

Hangfrekvenciás berendezések csatlakoztatása 5.

Csiszár János okl. villamosmérnök, csiszarjanos@t-online.hu

2.2 A digitális hangjeleket átvivő vezetékek tulajdonságai (folytatás)

Dielektromos hullámvezető (optikai kábel): ha az elektromos jelek változásait fényingadozássá alakítjuk, akkor azok optikai kábelen (üvegszálon) továbbíthatók. A fény optikai szálból való kilépését meg kell akadályozni, ezért az üvegszálat két koncentrikusan elhelyezett elemből, magból és köpenyből alakítják ki (10. ábra).

A két alkotó törésmutatója különböző, a magé valamivel nagyobb, mint a köpenyé, így a két-tő határán a fény teljes visszaverődést szenved, és a fotonok nem lépnek ki a magból.

A fénysugarak terjedésük során a visszaverődések miatt különböző utat tesznek meg, ezért a kimeneti érzékelőhöz, a fotodiódához nem fázisban érkezik, emiatt kevesebb fény érkezik a vételi oldalra, az optikai kábel csillapítja a jelet. A különböző időpontokban érkező fénysugarak miatt a kimeneti impulzus időtartama is hosszabb lesz, mint a gerjesztő impulzusé, a kimenőjel tehát amplitúdójában és időtartamában is torzul a bemenő impulzushoz képest. A mag átmérője 200, a köpenyé 230 mikrométer, a csillapítás 7-8 dB/km (Multi-mode, step index optical fiber). Ha a belső mag törésmutatója nem állandó a hely függvényében, hanem a mag közepétől a palást felé parabolikusan csökken, a fény-

sugarak a köpenyt elérve visszahajlanak, körülbelül egy szinuszhullámnak megfelelő pályán. Ezáltal az útkülönbségek lényegesen kisebbek lesznek, ez pedig kisebb csillapítást (3 dB/km) eredményez (Multi-mode, graded index optical fiber). Amennyiben a magot olyan kis átmérőjűre választjuk (6-9 mikrométer, köpeny 125 mikrométer), hogy a fénysugár nem visszaverődésekkel, hanem a mag közepén egyenes vonalban terjed, nincsenek a vevő oldalon fáziskülönbséggel érkező fénysugarak, a fény csak a magban található inhomogenitások miatt csillapodik, lényegesen kisebb (0,3 dB/km) mértékben (Mono-mode optical fiber).

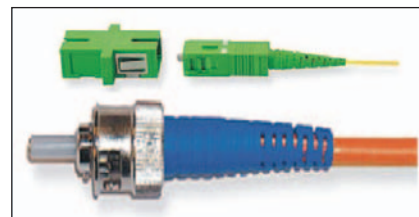
A kábel csillapítása erősen hullámhosszfüggő, a működési tartományt (az alkalmazott fény hullámhosszát) a csillapítás maximumok közötti minimumokra választják, az infravörös és a látható fény tartománya között.

A fényvezető szálat ragasztással vagy hegesztéssel kötik össze egymással, az összekötési felületen 0,2 – 0,5 dB járulékos csillapítással lehet számolni.

Az elektromos jelek fénné alakításához LED-et vagy lézerdiodát alkalmaznak, a vevő fotodióda.

A nagy áthidalható távolság mellett az optikai kábel további előnye, hogy elektromágneses zavarral szemben érzéketlen.

A berendezésekhez az optikai kábelek speciális, precíz kialakítású, stabil mechanikai felépítésű



14. fotó

csatlakozókkal csatlakoznak a reflexiók elkerülése érdekében. A 14. fotón kétfajta, gyakran alkalmazott csatlakozótípus látható.

A közszükségleti hangberendezések esetében nagyon elterjedt az ún. „TOSLINK” csatlakozó, amely kb. 20 Mbit/s adatsebességig biztosítja a digitális jelátvitelt, max. 10 méteres távolságig. A csatlakozót a TOSHIBA tervezte, 1985-től használatos CD játszó, DVD lejátszó hangerősítőhöz való csatlakoztatására. Előnye, hogy pl. a DVD játszó 5.1 hangja egyetlen kábellel csatlakoztatható az erősítőhöz. A 15. fotón a TOSLINK csatlakozó látható.

