

Többutas hullámterjedésből származó tv-vételzavarok

SÉNYI CSABA
Posta Rádió
és Televízió Műszaki
Igazgatóság

Az egyre korszerűbb televíziós vevőkészülékek, antennarendszerek megjelenésével mindinkább előtérbe kerül a képminőség tökéletesítésének igénye is.

A városi területeken emelt magas épületek száma az elmúlt évtizedben ugrásszerűen emelkedett, aminek következtében a tv-vételben nemkívánt reflexiós zavarok keletkeztek. Hasonló zavarjelenség észlelhető, ha az adó és vevőantenna közötti terepszakasz dombokkal, völgyekkel szabdalva. Ilyen esetekben a közvetlen vett jelen kívül több úton számos zavaró reflektált jel is beérkezhet a vevőantennára. A jelenséget többutas hullámterjedésnek nevezzük. Ennek eredményeként a képernyőn többszörös kép, ún. szellemkép jelenik meg és ezáltal a vételben minőségi romlás következik be.

A káros reflexiók megszüntetésére szolgáló módszerek alkalmazása hazánkban — jórészt anyagi okok miatt is — a képminőség rovására háttérbe szorul. A több száz, vagy több ezer előfizetőt műsorral ellátó közösségi vevőantenna-rendszerek felhasználásával ugyan van bizonyos lehetőség (esatornakonvertálással, ugyanazon műsor más vételi csatornán való továbbításával stb.) a káros reflexiók indirekt úton való kiküszöbölésére.

Ez az eljárás azonban a vételi hely szerint, ill. a továbbított műsorok számától függően csak korlátozott, olykor ideiglenes megoldást tesz lehetővé. A korszerű, szinte minden igényt kielégítő elektronikus szellemképnyomó rendszerek jelentenék a probléma úgyszólván teljes megoldását. Ezek azonban bonyolult áramköri felépítésük, és ennél fogva költségkihatásuk miatt ma még nem számíthatnak szélesebb körű alkalmazásra. Az ilyen rendszerek elterjedését remélhetőleg elősegíti majd a korszerű félvezetővel (töltéstovábbító eszközökkel) felépített szűrők felhasználása.

1. A többutas hullámterjedésből származó zavarok kialakulási formái

A többutas vétellel létrejött szellemkép a venni kívánt televíziós jelnek időben késleltetett, csillapított és torzított változata. A jelenség, elsősorban az időjárástól függően, időben változhat. Legegyeszerűbb formájában a szellemkép egy nagyméretű sík, homogén, elektromosan vezető felületről érkező reflek-

tált jelként jelenik meg, amely felület úgy helyezkedik el, hogy a reflektált jel teljes úthossza a vívőjel hullámhosszának egész számú többszörösével nagyobb, mint a közvetlen adó-vevő útvonal hossza. Az ilyen jel az eredeti jelnek csillapított és időben eltolótt ismétlődése.

Ha a közvetlen (főjel) által megtett úthosszhoz viszonyított reflektált jel járulékos úthossza a vívő hullámhosszának nem egészszámú többszöröse, akkor a képvívőre szinkronizáló detektor a szellemkép jelének fázisban levő és kvadratúra komponenseit is detektálni fogja. A közvetlen és reflektált jel vívője a vevőkészülékben összegeződik és ennek eredményeként egy fázisban eltolótt vívőt kapunk. A fáziseltolódás mértékétől függően pozitív, vagy negatív szellemkép jelenik meg aszerint, hogy a főképpel egyező, vagy ellentétes tónusú szellemképről van szó.

Ha a főjel úthosszához viszonyított reflexiós jel úthossznövekedés kicsi, akkor egy ún. „zárt” szellemkép keletkezik. A zárt szellemkép rendszerint nem különálló képként látható, de az eredeti kép életlenségét okozza. Egy további probléma az, hogy egy láthatóan különálló szellemkép is néhány, alig eltérő útvonalhosszal rendelkező reflexiós jel eredményeként jöhet létre.

Ha valamilyen csillapítást okozó akadály van a főjel útjában, akkor a szellemkép erősebb lehet, mint az eredeti kép. Ez ún. előszellemkép megjelenésére vezet, ahol a halvány kép előbb jelentkezik, mint az erős kép.

Megemlítjük még, hogy főleg közösségi vevőantenna-rendszereknél, de kritikusabb esetekben egyéni vételnél is a helytelen illesztések, lezárások, ill. impedancia diszkontinuitások a fentiekhez hasonló, zavaró szellemképeket okoznak, ezekkel a zavarokkal azonban a jelen cikk keretében nem foglalkozunk.

2. A reflexiós jelek jellemzői

A reflexiós jelek értékeléséhez az alábbi lényeges jellemzőket kell meghatározni:

- a reflektált jel intenzitása,
- a főjel és reflektált jel időkülönbsége,

- a reflektált jel jellege (pozitív, negatív),
- a reflektált jelek száma.

A négy paraméterrel a szellemkép megjelenési formája egyértelműen leírható. Az alábbiakban röviden értékeljük az egyes jellemzőket.

2.1 A reflektált jel intenzitása

A reflektált jel intenzitása relatív értékben kifejezhető a főjel (hasznos jel) és a reflexió útján keletkező jel hányadosaként, melyet reflexió-aránynak nevezünk:

$$\text{Reflexió-arány} = \frac{U_{\text{hasznos}}}{U_{\text{reflektált}}},$$

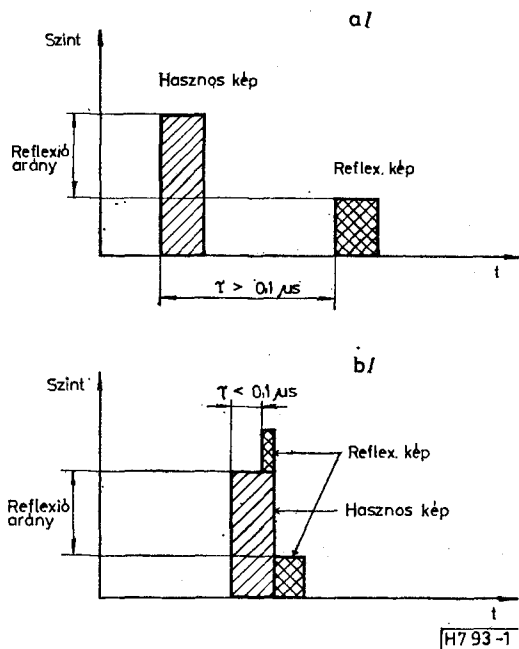
vagy

$$\text{Reflexió-arány} = 20 \lg \frac{U_{\text{hasznos}}}{U_{\text{reflektált}}} \text{ dB.}$$

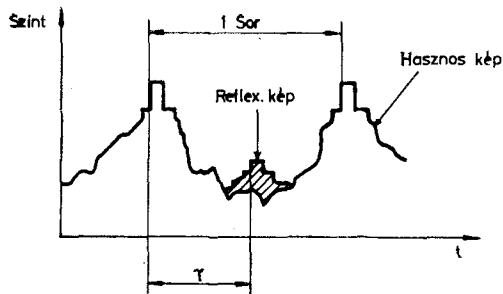
A reflexió-arány tehát megmutatja, hogy a hasznos jel szintje mennyivel nagyobb a reflektált jel szintjénél.

2.2 A főjel és reflektált fel időkülönbsége

Ismeretes, hogy az egyes képpontok felrajzolásához kb. 0,1 μsec időtartam áll rendelkezésre és az elektronsugár a képernyőn balról jobbra, illetve felülről lefelé mozog. Ha a képjelek különböző átviteli idővel (futási idő) érkeznek be, akkor az egyes információk ennek megfelelően, időben eltolódva jelennek meg. Mivel a képpont felrajzolási ideje minimális, a szemünk csak akkor ismer fel egy második képet, ha a futási időkülönbség nagyobb 0,1 μs -nál (1a ábra). Ha a futási időkülönbség kisebb, mint 0,1 μs , akkor a hasznos és reflexió kép részben egymásra esik és általános életlenség jön létre (1b ábra).



1. ábra. Reflexió-arány és futási időkülönbség a fő- és reflexió jel között



H793-2

2. ábra. Televíziós jel szintdiagramja zavaró szinkronimpulzussal

Maximális futási időkülönbség nem határozható meg, mivel elméletileg bármilyen időkülönbség létrejöhet. Gyakorlatilag a 64 μs -os (soridő) késleltetés tekinthető maximálisnak, ugyanis e késleltetési időn túl a zavarhatás ismétlődik. Egyébként helyi vételnél ritkán lépnek fel 64 μs -nál nagyobb futási időkülönbségek. A 64 μsec -os késleltetést meghaladó szellemképek nemcsak vízszintes irányban, hanem függőlegesen is eltolódnak. Fokozott zavarhatás akkor észlelhető, amikor növekvő futási idővel a reflexió jel szinkronimpulzusa a hasznos képben megjelenik (2. ábra). Ekkor a képernyőn a zavar függőleges sötét sáv formájában jelentkezik.

