esetben sajátos utat kell választanunk.

A cikkben e problémákat bemutattva jutunk majd el a számításra alkalmas megoldásig.

Az adhéziós hibákon át létrejövő domináns transzportfolyamat jellemzői és összefüggései

Szivárgási sebesség

A műanyagtokozás adhéziós hibái következtében létrejövő nyílások mérete s a nyílás geometriája általában nem ismeretes. A nyílások — a rajtuk keresztül végbemenő transzportfolyamatok szempontjából — a tömítésvizsgálattal [2] meghatározható szivárgási sebességgel jellemezhetők. A szivárgási sebesség [2] szerint annak a száraz gáznak a sebessége, amely egy nyíláson át, a nyílás mentén fennálló ismert nyomáskülönbség hatására, adott hőmérsékleten, egységnyi idő alatt átfolyik. Szó van [2]-ben az R mért szivárgási sebességről és az L ekvivalens szivárgási sebességről. Az előbbi előírt gázzal, előírt körülmények között meghatározott szivárgási sebesség, az utóbbi adott gyártmány szabványos szivárgási sebessége, ha a vizsgáló gáz levegő. A szabványos körülmény: 25 °C hőmérséklet, 1 bar nyomáskülönbség.

A szivárgási sebességnek a vizsgálatoknál használt egysége: 1 bar·cm³/s (1 bar·cm³/s=0,1 Pa·m³/s). A cikkben a bar·cm³/s egységet használjuk.

A nyílás vezetőképessége

A környezet és a gyártmány mikrotér között a vízgőz parciális nyomásának Δp különbsége a vízgőz diffúzióját okozza a nyíláson át.

A d átmérőjű, z hosszúságú kapillárison át létrejövő diffúziós áramnál, ha teljesül a $z \gg d$ és a $d \gg \lambda$ feltétel (λ a molekulák szabad úthossza P abszolút nyomáson és T hőmérsékleten), az R szivárgási sebesség:

$$R = \frac{d^2 \pi}{4} D \frac{\Delta p}{z} \quad \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}. \quad (1)$$

D a vízgőz–levegő rendszer diffúziós állandója [cm²/s].

Minthogy (1)-ben Δp feszültség jellegű mennyiség, R -et áramként foghatjuk fel, s így a

$$\frac{d^2 \pi}{4} \frac{D}{z} = S \quad (2)$$

mennyiség vezetőképesség lesz, mégpedig a rendszer diffúziós vezetőképessége. S lineáris, nem függ p -től.

Ha a nyílás d átmérője (illetve a kapillárisnak az áramlásra merőleges legkisebb mérete) kisebb, mint a molekulák λ szabad úthossza, a diffúziós áram azonos a molekuláris árammal. A szivárgási sebesség ebben az esetben:

$$R_M = \frac{\pi}{12} d^3 \bar{v} \frac{\Delta p}{z}. \quad (3)$$

A molekuláris vezetőképesség pedig:

$$S_M = \frac{\pi}{12} \frac{d^2 \bar{v}}{z}, \quad (4)$$

$\bar{v}$ a vízgőzmolekula átlagsebessége.

A tokozáson levő nyílást tehát az R szivárgási sebességből számítható

$$S = \frac{R}{\Delta p}$$

diffúziós vezetőképességgel jellemezhetjük.

Megjegyzés:

Az (1) összefüggés megfelel a talán jobban ismert, a Fick I. törvényből adódó alábbi egyenletnek:

$$I = \frac{d^2 \pi D}{4} \frac{\Delta c}{z}, \quad (5)$$

ahol

I a diffúziós vízgőzáram az $F = d^2 \pi / 4$ felületen át [g/s]; c a vízgőzkoncentráció a levegőben [g/cm³]. Ha az (5) egyenletet megszorozzuk az $R_g T$ mennyiséggel, pontosan (1)-et kapjuk:

$$I \cdot (R_g T) = \frac{d^2 \pi D}{4z} \Delta c (R_g T) = \frac{d^2 \pi D}{4z} \Delta p = S \Delta p = R.$$

A gáztörvényből ugyanis $\Delta c = \Delta p / (R_g T)$: p a vízgőz parciális nyomása T hőmérsékleten, R_g a vízgőzre vonatkozó gázállandó.

Az S diffúziós vezetőképesség tehát akár (1)-ből, akár (5)-ből származtatható:

$$S = \frac{R}{\Delta p} = \frac{I}{\Delta c}. \quad (6)$$

Az L ekvivalens szabványos szivárgási sebességből adódó diffúziós vezetőképesség

Az L ekvivalens szabványos szivárgási sebesség — mint tudjuk — az a szabványos szivárgási sebesség, amelynél a vizsgáló gáz levegő. A szabványos feltételek: 25 °C hőmérséklet, a Δp nyomáskülönbség 1 bar. (A különböző módon meghatározott R szivárgási sebességet az összehasonlíthatóság miatt át kell számítani L -re.)

L bar·cm³/s-ban megadott érték. Minthogy $\Delta p = 1$ bar, L számértéke — gondoljunk csak (1)-re — éppen az S vezetőképesség számértéke cm³/s-ban.

Diffúziós áram esetén a levegőre vonatkozó L , s így az S érték is ugyanaz, mint vízgőzre.

A vízgőzre vonatkozóan a nyílás diffúziós vezetőképességének számértéke az L ekvivalens szabványos szivárgási sebesség számértékével azonos, dimenziója: cm³/s.

Molekuláris áram esetén már nem ez a helyzet:

$$L_g = L(M/M_g)^{1/2};$$

M a levegő, M_g a víz molekulatömege.

A vízgőz parciális nyomásának mikrotérre vonatkozó időfüggvénye

Ha a környezetben a vízgőz p_k parciális nyomása állandó, a mikrotérre vonatkozó $p(t)$ időfüggvény villamos analógia segítségével könnyen levezethető [3]. A villamos analógia alkalmazása összetettebb esetekben (lásd [3] II. rész) jár lényeges számítási előnyökkel.

A szóban forgó esetben a $p(t)$ függvény az alábbiak szerint is könnyen megfogalmazható:

A V térfogatban a parciális nyomás megváltozása dt idő alatt (1)-et és (2)-t is figyelembe véve:

$$dp = \frac{R}{V} dt = \frac{S}{V} \Delta p \cdot dt = \frac{S}{V} [p_k - p(t)] dt. \quad (7)$$

A (7)-ből adódó

$$\frac{dp}{p_k - p(t)} = \frac{S}{V} dt \quad (8)$$

differentiálegyenlet megoldása $p(0) = p_0$ kezdeti feltételre:

$$p(t) = p_k - (p_k - p_0) \exp(-tS/V). \quad (9)$$

A $V/S = \Theta$ mennyiség a rendszer időállandója.

A (9) egyenlet, ha a hőmérséklet a környezetben és a mikrométerben azonos, átírható a relatív légnedvesség $\varphi(t)$ időfüggvényére. A relatív légnedvesség: $\varphi = p/p_t$ (p_t a vízgőznyomás telített értéke az adott hőmérsékleten).

A $\varphi(t)$ függvény (9) átírásával így alakul:

$$\varphi(t) = \varphi_k - (\varphi_k - \varphi_0) \exp(-tS/V), \quad (10)$$

φ_k a relatív légnedvesség a mikrotérben állandó; φ_0 a relatív légnedvesség a mikrotérben a $t=0$ időpontban.

Műanyagtokozású félvezető alkatrész vízgőzáteresztése

A következőkben gyakorlati példát mutatunk be [4] alapján, egy konkrét gyártmány vizsgálatakor észlelt adhéziós hiba és műgyanta-permeáció együttes jelentkezésére.

Az ismertetett vizsgálat lényege a következő: A vizsgálat során műanyag tokozású félvezető egység (14 vezetős DIL, „dual-in-line” tokozás) vízgőzáteresztését határozták meg a következő módon:

A tokozott gyártmány felső felületéről a műanyag réteget meghatározott felületrészen koptató légsugárral eltávolították. A mikrotér ezen a felületen keresztül összekötötték egy olyan térrel, amelyben

a vízgőz parciális nyomása zérus volt (az illető térben száraz nitrogén gázt áramoltattak). A gyártmány többi része 100% relatív légnedvességű térrel érintkezett. Az adhéziós hibákon keresztül áramló és a műgyanta tokon átjutó vízgőz mennyiségét elektrolitikus nedvességmérővel határozták meg. A P_t teljes vízgőzáteresztésből az adhéziós hibákat reprezentáló nyílásokra jutó P_1 értéket úgy kapták meg, hogy külön meghatározták a műanyagtok P_m vízgőzáteresztését, és P_t -ből kivonták a P_m értéket. A P_t , P_m és P_1 permeációs sebességértékeket 10^{-6} g/hét egységben az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Műanyagtokozású félvezető alkatrész vízgőzáteresztése
(10^6 g/168 ó)

A tokozóanyag	P_t	P_m	P_1
Epoxi/anhidrid kód: E	85	55	30
G	48	36	12
L/B	160	80	80
Epoxi/novolakk kód: M	350	250	100
Szilikon kód: J ₁	1500	500	1000
J ₂	650	350	300
J ₃	650	570	80
Szilikon „back filling” J ₄	400	450	– 50

P_1 permeációs sebesség az adhéziós hibákon át,
 P_m permeációs sebesség a műgyantán át,
 $P_t = P_m + P_1$.

Megjegyzés: A táblázatban szereplő „back filling” technika azt jelenti, hogy a normál szilikon-gyanta tokozást még vákuumimpregnálásnak vetették alá. Ennek célja az volt, hogy az adhéziós hibákat zérusra csökkentse (P_1 negatív értéke a két külön mérés együttes hibájából adódik, az utóimpregnálás végeredményben megszüntette az adhéziós hibákat).

A táblázatból képet kapunk a vízgőzáteresztés nagyságrendjére. Szembetűnő, hogy a műgyanta vízgőzáteresztését reprezentáló P_m értékek jelentős hányadot képviselnek a P_t értékekben. A műgyanta-

tok vízgőzáteresztését, a műgyanta permeációs tulajdonságait tehát nem szabad figyelmen kívül hagyni. (A cikk második részében ez utóbbi kérdést vizsgáljuk meg részletesebben.)

A tokozás szivárgási sebességére, diffúziós vezetőképességére vonatkozó kritériumok kérdése

Az hogy a gyakorlatban milyen adhéziós hiba, illetve annak megfelelő szivárgási sebesség, diffúziós vezetőképesség vagy az egész rendszert jellemző időállandó engedhető meg, nem egyszerűen elhatározás kérdése. A kritériumok megfogalmazásánál a kezdeti és peremfeltételeket, valamint az egyes tényezőknek a (9) összefüggés szerinti kölcsönhatását kell figyelembe venni.

A szivárgási sebesség, az időállandó megengedett (maximális) értékével kapcsolatban a következőkben bemutatunk néhány eligazodást segítő adatot:

a) A tömítésvizsgálatnál a szivárgási sebesség nagysága alapján megkülönböztetnek „gyenge” és „erős” szivárgást. Gyenge szivárgás esetén az ekvivalens szabványos szivárgási sebesség $L < 10^{-5}$ bar·cm³/s, erős szivárgásnál $L > 10^{-5}$ bar·cm³/s.

A gyenge szivárgás vizsgálatára vonatkozó előírásban [2] különböző szigorúsági fokok szerepelnek. A szigorúsági fokozat maga az időállandó (Θ). A különböző időállandókhoz a V mikrotér függvényében különböző R és L értékek vannak hozzárendelve (lásd 2. táblázatot). A 2. táblázat alapján a [2] irányelveknek és a [4] irodalomnak is megfelelően — gyenge szivárgást tételezve fel — az $L = 5 \cdot 10^{-6}$ bar·cm³/s értéket választhatjuk kritériumként. A megfelelő S diffúziós ellenállás tehát: $5 \cdot 10^{-6}$ cm³/s.

b) Az előző pontban ismertetett vizsgálatot az M219B jelű postai előírás szerint végezték el. Ebben az előírásban a vizsgált tokozásokra P_1 permeációs sebesség megengedett értékére $70 \cdot 10^{-6}$ g/168 ó-t adtak meg. Ahhoz, hogy ezzel az értékkel tudjunk mit kezdeni, egy kis számítást kell végeznünk:

A permeációs sebességnek nevezett P_1 lényegében vízgőzáram (tömeg/idő), amely a környezet és a mikrotér közötti diffúzió eredménye abban az esetben,

2. táblázat

A tömítésvizsgálat szigorúsági fokozatai [2]

Szigorúsági fokok (időállandók)								L bar cm³/s
6 ó Θ=2·10⁴ s		60 ó Θ=2·10⁵ s		600 ó Θ=2·10⁶ s		1000 ó Θ=4·10⁶ s		
V cm³	R bar cm³ s	V cm³	R bar cm³ s	V cm³	R bar cm³ s	V cm³	R bar cm³ s	
0,01— 0,1-ig	10⁻⁶	0,1— 1-ig	10⁻⁷	1,0— 10-ig	10⁻⁸	2— 20-ig	10⁻⁸	5·10⁻⁷— 1,5·10⁻⁶-ig
> 0,1	2·10⁻⁵	> 1	5·10⁻⁶	> 10	5·10⁻⁷	> 20	10⁻⁷	5·10⁻⁶— 1,5·10⁻⁵-ig
	5·10⁻⁵		10⁻⁵		10⁻⁶		5·10⁻⁷	5·10⁻⁶— 1,5·10⁻⁵-ig

amikor a vízgőz parciális nyomásának különbsége a két tér között

$$\Delta p = p_i - 0,$$

illetve a vízgőzkoncentráció különbsége

$$\Delta c = c_i - 0 = c_i.$$

p_i és c_i adott hőmérsékleten a telített értékek.

A P jelölés kissé megtévesztő, e jelölést ugyanis a permeációs állandóra szokták alkalmazni. P helyett használjuk inkább az I jelölést (I tehát a diffúziós áram — pl. g/ó-ban).

