



*Megkezdjük az MPEG-4 encoderek gyártását,  
amelyek panelje valódi high-tech műremek*

A tartalomból:

- Kártyasztori
- SDI – Serial Digital Interface  
*Általános ismertető az SDI adatátviteli rendszerről*
- A transport stream analízálása a távolból  
*A CW-4957 bemutatásának második része*
- Hibakeresés a transport streamben  
*Sorozatunk második része a táblák hibáival foglalkozik*
- Egyéb alternatívák a nagyfelbontású tv-jelek átvitelére  
*Adatátvitel a 60 GHz-es sávban*
- Az RJ-45 mindenek felett - HDBase-T  
*A technológiák ötvözése*

# **CableWorld**

## ***h í r e k***

A CableWorld Kft. technikai magazinja  
2011. február

Számunk fő témája:

**Az SDI soros adatátviteli rendszer**

**46.**

## Kártya, PIN

Egy ügyfelünk a minap a TotalCrypt rendszerben használandó kártya iránt érdeklődött, és sehogy sem akarta elhinni, hogy ehhez a rendszerhez nem szükséges kártya, mivel egy CAM modul formában kialakított, csak elektronikát tartalmazó zárt descrambler modullal működik. Ennek ellenére tökéletesen megérttem őt, hiszen korunkban szinte minden kártyára és PIN kódra működik.

De hát honnan jön ez a kártyainvázió? Az elektronikus kártyát, a PIN kódot és a pénzkidó automatát (ATM) ha nem is egy időben, de azonos céllal, banki szolgáltatásokhoz hozták létre. Az első pénzkidó automatát 1939-ben az USA-ban a Citicorp bank állította üzembe, de a bank 6 hónap után csekély érdeklődésről számolt be.



Ma már népszerűek az ATM-ek



Bár vitatják, úgy tűnik, hogy az ATM sikertörténete a Barclays Bank 1967-ben Londonban kihelyezett automatájával kezdődött. Emlékét egykori helyén plakett őrzi. Ez az ATM és a PIN kód (Personal Identification Number = személyi azonosító szám, amely ilyen erővel lehetne akár SZASZ is)

egy John Shepherd-Baron nevű gyárigazgató nevéhez köthető, akinek gyárában fejlesztették ki ezt az ATM-et. A jó Shepherd-Barron hatjegyű kódot alkalmazott volna, de felesége (aki feltehetőleg sok mindent sokallt már) sokallta a 6 jegyet, így lett a kód végül négyjegyű. Ebbéli szolgálataiért 2004 végén Shepherd-Barront az angol királynő a Brit Birodalom Érdemrendjével tüntette ki, amit ő a „jobb későn, mint soha” maliciózus megjegyzéssel kommentált.

Az ATM-ek népszerű neve az USA-ban a dallamos *hole-in-the-wall* („lyuk a falban”), holott ez kis hazánkban sokkal találozhatóbb lenne, mivel ez keletkezik, miután terepjárós szakik drótkötéllal, láncsal kitépték az ATM-et a falból.

Az elektronikus kártyák első (és ma még legelterjedtebben használt) generációja mágnescsíkon három „magnósávban” tartalmazza az információt. Egyes típusai mágnes közelében (akár a pénztárca mágneses patentjétől) elveszíthetik a rajta lévő információt, s átmenetileg fuccs a pénzednek. Még nagyobb veszélyt jelentenek a magnófejes készülékekkel szorgoskodó kártyahackerek, akik után viszont végleg fuccs a pénzednek.

Mindezek miatt az európai bankbiztonsági szervezet 2010 végét határozta meg határidőként a mágnescsíkkal működő bankkártyák helyett chipes kártyák (smart card – okos kártya) bevezetésére. A kártyába épített chip 8 aranyozott érintkezőjével csatlakozik a leolvasóhoz, onnan kap táplálást, s válik kiolvashatóvá, vagy a mikroprocesszorral ellátott még okosabb kártyaváltozat on-line üzemből a bank számítógépéhez kapcsolódik. A kényelem fokozására elterjedt az érintkezés

nélküli kártya is, amellyel a leolvasó RF indukció útján lép kapcsolatba, így a kártya 20-30 cm távolságból, akár a zsebedből intézkedhet. (A smart card maga műszaki remekmű, manapság 25 ~ 32 MHz-es 32-bites ultravékony RISC processzorával, hajlításnak (farzseb), dörzsölésnek (jégkaparás szélvédőről), magas hőmérsékletnek, nedvességnek (fürdőgáta), sztatikus elektromosságnak, kémiai anyagoknak, ultrahibolya- és röntgensugárzásnak, mágneses tereknek ellenálló kivitelével, s mindössze néhány dollár előállítási költséggel.)

A fenti kártyák mellett vannak kamu kártyák is, amelyek csak bankkártya formájú kartondarabok, semmi elektronikus funkciójuk nincs, csak rá van nyomtatva ez az, esetleg vonalkód is. Azért ezeket is szerethetjük, például ha kedvezményre jogosítanak.

A kártyák túlnőtték a banki használatot és szédületes karriert futottak be. Ma már össze sem lehet számolni, mennyi alkalmazásban használunk kártyát: számos pénztől duzzadó bankkártyánk mellett belépőkártyák, tagsági kártyák, kedvezménykártyák, pontgyűjtő kártyák, parkolókártyák, telefonkártyák garmadája duzzasztja tárcánkat. De kártyán van már személyi igazolványunk (egy korábbi 12 oldalas könyvecske helyett), vezetői engedélyünk (egy rózsaszín, harmonikászerűen összehajtott, bonyolult műanyagtasakba helyezett dokumentum helyett), ott vannak a szállodai kulcskártyák, siberletkártyák, és se szeri se száma a további praktikus alkalmazásoknak.



Sok a kártya

Sok város közlekedési vállalatjai a smart card bérletkártyák mellett kártyát használnak egyszeri jegy helyett is, ezek persze mágneskártyák olcsó papír anyagon. (Annyi a kártya, hogy a jobb „íratmegsemmisítő” gépek a kártyák aprítására is alkalmasak – világszerte évente több milliárd (!) kártya kerül forgalomba és nyilván felszeccskázásra is.)

Sok kártyához PIN is tartozik, ezek megjegyzése, fejben tartása nem kis dolog! Van, aki nem is erőlteti ezzel kis agyát, és a PIN kódot az egyszerűség kedvéért felírja bankkártyájára. Ezt azért ne tegyük! Figyeljünk arra is, hogy a kártya, amellyel önfeledten vásárolgatunk esetleg nem hitelkártya-e, amely után aztán majd baráti 45-50 %-os THM-et kell fizetnünk.

Manapság egyre több országban tehermentesítik a tárcákat és sokfunkciós kártyákat alkalmaznak: egyetlen kártya végzi a banki műveleteken kívül a személyazonosítást, belépést épületekbe, ingó- és ingatlan tulajdonok nyilvántartását, egészségügyi adatokat, utazási bérleteket stb.

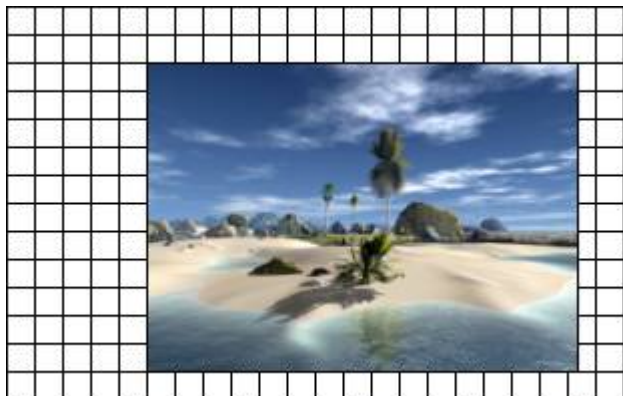
Végül ne felejtjük ki a televíziós területen a kódolt adások vételéhez használt kártyákat se. Egy lelkes tv-megszállott egész sor kártyával kell, hogy felszerelje magát, amelyeket az egyes set-top boxokban, tévékben működő Irdeto, Conax, Videoguard, Cryptoworks, Viaccess, Nagravision, TotalCrypt CAM modulba dug. Ó pardon, ez utóbbiba nem, hiszen éppen erről beszéltünk.

