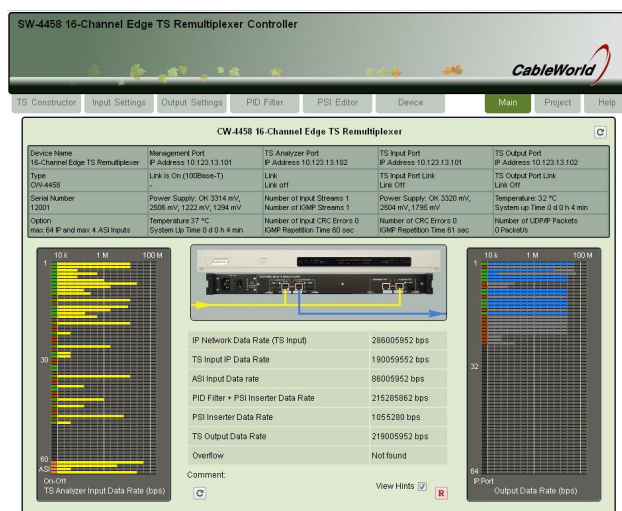


Az új remultiplexer diagnosztikai lapja  
okostelefonon is megjeleníthető



A tartalomról:

- Ismét a telefonról  
*Telefonálj a remuxodnak!*
- Továbbfejlesztettük az Edge TS Remultiplexert  
*Remultiplexer trunk vonalról táplált rendszerek építéséhez*
- Képfeldolgozás és technológia  
*A hőkamera alkalmazása a készülékfejlesztésben*
- Remuxoljunk, de hogyan?  
*Multiplexer vagy remultiplexer*
- 96 csatornás QAM modulátor bemenő streameinek előállítás  
*Első lépések a 10G világában*
- Fejlesszük közösen  
*Igazítsd igényeidhez szoftvereinket!*



**hírek**

A CableWorld Kft. technikai magazinja  
2013. február

Számunk fő témája:



**Okostelefonnal a televíziótechnikában**

**52.**

## Ismét a telefonról

2002. februári számunkban már beszéltünk a telefonról és eljutottunk a perzsa király hírláncától a CableWorld akkor újonnan szerzett ISDN vonalaiig és saját központjáiig. A téma azonban van olyan fontos és mozgalmas, hogy 10 évenként szót ejtsünk róla, s emellett a CableWorld gyártmányok szempontjából is vannak aktuális vonatkozásai.

Most már ne folytassuk a vonalas telefonnal, hiszen az egyre inkább jelentőségét veszti, egyre többen szereltetik le annak idején hön áhított és éveken keresztül várt telefonjukat, s ezzel lépést tart a „posta” is: folyamatosan szerelik le a telefonfülkéket, megfosztva ezzel számos kedves polgártársunkat napi szórakozásától (a fülke üvegének betörése, a telefonkönyv széttépése/felgyújtása, a kagyló leszerelése stb.), illetve apanásának megszerzésétől (a pénzgyűjtő persely kifosztása).

Az első mobiltelefon hívás 40 éve, 1973-ban történt, amikor dr. Martin Cooper a Motorola fejlesztési igazgatója, akit a mobil telefon feltalálójának tekintenek, az akkorra kifejlesztett mobiltelefon egyetlen (1,1 kg-os) prototípusával sétált New Yorkban. *„Ahogy mentem az utcán, miközben beszéltem a telefonon, az emberek arcán zavarodottságot láttam, amikor észrevették, hogy mit csinálok, sokaknak szó szerint leesett az álla”* - írja. S vajon kit hívott fel elsőnek? Riválisát, a Bell cég hasonló fejlesztésének vezetőjét.



Dr. Martin Cooper a „téglatelefonnal” - ma

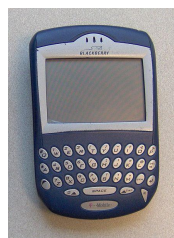
Innen még 10 év kellett ahhoz, hogy piacra hozzák az első kereskedelemben kapható mobiltelefont, a legendás Motorola DynaTAC 8000X-et, a „téglatelefont”, amelyre 3,995 (akkori) dolláros ára ellenére ezrek iratkoztak fel a várólistára.

A mobil előfizetések száma az 1984-es 300.000-ról 2011-re már meghaladta a 6 milliárdot (Föld lakosainak száma ekkor kb. 7 milliárd volt). Ennek eloszlása persze nem egyenletes, Oroszország 157 %-os, vagy Szaúd Arábia még ennél is magasabb ellátottsága mellett pl. Burkina Faso-ban viszonylag kevesebb a telefon.



A mobil telefon ellátottság robbanásszerű fejlődése mellett hatalmasat fejlődtek maguk a készülékek is. Nálunk az első, még kinyúló antennával, monokróm kijelzővel szerelt duci készülékek 1994-ben jelentek meg a Westel 900 hálózatán. A mobil telefont néhány évig (főleg az ilyenekkel nem rendelkezők) kissé indulatosan, de nem alaptalanul „bunkofon”-nak nevezték. Ma szokásos neve német nyelvtérületen „Handy”, az USA-ban „cell phone”, Angliában, Ausztráliában „mobile”. Nálunk a „maroktelefon” szerencsére nem terjedt el, így maradtunk a „mobil”-nál.

A mobil telefon készülékek viharos törzsfejlődése során megjelentek a széthajtható és szétcsúsztatható típusok, amelyeket miután csengett, s nagy nehezen előhalásztad a táská mélyéről, szatyorból, hátizsákból, még két kézzel matatni kellett, mielőtt fogadhattad a hívást. Viszont hajtogatott vagy csúsztatgatott érintkezései garantáltan hamar tönkre mentek. De hát végül is ez tartja mozgásban az ipart.



A telefonokban hamarosan megjelent a színes kijelző, a fényképező, majd videó felvevő, a LED villanó, az FM rádió, a hatalmas, bővíthető memória, a zenelejátszó, a bluetooth, egyesekben csecsemőujjakra méretezett QWERTY billentyűzet, s számos kiegészítő, a csatlakoztatható retro telefonkagylótól a headsetig. (Sok fontos ember a bluetooth headsetet már felkelés után a fülébe teszi - ha egyáltalán éjszakára kivette -, s azzal közlekedik egész nap.)



Mire ilyen magasságokig fejlődtek a készülékek, kiderült, hogy ez mind-mind csupán buta telefon, mivel 2000-ben megjelent az okostelefon. Az okostelefont a sétálómagnó analógiájára akár sétálóPC-nek lehetne nevezni, mivel szinte mindent tud, amit egy PC, sőt többet is, számtalan, napról-napra újabb programot lehet rátölteni és futtatni rajta, lehet böngészni, e-mailezni, skype-olni, de használható GPS navigátornak, vonalkód- és QR kódleolvasónak, van vezetékek nélkül tölthető típus, de mit sorolom, hiszen ezeket minden tízéves tudja. Itt jegyezzük meg, hogy mostantól a „CableWorld hírek” és adatlapjaink is el lesznek látva QR kóddal, amelynek segítségével az olvasó közvetlenül honlapunk megfelelő helyére léphet.

Az első okostelefon típusok még az érintőképernyőhöz elsőként kifejlesztett Symbian mobil operációs rendszerrel készültek, de ezt - az iPhone pozícióját szilárdan tartó iOS oprendszere mellett - azóta lekörözte a Google Androidja, amelynek egymás után jönnek ki egyre nagyobb tudású és egyre tréfásabb nevű változatai (gingerbred kb. mézeskalács, honeycomb - lépesmész, ice cream sandwich, jelly bean kb. zselésucukorka). Az alkalmazott processzoroknak egyre több magjuk van (akár 4) és egyre gyorsabbak, a kijelzőnek egyre nagyobb a felbontása (akár 1920×1080), és mérete akár 6,3 coll, ami már „nem gyerek kezébe való” - nem csak az elérhető tartalmak miatt, hanem mert nem fér bele.



