

Korrektációs mátrix—kvadrofon átviteli eljárás

ETO 681.84.087.7

A kétszernés hangátvitel, a sztereofónia széles körű elterjedésével párhuzamosan megindult a még tökéletesebb térhatást biztosító hangátvitel, a kvadrofónia fejlesztése. Ez a szerteágazó munka ma sem fejeződött be, a problémák különböző irányú megközelítése miatt az eljárások sokaságát hozták létre, és még napjainkban is születnek új rendszerek.

A kvadrofon hangátviteli megoldások lényegében két fő csoportra oszthatók: a diszkrét és a mátrix rendszerekre.

A diszkrét rendszerek közös tulajdonsága az, hogy négy, egymástól független, hangfrekvenciás csatornát visznek át. A gyakran alkalmazott 4—4—4 jelölés is arra mutat, hogy négy hangforrás jelét négy csatornán juttatjuk a négy hangsugárzóba. Az egyes rendszerek csak a multiplex eljárások módozataiban mutatnak eltérést. Ezen rendszerek biztosítják a legjobb átviteli minőséget, az eredeti hangkép legjobb leképezését. Hátrányukként róható fel, hogy a vevőoldalon realizálásuk költséges, valamint az, hogy egy adóállomás által szolgáltatott kvadrofon vétel-ellátottság a sztereo ellátottság területéhez képest jelentősen kisebb.

A mátrixrendszerek a hangfrekvenciás átviteli csatornák számát a négy eredeti jel lineáris átalakításával csökkentik. Az átalakítást leíró lineáris egyenletrendszer az egyenletrendszer mátrixával jellemezhető, innen az elnevezés. Az átviteli csatornaszámot az eredeti négyről háromra vagy kettőre csökkentve, 4—3—4 és 4—2—4 rendszereket hozhatunk létre. Nyilvánvaló, hogy az átalakítás minőségvesztéssel jár, hisz pl. két egyenlet egyértelműen nem határozhat meg négy ismeretlent, így az eredeti jelek nem nyerhetők vissza maradéktalanul, jelentős áthallások keletkeznek. Az egyes rendszerek az áthallások nagyságában és fázisában különböznek egymástól, ki milyen kompromisszumot tart leginkább elfogadhatónak. A mátrixrendszerek kétségkívül előnyös oldala a viszonylag egyszerű vevőoldali realizálhatóság, valamint az adóállomásnak a diszkrét rendszerhez képest megnövekedett kvadrofon hatósugara, hanglemezek esetén a lemez normális élettartama.

Úgy érezzük, hogy olyan kvadrofon rendszer, melyben egyidejű 4—4—4 és 4—2—4 jelátvitel is lehetséges, tehát az a döntés, hogy diszkrét vagy kétszernés mátrixvételt kívánunk-e megvalósítani, a jelátviteli út vevő- (dekódoló) oldalára marad, érdeklődésre tarthat számot. Amennyiben ez a rendszer — az [1] ismert megoldásokkal ellentétben — a kódolási együtthatók választását is szabadon hagyja, úgy kompatibilissá tehető bármely 4—2—4 mátrixrendszerrel.

Az ilyen rendszerrel az adóállomás kisebb körzetében az igényektől függően a költsége-sebb, jobb minőséget biztosító 4—4—4 diszkrét, és az olcsóbb, gyengébb minőségű 4—2—4 mátrix-átvitel egyaránt megvalósítható. Ezen az ellátottsági területen túlmenően, nagyobb területen még mindig biztosítható 4—2—4 kvadrofonjelátvitel. Az eljárást, melyet korrektációs mátrix-kvadrofon átviteli eljárásnak nevezünk el, az Orion Rádió és Vili. Vállalatnál dolgoztuk ki.*

1. Korrektációs mátrix-kvadrofon átvitel

Az eljárás alapelvét e helyen ismert 4—2—4 rendszereken kívánjuk bemutatni, az általános eset tárgyalása a függelékben található meg. Bizonyítani kívánjuk, hogy az eljárás alkalmazásával mind 4—2—4, mind 4—4—4 átvitel lehetséges.