Források: Internet

Kiss Gábor

## SDI - Serial Digital Interface

A televíziótechnika története úgy kezdődött, hogy a mérnökök elővették egy kockás papírt, amelyen kijelöltek 625 sort. Erre helyezték a továbbítandó képet. Némi gondolkodás után rájöttek, hogy a megvalósításnál a kép felrajzolása mellett további teendők is vannak, ezért a kép körül üres sorokat és oszlopokat hagytak. A kockás papír a következők szerint nézhetett ki:



A tér és az idő összekapcsolása akkor kezdődött, amikor a vízszintes tengelyen a kockás területhez  $64 \mu\text{s}$  nagyságú időtartományt párosítottak. A 625 sor és a 25 kép/másodperc adatokból számítható a  $15625 \text{ Hz}$ -es sorfrekvencia és a  $64 \mu\text{s}$  nagyságú soridő. Ezen adatok mellett még szükséges megemlíteni, hogy az aktív sorok száma 576, a kép bal és jobb oldala mellett látható kockás terület a sorszinkron impulzus és a kioltó váll számára biztosít helyet. A „Wikipedia”-hoz szokott olvasó ma így láthatja mindezt, ha az analóg videojel kialakítása iránt érdeklődik:



A televíziótechnika digitalizálása akkor kezdődött, amikor ismételten elővették ezt a kockás papírt és az analóg jel helyére beépítették annak A/D konverterrel előállított digitális értékét. E folyamat szabványosítása 1986 körül kezdődött az ITU-R BT.656 elkészítésével. Ebben a korai időszakban a digitalizálást a professzionális televízió stúdiók igényelték, ugyanis a keverőpultokban sokkal könnyebb a komponensekből álló képeket vágni, manipulálni. Ne feledjük, hogy ebben az időszakban még csak nagyon kis méretű RAM-ok léteztek, így a minták tárolása szóba sem jöhetett, mindent a valós időhöz kellett igazítani. Ez az oka annak, hogy ekkor még a digitális mintákat abban az

időpillanatban küldték a keverőpultba, amikor az a kamerában előállt.

Lehet, hogy e cikk bevezetője kicsit hosszúra sikeredett, de mai korszerű világunk SDI, DVI, HDMI stb. átvitelének lényegét csak az képes megérteni, aki az előzményekkel is tisztában van. A digitális átviteli rendszer egyik végén a kamera, másik végén a tv-vevőkészülék áll, így előbb-utóbb szükségessé válik, hogy részletesen megismerkedjünk a televízió stúdiókban a digitális kamerák, vágóasztalok és encoderek között alkalmazott SDI átvitel részleteivel is.

### 1. A kép digitalizálása

Amikor a '80-as években felvetődött, hogy a minőség javítása érdekében jobb lenne, ha a kamerából az analóg feszültség helyett annak digitális mintáit vinnék a keverőpultba, elsőként a mintavételi frekvenciát kellett meghatározni. (A digitalizálás az NTSC rendszerekben indult, az irodalom többsége ennek adataival kezdi az ismertetést, de e területtel most nem foglalkozunk és a SECAM rendszerről sem teszünk említést.) A mi 625 soros PAL rendszerünkben a  $13,5 \text{ MHz}$ -es órajel frekvencia mutatkozott a legkedvezőbbnek a videojel, pontosabban a világosságjel mintavételezésére. Mint tudjuk, szemünk a színek részleteire kevésbé érzékeny, így a színekülönbségi jelek mintavételezésére ennek fele is megfelelő. Csak emlékeztetőül:

$$Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B$$

$$C_R = 0,71(R-Y), \text{ ahol } R-Y = 0,7R - 0,59G - 0,11B$$

$$C_B = 0,56(B-Y), \text{ ahol } B-Y = 0,89B - 0,3R - 0,59G$$

A képpontok digitális jellel alakításához 8 vagy 10 bites A/D konvertert használva a legegyszerűbb megoldást az adja, ha az A/D konverter adatjelei mellé egy órajel vezetéket is teszünk, és egy sok eres kábelt használva csatlakoztatjuk a kamerát a keverőpulthoz. 10 bites A/D használata esetén, ha az RGB jeleket mintavételezzük, ez a megoldás három darab 12 eres kábelt igényel, benne a  $13,5 \text{ MHz}$ -es órajellel. E háromkábeles megoldás használata meglehetősen nehézkes, ennél jobbat kell keresni. A kábelek száma kettőre csökkenthető, ha az egyiken a világosságjelet, a másikon a két különbségi jel mintáit összeépítve visszük át. A továbbiak szempontjából fontos látni, hogy a két, külön-külön  $6,75 \text{ MHz}$ -es frekvenciával vett mintasorozat összeépítve ugyanolyan  $13,5 \text{ MHz}$ -es órajellel lesz továbbítható, mint a világosságjel.

A sokeres kábelek használatának problémái kényszerítették rá a fejlesztőket egy olyan soros átvitel kidolgozására, amelynél csak egy kábelt kell használni. A fejlesztők az akkoriban kedvelt BNC csatlakozóra és a koax kábelre tervezték az új megoldást.



## 2. A Serial Digital Interface – SDI alapjai

A két 13,5 MHz-es órajellel továbbított adatfolyam közösítése 27 MHz-es órajelet igényel, s ha a 10 bites A/D adatainak átvitelét tervezzük soros formában, akkor ehhez egy  $27 \times 10 = 270$  Mbit/s sebességű soros átviteli rendszert kell tervezni. A 270 MHz-es szinuszel átvitele sem egyszerű a coax kábelben, ezért csak néhányszor tíz vagy száz méteres hosszakkal számolhatunk. Mivel a koaxiális kábel egyidejűleg csak egy jel továbbítására alkalmas, olyan rendszert kell tervezni, amely az adatokkal egybeépítve az órajelet is átviszi.

Az ilyen soros rendszerek tervezésénél arra kell törekedni, hogy az előállított jel összetevői (Fourier transzformáció) a lehető legkisebb frekvenciájúak legyenek. A legegyszerűbb megoldás, ha „0” átvitelénél egy negatív, „1” átvitelénél pedig egy pozitív feszültség szintet viszünk át. E megoldás hátránya, hogy a csupa „0” vagy „1” átvitelénél a kimeneten nincs változás, azaz még csak következtetni sem tudunk az órajelre. Egy másik tervezési szempont szerint nem előnyös, ha az adatnak egyenfeszültségű komponense van, azaz azt is szeretnénk elérni, hogy minél magasabb legyen az alsó határfrekvencia.

Ebben az időben az ECL áramkörök (ha valaki még emlékszik rá) voltak a leggyorsabbak, így az SDI fizikai rétege is ehhez igazodik. A legfontosabb jellemzők:

Kimeneti feszültség	800 mV <sub>P-P</sub> ± 10 %
Jel fel- és lefutási idő	max 1,2 ns
Bemeneti feszültség	200 ... 880 mV <sub>P-P</sub>
Impedancia	75 ohm
Frekvenciapontosság	jobb, mint ± 100 ppm

E paramétereket az SMPTE 259M rögzíti, de ne csodálkozzunk, ha már találkoztunk vele. A DVB rendszer ASI átvitele innen került átvételre. A fizikai réteg (feszültség szintek, megvalósítás, adatsebesség) tökéletesen egyezik, mindössze az adatok kódolása, értelmezése eltérő. Az ASI esetében 8 bites adatokat kell átvinni, ezért oda a további két bit felhasználásával hibajavító és vezérlő eljárásokat építettek be. További nagy különbség, hogy a TS adatsebessége kisebb, így az ASI az idő egy részében nem szállít hasznos adatot.

Az SDI esetében az alkalmazott kódolás eredményeként a magas és az alacsony frekvenciás komponensek aránya megközelítően 2:1, csökkentve ezzel a megvalósítási költségeket. A kódolás során az adatfolyamot egy shift regiszterekből és exclusive-or kapukból álló áramkörön engedik át, amely az  $x^9 + x^4 + 1$  függvényt valósítja meg. Az SDI és a HD-SDI e mellett egy második fokozatban az  $x + 1$  függvényvel is kódolva van.

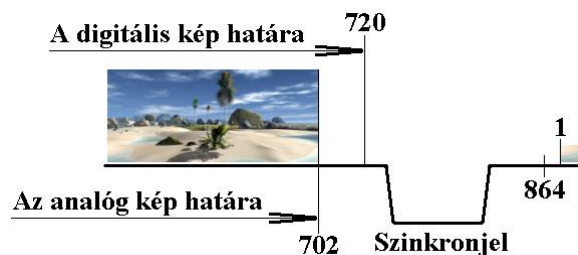
A felhasználás szempontjából a számunkra mindössze annyi az érdekes, hogy a bemeneti oldalon 27 MHz-es órajellel egy 10 bites soros adatot küldünk be, majd ez megjelenik a kimeneten. A koaxiális kábel hossza 200 m-re van tervezve, de a gyakorlatban 400 m-ig is használható, ha nagyon jó minőségű kábelt alkalmazunk. Nagyobb távolságok áthidalásához optikai átvitelt kell kiépíteni.