A 2013. évi Las Vegas-i elektronikai kiállítás (CES) sztárja a „phablet” volt: ezt az új kifejezést az 5 collos és nagyobb kijelzőjű mobiltelefonokra alkották a „phone” és a „tablet” összevonásával. Úgy tűnik az iPhone, iPod, iPad, tablet stb. után folyamatosan újabb és újabb neveket és ezek kombinációit kell megtanulnunk.

És milyen kapcsolata van az okostelefonnak a CableWorld gyártmányaival? A CableWorld új generációs készülékei webes kezelőfelülettel vannak ellátva, így az interneten keresztül elérhetők, kezelhetők. Persze nem ajánljuk, hogy egy nagy tv-rendszer komplett programozását valaki feltétlenül okostelefonjáról végezze, de a működés és egyes paraméterek ellenőrzése, átprogramozása akár bármely netcaféból egy sör mellől egyszerű módon elvégezhető vele.

Mindezekről bővebben a következő oldalakon és a megfelelő adatlapokon olvashat a tisztelt olvasó.

Forrás: Internet

Kiss Gábor

## **Továbbfejlesztettük az Edge TS Remultiplexert**

A CW-4458 és a CW-4558 típus a trunk vonalról táplált rendszerek igényei szerint került kialakításra

*A digitális televíziótechnika is folyamatosan fejlődik. Néhány éve a műsorszolgáltatók komplett műsor csomagokat készítettek, és ezeket juttatták el műholdon (pl. Németország) vagy optikai szálon (pl. Svájc) keresztül a városi hálózatokhoz, ahol QPSK-QAM vagy QAM-QAM transzmodulátorral kellett azokat a városok hálózatába illeszteni.*

*Újabban az optikai szálát részesítik előnyben, a szolgáltatást „TS over IP”-nek nevezik és SPTS-ek formájában külön-külön küldik a műsorokat. Egy fejlett európai szolgáltató lapján a következő adatok olvashatók: a teljes adatsebesség 762,1 Mbit/s, a rádió műsorok száma 90, a televízió műsorok között 127 SD és 16 HD található.*

*A megoldás hazánkban is terjed, a néhány éve kiépített BIX mellett újabb szolgáltatók jelennek meg a piacon. Igaz, hogy ezek kínálata még nem éri el a fent bemutatottat, de folyamatosan fejlődnek. Cégünk az új megoldáshoz igazodó készülékek fejlesztésével igazodik a legújabb trendekhez.*

A kisebb-nagyobb kábeltelevízió rendszerek antennáinak és vevőberendezéseinek működtetése némi felügyeletet igényel, a havat időnként le kell seperni az antennáról, az előfizetői kártyákat időnként cserélni vagy megújítani szükséges stb. A szolgáltató oldalán ez egyben költséget is jelent, ráadásul a megfelelő képzettséggel rendelkező dolgozó költségei folyamatosan emelkednek. Egyre nagyobb az igény az olyan megoldások iránt, amelyek kezelőszemélyzet nélkül működtethetők, amelyek távolról felügyelhetők, amelyeknél egy személy távolról több rendszer felügyeletét is el tudja látni.

A megoldási lehetőségeket vizsgálva a legjobbnak az mutatkozik, ha a műsorok előállítása országos szinten egy vagy két helyen történik, és mindenki e központból kapja a bemenőjelet. A jel szétosztásánál az optikai szálon és az IP-n kívül más szinte szóba sem jöhet.

A megfelelően látszó megoldás anyagi és személyi vonzatait nem elemezve, a megvalósítás, mint a képen is látható, mindössze egy sokcsatornás TS remultiplexert és egy sokcsatornás QAM modulátort igényel. Mivel cégünk QAM modulátora éppen ilyen feladatokhoz készült, az új feladat ellátásához mindössze Edge TS remultiplexerünket kellett némileg továbbfejleszteni. Az új változat szeparált management portot és webes kezelőfelületet kapott annak érdekében, hogy a műsorokat szállító trunk vonal vagy divatosabb nevén „backbone” és a fejállomás hálózata között semmilyen kapcsolat ne legyen.

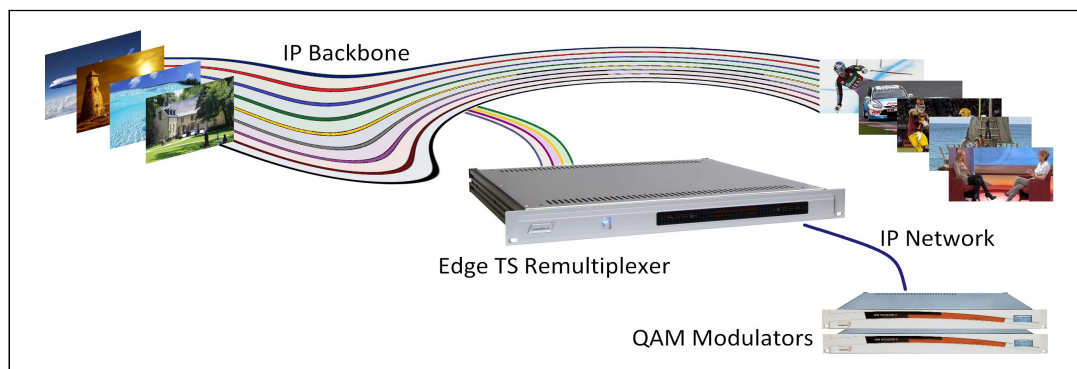
Az Edge TS Remultiplexer új változatánál a technikai kérdések mellett az ár kérdésével is komolyan foglalkoztunk. A CW-4558-as változatban az ASI bemenet elhagyásával jelentősen csökkenteni tudtuk az árat, és az új ASI interfésznek köszönhetően a CW-4458 típus ára is csökkent.

Az ábrán szemléltetett összeállítás három darab 1 modul magas készülékből áll, és egy falú vagy kisebb város kábeltelevízió rendszerébe képes 16 QAM csatormán több mint 100 SD/HD televízió műsort betáplálni. Az összeállítás fogyasztása mindössze 50 W!

Visszaemlékezve, az analóg fejállomásoknál legnagyobb rendszereink 72 csatornásak voltak, a készülékek 10-11 műszerszekrényben is csak zsúfoltan fértek el, a fogyasztás majdnem elérte a 10 kW-ot, a tartalék tápellátást és a klímát ehhez kellett méretezni.

Összefoglalva: a digitális technika a fejállomások méretét és fogyasztását a korábbiak századrésze alá csökkentette, miközben utat nyitott az üzemeltetési költségek csökkentése irányába is. Az előfizetői oldalon a minőség igen jelentős mértékben javult. Sajnos a technikai oldal fejlődésével a tartalom fejlődése ez ideig nem tudott lépést tartani, de reménykedünk benne, hogy ...

*Zigó József*





## Képfeldolgozás és technológia

*Évekkel ezelőtt úgy hirdettük a televíziótechnika, a számítástechnika és a telefontechnika összeolvadását, hogy annak minden részletét mi sem láttuk, illetve voltak olyan jóslatok, amelyekben mi sem hittünk. Az évek múlásával bevalljuk, hogy végül is sokkal több elképzelés valósult meg, mint amire valaha is számítottunk.*

*Cikkünkben olyan újdonságot mutatunk be, amely első ránézésre nem tartozik szorosan szakmánkhöz, azonban mint látni fogjuk a digitalizálás folyamatában ez is szakmánk részévé, sőt mára nélkülözhetetlen részévé vált.*

A digitális multiméterek egyes típusai hőmérséklet mérő modullal is rendelkeznek. Akinek már volt ilyen eszköz a kezében, az tudja, hogy egy fém pálcaszerű tapintófejet kell a vizsgált tárgyhoz érinteni, és így lehet annak hőmérsékletét több kevesebb hibával megállapítani. Fejlesztésünkön ennél drágább és modernebb eszközzel dolgozunk, az infra hőmérő érzékelőjével néhány cm-re megközelítve az alkatrészt, anélkül látjuk annak hőmérsékletét, hogy hozzá kellene érni.