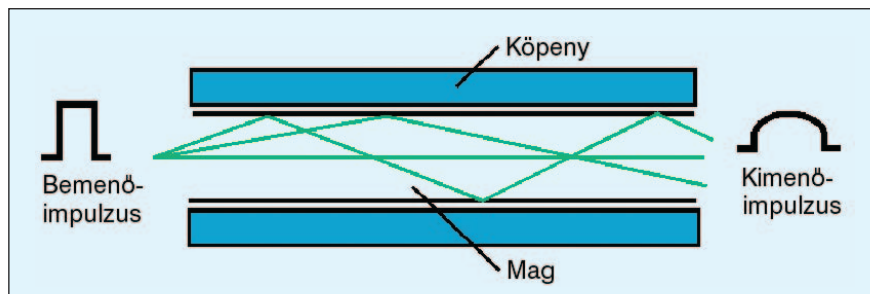
Egy későbbi fejlesztés eredménye a 3,5 mm átmérőjű TOSLINK optikai kábel csatlakozó, mely megjelenésében igencsak hasonlít a 3,5 mm-es jack dugóhoz, de természetesen optikai vezetősálat csatlakozik hozzá.

2.3 A digitális hangátvitel néhány szabványos interfészének adatsebessége, jellemzőik

2.3.1 Az AES/EBU digitális interfész (AES 3)

A 80-as évekre számos digitális hangtechnikai termék került piacra, de minden gyártó a saját „házi szabvány” szerinti interfészt építette az eszközökbe (TDIF, ADAT...), így sikeres adatátvitel csak az azonos gyártótól származó berendezések között volt lehetséges.

1985-ben az Audio Engineering Society mérnökei dolgoztak



10. ábra

EVERYTHING YOU NEED IN ONE PLACE

DIODES
TRANSISTORS
THYRISTORS
TRIACS
INTEGRATED CIRCUITS
MICRO-CONTROLLERS
MEMORIES
COMMUNICATION MODULES
AND MANY MORE...

www.tme.hu

Transfer Multisort Elektronik

TME Hungary Kft. - 1143 Budapest, Ilka u. 46. 1/1., tel.: +36 1 220 67 56, fax: +36 1 273 03 28, e-mail: tme@tme.hu, www.tme.hu
Székhelyünk: ul. Ustronna 41, 93-350 Lodz, Poland, tel. +48 42 645 54 44, fax +48 42 645 54 70, e-mail: export@tme.eu, www.tme.eu

ki egy digitális interfész szabványt, melynek véglegesítésénél közreműködött a European Broadcasting Union is, így lett a szabvány egyik elnevezése AES/EBU, másik, rövidebb elnevezés pedig az AES 3.

A szabvány szerint két hangcsatorna, maximum 24 bites kódjait 32; 44,1; vagy 48 kHz mintavételi frekvenciával, valós időben, sorosan továbbítja. A bal és a jobb csatorna digitális információi alkotnak egy ún. „keretet”, ebben egy csatorna átvitele 32 bitet igényel, tehát a két csatorna átvitelek 64 bitet viszünk át egy mintavételi periódusban (**11. ábra**).

Megoldást kellett találni az egyre inkább elterjedő, 96 kHz/24 bit rendszerek jeleinek átvitelére is. A legkézenfekvőbb megoldás, hogy megtartva az interfész információsebességét az eddigi két csatorna helyett csak egyet viszünk át, de azt dupla mintavételi frekvenciával. Az 1. és 2. subframe-ben csak az L, vagy csak az R csatorna jelei találhatóak, így viszont a két csatornának két külön

kábel és két interfész szükséges. A subframe-et 4 szinkron bit vezeti be, ezeknek más az értékük a frame kezdeténél, illetve a második subframe-nél, ezzel azonosítják a frame (subframe) kezdeteket. A következő 4 segéd (AUXILIARY) bitet akkor használjuk digitális hangjel átvitelre, ha 24 bites az átvitt jel. Következik a 20 hangbit, amelyből 16 bites rendszer esetén az első négy nulla értékű, ugyanis időben először az LSB következik, a subframe végén van az MSB.

