

A nagy hó és hideg ellenére  
kedvezően fogadták  
termékeinket Moszkvában



A tartalomból:

- Moszkva 2019  
*CSTB 2019 január - Moszkva*
- Írjunk igényeinkhez igazodó szoftvert  
*Bátorító útmutató*
- A PSI analízisa a TS Explorer-ben  
*A v1.12-es változat egyik új modulja*
- Transport Stream torta  
*Felhasználóink kérésére*
- MER - Modulation Error Rate  
*Képek a PST új moduljának fejlesztéséről*
- Mit hogyan mérjek  
*Méréstechnikai útmutató II. rész*
- Hibaesemények rögzítése IP ChangeOver-rel  
*Gondtad volna hogy ...?*



*h í r e k*

A CableWorld Kft. technikai magazinja  
2019. február



Számunk fő témája:

**A jelfeldolgozás részletei**

**70.**

## Moszkva – 2019 január CSTB

Végre mi is kiállítók lehettünk

A CableWorld korábbi ügyvezetője a 70-es és 80-as években meglehetősen sok időt töltött – időnként feleslegesen – Moszkvában, így a CableWorld az elmúlt 25 esztendőben nem jelent meg közvetlenül az orosz piacon. A „közvetlen” szót itt az indokolja, hogy a WISI cégen keresztül több száz első generációs CableWorld panelekből épített remultiplexer került az orosz piacra, a CableWorld nevének említése nélkül. A háttérben annyival is megelégedtünk, hogy a null packetekbe rejtve írtuk be a CableWorld nevet, ha egyszer valaki kételkedne részvételünkben. A CableWorld új és fiatal vezetésre az első perctől kezdve hangsúlyozta az orosz piac fontosságát, ezért pályázatokon indulva próbált pénzt szerezni az orosz piacon való megjelenés költségeinek részleges finanszírozására.

A VEKOP-1.3.1-16 külföldi piacra jutás támogatása pályázat keretein belül elsőként a 2019 januárjában Moszkvában megrendezett CSTB kiállításon való részvételre nyílt lehetőségünk. A kiállításon való részvétel a szokásos európai kiállításokhoz képest sokkal több szervezést igényelt. A vízum megszerzésén túl a bemutató készülékek eljuttatása a kiállításra is kihívás volt. A nagy műszerszekrények helyett célszerűbbnek mutatkozott azok nagyméretű poszttereivel standot tervezni. Első fényképünk még indulás előtt mutatja a rack szekrényeket nyomtatás közben.



Kellemes meglepetés volt, a moszkvai emberek segítőkészsége, mind a kiállítási, mind a szállodai környezetben barátságos fogadtatásban volt részünk.

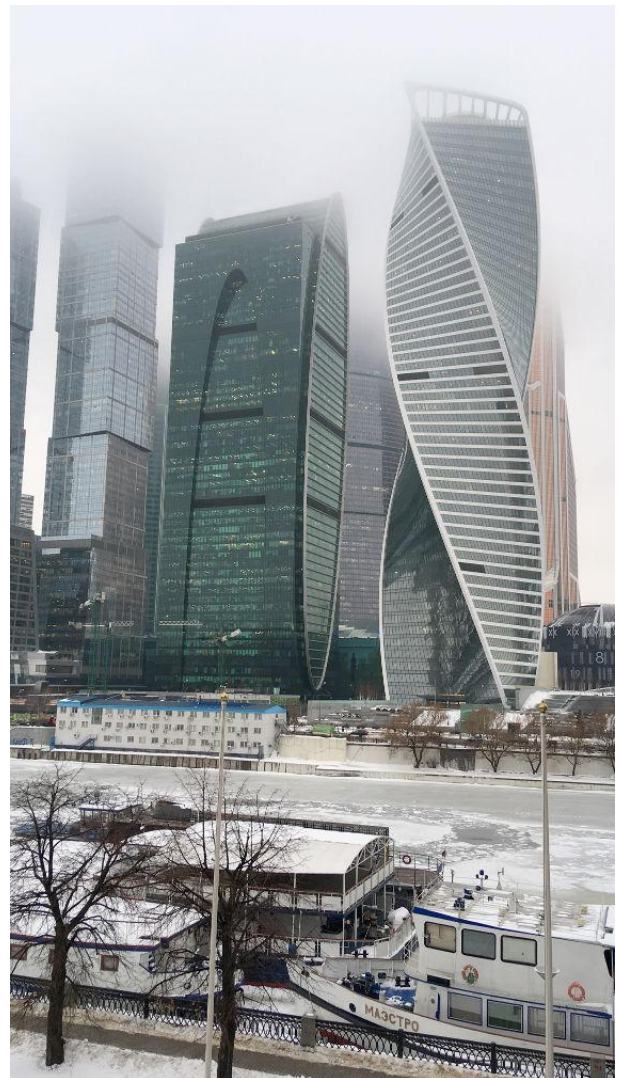


TELECOM & MEDIA  
**CSTB**

**29.01-31.01  
2019**

Television and telecommunications  
Moscow, Crocus expo

A kiállítás valamivel kisebb volt, mint az ANGA, jellemzően nem a külföldi gyártók, hanem azok képviselői állítottak ki. A kiállításon a műsorkészítők és a gyártók egyaránt jelen voltak. A termékeket és az irányvonalat összehasonlítva az ANGA-val olyan volt mintha néhány évet visszaléptünk volna az időben. Külön ki kell emelni, hogy többen is kedvezően fogadták, hogy a magyarok több évi távollét után megint itt vannak. Két-három érdeklődőnél már terméket is hagytunk tesztelésre, másokkal a kiállítás után kezdtünk levelezésbe. Összességében megfelelőnek találtuk a kiállítást a piaci visszatérésünk indításához. Befejezésként mindenképpen megemlíteném, hogy Moszkva az elmúlt 30 év alatt nagyon sokat változott – már mint ahogy ezt idősebb kollégáim a fényképeket nézegetve mondják. Igazolásként egy kép a Moszkva folyó partjáról.”





## Írjunk igényeinkhez illeszkedő szoftvert!

Útmutató azok számára, akik készülékeinkhez saját szoftvert szeretnének készíteni



*A CableWorld a digitális technikára történő átállás folyamatában úgy látta, hogy segíti a partnereinkkel való együttműködést, ha az egyedi igények kielégítésére szolgáló szoftverek készítésébe partnereinket is bevonjuk. Ez a törekvésünk a mai napig nem halt el, illetve ezzel a cikkel is szeretnénk kedvet csinálni azoknak, akik eddig bátortalanok voltak és nem mertek vállalkozni ilyen feladatokra.*

A századforduló után a gyorsan fejlődő digitális technika minket is arra kényszerített, hogy jelentős mértékben erősítsük szoftver fejlesztésünk. Az első generációs termékek szoftvereinek fejlesztéséhez a Borland cég képviselőjétől vásároltunk egy Delphi fejlesztő rendszert és ezzel írtunk Windows környezetben működő készülékvezérlő szoftvereket.

Már ekkor is láttuk, hogy partnereinket mielőbb be kell vonni a szoftver változatok fejlesztésébe. Mivel ez a fejlesztőkörnyezet meglehetősen drága és komoly szaktudást igényel, az együttműködést úgy tudtuk elindítani, hogy a forráskódot átadtuk partnerünknek, hogy ebből kiindulva tudja elkészíteni a saját igényei szerinti változatot. Így születtek meg a francia, olasz, német stb. változatok a remultiplexerekhez, scramblerekhez stb. A eladási volumen növelése érdekében semmilyen megkötést nem tettünk, így a cégek saját nevük alatt, saját emblémájukkal jelentették meg ezeket.