A technológia fejlődése e területen is forradalmian új megoldást hozott. A hőkamera több ilyen érzékelővel rendelkezik, és egy képet rajzol fel a mért adatokból. A készülék kínálatot tanulmányozva, látható, hogy vannak egyszerűbb, olcsóbb típusok és vannak drágábbak. Műszaki oldalról vizsgálva a termékeket látjuk, hogy az egyszerűbb típus 15×15 hőérzékelőt tartalmaz, és ebből igyekszik képet alkotni számunkra. Aki közelebbről is szeretne egy ilyen termékkel megismerkedni, az kicsit több, mint 300 000 forintért vásárolhat magának egyet.

Nap mint nap az 1920×1080-as felbontású HD környezetben dolgozva a 15×15-ös felbontás igen kevésnek tűnik, ezért érthető, hogy a témával ismerkedő előbb-utóbb megnézi, hogy mibe kerül az, ha ennél jobb felbontásra vágyik. A 60×60-as felbontásért 30-40 %-kal magasabb árat kell fizetni, a 160×120-as felbontás pedig már több, mint 1 millió forintba kerül.

A 60×60-as felbontású típusnál maradva és a hőkamera képét tanulmányozva látjuk, hogy az adatokból szoftveresen egy 240×240 pixeles jpeg kép készül, így a display-n megjelenő kép már egészen elfogadható, még akkor is, ha nem egészen HD minőségű.

A felbontást követően beszéljünk arról, hogy valóban mit is kell megjeleníteni a képen, mert ugye most nem a tárgyak alakjára és színére vagyunk kíváncsiak, hanem a különböző felületrészek hőmérsékletére. Megjegyezzük, hogy a valós képpel kombinált hőképek elemzésére most nem térünk ki.

A 60×60 hőérzékelő 3600 hőmérséklet adatot szolgáltat, azaz ezekből a számokból kell képet alkotni. A vizsgált készülék esetében a szoftver készítője a fekete színt rendelte a leghidegebb ponthoz, a fehéret a legmelegebb ponthoz. A kettő között a melegebb színek (piros, sárga) a melegebb, a hideg színek (kék, zöld árnyalatok) a hidegebb pontokat jelölik. Mivel a 60×60 pixel meglehetősen gyenge képet rajzol a színes display-re, a köztes területen átlagszámítással hozhatunk létre virtuális adatokat. A szoftver készítője 240×240 pixel méretű képet készített, azaz a valós pontok közé további három-három pontot illesztett számított adatokkal.

A televíziótechnikában 25 képet továbbítunk másodpercenként és mindenféle trükköt alkalmazunk a villogás megszüntetése érdekében. A hőkamera esetében is mozgó kép megjelenítését igényeljük, de most nem szórakoztatás céljából kell képet készíteni. Mérési célokra néhány Hz-es képfrissítés is megfelelő. A vizsgált hőkamera képfrekvenciája 9 Hz. A kereséshez ez megfelelő, a beállítást követően a kép kiértékelése ugyanis sokkal több időt igényel.

A mérés pontossága (illetve hibája) a specifikáció szerint  $\pm 2$  °C vagy  $\pm 2$  % (amelyik nagyobb), de mielőtt bármilyen megjegyzést fűznénk ehhez, vegyük figyelembe, hogy a felület színe, fényessége, tükrözése függvényében egy 0,1 és 1 közötti emissziós tényezőt kell beállítani a fenti pontosság eléréséhez. Mivel a helyzetet nem kívánjuk bonyolítani, a bemutatott méréseket úgy készítettük el, mintha a felületet matt fekete lenne (a korrekciós tényezőt nem állítottuk). Az ismertető nem lenne teljes, ha nem említenénk meg a mérési tartományt. A kezünkben lévő készülék esetében a mérési tartomány -20 °C ... +250 °C a specifikáció szerint.

A bemutatáshoz, a teljesség igénye nélkül még néhány jellemző:



A display: 2,8"-os színes LCD

Adattároló: mini SD kártya

Üzemidő a beépített Li-Ion akkumulátorral: kb. 5 óra

Működési hőmérséklet tartomány: 0 ... 50 °C

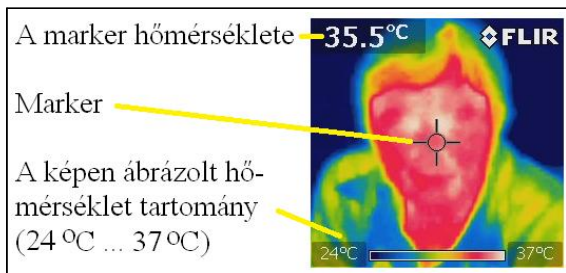
A készülék súlya: 365 gr

A hőkamera fényképe a mellékelt felvételen látható.

A hőkamera gépkönyvének szövege szerint:

„Az infravörös képek megfelelő módon történő elemzéséhez az alkalmazási szakterület magas szintű ismerete szükséges.”

Ezért a következőkben kezdő amatőr módjára fűzünk magyarázatot a bemutatott képekhez. Jellemző, hogy az ismerkedés fázisában mindenki elsőként kollégája felé fordítja a kamerát és róla készíti az első felvételt. Íme egy ilyen kép a memóriakártyán található gyakorló felvételek közül.



A fekete-fehér nyomtatás jelentősen csökkenti a képek információ tartalmát, ezért aki komolyabban érdeklődik a téma iránt, az a honlapunkról letölthető pdf állományban színesben is tekintse meg képeket. Akinek internet kapcsolattal rendelkező okostelefon van a kezében, az a következő QR kóddal nyithatja meg az újságot tartalmazó pdf-et.



Az ábra szerint a vizsgált személy orra 35,5 °C körüli, arcának fehérrel ábrázolt részei 37 °C körüliek, míg a háttér 24 °C hőmérsékletű. Az esetek többségében azonban nem lázmérőnek használjuk a készüléket, azaz nem az egyes felületelemek abszolút hőmérséklete, hanem a felületelemek közötti hőmérséklet különbség érdekes számunkra.

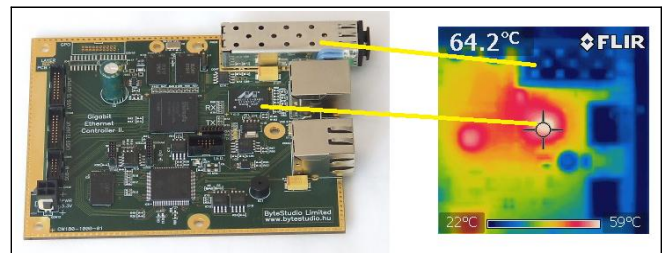
A hőkamera szinte minden területen hasznos, illetve számos területen ma már nélkülözhetetlen segéd-eszköz. Ma már a határőr ezzel keresi a bokrok között megbúvó határsértőt, az építész ezzel keresi az épületből távozó hőt stb. Szakmánknál maradvá jusson eszünkbe, hogy az elosztószekrényben nem csak a kábel-szag és a barnuló vezetékek keresésével lehet megkeresni a hibás kötések és alkatrészeket. A hőkamera képe anélkül ad igen fontos információt, hogy a feszültség alatt álló alkatrészek közelébe kellene menni. Mivel saját elosztószekrényünkben hibás kötésű vezetékeket nem találtunk, a készülék ismertetőjéből vettük ki a biztosítékok hőmérsékletét szemléltető képet.

A villamos vezetékeknél maradvá, gondoljuk végig, hogy mennyivel egyszerűbb egy távvezetékoszlop hibás kötésének megkeresése feszültség alatt a földről hőkamerával, mint feszültségmentesítve és darus kosárból egyenként keresgetve az esetleg hibásat.



Korábbi cikkeinkben részletesen bemutattuk, hogy a digitális technika áramköreit FPGA áramkörökből és ezek köré épített igen kis méretű (kisebb, mint 1×1 mm) alkatrészekből építjük fel. Az alkatrészek diszszipálódó hő meghatározása egyrészt azért nehéz, mert az integrált áramkörök fogyasztása nagymértékben függ a belső működéstől (órajel frekvencia, átkapcsolások száma stb.), másrészt azért mert a parányi alkatrészek felmelegedésének mértéke „otromba” ujjainkkal és egyéb érzékszerveinkkel pontatlan, vagy lehetetlen.

