

2015-től vevőkészülékeinket
SPTS készítő modullal szállítjuk



A tartalomból:

- Digitális átállás a rádió műsorszórásban is
Két éven belül országos lefedettségű lesz a DAB+
- PID Remover
Packagek eltávolítása egyszerű módszerrel
- SPTS streamek előállítása
Változatlan ár mellett új szolgáltatást építettünk készülékeinkbe
- DVB-T-T2-C konstellációs diagram
Legújabb termékünkben ezzel segítjük az üzemeltetők munkáját
- IP to IP Converter
Formátum és TS alakítás egyszerre
- ASI to ASI Converter
Nem tévedés, már ilyen is van kínálatunkban
- „Szól a rádió ...”
Kedvcsináló az internet rádió hallgatásához
- Csehország - Prága
Kiállítási meghívó

CableWorld

hírek

A CableWorld Kft. technikai magazinja
2015. február

Számunk fő témája:

A transport stream alakítása remultiplexer nélkül



58.

Digitális átállás a rádió műsorszórásban is

A földfelszíni televízió műsorszórás analógról digitálisra való átállítása az elmúlt év(ek)ben nem csak Magyarországon, hanem a közép-európai régióban is sikeresen lezajlott. A Visegrádi Négyek (cseh, szlovák, lengyel, magyar) képviselői épp a minap tanácskoztak egy nemzetközi konferencia keretében arról, hogy a közeljövőben a rádió műsorszórásban is hasonló átállásra lesz szükség.

Az átállásnak elsősorban gazdasági, vagy mondjuk inkább úgy, hogy környezetvédelmi okai vannak. Az analóg rádióadók ugyanis borzasztóan rossz hatásfokkal üzemelnek.

A solti középhullámú adó 2 MW teljesítménnyel tudja besugározni az ország területének kb. 80%-át úgy, hogy közben 10 MW-ot (!) vesz fel. Az FM adóknál azért valamivel jobb a helyzet, de ezek hatásfoka sem éri el a 70%-ot. Fontos tudni, hogy ezek az adók viszonylag olcsón átalakíthatók digitális rendszerűvé töredékére csökkentve az üzemeltetési költségeket.

Ugyanennyire fontos a rendelkezésre álló frekvenciasáv hatékony kihasználása. A távközlésre alkalmas rádióspektrum nemzeti kincs, amit meg kell becsülni. Egy analóg csatorna helyén digitális modulációval akár tíz rádió műsora is átvihető, nem beszélve arról, hogy az adatfolyamba egyéb szolgáltatások is beépíthetők. Ez lehetővé teszi, hogy olyan műsorszolgáltatók is megjelenjenek a médiapiacra, amelyek a rendelkezésre álló drága és szűkös csatornahelyeken eddig nem tudtak.

Bár a rádiózásban nincs szabályozói kényszer a digitális átállásra, a nyugat-európai országok már váltottak. Az Egyesült Királyságban éppen 20 éve, ahol a rendszer már régóta országos lefedettséggel üzemel. Nem véletlen, hogy az ott eladott új autók 55%-ában alapfelszereltség a DAB (Digital Radio Broadcasting) rádió. Hazánkban szintén 1995-ben, a Magyar Rádió indulásának 70. évfordulóján indult a teszt sugárzás. A bevezetés viszont érdeklődés hiányában elmaradt.

Ez egyrészt annak tudható be, hogy az adás csak Budapest környékén elérhető, mivel a lefedettség azóta sem haladta meg a 30%-ot. Másrészt a vevőkészülékek ára még mindig túl magas, a választék pedig szerény.

Pozitív változás, hogy az Antenna Hungária tavaly május óta ismét állami tulajdonban van. A napokban jelentették be, hogy új csatornákkal bővítik a DAB+ multiplex kínálatát, valamit két éven belül el szeretnék érni az országos lefedettséget. Várható, hogy a jó hírek hatására a kereskedelmi adók üzemeltetői is felismerik a digitális rádiózásban rejlő lehetőségeket és fontolóra veszik a multiplexhez való csatlakozást.

Addig is hét rádióprogram érhető el a VHF sáv 11D csatornájában (222,64 MHz): MR1, MR2, MR3, Katolikus Rádió, Lánchíd Rádió, Klubrádió, illetve az Infó Rádió. A multiplexet három budapesti adóállomás sugározza egyenként 250 W ERP-vel: Széchenyi-hegy, Hármashatár-hegy, Száva utca.

A T-DAB-ot, azaz a digitális hangjelek földi műsorszórására vonatkozó szabványt a '80-as évek végén dolgozták ki. A szabvány ötvözi az ismert hangtömörítési eljárásokat a földi műsorterjesztésre kifejlesztett modulációs módok használatával.

A DAB spektrumhatékonyságát tulajdonképpen az audio bitsebesség csökkentésének köszönheti. Az alkalmazható kódolási eljárások az MPEG-1 és MPEG-2 Audio Layer II, illetve DAB+ esetén az MPEG-4 HE AAC+ v2.

A szabványalkotók elsődleges célja a megbízható mobil vétel biztosítása volt, ezért a reflexiók és a többutas terjedés hatásai ellen védett COFDM, azaz a kódolt ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés mellett döntöttek.

Az átviteli csatorna sáv szélességét 1,5 MHz-ben határozták meg, amely nem illeszkedik az FM sávban használt korábbi, 300 kHz-es raszterbe. Az átviteli kapacitás a sok (1536) vivőnek köszönhetően elérheti a 1152 kbps-ot. A magyar multiplex adatsebessége egyelőre 576 kbps, ami 48..128 kbps bitrátájú sztereó hangsávokból adódik össze. Az AAC hatékonyságára jellemző, hogy ilyen kis adatsebességek mellett is közel CD minőségű átvitelt biztosít.

A DAB rendszerű földfelszíni műsorszórás másik előnye, hogy lehetővé teszi egyfrekvenciás hálózatok (SFN – Single Frequency Network) kialakítását, azaz minden adó ugyanazon a frekvencián sugároz. Az SFN analóg modulációval nem valósítható meg, mert ott az azonos frekvencián történő sugárzás a vevő számára nem hasznos jel, hanem interferencia és egyéb vételi zavarok okozója. Az OFDM moduláció úgynevezett védő intervallumok beillesztésével kiegyenlíti az esetleges reflexiók által kialakuló késleltetési időket. Egeszen addig, amíg a védő intervallum hosszabb, mint a késleltetési idő, a vétel zavartalan lesz.

A DAB alkalmazásával a rádiózásban is megjelenhet a multimédia, hiszen a multiplexben nem csak hang, hanem bármilyen adat átvihető. Mi köze ennek a kábeltelevíziós szakmához? Hm...

A DAB szabványcsaládon belül kidolgoztak egy eljárást, amely mobil eszközök kiszolgálását definiálja digitális televízió jelekkel. Lehet, hogy a DMB lesz a legújabb konkurensünk?

Baranyai Zoltán

PID Remover

Csomagok eltávolítása az adatfolyamból egyszerű módszerrel

Cégünk fejlesztése rendszeresen kikéri a kereskedők és a rendszerépítők véleményét, így számos lehetőségünk adódik arra, hogy betekintsünk a fejlesztési folyamatokba és kérjük elképzelésünk megvalósítását.