A vizsgált esetre is érvényes (5), amely szerint az I diffúziós áram:

$$I = \frac{d^2 \pi D}{4z} \Delta c = S \cdot \Delta c.$$

A fenti kifejezésbe az $I = I_{\max} = 70 \cdot 10^{-6}$ g/168 ó és a $\Delta c = c_i = 23 \cdot 10^{-6}$ g/cm³ ($T = 298$ °K-on) értékeket behelyettesítve, az $S_{\max}$ vezetőképességre az alábbi érték adódik:

$$S_{\max} = \frac{I_{\max}}{c_i} = \frac{70 \cdot 10^{-6}}{168 \cdot 23 \cdot 10^{-6}} = 0,0181 \text{ (cm}^3/\text{ó)} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ (cm}^3/\text{s)}.$$

Érdekes módon az a) pontban ismertetett $S_{\max}$ és a fenti $S_{\max}$ lényegében azonos, talán a két kritérium összehangolása folytán.

c) A kezdeti és peremfeltételek és különböző kívánalmak teljesítéséhez kis V mikroterű tokozások esetében nem biztos, hogy elegendő az L ekvivalens szabványos szivárgási sebességre vonatkozó, az a) pontban ismertetett $5 \cdot 10^{-6}$ bar·cm³/s kritériumérték. Ezt a problémát a következő példa alapján szeretnénk bemutatni:

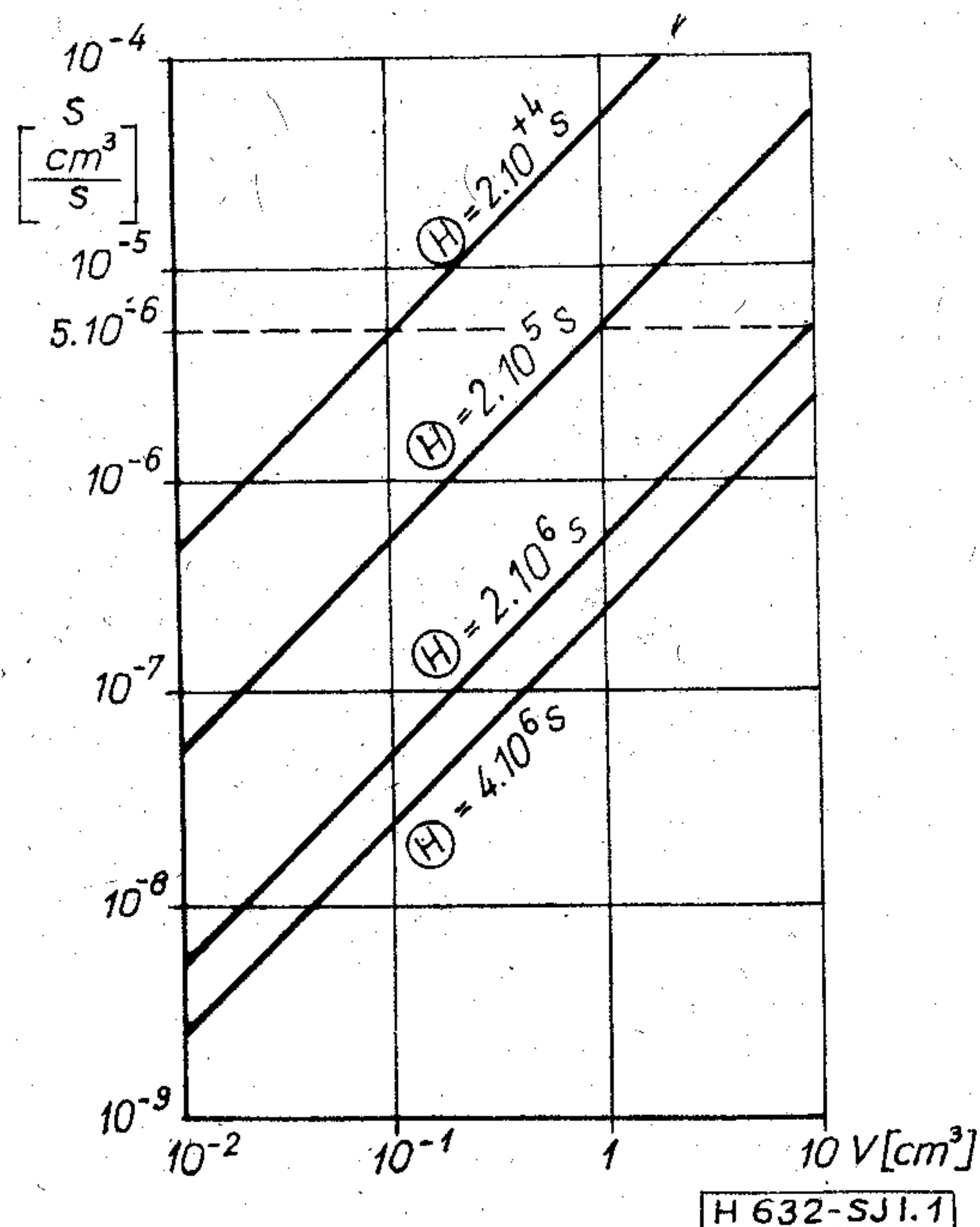
Tegyük fel, hogy adott nedves klímán vagy tartósan nedves környezetben legalább 28 napig (672 ó) kell számolni 95% relatív légnedvességgel ($T = 298$ °K-on). Kérdés: milyen legyen a tokozás $\Theta = V/S$ időállandója ahhoz, hogy a mikroterben a relatív légnedvesség 28 napig kisebb legyen, mint a kritikusnak tekinthető $\varphi_1 = 0,8$?

A kezdeti és peremfeltételek:

$$\varphi(0) = 0,5; \quad \varphi_k = 0,95; \quad \varphi_1 = 0,8; \quad t_1 = 672 \text{ ó}.$$

A $\Theta = V/S$ időállandó a (10) egyenletből kifejezve és a fenti adatokat behelyettesítve:

$$\Theta = -t_1 / \ln \left[\frac{\varphi_k - \varphi_1}{\varphi_k - \varphi_0} \right] = -672 / \ln \left[\frac{0,95 - 0,8}{0,95 - 0,5} \right] = 672 / 1,1 = 611 \text{ (ó)}.$$



1. ábra. Az S diffúziós vezetőképesség a mikroter V térfogatának függvényében, különböző Θ időállandó-értékeknél

Az 1. ábrán a [2]-ben szereplő időállandókhoz tartozó $S(V)$ függvényeket ábrázoltuk (lásd a 2. táblázatot). Az ábrából látható, hogy ha a mikroter V térfogata kisebb, mint 10,8 cm³, a tokozás L ekvivalens szabványos szivárgási sebességének kisebbnek kell lennie, mint az előzőekben kritériumként szóba kerülő $5 \cdot 10^{-6}$ bar·cm³/s ahhoz, hogy a $\Theta = 600$ ó időállandót biztosíthassuk.

A (9) és (10) kifejezés segítségével a gyakorlat igénye alapján sokféleképpen feltehető kérdésre lehet választ kapni. Az adhéziós hibák következményeit meghatározó tényezők szerepének vizsgálatára az [1]-ben bemutatott számítási példák is jól felhasználhatók.

I R O D A L O M

- [1] Sulyok J.: Tokozások gázszivárgása következményének számítása. HÍRADÁSTECHNIKA, 1979. 1. sz.
- [2] IEC 68—2—17, Test Q; MSz 8888/15. és 16.; KGST 9010-es vizsgálati módszer
- [3] Sulyok J.: Diffúziós folyamatok tanulmányozása villamos analógiák segítségével. Finommechanika-Mikrotechnika, 17/1978/5. sz.
- [4] Harrison, I. C.: Control of the Encapsulation Material. Microelectronics and Reliability, 1977

Az integrált áramkörök fém-kerámia tokozásának technológiai problémái és perspektívái

ETO 621.3.049.77—213.3—033.78

1. Bevezetés

A félvezető eszközök tokozására, egészen a hatvanas évek közepéig (az IC gyártás megjelenéséig) döntő módon a fém-üveg vagy a műanyag tokozást alkalmazták.

A klasszikus fém-kerámia tokozás előnyei csak kivételes esetekben, elsősorban az erősáramú félvezető eszközök egy részénél egyenlítették ki a felmerülő költségtöbbletet. Tokonként 20–30 kivezető felett azonban ez a helyzet megváltozott, mert ilyen esetben a kerámia tokozás adta előnyök ma már kompenzálják az anyagi hátrányokat.

A fém-kerámia tok szerkezetek időközben az elektronikai ipar más területein is (vastagréteg áramkörök, vékonyréteg áramkörök, hibrid áramkörök stb.) rendkívül elterjedtek. Tanulmányunkban ezért összefoglalóan áttekintjük az ilyen célra alkalmazott szerkezetek előállítási technológiájának helyzetét és alkalmazási területét különös tekintettel az IC gyártásban alkalmazott fém-kerámia szerkezetekre.

2. Alapkonstrukciók

A legegyszerűbb fém-kerámia tokozásnak az általánosan ismert *DIP tokozást* tekinthetjük, melynél a felső határt a tokonként kb. 20 kivezetőben és tokonként egy chip-ben jelölhetjük meg. Az ennél bonyolultabb félvezető elemeknél (20–50 kivezetőig) a *fémezett síktokozást* használjuk, mely még nem

kívánja meg a kerámiahártya technológia alkalmazását, csupán a fém-kerámia kötésben való jártasságot.

Ennek elvét az 1. ábra mutatja.

Maga a tok itt egy olyan sík (rendszerint már tömörre szinterelt) kerámia lapra van felépítve (ezért síktokozás), melyre valamilyen alkalmas eljárással fémezett kivezetőket visznek fel, azt ráégetik, majd a felületet a belső és külső részek szabadon hagyásával üvegrománcsal fedik be.

A félvezető morzsát (chip-et) a középső üregbe arannyal vagy üvegrománcsal ragasztják be. Az áramkör végeit a kivezetőkkel összekötik, ezek külső végéhez pedig fémhuzalokat forrasztanak. A tokot rendszerint KOVAR-gyűrűvel és lappal zárják le.

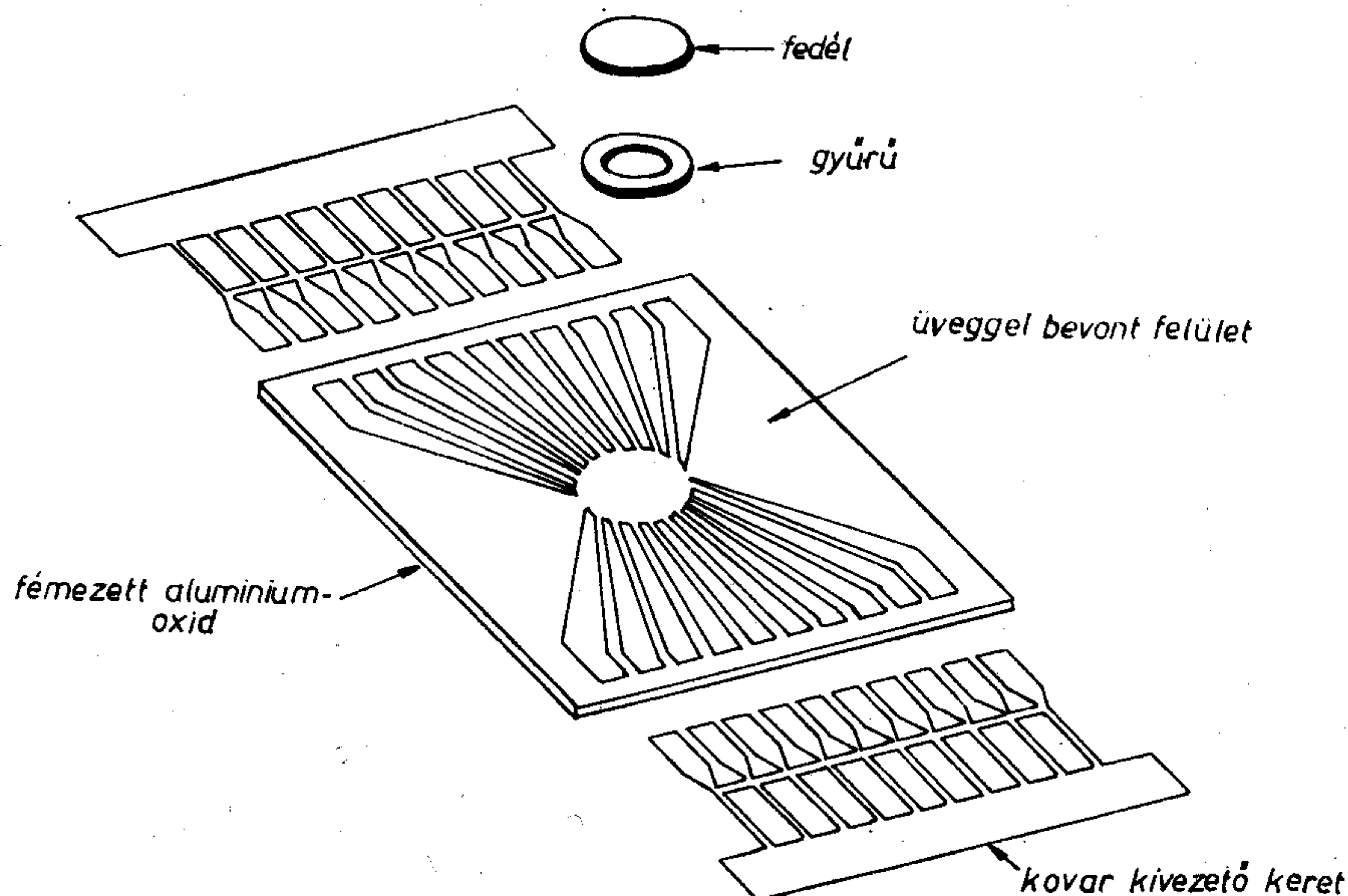
Az ún. *rétegtokozás* (többrétegű tokozás), háromdimenziós szerkezetű.

A *legegyszerűbb rétegtoknál* (1) az egyedi funkciójú rétegeket egymást követő lépésben építik fel a szinterelt kerámia lapra (2. ábra) a vastagréteg-technológiában szokásos módszerekkel.

Az ilyen tokozás folyamatábráját a 3. ábrán tüntettük fel.

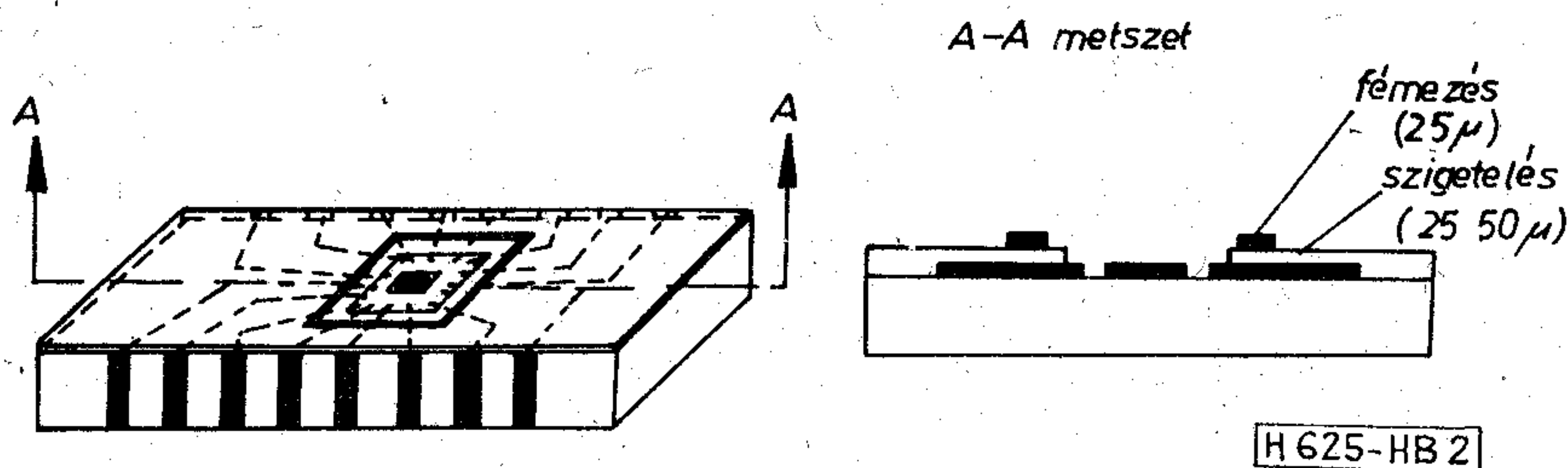
Szigetelőként általában 1000 °C alatt beégethető üveget vagy más szigetelőanyagot (vitrokerámiát, alumíniumoxidot stb.) alkalmaznak.

Az eljárás alkalmazhatósága korlátozott, mert szilíciumomással 25–50 µ-nál vastagabb réteg nehezen készíthető, és az egymás felett levő rétegek száma sem növelhető 3–4 réteg fölé.