Előző számunkban beszámoltunk arról, hogy a webes kezelőfelület biztosításához olyan Ethernet kontrollert fejlesztettünk, amelynek management portja mellett gigabites kapcsolatot biztosító TS be- és kimenete is van. A következő képen a panel fényképe és a működés közben készített hőfénykép látható.



A kép részletes elemzése nélkül is jól látható, hogy a panel közepén elhelyezett Spartan 6 FPGA meglehetősen sokat „dolgozik”, így erősen melegszik. A gigabites kapcsolatot biztosító Ethernet kezelő IC ennél is melegebb (64,2 °C), mert mint korábban bemutattuk a gigabites kapcsolat megvalósítása UTP kábel technikai bravúrral történik, igen sok áramkör működését igényli. Ezen kívül helyi felmelegedések láthatók a belső 1,8 és 2,5 V-os tápegységeknél. A panelon egy hőmérőt is elhelyeztünk a Ethernet kezelő mellett. A hőkamerával most már azt is meg tudjuk állapítani, hogy ez milyen viszonyban van panelon előforduló magasabb hőmérsékletű pontokkal.

Cikkünkben elsőként arra kívántunk rávilágítani, hogy a megbízhatóság és minőség szempontjából mennyire fontos az új technológiák alkalmazása. Aki az internet segítségével további ismeretek gyűjtésére vállalkozik, az láthatja, hogy ma már a hőkamera a napelemek működésének vizsgálatától kezdve minden területen nélkülözhetetlen eszköz, még a csatornatisztító is ezzel keresi a dugulás helyét a PVC csőben.

Zigó József

## Remuxoljunk, de hogyan?

A remultiplexelés ábécéje

*A CableWorld Hírek eddig megjelent több mint fél-száz számában részletesen írtunk arról, hogy bizonyos technikai problémákat hogyan lehet a lehető legegyszerűbben megoldani. Olyan problémákat, amelyekkel a digitális televíziótechnika szakemberei nap mint nap találkozhatnak. A következő cikkben összefoglaljuk ezeket az ismereteket, és átnyújtjuk minden kedves olvasónknak, mint a remultiplexelés ábécéjét.*

### 1. A tv-jelek tömörítése

A digitális televíziótechnika feladata, hogy valamilyen módon eljuttassa a stúdiókban előállított videojelet a nézőkhöz, vagy ha úgy tetszik, előfizetőkhez. Fontos tudni, hogy a keverőpultokon tömörítetlen jelekkel dolgoznak, amelyek adatsebessége felbontástól, szintértől és képismétlési frekvenciától függően néhány száz Mbit/s-tól több Gbit/s-ig változhat. Ilyen nagy átviteli sebességet elpazarolni egyetlen tv-csatornára teljesen felesleges lenne, és technikailag sem megoldható. Következésképpen a jeleket tömöríteni kell.

Bizonyára mindenki találkozott már a fényképek tárolására használt JPG formátummal. A JPG képtartalomtól függően akár a századrészére redukálja egy BMP fájl méretét úgy, hogy nem okoz érzékelhető minőségromlást. A mozgóképek tömörítésére használt MPEG kódolás szintén a töredékére képes csökkenteni a nyers videojelek adatsebességét, amelyek így a néhány Mbit/s-os tartományba kerülve alkalmassá válnak a műsorszórásra.

### 2. Az átviteli csatorna

A műsorszórás történhet műholdas átvittel (DVB-S), földfelszíni sugárzással (DVB-T), illetve kábelhálózaton (DVB-C). Mindhárom közeg más és más átviteli szempontból, viszont ne felejtjük el, hogy az átvendő jel ugyanaz: nullák és egyesek sorozata. A moduláció teszi lehetővé, hogy az adott közegben „nyisunk” egy meghatározott bitsebességű és sáv szélességű átviteli csatornát.

Tehát az átviteli sebesség adott. Értéke jellemzően 38 Mbit/s vagy 50 Mbit/s. Ezen a csatornán kell átküldeni a lehető legtöbb videojelet. A multiplexer az az eszköz, amely összefűzi a sok-sok kép- és hangjelet átviteli adatfolyammá, azaz transport streammá.

### 3. Multiplexer vagy remultiplexer?

Nagyon fontos, hogy az átviteli csatorna adatsebessége konstans, hiszen a modulációs paraméterekből

adódik. Az átvendő jel adatsebessége szintén fix értékű kell, hogy legyen, habár a beépített videojelek adatsebessége képtartalomtól függően változhat. Könnyen belátható, hogy az átvendő jelek eredő bitsebessége soha nem haladhatja meg a maximális átviteli sebességet.

A konstans adatsebesség kitöltő csomagok, azaz nullpacketek beépítésével biztosítható. Még szebb, de nagyon sokkal drágább megoldás, ha a multiplexer vezérli az MPEG kódolók működését, és az összes kódolandó képtartalmat figyelembe véve dinamikusan változtatja az egyes kódolók kimeneti adatsebességét úgy, hogy az eredő adatsebesség állandó értékű maradjon. Az ilyen rendszerek központi egységét statisztikus multiplexernek nevezzük. Statisztikus multiplexelést jellemzően a műholdas és földi műsorszórásban alkalmaznak.

Amikor a kábel-tv üzemeltetők ezekből a multiplexekből saját elképzeléseiknek megfelelő, új multiplexeket alakítanak ki, remultiplexelésről beszélünk.

### 4. A remultiplexelésről általában

Bárki bármit mond, remultiplexelni könnyű! Tulajdonképpen nem csinálunk mást, mint a különféle forrásokból összegyűjtött tv-csatorna csoportokból (multiplexekből) kiválogatjuk a kívánt csatornákat, majd ezeket újra csoportokba rendezzük. Ezek a multiplexek kerülnek aztán a modulátorokra, és fognak megjelenni a megfelelő frekvenciákra hangolt vevőkészülékek képernyőjén.

Itt ragadjuk meg az alkalmat, hogy eloszlássunk néhány tévhitet. Sokan kérdezik, hogy az antenna (!), a demodulátor, a remultiplexer vagy éppen a modulátor „tud-e” MPEG-4-et, HD-t, esetleg 3D-t, Dolby Digitalt, AAC-t stb.

Hát kérem, az antenna egy adott frekvencia tartomány vételére alkalmas, a demodulátor visszaállítja a modulált jelből az alapsávi jelet, a modulátor pedig az alapsávi jelet vivőre ülteti, azaz modulálja. A műsorszétosztás alapsávi jele a transport stream, azaz nullák és egyesek végtelen sorozata. Ezen a szinten szó sincs MPEG-4-ről vagy HD-ről.

A remultiplexer szintén csak adatfolyamokat rendez át vagy kever össze. Az MPEG-4, a Dolby stb. a jelek tömörítésére vonatkozó paraméter, amely az MPEG kódolás és dekódolás pillanatában érdekes. Az MPEG dekódolás pedig az előfizető vevőkészülékében történik, amikor a transport streamből újra kép és hang lesz!



## 5. A kimeneti adatsebesség meghatározása

Remultiplexelés előtt mindig vizsgáljuk meg az átviteli csatornát és határozzuk meg a kimenő multiplexek adatsebességét. Kábeles hálózatokon a 64-QAM és a 256-QAM konstelláció használatos, amelyeknél a maximális adatátviteli sebesség a szimbólumsebesség és a szimbólumonként átvitt bitek számának szorzata.

$$64\text{-QAM: } 6\,875\,000 \times 6 = 41,25 \text{ Mbit/s}$$

$$256\text{-QAM: } 6\,875\,000 \times 8 = 55,00 \text{ Mbit/s}$$

A transport stream, hasonlóan az IP átvitelhez, csomagokra darabolva kerül továbbításra. Egy TS packet mérete 188 bájt, amelyhez a QAM modulátor további 16 bájt Reed-Solomon kódot kapcsol az esetleges átviteli hibák javításának érdekében. Ezt figyelembe véve az elérhető legnagyobb hasznos adatsebességek a következőképpen számolhatók:

$$64\text{-QAM: } 41,25 \times 188 / 204 = 38,015 \text{ Mbit/s}$$

$$256\text{-QAM: } 55,00 \times 188 / 204 = 50,686 \text{ Mbit/s}$$

A QAM modulált jel sáv szélességét a szimbólumsebesség és a lekerekítési tényező határozza meg a 11. oldalon megadott képlet szerint. (A sáv szélesség nem az adatsebesség szinonimája, hiszen Hz-ben mérjük.)

