



# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

FOLYÓIRATA

XL. évfolyam

1989

BUDAPEST

10

# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XL. évfolyam, 1989. 10. szám

# BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXV. évfolyam, 1989.10. szám

# MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

VII. évfolyam, 1989. 10. szám

Felelős szerkesztő:  
DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztőbizottság elnöke:  
HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:  
ANGYAL LÁSZLÓ  
MÉREY IMRÉNÉ  
SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

## SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

HTE  
Rovatvezető: Mérey Imréné  
Dr. Flesch István  
Gál Ferenc  
Dr. Prónay Gábor

BHG  
Rovatvezető:  
Angyal László  
Tudományos szerkesztő:  
Dr. Frajka Béla  
Bernhart Richárd, Dr. Eisler Péter,  
Fazekas László, Dr. Gosztony Géza,  
Dr. Kerpán Istváni, Klug Miklós,  
Lackó Endre, Sztalics Ákos

MEV  
Rovatvezető: Kászonyi László  
Tudományos szerkesztő: Dr. Frajka Béla,  
Balogh Albert, Csornai László,  
Czermann Mihály, Hidas György,  
Huszka Zoltán, Dr. Ligeti Róbertné,  
Dr. Mátrai Géza, Dr. Motál György,  
Schödl Ervin

ORION  
Rovatvezető: DR. Somogyi András  
Tudományos szerkesztő: Frigyes István  
Denk Atilla, Froemel Károly,  
Nóvik Lajos, Szász Gerő

REMIX  
Rovatvezető: Rippel Géza  
Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz,  
Horváth Lajos, Mészáros Sándor,  
Papp Károly, Sugár Béla,  
Dr. Udvarhelyi Gábor, Dr. Vértessy Miklós

TKI  
Rovatvezető: Dr. Baranyi András  
Tudományos szerkesztő: Dr. Lajtha György,  
Dr. Henk Tamás, Dr. Kása István,  
Megyesi Csaba, Dr. Sárkány Tamás,  
Dr. Simonyi Ernő

TERTA  
Rovatvezető: Szalay Tibor  
Tudományos szerkesztő: Dr. Gordos Géza,  
Keller János, Márk Zoltán,  
Porpáczy Elemér, Schnürmacher Tamás,  
Török László, Veress Péter

Szerkesztőségi ügyekben és kéziratok-  
kal kapcsolatban felvilágosítást ad:  
Szöllősi Györgyné.  
Telefon; 149-50-98

## ROVATOK

Egyesületi élet  
Rendszertechnika  
Kapcsolástechnika  
Vezetékes technika  
Fénytvázközlés  
Vezeték nélküli technika  
Adástechnika  
Vételtechnika  
Mikroelektronika  
Alkatrésztechnika  
Hálózatelmélet  
Elektromágneses problémák

## ROVATGAZDÁK ROVATTÁRSÁK

HTE	(H)	BEAG	HTV
TKI	(□)	BME	KONTAKTA
BHG	(#)	BRG	KŐPORC
TERTA	(↔)	EMO	KFKI
ORION	(*)	El. Szöv.	M. Posta
MEV	(↑)	FMV	ML
REMIX	(△)	GAMMA	MM
		HTSZ	MFKI
		HAGY	TUNGSRAM

## TARTALOM

DR. PÁVÓ IMRE: Nullátor norátor páros kvázireguláris hálózatok .....	289
Szemle .....	298, 316
DR. SZABÓ PÁL – SZABÓ ZOLTÁN: TV IV. - V. sávi adóantennarendszer .....	299
SEBŐK ATILLA: Mikrohullámú csillaghálózat tervezése PC-vel .....	307
GÁL GYÖRGY: Az Orion ADP-2100 display terminál felépítése és szolgáltatásai .....	313
GÖBLÖS JÁNOS: A vállalat tervezés gondjai minőség és megbízhatóság biztosításában .....	317

# Nullátor norátor páros kvázireguláris hálózatok

Dr. PÁVÓ IMRE

MTA Automataelméleti Tanszéki Kutató Csoport,  
Szeged

## ÖSSZEFOGLALÁS

Lineáris hálózatok nullátor norátor páros modellezésénél előfordul, hogy a szerkesztett modell megoldható ugyan, de nem egyértelműen. Ilyen modellek analízisére az irodalomban eddig ismertett eljárások nem alkalmazhatóak.

E cikkben definiáljuk a kvázireguláris hálózatot, mint a nullátor norátor páros modellek között a leggyakrabban előforduló nem egyértelműen megoldható hálózatot. A kvázireguláris hálózat legfontosabb tulajdonságainak megvizsgálása után a hálózat megoldását visszavezetjük reguláris hálózat megoldására, amelyek már az irodalomban leírt módszerekkel megoldhatók. Példákon mutatjuk meg, hogyan lehet egy modelltől eldönteni a kváziregularitást, majd egy számítógépes eljárást javasolunk e tulajdonság kimutatására. Végül utalunk a kvázireguláris hálózatok általánosíthatóságára.

## Bevezetés

Lineáris hálózatok számítógépes tervezéséhez a nullátorok és a norátorok használata számos előnnyel jár. Nullátorok és norátorok bevezetésével csatolt kétkaput (vezérelt generátorokat, ideális transzformátort, negatív impedancia konvertert, girátort, műveleti erősítőt stb.) tartalmazó hálózatot olyan hálózattá lehet átalakítani, amelynek építőkészlete az eredetinel lényegesen kevesebb elemszámú, azaz forrásgenerátorokon kívül csak RLC elemeket és nullátor norátor párokat tartalmaz, a csatolások paramétereit az RLC elemek paramétereit tartalmazza, ugyanakkor a kapott hálózatmodell gráfja mindig összefüggő. Az ilyen hálózatmodell numerikus analízise kidolgozott, lefolytatásához egyszerű számítógépes programok szerkeszthetők. Lehetséges nullátor norátor páros hálózatmodellből az eredeti hálózat egyértelmű megoldhatóságának eldöntése. Végül nullátor norátor páros hálózat szintézis probléma megoldására is felhasználható (pl. realizálás ideális tranzisztorttal).

Nullátor norátor páros hálózatmodell általában úgy készül, hogy az eredeti hálózatban szereplő csatolt kétkapu hálózatrészeket azok nullátor norátor páros modelljére cseréljük fel. Kétkapu hálózat nullátor norátor páros modellje ([1], [3], [6]) általában többféleképpen előállítható, adott esetben eldönthető, hogy a feladat szempontjából a modellkészlet melyik modelljét vegyük figyelembe. Az így kapott hálózatmodell analízise az irodalomból ismert módszerek valamelyikével lefolytatható ([6], [4], [5]). Az analízis



## Dr. PÁVÓ IMRE

matematika-fizika szakos tanári oklevelét 1955-ben a Szegedi Tudományegyetemen, villamosmérnöki oklevelét 1967-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen szerezte. 1968-ban a JATE-n egyetemi doktori címet, 1973-ban pedig a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot nyerte el. Kandidátusi disszertációjának témája lineáris hálózatok tervezése topológia formulákkal.

Az MTA Automataelméleti Tanszéki Kutató Csoport tudományos főmunkatársa, ahol alkalmazott gráfelméleti módszerek kutatásával foglalkozik, különös tekintettel absztrakt lineáris rendszerek számítógépen implementálható tervezésére. A JATE címzetes egyetemi docense, oktatómunkát az egyetemen biológus, programozó matematikus és fizikus képzésben fejt ki.

lefolytathatóságának feltétele, hogy legyen a modell gráfjának olyan kifeszítő fája, amely a modell elemeknek alkalmas osztályozását lehetővé teszi ([7]).

Tekintsünk egy egyértelműen megoldható lineáris hálózatot. Nyilván a hálózat nullátor norátor páros modellje nem lehet ellentmondásos. Ha a hálózatmodell egyértelműen megoldható, akkor szükségképpen létezik magja ([9]), ennek következménye, hogy létezik a hálózatgráfnak az analízis lefolytatásához alkalmas kifeszítő fája.

Előfordulhat azonban, hogy egyértelműen megoldható hálózat modellje nem egyértelműen megoldható nullátor norátor páros hálózat. Példaként tekintsük az 1. ábrán látható hálózatot, amely egy  $U$  forrásfeszültség generátorral meghajtott nem átmenő földes áttételi feszültségvezérelt feszültséggenerátor. Jóllehet az eredeti hálózat egyértelműen megoldható, a modell egyik norátorának feszültsége határozatlan. Ugyanakkor azonban egy másik norátor elem feszültségétől eltekintve a modell minden elemének feszültsége és árama egyértelmű és független a határozatlan norátorfeszültségtől. A modell pontosan visszaadja az eredeti hálózatot, mert bármely bemenet és kimenet pont potenciálja egymástól független, és a modell karakterisztikája megegyezik az eredeti hálózat karakterisztikájával. Így a modell az analízis számára felhasználható. Az irodalomból ismert módszerek azonban most nem alkalmazhatóak, mert nincs a hálózatgráfnak az analízis számára alkalmas kifeszítő fája. Hasonlóan nem egyértelműen megoldható hálózatmodellre vezetnek az irodalomban szereplő összes nem átmenő földes kétkapu hálózatmodellek.

E dolgozatban olyan nem egyértelműen megoldható nullátor norátor páros hálózatokkal foglalkozunk,

amelyek egyértelműen megoldható hálózatok modellezésénél előfordulnak. Vizsgáljuk azoknak a nullátor norátor páros hálózatoknak osztályát, amelyekbe ezek a hálózatok tartoznak. Megadjuk a nem egyértelmű megoldhatóság szükséges és elégséges feltételeit, majd megmutatjuk, hogy az ilyen hálózatmodellek analízise miként vezethető vissza az irodalomban kidolgozott analízis eljárásokra. Ezzel lényegében a nullátor norátor páros modellen keresztül történő hálózatanalízis eljárást tesszük teljessé.

### Kvázireguláris hálózatok és néhány tulajdonságuk

Egyértelműen megoldható, RLC elemeket, nullátor norátor párokat és független generátorokat tartalmazó hálózatokat *regulárisnak* nevezzük.

Akkor mondjuk, hogy a hálózat *kvázireguláris*, ha nem reguláris, de pusztán egy norátorelemének vagy feszültségét vagy áramát tetszőlegesen rögzítve reguláris hálózatot nyerünk.

1. *Tulajdonság.* Kvázireguláris hálózatnak vagy pontosan egy norátorvágata, vagy pontosan egy norátorköre létezik.

2. *Tulajdonság.* Kvázireguláris hálózatnak vagy pontosan egy nullátorvágata, vagy pontosan egy nullátorköre létezik.

*Megjegyzés.* Kvázireguláris hálózatok négy osztályba sorolhatók:

(a) Nullátorvágatot és norátorvágatot tartalmazók (vágat /vágat típusú)

(b) Nullátorkört és norátorkört tartalmazók (kör/kör típusú)

(c) Nullátorvágatot és norátorkört tartalmazók (vágat/kör típusú)

(d) Nullátorkört és norátorvágatot tartalmazók (kör / vágat típusú).

A nullátorvágat(kör) és a norátorvágat(kör) elemeinek száma nem feltétlenül egyezik meg.

A kvázireguláris hálózat definíciójában szereplő, rögzített feszültségű norátorelem a norátorvágat bármely eleme lehet, és csak ilyen elem lehet (erre utal a definíció "pusztán" szava). Hasonlóképpen a norátorkör bármely elemének árama rögzíthető.

Az elmondottak illusztrálására az 1. ábra egy vágat/vágat, a 2. ábra egy kör/kör típusú kvázireguláris hálózatot szemléltet. A 3. ábra pedig olyan vágat/kör típusú kvázireguláris hálózatot mutat, amelyben a vágat és a kör elemeinek száma különbözik. A kvázireguláris tulajdonság kimutatására később még visszatérünk.

### Kvázireguláris hálózatok számítása

1. *Tétel.* Kvázireguláris hálózat norátorvágat, illetve norátorkör elemétől eltekintve bármely elemének feszültsége és árama egyértelmű és független a rögzített norátorfeszültségtől, illetve norátoráramtól.

*Megjegyzés.* E tétel a kvázireguláris hálózatoknak azt az alapvető tulajdonságát mutatja, amely lehetővé teszi az ilyen hálózatok modellezésre történő jogos felhasználhatóságát. Nevezetesen ebből a tételből következik, hogy pl. nem átmenő földes kétkapú hálózatmodellje teljesíti a kétkapú hálózatot definiáló karakterisztikákat, hacsak a bemeneti és kimeneti jellemzők nem vonatkoznak norátorvágat, illetve norátorkör elemekre. A tétel bizonyításából az is következik, hogy norátorkör elemeinek feszültsége, illetve norátorvágat elemeinek árama ugyancsak egyértelműen meghatározott.

Kézenfekvő az a gondolat, hogy kvázireguláris hálózatok számításához a rögzített norátorfeszültség vagy a rögzített norátoráram legyen zérus. Így lehetséges az egyértelmű feszültségek és áramok célszerű (azaz számítástechnikailag egyszerűbb) meghatározása.

### Kvázireguláris hálózat egyszerűsítése

Kvázireguláris hálózat *kitüntetett nullátor norátor páriján* olyan nullátor norátor párt értünk, amelynek nullátora nullátorvágatnak, illetve nullátorkörnek, norátora pedig norátorvágatnak illetve norátorkörnek eleme. Kitüntetett nullátor norátor pár *eliminálása* olyan eljárás, amelynek során a kitüntetett pár nullátor és norátorelemét extrém kétpólussal, nevezetesen vágatelemet rövidzárral, körelemet szakadással helyettesítünk. Az eliminálás során a hálózat nullátor norátor párijainak száma eggyel csökken. Az eliminálással nyert hálózatot a *kvázireguláris hálózat redukáltjának* nevezzük.

2. *Tétel.* Kvázireguláris hálózat bármely redukáltja reguláris.

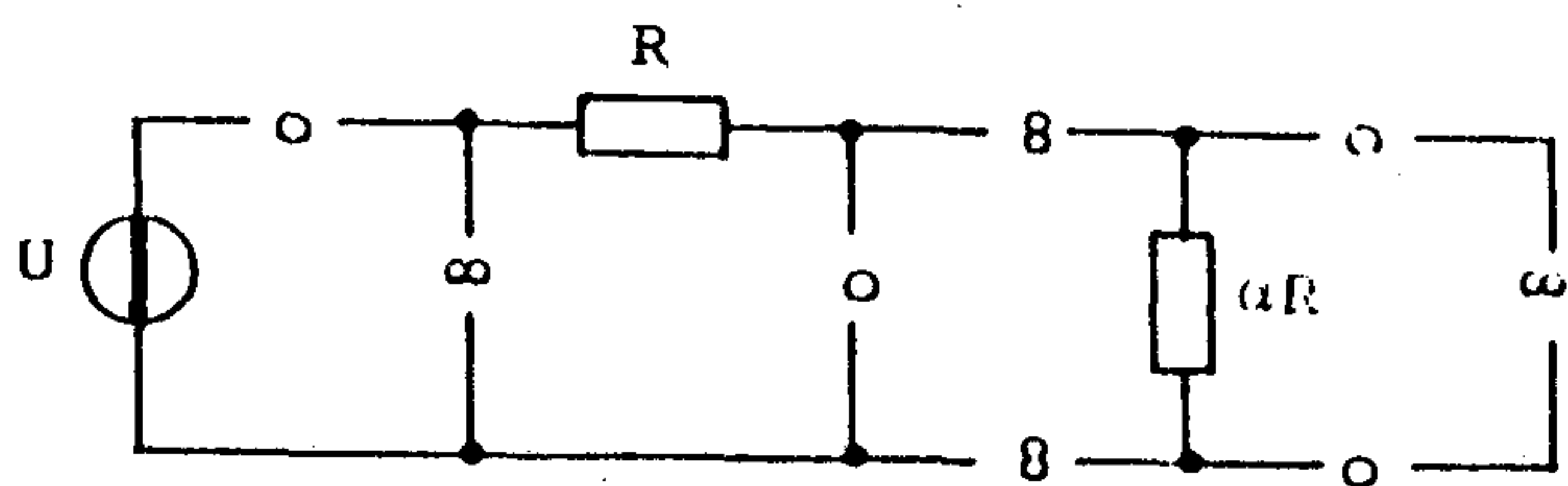
*Következmény.* Kvázireguláris hálózat megoldása helyett elegendő annak redukált hálózatát megoldani. Ez pedig az irodalomból ismert bármely módszerrel tehető.

Az a körülmény, hogy egy kvázireguláris hálózat rendelkezik az 1. és a 2. Tulajdonsággal, annak kapcsolási rajzáról kikövetkeztethető. De ha egy hálózat rendelkezik ezekkel a tulajdonságokkal, még nem okvetlenül kvázireguláris. A kváziregularitáshoz egyéb feltételeknek is kell teljesülni.

### Vágat-körpáros hálózatok

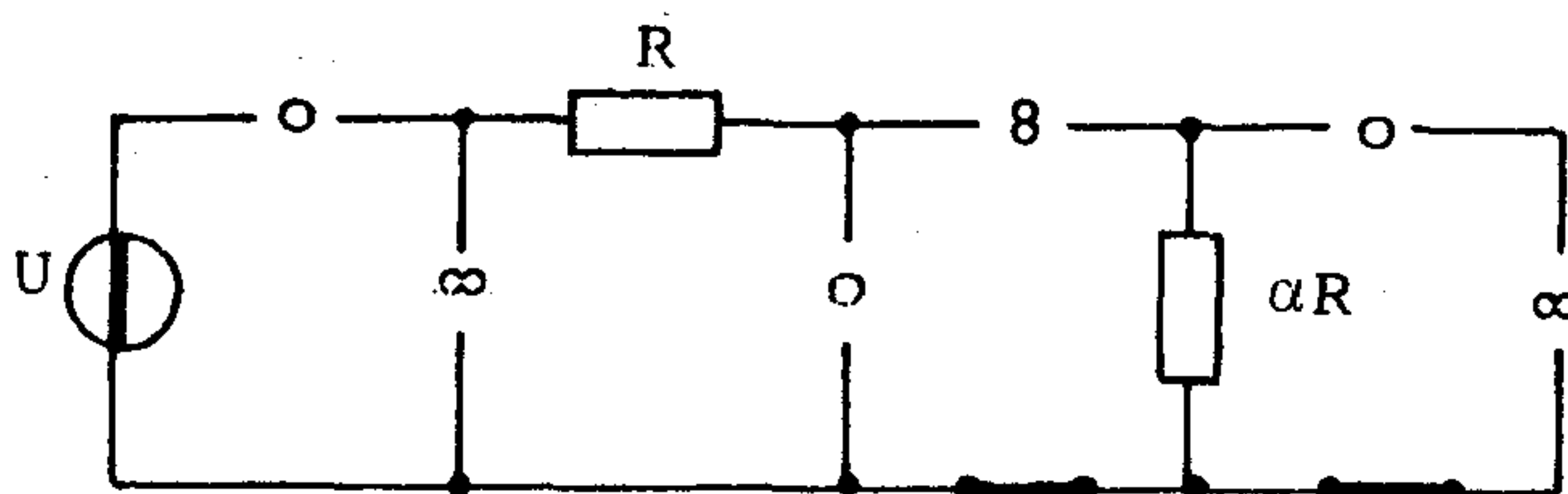
Nullátor norátor páros hálózatot akkor mondunk *vágat-körpáros hálózatnak*, ha vagy pontosan egy nullátorvágatot, vagy pontosan egy nullátorkört tartalmaz. Így a vágat-körpáros hálózatra definíció folytán teljesül a kvázireguláris hálózat 1. és 2. Tulajdonsága.

Akkor mondjuk, hogy a hálózat *norátorok és feszültséggenerátorok halmaza karakterisztikus*, ha nincs feszültséggenerátort tartalmazó köre; a hálózat *norátorok és áramgenerátorok halmaza karakterisztikus*, ha nincs áramgenerátort tartalmazó vágata.



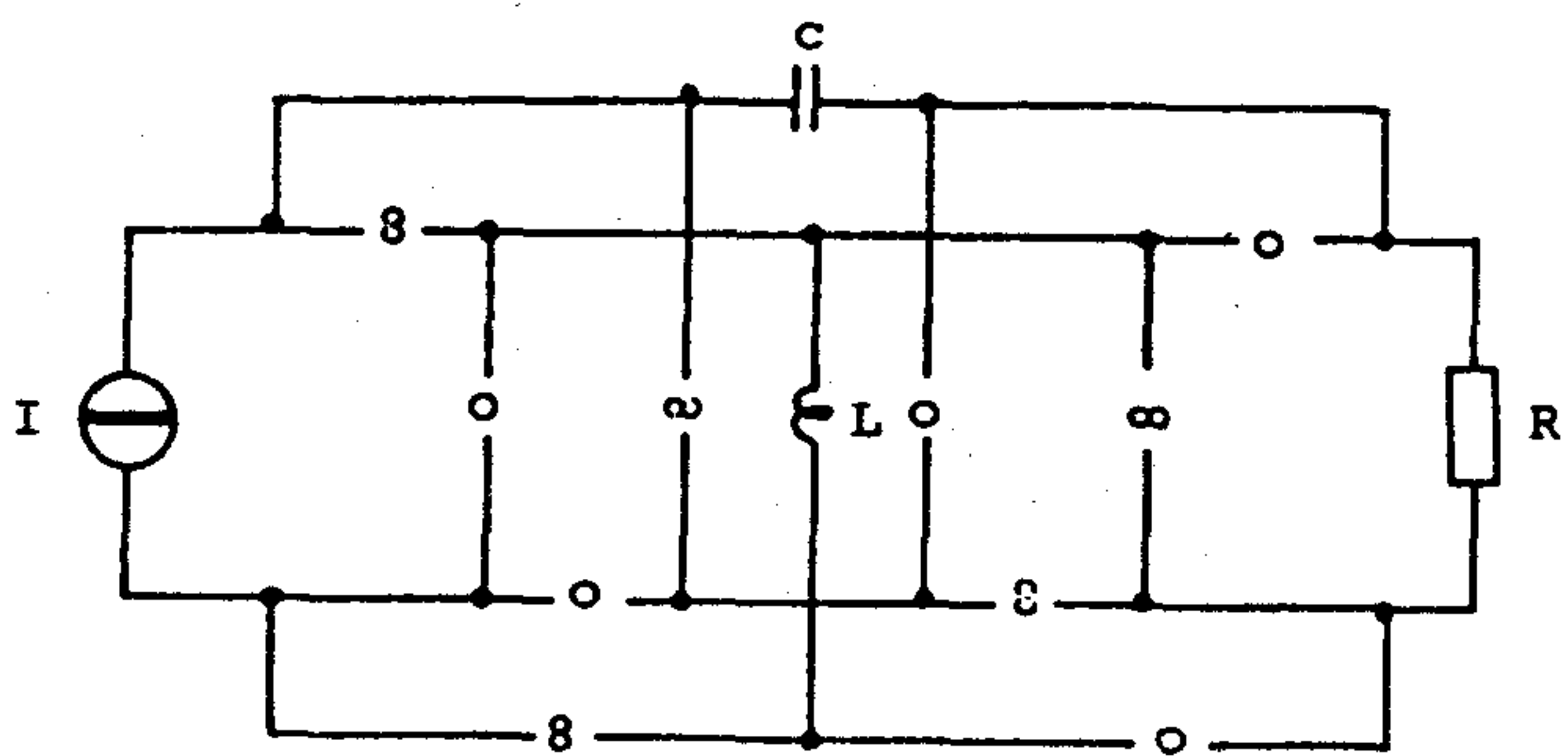
H548-1

1. ábra. Vágat/vágat típusú kvázireguláris hálózat



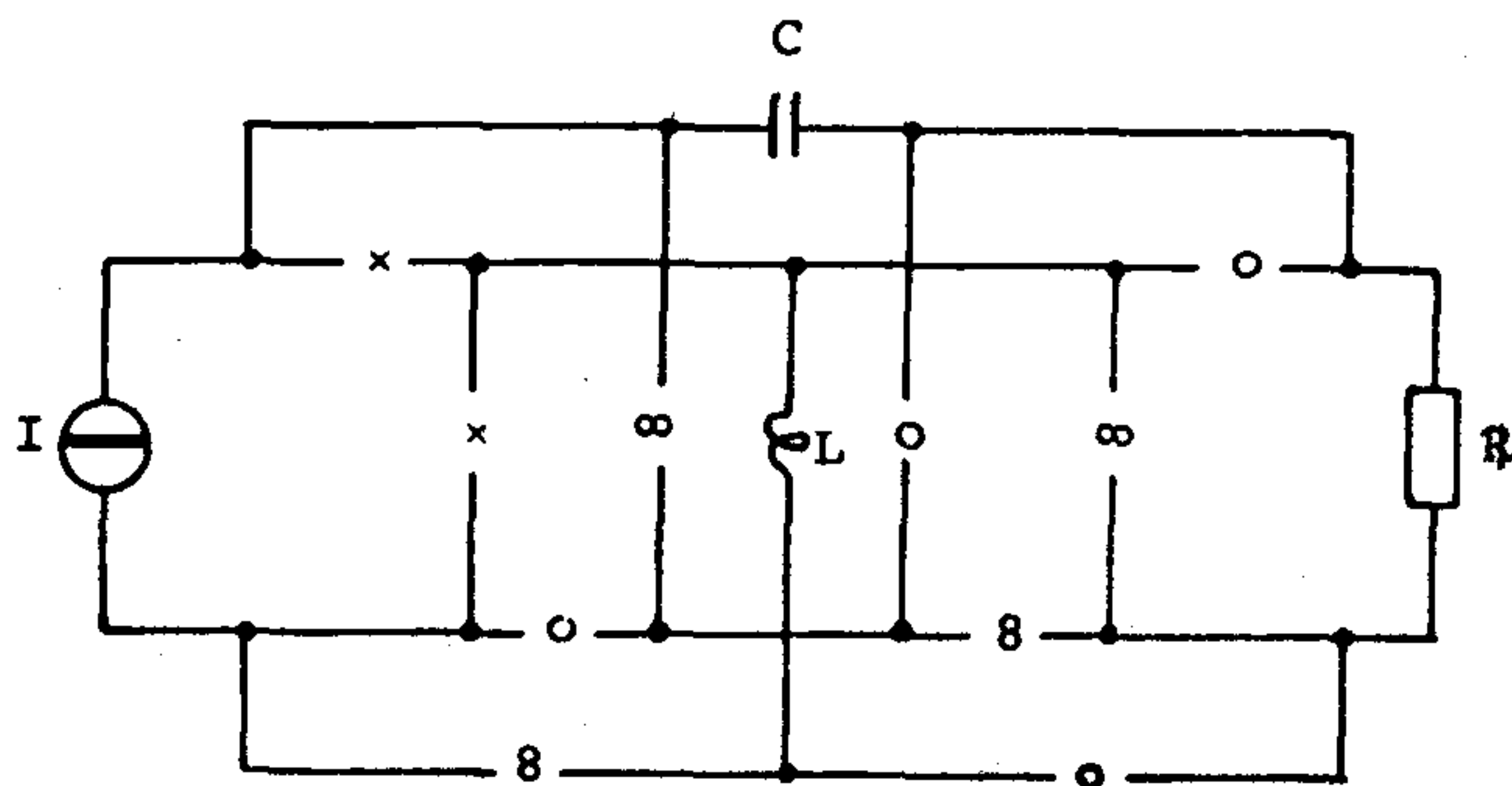
H548-4

4. ábra. Az 1. ábrán megadott hálózat egy redukáltja



H548-2

2. ábra. Kör/kör típusú kvázireguláris hálózat



H548-5

5. ábra. A 2. ábrán megadott hálózat egy redukáltja

Ezután terjesszük ki vágat-körpáros hálózatra is a kitüntetett nullátor norátor pár, annak eliminálása és a redukált hálózat fogalmát.

3. Tétel. Vágat-körpáros hálózat akkor és csak akkor kvázireguláris, ha mind a norátorok és feszültséggenerátorok halmaza, mind a norátorok és az áramgenerátorok halmaza karakterisztikus és a redukált hálózata reguláris.

Megjegyzés. Ez utóbbi tétel birtokában lehetséges vágat-körpáros hálózat nem egyértelmű megoldhatóságának eldöntését visszavezetni reguláris hálózat egyértelmű megoldhatóságának vizsgálatára ([9]).

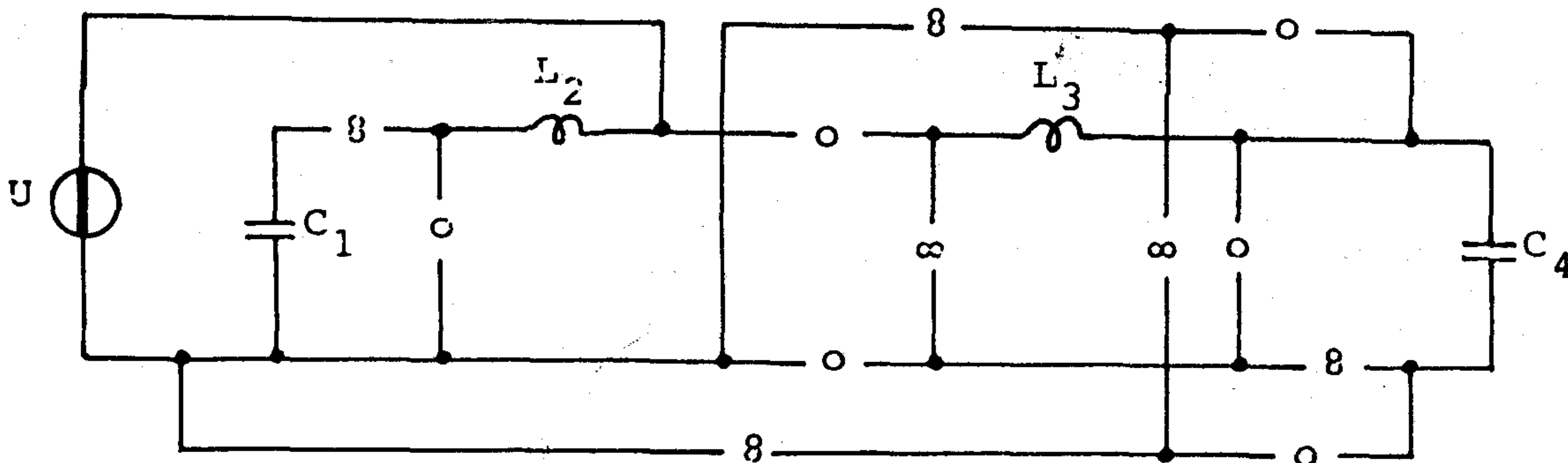
#### Alkalmazás

1.példa. Igazoljuk, hogy az 1., 2. és a 3. ábrán látható hálózatok kváziregulárisak.

Mivel a szóbanforgó hálózatok mindegyike vágat-

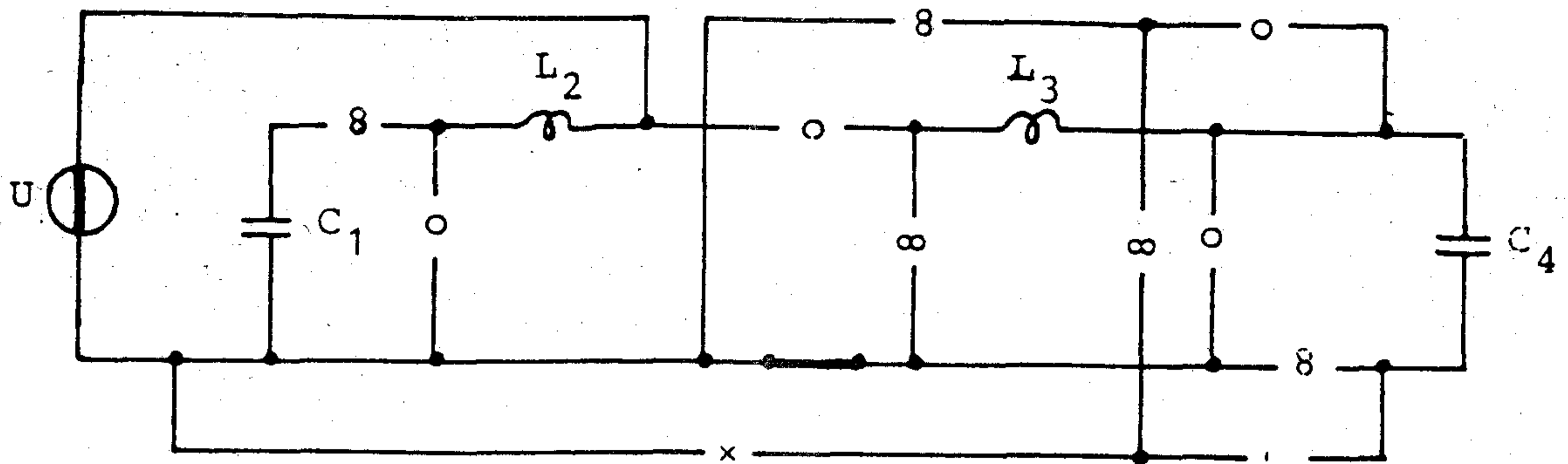
körpáros hálózat, továbbá mind a norátorok és feszültséggenerátorok halmaza, mind a norátorok és áramgenerátorok halmaza karakterisztikus, elegendő megmutatni, hogy egy redukált hálózatuk reguláris. A 4. ábra szemlélteti az 1. ábra hálózatának egy redukáltját. Ennek egyetlen magja az  $R$  elem, tehát a redukált hálózat feltétel nélkül reguláris.