1.1. A Scheiber-féle mátrix-eljárás [2] az eredetileg négy (LF, RF, LB, RB) csatornából az alábbi egyenlet szerint képez két csatornát (L, R):

$$\begin{aligned} L &= 0,92 LF + 0,38 RF + 0,92 LB - 0,38 RB \\ R &= 0,38 LF + 0,92 RF - 0,38 LB + 0,92 RB \end{aligned} \quad (1)$$

vagy a szokásos mátrixformában felírva:

$$\begin{bmatrix} L \\ R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,92 & 0,38 & 0,92 & -0,38 \\ 0,38 & 0,92 & -0,38 & 0,92 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} \quad (2)$$

Egyidejű mátrix- és diszkrét átvitel biztosítása végett a kódolási együtthatók változtatása nélkül képezzünk a két átviteli csatornából négyet, és ezeket továbbítjuk:

$$\begin{aligned} I_1 &= 0,92 LF - 0,38 RB \\ L_2 &= 0,38 RF + 0,92 LB \\ R_1 &= 0,38 LF + 0,92 RB \\ R_2 &= 0,92 RF - 0,38 LB \end{aligned} \quad (3)$$

Az átviteli út sztereo-kompatibilis, így a két csatornás vevőben az L_1 és L_2 , ill. R_1 és R_2 csatornák összeadódnak, előáll az eredeti Scheiber-mátrix szerinti 4—2—4 átvitel. A 4—4—4 rendszerű vevőkészülékben végezzük el a következő összegzéseket, és használjuk fel a (3) összefüggéseket:

$$\begin{aligned} LF' &= 0,92 L_1 + 0,38 R_1 = LF \\ RB' &= -0,38 L_1 + 0,92 R_1 = RB \end{aligned} \quad (4)$$

$$RF' = 0,38 L_2 + 0,92 R_2 = RF$$

$$LB' = 0,92 L_2 - 0,38 R_2 = LB$$

A visszanyert csatornák (LF' , RB' , RF' , LB') azonosan megegyeznek a bemenő csatornákkal, vagyis létrejött a diszkrét négycsatornás átvitel. Ha feltételezzük, hogy az átviteli csatornák zaja egyenlő amplitúdósűrűségű és egymástól független, úgy a vevőoldalon a jel-zaj viszony nem rosszabb, mint a négy eredeti jel közvetlen (mátrixolás nélküli) átvitele esetén.

A Scheiber-féle mátrix nem alkalmaz fázistolókat, vagyis a kódolási együtthatók valóságosak. Kérdés, lehetséges-e hasonló, a 4-2-4 átvittel egyidejű 4-4-4 átvitel, a fázistolást is alkalmazó mátrix-rendszereknél is?

1.2. A Sansui QS mátrix esetében [3] a kétcsatornás mátrix-átvitellel egyidejű diszkrét jelátvitel lehetősége könnyen bizonyítható, hiszen az eredeti két átviteli csatornát az adó oldalon az alábbi módon alakíthatjuk négygyé:

$$\begin{aligned} L_1 &= 0,92 LF + j 0,38 RB \\ L_2 &= 0,38 RF + j 0,92 LB \\ R_1 &= 0,38 LF - j 0,92 RB \\ R_2 &= 0,92 RF - j 0,38 LB \end{aligned} \quad (5)$$

A 4-2-4 átvitel ugyanúgy jön létre, mint előző példánkban; a 4-4-4 átvitelhez a vevő oldalon az alábbi összegzéseket hajtsuk végre:

$$\begin{aligned} LF' &= 0,92 L_1 + 0,38 R_1 = LF \\ RB' &= -0,38 L_1 + 0,92 R_1 = -j RB \\ RF' &= 0,38 L_2 + 0,92 R_2 = RF \\ LB' &= 0,92 L_2 - 0,38 R_2 = j LB \end{aligned} \quad (6)$$

Egy utólagos fáziskorrigálás, mely az eredeti csatornák azonos visszanyerését eredményezi, sem az áthallási, sem a jel-zaj viszony értékeket sem befolyásolja. A diszkrét négycsatornás átvitel létrehozható.