2.3 A reflektált jel jellege

(pozitív, negatív szellemkép)

A reflektált jel pozitív, vagy negatív jellegét a hasznos és reflektált jel közötti nagyfrekvenciás fáziskülönbség határozza meg. Egy adott fázishelyzet viszont a futási időkülönbségtől függően jön létre. Ha a futási időkülönbség

$$\tau = n \cdot T \pm \left(\Delta\varphi < \frac{T}{4} \right),$$

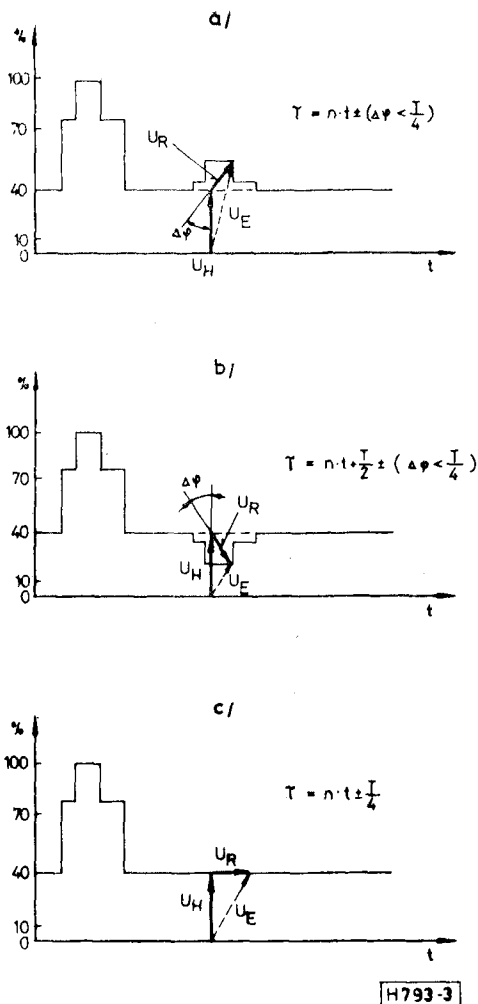
ahol T a vivőfrekvencia periódusideje, $\Delta\varphi$ a fázisszög, n egész szám, akkor a szellemkép pozitív lesz (3a ábra). Ha viszont a futási különbség

$$\tau = n \cdot T + \frac{T}{2} \pm \left(\Delta\varphi < \frac{T}{4} \right),$$

akkor negatív szellemkép jelenik meg (3b ábra). Különleges eset akkor áll fenn, amikor a futási időkülönbség

$$\tau = n \cdot T \pm \frac{T}{4}.$$

Ha csak a vivőkomponensek volnának jelen, a szellemképnek teljesen el kellene tűnnie (3c ábra). Mivel azonban egy kb. 6 MHz-es frekvenciasávot kell átvinni és egy meghatározott fázishelyzet csupán egyetlen diszkrét frekvenciára vonatkozik, ezért a zavar csak részben tűnik el. A szubjektív képminőség javulás ennek ellenére számottevő.



3. ábra. A fő- és reflexiós jel közötti fázisviszony
a) pozitív reflexió, b) negatív reflexió, c) minimális zavaró hatás

2.4 A reflektált jelek száma

A gyakorlatban legtöbbször előforduló eset az, amikor egyidejűleg több reflexiós kép jelenik meg különböző intenzitással, futási idővel és fáziseltolódással. Nyilvánvaló, hogy a reflexiós képek száma a képminőséget döntően befolyásolja.

Itt kell utalnunk arra, hogy a vevőkészülék kapcsolása több jel egyidejű jelenléte esetén úgy funkcionál, hogy mindig a legnagyobb amplitúdójú lép fel mint hasznos jel, amely a képernyő közepén helyezkedik el. Értelemszerűen, ennek megfelelően a zavarjel mindig kisebb, függetlenül attól, hogy közvetlen, vagy reflektált jelről van szó.

3. A képminőség értékelése

A képminőség értékelése alapvetően kétféle módon lehetséges: műszeres méréssel és szubjektív képítéssel.

3.1 Reflexiós jelek mérése

Műszeres méréssel a szellemképre jellemző alapparaméterek meghatározhatók, melyeknek alapján

következtetni tudunk a kép minőségére. Ez a fajta értékelés elsősorban vevőantenna-rendszerek telepítési helyének kijelölésénél előnyös.

Közösségi vevőantenna-rendszereknél a szabadtéri reflexiós jelek mérésére az MSZ 11 458/3–79. sz. hazai szabvány ad előírást. A rendszer antennacsatlakozási pontjaira kapcsolt tv mérővevő video kimenetéről a jelet egy sorszelektoros oszcilloszkópra vezetjük. Oszlopjel, vagy $2T$ impulzus segítségével megmérjük a főjel és a zavaró reflektált jelek amplitúdóinak arányát, valamint a főjel és a reflektált jelek közötti futási időkülönbségeket. A méréseket a rendszer által továbbítani kívánt összes műsorcsatornán el kell végezni.

A kapott adatokból egyértelműen eldönthető, hogy adott helyen a szabadtéri hullámterjedési viszonyok lehetővé teszik-e az antennarendszer telepítését, vagy sem.

Sok esetben azonban a műszeres mérés nem teljes értékű, ugyanis — mint a későbbiekben látni fogjuk — az alapparamétereken kívül számos mellékhatás is befolyásolhatja a vett kép minőségét. Ezért célszerűbbnek látszik, egy szubjektív alapú képminőség értékelést végrehajtani.

3.2 Szubjektív értékelés

Ahhoz, hogy megfelelő értékelést adjunk a képminőségről, meg kell határoznunk a szubjektív képítélet és az elektromosan mért értékek közötti összefüggést. Az értékelés alapjául szolgáló paraméterek — futási időkülönbség, fáziskülönbség, reflexiós képek száma — meghatározására eléggé bonyolult mérési összeállításra van szükség.

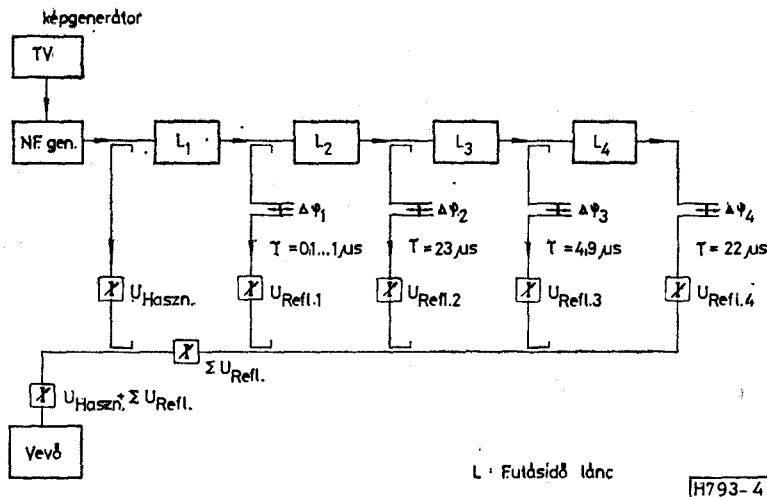
Az értékeléshez egy kísérleti berendezést mutat a 4. ábra, ahol a képminőséget a reflexió-arány, a futási időkülönbség, a fáziseltolódás és a reflexiós képek száma paraméterekkel határozhatjuk meg. A tv mérővevőn megjelenő képtartalom minősítését az 1. táblázat tartalmazza.

A 4. ábrán látható összeállítás szerint ugyanaz a generátor szolgáltatja a hasznos jelet és a négy reflexiós jelet. Az első reflexiós jel futási időkülönbsége $0,1 \mu s$ és $1 \mu s$ között tetszés szerint állítható be, a második, harmadik és negyedik jelé viszont állandó ér-

1. táblázat

A képminőség (Q) szubjektív értékelése

Képminőség (Q)	Általános képítélet
5 Kiváló	Kifogástalan
4 Jó	Kevés, éppen látható, de nem zavaró reflexió
3 Közepes	Egyértelműen észlelhető, enyhén zavaró reflexió. Összbenyomás: még használható kép
2 Elfogadható	Nagyon jól látható zavaró jelenség. Összbenyomás: a kép már nem élvezhető
1 Rossz	A zavarjelenség világosan felismerhető, a kép rosszul látható



4. ábra. Kísérleti berendezés a reflexiószavarak értékelésére

tékű. Minden jel amplitúdója 0–60 dB értékben változtatható, a reflexiószavarak fázisa pedig 0° – 360° között folyamatosan szabályozható. A képértékelés alapjául szolgáló reflexió-arányt (Q) az $U_{\text{haszn.}}/U_{\text{refl.}}$ jelamplitúdók közötti viszony határozza meg.