Az egyik év végi megbeszélésen az SPTS modul kialakítását elemeztük, amikor eszembe jutott, hogy némi módosítással sokkal többet ki lehetne hozni a készülő megoldásból. A következő cikkben azt az új modult mutatom be, amelynek megvalósítását ez a módosítás tette lehetővé.

Az FPGA áramkörökkel végzett jelfeldolgozás a számítástechnikában megszokottól jelentősen eltérő szemléletet igényel, de egyre jobban távolodik a korábbi évtizedekben használt huzalozott technikától is. Az SPTS modul kialakításánál ott tartottunk, hogy a bejövő transport streamből egy-egy TS packet hova, pontosabban melyik kimenet tárolójába kerüljön. Ekkor vetődött fel bennem a következő két gondolat:

- *mi lenne, ha az adott PID értékű packetet sehova se másolnánk, azaz eldobnánk!*
- *milyen jó lenne, ha a maradék TS-t, azaz azt a packet sorozatot, amelyből már egyeseket eltávolítottunk, használni is lehetne!*

Fejlesztőink kedvezően fogadták ötleteim és néhány nap alatt megvalósították elképzelésemet, viszont rám bízta a különböző alkalmazások kidolgozását.

A GEC II panelre kitalált megoldásom a következők szerint vehető igénybe: a 16 bites konfigurációs adatban a d8-as bitet 1-re állítva a PID filter bekapcsolódik, a továbbítási címnek a 255-ös értéket megadva a csomag eldobásra kerül. A d10-es bit 1-re állításával a maradék packetek az érkezővel azonos számú kimenetre másolódnak.

Alkalmazási területek a teljesség igénye nélkül

1. Egyszerű, kicsi rendszerekben, ahol nincs pénz komolyabb remultiplexerek vásárlására, találkozhatunk az adatsebesség kisebb-nagyobb mértékű csökkentésének igényével (például DVB-S adás DVB-T rendszerbe történő konvertálása). E helyeken ha lehetőségünk nyílik egy olcsó PID eltávolító alkalmazásával néhány videó adatfolyam eltávolítására, akkor egyszerű és olcsó megoldást tehetünk ügyfelünk asztalára. A feladatot megvalósító modul neve lehetne PID Remover vagy PID Killer, de ezt még nem döntöttem.

2. Újságunk e száma a remultiplexer nélküli adatfolyam átalakítást jelölte meg fő témának. Számos olyan esettel lehet találkozni, amikor a szolgáltatás minősége egy vagy több tábla lecserélésével lényegesen javítható lenne. Például el kell távolítani egy vagy két PMT táblát a streamből. A PID Remover alkalmazásával ez egyszerűen megtehető, de ilyen esetekben a konfigurációs adat d9-es bitjének 1-re állításával a PSI Insertert is be kell kapcsolni az új PMT tábla beillesztéséhez.

3. Magas színvonalú szolgáltatás csak bonyolult, számos irányból összetett NIT táblával hozható létre. Az LCN descriptorok alkalmazása a tv csatornák elrendezéséhez, a gyors csatornakeresés – hogy csak néhányat említsünk – csak komplex NIT táblával biztosítható. Mindazon szolgáltatók, akik régebben vásárolták remultiplexerüket, nem képesek ilyen NIT tábla előállítására, vagy egyszerűen nincs lehetőségük újabb licencek megvásárlásával alkalmassá tenni készüléküket erre a feladatra.

Számukra egy olcsó NIT eltávolító és egy új NIT-et beilleszteni tudó készülék igen nagy segítség lehet. Ugyancsak nagy segítség egy ilyen készülék a rendszerépítők számára, amikor a megfelelő szerkezetű és tartalmú NIT létrehozásával még csak kísérleteznek és csak átmeneti jelleggel a háttérben vizsgálják a NIT megfelelőségét rendszerükben.

4. A PID Remover alkalmazási területe szinte kimeríthetetlen, ha az EIT, TDT, TOT táblákra, vagy a hangvivők problémáira gondolunk, de ezekre itt most nem térünk ki.

Megemlíjtük viszont, hogy modulunk 64 bemeneti streamből képes adatfolyamonként akár 256 PID érték eltávolítására. Cikkünkben nem elemeztük azokat a feladatokat sem, amikor a remultiplexerek számára a táblák alakítása nélkül kell az MPTS együttes adatsebességét csökkenteni stb.

5. Célunk most a piackutatás, a felhasználói igények minél szélesebb körből történő begyűjtése, azért arra kérem olvasóinkat, hogy segítsenek nekem ebben. A PID Remover témával kapcsolatban várjuk ötleteiket, javaslataikat, netán igényeiket a

majernik.zoltan@cableworld.hu

címen vagy a honlapunkon található telefonszámokon keresztül.

Majernik Zoltán

SPTS adatfolyamok előállítás

Változatlan ár mellett új szolgáltatást építettünk készülékeinkbe

Vélhető, hogy olvasóink többsége pontosan tudja, hogy az SPTS rövidítés a Single Program per Transport Stream megnevezés rövidítése, és azokat az adatfolyamokat jelöli, amelyek egy televízió műsor kép-, hang-, TXT- stb. adatfolyamát szállítják.

Ennek párja az MPTS (Multi Program per Transport Stream), amely egy időben több műsor jelét szállítja. SPTS adatfolyamokkal leggyakrabban az IPTV szolgáltatásokban találkozhatunk, a földi (DVB-T) műsorszórás MPTS adatfolyamokkal dolgozik.

Korábbi cikkeinkben többnyire MPTS adatfolyamokkal foglalkoztunk, ezért célszerűnek látjuk néhány oldalon összefoglalni az SPTS streamek előállításának és felhasználásának legfontosabb ismereteit.

1. TV over IP – IP Addresses

A fenti cím egy svájci szolgáltató listájának tetején olvasható. A lista dátuma 2012. november, mégis szembetűnő, hogy 233 szolgáltatás adatait tartalmazza. A fejléc összefoglaló adataiból megtudhatjuk, hogy ebből 16 darab a HDTV, 127 darab a hagyományos SDTV adatfolyam, és a rádió adatfolyamok száma 90.

Műszaki szempontból érdekes, hogy a teljes adatfolyam kb. 762,1 Mbps sebességű, a HDTV-k átlagosan 10,5 Mbps, az SDTV-k 4,4 Mbps a rádiók 0,4 Mbps adatsebességgel kerülnek továbbításra.

A digitális televíziótechnika bevezetése lehetővé tette, hogy a nagy szolgáltatók országos gerinchálózaton keresztül kínálják műsoraikat a kisebb-nagyobb kábeltelevízió szolgáltatók részére. A fenti lista is egy ilyen szolgáltató optikai gerinchálózaton megvalósított kínálatát mutatja. Az adatfolyamok előállítása tartalékkal, és különböző automatikákkal felszerelt professzionális fejállomáson történik. A rádió- és televízióműsorok egy-egy SPTS-be építve kerülnek a hálózatra. A multicast címezés (például: ProSieben 239.192.0.21:3791) lehetővé teszi, hogy a műsorokat egyidejűleg több kisebb szolgáltató is levegye a hálózatról.