Az 5. ábrán láthatjuk a 2. ábra hálózatának egy redukáltját. Mivel a magelemek száma 2, és az  $R$  elem sem  $L$ -lel, sem  $C$ -vel magban nem fordulhat elő, egyetlen magként az  $\{L, C\}$  halmaz jöhet csak számításba, és ez valóban a redukált hálózat magja. Megjegyezzük, hogy az 1. ábrán látható kapcsolás éppen egy ideális feszültséggenerátorral meghajtott nem átmenő földes feszültségvezérelt feszültséggenerátor modellje ([2]), míg a 2. ábrán látható kapcsolás egy olyan átmenő föld nélküli girátor modell ([2]) duális hálózata, amelynek primer oldalát egy ideális feszült-



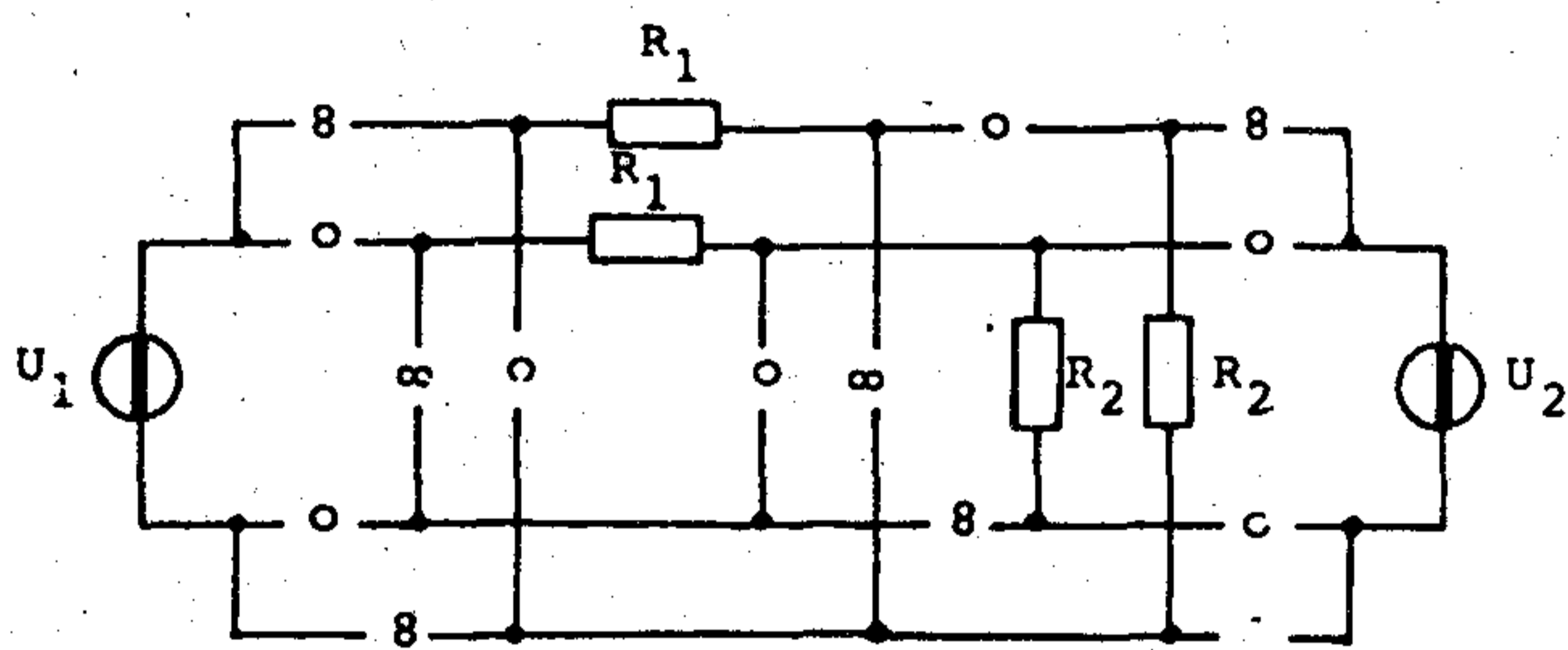
H548-3

3. ábra. Vágat/kör típusú kvázireguláris hálózat



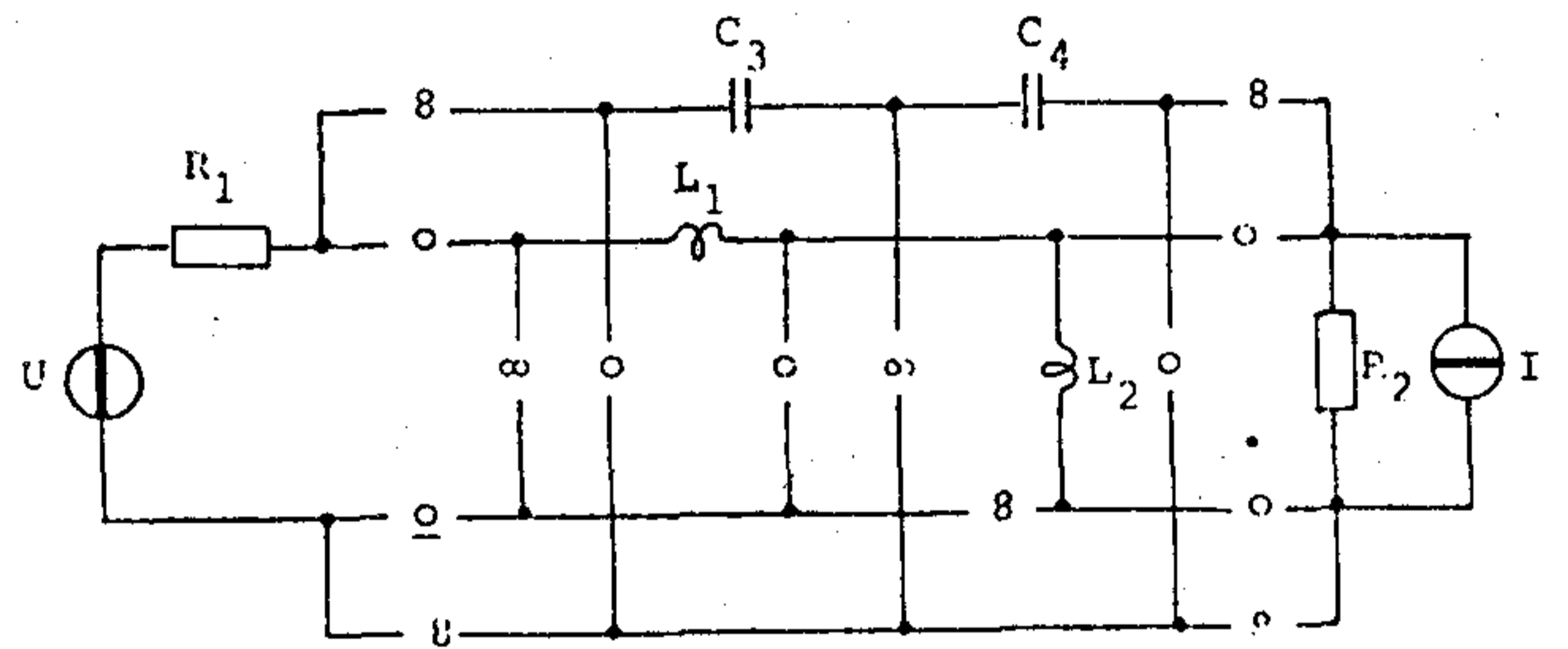
6. ábra. A 3. ábrán megadott hálózat egy redukáltja

H548-6



H548-7

7. ábra. Példa nem megoldható vágat-körpáros hálózatra



H548-8

8. ábra. Példa kvázireguláris hálózat megoldási feltétele számításához

séggenerátor, szekunder oldalát pedig egy kapacitás zárja le.

A 6. ábra a 3. ábrán látható hálózat egy redukáltja. A magelemek száma most is kettő. Elvileg a 4 passzív elem 6 magot alkothatna, azonban magelem számára sem  $L_2$ , sem  $L_3$  nem alkalmas: Egyetlen mag tehát csak a  $\{C_1, C_4\}$  halmaz lehet, és valóban mag. Ezzel az 1. feladatot megoldottuk.

2. példa. Tekintsük a 7. ábrán látható hálózatot. Vizsgáljuk meg a megoldhatóságát.

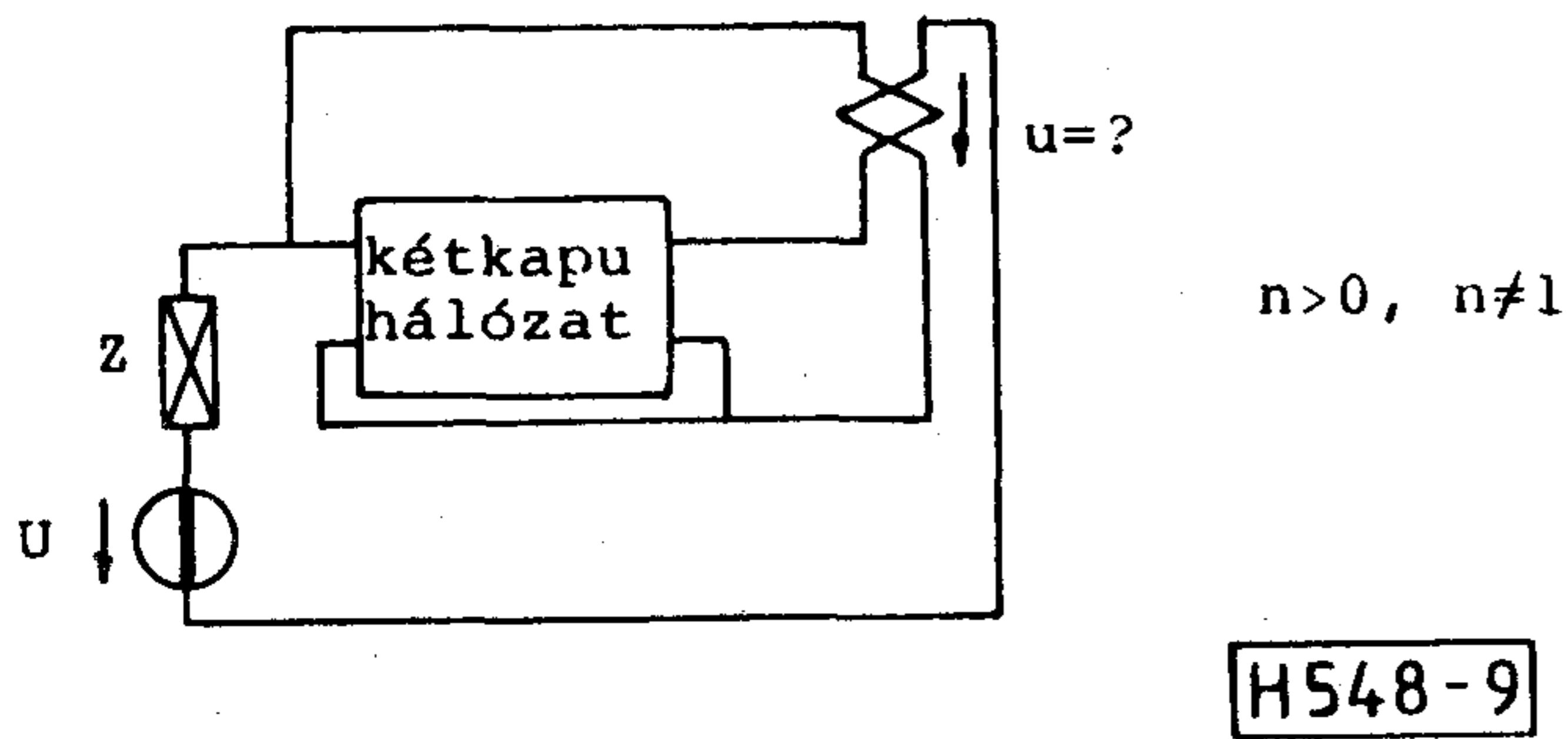
A hálózat vágat/vágat típusú vágat-körpáros hálózat. Egy redukáltja előáll, ha valamelyik kitüntetett nullátor-norátor párjának elemeit rövidzárral pótoljuk. Vegyük észre, hogy most egyetlen redukált hálózatnak sem lehet magja, mert magelem számára egyetlen rezisztencia sem jöhet számításba. Ugyanis bármelyik rezisztencia a feszültséggenerátorokkal együtt vagy tiszta nullátort vagy tiszta norátort tartalmazó körbe foglalható az eredeti kapcsolásban ([9]), és ez a körülmény akkor sem változik, ha egy-egy nullátort, illetve norátort rövidzárral helyettesítünk. Így a 7. ábrán látható kapcsolás példa nem megoldható vágat-körpáros hálózatra.

A 7. ábrán látható hálózat tulajdonképpen olyan, nem átmenő földes ideális transzformátor modell ([2]), amelyet mind a primer, mind a szekunder oldalon ideális feszültséggenerátorral zártunk le. Így ez a feladat a klasszikus hálózatelmélet egy közismerten ellentmondásos példáját szemlélteti.

3. példa. Tekintsük a 8. ábrán látható hálózatot. Adjunk feltételt a hálózatban szereplő paraméterekre úgy, hogy a hálózat kvázireguláris legyen.

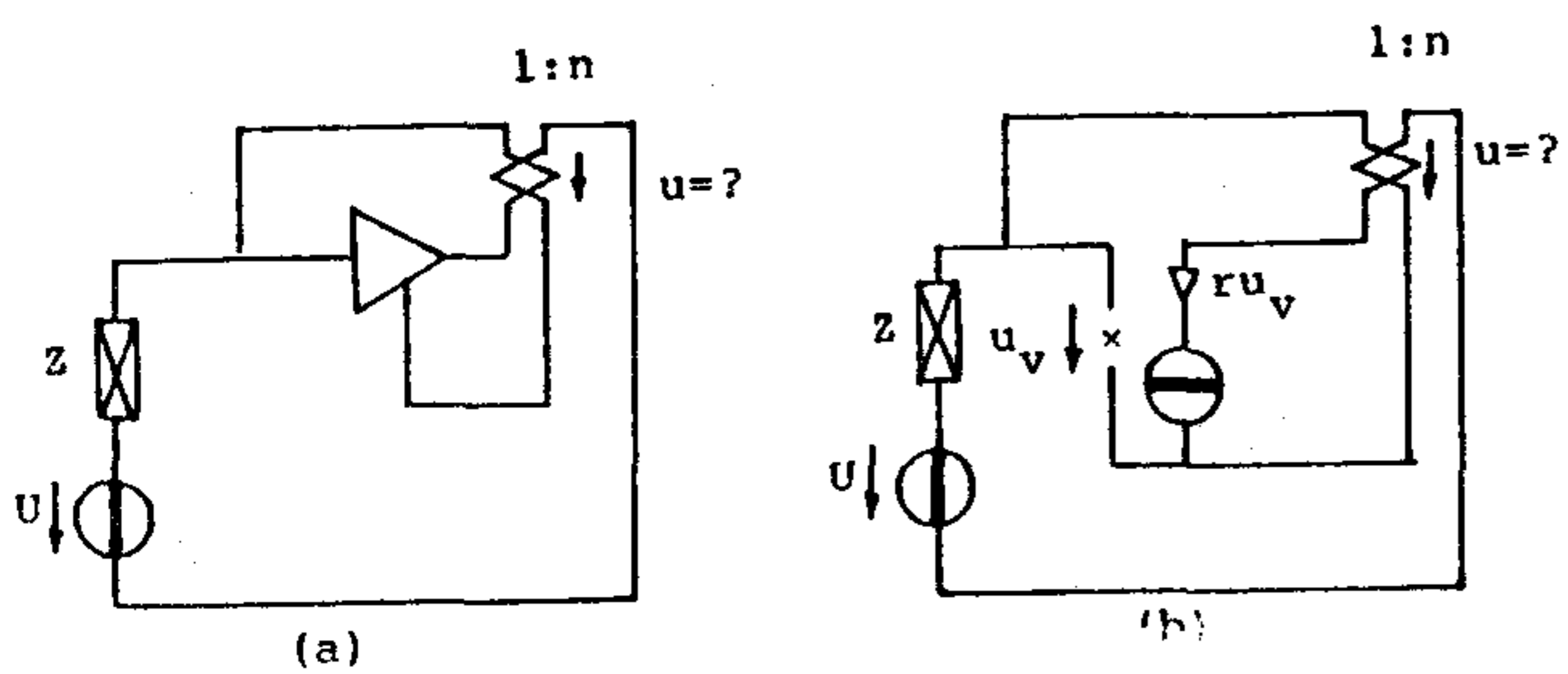
Mivel a hálózat vágat/vágat típusú vágat-körpáros hálózat, egy redukáltjához úgy jutunk, hogy pl. a kapcsolásban szereplő, aláhúzással jelölt nullátor és norátor elemeit rövidzárral helyettesítjük. Így a redukált hálózat pontjainak száma 11. Mivel e kapcsolat egy feszültséggenerátort és 6 nullátor norátor párt tartalmaz, magja 3 elemű ([9]). Tehát a magok száma legfeljebb 20.

Tekintsük először azokat a magokat, amelyek az  $R_1$  elemet tartalmazzák. Ilyen magban nem szerepelhet  $L_1$  (mert a hálózatnak van  $R_1$ ,  $U$ ,  $L_1$  és nullátorelemet tartalmazó köre), illetve  $C_3$  (mert a hálózatnak van  $R_1$ ,  $U$ ,  $C_3$  és norátorelemet tartalmazó köre). Mivel az  $R_1$  elemet tartalmazó magban egyszerre nem fordulhat elő az  $(R_2, L_2)$ , illetve az  $(R_2, C_4)$  pár, a szóbajóhető mag  $\{R_1, L_2, C_4\}$  lehet csupán, és ez valóban mag, mégpedig 0 fokszámú ([9]). Másodszor tekintsük azokat a magokat, amelyek az  $R_1$  elemet nem tartalmazzák. Mivel a magban az  $(L_1, L_2)$  és a  $(C_3, C_4)$  párok nem szerepelhetnek,  $R_2$  biztosan magelem. De  $R_2$  jelenléte kizárja  $C_4$ -et, mert az  $(R_2, C_4)$  pár sem szerepelhet a magban. Az egyetlen szóbajóhető mag tehát az  $R_2, L_1, C_3$ , és ez valóban mag és fokszáma ugyancsak zérus ([9]). A két mag előjele [8] figyelembe vételével különböző. Így az egyetlen magfüggvény ([9]):



9. ábra. Ideális transzformátorral visszacsatolt kétkapu hálózat

H548-9



10. ábra. A kétkapu hálózat  
(a) ideális műveleti erősítő;  
(b) feszültségvezérelt áramgenerátor

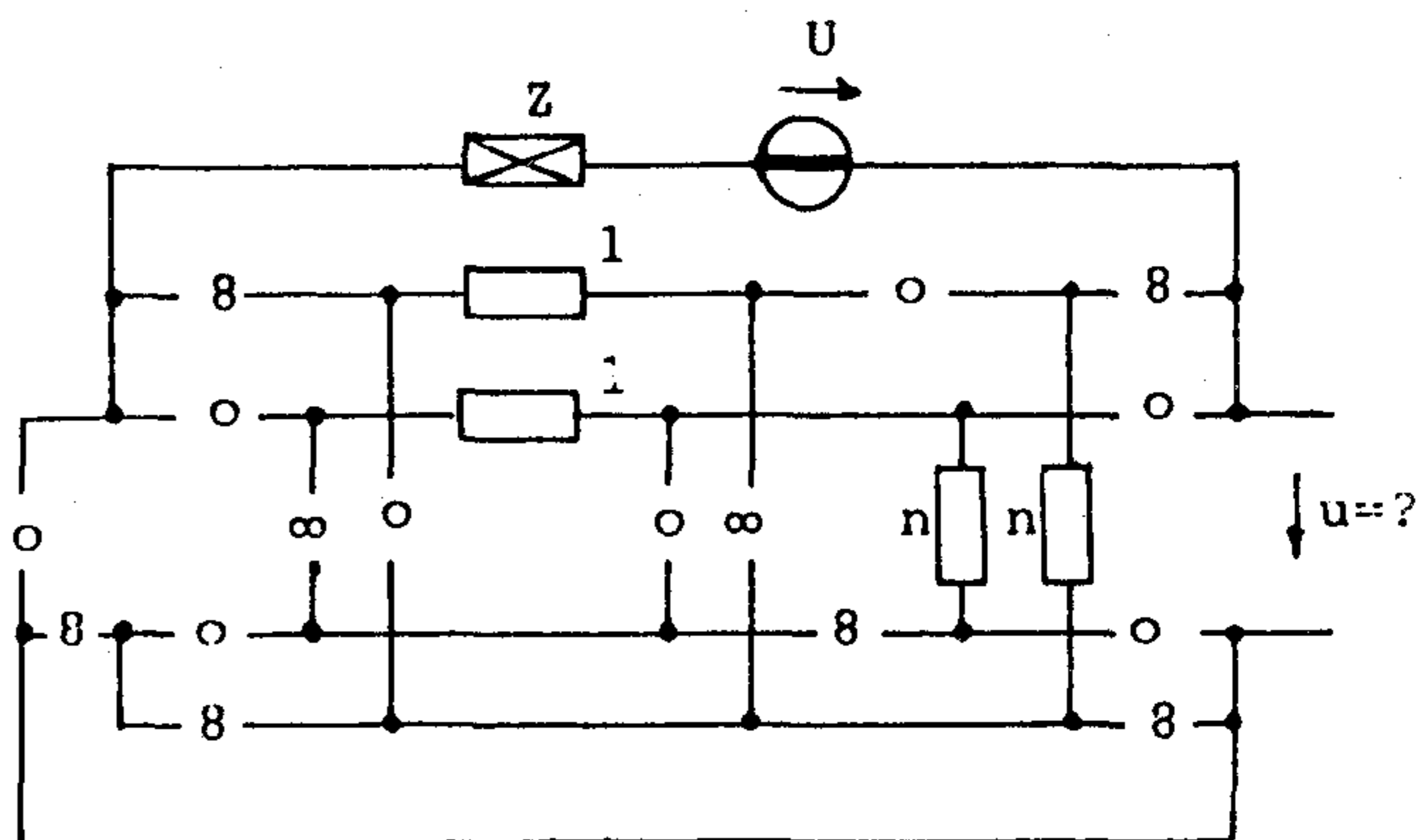
H548-10

$$\frac{C_4}{R_1 L_2} - \frac{C_3}{R_2 L_1}$$

A redukált hálózat regularitásának szükséges és elégséges feltétele e magfüggvény zérustól különböző volta. Nyertük tehát, hogy a szóbanforgó hálózat akkor és csak akkor kvázireguláris, ha  $R_1 L_2 C_3 \neq R_2 L_1 C_4$  feltétel teljesül.

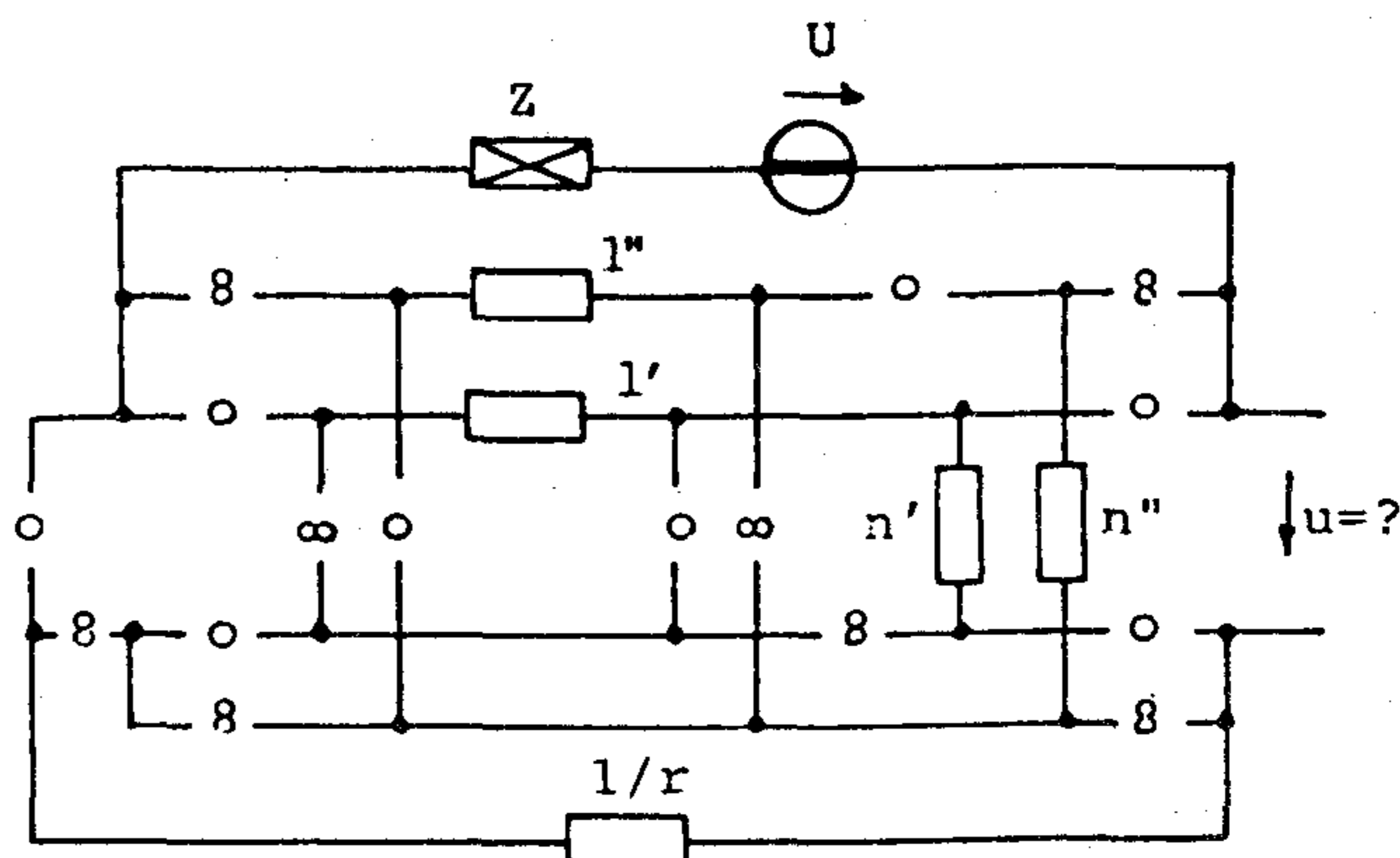
4. példa. Tekintsük a 9. ábrán látható, ideális transzformátorral visszacsatolt kétkapu hálózatot, ahol  $Z$  tetszőleges RLC kétpólus impedancia, a transzformátor áttétele pozitív, és 1-től különböző. Érdeklődünk a transzformátor szekunder oldali feszültsége iránt.

Legyen a kétkapu hálózat először ideális műveleti erősítő (10. ábra (a) része). A 11. ábra mutatja a kapcsolat nullátor norátor páros modelljét. Látható, hogy a modell egy norátorvágatot, egy norátorkört, ugyanakkor egy nullátorvágatot is tartalmaz, ezért nem lehet kvázireguláris, sőt elemi analízissel kimutatható, hogy ellentmondásos. Most a kérdéses feszültség nem határozható meg. Legyen a kétkapu hálózat másodszer  $r$  ( $\neq 0$ ) áttételű feszültségvezérelt áramgenerátor (10. ábra (b) része). a 12. ábrán a szóbanforgó hálózat nullátor norátor páros modellje látható. A modellben az elemek paramétere impedancia illetve ellenállás, a ké-



11. ábra. A 10.a. ábrán látható hálózat nullátor norátor páros modellje

H548-11

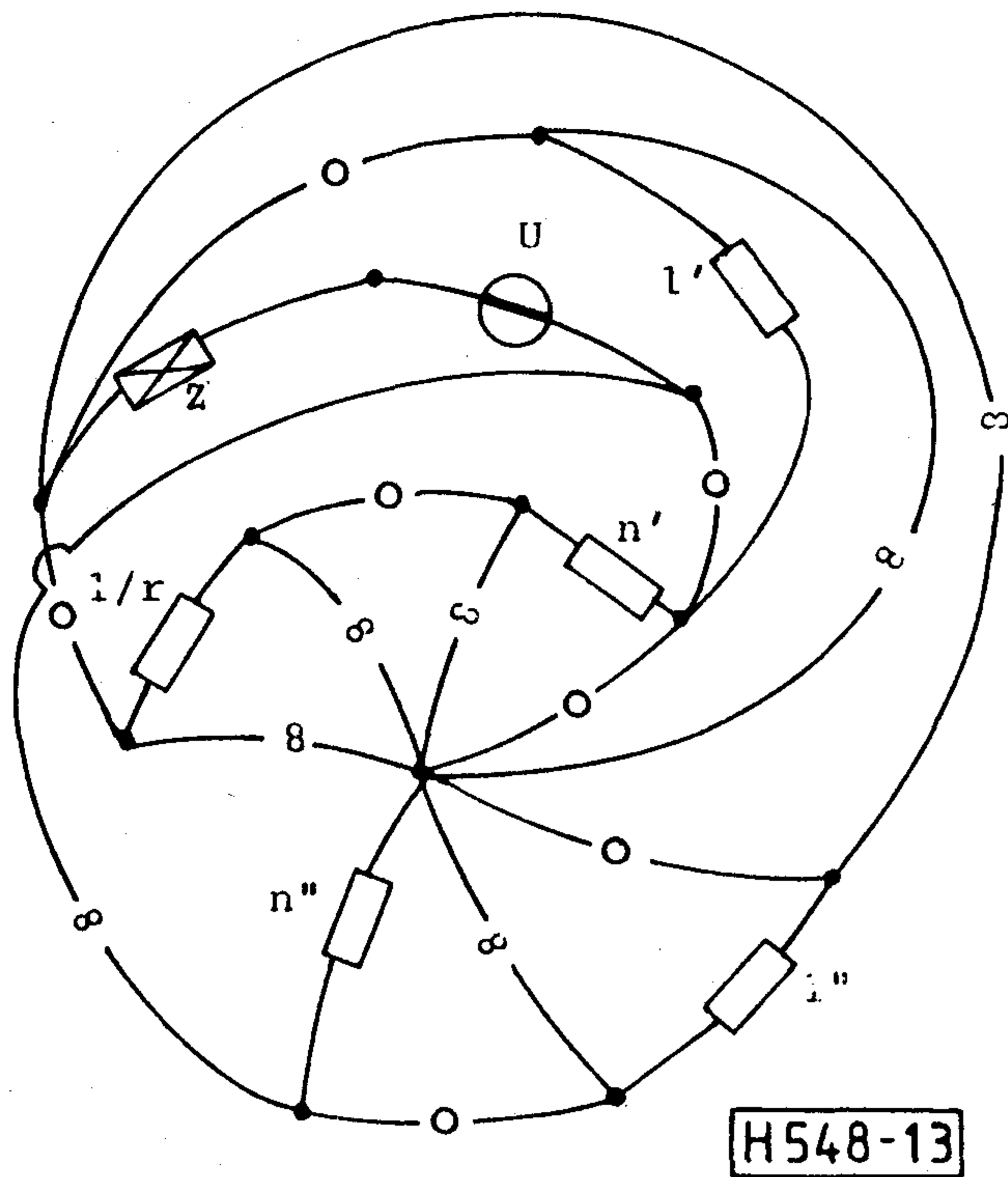


12. ábra. A 10.b. ábrán látható hálózat nullátor norátor páros modellje

H548-12

sőbbiek kedvéért az azonos 1 és  $n$  paraméterű elemeket vesszőkkel különböztetjük meg. A modell vágat/vágat típusú kvázireguláris hálózat. Mivel mind a norátorok és a feszültséggenerátorok, mind a norátorok és áramgenerátorok halmaza karakterisztikus, megoldhatóságához elegendő megmutatni, hogy a modell redukáltja reguláris. Egy redukáltat szemléltet a 13. ábra. Mivel a pontok száma 12, a degenerált elempárok száma 7, a lehetséges mag 3 elemű. Magelem gyanánt nem fordulhat elő az  $1/r$  paraméterű elem, azaz a vezérelt generátor áttétele a megoldhatóságot nem befolyásolhatja. Mivel  $(1', n')$  és  $(1'', n'')$  jelű elempárok magban norátorkör illetve nullátorkör miatt nem szerepelhetnek,  $Z$  szükségképpen magelem kell legyen. De akkor  $1'$  elem magban való jelenléte kizárt a feszültséggenerátor helyzete folytán (nullátorkör!). Lehetséges magok  $\{Z, n', n''\}$  és  $\{Z, n', 1''\}$ , és ezek valóban magok is. Mivel a hálózatmodellnek nincs több magja, a megoldhatóság egy elegendő feltétele:

$$\frac{1}{Zn} + \frac{1}{Zn^2} \neq 0,$$



13. ábra. A 12. ábrán látható hálózat egy redukáltja

azaz  $1 + n \neq 0$ . Ez a feltétel teljesül. Mivel a keresett  $u$  feszültség az  $n'$  elem feszültsége, az 1. Tétel folytán független a tetszőlegesen választott norátorfeszültségtől, így egyértelmű.