A hang információs biteket 4 bit, V, U, C, P követi. A „V” tájékoztat arról, hogy igazi, vagy javított a hangadat (Valid).



15. fotó

Az „U” bit felhasználói bit (User), tetszőlegesen állítható, vele adatok vihetők át.

A „C” a csatorna státuszt jelöli, mintavételi frekvencia, felbontás, előkiemelés, monó/sztereó, idő kód és CRC hibafelismerő kódot tartalmaz.

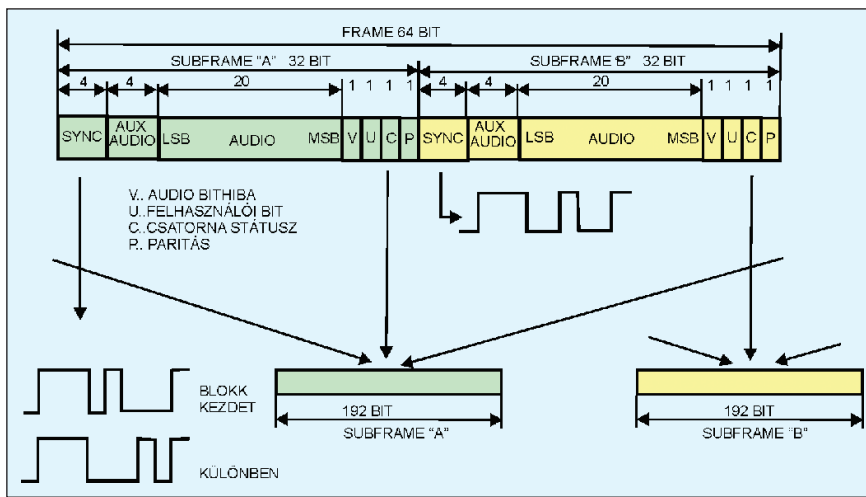
Természetesen egy bit ennyi információt nem hordozhat, ezért „összegyűjtnek” 192 subframe-t, ebből alakítják ki a 24 db 8 bites információt.

48 kHz mintavétel esetén az egymás után következő „C” információk 4 ms-ra követik egymást, ugyanis

$$t_c = \frac{1}{48000} \cdot 192 = 4 \text{ ms.}$$

A „P” egy paritásbit a subframe hibafelismeréséhez, javításához.

Az AES/EBU jel csatornakódolása bifázisú, tehát önszinkronizáló (a szinkronjel az adatfolyamból kinyerhető), nem kell tehát külön vezeték az órajelet is továbbítani. Nullás digitek esetén csak a cellahatárokon van szint-



11. ábra

váltás, logikai egyes esetén a cellában is történik szintváltás. Egy bit-sorozathoz rendelt bifázisú jel látható a 12. ábrán.

Az interfészt úgy tervezték, hogy az átviteli kábel az analóg hangtechnikában alkalmazott szimmetrikus, árnyékolt hangkábel legyen, a maga 110-140 ohmos hullámimpedanciájával. A csatlakozók XLR típusúak, szimmetrikus jelhez szolgáló bekötéssel, tehát a hangstúdió a már meglévő kábelekkel üzemeltethető tovább, de most már digitális formátumban.

A hangfrekvenciás kábelen a jelet 5 méterig problémamentesen továbbíthatjuk, ugyanis az információsebesség 48 kHz mintavételi frekvencia esetén:

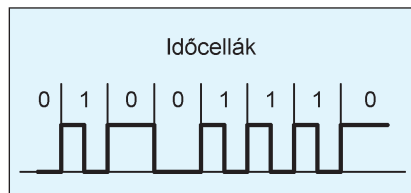
$$V_{\text{ADAT}} = f_s \times N = 48000 \times 64 = 3,072 \text{ Mbit/s}$$

Az adatfolyam amplitúdója XLR csatlakozás esetén nem a szabványos TTL szint, a szabvány 3...10 V közötti feszültségszinten rögzíti az amplitúdót.