Nagyot változott a világ, amikor 2010 után a Windows és Linux környezetből kilépve elkezdődött a webes technikára történő átállás. A felhasználói oldal hamar megkedvelte ezt a technikát, elsősorban azért, mert nem kellett foglalkozni a készülékek kezelőszoftverének telepítésével. A webes technika a mi céljainkat is támogatta, ugyanis az ilyen kezelőszoftverek megírásához már nem kell drága fejlesztő környezetet vásárolni, így mindenki előtt szabad az út. Igaz, hogy a webes szoftverek futása sokkal lassúbb, és számos egyéb korlát is van, de a megírt szoftver (a forráskód) fordítás (alakítás) nélkül jut el a felhasználó számítógépéhez, így némi ügyeskedéssel a felhasználó annak minden sorát láthatja. Természetesen e mellett sokkal egyszerűbb, ha mi adjuk át a felhasználónak forráskódot és nem kell annak részleteit a web böngészőn keresztül összehalászni. Példaként a Personal Stream Tool v1.11-es változatának kezelő szoftvere 123 fájlból áll és ezek összesített mérete egy picivel 2 Mbájt alatt van.

A témában kevésbé jártas olvasók számára elmondjuk, hogy a webes technika egyik nagy előnye

abban van, hogy a legegyszerűbb szövegszerkesztővel is percek alatt készíthető olyan szoftver, amelyik a képernyőn alakzatokat, szövegeket jelenít meg. Fontos még, hogy e néhány sor megírásához igen kevés szakismeretre van szükség.

Készülékeink vezérlése TCP/IP és UDP üzenetekkel egyaránt történhet. Mivel a legtöbben szeretnék készülékeinket a neten keresztül bárholnan elérni, elsődlegesen a TCP/IP javasolható. Igaz, hogy a TCP/IP megvalósítása bonyolult, azonban mi a HTTPv1.1 számára kidolgozott rendszerből csak a GET és POST utasításokat használjuk. A GET utasítással kérünk adatokat a készülékből, a POST utasítással állítjuk be a különböző modulokat. Ebből az következik, hogy bármilyen környezetben kell a készülékhez vezérlő szoftvert írni, az első lépés a GET és POST utasítások megvalósítása.

A szoftver fejlesztő környezetek (Delphi, Java, Android stb.) között van egy, amelyik ingyenes és többféle operációs rendszer alatt futtatható. Ennek neve Python, bár az elnevezésnek nincs köze a kigyóhoz. 2018 végén a Python környezethez is megírtuk a GET és POST alaputasításokat, így mostantól semmi akadály nincs annak, hogy valaki Pythonban írjon kezelőszoftvert termékeinkhez. Természetesen e kiinduló modulok is bárki számára ingyenesek.

Többen is megkérdezték már azt, hogy miért kell egyedi kezelőszoftvert írni valamelyik termékhez, így befejezésül ezzel a kérdéskörrel foglalkozunk. A termékek fejlesztése során igyekszünk univerzális, mindenki számára jól használható kezelőszoftvert írni. Ezzel nincs is baj, azonban minden felhasználói környezetben vannak egyedi megoldások, egyedi feladatok, amelyekhez nem optimális az univerzális szoftver. Példaként egy műholdvevőhöz vagy földi vevőhöz általában nincs szükség egyedi szoftverre. Abban az esetben, ha valaki mérőautomatát szeretne összeállítani, percenként más és más frekvenciára szeretné állítani a műholdvevőt, vagy a DVB-T adásokat szeretné ciklikusan mintavételezni, az univerzális szoftver erre nem alkalmas. A jó megoldás az egyedi szoftver készítése.

A PST kiemelkedően sokféle mérés elvégzésére képes, azonban mérőautomatába építve csak egyedi vezérlő és adatgyűjtő szoftverrel használható optimálisan. A Málna PC, Banán PC és társai megjelenésével kiemelkedően jó háttér kínálkozik, az különleges felhasználói igények megvalósításához.

## A PSI Analizálása a TS Explorerben

A v1.12-es szoftver egyik új moduljának fejlesztéséről

A különböző szoftverek megírása valójában egyszerű feladat, különösen napjainkban, amikor már a „kis iskolás” diákok is ismerkednek a szoftverírás rejtelmeivel. A szoftver készítésének legbonyolultabb része a felhasználói szokások megismerése és alkalmazása. Megfigyelve az okostelefonok használóit, látható, hogy gyorsan össze-vissza klikkelnek, és szinte egyetlen felületen sem töltenek el néhány másodpercnél többet. Vélelmezhető, hogy csak az információk felszínes megértéséig jutnak el, és egyetlen témában sem mélyednek el.

Ma már széleskörűen tanítják, hogy a bemutatók (prezentációk) készítésénél ne vetítsünk egyszerre két-három gondolatnál többet a résztvevők elé, mert ennél többet úgysem képesek magukévá tenni. E mellett javasolt az apróbb részletek, a nem túlzottan fontos dolgok említésének elkerülése.

Nem titok, hogy a TS Explorer újabb moduljainak fejlesztéséhez több irányból is nekifutottunk, és csak számos próbálkozás után sikerült eljutni a fenti szempontokat is figyelembe vevő – a cikkben bemutatásra kerülő – változathoz.

Újságunk előző számában írtunk arról, hogy a TS Explorer modult a transport streameket összeállító, remultiplexelő és abban hibákat kereső felhasználók számára készítettük. A v1.11-es változat egy bemeneti TS kiválasztása után részletesen mutatja a TS szerkezetét, az összetevők adatsebességét, az azokban előforduló hibákat stb. A grafikonok felrajzolása közben a videó adatfolyamok is analízálásra kerülnek egy-egy bélyegkép megjelenítésével egyidejűleg. A továbbfejlesztés következő lépéseként a kiegészítő információkat hordozó packetek tartalmának megjelenítését tartottuk fontosnak.

Mint tudjuk, a transport streamben ezeket az információkat különböző táblák hordozzák, azért a TS szerkezetét bemutató fa struktúrát alul kiegészítettük a táblák információs mezőivel. Az 1. ábra felvétele röviddel az analízálás elindítása után készült. Indításkor a információs mezők kijelzői szürke színűek, a táblát szállító packetek megjelenésekor az adatsebességeket mérő modul a kijelzőt zöldre állítja. A PAT, CAT, PMT táblák ismétlődési ideje kicsi (max. 500 ms), ezért ezek színe gyorsan zöldre vált. A NIT tábla packetjei már ritkábban érkeznek (max. 10 sec), ezért ennek színe némi várakozás után vált zöldre. A TDT tábla tipikusan 30 másodpercenként érkezik, ezért ennek színe még később vált zöldre, illetve, ha az EPG megjelenítéséhez elfelejtettük betenni a TDT táblát, a kijelző színe folyamatosan szürke marad a hibára utalva.

PAT - Program Association Table
PMT - Program Map Table
CAT - Conditional Access Table
SDT - Service Description Table
NIT - Network Information Table
EIT - Event Information Table
TDT - Time Date Table
LCN - Logical Channel Name

1. ábra

A táblák megjelenítésére szolgáló felület

A fa struktúra a PAT, PMT és SDT táblák tartalma alapján kerül felrajzolásra, ezért e táblák mezőire kattintva a fa struktúrától eltérően részletezett és kibővített információs táblákat jelenítünk meg. A PAT táblára kattintva megjelenő képet a 2. ábra szemlélteti.