### Számítógépes implementáció

Reguláris hálózatok számítására az irodalom számos hatékony módszert ismertet ([6], [4], [5]). Mivel kvázireguláris hálózatok számítása reguláris hálózatok számítására vezethető vissza, így az említett módszerek kvázireguláris hálózatok megoldására is alkalmasak.

Nullátor norátor páros hálózatok analízisét célszerűen meg kell előznie a hálózat egyértelmű megoldhatóságának vizsgálata ([9]). Lényegében ilyen vizsgálatokat végeztünk el az előző fejezetben tisztán logikai okoskodással. Pontosabban arról döntöttünk, hogy a kitűzött vágat-körpáros hálózat kvázireguláris-e.

Nullátor norátor páros hálózat egyértelmű vagy nem egyértelmű megoldhatóságának eldöntése lényegében topológiai eljárást igényel.

Ennek az eljárásnak logikai úton való véghezvitele bonyolultabb feladatoknál igen nehézkes, fárasztó, nehezen áttekinthető. Hálózatok regularitásának kimutatásához [9]-ben számítógépes program készítésére alkalmas eljárás leírást találunk. Lehetséges számítógépes eljárást tervezni hálózatok kváziregularitásának eldöntésére is. Ehhez célszerűen először azt vizsgáljuk, hogy a hálózat vágat-körpáros-e, mert ez a tulajdonság a hálózat gráfjáról viszonylag könnyen kimu-

tatható. Vágat-körpáros hálózat esetén megvizsgálható, hogy a nullátorok és feszültséggenerátorok, illetve a nullátorok és áramgenerátorok halmaza *karakterisztikus*-e. Ha igen, úgy képezzük a hálózat egy (tetszőleges) redukáltját annak valamely kitüntetett degenerált elempárja eliminálásával. Végül a 3. Tétel figyelembe vételével a tekintett hálózat akkor és csak akkor nem egyértelműen megoldható, ha a redukáltja egyértelműen megoldható. Egyben az 1. Tétel folytán a redukált hálózat elemeinek feszültsége és árama adja a kvázireguláris hálózat megoldását néhány norátorelem feszültsége illetve árama kivételével

Lehetséges olyan számítógépes programot tervezni, amely alkalmas mind a regularitás, mind a kváziregularitás eldöntésére. Ilyen program készítéséhez tekintsük a 14. ábrán látható blokk-sémát. A blokk-séma a [9]-ben ismertetett blokk-séma alkalmas kiegészítéssel állott elő, erre utalnak a 14. ábra tömbjeiben használt jelölések is. Mindenesetre definiálunk egy "k" jelű paramétert, amelynek kezdeti értéke 1. A blokk-séma bal oldala összefoglalja a hálózat magjának felkutatását. A séma középső része tulajdonképpen a [9]-beli folyamatábra kiegészítése. Ha a hálózatnak nincs magja, akkor nem lehet reguláris, de lehet még kvázireguláris. A [9]-beli program leállítása helyett a 14. ábrán most a kváziregularitás vizsgálatával folytatódik az eljárás. Amennyiben a vizsgált hálózat karakterisztikus halmazokkal rendelkező vágat-körpáros hálózat, úgy a program előállítja annak egy redukáltját. A redukált hálózat adatait (új) bemenő adatoknak tekintve a program visszatér az elejére, miután a k paraméter 2-re változott. Amennyiben az eljárás most sem talál magot, így a hálózat nem kvázireguláris. Mag létezése esetén a programvezérlés áttevődik a blokk-séma jobb oszlopára annak kiderítésére, hogy a megoldhatóság feltétel nélküli vagy feltételes.

Mindkét esetben az eljárás végén a k paraméter aktuális értékével együtt (amely mutatja, hogy a vizsgált hálózat reguláris vagy kvázireguláris) javaslat születik az analízis számára normálfa megválasztására.

### Általánosítás

A [2] irodalomban számos, nem átmenő földes két-kapu hálózatmodell található, amelyek kvázireguláris hálózatokból épülnek fel, és e modellek is kváziregulárisak.

Kvázireguláris hálózatokból felépített hálózatok természetesen lehetnek regulárisok, kváziregulárisok, sőt akár ellentmondásos hálózatok is (pl. a 7. ábrán látható hálózat).

Tekintsük a 15. ábrán látható, lényegében két kvázireguláris hálózat összekapcsolásával nyert hálózatot. Ez a hálózat se nem reguláris, se nem kvázireguláris, de egyrészt megoldható, másrészt a kvázireguláris hálózatokhoz hasonló tulajdonságú abban az értelem-





Jelölje a hálózat norátor elemeinek halmazát  $B$ , feszültséggenerátor elemeinek halmazát  $U$ , valamint áramgenerátor elemeinek halmazát  $I$ . Akkor mondjuk, hogy az  $n$ -vágat-körpáros hálózat  $BUU$  és  $BUI$  halmazai *karakterisztikusak*, ha  $BUU$  halmaznak nincs feszültséggenerátort tartalmazó köre, és  $BUI$  halmaznak nincs áramgenerátort tartalmazó vágata.

4. *Tétel.*  $n$ -vágat-körpáros hálózat akkor és csak akkor  $n$ -kvázireguláris hálózat, ha  $BUU$  és  $BUI$  halmazok karakterisztikusak és redukált hálózata reguláris.

5. *Tétel.*  $n$ -kvázireguláris hálózat elemeinek mind a feszültsége mind az árama a norátorvágat elemek feszültségétől és a norátorkör elemek áramától eltekintve egyértelmű és független a (tetszőlegesen) rögzített norátorfeszültségektől és norátoráramoktól. Megjegyezzük, hogy a 4. és az 5. Tétel birtokában lehetséges  $n$ -vágat-körpáros hálózatokból eldönteni az  $n$ -kváziregularitást, továbbá  $n$ -kvázireguláris hálózatok megoldásához reguláris hálózatot adni az analízis számára. Úgyszintén a 14. ábrán látható blokksema módosításával lehetséges  $n$ -kvázireguláris hálózatok megoldhatóságának számítógépes kimutatása.

## FÜGGELÉK

### A tulajdonságok belátása

Jelölje  $U$  a hálózat feszültséggenerátorainak,  $I$  az áramgenerátorainak,  $A$  a nullátorainak,  $B$  a norátorainak, végül  $Z$  az RLC elemek operátoros impedanciájának halmazát. Akkor a Laplace transzformáltakra vonatkozó hálózategyenletrendszer a következő formában írható:

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 U^u & I^u & B^u & A^u & Z^u & Z^i & A^i & B^i & U^i & I^i & & \\
 \left[ \begin{array}{cccccccccccc}
 \boxed{B} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} \\
 \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} \\
 \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{Z}^{-1} & \underline{-1} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} \\
 \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{1} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} \\
 \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{1} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0} & \underline{0}
 \end{array} \right] \begin{array}{l} \underline{u}_U \\ \underline{u}_I \\ \underline{u}_B \\ \underline{u}_A \\ \underline{u}_Z \\ \underline{i}_Z \\ \underline{i}_A \\ \underline{i}_B \\ \underline{i}_U \\ \underline{i}_I \end{array} = \underline{0} \quad (1)
 \end{array}$$

(1) baloldalának hipermatrixában (hálózatmatrix)  $B$  és  $Q$  a hálózat fundamentális kör, illetve vágatmatrixa,  $Z^{-1}$  az RLC elemek operátoros admittanciájából alkotott diagonálmatrix,  $I$  egységmatrix, a  $Q$  pedig nullmatrixot jelent. A hipermatrix baloldalán található oszlopvektor  $\underline{u}_U, \dots, \underline{i}_I$  elemei feszültség, illetve áramvektorok, az index utal arra a hálózatelem halmazra,

amelynek elemeire a komponensek vonatkoznak. A hálózatmatrix fejlécén lévő szimbólumok a matrix megfelelő oszlopainak halmazát jelölik, a hálózatmatrix szaggatott vonalak közötti része pedig a hálózatdetermináns.

Ezután tegyük fel, hogy a hálózat kvázireguláris, és pusztán egy norátorelem feszültségének rögzítésével tehető reguláris. Ez azt jelenti, hogy (1) hálózatdeterminánsának egy norátorfeszültség oszlopvektora előállítható a többi oszlopvektor lineáris kombinációjaként. Az előállításban résztvevő oszlopvektorok között a "pusztán" szó miatt nem szerepelhet áramgenerátorfeszültség oszlopvektor, így csak norátorfeszültség oszlopvektorok jöhetnek számításba.  $B$  matrix tulajdonságából következik, hogy a hálózatnak van tiszta norátorvágata. A norátorvágat egyetlen, mert különben a regularitáshoz egynél több norátorfeszültséget kellene rögzíteni.

A transzponált matrix rangjának invarianciájából következik, hogy a hálózatdetermináns sorai között is kell legyen olyan sorvektor, amelyik előállítható a többi sorvektor lineáris kombinációjaként. Mivel  $B$  és  $Q$  fundamentális matrixok, (1) hálózatdeterminánsának első három sorvektor halmaza biztosan lineárisan független. Két eset lehetséges:

1. a negyedik sorvektorhalmaz valamelyik eleme előállítható a többi sorvektor lineáris kombinációjaként. Egy pillantást vetve (1)-re látjuk, hogy most a lineáris kombinációban csak  $B$  és nullátorfeszültségre vonatkozó sorvektorok szerepelhetnek. Megmutatható, hogy a nullátorfeszültség sorvektorok egy halmazának lineáris kombinációja feszültséggenerátor elemektől és a tetszőlegesen rögzített feszültségű norátorelemtől eltekintve megegyezik  $B$  bizonyos sorainak lineáris kombinációjával. Mivel a hálózat nem ellentmondásos, így szükségképpen létezik tiszta nullátorelemekből álló köre. Ismét a transzponált matrix invarianciája miatt ez a kör egyetlen.

2. az ötödik sorvektorhalmaz valamelyik eleme állítható elő a többi sorvektor lineáris kombinációjaként. Az előbbi okoskodást most a  $Q$  matrix és a nullátoráram sorvektorokra megismételve nyerjük, hogy a hálózatnak létezik egy nullátorokból álló vágata.

Hasonlóképpen látható be, hogy az olyan kvázireguláris hálózat, amely pusztán egy norátorelem áramának rögzítése után válik reguláris, pontosan egy norátorkört tartalmaz, és ugyanakkor létezik vagy pontosan egy nullátorköre, vagy pontosan egy nullátortörvágata. Ezzel a kvázireguláris hálózatok mindkét tulajdonságát bebizonyítottuk.

### A tételek bizonyítása

#### 1. Tétel

Legyen a kvázireguláris hálózat vágat/vágat típusú. Rögzítsük tetszőlegesen a norátorvágat egyik elemének feszültségét. A hálózategyenletrendszer felírásánál

most a hálózatgráf olyan kifeszítő fáját válasszuk referencia fa gyanánt, amelynek a tekintett norátor-elem kötőéle. (1)-ben  $B$  és  $Q$  mátrixok most erre a fára vonatkoznak. Akkor  $u$  oszlopvektor halmaznak a tekintett norátorelemre vonatkozó oszlopvektora pontosan egy 1-es elemet tartalmaz, az összes többi eleme 0. Az általánosság megcsorbítása nélkül feltehető, hogy az oszlopvektor első komponense 1. Tekintsük ezután a tetszőlegesen rögzített norátorfeszültséget a hálózat bemenő jelének, azaz soroljuk át a neki megfelelő oszlopvektort az  $u$  oszlopvektorhalmazba. Töröljük ezután a hálózatmátrix egyik, nullátorvágatban előforduló nullátorelemhez tartozó nullátoráram sorvektorát. Az így nyert determináns a feltétel folytán már zérustól különböző.

Tekintsük ezután a hálózatnak egy, norátorvágat elemtől különböző tetszőleges elemét. Az elem feszültsége, illetve árama Cramer szabálya szerint két determináns hányadosa. A nevezőben lévő determináns biztosan független a rögzített norátorfeszültségtől, mert az már az elemei között sem fordul elő. A számlálóban lévő módosított determináns azonban már tartalmaz egy olyan oszlopot, amelyben előfordul a határozatlan norátorfeszültség, mégpedig a referencia fa alkalmas megválasztása miatt pontosan az első komponensében.

A módosított determináns oszlopainak elemi átalakításával elérhető, hogy egy norátorvágat elem feszültségoszlopa megegyezzen a tetszőlegesen rögzített (határozatlan) feszültségű norátorelem feszültségoszlopával, azaz pontosan az első eleme 1-es, az összes többi zérus, ugyanakkor a kapott determináns értéke a módosított determináns értékétől legfeljebb előjelben különbözhet. E determinánsnak az átalakított oszlopa szerinti kifejtéséből látszik, hogy a módosított determináns értéke is független a határozatlan norátorfeszültségtől.

Amennyiben norátorvágat elem feszültségét akaránk meghatározni, úgy a módosított determináns a fentiekben leírt elemi átalakítása nem lehetséges, így bármelyik norátorvágat elem feszültsége már függhet a határozatlan norátorfeszültségtől. Hasonlóképpen bizonyítható a tétel a többi típusú kvázireguláris hálózatokra,

A tétel bizonyításából az is kiderült, hogy norátorvágat elemeinek árama, illetve a norátorkör elemeinek feszültsége is egyértelműen meghatározott.

## 2. Tétel

A tétel bizonyítása triviális, ha meggondoljuk, hogy egy norátorvágat elem rövidzárral történő helyettesítése a határozatlan norátorfeszültség 0 választását, egy norátorkör elem szakadással történő pótlása pedig a határozatlan norátoráram 0 választását jelenti; ugyanakkor nullátorvágat elem rövidzárral való helyettesítése a nullátoráram sorvektor törlése, nullátorkör

elem szakadással pótlása pedig nullátorfeszültség sorvektor törlése miatt jogos.

## 3. Tétel

A feltétel nyilvánvalóan elegendő.

Tegyük fel ezután, hogy a vágat-körpáros hálózatra teljesülnek a tétel feltételei. Megmutatjuk, hogy akkor a hálózat kvázireguláris.

Amennyiben a vágat-körpáros hálózat norátorvágatot tartalmaz, úgy rögzítsük tetszőlegesen annak egyik eleme feszültségét. Hagyjuk el ezután a hálózategyenletrendszer egyik nullátor elem feszültségére vagy nullátor elem áramára vonatkozó sorát aszerint, hogy a hálózat nullátorkört vagy nullátorvágatot tartalmaz. Vegyük észre, hogy az így előállított hálózat éppen a vágat-körpáros hálózat redukáltja, tehát hálózatdeterminánsa zérustól különbözik. Ha a vágat-körpáros hálózat norátorkört tartalmaz, úgy az előbbi eljárás értelem szerűen hajtható végre. Végül a norátorelemek és áramgenerátorok halmazára, illetve a norátorelemek és feszültséggenerátorok halmazára tett feltevés miatt a korábbi eljárás pusztán vagy norátorelem feszültségének vagy norátorelem áramának tetszőlegesen való rögzítésével tehető meg. Ezzel a tételt bizonyítottuk.

$n$ -vágat-körpáros és  $n$ -kvázireguláris hálózatokra vonatkozó 4. Tétel és 5. Tétel bizonyítása  $n$  szerinti teljes indukcióval lehetséges.  $n=1$  esetben a 4. Tétel a 3. Tétel miatt, az 5. Tétel pedig az 1. Tétel miatt teljesül. Tegyük fel ezután, hogy a 4. Tétel és az 5. Tétel ( $n-1$ )-re már igaz; bizonyítható, hogy akkor  $n$ -re is igazak.

Példaként bemutatjuk a további okoskodást a 4. Tétel elégséges feltételének igazolására:

A definíció folytán  $n$ -kvázireguláris hálózat független norátorköreinek és norátorvágatainak összes száma legfeljebb  $n$ . Ha az  $n$ -kvázireguláris hálózatnak van olyan norátoreleme, amelynek feszültsége (tetszőlegesen) rögzítendő, akkor tekintsük az (1) hálózategyenletrendszerben azokat a minimális számú norátorfeszültség oszlopvektorokat, amelyek a szóbanforgó norátorfeszültség oszlopvektorral lineárisan összefüggők. A norátorfeszültség rögzítése után keletkezett hálózat ( $n-1$ )-kvázireguláris, tehát az indukció feltevés figyelembevételével az  $n$ -kvázireguláris hálózat független norátorköreinek és norátorvágatainak összes száma legalább  $n$ . Ezért az  $n$ -kvázireguláris hálózat független norátorköreinek és norátorvágatainak összes száma pontosan  $n$ . Amennyiben a hálózatnak nincs olyan norátoreleme, amelynek a feszültsége rögzítendő, akkor az  $n$ -kvázireguláris hálózatban csak norátoráramok rögzíthetők. Az (1) hálózategyenletrendszer norátoráram oszlopaira az előbbi okoskodást értelem szerűen megismételve nyerjük, hogy a független norátorkörök száma  $n$ , és mivel norátorvágat most nem létezik, így a független norátorkörök és norátorvágatok együttes száma ugyancsak  $n$ .

Felhasználva a mátrix rangjának transzponálással szemben való invarianciáját, a kvázireguláris hálózatok 2. Tulajdonságának bizonyításánál látottakhoz hasonlóan mutatható meg, hogy  $n$ -kvázireguláris hálózatok esetén a független nullátorkörök és nullátorvágatok összes száma is  $n$ . Azaz  $n$ -kvázireguláris hálózat mindig  $n$ -vágat-körpáros.

$BUU$  és  $BUI$  halmazok karakterisztikussága az  $n$ -kvázireguláris hálózatok definíciójában szereplő "pusztán" szó miatt, az  $n$ -vágat-körpáros hálózat redukáltjának regularitása pedig az  $n$ -kvázireguláris hálózat redukáltjának regularitása miatt teljesül. Ezzel a feltétel elégségességét beláttuk.

### Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet Hollós Editnek önzetlen szakmai segítségnyújtásáért, hasznos tanácsaiért és konkrét javaslataiért, amelyek az általa korábban publikált eredményeivel együtt hozzájárultak e cikk témája megválasztásán túl annak jelenlegi formája elnyeréséhez.

## SZEMLE

### Összeállította: Gál Ferenc

Az NSZK Szövetségi Posta (DBP) szolgáltatásainak árát csökkentve kíván felzárkózni az 1992-es integrált európai piac versenykötelményeihez.

A bonni Ipari és Kereskedelmi Szövetség kimutatásai szerint a bérek után a híradástechnika a második legnagyobb vállalati költségtenyező (az összköltségek 10% -a, ezzel szemben Angliában ez a viszonyszám nem haladja meg a 3-4% -ot). A nemzetközi hívások tarifáját a közelmúltban 10% -kal csökkentették, a belföldi tarifákat 1989. áprilisától kezdve 3 lépcsőben ugyancsak csökkentik.

(Datamation, 1988. november 1.)

A japán Fujitsu, a világ hatodik legnagyobb félvezető gyártó csoportja (éves forgalma 2,4 milliárd dollár) 400 millió font beruházással chipüzemet létesít Északkelet-Angliában. A döntés nagy jelentőségű a brit gazdaság számára, annál is inkább, mert néhány éve a legnagyobb japán félvezetőgyártó Nippon Electric Company-nak (NEC), amelynek tavalyi forgalma elérte a 4,5 milliárd dollárt, ugyancsak mikrochipgyára működik Skóciában. Nagy-Britanniában eddig kereken 100 japán vállalat mintegy 1,5 milliárd font összegű működőtőke-beruházást hajtott végre, s ezzel 25 ezer új munkahelyet teremtett.

(Figyelő, 1989. április 27.)

A magyarországi telefonellátás javítására rövidesen részvénytársaságot hoz létre az ausztráliai Bond Corporation Holdings Ltd (50%) és a magyar Coopinvest (30%), a Technika Külkereskedelmi Vállalat (10%), valamint a Budapesti Rádiótechnikai Gyár (10%). A Bond Hungária Telecom Rt. magyarországi rádiótelefon-rendszer kiépítésére vállalkozik. A tervek szerint a rendszert három év

### IRODALOM

- [1] Davies, A. C.: Matrix analysis of networks containing nullators and norators. *Electronic letters* (1966), p. 48-49.
- [2] Hollós, E.: Nullátort és norátort tartalmazó kétkapú modellek. *HÍRADÁSTECHNIKA*, XXXIII (1982), 493-496.
- [3] Vágó, I., Hollós, E.: Kétkapú modellezése nullátor és norátor felhasználásával. *HÍRADÁSTECHNIKA*, XXIV (1973), 236-239.
- [4] Hollós, E.: Hurokáramok módszere nullátort és norátort tartalmazó hálózatokra. *HÍRADÁSTECHNIKA*, XXXIII (1982), 497-499.
- [5] Hollós, E.: Vágatfeszültségek módszere nullátort és norátort tartalmazó hálózatokra. *HÍRADÁSTECHNIKA*, XXXIII (1982), 500-502.
- [6] Vágó, I.: Nullátorokat és norátorokat tartalmazó hálózati modellek számítása. *HÍRADÁSTECHNIKA*, XXIV (1973), 265-268.
- [7] Vágó, I.: A gráfelmélet alkalmazása villamos hálózatok számításában. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1976.
- [8] Pávó, I.: The sign of k-tree in the nullator norator pairs network. 26. IWK, TH Ilmenau, (1981), p. 59-61.
- [9] Pávó, I.: Nullátor norátor páros hálózatok megoldhatóságáról. *HÍRADÁSTECHNIKA*, XXXIX (1988), 393-401.

alatt építik ki, mintegy 50 ezer telefonállomást hoznak létre, elsősorban Budapest és vonzáskörzete területén. A létrehozandó részvénytársaság alaptőkéje 3 millió USD, ami később 20 USD-re is emelkedhet, sem állami támogatást, sem világbanki hitelt nem tartalmaz.

A rendszer négy frekvenciatartomány felhasználásával kapcsolódik be az országos távközlési hálózatba. Ezek használatáról a Honvédelmi Minisztérium mondott le a társaság javára. A magyar telefonrendszer berendezéseit egyelőre a Bond-cég külföldön szerzi be, de azt tervezi, hogy később a BRG-nél megszervezik a telefonvevőkészülék gyártását. A rendszer kiépítése a tervek szerint 5,4 milliárd forintba kerül majd. A magyar előfizetők egyébként a vevőkészüléket forintért vásárolhatják majd meg. Az ára egyelőre nem ismeretes, de a Bond-cég Magyarországon tartózkodó képviselője úgy nyilatkozott, hogy semmiképpen nem lesz magasabb a chilei áraknál. Chilében ugyanis a Bond hasonló országos hálózatot alakított ki, amely sikerrel működik. Ugyanez vonatkozik a telefonbeszélgetések majdani díjára, amely várhatóan - 62 forintos dollárral számolva - átlagosan 6 forint lesz percenként.

A tervek szerint a Hungária Telecom rádiótelefon-rendszer üzemkedése 1990 első negyedéve. Az előzetes tárgyalásokon szó esett arról is, hogy a Bond megvásárolná a Magyar Posta távközlő-rendszerének egy részét, mintegy másfél milliárd dollárnyi értékben. (*Világgazdaság, Népszabadság*, 1989.junius 10.)

Magyarországon nincs a szó szoros értelmében vett hadiipar, csak hadiipari termelést is folytató vállalatokról, melyek tevékenységét az Ipari Minisztérium felügyeli. E vállalatok haditechnikai értékesítése netto árbevételük 22-23% -át adta 1986-ban. Becslések szerint a magyar hadiipar idén 30% -kal kisebb értékű megrendelést kap, mint amennyit 1988-ban teljesített. Ez érzékenyen érinti a műszer- és híradástechnikai iparágat, mivel ezek termékei képviselték eddig a magyar haditechnikai termelés 75% -át.

(Figyelő, 1989.április 13.)

(Folytatás a 316. oldalon.)

# TV IV.-V. sávi adóantennarendszer

Dr. Szabó Pál – Dr. Szabó Zoltán  
BHG Fejlesztési Intézet



Dr. SZABÓ PÁL



SZABÓ ZOLTÁN

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők ismertetik a teljes UHF sávban használható antennapanelt és az ezekből felépített antennarendszereket, mint alkalmazásokat. Néhány megvalósított állomás antennáit is bemutatják. Foglalkozik a cikk az UHF antennarendszerek további építőelemeivel - elosztók, diplexer - is.

## Bevezetés

A TV IV.-V. sávi átjátszóprogram kiépítése szükségessé tette egy, az ebben a sávban működő antennapanel kifejlesztését, amely adó- és vevőantennaként egyaránt alkalmazható. Több antennapanel megfelelő összekapcsolásával tetszőleges tulajdonságokkal rendelkező szektor vagy körsugárzó karakterisztikák valósíthatók meg. Telepítésükre azokon a helyeken kerül sor, amely területrészeket a nagy gerincadók valamilyen oknál fogva nem tudnak kellőképpen besugározni. Ezen okok közül a zsúfolt nagyvárosok magasabb épületkomplexumainak árnyékoló hatása, vagy adott területrész változatos domborzati viszonyai szerepelnek leggyakrabban. Vizsgálni kell több program közös antennarendszerrel történő kisugárzásának a sugárzási viszonyokat érintő kérdéskörét. Bevezetését e megoldásra vonatkozó konkrét igények indokolják. A műszaki követelmények teljesítése mellett a stabil mechanikai felépítés, a kis súly, a könnyű és gyors szerelhetőség döntő szempont.

## Az antenna felépítése

A IV.-V. sávi antennapanel összefüggő reflektorral előtt elhelyezett négy azonos fázisban azonos amplitúdóval táplált közel egészszulámú dipólból és a dipólok táplálását biztosító tápvonal, illetve balunrendszerből áll. Zuzmara és jegesedés ellen nagyszilárdságú üvegszálalás poliészterburkolat nyújt védelmet.

## Műszaki adatok

Frekvenciatartomány	470 - 860 MHz
Bemeneti impedancia	50 Ohm aszimmetrikus
Bemeneti állóhullámarány	$r \leq 1,15$
$\lambda/2$ hosszúságú dipólra vonatkozó nyereség	$\sim 11$ dB

\* Beérkezett. 1989. VI. 28.(#)

1964-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Gyengeáramú Szakon szerzett okleveles villamosmérnöki diplomát. Az Elektrotechnikai Vállalatnál (EMV) először mint fejlesztő mérnök, majd mint laboratórium vezető a koaxiális elemek fejlesztését vezette. 1976-óta a BHG Fejlesztési Intézetben az Antenna és Koax. fejlesztési osztály munkáját irányítja. 1978-ban írt egyetemi doktori értekezése a  $\lambda/4$ -nél rövidebb nagyteljesítményű koaxiális szűrők témakörét tárgyalta. Szakterülete az URH és TV adástechnikában alkalmazott antennák és koaxiális elemek illetve rendszerek fejlesztése.

Villamos üzem mérnöki oklevelét a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Szakán szerezte 1970-ben. 1972-1975 között a jászberényi RH adóállomás antenna és tápvonal mérési munkáiban vett részt. Ezt követően antenna és koaxiális áramkörök tervezésével és fejlesztésével foglalkozik. Témafelelőse volt a TV IV. sávi ill. TV IV.-V. sávi adóantenna és elosztóhálózat tervezési, fejlesztési feladatainak. Jelenlegi munkahelye a BHG Fejlesztési Intézet, Antenna és Koaxiáltechnikai Osztályán van.

Előre-hátra sugárzási viszony	$\sim 17$ dB
Teljesítményterhelhetőség	1kW
Polarizáció	horizontális
Tömeg	18kg
Csatlakozó	7/16
Méretek	970x470x222mm
	Szélterhelés
szemben	117 kp/220km/ó
oldalt	56 kp/220km/ó
Torlónyomás	94 kp/m <sup>2</sup>

## Az antennapanel fejlesztése

Az egyedi antennapanel fejlesztése a relatíve nagy sáv szélesség miatt  $B = 400$  MHz; 60% / egy komplett műszaki követelményrendszer igénypontjainak alapos átgondolását és megfelelő rangsorolását indokolja.

Elsőrendű követelmény adott területrész előírt nagyságú nagyfrekvenciás jellel való ellátása, illetve a besugárzott területrész térerősség ingadozásának minimális értéken tartása.

Egy terület besugárzása egyedi panelekből, a pane-

leket tápláló kábel és elosztó hálózatból felépített antennarendszerrel lehetséges, kialakítására nagyszámú megoldás létezik. Az antennarendszer műszaki paraméterei közül a horizontális sugárzási karakterisztika alakulása a panelek elrendezésétől - ez az esetek túlnyomó többségében négyszög elrendezés - valamint az egyedi panelek sugárzási jellemzőitől függ.

Az elrendezésből adódó ún. toronyátmérő  $D$ , - egyazon emelet reflektorsíkjai közé írható érintőkör átmérője - és a mindenkori hullámhossz hányadosa a  $D/\lambda$  viszony, a karakterisztika ingadozás előírt érték tartása érdekében optimális átmérőt feltételez.

Számítások alapján ez az átmérő 500 mm- től 600 mm- ig változhat. A szakirodalom  $D/\lambda = 1$  viszonyszámig ígér problémamentes megoldást.

Ez az állapot jelen esetben csak sávközépig  $f_0 = 660 \text{ MHz}$   $\lambda = 454 \text{ mm}$ / érvényes, a frekvencia növelésével a viszonyszám is nő, és értéke a sáv tetején  $f = 860 \text{ MHz}$ :  $\lambda = 348,8 \text{ mm}$ /  $D = 600 \text{ mm}$ -t alapul véve már 1,72.

Mindezen követelmények teljesítése az egyedi antenna horizontális sugárzási karakterisztika amplitudó és fázismentének helyes beállítását igényli a teljes TV IV.-V.-ös sávban. A beállítás nagyszámú mérési, ill. a mért adatok birtokában végzett számítási sorozat kiértékelése alapján történt, amit a relative nagy sávszélességeken kívül még két további tény indokolt.

Elsőként említhető, hogy az antenna geometriából számított egyedi karakterisztika a sáv felső részében 800-860 MHz nem ad pontos információt a fejlesztésnek erre az egyébként is kritikus problémakörére. Így a mért egyedi amplitudó és fázisadatokból történő, a valóságos állapotokat megfelelően tükröző rendszer karakterisztika számítások eredményeképpen -  $D = 500$  és  $600 \text{ mm}$  toronyátmérőre elvégezve - megválaszolhatók a több program közös antennarendszerrel történő kisugárzásának kérdései is. Összegző berendezés által összefogott két vagy több program egyidejű kisugárzása szélessávúan táplált ún. "lélegző" rendszer kialakításával lehetséges. Ez a megoldás a sávban könnyen megvalósítható karakterisztika ingadozás értékei ellenére, szigorúbb feltételeket ró az egyedi antenna impedancia menetének alakulására, ami a komplex rendszer reflexiómentesítése szempontjából bonyolult illesztő hálózatot igényel.

A szelektív jellegű fázistáplált rendszer az egyedi antenna impedancia menetét tekintve nem támaszt szigorú feltételeket, ismerve ezen áramköri megoldás reflexiós paraméterekre gyakorolt kedvező hatását.

A mérési tapasztalatok igazolják, hogy egy TV csatornán belül 26dB-es reflexiós csillapítás, azaz  $r = 1,1$  ÁHA érték beállítása jóval könnyebb feladat, mint ugyanezen csatornán belül az előírt horizontális rendszer karakterisztika ingadozás megvalósítása.

Erre nézve az elrendezéstől függő és az abból számított "eltolási" optimum értéket meghatározó mérési sorozat ad választ. A TV IV.-V. sávi antennapanel egyedi horizontális sugárzási jellemzőiből következően

a vele kialakított szélessávú ún. fázistáplált rendszerről -  $D = 500 - 600 \text{ mm}$  toronyátmérőre vonatkozóan - elmondható hogy 470 MHz és 780 MHz között  $\pm 2 \text{ dB}$ , 780 MHz és 830 MHz között  $\pm 2,5 \text{ dB}$ , míg 830 MHz-től 860 MHz-ig  $\pm 3 \text{ dB}$ -es horizontális rendszerkarakterisztika ingadozás értékeket lehet megvalósítani.

Nagyobb toronyátmérőnél, ahol a  $D/\lambda$  viszony 2 vagy ezt jóval meghaladó mértékű, körsugárzó rendszer esetében a dolog természeténél fogva nagy karakterisztika ingadozás tapasztalható. Az ún. "beszívódások" körüli térrészben a kisugárzott nagyfrekvenciás teljesítmény szintje nem elégséges a biztonságos vételi lehetőségek megteremtéséhez.

Az ingadozás minimalizálása és a beszívódások kiküszöbölése csak az előzőekben vázlatosan említett egyszerű megoldástól merőben eltérő különleges kialakítású, az esetek többségében sokszög elrendezésű antennarendszerrel lehetséges. Kiépítésük nem oly gyakori mint az egyszerűbb négyszög elrendezés, telepítésüket speciális körülmények indokolják, amelyek közül leggyakoribb a már meglévő nagy átmérőjű tartószerkezet.