A konstelláció kiválasztása előtt célszerű tesztelni a hálózatot. Mérőjelként tökéletesen megfelel néhány üres QAM csatorna a használni kívánt frekvenciákon. Mérjük meg a bithiba arányt (BER) és a modulációs hibaarányt (MER) 64-QAM és 256-QAM konstellációknál. A BER értékét a mérőműszerek gyakran normálalakhoz hasonló formátumban jelzik ki. A szorzat első tényezője a hibásan átvitt bitek száma, a második pedig a vizsgált bitek száma 10 egész kitevős hatványaként. A modulációs hibaarány dB-ben kifejezett arányszám, amely az ideális konstellációtól való eltérést mutatja. Felesleges bemagolni a határértékeket, hiszen a mai mérőműszerek zölddel jelzik a megfelelő, és pirossal (szintévesztők hátrányban) a nem megfelelő értékeket. Szükség esetén válasszuk a kevésbé zavarérzékeny 64-QAM konstellációt.

## 6. Csatornalista készítése, források ellenőrzése

Kész csatornalista nélkül soha ne kezdjük el a remultiplexelést, mert egy esetleges módosítás miatt minden addigi munkánk könnyen kárba vész. Gondosan tervezzük meg a csatornalistát, amelyen a kívánt tv-csatornák neve mellé jegyezzük fel a forrás multiplex vételi paramétereit is. Számoljuk össze, hogy hány transzponder (frekvencia) vétele szükséges a kívánt tv-csatornák összegyűjtéséhez. Ellenőrizzük a kódolt csatornák vételéhez szükséges smart kártyák érvényességét és a CA (conditional access) modulok működését.

A CA modulok valójában PCMCIA kártyák, amelyek adott kódolási rendszerek dekóder egységeiként működnek. A CA modulokat eredetileg arra tervezték, hogy a rájuk kapcsolt multiplexből egyetlen tv-csatornát dekódoljanak. Léteznek azonban olyan professzionális CAM-ok, amelyek a teljes multiplexet képesek egyidejűleg „kinyitni”. A kábel-tv üzemeltetők előszeretettel használnak ilyen modulokat, hogy minimalizálják a szükséges vevőkészülékek számát.

## 7. Transport stream átvitel a fejállomáson

A transport stream tehát nullák és egyesek végtelen sorozata, amelyet a fejállomások készülékei között korábban aszinkron soros átvitelt megvalósító ASI vonalon továbbítottak. Az RG6-os kábelt és BNC csatlakozókat használó ASI egyszerűsége miatt ma is népszerű az üzemeltetők körében. Később a számítástechnika fejlődésének hatására olyan interfészekkel kezdtek kísérletezni, amelyek lehetővé tették a transport stream számítógépre való kapcsolását. Annak ellenére, hogy az IP átvitel egyáltalán nem illeszkedik a 188 bájtos TS packet mérethez, gyors térnyerése miatt mégis a digitális televíziótechnika jeleinek fő hordozójává vált.

Hamar kiderült, hogy az internetezés közben is használt TCP/IP protokoll nem a legalkalmasabb a nagy sebességű adatfolyamok szállítására, mert a sérült csomagok eldobása és újra küldése nagyobb hibát okoz a képen, mint néhány hibásan átvitt bit. Csomagvesztés esetén a kép blokkosodik, szétesik, viszont a sérült csomag sokszor csak alig érzékelhető színhibát okoz.

Az UDP/IP nem igényel kapcsolatfelépítést a küldő és a vevő között, valamint a csomagok megérkezését sem garantálja. Olyan alkalmazásokra találták ki, ahol a gyorsaság fontosabb a megbízhatóságnál. A packetek adatmezője 1500 bájt méretű, ezért egy UDP csomag legfeljebb hét 188 bájtos TS packet szállítását teszi lehetővé ( $7 \times 188 = 1316$ ).

Az IP jelekkel való munka a korábban megszokotthoz képest teljesen más szemléletet igényel. A klasszikus értelemben vett kábelezés IP esetén végtelenül egyszerű: minden készüléket csatlakoztassunk a switch-hez. Azt, hogy az egyes készülékek kimeneti jele végül is mely készülékek bemeneti jele lesz, elektronikusan állíthatjuk be.

Minden IP interfészhez gyárilag egy 6 bájtos egyedi azonosítót (MAC cím) rendelnek, amelyet nem célzerű megváltoztatni. A hálózatra kapcsolt eszközöket IP címek és alhálózatok definiálásával csoportosíthatjuk. Mindig tervezzük meg az IP cím kiosztást ügyelve arra, hogy ugyanabban az alhálózatban két azonos IP című eszköz nem szerepelhet. A CableWorld Hírek 35. száma részletesen tárgyalja ezt a témát.

## 8. Unicast, broadcast, multicast

Az IP címek és alhálózati maszkok beállítása után csatlakoztassuk a készülékeket a switch-hez. A „logikai” kábelezés megtervezése előtt jó ha tudjuk, hogy az IP hálózatokon három csomagtovábbítási módot definiáltak: unicast, broadcast és multicast módot. Ezek a csomagtovábbítási módok nagyon hasonlóak a postai csomagküldéshez.

Unicast esetén egy feladó egy címzettnek küld csomagot, amelyet kizárólag a címzett kap meg. A csomag tartalmát senki más nem láthatja.

A broadcast továbbítás olyan, mint amikor a miniszterelnök népszavazásra való felhívást küld választópolgároknak. Az üzenetet mindenki megkapja, aki választójoggal rendelkezik, azaz minden olyan eszköz, amely csatlakoztatva van a hálózathoz.

A multicast továbbítás egy kicsit bonyolultabb az előzőeknél. Tegyük fel, hogy a polgármester kihirdeti, hogy a polgárörtség tagjai szabadjegyet kapnak a helyi tömegközlekedési eszközökre. Aki csatlakozik a polgárörséghez, ingyen utazhat. Aki kilép, a továbbiakban nem jogosult a kedvezményre. Ha senki sem vállalja a szolgáltatást, akkor egyetlen szabadjegyet sem osztanak ki. Ebben a példában a polgármester a küldő, a szabadjegy a csomag, a polgárörség pedig azoknak a csoportja, akik szeretnék megkapni a csomagot.

## 9. A „logikai” kábelezés

Első lépésként válasszuk ki a kívánt csomagtovábbítási módot. Vegyük figyelembe, hogy a demodulátorokról érkező adatfolyamok adatsebessége multiplexenként akár 50 Mbit/s is lehet, ezért ezek broadcast esetén könnyen telíthetők a hálózatot. A unicast továbbítás hátránya, hogy megnehezíti a forrásjelek monitorozását, hiszen a csomagokat kizárólag a címzett készülék fogja megkapni. Lehetőség szerint használjunk multicast küldési módot.

Multicast módon kerülnek továbbításra azok a csomagok, amelyek multicast tartományba eső IP címre vannak címezve. A multicast tartomány a következő: 224.0.0.0-tól 239.255.255.255-ig. Ilyenkor a címzett IP nem készüléket, hanem adatfolyamot azonosít. A multicast adatfolyamok csoportokat definiálnak a switchben, amelynek tagjai megkapják az adott streamet. Ezekhez a csoportokhoz csatlakozhat az a számítógép is, amellyel a forrásjeleket ellenőrizzük.

Amennyiben a forrásjeleket nem távolról kapjuk, hanem mi kezeljük a demodulátorokat vagy az MPEG kódolókat, akkor nekünk kell a multicast cím kiosztást megtervezni. A multicast cím a multicast tartományba eső IP címből és a port számból áll. A kiosztható portszámok tartománya 1 .. 65535. Ügyeljünk rá, hogy a 2000 alatti portszámok többsége le van foglalva külön-

féle számítógépes programok számára. Éppen ezért ha lehet, kerüljük a népszerű 1234-es portszám használatát. Legjobb, ha minden adatfolyamot más-más portszámon továbbítunk.

