

64-Channel Real-Time Transport Stream Analyzer Controller

SW-4957

Készülékvezérlő szoftver
a TS Analyzer alkalmazásához

Szoftver kezelési útmutató,
méréstechnikai útmutató és
készülék ismertető

V 1.01

Tartalomjegyzék

1. Általános ismeretek a CW-4957 típusú TS analizátor alkalmazásához.....	3
2. A CW-4957 típusú 64 Channel Real-Time TS Analyzer felépítése.....	6
3. Az SW-4957 szoftver használata.....	11
4. Az IP hálózat jellemzőinek mérése – IP Network Analyzer.....	16
5. A transport stream jellemzőinek mérése – PID Analyzer.....	20
6. A Program Specifikus Információk vizsgálata – PSI Analyzer.....	22
7. A packet érkezési idők vizsgálata – TS Packet Arrival Time Analyzer.....	25
8. A PCR vizsgálata.....	29
9. Az Elementary streamek vizsgálata, a TS Packet Collector használata.....	32
10. Méréstechnikai útmutató a digitális televízió rendszerek vizsgálatához.....	34
11. A transport stream üzemi vizsgálata, a hibajelzések konfigurálása.....	43
12. A TS analizátor konfigurálása egy lépésben.....	47
13. Gyakran ismétlődő kérdések.....	48
14. Észrevételek, további információk.....	49

1. Általános ismeretek a CW-4957 típusú TS analizátor alkalmazásához

A CW-4957 típusú 64 csatornás transport stream analizátor nagy teljesítményű mérőműszer a digitális televíziótechnika méréseinek elvégzéséhez. A készülék egyidejűleg 60 IP és négy ASI vonalon továbbított transport stream jellemzőinek folyamatos mérésére képes. A készülék mérési eredményeinek kiolvasására használt szoftver dönti el azt, hogy mely jellemzők kerülnek kiolvasásra, megjelenítésre és/vagy tárolásra. A gyártó a következő három lehetőséget kínálja fel Önnek:

- **Az Internet Interface használata** A készülékbe épített Internet Interface használata lehetővé teszi, hogy a felhasználó számítógépével közvetlenül, vagy az interneten keresztül az interfészhez csatlakozva kiolvassa és megjelenítse a mérési eredményeket. Ebben az üzemmódban a számítógépen mindössze egy általánosan használt web böngésző szoftverre (Firefox, Internet Explorer stb.) van szükség.
- **Az SW-4957 64-Channel Real-Time TS Analyzer Controller szoftver használata** A CableWorld ez ideig csak Windows alapú vezérlő szoftvereket kínált termékeihez. A legújabb generáció tagjainak – pl. a CW-4957 – webes kezelőfelülete lehetővé teszi, hogy a Linux vagy más operációs rendszerrel dolgozó felhasználók is kommunikálni tudjanak a készülékkel. Az SW-4957 szoftver azok számára készült, akik a korábbi évek hagyományait folytatva kívánják használni a készüléket. A webes kezelőfelület és az SW-4957 szolgáltatásai hasonlóak, de nem azonosak.
- **A felhasználó saját szoftverének használata** A CableWorld maximálisan támogatja azokat, akik egyéni igényeik kielégítésére saját vezérlő szoftver megírására vállalkoznak. A szoftver elkészítéséhez a gyártó a készülék utasításkészletét és szoftvereinek forráskódját is a felhasználó rendelkezésére bocsátja. A készülék által felkínált lehetőségeket a 2. fejezetben foglaltuk össze.

1.1. Az Internet Interface használata

Az Internet Interface használatához kössük össze a készülék dobozában található rövid UTP kábellel a TS analizátor Device Controller bemenetét az Internet Interface Ethernet kimenetével az 1.1. ábra szerint.



1.1. ábra

A TS analizátor és a számítógép összekapcsolása az Internet Interface-en keresztül

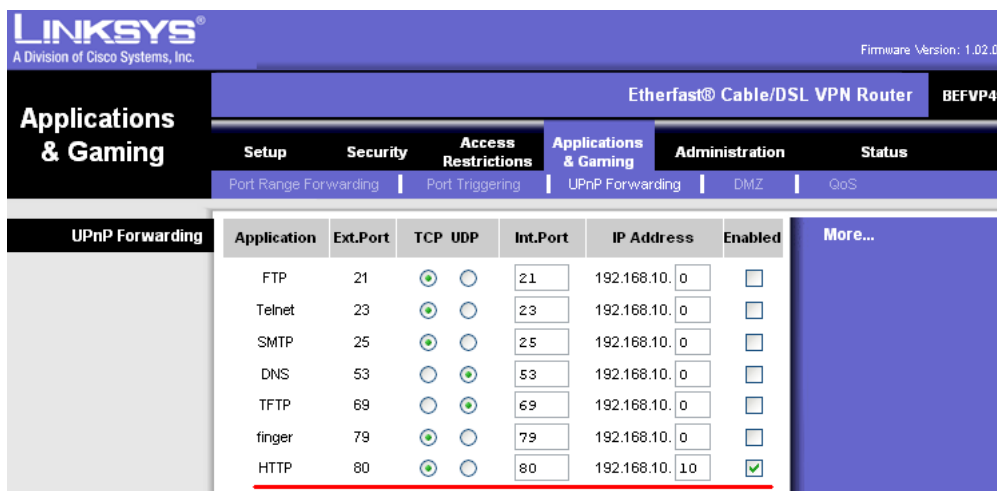
A számítógépet az első üzembehelyezésnél csatlakoztassuk közvetlenül a készülék Internet feliratú csatlakozójához. A kiszállítás állapotában a csatlakozók mögötti egységek IP címe:

Csatlakozó	IP Address
● TS Analyzer vezérlő bemenete	10.123.13.101
● TS Analyzer vizsgáló bemenete	10.123.13.102
● Internet Interface Ethernet kimenete	10.123.13.103
● Internet Interface Internet bemenete	192.168.10.10

Az Internet csatlakozónál a MAC Address egyedi, a világháló bármely pontján használható, a másik három csatlakozón a CableWorld auto MAC Address érték van alkalmazva. Az Internet Interface csatlakozói 10 Base-T vagy 100 Base-T üzemmódban képesek kapcsolatot kiépíteni. E két csatlakozónál a számítógép és a csatlakozó közvetlen összekötéséhez krosztkábelre van szükség, a switchen keresztül történő kapcsolat kialakításánál egyenes kábelt kell alkalmazni. A készülék dobozában található rövid UTP kábel „egyenes” kialakítású, ennél a kapcsolatnál a TS analízátor vezérlő bemenete képes a kábelhez igazodni.

A kapcsolat kiépítése után indítsuk el a telepített web böngészőt, majd írjuk be, hogy a 192.168.10.10 -es IP címhez kívánunk csatlakozni. Ezt követően az Internet Interface TCP/IP kapcsolattal gondoskodik a készülék kezelőfelületének megjelenítéséről. A megjelenő kezelőfelület a készülék konfigurálását és a mérési eredmények megjelenítését egyaránt biztosítja, a további részleteket illetően a helpen keresztül kapunk támogatást.

A CW-4957 típus interneten keresztül történő eléréséhez a telepítés helyén lévő router-t kell úgy konfigurálni, hogy az a beérkező TCP/IP üzeneteket a készülékhez továbbítsa. A router beállítására láthatunk példát az 1.2. ábrán. A távoli pontról történő elérésnél a telepítés helyének (fix) IP címét kell a böngészőbe beírni.

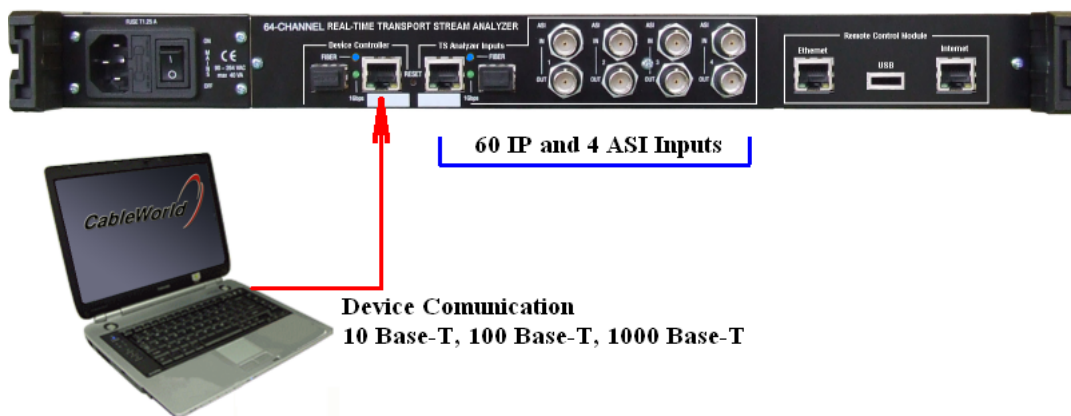


1.2. ábra

A router konfigurálása a TS analízátor interneten keresztül történő eléréséhez

1.2. Az SW-4957 64-Channel Real-Time TS Analyzer Controller szoftver használata

Az SW-4957 szoftver használata esetén a készülék vezérlő bemenetét közvetlenül keresztül, switchen keresztül egyenes kábellel kössük a számítógéphez. Amikor a számítógép képes a gigabites kapcsolat kiépítésére, akkor a közvetlen kapcsolathoz is egyenes kábelt kell használni. A készülék és a számítógép összekapcsolását az 1.2. ábra szemlélteti. A vezérlő bemenet a mérő bemenetektől logikailag és fizikailag is független. Az SW-4957 szoftver telepítése után a szoftver a CableWorld rendszerében megszokott módon használható. A szoftver használatát fejezetekre bontva ismertetjük.



1.2. ábra

A készülék és a számítógép összekapcsolása az SW-4957 szoftver használatához

1.3 A felhasználó saját szoftverének használata

A CW-4957 típusú TS Analyzer felépítése és utasításkészlete nyitott, azaz felhasználóinknak lehetőséget biztosítunk a saját igényeik szerinti szoftver megírására. A 2. fejezetben bemutatjuk a készülék belső felépítését, az adatok eléréséhez szükséges utasításkészlet a www.bytestudio.hu honlapról tölthető le.

A CableWorld Kft. valamennyi terméke saját fejlesztésű, a termékek egységes rendszert alkotnak. A Gigabites CW-Net rendszer használatáról a www.cableworld.hu honlapon számos leírás található. A CableWorld rendszerben a szoftverek és a leírások ingyenesek, azokat a honlapról bárki letöltheti, és szabadon használhatja. A gyakran ismétlődő kérdésekre a honlapon található válasz, a szoftverek használatát letölthető videó felvételekkel segítjük.