1.3. A SQ mátrixnál [4] a dekóder-oldalon további

$$\begin{bmatrix} L \\ R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,94 & 0,342 \\ 0,342 & 0,94 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 10^\circ & 65^\circ \\ -65^\circ & -10^\circ \end{bmatrix}$$

Az indexben szereplő mennyiségek az együtthatók fázistolását jelentik fokban.

$$\begin{aligned} L_1 &= 0,94 \begin{matrix} 10^\circ \\ \end{matrix} LF + 0,342 \begin{matrix} -115^\circ \\ \end{matrix} RB \\ L_2 &= 0,342 \begin{matrix} 65^\circ \\ \end{matrix} RF + 0,94 \begin{matrix} -25^\circ \\ \end{matrix} LB \\ R_1 &= 0,342 \begin{matrix} -65^\circ \\ \end{matrix} LF + 0,94 \begin{matrix} 25^\circ \\ \end{matrix} RB \\ R_2 &= 0,94 \begin{matrix} -10^\circ \\ \end{matrix} RF + 0,342 \begin{matrix} 115^\circ \\ \end{matrix} LB, \end{aligned} \quad (11)$$

megoldásokat kell tenni. Az eredeti kódoló egyenletek:

$$\begin{bmatrix} L \\ R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -j & 0,7 & 0,7 \\ 0 & 1 & - & 0,7 & j & 0,7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} \quad (7)$$

Ez esetben a négy független átviteli csatorna:

$$\begin{aligned} L_1 &= LF \\ L_2 &= -j \cdot 0,7 LB + 0,7 RB \\ R_1 &= RF \\ R_2 &= -0,7 LB + j \cdot 0,7 RB \end{aligned} \quad (8)$$

A diszkrét négycsatornás vevőkészülékben a dekódolás a következő:

$$\begin{aligned} LF' &= L_1 = LF \\ RF' &= R_1 = RF \\ LB' &= -0,7 (R_2 - j L_2) = LB \\ RB' &= 0,7 (L_2 - j R_2) = RB \end{aligned} \quad (9)$$

Az előző mátrixhoz hasonlóan a jel-zaj viszony az SQ mátrix esetében is változatlan marad. Áramköri realizálás szempontjából azonban nehézség tűnik a (9) egyenletek szerinti 90°-os fázistolás megvalósítása, mivel a kvadrofóniában használatos fázistolók jelentős amplitúdó- és fázishibával rendelkeznek. Ideális fázistolók alkalmazása pedig jelentősen és feleslegesen drágítaná a diszkrét négycsatornás vevőkészüléket. Bizonyítható ugyanis, hogy az LF , RF , LB , RB jelek áthallásmentesen visszaállíthatók nem ideális fázistolók alkalmazása esetén is, feltéve, hogy az átviteli lánc valamennyi fázistolójának amplitúdó- és fázismenete azonos (bizonyítás a függelékben).

Figyelemre méltó, hogy az eddig tárgyalt kódoló mátrixok esetében a vevőkészülékben levő 2-4 dekódoló áramkörök minden további nélkül felhasználhatók a 4-4-4 mátrixátvitel céljaira is.

Végül bemutatjuk a korrekciós mátrix-kvadrofon átvitel lehetőségét a BBC H mátrix [5] esetében is.

1.4. A BBC H kódolás:

$$\begin{bmatrix} L \\ R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,94 & 0,342 \\ 0,342 & 0,94 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -25^\circ & -115^\circ \\ 115^\circ & 25^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} \quad (10)$$

a vevő oldalon pedig:

$$\begin{aligned} LF' &= 0,94 \begin{matrix} -6^\circ \\ \end{matrix} L_1 + 0,342 \begin{matrix} 34^\circ \\ \end{matrix} R_1 = LF \\ RB' &= 0,342 \begin{matrix} 93,5^\circ \\ \end{matrix} L_1 + 0,94 \begin{matrix} -21,5^\circ \\ \end{matrix} R_1 = RB \\ RF' &= 0,342 \begin{matrix} 34^\circ \\ \end{matrix} L_2 + 0,94 \begin{matrix} 6^\circ \\ \end{matrix} R_2 = RF \\ LB' &= 0,94 \begin{matrix} 21,5^\circ \\ \end{matrix} L_2 + 0,342 \begin{matrix} -93,5^\circ \\ \end{matrix} R_2 = LB \end{aligned} \quad (12)$$

2. Kompatibilitás

Az eddigi gondolatmenetben a transzfer csatornák jeleit négy vezetéken továbbítottuk, míg valóságos esetben elsősorban rádióadás és hanglemez-átvitel jöhet szóba. Különösebb bizonyítást azonban ez esetben sem igényel, hogy a korrekciós mátrix-kvadrofon átvitel mono-, sztereo, vagy más kompatibilitása, jel-zaj viszonya, és akusztikai tulajdonságai az alkalmazott 4–2–4 és 4–4–4 eljárások függvénye, és a fenti paraméterekben az alkalmazott eljárásokhoz képest minőségi romlás nem tapasztalható. Figyelemre méltó azonban, hogy míg az ismert eljárások alkalmazásakor zavarjelek esetén (távoli adó, kopott hanglemez stb.) egy diszkrét műsor csak kétszatornás sztereo formában élvezhető, addig korrekciós mátrix-kvadrofon átvitel esetén 4–2–4 mátrixvétel is lehetséges. Nem utolsó szempont az, hogy egy adott rádióállomás vagy hanglemez társaság tetszőleges időpontban áttérhet egy bevált mátrix-kvadrofon átvitelről — azt megtartva — az egyidejű diszkrét átvitelre.

