

A Personal Stream Tool
legkisebb változata CW-6000
típuszámmal már gyártásban van



A tartalomból:

- A generációk jellemzőinek hatása a fejlesztésre
Összefoglaló a felhasználói visszajelzésekből
- A hibák azonnali detektálása és jelzése
Moszkvai partnerünk kérésére reagálva
- IP jitter generálás és elemzés
Fejlesztőink asztalán láttuk
- mini Personal Stream Tool
Legújabb termékünk bemutatása
- Personal Stream Tool v2.00 kezelőfelülettel
Az Y generáció igényeihez igazodva
- IP stream multiplikálás és konvertálás
Megoldási javaslat egy felhasználói igényre
- Gondoltad volna?
Csomagvesztés jitteres stream esetén



hírek

A CableWorld Kft. technikai magazinja
2019. június



Számunk fő témája:

Az IP Jitter

71.

A generációk jellemzőinek hatása a fejlesztésre

Gondolatok arról, hogy milyen irányba kell fordítani fejlesztésünket

A Wikipédia oldalain olvasható, hogy az X generáció tagjainak jellemzően az 1960 és 1979 között születetteket sorolják, az Y generációt az 1980 és 1994 között születettek alkotják, míg a Z generációba az 1995 és 2010 között születettek tartoznak. E hozzávetőleges tagozódásból más-más következtetéseket vonnak le a pszichológusok, a marketing szakemberek stb., és fejlesztésünk vezetése sem hagyhatja figyelmen kívül az alapvető jellemzőket.

Az X generáció előtt születettek többsége már nyugdíjba vonult, a komoly szakmai ismeretek és az évtizedek alatt megszerezhető tapasztalatok az X generáció kezében vannak. A vezető állások többségét is az X generáció tagjai töltik be.

Ezzel szemben a felhasználói (fogyasztói) oldalon a Z generáció tagjai ülnek, ha cégünk termékeit nézzük. Sokféle generációs ellentétéről beszélnek, s ennek egy változata látható cégünkön is, az Y generáció fejleszt termékeket a Z generáció számára.

A generációs ellentétekből adódó problémák feloldásának legcélszerűbb módja, ha tanulmányozzuk a Z generáció jellemzőit, szokásait, igényeit és a fejlesztésen dolgozó Y generáció tagjait rávesszük ezen igények kielégítésére.

A Wikipédia azt írja a Z generációról, hogy *"tagjai tipikusan különböznek az előző generációk, főleg a közvetlenül megelőző Y generáció tagjaitól, ez egy új típusú nemzedék, amelynek kialakulásában a technika száguldó fejlődése játszott rendkívül fontos szerepet."* *"Az 1990-es évek végén születettek és az annál fiatalabbak beleszülettek a digitális technológiák világába, amelyben már elképzelhetetlen élni a web, a mobiltelefonok, és más digitális és kommunikációs eszközök használata nélkül."*

Fejlesztés vezetési szempontból még fontos a következő idézet alapos tanulmányozása: *"A kommunikációs eszközök fejlődésével és gyorsaságával egyre több információhoz jutnak, és ezeket máshogy dolgozzák fel, ami miatt másképp is gondolkodnak, mint az X vagy az Y generáció tagjai."*

Az Y generáció oldaláról szemlélve a problémákat megállapítottuk, hogy ez az új generáció teljes mértékben szakított a korábbi évtizedek műszaki megoldásaival, nem fogadja el, a hagyományos mérőműszerek gombjait, megszokott kezelőelemeit, számára csak az okos telefonon alkalmazott megoldásokkal mérhetők a jellemzők, illetve tárhatók fel a rendszerekben jelentkező hibák. Egy másik fontos megállapítás, hogy a Z generáció jellemzően türelmetlen, nincs ideje kivárni a mérési ciklusok lefutását, azonnal szeretné látni a mérési eredményeket. Talán kissé sértő megállapítás erre az új generációra, de tapasztalható, hogy nem kíván elmélyedni a részletekben, példaként a mérési módsze-

rek megismerésében, még akkor sem, ha azok jelentősen befolyásolják a mérési eredményeket. Korábban erre szoktuk mondani, hogy kissé felszínesek.

Cégünkönél rendszeresek a fejlesztési megbeszélések, amelyeken a felhasználói visszajelzések tükrében értékeljük ki termékeink jellemzőit, illetve a visszajelzések tükrében határozzuk meg a követendő irányvonalakat. Néhány évvel ezelőtt láttuk, hogy a felhasználók mennyire félnek attól, hogy számítógépükre szoftvereket telepítsenek, ezért úgy kellett döntenünk, hogy a kedvelt webes környezetbe tesszük át készülékeink kezelőfelületét. Az első időszakban még úgy látszott, hogy elegendő lesz a környezet megváltoztatása, de ma már látszik, hogy mindez kevés.

Az idősebb generáció megszokta, hogy a mérőműszereken gombok vannak, ezeket nyomkodni kell, de ezt az új generáció elveti. Egyre többen az okos telefonról kívánják vezérelni a mérőműszereket, ezeken pedig a kis méret miatt nehezen olvasható a gombok felirata. Napjaink kedvelt eleme az ikonra történő kattintás. Ennek előnye, hogy az idegen nyelvű számítógépen is azonos módon jelenik meg. Hátránya viszont az, hogy csak hozzávetőlegesen lehet sejtetni a felhasználóval azt, hogy mi fog történni a kattintás után.

A webes technikánál csak igen rövid időre vagyunk kapcsolatban a mérőműszerrel, de ezt a felhasználók előtt titkolni kell, azt a látszatot kell kelteni, mintha a kapcsolat folyamatos lenne.

Ugyanígy tudomásul kell vennünk, hogy ma már csak nagyon korlátozott számban helyezhetünk el kezelőelemeket a felületen, mert a legtöbb felhasználó nem igazodik el a felületen, zavarja az elemek nagy száma.

A felsorolásból nem hagyható ki az a tény sem, hogy a mai felhasználók nem szeretik az olyan adatbeviteli mezőket, amelyekben nekik kell valamilyen adatot megadni. A kedvelt elem a lenyíló lista, amelyen csak választani kell a felsoroltak közül. A lista alkalmazásával mentesül a felhasználó attól, hogy ismernie kellene az adat formátumát vagy nagyságát, ha hibázik legfeljebb azzal vádolható, hogy rosszul választott.

A türelmetlenségből adódó problémákat úgy tudjuk elsimítani, ha rövidre tervezzük a mérési ciklusokat, a mérési eredményeket, görbéket igyekszünk mielőbb felrajzolni. A háttérben tudjuk, hogy sok esetben ez a mérési pontosság, vagy a teljesség rovására megy, de az értékesített volumen nagysága ma fontosabb szempont, mint a teljességre, precizításra való törekvés.

A felsoroltakat ki-ki értékeli generációs hovatartozása vagy saját véleménye alapján. Mi mindössze azt szeretnénk volna bemutatni, hogy milyen irányba haladunk, hogyan próbáljuk kielégíteni a felhasználói igényeket még ha ez nem is sikerül mindig tökéletesen.

A hibák azonnali detektálása és jelzése

Moszkvai partnerünk kérdésére reagálva

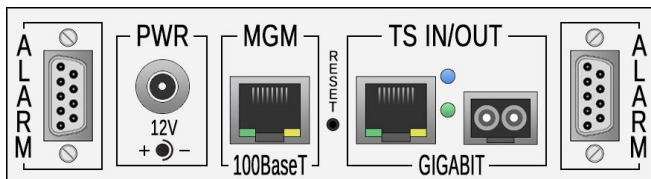
A januári moszkvai kiállítást követően néhány partnerünknek PST-t adtunk át tesztelésre. A tesztekéről kapott visszajelzések mindig nagyon hasznosak számunkra, ezért most olvasóinak is bemutatunk kettőt, hátha más is tanulhat belőle.

Partnerünk egy minőségi szolgáltató, aki komolyan képzett szakemberekkel rendelkezik. A PST szolgáltatásait tanulmányozva felvetettük, hogy nekik olyan készülékre lenne szükségük, amelyek azonnal jelzi, ha a vizsgált vonalon egy-két CC hiba jelenik meg.

