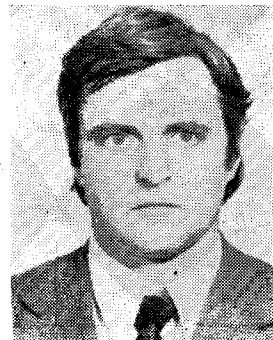


A televíziós átviteli csatorna lineáris torzításainak hatása a teletext adatjelre

DR. PÁLINSZKI ANTAL
BME—HEI



ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző a televíziós átviteli csatorna lineáris torzításainak a teletext adatjelre gyakorolt torzító hatását vizsgálja. A számítógépes szimulációval elvégzett vizsgálatok az ekvivalens alapsávi karakterisztika ideálistól eltérő voltának hatására keletkező szimbólumközi áthallások nagyságának meghatározását tűzték ki célul a következő három esetben:

- Sávkorlátozás hatásának vizsgálata.
- Ideálistól eltérő amplitúdó karakterisztika hatásának vizsgálata.
- Ideálistól eltérő fáziskarakterisztika hatásának vizsgálata.

A vizsgálatok eredményeiből megállapítható, hogy az analóg kép-átvitel szempontjából megfelelő minőségű átviteli csatorna lineáris torzításai a teletext adatjelek átvitele esetén sem okoznak számottevő torzítást.

1. Bevezetés

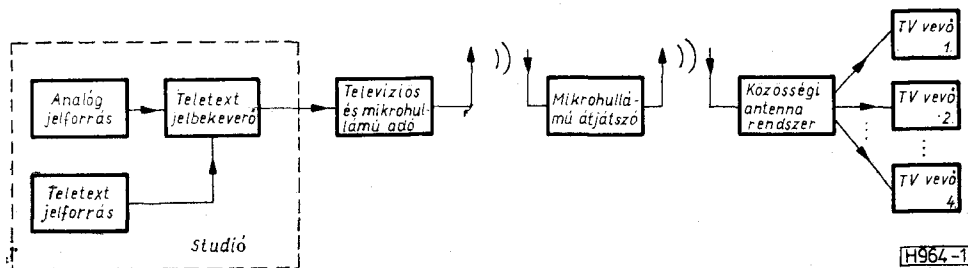
A teletext adatjel átviteli útját az 1. ábra szemlélteti.

A valóságban ennél egyszerűbb átviteli utak is lehetnek és vannak is. [Pl. adott vételi körzetekhez mikrohullámú átjátszó(k) nélkül is eljuthat a tv-adó jele, valamint sok esetben a közösségi vevőantenna rendszert kihagyva közvetlenül jut el a tv-adó jele a vevőkészülékek saját antennájára]. Az átviteli út torzításainak hatását egy leegyszerűsített modell alapján célszerű vizsgálni. A leegyszerűsített átviteli út tömbvázlata a 2. ábrán látható.

A 2. ábra átviteli csatornának nevezett egységébe bele kell érteni az 1. ábra minden olyan egységét, amelynek hatása lehet a teletext adatjelekre, sőt az átviteli csatornába tartozónak kell tekinteni a tv-vevőkészülék antenna bemenetétől a videodemodulátor kimenetéig tartó részét is.

Általános esetben az átviteli csatorna által okozott nemkívánatos hatások a következők lehetnek [1]:

- lineáris torzítások keletkezése,
- nem lineáris torzítások létrejötte,
- zaj hozzáadása a hasznos jelhez,
- reflexiók keletkezése.

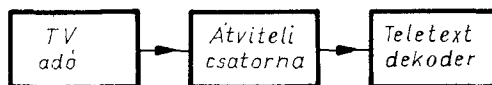


Beérkezett: 1984. III. 20. (*)

DR. PÁLINSZKI ANTAL

A BME Villamosmérnöki Karának híradástechnikai szakán kapott jeles minősítéssel diplomát 1966-ban. 1966 óta a BME Híradástechnikai Elektronikai Intézetében dolgozik, jelenleg adjunktusi beosztásban. 1977-

ben SECAM rendszerű színes jel vizsgálata témakörben summa cum laude minősítésű egyetemi doktori fokozatot kapott. Jelenleg a teletext és viedata adatátviteli rendszerek hazai bevezetése körül felmerülő szakmai problémáival foglalkozik.