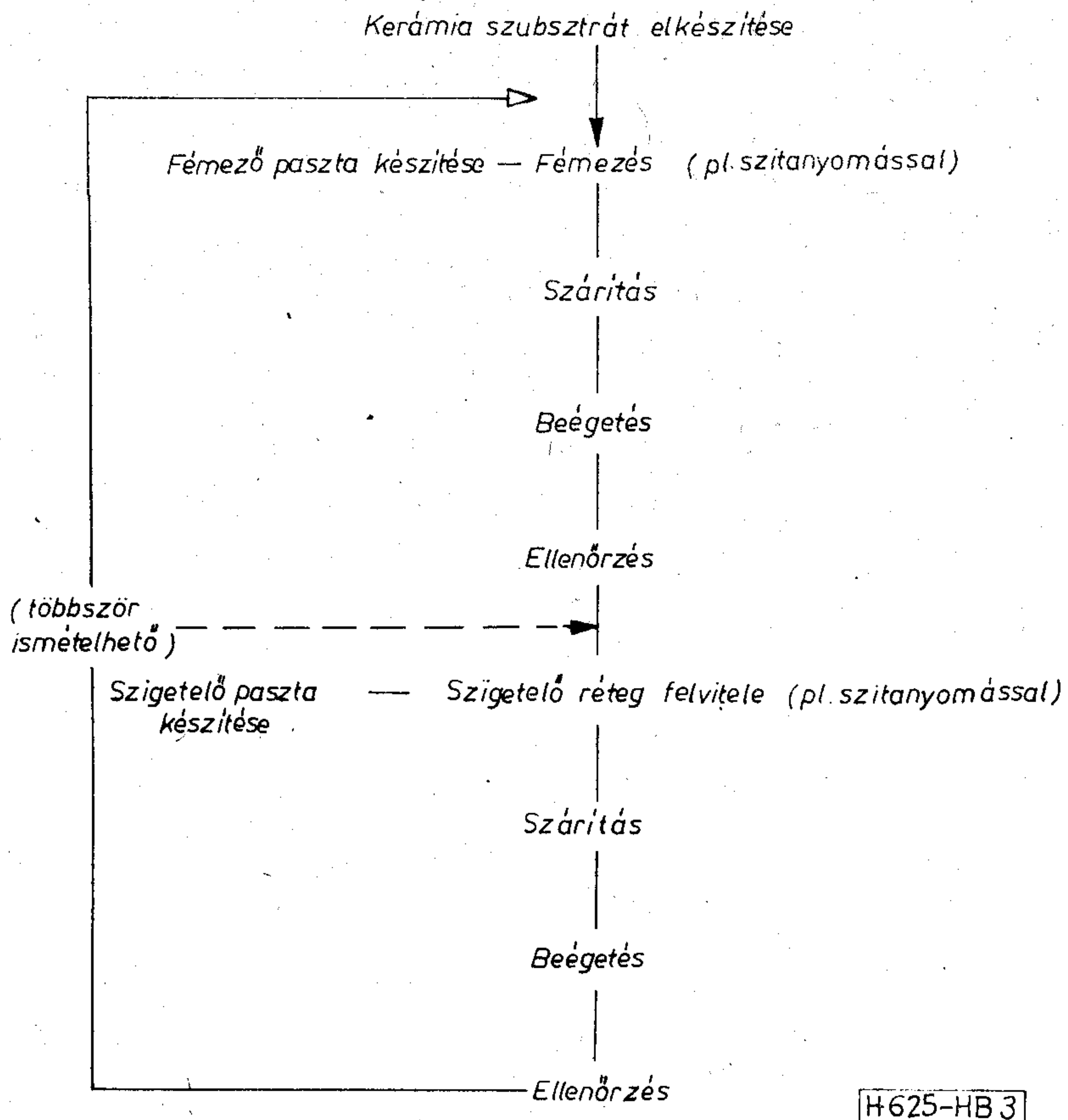


1. ábra

H625-HB 1



2. ábra. Az egyszerű rétegtok felépítése



3. ábra. Az egyszerű rétegtok készítésének folyamatábrája

A laminált rétegtokok alkalmazása esetén az alapvető különbség az, hogy a szerkezetet szinterelés előtt fémzett nyers rétegek egymásra rétegezésével alakítják ki.

Így olyan egységes szerkezet alakul ki, melyben a végső izzítás után az egyes rétegek már nem különböztethetők meg egymástól, ahogy azt a 4. ábra mutatja.

A technológiai folyamat lépései a következők:

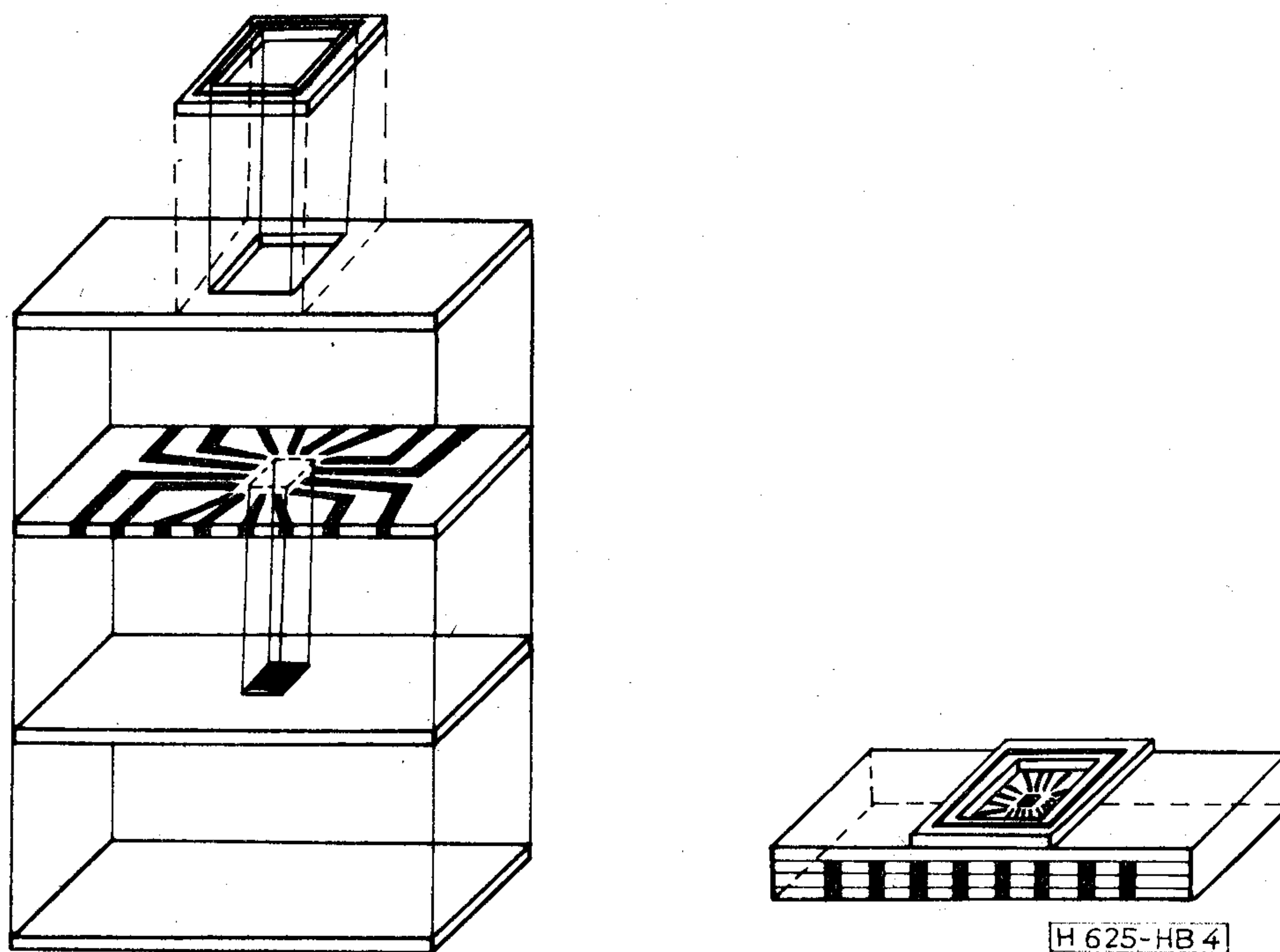
kerámiahártya készítése,
méretrevágás,
fémkivezetések elkészítése szitanyomással az egyes rétegeken,
laminálás (a rétegek összeillesztése és adhéziójának biztosítása) és
szinterelés.

A szinterelési folyamat helyes véghezvitele ezen eljárásnál egyszerre több kérdést old meg:

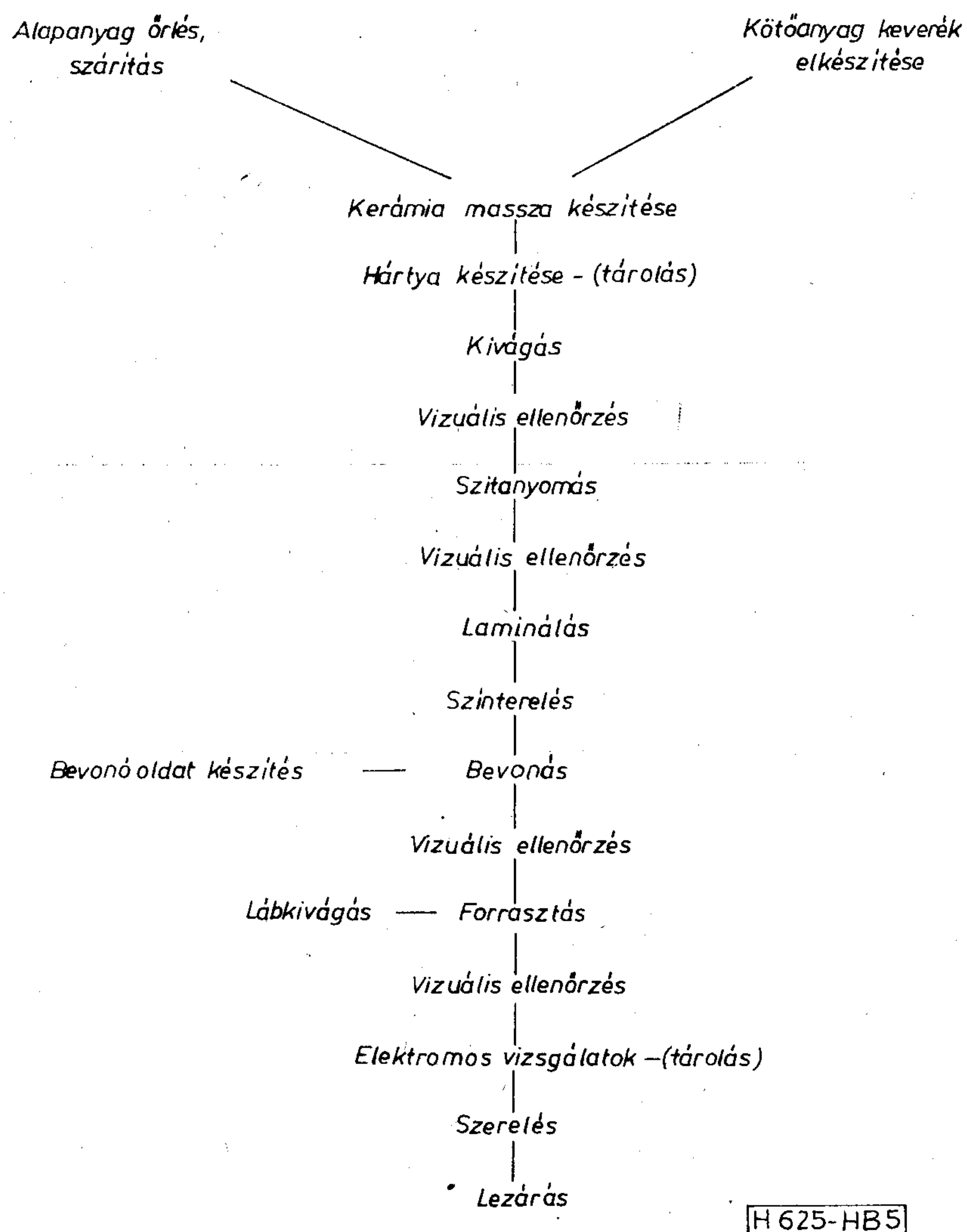
a fémzőpaszta és a hártvakészítéshez alkalmazott szerves anyagok eltávoznak,
a kerámia zsugorodik, a pórusok eltűnnek,
a fémzőpaszta vezetővé válik és
a kerámia—fém kötés kialakul.

A kerámiaanyag kiválasztásánál lényeges szempont (2), hogy az egységnyi térfogatra eső fémkivezetések számának növelésével a hőleadás, a hőelvezetési sajátságok, a szerkezet mechanikai szilárdsága, valamint az elektromos tulajdonságok egyre fontosabbá válnak. A gazdaságossági, technológiai és egyéb szempontokat is figyelembe véve a követelményeknek legjobban a magas (90—97%) alumíniumoxid tartalmú kerámiaanyagok felelnek meg.

A felhasználható fémzőanyagok minőségét alapvetően az a tény határozza meg, hogy a fémzés és a kerámia azonos hőkezelésnek van alávetve. Ez a hőmérséklet általában 1400 °C felett van. Emiatt csak magas olvadáspontú fémek használhatók, melyek



4. ábra. A laminált rétegtok felépítési elve



5. ábra. A rétegtok készítésének folyamatábrája

hővezető képessége azonban kisebb, mint az ezüst, arany vagy réz hővezető képessége.

A rétegtok készítmény technológia folyamatábráját az 5. ábrán mutatjuk be (3).

Az egyszerű síktokok készítésekor a 3. ábrán feltüntetett technikai folyamatok közül csak egyeseket alkalmazunk, másokra nincs szükség.

3. Technológiai problémák

3.1. A kerámiahártya-készítés és laminálás problémái

A rétegtokkészítéshez szükséges 0,001–2 mm vastag kerámiahártyákat a kerámiaiparban korábban szokásos préselési eljárással technológiai okok miatt már nem lehetett előállítani. Vékony kerámiahártyák előállítása esetén viszont nem szükséges költséges présszerszám készítése és így a kis darabszámú, s különböző méretű szinterelt lapkák készítése ezen eljárással lényegesen egyszerűbb és olcsóbb, így a hártvakészítést ma már olyan esetekben is alkalmazzzák, ahol a kerámialapka megformázását más eljárással is elvégezhetjük, de kis darabszám mellett ez a nagy szerszámköltség miatt nem kifizetődő (l. később).

A hártvakészítési folyamat részleteiről viszonylag kevés publikáció jelent meg, a legtöbb ezek közül is szabadalom (5–20). A legegyszerűbb kötőanyag-rendszerekről és követelményekről Thompson (19) ad átfogó ismertetést, míg Shanefield és Mister (21–22) a hártvakészítési folyamat részleteit tekinti át. Ez utóbbi szerzők megállapították, hogy a folyamatban

nagyon fontos az egyes paraméterek közti helyes egyensúlyt megtalálni, ezért minden egyes fázis ellenőrzésére figyelmet kell fordítani. A hártvakészítés folyamatábrája a 6. ábrán látható.