Program Association Table - PAT	
Packet Identifier - PID: 0	
TS Identifier: 1	
Version Number: 2	
NIT is inserted into PAT	
Service Id: 100	PMT PID: 1000
Service Name: M1 HD	
Service Id: 101	PMT PID: 1010
Service Name: M4 Sport HD	
Service Id: 120	PMT PID: 1200
Service Name: Duna World	
Service Id: 121	PMT PID: 1210
Service Name: Duna HD	

2. ábra

Részlet a PAT megjelenítőjéről

Az információk összeállításánál csaltunk abból a szempontból, hogy a műsorok nevét az SDT táblából vettük ki, de gondoltuk, hogy ezzel is segíteni tudjuk a felhasználót a Service Id és PMT PID párok azonosításában.

A PMT táblából kinyerhető információk sokkal összetettebbek, ezért itt a mezőre kattintva egy felirat jelenik meg, amely kéri, hogy menjünk át a fa struktúrára és ott kíváncsiskodjunk. A megjelenítéshez elsőként ki kell nyitni a kiválasztott szolgáltatás fa ágát. A 3. ábra egy nyitott szolgáltatást szemléltet.

1	Duna HD	2
	SID: 121 Type: 25 HDTV	
	PMT PID: 1210 (0x04BA) Pgm Info Length: 0	3
	PCR PID: 1211 (0x04BB)	3
	ES PID: 1211 (0x04BB) Type: 27 (Video H264)	4
	ES PID: 1212 (0x04BC) Type: 3 (Audio)	5
	ES PID: 1214 (0x04BE) Type: 6 (H.222.0 Private)	6

3. ábra

Részlet a fa struktúra megjelenítőjéről

Az elmúlt hónapban ketten is megkérdezték, ezért elsőként néhány szó a kattintásokról. A ± jellel kezdődő képecskére kattintva (1) a fa ága nyitható-csukható. A fejlécen elhelyezett két soros szövegre kattintva (2) történik a szolgáltatás kiválasztása (kék) vagy törlése (fehér) a szolgáltatási információk megjelenítéséhez. A PMT PID-re vagy PCR PID-re (3) kattintva jelenítjük meg a PMT tábla főbb adatait. Ezen a megjelenítőn láthatók a Program Info-ban elhelyezett descriptorok is, ha vannak. A PMT megjelenítésére a 4. ábra mutat példát.

Program Map Table - PMT	
PMT PID: 1210	
PCR PID: 1211	
Version Number: 17	
Number of Elementary Stream: 6	
Program Info:	
#1 ES PID: 1211	
Stream Type: 27 - Video H264	
#2 ES PID: 1212	
Stream Type: 3 - Audio	

4. ábra

A PMT tábla főbb adatai (részlet)

A PMT tábla összetevői a különböző elementary streamek. Az információ csökkentés érdekében ezek jellemzőit külön választottuk és az elementary streamre kattintva (4, 5, 6, ...) külön-külön jelenítjük meg. Az elementary streamek jellemzőinek felülete a descriptorokat kibontva mutatja (lásd 5. ábra).

Számos esetben fontos, hogy a jegyzőkönyv vagy hasonló dokumentációk készítéséhez a mérési eredmény könnyen kiemelhető legyen a felületről. A PSI modul kijelzője sima, szerkeszthető text-et ad.

#2 Elementary Stream - ES 2
ES PID: 1212
Stream Type: 3 - Audio
ES Info: 0A 04 68 75 6E 00
Number of Descriptors: 1
D1 Descriptor Data:
0A 04 68 75 6E 00
- Tag: 0x0A
- Length: 4
- Name: ISO 639 Language Descriptor
ISO 639 Language Code: hun
Audio Type: 0

5. ábra

Részlet az elementary streamek jellemzőinek felületéről

Az SDT tartalmának összeállításával a mai napig problémánk van. A legfontosabb információkat már eddig is láttuk, azonban ha további – szerintünk fontos – információkkal bővítjük a kijelzést, akkor még az egyszerűbb szerkezetű műsoroknál is nagyon terjedelmes listát kapunk. A 6. ábrán a jelenlegi hosszú listából mutatunk be részletet, és várjuk a visszajelzéseket, hogy mit húzzunk ki belőle.

Service Description Table - SDT
Packet Identifier - PID: 17
Version Number: 0
Number of Section: 1
Original Network Id: 8903
Number of Service: 9
#1 Service Name: M1 HD
Provider Name: Magyar Televízió
Service Type: 25 - HDTV
Service ID: 100
EIT Shedule Flag: 1
EIT Present-Following Flag: 1
Running Status: 4
Free CA Mode: 1(0-free, 1-scrambled)
Number of Descriptors: 1
D1 Descriptor Data:
48 18 19 10 4D 61 67 79 61 72 20 54 65 6C 65 76
ED 7A 69 F3 05 4D 31 20 48 44
- Tag: 0x48
- Length: 24
- Name: Service Descriptor
Service Type: 25 - HDTV
Provider Name: Magyar Televízió
Service Name: M1 HD

6. ábra

Az első szolgáltatás jellemzői az SDT megjelenítőjéről



A PAT, PMT és SDT táblákból megjelenített információk az analízálási folyamat indításánál kerültek lekérdezésre, a megjelenítések tárolt adatokból kerültek összeállításra. A további táblák adatainak megjelenítéséhez a futást leállítjuk és a videó mintavevőjét átprogramozzuk a táblákra.

A CAT táblára kattintva a szoftver futása leáll és 2 másodpercig gyűjti az 1-es PID értéken érkező packeteket. Az analízálás eredményét a cikkben nem is mutatjuk, mivel a CAT tartalma csak a jól képzett szakemberek számára mutat értelmezhető adatokat.

Hasonló az EIT táblák mintavételezése is, de az EIT-nél egy-egy táblából alig olvasható ki valami. Akit részletesebben érdekel az EPG tartalma annak külön EPG megjelenítőt kell használnia.

Ezeknél érdekesebb a NIT analízálása. Mivel a NIT ismétlődési idő akár 10 másodperc is lehet, 12 másodperces mintavételi időt állítottunk be. Az idő múlását a szöveges felület jelzi. A NIT tartalma meglehetősen terjedelmes, ezért a 7. ábrán csak a felület kezdő sorait mutatjuk be. A megjelenített információk értelmezése komolyabb szakmai ismereteket igényel, így a NIT megjelenítését csak képzett szakemberek számára ajánljuk. Korábban gondoltuk, hogy a frekvencia listák talán szélesebb körben értelmezhetők lesznek, de ezek kiértékelése sem egyszerű feladat.

Network Information Table - NIT	
Device collects the TS packets at PID = 16 Sampling Time = 12 sec, please wait! +++++	
Number of TS packets 12	
NIT-actual Analyzer Report	
- Name:	Frequency List Descriptor
Coding Type:	Terrestrial
Centre Frequency:	490 000 000 Hz
Centre Frequency:	498 000 000 Hz
Centre Frequency:	514 000 000 Hz
Centre Frequency:	546 000 000 Hz
Centre Frequency:	642 000 000 Hz
Centre Frequency:	650 000 000 Hz
Centre Frequency:	666 000 000 Hz

7. ábra

A részletek a NIT megjelenítőjéről

A TDT táblák jellemző ismétlődési ideje 30 másodperc, ehhez a 32 másodperces mintavételi időt megfelelőnek találtuk. A TDT és TOT táblák felváltva kerülnek kiküldésre, így előre nem meghatározható, hogy melyiket sikerül majd a mintavevővel elcsípni. A TDT táblából csak a UTC időt, a TOT táblából az eltolást és az óraállítás időpontját is meg lehet tudni. A TDT Analyzer segítségével állapítható meg az, hogy a

szolgáltatás EPG-je mellé megfelelő TDT táblát illesztettünk-e a TS-be. A TDT megjelenítőből mutat be részleteket a 8. ábra.