H964-2

2. ábra. Az átviteli út egyszerűsített modellje

A továbbiakban csak a lineáris torzítások hatásával fogunk foglalkozni.

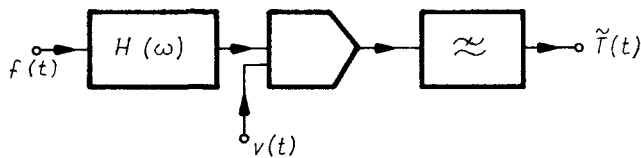
2. Lineáris torzítások hatásának vizsgálata

Feltételezve, hogy a tv-vevőkészülékben szorzóáramkörös videodemodulátor van, vizsgálati modellünk legyen a 3. ábrán látható elrendezés!

A teletext adatjel $T(t)$ torzulásainak vizsgálatát az esetek többségében célszerű a 3. ábra vizsgálati modelljének ekvivalens alapsávi megfelelőjének alapján végezni. Ez az ekvivalens alapsávi modell a 4. ábrán látható.

Az NRZ kódolású $T(t)$ jel elemi jelekből épül fel. Tétélezzük fel, hogy az $y(t)$ -vel jelölt elemi jel eleget tesz a Nyquist kritériumnak. A Nyquist kritérium kielégítése jelen esetben azt jelenti, hogy az $y(t)$

1. ábra. A tv-jelbe ültetett teletext adatjel átviteli útja



$f(t)$ teletext adatjellel $[T(t)]$ modulált Ω vivőfrekvenciájú tv jel

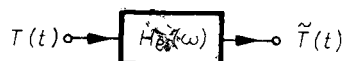
$v(t) = \cos(\Omega t + \phi)$ koherens szorzójel

$\tilde{T}(t)$ = demodulált teletext jel

$H(\omega)$ = a lineárisnak tekintett csatorna átviteli függvénye

H964-3

3. ábra. Szorzódemodulátoros vizsgálati modell

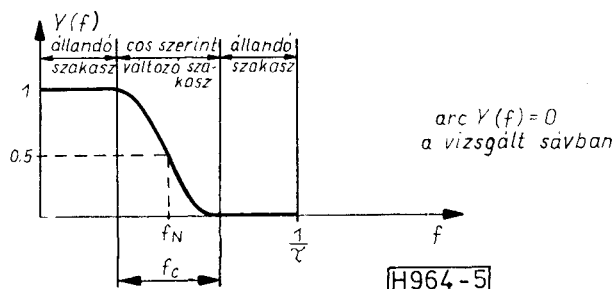


$$H_e(\omega) = k \frac{H(\omega + \Omega) + H(\omega - \Omega)}{2}$$

ha a 3. ábra aluláteresztő szűrőjét ideálisnak tekintjük

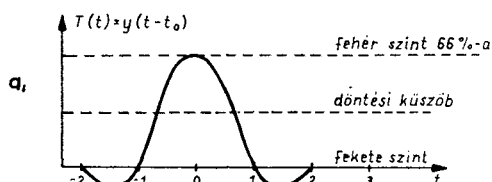
H964-4

4. ábra. A szorzódemodulátoros modell ekvivalens alapsávi megfelelője



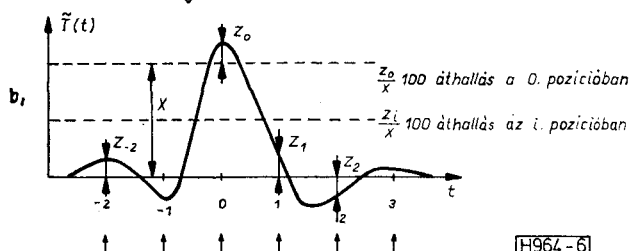
H964-5

5. ábra. Az elemi jel Fourier-transzformáltja



Mintavételi helyek és pozíciók

Lineáris torzítás $[H_e(\omega)]$



H964-6

6. ábra. Az elemi jel és a lineárisan torzított elemi jel időbeli lefolyása

Fourier-transzformáltjának abszolút értéke az $f_N = \frac{1}{2\tau}$ frekvenciára nézve páratlan függvény és a Fourier-transzformált arcusa lineáris az $|f| \leq \frac{1}{\tau}$