3. Kísérleti eredmények

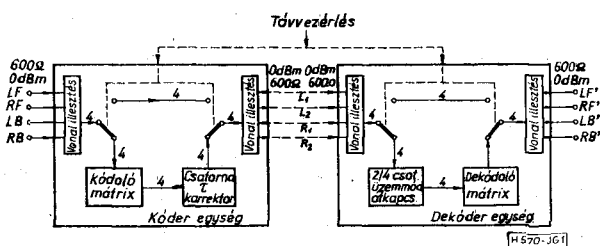
3.1. Az eljárás gyakorlati megvalósításánál az SQ mátrix kódolási együtthatóit vettük alapul.

Egy, a (8) egyenleteket megvalósító kódert, és egy (9) egyenleteket megvalósító dekódert építettünk. A berendezések a kiegészítő áramköröket (vonalillesztés, tápegység stb.) is tartalmazták.

Egy távvezérelhető kapcsoló segítségével lehetőség nyílt a kóder és a dekóder egyidejű kiiktatására az átviteli láncból, így a közvetlen négycsatornás átvittel történő gyors összehasonlításra is. A berendezés részletes ismertetése e cikknek nem feladata, azonban megjegyezzük, hogy a korrekciós mátrix-kvadrofon átvitel megvalósításához a kóderbe kellett a jelentősebb áramköri többletet beépíteni. A kísérleti összeállítás vázolata az 1. ábrán látható.

A vizsgálatokat „rövidzárban” végeztük, vagyis a kóder kimeneteit a dekóder bemeneteihez csatlakoztattuk, és az így keletkezett átviteli utat vizsgáltuk. 4–2–4 üzemmódban az SQ rendszerre jellemző paramétereket kaptunk, mérési hibán belül, de ennek létrejötte triviális is volt. A vizsgálat arra irányult, hogy a négycsatornás korrekciós mátrix-átvitel teljesíti-e egy diszkrét négycsatornás átvittel szemben támasztható követelményeket, vagy sem.

3.2. A kóder és a dekóder mérési eredményeinek külön-külön történő felsorolása messze túlhaladná e cikk kereteit. Áttekinthetőbb az adathalmaz, ha a kóder és a dekóder sorbakapcsolásával keletkező



1. ábra. A korrekciós mátrixátvitel vizsgálatának tömbvázolata.

átviteli út főbb specifikációs adatait közöljük, a részletezett adatok helyett.

Az 1. ábrán látható átviteli út főbb specifikációs adatai 4 csatornás mátrix üzemmódban:

a) Áthallások

- Bármely első csatornából bármely csatornába 40 Hz és 15 kHz között:
jobb, mint -50 dB
- Bármely hátsó csatornából bármely első csatornába 40 Hz és 15 kHz között:
jobb, mint -50 dB
- Egyik hátsó csatornából a másik hátsó csatornába 1 kHz-en:
jobb, mint -40 dB
- 200 Hz és 10 kHz között:
jobb, mint -30 dB

b) Frekvenciamenet

- Bármely csatornán 40 Hz és 15 kHz között:
±1,5 dB-en belül

c) Harmonikus torzítás

- Bármely csatornán a teljes kivezérési szint felett 6 dB-el 40 Hz és 15 kHz között:
kisebb, mint 1%

d) Jel-zaj viszony

- Bármely csatornán:
jobb, mint 60 dB

Ezeket a mérési eredményeket kielégítőnek tartottuk. A kóder és a dekóder beállítása külön-külön történt, és így pl. a kóder paramétereinek alkatrészszórásból adódó eltéréseit szándékosan nem korrigáltuk a dekóderben. A kóder és a dekóder beállítása csak az amplitúdóviszonyokra szorítkozott a beméréskor, a fázistolóhoz nem nyúltunk. Ezzel — az átviteli paraméterek rovására — a realizálhatóság biztonságáról kívántunk meggyőződni.