Válaszunkban azonnal jeleztük, hogy erre a feladatra az legjobb megoldás a PST helyett az IP ChangeOver alkalmazása lenne. Mivel olvasóinknak sem mutattunk még képeket a hordozható kivitelről, elsőként nézzük meg ezeket.



A hordozható IP ChangeOver fényképe



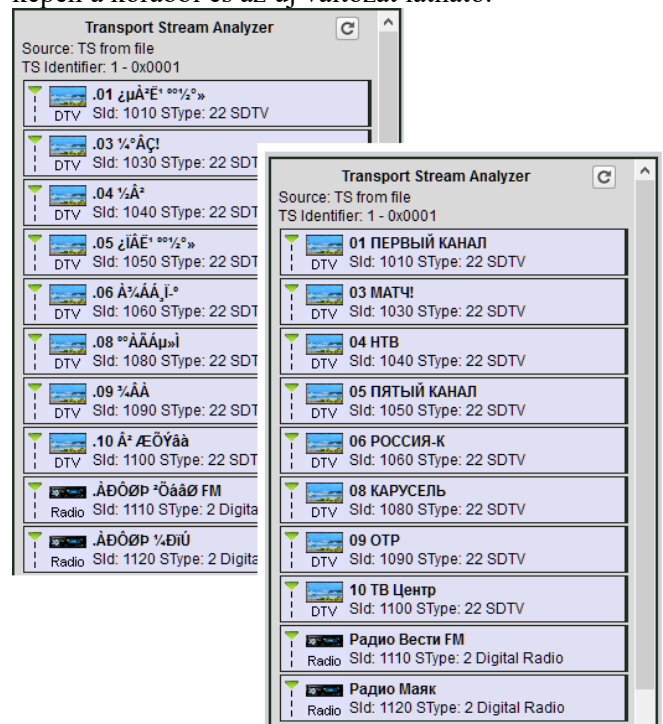
A hátlap kialakítása a hordozható kivitelnél

A CC hiba felismerése IP ChangeOver alap szolgáltatása, azonban a jelzés elindításához a másodpercenként fellépő hibák számát most 1-re vagy 2-re kell állítani. Amikor azt szeretnénk, hogy nagyon kevés hiba esetén és minden hibáról jelzést kapjunk, a visszakapcsolási időt is kicsire, 1 vagy két másodpercre kell állítani. A működési folyamat szempontjából vizsgálva az eseményeket a készülék kiküldi az SNMP-t, 1-re állítja az alarm kimenetet és nem ad további jelzést a hiba megszűnéséig plusz a visszakapcsolási idő leteltéig. A gépkönyvben azt írtuk, hogy a visszakapcsolásnál nem célszerű néhányszor 10 percnél kisebb időt állítani. A mostani vizsgálat viszont azonnali, azaz 1 vagy 2 másodperces visszakapcsolási időt igényel. Ezekkel a beállításokkal az SNMP vevőn, és a log lapon folyamatosan látjuk a hibákat, az alarm kimenetre lámpát csengőt vagy egyéb készüléket kötve azonnal és folyamatosan

értesülünk a hibákról. Könnyen belátható, hogy ritkán fellépő CC hibák esetén a visszakapcsolási idővel a hangjelzés idejét tudjuk beállítani.

Végezetül még annyit, hogy az Alarm kimenetet egy 74HC595D típusú integrált áramkör vezérli. A 3,3V-os logikai 1 szint megjelenésekor a kimenet csak néhány mA-rel terhelhető, így nagyobb áramot igénylő berendezések csak relés kapcsolón keresztül köthetők a kimenetre.

Partnerünk másik észrevétele az volt, hogy a PST Moszkvában nem mutatja helyesen a műsorok nevét. Már számos esetben beszéltünk róla, hogy a televíziótechnikában alkalmazott karakter készletek nem azonosak a számítástechnikában alkalmazott karakter készletekkel. Tisztában vagyunk azzal, hogy megoldásunk nem tökéletes, de a unicode karakter készlet felhasználásával írtunk egy olyan konverziós függvényt, ami elfogadhatóvá teszi a megjelenítést. A képen a korábbi és az új változat látható.



A HTML5 környezet cirill karaktereinek megjelenítéséhez írt függvényünk megfelelősége 95,8%-os. Az EN 300 468 szerinti karaktertáblából néhány további is beletettünk függvényünkbe, de vannak táblák ahol a megfelelőség mindössze 15-20%.

A sima, txt fájlként kezelhető cirill karakteres szövegek megjelenítéséhez táblázatos konvertert írtunk. Itt a megfelelőség 100%-os, de táblázatok nagy mérete miatt más nyelvek megjelenítőivel most nem foglalkoztunk.

IP jitter generálás és elemzés

Fejlesztőink asztalán láttuk

Korábbi cikkeinkben már említettük, hogy fejlesztésünk foglalkozik az IP hálózatokon fellépő adattovábbítási egyenetlenségek kiküszöbölésére szolgáló készülék fejlesztésével. Másként fogalmazva: a jitter mentesítéssel.

Az ilyen jellegű hibajavító készülékek fejlesztése elképzelhetetlen egy olyan célműszer nélkül, amelyik labor körülmények között képes a hibás adatfolyam előállítására. Mivel ilyen hibagenerátor a piacon nem kapható, fejlesztésünk célműszer elkészítésével pótolja a hiányt.

A napjainkban folyó IP Jitter Generator fejlesztésének egyes részletei olyan érdekesek, hogy célszerűnek látszik olvasóinknak is beszámolni róla.

A nagyméretű IP hálózatokon a különböző adatfolyamok egymással „keverve” kerülnek továbbításra az üvegszálakon és egyéb átviteli közegeken. A rádió és televízió műsorok továbbítása időben folyamatos adattovábbítást igényel. A honlapok böngészése és a hasonló internet szolgáltatások adattovábbítási igénye impulzusszerű, jellemzően a kisebb-nagyobb adatcsomagok átvitelét hosszú szünetek követik. Mivel az átviteli csatorna kapacitása véges időnként vagy az egyik, vagy a másik adatfolyamnak várakoznia kell. A honlap böngészése közben a várakozás semmilyen problémát nem jelent, viszont a rádió és televízió műsorok élvezhetetlenné válnak a várakozások miatt.

A természetből vett hasonlaltal élve, ez olyan mintha a patak vizét kezünkkel rövid időre eltorlaszalnánk, majd kezünket elvéve engednénk utat a felgyülemlett víznek. A kimeneten a víz nem vész el, csak egyenetlenül áramlik.



A fejlesztés célműszere, az IP Jitter Generátor pontosan így működik. Alapesetben a bemeneti és a kimeneti IP stream egyenletesen áramlik. A zavartatás indításakor az áramkör megszakítja a kimeneti adatfolyamot és SDRAM-ba gyűjti a TS packeteket. A zavartatás paramétereitől függően, bizonyos idő után az áramkör elkezd kiadni a felgyülemlett packeteket, így a rend idővel helyreáll. Mielőtt a további részletekkel foglalkoznánk, nézzük meg milyen módszert dolgozott ki a fejlesztés az adatfolyam egyenetlenségének vizsgálatára.

Bizonyára mindenki találkozott már a Wireshark nevű ingyenes programmal, amelyik kiválóan alkalmas az IP adatfolyamok vizsgálatára. Elsőként telepítsük a v3.0.0 változatot, és állapodjunk meg abban, hogy a mintáinkat *.pcapng formátumban mentjük fájlba.

A részletek mellőzésével olvasható a leírásokban, hogy az említett fájl formátum µs-os felbontással tartalmazza a csomagok érkezési idejét. Első lépésként ezeket az idő adatokat kell kinyernünk a fájlból, ezért nézzük meg mit írnak a neten a pcapng formátumról.