frekvenciasávban. (Itt $\frac{1}{\tau}$ értéke a teletext szabvány-nak megfelelően 6,9375 MHz, azaz az időrés szélessége $\tau = 144,144$ ns.)

A Nyquist-feltételt nagyon sokféle $Y(\omega) = F\{y(t)\}$ esetén is lehet teljesíteni. Jelen vizsgálataink során csak az ún. emelt cosinusos eseteket használtuk. (5. ábra.)

Az 5. ábra jelölései alapján vezessük be a sávszű-kítés mértékének fogalmát: $a = \frac{f_c}{2f_N} \cdot 100$

Az „a” értéke 0% és 100% között változhat és konkrét értéke arra ad utalást, hogy a cosinusos legömbölyítés sávzélessége hogy viszonylik az elvileg igénybevehető teljes sávzélességhez a $2f_N$ -hez.

A teletext adatjel torzulásainak vizsgálatát egy – az ABC 80 kisszámítógépre kidolgozott – szimulációs program segítségével végeztük el. A szimulációs program alkalmas akár az elemi jel, akár az elemi jelekből létrehozott tetszőleges bitkombinációk átvitelének a vizsgálatára a lineáris torzítások szempontjából. Jelen esetben vizsgálataink kizárólag az elemi jelek átvételére fognak szorítkozni. Az elemi jelek vizsgálata során kapott eredmények kiértékelése a következőkben leírtak szerint fog történni. Az átviteli csatorna lineáris torzításainak hatására szimbólumok közötti áthallások fognak keletkezni. A különböző mintavételi pozíciókban keletkező áthallások nagyságával lehet jellemezni az elemi jelek torzulásának mértékét. A 6. ábra jelöléseit felhasználva az i -edik mintavételi pozícióban keletkezelt áthallás nagysága: $\frac{Z_i}{X} \cdot 100$ [%].

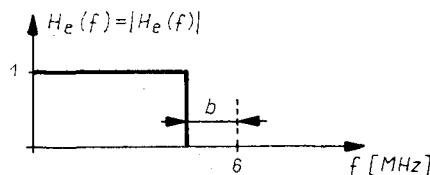
A továbbiakban a következő lineáris torzítási hatásokat fogjuk vizsgálni:

- sávhatárolás,
- amplitúdó karakterisztika egyenetlensége,
- lineáristól eltérő fáziskarakterisztika.

3. A sávkorlátozás hatásának vizsgálata

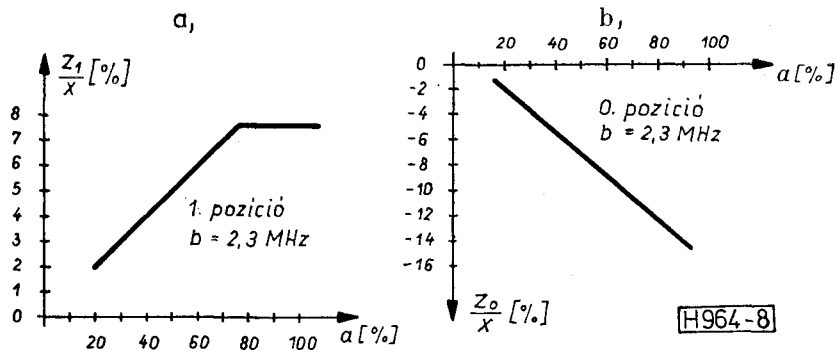
A sávkorlátozás hatását a 7. ábrán látható ekvivalens alapsávi karakterisztika alapján vizsgáltuk.