A szubjektív képítéletet nagymértékben befolyásolja a kép megfigyelésének körülményei, ezért szükséges annak ismerete is, hogy az értékelés milyen feltételek mellett történt. Jelen esetben ezek a feltételek a következők:

- Megfigyelési távolság: a képmagasság hatszorosa;
- Környezeti megvilágítás: a tv nézésnél szokásos gyenge háttérvilágítás;
- Képkontraszt és fényerő: a megfigyelő beállítása szerint;
- Képtartalom: monoszóp, vagy hasonló vizsgálóábra;
- A vevőkészülék bemenő feszültsége: 3 mV.

A képtartalom és a vevő bemenő feszültségének megállapításához néhány előzetes vizsgálatra volt szükség. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a képtartalom jórészt befolyásolja a szubjektív ítéletet. Tapasztalat szerint egy mozgékonyabb kép kevésbé kritikus értékelést eredményezhet. A kísérletek számára előnyösebbnek tűnt nyugodt képtartalmat választani és erre a célra jól megfelelt az ismert monoszóp, vagy egyéb, hasonló részletekkel rendelkező vizsgálóábra.

A bemenő feszültség megválasztásánál az volt irányadó, hogy zajmentes kép keletkezzen, ugyanakkor azonban a rendszeren belül esetleg fellépő reflexiószavarak, vagy keresztmodulációval zavarok ne lépjenek fel.

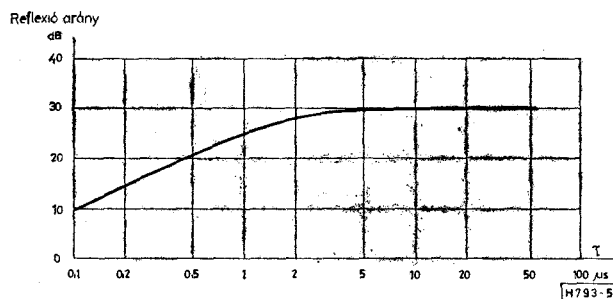
A gyakorlati felmérések alapján megállapítható, hogy csökkenő bemenő feszültség és állandó reflexió arány mellett, a képminőség látszólagos javulása tapasztalható. Ez a szubjektív értékelés következménye, ugyanis a reflexiószavarak a fellépő zaj mellett kevésbé érvényesül.

3.3 A fázisviszonyok vizsgálata

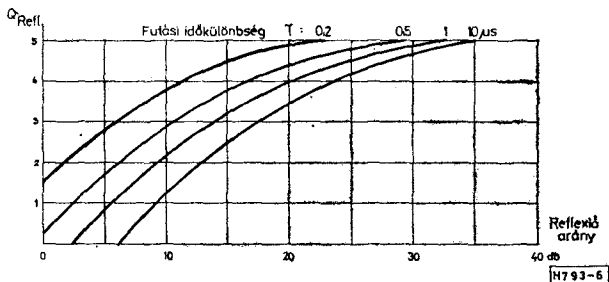
A reflektált jel leginkább akkor észlelhető, ha az egyöntetűen szürke, vagy sötét háttérű képrészleten jelentkezik. Ebben az esetben a reflexiószavarak egy jóval nagyobb amplitúdójú állandó jellel keveredik a vevőkészülék demodulátora előtt. A demodulált jel alakja ekkor a főjelhez viszonyított fáziskülönbségtől függ. 0° és 180° fáziskülönbség – pozitív és negatív szellemkép – esetén a képértékelés nagyjából azonos. Ha a hasznos és reflexiószavarak közötti fáziskülönbség 90° , ill. 270° akkor a szellemkép részleges kioltása következik be, ami értelemszerűen bizonyos fokú képminőség-javuláshoz vezet.

3.4 Reflexió-arány egyetlen reflexiószavarak esetén

Elsősorban azt kell megállapítanunk, hogy a 4-es, 5-ös minősítésű, kifogástalan kép létrehozásához mekkora reflexió-arányra van szükség, a hasznos és egyetlen reflexiószavarak közötti futási időkülönbség függvényében. Az összefüggést az 5. ábra mutatja. Látható, hogy a reflexiószavarak annál kevésbé zavaró, minél kisebb a futási időkülönbség a hasznos jelhez képest. $\tau > 10 \mu\text{s}$ futási időkülönbségeknél a reflexió-arány 30 dB konstans értéket vesz fel. Ez a nemlineáris folyamat a videojel összetételéből adódik. A 2.



5. ábra. Kifogástalan képre megkövetelt reflexió-arány τ függvényében, egyetlen reflexiószavarak esetén



6. ábra. Képmínőség a reflexió-arány függvényében, egyetlen, de különböző futási idejű reflexiós jelnél

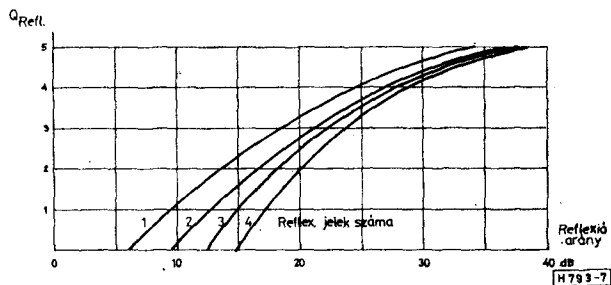
ábra azt mutatja, hogy emelkedő futási időkülönbséggel a reflexiós kép szinkron-jele zavarösszetevőként jelentkezik. Amíg a szinkronjel ill. a függőleges sáv a bal képszáron látható, addig lényegében csak a reflexiós kép képtartalma zavar. Amint azonban a függőleges sáv a kép közepe felé húzódik, a képromlás mértékét egyre inkább ez határozza meg és 10 μ s futási időkülönbség felett a képmínőség már nem változik.

A képmínőség összefüggését a reflexió-aránnyal a 6. ábra mutatja, ahol paraméterként különböző futási időkülönbségek szerepelnek. A görbék nem tiszta logaritmikus függvényt követnek, mint a zaj esetében. Ennek oka itt is a zavarjel struktúrája, ugyanis növekvő reflexiós jelszinttel eleinte kevés nagy impulzuscsúcs jelenik meg, míg végül az egész képtartalom felismerhető lesz. A 4, 5 minősítési fokozatban csak a nagy amplitúdócsúcsok hatnak, emiatt nagy reflexió-arány szükséges. Kb. $Q < 3$ értékektől jelenik meg a képtartalom, így a zavarstruktúra egyenletesebb lesz, az értékelés pedig lineárisabbá válik.

3.5 Reflexió-arány több reflexiós jelnél

Ez esetben több futási időkülönbséget és több reflexiós jelszintet kell figyelembe venni. Az értékelés egyszerűsítése érdekében azonban a reflexiós jelek nagysága állandó szinten tartható lényeges információk elvesztése nélkül. Továbbá a futási idő minimális értékét 2,6 μ s-ban állapítjuk meg, hogy ezzel kiküszöböljük τ befolyását és így az 1, 2, 3, 4 reflexiós jelet tartalmazó szellemképek hatásai közvetlenül összevethetők.

A 7. ábrából a zavarstruktúrára szintén következtetni lehet. Csökkenő képmínőséggel több reflexiós



7. ábra. Képmínőség a reflexió-arány függvényében, 1...4 reflexiós kép esetén

kép befolyása növekszik. Amíg jó képmínőségek ($Q=4,5$) esetében a képmínőség változás különböző számú reflexiós jeleknél $1/2$ nagyságrendű, addig pl. $Q=2$ -nél már kb. 2 minőségi fokozatváltozás lehetséges. Állandó reflexió-arány mellett egy rossz képmínőséget (pl. 4 reflexiós jellel) elfogadható minőségűre lehet emelni, ha sikerül a reflexiós képek számát csökkenteni.

4. A többutas vétel fizikai értelmezése

4.1 A terepgeometria

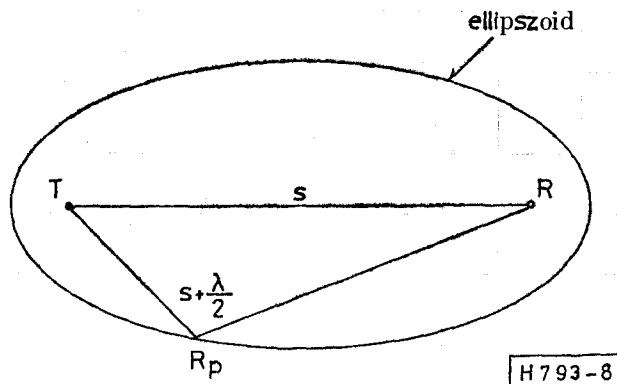
A tv-frekvenciatartományban 50–800 MHz-ig az elektromágneses hullámok fényszerűen terjednek, így érvényesek rájuk a fényhullámok terjedési törvényszerűségei: a reflexió, elhajlás, fénytörés és abszorpció.