## 3. Az SDI és a kép közötti összefüggések

Térjünk vissza a kockás papírhoz és vizsgáljuk meg, hogy a 13,5 MHz-es mintavevő frekvencia mellett hány minta esik a 64 µs hosszú sorba.

$$n = 13\,500\,000 / 15\,625 = 864 \text{ minta/sor}$$

Folytatva a számolást, az 52 µs hosszú aktív képre 702 minta esik. A digitalizálás folyamatában az MPEG kódolás azt igényelte, hogy mind a sor mind a kép irányú képpontok száma igazodjon a kettes számrendszerhez. Az 576 sor ragyogóan megfelel, mivel 16-tal osztható, de a 702 nem. Annak érdekében, hogy elérjük 720-as megfelelő számot, a képet 18 mintával meg kellett növelni az 1. ábra szerint.



1. ábra

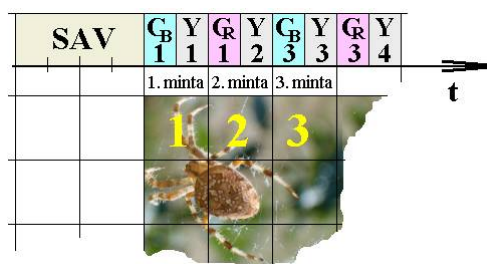
Az analóg és a digitális kép közötti különbség szemléltetése

Az 1,5 µs-os utóváll 20 mintájából 18 mintának a képhez történő csatolása igazítja az „öreg” PAL rendszert a digitális technika 720 × 576i rendszeréhez.

Az analóg technika sor- és képfrekvenciás transzformátorainak jellemzői igényelték azt, hogy a sor- és képszinkron impulzusok mérete ilyen nagy legyen az aktív képtartományhoz viszonyítva. A digitális technikában erre nincs szükség, ezért a kép és sor kezdetének jelölésére új módszert vezettek be. Az aktív videó minták kezdetét a SAV (Start of Active Video), a végét az EAV (End of Active Video) négy bájtos bitkombináció jelöli. A sorok mintái mellett üresen álló 864 - 720 - 4 - 4 = 136 minta (összesen 576 × 136 = 78336 minta), valamint a 625 - 576 = 49 soros képkioltás alatti 49 × 864 = 42336 minta teszi lehetővé azt, hogy a hasznos képadatok mellett járulékos (ancillary) adatokat (hang, teletext, vezérlő kódok) is átvigyünk a soros vonalon. Mivel a százezernél is több minta sokféle információ átvitelét teszi lehetővé, az SDI-t számos változatban használják.

## 5. A kép mintáinak átvitele

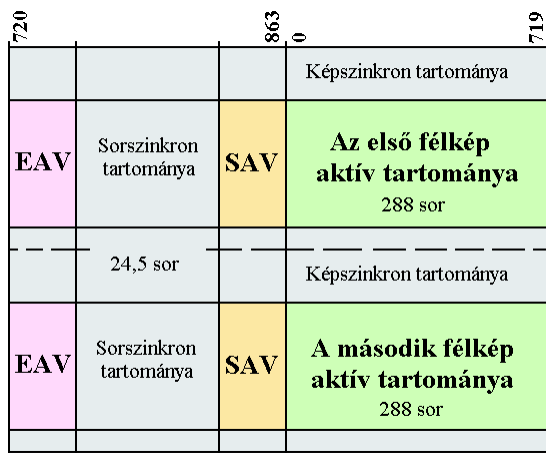
Azt már láttuk, hogy az SDI vonalon a kép mintáinak időbeli elrendezése egyezik az analóg rendszerek időzítésével, de még nem beszéltünk az adatok kialakításáról. Igaz, hogy a stúdiók környezetében 10 bites mintákkal dolgoznak, azonban még a digitális tömörítő eljárások is csak 8 bites adatokat használnak, a két alsó (LSB) bitet elhagyják. Abban az esetben, ha a minta a rendelkezésére álló teljes értéktartományt kitöltené, nehéz lenne a sorok kezdetét jelölni, ezért például a 8 bites rendszerben a videojel átvitelére a 0 ... 255 helyett csak a 16 ... 235 közötti értéktartományt használnak. Visszatérve a kockás papírhoz, a 2. ábrán szemléljük a képadatok küldésének rendjét. Az első minta ideje alatt küldjük annak világosság jelet és az egyik színkülönbségi jelet, a második mintánál a világosság jel mellé a másik színjelet tesszük (így a vételi oldalon nincs szükség az analóg vevőkben alkalmazott 64  $\mu$ s-os késleltető művonalra).



2. ábra

A szín- és világosság adatok elhelyezése az SDI vonalon

A képirányú elrendezés felrajzolása a váltott soros rendszerben a fél soros eltolás miatt nem egyszerű, ezért a 3. ábra csak vázlatot mutat arra vonatkozóan, hogyan kell elképzelni az SDI vonalon továbbított adatokat a képszinkron jelek tartományában.



3. ábra

A 720  $\times$  576i rendszer SDI adatainak vázlata  
(A digitális világban a sorszámozás 1 helyett 0-val kezdődik)

A kép- és sorszinkron jelek üresen maradt tartományába illesztik a beépített hangot és egyéb adatokat.

## 6. Az SDI sokszínűsége

Az SDI rendszer jellemzői az SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) szabványfüzetekében találhatók. A szabvány nem ingyenes, az internetről ingyen nem tölthető le. A sok-sok apró, 10-18 oldalas füzetke darabonként 75 USD-ért vásárolható meg. Nagyon nehezíti az eligazodást, hogy minden egyes füzetke csak néhány jellemzővel foglalkozik és közben megannyi másikra hivatkozik.

Az SDI alapja az SMPTE-259M, amely a Rec. 601 és Rec. 656 ajánlásaiból indul ki. Amikor megjelent a 16:9-es kép formátum, a korábbi SDI már nem volt megfelelő, megszületett a 18 MHz-es mintavételi frekvenciával működő 360 Mbit/s-os SMPTE-259M-D. Van olyan változat, amelyben két 270 Mbit/s-os SDI vonalat használnak párhuzamosan a nagyobb adatsebesség (540 Mbit/s) megvalósításához. A kisebb képfelbontásokhoz létezik 143 és 177 Mbit/s sebességű rendszer, amelyeket az SMPTE-259M-A, és -B füzetek írnak le. A kép mellett átvitt járulékos adatok (hang, teletex stb.) tovább színesítik a képet, a néhány nagyon jó minőségű sztereó csatornát tartalmazó változattól a sok alacsony minőségű hangcsatornát tartalmazó változatig minden megtalálható a leírásokban. Mivel az SDI vonalon átvitt hang (embedded sound) megvalósítása igen drága berendezéseket igényel, sokan a SDI-t csak a kép átvitelére használják, és mellette analóg keverőpulton, analóg hangcsatornákkal dolgoznak. Arról, hogy a bemutatott 4:2:2 rendszer mellett léteznek a 4:4:4, vagy a komponens 4:4:4:4 rendszerek is, már említést sem teszünk.

A nagyfelbontású (HD) rendszerek megjelenése újabb SDI rendszerek kidolgozását igényelte, így számos változat készült el addig, amire eljutottak az 1920  $\times$  1080-as, (50i/60i) 1,485 Gbit/s sebességű SDI szabványosításáig (SMPTE-292M). A digitális technika olyan közel hozta a televíziótechnikát és a mozi technikát, hogy a két terület lassan kezd összeolvadni. Természetesen a mozi számára már a HD sem megfelelő, ott már a 3G-vel dolgoznak.

A közelmúltban vásárolt 1920 $\times$ 1080-as PC monitor üzembehelyezése közben felvetődött a kérdés, hogy az 50/25 és 60/30 Hz-es változatok között mit keres a Win7-ben 24 Hz-es változat? A válasz: most tartunk a televíziótechnika és a mozi technika összeolvadásánál, és műszakilag sokkal egyszerűbb számos területen a moziban, a CD-n vagy a Blu-ray lejátszóban alkalmazott formátumhoz alkalmazkodni, mint a mozgó képet az egyik rendszerből a másikba átkonvertálni. Végezetül még egy kérdés: meddig tudja az ember követni a technika újdonságait?