A sávkorlátozás mértékének változtatásával „b” értékének 0 és 2,3 MHz közötti változtatásával valósítottuk meg. A sávkorlátozás hatásának eredményeit a 8. és 9. ábrák szemléltetik.

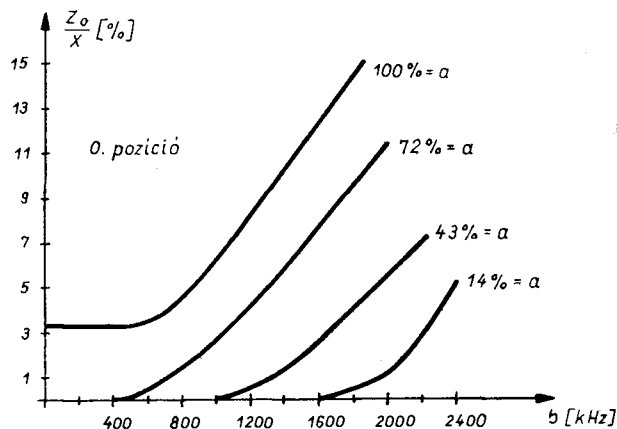


H964-7

7. ábra. Sávkorlátozást okozó ekvivalens alapsávi karakterisztika



8. ábra. A vizsgált maximális sávkorlátozás által okozott szimbólumközi áthallások a sávszűkítés mértékének függvényében



[H964-9]

9. ábra. Szimbólumközi áthallások nagysága a sávkorlátozás mértékének függvényében

A 8. ábra a vizsgált maximális sávhatárolás esetén ($b=2,3$ MHz) a 0. és az 1. mintavételi pozíciókban keletkező áthallások nagyságát mutatja az elemi jel sávszűkítési mértékének függvényében. A 9. ábra a 0. mintavételi pozícióban keletkező áthallás nagyságát mutatja a sávkorlátozás (b) függvényében az elemi jel néhány jellegzetes sávszűkítési mértéke esetén.

4. Az amplitúdó karakterisztika egyenetlenségének hatása

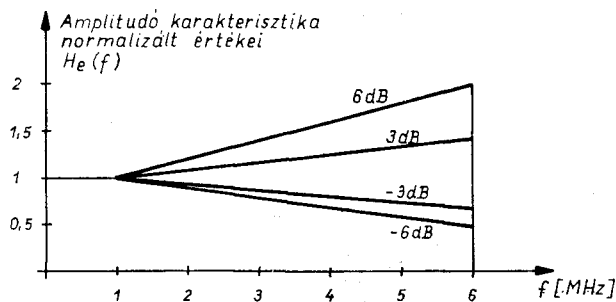
A tv-átviteli csatorna amplitúdó karakterisztikájának az ideálistól való eltérését leginkább a vevőkészülék középfrekvenciás erősítőjének nem megfelelő amplitúdó karakterisztikája okozhatja. Ennek megfelelően az ekvivalens alapsávi karakterisztika meghatározásához az ideálistól eltérő középfrekvenciás amplitúdó karakterisztikából fogunk kiindulni. A következő feltételezésekből indulunk ki:

- a középfrekvenciás (KF) erősítő fáziskarakterisztikája ideális (esetünkben zérus) a vizsgált frekvenciatartományban,
- a vevőkészülék KF erősítőjének amplitúdó karakterisztikája a 37 és 39 MHz közötti szakaszon (Nyquist-oldal) ideális,

c) a KF amplitúdó karakterisztika a 32 és 37 MHz közötti szakaszokon belül nem ideális, mégpedig:

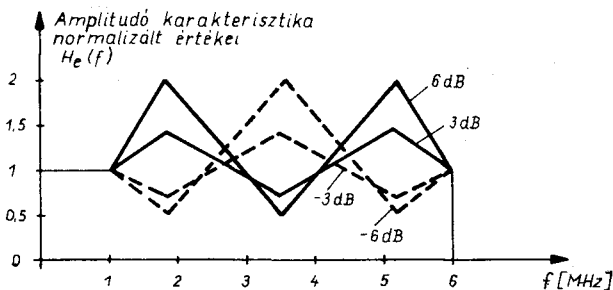
1. lineárisan változik,
2. ingadozik.