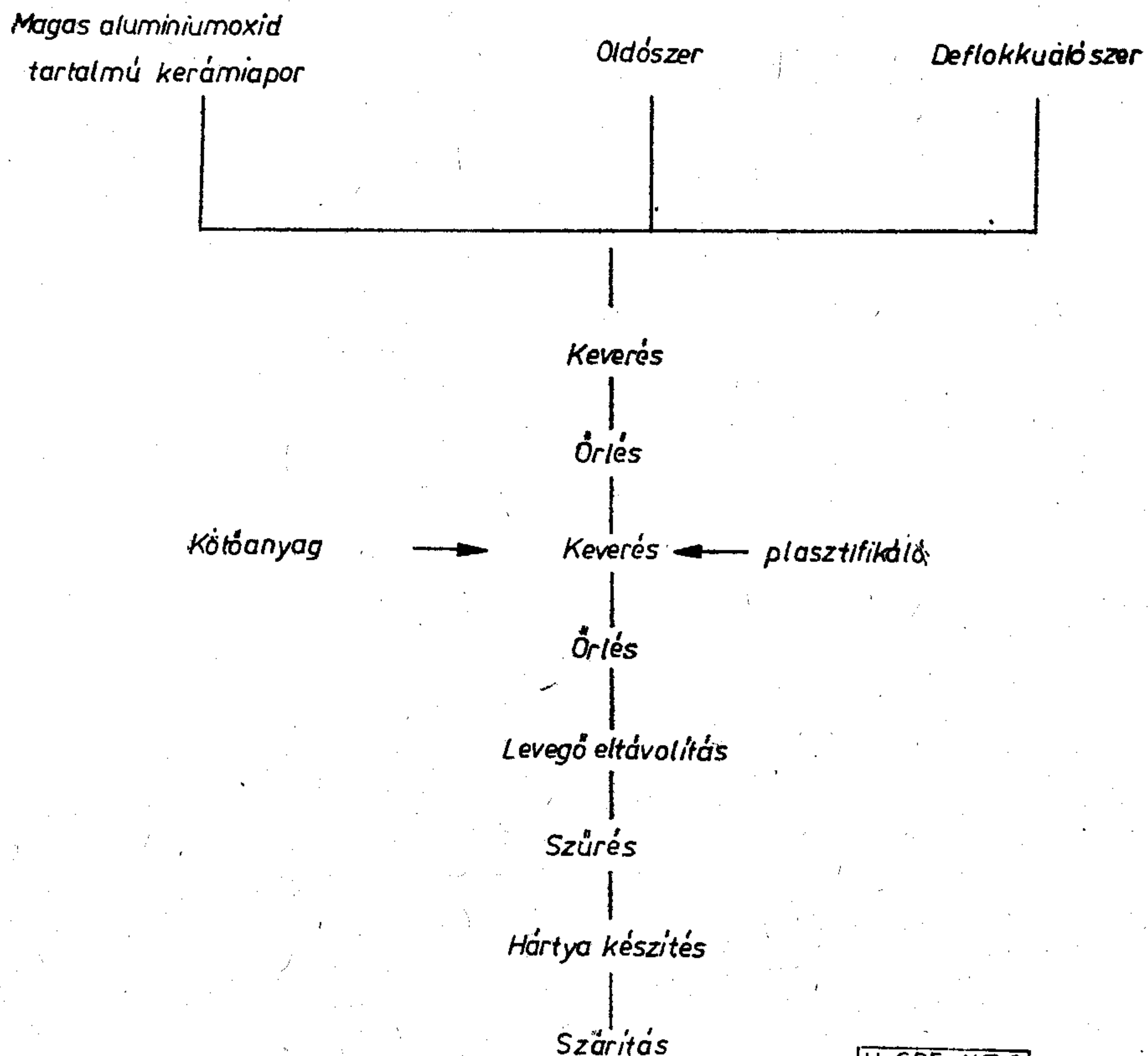
A folyamat első lépéseként kerámiamasszát kell készíteni, mely kerámiaporból és segédanyagokból (oldószer, deflokkualószer, kötőanyag, pasztifikáló anyag) álló, sűrű szuszpenzió. A segédanyagok a hártvakészítéshez nélkülözhetetlenek, azonban a szárítási és égetési ciklus alatt eltávoznak a rendszerből.

Az égetett szubsztrát tulajdonságai (elektromos, mechanikai, felületi stb.) így elsősorban a kiindulási kerámiaportól függenek.

A segédanyagokat — oldhatóságukat figyelembe véve — két csoportra osztják: vizes és szerves bázisú adalékrendszerek.

Egyes irodalmi adatok szerint a vizes adalékrendszerek különösen alumíniumoxid alapú kerámiapor esetén nem adnak megbízható eredményeket (4), más adatok szerint a vizes közeg is mindenfajta kerámiapor esetén ajánlható.

A vizes rendszerekben a kötőanyagok koncentrációja általában 1–6%, a pasztifikáló anyagoké 2–10%, nedvesítő és/vagy deflokkualó ágensé, 0,001–2% és az oldószeré 8–20% (19). A kötőanyag és oldószer arányát a kerámiaanyag tulajdonságai, szemcse-eloszlása és a hártva vastagsága szabják meg. A szárítás egyszerű, mivel a gőzök a szabadba vezethetők. A kiszáradt, kész nyers hártva elég öntartó és pasztikus ahhoz, hogy nagyobb lepedőkbe feltekercselve, egymástól szűrőpapírral vagy védőfilmmel elválasztva akár tartósan is tárolják.



6. ábra. A kerámiahártyák készítésének folyamatábrája

Szerves rendszerek esetén csupán a kötőanyag-plasztifikáló arány módosul, a többi alkatrész nagyjából azonos a vizes rendszerrel. Ebben az esetben azonban az elkészített hártát mindig két indifferens műanyag hártya közé kell rétegezni. A legfontosabb *segédanyagok* a deflokkuáló szerek, a plastifikáló anyagok, a különböző oldószerek és a nedvesítést elősegítő anyagok.

A deflokkuálás elmélete még nem teljes mélységében kidolgozott, ezért nincs kellő alap a deflokkuáló szer biztonságos elméleti kiválasztásához. Ez ma elsősorban kísérletek alapján dönthető el.

A deflokkuáló szer abszorbeálódik az alumínium-oxid felületén, megakadályozza a részecskék agglomerációját, elősegíti a szilárd por diszpergálódását, ezáltal a szuszpenzió kevésbé viszkozus és könnyen kezelhetővé válik.

Shanefield és Mister (21) szerint a deflokkuáló hatást szterikus gátlás, más elméletek szerint töltéshasonlítás okozza. Többféle deflokkuáló szert összehasonlítva megállapították, hogy a szén—szén kettős-kötés és észtercsoport jelenléte, valamint legalább 360-as molekulasúly szükséges a kielégítő eredményhez. Irodalmi adatok szerint szerves közegben a természetes halolajok, elsősorban a menhaden halolaj hatásos, vizes közegben viszont ammónium-poliakrilát (Darwan C) alkalmazható a legelőnyösebben. A deflokkuáló szert az őrlési folyamat kezdetén kis részletekben kell adagolni, túladagolása nem kívánatos. A megfelelő mennyiségű deflokkuáló szer kevesebb oldószert adagolása mellett is önhetővé teszi a masszát, s ezzel a zsugorodást és repedést csökkenti a szárítási folyamat alatt.

A kötő- és plastifikáló anyagok alkalmazásának célja, hogy az oldószert elpárolgása után a még ki nem égetett hártya szilárd és flexibilis legyen. Optimális koncentrációjuk általában 8—11%, de legjobb a 3%. Hosszú szénláncokat tartalmazó, belsőleg lágyított kötőanyag alkalmazása esetén a plastifikáló mennyisége csökkenthető vagy teljesen elhagyható.

Az oldószernak alacsony forráspontúnak és kis viszkozitásúnak kell lennie. Oldania kell a kötőanyagot, a plastifikálót, a nedvesítő és/vagy deflokkuáló anyagokat, és nem reagálhat a kerámiaporral.

A nedvesítő és habzásgátló adalékokat elsősorban vizes rendszerekben alkalmazzák. A nedvesítő elősegíti a kerámiapor kötőanyaggal való nedvesítését és a massa szétterülését öntés alatt. Alkalmazása nélkül a keverék homogenizálása sokkal hosszabb időt vesz igénybe. Megakadályozza a túlyukképződést, s biztosítja a massa egyéges viszkozitását.

A habzásgátló különösen erősen habzó kötőanyag (pl. polivinilalkohol) használata esetén szükséges. Ilyen pl. az oktilalkohol.

Kis mennyiségű habzásgátló alkalmazása indokolt, túlzott adagolása azonban a kívánttal ellentétes hatást is eredményezhet.

A massa készítéséhez a kerámiaport és a segédanyagokat elegendő ideig együtt őrlik, míg a keverék teljesen homogén, festékszerű szuszpenzióvá nem válik. Ha a hártát késes nyújtási módszerrel készítik (l. később), őrlés után a masszából az oldott levegőt vákuumszivattyúval eltávolítják. A masszát ezután szűrik, majd a hártát a később ismertetendő módszerek valamelyikével elkészítik.

A felhasználható segédanyagrendszerekről — az irodalmi források megjelölésével — az 1. táblázatban adunk összefoglalót.

A kerámiahártát a kerámiamasszából többféle módon alakíthatják ki. Vastagabb rétegeknél olcsóbb rétegezési módszereket alkalmaznak pl. extrudálás, szétterítés vagy nyújtás. Ezen módszereknél azonban a rétegvastagság ingadozása nagy. Egyenletes rétegvastagságú hárták kialakítására kétféle eljárás terjedt el (4): a késes nyújtási (vagy szalagöntési) módszer és a kalanderezési eljárás.

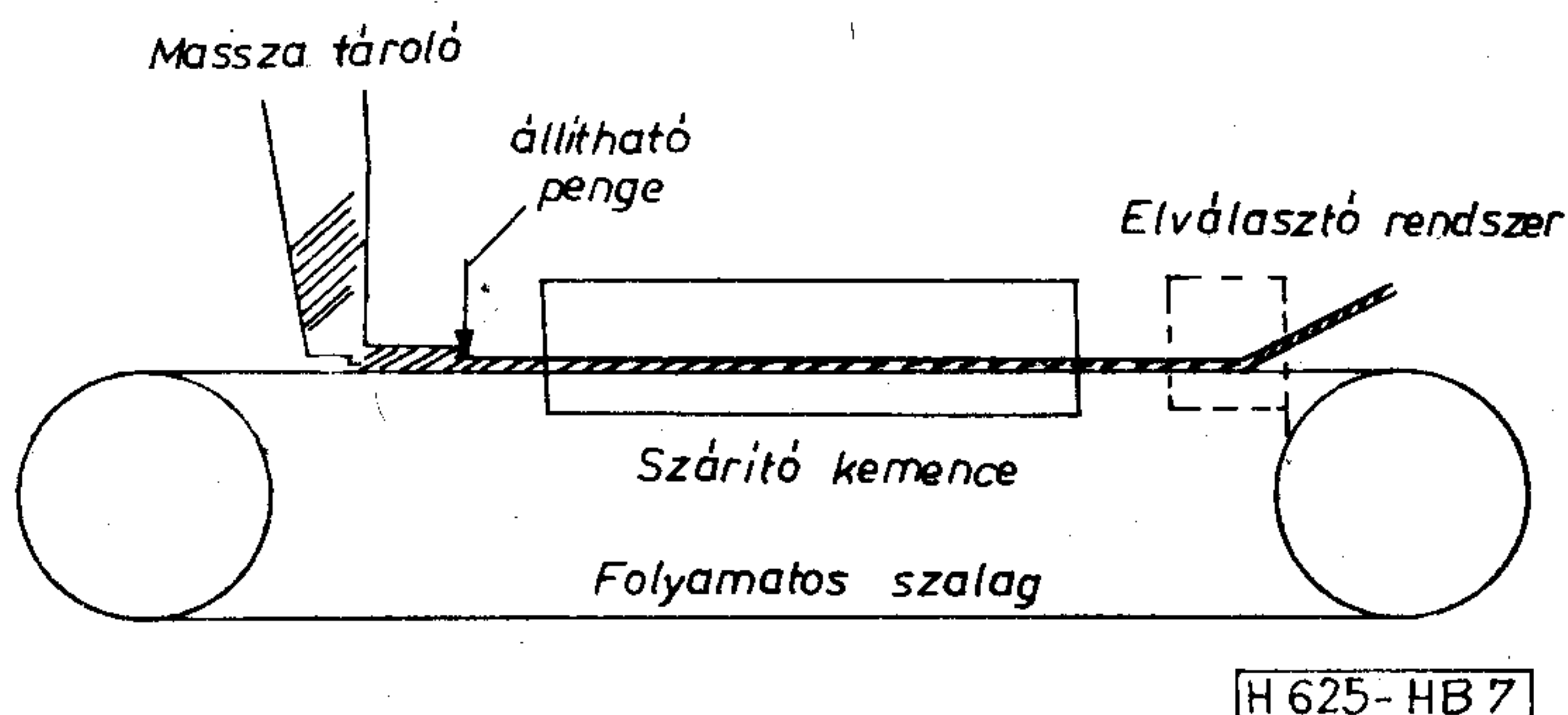
A késes nyújtási módszer mai ismereteink szerint a legegyszerűsebb, de vékony, viszonylag nagy felületű réteg előállítására alkalmas. A folyamatot sematikusán a 7. ábrán mutatjuk be.

A gondosan beállított viszkozitású és sűrűségű, majd vákuumszivattyúval buborékmentesített masszát olyan tartályba helyezik, melynek kifolyónyílása alatt végtelenített hordozószalag halad el. Erre a szalagra folyik rá a massa a tartály kifolyónyílásán keresztül, melynek szélessége a végtelenített hordozószalag szélességével azonos, vastagságát a szalag felett elhelyezett, felülről mikrométerrel állítható helyzetű penge (él, kés) szabja meg. Miután az oldószert a szárítókemencében elpárolgott, a megszáritott réteget a szalagról leválasztják és méretre vágják.

A módszer egyik hátránya, hogy öntés közben lehetőség van a nagyobb szemcsék kiülepedésére. Szinterelés alatt ez a hártya vetemedését okozza, mivel a felső és alsó rész különbözőképpen zsugorodik. Ezt úgy lehet kiküszöbölni, hogy két hártát egymásnak háttal ragasztanak össze.

A szárított nyers hártya viszonylag kis sűrűsége miatt a szinterelést magasabb hőmérsékleten kell elvégezni.

Az elérhető maximális rétegvastagság 1,2 mm, mivel a csak egyik felületről száradó hártya teljes



7. ábra. A késes nyújtási módszer elvi vázlata

Kötőanyag	Plasztifikáló	Oldószer	Deflokkulációszer	Nedvesítő
metilcellulóz /4/	triethylenglikol /19/ glicerín /4/	víz /4/		
polivinilalkohol /11/	triethylenglikol /19/ glicerín /11/	víz /11/		
nitrocellulóz /4/	etiloxalát dibutil- ftalát /19/	xilol v. aceton /4/		
poli-n-butil metakrilát /19/	dibutil-ftalát /19/	xilol v. aceton /19/		
polisztirol /4/	dioktil-ftalát v. trikrezitfoszfát /4/	trikloretilén /4/		
etilén-vinilacetát kopolimer /4/	dioktilftalát /4/	trikloretilén /4/		
polivinilklorid /24/	triethylenglikol di-2-hexoát /24/	xilol, toluol aceton /4/		
polivinilbutirál /8, 9, 25, 26/	triethylenglikol hexoát /8, 26/ polietilén glikol /25/ glikol + n hexil alkohol kevert ftalát észter /9/	, /toulol/ etilalkohol + trikloretilén /19, 26/	zsírsavak /9, 26/ benzol-szul- fonsav, termé- szetes halolaj /9/	alkiléter polietilén- glikol /8/
cellulózacetát butirál /5/	dimetilftalát /5/	aceton /5/		polietilén glikol alkiléter /5/
vinilklorid acetát /13/	butilbenzil- ftalát /13/	metil, etil keton /13/	alginát /13/	etilfenil glikol /13/

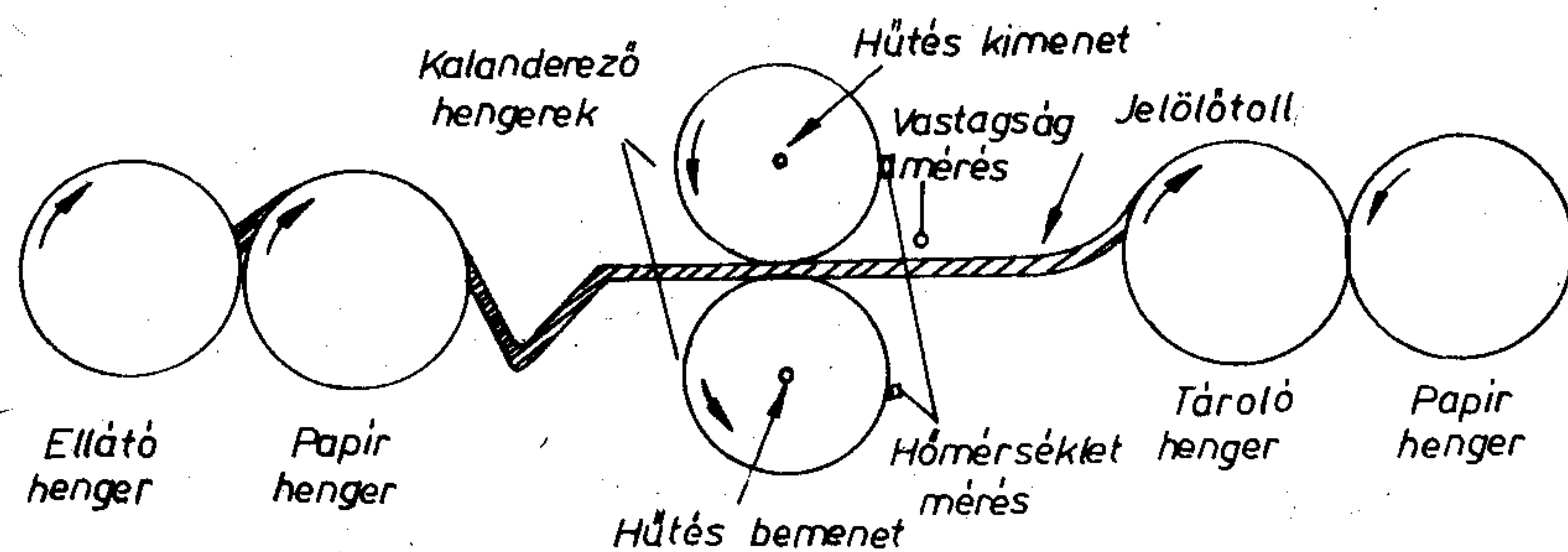
H 625-HB 1T

vastagságában repedezés nélkül ennél vastagabb méretben nem szárítható ki.