Itt kell megemlíteni a szakirodalom és a mérési tapasztalatok által egybehangzóan megerősített, az egyedi antenna vonatkozásában fontosnak ítélt tényezőt, nevezetesen az ily módon kialakított rendszerek amplitudó ingadozásainak kiegyenlítése kisebb félértékszélességű egyedi horizontális sugárzási karakterisztikát kíván.

Az antennapanellel szemben támasztott követelmények bemutatása tette végül is szükségessé a sugárzási viszonyok részletesebb tárgyalását, ami a fejlesztés elsőrendűen fontos szakasza volt.

Maga az antennapanel hagyományos felépítésű, reflektorfal és az előtte elhelyezett négy, közel egész-hullámú dipól kombinációjaként létrehozott sugárzó szerkezet.

Az optimális antenna geometria megvalósítására, azaz magára az áramköri tervezésre vonatkozóan a szakirodalom ajánlásai és a korábbi évek fejlesztési tapasztalatai adták a kiindulási alapot. Az elektromos jellemzők alakulása a panelgeometria függvénye.

A változók nagy száma, egymásra hatásuk és a fejlesztés során felmerülő egész sor járulékos probléma bemutatása egy rövid összefoglalóval a legcélravezetőbb.

### 1. Dipól kialakítása - dipólhossz, dipólalak

$B = 400 \text{ MHz}$  sávszélesség átfogása csak egész-hullámú (antirezonáns) dipólokkal lehetséges, amelyek végső formájukban közepén táplált szimmetrikus lemezdipólok.

A hengeres dipólok szakirodalma részletes, viszonylag könnyen kezelhető áramköri elemek, a hossz, az átmérő, azaz a karcsúsági tényező és az ebből adódó rövidülés tekintetében, de a táplálásul szolgáló hozzávezetések kialakítását nagyfrekvenciás szempontból

nem lehet tökéletesen megoldani, ezért alkalmazásuktól el kellett tekinteni.

A lemezdipól meghatározása előzetes mérési sorozat eredménye, a méreteket illetően közelítő pontosságú, így kiindulásnak mindenképpen megfelel.

Ezt igazolja a reflektorlap előtt sávközépre vonatkozóan  $0,25-0,35 \lambda$  távolságra elhelyezett egyedi sugárzóelem impedancia menetének mérőszimmetrizálóval történő vizsgálata a teljes sávban, ahol  $r=1,4 \text{ ÁHA}$  értéket lehetett megvalósítani. Az antenna négy szélessávúan táplált szimmetrikus kettős dipól összekapcsolásával 50 Ohm körüli eredő bemeneti impedanciát ad, így egy dipólnál 200 Ohm körüli dipólimpedanciát kell beállítani.

Ami a sugárzási karakterisztikát illeti, a négyzetes elrendezésnek megfelelő közel  $90^\circ$ -os félérték szélesség realizálása történt. A félérték szélesség bizonyos határokon belül a dipól-dipól távolsággal és karcsúsági tényezővel befolyásolható. Viszonylag vastag dipól - ami ebben az esetben nagy széles lemezfelülettel ekvivalens - alkalmazása vált szükségessé, vékony dipól keskeny horizontális karakterisztikát eredményezett. A sugárzási viszonyok alakulására döntően hat.

## 2. A dipól-reflektor távolság optimális beállítása

Széles átviteli sáv érdekében  $0,3-0,35 \lambda$  a legkedvezőbb érték. A fejlesztés tapasztalatai alapján elmondható, hogy adott dipólalak esetén az optimális távolság meghatározására a 800 MHz-től 860 MHz-ig terjedő tartományban külön mérési sorozatot igényelt.

Az egyedi antenna geometriából végzett karakterisztika számítások nem bizonyultak elégségesnek, mint erről a korábbiakban említés is történt. Az optimális távolság meghatározását finom lépésekben célszerű elvégezni, ugyanis ezen érték fölött széles, alatta keskeny és jelentősen torzult karakterisztikák adódtak.

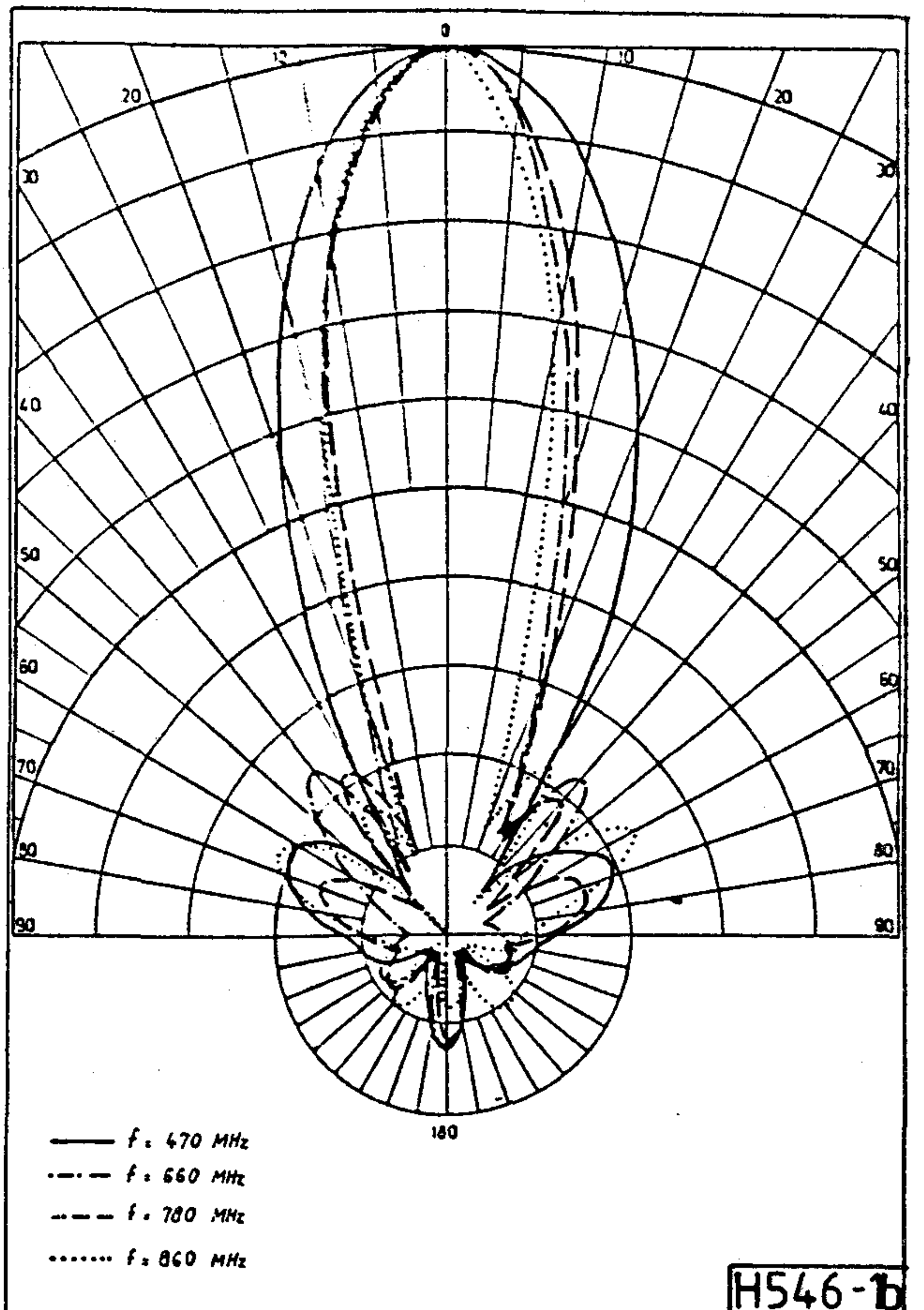
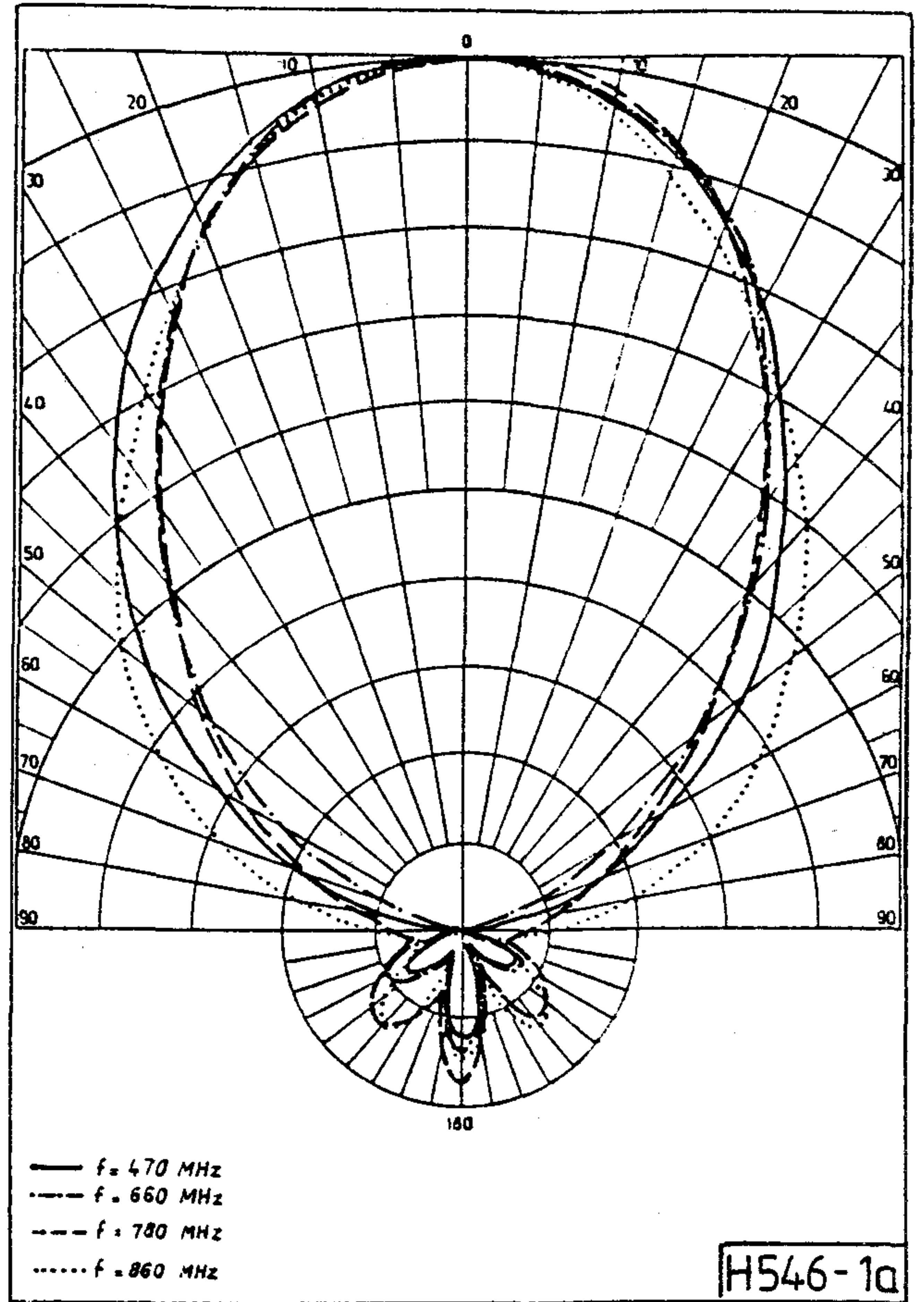
## 3. Dipól-dipól távolság meghatározása a vertikális karakterisztika alakulásának szempontjából fontos.

A melléknyalábok szintjét  $-12 \text{ dB}$  körüli értékre vagy az alá kell szorítani, ami a távolság növelésével megoldható. Ez egyben a nyereség növekedését is jelenti, de egy bizonyos határon túl  $0,7 \lambda$  jelentős sávzélesség csökkenést okoz. A távolságot csökkentve a horizontális karakterisztika félérték szélessége módosítható ugyan, de a vertikális karakterisztika melléknyalábainak szintje megnő. Ez akár a  $-6$ ;  $-8 \text{ dB}$  értéket is elérheti, ami megengedhetetlen, főleg nyereség tekintetében.

A sokféle szempontot egyeztetni, és ezeknek megfelelni egy szélessávú szerkezet esetén természetesen csak nagy számú mérés kiértékelése után lehetséges.

A kifejlesztett panel esetében a dipól-dipól távolság olyan értékű, hogy a vertikális melléknyalábok az előírt  $-12 \text{ dB}$ -es szintet tartják a teljes sávban; a  $-3 \text{ dB}$ -re vonatkoztatott nyílásszögek 470 MHz-en  $34^\circ$ ; 660

1. ábra. A TV IV-V. sávi antennapanel sugárzási karakterisztikái (horizontális, vertikális)



MHz-en  $24^\circ$ ; míg 860 MHz-en  $21^\circ$ . A sugárzási karakterisztikák az 1. ábrán láthatók.

#### 4. A balunkonstrukció és a mechanikai felépítés összefüggése

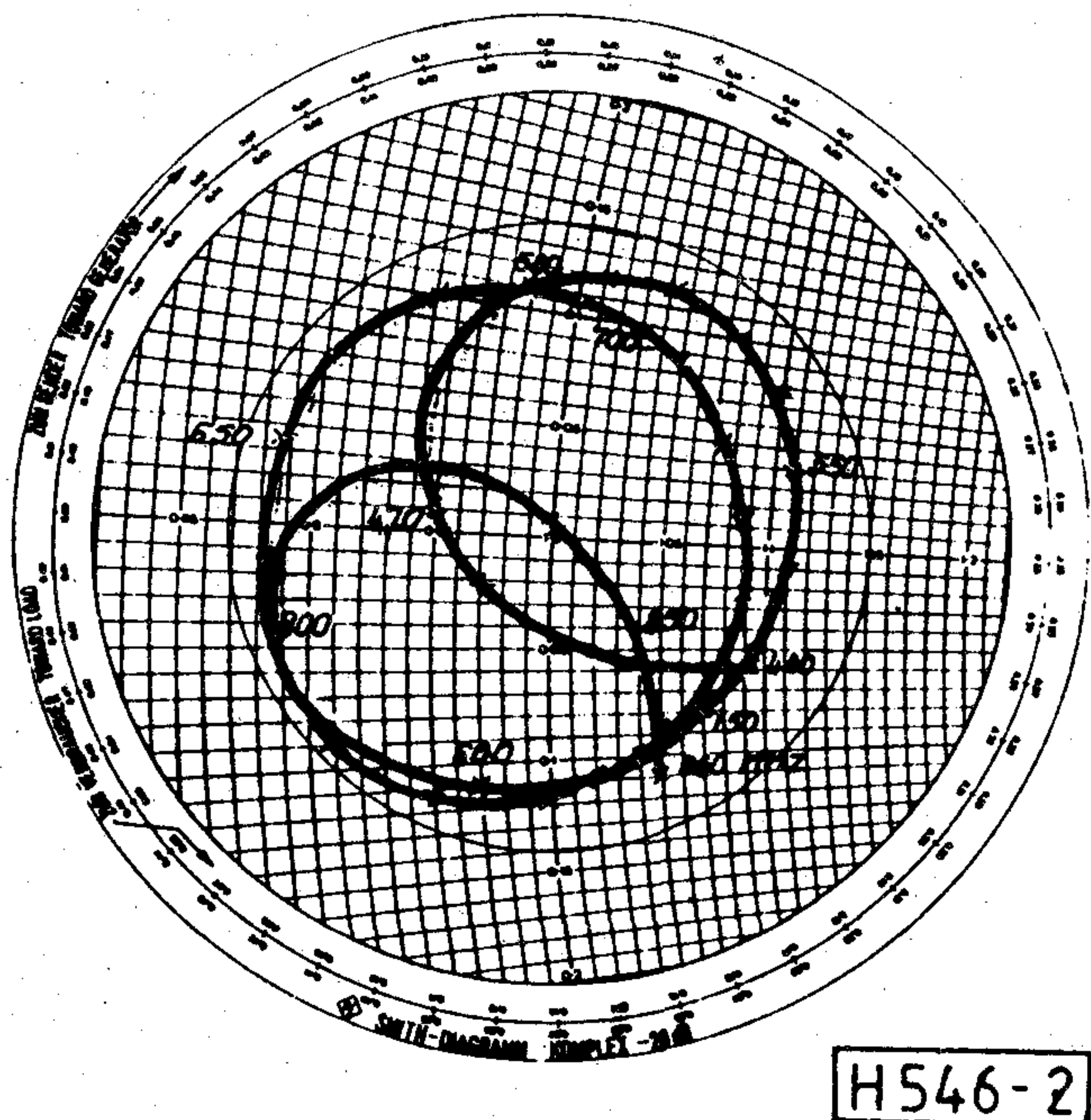
A dipólok gerjesztése középen, szélessávú módon táplált szimmetrikus légtápvonalakkal történik.

A táplálási pontok kialakítása a dipólok tápponti impedanciáját, a szimmetrikus légtápvonalak csatlakoztatása ill. a teljes vonalhossz távolságtartása a hullámellenállást, közvetve pedig a panel transzformációs viszonyait befolyásoló tényezők. A helyes konstrukció kialakítása mechanikai és áramköri szempontból alapvetően fontos.

Korábbi évek tapasztalatai egyértelművé tették, hogy a több, már előzetesen összefogott részegység - dipólok összekötő tápvonalakkal - egyidejű szerelése nem járható út. A panelt elemi alkatrészeiből kell összeszerelni, csak így biztosítható a korrekt mérettartás. A felépítésbeli egyszerűsítés döntően a balunszerkezet kialakításától függ.

Az 50 Ohmos balunkonstrukció alkalmazása felépítésbeli és nagyfrekvenciás szempontból egyaránt előnytelen, ugyanis a két-két dipólpár párhuzamos összekapcsolására szolgáló 100 Ohmos szimmetrikus tápvonal beiktatásával nő a csatlakozási és töréspontok száma.

Közismert a tápvonal diszkontinuitások nagyfrekvenciás térre, s ezen keresztül az impedancia menetre gyakorolt kedvezőtlen hatása, aminek kikompenzálása zömmel a szimmetrikus tápvonalakba iktatott illesztő hálózattal lehetséges. A mechanikai és elektromos szempontból fontosnak ítélt egyszerű felépítés a 100 Ohmos balunkonstrukció alkalmazásával megoldható.



2. ábra. A TV IV-V. sávi antennapanel bemenő impedanciája a frekvencia függvényében

Két-két dipólpár összefogása után az összekötő tápvonalak középpontjaihoz egy-egy 100 Ohmos balunszerkezet csatlakozik, amely egyben a szimmetrikus-aszimmetrikus átalakítás eszköze, majd az aszimmetrikus felek párhuzamos kapcsolása eredőként az 50 Ohm körüli bemeneti impedanciát adja. Ez a megoldás lehetővé teszi a homogén szimmetrikus tápvonalak alkalmazását, mert a  $\lambda/4$ -es vonalakkal megvalósított impedancia transzformáció a balunszerkezet aszimmetrikus felében realizálható.

Az impedancia menet kiegyenlítése, tehát a még szükséges reflexió mentesítés a balun felvezető tápvonalaiban elhelyezett teflon kompenzáló elemekkel történik, amelyek egyúttal a korrekt mérettartást is biztosítják. A bemérési idő rövid, maga a beállítás a kompenzáló elemek helyzetének kismértékű változtatásával történik. Az impedancia menet alakulása a sávban  $-20$  dB-es Smith-diagramon felrajzolva a 2. ábrán látható.

#### Az antennapanel mechanikai felépítése

Az antenna tetszőleges méretű oszlopra, rácsos toronyszerkezetre, konzolra rögzíthető. Erre a reflektorral hátoldalán a felerősítésre szolgáló fémtuskók furatai szolgálnak. A fémlemezről kialakított reflektorlap mechanikailag az egész szerkezet alapját képezi. A megfelelő mechanikai szilárdság érdekében közbelső fémbetétes merevítés alkalmazása vált szükségessé. A dipólok  $d=10$  mm átmérőjű, nagyfrekvenciás szempontból megfelelő szigetelésű rúd segítségével szerelhetők fel. A dipól anyaga 1mm-es vörösrézlemez (tökéletesen öntartó); az összekötő tápvonalak, illetve a balun szimmetrikus részére csatlakozó felvezető tápvonalak anyaga 2mm-es vörösrézlemez.

A balun anyaga szintén vörösréz, az "l" elektromos hossz, azaz a szimmetrizáló üregben a pontos illesztésnek megfelelő rezonancia beállítására szolgáló "rövidzártuskók" egyben mechanikai rögzítésre szolgálnak.

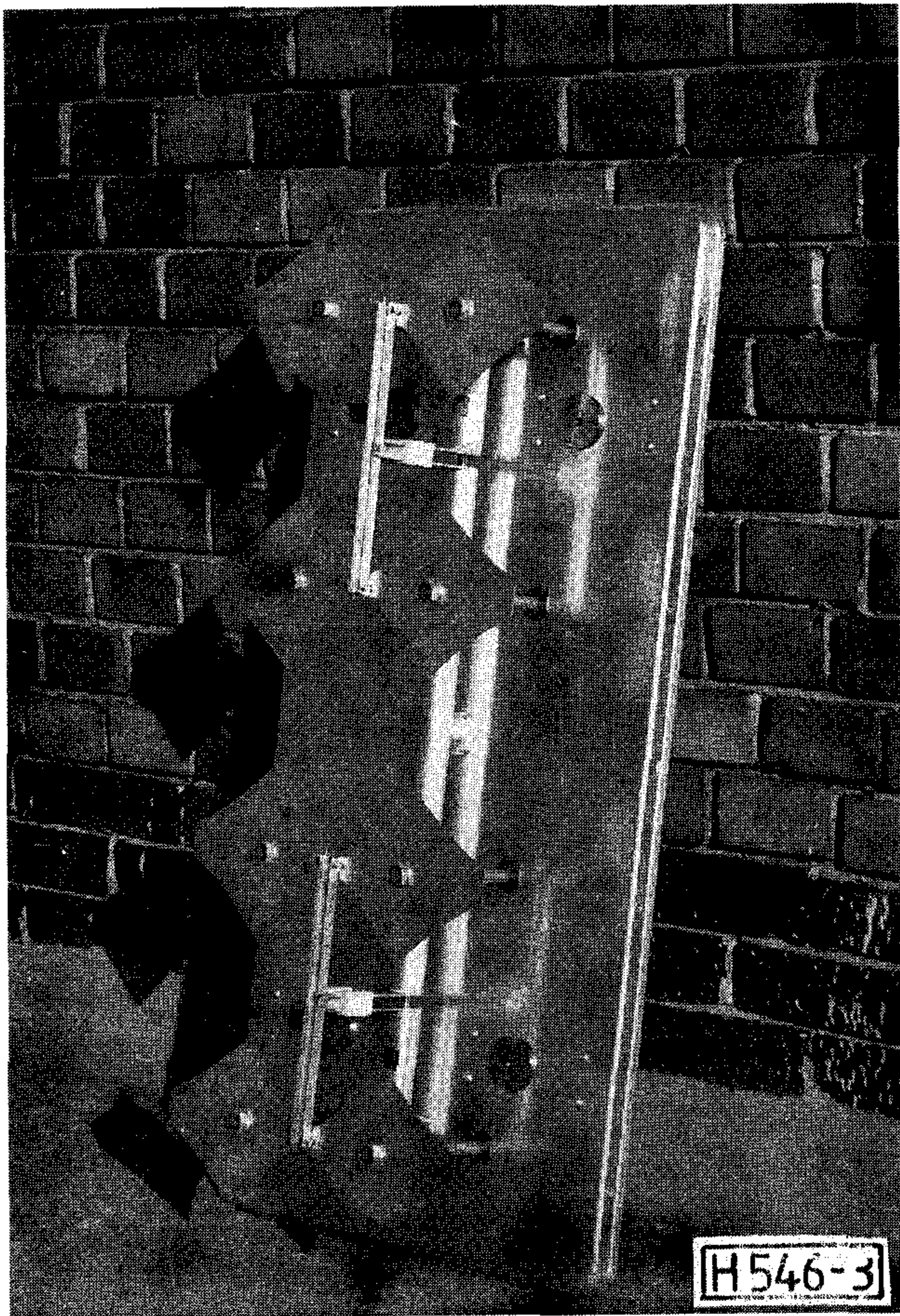
Végül az egész szerkezetet úgynevezett zúzmarateknő borítja, kellő védelmet nyújtva a szélsőséges időjárási változásoknak kitett panel számára. A zúzmaravédő-teknő anyaga üvegszálaspoliészter, hatása elektromos szempontból elhanyagolható.

Figyelembe véve, hogy az antennapanelnek 220 km/h szélsősebességet is kell viselni, indokolt a panel teljes védelme, és áramlástechnikailag megfelelő forma kialakítása. Éles sarkok, kiszögélő élek alkalmazása megengedhetetlen. A legnagyobb beállítható érték 220 km/h szélsősebesség volt. A mérés szerint a fedélre ható terhelés ennél a szélsősebességnél 117 kp, míg oldalirányban 56 kp. A vizsgálat eredménye pozitív, a panel megfelel a vele szemben támasztott mechanikai követelményeknek. Az elkészült panel fényképe a 3. ábrán látható.

#### A TV IV-V. sávi antennarendszerek építőelemei 1. Elosztók

Az antennarendszerek fontos elemei az elosztók, feladatuk a nagyfrekvenciás teljesítmény szétosztása.





3. ábra. A TV IV-V. sávi antennapanel fényképe

A szétosztás történhet egyenlő arányban, ezek az ún. egyenlő arányú teljesítményelosztók, amelyek a hagyományos felépítésű antennarendszerek szint és fő elosztói.

Az ismertetésre kerülő egyenlőtlen teljesítmény elosztók - amikor a nagyfrekvenciás teljesítmény nem egyenlő arányban kerül szétosztásra - felhasználását speciális körülmények indokolják.

Ezek között szerepel olyan sugárzó rendszerek kiépítése, ahol adott területrészek kihangsúlyozása mellett más területrészek zavartatásának elkerülésére megfelelő védettséget kell biztosítani. Az egyenlőtlen teljesítmény elosztók koaxiális kivitelben készültek, és öt különböző osztás arányú elosztó típus kifejlesztésére került sor. Ezen osztásarányok - 1:2; 1:3; 1:4; 1:1:4; 1:1:1:3 - realizálása megfelelően választott impedanciák kombinációjával történik, és a szükséges impedancia értékek transzformáció révén nyerhetők.

A nagy sáv szélességre, a legkülönbözőbb áttételi viszonyokra és a szerkezeti kialakításra való tekintettel a Dolph-Csebisev karakterisztikájú transzformáló vonalak alkalmazása áramkörileg a legjobb megoldás.

A viszonylag magas előállítási ár a gazdaságos sorozatgyártást nem teszi lehetővé.

Áramköri, mechanikai és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve a négylépcsős vonaltranszformátorok alkalmazása megfelel a követelményeknek.

A felépítés egyszerű, az esetek többségében 3 db,

egyenként  $3 \times \lambda/4$ -es Csebisev-karakterisztikájú vonal összekapcsolásával tág határok közt mozgó osztásarányvariáció realizálható. Mint ismeretes, a teljesítményosztás arányos a segéd tápvonalaknak az elágazási síkban mutatott bemenő impedanciájával.

Áramkörileg a felmerülő problémák egy konkrét példa, az 1:4 arányú elosztó, bemutatásával érzékelhetőek. (4. ábra)

Az I. sz. segéd tápvonal elágazási síkra vonatkoztatott impedancia értékének megvalósításánál mechanikai szempontok döntöttek. Nagyobb hullámellenállású tápvonal ugyanis kis belső átmérőt eredményez, s így a szerelési nehézségeken túl mechanikailag instabillá válik az egész szerkezet.

A szerelhetőség és a mechanikai stabilitás biztosítása érdekében két olyan transzformáló vonalszakasz alkalmazására van szükség, ahol az impedancia áttétel -  $R_1 = 3,33$  fővonal, ill.  $R_2 = 2,66$  II. sz. segéd tápvonal - nevezett értékei miatt az egyes vonalszakaszok egzakt hullámellenállásai a Collins formula megoldása után nyerhetők.

Az összeszerelt elosztóban 17 db ugrásátmenet és könyökök helyén 2 db törés található. Az impedancia menet kiegyenlítése, azaz a reflexiómentesítés, kapacitív kompenzálás alkalmazásával történik.

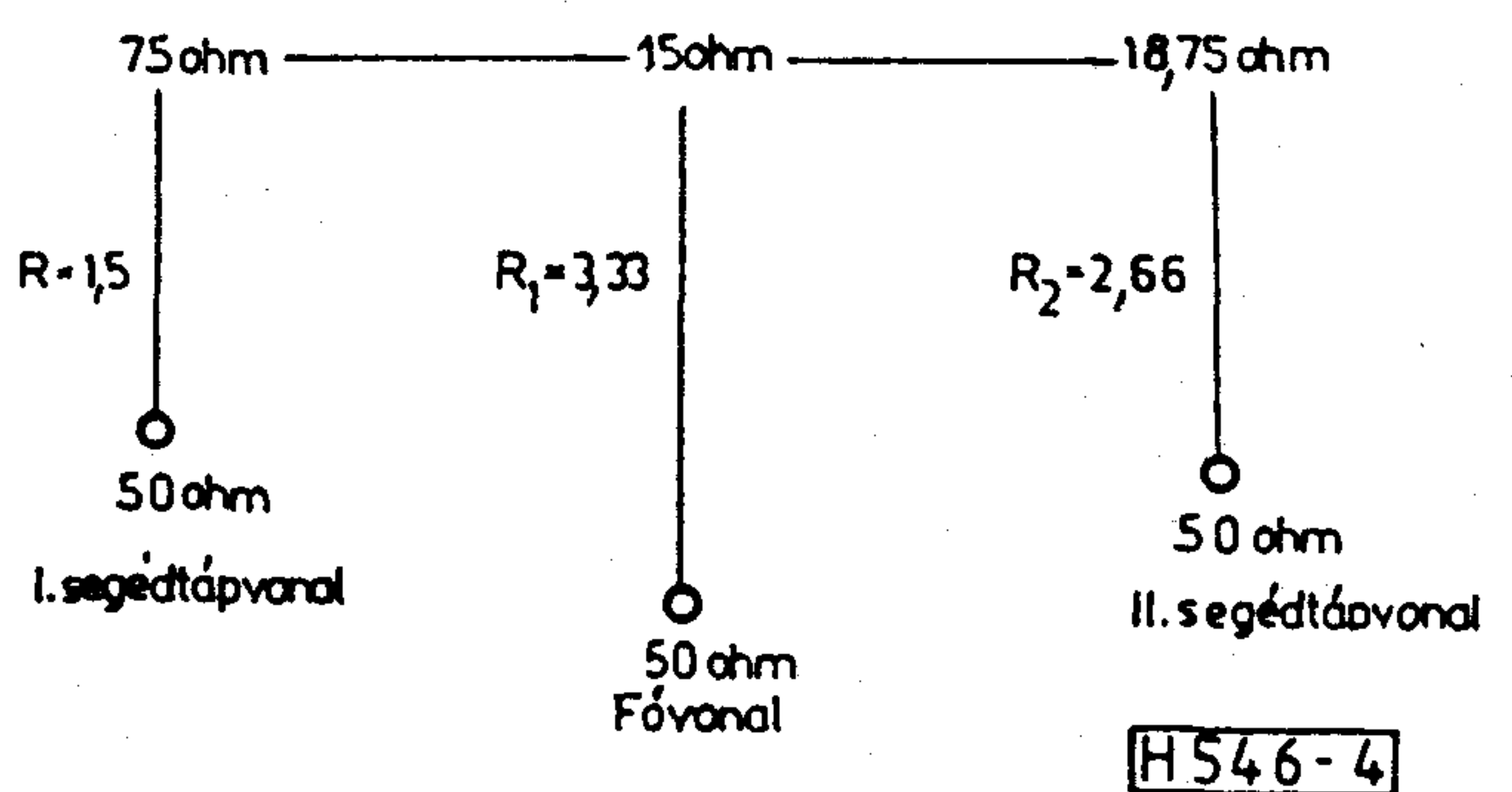
Valamennyi elosztónál a fő és segéd tápvonalak mechanikai megfogásáról két félből álló összevarozható merevítő szerkezet gondoskodik, a felerősítés bilincses kivitelű.

## 2. TV IV-V. sávi adóösszegző (diplexer)

Az összegző lehetővé teszi 2 db TV IV-V. sávi adóberendezés közös antennára való üzemelését.

A berendezés két adóbemenettel és egy kimenettel rendelkezik, melyre az antenna kapcsolódik. A felépítés a következő: Mindkét adóbemenet egy 3 dB csatlóási tényezővel rendelkező iránycsatolóra, a továbbiakban szétosztó illetve összegző áramkörre kapcsolódik.