2. A CW-4957 típusú 64 Channel Real-Time TS Analyzer felépítése

A CW-4957 típusú 64-Channel Real-Time Transport Stream Analyzer hardvere FPGA áramkörből kialakított nagyszámú számláló és tároló áramkört tartalmaz. E gyors áramkörök képesek arra, hogy egyidejűleg 64 transport stream jellemzőit rögzítsék, azonban ezek kiértékelést nem végeznek. Az eredmények kiértékelése minden változatban egy külső processzor feladata.

Az Internet Interface a készülékbe épített illesztő egység, amely képes a mérési eredmények kiolvasására, majd azoknak az interneten keresztül a felhasználó számítógépéhez történő továbbítására. Az Internet Interface TCP/IP kapcsolatot épít ki a felhasználó számítógépével és a napjainkban kedvelt webes kezelőfelületen ábrázolja azokat. E megoldás előnye, hogy a készülékkel a világ bármely pontjáról kapcsolatba lehet lépni, hátránya, hogy a mérési eredmények megjelenítésének sebessége függ az internet hálózat adatsebességétől. Várható, hogy az Internet Interface-en keresztül történő elérés lesz a felhasználók részéről a legkedveltebb elérési mód. Természetesen az Internet Interface az internet nélküli közvetlen kapcsolatban is használható.

Az SW-4957 szoftver használata esetén a helyi gigabites kapcsolaton keresztül a mérési eredmények gyorsan a felhasználó számítógépébe juttathatók, azonban ilyenkor a készülék csak a hálózaton belüli pontokról érhető el. A CableWorld az SW-4957 szoftveren keresztül igyekszik támogatást nyújtani azon felhasználóknak, akik a mérések elvégzéséhez és kiértékeléséhez saját szoftvert kívánnak készíteni. A gyártó az SW-4957 szoftvert csak mint kiegészítő szolgáltatást nyújtja a készülékhez.

A gyártó bízik abban, hogy a CW-4957 hardverében rejlő különleges lehetőségek felfedezése után sokan vállalkoznak majd arra, hogy saját maguk írjanak szoftvert egyedi igényeik kielégítéséhez. A speciális felhasználói szoftver elkészítéséhez a CableWorld széleskörű műszaki támogatást nyújt.

2.1. Az idő mérése a TS analizátorban

A készülék belső órája egy 64 bites számláló, amelynek órajele 200 MHz. Valamennyi mérésnél e számláló teljes egésze, vagy annak egy közbenső része mutatja a pontos időt. A biztosítható legfinomabb felbontás 5 ns, a pontosság jobb, mint 50 ppm. A számláló a bekapcsolás után a 00...00 értékről indul. A SETSYSTEMTIME utasítással elérhető, hogy a számláló ugyanolyan módon működjön, mint a számítógépek órája. Az Internet Interface és az SW-4957 szoftver az 1899. december 30.-tól eltelt millisekundumoknak megfelelő értékre állítja az óra számlálóját.

Mivel az Ethernet hálózat és az Internet hálózat egyaránt asszinkron, azaz az időtől függetlenül működik, a mérési eredmények pontossága azzal van biztosítva, hogy valamennyi mérési adatnál rögzítjük a belső óra pillanatnyi állapotát is. A mérőáramkörök bekapcsolásának és leállításának időpontjáról két 64 bites tároló ad tájékoztatást.

2.2. A bemenetek jellemzőinek mérése

A készülék 64 bites számláló-tároló (a továbbiakban csak számláló) áramkörökben rögzíti a bemenőjelek jellemzőit. A számlálók a következő jellemzőket tárolják:

- Az IP bemenetre érkező Ethernet csomagok száma
- A Broadcast MAC Address-szel érkezett Ethernet csomagok száma
- A Multicast MAC Address-szel érkezett Ethernet csomagok száma
- A készülék MAC Address-szével érkezett Ethernet csomagok száma
- Az IPv4 formátumú Ethernet csomagok száma
- Az IPv6 formátumú Ethernet csomagok száma
- Az ARP csomagok száma
- Az UDP/IP csomagok száma
- A TCP/IP csomagok száma
- Az IGMP csomagok száma
- Az IPTV/UDP formátumú csomagok száma
- Az IPTV/RTP formátumú csomagok száma
- Az RX Error események száma
- A bemeneti bájtok száma az adatsebesség méréséhez
- A CRC hibák száma
- Az ASI bemenetekre érkezett TS packetek összesített darabszáma

2.3. A bemenőjelek adatsebességének és az adatok mennyiségének mérése

A négy ASI bemenet jele szűrés nélkül kerül feldolgozásra, azonban az IP bemenet packetjei csak akkor kerülnek átengedésre, ha annak IP Address és Port Number értékei meg-egyeznek valamelyik bemenet konfigurációval megadott értékeinek. A készülék 64 bemeneté-hez rendelt számlálók azt mutatják, hogy az adott bemenetre a mérés megkezdése vagy a számlálók törlése óta hány transport stream packet érkezett. E számlálók az IP átvitel esetében az UDP packetekből kibontott TS packetek darabszámát mutatják.

A készülékből kiolvasott adathalmaz a 64 számláló állapota mellett a 64 bites óra állását is mutatja. A bemenetek adatsebessége két különböző időpontban (pl. 1 sec távolságban) kiolvasott adathalmaz adataiból számítható ki.

Nagyobb idő-intervallumot (pl. 1 óra vagy 1 hónap) használva látható, hogy az adott be-meneten ezen idő alatt összesen mekkora adatmennyiség került továbbításra.

2.4. A transport stream jellemzők mérése

A 64 transport stream elsőként a PID értékek alapján kerül elemzésre. A jellemzőket a PID értékekhez rendelt $4 \times 64 = 256$ bites számláló csoport tárolja. Mivel e vizsgálatnál igen nagy adatmennyiséget kell kezelni, e számláló csoportok a készülék SDRAM-jában kerültek kialakításra. Az SDRAM mérete 128 Mbyte, a PID Analyzer ennek első 1/8-ad részét foglalja el. A PID értékekhez rendelt számlálók a következő jellemzőket mérik:

- Az adott PID értéken érkezett TS packetek darabszáma (64 bit)

- A Continuity Counter hibák darabszáma az Adaptation Field figyelembevételével (32 bit)
- A Transport Error bit által hibásnak jelzett TS packetek darabszáma (16 bit)
- A hibás szinkron bájtok darabszáma (16 bit)
- Az utolsó hiba időpontja (32 bit)
- A két packet közötti legnagyobb távolság (32 bit)
- A packet Scrambled állapot jelzése (1 bit)
- A PCR jelenlétének jelzése (1 bit)
- Tartalék jelzők (2 bit)
- Tartalék számláló (28 bit)
- Az utolsó packet beérkezésének időpontja (32 bit) ezen a PID értéken

A számlálók állapotát kiolvasva a felhasználói szoftvertől függ az, hogy az adathalmazból milyen jellemzők kerülnek kiíratásra, illetve felrajzolásra.

2.5. A Program Specific Information – PSI mérése

A készülékben a TS packetek többsége az alapvizsgálatot követően eldobásra kerül. A program specifikus információk kiolvasásához a programozással kiválasztott TS packetek az SDRAM egy kiválasztott területén tárolhatók. E célra az SDRAM tároló kapacitásának fele (64 Mbyte) van lefoglalva. A készülék mind a 64 transport stream esetében 128 különböző PID értéken 32-32 TS packet tárolására nyújt lehetőséget. A TS packetek 256 bájtos rekeszekben a beérkezés idejét rögzítő 64 bites időbélyeggel együtt vannak tárolva. A 32 packetes tárolók FIFO rendszerben működnek, így mindig az utoljára beérkezett 32 darab TS packet olvasható ki.

Az Internet Interface és az SW-4957 szoftver a 128 tagú tároló első tárolóit a PAT, CAT, SDT, NIT stb. táblák tárolására, nagyobbik részét a PMT táblák tárolására használja. A táblák tartalmának kiértékelése és kijelzése a kiolvasást követően mindig a felhasználó számítógépén történik. Az Internet Interface is a TS packeteket továbbítja a felhasználó számítógépébe a TCP/IP kapcsolaton keresztül.

A PAT tábla adatai alapján automatikusan PMT táblákat gyűjtő áramkör a leírás készítésekor még fejlesztés alatt áll.

2.6. A TS packetek érkezési idejének mérése

A transport stream IP hálózaton történő átvitelénél a legtöbb problémát a packetek továbbításának egyenetlensége (jitter) okozza. Az ASI és az IP vonal jeltovábbításának egyenetlensége a packetek érkezési idejének vizsgálatával elemezhető. Az SDRAM a bemenetekre érkező packetek érkezési idejét FIFO rendszerben bemenetenként 8192 tagú 16 bájtos rekeszben tárolja. A 16 bájtos rekeszben a 8 bájtos időbélyeg mellett a packet első 8 bájtjának adata is tárolásra kerül. Az adatok periodikus kiolvasásával az adattovábbítás egyenetlensége igen nagy pontossággal ábrázolható.

2.7. A PCR mérése

A PCR mérése és kiértékelése meglehetősen bonyolult feladat. A készülék a transport

streamben elhelyezett PCR adatokat kigyűjti és a beérkezés időpontjával együtt tárolja. Az SDRAM a 64 transport stream mindegyikénél 128-128 kb-ot méretű rekeszben tárolja a PCR adatokat. Egy-egy PCR adata 16 bájt kerül tárolásra a PCR értéke mellett a PID értékével és az időbélyeggel együtt. Az SDRAM-ból mindig a legutoljára érkezett 8192 PCR adata olvasható ki.

2.8. Az elementary streamek vizsgálata

Az SDRAM fennmaradó része négy darab 8 Mb-ot méretű tárolóra van bontva. E tárolókban a bemeneti streamek négy kiválasztott elementary streamjének packetjei gyűjthetők. E tárolók is FIFO rendszerben, 256 bájtos rekeszekben a packet beérkezési idejét mutató időbélyeggel együtt tárolják az adott PID értékhez tartozó packeteket.

E négy gyűjtő biztosít lehetőséget a szoftverek számára mind a nagyméretű táblák (pl. sok szekciós NIT, EIT stb.), mind az elementary streamek jellemzőinek alapos vizsgálatára.