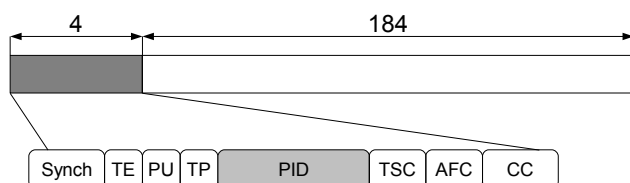
Tóth Miklós és Veres Péter anyagaiból összeállította:

Zigó József

## Mérések a CW-4957 Real-Time TS Analyzerrel II.

Olvasóink előtt már nem ismeretlen a CW-4957 típusú Real-Time Transport Stream Analyzer. Az előző számunkban bemutatott alapvető méréseket most a transport stream szerkezetének vizsgálatára fogjuk használni. Megmutatjuk, miképpen használható az analízátor a PID szintű hibák kiderítésére, illetve a PSI táblákban hordozott információk kinyerésére.

A digitális televíziótechnikában jártas olvasó előtt bizonyára nem ismeretlen a PID fogalma. A PID a TS packetek fejrészében (12. ábra) található 13 bites azonosító, amely megmutatja, hogy az egyes packetek mely elemi adatfolyamok vagy táblák részei. Számos mérési és hibakeresési módszer alapszik a PID szinten analizált TS további elemzésén.



12. ábra

A TS packet 4 bájtos fejrészének adatai

A hibakeresés során nemcsak a szinkron, transzport és folytonossági (CC) hibák száma fontos, hanem az is, hogy ezek mely PID-en jelentkeznek. A szinkron és a transzport hibák előfordulása általában nem korlátozódik egy adott PID-re, hiszen az átviteli közeg nem válogat. A 13. ábra felvételén CC hibák minden PID értéken jelentkeznek, így vélhető, hogy a hiba az átviteli úton van. A sok CC hiba mellett egyetlen szinkron hiba sem volt, ami arra enged következtetni, hogy ez egy IP hálózaton UDP csomagokban továbbított TS.

PID	Type	Service ID	Bitrate [Bit/Sec] @188	Sync Error Count	CC Error Count
0	PAT		14 137,382	0	132
16	NIT		<1 087,490	0	3
17	BAT/SDT		3 262,472	0	27
1020	PMT	102	30 449,746	0	279
1021	VIDEO PES	102	2 691 540,130	0	3 635
1022	AUDIO PES	102	135 936,370	0	1 066
1023	PES	102	375 184,381	0	2 051

13. ábra

Egy hibás SPTS PID szintű mérési eredményei

Ha a fenti ábra a tábláknál nem mutatna CC hibákat, akkor a remultiplexer bemenetén kellene keresni a hibát. A jelen esetben a remultiplexer utáni szakaszt célszerű megvizsgálni. Valószínűleg a vizsgált SPTS képe és hangja nem jeleníthető meg, vagy a megjelenítés igen rossz minőségű lenne. A 14. ábra felvétele hibátlanak tűnik, a megjelenítéssel mégis problémák vannak. Az ETR 290 mérés technikai útmutatóban szerepel az „Unreferenced” (hivatkozás nélküli) megnevezés, amely azokat az elementary streameket jelöli,

PID	Type	Service ID	Bitrate [Bit/Sec] @188	Sync Error Count	CC Error
0	PAT		15 257,971	0	0
16	UNREFERENCED		<1 089,855	0	0
17	BAT/SDT		2 179,710	0	0
2040	UNREFERENCED		15 170,028	0	0
2041	UNREFERENCED		1 284 034,582	0	0
2042	UNREFERENCED		101 855,907	0	0

14. ábra

Hibátlanak tűnő, mégis hibás SPTS mérési eredményei

amelyekre nincs hivatkozás a táblákban. A mi esetünkben PAT, PMT táblában szereplő PID értékek nem egyeznek meg a PID szintű analízálás során talált PID értékekkel, ezért az analízátor a videó, audio stb. megnevezések helyett az „unreferenced” kifejezést írja a stream típusa rovatba.

Fontos, hogy az „unreferenced” kifejezés nem feltétlenül jelent hibát. A kódolt adások titkosított adatai szintén így jelennek meg, illetve a hírcsatornák is hasonló, „nem publikált” adatfolyamokon küldenek információt tudósítók számára.

A 15. ábra egy összetettebb hibát mutat. A felvételen egy műholdas adás PID szintű analízisének kivonata látható.

PID	Type	Service ID	Bitrate [Bit/Sec] @188	Sync Error	CC Error	Tsp Error
163	VIDEO PES	12003	4 872 884,422	0	26	0
167	VIDEO PES	12060	4 340 060,301	0	23	0
165	VIDEO PES	12040	3 994 291,457	0	21	0
173	VIDEO PES	12061	3 738 271,356	0	24	0
166	VIDEO PES	12020	3 307 477,386	0	24	0
172	VIDEO PES	12041	3 264 020,100	0	23	0
169	VIDEO PES	12090	3 125 145,728	0	25	0
168	VIDEO PES	12080	2 901 246,231	0	24	0
301	VIDEO PES	12030	2 012 248,275	0	27	0
8191	NULL Packet		784 242,118	0	0	6
18	EIT		765 226,130	0	11	0
106	PES	12003	393 949,748	0	26	0
65	PES	12040	300 800,000	0	26	0
68	PES	12020	300 800,000	0	26	0
70	PES	12080	300 800,000	0	26	0
71	PES	12060	300 800,000	0	26	0
80	PES	12090	300 800,000	0	26	0
82	PES	12041	300 800,000	0	26	0
84	PES	12061	300 800,000	0	26	0
105	PES	12003	300 422,110	0	26	0
120	AUDIO PES	12040	204 060,301	0	22	0
7962	UNREFERENCED		<950,094	0	0	1
7965	UNREFERENCED		<950,094	0	0	0
7983	UNREFERENCED		<948,297	0	0	0
7989	UNREFERENCED		<948,297	0	0	0
8007	UNREFERENCED		<948,297	0	0	1
8094	UNREFERENCED		<948,297	0	0	1
8095	UNREFERENCED		<948,297	0	0	0
8150	UNREFERENCED		<948,297	0	0	0
8167	UNREFERENCED		<948,297	0	0	1
8171	UNREFERENCED		<948,297	0	0	1

15. ábra

Műholdas vétel PID szintű vizsgálatának eredményei

Vélhetően a gyenge vételi körülmények miatt a TS-ben megjelennek a Transport Error Indicator bit által hibásnak jelzett packetek. E hibás packetekben egyes hibák a PID értékét hordozó bájtokra esnek, így a



megváltozott PID érték egyrészt CC hibát okoz az eredeti adatfolyamban (ahol hiányzik), másrészt unreferencead adatfolyamként jelenik meg a TS-ben (a hiba miatt módosult PID értékkel új packet, új adatfolyam jelenik meg). Az is előfordulhat, hogy a hiba következtében olyan PID érték áll elő, amely egyébként is van a TS-ben, ilyenkor e PID értéken is CC hiba keletkezik.

A bonyolult helyzeteket tovább nem részletezve, kimondható, hogy az analízálás folytatásának mindaddig nincs értelme, ameddig a továbbítási és a folytonossági hibákat meg nem szüntetjük.

A DVB-C és a DVB-T rendszerekben a transport stream adatsebessége állandó. Az esetlegesen hiányzó packetek helyére null packeteket ültetnek be mindaddig, amíg a modulátor számára szükséges névleges adatsebesség értéket el nem éri. Amikor magunk állítunk elő MPTS adatfolyamot a QAM modulátor számára, a névleges érték ellenőrzése mellett célszerű az elementary streamek adatsebességét is figyelni. A 16. ábrán két mérőlapból mutatunk be részletet. A felső mérőlap a jól működő állapotot szemlélteti. Az alsó lapon azt kell észrevenni, hogy az m2 HD műsor összetevőinek adatsebessége lecsökkent, miközben a null packetek mennyisége jelentősen megnövekedett.