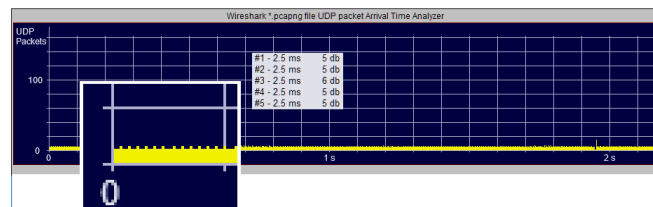
Global Header	Packet Header	Packet Data	Packet Header	Packet Data	Packet Header	Packet Data	...
---------------	---------------	-------------	---------------	-------------	---------------	-------------	-----

A táblázat szerinti szerkezetből minket csak a Packet Header érdekel, ezért daraboljuk fel a fájl következő vágó stringekkel:

```
String.fromCharCode(6,0,0,0)+wSlen+String.fromCharCode(0,0,0,0);
ahol, 6 - a blokk azonosító (LSB...MSB -little endian 4 bájt)
wSlen - Block Total Length (ugyanígy 4 bájt)
0 - interfész azonosító (4 bájt)
```

A darabolást követően olvasható 8 bájt a Timestamp, amely a UTC time ms-ban kifejezett értéke 1000-rel szorozva, azaz µs-os a felbontás. Az időadat feldolgozása során célszerű még ellenőrizni a Destination MAC értékét, nehogy idegen packetek adatait is bevegjük a kijelzésbe.

A fenti műveletek eredménye egy adathalmaz, amely a beérkezett UDP (vagy RTP) csomagok érkezési idejét tartalmazza. Célszerűnek mutatkozott a kijelző grafikonjára valamennyi idő adatot feltenni, azért a vízszintes tengelyen 400 pixelt kapott az 1 másodperces intervallum. Ebből adódik, hogy az időadat halmazt 2,5 ms-os tartományokra kell bontani, és az y tengelyre a tartományba eső UDP csomagok darabszámát kell tenni. Az 1. ábrán a DVB-T adás kimeneti adatfolyamát mutatjuk 7 TS packet/UDP formátum esetén.

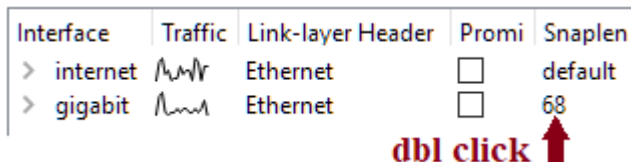


1. ábra

A DVB-T adás UDP csomagjainak érkezési ideje a kezdő szakasz kinagyításával.

A szöveges megjelenítőről pontosan leolvasható, hogy 5, időnként 6 UDP érkezik egy-egy 2,5 ms-os intervallumban. Amennyiben az UDP helyett a TS packetek érkezési idejét kívánjuk megjeleníteni, a küldést 1 TS packet/UDP formátumra kell állítani. Ilyenkor az y tengely adatai 7-tel szorozódnak.

Rövid kitérőként említjük, hogy a Wireshark program alapbeállításban a teljes UDP csomagot menti. Sokkal kisebb méretűek lesznek a fájlok, ha a Snaplen (mentett méret) módosításával levágjuk az UDP adattartalmát. IPv4-hez az ajánlott méret 68. A beállítás az Capture/Option menüben – duplán kattintva a Snaplen cellára – végezhető el (2. ábra).



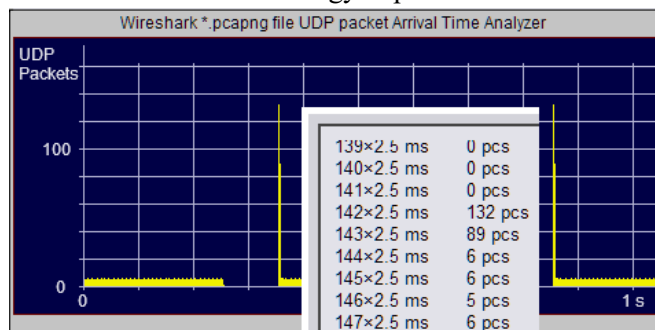
2. ábra

A Snaplen módosítása

Méréseink számszerűsítéséhez szükséges, hogy tisztán lássuk néhány paraméter értékét. A 7 TS packetet szállító UDP csomag mérete $7 \times 188 = 1316$ bájtt plusz a fejléc. Az 1358 bájtt a gigabites vonalon $1358 \times 8 \times 1 \text{ bit/ns} = 10864 \text{ ns}$, azaz $10,9 \mu\text{s}$ alatt kerül továbbításra. A 2,5 ms-ra választott idő intervallumban max. $2500/10,9 = 229$ UDP továbbítható.

A DVB-T adás 22,2 Mbps sebességű adatfolyama (null packetek nélkül – közelítő érték) másodpercenként $22200000/(1316 \times 8) = 2108$ UDP csomagból áll, és kb. 0,47 ms-onként érkezik egy UDP csomag. Számításaink pontos egyezést mutatnak az 1. ábra felvételével, ahol a 2,5 ms-os intervallumban általában 5, majd időnként 6 UDP csomag érkezik.

Visszatérve a fő gondolatmenetünkhöz a zavartatás előállításához hasonlóan a patak vizének eltorlaszolásához. A 3. ábra szerinti hibagenerálásnál 250 ms-nál leállítottuk a packetek kiküldését, majd 100 ms letelte után ömlesztve adtuk ki az SDRAM-ban felgyűlt packeteket.

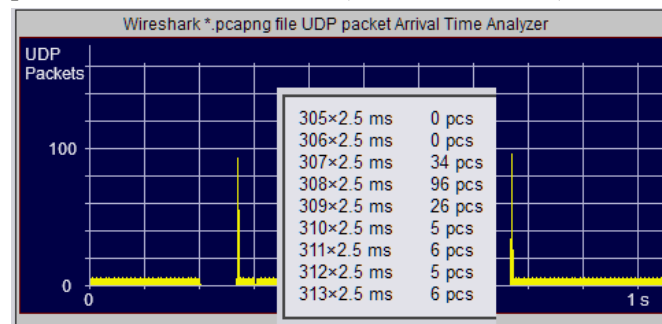


3. ábra

Az IP átvitel zavarása 100 ms továbbítási szünet beiktatásával

A fejlesztés IP Jitter Generator elnevezésű célműszere kétféle módon programozható az átvitel megzavarására. Ez egyik a 3. ábrán látható „Time Mode” mód, amelyben az átvitel szüneteltetésének intervallumát kell megadni ms-ban. A másik a „Sample Mode”, amelyben az SDRAM-ban felgyülemlt TS packetek darabszáma határozza meg az átvitel szüneteltetésének végét.

A „Sample Mode”-t választva gyűjtünk össze 1000 TS packetet az SDRAM-ba, és nézzük meg a 7 packetes UDP-k kiküldését ($1000/7 = 142$ UDP).

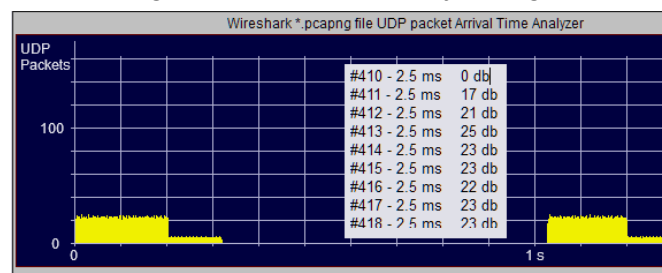


4. ábra

Zavartatás 1000 TS packet visszatartásával

A vizsgálatunkhoz használt adatfolyam másodpercenként $22200000/(188 \times 8) = 14760$ TS packet-ből áll, így a szünet hossza most kb. 68 ms lesz. A szünet végén az 1000 packet – 142 UDP-be építve – dől ki az SDRAM-ból. Korábban kiszámítottuk, hogy gigabiten akár 229 UDP is jöhetne 2,5 ms alatt, és mint látjuk az össz. darabszám jó egyezést mutat, a kimeneti adatsebesség viszont a switch miatt kisebb a vártnál. Belső mérésekből tudjuk, hogy nem a célműszer korlátozza az adatsebességet. A mérhető kimeneti adatsebesség a switch típusától függ.

Emeljük a TS packetek darabszámát 10 000-re, de korlátozzuk a TS Port adatsebességét a 100Base-T módnak megfelelő értékre és ismételjük meg a mérést.