A lineáris változás és az ingadozás mértékének maximuma vizsgálataink során ± 6 dB volt. Ennél nagyobb lineáris változást, illetve ingadozást nem érdemes vizsgálni, mivel ilyen esetekben már az analóg jel szempontjából sem megfelelő az átvitel. A lineáris változás hatásának vizsgálatát a diszkrét LC elemekből felépített KF szűrők, míg az ingadozás hatásának vizsgálatát a felületi hullámszűrők alkalmazásai indokolják.



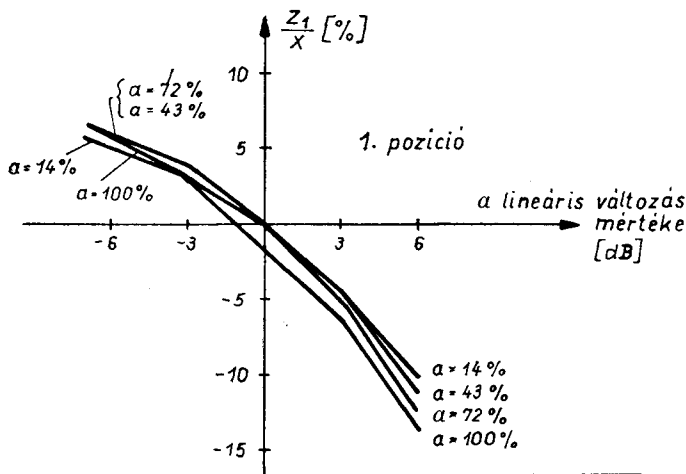
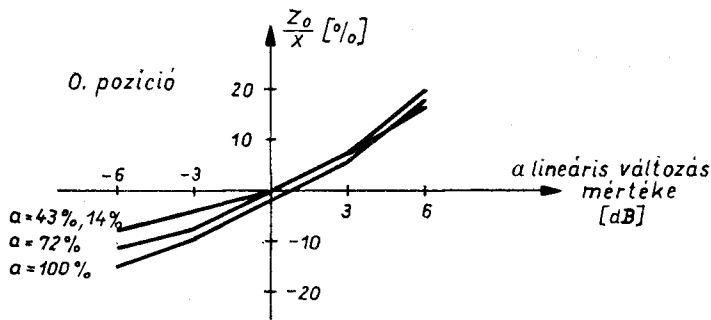
[H964-10]

10. ábra. Lineárisan változó középfrekvenciás átviteli karakterisztika ekvivalens alapsávi megfelelője



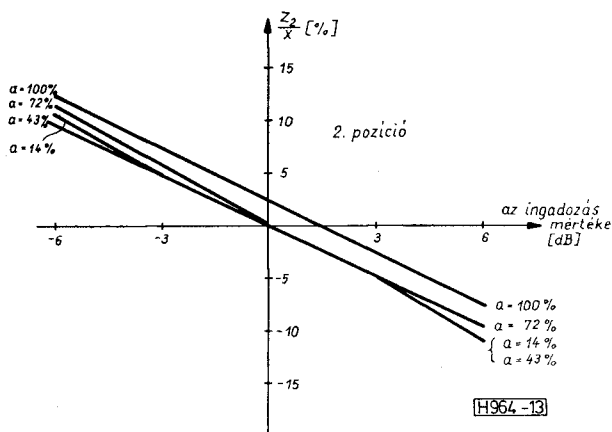
[H964-11]

11. ábra. Ingadozó középfrekvenciás átviteli karakterisztika ekvivalens alapsávi megfelelője



H964-12

12. ábra. A lineárisan változó KF átviteli karakterisztika által okozott szimbólumközi áthallások



H964-13

13. ábra. Az ingadozó KF átviteli karakterisztika által okozott szimbólumközi áthallások

A lineárisan változó és az ingadozó amplitúdó karakterisztikájú KF átviteli karakterisztikáknak megfelelő alapsávi ekvivalensek a 10., illetve a 11. ábrán láthatók.