Time Date Table - TDT	
Device collects the TS packets at PID = 20 Sampling Time = 32 sec, please wait! +++++	
Number of TS packets 6	
TDT Analyzer Report	
UTC time: E4AD121709 Date from UTC time: 2019-02-27 T 12:17	
- Name:	Local Time Offset Descriptor
Country Code:	hun
Country Region Id:	000000
Reserved bit:	1
Polarity:	positive (east direction)
Local Time Offset:	01:00
Time of Change:	2019-03-31 T 01:00
Next Time Offset:	00:00

8. ábra

Részletek a TDT és a TOT tábla információiból

A PSI információk megjelenítői között az utolsó az LCN Analyzer lapja. A lapra kattintva a NIT analízálásánál bemutatott folyamat fut le, azonban most csak az LCN szempontjából fontos adatokat jelenítjük meg. A lapon az LCN szám szerint és a Service Id szerint rendezett listát is szemléltetjük. Akinek szüksége van rá, az most a scrollbar

Logical Channel Name - LCN	
Device collects the TS packets at PID = 16 Sampling Time = 32 sec, please wait! +++++	
Number of TS packets 12	
Logical Channel Name Report	
===== LCN via Service Id =====	
Service Identifier: 100	LCN= 1
Service Identifier: 101	LCN= 4
Service Identifier: 120	LCN= 6
Service Identifier: 121	LCN= 3
Service Identifier: 130	LCN= 101
===== Service Id via LCN =====	
LCN= 1	Service Id: 100
LCN= 2	Service Id: 200
LCN= 3	Service Id: 121
LCN= 4	Service Id: 101
LCN= 5	Service Id: 202
LCN= 6	Service Id: 120

húzógatásával tudja a számára fontos adatokat behozni. A budapesti DVB-T adást vizsgálva láttuk, hogy a lista olyan hosszú, hogy egyik rendezés sem fér ki egy oldalra. A 9. ábra részleteket mutat be a lapról.

9. ábra

LCN Analyzer

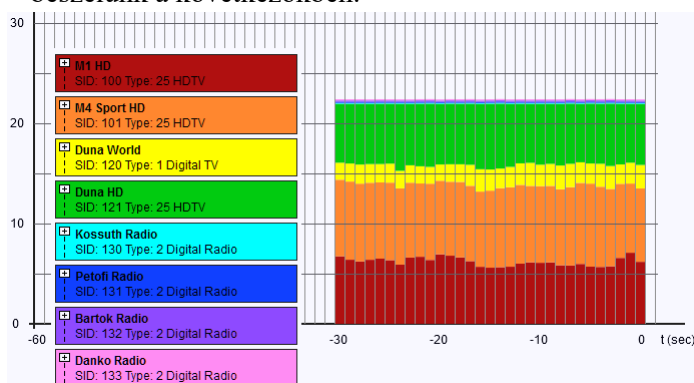
Mint láttuk, nem minden esetben egyszerű a mai igények maradéktalan kielégítése. A jól képzett, a legkisebb részletekre is kíváncsi szakemberek igényeinek kielégítéséről sem feledkeztünk meg, de a megoldást most a háttérbe rejtettük.

## Transport stream torta

Felhasználóink kérésére

A TS Explorer szoftver tesztelési eredményei között kérdezi valaki, hogy mire jó a szolgáltatások adatsebességét szemléltető grafikon és miért korlátoztuk 10-re az egyidejűleg megjeleníthető szolgáltatások számát?

A válasz első lépéseként bemutatjuk a grafikon, hogy mindenki előtt egyértelmű legyen miről is beszélünk a következőkben.



Vitathatatlan, hogy az egyik indíték az volt, hogy legyen a szoftverben egy színes, tekinteteket vonzó mozgó grafikon. Miután ilyenre is szükség van, megpróbáltuk úgy kialakítani, hogy hasznos is legyen. A grafikon automatikusan a PMT első 10 szolgáltatását rajzolja egymás fölé, de ezen kattintásokkal lehet változtatni. Egy szolgáltatást kiválasztva és ezzel párhuzamosan egy monitoron a képet nézve megfigyelhető, hogy a statisztikus remultiplexer jól van-e beállítva, a mozgalmassabb képeknél nő-e az adatsebesség és fordítva.

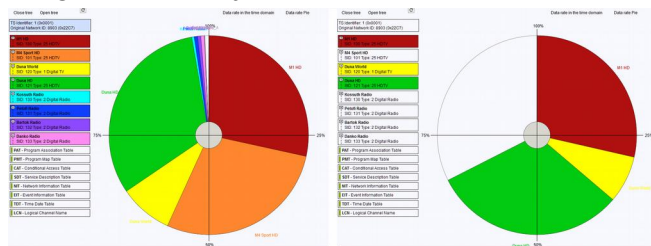
Vannak szolgáltatók, akik két vagy több műsor továbbításért fizetnek, s szeretnék ellenőrizni, hogy a megfizetett, például 8,5 Mbit/s sávjukat az ő műsoraik kitöltik-e. Számukra ideális e mérési lehetőség. Ugyancsak hasznos lehet a megjelenítés a statisztikus remultiplexereket beállító vagy ellenőrző szakemberek számára.

Arra a kérdésre, hogy miért csak 10 szolgáltatás jeleníthető meg egyszerre egyszerű a válasz. A grafikon automatikus beállításokkal működik, a léptékek manuálisan nem állíthatók, így sok műsor esetén még becsléseket is nehéz tenni az egyes folyamatokra. Példaként érdemes megnézni a fenti grafikon tetejére rajzolt 4 rádió műsort, és átgondolni, hogy szolgáltatnak e hasznos információt.

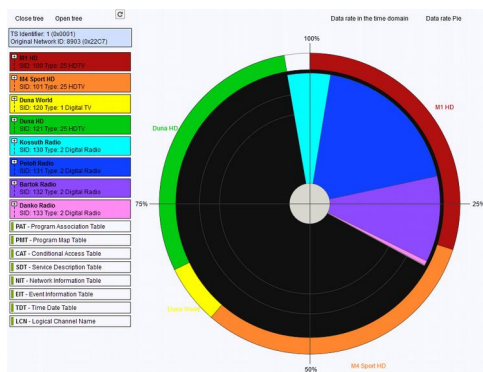
A lengyel tesztelők jelezték, hogy szívesen látnák a felületen azt a színes tortát, amelyet más szoftverek is megjelenítenek, ezért a továbbfejlesztés során megvizsgáltuk hogyan is lehetne a torta diagramból valamilyen hasznos információt kiolvasni.

A cégek a színes torta diagramban jellemzően az elementary streameket jelenítik meg. A 360°-os skálán a nagyobb adatsebességű streamek (video, EIT, null packetek) szépen mutatnak, azonban a kis sebességűek összezsúfolva alig látszanak. Egyébként a torta diagram szép, de mérésre nemigen használható.

Annak érdekében, hogy valami újat tegyünk a felhasználók asztalára, úgy döntöttünk, hogy az elementary streamek helyett a szolgáltatások által használt streamek összesített adatsebességét ábrázoljuk a tortán. A következő ábra bal oldalán a DVB-T adás tortája, jobb oldalán pedig a felhasználó által kijelölt szolgáltatások tortája látható.