Ha a terjedés mentén nincsenek akadályok, akkor a törvényszerűségek a szabadtéri terjedésre érvényesek. Az optikából ismert első Fresnel-zónára érvényes, hogy a vételi helyen e zónán belül eső összes reflexiós pont útkülönbsége maximálisan $\lambda/2$ lehet. Minden reflexiós pontnak két másik ponttól (adó- és vevőhely) való távolságának összege állandó, amely ellipszist, ill. a térben forgási ellipszoidot eredményez (8. ábra). Az első Fresnel-zónát körülvevő forgási ellipszoidot látási ellipszoidnak is nevezik. Ha a reflexiós pontok a látási ellipszoidon kívül fekszenek, akkor egy meghatározott hosszúságot meghaladó útkülönbség esetén reflexiók jönnek létre.

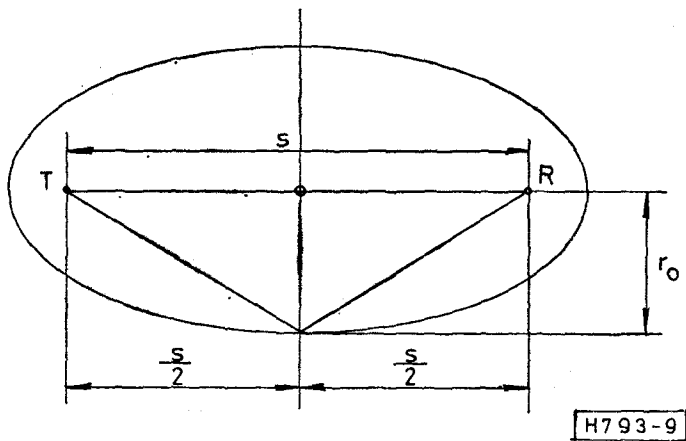
A szellemkép keletkezésének már említett kritériuma a hasznos és reflektált jelek közötti τ futási idő, amely ha nagyobb mint 0,1 μ s, akkor a szellemkép felismerhető. Az elektromágneses hullámok véges terjedési sebessége következtében a közvetlen és reflektált jelek különböző úthosszúsága miatt lép fel a futási időkülönbség.

$$\tau = \frac{\Delta s}{c}, \quad (1)$$

ahol Δs , a közvetlen és reflektált jelek közötti útkülönbség, c pedig az elektromágneses hullám szabadtéri terjedési sebessége ($3 \cdot 10^8$ m/s). Az (1) képlet alapján meghatározható, hogy a kritikus 0,1 μ s-os



8. ábra. Forgási ellipszoid $s + \lambda/2$ reflexiós úthosszal



9. ábra. Az ellipszoid szerkesztése

futási időkülönbség mekkora útkülönbségnek felel meg.

$$\Delta s = \tau \cdot c = 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8,$$

$$\Delta s = 30 \text{ m.}$$

Az adó és vevő közötti távolság ismeretében a forgási ellipszoid megszerkeszthető (9. ábra). Adott s távolságnál az ellipszoid kis féltengelye

$$r_0 = \sqrt{\frac{\Delta s}{2} \left(s + \frac{\Delta s}{2} \right)} \text{ m.} \quad (2)$$

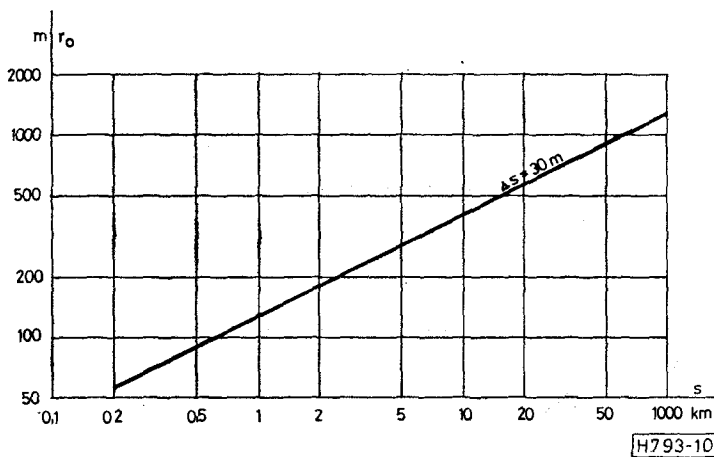
Ha $\Delta s/2$ -nek megfelelő futási idő $\tau \leq 0,1 \mu\text{s}$, akkor jó közelítéssel az összefüggés

$$r_0 = \sqrt{s \frac{\Delta s}{2}} \text{ m.} \quad (3)$$

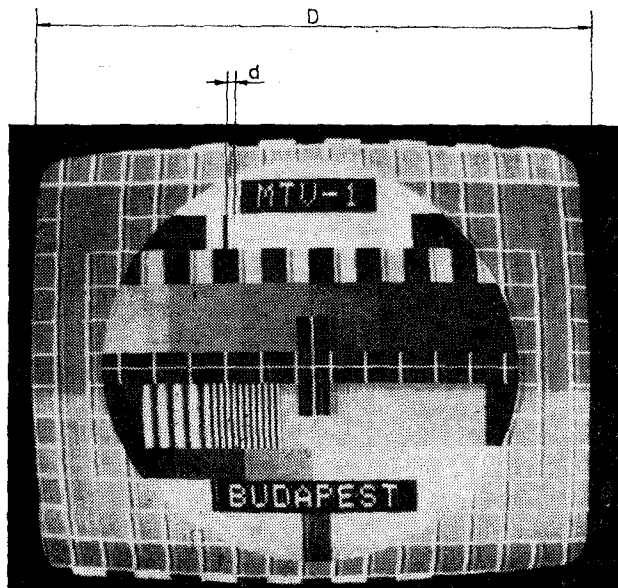
$\Delta s = 30$ behelyettesítésével a kis féltengely

$$r_0 = 3,88 \sqrt{s} \text{ m.} \quad (4)$$

A (4) összefüggés grafikus ábrázolását a 10. ábra mutatja. Az adó és vevő közötti függőleges terepgeo-



10. ábra. A forgási ellipszoid r_0 féltengelye, amelyen belül a reflektált sugárzás nem okoz határozott reflexiós képet. Δs = útkülönbség, r_0 = forgási ellipszoid féltengelye, s = adó-vevő távolság



11. ábra. Mérési értékek a Δs útkülönbség meghatározásához

metriai méreteket tekintve az r_0 féltengely meglehetősen nagy, úgy hogy $\Delta s = 30$ m esetén az ellipszoid többé-kevésbé metszésben lesz. Az adó-vevő összekötő vonal mentén fellépő reflexiók általában nem okoznak zavaró szellemképeket, viszont vízszintes irányú élesség-csökkenéshez vezetnek. Az ilyen reflexiók megszüntetése a szokásos antennákkal nem lehetséges, mivel a közvetlen és reflektált jelek közötti irányszög kicsi.

Hasonlóan, az adó- vagy vevőantenna mögött kevesebb, mint 15 m-re elhelyezkedő reflektáló felületek is a képélesség csökkenését okozzák. Ezért az adó-ill. vevő telephely kiválasztásánál erre a problémára tekintettel kell lenni.

A földfelületi reflexiós helyeket tehát a (4) képlet szerint meghatározott ellipszoidon kívül kell keresni. Közösségi vevőantenna-rendszerek tervezésénél — főleg hegyvidékes, ill. magas épületekkel beépített területeken — feltétlenül szükséges e reflexiós helyek megállapítása. Ehhez a képernyőn megjelenő hasznos és reflexiós kép közötti d eltolódást kell meghatározni (11. ábra). A Δs útkülönbség az alábbiak szerint számítható:

$$\Delta s = \frac{d}{D} \cdot c \cdot T \text{ m,} \quad (5)$$

ahol:

d = a hasznos és reflektált kép közötti eltolódás, mm-ben,

D = a képcső szélessége mm-ben,

c = az elektromágneses hullám szabadtéri terjedési sebessége ($3 \cdot 10^8$ m/s),

T = a kép sorlefutási ideje s -ban ($52 \cdot 10^{-6}$ s).