2.9. A számláló és mérő áramkörök vezérlése

A CW-4957 típusú analízátorba épített óra a bekapcsolást követően a 00...00 értékről indul és folyamatosan működik. A pillanatnyi érték bármikor módosítható, a számláló állapota a helyi időhöz igazítható. Az első bekapcsolást követően a mérőáramkörök nem működnek, a működés elindításának időpontját a Start Time érték jelzi. Az indított állapot mentése esetén a készülék a következő bekapcsolásnál folytatja a méréseket. A mérési folyamatok leállítását a Stop Time értéke jelzi. A mérési folyamatok szabadon leállíthatók, majd folytathatók, ha a vizsgálat úgy kívánja.

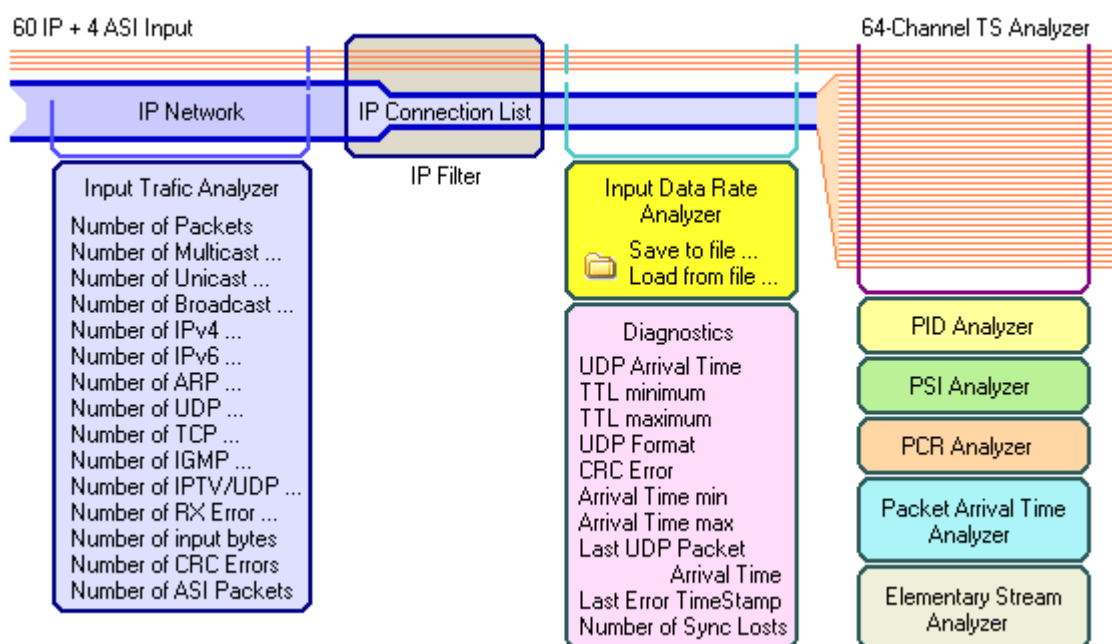
A készülék a mérési eredményeket csak RAM-ban tárolja, így a hálózati feszültség kimaradásakor az addigi értékek elvesznek. Az Internet Interface a mérési eredmények konfigurációval beállított részét SD kártyára menti annak érdekében, hogy azok a hálózati feszültség kimaradásakor ne vesszenek el. Más számítógépes szoftverek (pl. SW-4957) használata esetén az adatok mentéséről a számítógépnek kell gondoskodnia.

A készülék mérőáramköreinek egy részét programozni kell, a beprogramozott értékek menthetők. A felhasználó-szoftvertől függ az, hogy a beállítások mentésre kerülnek-e. Abban az esetben, ha a beállítások gyakran változnak, a mentés nem célszerű, mivel a tároló EEPROM írási ciklusainak száma véges (>100 000).

A számláló és mérő áramkörök adatai kisebb-nagyobb egységekben törölhetők. Az alkalmazott szoftver kialakításától függ, hogy a törlésre milyen lehetőséget nyújt.

A transport stream analízátor a bemenőjeleket folyamatosan dolgozza fel. A folyamat az IP jellemzőinek vizsgálatával kezdődik. Ezt követi az Ethernet csomagok TS packetekre történő bontása. A készülékben az IP bemenetre és az ASI bemenetekre érkező TS packetek egy nagy sebességű (>1,64 Gbit/s) soros packet feldolgozóba kerülnek, azaz egyidejűleg mindig csak egy TS packet feldolgozása folyik. A packetek 256 bájtos rekeszekben a beérkezési időt tartalmazó időbélyeggel együtt vannak tárolva a vizsgálat idején.

A packetek szűrését, kibontását és a vizsgálatok helyét szemlélteti a 2.1. ábrán látható blokkvázlat.



2.1. ábra

A transport stream analízátor mérőáramköreinek blokkvázlata

3. Az SW-4957 szoftver használata

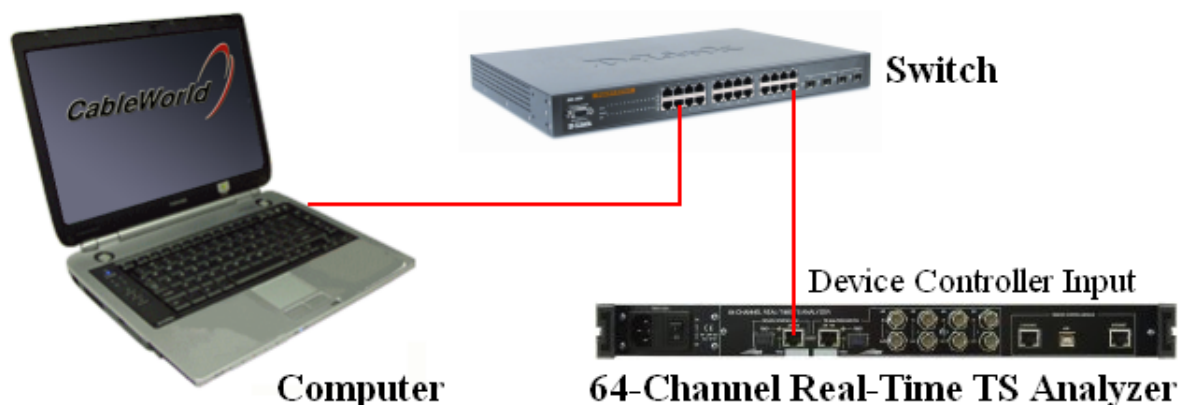
Az SW-4957 típusú 64 Channel Real-Time TS Analyzer szoftver telepítő exe-je a www.cableworld.eu honlapról tölthető le. A szoftver ingyenes, Windows környezetben használható. Windows XP használata esetén a felajánlott könyvtár használata megfelelő, Vista vagy Windows 7 használata esetén a fájlok írása erősen korlátozott, ezért ha nem adminisztrátorként használjuk a számítógépet, a szoftvert a dokumentumaink közé telepítsük.

Azok számára, akik nagyobb rendszert üzemeltetnek és kettő vagy több TS analizátorral dolgoznak, javasoljuk, hogy az SW-4957 könyvtár teljes tartalmát átmásolva minden készülékhez készítsenek egy saját könyvtárat és abból indítsák el az exe fájlt. Ezzel a megoldással a beállítások és a mérési eredmények nem fognak összekeveredni.

3.1. A kezdő lépések

A telepítés után az ikonra kattintva futtassuk a szoftvert. A bal oldali menü szelektoron a **Configuration** sorra kattintva a készülékkel való kapcsolat kialakításának legfontosabb kezelőszervei válnak láthatóvá.

A kiszállítás állapotában a CW-4957 típusú TS analizátor vezérlő bemenetének IP címe a 10.123.13.101 értékre van állítva. Az Ethernet hálózaton keresztül a készülék és a számítógép összekapcsolása akkor korrekt, ha közvetlen összekötésre kereszt kábelt (UTP CAT5), switchen keresztül történő összekapcsolásra egyenes kábelt használunk. A korszerűbb számítógépek csatlakozásai ezt az előírást felülírhatják, azaz képesek lehetnek arra, hogy a kábel bekötését módosítva értelmezzék. A gigabites kapcsolat kiépítéséhez olyan egyenes kábelt kell használni, amelyben mind a 8 vezeték be van kötve. A legtöbb esetben egyidejűleg több készülékkel kívánunk kapcsolatot tartani, ezért a 3.1. ábrán a számítógép és a TS Analyzer Switchen keresztül egyenes kábelekkal történő összekapcsolására mutatunk példát. A gigabites kapcsolat kiépítéséhez néhány méteres távolságok esetében a jó minőségű CAT5-ös UTP kábel még megfelelő, azonban nagyobb távolság esetén már a CAT6 kábel használata ajánlott. Professzionális rendszerek esetében az optikai kábel alkalmazását javasoljuk.



3.1. ábra

A számítógép és a TS analizátor összekapcsolása switchen keresztül

A készülék a bekapcsolást követően 1 percen belül üzemkész állapotban van, a **Query** gombot megnyomva a szoftver a készülék válaszából kiolvassa annak típusát, gyártási számát és a főbb beállításokat (pl. az analízátor bemenet IP címét, a mérés bekapcsolt állapotát stb.). A Configuration menü almenüire kattintva szűkített kezelőfelület lesz látható, illetve láthatóvá tehető az a konfigurációs felület (Device Settings), amelyre csak ritkán van szükség.

3.2. A készülék IP címének módosítása

A szükséges kezelőfelület a **Configuration/Device Settings** menüre kattintva válik láthatóvá. Az új IP Address beírását követően a szoftver kéri a változtatás megerősítését. Fontos figyelembe venni, hogy a módosítást követően a készülék csak az új IP címen érhető el. Szükség szerint igazítsuk számítógépünk (IP Address, Netmask) és a szoftver beállításait (IP Address, Use CW-Net) az új IP címhez.

3.3. A Port Number megválasztása

A TS analízátor esetében a Port Number használata eltér a korábbi CableWorld termékeknél alkalmazott megoldásoktól. A TS Analyzer bemenetre a teljes tartományban, azaz 0...65535 értékek mindegyikén küldhető transport stream. A vezérlő bemenetre üzemszerűen nem kerülhet transport stream, arra csak az Internet Interface és az SW-4957 szoftver utasításai juthatnak. Az SW-4957 szoftver mindkét bemenettel az 56947-es Port számon kommunikál, ezért előnyös, ha e port számon TS továbbítás nem történik. Az SW-4957 szoftver esetében a kommunikációra használt Port értéke az SW4957a.ini fájlban módosítható.

Az analízátor egység a felhasználó saját készítésű szoftverével és az Internet Interface-szel bármely Port számon képes kommunikálni, azonban előnyös, ha a kommunikáció számára olyan Port számot választunk, amelyen nincs TS továbbítás.