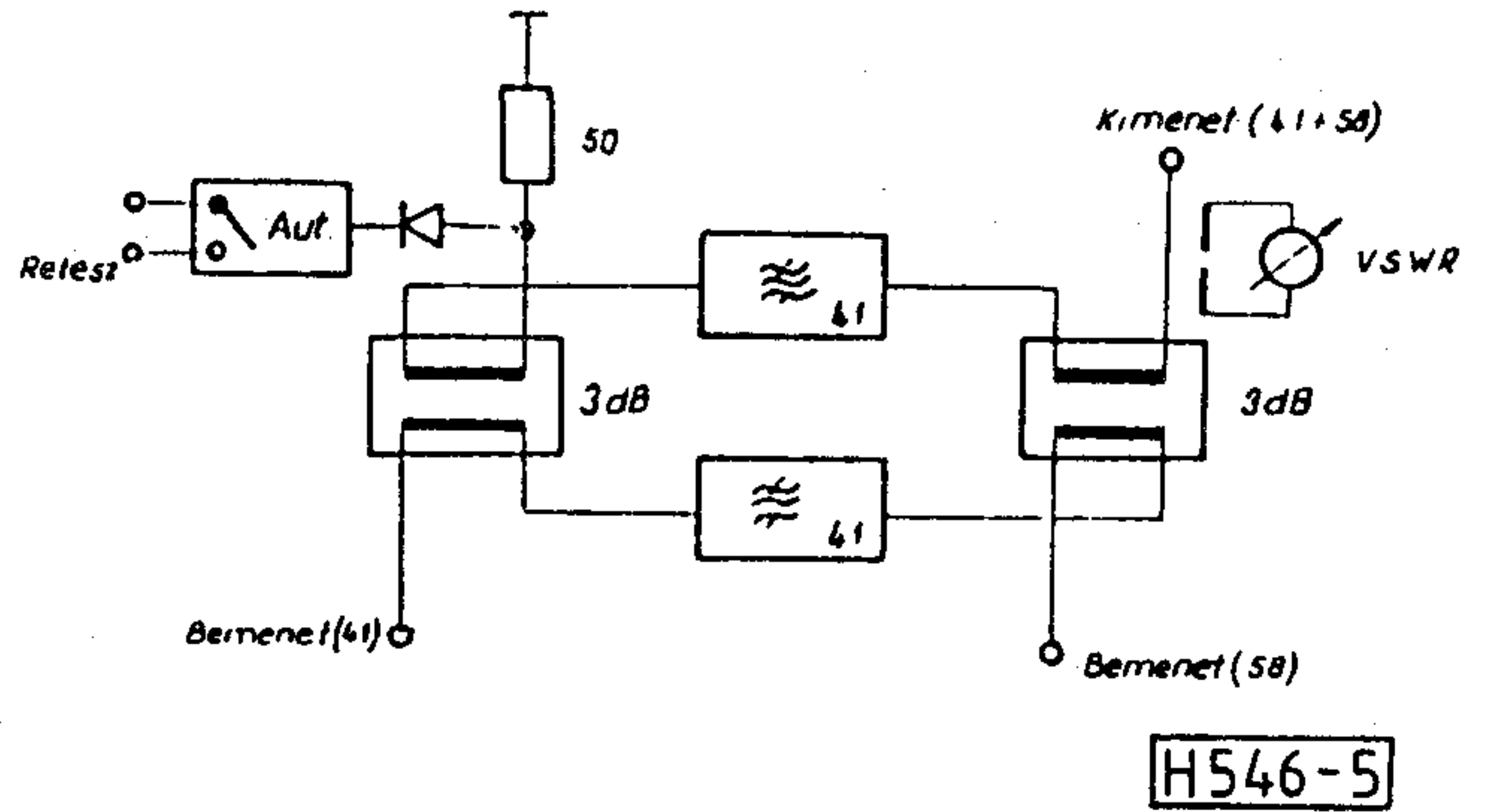
A 3 dB-es összegzők egy-egy teljesen azonos sáv-szűrővel kapcsolódnak össze. A felépítésből következik, hogy az egyik adóbemenet szelektív, TV csatornára hangolt, míg a másik adóbemenet szélessávú. A



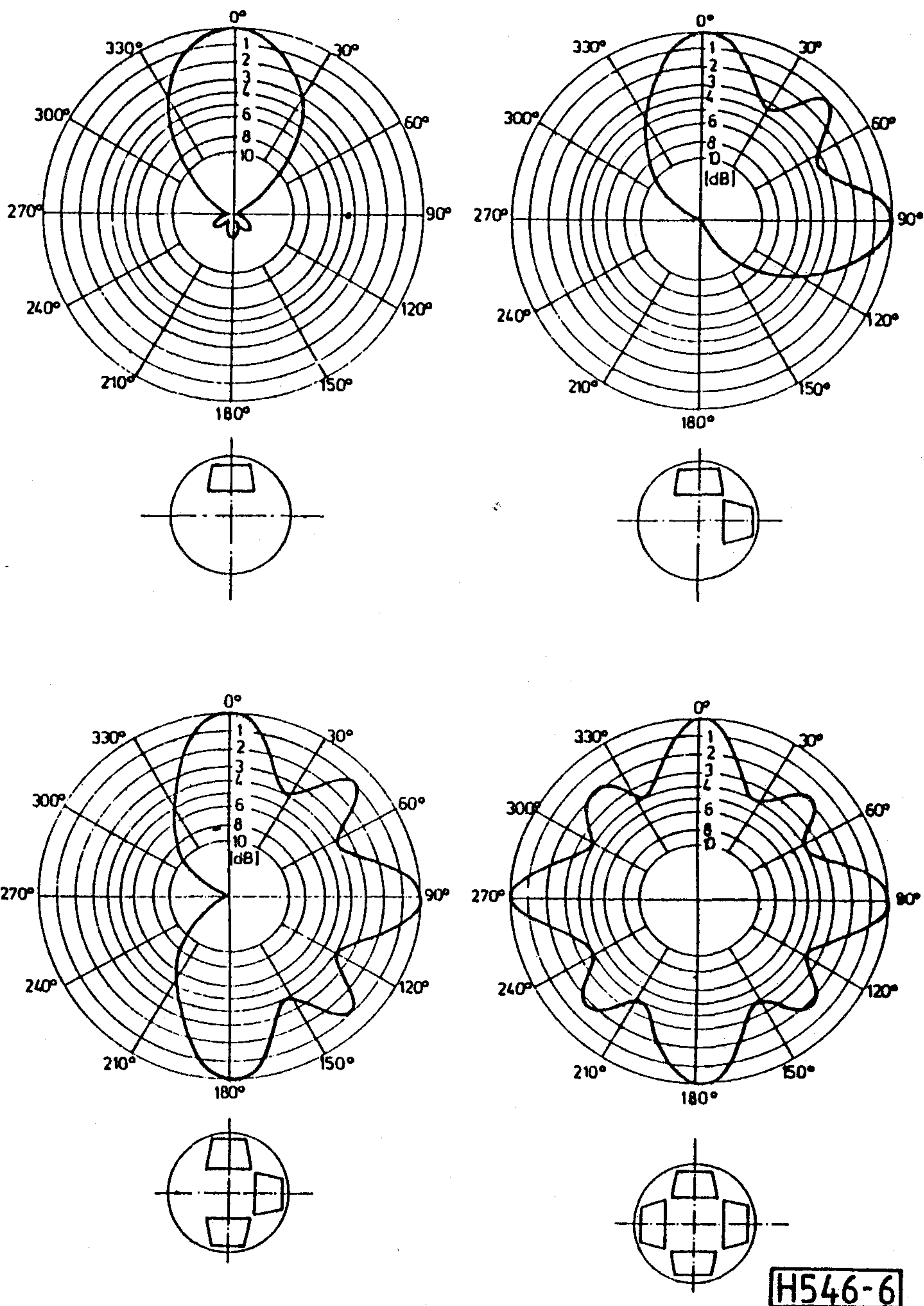
4. ábra. A TV IV-V. sávi 1:4 osztásarányú elosztó elvi felépítése

szelektív bemenetre kapcsolt RF teljesítmény a 3 dB-es szétosztó áramkör után fele-fele arányban rájut az azonos frekvenciára hangolt, két darab sávszűrőre, majd a másik 3 dB-es összegzőn keresztül jut az antennára, így a szélessávú adóbemenetre nem jut RF teljesítmény, vagyis megvalósul a nagy elválasztási csillapítás a szelektív- és a szélessávú adóbementek között.

A szélessávú adóbemenetre kapcsolt RF teljesítmény a 3 dB-es szétosztó áramkör után fele-fele arányban rájut az azonos frekvenciára hangolt sávszűrőkre. Mivel a sávszűrők nagyfokú beiktatási csilla-



5. ábra. A TV IV-V. sávi adóösszegző elvi kapcsolási rajza



6. ábra. Egy emeleten elhelyezhető leggyakrabban előforduló antenna elrendezések

pítással rendelkeznek, a rájuk jutó RF teljesítményt teljes mértékben reflektálják, amely visszajut a 3 dB-es összegzőre, az antenna csatlakozó-ponton kijut az antennára.

A szélessávú és a szelektív bemenet közötti elválasztási csillapítást most a szűrők nagyfokú beiktatási csillapításai biztosítják.

A 3 dB-es  $90^\circ$  fázistolású összegzők-szétesztők alapvető tulajdonsága, hogy ha a csatolóvonalak átlós kapuit a bemeneti kapuhoz viszonyítva illetetten, vagy extrém, de azonos /pl. rövidzár vagy szakadás/ impedanciával zárjuk le, a bemeneti kapu illetett marad, a bemeneti kapuval átlóban lévő kapu illetett lezárása mellett.

A fenti működésből következően a berendezés biztosítja úgy a szelektív, mint a szélessávú adóbemenet illetett lezárását, amennyiben az antennakimenetet az üzemi frekvenciákon jó illesztést biztosító antennával zár le.

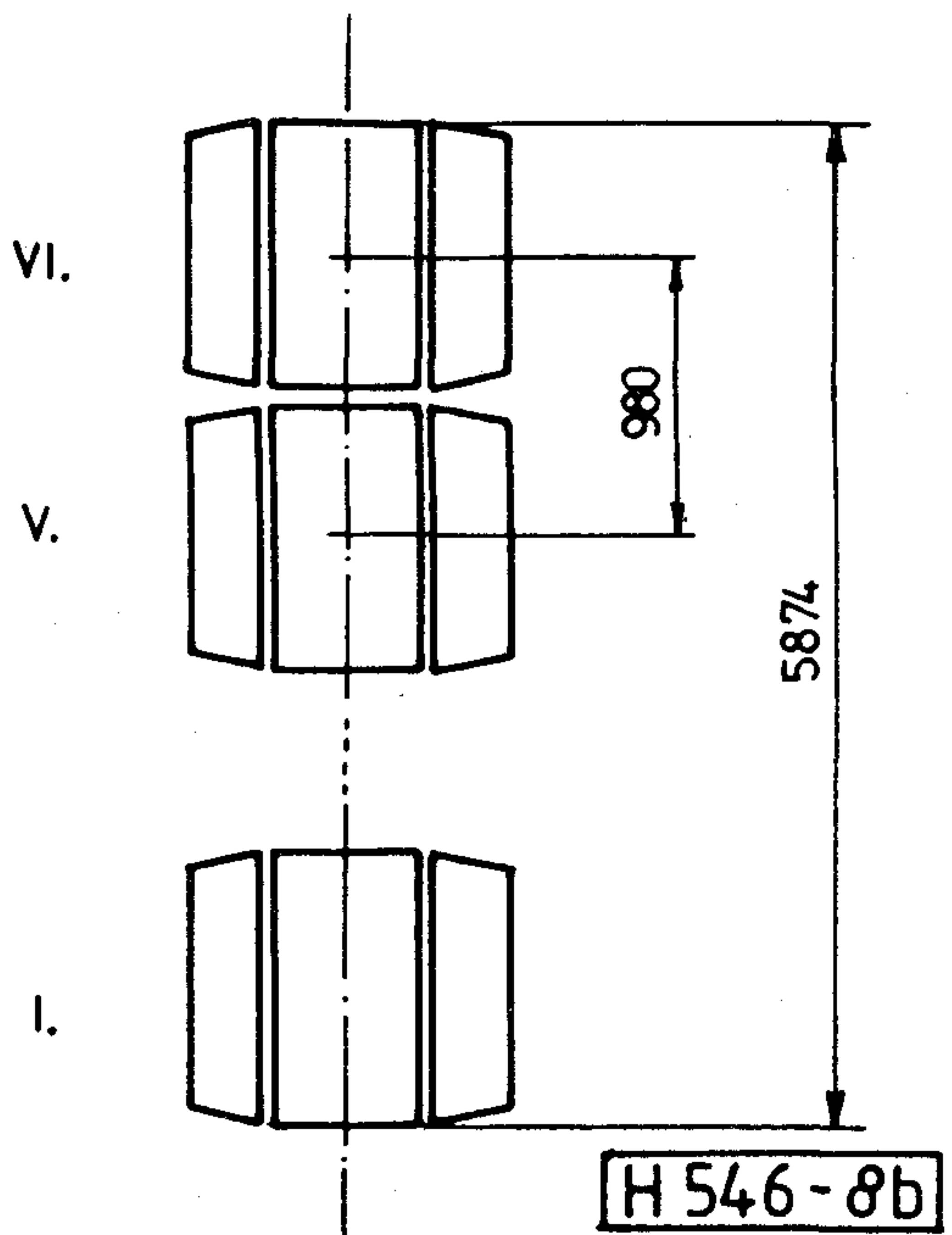
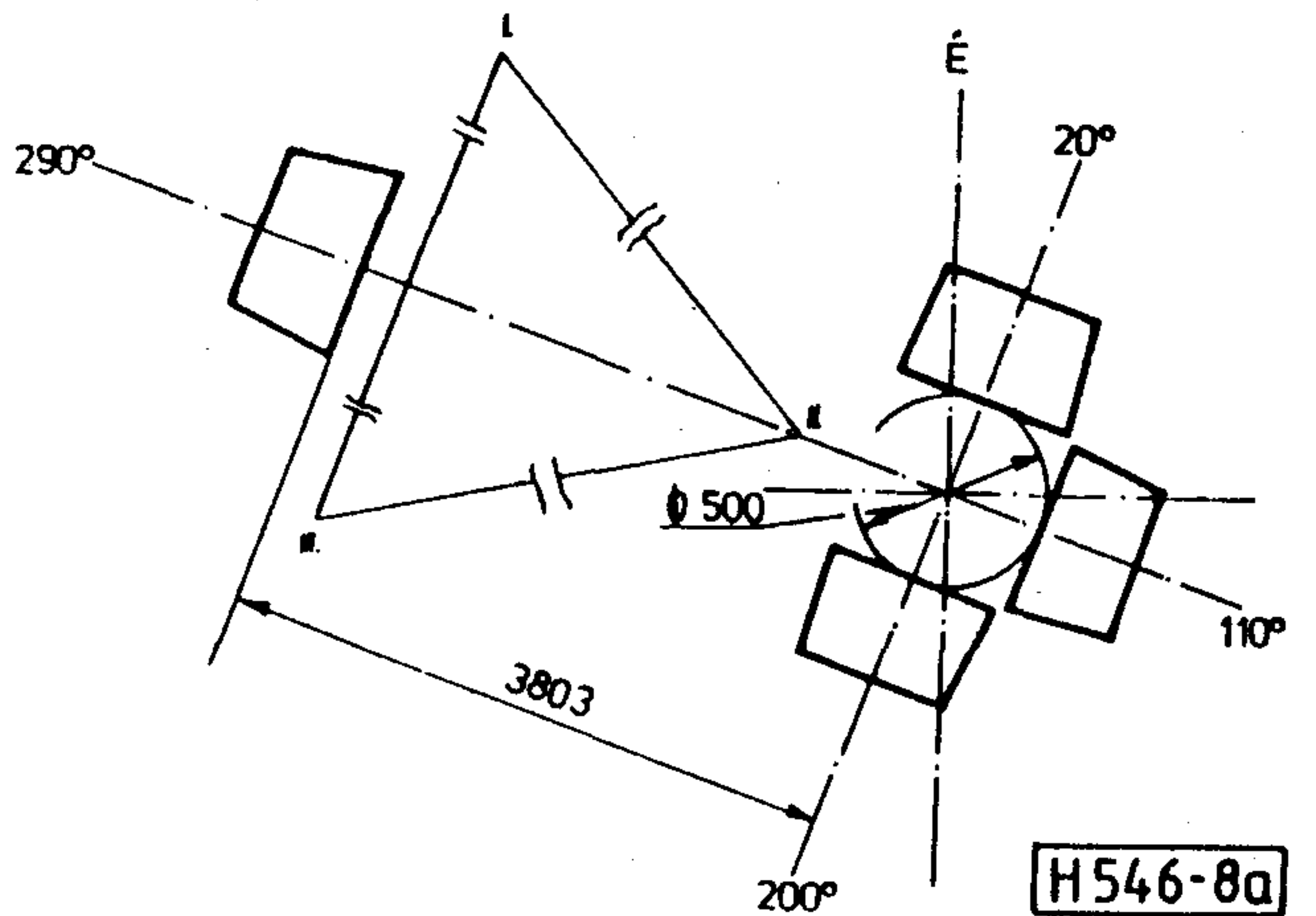
A TV IV-V. sávi adóösszegző elvi kapcsolási rajza az 5. ábrán látható.

#### Megvalósított TV IV-V. sávi adó antennarendszerek

Az ismertett antennapanelből - mint építőelemből - tetszőleges nyereségű és sugárzási karakterisztikával rendelkező adó antennarendszer építhető fel.

A legegyszerűbb elrendezésű antenna az egy emeleten elhelyezkedő

1 x $90^\circ$	szektorsugárzó	
2 x $90^\circ$	- " -	
3 x $90^\circ$	- " -	
4 x $90^\circ$	körsugárzó rendszer	(6. ábra)



8. ábra. Nagy toronykeresztmetszetre kialakított antenna elrendezés

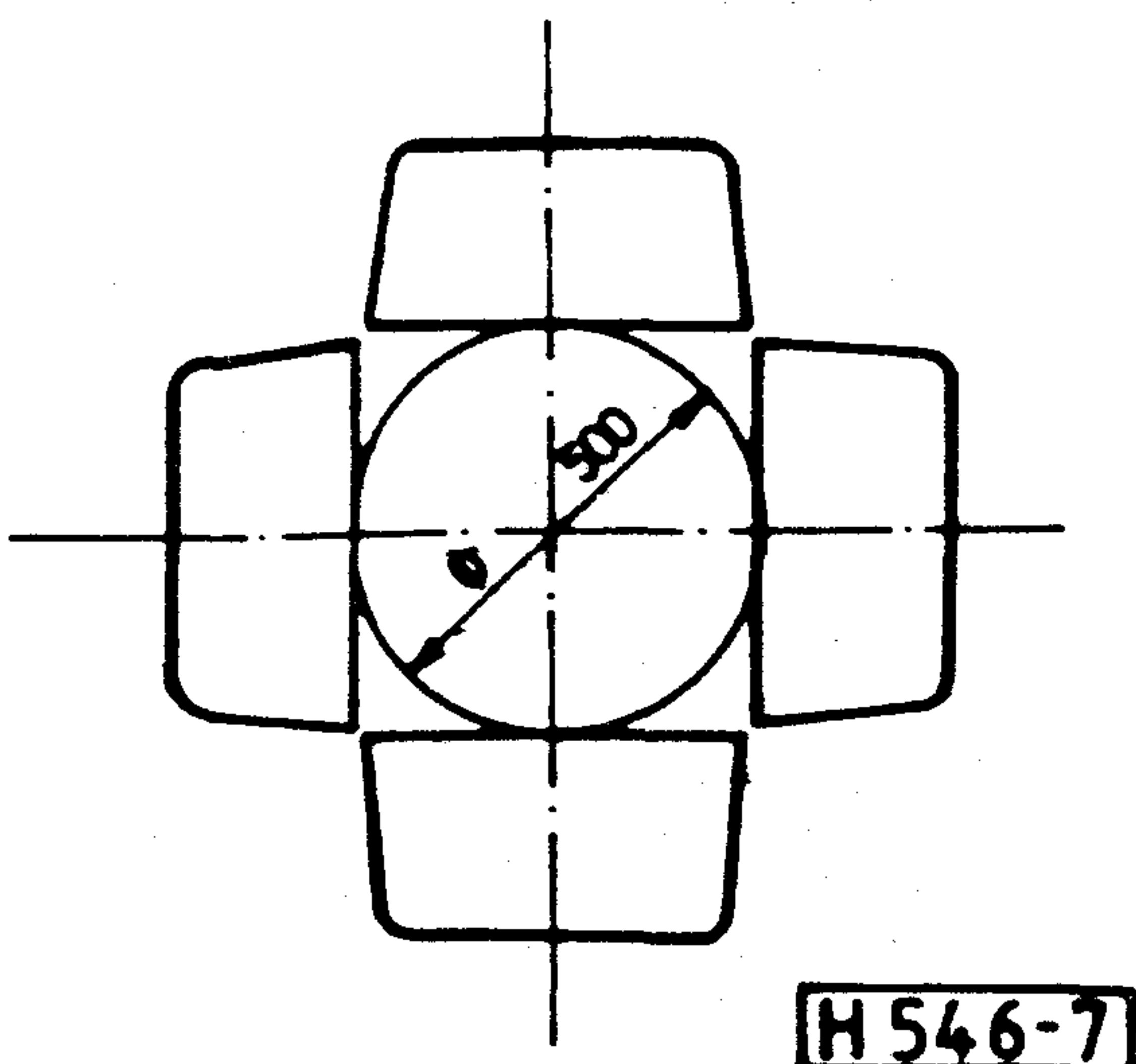
Ezeknek a rendszereknek a teljesítménynyeresége a következő:

1 x $90^\circ$	11 dB
2 x $90^\circ$	8 dB
3 x $90^\circ$	6 dB
4 x $90^\circ$	5 dB

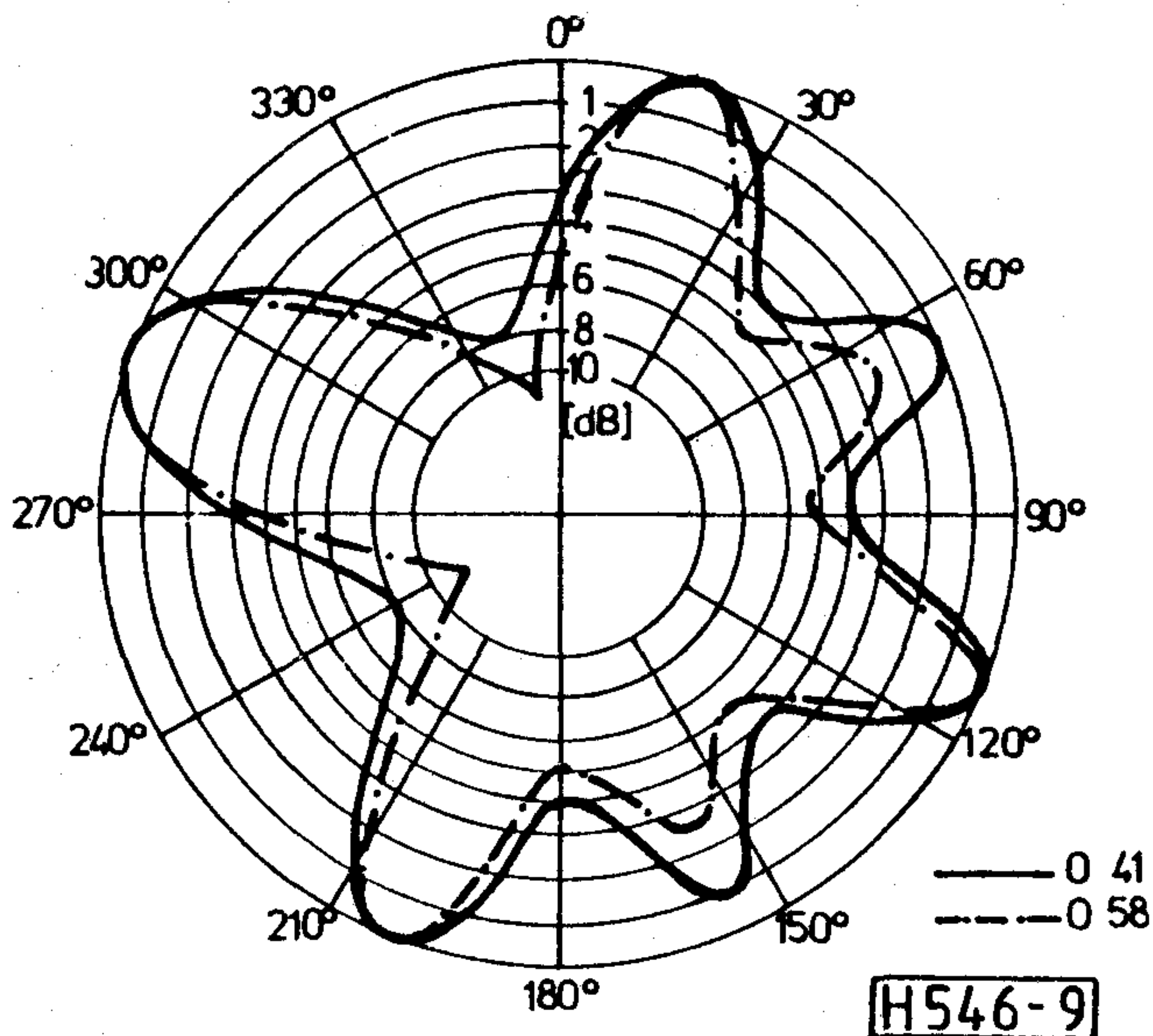
Az optimális toronyelrendezés szélessávú TV IV-V. sávi antennarendszer esetén 500 mm-es reflektorkörnél adódik (7. ábra).

A valóságos igények alapján az antennarendszer nyereségét az ellátandó terület nagysága és domborzati tagoltsága határozza meg. A gyakorlatban a nagy (20-40 kW) adóteljesítmények mellett 12-16 emeletes rendszerek alakultak ki.

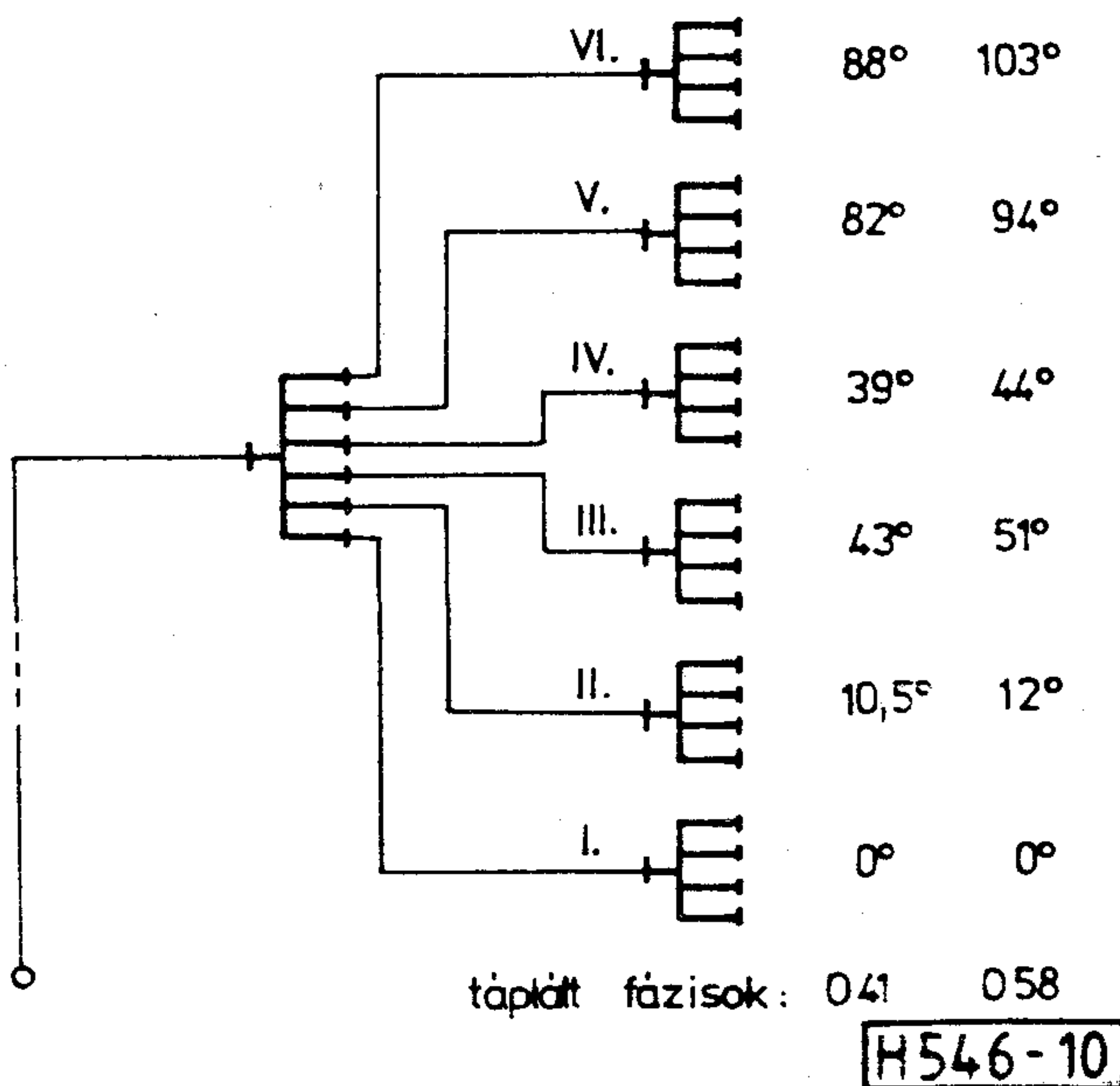
Igen komoly műszaki problémát jelent, ha egy olyan meglévő TV toronyra kell antennarendszert tervezni,



7. ábra. A TV IV-V. sávi antennarendszer optimális torony keresztmetszete



9. ábra. Nagy toronykeresztmetszetre kialakított antennarendszer horizontális sugárzási karakterisztikája



10. ábra. 6 emeletes, 24 paneles antennarendszer elvi táplálása

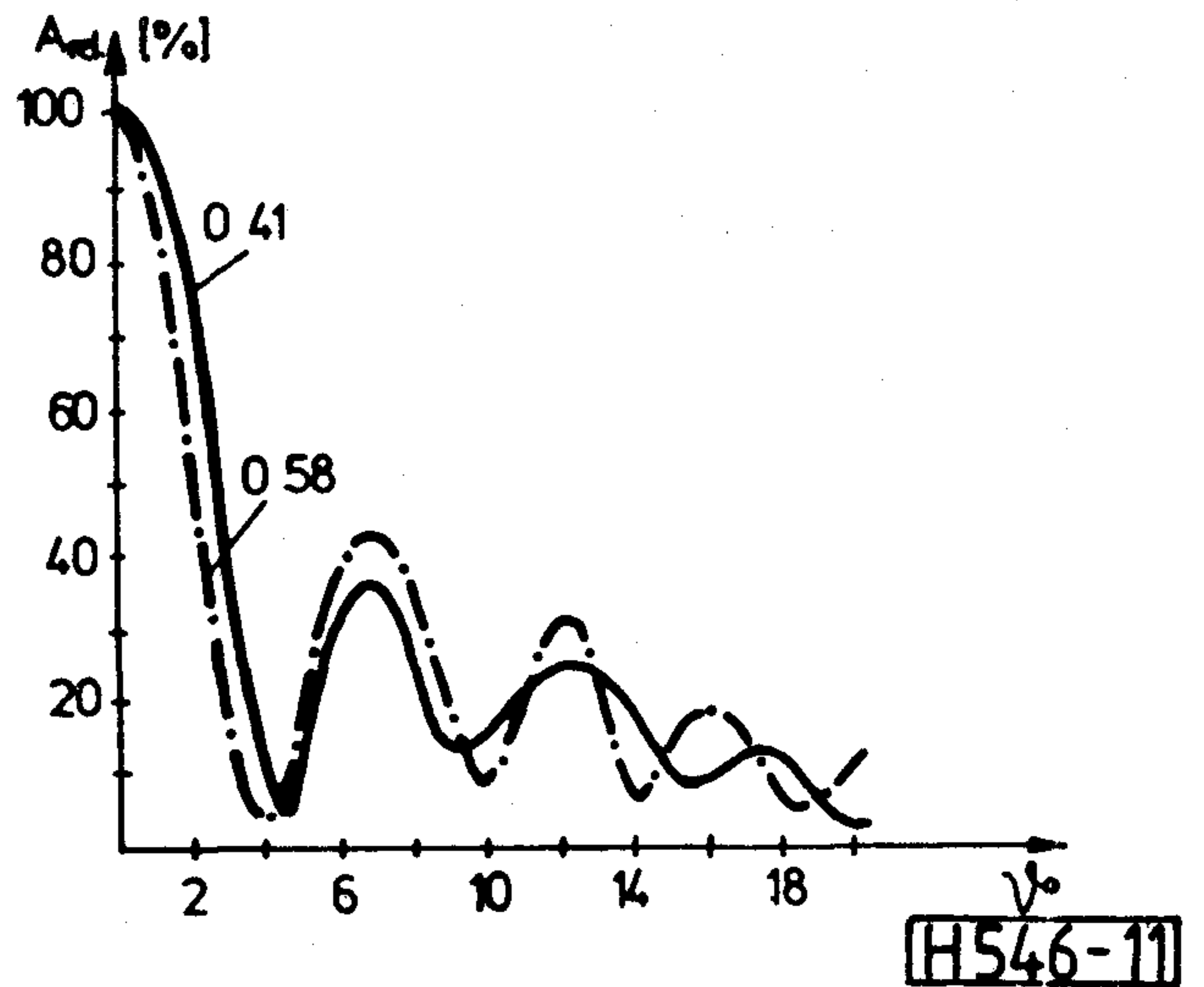
melynek toronyátmérője nagy, így nem lehetséges az optimális 500 mm körüli reflektor kört megvalósítani.