Ki gondolná, hogy néha a multicast cím ütközés is hasznos lehet. Ha melegtartalékkal szeretnénk biztosítani a közszolgálati multiplex zavartalan vételét, célszerű a tartalék demodulátor kimeneti jelének multicast címét a fő demodulátoréval megegyező értékre állítani. Természetesen a streamek így össze fognak keveredni az IP hálózaton, millió folytonossági hibát generálva. Kapcsoljuk be az összekevert adatfolyamot bekérő készülékeken a forrás IP címre való szűrést. Probléma esetén elég átállítani a forrás szűrőt a tartalék demodulátor IP címére.

## 10. A forrásjelek analízálása

A csatornalista és a multicast címlista alapján mérjük meg a kívánt tv-csatorna adatsebességét. Változó bitrátájú videók esetén a legnagyobb mért értékkel számoljunk. Csoportosítsuk a tv-csatornákat adatsebesség szerint úgy, hogy az egyes csoportok becsült eredő adatsebessége néhány Mbit/s biztonsági tartalék híján töltsön meg egy kimeneti multiplexet. A csoportok száma megmutatja, hogy hány kimeneti multiplexre, azaz hány üres frekvencia helyre lesz szükség az összes tervezett tv-csatorna beépítéséhez. A QAM csatornákat lehetőleg közvetlenül egymás mellé, szomszédos frekvenciákra hangoljuk. Sőt ajánlott a QAM csatorna mellett alul-felül egy-egy üres helyet szabadon hagyni.

Ha kezünkben van a kimeneti multiplexek szerint csoportosított csatornalista, elkezdhetjük a forrásjelek analízálását. A transport stream elemi adatfolyamokból (videó, hang, teletext, felirat stb.) és az adatfolyam szerkezetét leíró (PSI és SI) táblákból áll. A remultiplexeléshez elegendő a leíró táblák vizsgálata.

Minden TS csomaghoz tartozik egy azonosító (PID), amely egy 0 és 8191 közé eső szám. A PSI táblák adott PID értékeken kerülnek továbbításra. A program-hozzárendelési tábla (PAT) megadja, hogy hány tv- és rádió csatorna van a streamben, a programleképezési táblák (PMT) pedig az egyes csatornákhöz tartozó elemi adatfolyamok PID értékeit tartalmazzák. Fontos még a szolgáltatásleíró tábla (SDT), amely az adott csatorna és a hozzá tartozó szolgáltató nevét definiálja. Az eseményinformációs tábla (EIT vagy ismertebb nevén EPG) valójában egy elektronikus műsorújság, amely az idő és dátum táblához (TDT, TOT) viszonyítva programinformációkat tartalmaz a következő egy hétre vonatkozóan. A hálózati információs tábla (NIT) az adott szolgáltató összes elérhető multiplexének vételi paramétereit magában foglalja.



### 11. Az új multiplexek összeállítása

Immár a kezünkben van egy részletes rendszerterv a forrás multiplexek vételi paramétereivel és multicast címeivel, valamint a kívánt tv-csatornák kimeneti multiplexek szerint csoportosított listájával. Ideje, hogy a rendszertervet tovább bővítsük a kimeneti multiplexek TS paramétereivel. Minden multiplexhez egyedi transport stream azonosítót (TSID) válasszunk, viszont a hálózat azonosító (Network ID) és az „eredeti” hálózat azonosító (Original NID) értéke ugyanaz legyen minden multiplexben.

A transport streamek világában a tv- és rádió csatornákat szolgáltatásnak vagy szerviznek hívjuk. Az egyes szervizek azonosítója (Service ID) hálózaton belül egyedi kell, hogy legyen. Következésképpen a szerviz azonosítókat az összes kimeneti multiplexet figyelembe véve kell kiosztani.

Egy multiplexen belül az elemi adatfolyamok csomag azonosítója sem lehet azonos. Ha több forrásból dolgozunk, az eredeti azonosítókat használva előfordulhat PID ütközés. A későbbi hibakeresésre is gondolva jobb, ha eleve új PID kiosztást használunk (PID remap).

A PSI táblák szerepét ismerve magától értetődő, hogy a kimeneti multiplexekhez új PAT és PMT táblák kellenek. Ez azért is fontos, mert az eredetileg kódolt tv-csatornák PMT táblája tartalmazza az alkalmazott kódolási rendszert azonosító bejegyzéseket (Conditional Access Descriptor), amelyeket el kell távolítani. Ellenkező esetben ezeket a tv-csatornákat a vevőkészülékek többsége meg sem próbálja majd megjeleníteni. Gyakran előfordul, hogy a forrás szerviz több hangsávot is tartalmaz. A vevőkészülékek általában a PMT táblában első helyen megjelölt hangot tekintik alapértelmezettnek. Elégge bosszantó tud lenni, ha az adott tv-csatorna mindig lengyel vagy román hanggal szólal meg, illetve meg sem szólal, mert az idegen nyelvű hangot nem nyitottuk ki. Szükség esetén módosítsuk a hangsávok PMT táblában megadott sorrendjét.

Néhány vevőkészülék csatornaváltáskor nem csak a csatorna, hanem a szolgáltató nevét is kijelzi. Célszerű ezt egységesen a saját azonosítónkra cserélni az SDT táblákban. Szükség esetén a tv-csatornák nevét is módosíthatjuk.

Használjunk egységes NIT táblát, amelyben megadjuk minden kimeneti multiplexünk vételi paramétereit (frekvencia, konstelláció, szimbólumsebesség), mert így jelentősen lerövidíthetjük a vevőkészülékek hangolásának idejét. A NIT táblába épített LCN (Logical Channel Number) descriptor segítségével akár a vevőkészülékek új keresés utáni csatornasorrendjét is meghatározhatjuk, függetlenül a tv-csatornák kimeneti multiplexekben elfoglalt helyétől.

### 12. Az adatfolyamok szerkesztéséből adódó hiábák

A digitális televízió jelekben nélkülözhetetlen az időzítési információk átvitele, hogy a kép- és hanginformációk a vételi oldalon szinkronban jelenjenek meg. Az időzítés jelzésére az adó időbélyegeket állít elő, amelyek pontosan jelzik a dekóder számára, hogy az adott kódolási egységet mikor kell dekódolni és mikor kell megjeleníteni. Az időbélyegek előállításának alapja az adó oldalon működő nagypontosságú 27 MHz-es rendszeróra, amely egy 42 bites számlálót léptet. A számláló aktuális értéke a PCR (Program Clock Reference), amelyet periodikusan kell beültetni az adatfolyamba. A PCR pontosságának kiemelt szerepe van, ha a vevőoldalon PAL jelet kell előállítani. A PAL színsegédvívó szabvány szerinti pontosságát ugyanis a PCR biztosítja. A PCR jelentősége a tisztán digitális rendszerekben kisebb.

A műholdas vagy földi műsorszórásból vett multiplexekben a PCR hiba minimális. A PCR időbélyegek az egyes elemi adatfolyamokat tekintve egyenletesen helyezkednek el a streamben. Könnyen belátható, hogy az időbélyegek elcsúsznak, ha különböző forrásokból vett elementary streamekből új multiplexeket állítunk össze. A remultiplexer feladata, hogy a PCR hibákat lehetőleg a  $\pm 25$   $\mu$ s-os tartományon belülre korrigálja.

### 13. Az EPG remultiplexelése

Az adott multiplexben lévő összes tv-csatornához tartozó EPG információk szabvány szerint a 18-as PID-en kerülnek továbbításra. Ez az oka annak, hogy a hagyományos, PID érték alapján szelektáló remultiplexerek alkalmatlanok az EIT táblák szétválogatására.