Vékony egyenletes felületű kerámiahártya készítésére a kalanderezés is alkalmas. A folyamatot sematikusan a 8. ábrán mutatjuk be.

A kerámiaporral töltött termoplasztikus anyagból

először extrudálással szalagot készítenek, majd a szalagot a kalanderező gép hengerei között többször átengedik, míg eléri a kívánt rétegvastagságot. A kerámiahártya vastagságát a hengerek közti távolság beállításával szabályozzák. A kalanderező lépés után a szalag vastagságát folyamatosan mérik. A hő-



H 625-HB 8

8. ábra. A kalanderezési eljárás sematikus ábrája

hőmérséklet a plasztikusságot nagymértékben befolyásolja, s ez pedig megszabja az egy lépésben elérhető vastagságsökkenést. Ezért a hengerek hőmérsékletét hűtéssel szabályozni kell (általában 20 és 30 °C között ± 2 °C pontossággal). A magas kerámia-tartalom miatt a plasztikus szalag viszkozitása nagy (10^3 P). Ezért a hengereket megfelelően nagy erővel kell egymáshoz szorítani (6 t/m^2). Egyenletes rétegvastagságot csak több, egymást követő kalanderező lépéssel és megfelelő hőmérséklet-szabályozással lehet elérni. A módszer ugyan bonyolultabb a késes nyújtási módszernél, a vele előállítható termék minősége azonban kedvezőbb. A nagy munkanyomás következtében a nyers sűrűség 60–70%-a a szinterelt sűrűségnek anélkül, hogy speciális előégetést vagy őrlést alkalmaznának. Előnyt jelent az is, hogy a nagyobb sűrűség miatt kisebb a zsugorodás, vete-medésre kevésbé hajlamos és a szinterelési hőmérséklet is alacsonyabb. Kevesebb kötőanyag alkalmazható, mint a késes nyújtási módszernél, ezért annak kiégetése is könnyebben megvalósítható. Ezen kívül ezzel a módszerrel a szalagöntésnél lényegesen vastagabb hártya is készíthető.

A nyers kerámiahártya tulajdonságait Gardner és Nufer (16) vizsgálták. Vizsgálataiknál feltételezték, hogy a hártya erősen töltött termoplasztikus anyagnak tekinthető, ezért a polimerek tanulmányozásánál bevezetett fiziko-kémiai módszerek ebben az esetben is alkalmazhatók. Kísérleteikben kétféle szemcseméretű (1μ és $4\text{--}5 \mu$) alumíniumoxidot használtak, a kötőanyag polivinilbutirál-gyanta volt. Megállapították, hogy a hártya tulajdonságait elsősorban a szerves kötőanyag mennyisége és minősége, a kötőanyag és a plasztifikáló anyag aránya, valamint a kerámiapor szemcsenagyság eloszlása határozza meg. A rugalmassági tulajdonságok, ill. a nyúlás ismerete elsősorban a mérettartás és kezelhetőség miatt lényeges. A finom szemcseméretű alumíniumoxidot tartalmazó hártya jóval rugalmasabb, mint a nagyobb szemcseméretű porral készített. A kötőanyag mennyiségének növekedésével, valamint a kötőanyag-plasztifikáló arányának növelésével a szilárdság növelhető.

A nyers (ki nem égetett) kerámiahártya (melyet az angol szakirodalomban „green tape”-nak neveznek) a fém—kerámia tokozáson kívül még számtalan más helyen nyer alkalmazást (chip kondenzátorok, vastagréteg áramkörök hordozói, vékonyréteg áramkörök stb.), melyek részletesebb ismertetése azonban nem képezi közleményünk tárgyát.

A rétegtokok (vagy síktokok) készítésénél a megfelelő vastagságú kerámiahártýából a bőrparban használatos kivágószerszámokhoz hasonló szerszámok segítségével a kívánt alakú kerámia idomokat kivágják, majd azokat egymásra rétegezve hő és nyomás (vagy ragasztóanyag) alkalmazásával egyesítik. Ezt a folyamatot nevezzük *laminálásnak*, függetlenül attól, hogy az egyesített hártýarétegek felületén van-e szitanyomásos fémezés vagy sem. Gardner és Nufer (16) a laminált kötéserősség vizsgálata során olyan egyenletet találtak, melynek alapján a kötéserősség megjósolható. Eszerint

$$B = K_1 + K_2 \ln POt$$

ahol

B	kötéserősség,
K_1, K_2	empirikus konstansok,
P	laminálási nyomás,
O	laminálási hőmérséklet,
t	laminálási idő.

A K_1 és K_2 konstans értéke több tényezőtől függ. A kötőanyag-tartalom növekedésével a kötéserősség növekszik. Az 50–50%-os finom, ill. nagyobb szemcseméretű por alkalmazásával érhető el a legnagyobb kötéserősség. Az összenyomhatósági tulajdonságok alapvető fontosságúak a laminálás során. A kompresszibilitás csökkenésével a hártýák mindinkább kitöltik a rendelkezésre álló teret.

A laminálás után, mint ezt később részletesen tárgyaljuk, több fokozatú izzítás következik. Az izzítási folyamat első szakaszában történik a kötőanyag kiégetése. Ha a hártya permeabilitása (gázáteresztő képessége) kicsi, a gőzökből származó nyomás túlszárnyalhatja a kötéserőt, s a rétegek elválnak egymástól, vagyis szoros összefüggés áll fenn a kötéserősség és a permeabilitás között is. Vizsgálatok szerint a permeabilitás logaritmus lineáris összefüggésben van a porozitással.

A hártya porozitásváltoztatásának egyik módja a kötőanyag-mennyiségének változtatása, amely természetesen a zsugorodás mértékét is befolyásolja.

A legkisebb porozitást úgy lehet elérni, ha 25% finom és 75% nagyobb szemcseméretű por keverékét alkalmazzák. Az előizzított laminált hártýakomplexum végső szerkezetét a szintereléssel nyeri el.

A gyártási paraméterek megváltoztatása a kerámiahártya és így az egész tokszerkezet tulajdonságára is hatást gyakorol, melyek ellentétesek is lehetnek, azaz valamely tulajdonságban előálló kedvező változás egy másik tulajdonság romlását vonhatja maga után. Így nyilvánvaló, hogy a gyártási paraméterek összessége minden esetben a kívánt célt szem előtt tartó kompromisszumot takar.

3.2. A fém—kerámia kötés problémái

A tokkészítés fontos művelete a kerámia fémezése. Mind a nyers hártya, mind a szinterelt szubsztrát fémezésének legelterjedtebb módszere a szitanyomás, ezenkívül azonban különleges esetekben más módszereket (szórás, felkenés, párologtatás, fotolitográfia stb.) is alkalmazhatnak. A fémezőpaszta fémporból, valamint különböző segédanyagokból áll. A deflokkuáló szer használatának szükségessége még nem bizonyított. Kötőanyagként általában cellulózszármazékokat, oldószerként szitanyomásnál magasabb forráspontú oldószert vagy oldószerkeletet alkalmaznak, míg a többi eljárásnál az illékonyabb oldószerek a megfelelőek. A nedvesítő ágens alkalmazása azért fontos, hogy egyenletes eloszlású pasztát lehessen készíteni. A szitanyomás elősegítésére szoktak még tixotropizáló adalékot is alkalmazni. A fémpor kiválasztása nagy körültekintést igényel, részben a szinterelési és hőtágulási, részben a fém—kerámia kötés szempontjából. Lényeges, hogy a fém és kerámia hőkiterjedése közel legyen egymáshoz. Ezt a követelményt azonban vékony, duktilis fémrétegek alkalmazásával enyhíthetjük.

A fémzéshez felhasznált fémek tulajdonságai

Anyag	Op., °C	Fp., °C	El. ell. (μ ohmcm)	Hőkitérjedés 10 ⁻⁶ /°C	Szinterelés at	Kötéserősség
Kerámia	1700	—	—	5,5—6,5	levegő, red.	—
Ezüst	961	2210	1,6	19,1	levegő	gyenge
Arany	1063	2970	2,2	14,2	levegő	gyenge
Réz	1083	2600	1,7	17,0	redukáló	gyenge
Palládium	1552	4000	10,8	11,0	levegő	gyenge
Platina	1759	4410	10,6	9,0	levegő	gyenge
Rhodium	1960	4500	4,7	8,5	levegő	közepes
Iridium	2442	5300	5,3	6,5	levegő	közepes
Molibdén	2610	4800	5,2	5,4	redukáló	erős
Wolfram	3410	6700	5,5	4,5	redukáló	erős

A fémzéshez felhasználható fémeket és tulajdonságaikat a 2. táblázat tartalmazza. Ezeket általában vagy tisztán vagy fémporkeverékként (pl. PdAg, AgPts, Mo-Ti stb.) alkalmazzák.

Laminált rétegtokszerkezet esetén a nyers hárttyát először kivágják, majd fémzik, végül laminálják. Ez esetben a fémzés és a kerámia ugyanazon hőkezelési folyamatban szinterelődik. Síktokszerkezet esetén ez két különböző izzítási folyamat. A kerámiák többsége (különösen a magas alumíniumoxid tartalmú) 1400 °C feletti hőmérsékleten *szinterel*, ezért rétegtokszerkezet esetén ezüst és réz jó hővezető-képessége ellenére sem használható (síktokszerkezeteknél igen).

A nemesfémrendszerek (Pd vagy Pt) fő előnye, hogy a velük végzett műveletek könnyen beilleszthetők a rétegtechnológiába, hátrányuk a magasabb ár, gyengébb vezetőképesség és kötéserősség.

A magas olvadáspontú nem nemesfémek fajlagos ellenállása kisebb, alkalmazásuk esetén a hermetikus zárás könnyebben megvalósítható, a kötéserősség igen magas, és a fémréteg keményen forrasztható, ez esetben azonban az izzítást semleges vagy redukáló atmoszférában kell elvégezni.

Ilyen vákuumálló fém—kerámia kötések kialakításának lehetőségeiről és mechanizmusáról összefoglaló közlemények jelentek meg [28, 29, 34], melyek részletes ismertetésére itt nem térünk ki.

A fémzőpaszta készítésénél a primer fém mindig tartalmaz kis mennyiségű módosító segédanyagot. Ennek célja lehet a nedvesítés elősegítése, a fém—kerámia kötés létrehozása és a szinterelés körülményeinek módosítása. Ilyen adalékanyag pl. a vas, a mangán, a különböző szilikátok, kis mennyiségű alumíniumoxid, szilíciumdioxid, kalciumoxid vagy ezek keveréke. Ha adalékanyagot nem alkalmaznak, a fém és a kerámia között nem alakul ki átmeneti réteg, s így gyenge lesz a kötés.

Ugyanakkor az adalékanyag rontja az elektromos vezetőképességet, a hőkitérjedési együtthatót, a hőlökésállóságot, ezért mennyiségét a szükséges minimumon kell tartani. Alkalmazható a primer fém olyan vegyülete is (pl. oxid), mely a technológiai folyamat alatt primer fémmé alakul.

Míg korábban a molibdént és a wolframot külön-külön alkalmazták fémzőpaszták készítésére, az újabb szabadalmakban [30, 31] már együttes alkalmazásuk is előfordul mangán adalékkal vagy alumíniumoxid, szilíciumdioxid, kalciumoxid stb. segéd-

anyagokkal. A molibdén vagy wolfram mellett kis mennyiségű palládium por is [32, 32] alkalmazható részben a szinterelést követő fémbevonás katalitikus aktiválása, részben a szinterelési hőmérséklet csökkentése céljából.

Vas adagolása esetén [29] a szinterelési hőmérséklet ugyan csökkenthető, de ez gyenge fém—kerámia kötés kialakulásához vezet. Az irodalomban nem található utalás a fémpor szemcsemérete és a kötéserősség közti kapcsolatra. Technológiai okokból az 5 μ -nál kisebb szemcseméretű fémpor alkalmazása indokolt.

A publikált adatokból az optimális rétegvastagság sem állapítható meg egyértelműen. Espe [29] kísérletei szerint az optimális rétegvastagság 10 és 60 μ között van. 10 μ -nál vékonyabb fémréteg esetén a kötéserősség kicsi 60 μ -nál vastagabb réteg nem vákuumálló, bár mechanikai tulajdonságai kedvezőek.

A kerámia felületére felvitt réteget a kerámia anyagához hőkezeléssel rögzítjük. Ez a folyamat, mint már említettük, a szinterelés. A szinterelésnél lejátszódó folyamatok sokrétűsége miatt minden egyes megadott kerámia—fém kompozícióhoz tartozik egy optimális hőprogram, amely természetesen az izzítási atmoszférától és a komplexum szerkezetétől is kismértékben függ. E hőprogram kidolgozásához a szóban forgó rendszer termodinamikai tulajdonságait is gondosan kell tanulmányozni. Pl. a magas olvadáspontú nem nemes fémek (molibdén, wolfram) könnyű oxidálhatósága miatt az izzítást védőgázban végzik. A molibdén—mangán, ill. nedves formálógázt (nitrogén és hidrogén elegye) alkalmaznak. A gáz vízgőz tartalma biztosítja a fém—kerámia kötés kialakulásához szükséges enyhén oxidáló atmoszférát. A nedvességtartalmat az elegy harmatpontjával jellemzik, és rendszerint -25 °C és $+25$ °C közötti értékre állítják be a gázáram vízen való átbuborékoltatásával. Ha a védőatmoszféra nem elegendően nedves, a fémzés gyengén köt a kerámiához, ha túlságosan nedves, oxidálhatja a fémet, ezzel a hermetikus zárás csökken.