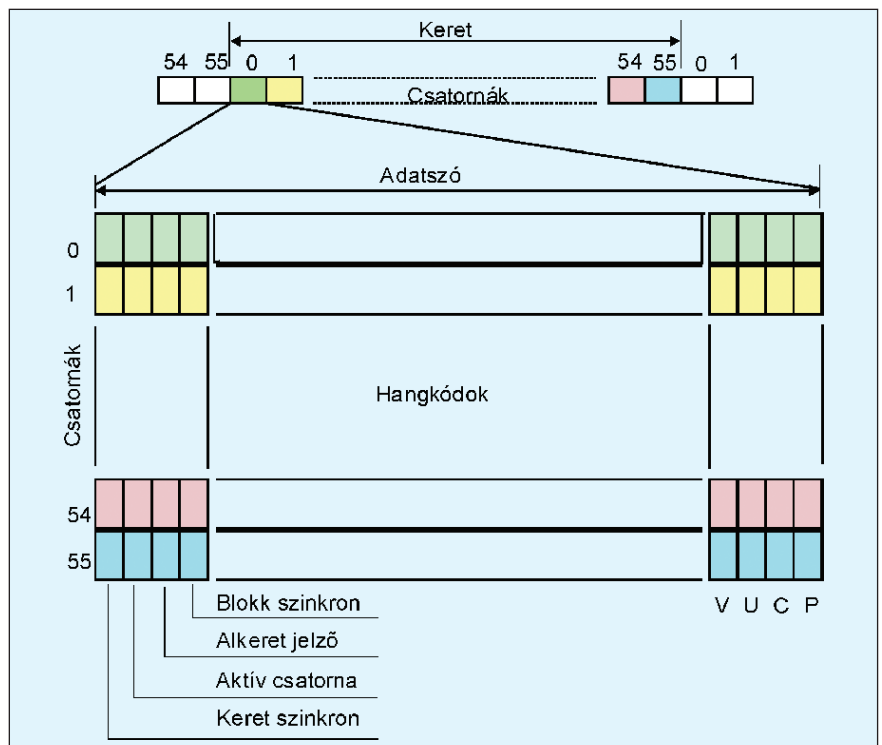
Nagy távolságú (300 méterig) jelátvitel esetére módosították a szabványt, és lehetővé tették a jóval nagyobb sávzélességű, 75 ohmos koaxiális kábelben történő jelátvitelt is. A jelfeszültség igazodva a videojelek szabványához 1 V csúcstól-csúcsig. A berendezések csatlakoztatására BNC csatlakozót használunk.

Gyakran előfordul, hogy az átviteli kábel CAT 5 STP (screened

twisted pair) típusú, RJ 45 csatlakozóval, az átviteli távolság 100 m nagyságrendben van. Nagyobb távolság áthidalása esetén az átvívó közeg optikai kábel, amely 2 km-ig alkalmazható.



12. ábra



13. ábra

2.3.2 Az SPDIF interfész (Sony Philips Digital InterFace)

Ez az interfész az AES/EBU szabványának a közszükségleti készülékekre érvényes változata, a csatornakód és keretfelépítés azonos mindkettőnél. 1989-ben szabványosították, IEC-958 elnevezéssel.

Az átviteli közeg az SPDIF esetében koaxiális kábel, RCA, ritkán 3,5 mm jack csatlakozókkal.

A feszültségszintek is mások, mint AES/EBU esetében, a jel csúcstól-csúcsig 1 V, szemben az AES/EBU 3...10 V-jával.

A maximális kábelhossz koaxiális kábel esetén 50 m.

A „C” csatornakódok nem úgy értelmezettek, mint az AES/EBU esetében, a 24 „összegyűjtött” bájtból csak öt, az első négy és a 23. hordoz információt.

2.3.3 MADI interfész (Multichannel Audio Digital Interface)

Az AES 1991-ben kidolgozta a kétcsatornás szabványon alapuló, de max. 56 csatorna átvitelére alkalmas MADI interfészt, melyet AES10 elnevezéssel szabványosítottak. (13. ábra)

A keretfelépítés az első négy bit kivételével megegyezik az AES-3 szabvánnyal, a négy kezdő