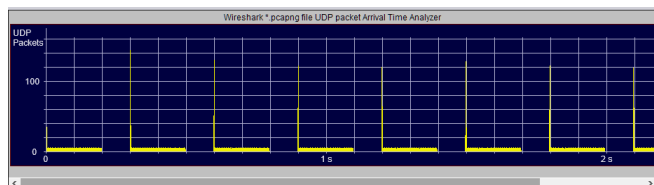
5. ábra

10 000 TS packet visszatartása és kiengedése 100Base-T kapcsolattal mérve

Mint az várható volt, az SDRAM lassabban tud kiürülni, és a 2,5 ms-os idő intervallumban mért darabszámok csökkennek. Korábban kiszámítottuk, hogy gigabiten max. 229 db UDP érkezik a 2,5 ms alatt. 100Base-T esetén ennek tizede. A 22 és 23 körüli darabszámok azt mutatják, hogy ennél a kisebb adatsebességnél méréseink jól egyeznek számításainkkal.

Itt jegyezzük meg, hogy a cikk írásának kezdetén 10 000 TS packet gyűjtésével indítottuk a méréseket, de a kimeneti UDP-k darabszáma mindig kisebb volt a számítottnál. Végül rájöttünk, hogy az UDP-k egy része a switch-ben veszik el. A jelenségről a 12. oldal cikkében számolunk be.

Visszatérve a célműszerhez, láttuk, hogy kétféle módon állítható be a zavartatás módja, de még nem beszéltünk ennek indításáról. A hardver egyszeri lefutású (Single), és periodikusan ismétlődő (Repeated Jitter) indítást biztosít. Utóbbira mutatunk példát a 6. ábrán.



6. ábra

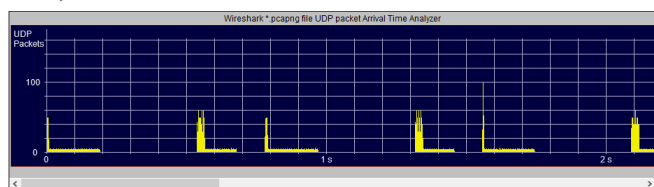
Kisebbs mértékű zavartatások automatikus ismétléssel

A 6. ábra felvételénél 100 ms-os szüneteltetéseket állítottunk be, 300 ms-os ismétlődési idővel. A darabszámból (lásd nagy csúcsok) megállapítható, hogy a kapcsolat 1000Base-T volt.

A korábbi termékeinkhez hasonlóan az IP Jitter Generátor paraméterei is TCP vagy UDP parancsok segítségével állíthatók. A fentebb bemutatott zavartatásoknál a szoftver egyszeri lefutású vagy periodikusan ismétlődő módra állította a készüléket. A készülék paraméterei a következő tartományokban állíthatók:

- Gyűjtési vagy szüneteltetési idő 1...131 071 ms
- Gyűjtött TS packet darabszám 1...131 071 db
- Ismétlési idő (raszter 10 ms) 10...2 550 ms
- Minimális packet késleltetés 0...65535 μ s

Bonyolultabb zavartatások külső vezérléssel állíthatók elő. A jelenlegi kezelőfelület egyik szolgáltatásában a Sample és a Time módban beállított zavartatást t1 majd t2 idő elteltével ismételteti (7. ábra).

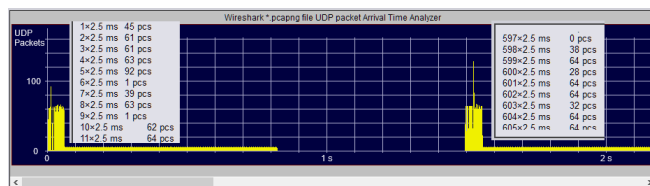


7. ábra

100 ms-os és 5000 packetes zavartatás 300 és 500 ms-os időközökkel

A készülék a kezelőfelületről függően bonyolultabb változatokra is képes, de ezekkel most nem foglalkozunk. Helyette térjünk vissza a felgyülemlett packetek kiadási sebességéhez kapcsolódó kérdésekre. Mint tudjuk, az IP hálózatra sohasem tehetünk packeteket kedvünk szerint, azaz minden esetben kisebb-nagyobb sorban állással kell számolnunk. A vezérlés oldaláról ez azt jelenti, hogy a generátor képes a packeteket rövidebb-hosszabb ideig visszatartani az SDRAM-ban, de az IP hálózatra történő kilépés pontos ideje nem állítható be.

A 8. ábra felvételének készítésénél 1000Base-T mód mellett 10 000 TS packetet gyűjtöttünk, 1500 ms-os ismétlődési idővel és 40 μ s-ra állítottuk az UDP packetek közötti legkisebb idő távolságot.



8. ábra

Zavartatás a kimeneti adatsebesség korlátozásával

Az ábra jól szemlélteti a késleltetés hatását. A kiugró csúcsok és az egyenetlen packet eloszlás a switch működéséből adódik.

A switch védelmében meg kell jegyezni, hogy a Jitter Generator kiszolgálása mellett az UDP csomagokat a számítógépnek is el kellett küldenie, hogy a Wireshark program rögzíthesse a beérkezési időket. A számítógép védelmében is meg kell említeni, hogy az adatfolyamot a Wireshark csak akkor kapja meg, ha azt valamelyik program bekéri. Az adatfolyam bekérésére az SW-4811 szoftverünk mintavevőjét használtuk és akkor még nem beszéltünk a PC időmérési pontatlanságairól. Mindezek ellenére a készülékek és mérések tökéletesen megfelelnek a vizsgálatokhoz.

Az IP Jitter Generátor célműszernek készült és nem tervezzük nagy darabszámban forgalomba hozni. Ennek ellenére nem zárkozunk el attól, hogy a témával foglalkozók számára néhány darabot eladjunk fejlesztési célra.

Az IP Jitter generátor esetében automatikusan kínálkozott a mini PST mechanikájának felhasználása, különösen azért is, mert a jittermentesítőt is ugyanebbe tervezzük beépíteni. Még külön előlapot sem terveztünk neki, a két terméket közös előlappal IP Jitter Tool néven találják termékeink között. A megkülönböztetés a készülék alján elhelyezett címkén látható típusszám alapján történik. A készülék fényképe a 9. ábra felvételén látható.



9. ábra

Az IP Jitter Tool fényképe

Újságunk következő számában a jitter mentesítőt mutatjuk be. Előre jelezzük, hogy a jitter generátor egy csatornás, a jitter mentesítő két csatornás lesz.

„mini” Personal Stream Tool

Legújabb termékünk a CW-6000

Jó szerszámok és jó mérőműszerek nélkül komoly munkát végezni nem lehet, de a jó eszközök jellemzően nem olcsók. A Personal Stream Tool esetében jelezték külföldi partnereink, hogy nagyobb darabszámban érdekelné őket egy hasonló termék, de sokkal alacsonyabb áron.

A júniusi fejlesztési megbeszélésen úgy döntöttünk, hogy kísérletet teszünk egy ilyen változat kialakítására. A visszajelzésekből azt látjuk, hogy egyre többen csak az IP adatfolyamokkal dolgoznak, ezért első lépésként elhagytuk az ASI, a DVB-T/T2/C és a DVB-S/S2 interfészeket. Második lépésben a mechanikát egyszerűsítettük. A fényképen is látható termékünk mechanikája már csak egy alsó és egy felső elemből áll. Mindkettő alumínium lemezből hajlított, nagyon egyszerű kialakítású alkatrész.

A készülék fő egysége a Gigabit Ethernet Controller II. panel amelyről már számos cikket írtunk. A mostani egyszerűsítés keretében elhagytuk az optikai bemenetet megvalósító fém házat és 20 pólusú csatlakozót. Az interfészeket vezérlő soros busz panel is automatikusan elhagyható lett, a 3,3V-os tápegységet levettük róla és a képen is látható módon 1 cm³-es formában a csatlakozóra építettük. Mindezek mellett az összes alkatrészt megvizsgáltuk, és elhagytuk azokat (LED vezérlők, bővítő csatlakozók stb.) amelyekre ennél a változatnál nincs feltétlenül szükség. Az új készülék szerkezetét az 1. ábra fényképe szemlélteti.