Az átviteli csatorna jobb kihasználása érdekében gyakori, hogy egyes összetevőket egyidejűleg több szolgáltatás is használ. Bizonyára mindenki találkozott már olyan MPTS-sel, amelyben a teletext, vagy a hbbTV adatfolyamot több szolgáltatás is „bekéri”. Hasonló a helyzet, amikor a különböző nyelvű szolgáltatások közös videó adatfolyamot használva egyedi hang adatfolyammal szeparált szolgáltatásként kerülnek kialakításra (pl. hotel tv). A 24 órás szolgáltatásokban lehet olyan megoldással találkozni, amikor egyes szolgáltatások az éjszakai órákra átveszik egy másik szolgáltatás adatfolyamait. Ilyen jellegű szolgáltatásoknál gyakori, hogy a torta 360°-os felülete kicsi, ha azt a TS teljes adatsebességének tekintjük. Újszerű kialakításként ilyen esetekben csigaszzerűen kisebb sugárral rajzoljuk tovább a tortát, mutatva, hogy a szolgáltatások hatékonyan használják ki a TS-ben továbbított adatfolyamokat.



konkrét mérésre alig használható, de érdeklődéssel várjuk a felhasználói reakciókat.

## MER – Modulation Error Rate

Részletek a digitális televíziótechnika mérés technikájából

Olvasóink visszajelzéseiből látjuk, hogy vannak még olyan szakemberek, akik nem elégszenek meg a felszínes tudással. Cikkünkben azok igényeit szeretnénk kielégíteni, akik a mérés technika egyes kérdéseibe szeretnék mélyebben betekinteni.

Többen is megkérdezték, hogy a PST miért nem méri a MER-t, ezért cikkünkben azt mutatjuk be, hogyan fejlesztettük ki a MER mérő modulunkat.

Az analóg technikában a különböző paraméterek (linearitás, differenciális torzítás stb.) méréséhez speciális eljárásokat és mérőműszereket fejlesztettünk ki. A digitális technika teljesen más szemléletet kíván, abban a méréseket más módon lehet elvégezni.

Kezdjük azzal, hogy elsőként a QAM paraméterek mérésével foglalkozunk, majd ebből kiindulva vázoljuk a T, T2 rendszerek paramétereinek mérését. A modulált nagyfrekvenciás jel demodulátora mindegyik modulációs módnál x és y értékpárokat szolgáltat. Ezeket koordináta rendszerbe rajzolva kapjuk a konstellációs diagramot. A kimenőjel általános alakban így írható le:

$$x_1, y_1, \quad x_2, y_2, \quad x_3, y_3, \quad \dots \quad x_n, y_n,$$

Ezen a ponton a demodulációs és a mérés technikai feladatok kettéválnak. A demodulátor következő fokozata azt vizsgálja meg, hogy a számpárhoz milyen bitkombináció tartozik, és ezt adja a kimenetre. A mérés technika pedig a számpárok felhasználásával számítja ki a szabványokban definiált paramétereket.

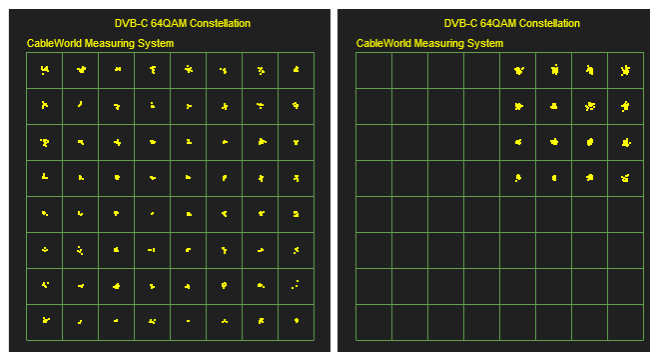
Bizonyára mindenki találkozott már valamilyen módon a konstellációs diagrammal, de gondolataink egységesítése érdekében az 1. ábra bal oldalán bemutatjuk a 64QAM jel konstellációs diagramjának valós képét. A demodulátor kimenőjelenek értékpárjai a következők szerint néznek ki:

217, 124, 170, -52, -192, -34 stb.

A MER (modulation Error Rate) azt mutatja meg, hogy a demodulátor kimenőjelenek vektorai (értékpárjai) mennyivel térnek el az ideálistól. Pontosítva a megfogalmazást a MER a hibavektorok teljesítményének és az ideális vektorok teljesítményének aránya %-ban vagy dB-ben kifejezve.

$$MER = \sqrt{\frac{P_{error}}{P_{effective}}} \quad (\%)$$

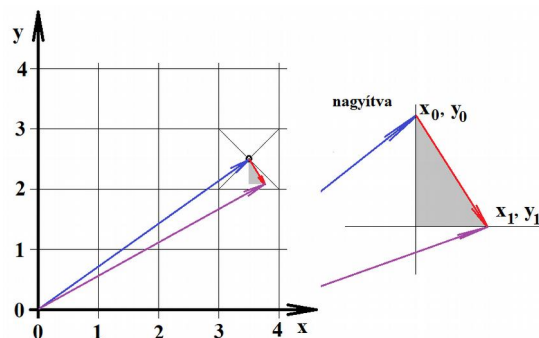
Mivel teljesítmények arányát kell meghatározni egyszerűsítsük a feladat megoldását azzal, hogy az értékpárok helyett az értékpárok abszolút értékével számolunk a továbbiakban. Ezzel a négy síknegyed vektorait egy síknegyedbe transzformáljuk.



1. ábra

Bal oldalon a 64QAM jel konstellációs diagramja ahogy azt a PST rajzolja, jobb oldalon a pontok a transzformálás után

A rasztert egységnyiinek véve a következők szerint rajzolható fel a feladat.



2. ábra

A hibavektor értelmezése az egységnyi raszterben

A szürke háromszög mutatja a hibavektor nagyságának kiszámításához vezető utat. Általános alakban a hibavektor nagysága:

$$V_{error}^2 = (x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2$$

A következő feladatként azt kell meghatározni, az adott x1, y1 értékpár vajon melyik négyzetbe tartozik, azaz mennyi az x0 és y0 értéke. Ehhez egy programrészletet mutatunk be:

```
if(x<1) x0=0,5; else if (x<2) x0=1,5; else if (x<3) x0=2,5;
else x0=3,5; ... és y-ra ugyanígy.
```

Attól függően, hogy a demodulátor hány bites A/D-val dolgozik és a demodulátor fejlesztője hova tette a komparálási határokat az egységnyi raszter adatokat be kell szorozni a valós raszter adattal. A PST esetében 64 QAM-nél a raszter 72, és minden egyes modulációs módnál más és más érték.

Láttuk, hogy a MER számításához teljesítmény adatokra van szükség, ezért következő lépésként kiszámítjuk az ideális QAM jel effektív értékét. Természetesen tudjuk, hogy a teljesítményt a  $P=U^2/R$  képlettel kell számolni, de az  $R=1$ -et választva a további képleteket nem bonyolítjuk az  $R$  beírásával.