Példaképpen bemutatjuk a budapesti 041 és 058-as csatornák együttes sugárzására alkalmas szélessávú TV IV-V. sávi antennarendszert. A toronyelrendezés a 8. ábrán látható.

Az antennarendszer 6 emeletes, 3 x 90°-os tartományban körsugárzóknak tekinthető, a negyedik irány a közel 4 m-es reflektor kör következtében egy szektor sugárzó (9. ábra).

Az antennarendszer elvi táplálása a 10. ábrán látható.

A vertikális karakterisztika kialakítása is nagy körültekintést igényel, főként ha több TV programot sugároz egyidőben az antennarendszer (11. ábra).



11. ábra. 6 emeletes antennarendszer vertikális karakterisztikái két csatornára

A vertikális karakterisztika számításánál olyan kompromisszumot kell kialakítani, hogy a távotér ellátásához a maximális nyereség biztosítható legyen, ugyanakkor a közotér is jól ellátott maradjon. E kétösséget jól kielégíti a több csatornás sugárzás esetén is az antennarendszer, ha a csatornák frekvenciában nincsenek túl messze egymástól (pl. 030; 034).

A példában bemutatott rendszer az 041 és 058-as csatornákon működik. A különbség 17 TV csatorna. Az ilyen nagy frekvenciakülönbség esetén a "0" helyek nem egyeznek meg. Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy azonos adóteljesítmény esetén is a vett jelek szintje nagy eltérést mutat egy szélessávú vevőantennát alkalmazva. Bonyolítja a vételproblémákat az is, ha ilyen nagy csatorna távolság esetén az adóteljesítmények sem azonosak (pl. 1 kW és 0,1 kW).

Összegezve: A cikkben leírt elemek és azok alkalmazása egy TV IV-V. sávi antennarendszerben csak nagyságrendileg érzékeltetik a műszaki problémákat a tervezés folyamán. A rövid terjedelemtől nem került sor a tartószerkezet, koaxiális kábelezés és egyéb technológiai kérdések megtárgyalására.

#### IRODALOM

- [1] G. L. Matthaei, L. Young, E. M. T. Jones: Microwave filters, Impedancematching networks, and Coupling structures Mc Graw-Hill Book Company, INC 1964.
- [2] Dr. Istvánffy E.: Tápvonalak, antennák, hullámterjedés 1967.
- [3] Dr. Szalai P.: Antennák, tápvonalak Egyetemi Mérnöktovábbképző Jegyzet 1966.
- [4] Rohde Schwarz Mitteilungen: TV adóantennák az UHF IV. és V. frekvencia sávokra 1960. április

# Mikrohullámú csillaghálózat tervezése PC-vel

SEBŐK ATTILA  
Orion

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk alapját a szerzőnek a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán hasonló cím alatt kidolgozott szakdolgozata képezi. Ez a mikrohullámú csillaghálózatok számítógéppel segített tervezési kérdéseivel foglalkozik. Először a hullámterjedésre ható főbb tényezőknek (a fading jelenségek, az RF szakaszcsillapítás, az interferenciák) a hálózattervezésre való hatását vizsgálja. Majd az ennek alapján készült programot ismerteti folyamatábra szinten.

## Bevezetés

Elsődleges céloom az volt, hogy a mikrohullámú csillaghálózat tervezésének fáradságos "favágó" munkáját a számítógépre hárítsam. Főiskolai diplomamunkám és a jelen cikk is e célt szem előtt tartva készült, s mindkettő magán viseli ennek jeleit. Mivel igyekeztem a számítógépnek jó "szerszámot" adni ehhez a munkához, a fő hangsúly az interferencia-egyenletek mátrix formában való felírására és az ebből számítható fading tartalékra (esőcsillapítás és többutas terjedés esetén) esik. Az egyéb részek taglalása a felsorolt szakirodalomban bőségesen megtalálható.

## Az átviteli közeg

A mikrohullámú összeköttetések legnagyobb részben átviteli útként a troposzférát használják fel. A troposzféra az atmoszféra legalsó rétege, amelyben a hőmérséklet, a relatív nedvességtartalom és a légnyomás változik - általában csökken - a magassággal, jelenségként előállhat benne felhő, jég, hó, eső, köd, amelyek mind hatással vannak a rádióhullámok terjedésére.

## Az eső és az esőcsillapítás

A tervezés szempontjából a legkedvezőtlenebb hónapban fellépő esőcsillapítás valószínűségének meghatározása a legfontosabb. Az eső által okozott csillapítás a mikrohullámoknak a cseppekben való elnyelődéséből és a cseppeken való szóródásból ered. Egy  $d$  hosszúságú szakaszon fellépő  $\Delta_{aR}$  esőcsillapítás a szakasz mentén változó  $\gamma_{R(d)}$  fajlagos esőcsillapítástól függ:

Beérkezett. 1989. III. 8. (\*)



SEBŐK ATTILA

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari szakán szerzett

diplomát 1988-ban. Első munkahelye az Orion MFLV, ahol gyártmányfejlesztőként dolgozik a Számítástechnikai fejlesztésen.

$$\Delta_{aR} = \int_0^d \gamma_{R(d)} dd$$

$\gamma_{R(d)}$  értéke gömbalakú cseppeket feltételezve tapasztalati képlet segítségével határozható meg /3/:

$$\gamma R = AR^B$$

R - esőintenzitás [mm/h]

A és B - a frekvenciától, a hőmérséklettől és a cseppméret-eloszlástól függő változó.

## Felhő és köd

A felhő és a köd zömmel 0,1 mm-nél kisebb cseppeket tartalmaz, így a  $\gamma_f$  fajlagos csillapítás 100 GHz alatt a Q folyékony víztartalommal lineárisan közelíthető /4/:

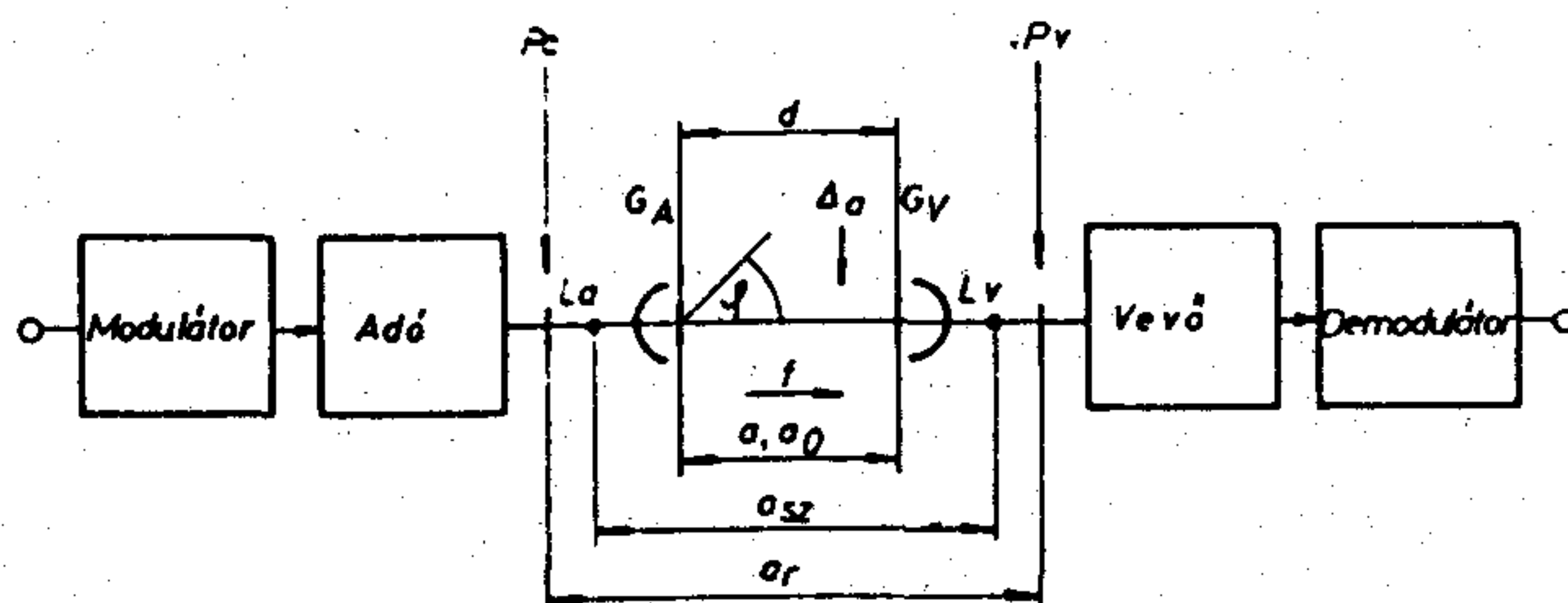
$$\gamma_f = K_f Q^{\alpha(f)} \text{ [dB/km]}$$

(f) - a frekvenciától és a hőmérséklettől függő tényező.

## Szakaszcsillapítás /8/

(1. ábra)

- $d$  - szakaszhossz
- $a$  - útvonalcsillapítás (dB)
- $a_0$  - szabadtéri csillapítás (dB)
- $a_{sz}$  - szakaszcsillapítás (dB)
- $\Delta_a$  - járulékos útvonal csillapítás (dB)



H 522 - 1

1. ábra. RF szakaszcsillapítás értelmezése

- $L_a$  - az adókimenet és az antenna közötti összes csillapítás (dB)
- $L_v$  - az antenna és a vevő bemenet közötti összes csillapítás (dB)
- $P_a$  - adóteljesítmény (dBm) vagy (dBW)
- $P_v$  - vételi szint (dBm) vagy (dBW)
- $f$  - üzemi frekvencia (MHz) vagy (GHz)
- $G_a$  - adóantenna nyereség (dB)
- $G_v$  - vevőantenna nyereség (dB)

Az antenna nyereség az irányított antenna és az izotróp sugárzó teljesítmény-sűrűségének viszonya:

$$G = \frac{S_{\max}}{S_0}$$

irányított antenna vett teljesítménysűrűsége:

$$S_v = G_a S_0 = G_a \frac{P_a}{4\pi d^2}$$

A vett teljesítmény (vevőantenna hatásos felületével számolva  $A_{HV}$ ):

$$P_v = S_v A_{HV} = A_{HV} G_a \frac{P_a}{4\pi d^2}$$

Az adó-, és vevőantenna nyereségével kifejezve:

$$P_v = G_a G_v \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 P_a, \text{ ahol}$$

$\lambda$  - a hullámhossz.

Az RF szakasz csillapítása:

$$\frac{P_v}{P_a} = G_a \cdot G_v \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$$

dB-ben:

$$a_{sz} = G_{adb} + G_{vdb} + 20 \lg \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)$$

A szabadtéri csillapítás:

$$a_0 = -32,447 \text{ dB} - 20 \lg f [\text{MHz}] - 20 \lg d [\text{km}]$$

### A fading

A berendezések hatótávolságát a maximális adóteljesítményből a tápvonal csillapításából, az antennanyereségekből és a rádiófrekvenciás vételi küszöbszintből számíthatjuk - szabadtéri terjedést feltételezve. A gyakorlatban a földfelszín és a légkör hatására a szabadtéri csillapítás elméleti értékéhez képest többletcsillapítás (fading) jelentkezik. Ez az idő nagyon kis százalékban jelentős értéket is elérhet. A szabadtéri terjedés figyelembevételével számolt névleges vételi teljesítmény és a vételi küszöbszint különbsége adja a fading- tartalékot.

A jelenséget tárgyaló irodalom alapján [8,9] két alapesetet különböztetünk meg:

- a) szelektív (interferenciás) fading
  - b) csillapítás fading
- a) Ez a fading fajta a többutas terjedéssel áll kapcsolatban. Okai lehetnek:
- földfelszíni visszaverődés
  - légköri rétegződésről való visszaverődés
  - légköri hullámvezető, vagy sugárpálya rendellenes törése

A legtöbb esetben gyors változású és a mélysége, bizonyos körülmények között igen nagy lehet.

- b) Ennek a fadingnek egy része frekvenciafüggetlen, a másik része ugyan növekvő frekvenciával növekszik, de viszonylag kis frekvenciatartományban.

Okai lehetnek:

- magassági inverzió következtében előálló részleges, vagy teljes visszaverődés
- sugárpálya elhajlás
- légköri nedvességtartalom (eső, felhő, köd stb.) okozta elnyelési-, és szórási csillapítás.

Itt az eső okozta csillapítás játssza a döntő szerepet.

### Fading előrejelzés

A vizsgálatok szerint [5] egyazon időben legalább hat többutas összetevő létezik, de csak akkor keletkezik észrevehető fading, ha két közel azonos nagyságú összetevő lép fel. Az eső-, és a többutas fading nagysága függ az útvonal hosszától, az éghajlattól, a frekvenciától. Az esőcsillapítás értéke a rendelkezésre álló irodalom és a CCIR 233-3-as beszámoló alapján pontosan számítható, mélysége és gyakorisága meteorológiai statisztika alapján jó közelítéssel jósolható.

Az összeköttetések minőségének meghatározásánál célszerű e két összetevő hatására fellépő azonos szintű fadingokhoz tartozó időszázalékok összeadása. Mikrohullámú összeköttetések tervezésénél az idő kis százalékában fellépő (néhány perces) mélyfading értékét előre kell jelezni. A különböző országokban végzett vizsgálatok alapján a mélyfading Rayleigh-eloszlásúnak valószínűsíthető és a többutas terjedés következménye. Az amplitúdó-eloszlás mellett igen fontos a fading időtartamának ismerete is. A mérések azt mutatják [6,7], hogy a fading időtartama log-normál-eloszlású.

A szakaszok tervezésénél alapkérdés, hogy az összeköttetés minőségének és megbízhatóságának biztosításához milyen fadingtartalékra van szükség.

### Interferencia

Csillaghálózat esetén több mikrohullámú végállomás páronként egy központi állomáson (csillagpont) keresztül tartja a kapcsolatot. A csillagpont jellegét tekintve ismétlődőállomásnak tekinthető.

Az alapproblémát az interferenciák által lecsökkent fadingtartalék okozza. Ennek értéke az üzembeszéki idő szempontjából fontos, hiszen minél nagyobb az összeköttetés fadingtartaléka, annál kisebb a fading következtében fellépő üzembeszéki idő.

Fajtái: a) belső interferencia  
b) külső interferencia

- a) A belső interferenciák értékét kellő gondossággal alacsonyan lehet tartani.  
b) A vevőantennára a neki nem megfelelő antennákról érkező zavaró jelek összege a külső interferencia.

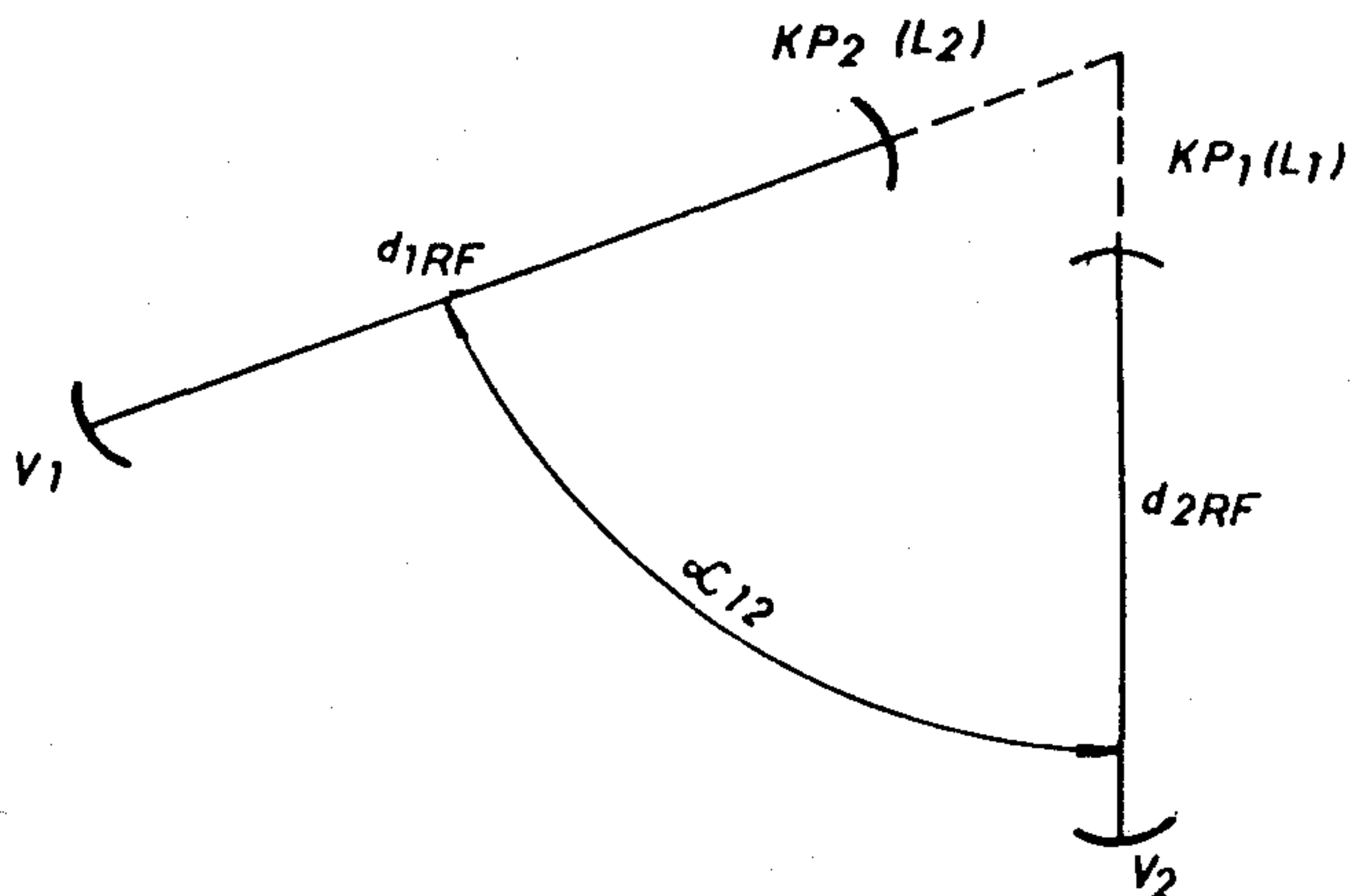
- Fajtái: 1. A szomszédos RF csatornák által okozott interferenciák (azonos RF szakaszon).  
2. Antenna előre-hátra viszony (sugárzási diagram) által okozott interferencia.  
3. Overreach interferencia (vonalban haladó mikrohullámú összeköttetések interferenciája).  
4. Más összeköttetés által okozott interferencia.

1. Ez ellen a vevő mikrohullámú és KF szűrője nyújthat védelmet, valamint a polarizációs szétválasztás (RF szakaszon teljes frekvenciakiépítés esetén a páros, páratlan csatornák ellentétes polarizációban vannak) és az adó spektrumszélességének korlátozása. Csillagszerű hálózat esetén ezzel az interferenciával nem kell foglalkozni. Adott esetben csak a depolarizáció okozhat gondot

2. Tervezésnél fontos szerepet játszó interferencia. (2. ábra)

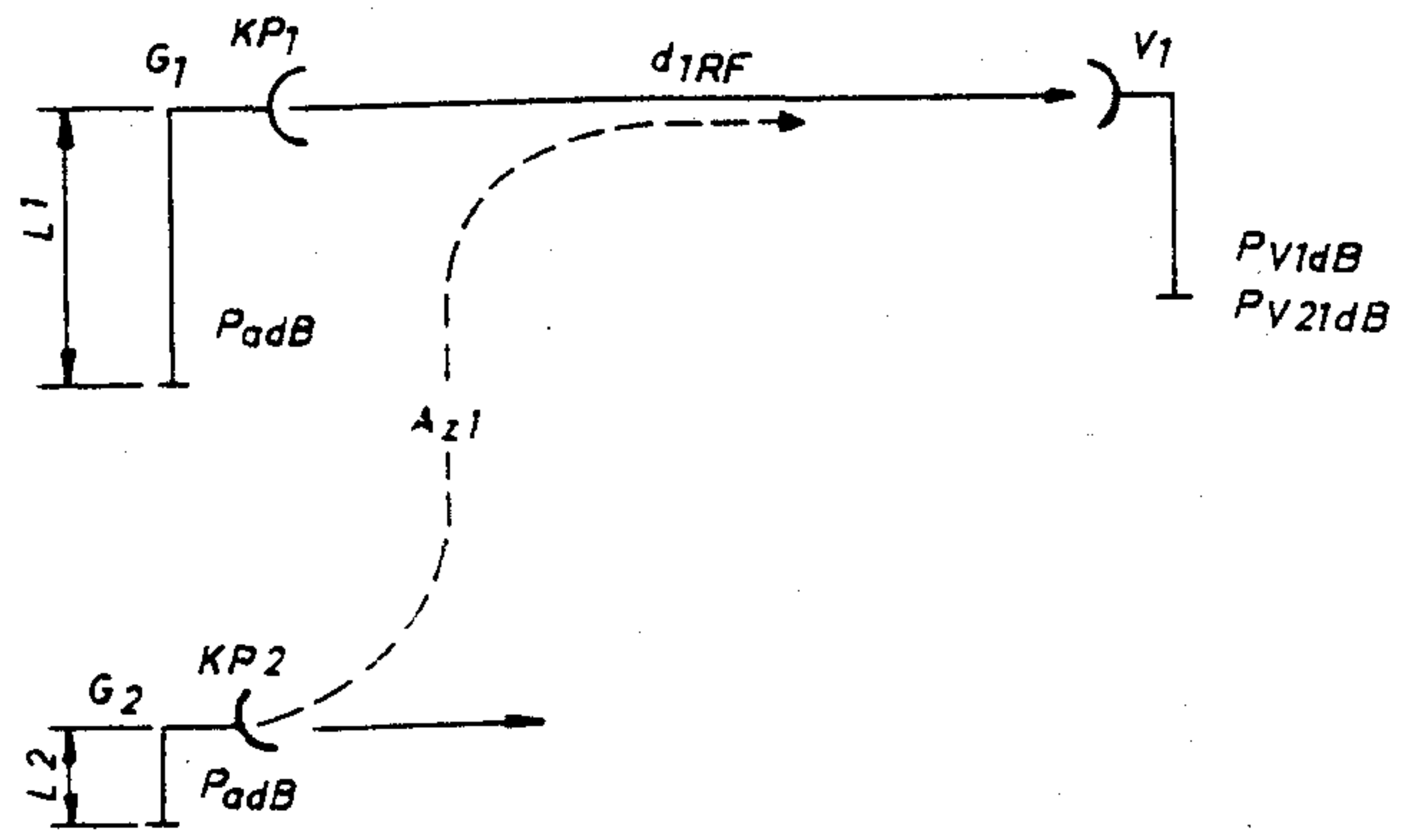
Számításánál a hasznos vevőbemenőszintből indulunk ki.

Alapesetei: - adás interferencia  
- vétel interferencia



H 522-2

2. ábra. Interferencia kialakulása



H 522-3

3. ábra. Adás interferencia

### Adás interferencia

(3. ábra)

$P_{adB}$  - adóteljesítmény (dBW)

$A_{21}$  - a szóban forgó antenna szögválasztási csillapítása  $V_2$  felé

Első lépésben az azonos RF csatornák interferenciáit számoljuk ki. Hasznos vevő-bemenő szint  $V_1$  helyen:

$$P_{V1dB} = P_{adB} + L_1 + G_1 + A_{KÖ} = P_{V1dB} \text{ [dBW]}$$

$A_{KÖ}$  - az itt nem említett közös csillapítások összege (adóoldali szűrőváltó szűrő, alapátviteli csillapítás stb.)

A 2. RF szakasz zavaró szintje interferencia következtében a  $V_1$  helyen:

$$P_{V21dB} = P_{adB} + L_2 + G_2 + A_{KÖ} + A_{21} \text{ [dBW]}$$

A két egyenletet egymásból kivonva:

$$P_{V21dB} = P_{V1dB} + A_{21} + (L_2 - L_1) + (G_2 - G_1) \text{ [dBW]}$$

Hasonlóan az 1. sz. RF szakasz zavaró szintje  $V_2$  helyen:

$$P_{V12dB} = P_{V2dB} + A_{12} + (L_1 - L_2) + (G_1 - G_2) \text{ [dBW]}$$

Az összefüggést mátrix alakban is fölírhatjuk:

$$\begin{bmatrix} P_{V11dB} & P_{V12dB} \\ P_{V21dB} & P_{V22dB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{V1dB} & P_{V2dB} \\ P_{V1dB} & P_{V2dB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \emptyset & A_{12} \\ A_{21} & \emptyset \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \emptyset & L_1 - L_2 \\ L_2 - L_1 & \emptyset \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \emptyset & G_1 - G_2 \\ G_2 - G_1 & \emptyset \end{bmatrix} \text{ [dBW]}$$

Általánosítva:

$$P_{vikdB} = P_{vk} + A_{ik} + L_{ik} + G_{ik}$$

- $P_{vk}$  - bemenőszint mátrix
- $A_{ik}$  - antenna mátrix
- $G_{ik}$  - antenna nyereség mátrix
- $L_{ik}$  - antenna tápvonal mátrix

A szomszédos RF szakaszok ellentétes polarizációja miatt az  $A_{ik}$  mátrix azon tagjait, ahol az indexek különbsége (k-i) páratlan, az ellentétes polarizációjú antenna sugárzási diagramból, ahol páros az azonos polarizációjú antenna sugárzási diagramból kell leolvasni. Tehát a mátrix elemei megadják, hogy a központi állomás azonos frekvenciájú, különböző irányba sugárzó adói mekkora zavar szintet hoznak létre az egyes külső végállomásokon. A szomszédos RF csatornáktól származó interferencia-egyenlet:

$$P'_{vikdB} = P_{vk} + A'_{L_{ik}} + G_{ik} + A_{sz} + K_{ik}$$

$A_{sz}$  - a szűrőmátrix:

$$A_{sz} = \begin{bmatrix} A_{sz+3} & A_{sz+3} \dots \\ A_{sz+3} & A_{sz+3}^- \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Az  $A_{sz}$  értékét a vevőmikrohullámú és KF szűrő karakterisztikája határozza meg. A +3 dB-lel a két szomszédos csatorna együttes hatását vesszük figyelembe. Az  $A_{ik}$  mátrix képzési szabálya az  $A_{ik}$  képzési szabályának inverze.  $K_{ik}$  korrekciós mátrixnak szűrő szerepe van: ha a tervezésnél  $P_{vikdB}$  tagot vigyelembe akarjuk venni, úgy  $K_{ik} = 0$ , ha el kívánjuk hagyni,  $K_{ik} = -\infty$  (számítógépes algoritmus során egy viszonylag kis negatív szám pl.: -50000). Általános alakja:

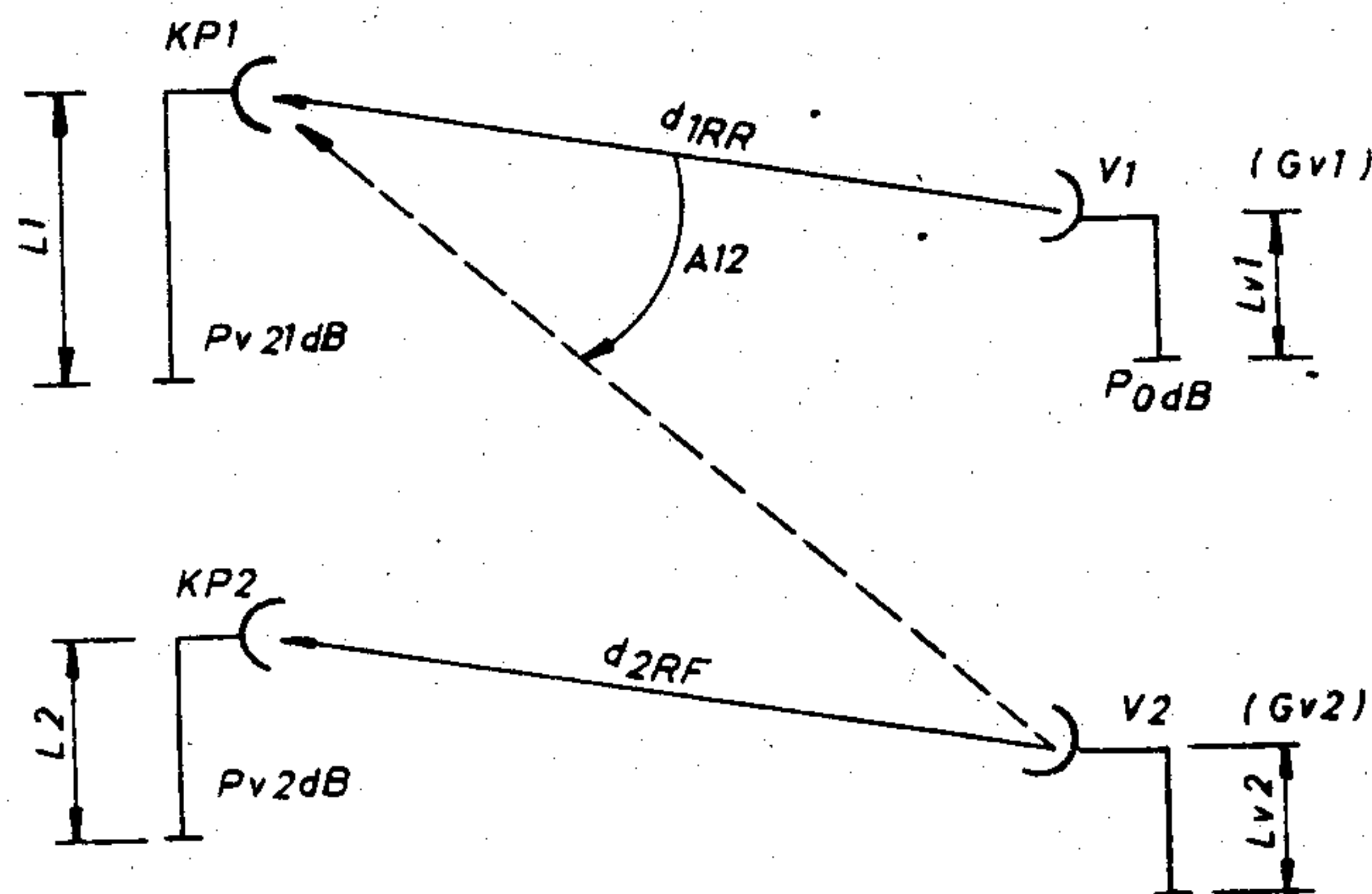
$$K_{ik} = \begin{bmatrix} -\infty & 0 & 0 & \dots \\ 0 & -\infty & 0 & \dots \\ 0 & 0 & -\infty & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Fontos meglátni, hogy a  $P_{vik}$  mátrix első öt tagját figyelembe véve a főátlóban lévő elemek (k=i) a hasznos jelszintet adják. Ezt azonban ki akarjuk hagyni a zavar szint mátrixból. Ezt teszi meg a  $K_{ik}$  mátrix. A zavar szint mátrix ily módon megadja, hogy a központi állomás szomszédos (frekvenciában legközelebb lévő) adói mekkora zavar szinteket eredményeznek a külső végállomásokon. A számításnál azonban a zavar szint nem mond számunkra sokat, hanem a hasznos jelszinthez mért szintkülönbségére vagyunk kíváncsiak. Ehhez bevezetjük az interferencia mátrix fogalmát:

Azonos RF csatornák esetén:

$$C_A = C_{ik} = A_{ik} + L_{ik} + G_{ik} + K_{ik}$$

összehasonlítva az adás interferencia-egyenlettel:



H 522-4

4. ábra. Vétel interferencia

$$C_A = P_{vikdB} - P_{vk} + K_{ik}$$

Szomszédos RF csatornák esetén:

$$C'_A - C'_{ik} = A'_{ik} + L_{ik} + G_{ik} + A_{sz} + K_{ik}$$

Vétel interferencia:

(4. ábra)

$A_{12}$  -  $KP_1$  antenna szögválasztási csillapítás  $V_2$  irányába.

Vizsgáljuk  $V_2$ - $KP_2$  szakasz  $KP_1$  antennára gyakorolt hatását.