1. ábra
A mini PST belső
felépítése

Az alap változat összeállítása után az előlap, hátlap és feliratok megtervezése maradt hátra. Az előlap kialakításához a korábbi változatnál is alkalmazott műanyag bevonatú, öntapadós lapot találtuk a legmegfelelőbbnek. Mivel a hátlapon csak a tápcsatlakozó található, a hátlapot takarékosági szempontból nem feliratoztuk, a tápfeszültség csatlakozóhoz szükséges feliratokat a készülék alján található típusszám címkére tettük fel. A készülék előlapjának és hátlapjának fényképe a 2. ábrán látható.



2. ábra
Az előlap és a hátlap kialakítása.

Jogos a kérdés: vajon mi maradt az egyszerűsítés után, mire képes az új változat?

A válasz: minden maradt, ami a 64 IP bemenethez és 64 IP kimenethez kapcsolódik.

A készülékbe az első változattól a mostani legújabb v2.0 változatig minden szoftver betölthető. A készülék szíve, az FPGA áramkör és az őt vezérlő mikrokontroller maradt. A felhasználói visszajelzésekből látjuk, hogy legtöbbször a TS analízátor funkciókat használják, pedig a készülék számos jelformáló és mérő funkcióval is rendelkezik. A jel átalakító funkciók között már láttuk az MPTS-ből SPTS-eket készítő modul használatát. Kevesen, de használják a VLAN-tag eltávolító és beillesztő funkciót. Mérésekhez mi rendszeresen használjuk az UDP átalakító funkciókat. Például a készülék képes a 7 packet/UDP formátumból 1...6 TS packet/UDP formátumot csinálni. Bármelyik bemeneti adatfolyam kiküldhető egy másik IP címen, vagy további három IP címen.

A TS generátor funkciót nagyon kevesen használják, pedig ezek között 3...900 Mbps sebesség között állítható mérőjel kifejezetten különlegességnek számít. A v2.0-ban speciális vevőt is kialakítottunk ehhez a mérőjelhez az átviteli hibák egyszerű indikálására.

A készüléket a v2.0 kezelőfelülettel szállítjuk, de aki egy korábbi változatot már megkedvelt, az azt is betöltheti, azaz a készülék „visszafelé is upgrade-elhető”. A termék már gyártásban, néhány darab az első szériából napokon belül szállítható. Mivel a mechanika kivételével valamennyi összetevő évek óta gyártásban van, ennél a terméknel a kezdeti gyermekbetegségektől nem kell tartani. További részletek rendszerépítőinktől a

cableworld@cableworld.hu

címről kérhetők.

Personal Stream Tool v2.0 kezelőfelülettel

Az Y generáció igényeihez igazodva

A második oldal cikkében nem véletlenül foglalkoztunk generációs kérdésekkel, ugyanis legfőbb indító okként ezt jelölhetjük meg a v2.0 változat fejlesztésének elindításához.

A PST fejlesztésének indításakor számos esetben elhangzott, hogy közel 100 funkciót fogunk beleépíteni. Még nem tartunk a végénél, de mind a hazai, mind a külföldi visszajelzésekből azt látjuk, hogy felhasználóink többségét zavarja ez a sok lehetőség, vagy másként fogalmazva, nem tud eligazodni a lehetőségek nagy száma között.

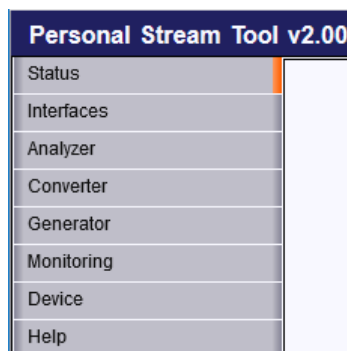
Megvizsgálva a piacon kapható hasonló kategóriájú termékeket, az látható, hogy a tv vevőkészülék vagy a set-top box építőelemekből indulnak ki a fejlesztők. Ennek előnye, hogy az alapegység olcsó a vételhez és a dekódoláshoz szükséges elemek és interfészek mind rajta vannak. Ahhoz, hogy ezt mérőműszernek nevezhessük, egy mikrokontrollert és esetleg egy kijelzőt kell mellé építeni és már írható is a működtető szoftver. Mivel a CableWorld ilyen set-top boxos háttérrel nem rendelkezik, annak idején úgy döntöttünk, hogy különleges, más típusokkal el nem végezhető méréseket fogunk készülékünkbe építeni.

Tudjuk, hogy az új megoldások megismertetéséhez komoly rendszer- és piacépítő munka kell, de ez nem veszi el kedvünk, e cikkek keretében is ez folyik.

A v2.0 fejlesztésének egyik indító ötlete, hogy szervezzük új menürendszerbe a méréseket. Mivel a kezdeti időszakban azt hirdettük, hogy termékünk

- analízátor,
- konverter és
- generátor

legyen ez a menü csoportosításának kiinduló pontja. Az új menürendszert szemlélteti az 1. ábra.

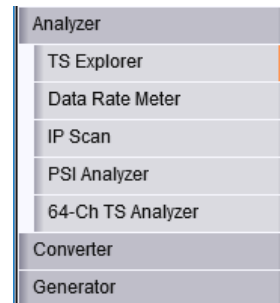


1. ábra

A fő menüpontok a v2.0 kezelőfelületen

Mivel a felhasználót zavarja a lehetőségek sokasága – miközben szakmai szempontból egyik

mérés sem tűnik elhanyagolhatónak, igyekeztünk a méréseket minél jobban összevonni, összekapcsolni. Így alakult ki az analízátor menü almenü rendszere, amelyet a 2. ábra szemléltet.



2. ábra

Az analízátor menü almenü rendszere

A TS Explorer már korábban is egy hasonló tömörítő koncepció eredményeként született, de mivel nem tudja kielégíteni a mélyebb szintű szakmai igényeket, itt almenübe került. Fontossága abban maradt meg, hogy az analízátor menüt választva elsőként mindig ez jelenik meg.

A TS Explorer is átesett némi modernizáláson, azonban a legfontosabb, hogy igyekeztünk valamennyi felhasználói visszajelzést a legteljesebb mértékben figyelembe venni. A TS Explorer a továbbiakban is azok számára nyújtja a legtöbbet, akik nem akarnak elmélyedni a részletekben, de rövid időn belül, kattintgatások és menü váltások nélkül kívánnak a jellemzőkről képet kapni.

Az adatsebesség mérő menü egy gyűjtő menü lett, amelybe lépve a felhasználó döntheti el, hogy hol és mit szeretne mérni. A menüben a System DR Indicator továbbra is átfogó képet ad a bemenet, a kimenet és az interfészek adatfolyamainak nagyságáról. Újdonságként beépítettünk egy automatát is, amelyik másodpercenként frissíti a kijelzett adatokat. Ez a funkció leginkább a hibakeresést segíti. A kábelszakadások, csatlakozó kontaktusok stb. hibáinak keresésénél jusson eszünkbe ez a lehetőség is.

Az IP Input Data Rate Meter menüt eddig viszonylag kevés felhasználónál láttuk igénybe venni, pedig az IP hálózat adatfolyamainak szemléltetésével igen komolyan tudja segíteni a sokszor megfeythetetlennek tűnő jelenségek kiderítését. A grafikon felrajzolja az RJ45 csatlakozóra (IP bemenet) érkező teljes adatfolyam nagyságát, majd ebből kiválasztva a TS packeteket hordozó adatfolyamok nagyságát, s harmadikként a készülék által beengedett adatfolyamok összegzett nagyságát. A beengedett adatfolyamot a 64 IP bemenetre bontva az előző menüben láthatjuk. Más gyártók termékeinek

vizsgálatánál, ne feledjük, hogy a switch-ben a port tükrözhető, és így lehetőségünk van annak bemenetére is betekinteni.

Ebben a menüben találjuk a bármelyik bemeneti vagy kimeneti adatfolyamot az idő függvényében felrajzoló grafikont is. A további részletek után érdeklődők a transport streamet szétbonthatják és akár PID, akár szolgáltatás szerint csoportosítva elemezhetik az elementary streamek adatfolyamainak nagyságát.