3.3. Szubjektív akusztikai meghallgatáskor a kísérletek alanyai általában szakemberek voltak, így nem volt szükség az irodalom [6] által ajánlott módszerekre, viszont a kísérletezők aktív szerepet vállalhattak. Az egyik ilyen meghallgatásban részt vevő személyek a Híradástechnikai Tudományos Egyesület Kvadrofon Munkabizottságának tagjai voltak. Valamennyi kísérleti személy véleménye egyhangzóan az volt, hogy az első meghallgatáskor nem tudnak a hagyományos diszkrét átvitel és a korrekciós mátrixátvitel négycsatornás változata között különbséget tenni. Ekkor felhívtuk figyelmüket a fázistolók jellegére, és szemléltettük az alkalmazott fázistolók tranziens jelekre adott válaszainak jelalakjait. A kísérletekben részt vevő szakemberek ezután többszöri lehetőséget kaptak arra, hogy a kétféle eljárást átkapcsolással saját maguk vizsgálhassák. A külön erre a célra készült speciális vizsgálóműsor hallgatása-

kor a hallgatók így sem tudtak különbséget felfedezni, még a felvételt készítő hangmérnök sem.

4. Összefoglalás

A magyarországi kvadrofon kísérletek jelenlegi helyzete mind hangfelvételi, mind rádióadás szempontjából jelentős előrehaladást mutat. Egy adott kvadrofon-átviteli eljárás bevezetése műszakilag már nem jelent problémát. Figyelembe véve azonban a kvadrofon kísérleti adásokkal régóta foglalkozó országok késlekedő döntését, mindenképpen előnyösnek tűnik egy rugalmas és bővíthető rendszer alkalmazása, a speciális hazai megvalósítási lehetőségeket kihasználva.

*

A szabadság létrejöttét és megvalósítását elméleti, gyakorlati, szervezési és jogi vonalon igen sokan elősegítették, kiknek e helyen mondunk köszönetet. Külön köszönet illeti önfeláldozó közreműködéséért Dr. Tótfalvi Gyulát, Újházy Lászlót, a Kvadrofon Munkabizottság tagjait, valamint Kecskés Ferencét, Juhász Jánost és Soós Imrét. Köszönet illeti az Orion Rádió és Vili. Vállalatot a publikálás engedélyezéséért.

5. Függelék

5.1 Egy mátrix-kvadrofon átvitel matematikailag mint a kódoló és a dekódoló mátrix szorzata írható le. Az átviteli út elején levő bemenőjelek az út végén megjelenő jelekkel akkor és csak akkor lehetnek azonosan egyenlők, ha a teljes átviteli mátrixa, tehát a kódoló és a dekódoló mátrix szorzata egységmátrix. Ennek feltétele az, hogy a kódoló mátrix négyzetes és invertálható legyen, valamint a dekódoló mátrix a kódoló inverze legyen.

Tekintsük egy tetszőleges 4—2—4 kvadrofonrendszer kódoló egyenleteit.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} \quad (13)$$

Képezzünk négy új független átviteli csatorna-jelet (U, V, S, T), ahol

$$\begin{aligned} U + V &= X \\ S + T &= Y \end{aligned} \quad (14)$$

oly módon, hogy a (13) kifejezésben szereplő mátrixot zérus elemekkel négyzetessé bővítjük, majd a 3. és 4. oszlop elemeit az oszlopon belül áthelyezzük:

$$\begin{bmatrix} U \\ S \\ V \\ T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & 0 & 0 \\ y_1 & y_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_3 & x_4 \\ 0 & 0 & y_3 & y_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} \quad (15)$$

Nevezzük a kódolás mátrixát A-nak. A-nak létezik az inverze, A^{-1}

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{y_2}{D_1} & -\frac{y_1}{D_1} & 0 & 0 \\ -\frac{x_2}{D_1} & \frac{x_1}{D_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{y_4}{D_2} & -\frac{y_3}{D_2} \\ 0 & 0 & -\frac{x_4}{D_2} & \frac{x_3}{D_2} \end{bmatrix} \quad (16)$$

ha a determinánsok:

$$D_1 = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix} \neq 0 \quad \text{és} \quad D_2 = \begin{vmatrix} x_3 & x_4 \\ y_3 & y_4 \end{vmatrix} \neq 0 \quad (17)$$