Az ismert mennyiségek behelyettesítése után az útkülönbség:

$$\Delta s = 1,56 \cdot 10^4 \cdot \frac{d}{D} \text{ m.} \quad (6)$$

Az adó—vevő közötti s távolság ismeretében a kérdéses ellipszis a következőképpen rajzolható fel. Megfelelő léptékű térképen az adási és vételi helyre tűt szúrunk, amelyeket $s + \Delta s$ hosszúságú fonallal kötünk össze. A ceruzával kifeszített fonal vonalvezetésének megfelelő ellipszis kijelöli azokat a pontokat, amelyekről a reflexiók kép létrejöhett (12. ábra). A térkép alapján, ill. szükség esetén környezettanulmányozással most már meghatározhatók a reflexiót okozó objektumok helyei. Ha a vételi pontban kifogástalan képet kívánunk venni, akkor olyan vevőantennát kell használnunk, amely a megállapított objektumokról visszaverődött energiát a hasznos jelhez képest legalább 30 dB-el csillapítani tudja. A reflexiók csillapítása szempontjából tehát első sorban a vevőantennák vízszintes irányszöge a mérvado. Mély völgyekkel szabdaltságot hegyvidékes terpen azonban a függőleges irányérzékenységnek is szerepe lehet.

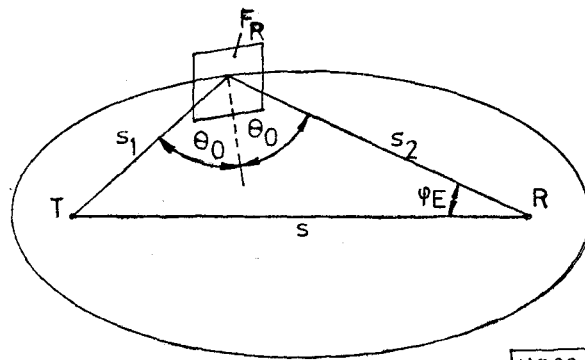
4.2 Reflexió-arány

A hasznos és reflektált jel aránya főleg a reflektáló tárgy helyzetétől és állapotától függ. A reflexió-arány pontos elméleti számítása nem lehetséges, de az általános áttekintés érdekében két extrém esettel — az ideális reflexióval (tükröződés) és szórt reflexióval (szóródás) — foglalkozunk. Gyakorlatilag a két eset mindig együtt jelentkezik, szigorúan véve pedig az abszorpciót is figyelembe kell venni. Az egyszerűség kedvéért ideális állóhullámaránnyal ($r=1$) számolunk.

Talajreflexiókra az adó—vevő között ez az érték többnyire megfelel, hegyoldalakra és épületekre lényegesen kisebb. Megállapítottuk, hogy a reflexiók az adó—vevőt összekötő egyenestől oldalt eső területekről keletkeznek. Kérdés, hogy vajon a reflexió-arány hogyan változik a vételi hely és a reflexiók felület függvényében. Az egyik elmélet szerint a megoldás a következőképpen alakul:

a) Tükröződés

Egy végtelen jó vezetőképességű, állandó nagyságú fémlemez érintőlegesen mozog egy ellipszis mentén (13. ábra). A T és R pontok az adási és vételi helyeket jelölik, amelyek az ellipszis gyújtópontjaiban



H793-13

13. ábra. Reflexiók példa konstans $s_1 + s_2$ reflexiók úthosszal és F_r ideális reflektáló felülettel

vannak. Keressük az R vételi pontban az E_d közvetlen (direkt) hullám és a lemeztől visszaverődött E_r reflektált hullám amplitúdóinak viszonyát a φ_R beesési szög függvényében. A számítás az elhajlási elmélet Kirchoff-Huygenszi közelítő elve alapján végezhető el [1]. A levezetéseket mellőzve eredményül az alábbi összefüggésre jutunk.

$$\frac{E_r}{E_d} = \frac{s}{\frac{2s(\Delta s) + (\Delta s)^2}{2[s + (\Delta s) - s \cdot \cos \varphi_R]}} \cdot \frac{F_r}{\lambda} \cdot \left[s + (\Delta s) - \frac{2s(\Delta s) + (\Delta s)^2}{2[s + (\Delta s) - s \cdot \cos \varphi_R]} \right] \quad (7)$$

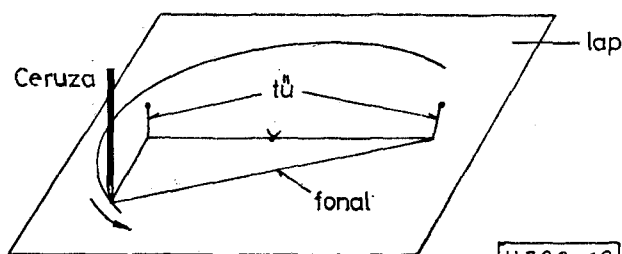
ahol:

- s = az adó és vevő közötti távolság,
- Δs = a visszavert és közvetlen hullám közötti útkülönbség,
- φ_R = a beesési szög,
- F_r = a reflektor felület,
- λ = a hullámhossz.

Az E_r/E_d viszonyt kördiagrammon ábrázoljuk φ_R függvényében azzal a feltételezéssel, hogy $F_r/\lambda = 1$ (14. ábra). A példában $\Delta s/s = 1/5$ és $1/30$ arányt választottunk az E_r/E_d -t pedig $\varphi_R = 0^\circ$ értékre normalizáltuk.

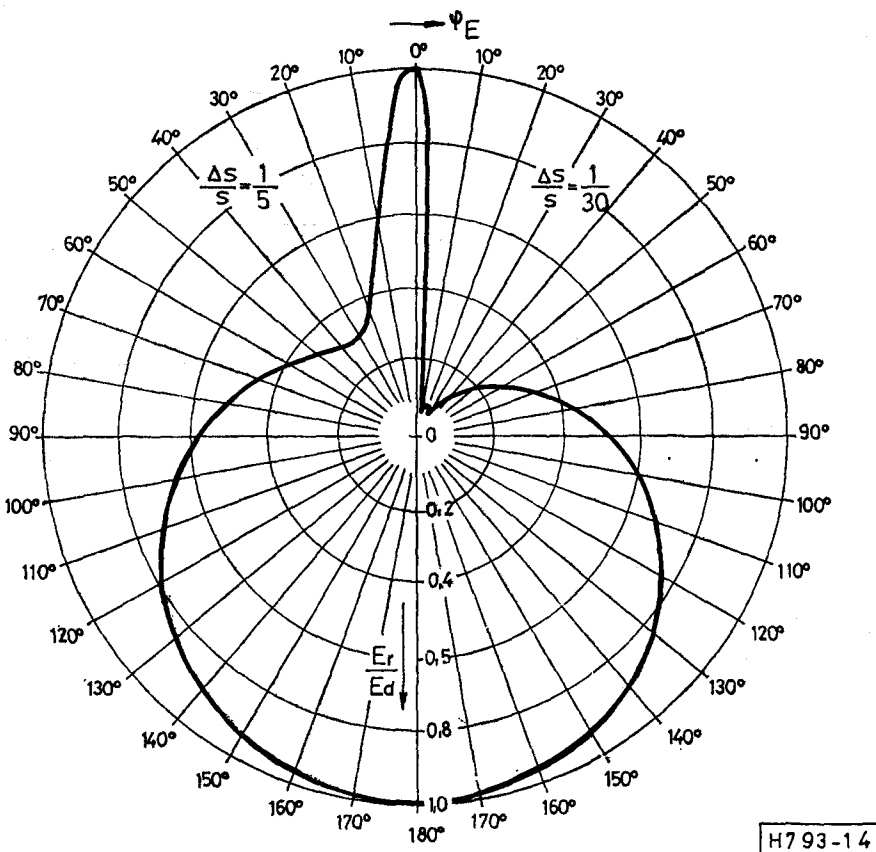
A diagramm szerint két terület határolható be, ahonnan elsősorban reflexió várható. Az egyik az adóantenna mögötti szakasz $\pm 10^\circ$ -al a vételi iránytól, vagyis gyakorlatilag egybeesik a vételi iránynyal. Az ilyen reflexiók jelek megszüntetése a szokásos vevőantennákkal nem lehetséges. A másik terület a vevőantenna környezetében van, a $60^\circ - 300^\circ$ -ig terjedő tartományban. Községi vevőantenna-rendszerek tervezésénél ezt a két övezetet feltétlenül figyelembe kell venni.