Az előzőleg már használt Pitagorasz-tétel alkalmazásával az ideális vektorok hosszának négyzeteit a következő ciklus adja:

$$\text{for}(i=0;i<n;i++)\text{for}(k=0;k<n;k++) v_{0ik}^2=(0,5+i)^2+(0,5+k)^2$$

ahol n értéke a QAM módtól függően változik. 64QAM-nél n=4, 256QAM-nél pedig n=8. A QAM jel effektív értéke a vektorok hosszának ismeretében:

$$U_{\text{QAMeff}} = \sqrt{\frac{v_{01}^2 + v_{02}^2 + v_{03}^2 + \dots + v_{0n}^2}{n}}$$

A QPSK jel effektív értéke jól láthatóan a  $\sqrt{2}$  fele, azaz 0,7071. Megjegyezzük, hogy 32QAM és 128QAM esetén a hiányzó vektorokat ki kell venni az összegzés előtt. Néhány számunkra fontos érték:

$$\begin{aligned} U_{\text{eff 16QAM}} &= 1,581138 & U_{\text{eff 32QAM}} &= 2,404423 \\ U_{\text{eff 64QAM}} &= 3,240370 & U_{\text{eff 128QAM}} &= 4,947379 \\ U_{\text{eff 256QAM}} &= 6,519202 \end{aligned}$$

Az egyéb program részletek valamennyi QAM módhoz megfelelőek.

Visszatérve a MER meghatározásához, elsőként nézzük meg, hogyan szokták a hibavektorok teljesítményét a jel teljesítményéhez viszonyítani. Gyakran használt mód a százalékban megadott viszony, azaz

$$MER_{\%} = \sqrt{\frac{P_{\text{error}}}{P_{\text{effectiv}}}} \times 100 (\%)$$

Egyes mérőműszereknél látható, hogy hibavektorok között megkeresik a legnagyobbat és ezt, mint maximális hibát jelzik ki ugyan ebben a formában.

$$MER_{\text{max \%}} = \sqrt{\frac{P_{\text{errormax}}}{P_{\text{effectiv}}}} \times 100 (\%)$$

A harmadik, s talán a legerterjedtebb forma, amikor dB-ben fejezzük ki a két teljesítmény viszonyát (de itt a reciprok értékkel számolunk!).

$$MER_{\text{dB}} = 10 \times \log\left(\frac{P_{\text{effectiv}}}{P_{\text{error}}}\right)$$

A MER számításának részletes megismerése után a teljesség igénye nélkül megnézzük hogyan lehetne az x-y számpárokból más jellemzőket is meghatározni. Emlékezzünk vissza rá, hogy megoldásunkat azzal egyszerűsítettük, hogy az értékpároknak csak az abszolút értékével számoltunk. Amennyiben ezt nem tesszük és a komplex számok bevezetésével számolunk tovább, a hibavektoroknak az abszolút értéke mellett az előjele is birtokunkba kerül.

Amennyiben a hibavektorok előjeles összeadásának eredményeként 0-át kapunk, elmondhatjuk, hogy a hibát jelhez szuperponálódott zaj okozza. Ebből pedig az következik, hogy a

$$\frac{P_{\text{effectiv}}}{P_{\text{error}}} = \frac{P_{\text{effectiv}}}{P_{\text{zaj}}}$$

A valóságban az átvitel nem ideális, további hibákkal is számolnunk kell, ezért a

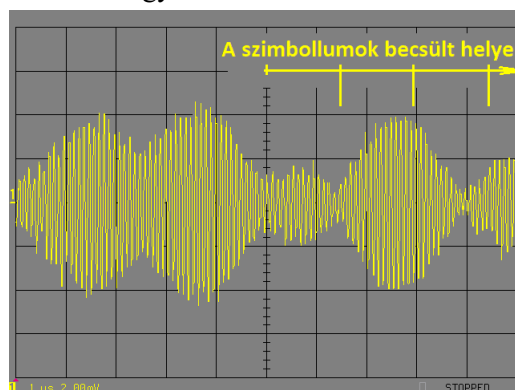
$$MER (\text{dB}) \geq S/N (\text{dB})$$

a helyes megfogalmazás. Természetesen a hibavektorok vektoriális összege szinte sohasem nulla, ami arra utal, hogy vivő szivárgás, fázis torzítás stb. is van az átvitelben. Ezek nagysága az összegzés eredményéből állapítható meg.

A cikk nem lehet teljes némi discussio nélkül. A számításainknál az x-y értékpárokból indultunk ki, azonban egyetlen szót sem ejtettünk arról, hogy mekkora lehet ezek pontossága. Egy átlagos 64QAM jelnél a szimbólum idő:

$$T = \frac{1 \times 10^9}{6,875 \times 10^6} = 145,45 (\text{ns})$$

A 100 MHz-es vivőfrekvencián a periódusidő 10 ns, így a demodulátornak kb. 14,5 periódus és 145 ns áll rendelkezésére ahhoz, hogy a beérkező jel amplitúdóját és fázisát megállapítsa. Eközben a jel erősen sávhatárolt, így az átmenetek erősen torzulnak, mint azt az 3. ábrán is mutatjuk. A valós értéket nem tudjuk, ha a pontosságot 1% körülire becsüljük, talán nem tévedünk nagyot.



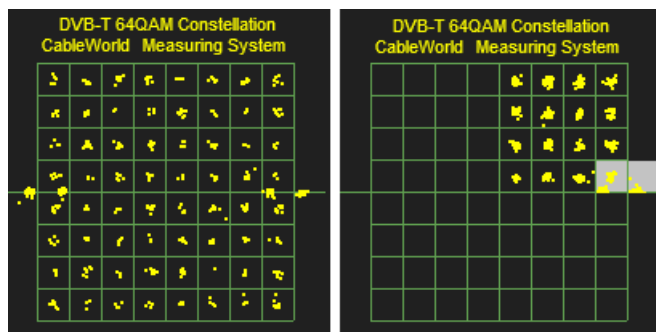
3. ábra

100 MHz-es 64 QAM jel idődiagramja 400 MHz-es oszcilloszkópon megjelenítve

Amennyiben tudnánk a vektorok pontosságát a rasterrel felnagyított koordináta rendszerben becsléseket tudnánk adni arra vonatkozóan, hogy milyen pontosak a MER számításaink. Tájékoztatásul érdemes figyelni arra, hogy a Rohde & Schwarz cég mérő demodulátora 43 dB-ig képes a MER mérésre. Egyéb kapcsolatainkból tudjuk, hogy létezik olyan kihegyezett változat, amelyik 46 dB-ig képes a méréseket elvégezni. Kisebb gyártók mérővevői, mérőműszerei adatlapján a 30 és 40 dB közötti határértékek olvashatók.

A QAM modulációnál végzett egyszerűsítések nagymértékben megkönnyítették a MER értékének kiszámítását. Ezek után megnézzük meg, hogyan egyszerűsíthető a T és T2 jelek MER számítása.

A QAM modulációnál első lépésként egy negyedbe konvertáltuk a konstellációs pontokat. A 4. ábra mutatja az eredményt, ha ugyanezt tesszük a DVB-T jeleknél is.

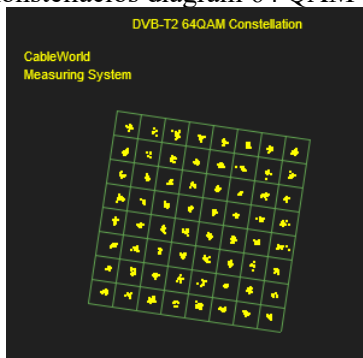


4. ábra

A DVB-T jelek feldolgozásának első lépése

Az ábra jól szemlélteti, hogy a pilotjelek bonyolítanak a számításainkat, ezért második egyszerűsítő lépésként kihagyjuk az ábrán szürke színnel jelölt területre eső pontokat a MER számításánál. Bizonyítás nélkül is belátható, hogy ez az egyszerűsítés elhanyagolható mértékben befolyásolja a számított MER értékét. A további lépések már azonosak a DVB-C jeleknél részletesen ismertetettel.