Az adatsebesség mérő almenüi között találjuk az egy csatornás és a 64 csatornás IP Jitter mérőt is, mivel valójában ez sem más, mint egy speciális módon működő adatsebesség mérő.

A Converter menü első almenüje, a Stream Converter teljesen új koncepció szerint került kialakításra. A menübe lépve a 3. ábra szerinti kapcsolási rajzhoz hasonló ábrát rajzolunk a kijelzőre. Csokorba gyűjtöttük a konverziós lehetőségek egy-egy változatát és ezeket rejtettük a rajz mögé. A bemeneti és a kimeneti interfészek jellemzői az interfész képére kattintva megjelenő felületen állíthatók be. A 3. ábra esetében éppen az IP kimenet ikonjára kattintottunk. Az interfészek közötti kapcsolat a kapcsolási rajz egyik vagy másik pontjára kattintva állítható. Az Apply gombra történt kattintás után a szoftver elvégzi a szükséges beállításokat és a készülék már szolgáltatja is a kívánt kimenőjelet.

A felületen egy IP és egy ASI kimenőjel állítható elő a készülékbe épített interfészek jeléből. A 3. ábrán a műholdvevő jeléből állítunk elő egy IP kimenőjelet. A Refresh ikonra kattintva azonnal látható a bemeneti és a kimeneti adatfolyam nagysága. A teszt során

egyik partnerünk megkérdezte, hogy vajon miért nulla a kimeneti adatsebesség, miközben szerint minden jól van beállítva. A válasz egyszerű volt, elfelejtette bedugni a TS Port kábelét. Egyébként a System DR Indicator menüben ilyenkor pirossal jelezzük is a kimeneti buffer túlsordulását-

Az ábráról leolvasható, hogy a felvételhez használt készülék DVB-T tunerrel nem rendelkezik, viszont a műholdvevő jelét kiadhatjuk az ASI interfészre is. Valójában a készülék ennél sokkal többre képes, azonban reméljük, hogy az egyszerűsítés következtében felhasználó barátabb lett a készülék.

Az MPTS-t SPTS-re bontó modul most lényegében nem változott, viszont jó tudni, hogy a v2.00-ban ez a művelet is egyfajta konverciónak számít.

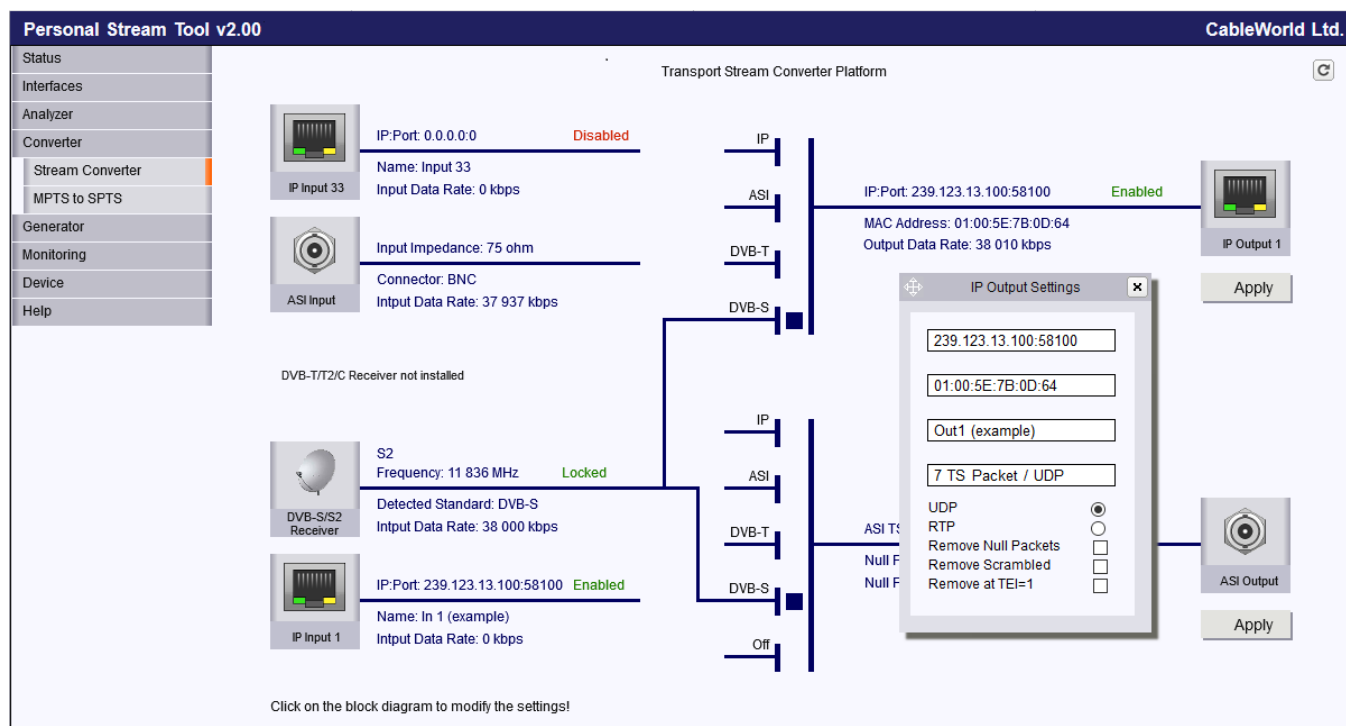
Az EPG generator és a HbbTV bekeverő a TS Generátor főmenübe került de csak néhány apróságot változtattunk rajta. Ezzel szemben a TS Generátorokat teljes mértékben átdolgoztuk és mostantól a konvertereknél bemutatottak szerint konfigurálható.

A PST egyik különlegessége a nagysebességű TS generátor, amellyel akár 900 Mbps sebességig vizsgálhatjuk az átviteli csatornákat. A v2.00 újdonsága, hogy a generátorhoz egy speciális vevőt is fejlesztettünk, így nem kell a PID Analyzer-t segítségül hívni a vett jel analizálásához. A menü egy egyszerű vázlaton keresztül nyújt segítséget a mérés elvégzéséhez, a készülékek összekapcsolásához.

Annak ellenére, hogy a modulokat három fő témakör köré igyekeztünk csoportosítani, a Monitoring menü is helyet kért magának a fő menüpontok között.

3. ábra

A Stream Converter új kezelőfelülete



Az almenük között jelenleg a System Monitoring és Video Mosaic található. A System Monitoring feladata, hogy összefoglaló képet adjon különböző adatfolyamok hosszú idejű viselkedéséről, miközben hibalistát is készít a konfigurációban megadott határértékek átlépéséről.

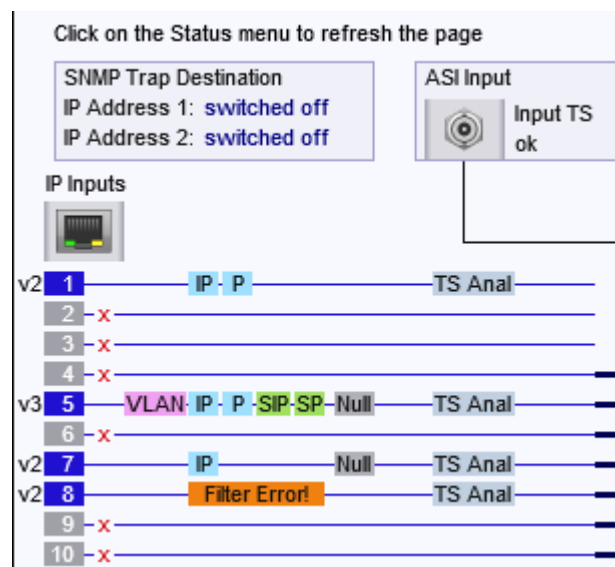
Az Analyzer/64-Ch TS Analyzer menü analízátora ezzel szemben a jelen idejű jellemzőkre helyezi a hangsúlyt, nincsenek határértékek, a pillanatnyi és a mérés indítása óta eltelt összesített hibaszámokat láthatjuk. Ez utóbbi a hibakeresést szolgálja, az előző a működés hosszú idejű helyességének igazolására szolgál. Közös jellemzőjük, hogy mindkettő egyszerre több adatfolyamot vizsgál.