A reflexiók jelekkel szembeni érzékenység jó előrehátra viszonyal és kis melléknyalábokkal rendelkező antennával csökkenthető. A főnyaláb irányszöge azonban ez esetben nem döntő jelentőségű. A reflexiók kialakulása az adóantenna iránykarakte-



H793-12

12. ábra. Az ellipszis megrajzolása



14. ábra. Az E_r/E_a viszony a φ_R beesési szög függvényében

risztakájának célszerű megválasztásával is ellen-súlyozható. Ha az F_r reflektorfelület hatását is fi-gyelembe vesszük, akkor az tapasztalható, hogy F_r növekedésével az E_r/E_a viszony arányosan növekszik amíg szögletes felületek esetében 1,8, gömbölyű fe-lületeknél pedig 2 maximális értéket el nem ér.

b) Szóródás (szórt reflexió)

Az előzőekben ideális reflexiót tételeztünk fel, a másik megnyilvánulási forma viszont a szórt reflexió. Ez esetben a fémlemez fémgolyóval helyettesítjük. Az értékelés egyszerűsítése végett célszerű a reflektor-golyóra vonatkoztatott reflektorlemez nyereségét kifejezni, mégpedig $F_{lem.} = F_{golyó}$ esetére:

$$\frac{E_{r lem.}}{E_{r golyó}} = 2\sqrt{\pi} \frac{\sqrt{F_{lem.}}}{\lambda} \quad (8)$$

Az összefüggés azt mutatja, hogy a λ hullámhossznak meghatározó szerepe van: csökkenő hullámhosszal, vagy növekvő frekvenciával a szórt reflexió kedvezőt-lebb hatást mutat.

5. A reflexió mérések értékelése

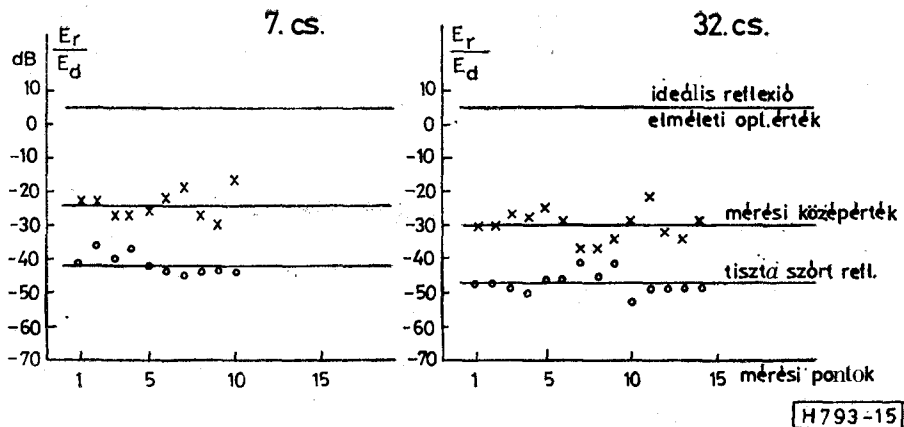
A gyakorlatban a reflektáló tárgyak rendkívül sok-félék, tehát a tükröződés és szóródás mindig együtt lép fel és ez utóbbi meghatározó jellegű. A reflektált hullám csillapítását nagyrészt a visszaverő felület abszorpciója határozza meg. E tényezők elkülönített

vizsgálata, mérése a gyakorlatban nem valósítható meg. Ezért csupán a hasznos és reflektált jelek közötti arány (reflexió-arány) meghatározására szorítkozhatunk.

A két jel kifogástalan elválasztása csak nagyon kis nyílásszögű és nagyobb mint 50 dB előre-hátra vi-szonnal rendelkező antennával lehetséges. Egy ilyen — pl. a III. sávban üzemelő — antenna igen költséges és rendkívül nagyméretű lenne. A terep-viszonyok kellő kihasználásával azonban a szokásos antennákkal is megfelelően értékelhető eredmények realizálhatók. Ehhez olyan vételi helyet kell kiválasztani, ahol az adótól érkező közvetlen energiát a ter-mészetes terepakadályok megfelelően lecsökkentik, a reflektált energiát azonban nem.

A III. sávú mérések céljára használatos tipikus mérőantenna pl. 40° vízszintes nyílásszöggel és >23 dB előre-hátra viszonnal rendelkezik.

A mért értékeket az elméleti tükröződésre és szóró-dásra kiszámított értékekkel összevetve a következők állapíthatók meg (15. ábra). A várakozásnak megfe-lelően a mért reflexió-arány valóban ezen két szélső érték között van. A mérések átlagértéke a III–IV. frekvenciasávban inkább a szórási reflexió felé kö-zelít. A reflektáló felületek tehát általában egyenet-lenek és főleg szórási reflexiót okoznak. Nem ismeretes azonban az abszorpciós veszteségek nagysága, mivel ezeket a mért értékek magukban foglalják. Ugyancsak igazolódik korábbi megállapításunk, mi-szerint növekvő frekvenciával, vagy csökkenő hul-



15. ábra. E_r/E_d reflexió arány egy meghatározott adó ellátottsági területén. Az E_d elhajlási veszteség nélkül értendő (szabad rálátásnál $E_d = E_0$).
 x = mért értékek, o = számított értékek

lámhosszal a reflexiós feltételek kedvezőtlenebbek. Eredményként kimondhatjuk, hogy adóra való rálátás esetén az E_r/E_d reflexió-arány legalább 20 dB a III., IV. és V. tv-sávban, kiterjedtebb tagoltabb terepszakaszon azonban a közepes reflexió-arány az E_d hasznos jel elhajlási veszteségei miatt jóval kedvezőtlenebb [1].

Amennyiben tehát az adóra szabad rálátás van, akkor az esetek többségében a szükséges minimális 30 dB reflexió-arány egy viszonylag egyszerű antennával is biztosítható, ellenkező esetben azonban a jó képminőség elérése meglehetősen bonyolult feladat. Magas épületekkel beépített területeken végzett reflexiós vizsgálatok a IV. tv-sávban kb. 15 dB szélső értéket eredményeztek az E_0 szabad térerősségre vonatkoztatva.

6. Vevőantenna-rendszerek tervezési szempontjai

Ismeretes, hogy a reflexió-mentes kép létrehozásához legalább 30 dB-es reflexió-arány szükséges. Hegyvidékes, rendkívül tagolt terepen adóra való rálátás esetén kb. 20 dB-es, ha nincs rálátás akkor kb. 0 dB-es értékre számíthatunk. Reflexiók főleg az adó-vevő egyenestől oldalirányban levő terepalakzatokról, létesítményekről származnak. Kritikus zavarterületek vannak az adó- és vevőantenna mögött. A vevőantenna környezetében mintegy 60° – 300° irányszögön belül lehetséges a reflexiós zavarok hatásos csökkentése. Az adóantenna környékéről származó zavaró jelek viszont a szokásos vevőantennákkal nem szüntethetők meg. Nyilvánvaló, hogy alkalmas irányított antennák használatával nagy részben elősegíthető a vételi minőség javítása. A modern vevőantennák >26 dB előre-hátra viszonytal rendelkeznek, amelyekkel komolyabb feltételek mellett is élvezhető vételminőség érhető el.

A reflexiós zavarok csökkentése szempontjából a vevőantennák felállítási helye is lényeges. Mint már megállapítottuk a hasznos és egyetlen, vagy domináló reflexiós jel közötti 90° , ill. 270° fáziskülönbség esetén mintegy $1/2$ értékelő fokozatú minőségjavulás lehetséges. A III–V. tv-sávok 1,7 m és 0,3 m kö-

zötti hullámhosszainál már csekély vevőantenna helyzetváltoztatással is megkereshető az optimális fázisviszony. Figyelembe kell venni ugyanakkor az időjárás és a kérdéses terepszakaszon a növényzet befolyásoló hatását is. Nagyobb fokú vételi instabilitást okozhat a tartó árbóc kilengése, ingadozása, ezért annak megfelelő rögzítéséről gondoskodni kell.

A csekély helyváltoztatásokon kívül jelentős eredmények érhetők el az épületek, vagy terepszakaszok árnyékoló hatásának kellő kihasználásával. Adódhat olyan helyzet is, amikor a vevőantennát nem a tetőre, hanem esetleg más, vételi szempontból kedvezőbb helyre telepítjük.

További lehetőség az antenna iránykarakterisztikájában a minimum-helyek kihasználása. Viszonylag nagy térerősség esetén az antenna kiforgatható a fő vételi irányból addig, amíg a reflexiós energia minimumát nem észleljük. Ha így sikerül a reflexiós energiát a hasznos energiához képest lényegesen erősebben csillapítani, akkor minőségi javulás érhető el.

A mérésekből kiderül, hogy a reflexiós jel lényegesen nagyobb is lehet a közvetlen jelnél. Kérdés, hogy ez esetben lehet-e a reflexiós jelet hasznos jelként felhasználni. Sajnos ez nagyon ritkán lehetséges, mivel valamely reflexiós jel a reflektáló felületek szórása miatt egyedi képek sokaságából áll. Egy átlagos, relatíve nagy nyílásszögű antennával a reflektáló helyek nem különböztethetők meg. A reflexiós jelösszetevők mérése nem egyszerű feladat, viszont egy antenna-mérőrendszerrel a közvetlen jel többnyire behatárolható. Elegendő térerősség esetén is először a maximális közvetlen jelet kell meghatározni és ebből kiindulva a legjobb képminőséget beállítani.