Az analízáló bemeneten keresztül a készüléket programozni nem lehet, a készülék e bemenetről csak a legegyszerűbb lekérdezésre küld választ a kapcsolat meglétének ellenőrzéséhez.

3.4. Default Gateway and Netmask

Ezen értékek beállításának csak nagybonyolultságú összetett rendszerekben van jelentősége. Ha ezekre van szüksége kérjen segítséget a cableworld@cableworld.hu címről.

3.5. Device Controller Input Lock

A készülék programozó bemenete a programozást követően lezárható az idegen beavatkozásokkal szemben. A lezárás fontos része a 16 karakteres jelszó, amelynek ismerete nélkül a lezárás nem oldható fel. A készülék hátlapján elhelyezett Reset kapcsolóval a lezárás feloldható, de a készülék ilyenkor elveszti a felhasználó eddigi beállításait, a gyári alap beállítások töltődnek be.

A bemenet lezárása esetén a készülék csak a Query, ARP és Ping parancsokra küld választ. A TS Analyzer esetében csak különleges alkalmazások esetén lehet szükség a lock funkció használatára.

3.6. TS Analyzer Input Lock

A készülék mérő bemenetének zárja a vezérlő bemeneten keresztül állítható. A mérő bemenet lezárása esetén a készülék a Query, ARP és Ping parancsokra nem küld választ. A Reset kapcsoló e bemenet lezárását is nyitja.

A TS analízátor alkalmazásokban a mérő bemenet nyitott állapotára van szükség, ha uni-cast átvitelrel kívánunk transport streameket vizsgálni, vagy távolról kívánjuk ellenőrizni azt, hogy a készülék mérő bemenete az IP hálózathoz csatlakoztatva van-e.

3.7. A TS Analyzer Input és a Device Controller Input tartalék kapcsolata

A készülék mind a vezérlő bemeneten, mind a mérő bemeneten elsőként az optikai vonalon igyekszik kapcsolatot létesíteni. Abban az esetben, ha ez sikertelen, az UTP kábelen tesz kísérletet a kapcsolat kiépítésére. Az automatikus átkapcsoló szolgáltatása a tartalék összeköttetés kiépítésére is lehetőséget nyújt. Abban az esetben, ha mindkét csatlakozási módot kiépítjük, az optikai szál szakadása vagy egyéb hibája esetén a készülék automatikusan átkapcsol a rézvezetős kapcsolatra.

3.8. A TS Analyzer és a számítógép kapcsolatának ellenőrzése

A Configuration lapon az IP cím beállítása után nyomjuk meg a Query gombot. Amikor a készülék és a számítógép kapcsolata rendben van, a képernyőn megjelenik a készülék neve, típusa és gyártási száma, valamint láthatjuk, hogy a mérőáramkörök be vannak-e kapcsolva. A válaszból azt is megtudjuk, hogy az analízáló bemenet milyen IP címre van állítva.

A kezelőfelület felső részén elhelyezett Query gombot megnyomva a TS Analyzer bemenetre küldjük a lekérdező parancsot. A válasz megérkezése azt mutatja, hogy a bemenet csatlakoztatva van. Amikor a mérések egy másik hálózatban folynak, e lekérdezésre nem érkezik válasz.

3.9. A TS Analyzer órájának beállítása

A CW-4957 típusú készülékben elhelyezett óra a bekapcsolást követően a bekapcsolás óta eltelt időt mutatja. A **Set Device Timer** gombot megnyomva az SW-4957 szoftver a számítógép órájához igazítja a TS analízátor óráját, azaz az 1899.12.30. óta eltelt időnek megfelelő értékre állítja az óra számlálóját. A Reset gombot megnyomva a számláló nullázódik és ismét 1899.12.30.-tól induló időpontot láthatunk. A Communication és a Device Settings lapokon elhelyezett Set Device Timer gomb teljesen azonos hatású. A szoftver a beírást megerősítő Yes válasz megérkezéséig eltelt időt automatikusan korrigálja.

3.10. A TS Analyzer használatának legfontosabb szabálya

A TS Analyzer egyidőben igen sokféle mérés elvégzésére képes, azonban e mérésekre fel kell készíteni, azaz a készüléket előzetesen be kell programozni. A készülék használata során mindig tisztában kell lennünk azzal, hogy az általunk megszólított készülék következő három változat közül melyikben üzemel:

- **Általános mérőkészülékként történő alkalmazás** A készülékkel való ismerkedést feltétlenül ebben az üzemmódban kell kezdeni. Ez az üzemmód mindössze abban különbözik a többitől, hogy a készülék szabadon programozható, nem kell tartani attól, hogy egyes mérési eredmények elvesznek vagy hamissá válnak attól, hogy valamit rövidebb vagy hosszabb időre helytelenül állítunk be. Az SW-4957 szoftver többnyire ezt az üzemmódot támogatja, mivel felhasználójának korlátozás nélkül nyújt lehetőséget a készülék programozására.
- **Rendszer-ellenőrző készülékként történő alkalmazás** a gondosan beprogramozott és rendszerbe állított TS Analyzer igen nagy mennyiségben tárol megismételhetetlen mérési eredményeket. Az ilyen készülék programját csak gondosan és kellő hozzáértéssel szabad módosítani, nehogy az adatok egy része elvesszen, vagy a folyamatban lévő mérésekben zavar keletkezzen. Az SW-4957 szoftver használata esetén a felhasználónak kell ügyelnie arra, hogy beavatkozásával a futó folyamatokat ne zavarja meg.
- **A készülék használata az Internet Interface-en keresztül** Az Internet Interface folyamatosan gondoskodik a TS Analyzer modul programozásáról, az adatok időszakos mentéséről. A lekérdező üzemmódot használva nincs lehetőségünk a beállítások megváltoztatására, így az adatokban sem tudunk kárt tenni. Az adminisztrátor üzemmódot használva korlátozottan ugyan, de megváltoztathatóak a beállítások, ezért ennek használata csak a hozzáértő személyzet számára javasolt.

3.11. Az Auto Query mód használata

Az SW-4957 szoftver csak azután képes méréseket végezni a készülékkel miután meggyőződött róla, hogy a kommunikáció rendben van, és a készülékben a mérési folyamatok be vannak kapcsolva. A szoftver ezeket az információkat a Query lekérdezésre küldött válaszból olvassa ki. A lekérdezés manuálisan **Query – Read settings from Device** gomb megnyomásával indítható el. A **Send Query automatically ...** négyzet bejelölése esetén a szoftver az indítást követően automatikusan lekérdezi a beállított IP címen lévő készüléket, így a felhasználó azonnal kezdheti a méréseket. A lekérdezés eredménye a GUI bal alsó sarkában látható. Abban az esetben, ha a szoftver indításakor a készülék nem elérhető (pl. rossz IP cím van beállítva, a készülék nincs bekapcsolva stb.) a lekérdezés a Query gombra történő kattintással később is pótolható.

3.12. A bemenetek konfigurálása

A TS Analyzer üzembehelyezésének legfontosabb lépése a bemenetek konfigurálása. A 60 IP bemenethez az **IP Connection List** készülékbe történő betöltésével lehet hozzárendelni az IP hálózat adatfolyamait. A lista szerkesztéséhez kapcsoljuk ki a Read Only üzemmódot, majd gépeljük be a vizsgálni kívánt adatfolyamok IP Address és Port Number értékeit. A stream típusát **Multicast**, **Unicast** és **Disabled** értékre lehet állítani. A típus megadásánál eleghető a kezdő betű megadása. A Comment oszlopban 8 karakterből álló név nyújt segítséget a streamek azonosításához.

A lista szerkesztése közben gyakran nyomjuk meg a **Compile** gombot, hogy lássuk, a szoftver hogyan értelmezi az addigi adatokat. A listában az Enter billentyű leütésével új sort létrehozni tilos. Az ASI bemenetek konfigurálást nem igényelnek. Az IP Connection List a készülékből visszaolvasható, fájlba menthető és fájlból is betölthető. Az adatok az ini formátumú fájlban is szerkeszthetők.

3.13. A multicast streamek bekérése

A TS Analyzer IGMPv2 üzenetekkel kéri be a multicast streameket. Az üzenetek ismétlési ideje a Device Settings lapon állítható be. A javasolt ismétlési idő: IGMP Report Time = 150...200 sec.

3.14. A unicast streamek beküldése

A unicast streamek beküldéséről a felhasználónak kell gondoskodnia. Az automatikus beállítást a készülék az ARP üzenetre küldött válasszal támogatja. A manuális beállításhoz szükséges adatok a Device Settings lapról olvashatóak le.

Unicast vétel esetén a switch üzenetszórás jelleggel továbbítja a streamet, ha néhány percig nem látja a vevőt. E hiba kiküszöbölésére a TS Analyzer programozható időközzel ARP üzeneteket küld a hálózat felé. A javasolt ismétlési idő: ARP Report Time = 130...180 sec.

3.15. Az ASI bemenőjelek csatlakoztatása

A négy ASI bemenet konfigurációs lépést nem igényel. A bemenetek felfűzhető kialakításúak, így a TS Analyzer kiegészítő eszköz nélkül is könnyen beilleszthető bármely rendszerbe.

3.16. A transport streamek jellemzőinek mérése

Az SW-4957 szoftver további egységeinek használatát és a transport streamek jellemzőinek mérését külön fejezetekben ismertetjük.

4. Az IP hálózat jellemzőinek mérése – IP Network Analyzer

Az Ethernet hálózat, vagy divatos nevén IP hálózat igen nagy darabszámban képes Ethernet csomagokat szállítani. Az Ethernet csomagok kialakítása a fizikai rétegen egyforma, azonban a bennük szállított adatokat mindig a csomag elkészítésénél használt protocol szerint kell értelmezni. A hálózat vizsgálatánál az Ethernet csomagok típusát és darabszámát egyaránt vizsgáljuk.

A CW-4957 típusú Real-Time TS Analyzer a bemenetére érkező Ethernet csomagokat osztályozza, majd 64 bites számlálóban tárolja azt, hogy melyik típusból hány darab érkezett. A készülék a vizsgálat során a felfedezett hibák darabszámát és az ASI bemeneteken érkező TS packetek darabszámát is tárolja.