Mivel az EPG adatok mérete sokszor nagyobb, mint az egy transport stream csomagban elküldhető 188 bájt, ezeket több egymást követő csomagban, szekciókra bontva viszik át. A remultiplexeléshez először is ki kell gyűjteni a 18-as PID értékkel jelölt közös elementary streamből az egyes tv-csatornákhöz tartozó EIT szekciókat, majd ezeket az új multiplex paramétereit szerint átalakítva a többi forrásból érkező EIT szekciókkal egyesítve be kell illeszteni az új multiplexbe. Ilyen módon bármilyen forrásból származó EPG hozzákapszolható bármelyik tv-csatornához. Az eredeti EIT táblákban mindössze a Transport Stream ID-t, az Original Network ID-t és a Service ID-t kell kicserélni az új multiplex, illetve az adott műsor azonosítóira. A TSID, ONID és SID módosítása nélkül a vevőkészülékek nem fogják az adott tv-csatornához kapcsolni az EPG adatokat. Ne felejtjük el valamelyik forrásból a 20-as PID értéken továbbított TDT/TOT táblákat is beépíteni az új streambe. Pontos idő és dátum nélkül ugyanis az EPG adatok mit sem érnek.

*Baranyai Zoltán*

## 96 csatornás QAM modulátor bemenő streamjeinek előállítása

Remultiplexelés 10 G környezetben

Mit hoz a jövő? Erre a kérdésre igen nehéz válaszolni, még akkor is, ha sokan azt állítják magukról, hogy képesek a jövőbe látni. Mérnöki szemlélettel és tapasztalattal még nehezebb elfogadható választ fogalmazni. A következőkben ismertetett technikai újdonságról egyes kollégáink szerint még korai beszélni, mások szerint nem lehet elegendően korán bemutatni partnereinknek azt, ami a következő években várható. Ebben az esetben az olvasóra bizzuk annak eldöntését, hogy kinek van igaza.

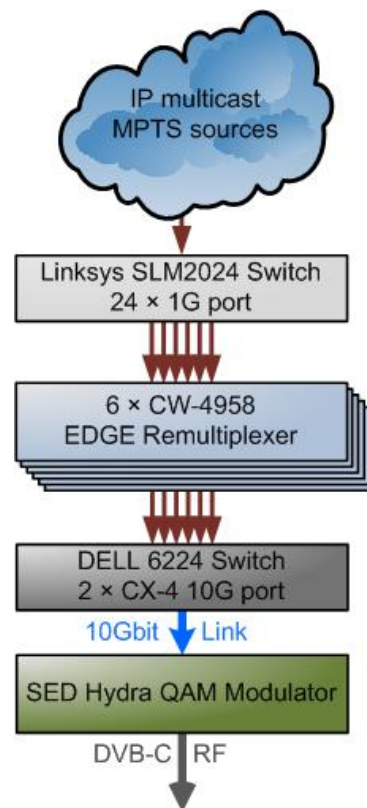
Korábban már beszámoltunk róla, hogy sikerült egy mintapéldányt vásárolni abból a direkt szintézissel működő QAM modulátorból, amely egyszerre 96 QAM csatorna előállítására képes. E tényérnyi méretű áramkör kimenőjele a teljes VHF-UHF sávot lefedi, azaz a fejállomás összes nagyfrekvenciás modulátorát helyettesíti. Amennyiben a mérések igazolják a papíron lévő műszaki paramétereket, a készülék a professzionális fejállomások igényét is kielégíti.

Bizonyára már korábbi cikkeinkből is világossá vált, hogy a 96 csatornás QAM modulátor üzembe helyezéséhez nem hétköznapi eszközökre van szükség. 64QAM modulációt alkalmazva, a 96 csatorna adatigénye:

$$96 \times 38,014 \text{ Mbps} = 3,649 \text{ Gbps}$$

A 3,7 Gbps, illetve 256QAM esetén ennél is nagyobb adatmennyiség csak 10 gigabites eszközök segítségével juttatható el a készülék bemenetére. Mivel a 10 gigabites eszközök ma még többnyire csak a távközlésben használatosak, áruk meglehetősen magas (több millió forint). Legolcsóbb megoldásnak az mutatkozott, ha egy DELL PowerConnect 6224 típusú, 24 portos Layer 3-as switch-et veszünk. Ez a switch 24 darab 1 gigabites bemenettel rendelkezik és két-két bővítő modullal lehet átmenni belőle a 10 gigabites hálózatokba. A 10 gigabites tartományban a rézvezetékekkel működő CX-4 kábel, vagy XFP, illetve SFP+ optikai modul alkalmazva üvegszálon lehet adatokat átvenni. Mivel a modulátor CX-4 csatlakozóval rendelkezik, a switch-hez CX-4 bővítő modult és CX-4 kábelt is vásároltunk.

A teszt rendszer építésekor a tv és rádiócsatornák forrásaként a CableWorld bemérő hálózatát használtuk. Ezt a hálózatot kifejezetten a beméréshez és a fejlesztés szükséges jelek előállítására építettük. A multicastos streameket 24 órás üzemben működő CableWorld gyártmányú műholdvevők, és remultiplexerek állítják elő. A QAM modulátor vizsgálatához készített kiegészítést az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra

A 96 csatornás QAM modulátor vizsgálatához épített összeállítás

Az összeállításban a Linksys switch végzi a multicastos forrásjelek szétosztását a remultiplexerekhez. A 96 csatorna jelének összeállításához 6 darab edge remultiplexer alkalmazása szükséges. Mivel edge remultiplexereink bemeneti és kimeneti portjai fizikailag szét vannak választva, a kimenetek közvetlenül a DELL switch-be köthetők. Vélhetően a nagy csatornaszám miatt a modulátor csak unicast streamek fogadására képes, így az IGMP üzenetek kezelésével a 10 gigabites környezetben nem kellett foglalkoznunk. A 2. ábrán azt szemléltetjük, hogy új remultiplexer szoftverünkkel, hogyan kell a ritkán használt unicast streamet a modulátor paramétereire igazítani.

2. ábra

A remultiplexer és a QAM modulátor kezelőfelületének részlete

Parameter	Value
Data Communication:	
Hostname - Data	HYDRAQAM-62
IP Address - Data	192.168.10.2
Base Port	10000

Block	# of Channels	Channels Allocated	Symbol Rate (MS/s)	Constellation	Roll-Off	Interleaver Mode	Useful Data Rate (Mbps)
1	16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	6.111	QAM256	0.15	(12,17)	45.05
Channel	Block	Modulator State	Source	Center Frequency (MHz)	Power (dBmV)	Port	
1	1	ON	EXT	114.5	33.0	10000	
2	1	ON	EXT	121.5	33.0	10001	

Unicast címzés esetén mind a 96 streamet ugyanarra az IP címre kell küldeni, a modulátor a port számok alapján továbbítja azokat a különböző csatornákhöz. Mint a 3. ábrán látható, az első csatorna számára a 10000 port számmal küldtük a műsorokat. A unicast streamek problémamentesen megjelentek a switch bővítő kimenetén, illetve a CX-4 kábelén keresztül a modulátor bemenetén.

Eddigi tapasztalataink alapján nincs egységesen szabályzott és elfogadott DVB-C szabványú csatornakiosztás Európában. A legtöbb helyen használt csatornakiosztás a 114.5 MHz-től 296.5 MHz-ig 7 MHz-es rasztert használ, majd 306 MHz-től 8 MHz-re vált.

A DDS technikával működő modulátoroknál szigorú megkötések vannak arra vonatkozóan, hogy a csatornák szimbólumsebessége, frekvenciája stb. milyen csoportokban változtatható. Külön ki kell emelni, hogy a vizsgált modulátor minden eddigienél rugalmasabb, a megkötések száma kedvezően alacsony.

A QAM csatornák sávszélességét a szimbólumsebesség nagysága a következők szerint határozza meg:

$$B = S \times (1 + 0,15)$$

ahol: B - a sávszélesség MHz-ben  
S - a szimbólum sebesség MS/s-ban  
0,15 - a lekerekítési tényező

A fenti képlet alapján a szimbólumsebesség egy 7 MHz-es csatornában maximum  $7 / 1,15 = 6.086$  MS/s lehet.