Azonos csatornás interferencia:

A 2. RF szakasz zavaró szintje a  $KP_1$  helyén:

$$P_{V21dB} = P_{V2dB} + A_{12} + (L_1 - L_2) + (G_1 - G_2)$$

Az 1. RF zavaró szintje a  $KP_2$  helyén:

$$P_{V12dB} = P_{V1dB} + A_{21} + (L_2 - L_1) + (G_2 - G_1)$$

Mátrix alakban:

$$\begin{bmatrix} P_{V11dB} & P_{V12dB} \\ P_{V21dB} & P_{V22dB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{V1dB} & P_{V1dB} \\ P_{V2dB} & P_{V2dB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \emptyset & A_{21} \\ A_{12} & \emptyset \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \emptyset & L_2 - L_1 \\ L_1 - L_2 & \emptyset \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \emptyset & G_2 - G_1 \\ G_1 - G_2 & \emptyset \end{bmatrix} \quad [\text{dBW}]$$

Általánosítva:

$$P_{vik} = P_{vk}^* + A_{ik}^* + L_{ik}^* + G_{ik}^* \quad /* - \text{transzponált mátrix/}$$

A szomszédos csatornás interferencia-egyenlet:

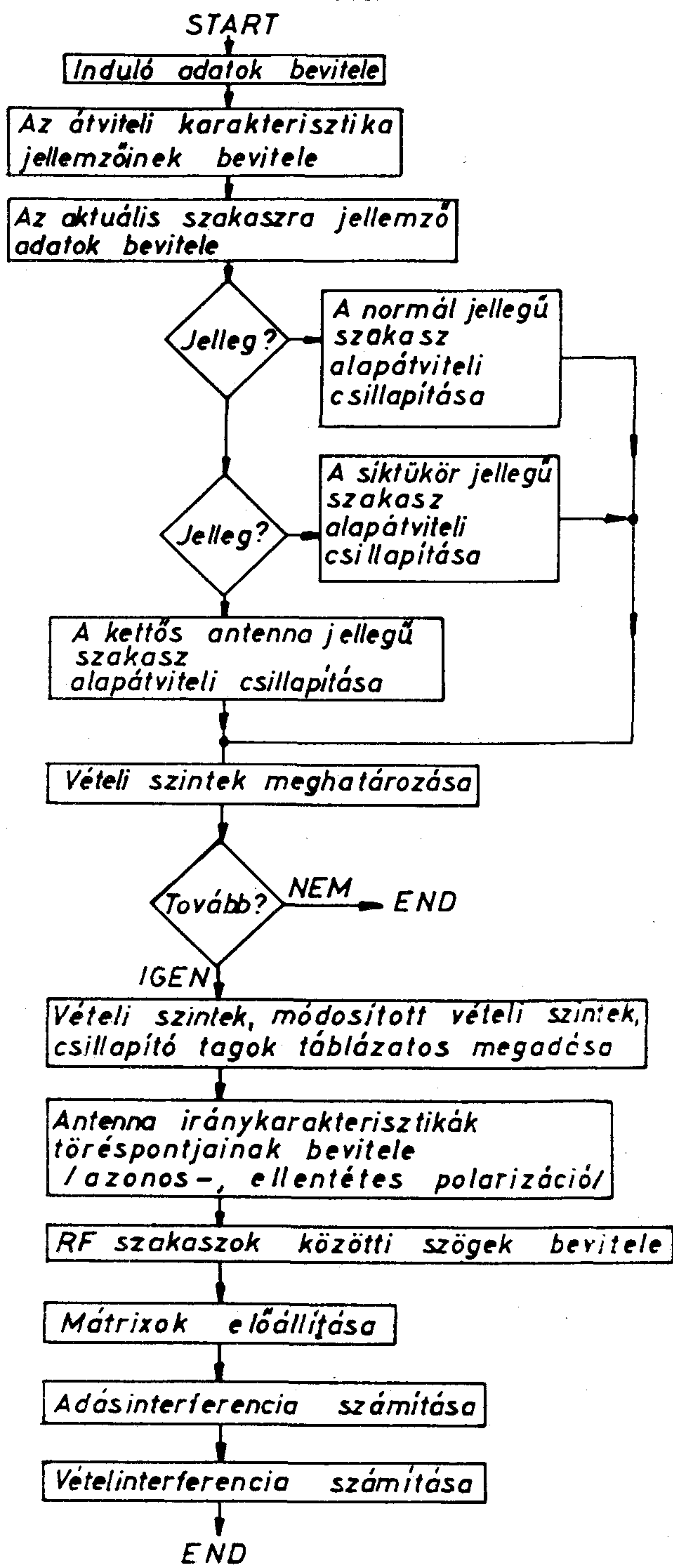
$$P'_{vikdB} = P_{vk}^* + A'_{in} + L_{ik}^* + G_{ik}^* + A_{sz} + K_{ik}$$

Azonos csatornás interferencia mátrix:

$$C_v = A_{in}^* + L_{ik}^* + G_{ik}^* + K_{ik}^* = C_{ik}^*$$



### A program folyamatábrája



H522-5

5. ábra. A program folyamatábrája

A szomszédos csatornás interferencia mátrix:

$$C_v' = A_{ik}' + L_{ik}' + G_{ik}' + A_{sz} + K_{ik}$$

A vétel interferencia következtében előálló jel/zaj viszony:

A hasznos teljesítményszint az 1.sz. RF szakaszon:

$$P_{v1} = P_a + G_{v1} - 20 \lg d_{RF} + L_{v1} + A_{KÖ} + G_1$$

A 2. sz. RF szakasz zavaró teljesítménye az 1. sz. RF szakaszon:

$$P_{v21} = P_a + G_{v2} - 20 \lg d_{RF} + L_{v2} + A_{kő} + G_1 + A_{12}$$

A jel/zaj viszony:

$$P_{v1} - P_{v21} = G_{v1} - G_{v2} - 20 \frac{d_{1RF}}{d_{2RF}} + (L_{v1} - L_{v2}) - A_{12}$$

3. Vonalban haladó mikrohullámú összeköttetések esetén lép fel /9/.
4. Itt más, sok esetben egymástól különböző információ hordozó mikrohullámú összeköttetések egymásra hatásáról van szó. Csak formailag tartoznak külön csoportba, az RF jel/zajviszony számítása analóg a fent leírtakkal.

A fentiek figyelembevételével az 5. ábra szerinti folyamatára lehetővé teszi a program elkészítését tetszőleges gépre, tetszőleges nyelven.

### IRODALOM

- [1] Dr. Ferenczy Pál.: Hírközlésmélet Tankönyvkiadó, Bp. 1972.
- [2] Arifon, P.: Towards a better understanding of radio relay systems = Thomson-CSF
- [3] Osborn, T.L.: Application of rain attenuation rate for 11 GHz radió - path engineering = B.S.T.J. Nov. 1977.
- [4] Ryde, J.W. - Ryde, D.: Attenuation of centimetre waves by rain, hail, fog and clouds = Report 8516, GEC Research Labs., Wembley, England 1944.
- [5] Crawford, A.B. - Jakes, W.C.: Selective fading of microwaves = B.S.T.J. 1952, No.1
- [6] Bullington, K.: Phase and amplitude variations in multipath fading of microwave signals = B.S.T.J. July-Aug. 1971.
- [7] Lin, S.H. : Statistical behaviour of a fading signal = B.S.T.J., Dec. 1971.
- [8] Bali-Kántor-Stefler: Mikrohullámú analóg hírközlés = Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1983.
- [9] Dr. Csernoch J.- dr. Hetényi T.: ÜTK-4002, Bp. 1982.
- [10] Dr. Csernoch János : Légköri abszorpciós csillapítás és annak figyelembevétele mikrohullámú hálózatok tervezésénél, HÍRADÁSTECHNIKA, 32. évf. 9.sz. 1981.p.341-358



## **BERUHÁZÁS HELYETT – KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT!**

DEVIZA NÉLKÜL is hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez!

MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ, mert:

A megfelelő időszakban rendelkezésre álló, MÉRÉSAUTOMATIZÁLÁSRA is alkalmas korszerű műszerek használatával időt, munkaerőt, adót, amortizációs költségeket, javítási-karbantartási költséget takarít meg.

NE FELEDJE: egy műszer haszna a mérésekből – nem pedig a tulajdonjogból ered!  
**NE SZAPORÍTSA KIHASZNÁLATLAN ESZKÖZEIT!**

ÓRIÁSI VÁLASZTÉK: oszcilloszkópok, multiméterek, jelgenerátorok, analízátorok, mérésadatgyűjtők, regisztrálók, analitikai-környezetvédelmi műszerek, rendszervezérlők, stb., stb.

**ÁLL AZ ÖN RENDELKEZÉSÉRE!**

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, – ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HÁZHOZZÁLLÍTÁS · BEMUTATÁS!

**KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER-KATALÓGUSUNKAT!**

FELVILÁGOSÍTÁS, ELŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS 1810-903 vagy 166-23-66/176 telefonon.  
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGALATA MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY  
Budapest XI., Szakasits Á. út 59–61. I. em. 107. szoba.  
H-1502 Budapest Pf. 58



# Az Orion ADP-2100 display terminál felépítése és szolgáltatásai

GÁL GYÖRGY

Orion Műszaki-Fejlesztési Leányvállalat



GÁL GYÖRGY

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari szaka digitális tech-

nika ágazatán végzett 1985-ben. Azóta az ORION Display Fejlesztési osztályán gyártmányfejlesztőként dolgozik.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az ADP-2100 típusú képcsöves alfanumerikus megjelenítő (display) számítógépbe való adatbevitelre, illetve számítógép által közölt információ vizuális megjelenítésére alkalmas. A display terminálként alkalmazható DEC (Digital Equipment Corporation) PDP 11, illetve TPA 11 xx, valamint CM gépek környezetében, mivel funkcionálisan kompatibilis a DEC VT-100 típusú berendezésével. Ezért az említett számítógépek programváltoztatás nélkül kezelhetik.

Az ADP-2100 felépítésének sajátossága, hogy a készülék fontosabb megjelenítési és adatforgalmi paraméterei a saját billentyűzetről programozhatóan állíthatók be.

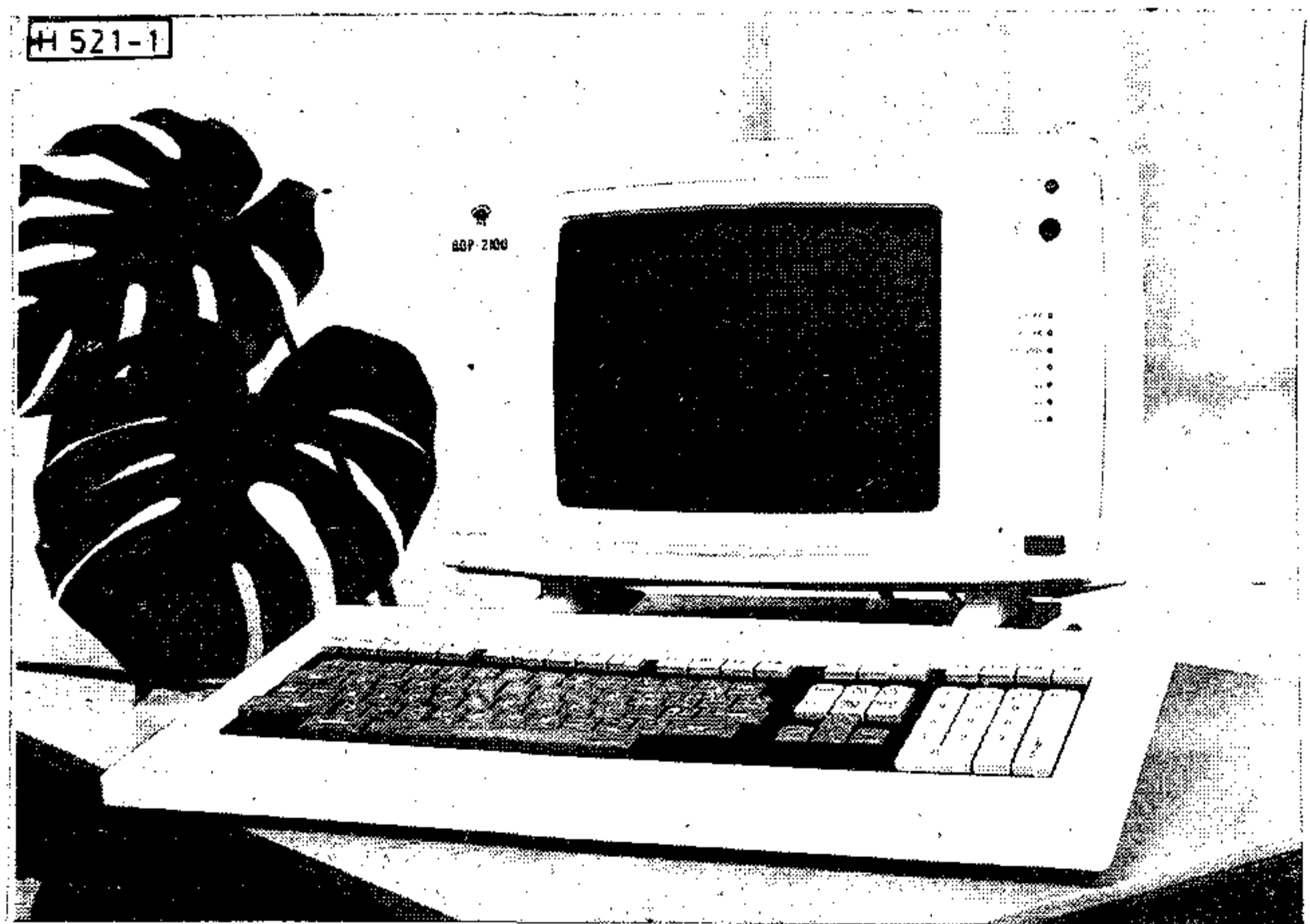
Az ismertetés nem részletezi a display áramköri megvalósítását, inkább az alkalmazás szempontjából érdekes felépítési és szolgáltatási funkciók bemutatására törekszik. \*

Az Orion a display prototípusát a KFKI-tól vásárolta. A gyár ezt honosította a dupla európa méretű kártyarendszeréhez, valamint illesztette hozzá saját gyártású monitorját.

## Az ADP-2100 felépítése és fontosabb megjelenítési funkciói

Az ADP-2100 az Orion általános célú display családnak legújabb eleme, a már régóta gyártott ADP-2000 és ADP-2052 után. Az új készülék megjelenése eltér az eddig gyártott típusoktól, ez már tényleg asztali kivitelű és könnyen hordozható (1. ábra). A készülék tartozékai között található egy billenthető talp, amely a különböző magasságokból történő rálátást teszi lehetővé. A billentyűzet kicsit döntött vagy teljesen vízszintes használatra állítható be. Az ADP-2100 belső felépítését tekintve három fő egységre bontható: a digitális kártyákra, a megjelenítőre (monitor) és a hálózati tápegységre.

A digitális rész tartalmazza három dupla európa méretű kártyán a Z80A típusú processzort, a működető programot tartalmazó EPROM-ot és RAM-ot, a nagy sebességű Video RAM-ot, a 6845 típusú CRT



1. ábra. Az ORION ADP-2100 display

vezérlő IC-t a 2651 típusú soros interfész áramkört, valamint a szükséges sínmeghajtó áramköröket és kapukat.

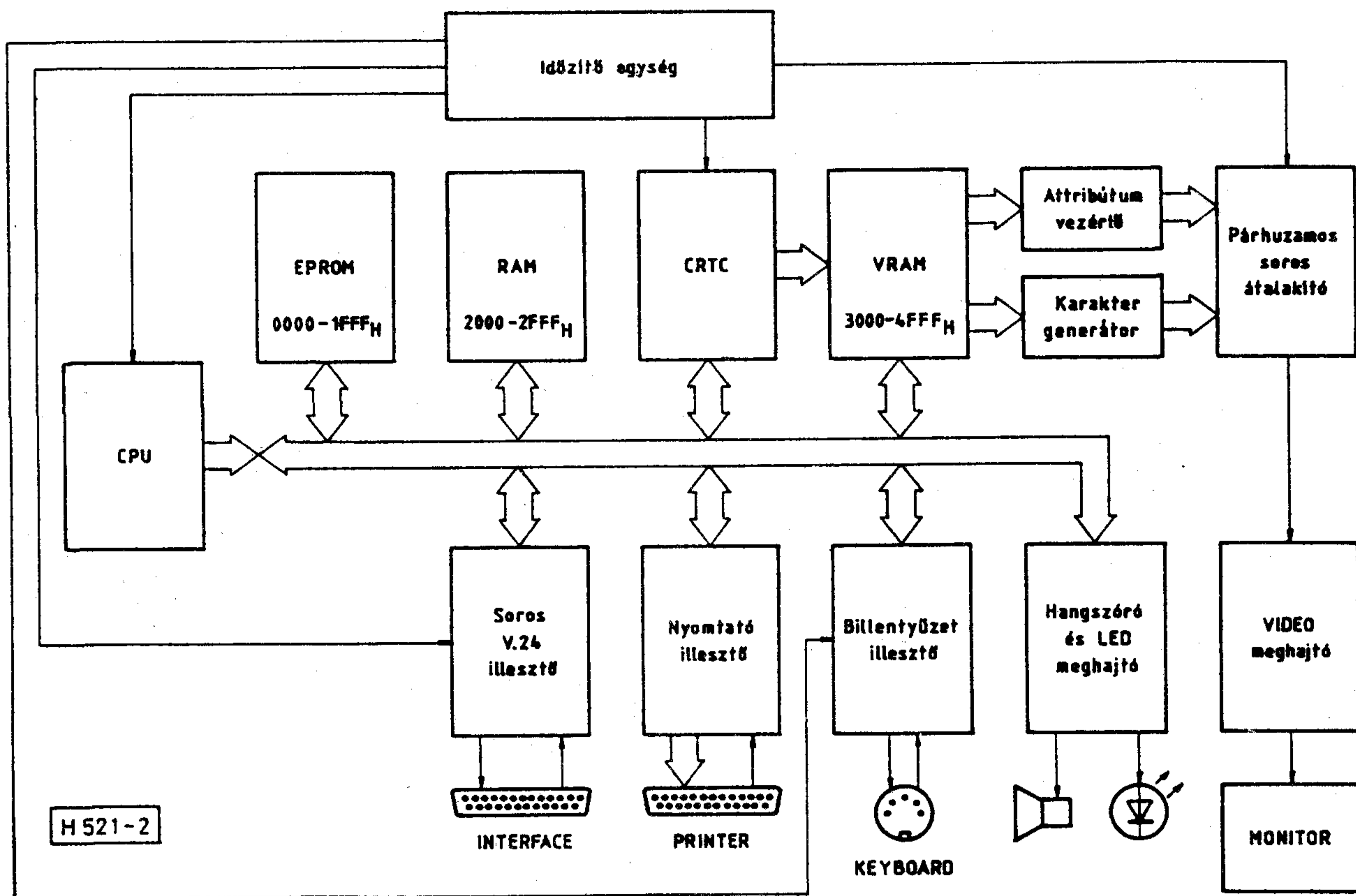
A kártyák csatlakozó kiosztása olyan, hogy bármely kártya bármelyik pozícióba behelyezhető. Ez a véletlen felcserélés ellen nyújt védelmet. A készülék működésének logikai vázlata a 2. ábrán látható.

A megjelenítő zöld színű reflexiómentes képcsövel készül, ami a rossz megvilágítású helyiségekben történő felhasználásnál is jól olvasható képet eredményez. A készülék működéséhez szükséges feszültségeket egy kapcsolóüzemű hálózati tápegység állítja elő.

Az ADP-2100 displaynek csak latin vagy latin és cirill karaktereket megjelenítő változata van. Ezek külső megjelenésüket tekintve egyedül a billentyűzet elrendezésében különböznek egymástól.

Szolgáltatásaiban abban tér el a cirill változat a latintól, hogy a felhasználó által definiálható karakterkészlet a cirill kis- és nagybetűket tartalmazza. Így a cirill változat tudja mind a latin kis- és nagybetűket, valamint a grafikus jeleket.

A latin kiépítés latin kis- és nagybetűket és a félgrafikus jeleket tudja megjeleníteni. A latin változatnál lehetőség van a magyar, az amerikai vagy az angol karakterkészlet kiválasztására



2.ábra. Az ADP-2100 display működési vázlatja

A készülék bekapcsolási alapállapota a működtető EPROM-ba van beégetve. Ezen alapállapot igény szerint tetszőlegesen megváltoztatható. A displaynek alapvetően kétféle üzemmódja létezik, VT-52 és VT-100.

VT-52 üzemmód kompatibilis a DEC VT-52 terminállal, valamint az Orion ADP-2052 típusú displayel. Amennyiben a számítógép programjai csak VT-52 típusú display-eket képesek kezelni, minden változtatás nélkül alkalmas az ADP-2100-as display is VT-52 üzemmódban.

Ekkor természetesen nem lehet igénybe venni azokat a szolgáltatásokat, amelyeket mint VT-100 készülék nyújt.

VT-100 üzemmódban a VT-52-höz képest többletként a következő szolgáltatásokat tudja nyújtani a készülék.

Az ADP-2100 display a kurzor aktuális sorát meg tudja nyújtani vagy csak vízszintes irányba, vagy vízszintes és függőleges irányba egyaránt (ilyenkor természetesen a maximálisan megjeleníthető karakterek száma a felére csökken, 40 ill. 66 karakter/sor). Utóbbi esetben ugyanazt a szöveget két egymást követő sorba kell beírni: az egyikben a karakterek felső, a másikban pedig az alsó részük lesz megnyújtva.

Lehetőség van négyféle karakter attribútum megadására. A megjelenítés lehet emelt fényű, inverz, aláhúzott vagy villogó. Természetesen előállítható ezek tetszőleges variációja is. A bekapcsolt attri-

bútumok több soron keresztül mindaddig érvényben maradnak míg egy azt megszüntető kikapcsoló kód nem érkezik.

Az ADP-2100 képernyő és sortörlési funkciói vonatkozhatnak a kurzor előtti, illetve utáni sor vagy képernyő részre, illetve a teljes képernyőre vagy sorra.

A displaynek két teljesen független karakterkészlete van. Ez teszi lehetővé a teljes latin és cirill karakterkészlet, valamint a félgrafikus karakterek megjelenítését. Lehetőség van részképernyős műveletek végzésére is. Ekkor SCROLL ("sorpörgetés") esetén nem a teljes képernyő tartalmát mozgatja a display, hanem annak csak egy meghatározott részét. Ez az "ablak" csak teljes sorokból állhat. Ilyen esetben a képernyő direkt címzése is csak erre a területre mutathat. Az aktív részen kívülre történő címzést a display érvénytelennek tekinti, ezért nem veszi figyelembe.

A képernyő minden oszlopát lehetséges tabulálási pozícióként kijelölni.

Ez főleg táblázatok megjelenítésénél hasznos. Az ADP-2100 SCROLL üzemmódja kétféle lehet. Karakteres SCROLL esetén a sorok karaktersorként íródnak át egymásba. "Lágy", SMOOTH SCROLL esetén a felfelé vagy lefelé léptetés képernyő soronként történik. Ez azt eredményezi, hogy a képernyőn lévő szöveg folyamatosan olvasható, mivel a szem képes követni ezt a lassú mozgást. A készülék előlapján található négy zöld színű világító dióda ESC szekvenciával vezérelhető. Ezek alkalmazása akkor hasznos, ha a képer-

nyőn kintlévő szöveget nem lehet átírni, így viszont lehetőség van arra, hogy bizonyos üzeneteket eljuttasson a számítógép az operátor felé.

## SET-UP üzemmód

A SET-UP üzemmód célja, hogy a készülék fontosabb paramétereit könnyen áttekinthessük, illetve azokat megváltoztathassuk. A SET-UP üzemmódnak két része van: a SET-UP A és a SET-UP B. SET-UP A-ban lehet beállítani vagy törölni az egyes tabulálási pozíciókat, váltani az ON-LINE és OFF-LINE üzemmódot, áttérni SET-UP B üzemmódba, beállítani a 80 illetve 132 karakter/sor képernyőformátumot, valamint lehetőség van teljes RESET végrehajtására.

A SET-UP B-ben lehet változtatni a V.24 adatátviteli interfész adási és vételi sebességét (50-19200 Baud között), az átvitt karakterek formátumát (7 vagy 8 bit, paritásvizsgálat páros, páratlan, illetve elmarad). Itt választható a "SMOOTH" vagy a karakteres SCROLL, a karakter ismétlés engedélyezése vagy tiltása, a kurzorforma megválasztása (blokk vagy aláhúzás), sorvégi és billentyű leütési hangjelzés engedélyezése vagy tiltása, VT-52 vagy VT-100 üzemmód beállítása az automatikus sorvégi továbblépés engedélyezése vagy tiltása, valamint a képernyő háttérszín normál vagy inverz formájának kiválasztása.

SET-UP B-ben is váltható az ON-LINE és OFF-LINE üzemmód, a 80 ill. 132 karakter/sor formátum. Innen is lehetőség van teljes RESET végrehajtására. Ilyenkor lehetséges az ún. "válaszüzenet" (ANSWER-BACK) megadása is. Ezt a display tárolja és ha a számítógéptől ENQ kód (válaszüzenet kérés) érkezik, arra válaszként ezt küldi. Természetesen, a SET-UP üzemmódban beállítható paraméterek többsége a számítógép felől ESC szekvenciákkal is állítható.

## Billentyűzet

Az ADP-2100 displayhez a DATACOMP által gyártott DCD-OT-327 típusú billentyűzet tartozik. A megjelenítő egység és a billentyűzet egymással soros adatvonalon keresztül csatlakozik.

A teljes billentyűzetet logikailag négy különböző mezőre osztjuk. Az alfanumerikus mező tartalmazza a betűket és a számjegyeket, valamint a SPACE, TAB, RETURN, DEL, SHIFT, LOCK és CTRL billentyűt. Ez a mező szabványos írógép elrendezésű.

A numerikus mező számok, írásjelek és egyedi funkciók bevitelére alkalmas.

A funkció mező billentyűi nem pusztán egy ASCII karaktert küldenek ki leütésük esetén, hanem egy ESCAPE karakterrel kezdődő karaktersorozatot juttatnak a számítógép bemenetére.

A negyedik csoportba a kurzorvezérlő billentyűk tartoznak. Ezekkel a kurzort a képernyőterületen

belül négy különböző irányba lehet mozgatni. A billentyűzetnek létezik latin és cirill elrendezésű változata is. Ezek csak az alfanumerikus mező elrendezésében különböznek egymástól.

## Párhuzamos nyomtató interfész

Lehetőség van arra, hogy a displayhez nyomtatót is csatlakoztassunk egy CENTRONICS típusú párhuzamos interfészen keresztül. A display alapvetően kétféle nyomtatási üzemmódot ismer. Az egyik a HARD COPY, ahol a teljes képernyő tartalma kerül a nyomtatóra. Az erre vonatkozó utasítás érkezik a számítógép felől (ESC szekvencia) vagy a kezelő felől, ha a billentyűzeten található PRINT gombot megnyomjuk.

A másik nyomtatási üzemmód az AUTO COPY, ahol a display a kurzor aktuális sorát küldi a nyomtatóra egy soremelés (LF) kód hatására.

A display nyomtatókezelése olyan, hogy a nyomtatás előtt mindig beállítja a nyomtatót annak megfelelően, hogy 80 vagy 132 karakter/soros formátumban dolgozik-e a megjelenítő. Ez természetesen csak olyan nyomtatóknál lehetséges, ahol a nyomtató többféle írássűrűséggel tud írni (pl. TMT120). Nyomtatásnál a display leállítja a soros vonal adatforgalmát (XOFF) és csak azután engedélyezi újra (XON), ha befejezte a teljes képernyő nyomtatását.

A nyomtatási funkciók mind VT-52, mind pedig VT-100 üzemmódból elérhetők.

## Soros adatátviteli interfész

Ezen az interfészen keresztül lehetséges az adatforgalom a display és a számítógép vagy modem között. A kialakítása megfelel a CCITT V.24 előírásnak. Az áramkörök kialakítása olyan, hogy az átvitel teljes duplex üzemben történhet az interfészen keresztül. A következő interfész áramkörök találhatók meg a csatlakozón:

Jel	Megnevezés
CT 102	GND
CT 103	TXD
CT 104	RXD
CT 105	RTS
CT 106	CTS
CT 107	DSR
CT 108	DTR
CT 109	DCD

Modemes felhasználás esetén alkalmazható pl. az Orion jelenleg is gyártott AM 12 TD típusú adatátviteli modem készüléke.

## Következtetések

Az ADP-2100 display funkciói megfelelnek a DEC VT-100 előírásainak. Ezt bizonyítják a különböző cégeknél (pl. KFKI) történt alkalmazási vizsgálatok és a Szovjetunióban történt bevizsgálás is. A display korszerű áramköri megvalósítása (VLSI elemek és mikroprocesszoros vezérlés stb.) a korábbi típusoknál megbízhatóbb működést és a váltakozó felhasználói igényekhez rugalmasan illeszthető kivitel jelent.

## Főbb műszaki adatok:

### Képfarmátum:

sorok száma	24
karakterek száma soronként	80, ill. 132
megjeleníthető karakterek száma megjelenítés módja	1920, ill. 3168
pontmátrix	10x10, ill. 10x9
névleges képméret	220x160mm
képernyő átló	31cm
képernyő színe	nem reflektáló zöld p31
névleges újrarajzolósi frekvencia	50 Hz vagy 25 Hz
kurzor formátuma	blokk vagy aláhúzás

### Karakterkészlet:

latin nagybetűk	30
latin kisbetűk	31

számjegyek	10
írásjelek	26
szóköz	1
grafikus karakterek	30
felhasználói karakter (EPROM-ba égetve)	128

### Üzem módok:

VT-52  
VT-100 ANSI (American National Institute)

### Billentyűzet:

alfanumerikus mező	57 billentyű
numerikus mező	18 billentyű
kurzorvezérlők	4 billentyű
funkcionális mező	26 billentyű

### Adatátviteli interfész:

- rendszer: soros, CCITT V.24. (EIA-232D)	
- sebesség (billentyűzetről állítható, ill. programozható)	50, 75, 110, 134.5, 150, 300, 600, 1200, 1800, 2000, 2400, 3600, 4800, 7200, 9600, 19200 Baud
- csatlakozó	CANNON DB25P
- karakter-	
- kódolás	ASCII
- formátum	start-stop
- hossz	7, ill. 8 bit
- paritás	páros, páratlan, nincs

### Nyomtató interfész

- párhuzamos (CENTRONICS kompatibilis)	7 bites
- kódrendszer	ASCII

(Folytatás a 298. oldalról.)

Miután a Szellemi Tulajdon Védelme Világszervezetének (WIPO, Genf) szakértőbizottsága az utolsó sémításokat elvégezte, a mikroelektronikai félvezető-gyártmányok topográfiájának jogi tulajdonvédelméről szóló egyezménytervezet 1989 májusában Washingtonban elfogadás vagy elutasítás céljából diplomáciai konferencia elé kerül. Az ipari államok egyetértenek az áramköri tervek szellemi tulajdona jogi védelmének szükségességével, de annak is tudatában vannak, hogy ezzel a nem anyagi javak jogvédelmének új fejezetét kell megírni. Eddig összesen kilenc állam bocsátott ki törvényt mikroelektronikai félvezető-gyártmányok topográfiájának védelmére. Első volt az USA (1984.), majd következett Japán (1985.), Svédország (1986.), az NSZK (1987.), Dánia (1987.), Hollandia (1987.), Franciaország (1987.), Nagy-Britannia (1987.) és Spanyolország (1988). Az EGK Tanácsa 1986-ban kötelező irányelvet bocsátott ki a tagországok részére, amely előírja az új iparjogvédelem bevezetését törvényes alapon. A védelem időtartama ezekben a törvényekben egyöntetűen tíz év, kezdeti időpontja azonban változó. Tehát rövidebb, mint a szabadalmi védelem esetében és még rövidebb, mint a szerzői jogvédelem esetében, nyilvánvalóan figyelembe kívánták venni a műszaki fejlődés felgyorsulását.

Az aláírók mindenekelőtt bizonyos tevékenységek jogellenesnek nyilvánítására és üldözésére kötelezik magukat. Ilyenek védett áramköri vázlatok másolása és hasznosítása, beépítésük mikrochipekbe, valamint a kereskedelem bel- és külföldön védett áramkörökkel, illetve olyan termékekkel, amelyek ezeket tartalmazzák.

(Neue Züricher Zeitung, OMIKK Műszaki Információ Vezetőknek, 1989/5.)