A külön-külön küldött SPTS adatfolyamok rendszerint mindazon összetevőket (videó, egy vagy több hang adatfolyam, teletext stb.) tartalmazzák, amelyek az ebből kialakított IPTV, DVB-C, DVB-T, esetleg helyenként még analóg szolgáltatás megvalósításához szükségesek. Ebben a kialakításban az SPTS-ek alkalmazását, azaz a műsorok szétválasztását a szolgáltatás rugalmassága, az egyszerű megvalósíthatóság indokolja.

2. Az IPTV rendszerek igénye

Az Ethernet hálózatok adatfolyam irányító és szállító képessége kiváló, azonban az átvihető adat mennyisége véges. Az Ethernet hálózatokon megvalósított televízió szolgáltatásoknál (IPTV) mindig csak a feltétlenül szükséges adatfolyamokat juttatjuk el az előfizetőhöz annak érdekében, hogy a túlterhelést elkerüljük. Az SPTS-ek alkalmazását e szolgáltatásokban a hálózat véges terhelhetősége igényli.

3. Dekóderek, transzkóderek igénye

Üzemeltetői körökből többen jelezték, hogy egyes dekóderek (MPEG-2 vagy MPEG-4) vagy transzkóderek nem képesek a nagyfrekvenciás vevők (pl. DVB-S -S2 -T -T2 -C -C2) kimenőjelének fogadására, pontosabban csak akkor működnek megfelelően, ha SPTS jellel táplálják őket.

Mint tudjuk, az MPTS adatfolyamok sokkal több adatot szállítanak, így csak magasabb órajelfrekvenciával továbbíthatók. A hiba egyik oka rendszerint az, hogy a dekóder nem képes a RAM-jába írni az adatfolyamot ezzel a magasabb órajelfrekvenciával. A hiba másik oka többnyire a bemeneti szelektor véges teljesítőképessége.

E dekóderek, transzkóderek stb. alkalmazásánál nincs más lehetőségünk, mint SPTS adatfolyammal táplálni a készüléket.

4. QAM modulátorok, remultiplexerek

A pontos típus megjelölése nélkül említjük, hogy számos olyan készülék, például QAM modulátor van forgalomban, amelyik csak SPTS-ekből képes összerakni az MPTS kimenőjelet. Mint tapasztaltuk, e típusok többségénél a készülék azért igényel SPTS adatfolyamokat a bemenetén, mert így egyszerűbb volt a fejlesztő számára a működtető szoftver megírása.

Remultiplexerek alkalmazása során találkozhatunk olyan esetekkel, amikor az SPTS-ekkel való táplálást a gigabites bemenet terhelésének csökkentése igényli. Példaként gondoljunk arra, hogy a remultiplexerrel sok MPTS-ből kell egy-egy műsort kivenni a kimenőjelek számára. Könnyen belátható, hogy 40 Mbps sebességű MPTS-ek esetében már 25 adatfolyam is telítésbe viszi a gigabites bemenetet.

A bemenetre kerülő MPTS-ek adatsebességének csökkentése egyszerűbb esetben a null packetek vagy a kódolt packetek eltávolításával történhet, de a legjobb megoldást jól konfigurált SPTS-ek kialakítása adja.

5. Az SPTS előállításának követelményei

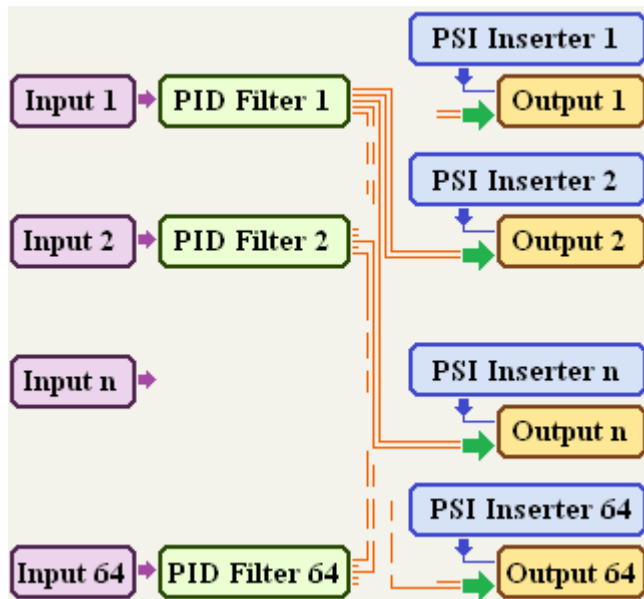
A CableWorld készülékekben a jelfeldolgozás FPGA áramkörökkel történik. A tervezés egyik fontos szempontja, hogy eszközeink a legnagyobb bemenő adatsebességnél (például a gigabites bemeneten 1000 Mbps-nál) is tökéletesen működjenek. Ebből kiindulva a 188 bájtos TS packet $188 \times 8 = 1504$ bitjének feldolgozására $1,504 \mu s$ áll rendelkezésre.

Anélkül, hogy részletesen elemeznénk az FPGA működését, könnyen belátható, hogy a TS packetek feldolgozása többségében a packet adatainak memóriákba írásával, illetve onnan való kiolvasásával történik. A packet többszörözése például a packet két különböző címre történő beírásával lehetséges.

A minden igényt kielégítő adatfolyamok kialakítása a remultiplexerek feladata. Az MPTS-ből SPTS-ek előállítása egyszerűsített közbenső feladatnak tekinthető. A fejlesztés során úgy döntöttünk, hogy e feladatot a következők szerint látjuk el:

- Egy-egy MPTS-ből max. 256 különböző elemi adatfolyam kiválasztását, és a 64 kimenet egyikére történő kiküldését biztosítjuk a PID Filterrel.
- A PID Filter nem módosítja a PID értékeket, azaz PID Remapping-ra nincs lehetőség.
- A PID Remapping elhagyása lehetővé teszi, hogy a PMT táblát eredeti változatban adjuk tovább.
- Az SPTS-hez új PAT táblát szerkesztünk.
- Az SPTS-t egyszerű SDT és NIT táblával látjuk el.

Mivel az SPTS modul a Gigabit Ethernet Controller II-be került beépítésre az SPTS-ek kialakítása 64 bemeneti streamből történhet, illetve a felhasználónak 64 SPTS előállítására nyílik lehetősége. A modul blokkvázlatát az 1. ábra szemlélteti.










1. ábra
Az SPTS modul blokkvázlata

A PSI Inserter 16 különböző TS packetet képes az SPTS adatfolyamába ültetni. A 16 packet PID értéke és tartalma tetszőlegesen programozható. A Continuity Counter automata 8 darab PID értéket tud megkülönböztetni. A packetek kiadása a packetek közötti késleltetési idő megadásával ütemezhető.

6. Az SPTS modul kezelőfelülete

Rendszerépítő mérnökeink nagyon fontosnak tartották, hogy az SPTS-ek egyenlően kattintással is előállíthatók legyenek, és a felhasználó komolyabb szakmai ismeretek nélkül is képes legyen egy MPTS szétbontására. Ennek megfelelően az Output menübe lépve a 2. ábra szerint mutatjuk a transport stream összetevőit. Miután a felhasználó eldöntötte, hogy mire van szüksége, nincs más teendője, mint a kimeneti IP Address:Port Number megadása és az On-Off kapcsolóval a működés engedélyezése. A program bármikor megváltoztatható a korrekciókról a szoftver automatikusan gondoskodik.