Az izzítási folyamat a kerámia hárttyában lejátszódó folyamatok alapján szakaszokra bontható. Az első szakaszban a hőmérséklet enyhén emelkedik, szoba-hőmérséklettől mintegy 500 °C-ig, miközben a szerves alkotórészek bomlanak. A következő rész egy 500 °C-os plató, ahol az elbomlások és az esetleges szén maradék oxidációja fejeződik be. A harmadik szakaszban a hőmérséklet 1300—1500 °C-ig emelkedik, majd egy újabb plató következik. Itt megy végbe az

anyag sűrűsödése és a fémezés reakciója a kerámiával. A plató hossza 1500 °C körüli hőmérsékleten mintegy 1 óra.

Stetson és Gyurk [14] a hőntartás idejének a kerámia szerkezetére gyakorolt hatását vizsgálta. Megállapították, hogy magasabb hőmérsékleten a szemcse-méret-növekedés fokozódik, és ez növeli a pórusosságot. Előnyösebb az alacsony hőmérsékleten hosszabb ideig végzett szinterelés. A szinterelés ideje a fémezés szempontjából is lényeges. Túl hosszú beégetési idő esetén a kerámiában jelen levő üvegfázis képes átvándorolni a Mo—Mn rétegen, s elérheti a fémréteg felületét. Ezzel megakadályozhatja a szinterelést követő fémbevonást.

3.3. A fémezett rétegek forrasztása

A szinterelt fémfelületet a szokásos forrasztanyagok nem mindig nedvesítik (pl. Mo vagy W esetén). Ekkor a fém felületét olyan fémbevonattal kell ellátni, mely annak nedvesíthetőségét biztosítja. Erre a célra általában *arany vagy nikkel bevonatot* alkalmaznak. Mivel a rétegtokok szerkezeti elrendezésénél galvanikus kontaktus biztosítása nehézkes, rendszerint az autokatalitikus (electroless) eljárást alkalmazzák.

Autokatalitikus fürdő-összetételeket kidolgoztak nikkel [3] és arany [35] bevonatok készítésére is. A fémleválasztást aktiválással kell elindítani. Ha a tisztítási és aktiválási lépések nem megfelelőek, magára a kerámiára is válhat le fém. Az aktiváláshoz kis mennyiségű palládiumot alkalmaznak, mely a fémezőpasztába is keverhető. Nikkel esetén a forrasztáshoz [3] 500 Å rétegvastagság is elegendő, de mivel a forrasztási ciklus alatt a nikkel bediffundál a fémrétegbe, kb. 2,5 µ vastag réteg biztosítja azt, hogy elegendő nikkel maradjon a felületen a forrasztáshoz és a chip csatlakozáshoz. Nikkel bevonat esetén a felület ónozható (lágyszerkezhető).

Forrasztanyagként lágyszer, félkemény vagy kemény forrasztóanyagokat alkalmazunk, melyeket bővebben Kohl [37] munkája részletesen tárgyal. A fém—kerámia tokozásnál általában az Ag-tartalmú kemény forrasztanyagok a legmegfelelőbbek.

Weirick [36] vizsgálta a különböző kemény forrasztanyagok és fémezőbevonatok alkalmazásának előnyeit és lehetőségeit. Vizsgálatai szerint az ezüst—réz forrasztanyag alkalmazásának esetén a réz behatol a Kovar szemcséi közé, és kristályközi korróziót okoz. Ennek megakadályozására a Kovar-ötvözeteket is nikkelezik.

A nikkel alkalmazásának előnye, hogy az aragnál kevésbé porózus és ezáltal a levegő nedvességtartalmától is jobban védi a Kovar-ötvözetet.

A forrasztást — a szintereléshez hasonlóan — megfelelően kidolgozott hőmérsékletprogram alapján kell elvégezni. Viszonylag gyorsan emelik a hőmérsékletet a forrasztanyag olvadáspontjáig, néhány percig tartosztálják, majd kemény forrasztás esetén 600 °C körüli hőmérsékletre hűtik le, s ott tartják mintegy fél órán át. A hőkezelés célja a forrasztanyag plasztikus deformációjának biztosítása, és a kötés feszültségmentesítése.

Utolsó műveletként a forrasztott szerkezeten védőbevonatot alakítanak ki, mely a korrózióvédelmet biztosítja. A védőbevonat lehet nikkel és/vagy aranyréteg, a kerámia tokozásnál rendszerint az utóbbi. A művelet galvanikusan vagy autokatalitikusan végezhető. Ezt a műveletet követi az integrált áramkör beültetése, szerelése és a tok lezárása, mely azonban már nem tartozik munkánk keretébe.

4. A fém—kerámia tokozás alkalmazási területei és perspektívája

A félvezető eszközök tokozásánál ma három alapvető tokozási eljárást ismerünk: a fém—üveg, a fém—műanyag és a fém—kerámia szerkezetű tokozást. Mindhárom eljárás kiállta a gyakorlat próbáját, és segítségükkel ma is napi több millió félvezető eszköz tokoznak üzemszerűen szerte a világon. Mőködnek tehát az eddigi tapasztalatok alapján e három eljárás összehasonlítására. Az összehasonlításhoz három szempont kínálkozik a legalkalmasabbnak: a költségsszint, a műszaki szempontok és végül az egyes eljárásokkal elérhető maximális lehetőségek.

A fém—üveg kivitel ma mindazon helyeken sikeresen alkalmazzák, ahol a fém—üveg technológia és a fémidomok mélyhúzási technológiája kiforrott és régóta gyakorolt technológia. Ilyen esetben a félvezetőeszközök tokozására — amennyiben különleges műszaki követelmények nem merülnek fel — ez a leggazdaságosabb eljárás. Előnye még a nagyfokú rugalmasság is, vagyis az, hogy egyik toktípusról a másikra való áttérés nem okoz a technológiában problémát, és nem igényel költséges felszerszámozást. Az eljárás teljesítőképességének határa a tokonként 12 kivezető, ennél nagyobb kivezetőszámnál vagy méretproblémák vagy technológiai nehézségek lépnek fel. Ebbe a típusba tartozik a jól ismert „TO” tokcsalád is. Az eljárás nagyüzemileg is jól alkalmazható, a tokok lezárása egyszerű és olcsó. A sorozatnagyság lényegesen nem befolyásolja a tokozási költségeket.

A fém—műanyag vagy csak egyszerűbben műanyagtokozás ma már szintén teljesen kiforrott, gyermekbetegségeit kinőtte és a leggyakrabban használt eljárás. Lényege az, hogy egy fémszalagból mechanikai vagy kémiai úton kialakított, ún. szerelőszalagra felszerelt áramköröket műanyag fröccsöntő szerszámba helyezik, majd az áramkört nagy nyomással forró műanyaggal körülöntik, az önmagában egyébként ismert fröccsajtolási eljárás alkalmazásával.

Az eljárás ma egészen az áramkörönként (tokonként) 24 kivezetőig minden szempontból megfelelő, még MOS típusú áramkörök esetén is, hacsak különleges mechanikai, hőtechnikai vagy elektromos követelmények nincsenek.

Az egy félvezetőre eső tokozás árát azonban rendkívüli módon befolyásolja a szerelőszalagot kivágó szerszám és a műanyag fröccsszerszám ára, melyek elkészítése különleges szakértelmet kíván.

Az eljárás ezenkívül jó kihozattal (80—90%) csak rendkívül homogén anyagellátás esetén kivitelezhető. Eszközönként 24 lábtól felfelé már a szerelőszalag kialakításánál problémák vannak, ugyanez

vonatkozik a fröccsöntésre is. Elegendő nagy darabszám esetén ma ez az eljárás a legegyszerűbb, legolcsóbb és minden szempontból legmegfelelőbb, de nem rendelkezik a másik két eljárás rugalmasságával, így csak 10^6 db/éves homogén gyártás esetén alkalmazzák.

A fémkerámia szerkezetek a nagy darabszámú gyártás esetén kétségtelenül a legdrágábbak, bár műszakilag a legtöbb előnyt nyújtják. Ennek oka az előzőekben leírt sok technológiai lépés és a felhasznált, viszonylag költséges anyagok.

Alacsony kivezetésszám mellett [2–14], ezért csak rendkívül indokolt esetben alkalmazzák. (Erősáramú félvezető eszközök, rakétatechnika, repülőgépipar stb.)

16–24 kivezető esetén a műanyag tokozással akkor versenyképesek, ha az egy típusból tokozandó darabszám 10^2 – 10^5 -en db/év nagyságrendbe esik. Az egyik típusról a másikra való áttérés ugyanis nem igényel drága szerszámokat, csak néhány új szitanyomó sablont és kivágó szerszámokat.

Az eljárás legnagyobb előnye — a tokszerkezet rendkívül jó műszaki paraméterei mellett — hogy rendkívül flexibilis és a hártatechnológia alkalmazása óta az egyik típusról a másikra való áttérés is rendkívül gyors. Így minden olyan helyen, ahol a hártatechnológia a laminálás és a szitanyomás egyéb okok miatt, már kidolgozást nyert (pl. a HIKI-ben, REMIX-ben vagy a Kőbányai Porcelángyárban) bevezetése nem okoz problémát. A tokozással kapcsolatos rendkívül kis 1% alatti tokozási selejt miatt alkalmazása minden olyan esetben indokolt, ahol maga az áramkör a tokszerkezetnél jóval drágább, vagy ahol áramkörök kutatása, fejlesztése vagy kísérleti gyártása folyik.

24-nél több kivezető esetén ma még a fémkerámia tokozás az egyeduralgódó, mert a szerelőszalag fémkivezetőit szitanyomásos fémezéssel helyettesíti. Ily esetekben darabtól és ártól függetlenül mindenütt ezt alkalmazzák.

A fémkerámia tokozást 14–24 kivezetőig akár síktok, akár egyszerű rétegtok, akár laminált rétegtok alakjában, 24 kivezető felett pedig kizárólag laminált rétegtok alakjában célszerű alkalmazni.

A HIKI Közleményben említett toktípusokkal kapcsolatban néhány éve intenzív kutató-fejlesztő munka folyik. Hibridáramkörök tokozására, valamint egyes félvezető eszközök tokozására, kisebb követelményeket kielégítő, lágyforrasztásos fém—kerámia tokokat fejlesztettünk ki [38]. Magasabb követelmények kielégítésére is kifejlesztettünk egy kemény forrasztású toktípust, nagybonyolultságú IC-áramkörök céljára. Ennek konstrukciós és technológiai problémáiról egy következő közleményben számolunk be.

5. Összefoglalás

Közleményünkben áttekintettük a félvezető eszközök tokozásánál használt fém—kerámia kivitelű tokszerkezetekkel kapcsolatos legfontosabb kérdéseket

az irodalmi adatok és a HIKI-ben szerzett tapasztalatok alapján. Ismertettük az alapvető konstrukciós típusokat, a felmerülő technológiai problémákat, a tokszerkezetek előnyeit és hátrányait, valamint a fém—kerámia tokozás jelenlegi helyzetét és perspektíváit, a fém—üveg és a műanyag tokozással összehasonlítva.

I R O D A L O M

- [1] D. L. Wilcox: Solid State Technology 1971. 2. pp. 55–60.
- [2] Hangos I.—Stankovics I.—Wollitzer Gy.: HIKI Helyzetfelmérő tanulmány (1974).
- [3] H. D. Kaiser—F. J. Pakulski—D. I. Schmechbecher: Solid State Technology 1972. 5. sz. pp. 35–40.
- [4] B. R. Schat: Proc. Brit. Ceram. Soc. 1970. 18. sz. (febr.) pp. 281–293.
- [5] J. L. Park: U. S. Patent 2,966,719 (1961).
- [6] M. Bennett—W. E. Bayd—J. C. Nobile: U. S. Patent 3,518,756 (1970).
- [7] Minnesota Mining Brit. Patent 1,189,853 (1970).
- [8] Minnesota Mining Brit. Patent 1,185,914 (1970).
- [9] R. E. Mistler: U. S. Patent 3,652,378 (1972).
- [10] R. E. Mistler: Ceram. Bull. 52. kötet 11. sz. pp. 850–854. (1973).
- [11] A. R. Rodriguez: U. S. Patent 3,546,776 (1970).
- [12] A. R. Rodriguez: U. S. Patent 3,004,197 (1961).
- [13] H. W. Stetson: U. S. Patent 3,189,978 (1965).
- [14] H. W. Stetson—W. J. Gyurk: Brit. Patent 1,217,042 (1970).
- [15] H. M. Pensack: U. S. Patent 3,520,054 (1970).
- [16] G. K. Sargeant: Brit. Patent 1,268,361 (1972).
- [17] G. P. Pantanelli: U. S. Patent 3,880,971 (1975).
- [18] R. A. Gardner: U. S. Patent 430,329 (1974).
- [19] I. J. Thompson: Ceram. Bull. 42. kötet 9. sz. (1963) pp. 480–481.
- [20] H. W. Stetson—W. I. Gyurk: U. S. Patent 3,698,923 (1972).
- [21] D. I. Shanefield—R. E. Mistler: Ceram. Bull. 53. kötet 5. sz. (1974) pp. 416–420.
- [22] R. E. Mistler—P. T. Morzenti—D. I. Shanefield: Ceram. Bull. 53. kötet 8. sz. (1974) pp. 564–568.
- [23] P. L. Gutshall—G. E. Gross: Ceramic Age 84. kötet 9. sz. (1968) pp. 22–24.
- [24] K. A. Kappes: Brit. Patent 1,186,570 (1970).
- [25] R. G. Capek—J. P. Elmhurst—J. P. Mazintos: U. S. Patent 3,549,415 (1970).
- [26] H. W. Stetson—W. I. Gyurk: Brit. Patent 1,217,042 (1968).
- [27] B. Schwartz—D. I. Wilcox: Ceramic Age (1967) 6. sz. pp. 40–44.
- [28] Hangos I.—Kenczler O.: Híradástechnika (1965) XVI. évf. 11. sz. pp. 335–340.
- [29] W. Espe: Vacuum 16. kötet 1. sz. pp. 1–8.
- [30] A. Takami: Jap. Patent 76,107,306 (1976).
- [31] A. Takami: Jap. Patent 76,120,951 (1976).
- [32] H. Akasaki: Jap. Patent 76,106,634 (1976).
- [33] H. Akasaki: Jap. Patent 76,106,635 (1976).
- [34] W. Espe: Vacuum 16. kötet 2. sz. (pp. 61–65).
- [35] Trueblood: U. S. Patent 3,862,850 (1975).
- [36] L. J. Weirick: Solid State Technology (1976) 6. sz. pp. 55–61.
- [37] W. H. Kohl: Vacuum Vol 14. pp. 333–354. (1964).
- [38] Menus I.—Walton G.—Wollitzer Gy.: Csoportos integrált vastagréteg-áramkörök I. HIKI jelentés (1974. jún. 15.); Csoportos integrált vastagréteg-áramkörök II. HIKI jelentés (1974. nov. 15.).

SZEMLE

(Folytatás a 69. oldalról.)