Szoftvereinket úgy írjuk, hogy a felhasználó gépének sebessége ne legyen akadálya a mérések elvégzésének, a számítások befejezésének. Ebből adódóan az eltelt idő kijelzése egyes gépeken jelentősen elcsúszott a valóságos időhöz képest. A 64-Ch TS Analyzer modulban új módszert alkalmaztunk. A fő mérési ciklusokat a számítógép órájához igazítottan indítjuk, a köztes időben pedig annyi kisebb mérési ciklust futtatunk, amennyit a felhasználó gépének sebessége megenged.

A v2.00 utolsó mérő modulja a Video Mosaic. Az első változat megtervezésénél úgy gondoltuk, hogy fontos az adatfolyamokat a rendszer különböző pontjain (bemenet, kimenet, közbeni jelfeldolgozások) vizsgálni, mint azt a professzionális stúdiókban vagy közvetítő kocsikban teszik. Ezzel szemben felhasználóink nem ennek megfelelően kezdték használni a modult, szinte mindenki az egy TS-ben lévő műsorokat és azok jellemzőit kívánta megjeleníteni. Az eltérő nézőpontból adódóan a jelenlegi képenkénti konfigurációt hosszúnak találták és kértek egy olyan változatot, amelyik egy TS-re koncentrálva automatikusan konfigurálja a mozaik mérőkockáit a TS szolgáltatásaira.

Mivel tudjuk, hogy ez utóbbi csak játék, az előzőnek meg komoly műszaki háttere van, a kettőt kombináltuk. A felületre épített „Auto” gombra kattintva (4. ábra) a szoftver automatikusan konfigurálja a képkockát a TS-be épített szolgáltatásokra. Így a felhasználó feladata nem több, mint a TS kiválasztása. Természetesen a hibajelzési limiteket a felhasználónak még módosítania kell, ha komolyan monitorozni is kívánja a TS-t.

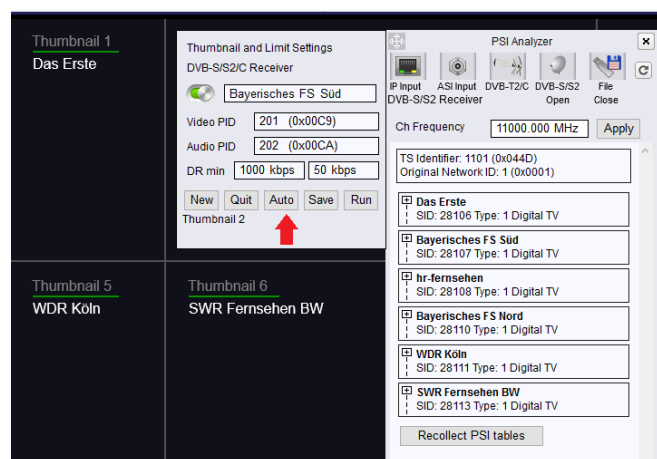
A szoftver a bevezető képet követően az új Status lapot jeleníti meg. Az átdolgozás során törekedtünk arra, hogy a felhasználó a korábbiaknál több információt kapjon a készülék belső szerkezetéről beállításairól. Az 5. ábra részletet mutat az IP bemenetek beállításáról. Az új változat a szűrők és egyéb modulok beállításait is szemlélteti.



5. ábra

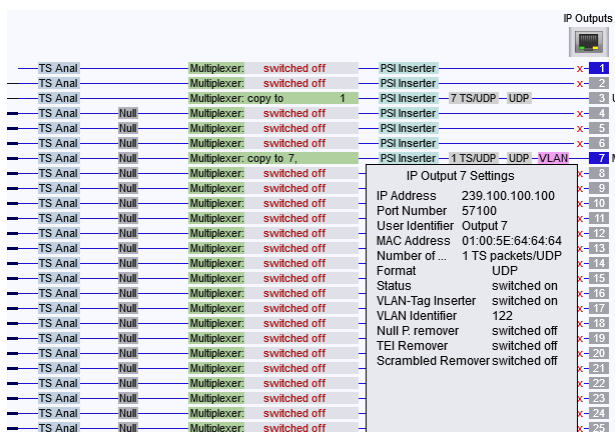
Részlet a Status lap bemeneti oldalából.

Az új változatnál mind a bemeneti, mind a kimeneti oldalon az egeret a bemenet vagy kimenet száma fölé húzva felugró lapon (6. ábra) megjelenik a részletes paraméter lista.



4. ábra

Részlet a Video Mosaic kezelőfelületéből



6. ábra

A kimeneti jellemzők a Status lapon

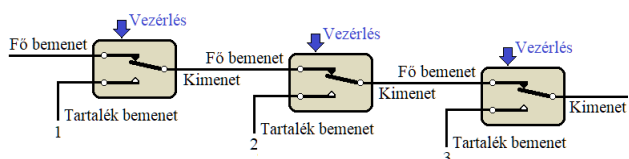
IP stream multiplikálás és konvertálás

Megoldási javaslat egy felhasználói igénybejelentésre

A zenészek bemelegítésként pötyögnek néhány akkordot, vagy belefújnak néhányat trombitájukba a koncert előtt. Aki szakmájában jó, vagy kiváló szándékozik lenni, annak számos kicsinek tűnő feladat megoldásával kell a szakma apró titkait elsajátítani.

Cikkünkben az egyik orosz partnerünk által kért feladat megoldására mutatunk be egy lehetséges változatot, remélve, hogy a hasonló problémáknál olvasónknak eszébe fog jutni ez a megoldás is.

Partnerünk vásárolt tőlünk egy ChangeOver-t, amely mint már bemutattuk 32 IP átkapcsolóval rendelkezik. A készüléket tesztelve azt megfelelőnek találta, a jövőben forgalmazni szándékozik, azonban szüksége lenne olyan változatra, amelyik 1 helyett 3 tartalék bemenettel rendelkezik. Kapcsolási rajz szinten az 1. ábrán vázoljuk igényét.

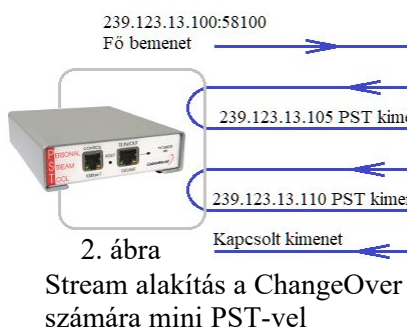


1. ábra

Az analóg technikában nagyon egyszerű volt az ilyen feladat megoldása, mert csak össze kellett kábelezni a megfelelő bemeneteket és kimeneteket. Gondolhatnánk, hogy a digitális technikában a feladat még egyszerűbb, mert csak konfigurálni kell a bemeneteket, azonban ez nem így van.

Már többször is említettük, de a switch-ek egyik jellemzője, hogy a kapujára érkező bemeneti adatfolyamot sohasem adja vissza ugyanerre a kapura kimeneti adatfolyamként. Másként fogalmazva nem csinál adatfolyam visszaforgatást.

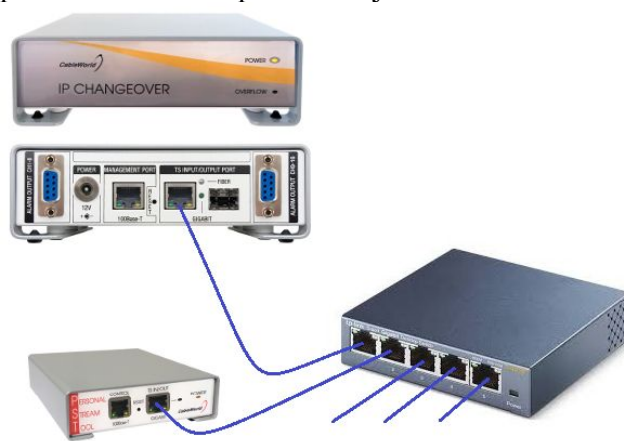
A felhasználói visszajelzésekből tudjuk, hogy a stream előállítására és a stream alakítására írt megoldásainkat ma még nagyon kevesen használják. Ehhez a feladathoz az előző oldalon bemutatott mini PST stream alakító funkciójának alkalmazása nyújtja a leggyorsabb és legegyszerűbb megoldást.