MPTS Stream from Tuner 1 (ASI Output 1)	IP Address:Port Number	 Off	TS
Service Id: 28106 Service Type: 1 Das Erste	239.123.13.101:58101	 On	1
Service Id: 28107 Service Type: 1 Bayerisches FS Süd	239.123.13.102:58102	 On	2
Service Id: 28108 Service Type: 1 hr-fernsehen	239.123.13.103:58103	 On	3
Service Id: 28110 Service Type: 1 Bayerisches FS Nord	IP Address:Port Number	 Off	4
Service Id: 28111 Service Type: 1 WDR Köln	IP Address:Port Number	 Off	5
Service Id: 28113 Service Type: 1 SWR Fernsehen BW	IP Address:Port Number	 Off	6

2. ábra
A kezelőfelület „Basic módban”

Mint tudjuk, korunk emberének nagyon fontos a mielőbbi sikerélmény, de tapasztaljuk, hogy ezt követően jönnek az egyedi igények. Ezek kielégítésére „Advanced” módban nyújtunk lehetőséget, ahol az automaták eddigi munkáját felülbírállhatjuk, módosíthatjuk. Itt már a blokkvázlat szerinti megközelítésben a kimenetek oldaláról láthatjuk a streameket, lehetőségünk van a PID Filterek programjának manuális módosítására (pl. egyes hang adatfolyamok törlésére), az SPTS jellemzőinek módosítására (pl. TSId) vagy a PSI Inserterben az SDT táblán keresztül a Program Name és a Provider Name adatok módosítására.

Ne feledjük, hogy a digitális technikában az automaták által biztosított gyors siker számos esetben elegendő, azonban a professzionális szolgáltatás kialakításához legalább középfokú szakmai ismeret szükséges!

Zigó József

DVB-T-T2-C konstellációs diagram

Legújabb termékünkben a konstellációs diagram megjelenítésével segítjük az üzemeltetők munkáját.

Korábbi cikkeinkben már említettük, hogy a digitális televíziótechnika üzemszerű bevezetését követően a CableWorld az üzemeltetéshez szükséges eszközök fejlesztésében lát újabb lehetőséget tapasztalatai és technológiája kamatoztatására. Az új termékek sok-sok apró modul kifejlesztését igénylik. A termékcsalád alapegységét úgy alakítjuk, hogy az ASI és IP adatfolyamok mellett a nagyfrekvenciás, azaz a DVB-T-T2 és C jelek vizsgálatára is alkalmas legyen. A szilikon tunerrel felépített vevőnk kialakítását és teljesítő képességét már bemutattuk, most arról számolunk be, hogy a modult az elmúlt hónapban a konstellációs diagram felrajzolására is alkalmassá tettük.

A jó minőségű és megbízható szolgáltatás biztosítása megköveteli, hogy az üzemeltető ha vázlatosan is, de ismerje az általa kezelt hardverek működését, ezért cikkünkben igyekszünk képed adni a mérések hátterében működő hardverekről is.

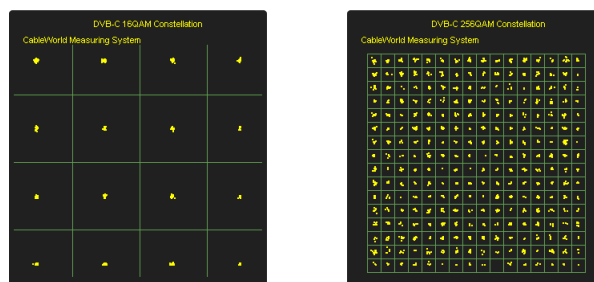
1. A DVB-C jelek vétele

A digitális rendszerekben alkalmazott modulációk között a DVB-C rendszerekben használt QAM moduláció a legegyszerűbb. Mint tudjuk, ebben egyetlen vivő van és ennek pillanatnyi amplitúdója és fázisa együttesen hordozza az információt. A demodulálás nehézsége abban van, hogy ezek az amplitúdó- és fáziskombinációk csak igen rövid ideig állnak fenn. Például 6,9 MSymb/s esetén ez az idő mindössze $1000/6,9 = 145$ ns (alig néhány periódus).

A tunerbe épített QAM demodulátor a 145 ns letelte után egy x és egy y koordináta adatot szolgáltat, amelyből a következő fokozatnak kell megállapítania, hogy ez az értékpár milyen bitkombinációt hordoz. Az 1. ábrán látható két konstellációs diagram labor körülmények között készült. 16QAM esetében a bitkombináció meghatározása még egyszerűnek látszik, de a 256QAM ábráját szemlélve látható, hogy a feladat nem is olyan egyszerű.

A demodulátorba épített processzor fő feladata a demodulálási folyamatok hibamentes bonyolítása. A konstellációs diagram rajzolása csak mellékes szolgáltatás, ezért mindössze arra van lehetőségünk, hogy egy adott regiszteren keresztül egy pont x-y koordináta párosát kérjük el. Mivel a konstellációs diagram felrajzolásához több száz pont adatát kell kikérni a processzortól, a diagram rajzolása lassú, több másodpercet is igénybe vesz.

Az x és y koordinátát 10 bites méretben 2-es komplementum alakban kapjuk meg. Méréstechnikai



1. ábra

A 16QAM és a 256QAM jel konstellációs diagramja

szempontból a digitális technika igen egyszerűnek tekinthető, ugyanis a jellemzők meghatározásához nincs szükség bonyolult mérőműszerekre. Példaként a MER és hasonló jellemzők meghatározása a mérőműszerekben e koordinátaadatokból számítással történik.

Szükségesnek tartjuk megemlíteni, hogy a webes kezelőfelület igen megkönnyíti a részletek iránt érdeklődők vagy az egyéni elképzelésüket megvalósítani szándékozók munkáját, ugyanis a böngészőn keresztül, mind a szoftvereink forráskódja, mind a készülékből kiolvasott koordináta adatok bárki számára könnyen elérhetők.

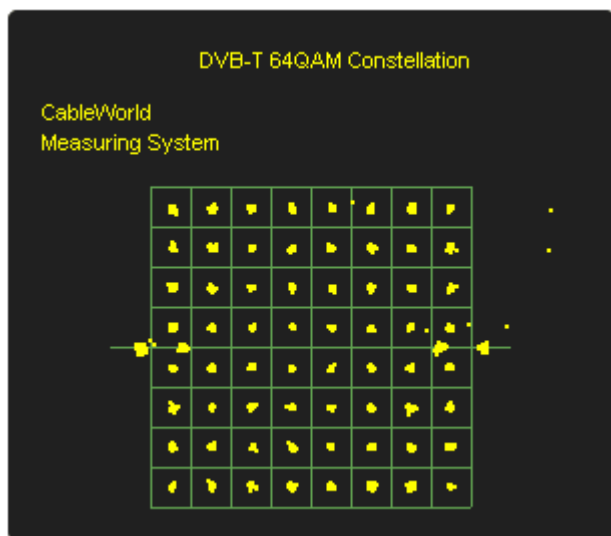
2. A DVB-T jelek vétele

A földi műsorsugárzásban alkalmazott OFDM moduláció esetében egyidejűleg több ezer vivő hordozza az információt. A vivők mindegyike külön-külön QAM modulált. A demodulálást az teszi lehetővé, hogy ezeken a vivőkön sokkal hosszabb ideig áll fenn a QAM modulációval továbbított információ, mint a DVB-C szerinti jeleknél.