7. Reflexiós jelek kiküszöbölési lehetőségei

Az előző szakaszban a normál vevőantenna telepítési szempontok alapján néhány kedvező telepítési feltételre hívtuk fel a figyelmet. A gyakorlatban többnyire az ilyen feltételek betartása mellett sem jutunk megfelelő eredményre. Ilyenkor az egyedüli célra vezető út az, ha részletes elemzés alá vesszük a reflexiós jelek kialakulási körülményeit és meghatároz-

zuk azok jellemzőit. A kapott adatok birtokában azután eldönthető, hogy melyik műszaki megoldás a legalkalmasabb a reflexiós jelek elnyomására. A legtöbb, jelenleg ismert módszernek sajnos ma még elég jelentős költségkihatása van annál is inkább, mivel több megoldás mégcsak kísérleti stádiumban létezik.

A szabadtéri reflexiós jelenségek ismeretében felvetődik a kérdés, hogy vajon az információátviteli út melyik szakaszában lehetséges, ill. célszerű a zavaró jelek kiküszöbölése. Alapvetően kétféle megközelítés szerint járhatunk el:

1. A vett jel korrekciójával;
2. A reflexiós viszonyok megváltoztatásával.

Az első módszer alkalmazására is kétféle eljárás lehetséges:

- RF, vagy KF sávban (detektálás előtt).
- Alapsávon (detektálás után).

A reflexiós körülmények megváltoztatása manapság még eléggé újszerű módszer, de a kísérletek eredményei kedvezőknek mutatkoznak. A reflexiós viszonyok módosítására több lehetőség kínálkozik, mégpedig a kisugárzott jel elektromágneses tulajdonságainak (frekvenciájának, polarizációjának), ill. a reflektáló felületek fizikai jellemzőinek megváltoztatásával.

Az alábbiakban röviden áttekintjük a különböző eljárások hatását, előnyeit és hátrányait, ill. a megvalósítás lehetőségeit.

7.1 Szellemképelnyomás a vett jel korrekciójával

A már klasszikusnak mondható módszer az, amikor a szokásos vevőantennákkal, vagy vevőantenna-rendszerekkel az RF tartományban hajtjuk végre a szükséges korrekciót. Ez egyrészt a vevőantenna helyének — a vételminőség vonatkozásában történő — optimális behatárolását jelenti, másrészt pedig egy ún. segédantennával a zavaró reflexiós jelet kompenzáljuk ki [2]. Az eljárás csak bizonyos vételi körülmények mellett mondható hatásosnak. A reflektált jeleknek a főjeltől jól megkülönböztetett irányból kell érkeznie. Az antennák pontos beállítása eléggé nehéz feladat, nem is szólva arról, hogy az antennákat összekötő kábelhossz megválasztása kritikus. Több reflexiós jel esetén bonyolult antenna-rendszerre van szükség, amelyeknek helyes illesztése szintén komoly nehézségeket okoz, márpedig tudvalevő, hogy nagyközösségi vevőantenna-rendszerek esetében — ahol a fenti módszer alkalmazásra kerülhetne — szigorúbb illesztési előírások vannak.

Ma már korszerűbb eljárások ismeretesek, amelyek a vevőkészülékbe épített áramkörökkel képesek a reflektált jelek elnyomására. Egyik ilyen módszer szerint egy ún. akusztikus felületi hullámú (Surface Acoustic Wave = SAW) szűrő hajtja végre a kívánt szellemképelnyomást a vevőkészülék KF fokozatában. A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy egy SAW késleltető művonal felhasználásával, amely durva késleltetés szabályozást tesz lehetővé, a kellő reflexiós jel-csillapítás elérhető. Sajnos a „finomhangolás”-t más eszközökkel kell megoldani, amellyel

teljes értékűvé válhat a rendszer. Ebben rejlik a SAW szűrők szellemképelnyomásra való felhasználásának legfőbb hátránya. Fix átviteli karakterisztikájú SAW-szűrők viszonylag egyszerűen megvalósíthatók. A reflexiós viszonyok a hely szerint változnak, ezért egyaránylag nagymértékben változtatható karakterisztikájú szűrőre volna szükség, amelynek előállítását ma még eléggé bonyolult feladat.

Az előzőekben említett szellemkép megszüntetési eljárások a legjobb esetben sem nyújtanak teljes megoldást, ugyanis a tv-jel demodulálása során további torzítás keletkezik, amelyet szintén kompenzálni kell. Ezért szerencsésebb megoldásnak tűnik, ha a szellemkép elnyomását alapsávon (detektálás után) sikerül megvalósítani.

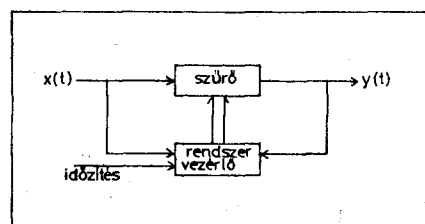
Erre a célra a félvezetős szűrők alkalmas eszközöknek bizonyultak. Ilyen pl. a töltéstovábbító (Charge Transfer Device = CTD) félvezetős szűrő, amely a többszörös reflexiós jelekre is lehetővé teszi az alapsávi szabályozást [3]. A szellemképcsökkentő rendszer alapvetően egy szellemképelnyomásra használt szűrőből és a hozzá illeszkedő vezérlőből (controller) áll (16. ábra). A félvezető alapú szűrők adatmintavételes, vagy digitális rendszerként valósíthatók meg. A mintavételi adat itt olyan rendszerre vonatkozik, ahol a jel analóg „mintáit” diszkrét időintervallumokban nyerjük. A digitális szűrőhöz viszont további eljárásra van szükség oly módon, hogy az analóg mintákat diszkrét, kvantált értékekre alakítsuk át. Jelenleg a legfőbb problémát a megfelelő szűrők megvalósítása jelenti.

A szűrővel együtt használt vezérlő állítja elő a szellemképcsökkentési algoritmust. A vezérlő feladata többek között a jelnyerés amely magában foglalja a mintavételezést és időzítést, ill. a jelfeldolgozás, amely létrehozza a korrekciós algoritmust.

Fenti megoldás nyilvánvalóan csak egyéni vevőkészülékekben valósítható meg, ezzel azonban rendkívül hatásosan, akár manuálisan, akár automatikusan a zavaró reflektált jel elnyomható.

7.2 Szellemképelnyomás a reflexiós viszonyok megváltoztatásával

Az eddig tárgyalt eljárások a vett szellemképes jelek korrekciójával érik el a kívánt eredményt. Felvetődik a gondolat, hogy vajon a kisugárzott jelek paramétereinek megváltoztatásával javíthatunk-e a vételi körülményeken. Az ilyen irányú elméleti számítások és kísérletek azt bizonyították, hogy hatásos szellemkép-csökkentés érhető el, ha mind az adó-, mind pedig a vevőantenna körpolarizált [4].



M793-16

16. ábra. Korszerű szellemképcsökkentő rendszer működési alapelve

**Torony általi reflexiós jelamplitúdó-értékek
a vevőantenna polarizációjának függvényében**

Vevőantenna polarizáció	Reflexiós jelamplitúdó %-ban			
	7. csat. torony		10. csat. torony	
	2T imp.	Oszlopjel	2T imp.	Oszlopjel
<i>Vízszintes</i>				
Átlagos ért.	4,5	4,2	3,9	3,2
Max. ért.	5,2	4,8	4,4	3,2
<i>Függőleges</i>				
Átlagos ért.	4,0	4,3	3,1	3,1
Max. ért.	4,8	4,8	3,2	3,2
<i>Kör</i>				
Átlagos ért.	0,9	0,5	0,7	0,6
Max. ért.	1,2	0,8	0,8	0,8

Valamely felületről visszaverődött körpolarizált hullám jellemzői jórészt a visszaverő felület tulajdonságától és a beeső hullám beesési szögétől függ. Tökéletes reflektáló felület esetében, normál beesési szögnél ismeretes, hogy a hullám minden változás nélkül teljesen visszaverődik, a forgási iránya azonban ellenkezőjére változik; azaz a jobbra forgó körpolarizált hullám balra forgó hullámként verődik vissza. Bár ez a fajta reflektáló felület sem a nagyvárosi, sem a hegyvidékes területen nem áll fenn.

E területeken a reflektáló objektumok különböző anyagok kombinációjából állnak, amelyek eléggé nehezen értékelhetők. Ha feltételezzük, hogy ezek a felületek egy anyagvezető-képességet magában foglaló komplex dielektromos állandóval jellemezhetők, akkor azt tapasztaljuk, hogy a hullám sajátos jellege a reflexió után nagymértékben módosul. Normál beesési szöget figyelembe véve az látható, hogy bár a reflektált hullám a beeső hullámhoz képest elmentéses értelmű, a reflektált jel nagysága jelentősen csillapított lehet.