A lineárisan változó karakterisztika áthallásra gyakorolt hatását a 0. és 1. mintavételi pozíciókban a 12. ábra szemlélteti, míg a 13. ábrán az ingadozó amplitúdó karakterisztika által okozott áthallás mértékét láthatjuk a 2. mintavételi pozícióban.

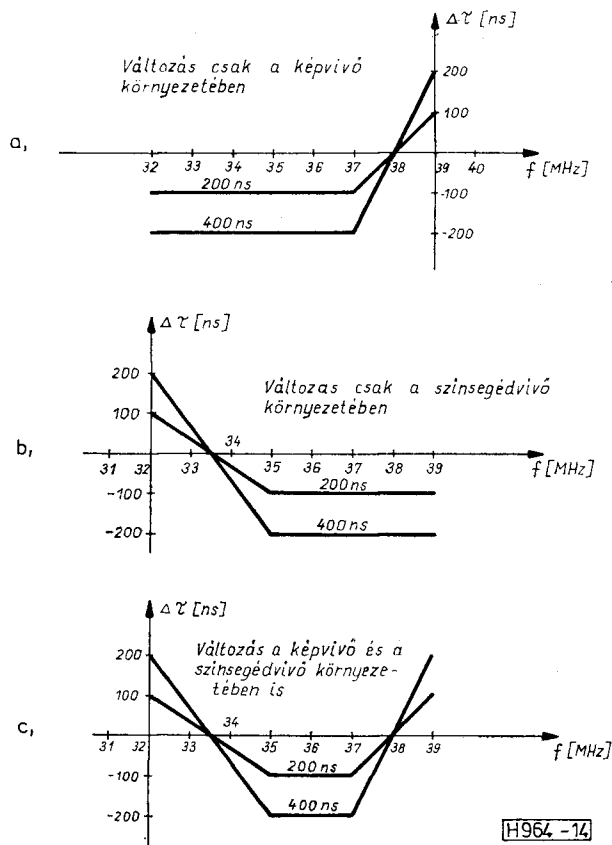
5. Lineáristól eltérő fáziskarakterisztika hatásának vizsgálata

Hasonlóan a 4. pontban elmondottakhoz ebben az esetben is igaz, hogy a tv-átviteli csatorna egységei közül a vevőkészülékek KF erősítőjének lineáristól eltérő fáziskarakterisztikája idézheti elő leginkább a szimbólumok közötti áthallásokat. Figyelembe véve, hogy a csoportfutási idő karakterisztika és a fáziskarakterisztika kölcsönösen meghatározzák egymást, vizsgálati módszerünk a következő volt. A KF sávban feltételezett konstanstól eltérő csoportfutási idő karakterisztikából meghatároztuk az alapsávi ekvivalens fáziskarakterisztikát és ennek ismeretében számítottuk ki az áthallásokat az egyes mintavételi pozíciókban.

A KF sávban a következő, állandótól eltérő, csoportfutási idő karakterisztikákat tételeztünk fel:

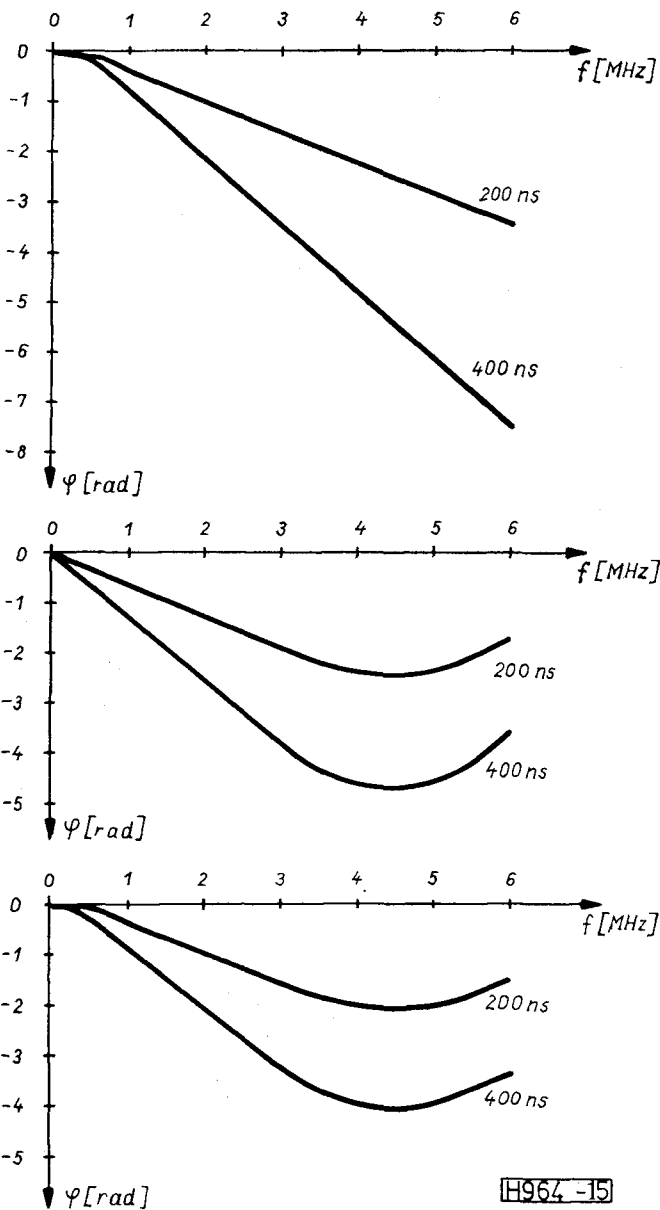
- a) a futási idő 37 és 39 MHz között lineárisan változik és egyébként állandó,
- b) a futási idő 32 és 33 MHz között lineárisan változik és egyébként állandó,
- c) az a) és b) esetek együttes hatásának feltételezése.

Mindhárom vizsgálati esetenél kétféle futásiidő-változást tételeztünk fel, mégpedig 200, illetve 400 ns-t. (A feltételezett és vizsgált csoportfutási idő karakterisztikákat a 14. ábra mutatja.) A 14. ábra futási idő karakterisztikáiból számított ekviva-



H964-14

14. ábra. A nem állandó csoportfutási idő hatásának vizsgálatához feltételezett változó csoportfutási idő karakterisztikák



15. ábra. A változó csoportfutási idő karakterisztikák megfelelő ekvivalens alapsávi fáziskarakterisztikák

lens alapsávi fáziskarakterisztikák a 15. ábrán láthatók.

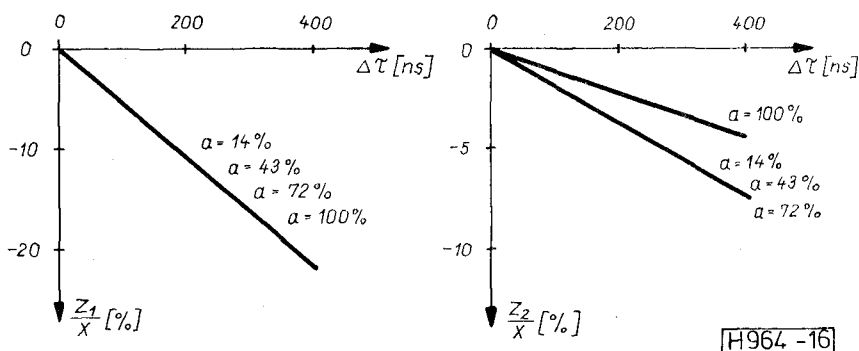
Az a) esetnek megfelelő nem állandó futási idő hatására keletkező áthallásokat az 1. és 2. mintavételi pozícióban a 16. ábra szemlélteti.