Emlékeztetőül a DVB-T rendszerek néhány fontosabb adata: a 2k rendszerek 1705, a 8k rendszerek 6817 vivővel dolgoznak. 2k esetén a szimbólumidő (amelyen belül a QAM moduláció nem változik) 224 μ s, 8k esetén pedig 896 μ s.

A DVB-T rendszerekben a hasznosnak nevezett adatok továbbításában nem mindegyik vivő vesz részt. A vivők egy kisebb csoportja a szabályozási folyamatokat segíti (pilot vivők, például 8k esetén 701 db), egy másik csoportja (TPS vivők, 8k esetén 68 db) pedig az alkalmazott modulációs jellemzőkről tájékoztatja a demodulátort. Összefoglalva érdemes megjegyezni, hogy a 2k és a 8k rendszerek adattovábbító képessége azonos, a jellemzők (vivő darabszám, idő intervallum stb.) úgy aránylanak egymáshoz, mint 1:4.

A 2. ábra felvétele labor körülmények között készült és egy DVB-T rendszer konstellációs diagramját szemlélteti.



2. ábra

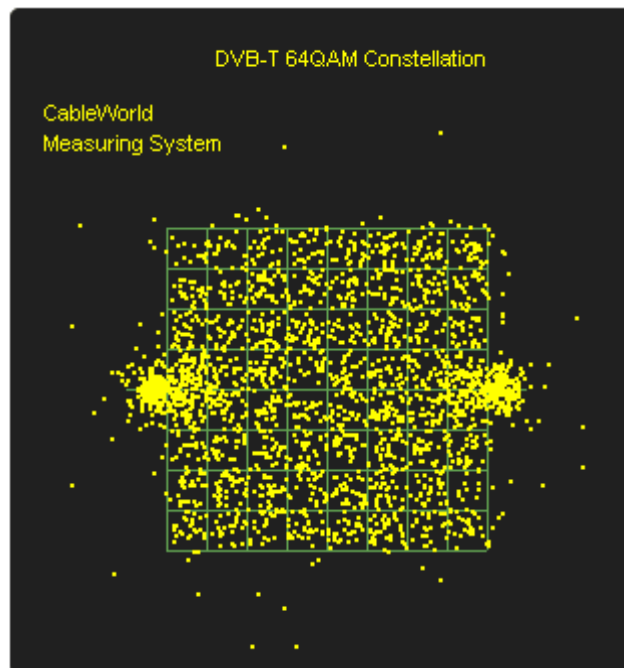
Jellemzők: 770 MHz, DVB-T, 8k, 64 QAM

A vízszintes tengelyen a négyzetten kívül látható két csomópont a pilot vivők képe, a négyzetben látható két pont a TPS vivők képe. DVB-T jel esetében a demodulátor előbb kéri megadni a vivő számát és csak ez után kérhető az x-y koordináta. A kezelőfelület és a szoftver egyszerűsítése érdekében úgy döntöttünk, hogy olyan vivőszámokat (kisebb, mint 1512) fogunk megadni, amelyek a 2k és a 8k esetén is helytálló. Második lépésben igyekeztünk olyan számsorozatot megadni, amellyel a pilot és TPS vivők is némileg arányos képet mutatnak.

A DVB-T és T2 jelek esetében a demodulátor egy-egy bájtnban 2-es komplement alakban adja ki az x-y koordinátákat, így a felbontás jóval kisebb és a konstellációs diagram is kisebb.

Rendszerépítő kollégáink azon kérdésére, hogy „mik azok az eltévedt pontok a diagramon” egyszerű a válasz. A DVB-T jel pillanatnyi amplitúdója (az időtartományban szemlélve) olyan nagy is lehet, amelyet az erősítők már nem tudnak átvenni és így durva hibák keletkeznek. A későbbi hibajavító áramkörök feladata e hibák kijavítása.

Az eddigi felvételeken a laborban, csillapítón keresztül összekapcsolt adó és vevő esetében mutattuk be a konstellációs diagramot. A csillapító értékét növelve a zaj hatására a pontok elkezdnek szétszóródni. Valós körülmények között a terjedési viszonyok ennél „csúnyább” ábrákat is képesek produkálni. A 3. ábrán a budapesti DVB-T adó jeléről készített konstellációs diagramot mutatjuk be úgy, hogy az antennát követően erősítő és hosszú kábel után mérünk, közel a vételkésztség határához.

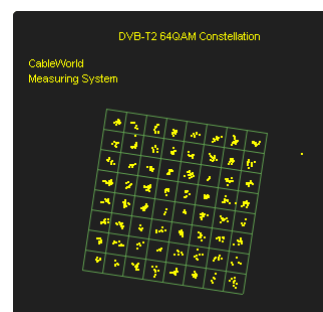


3. ábra

A 610 MHz-es DVB-T jel üzemi körülmények között.

3. A DVB-T2 jelek vétele

A DVB-T2 jelek vételében még nincs nagy gyakorlatunk, de a piacok alakulása azt mutatja, hogy ezzel is foglalkoznunk kell. A szakirodalomban az olvasható, hogy javíthatók az átviteli jellemzők, ha a bemeneti oldalon a konstellációs adatok egyikét eltoljuk (x1-y2, x2-y3 stb.) azaz „Constellation Rotation”-t alkalmazunk. Ennek hatására a konstellációs diagram a modulációs mód típusától függő mértékben elfordul. Az elfordulás mértéke QPSK esetén a legnagyobb (29°), 256QAM esetén pedig csak $\arctan(1/16)$ fok. A 4. ábrán 64QAM esetén mutatjuk be az elfordulást, ahol az elfordulás mértéke 8,6°.



4. ábra

A konstellációs diagram képe DVB-T2 jelnél

Tudjuk, hogy a konstellációs diagram megítélése komolyabb szakmai ismereteket igényel, de ne feledjük, hogy a konstellációs diagram sokat elárul rendszerünk várható megbízhatóságáról.

Zigó József

IP to IP átalakító

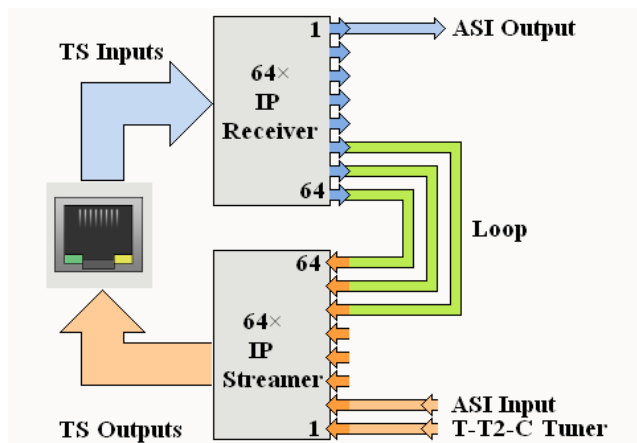
amely a hálózati címfordítás mellett az adattartalom egyszerűbb módosításait is el tudja végezni

Általánosan jellemző, hogy az Ethernet hálózatot mindenki és mindennap használja az interneten keresztül történő vásárlás, levelezés és egyéb szolgáltatások kapcsán, azonban igen kevesen tudják, hogy e közben mi is történik a háttérben, a forgalmat biztosító kábelben.