Az SW-4957 szoftver a bemeneti adatfolyamok vizsgálatát illetve a jellemzők időbeli változásának rögzítését és visszakeresését a következő három mérőlapon teszi lehetővé:

- IP Network Traffic Analyzer
- Input Data Rate Analyzer
- IP Network Diagnostics

4.1. IP Network Traffic Analyzer

Az IP Network Traffic Analyzer a szoftver egyik legegyszerűbb mérőlapja, mivel semmilyen előzetes beállítást nem igényel. A **Continue** és a **Stop** gombokkal a mérési folyamat indítható és leállítható. A szoftver 1 másodpercenként lekérdezi a készülékbe épített számlálók pillanatnyi állapotát, majd a két lekérdezés közötti darabszám és idő változásból kiszámítja a adatsebesség értékeket. A grafikonon packet/sec egységekben ábrázolja a különböző típusú adatcsomagokat. A grafikon alatt a következő jellemzők számszerű értéke olvasható le:

- Az IP bemenet tényleges adatsebessége, amely az érkező bájtok számlálásával kerül meghatározásra.
- A négy ASI bemenet összesített adatsebessége, amely a négy bemeneten érkező TS packetek számából kerül meghatározásra.
- Az IP bemeneten észlelt RX (hibás vétel) hibák darabszáma.
- Az IP bemeneten észlelt CRC hibák száma. A készülék az Ethernet csomagot lezáró 4 bájtos CRC értékének helyességét ellenőrzi.

Az ASI bemenetek adatsebessége a TS packetek darabszámából kerül meghatározásra, így a felbontás és a ± 1 digit mérési hiba nagysága egyaránt $\pm 1 \text{ packet} = \pm 188 \times 8 = 1504 \text{ bit}$.

Az Ethernet packetek darabszáma és a bemenetek adatsebessége közös adatbázisban van. Az Input Data Rate Analyzer lapon végzett mentések és visszaolvasások az IP Network Traffic Analyzer adatait is tartalmazzák.

4.2. Input Data Rate Analyzer

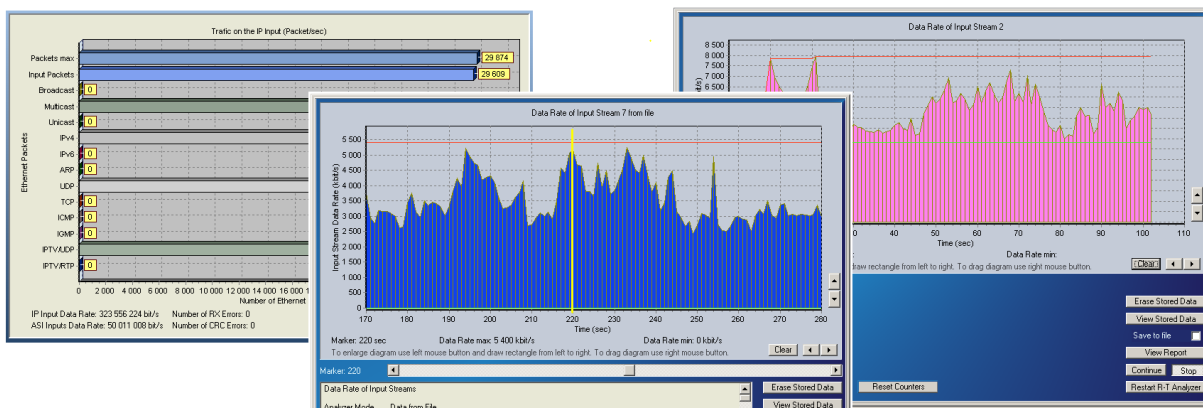
A 64 bemenet adatsebességének folyamatos vizsgálata számos hiba elhárításához nyújt segítséget. Az Input Data Rate Analyzer modul másodpercenként kérdezi le a számlálók állapotát és grafikonon mutatja az 1 másodperces időkapuval mért adatsebesség értékeket. A mért adatok fájlba menthetőek, onnan visszaolvashatóak és utólagosan is ellenőrizhetők.

A sebességmérő használatához a bal oldali szelektorra kattintva válasszuk ki a vizsgálni kívánt bemenetet, majd a **Restart Real-Time Analyzer** gomb megnyomásával indítsuk el a mérést. A grafikon folyamatosan mutatja a pillanatnyi adatsebesség értéket, valamint a min. és a max. értékek alakulását. Mérés közben bármikor átléphetünk egy másik bemenetre és ott folytathatjuk a vizsgálatot. A grafikon nagyítható, eltolható, a mérés leállítható, majd folytatható. Az alaphelyzet visszaállításához használjuk a **Clear** gombot.

A mérést leállítva (**Stop** gomb) a View Report gomb megnyomásával szövegesen láthatjuk a 64 bemenet adatait, valamint az IP Network Traffic Analyzer adatait. A szöveges kijelző adatai text fájlba menthetők.

A **Save to File** négyzetet bejelölve a szoftver minden 16. mérésnél az addigi eredményeket hozzáírja az **Input_DR.dat** fájlhoz. A fájl tartalma törölhető, a törlést követően egy 0 méretű fájl található a könyvtárban. A **Save to File** üzemmód igény szerint mérés közben is ki-és bekapcsolható.

A View Stored Data gomb megnyomásával az **Input_DR.dat** fájl tartalma kerül betöltésre, majd több, mint százszoros sebességgel felrajzolásra. A **Marker** és az egér segítségével a tárolt adatok utólagosan is részletesen elemezhetők. Amikor egy másik bemenet tárolt jellemzőit kívánjuk felrajzolni, a bemenet kiválasztása után az adatokat ismét be kell tölteni. A 4.1. ábra a bemeneti jellemzők mérőlapjainak kialakítását vázolja.



4.1. ábra

Részletek egy IPTV rendszer jellemzőinek vizsgálatából

A szoftver minden esetben az `\IP_Anal\Input_DR.dat` fájlt használja az adatok mentésére. Ha ez a fájl nem található a könyvtárban, az adatok mentésére nem kerül sor. A másodpercenkénti vizsgálat adatmennyisége 1024 bájt, így minden 16. másodpercben 16 kbájttal nő a fájl mérete. A szoftver nem vizsgálja, hogy a mérés folyamatosan történt-e vagy megszakításokkal. A hosszabb idejű vizsgálatoknál a fájl mérete jelentősen megnő, a fájl törléséről az Erase Stored Data domb megnyomásával a felhasználónak kell gondoskodnia. A tárolt adatok mentéséhez másoljuk a fájlt saját könyvtárunkba, majd módosítuk nevét a tartalomra utaló megnevezésre. Tájékoztatóul egy 24 órás vizsgálathoz tartozó fájl mérete $24 \times 3600 \times 1024 = \text{kb. } 88,5 \text{ Mbájtt}$. A visszaolvasásnál a fájl egyben töltődik a számítógép RAM-jába, ezért célszerű legalább napokra osztani a hosszabb idejű vizsgálatokat. A megkülönböztető névvel ellátott fájl a Load Input Data Rate File from ... (*.dat) menü használatával tölthető be.

A tárolt adatok vizsgálatánál a szöveges megjelenítő a marker által megjelölt időpontban mind a 64 bemenet adatát mutatja. Az átlagsebesség értéke mindig a mérés megkezdésétől (Start gomb lenyomása) számítja az átlagsebességet, ezért ha a bemenőjelet az előkészítés során többször

megszakítottuk, a mérés tényleges megkezdésekor nyomjuk meg a Stop, majd Start gombokat és töröljük az összes tárolt adatot. A grafikon alatt elhelyezett Clear Counters gomb leállítja a mérést és csak a mérésben használt számlálókat törli. A legtöbb vizsgálatnál ez is elegendő.

A tárolt adatok vizsgálatánál a vizsgált időponthoz tartozó IP Network Traffic lap is a tárolt adatok szerint kerül megjelenítésre.

4.3. IP Network Diagnostics

Az IP Network Diagnostics mérőlap azok számára készült, akik további információkra kíváncsiak, ezért részletesebb vizsgálatot indítanak az átviteli hibák feltárására. A Continue gombot megnyomva a számítógép 6 másodpercenként indít egy-egy mérő ciklust, amelyből a bemenetenként külön-külön a következő információk kerülnek megjelenítésre.

- **Time to Live:** Annak érdekében, hogy az IP adatcsomagok véletlenül se keringjenek örökké a világhálón, az adatcsomagokba 1 bájt méretű számlálót építettek be. Amikor az adatcsomag egy magasabb intelligenciájú hálózati eszközön halad át (pl. router), az eszköz eggyel csökkenti a Time to Live bájt értékét. Amikor a számláló értéke 0-ra csökken a packet eldobásra kerül. A nagyobb rendszereken (pl. távközlési hálózatok) keresztül történő IP átvitel esetén a Time to Live változó értékéből lehet következtetni arra, hogy a beérkező adatcsomag merre kóborolt, milyen utat tett meg. A szoftver a Time to Live változó értékének minimumát és maximumát jeleníti meg. A CableWorld termékek 128-as Time to Live értékkel indítják útra az UDP csomagokat.
- **Program Association Table - PAT:** A PAT jelenlétének figyelése és jelzése.
- **Null Packets:** A null packetek jelenlétének jelzése.
- **UDP Packet Format:** Az UDP packetek formátumának kijelzése
- **Number of CRC Errors:** Az Ethernet csomagot lezáró 4 bájt CRC-k hibája a mérőlapon abban különbözik az IP Network Traffic Analyzer-nél megismerttől, hogy itt bemenetenként külön-külön láthatjuk a hibák számát, míg ott az összesített hibaszámot láttuk.
- **Arrival Time min:** Folyamatos bemenőjel esetén az UDP csomagok közötti távolságok minimumát mutatja a kijelző. A távolság mértékegysége ns, a mérőkör felbontása ± 5 ns.
- **Arrival Time max:** A maximális érték – hasonlóan az előzőhöz – a két UDP csomag között mért legnagyobb időtávolságot mutatja.
- **Last UDP Packet Arrival Time:** Az utolsó UDP packet beérkezési időpontjának rögzítése lehetővé teszi, hogy a hibák keletkezésének időpontját, streamek átkapcsolási időpontját, stb. igen pontosan megmérjük.
- **Last Error Time Stamp:** A mérőáramkör a szinkronhiba, vagy a folyamatossághiba, vagy az adatátviteli hiba előfordulásának utolsó időpontját rögzíti.

A diagnosztika mérőlap mérési eredményeiből mutat be részletet a 4.2. ábra. A mérési eredmények text fájlba menthetők, a mérési eredmények a lap végén felhasználói megjegyzésekkel is kiegészíthetők.