PID	Type	Service ID	Service Name	Bitrate [Bit/Sec] @188
0	PAT			15 246,922
16	NIT			1 089,065
17	BAT/SDT			1 089,065
100	PMT	1000	m1 HD	15 246,922
101	VIDEO PES	1000	m1 HD	6 146 687,907
102	AUDIO PES	1000	m1 HD	131 776,973
103	PES	1000	m1 HD	422 557,566
104	PES	1000	m1 HD	226 525,706
150	PMT	1500	m2 HD	15 246,922
151	VIDEO PES	1500	m2 HD	6 147 776,973
152	AUDIO PES	1500	m2 HD	131 776,973
153	PES	1500	m2 HD	423 646,632
200	PMT	2000	DunaTV HD	15 246,922
201	VIDEO PES	2000	DunaTV HD	7 524 356,263
202	AUDIO PES	2000	DunaTV HD	198 209,992
203	PES	2000	DunaTV HD	226 525,706
8191	NULL Packet			2 370 304,000

PID	Type	Service ID	Service Name	Bitrate [Bit/Sec] @188
0	PAT			15 302,325
16	NIT			1 093 023
150	PMT	1500	m2 HD	15 302,325
151	VIDEO PES	1500	m2 HD	<1 093,023
152	AUDIO PES	1500	m2 HD	<1 093,023
153	PES	1500	m2 HD	<1 093,023
200	PMT	2000	DunaTV HD	15 302,325
201	VIDEO PES	2000	DunaTV HD	7 522 186,046
202	AUDIO PES	2000	DunaTV HD	198 930,232
203	PES	2000	DunaTV HD	226 255,813
8191	NULL Packet			9 079 010,972

16. ábra

Felső táblázat: MPTS helyes adatsebesség értékekkel

Alsó táblázat: Az egyik műsor hiánya miatt egyes összetevők adatsebessége lecsökkent

A hiba okát keresve megállapítható, hogy a 150-es PID értéken továbbított PMT tábla továbbra is megfelelő adatsebességgel érkezik, így a hiba a remultiplexer bemenete előtt keletkezett, jelen esetben például a DVB-T vevő nem szolgáltat kimenőjelet, ezért hiányoznak az m2 HD műsor összetevői.

A PID szintű analízálás során fontos, hogy a mérési eredményeket összekapcsoljuk PSI elemzésének eredményeivel. A PID szintű analízis a program specifikus információk (PSI) nélkül olyan, mint a GPS koordináták halmaza térkép nélkül.

A CW-4957 kezelő szoftverének tervezésénél fontos szempont volt az, hogy a szoftver – ahol csak lehetséges – kapcsolja össze a program specifikus információkat az egyéb mérési adatokkal. A 17. ábrán azt mutatjuk be, hogyan lehet a PID analízálás eredményeit a PSI analízátor információival kibővíteni.

PID	Type	Service Name	Description
301	VIDEO PES	VOX Austria	ISO/IEC 13818-2 Video or ISO/IEC 11172-2 Video
303	PES	VOX Austria	ISO/IEC 13818-1 PES packets containing private data [TXT]
302	AUDIO PES	VOX Austria	ISO/IEC 11172-3 Audio [GER]
300	PMT	VOX Austria	Program MAP Table
515	VIDEO PES	VIVA sterreich	ISO/IEC 13818-2 Video or ISO/IEC 11172-2 Video
578	PES	VIVA sterreich	ISO/IEC 13818-1 PES packets containing private data [TXT]
662	AUDIO PES	VIVA sterreich	ISO/IEC 18818-3 Audio [GER]
261	PMT	VIVA sterreich	Program MAP Table
501	VIDEO PES	Super RTL A	ISO/IEC 13818-2 Video or ISO/IEC 11172-2 Video
503	PES	Super RTL A	ISO/IEC 13818-1 PES packets containing private data [TXT]
502	AUDIO PES	Super RTL A	ISO/IEC 11172-3 Audio [GER]
500	PMT	Super RTL A	Program MAP Table

17. ábra

A PSI analízátor információinak megjelenítése a PID értékekhez kapcsolva (kivonat)

A PSI táblákat elemezve a descriptor analízátor és a DVB szabványokra épített modulok nyújtanak lehetőséget arra, hogy a tartalmi és az alakai megfelelőséget ellenőrizzük, és a legapróbb hibákat is felfedjük.

Multicast [239.123.13.110 : 58110] ASTRA 12.1485H	
Service ID : 53 (0x0035)	Sky Sport Austria
Service provider :	SKY
Service type :	Digital television service
PMT PID :	98 (0x0062)
PCR PID :	2559 (0x09FF)
Elementary PID : 35 (0x0023)	0x06 (ISO/IEC 13818-1 PES packets containing private data)
Elementary PID : 2559 (0x09FF)	0x02 (ISO/IEC 13818-2 Video or ISO/IEC 11172-2 Video)
Elementary PID : 2560 (0x0A00)	0x04 (ISO/IEC 18818-3 Audio)

Network Information Table	
section #0	
table_id	0x40
section_syntax_indicator	
section_length	
network_id	
version_number	
network_descriptors_length	86
Network name descriptor	TAG : 0x40, LENGTH : 11
network_name	BetaDigital
Linkage descriptor	TAG : 0x4A, LENGTH : 7
transport_stream_id	1111 (0x0457)

18. ábra

A PSI analízátor a legapróbb részletekig lehetővé teszi a táblák adatainak elemzését

Aki maga szeretné a bemutatott méréseket elvégezni vagy további részletekre kíváncsi, indítsa el a webböngészőt (pl. Firefox, Internet Explorer) és gépelje be a 81.182.251.198 IP címet. Olvasóink megjegyzését, véleményét, kérdését továbbra is szeretettel várom a [gabor.barta@cableworld.hu](mailto:gabor.barta@cableworld.hu) e-mail címen.

Barta Gábor

## Hibakeresés a transport streamben II.

(folytatás)

A transport streamben fellépő hibákat minden esetben két csoportba lehet sorolni. Cikkünk első részében arról a csoportról beszéltünk, amelyben a hibát az átvitel során fellépő adat változások hozzák létre. A másik csoportba tartozó hibák esetében a hiba az első pillanattól kezdve benne van a transport streamben, mivel a stream készítője az adatokat nem kellő körültekintéssel állította össze.

A digitális televíziótechnika bevezető szakaszában már azzal is elégedettek voltunk, ha a kép és a hang megjelent a vevőkészüléken. A digitális technika üzemszerű használatára áttérve ez már nem elegendő, az előfizetők napról-napra többet követelnek a szolgáltatástól. Mivel tudjuk, hogy az igények kielégítése mélyebb szakmai ismereteket igényel, a hibakeresés folyamatát igyekszünk úgy bemutatni, hogy közben az olvasó szakmai ismeretei is gyarapodjanak.

### 8. Program Specific Information – PSI

Ma már mindenki előtt világos, hogy a transport streamen belül a kép és hang adatfolyamok egymástól függetlenül kerülnek továbbításra, azok onnan egyszerűen kivethetők vagy oda beilleszthetők. A vevőkészülékek számára a táblák adnak eligazítást ebben az adathalmazban. A táblák által szállított információ halmazt nevezzük Program Specifikus Információnak.

A legegyszerűbb esetben a PAT és PMT tábla elegendő a kép megjelenítéséhez, az SDT és a NIT szerepét szinte mindenki ismeri, a CAT, BAT, TDT, EIT stb. táblákkal való bajlódás fogja kitölteni a következő éveinket. E táblák tartalmának olvasása, később megszerkesztése, majd a hibák megkeresése megköveteli, hogy tisztában legyünk azok felépítésével.

### 9. A táblák felépítése

A DVB szabvány egyik hibája, hogy igen széleskörűen ad lehetőséget a dolgok megvalósítására, azonban nem rangsorol, nem mondja meg, hogy melyik jellemző mennyire fontos, mikor mit kell figyelembe venni. Ez az oka annak, hogy a vevőkészülékek napjainkban igen különbözőek, minden attól függ, hogy a szoftver írója mit hogyan értelmezett. A szabvány készítőjének álláspontja úgy is értelmezhető, hogy adjunk lehetőséget mindenre, majd a rosszak elhullanak, majd az élet megmutatja, hogy melyik az életképes változat, melyik gyártó terméke tudja uralni a piacot.

A transport streamen belül valamennyi packet egy 4 bájtos fejléccel kezdődik. A táblák packetjeinek ki-gyűjtése után azt kell elsőként megkeresni, hogy hol kell elkezdni az adatok olvasását. A 2. ábrán egy műholdas csatorna aktuális NIT packetjei láthatóak.