Kollégáimmal lassan több, mint egy évtizede a digitális televízió rendszerek tervezésével és építésével foglalkozunk, ezért szükségszerű volt részletesebben is megismerkednünk az UTP kábelben továbbított adatfolyamok szerkezetével, jellemzőivel.

A megismerést követően jelentkezik az igény ezen adatfolyamok alakítására, igényeink szerinti módosítására. Cikkünkben azt mutatjuk be, hogy milyen lehetőséget biztosítunk e területen ügyfeleinknek a fejlesztés alatt álló, legújabb termékünkben.

Bizonyára Ön is észrevette, hogy mostani cikkeink többsége a GEC II rövidített névvel jelölt Gigabit Ethernet Controller II modulhoz kapcsolódik. Ez a modul 64 IP bemenettel és 64 IP kimenettel rendelkezik, de ebből a hátlapon mindössze egy darab RJ45 csatlakozó látszik. A panel blokkvázlatát az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

A Gigabit Ethernet Controller blokkvázlata (részlet)

A GECII-re épülő új termékünkben eddig csak egy IP bemenet és két IP kimenet felhasználását mutattuk be. Annak érdekében, hogy a további bemenetek és kimenetek is használhatóak legyenek fejlesztőink egy programozható belső átkötést (Loop) terveztek. Az új modul a felhasználó által megadott szám felett (például 32) belül átadja a bemeneti streameket a kimeneti egységnek, és így utat nyit számos új elképzelés megvalósításához.

A belső Loop modul lehetővé teszi, hogy ezentúl IP to IP konvertereket készítsünk, de nézzük meg, hogy milyen feladatok elvégzésére nyílik lehetőségünk e konvertálási lehetőséggel.

Elsőként az adatfolyam alakítása nélküli alkalmazásokat elemezve egyszerűen belátható, hogy könnyedén alakíthatunk át vele egy unicast streamet multicast adatfolyammá, vagy fordítva. Aki olvasta már, hogy a streamer multiplexere négyeszeresni tudja a packeteket, az látja, hogy lehetőségünk nyílik egyből további három stream készítésére. Ezek jellemzői egymástól függetlenek, tetszőleges megosztásban lehetnek unicast és multicast streamek. A kimeneti modul valamennyi adatfolyamot VLAN címkével is ki tudja egészíteni, ha valakinek erre van szüksége.

Az alakítás nélküli alkalmazásokban csak az IP címet, MAC címet és más hasonló jellemzőket változtattuk meg. Kisebb módosításnak tekinthető, ha az RTP és az UDP keret között konvertálunk. Valamivel nagyobb a módosítás, ha az adat tartalmat is megváltoztatjuk. Például egy 7 TS packetet tartalmazó UDP keretet 7 darab olyan UDP-re bontunk szét, amelyben az UDP-k csak egy TS packetet tartalmaznak.

A módosítások szempontjából a legnagyobb változtatásokról akkor beszélhetünk, ha az adat tartalomba nyúlunk bele, vagyis a transport streamet alakítjuk. E területen a PID Remover bekapcsolásával a TS-ből akár 256 különböző PID értéket is eltávolíthatunk. A kimeneti multiplexer segítségével lehetőségünk nyílik két vagy több adatfolyam packetjeinek összeépítésére, illetve e műveletek kombinálására.

A módosítások között vélhetően a legtöbben a PSI táblák bekeverését fogják használni. E művelet a PID eltávolítóval közösen lehetővé teszi egyes adatfolyamok – többnyire a program specifikus adatokat hordozó táblák (pl. NIT) – lecserélését is.

Már az is dicséretesnek nevezhető, ha egy készülék a felsorolt alakítási műveletek egyik vagy másik változatát el tudja végezni. A mi megoldásunk nagyszerűségét mutatja, hogy e műveletek a 64 bemenet és 64 kimenet mindegyikén elvégezhetők, illetve az alakítások tetszőleges változatban kombinálhatók. A felhasználó mindaddig szabadon gazdálkodhat a lehetőségekkel, ameddig az igénybe vett bemenetek vagy kimenetek száma a 64-et el nem éri, illetve ameddig a gigabites csatlakozás 1000 Mbit/s kapacitása nem telítődik.

Majernik Zoltán

ASI to ASI Converter

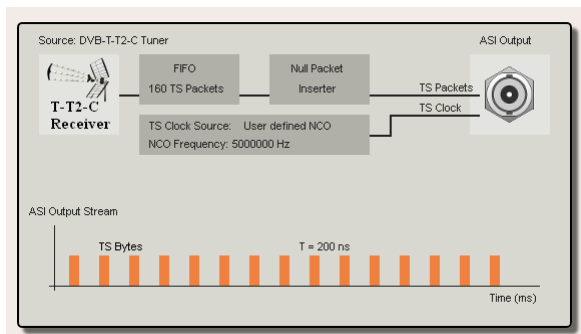
Nem, a fenti ti cím nem tévedés! Aki úgy gondolja, hogy az ASI átvitelhez nem kell többet tudni, mint azt, hogy két BNC csatlakozót coax kábellel kell összekapcsolni, az téved.

Korábbi cikkeinkben már bemutattuk, hogy az ASI átvitel mely változataival találkozhatunk a különböző készülékekben. Most arról számolunk be, hogy az üzemeltetők számára készülő termékcsaládhoz egy olyan különleges modult fejlesztettünk ki, amellyel az ASI jelet is manipulálhatjuk, és lehetőségünk nyílik a különböző formátumok közötti konvertálására.

Mivel az ASI jelek műszeres vizsgálata nehéz, a kódolt adatfolyamokba (8B/10B) belelátni nem lehet, a modulhoz újszerű, szemléltető jellegű kezelőfelületet terveztünk.

Elsőként induljunk ki abból, hogy az új ASI interfészen két BNC csatlakozó van. Ebből az egyiket ASI bemenetnek, a másikat ASI kimenetnek alakítottuk ki. Ezen felül az interfész fogadni tudja a DVB-T-T2-C vevő demodulált kimenőjelét és az IP vevő kimenőjelét. A teljesség érdekében az interfésznek egy belső kimenete is van. Ezen keresztül a tuner és az ASI bemenet jelét át tudja adni a TS analízátor és az IP Streamer számára.

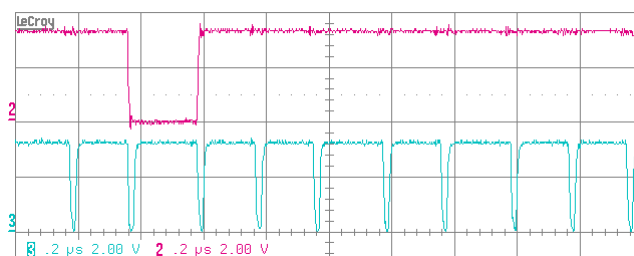
Lehet, hogy az elmondottak egy fejlesztő számára világos képet mutatnak az új modul belső felépítéséről, azonban várható, hogy a felhasználók fejében nem lesz ilyen egyértelmű mindez. Éppen ezért a kezelőfelületen egy rajztáblát is elhelyeztünk, amin mindig mutatjuk az aktuális konfigurációt. Amikor a felhasználó módosít a beállításokon, a rajztáblán megjelenő blokkvázlatot azonnal átrajzoljuk. Például az 1. ábra szerinti rajz jelenik meg a táblán, ha a felhasználó a demodulált DVB-T jelet „stuffingolva” (stuffing – az adatsebesség növelése null packetek beszúrásával) kívánja ASI adatfolyammá alakítani.