Channel 1	IP Address/Port	239.101.1.1 / 57011	User Name:
Time to Live min	h80	128	
Time to Live max	h80	128	
Program Association Table - PAT	Present		
Null packets	Not found		
UDP Packet Format	7 x 188 Byte/Package		
Number of CRC Errors	0		
Arrival Time min	265	720 ns	
Arrival Time max	751	695 ns	
Last UDP Packet Arrival Time	2011.02.13. 20:10:19	h09BBB94784BC0F47	
Last Error Time Stamp	2011.02.13. 19:33:56	Sync or CC or TSP Error found	

4.2. ábra

IPTV stream vizsgálatának mérési eredményei az IP Network Diagnostics lapon

A mérési ciklus első másodpercében a szoftver kiolvassa a készülék számlálóinak állapotát, majd törli a számlálók egy részét. A mérési ciklusok a törlést követően 5 másodpercenként ismétlődnek. A kijelzett adatok többsége (pl. a null packetek jelenléte, a PAT jelenléte, az UDP formátuma stb.) mindig az előző 5 másodperc mérési eredményét mutatja.

A szoftver a mért jellemzőktől függően automatikusan törli a számlálók egy részét, ha az Auto Counter Reset checkbox be van jelölve. Az automatikus törlési funkció különleges vizsgálatok (pl. 5 másodpercnél hosszabb idejű megfigyelések) esetén kikapcsolható. A Reset Counters of Diagnostic Module gombra kattintva a felhasználó azokat a számlálókat is törölni tudja, amelyek az automatikus törlési rendszerben nincsenek benne (pl. a Last Error Time Stamp). A manuális törlés a mérési ciklusok leállításával figyelmezteti a felhasználót a beállítások megváltozására, ezért a folytatáshoz a Continue gombot is meg kell nyomni. A mérőáramkörök a törlést követően automatikusan indulnak, így a Continue gomb megnyomásakor nem az előző 5 másodperc, hanem a törlés óta eltelt idő eredményeit látjuk. E lehetőségeket kihasználva az időzített kiolvasás (Single Read) és a hosszú idejű mérések is megvalósíthatóak.

A Last UDP Packet Arrival Time értéke után látható hexadecimális szám a System Time Stamp, amelyet 5-tel szorozva ns-ban láthatjuk az időpontot. A decimális adat ugyanezt az időpontot μ s egységekben mutatja. A dátum a ms-ban mért értékből kerül kiszámításra a Windows API felhasználásával.

A Last UDP Packet Arrival Time és a Last Error Arrival Time tárolóját az Automatic Reset Counter folyamat nem törli.

5. A transport stream jellemzőinek mérése – PID Analyzer

A CW-4957 típusú 64-Channel Real-Time Transport Stream Analyzer a bemeneti jellemzők vizsgálata után a 60 darab IP és a 4 ASI bemenetről érkező adatfolyamokat 188 bájtos transport stream packetekre bontja és a DVB rendszer szabványai szerint vizsgálja tovább. A PID (Packet Identifier) Analyzer feladata a packetek PID szerinti szétválogatása, és a szétválogatott csoportok vizsgálata külön-külön.

A CW-4957 típusú TS analizátor a 8192 PID érték mindegyikén egy-egy 32 bájt méretű tárolóban tárolja a PID értékhez tartozó információkat. A tároló első 8 bájtja egy számláló, ennek állapota mutatja, hogy hány packet érkezett eddig ezen a PID értéken. A következő 3 1/2 bájt is egy számláló, amely az adott PID értéken fellépő Continuity Counter hibákat számolja. A számláló elején hiányzó 4 bit a Continuity Counter aktuális értékét tárolja a következő packet beérkezéséig. A következő két számláló mindössze 2-2 bájt méretű, és a Transport Error Indicator bit által hibásnak jelzett packeteket, illetve a szinkronhibákat számolja.

4 bájt tárolja az adott PID értéken észlelt utolsó hiba időpontját. Az utolsó hiba időpontjának adatát a szinkron bájtot ellenőrző (Sync Error), az adatok folyamatosságát figyelő (CC Error) és a továbbítási hibákat (TSP Error) figyelő áramkörök szükség szerint módosítják. A tárolt időbélyeg csökkentett felbontású, maximum két hétre visszamenőleg és 1 ms felbontással jelzi a hiba időpontját.

A 32 bájtos egységben 4 bájt mutatja az PID értéken érkező packetek közötti legnagyobb idő távolságot az előzőekben bemutatott 2 hét és 1 ms közötti idő megjelenítő képességgel. Három és fél bájtos a CRC hibák számlálója és 4 bájton történik az adott PID értéken érkező utolsó packet érkezési időpontjának tárolása.

A tárolóba épített 4 jelző bit a következőkről ad információt:

- A kódolt állapot előfordulásának jelzése, azaz információ arról, hogy volt-e a PID értéken érkező packetek között kódolt – a vizsgált időtartományban – a packet fejlécéből kiolvasható adat alapján.
- A kódolt állapot jelzése a vizsgálat időpontjában
- A PCR előfordulásának indikálása az adott PID értéken
- Tartalék (Transport Priority bit)

A tárolók adatainak kiolvasásával egyidőben a System Time Stamp is kiolvasásra kerül, így két különböző időpontban történő kiolvasás lehetőséget ad adatsebesség igen pontos meghatározására.

Az SW-4957 szoftver PID Analyzer menüpontját választva egy szöveges megjelenítő jelenik meg a képernyőn. A **Refresh Channel Data Base** gombot megnyomva néhány másodperc múlva szövegesen jelenik meg a kiválasztott csatorna jelének jegyzőkönyve. A gomb megnyomását követően a szoftver kb. 1 másodperces időkülönbséggel kétszer olvassa ki a készülékből a csatorna adatbázisát és ebből készíti el a jelentést. A jegyzőkönyvet a felhasználó

szövegesen kiegészítheti, text fájlba mentheti. A sorokat kijelölve a vágólapon keresztül (Ctrl-C) másolhatók ki a mérési eredmények. Ha szükségét látjuk (például elvégeztük a javítást és törölni kívánjuk az eddigi hibák számát) az **Erase Channel Data Base** gomb megnyomásával törölhetjük a csatorna 8192 darab 32 bites tárolóját.

A PID analyzer csak azokon a PID értékeken jelenít meg adatokat, ahol a packetek darabszáma nagyobb nullánál. Az adatsebesség a két egymást követő kiolvasásnál mért packet darabszám és időkülönbségből kerül kiszámításra, így a számítógép és az IP hálózat sebessége nem befolyásolja a mért értéket. A kbit/s egységekben kifejezett adatsebesség érték után a különböző hibák száma és a Continuity Counter utolsó állapota látható.

A kódolt állapot vizsgálatának eredménye és a PCR jelenlétének indikálása a második adatblokkban kerül feltüntetésre.

A harmadik adatblokkban olvasható darabszámok különleges jellemzők (pl. továbbított adatmennyiség) kiszámítását teszik lehetővé. Az utolsó packet beérkezésének ideje a hiba helyének és időpontjának feltárásához nyújt segítséget.

Az utolsó hiba időpontjának kijelzése a javítási folyamatokat segíti. A packetek közötti maximális idő távolság mérése az IP átvitel során időszakosan fellépő adattovábbítási hibák kimutatásában kap fontos szerepet.

A vizsgálni kívánt csatorna számát megváltoztatva, ne feledjük el az adatok frissítését. Az adatbázis kiolvasása után a szoftver azokat az időpontokat is kiolvassa a készülékből, amelyek szükségessé lehetnek a különböző számításokhoz. Például ha ki akarjuk számítani, hogy eddig mekkora átlagos adatsebességgel érkeztek a packetek, akkor a packet darabszámot osszuk el a Start-tól a jelenlegi időpontig tartó időintervallummal. Ennél a mérésnél az időintervallum kb. 100 ms-mal nagyobb, ugyanis a Device Time csak az adatbázis kiolvasását követően került kiolvasásra. Abszolút pontos adatokat kapunk, ha a mérést a Start gomb megnyomásával indítjuk, majd később (akár több nap múlva) a Stop gombbal leállítjuk, és a Start-Stop Time időtartományt használjuk fel az adatsebesség kiszámításához.

Vegyük figyelembe, hogy a csatorna adatbázisának törlése számos esetben (pl. a hibák megfigyelése) igen hasznos, de nem minden mérésnél megfelelő. A mérések indítása és lezárása a Start-Stop gombokkal nagy mérési pontosságot biztosít, vannak esetek amikor erre van szükség, azonban a művelet a vizsgálaton kívüli 63 csatorna adataira is hatással van. A felhasználó feladata a méréshez szükséges teendők meghatározása annak figyelembevételével, hogy a készülék többi csatornáján milyen mérések vannak folyamatban. A készülék üzembehelyezésénél, tesztelésénél célszerű minél több mérési eljárást kipróbálni annak érdekében, hogy az üzemszerű működtetésnél tisztában legyünk az egyes műveletek (számlálók törlése, SDRAM törlése, mérőáramkörök konfigurálása stb.) hatásával.

6. A Program Specifikus Információk vizsgálata – PSI Analyzer

A 64 bemenet adatfolyamának részletes vizsgálata – például a táblák tartalmának elemzése – igen nagy számítógép kapacitást igényel. A vizsgálat során keletkező adatmennyiség oly nagy, hogy annak kiértékelése a felhasználó számára sem egyszerű. A CW-4957 típusú TS Analyzer bemenetenként 128-128 packettárolóban gyűjti a táblákat alkotó packeteket. A packettárolók 32×256 bájt méretűek és ring-buffer üzemmódban működnek, így mindig az utoljára érkezett 32 packet megtekintését teszik lehetővé. A 188 bájtos packet adatok mellett, a packet beérkezésének időpontja is tárolásra kerül, így a tábla ismétlődési idő, a tábla kibocsátásának rendje stb. is pontosan megfigyelhető. A 128 tárolóba kerülő packetek a PID érték mellett a Table Id vagy a Service Id értékére is szűrhetők. Az SW-4957 szoftver a következők szerint használja ki e lehetőségeket:

6.1. A PSI Analyzer konfigurálása

A 128 egység manuális konfigurálása nehéz és munkaigényes feladat lenne, ezért a szoftver elsőként az automatikus konfigurálás lehetőségét kínálja fel. Bemenőjel hiányában a 128 tároló első nyolc egysége a PAT, CAT, NIT-actual, SDT-actual, BAT, TDT-TOT, EIT, MIP gyűjtésére van állítva. Az automatikus konfigurálás gombjára kattintva a szoftver kiolvassa a PAT táblát, és a következő tárolókat a benne található PMT-k gyűjtésére állítja. A 119...128 közötti tárolók ritkábban használt táblák gyűjtésére vannak programozva, de ha a PMT táblák száma nagyobb, mint 110, ezek felülíródnak.