6. A vizsgálatok eredményeiből levonható következtetések

A sávkorlátozás hatásának vizsgálata során kapott eredményekből megállapítható, hogy bármely mintavételi pozícióban csökken a szimbólum közötti áthallás nagysága, ha a sávszűkítés mértékét (α) zérus felé közelítjük. Ez az eredmény előre várható volt, az elemei adatjel Fourier-transzformáltjának ismeretében. A fontosabb eredménynek inkább az tekinthető, hogy a legnagyobb áthallási érték a 0. mintavételi pozícióban kisebb mint 16% és az 1. pozícióban kisebb mint 8% az általunk vizsgált maximális sávkorlátozás esetén. Az $i > 1$ mintavételi pozíciókban az áthallások maximuma további csökkenő tendenciát mutat. Mindezekből megállapítható, hogy önmagában a sávkorlátozás hatására nem fog bekövetkezni hibás döntés.

A lineárisan változó amplitúdó karakterisztika hatásának vizsgálataiból kiderült, hogy az áthallás nagysága a 0. mintavételi pozícióban -15% és 20% között és az 1. pozícióban 6% és -15% között változik az általunk feltételezett amplitúdó karakterisztikák esetén. Ebből az is következik, hogy a vizsgálatainknál feltételezett ± 6 dB-es határok között levő lineáris amplitúdó karakterisztika változás önmagában még nem okozhat hibás döntést.

Az ingadozó amplitúdó karakterisztika hatásának vizsgálati eredményeiből megállapítható, hogy lényeges áthallások soha nem a 0. mintavételi pozícióban keletkeznek, hanem $i > 1$ értékű pozíciókban. A ± 6 dB-es ingadozás maximálisan $\pm 12\%$ áthallást okozott. Ily módon itt is megállapíthatjuk, hogy önmagában az ingadozó amplitúdó karakterisztika nem okozhat hibás döntést. Végül eredményeinkből az is megállapítható volt, hogy mind a lineáris változás, mind az ingadozás tekintetében lényegében független az áthallás nagysága a sávszűkítés mértékétől.



16. ábra. A képvívő környezetében változó csoportfutási idő karakterisztika által okozott szimbólumközi áthallás

Csak a képvivő környezetében változó futásiidő-karakterisztika hatásának vizsgálataiból megállapítható, hogy áthallások lényegében csak az 1. és 2. mintavételi pozícióban keletkeznek. Az 1. mintavételi pozícióban keletkező áthallások nagysága független a sávszűkítési mérték (a) értékétől. A 2. mintavételi pozícióban keletkező áthallások is csak kismértékben mutatnak függést „ a ” változásától. A keletkező áthallások eléggé nagyok (az 1. pozícióban kisebb mint 25%, a 2. pozícióban kisebb mint 10%), ezért kedvezőtlen bitkombinációk esetén az áthallási hibák felhalmozódhatnak akár oly mértékben is, hogy hibás döntést eredményezhetnek. További fontos eredménynek tekinthető, hogy a teletext adat-

jel lényegében csak a képvivő környezetében fellépő futásiidő-változásokra érzékeny.

Eredményeinket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az analóg képátvitel szempontjából megfelelő minőségű átviteli csatorna a teletext adatjelek átvitelére is alkalmas [2].

I R O D A L O M

- [1] *Dr. Pálinszki Antal, Kis-Szölgyémi Ferenc, dr. Ferenczy Pál*: A teletext adatjel torzulásainak vizsgálata. Tanulmány. 1983. (A PKI megbízásából, 146 oldal.)
- [2] *Dr. Pálinszki Antal*: A televíziós csatorna egyes szakaszainak hatása a teletext adatjelekre. Tanulmány. 1983. (A PKI megbízásából, 28 oldal.)