A kódolás és dekódolás egyenletei:

$$\begin{bmatrix} U \\ S \\ V \\ T \end{bmatrix} = A \cdot \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} = A^{-1} \cdot \begin{bmatrix} U \\ S \\ V \\ T \end{bmatrix} \quad (18)$$

tehát:

$$\begin{bmatrix} LF' \\ RF' \\ LB' \\ RB' \end{bmatrix} = A^{-1} \cdot A \cdot \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix}, \quad \text{vagyis}$$

$$\begin{bmatrix} LF' \\ RF' \\ LB' \\ RB' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} LF \\ RF \\ LB \\ RB \end{bmatrix} \quad (19)$$

Megjegyzendő, hogy egyetlen kódolási együtthatónak sincs kitüntetett szerepe, így a kódoló mátrix négyzetessé bővítése másképp is elvégezhető. A jelzaj viszony optimális értékének elérése érdekében pl. a Scheiber, QS és BBC H mátrixok esetében a második és harmadik oszlopvektor függőleges eltolásával keletkezett a (3), (5), (11) egyenleteknek megfelelő mátrix. A gyakorlat szempontjából pedig előnyös az olyan dekódoló mátrix, melynek főátlójában egységelemek vannak. Az ilyen dekódolás nem az eredeti jeleket, hanem azoknak konstansszorosát állítja vissza.

5.2 Fázistolást is alkalmazó mátrixok esetében szükség van arra, hogy az egyik csatorna jelét egy másik, referencia-csatornához képest a teljes hangfrekvenciás sávban adott fázisszöggel elforgassuk. A gyakorlati realizálásban a referencia-csatorna is tartalmaz fázistoló elemeket. Ezek általában mindent átteresztő futási idő korrektorok, vagy Wien-hidas fázistolók. A két csatorna fáziskülönbsége azonban csak durva közelítéssel nevezhető állandónak. A fázistoló elemek amplitúdóhibákat is létrehozhatnak.

Legyen:

- a referencia-csatorna fázistolójának amplitúdómenete: $A(\omega)$
- a -90° -osnak ($-j$) nevezett csatorna fázistolójának amplitúdómenete: $B(\omega)$, és fázisa a referencia-csatornához képest

$$\varphi(\omega) = e^{-j\left[\frac{\pi}{2} + \Delta(\omega)\right]}$$

Bizonyítható, hogy a (9) szerinti dekódolás áthallásmentes jelekhez vezet, feltéve, hogy az átviteli csatornában alkalmazott fázistolók amplitúdó- és fázismenete azonos (azonosan tökéletlen). Példaként vegyük az RB' jel visszaállítását:

$$RB' = 0,7[A(\omega)L_2 + B(\omega)\cdot\varphi(\omega)R_2] \quad (20)$$

ahol (8)-ből:

$$L_2 = 0,7[B(\omega)\cdot\varphi(\omega)LB + A(\omega)RB] \quad (21)$$

$$R_2 = -0,7[A(\omega)LB + B(\omega)\cdot\varphi(\omega)RB]$$

tehát:

$$RB' = 0,5[A(\omega)\cdot B(\omega)\cdot\varphi(\omega)LB + A^2(\omega)RB - B(\omega)\cdot\varphi(\omega)\cdot A(\omega)LB - B^2(\omega)\cdot\varphi^2(\omega)RB] = 0,5\cdot[A^2(\omega) - B^2(\omega)\cdot\varphi^2(\omega)]\cdot RB \quad (22)$$

Az LB -t tartalmazó tagok kiestek, RB együtthatója pedig jó közelítéssel egységnyi.

IRODALOM

- [1] Cooper, D. H. és Shiga, T.: Discrete-matrix multichannel stereo. Journal of the AES. 1972. jún.
- [2] Scheiber, P.: Four Channels and compatibility. Journal of the AES. 1971. ápr.
- [3] Ito, R.: Proposed universal encoding standards for compatible four-channel matrixing. Journal of the AES. 1972. ápr.
- [4] Bauer, B. B., Gravereaux, D. W., Gust, A. J.: A compatible stereo-quadrasonic (SQ) record system. Journal of the AES. 1971. szept.
- [5] Meares, D. J., Ralliff, P. A.: The development of a compatible 4—2—4 quadrasonic matrix system, B.B.C. Matrix H. E.B.U. Review — Technical Part. 1976. okt. 212—216 old.
- [6] Ugyanott: 209—212 old.