Packet	Time [ms]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	47	00	10	13	08	61	75	01	92	81	02	20	00
2	1	47	00	10	14	35	F0	0D	43	0B	01	25	15	25
3	4 796	47	40	10	15	00	40	F2	A6	00	01	C3	01	01
4	4 797	47	00	10	16	04	30	00	01	F0	0D	43	0B	01
5	4 798	47	00	10	17	92	A1	02	20	00	04	03	FE	00
6	4 799	47	00	10	18	0B	01	27	21	75	01	92	81	02
7	7 996	47	40	10	19	00	40	F3	F4	00	01	C3	00	01
8	7 997	47	00	10	1A	01	24	60	50	01	92	81	02	75

2. ábra

A PID = 16 értéken érkező NIT packetjei kigyűjtve

Mivel a felvétel a CW-4957 Real-Time TS Analizátorral készült, a mindenki által ismert h47 szinkron bájtok előtt álló oszlopban a packetek beérkezésének idejét is látjuk. A részletek mellőzésével: a táblák esetében az olvasást ott kell elkezdni, ahol a második bájt hexadecimális formában kifejezett értéke 4-es számmal kezdődik, azaz a Payload Unit Start Indicator bit „1” értékű (az ábrán jelölve). A mi esetünkben a 3. vagy a 7. sorban kezdve az olvasást, azonnal az 5. bájt-ra kell lépni. Az 5. bájt a pointer, amely megmutatja, hogy innen hány bájtal későbbi mezőre kell ugrani. Az európai rendszerekben a pointer rendszerint nulla, de már a VLC Media Player által gyártott packetekben nem!

A 6. bájt-ra lépve olvasható h40 érték a Table Identifier. Ezzel ritkán van probléma, mivel a szabvány megadja, hogy milyen fajta táblához milyen érték tartozik, azonban nagyon fontos, hogy a 14. bájt-tól kezdődően az adatokat ennek az értéknek megfelelően kell majd értelmezni.

A 7. és 8. bájt-ot összerakva (MSB+LSB) az alsó 12 biten kapjuk meg a tábla hosszát. E Section Length nevű változó igen fontos adat, ez adja meg, hogy innen indulva és a CRC-t is beleszámítva hány bájt tartozik a táblához. Ez az adat rendszerint hibátlan, ügyeljünk arra, hogy az általunk készített táblában is az legyen. A 7. bájt legfelső 4 bitje a digitális rendszer szégyene. Az MSB bit kivételével, amelyet általában „1”-re kell állítani a további 3 bit „nincs használva”, mégis vannak visszajelzések arra vonatkozóan, hogy vannak set-top boxok (és bennük IC-k), amelyek nem működnek rendesen, ha e pozíciókban nem a javasolt értékeket látják. Véltető, hogy ezek a termékek a következő években elavulnak, és idővel helyre áll a rend. Tapasztalataink szerint az újabb termékeknél e hiba már nem észlelhető.

A 9. és 10. bájt értékét ismét egy 16 bites adattal kell összerakni, s az adat a tábla típusától függő paramétert hordoz. A PAT tábla esetében ez a TS Identifier. A kezdeti fázisban senki sem foglalkozott azzal, hogy mennyi a TS Id értéke az általa előállított stream-



ben, de ennek vége. Aki bonyolult, összetett szolgáltatást kíván kialakítani, annak előbb rendszertervet kell készítenie, és benne a TS azonosítóit is előre megtervezve kell majd kiosztani.

A PMT tábla esetében e helyen a Service Identifier (a műsor azonosítója) áll. Ennek szerepét és fontosságát az első perctől megszoktuk, erről most nem kell beszélnünk. Több TS-re épülő sokcsatornás szolgáltatás esetén a Service Id-k értékét is előre meg kell tervezni, s nem elegendő ha azt a szoftver automatikusan kiosztja.

Az SDT esetében ezen a helyen TS Id áll, azaz ide ugyanazt az értéket kell beírni, mint amit a PAT táblába írtunk.

Az EIT tábla e helyen a Service Id-t tartalmazza, azaz ennek a PMT táblába írt értékkel kell megegyeznie.

A NIT esetében ez a két bájt a Network Identifiert tartalmazza. A korábbi időszakban ezzel sem foglalkoztunk, de ha magasabb szintű szolgáltatást kívánunk kialakítani, a rendszertervben ezt is be kell állítani.

A sort tovább nem folytatva, e jellemzők értéke a 0 ... 65535 tartományban adható meg, de ügyelni kell arra, hogy környezetünkkel ne ütközzünk, és a többi szolgáltatótól elhatároljuk rendszerünket. A foglalt értékekről a [www.dvbservices.com](http://www.dvbservices.com) címen lehet tájékoztatást kapni. Érdekességgé válhat, hogy már olyan üzemeltetői igényekkel is, amelyekben a konkurencia kiütése, a kiszemelt műsor háttérbe szorítása volt a kérdés. Az üzemeltető így fogalmazott: a konkurencia remultiplexere erős, mert mindig az ő műsorai jelennek meg az előfizetőknél, ezért most szeretne egy enél is erősebb remultiplexert vásárolni. Természetesen mi már ilyen értelmetlenséget nem mondunk, mi tudjuk, hogy minden attól függ, hogy milyen adatokat írunk a táblákba, továbbá attól, hogy a vevőkészülék ezt hogyan értelmezi, annak szoftverét hogyan írták meg.

A 11. bájt hordozza a Current-Next indicatort, amely megmutatja, hogy az adott tábla az adott TS-hez tartozik-e, vagy csak előkészítés alatt áll. Ez utóbbival nem találkoztunk eddig. A 11. bájtban lévő Version Number viszont fontos, ha a TS-be időben változó szolgáltatást építünk. A vevőkészülék ezen keresztül értesül arról, hogy a tábla megváltozott, annak tartalmát ismételtelen fel kell dolgozni.

A 12. bájt a Section Number, a 13. bájt a Last Section Number értéke. Kezdetben csak kisméretű táblákkal dolgoztunk, ezért mindkét változó értéke nulla volt. A szolgáltatások bővítésével egyre többször adódik, hogy a kiküldendő információ már nem fér el a tábla 1024 bájtos adathordozó mezőjében, ezért azt fel kell darabolni. A kezdő Section Number értéke mindig

0, a Last Section Number értéke mutatja az utolsó szekció számát.

A 14. bájtól kezdődően olvashatjuk a tábla tényleges tartalmát, amelyet 4 bájtos CRC zár.

A CRC szerepe az adatok védelme, azaz ha az általunk kiszámított CRC és az adatok végén olvasható CRC nem egyezik, igen valószínű (nem 100%!) hogy az adatok nem egyeznek meg az eredetivel. A vevőkészülékek a fontos információk esetében eldobják a CRC hibás táblát, és várnak a következő megérkezésére. Egyes TS analízáló szoftverek is így viselkednek, ezért ezek csak üzemeltetésre használhatóak. Fejlesztésre, hibakeresésre azok a jó szoftverek, amelyek csak jelzik a CRC hibát. A legjobbak a jelzés mellett azt is megmutatják, hogy mi lenne a helyes érték.

### 10. A szekció összerakása

A 2. ábra szerinti információ is két szekcióra van bontva. A kezdő szekció olvasását a 7. sorban kell kezdeni. A szekciót a tábla fejlécétől indulva úgy kell összerakni, hogy a 188. bájthoz a következő packet 5. bájtját illesztjük. Az 1024 bájtos maximális méret esetében a fejléccel kezdődő packethez további 5 packet adatait kell hozzáépíteni. Pointer = 0 esetén a következő értékek segítik a szekció összeállítását:

*Packet fejléc 4 bájt – pointer 1 bájt – Section length adatig 3 bájt – innen kell számítani a szekció hosszát – a szekció első 180 bájtja – a következő négy packetből 184 bájt – a maradék az 5. packetban.*

A tábla által szállított teljes információt a szekciók összeállítását követően a szekciók sorrendben történő olvasása adja. A packetek időbeni sorrendjének megváltoztatása lehetetlenné teszi a szekciók összerakását, de ez a hiba az EPG (EIT tábla) kivételével nagyon ritkán fordul elő.

### 11. A tábla ismétlődési idő értelmezése

Mint tudjuk a táblákat folyamatosan ismételtetni kell annak érdekében, hogy a tetszőleges időpontban bekapcsolt vevőkészülékek előbb vagy utóbb, de a teljes információ mennyiséghez hozzájussanak. A tábla ismétlődési idő alatt azt a periódusidőt értjük, amely alatt a teljes információ mennyiség, azaz az összes szekció megismétlésre kerül.