A Toshiba „Memo Note 30” zsebszámológépe hatjelű alfabetikus és 8 jegyű numerikus információt képes tárolni 30 darab független memóriaegységben, legfeljebb egy év időtartamra. Szükség esetén a tárolt számok hossza 15 jegyre bővíthető külön tároló segítségével. Az alfanumerikus információ betáplálása egy külön nyomógomb benyomása után hajtható végre. Például egy telefonszámot az előfizető nevének mint kulcsnak a betáplálásával lehet megjeleníteni. Ekkor a név, majd a telefonszám egymást követően jelenik meg a 8 folyadékkristályos megjelenítőn. A készülék felhasználható például rak-tári készletek adatainak tárolására, matematikai konstansok tárolására stb. A tár tartalma változatlan marad a számológép kikapcsolt állapotában is; az 1 éves tárolási időt az alkalmazott telep kb. egyéves működési élettartama biztosítja. (*Computer Weekly*, 1978. máj. [529])

A mikroprocesszorok forgalma már eléri a 700 millió svájci frankot. Néhány éven belül a nehéz, mechanikus alkatrészeket tartalmazó számító- és számológépek átadják a helyüket a mini- és mikroszámítógépeknek. Hihetetlenül nagy előnye ezeknek a számítógépeknek a moduláris felépítés, ami egyrészt igen olcsóvá, másrészt az adott feladathoz könnyen hozzáigazíthatóvá teszi őket. Lehetővé válik a számítógépek betörése egészen új területekre is, olyanokra, ahol a hagyományos számítógépek méretük, egyéb adottságaik (pl. fogyasztás) miatt használhatatlanok voltak, vagy áruk miatt az alkalmazásukra gondolni sem lehetett. Ilyen terület pl. a mikroszámítógépek alkalmazása az autóban. E tekintetben a General Motors azzal számol, hogy 1985-ben már minden személygépkocsit beépített mikroprocesszorral szállít. A Ford vizsgálatai szerint a mikroprocesszor 20%-kal csökkenti az üzemanyag-felhasználást. Másik ilyen terület a háztartás, ahol a háztartási gépekbe (mosógép, tűzhely), a tv- és rádió-készülékekbe építenek be mikroprocesszorokat (pl. tv-játékok). (*Technische Rundschau*, 1978. febr. [530])

A svéd LM Ericsson telefonkonzern a következő években termelésének súlypontját az elektronikus távbeszélő-rendszerekre és azok szerelvényeire helyezi. Ennek egyik oka az, hogy a konzern által kifejlesztett moduláris, számítógépvezérelési AXE rendszernek mind bel-, mind külföldön nagy sikere volt. A közelmúltban a cég a svéd Távbeszélő Hivataltól megrendelést kapott a svéd távbeszélő-hálózat modernizálására ennek a rendszernek a segítségével. A megrendelés értéke 385 millió sK_r, ami várhatóan 475 millió sK_r-ra bővül majd.

A svéd távbeszélő-hálózat modernizálását 1979–82 között kezdik meg, várhatóan két évtizedet vesz majd igénybe.

Az AXE rendszer iránt külföldön is nagy az érdeklődés. Az elmúlt év közepén Ausztrália is e rendszer bevezetése mellett döntött. Már régebben ezt a rendszert választotta Finnország, Franciaország, Kuvait és Jugoszlávia. A továbbiakban hozzájuk csatlakozott még Hollandia és Irán is. (*DDR-Aussenwirtschaft*, 1978. máj. [531])

Az IBM tudósai kifejlesztették és megvizsgálták az első működőképes mágnesbuborékos chipet. A kísérleti mikroáramkör-chip minden elemet tartalmaz az információk beírásához, olvasásához és tárolásához.

A tárolóterület egy paralelogramma alakú rész a chip közepén és hosszúsága mintegy 0,4 mm. A tároló 1024 információ-hordozó mágnesburkot tartalmaz, amelyek egy 32 sorból és 32 hasázból álló rácsszerkezetben helyezkednek el. A mágnesbuborékok átmérője 5 μ m, tengelyeik 11,5 μ m-re helyezkednek el egymástól. Tárolókéességük több, mint 750 000 bit/cm². Az információt a buborékfalak mágneses struktúrájában beállítható eltérések hordozzák.

A tárolóelrendezésben az egyes mágnesburkokhoz a hozzávezetést arany vezetőszálak biztosítják. A buborékokba az információ beírását és kódolását a tárolótartomány alatti derékszögű területen végzik. Az információk lekérdezésére, kiolvasására a tárolóterület feletti elemek szolgálnak. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1978. ápr. [532])

A Hewlett-Packard HP 84801 A típusszámú termisztoros mérőfejjel ellátott mérőműszere az első olyan berendezés, amely egy üvegszálás átviteli szakasz abszolút teljesítményét méri.

A termisztoros érzékelő a HP 432 A/B/C/ teljesítménymérővel együtt méri az optikai teljesítményt az 1 μ W (–30 dBm)...10 mW (+10 dBm) határok között, 600...1200 nm hullámhosszúság esetén. Az elérhető abszolút pontosság 7% körüli. A műszer különösen jól alkalmazható egyedi szálak mérésére. Az abszolút mérést a teljesítménymérő műszerre előzetesen beadott korrekciós tényezővel lehet megvalósítani.

Az üvegszálavezetős szakaszok laboratóriumi és üzemi mérő-rendszereiben való alkalmazási lehetőségek mellett a berendezés felépítése olyan, hogy különböző optikai mérőműszerek (radiométer, fotométer) kalibrálására, vagy optikai rendszerek egyes részeinek tulajdonság-meghatározására (csatlakozók, csatolók) is alkalmazható.

Az eddigi módszerekkel szemben a rendszer nagy pontossága, alkalmazása egyszerű, robusztus, ára csekély. (*Elektronik Zeitung*, 1978. ápr. [533])

1978. szeptember 26. és 29. között rendezik meg a japán Kyotóban a negyedik nemzetközi Számítógépes Adatátviteli Konferenciát (ICCC–78). A konferencia az International Council for Computer Communication Washington DC rendezésében és a Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation (NTT) és a Kokusai Denshin Denwa Co. Ltd. (KDD) vendéglátásával kerül megrendezésre. A konferenciát a japán minisztériumok, valamint a kutatási és ipari szervezetek is támogatják.

Az ICCC–78 az első távol-keleti országban megtartott konferencia, amely a számítógépes adatátvitel fejlődésével és annak fejlődési trendjeivel foglalkozott, mind a számítógéptől, mind az átviteltől való függésben szemlélve. (*IEEE Communications Society Magazine*, 1978. ápr. [534])

Majdnem két és fél évvel az IBM első asztali számítógépének, az 5100-nak a megjelenése után a cég kihozta a sorozat újabb elemét, az 5110-et. Az elődje csak RAM-ot tudott kezelni, ehhez a géphez csatlakoztathatók az 5114-es floppy-diszkek is (egyenként 1,2 MB kapacitással). Másrészt az 5100-hoz főtárolóként tartozott a szalagegység, míg az 5110-nek a szalagegység csak háttérkapacitás. Az új típus jelentős előnye, hogy intelligens terminálként is használható. A szabványos csatlakozó (interface) biztosítja, hogy lyukszalag egységek, rajzgépek és laboratóriumi mérőműszerek is csatlakoztathatók legyenek hozzá. Tervezik még, hogy szalagegység és nyomtató is csatlakoztatható legyen. Programozási nyelve vagy az APL vagy a BASIC (vagy mind a kettő). Hardware-ként építhető be a Sort, amellyel a mezők növekvő vagy csökkenő sorrendbe rendezhetők. Az 5110-nek két modellje van, az egyik szalag- és lemezkezelésre, a másik csak diszkette kezelésre készült. A központi egység memóriakapacitása 16 k...64 k, míg ROM 72 bit vagy 92 kbit lehet. (*Datamation*, 1978. febr. [535])

Már évek óta intenzíven dolgoznak az RCA szakemberei a rádiócső nélküli, színes tv-kamera kifejlesztésén. Ehhez CCD-elemeket (töltéscsatolású eszközök: Charge Coupled Devices) használnak. Már régen kész vannak az első fekete-fehér CCD-s kamerák, de az első, kísérleti színes kamerát csak 1975-ben sikerült az RCA-nak elkészítenie és bemutatnia. A bemutatkozás nem sikerült a legjobban, bár a felbontóképessége kielégítette az általános követelményeket, de a kék fényre rendkívül érzéketlen volt, s ez igen nagy fényerőt követelt a felvételhez. Januárban jelentette be az RCA, hogy kész az új, 3 CCD-s színes tv-kamerája, amely mind képminőségben, mind érzékenységben felveszi a versenyt a vidikon-csőves tv-kamerákkal. Hamarosan sorozatban gyártják majd a vidikon-csőveknél 20–30%-kal nagyobb fényérzékenységgű CCD-s kamerákat is. A CCD-s kamerák érzékelő felülete 1,27 cm ×

1,9 cm, ezen 512×320 elemi pont (összesen 163 840 képpont) van. Súlya az optika nélkül 1,6 kp. (*Funkschau*, 1978. ápr. [536])

*

A Tektronix cég (Egyesült Királyság) két új számítógép-terminált mutatott be. A 4024 és 4025 jelzésű végberendezéseket olyan vásárlóknak szánták, akik elsősorban alfanumerikus feldolgozásra használják a terminált, de szeretnék, ha lehetőség nyílna ábrák készítésére is. A 4024-es néhány rögzített ábra elkészítésére alkalmas, míg a 4025-tel rendkívül jó minőségű ábrák készíthetők. A rajzok tárolhatók és szükség esetén a képernyőre visszahívhatók. Mind a 4024, mind a 4025 képernyőjén két olyan, egymástól független terület definiálható, amelyek egymástól függetlenül telerajzolhatók és írhatók. A 4025-nél lehetőség van a memória tartalmának közvetlen hard-copy kiírására is. A képernyőn 34 sorban soronként 80 jel jeleníthető meg. A képernyő mérete 17×23 cm. Mind kis, mind nagy betűk ábrázolhatók az ASCII-kódnak megfelelően. (*Data Systems*, 1978. márc. [537])

*

Két nagy sebességű, kis fogyasztású és kis méretű V—MOS technológiával készült RAM-ot mutatott be az amerikai Microsystem Inc. Az S4016/2114 típusú 1024×4 bites változat leggyorsabb egységeinek elérési ideje 150 ns, míg a maximális áramfelvétel 50 mA. Az S4017-es 4096×1 bites, igen gyors egység elérési ideje 55 ns, míg áramfelvétele 150 és 180 mA. Mind a két chip egyetlen tápegységről üzemeltethető. Az S4016-okat mikroprocesszorokhoz lehet felhasználni, mert ezeknél a mikroprocesszor által megkívánt elérési idő 200... 250 ns. Az egység mind 8, mind 4 bites utasítások fogadására alkalmas. Külső méreteiben az Intel n-MOS 2114-es és az AMD n-MOS RAM-jánál kisebb. Az S4017-nek három változatát gyártják, ezek csak elérési időben térnek el egymástól: 55 ns, 70 ns és 90 ns egységek. Az Intel 2147-es RAM-jához hasonlóan ezeket is gyorsítótárakban akarják felhasználni. (*Electronics*, 1978. márc. [538])

*

Az EMI Electronics Ltd. mérnöke által leírt lézeres megmunkálási eljárás lehetővé teszi, hogy egy mikrohullámú integrált áramkör alapelemét a tervezői vázlatrajz elkészülte után pár órával a legjobb fotolitografikus eljárással előállíthatóval azonos minőségben készre munkálják. A berendezés célja elsősorban az első tervezői elképzelés és a végleges kialakítás közötti hosszadalmas iterációs eljárás rendkívüli mértékű lerövidítése. Bármilyen méretű vázlatos rajzról a méretkoordináták segítségével számítógépbe tárolják a vágási programot, amelyet a végrehajtó—vezérlő számítógépbe tárolás előtt a tervező még ellenőrizhet és módosíthat. A marásra használt max. 20 kW-os impulzus-teljesítményű YAG lézer impulzusfrekvenciájának állításával lehet szabályozni a szükséges teljesítményt. A kívánt marási rajzolat kialakítását számítógéppel vezérelt XY mozgású asztallal érik el. A készülő darabot mikroszkóp és ipari tv segítségével lehet megfigyelni és ellenőrizni. A bemutatott rendszerrel el lehet érni 10μ szélességű maratást. (*The Radio and Electronic Engineering*, 1978. jan.—febr. [539])

*

Mikrohullámú integrált áramkörök (m.i.c.) meghibásodási mechanizmusának tanulmányozása jelentős információt nyújt az alapelemezreteg-kombinációk öregedési tulajdonságaira vonatkozólag. Az öregedés az alapelemezreteg-párok szerkezetétől, kémiai összetételétől és környezeti feltételektől függ. Az öregítéskor alkalmazott meleg kezelés előtt vizsgálják a készülék mikrohullámú tulajdonságait, egyenáramú ellenállását, szerkezeti tulajdonságait, majd az öregítés során ellenőrizve ezeket a tulajdonságokat, öregedési görbéket lehet szerkeszteni. A tapasztalatok szerint a szokásos hősokek- és ciklikus vizsgálatok nem adnak elegendő információt a várható élettartam jellemzésére. Kiegészítésképpen izokron- és izoterm hőkezelésnek és vizsgálatnak vetik alá az alapelemezreteg kombinációkat. Ezek a vizsgálatok az ismert technológiai eljárásokkal készült elemekenél mindig pontosan megkülönböztethető és az eljárásra jellemző öregedési görbéket adnak. A vizsgálatok jelezték, hogy az élettartamra jelentős hatása van az elemek gyártás közbeni gondos kezelésének; a legkisebb sérülés is nagymértékben csökkenti az élettartamot. Ilyen hatása lehet a gyártásközi adhéziós vizsgálatoknak is. (*The Radio and Electronic Engineering*, 1978. jan.—febr. [540]).

A száloptikás hírközlő berendezésekben alkalmazott emitterek és detektorok piaca az USA-ban 1977-ben körülbelül 2 millió dollárt tett ki, és ez a volumen ebben az évben megduplázódhat, ahogy a felhasználók között az optoelektronika alkalmazása terjed. A gyártók egyöntetű véleménye szerint ez a terület a közeli jövőben viharos fejlődésre számíthat; 1980-ra az emitterek és detektorok piaca elérheti a 20 millió \$ volument. Ilyen arányú fejlődés feltételezése reális alapot ad a jelenleg gyártott készülékek egyre jobb megbízhatósága; például az RCA bejelentése szerint a lézer-készülékek ma már 15 ezer óra élettartamot tudnak garantálni, és ennél jóval nagyobb élettartam sem elérhetetlen. Így az optoelektronikus távközlési rendszerek nagyobb biztonsága, immunitása a rádióinterferenciával szemben, egyszerűbben elérhető titkosság, az olcsó alapanyagok előnye kézzelfogható valósággá válnak. (*Electronic News*, 23. k. 1169. sz. [541])

*

Az IBM fejlesztői — egyelőre kutatási célokkal — egy olyan mágnesbuborékos memóriát állítottak elő, amely az eddigi buborékmemóriákhoz képest tízszeres tárolási sűrűséggel rendelkezik. Az integrált áramkör tartalmazza mindazokat az elemeket, amelyek információk beírásához és kiolvasásához szükségesek. A chip 1024 információhordozó mágnesbuborékból áll, amely rácsszerűen 32 sort és 32 oszlopot tartalmaz. Az egyes buborékok átmérője $5 \mu\text{m}$, a buborékok tengelyeinek távolsága $11,5 \mu\text{m}$. Az információk a buborékfalak mágneses struktúrájának beállítható különbözőségével ábrázolhatók. (*Elektronik*, 1978. 27. k. 3. sz. [542])

*

A Venture Development Corporation 950 dollárért kapható tanulmánya a „Bubble Domain Memory Markets 1978—1983” szerint a mágnesbuborékos memóriák piaci volumene a nyolcvanas évek közepére elérheti az egymilliárd dollárt, ha a tekintetben versenyképesé válnak a mágneslemezes tárolókkal. A tanulmány szerint a tárolórendszerek forgalma öt éven belül meghaladja az évi 230 millió dollárt.

A buborékos memóriákra jellemző a hosszú idejű stabilitás, amelyet azonban elsősorban az űrhajózásban és a haditechnikai alkalmazásoknál tudnak kellőképpen kihasználni. Közepes adatmennyiségnek rövid idejű tárolására a töltéscsatolt félvezetők alkalmasabbak, mint a buborékok, mivel a hozzáférési idejük rövidebb, magasabb az adatarány és könnyebb az interféce-elés.