A tőkés országok félvezető igényének regionárius alakulása (mrd USD):

	1987	1992	2000
Észak Amerika	10,3	19,1	44
Japán	12,9	24,1	55
Nyugat-Európa	6,35	10,9	25
Egyéb tőkés országok	3,65	8,9	26

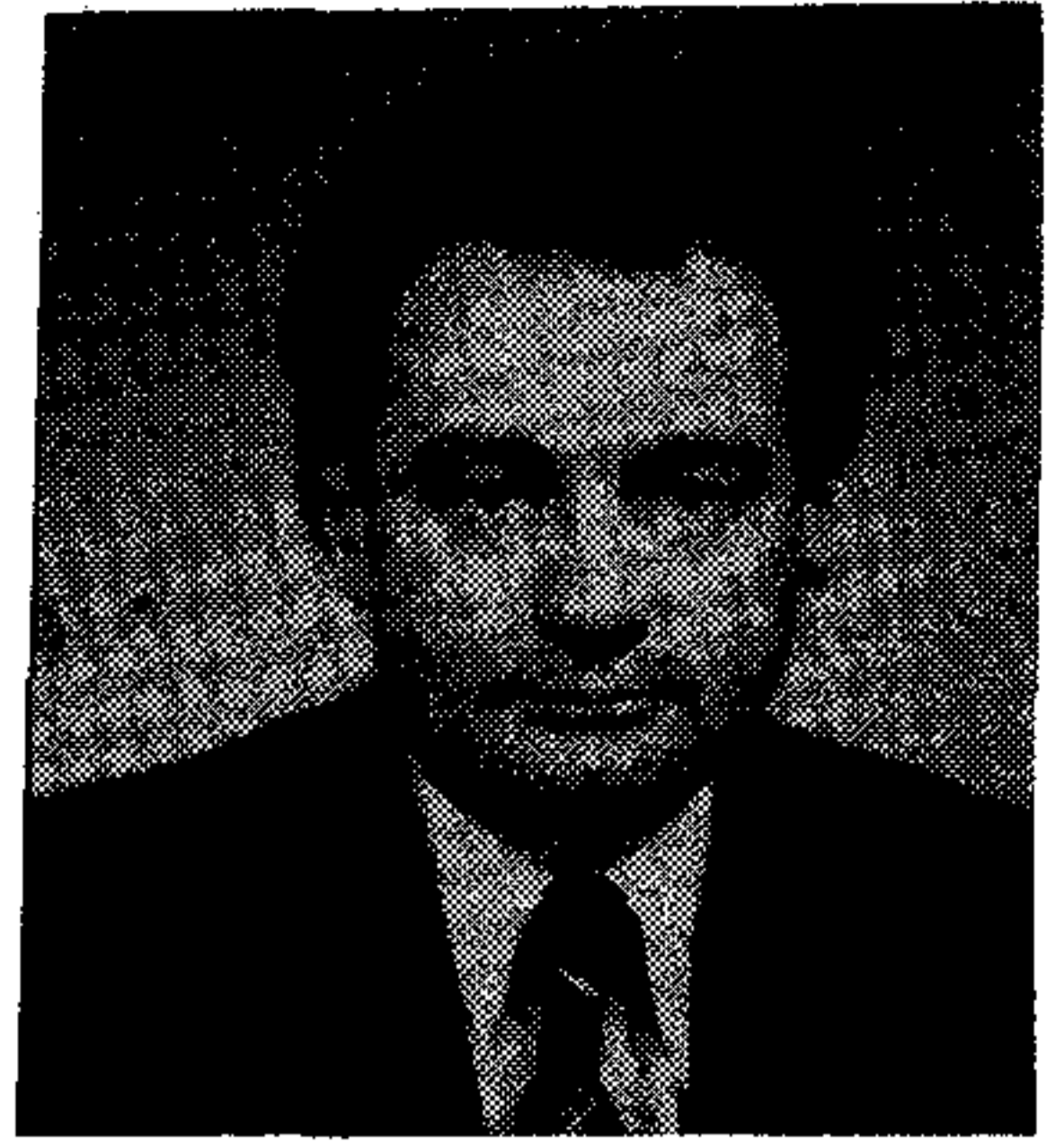
(Forrás:GME, Elektronik, 1989/3.)

Az IBM kutatói a cég Yorkton Heights-i (USA) laboratóriumában a pikoszekundumos határt átlépve 0,5 ps időtartamú elektromos impulzust állítottak elő. A világ legrövidebb impulzusának időtartamát lézerrel és gyors kapcsolóelemmel sikerült megmérni.

(IBM Nachrichten)

# A vállalatvezetés gondjai a minőség és megbízhatóság biztosításában\*

GÖBLÖS JÁNOS  
Remix



## Göblös János

Göblös János okleveles villamosmérnök az egyetem elvégzése után került a REMIX-be. Üzemmérnökként kezdte a vállalatnál, majd a kondenzátorfejlesztést vezette az 1960-as évek végéig. 1970 óta fejlesztési főmérnök, 1980-tól a REMIX műszaki igazgatója. A Híradástechnikai Tudományos Egyesületben végez társadalmi munkát.

1974-ben egyik kezdeményezője volt egy elektronikai ipari rekonstrukciós állami program elindításának. Részt vett annak előterjesztésnek a megfogalmazásában, amely feltárta a magyar elektronikai ipar gondjait és felhívta az illetékes párt és állami vezetés figyelmét ennek társadalmi és népgazdasági jelentőségére. Számos publikációja jelent meg prognosztikai és elektronikai alkatrész fejlesztési témakörben.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A mai magyar vállalatok többségénél a termékek minősége, a minőség egyenletességének biztosítása ugyanannak a technikai, technológiai, műszaki-erkölcsi lemaradásnak része, amely közel 40 éve halmozódik a gazdaságban. A szerző a túlélés vállalaton belüli tennivalóit vázolja fel a minőségjavítással összefüggésben.

## Bevezetés

Az elmúlt 40 évben vállalatainknál igen sokat beszélünk a minőségről. Mégis ma azt kell megállapítanunk, hogy a fejlett ipari világhoz képest ezen a területen is jelentős a lemaradásunk. A versenyképes minőség előállításában is felhalmozódtak gondjaink. Egy olyan magyar elektronikai alkatrészgyár tapasztalatait és elképzeléseit szeretné ez az írás felvázolni, amely

- évente több mint 350 millió darab passzív RC elemet és hibrid áramkört termel, mintegy 25 millió \$ világpiaci értéken számolva;
- az elektronikai kormányprogram keretei között csúcstechnológiákhoz jutott az elmúlt évtizedben, és termékválasztékával közel 70%-át meg tudta újítani, beleértve a minőségellenőrzési technológiák jelentős részét;
- közel három évtizedes tapasztalatai vannak gyártmányainak szabványos előírásokat meghaladó bevizsgálásával, és az ilyen megbízhatósági vizsgálati eredmények hasznosításával;
- eddig főleg a hazai készülékgyártást szolgálta ki;
- néhány termékével - az országban elsőként - a nemzetközi IECQ minőségtanúsítási rendszerben is részt vesz.

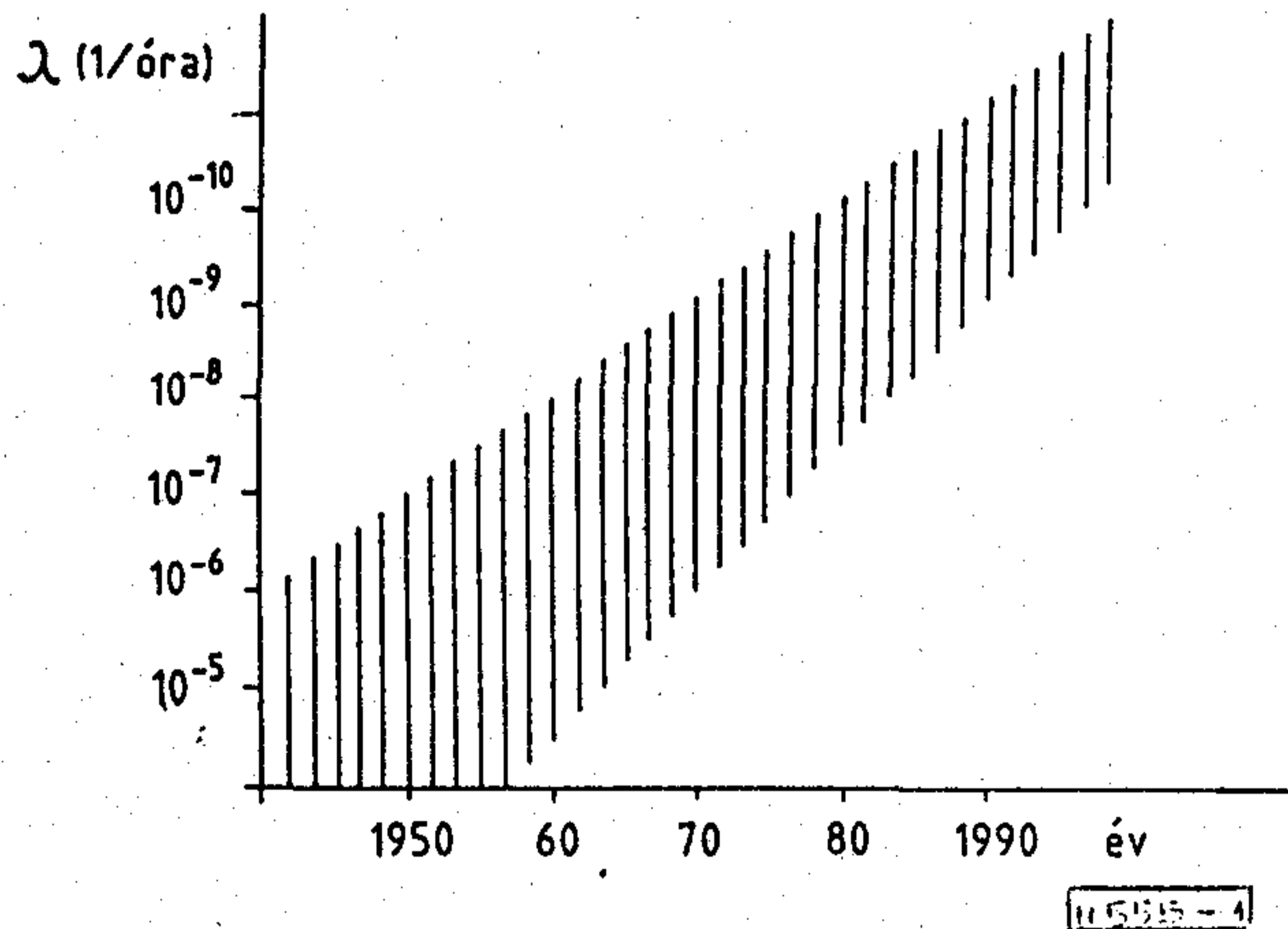
## Egy vállalati modell

A vállalat az ipari világ azon részében tevékenykedik, ahol igen gyors a műszaki-erkölcsi értékcsökkenés,

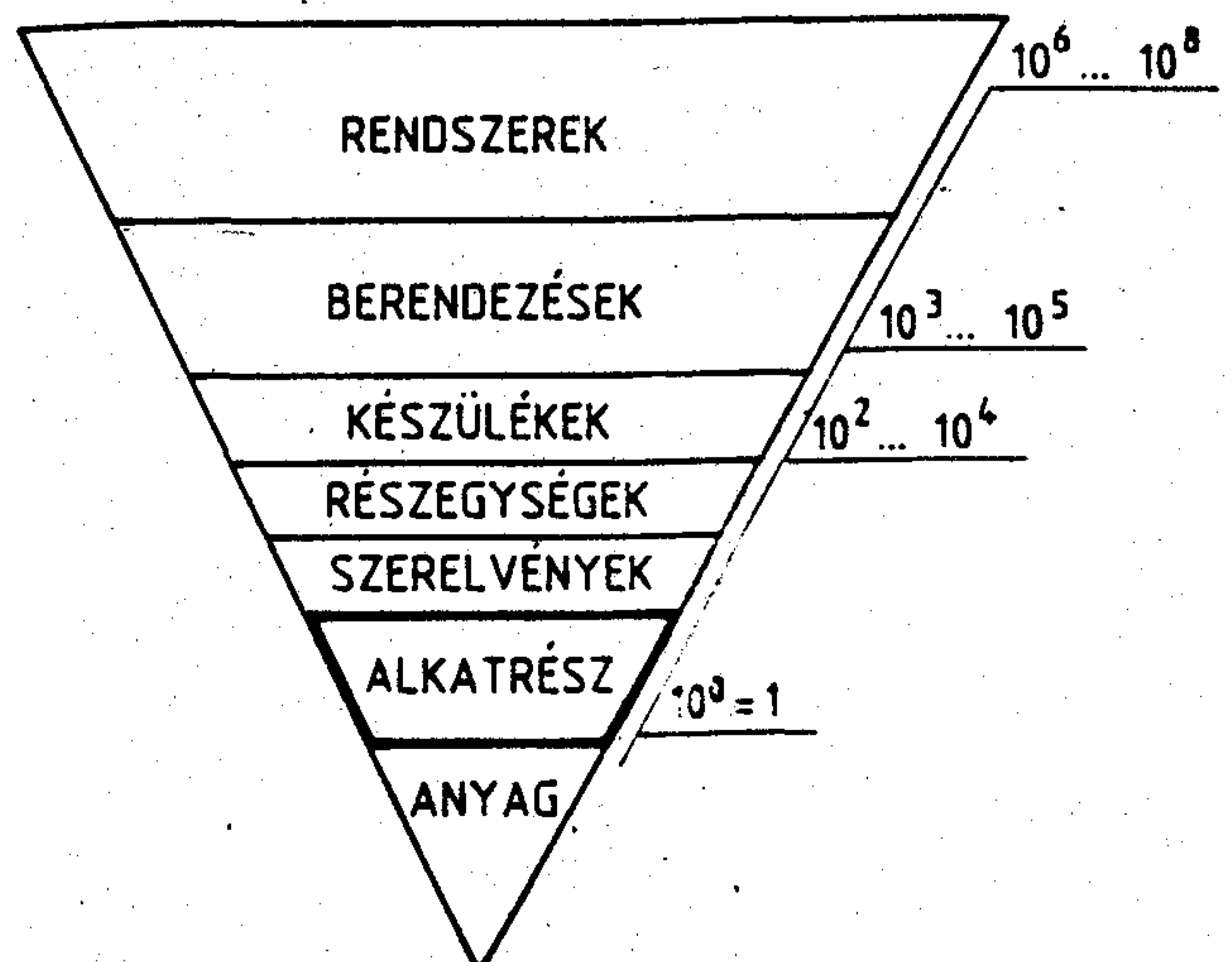
\* A cikk az 1989.V.3-6. között Siófokon megtartott szemináriumon elhangzott előadás anyaga.

Beérkezett. 1989. VII. 2.(A)

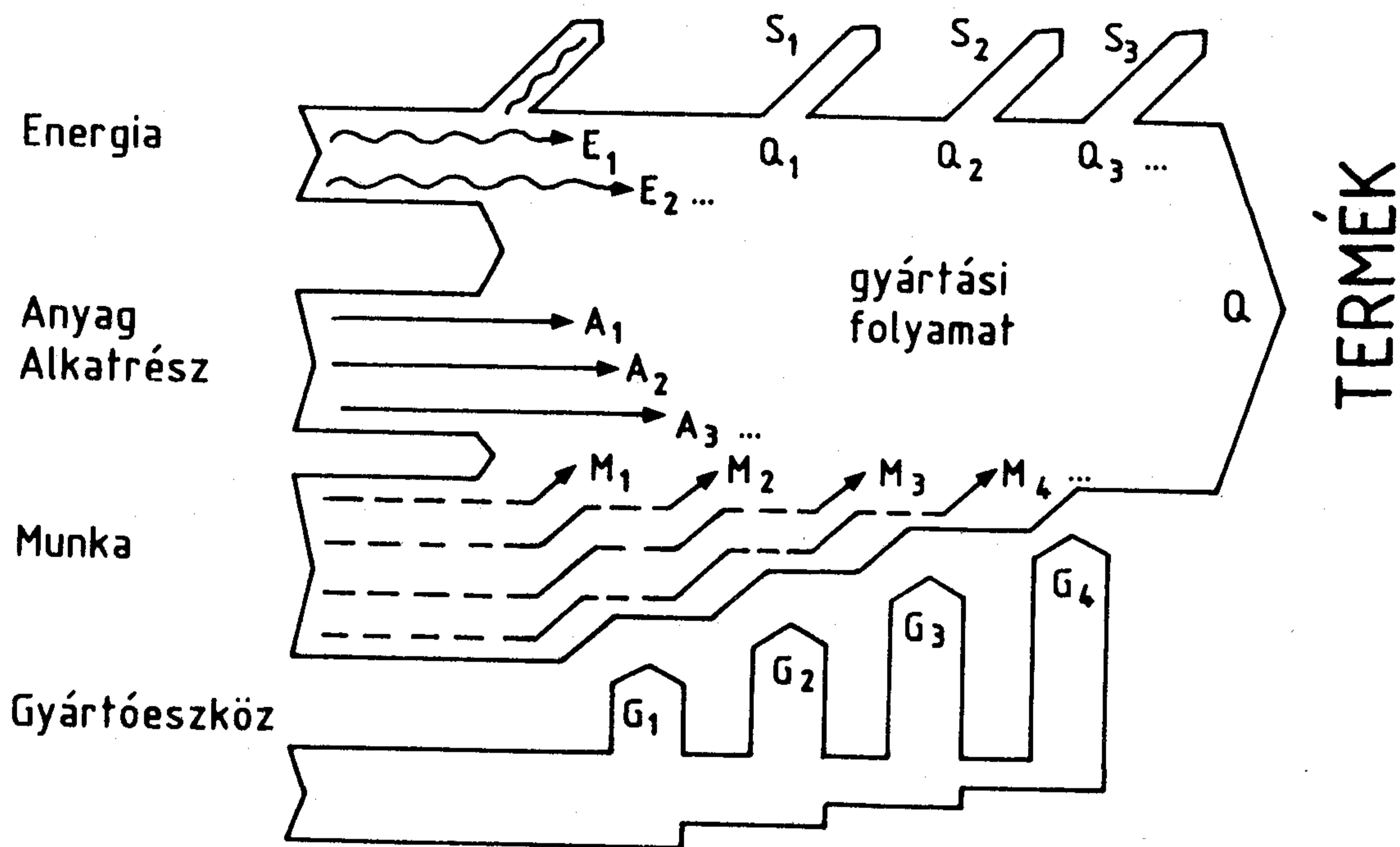
és ez nemcsak alkatrészgenerációkat érint, hanem ezekhez tartozó technológiai kultúrákat is. Mindezek



1. ábra. A megbízhatóság fejlődése



2. ábra. Az elektronikai termékhierarchia



3. ábra. A minőség folyamata

együttes eredménye – többek között – az is, amely az első ábrán látható, nevezetesen, hogy az elektronikai alkatrészek elvárt megbízhatósága 40 év alatt több mint öt nagyságrendet növekedett. A növekedés szükségzerű, hiszen az elektronikai készülékekben, berendezésekben, rendszerekben – adott esetben egyidejűleg – működtetett alkatrészek száma elérheti vagy meghaladhatja a százmillió darabot. A 2. ábrán a jól ismert elektronikai termékhierarchiát állítottuk a feje tetejére az eddig szokásos ábrázoláshoz képest, ezzel is jelezve az egyes szintek egymáshoz képesti gazdasági értékét, komplexitását, az ezekhez tartozó jellegzetes építőelem számmal. Világosan látható, hogy tartósan kifogástalanul működő elektronikai (pl. hírközlési) rendszerek – a szokásos üzemi tartalék rendszerekkel – csak úgy lehetnek működőképeseek, ha a felhasznált alkatrészek *mint minimum szintet* teljesítik a vázolatokat. Mindezt alkatrészgyártói oldalon

- optimális konstrukcióval, benne optimálisan megválasztott és méretezett anyagokkal, félkésztermékekkel,
- optimálisan megtervezett és szervezett gyártási technológiával,
- optimálisan kiválasztott (és beállított) termelő eszközökkel,
- megfelelő szakmai ismeretei alapján, elvárható szinten dolgozó munkaerőkkel,
- és teljeskörűen működő minőségellenőrzési-biztosítási technológiával lehet megvalósítani.

Hangsúlyozni kell, hogy a vázolt termelési rendszer *minden elemének* egyidejűleg kell teljesülnie. A 3. ábra kapcsán – amelyen az előzőekben felsoroltakat tüntettük fel – nyilvánvaló, hogy a rendszer a kívánt Q minőségű végterméket szolgáltatja, ha a bemeneti pa-

raméterek előírás szerűek és a  $Q_1..Q_2..Q_3$  gyártásközi ellenőrzés kiszűri az elkerülhetetlen selejtet. Ha ennek a folyamatnak bármelyik eleme (pl. nem megfelelő alkatrész, hibásan működtetett gyártóeszköz) eltér a tervezettől, három eset lehetséges:

- (1) le kell állítani a gyártást, a hiányosságot megszüntetni, és újraindítással *változatlan* Q minőséget kibocsátani;
- (2) folytatni a gyártást, tudomásul véve, hogy a  $Q_1..Q_2..Q_3$  szűrőkön több selejt keletkezik, romlik a gazdaságosság és nő a valószínűsége annak, hogy a kibocsátott terméktömegben lesz nemcsak Q minőségű is;
- (3) folytatni a gyártást, azt remélve, hogy Q-nak deklarált, de hiányos Q" minőség is gazdára talál.

Teljesen világos, hogy egy kínálati piacon, pozícióit megőrizni kívánó vállalat - saját érdekében - csak a (1) eljárást választhatja, a (2) módszer csupán végső, kétségbeesett, gazdaságilag is hazardjáték. És itt eljutottunk a mai magyar vállalatvezetés alapvető dilemmáihoz, amelyek többségén *gyárkapun belül* önmaga nem tud változtatni:

- (a) ki van szolgáltatva a beszállítóknak minőség, határidők, stb szempontjából;
- (b) gyártóeszközei optimális összetételét nem szabad akaratából tudja biztosítani;
- (c) a munkaerő összetétele tekintetében a 40 éves (ál) szociális beidegződések hatnak, és ennek eredménye egy adott munkamorál.

Ha mindezt gondolatban behelyezzük a 2. ábra ipari hierarchiájába, belátható, hogy – ezek a hatások szintről-szintre (nem lineárisan) összegeződnek és emiatt



– törvényszerűen nem lehet a folyamat végeredménye egy kínálati piacon helyét megállni képes áru.

### Következtetések

A mai gyári vezetés a gazdasági túlélést megcélözva csak azt vizsgálhatja, hogy mit tehet saját hatáskörben, gyárkapun belül kézbe véve, hogy új működési pályára kormányozza át a reábizott vállalatot. Abból kell kiindulnia, hogy a céget mihamarabb fel kell készítenie az említett piacgazdaságban való gazdaságos működésre. Ennek érdekében

- olyan új vállalati belső érdekeltségi rendszert kell kialakítani, amely nem termelési kényszert, hanem a vevő jó kiszolgálását jutalmazza;
- a vállalat munkatársait tudatilag is felkészíti arra a helyzetre, amikor a vevő a korlátlan úr és tőle függ a vállalat - benne a munkatársak munkája és anyagi léte;
- meg kell őrizni a technológiai képességet, vagyis azt

az alap-adottságot, amely nélkül nincs eladható termék. Ezt a termékpaletta és a technológiai kultúrák racionalizálásával lehet a mai gazdasági helyzetben megkísérelni;

– a gyártási folyamat hiányait - akár *túlmeóztatással* - kell megpróbálni addig korrigálni, ameddig a gazdaságosság megengedi, illetve a hiány nem szüntethető meg;

– a hazai ipari tőkeszegénységben, a világpiacra való tartós kijutás csak idegen tőke bevonásával, azzal való műszaki-gazdasági partnerségben látszik megvalósíthatónak.

Abban kell reménykedni, hogy a magyar ipari vezetés hasonló következtetésekre jut és gyárkapun belüli intézkedéseinek hatása azon kívülre is eljut. Ez lehet a sokrétű gazdasági-társadalmi folyamat egyik olyan eleme, amely hosszabb távon a MINŐSÉG ügyét is jól szolgálja.

## СОДЕРЖАНИЕ

## INHALT

## CONTENTS

Др. Паво, И.:

Квазирегулярные сети с парой нулятора нотатора

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1989. № 10.

При моделировании нуляторно нотаторной пары линейных сетей бывает, что структурная модель является неоднозначно решаемой. Для анализа таких моделей изложенные до настоящего времени в литературе способы не могут быть применены.

В данной статье определяется квазирегулярная сеть, как неоднозначно решаемая сеть, которая чаще всего возникает среди спаренных моделей нулятора нотатора. После рассмотрения важнейших особенностей квазирегулярной сети, её решение отнесено к решению такой регулярной сети, которая является решаемой описанным в литературе методом. На примерах демонстрируем метод возможности определения квазирегулярности одной модели, затем предлагаем метод на ЭВМ для выявления данной особенности. В заключении дается ссылка на возможности обобщения квазирегулярных сетей.

Д-р Сабо, П.; – Сабо, З.:

Система передающих антенн ТВ полосы IV-V

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1989. № 10.

Авторы знакомят с антенной панелью, применяемой в полной полосе ДМВ и построенными из них антенными системами, в качестве применения. Демонстрируют антенны некоторых осуществленных станций.

Статья также занимается дальнейшими структурными элементами – делителем, дуплексором антенных систем ДМВ.

Шебек, А.:

Проектирование радиальной сети СВЧ с помощью прецедентной ЭВМ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1989. № 10.

Основой статьи является дипломный проект автора, разработанный под подобным названием в Институте Электропромышленности им. Кальмайна Кандо. Статья занимается вопросами проектирования радиальных сетей СВЧ с помощью ПЭВМ. Первая часть рассматривает взаимосвязь между важнейшими факторами распространения волны (замирание, затухание участка ВЧ, интерференция) и проектированием сети, а вторая часть описывает на уровне блок-диаграммы разработанную на этой основе программу.

Гал, Д.:

Построение и услуги терминал дисплея типа орион ADP-2100

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1989. № 10.

Терминал дисплей ADP-2100 с кинескопом можно использовать в среде ЭВМ DEC PDO 11 или TPA Пхх и СМ, поскольку он является совместимым с терминалом DEC VT-100.

Характерной чертой построения дисплея ADP-2100 является то, что его главные особенности отображения (атрибуты) и функции трафика данных программируемые со своей клавиатуры.

Вместо подробного схемного изложения, статья знакомит с главными функциями по построению и применению, которые являются существенными с точки зрения потребителя.

Предприятие ОРИОН от Центрального физико-исследовательского Института (KFKI) купило систему дисплея и внедрило ее для системы печатных плат двойного европейского стандарта и приспособило к ней видео монитор своей разработки.

Гёблеш, Я.:

Забота руководства предприятия в обеспечении качества и надежности X)

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1989. № 10.

У большинства существующих венгерских предприятий обеспечение качества изделия, равномерности качества, является составной частью отсталости той техники, технологии и технической морали, которая в экономике страны накапливается уже около 40 лет. Автор рисует требуемую деятельность выживаемости внутри предприятия в связи с улучшением качества.

Dr. Pávó, I.:

Quasireguläre Doppelnetze im System Nullator-Negator  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989. Nr. 10.

Bei der Doppelmodellierung im System Nullator-Negator von linearen Netzen kommt es vor, dass zwar das konstruierte Modell realisierbar ist, aber diese Realisierungslösung nicht eindeutig ist. Zur Analyse solcher Modelle können die in der Fachliteratur bisher veröffentlichten Verfahren nicht verwendet werden.

In diesem Artikel wird das quasireguläre Netz, als das am öftersten vorkommende, nicht eindeutig realisierbare Netz unter den Doppelmodellen im System Nullator-Negator bekanntgemacht.

Nach der Prüfung der wichtigsten Eigenschaften des quasiregulären Netzes, wird die Lösung des Netzes auf die Lösung der regulären Netze zurückgeführt, welche Lösungen schon mit, in der Fachliteratur veröffentlichten Methoden gelöst werden können. Es werden auf Grund von Beispielen gezeigt, wie man von einem Modell die Quasiregularität behaupten kann und danach wird ein rechnergestütztes Verfahren zur Nachweisung dieser Eigenschaften vorgeschlagen. Zuletzt wird auf die Verallgemeinerbarkeit der quasiregulären Netze gewiesen.

Dr. Szabó P. - Szabó Z.:

Senderantennensystem für Fernschänder IV-V  
HÍRADÁSTECHNIKA /Budapest/ 1989.Nr. 10.

Die Verfasser dieses Artikels beschreiben das im ganzen UHF Band verwendbare Antennenpaneel, sowie die aus diesen Paneelen aufgebauten Antennen-Systeme, als Verwendungsmöglichkeiten. Es werden auch die Antennen einigerverwirklichten Senger vorgeführt. Der Artikel beschäftigt sich auch mit den weiteren Bauelementen, wie zB. Verteiler, Diplexer.

Sebők, A.:

**Entwurfung eines Richtfunksternetzes mit PC**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989.Nr. 10.

Der Aufsatz basiert auf der Diplomarbeit des Verfassers, die unter gleichen Titel an Elektrotechnische Hochschule Kálmán Kandó ausgearbeitet wurde. Der Aufsatz erörtert die Probleme der rechnergestützten Entwerfung der Richtfunksternetze. Vorerst prüft er die Einflüsse der wichtigsten Faktoren der Wellenausbreitung (Fadingscheinungen, RF-Streckendämpfung, Interferenzen usw.) auf die Netzplanung, dann bespricht das auf diesem Basis entwickelte Program an Flussdiagrammebene.

Gál Gy.:

**Aufbau und leistungsmerkmale des bildschirmterminal**  
**ORION ADP-2100**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989.Nr. 10.

Das Bildschirmterminal Orion ADP-2100 wird in der Umgebung der DEC PDP-11, KFKI TPA-11xx, oder CM Rechnern durch sein Kompatibilität mit dem Terminal DEC VT-100 angewendet können.

Den Aufbau des ADP-2100 kennzeichnet, dass die Attributen und Datenverkehrsfunktionen über die eigene Tastatur programmierbar sind.

Statt der ausführlichen Beschreibung der Stromkreise, sind im Beitrag die aus dem Gesichtspunkt des Anwenders wesentliche Aufbau- und Anwendungsfunktionen verlegt.

Dieses Bildschirmterminal-System wurde von dem Zentralforschungsinstitut für Physik (KFKI) entwickelt aber es wurde von Orion mit dem eigenen Doppel-Europa-Kartensystem umgearbeitet und auch mit einem Orion Videomonitor angepasst.

Göblös, J.:

**Die Sorgen der Unternehmensleitung in der Sicherung der Qualität und der Zuverlässigkeit**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989.Nr

Bei der Mehrzahl der heutigen ungarischen Unternehmen ist die Sicherung der Gleichmässigkeit der Qualität ein Teil desselben technischen, technologischen und technisch-moralischen Rückstandes, der seit fast 40 Jahren sich in der Wirtschaft angehäufen hat. Der Verfasser bezeichnet die Aufgaben innerhalb des Unternehmens im Zusammenhang mit der Qualitätssicherung.

Dr. Pávó, I.:

**Nullator Norator Pair Quasiregular Networks**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989. No.

When making a nullator norator pairs model for a linear network it can occur that the model is solvable but the solution is not unique. The methods of the network analysis known up to now from the literature cannot be used for such a model.

In this paper the quasiregular network is defined, which is a non-uniquely solvable network occurring most frequently among the nullator norator pairs model. After investigating the most important properties of this network, the solution of the quasiregular network is reduced to the solution of regular networks which are solvable by the methods can be found in the literature. It is shown by examples how one can decide wheater the model is quasiregular, further a computer procedure is suggested for proving the property of the model mentioned earlier. Finally the possibility of the generalization of the quasiregular network is shown.

Dr.Szabó, P. - Szabó, Z.:

**Antenna System in TV Bands IV-V**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989.No.

The antenna panel and the antenna systems realized by them to be used in the whole UHF band are introduced as applications by the authors. Also the antennas of some mounted stations are presented. The article deals with further building blocks - distributors, diplexer - of the VHF antenna systems, too.

Sebők, A.:

**Design of microwave radial network by PC**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989.No

The paper is based on the author's final thesis written in the College for El. Eng. Kálmán Kandó. This thesis is concerned with some aspects of computer-aided design (CAD) of microwave radial networks. Major factors of wave-propagation (i.e. fading, RF hop-loss, interferences etc.) affecting the network design are considered at first, then the software program developed upon this consideration is introduced in terms of flow-chart description.

Gál Gy.:

**BUILT-UP AND MAIN FUNCTIONS OF DISPLAY TERMINAL**  
**ORION ADP-2100**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989. No. 10.

CRT Display Terminal ADP-2100 can be used in the environment of DEC PDP 11, or TPA 11xx, as well as CM computers being compatible with the terminal DEC VT-100. ADP-2100 is featured by the programable set-up of its main attributes and data communication parameters from its own keyboard.

Instead of a detailed circuit description, there is a brief outline of major set-up and application functions from a user point of view.

The display system was developed by the Central Research Institute for Physics (KFKI) but redesigned by Orion in the factory's PCB system of double-sized Eurocards and attached its own VDU as well.

Göblös, J.:

**Cares of Management Considering the Provision of the Quality and Reliability**  
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1989.No

At the majority of the Hungarian firms of nowadays the quality of products, the provision of the even quality are the parts of the technical technological and technical-moral backwardness which have been accumulating in the economy for nearly forty years. The author describes the tasks in the firms for the survival in connection with the improvement of the quality.

## HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőségünk címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6-8. 1055. Telefon: 153-10-27. Kiadja a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató leányvállalat. Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 117-52-00. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási irodánál (HELIR, Budapest, József Nádor tér 1. 1900.) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215 - 96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,-Ft, egész évre 360,-Ft. Egyes szám ára 30,-Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: a "KULTÚRA" Külkereskedelmi Vállalat, H - 1389 Budapest, postafiók 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279.86 - 253.

HUISSN 0018 - 2028

index: 25 375



**Ára: 30 Ft**