A tesztben először csak egy QAM csatornát kapcsoltunk be, és a VHF sáv alján ellenőriztük a 7 MHz-es sávszélességgel történő működtetést. Mind a set-top box-szal, mind a spektrumanalizátorral végzett mérések igazolták a specifikációban leírtakat.

A következő mérés során azt szerettük volna megállapítani, hogy mekkora az a minimális bemenő TS adatsebesség, amelyet a modulátor még képes feldolgozni. Amikor a bemeneti adatsebesség kisebb, mint amit a beállított modulációs jellemzők igényelnek, a bemeneti fokozat nullpacketek beillesztésével (stuffing) pótolja a hiányzó adatokat. A nullpacketek beillesztése PCR hibát okoz és a legtöbb QAM modu-

3. ábra

Részlet a QAM modulátor kezelőfelületéből

látor képtelen a PCR adatok korrigálására, ha másodpercenként több mint néhány nullpacketet kell járulékosan beilleszteni.

A méréshez kilenc olyan streamet készítettünk, amelyek 5 Mbit/s-os lépésközzel egyre nagyobb sebességűek. A modulátor képes volt még a legkisebb, azaz 5 Mbit/s sebességű transport streamet is hibátlanul feldolgozni, így örömmel nyugtáztuk, hogy a PCR korrektor és a stuffing unit is megfelelően működik.

A vizsgálat során újabb és újabb frekvenciák bekapcsolásával folyamatosan növeltük a csatornák számát. Kiemelt figyelmet fordítottunk a második blokk 16 darab QAM csatornájának bekapcsolására, ugyanis ekkor lépte át a moduláló adatfolyam sebessége az 1 Gbps értéket. Természetesen minden kiválóan működött, a CX-4-es link az összes QAM csatorna moduláló adatfolyamát hibátlanul továbbította.

Végül mind a 96 QAM csatornát bekapcsoltuk. Természetesen nem töltöttük fel mind a 96 streamet tv-műsorokkal, mert ehhez akár 100 műholdvevőre is szükség lett volna, de minden TS tartalmazott legalább 3 műsort.

Nincs tudomásunk róla, hogy rajtunk kívül bárki is összeállított már 96 QAM csatornával működő DVB-C rendszert, így akár rekordkísérletnek is tekinthető a lefolytatott vizsgálat. Mi élvezettel konfiguráltuk a rendszert, és örömmel nyugtáztuk, hogy mind a QAM modulátor, mind remultiplexereink az előzetes elvárásoknak megfelelően működtek és igazolták, hogy a jövő nagy rendszerei által igényelt feladatok ellátására is alkalmasak. A tesztelés során megállapítottuk, hogy a QAM modulátor a legmagasabb elvárásokat is hibátlanul teljesíti, a fejlesztés során ügyeltek arra hogy minél kevesebb korlát gátolja a széleskörű alkalmazást, de ne feledjük, hogy mindez nem csak elhatározás kérdése, ugyanis alig található földünkön olyan fejlesztő csapat, amely e témához egyáltalán hozzá tud szólni. A modulátor 15-20 kiemelten kiváló mérnök több éves munkája.

Majernik Zoltán



## Igazítsd igényeidhez szoftvereinket!

*A webes technológia egyik kiemelkedő előnyének tűnik az, hogy a szoftverek nem kerülnek lefordításra, így a felhasználó számítógépén a megjelenítésnél közvetlenül azok a szoftver sorok kerülnek felhasználásra, amelyeket a szoftver írója „papírra” vetett. Másként fogalmazva, a forráskód nyílt, mindenki számára elérhető.*

*Cégünk arra biztatja felhasználóit, hogy használják ki e lehetőséget és – ha szükséges – módosítsák a szoftvereket úgy, hogy az jobban megfeleljen igényeiknek. A következőkben azt mutatjuk be, hogy milyen egyszerű lépésekről van szó és azt, hogy csodát művelhetnek azok, akik nem bátortalanok.*

A készülékek webes kezelőfelületét a HTML-5 és a Javascript előírásai szerint készítjük. Ma már mindkettőt szinte az óvodában tanítják. Maga a szoftver egy szöveges dokumentum, amely a legegyszerűbb szövegszerkesztővel szerkeszthető. A teljes szoftver szöveges fájlok és képek halmaza. A CableWorld rendszerében mindössze azt kell figyelembe venni, hogy a fájlok száma nem lehet nagyobb mint 2000, és a felhasználáshoz ezeket egy közös könyvtárban kell elhelyezni, azaz alkönyvtárat nem lehet nyitni.

A fájl halmaz egyesítéséhez egy szoftvert kínálunk, a sok-sok fájl tartalmazó „nagy” fájl az, amit a szoftver upgrade végrehajtása során a készülékbe kell tölteni. Mint azt mindenki tudja, a webes szoftver az index.html fájl olvasásával indul, a fájlok halmazában erre a fájlra kattintva a szoftver ugyanúgy fut számítógépünkön, mintha a készülékből hívnánk meg.

Az általános ismereteken túljutva, nézzük meg, hogy mit is lehet kezdeni egy készülékkel, mire gondolunk akkor, amikor szoftver írásra vagy a szoftver módosítására buzdítjuk az olvasót. A legegyszerűbb eset, amikor a termékünket forgalmazó cég vagy distributor a saját termékének kívánja feltüntetni a készüléket. Amikor csak annyit teszünk, hogy a fájlok halmazában kicserélünk néhány képet (pl. logot), már megváltozik a monitoron megjelenő kép. A monitoron megjelenő elemek formázása a CSS fájlból történik. A CSS fájl kisebb-nagyobb mértékben módosítva a kezelőfelület színeit és formáit alakíthatjuk kedvünk szerint. A korábbi fájl visszahelyezésével az eredeti állapot bármikor visszaállítható.

Nézzünk egy kicsit bonyolultabb feladatot. Készülékünkben igen sok mérési eredmény található, de az áttekinthetőség érdekében ezeknek mindig csak egy részét jelenítjük meg. Mindössze néhány szoftver sor beírásával a monitoron új felületelemek hozhatók létre, ezen tetszőleges adatok jeleníthetők meg. A display-n megjelenő kisebb-nagyobb felületelemeket úgy alakítottuk ki, mintha azok mindegyike egy-egy átlátszó fólián lenne elhelyezve. E fóliák pozíciójának módosításával bármelyik előtérbe helyezhető vagy hátrább küldhető, illetve láthatóvá tehető vagy eltüntethető.

Egy új elemen a pontos idő megjelenítése (óra elhelyezése) már a kezdő programozó számára is túl egyszerű feladat. Ennél is könnyebb feladat az óra mellett egy sebesség adat vagy egy hiba időnkénti megjelenítése, esetleg naplózása. Aki eddig eljut, az már mindent meg tud csinálni.

A fenti felületen például egy nyomógomb elhelyezésével lehetőségünk nyílik arra, hogy a készülék működésébe is beavatkozzunk, annak egy vagy több belső kapcsolóját, paraméterét átállítsuk. Ez sem bonyolult, mivel kezünkben a forráskód, csak meg kell nézni, hogy a gyártó mit tesz akkor, amikor ő állítja a kapcsolót. Nincs más teendő mint a forráskódban elkészített függvény meghívása, vagy az ott található néhány szoftver sor átmásolása az általunk készített gombhoz.

Azok számára, akik nem mernek vállalkozni ilyen feladatok elvégzésére, az elmondottak továbbra is nehezen érthető sötét dolgok maradnak. Aki eljut odáig, hogy vállalkozik egy egyszerű feladat végrehajtására, annak biztos, hogy sikerélménye lesz, s mi több egy olyan szenvedély rabja lesz, amelytől nehéz megszabadulni. A szoftver írás szépségét az adja, hogy mindenféle segédeszköz és közügyesség nélkül lehet olyan dolgokat művelni, amely elbűvöli környezetünk hozzá nem értő tagjait.

Természetesen, mint korábban is, a CableWorld minden segítséget megad – a cégeknek és magánszemélyeknek egyaránt – ahhoz, hogy termékeinkkel a digitális televíziótechnika különböző szolgáltatásai megvalósíthatók legyenek.

De Vescovi Róbert