A tábla ismétlődési idő a vételi oldal működését csak kis mértékben befolyásolja, ezért e területen csak ritkán található hiba. Az időben változó szerkezetű műsorok esetében az észlelést és átkapcsolást a táblák irányítják, ezért várható, hogy a következő években ezzel a kérdéssel is részletesen kell majd foglalkozni.

### 12. A Program Association Table – PAT hibái

A PAT tábla a transport stream legfontosabb és legegyszerűbb felépítésű táblája. Adatai a műsorok

azonosítóit (Service Identifier) és a hozzá tartozó PMT PID értékét tartalmazzák  $n \times 4$  bájt formátumban.

Mivel a PAT táblában ritkán található hiba, csak azt említjük meg, hogy a vevőkészülék elsőként a PAT-ban olvasható sorrendben jeleníti meg a műsorokat. A Service Id = 0 értéket a szabvány a Network PID, azaz a NIT számára foglalta le. Ennek elhelyezése opcionális. A korábbi években a PAT mindig a h00000010 értékkel kezdte a műsorok sorozatát, újabban ezt egyre többen elhagyják. Várható, hogy több vevőkészülékben is lesz majd hiba, ha valaki kitalálja, hogy a NIT-et nem a 16-os (h0010) értéken küldi.

### 13. A Program Map Table – PMT hibái

A PMT írja le, hogy az adott műsorhoz milyen összetevők tartoznak, azokat milyen módon kell dekódolni. A kezdeti időszak MPEG-2 szerinti képének és hangjának átvitelénél a PMT is egyszerű volt. Napjaink egyre bonyolódó világa a PMT-t is bonyolítja, így a hibalehetőségek száma is ugrásszerűen nő.

Aki megteheti, hogy a remultiplexelés folyamatában az eredeti PMT-t engedi tovább, annak kevesebb hibalehetőséggel kell számolnia, aki új PMT-t készít, az kösse fel a nadrágját.

A PMT tényleges tartalma a 14. bájtjánál a PCR PID értékével kezdődik. Az MPEG-4 kódolás bevezetésével egyre gyakoribb, hogy a PCR külön adatfolyamban és nem a videó adatfolyamba beépítve kerül továbbításra. A leggyakoribb hibák:

- A PMT nem a valós PCR értéket tartalmazza, mert azt a PID remapping funkció megváltoztatta.
- A különálló PCR folyam nem került átengedésre.

A PCR ismétlődési ideje 25 ... 100 ms, így különálló PCR másodpercenként csak 10 ... 40 packetet tartalmaz. Ne lepődjünk meg, ha az analízátor a különálló PCR adatsebességét igen kicsi (1,8 ... 7,5 kbit/s) értéknek mutatja.

A PCR PID értéke után két bájt mutatja a Program Info mezőben elhelyezett descriptorok hosszát. Mivel a descriptorokról eddig nem beszéltünk, megszakítjuk a PMT vizsgálatát és megnézzük, hogy mit kell tudni a descriptorokról.

### 14. A descriptorok szerepe és felépítése

A digitális rendszerben a legtöbb információt úgynevezett descriptorba építve közöljük a vevőkészülékkel. A descriptor felépítése nagyon egyszerű. Az első bájt a Descriptor Tag, a második a Descriptor Length. A Tag adja meg a descriptor típusát, a Length mutatja meg, hogy innen kezdve hány bájt tartozik a descriptorhoz. A szabvány számos Tag értékhez kötött szerkezetet definiál, a felhasználó is készíthet descrip-

tort. Példaként készítsünk mi is egyet. A descriptor álljon a következő három bájtból: hF3 01 05

- Az „F3” azt jelenti, hogy ez egy User Defined típus, azaz mi készítettük.
- A „01” azt jelenti, hogy a következő információ egy bájt hosszú.
- A „05” a tényleges adat, azaz a feldolgozó egység 5-ös értéket állítson be.

A descriptorok környékén a leggyakoribb hiba a hossz hibás megadása. A mi esetünkben a „01” helyére bármilyen más értéket írva a descriptor hibás. Ugyancsak hibás, ha az adat nem egy bájt hosszú.

E helyi descriptor hibák mellett a descriptorok összesített hosszát megadó adatnak és a Section Lengthnek is matematikailag igazodónak kell lennie. A szabvány nem utal arra, hogy hiba esetén milyen legyen az adatok prioritása, ezért tapasztalataink alapján azt javasoljuk, hogy a Section Length értékét tekintsük a legfontosabbnak, a descriptorok eredő hosszát helyezzük a második helyre (más választás nincs), a továbbiak pedig vagy jól vagy hibásan adódnak, de a hiba így nem halmozódik.

### 15. ... folytatva a PMT vizsgálatát

A Program Info tartományban kell elhelyezni azokat a descriptorokat, amelyek a szolgáltatás egészére vonatkoznak. Tipikusan ide kerül a titkosító rendszer CA descriptor, amelyet a descramblerezés után nekünk kell eltávolítanunk, illetve új kódolási eljárás alkalmazása esetén a régít újra kell cserélnünk. A 3. ábra a PMT tábla e néhány bájtját szemlélteti, amikor DVB-T adást CW-4957 TS analízátorral vizsgáljuk.

PCR PID	1021	0x03FD
Reserved Bits (1111)	15	0xF
Program Info Length	6	0x006
>D1		
Descriptor Tag	9	0x09
Descriptor Length	4	0x04
Descriptor Info (hexa)	0B 00 E4 05	
Descriptor Name	CA Descriptor	
CA System Identifier	2816	0x0B00
CA PID	1029	0x0405

3. ábra

A Program Info a PMT táblában

A descriptorok után a streamek jellemzőinek felsorolása a következő szerkezetben történik:

A stream típusa	1 bájtos változó
A PID értéke	13 bit két bájtból
Descriptorok hossza	12 bit két bájtból
Descriptorok	tetszőleges számban

E streameket leíró szakaszok nagyon fontosak, sok hibalehetőséget tartalmaznak, a cikk következő részét e szakaszok elemzésével fogjuk kezdeni. Előkészítésként az ETR 211 tanulmányozását javasoljuk.

Zigó József

## Egyéb alternatívák a nagyfelbontású tv-jelek átvitelére

*Bár jelen számunk fő témája a Serial Data Interface, azért ne felejtsük el, hogy napjainkban az SDI-on kívül számos alternatíva létezik a nagyfelbontású televízió-jelek átvitelére. Cikkünkben a fontosabb vezetékes, illetve vezeték nélküli megoldásokat mutatjuk be.*

A vártnál jóval nagyobb érdeklődésre való tekintettel a CableWorld 2010 végén megkezdte az MPEG-4 encoderok szállítását. Az első modelleket kompozit (PAL, SECAM, NTSC), komponens (YPrPb) és HDMI bemenetekkel szereltük. A kábeltévés piacra jellemző, hogy az első visszajelzések szerint szinte mindenki a technikai okokból egyelőre nem elérhető SDI bemenetet szeretné használni. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy néhány alkalmazásban a szimmetrikus hangjeleket külön kábelben, XLR csatlakozókon táplálnák be. Természetesen ez minden további nélkül megoldható, azonban meg kell jegyeznünk, hogy a rack ház 1 modul magas hátlapjára egyszerűen képtelenség az összes létező hang és videó csatlakozót elhelyezni.

Az MPEG-4 encoder fejlesztését tervezve hosszan vitatkoztunk arról, hogy mely csatlakozókat lenne célszerű használni digitális bemenetként. Tudtuk, hogy az SDI, ill. a HD-SDI kötelező, mert ilyen a tv-stúdiók keverőpultjainak kimenete. Valójában a mindennapi használatra szánt HDMI alkalmazása már nem volt ennyire egyértelmű. Fontos tudni ugyanis, hogy míg az SDI szabad felhasználású szabvány, addig a HDMI csatlakozásért horribilis összegeket kell fizetni. Számításaink szerint ezek a jogdíjak csak több ezres darabszám felett térülnének meg.