Bizonyára mindenki emlékszik rá, hogy a DVB-T2 modulációnál elforgatták a konstellációs diagram vektorait. Emlékeztetőül az 5. ábrán mutatjuk, hogyan is néz ki a konstellációs diagram 64 QAM esetén.



5. ábra

A DVB-T2 jel konstellációs diagramja 64QAM esetén

Szinte első ránézésre adódik, hogy egyszerűsítene a számításokat, ha a vektorokat vissza tudnánk forgatni az eddig használt koordináta rendszerbe. Az elforgatáshoz szükséges adatok táblázatba foglalva:

Moduláció	Szög ( $\alpha$ )	$\sin(\alpha)$	$\cos(\alpha)$
QPSK	29°	0,4848	0,8746
16QAM	16,8°	0,2890	0,9573
64 QAM	8,6°	0,1495	0,9887
256 QAM	3,9737°	0,0692	0,9975

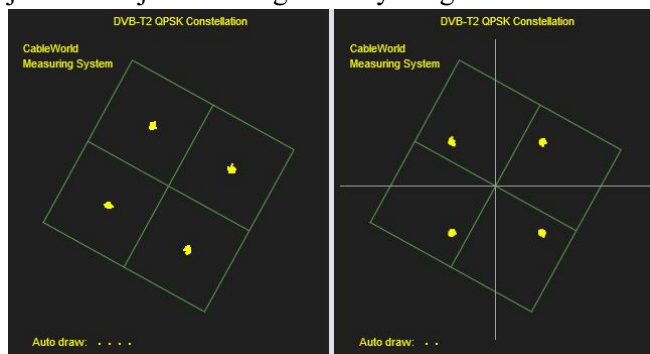
Az el- vagy visszaforgatás mátrixos alakja helyett nézzük egyből annak kibontását:

$$y_m = y \times \cos(\alpha) - x \times \sin(\alpha)$$

$$x_m = y \times \sin(\alpha) + x \times \cos(\alpha)$$

Természetes, hogy az olvasóban és a fejlesztőben is azonnal felvetődik a kérdés: - és ez biztosan jó?

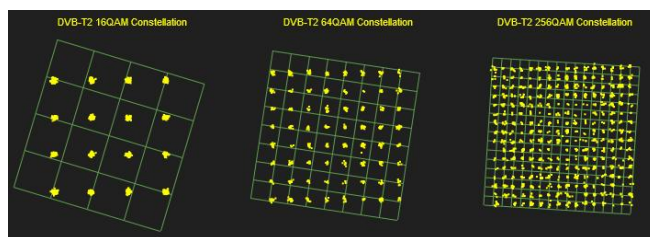
Elsősorban saját magunk megnyugtatása érdekében beírtuk a fenti módosításokat a konstellációt rajzoló szoftverbe és így ellenőriztük elképzelésünk helyességét. A szemléletesség érdekében egy QPSK jelen mutatjuk az elforgatás helyességét.



6. ábra

Bal oldalon a megszokott konstellációs diagram, jobb oldalon ugyanez, a vektorok korrekciója után

Ilyen bonyolult feladatoknál igen nehéz egy-egy apróbb hiba utólagos kimutatása, ezért a bemutatott forgatás képletét valamennyi modulációs módnál külön-külön is ellenőriztük. Az ellenőrzés azért is szükséges, mert a forgatás szöge modulációnként változik. Az ellenőrző képeket szemlélteti a 7. ábra.



7. ábra

A visszaforgatások ellenőrző képei 16QAM, 64QAM és 256QAM mód esetén

A T2 esetében nincsenek pilot jelek, így ott az első síknegyedbe történő konvertálás után nincs szükség kitarakásra, a MER számításának menete hasonló a DVB-C jeleknél alkalmazott számításhoz.

Befejezésül megemlítjük, hogy a gyártó adatainak hiányában egy felvett mintán több változatot lefutattva vizsgáltuk meg azt, hogy az általunk felvett raszter helyes-e. A pontosság kérdésében DVB-C jeleknél mind a szint, mind a MER értékek jól egyeztek az EFA által mért értékekkel. A T és T2 mérésénél gyártásunk mérővevőjével végzett összehasonlítás megfelelő pontosságot mutatott.

## Mit – hogyan mérjük?

A mérés technikai útmutató második része

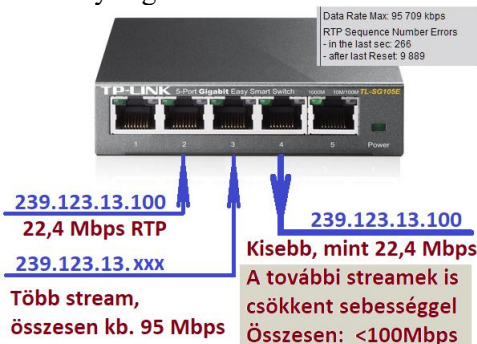
*Előző számunkat olvasva, többen is kérdéseket tettek fel a fentivel azonos című cikkünkkel kapcsolatban. Korábban nem terveztük a cikk folytatását, azonban úgy látjuk, hogy többek számára is hasznos lehet ha közzétesszük az olvasói kérdésekre adott válaszainkat.*

Többen is megkérdezték, hogy az adatsebesség finom léptékben történő változtatása, vagy a CC hibák mérőjel hozzáadásával történő generálása mellett van-e javaslatunk az RTP protokollal továbbított adatfolyamok hibáinak előállítására.

Az RTP protokoll használata esetén az UDP, pontosabban RTP csomagok csomagszámlálójának folyamatosságát kellene megtörni. Egy kisebb sebességű, azonos paraméterű RTP adatfolyam hozzáadásával itt is lehet hibákat generálni az adatfolyamban, de most egy másik módszert mutatunk be.

Vegyünk egy switchet és az RTP adatfolyamot ezen keresztül tápláljuk a jelfeldolgozó készülékbe. Az előző cikkhez kapcsolódva legyen a jelfeldolgozó készülék a ChangeOver, és az RTP adatfolyam adatsebessége 22,4 Mbps. A switch legyen a legegyszerűbb típus, amelyik a multicast adatfolyamokat nem tudja kezelni, ezért azokat üzenetszórással kiteszi valamennyi kimenetére. Konfiguráljuk a switch készülékünkhöz kapcsolt kimenetét 100Base-T-re. Adjunk a switch valamelyik szabad bemenetére különböző sebességű multicast adatfolyamokat.

Mindaddig, amíg a switch képes valamennyi adatfolyamot kiadni a kimenetén, azaz az eredő adatsebesség kisebb, mint 100 Mbps, az RTP adatfolyamban hibát nem fogunk találni. A zavaró adatfolyamok nagyságát növelve, annál több RTP packetet fog eldobni a switch, minél nagyobb a zavaró packetek mennyisége.



1. ábra

Összeállítás hibás RTP adatfolyam készítéséhez  
(jobbra fent részlet a PST Jittermérő lapjáról)

A leírtak érthetőek, de mit tegyen az, akinek nem áll rendelkezésére konfigurálható switch? Az IP mérés technikában számos esetben előfordul, hogy a készülékeket 100 Base-T üzemmódra kell kényszeríteni a gigabites kapcsolat helyett, azért most bemutatjuk ennek legegyszerűbb módját.