Üzemszerű alkalmazásban előbb konfiguráljuk a bemeneteket (Load IP Connection List), majd ténylegesen is csatlakoztassuk a bemenőjeleket. A mérések start gombbal történő elindítása után a **PSI Analyzer Configuration** lapra lépve nyílik lehetőségünk a PSI Analyzer konfigurálására. A PSI Analyzer Programmer **Load Channel Configuration** gombjával csak a kiválasztott csatorna, a **Load Ch 1...64 Configuration** gombjával sorozatban (a konfiguráláshoz szükséges idő kb. 1 perc) mind a 64 csatorna konfigurálható. Mindkét konfigurációs folyamat úgy került kialakításra, hogy a folyamatban lévő többi mérést ne zavarja meg (a számlálók és tároló nem kerülnek törlésre).

A legjobb megoldást a **One Touch Device Configuration** gomb megnyomása adja, mivel ilyenkor a szoftver automatikusan törli a tárolókat, begyűjti a PAT mintákat és újraindítja a mérési folyamatokat. Az aktuális PSI konfiguráció a **View PSI Analyzer Configuration** gombra kattintva jeleníthető meg (a konfiguráció a készülékből nem olvasható ki, a megjelenített beállítás a számítógépben tárolt adatokat mutatja).

A PSI Analyzer bemenőjel hiányában, vagy leállított mérési folyamatok mellett nem konfigurálható automatikusan! Manuális konfigurálásra az Edit menü nyújt lehetőséget.

6.2. A transport stream összetevőinek megjelenítése, a TS Tree felrajzolása

A programspecifikus információk megjelenítésének szemléletes formája a transport stream összetevőinek fa struktúrában történő felrajzolása, ezért a legtöbb felhasználó elsőként ezt kívánja megtekinteni. A **PSI Configuration – TS Tree** közös lapjára lépve először válasszuk ki az analízálni kívánt bemenetet (ha még nem tettük meg konfiguráljuk a PSI Analyzer-t), majd nyomjuk meg a **Refresh PSI Analyzer Packets** nyomógombot. A szoftver ennek hatására kiolvassa a készülékből a PSI Analyzer 128 darab tárolójában lévő packeteket, majd felrajzolja a TS szerkezetét.

Mivel a 128 tároló ring buffer üzemmódban működik – azaz mindig a táblához tartozó utolsó 32 packetet mutatja – hamis képet kaphatunk, ha közben a transport stream tartalma megváltozott (például egyes táblákat kikapcsoltak). A legfrissebb adatokat akkor kapjuk, ha előzetesen töröljük a 128 tároló adatát és ezt követően kérjük a frissítést. A törlést követően azt kell figyelembe venni, hogy

vannak táblák, amelyek ritkán ismétlődnek, azaz a törlés utáni azonnali kiolvasásnál még nem biztos hogy van új tábla a tárolóban. Példaként a NIT táblát említjük, amely 5...10 sec körüli, vagy a TDT-TOT táblákat, amelyek akár 30...60 sec körüli ismétlődési idővel kerülnek továbbításra. Jól működő rendszerben ezek a problémák nem jelentkeznek, a frissítés után mindig a valós állapotnak megfelelő fa szerkezetet látjuk.

Az analízátor lapokat váltogatva a TS Tree azzal segíti a felhasználó munkáját, hogy sohasem frissül automatikusan, a felhasználó által kinyitott változat megtartásával segíti a részletek tanulmányozását. A TS Tree adatainak a legapróbb részletekig menő tanulmányozását teszi lehetővé a **Table Packet Analyzer** és a **Table Section Analyzer** lap.

6.3. A táblákat alkotó packetek megjelenítése – Table Packet Analyzer

Mint láttuk, a TS Analyzerből bemenetenként 128×32 TS packetet kiolvasva nyílik lehetőségünk a programspecifikus információk elemzésére. A gyakorlatban számos olyan feladat adódik, amelynél a fa struktúra megjelenítésén túl szükségessé válik az információt hordozó packetek bájtszintű elemzése, vagy a packetek érkezési adatainak megfigyelése. A Table Packet Analyzer arra ad lehetőséget, hogy ezt a 128×32 packetet bájtról-bájtra részletesen elemezzük.

A Table Packet Analyzer használata feltételezi, hogy a PSI Analyzer konfigurálását a TS Tree megtekintésénél már elvégeztük. Ha nem, lépünk vissza és konfiguráljuk a PSI Analyzer-t.

A **Refresh PSI Analyzer Packets** gombot megnyomva mind a 128×32 tároló adata kiolvasásra kerül és a packetek az utoljára használt formátum beállításnak megfelelően kerülnek ábrázolásra. A **View Packets of Sample** gomb válogatás nélkül mutatja a 128×32 tároló tartalmát.

A View PAT, CAT, SDT, NIT Actual stb. gombokat megnyomva a szelektor csak a kiválasztott packeteket mutatja, a többi nem teszi láthatóvá. A PMT tábla esetében a tábla sorszámanak megadásával lehet a kívánt packetekre ugrani. A sorszám a PAT-ban található sorszámmal egyezik.

Az Extended PSI Analyzer Mode bekapcsolásával a ritkábban használt (SDT Other, NIT Other stb.) táblák packetjeit rajzoltathatjuk a képernyőre.

A Data and Packet Format kezelőszervekkel a bájtok kijelzésének formátuma (hexadecimális, decimális, karakteres) állítható be, illetve a packetek adatainak színekkel való megkülönböztetésére nyílik lehetőségünk. A header, section stb. színekkel való megkülönböztetése különösen a nagyobb méretű, bonyolultabb táblák adatainak elemzését segíti.

A packetek mellett olvasható időadatok a packetek érkezésének idejét mutatják az első packet érkezési idejéhez viszonyítva. Az első packet érkezésének ideje a Time Base időpont, amely az alsó megjegyzés mezőben dátum alakban is olvasható. Ahol az idő ms egységekben történő felbontása kevés, ott a 188. bájtszám utáni ns-ban kifejezett érkezési időt lehet használni.

Bármelyik packetre kattintva a PID érték automatikusan kijelzésre kerül és a szoftver azt is mutatja, hogy mely további packetek érkeznek e PID érték alatt.

A PSI Analyzer által összegyűjtött 128×32 TS Packet fájlba menthető és más szoftvekekkel tovább analizálható. A tároló azon rekeszeinél, amelyeknél a törlés után packet nem érkezett, a fájlba h47-tel kezdődő és csupa h00 értékű bájtszámot tartalmazó packet kerül beírásra.

6.4. A táblák tartalmának megjelenítése – Table Section Analyzer

A Table Section Analyzer használata feltételezi, hogy a PSI Analyzer konfigurálását a TS Tree megtekintésénél már elvégeztük. Ha nem, lépünk vissza és konfiguráljuk a PSI Analyzer-t, majd némi várakozás után kérjük az adatbázis frissítését. A szöveges kijelző mellett látható gombok egyikére kattintva válasszuk ki azt a táblát, amelynek tartalmát elemezni kívánjuk.

A Section Analyzer a legapróbb részletekig analizálja a tábla tartalmát, ellenőrzi a CRC-t, kiírja a szekció tartalmát és megméri a tábla ismétlődési időt. Az adatok ismételt frissítését kérve az analízátor a frissen érkezett szekciók tartalmát mutatja. A kiemelkedően nagyméretű adatbázisok

(például 50...100 PMT tábla) elemzése akár másodpercekig is eltarthat, türelmesen várjuk meg a folyamat végét és ne indítsunk közben új analízálási folyamatokat. A szövegesen megjelenített mérési eredményt fájlba mentve vagy a vágólapra másolva vihető át más alkalmazásokba.

A Section Analyzer esetében is igaz, hogy ha valamelyik PID értéken most éppen nem érkeznek packetek, az analízálást kérve vagy a korábban érkezett packetek tartalmát, vagy az SDRAM bekapcsolás utáni véletlenszerű adattartalmát látjuk. A packetek törlésével – click Erase PSI Analyzer Packets gomb – ez a helyzet egyszerűen megszüntethető. A TS analízátorral való ismerkedésnél és az üzembehelyezés folyamatában használjuk gyakrabban az **Erase PSI Analyzer Packets** gombot.

A Section Analyzer mérési eredményeit tanulmányozva, ha nem értünk egyet az adatok feldolgozásával, a packet analízátorra visszalépve nézhetjük meg azt, hogy az analízátor mely packetekből olvasta ki ezt az eredményt.

A tábla ismétlődési idő meghatározása a 32 packetes mintából történik. A szoftver két azonos szekció kezdetet keres a mintában, és ezek érkezési idejének különbségét jelzi ki. A mérés helyessége a packet analízátorra visszalépve ellenőrizhető manuálisan. A Table Packet Analízátor lapon a Section gombot benyomva szemléletesen láthatjuk a remultiplexerek tábla kibocsátásának rendjét. Egyetlen packet kibocsátás esetén ahányszor mérünk, annyszor különböző mérési eredményt fogunk kapni a tábla ismétlődési idejére.

A PSI Analyzer adatbázisa fájlba menthető, fájlból betölthető. A fájl közvetlenül az SDRAM-ból kiolvasott adatokat tartalmazza. A fájl mérete csatornánként 1 Mbyte (128×32×256). A fájl kiválóan használható egyedi analízáló szoftver írásához, működtetéséhez, azonban ezt a formátumot a TS Reader és hasonló elterjedten használt szoftverek feldolgozni nem tudják. Ez utóbbi szoftverek számára a Save TS Sample as...(*.ts) menü használatával kapunk megfelelő fájlformátumot. A *.ts formátum csak a 188 bájtos packeteket tartalmazza, az idő és a kiegészítő adatokat nem.

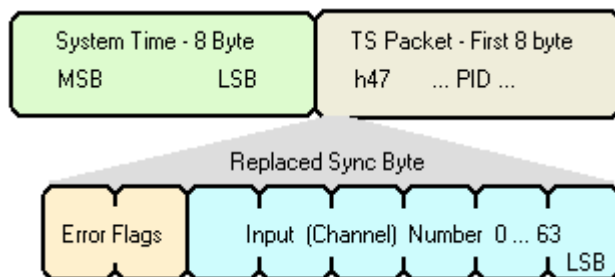
A PSI Analyzer manuális konfigurálása nehéz feladat, de számos különleges vizsgálat elvégzéséhez nyit utat. A konfigurálás lépései: mentjük el a jelenlegi beállításokat az Edit\Save PSI Channel Configuration as... menü használatával, módosítjuk a létrehozott *.ini fájlt, töltjük vissza a módosított beállításokat. A módosításhoz szükséges kód információkat a fájl eleje tartalmazza.