Felmerült az ötlet, hogy a HDMI csatlakozó helyett használhatnánk az ingyenes, bár kevésbé elterjedt DisplayPortot, és a készülék mellé adhatnánk egy olcsó HDMI to DisplayPort átalakítót. A DisplayPort gyakorlatilag egyenértékű a HDMI-vel (amelynek működését egyébként a CableWorld hírek korábbi számaiban részletesen ismertettük). A színenként 8 vagy akár 16 bit felbontású videót a három alapszínnek (vörös, kék, zöld) megfelelően három soros csatorna, azaz három differenciális érpár viszi át, a negyedik érpár pedig az órajelet továbbítja. Végül mégis a HDMI mellett döntöttünk, azonban a hollywoodi filmstúdiók által erőltetett, aránytalanul drága HDCP tartalomvédelmet csak opcióként kínáljuk.

Természetesen léteznek egyéb megoldások is a nagyfelbontású tv-jelek vezetékes átvitelére. A legnagyobb trónkövetelő minden bizonnyal a HDBaseT, amelyet egyes szaklapokban csak HDMI gyilkosként emlegetnek. A HDBaseT legnagyobb előnye, hogy az átvitelhez olcsó és könnyen szerelhető CAT.6-os

Ethernet kábelt használ, s ezen tápellátást is biztosít. Erről bővebben a 12. oldalon olvashatnak.

A HDBaseT távolkeleti megfelelője a DiiVA (Digital Interactive Interface for Video & Audio), amelyen a tömörítetlen video- és audiojelek mellett half duplex módban egyéb adatok is átvihetők. Az elérhető maximális adatsebesség differenciális érpáronként 4,5 Gbit/s, azaz összesen  $3 \times 4,5 = 13,5$  Gbit/s. A DiiVA hátránya, hogy mindössze  $5\text{ V} \times 1\text{ A} = 5$  Watt teljesítmény átvitelére képes, és legfeljebb 25 méterig használható.

A digitális televíziótechnika alapja, hogy a jeleket tömörítve visszük át. A CableWorld Hírek 41. számában beszámoltunk róla, hogy teszteltük a transport stream átvitelt WiFi hálózaton. Azt tapasztaltuk, hogy a 2,4 gigaherzes frekvenciatartományban működő 54 megabites router hiba nélkül legfeljebb a 8-9 Mbit/s adatsebességű transport streamet tudta átvinni. Ne felejtsük el, hogy az SDI, HDMI, HDBaseT stb. mind a stúdiótechnika szabványai és egytől-egyig tömörítetlen tartalmakat továbbítanak. Tehát ha egyetlen tv-csatorna átviteléről beszélünk, itt nem néhány megabit/sec-ről, hanem legalább 270 Mbit/s-ról van szó.

Mindezeket figyelembe véve szinte hihetetlennek tűnik, hogy a HDMI-nek, ill. a DisplayPort-nak is van vezeték nélküli változata. Ezek a rendszerek az egyelőre szabadon felhasználható 60 gigaherzes tartományban működnek, és akár 30 méter távolságra szállítják a tömörítetlen jeleket. A látszólag hiba nélküli átvitelt úgy valószínűsítik meg, hogy a WiFi-vel ellentétben a videojelek pixeladatainak bitjeit nem egyforma prioritással viszik át. A nagyobb helyiértékű MSB bitek az LSB bitek kárára sokkal jobban védettek, mert a kisebb helyiértékű bitek esetleges hibája a kijelzőn gyakorlatilag nem érzékelhető. Így működik az 5 gigaherzes sávban dolgozó WHDI (Wireless Home Digital Interface) is, amely egy 40 MHz sávzélességű csatornát használva a lakáson belül bárhová 3 Gbit/s adatátviteli sebességet ígér. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a nappaliban elhelyezett televízió meg tudja jeleníteni a hálósobában lévő Blu-ray lejátszó képét.

A WirelessHD specifikációja a maga 28 Gbit/s-os (!) átvitelével a WHDI képességeit is messze felülmúlja. Ez már bőven elég a 3DTV, vagy a már szinte földönkívüli Ultra HDTV 7680×4320 felbontású jelének tömörítetlen átviteléhez. A magunk részéről bízunk abban, hogy a szabványalkotók alaposan megvizsgálták a hálósobáinkba szánt, 10 Watt EIRP-vel (effektív izotrópikus kisugárzott teljesítmény) sugárzott mikrohullámú jelek élettani hatásait.

Baranyai Zoltán



## Az RJ-45 mindenek felett - HDBaseT

*Nem olyan régen még annak örültünk, hogy set-top boxunk és tv-készülékünk között digitálisan, minőségromlás nélkül továbbíthatjuk a videó és audio jeleket, s mindezt egyetlen kábel segítségével. A HDMI szabvány hatalmas áttörést jelentett, és mára igen elterjedté vált. Azonban ezt az átvitelt a jövőben minden bizonnyal le fogja váltani a HDBaseT, és hogy miért, az rögtön kiderül.*

Alapvető különbség, hogy a HDBaseT (ahogy a neve is utal rá) az Ethernet világból jól ismert RJ-45 csatlakozót és a CAT.5e/6 kábelt használja. Ennek köszönhetően jóval olcsóbb a kábelezés, sőt akár egy már kiépített Ethernet hálózatot is fel lehet használni HDBaseT átvitelre.



Lássuk mit is tud a HDBaseT:

*Tömörítetlen videó és audio adatok átvitele 10.2 Gbit/s sebességgel*

Ekkora adatátviteli kapacitással akár Full HD/3D vagy 4K (3840×2160 pixel) felbontású videojeleket is továbbíthatunk, ami tökéletesen kielégíti a mai igényeket. A hang is minden ma használatos formátumban továbbítható.

*100 m-es kábelhossz használata*

A HDMI esetében a maximálisan használható kábelhossz sok esetben korlátozza a lehetőségeket. Ezzel a problémával sokan szembesülhetnek, amikor különböző megjelenítőkön nagy felbontású tartalmakat szeretnének megtekinteni. Gyakran előfordul, hogy az asztali számítógépet és a televíziót kell összekötni HDMI kábellel, és még az 5 m-es kábel sem bizonyul elegendően hosszúnak. A HDBaseT használata esetén a két készülék közötti távolság akár 100 m is lehet, így még az is lehetővé válik, hogy rejtve, kerülőúton kössük össze eszközeinket.

*Távtáplálás, maximálisan 100 W*

Ezáltal akár az egyik elektromos hálózat kiépítése is feleslegessé válhat, mivel számos tv fogyasztása kevesebb 100 W-nál. Így előfordulhat hogy egy 32"-os televízió esetében csak egyetlen kábelt kell csatlakoztatnunk.

*100 Mbit/s-os full-duplex Ethernet kapcsolat*

A belső Ethernet hálózat előnyei mellett akár internet csatlakozást is biztosíthatunk a készülékeknek. Már ma elérhetőek az olyan televíziók, amelyek segítségével akár internetes tartalmakat is megtekinthetünk.

*Rejtett hálózatok kiépítése fali csatlakozókkal*

Az Ethernet hálózatoknál már megszokott, hogy az épületen belül kábelcsatornába, vagy közvetlenül a falba rejtik a kábelt, és fali csatlakozókat használnak. Ezt a megoldást ennél a technológiánál is alkalmazhatjuk.

*USB és egyéb vezérlőjelek átvitele két irányban*

Lehetőségünk nyílik arra, hogy a televízióra kötött billentyűzettel vezéreljük a kábel másik végén lévő számítógépet, de akár az Infra Red jelek átvitelével a tv-készüléken keresztül vezérelhetjük távoli Blu-ray lejátszókat is.

*Hálózat kiépítése több készülék között*

Csillagpontos összeállításban ugyanazon forrás jelét egy időben akár több megjelenítőn is nézhetjük, vagy egy megjelenítőn akár több forrás jelei közül is választhatunk.

Az alábbi linken megtekinthető kis bemutató film bizonyítja, hogy ez a technológia már ma is működik:

<http://www.youtube.com/watch?v=mfbilLDmw-I>

(a rövidfilm címe: Valens' HDBaseT 5Play Demo)

A HDBaseT technológia elterjesztése érdekében szövetség alakult: a HDBaseT Alliance. A szövetség tagjai között olyan nevekkel találkozhatunk mint a Samsung, a Sony és az LG. Mivel e nagy cégek támogatják a technológiát, biztosak lehetünk abban, hogy ezt az interfészt a jövőben be fogják építeni termékeikbe.

Érdemes tehát megtartani krimpelő fogónkat, valamint jó minőségű RJ-45 csatlakozókat vásárolni. A színrendet se felejtjük el még egy jó darabig.  
(N/F-N-Z/F-K-K/F-Z-B/F-B)

Majernik Zoltán