Mint tudjuk, a gigabites kapcsolat az UTP kábel mind a 4 érpárját használja, miközben a 100 Base-T kapcsolatnál csak kettőre van szükség. Abban az esetben, ha csak két érpárt biztosítunk készülékeink számára, a gigabites kapcsolat nem tud felállni, azaz az automaták megállnak a 100 Base-T kapcsolatnál. Emlékeztetül, az egyenes kábelnél az 1, 2, 3, és 6-os vezetékek maradnak, a barna-barna/fehér és a kék-kék/fehér vezetékeket kell megszakítani.



	Jel	A vezetékek szín jelölése
1.	TXD+	Narancs-fehér csíkos
2.	TXD-	Narancs
3.	RXD+	Zöld-fehér csíkos
4.	BI D3+	Kék
5.	BI D3-	Kék-fehér csíkos
6.	RXD-	Zöld
7.	BI D4+	Barna-fehér csíkos
8.	BI D4-	Barna

2. ábra

Segédlet a 100Base-T kapcsolatot biztosító, 2 érpárral működő UTP kábel kialakításához

Igaz, hogy fent IP mérés technikáról beszéltünk, azonban az üzemeltetési folyamatokban is számtalan esettel lehet találkozni, amikor a gigabites kapcsolat helyett előnyösebb lehet a 100Base-T kapcsolat kiépítése. A fogyasztás és az üzemi hőmérséklet oldaláról nézve a 100 Base-T kapcsolat fizikailag 100-200 mA-es fogyasztással működik, igen stabil és hosszú kábelekkel is működtethető. Gigabites kapcsolat esetén az áramfelvétel kb. 1A-rel nő, az interfész IC hőmérséklete jelentősen emelkedik a 3W körüli többlet fogyasztás miatt, miközben a kábelek hosszára, típusára (CAT5 vagy CAT6) is ügyelni kell. A switch minden kapuja mögött egy néhányszor 10 vagy 100 kB-os tároló van, amelyik gondoskodik a packetek átmeneti tárolásáról, miközben a jelfeldolgozó készülékek is könnyebben feldolgozzák a tízszer lassabban érkező adatfolyamot.



## Personal Stream Tool

Extra

Előző számunkban részletesen bemutattuk legújabb termékünket, a fényképen is látható IP ChangeOver-t.



Már ott is utaltunk rá, hogy sokkal szélesebb területen alkalmazható, mint az a nevéből első ránézésre adódik. Alapszolgáltatásként a készülék 32 IP bemenetéhez egy-egy széleskörűen konfigurálható mérőmodul csatlakozik, ezek vezérlik a 32 darab IP átkapcsolót. A fejlesztés utolsó fázisában a mérőmodulokhoz SNMP trap üzenet küldőt egységet csatlakoztattunk azzal a kiegészítéssel, hogy csak a hiba fellépése, majd a hiba megszűnéskor menjen ki trap üzenet. A tesztsorozat alatt úgy láttuk, hogy hasznos lenne ha az SNMP Server monitora mellett a mi számítógépünkön is látni lehetne az eseményeket, ezért a diagnosztika menüt kiegészítettük egy eseményeket rögzítő „log” lappal is.

A tesztek megerősítették bennünk azt a korábban csak mellékszolgáltatásként felvetődött lehetőséget, hogy számos olyan feladat van, amelyben a changeover funkcióra nincs is szükség, miközben a changeover mérőmoduljai tökéletesen használhatók a különböző hibaesemények megfigyelésére.

Természetesen ez a megfigyelési módszer nem helyettesíti a teljes szolgáltatás hibaeseményeinek megfigyelését és rögzítését egy esetleges visszakeresési lehetőséggel, azonban a készülék igen kedvező ára lehetővé teszi, hogy a minőség biztosítása szempontjából fontos jellemzőket jelentősebb költségek mellőzésével figyeljünk meg.

A nálunk jelzett hibák többsége a CAM-okhoz kapcsolódó különböző descramblerezési hibákhoz kapcsolódik. Ha végiggondoljuk, hogy egyetlen ChangeOver képes akár 32 darab CAM működésének, vagy 32 csatorna kódoltságának megfigyelésére látható, hogy nem mindennapi teljesítménnyel rendelkező készülék van a kezünkben.

A Personal Stream Tool-t annak idején arra terveztük, hogy a szakember magával vihesse a különböző helyszínekre és ott a készülék igen sokféle vizsgálat vagy mérés elvégzését tegye lehetővé. A készülék felhasználási területét bővítjük azzal, hogy rack vázba építve és kisebb számítógéppel kiegészítve alkalmassá tesszük a szolgáltatások folyamatos megfigyelésére, az esetleges hibák utólagos visszakeresésére.

Az IP ChangeOver-t valójában 24/7-es folyamatos üzemre, és hibák észlelése esetén történő beavatkozásra terveztük, de mint látható alkalmanként tesztek és különböző vizsgálatok lefolytatására is használható. Előnye, hogy önmagában sem egy drága termék, s ha éppen kiemelhető a rendszerből, hasznos segítőtárs lehet a hibakeresésben.

A személyes felhasználásra tervezett készülékek hátránya abban van, hogy önállóan nem használható tesztek lefolytatására, a beállításához, az eredmények kiértékeléséhez mindig szükség van egy számítógépre is. A helyszíni számítógépként mindig lap-top alkalmazását javasoljuk, de egyre gyakrabban látjuk, hogy már vannak olyanok, akik okostelefon és Wi-Fi igénybevételével használják készülékeinket.

Time: monday 9 hour 51 min 52 sec

Event Log

```

2019-02-04 T: 9:32:01 AM: Erased
2019-02-04 T: 9:32:04 AM: > ChangeOver 2 errors: RTP errors=0/s, CC errors=0/s, TEI errors=0/s, $PID not found,
2019-02-04 T: 9:32:04 AM: > ChangeOver 3 errors: RTP errors=0/s, CC errors=0/s, TEI errors=0/s, $PID not found, PID presents
2019-02-04 T: 9:32:27 AM: > ChangeOver 1 errors: Data Rate=0 kbps, RTP errors=0/s, CC errors=7/s, TEI errors=0/s,
2019-02-04 T: 9:32:43 AM: ChangeOver 1 switched back
2019-02-04 T: 9:32:55 AM: > ChangeOver 1 errors: Data Rate=0 kbps, RTP errors=0/s, CC errors=6/s, TEI errors=0/s,
2019-02-04 T: 9:33:06 AM: ChangeOver 1 switched back
2019-02-04 T: 9:46:05 AM: > ChangeOver 11 switched to Reserved Input manually
2019-02-04 T: 9:46:34 AM: ChangeOver 3 switched back
2019-02-04 T: 9:46:50 AM: > ChangeOver 3 errors: RTP errors=0/s, CC errors=0/s, TEI errors=0/s, $PID not found,
2019-02-04 T: 9:47:20 AM: ChangeOver 3 switched back
2019-02-04 T: 9:47:36 AM: > ChangeOver 3 errors: RTP errors=0/s, CC errors=2/s, TEI errors=0/s, $PID not found,

```



DIGITÁLIS TELEVÍZIÓ RENDSZEREK ÉS INFOKOMMUNIKÁCIÓS ESZKÖZÖK

H – 1116 Budapest  
Kondorfa utca 6/B  
Hungary

Tel: +36 1 371 2590  
Fax: +36 1 204 7839  
✉ 1519 Budapest, Pf. 418, Hungary

Internet: www.cableworld.eu  
E-mail: cableworld@cableworld.hu