2. ábra

Stream alakítás a ChangeOver számára mini PST-vel

A megoldás lényege: a ChangeOver kimeneti adatfolyamának IP címét a mini PST-vel megváltoztatjuk, így azt a switch már visszaadja a ChangeOver egy másik bemenetére. A 2. ábra vázlatán kétszer is alkalmazzuk ezt az átalakítást. Természetesen bármelyik PST alkalmas e feladat elvégzésére, de a mini PST ára a legalacsonyabb, így ennek alkalmazása a leggyorsabb és legegyszerűbb. A kábelezés nagyon egyszerű, hiszen az adatfolyamok ugyanazon a kábelben, de más IP címmel mennek oda-vissza többször is. A kábelezés egyszerűségét a 3. ábra szemlélteti. Helyhiány miatt csak egy mini switch-et rajzoltunk az ábrára, a megvalósításhoz ennél több porttal rendelkező típus kell majd.



3. ábra

A kábelezés egyszerűségének szemléltetése

A 4. ábrán a ChangeOver diagnosztika lapjáról vágunk ki két részletet, a programozás és az adatáramlás szemléltetéséhez.

Main IP Inputs				IP Outputs			
#1	239.123.13.100 : 58100	22412 kbps		#1	239.123.13.102 : 58102	22412 kbps	
#2	239.123.13.105 : 58105	22412 kbps		#2	239.123.13.108 : 58108	22412 kbps	
#3	239.123.13.110 : 58110	22412 kbps		#3	239.123.13.112 : 58112	22412 kbps	
#4	0.0.0.0 : 0	0 kbps		#4	0.0.0.0 : 0	0 kbps	

4. ábra

Részlet a három fő bemenet és a három kimenet adatfolyamainak jellemzőiről

Az ábrákon a vezérlő bemenetek (Management Port) és a számítógép kábelezését nem ábrázoltuk, egyébként az üzemszerű működtetéshez a beállításokat követően erre nincs is szükség. Megjegyzendő, hogy nagyobb darabszám esetén az FPGA programjának módosításával PST nélküli megoldás is kialakítható, de néhány darabos igény esetén a fejlesztési költség nem térül meg.

Personal Stream Tool**Extra**

Mai cikkünkben talán az lenne a legmegfelelőbb kezdő mondat, hogy:

Gondoltad volna?

Aki már dolgozott fejlesztésen, vagy csak maga próbálta ötletét megvalósítani, az tudja, hogy fejlesztés, alkotás közben az ember sokat tanul és rájön olyan dolgokra is, ami korábban meg sem fordult a fejében. A következő felfedezésre sok-sok bosszúság után a Jitter Generátor fejlesztése közben jöttünk rá.

Felhasználóink számára több cikkben is beszéltünk arról, hogy a különböző jelfeldolgozó készülékek, jellemzően MPEG dekóderek hibásan működnek, ha bemenetükön a dekódolandó transport stream kisebb-nagyobb mértékben jitteres. Ezekben a cikkekben azt próbáltuk elmagyarázni, hogy a dekóder bemenetén egy memória modul gyűjti a packeteket és a dekódolás csak az után indul el, ha egy bizonyos mennyiségű packet már összegyűlt. Mint tudjuk, minden készüléknél a bemeneti memória írási sebessége véges. Hiba akkor keletkezik, ha a jitter miatt összegyűlt packetek olyan sebességgel érkeznek a memória bemenetére, hogy a memória a véges írási sebesség miatt nem képes azokat letárolni.

Az előző oldalakon bemutattuk, hogy jitter mentesítő készülékünkhöz előzetesen egy jitter generátor fejlesztésén dolgozunk. Ennek áramkörében a TS packeteket folyamatosan egy memóriába írjuk, majd onnan a beállított jitter mértékétől függően adjuk ki. A packetek kiadása programból állítható ideig szünetel, majd özőnszerűen üritjük ki a felgyülemlett packeteket. Természetesen az özőnszerű packet kiadás is kíván némi ütemezést, ezért programozható várakozási időt építettünk be a packetek közé. Az átvitel helyességét DVB-T és DVB-S vevőkből származó valós transport streamekkel és általunk előállított mérő streamekkel vizsgáltuk. Az első fázisban a Continuity Counter által jelzett packet vesztés figyeltük.

Folyamatosan azt láttuk, hogy áramköreink megfelelően működnek, azonban amikor a packetek közötti időt nagyon lecsökkentettük CC hibák jelentkeztek. Természetesen ilyenkor elsőként saját áramköreinkben kerestük a hibát, azonban hosszú időn keresztül nem találtuk a hiba valós okát.

Számos kísérlet és módosítás után jöttünk rá, hogy a vizsgált készülék elé kapcsolt kisméretű switch a bűnös. A kis méret mögött 4, 5 és 8 bemenetű fémházas, irodai alkalmazásokhoz tervezett gigabites, az elmúlt években gyártott switch-ekre kell gondolni. Típuszámot azért nem adunk meg, meg több típus is hasonlóan viselkedett, és egyetlen gyártónak sem kívánjuk az üzletét rontani. A switch-et egy nagy méretű professzionális típusra cserélve a hiba azonnal megszűnt.

A hiba elemzése közben arra a következtetésre jutottunk, hogy ezek a switch-ek, normális körülmények között megfelelően működnek akár gigabites kapcsolattal is. A gigabit vagy 1000Base-T ez esetben csak az átvitel módját jelenti. Mint tudjuk, minden switch-ben a kimeneti portok előtt egy átmeneti tároló (RAM, helyesebben FIFO) van, amelynek feladata az adatsomagok tárolása addig, amíg nincs lehetőség azok kiadására. E tárolók nagysága nem minden adatlapon található meg, de a 10...100 kB a jellemző érték.

Egy UDP csomag 7 darab TS packetet szállít, így a hasznos adatmennyiség $7 \times 188 = 1316$ bájt. A fejléccet és a CRC-t hozzáadva nem éri el az 1400 bájt. Durván számolhatunk úgy, hogy a switch tárolója 10 kB-onként 7 darab TV technikában használatos UDP csomag tárolására képes. Abban az esetben, ha az UDP csomagok gigabiten szorosan egymás után érkeznek és a kiadás nem történhet ugyanilyen ütemben, akkor előfordulhat, hogy a tároló megtelik és egy vagy több UDP csomag elveszik.

Jellemzően egyre több kábeltelevíziós fejállomás dogozik messziről érkező IP bemenőjelekkel. A távközlési hálózatokon továbbított műsorok jellemzője, hogy az adatfolyam kisebb nagyobb mértékben jitteres. Amikor a vett adatfolyamban hibákat – jellemzően packet vesztést – találunk, a cikk olvasásától kezdve gondoljunk arra, hogy a jelfeldolgozó készülék előtti switch is lehet a packet vesztés okozója. Első lépésben cseréljük a switch-et egy nagyobb, professzionális típusra, de ügyeljünk rá, hogy az se legyen nagyon sok adatfolyammal terhelve.

Komoly segítség, ha lehetőségünk van, akár csak rövidebb időre is, de közvetlenül (switch nélkül) csatlakozni az átviteli pontra.

A korábbi években mérésekkel bizonyítottuk, hogy a számítógépek csak néhány száz Mbites adatfolyam vételére képesek, így azok nem igazán megfelelőek az átviteli pont hibamentességének vizsgálatára. A PST tervezésénél fontosnak tekintettük, hogy a bemenet az egymást szorosan követő adatsomagok vételére gigabiten is alkalmas legyen, ezért nyugodt szívvel ajánljuk az átviteli pont jelének vizsgálatára. Tudjuk, hogy üzemszerűen működő rendszereknél a switch kihagyása hosszabb időre lehetetlen ezért erre a helyre, igyekezzünk mindig jó minőségű, professzionális switch-et beépíteni. Hiba esetén gondoljunk a cikkben foglaltakra és elsőként a switch megfelelőségét ellenőrizzük.