Még lényegesebb azonban az a körülmény, amikor ferde beesést veszünk figyelembe. Ilyenkor a derékszögű és párhuzamos polarizációs összetevőkre vonatkoztatott reflexiós tényezők sem nagyságban sem fázisban nem egyenlőek, úgy hogy az ilyen felületre beeső, tökéletesen kör alakú hullám elliptikusan polarizált hullám formájában verődik vissza bal- vagy jobbirányú komponensekkel, a felület fizikai jellemzőitől és a beesési szögtől függően.

A rövid elméleti áttekintés után vizsgáljunk meg néhány mérési eredményt. Az egymáshoz viszonylag közel elhelyezkedő tv-adótoronyok a magasépületekhez hasonló zavaró reflexiókat okoznak. Ilyen reflexiós vizsgálatokra az USA-ban került sor, ahol egy 2. csatornájú (55,29; 59,75 MHz) körpolarizált hullámokat sugárzó adó jelének vételi viszonyait értékelték, két szomszédos tv-adótorony hatásának figyelembevételével [5].

A 7. és 10. csatornán, vízszintes polarizációval sugárzó szomszédos tv-adók a 2. csatornájú adótól nagyjából azonos irányban északra, kb. 600, ill. 1000 m-re helyezkednek el. A mérés a 2. csat. toronytól délnyugatra kb. 4,5 km távolságra történt, vízszintes-, függőleges- és körpolarizált vevőantennákkal. Mindhárom vevőantennától eredő átlagos „szellemkép jelamplitúdó” és maximális szellemkép jel szint regisztrálásra került, amit a 2. táblázatban foglaltunk össze.

Nagyjából azonos értékek adódnak a vízszintesen és függőlegesen polarizált antennákra, ugyanakkor sokkal kedvezőbb a helyzet a körpolarizált vevőantennára. A maximális értékeket figyelembe véve megállapítható, hogy a körpolarizált vevőantenna a toronyreflexiókra mintegy 14 dB-es csillapítást jelent, a vízszintesen polarizált vevőantennához viszonyítva.

A magas épületektől származó reflexiós problémák megoldására olyan elképzelés is született, amely szerint a VHF/UHF sávú tv-jeleket konvertálással magasabb frekvencia tartományba, az ún. SHF (= Super High Frequency) sávba kell áthelyezni és ott kisugározni. Az SHF hullámterjedés, valamint a műszaki jellemzők és költségek tanulmányozá-

sára kísérleti reléállomás készült Japánban [6]. A reléállomás 7 VHF sávú tv-csatornát vesz, amelyeket konvertálás után a 12 GHz-es sávban sugároz ki. Ezzel a megoldással a szellemképzavarok teljes mértékben megszüntethetők. Az SHF sávú tv-jelek vételére egy parabola antennára, valamint egy SHF/UHF konverterre van szükség, amely akár egy akár több vevőkészüléket is elláthat.

A költségbecslésekből kiderül, hogy egy SHF sávú reléállomás és a vételi egységek létesítési költsége kb. 320 \$-ba kerül lakásonként. Ez az összeg megfelel egy kb. 2000 előfizetőt kiszolgáló kábel-tv létesítési költségének. Ha azonban az ellátott előfizetők száma meghaladja a 2000-et, akkor az SHF berendezés költsége valamivel kevesebb, mint a kábel-tv esetében. Az SHF rendszer fenntartási költsége azonban jóval kisebb, mint a kábel-TV rendszeré.

A magas épületek reflexiójának csökkentése egy másik módszer szerint, az épületek külső falaira felvitt abszorbens anyagokkal lehetséges [7]. Ehhez először a külső épületfalak különböző anyagainak (beton, üveg) reflexiós jellemzőit kellett megmérni, az időjárási viszonyoknak megfelelően nedves és száraz állapotban. A vizsgálatok szerint a reflexiót, főleg a VHF sávban elsősorban a vasbeton panelek okozzák. A reflexiók csillapítására tehát olyan kémiai- stabil és időjárásálló abszorbens anyag szükséges, amely vasbetonra erősíthető. A különböző abszorpciós vizsgálatok alapján a ferritanyag megfelelőnek bizonyult. A 100×100×8–10 mm-es ferritcsempék különböző felrakásával végzett kísérletek azt mutatták, hogy a kedvező reflexiós tényező előérése érdekében, mágneses térrel szemben a csempék között 0 mm-es légrést, elektromos erőterrel szemben pedig 65 mm-es légrést kell biztosítani.

A gyakorlati megvalósítás egy 25 m magas, 63 m széles épületen történt. A szellemképes terület 500 m hosszú és 120 m szélességű, amely 300 előfizetői helyet foglal magában. A számítógépes értékelés szerint az abszorbens felrakására szükséges minimális terület 650 m², az épület legfelső szakaszán, ami kb. 10 m-es magasság befedését jelenti. A ferritcsempézés teljes költsége kb. 200 000 \$ volt.

A mérések a számított eredményeket igazolták. A becslések alapján a ferritcsempék tömeggyártásával a költségek 220 \$/m²-re lennének csökkenthetők.

8. Következtetések

A többutas hullámterjedésből származó reflexiós zavarok vizsgálata alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- Az esetek többségében számos reflexiós jel kialakulásával kell számolni, amelyeknek elnyomása csak bonyolult eljárásokkal lehetséges;
- Fokozott figyelmet kell szentelni — elsősorban közösségi vevőantenna rendszereknél — az SHF sávú reléállomások és vevőrendszerek felhasználási lehetőségére annál is inkább, mivel a jövőben várható a közvetlen szatellit-vétel bevezetése is;
- Főleg a kisebb területeket ellátó kisadók létesítésénél célszerű a körpolarizált sugárzást, mint a reflexiómentes vétel biztosításának egyik lehetőségét figyelembe venni;
- A reflexiós jelek abszorpciójára alkalmas ferritcsempék használata csak olyan esetekben rentábilis, amikor a reflexiós zavart egyetlen, eset-

leg néhány jól elhatárolható épület okozza és ez a zavar egy meghatározott minimális számú előfizető vételében jelentkezik.

I R O D A L O M

- [1] *H. Brand, H. Hügli*: Fernseh — Empfangstechnik I. (3. Teil: Reflexionen im tragerfrequenten Übertragungsweg), 1972.
- [2] *G. I. Nikonov*: Metod kompensacii pomeh pri prieme TV szignalov na raznecennüje antennü. Elektroszvjaz, 1980. No. 1.
- [3] *Ciciora, Sgrignoli, Thomas*: A Tutorial on Ghost Cancelling in Television Systems. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. CE—25, 1979. febr.
- [4] *G. W. Collins*: Effect of Reflecting Structures on Circularly Polarized TV Broadcast Transmission. IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. BC—25, No. 1. 1979. márc.
- [5] *T. M. Gluys*: Measurement and Evaluation of Television Signal Reflections; IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. BC—25, No. 2. 1979. jun.
- [6] *Tetsuzou Momoura, Seiichi Kikuchi*: SHF Terrestrial Broadcasting in Japan. IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. BC—25, No. 4. 1979. dec.
- [7] *Takeshi Takizawa*: Reduction of Ghost Signal by Use of Magnetic Absorbing Material on Walls. IEEE Transaction on Broadcasting, Vol. BC—25, No. 4. 1979. dec.

MÉRŐAUTOMATA-RENDSZEREK ALKALMAZÁSA

A KG INFORMATIK műszaki és gazdasági információs főosztály, villamosipari információs osztály

gondozásában 1981. szeptemberében megjelent a

MÉRŐAUTOMATA-RENDSZEREK ALKALMAZÁSA

c. témafigyelés 1981. 1—2. összevont száma az alábbi tematika szerint:

- analóg és digitális integrált áramkörök automatikus mérőberendezései;
- analóg és digitális kártyák in-circuit, funkcionális és rendszerben való mérése;
- hibrid IC gyártó automaták;
- diszkrét áramköri elemek vizsgálata;

- mérőautomaták illesztése technológiai sorba;
- postai berendezések (központok) vizsgálata;
- kábelvizsgáló automaták;
- mérőautomata rendszerben alkalmazható egyedi műszerek és processzorok.

A kiadványban folyamatosan figyelik és feldolgozzák a világ reprezentáns szakfolyóirataiban megjelenő, az adott szakterületre vonatkozó információkat, vállalati irodalmat, valamint e témakörben rendezett szimpóziumok és konferenciák anyagát is.

A kiadvány 1. és 2. összevont száma múlt év decemberében jelent meg, kb. 100 oldal terjedelemben. Előfizetési díj 8000,— Ft/év.

Jövő évi tervünk a témafigyelés folytatása, melynek tematikáját folyamatosan igazítjuk mindenkorai megrendelőink gyártmányprofiljához.