1. ábra

Az aktuális blokkvázlatot szemléltető rajztábla

A Null Packet Inserter (vagy Stuffing Unit) bekapcsolása esetén akkor is kapunk kimenőjelet, amikor nincs bemenőjel. Igaz, hogy ilyenkor az adatfolyam csak null packeteket tartalmaz, azonban a modulátorok vizsgálatához ez is tökéletesen elegendő. Az 1. ábra szerinti elrendezésben az ASI kimeneten megjelenő bájtok a felhasználó által megadott sebességgel, egyenletes ütemezéssel követik egymást. Ezt szemlélteti a 2. ábra oszcilloszkóp felvétele is.

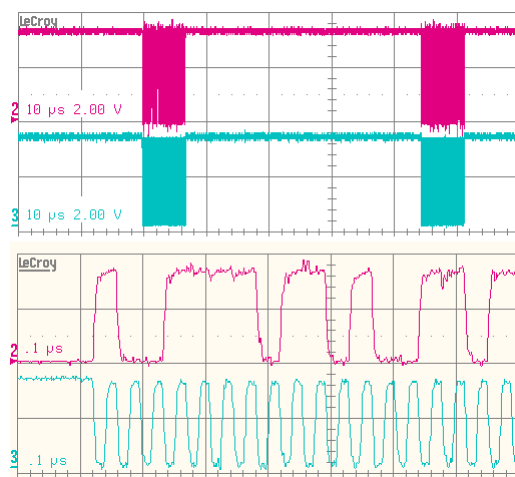


2. ábra

Alul a TS órajele, felül egy adatjel a null packet sorozatból

A figyelmes szemlélő észreveheti, hogy a 200 ns-os periódusidő 37 ns-os (1/27 MHz) jitterrel módosul mivel a két órajel nincs kötve egymáshoz.

Az ASI kimeneten a szabvány lehetővé teszi, hogy a fentivel ellentétben a legmagasabb, a 27 MHz-es órajellel küldjük ki a TS packetet, majd ezt követően tartsunk egy nagyobb szünetet. Ilyen átvitelt láthatunk az USA-ból importált készülékeknél, ezt a megoldást szemléltetjük a 3. ábrán.



3. ábra

Felül a TS packet a 27 MHz-es órajellel kiküldve, alul az egyik adatjel és az órajel kinagyítva

Érdemes megjegyezni, hogy az új ASI to ASI modulunk a bájtontként egyenletes és a packetenként burtos ASI jelet oda és vissza irányba is képes konvertálni.

Tóth Miklós

„Szól a rádió ...” - ahogy azt Presser Gábor is megénekli

de azt nem említi a szerző, hogy az internet világában vissza fogunk térni a vezetékes terjesztéshez

A magyar Telefonhírmondó adása 1893. február 15-én indult el, ezt tekinthetjük az első magyar hírszolgáltatásnak. Akkor a szükséges infrastruktúra hiánya miatt az információ telefonvonalon keresztül jutott el az adótól a vevőig. Az érdeklődők a központtól kérhették a Telefonhírmondó kapcsolását.

A mai internet rádió szolgáltatás is telefonvonalon, illetve az azt helyettesítő vonalon juttatja el az információt az előfizetőhöz. Az előfizető – még ha nem is tud róla – TCP/IP segítségével kéri a központtól a kiválasztott műsor kapcsolását.

A kettőt összehasonlítva olyan, mintha az elmúlt 100 ... 120 évben nem változott volna semmi. Vagy mégis?

1. Az internet rádió története

Az internet rádió úttörője Carl Malamud 1993-ban indította el az „Internet Talk Radio”-t, amely egy beszélgetős műsor volt. Később, az észak-karolinai Chappel Hill városában 1994. november 7-én indult el az első, hagyományos értelemben is rádióknak nevezhető szolgáltatás. Ez az internet rádió a mai napig működik.

Az interneten az információ digitalizálva kerül továbbításra, ezért az internet rádió (web rádió, online rádió – ki hogy nevezi) megvalósítására csak azután kerülhetett sor, hogy a hangok tömörítésére olcsón megvalósítható tömörítési eljárásokat dolgoztak ki. Jelenleg a leghatékonyabb algoritmusnak talán az AAC tekinthető, azonban cserébe mind az adó, mind a vevő oldalon sokkal több matematikai művelet elvégzésére van szükség, mint az MP3 esetében.

2. A megvalósításhoz szükséges adatsebesség

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a zene közepes minőségben való hallgatásához legalább 64 kbit/s adatátviteli sebesség szükséges. A gyakorlatban 24 és 360 kbit/s sebességű szolgáltatásokkal találkozhatunk. Az internet rádiók TCP/IP protokollt használnak, így a rádió hallgatása során visszirányú adatforgalom is van, amely kb. 5%-a a letöltési sebességnek.

A rádióműsor csak akkor éri el az élvezhető szintet, ha abban nincsenek kisebb-nagyobb megszakítások, éppen ezért a vevőkészülék mindig tárol néhány (15 ... 30) másodpercnyi anyagot a memóriájában. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy legalább ennyi késleltetése van a hangnak a forráshoz képest. A lejátszóknak az átmeneti tárolók feltöltöttségi állapotát általában valamilyen kijelző is mutatja.

3. A szerver oldal kialakítása

A szerver a beérkező műsorokat kódolja és a továbbításához szükséges formátumra alakítja. A TCP/IP átvitelből adódóan az előfizetőket külön-külön kell kiszolgálni. A szerver kapacitásától függ, hogy egyidejűleg hány előfizető szolgálható ki.

Magyarországon több helyen is üzemel internet rádió szerver. A teljesség igénye nélkül például a Petzvál J. utcában, vagy a Victor Hugo utcában, Budaörsön. Aki ezek földrajzi elhelyezkedése után is érdeklődik, keresse fel a <http://www.ipcim.info> oldalt. Az 1. ábra egy nagyobb szolgáltató kínálatát mutatja.



1. ábra

Internet rádió kínálat a www.radiotunes.com oldalon

A 2. ábrán a www.shoutcast.com címen található honlapról részleteket vágunk össze a technikai paraméterek szemléltetése érdekében.

Genre ^	Listeners v	Bitrate ^	Type ^
Alternative	13788	128	MP3
Easy Listening	7797	48	MP3
Top 40	6436	320	MP3
R&B and Urb...	4005	128	MP3
Top 40	3658	128	MP3
Easy Listening	3059	48	AAC
Ambient	2092	128	MP3
Pop	1927	64	AAC
Pop	1854	56	AAC
Jazz	1799	128	MP3
Public Radio	1672	40	MP3

2. ábra

Az internet rádió jellemzőinek szemléltetése

4. A vételi oldal kialakítása

Fejlesztőmérnökként jobban ment a munka, ha a közben halk zene szólt. Nyugdíjasként is kedvemre van, ha újságolvasás vagy teázgatás közben a háttérben halk zene szól. Mivel az FM rádiók nem elégítették ki igényemet, munkahelyemen a műholdas rádiók vételével kísérleteztem. Itthon körülményes a műholdak vétele, ezért nemrég vásároltam magamnak egy Revo gyártmányú, PiXiS típusú vevőkészüléket. Megjegyzem, hogy a számítógép is alkalmas az internet rádió adások vételére, de az zavaróan hangos, sokat fogyaszt stb. A 3. ábrán mutatom a készülékem fényképét.