Az IBM kutatási programjából szerzett adatokból a piacutató cég azt a következtetést vonta le, hogy az IBM a mozgófejes lemezes tárolóit buborékos memóriákra akarja lecserélni, de az ehhez szükséges árszintet 1985 előtt nem tudják elérni. Így elsősorban a fixfejes mágneslemezes tárolók területére tudnak a mágnesbuborékos memóriák először betörni. A floppy-disceket előállító cégeket a buborékos memóriák előretörése nemigen zavarja. A tanulmány nem sok jövőt jósol a buborékos memóriáknak a permanens memóriák területén mikroszámítógép-rendszerekben, mivel itt nincsenek valós igények a buborékmemóriák adottságai iránt.

A buborékos memóriák fejlesztésére eddig a legtöbbet a Bell Telephone és az IBM áldozta, de ezek nem léptek a szabad piacra. A mágnesbuborékos memóriagyártás kiépítésének költségei mintegy 10 millió dollárra tehetőek. Így kisebb memóriagyártó cégek ezt a területet nem hódíthatják meg.

Várhatóan a japán cégek közül a Hitachi, Fujitsu és Nippon Electric főg mágnesbuborékos memóriák gyártásával foglalkozni, a nyugati cégek közül pedig a Rockwell, a Texas Instruments, a DEC, a Bell Canada, a Monsanto és az Ampex. (*Elektronik Zeitung*, 1978. jan. [543])

*

A londoni University College-ben nagy dinamikus tartományú üvegszálmikrofonokat dolgoztak ki. A mikrofon egy kísérletsorozat eredménye, amelyet a száloptikai vezetőkben továbbhaladó fény és a fényvezetőkre ható hanghullámok kölcsönhatásának kutatására végeztek. Ha a fényvezetőt hangrezgések érik, akkor a hangnyomás-változások variációi a törési index megváltozását okozzák, s ez a továbbított fény fázismodulációjához vezet.

Mivel a fény hullámhossza kicsiny, igen kis hangszintekkel jelentős fáziseltolódást lehet létrehozni. (*Blick durch die Wirtschaft*, 1978. máj. [544])

Tartalmi összefoglalások

Обобщения

ETO 621.391.822:621.395.74

Sáfár Z.:

Az országos távbeszélő hálózat zajainak megengedhető értékei

HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979.) 3. sz.

A cikk a magyar országos távbeszélő hálózat zajkiosztási kérdéseit vizsgálja, figyelembe véve a vonatkozó nemzetközi ajánlásokat is. A szerző az országos hálózat nemzetközi átkapcsolási pontjára megengedhető zajteljesítménynek, a hálózat különböző szakaszaira történő felosztására új eljárást dolgozott ki. A cikk az eredményeket ismerteti, az üzemeltetők, a tervezők és a berendezés gyártók részére.

ETO 621.397.622 PAL

Dr. Pálinszki A.:

PAL rendszerű dekódolás alapsávi késleltetés felhasználásával

HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979) 3. sz.

A cikk egy olyan új PAL dekódolási eljárást ismertet, amely a differenciális fázishiba okozta szintorzítás megszüntetésére alapsávi késleltető művonalat használ fel.

ETO 621.311.1.015:515.1

D. Pávó I.:

Topológiai módszer távvezeték-hálózatot jellemző mátrix számításához

HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979) 3. sz.

A szerző egy korábbi dolgozatában rövidzár lezárást nem tartalmazó távvezeték-hálózat csúcsfeszültségeinek számítására alkalmas topológiai formulát általánosít vegyes extrém lezárású távvezeték-hálózatokra. A levezetett formula korábbi formulája általánosításának is tekinthető. Majd az általánosított formula felhasználásával megadja passzív kétpólusokkal lezárt távvezeték-hálózat bemeneti impedanciámátrixának topológiai formuláját. Módszere alkalmazása igen alkalmas számítógépes implementálásra, de egyszerűbb esetekben jól felhasználható és áttekinthető kézi számolás esetén is, amelyet konkrét példákon meggyőzően mutat be.

ETO 62—213.3—036:532.72

Sulyok J.:

Műanyagtokozással védett elemek kriptoklimája nedves környezetben. I. rész

HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979) 3. sz.

A cikk műanyagtokozással védett gyártmányok nedves környezetben létrejövő transzportfolyamatait következményének számításával foglalkozik. A környezet és a gyártmány belső tere közötti anyagtranszport két esete kerül tárgyalásra. A cikk jelen részében (I. rész) a műgyanta és fémkivezetés határán, adhéziós hiányosságok révén keletkező nyílásokon át végbemenő transzportfolyamat következményét számítjuk.

ETO 621.3.049.77—213.3—033.78

Bessenyei G.-né — dr. Hangos I.:

Az integrált áramkörök fém—kerámia tokozásának technológiai problémái és perspektívái

HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979) 3. sz.

A félvezető eszközök tokozásánál használt fém—kerámia kivitelű tokszerkezetek legfontosabb kérdéseinek ismertetése a HIKI-ben szerzett tapasztalatok alapján.

ДК 621.391.822:621.395.74

Шафар, З.:

Допустимые значения шумов общегосударственной телефонной сети

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXX (1979) № 3

В статье рассматриваются вопросы распределения шумов венгерской, общегосударственной телефонной сети с учетом соответствующих международных рекомендаций. Автором разработан новый метод распределения допустимого значения шумовой мощности на международных точках переключения общегосударственной сети для различных участков сети. В статье изложены полученные результаты для специалистов эксплуатации, проектирования и производства аппаратуры.

ДК 621.397.622 PAL

Д-р. Палински, А.:

Декодирование в системе ПАЛ с применением задержки в основной полосе

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXX (1979) № 3.

В статье рассматривается новый метод декодирования в системе ПАЛ, применяющий линию задержки в основной полосе для прекращения искажений уровня из-за дифференциальной фазовой ошибки.

ДК 621.311.1.015:515.1

Д-р Паво, И.:

Топологический метод для расчета матрицы, характеризующей сетей длинных линий

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXX (1979) № 3

Автором обобщается топологическая формула, полученная в одном из прежних статей автора, годна для расчета амплитудных значений напряжений сетей длинных линий не работающих в режиме К. З., для сетей длинных линий с экстремальным значением смешанных нагрузок. Выведенная формула может рассматриваться как обобщение прежней формулы. Применяя обобщенную формулу, выводится топологическая формула матрицы входного сопротивления сетей длинных линий при нагрузке, представляющих собой пассивные двухполюсники. Метод годен для имплементации на ЭВМ, но в простейших случаях хорошо может применяться, и обозримая при ручном расчете, что наглядно демонстрируется на приведенных примерах.

ДК 62—213.3—036:532.72

Шульок, Й.:

Криптоклимат элементов снабженных пластмассовым корпусом во влажном окружении. Часть I

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXX (1979) № 3

В статье излагается расчет следствия возможных процессов переноса изделий снабженных пластмассовым корпусом во влажном окружении. Излагаются двух случая переноса вещества между внутренним пространством изделий и окружением. В данной части статьи (часть I) рассчитывается следствие процесса переноса происходящего на границе пластмассы и металлического вывода через отверстия, возникающие благодаря адгезионным нехваткам.

ДК 621.3.049.77—213.3—033.78

Бешшенъеи, Г-не — д-р Хангош, И.:

Технологические проблемы и перспективы монтажа в корпуса „металл-керамика“ интегральных схем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXX (1979) № 3

Излагаются важнейшие вопросы конструкции металлокерамических корпусов, применяемых при монтаже полупроводниковых приборов, на основе опытов HIKI.

Zusammenfassungen

DK 621.391.822:621.395.74

Sáfár, Z.:

Zulässige Geräuschwerte des ungarischen Landesfernsprechnetzes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) Nr. 3.

Der Verfasser diskutiert die Geräuschverteilungsfragen des ungarischen Landesfernsprechnetzes und nimmt dazu auch die diesbezüglichen internationalen Empfehlungen in Betracht. Der Verfasser hat eine neue Methode für die Verteilung der, auf den internationalen Umschaltpunkten des Landesnetzes zulässigen Geräuschleistungen, auf den verschiedenen Strecken des Netzes ausgearbeitet. Ferner werden in dem Aufsatz die Ergebnisse für die Inbetriebhalter, die Konstrukteure und die Hersteller der Einrichtungen erklärt.

DK 621.397.622 PAL

Dr. Pálinszky, A.:

PAL-System Dekodierung mit der Anwendung von Basisbandverzögerung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) Nr. 3.

In dem Aufsatz wird solchein neues PAL-Dekodierungsverfahren erörtert, welches eine Basisbandverzögerungsleistung zur Eliminierung der, durch Differentialphasenfehler verursachten Farbenverzerrung, anwendet.

DK 621.311.1.015:515.1

Dr. Pávó, I.:

Topologische Formel für die Berechnung von Matrixen, welche Fernleitungsnetze charakterisieren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) Nr. 3.

Die topologische Formel zur Berechnung von Gipfelspannungen, welche der Verfasser in einem früheren Aufsatz erörtert hat, wird auf die Berechnung von Fernleitungsnetzen, die auch mit Ku z-schluss-Abschluss verfügen, ausgebreitet. Die neue Formel kann auch als die Generalisierung der früheren Formel betrachtet werden. Mit der Anwendung der generalisierten Formel wird die topologische Formel der Eingangsimpedanzmatrix von einem mit Passivzweipolen abgeschlossenen Fernleitungsnetz gegeben. Die Anwendung dieser Methode ist sehr geeignet zur Implementierung mit Komputern, aber in einfachen Fällen ist es auch günstig anwendbar und leicht zu überblicken in der traditioneller Rechnung, was mit konkreten Beispielen überzeugend illustriert ist.

DK 62—213.3—036:532.72

Sulyok, J.:

Kryptoklima von durch Kunststoffgehäuse geschützten Elementen in feuchter Umgebung. I. Teil

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) Nr. 3.

Der Aufsatz befasst sich mit der Kalkulation des Effektes der Transportvorgänge, welche in durch Kunststoffgehäuse geschützten Produkten, in feuchter Umgebung auftreten. Zwei Fällen des Stofftransports zwischen der Umgebung und dem Innenraum des Produktes werden diskutiert. In diesem Teil (I. Teil) wird der Effekt des Transportvorganges, welcher an der Grenze von Kunstharz und Metallklemme durch Löcher wegen Adhensionsmangel auftritt, ausgerechnet.

DK 621.3.049.77—213.3—033.78

Frau G. Bessenyei—dr. Hangos I.:

Technologische Probleme und Perspektiven der Metall-Keramikgehäusen für integrierte Stromkreise

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) Nr. 3.

Erörterung der wichtigsten Probleme von metallkeramischen Gehäusekonstruktionen angewendet zu den Gehäusen für Halbleiterteilen auf Grund der in dem Forschungsinstitut für die Nachrichtentechnischen Industrie erworbenen Erfahrungen.

Summaries

UDC 621.391.822.621.395:74

Sáfár, Z.:

Permissible Values for the Noises of the National Telephone Network

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) No. 3.

The author examines the noise distribution problems of the Hungarian national telephone network, taking in account the referring international recommendations, too. He elaborated a new method for the distribution of the permissible noise power on the changeover point of the Hungarian network, on the different sections of the network. Finally the author presents the results for the operators, designers and the manufacturers of the equipment.

UDC 621.397.622 PAL

Dr. Pálinszky, A.:

PAL System Decoding Using Basic Band Delay

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) No. 3.

In the paper a PAL decoding system using basic band delay artificial line to eliminate color distortion caused by differential phase fault, is presented.

UDC 621.311.1.015:515.1

Dr. Pávó, I.:

Topological method for the calculation of matrices characterizing transmission networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) No. 3.

The topological formula to calculate node voltages described by the author in an earlier paper is extended for the calculation of transmission networks containing short-circuited closing as well. This new formula can be regarded as the generalization of the earlier one. Using the generalized formula a topological formula of the impedance matrix of a transmission network closed only by passive two terminals is deduced. Although the topological method based on the deduced formula is rather suitable for calculating by a computer, in simpler cases it is convenient to calculate by the traditional way because of its well-arranged form what is persuasively illustrated by concrete examples.

UDC 62—213.3—036:582.72

Sulyok, J.:

Crypto Climat of Elements Protected by Artificial Material Casing in Humid Environment. Part I.

HÍRADÁSTECHNIKA (BUDAPEST) XXX. (1979) No. 3.

In the paper the calculation of the effect of transport processes which can occur to products, protected by artificial material casing, in humid environment, is described. Two cases of material transport between the environment and the internal field of the product are discussed. In the present paper (Part I.) the effect of transport process through holes caused by lack of adhesives on the margin of the artificial resin and metal terminal, is calculated.

UDC 621.3.049.77—213.3—033.78

Mrs. G. Bessenyei—dr. Hangos, I.:

Technical Problems and the Perspective of Metal-Ceramic Casing for Integrated Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) No. 3.

Survey over the most important problems concerning metal-ceramic case constructions used for the casing of semiconductor devices, on the basis of experiments gained in the Industrial Research Institut for Electronics.

Résumés

CDU 621.391.822:621.395.74

Sáfár, Z.:

Valeurs admissible des bruits du réseau téléphonique national

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) N° 3.

L'article examine les questions de la distribution de bruit de réseau téléphonique national en Hongrie en considérant aussi des avis concernant internationaux. L'auteur a élaboré un procédé nouveau à distribuer la puissance de bruit étant admissible au point de interconnexion international pour les sections différentes du réseau. L'article donne les résultats pour les exploiters, dessinateur — projecteurs et manufacturiers des équipement.

CDU 621.397.622 PAL

Dr. A. Pálinszky:

Décodage à système PAL par l'utilisation de délai à bande de base

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) N° 3.

L'article expose une nouvelle méthode de décodage PAL qui emploie une ligne à délai à bande de base pour éliminer la distortion de couleur produite par la erreur de phase différentielle.

CDU 621.311.1.015:515.1

Dr. Pávó, I.:

Méthode de topologie pour calculer la matrice caractérisant de réseau de transport

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) N° 3.

L'auteur généralise la formule de topologie apte à calculer les tensions de crête de réseau de transport sans terminaison de court

circuit que il a publié dans son article précédent aux réseaux de transport de terminaison différente. On peut considérer la formule déduite comme la généralisation de la formule précédente. Alors il donne la formule de topologie de la matrice d'impédance d'entrée de transport terminé par dipôles passifs en utilisant la formule généralisée. L'application de sa méthode est très convenable pour l'adaptation d'ordinateur mais elle est apte aux cas plus simples et lucide aussi aux calculs manuels que l'auteur démontre persuasivement par des exemples concrètes.

CDU 62—213.3—036:532.72

Sulyok, J.:

Kripto-climat des composants protégés par boîtiers plastiques dans une ambiance humide. Partie I.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) N° 3.

L'article s'occupe du calcul des conséquences des procès de transport des produits protégés par boîtiers plastiques qui peuvent se produire dans une ambiance humide. Deux cas du transport de matière entre l'ambiance et le champ intérieur sont décrits. Dans le partie présente (Partie I.) d'article, la conséquence du procès de transport s'effectuant par les pores grâce aux imperfections adhésives sur l'interface de résine synthétique et sortie métallique est calculée.

CDU 621.3.049.77—213.3—033.78

Mme. G. Bessenyei—dr. I. Hangos:

Problèmes technologiques et perspectives des circuits intégrés en boîtier métal céramique

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXX. (1979) N° 3.

L'article décrit les problèmes des boîtiers métal-céramiques étant utilisés pour semiconducteurs sur la base des expériences gagnées à HIKI.