3. ábra

A PiXiS típusú vevőkészülékem fényképe

A készülék külső tápegységről működik, a kibekapcsoló gombon kívül csak egy hangerő szabályozó és a kijelző van az előlapon. A kijelző 3,5"-os érintő képernyő, ezen keresztül lehet elvégezni a beállításokat. A prospektus szerint 16 ezer külföldi és több, mint 130 magyar rádióműsor közül válogathatunk a készülékkel. A 4. ábrán a kezelőfelületről mutatok be egy részletet.



4. ábra

A kezelőfelület részlete

A hátlapon egy Line Out és egy RJ45 Ethernet csatlakozó (10/100Base-T) található. A készülék beépített WiFi antennával is rendelkezik, így én ezen keresztül használom. A beépített erősítő 3 wattos, a bassz reflex kialakítású dobozzal meglehetősen jó hangminőséget biztosít, ha igényeink egyszerűbbek, és csak háttérzenére vágyunk.

A sztereó vételhez természetesen külső erősítőt és hangfalakat kell csatlakoztatnunk. Kiemelten élvezem, hogy egyúttal ébresztőként is használható, illetve az esti elalvásnál beállítható, hogy 15/30/45/60 perc múlva automatikusan kapcsolódjon ki.

Az idősebbek figyelmébe ajánlom az érintő képernyő által biztosított egyszerű kezelhetőséget. Korábban, például az autórádióknál és hasonló készülékeknél a sok kezelőgomb használatához szinte „pilótavizsga” kellett. Még emlékszem rá, amikor évekkel ezelőtt az autóban heteken keresztül hallgatnom kellett a „útinfó” jelentéseket, mert nem találtam meg azt a billentyű kombinációt, amellyel ki lehetett volna kapcsolni az erre történő automatikus átváltást. Biztos vagyok benne, hogy az internetrádióm érintőképernyőjén az ikonok használatával még az idősebb generáció tagjai is könnyen találnának maguknak kedvükre való zenét.

Az elmúlt hónapok tapasztalatai azt mutatják, hogy az európai és az észak-amerikai rádiók adásai az interneten keresztül elakadásmentesen vehetők. Észrevettem, hogy meglehetősen nagy a mozgás a kínálatban: vizsgálataim során számos adás szűnt meg, és ugyanennyi, vagy több új adó kezdte el működését. E változásokat követni nem lehet. A jókat el kell menteni a kedvencek közé, s ha megszűnik keresni kell helyette másikat.

Azt is meg kell említeni, hogy a készülék a rádióadások mellett a számítógépünkön tárolt zenei fájlok lejátszására is alkalmas. Mindezek mellett FM, DAB és DAB+ vételi lehetőségekkel is rendelkezik. Az utóbbi időben a DAB+ irányába fordulva kezdtem vizsgálni. Tapasztaltam, hogy a DAB+ rádió elakadásmentes, jó minőségű vételéhez a lakáson belül megfelelő térerőre van szükség. Ahol ez nem adott, ott külső antenna felszerelése szükséges. A jelenlegi kísérleti adások meghallgatása után látom, hogy a jó minőséghez megfelelő nagyságú adatsebességre van szükség. A 48 és 64 kbit/s a beszélgetős típusú műsoroknál nem okoz érthetőségi problémát, a 128 kbit/s pedig kellemesen élvezhető minőséget ad.

Befejezésül csak biztatni tudom az olvasót arra, hogy bátran próbálja ki az internet rádiózást otthonában, nyaralójában, még akkor is, ha idősebb lévén nem túlzottan jártas az okostelefonok és a számítógépek világában. Várható, hogy kevés munkával, esetleg némi külső segítséggel sikerélményekben lesz része. A termék kiválasztására nem teszek javaslatot, mivel a kínálat havonta változik, a bemutatott típus talán már nincs is gyártásban. Van helyette jobb, modernebb.

Bársony Sándor

CableWorld és MikroTik Prágában

Bizonyára sokan hallottak már a MikroTik vezetékes és vezeték nélküli hálózati eszközeiről. Ezeket a hálózati eszközöket az otthoni felhasználók mellett kis- és közepes internet szolgáltatók is előszeretettel használják megbízhatóságuk és kedvező áruk miatt. A következő néhány sorban szeretnénk kedvet csinálni ügyfeleinknek, hogy eljöjjenek Prágába, ahol többek között megtudhatják, hogyan lehet IPTV és OTT szolgáltatást nyújtani CableWorld és MikroTik eszközök segítségével.



Cégünk egyik ügyfele MikroTik eszközök felhasználásával épített egy olyan hálózatot, amely annak ellenére képes a multicast adatfolyamok továbbítására, hogy nem minden eleme támogatja a multicast protokollt. A rendszer kis átalakítással akár egy OTT szolgáltatás alapja is lehet. A mi feladatunk a projektben az volt, hogy előállítsuk IPTV formátumú jeleket. A feladat megoldásához a CW-4646 DVB-T2-C vevőkészüléket használtuk, ugyanis ennek a készüléknek IP-SPTS kimenete is van, ami alkalmas IPTV rendszerek közvetlen meghajtására.

A tesztidőszak problémamentes volt, ezért az ügyfél megvásárolta a készüléket. A rendszer annyira jól működik, hogy partnerünk szeretné bemutatni a MikroTik felhasználók éves találkozásán (MUM-MikroTik User Meeting) ezt a megoldást. A találkozón megrendezésre kerül egy kiállítás is, ahol több, mint 30 cég vesz részt, köztük a CableWorld is.

Kiállítjuk azon eszközeinket, amelyekkel egy egyszerű és kedvező árú IPTV rendszer állítható össze. A rendezvény a csehországi Prágában lesz március 26-tól március 28-ig. A kiállítással párhuzamosan tartandó konferencián érdekes előadásokat hallgathatnak meg az érdeklődők arról, hogy hogyan tehető biztonságosabbá egy hálózat, hogyan monitorozható a hálózat, és milyen konfigurálási lehetőségek vannak a vezeték nélküli hálózatok építésekor. Amennyiben Ön is szeretne részt venni a rendezvényen, regisztráljon nálunk ingyenes belépőért. További információk a

<http://mum.mikrotik.com>

oldalon találhatók.

De Vescovi Róbert

Nyomatott áramköri lapok szerelése

Cégünk, a CableWorld Kft. vállalja felületszerelt (SMD) és furatszerelt (THD) alkatrészek beültetését nyomtatott áramköri lapokra. A legkisebb alkatréשמéret SMD alkatrészek esetében 0201. A gőzfázisú forrasztási technológiának köszönhetően a 600-800 lábszámú, BGA tokos alkatrészek forrasztása sem okoz gondot.



Ezen felül készülékek komplett mechanikai tervezését és szerelését is vállaljuk. Egy darabos prototípus gyártására is van lehetőség. További információért érdeklődjön a cableworld@cableworld.hu címen vagy hívja a +36 1 371 2590-es telefonszámot.

Baranyai Zoltán