A PSI Analyzer a Create and Save Channel TS Report as...(*.srp) menüben lehetőséget kínál arra, hogy a csatorna adatfolyamából a CableWorld remultiplexerek konfigurálásához szükséges TS Report-ot készítsünk. A menüre kattintva a szoftver első lépésben bekéri a fájl nevét, majd lefuttatja a PSI Analyzer elemző moduljait. A második lépésben kiolvassa a PID Analyzer adatait és a kettő összegzésével készíti el a mentésre kerülő TS Reportot.

7. A packet érkezési idők vizsgálata – TS Packet Arrival Time Analyzer

A TS packetek érkezési idejének vizsgálatát különösen az IP átviteli rendszerek igénylik, mivel ezekben az adatok továbbítása az időtől függetlenül, azaz aszinkron módon történik. Az érkezési idők mérésének és kiértékelésének nehézsége abból adódik, hogy egyidejűleg igen nagy mennyiségű adattal kell dolgozni. Egy átlagos MPTS streamben másodpercenként 20 000 ... 30 000 packet érkezik, ezek adatainak tárolása és feldolgozása nem egyszerű.

A CW-4957 hardvere képes arra, hogy a legnagyobb adatsebesség mellett is hibátlanul gyűjtse a beérkezési időpontokat, azonban ezek folyamatos kiolvasása és feldolgozása igen erős számítógépet igényel. A mérőáramkör minden TS packet esetében ± 5 ns pontossággal rögzíti a beérkezés időpontját. A 8 bájtos időbélyeget a packet első 8 bájtjával kiegészítve jön létre az SDRAM-ban tárolt beérkezési időegység. A 16 bájt kialakítása a 7.1. ábrán látható. Az SDRAM bemenetenként 8192 beérkezési idő tárolására képes és ring buffer üzemmódban biztosítja a folyamatos mérés lehetőségét.



7.1. ábra

A packet érkezési időt tároló adatsomag felépítése

Az SW-4957 szoftver a beállított Sampling Time értékének megfelelő ütemben ismétli az SDRAM kiolvasását, így a vizsgált stream adatsebességétől függ az, hogy a vizsgálat folyamatos vagy mintavételes típusra adódik-e. A szoftver a korábban már kiolvasott adatokat automatikusan eldobja, így kisebb adatsebességnél a vizsgálat folyamatos lesz. Az időszakos adathiányt a grafikonok szemléletesen jelzik. A fájlba történő mentést bekapcsolva, az adatok 2 Mbyte méretű egységekben kerülnek tárolásra az \ArrTime\Atxxxxxxx.dat nevű fájlokban. A fájlok nevében szereplő sorszámot a szoftver automatikusan lépteti. A felhasználónak kiemelten kell ügyelnie arra, hogy folyamatos vizsgálat esetén a tárolt adatmennyiség igen gyorsan nő, könnyen túllépi a Gbyte feletti értéket. A fájlba történő mentést csak akkor állítsuk be, ha arra feltétlenül szükség van. A felesleges fájlokat célszerű időnként törölni.

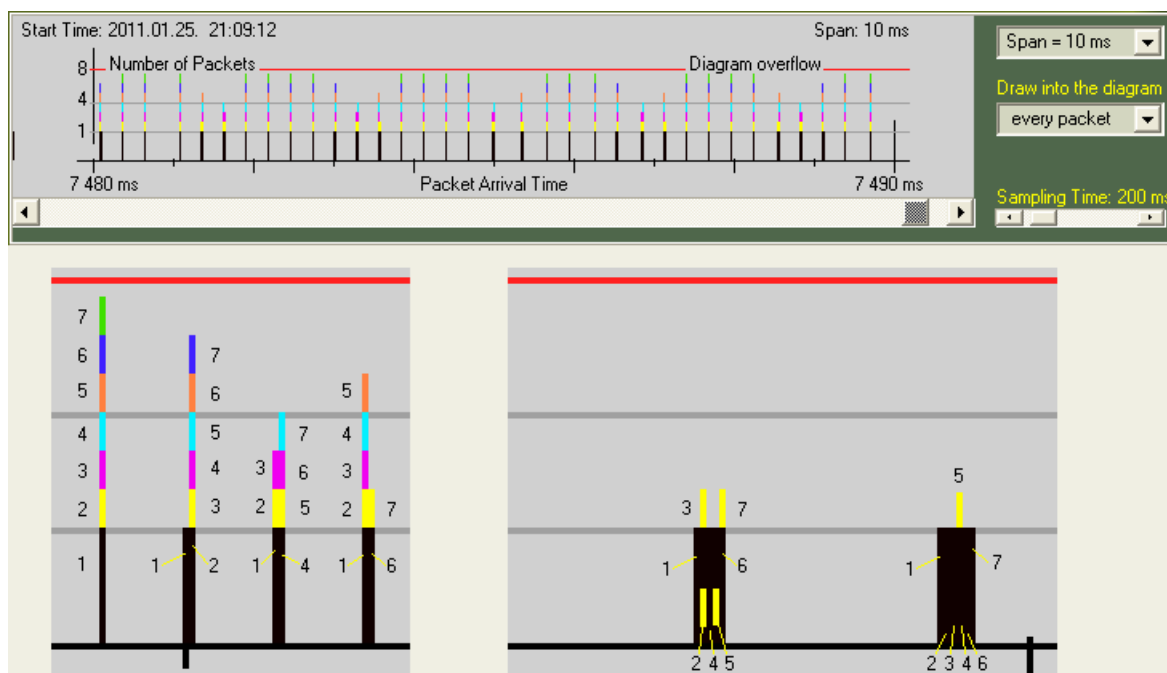
A TS packetek érkezési idejének kiértékelése az ASI bemeneteken egyértelmű, különösebb magyarázatot nem igényel. Az IP bemeneten a 7 TS packet nagy sebességgel érkezik és a packet végét jelző CRC beérkezése után a TS packetek egyidejűleg vannak jelen a RAM-ban. A CW-4957 hardvere az első packetnél mutatja a tényleges beérkezési időt, az ezt követő további 6 packetnél ehhez adódik a IP átvitel sebességéből adódó érték (pl. $188 \times 8 \times 1 \text{ ns} = 1504 \text{ ns}$). A 7.2. ábrán bemutatott mintán a Packet44 az UDP csomag első TS packetje. A következő 6 TS packet ugyanebben az UDP-ben érkezett. A különbséggként olvasható 1 és 2 μs , az 1,504 μs -os érték kerekítéséből adódik. A Packet51 már a következő UDP-ben érkezett, ennek távolsága az előző UDP-hez képest $1933+2+1+2+1+2+1=1942 \mu\text{s}$.

Packet 43	1 097 810 us	d = 1
Packet 44	1 100 567 us	d = 2 757
Packet 45	1 100 568 us	d = 1
Packet 46	1 100 570 us	d = 2
Packet 47	1 100 571 us	d = 1
Packet 48	1 100 573 us	d = 2
Packet 49	1 100 574 us	d = 1
Packet 50	1 100 576 us	d = 2
Packet 51	1 102 509 us	d = 1 933

7.2. ábra

A packetek érkezési ideje 1000Base-T esetén (részlet). A beérkezési idő a minta kezdetétől való távolságot, a „d” a két packet távolságát mutatja.

A TS Packet Arrival Time Analyzer felső grafikonja oly módon szemlélteti a rajzolás szempontjából azonos időben érkező TS packeteket, hogy a 2., 3., stb. packetet más színnel rajzolja az előző fölé. A részleteket a 7.3. ábra szemlélteti.



7.3. ábra

A packetek ábrázolása, ha ugyanarra az időpontra több packetet kell felrajzolni

A rajzolás és a kiértékelés menete egyszerűsíthető, ha ritkítjuk az adatokat és csak minden 7., 10., 100., vagy 1000. beérkezési időadatot dolgozzuk fel. A TS packet érkezési idők közötti különbséget szemléltető grafikonnak a CBR streamek IP hálózaton történő továbbításánál van kiemelt jelentősége, mivel szemléletesen mutatja, ha időszakosan lecsökken a hálózat adattovábbító kapacitása.

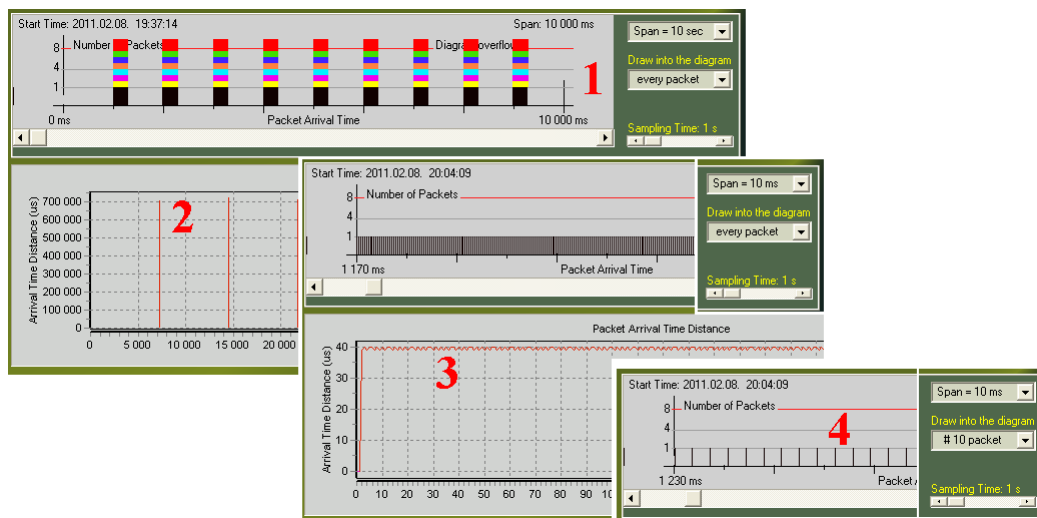
Az érkezési idők szöveges megjelenítése hatalmas számítógép kapacitást igényel, ezért csak kisebb adatmennyiségnél és manuális vizsgálatnál célszerű bekapcsolni. A több ezer sor megjelenítése ilyenkor is másodperceket igényel.

A grafikus és szöveges megjelenítők a mintán belül csak a felső scrollbar által megjelölt pozíció adatait mutatják a Span által meghatározott tartományban, ezért ne feledkezzünk meg a két paraméter módosításáról, ha nem látjuk a várt mintákat!

A TS Packet Arrival Time adatok mennyisége néhány órás vagy napos vizsgálat esetén olyan nagy, hogy kiértékelése csak e célra írt szoftver segítségével oldható meg. A legjobb megoldást az eredményezi, ha az adatok kiolvasása a CW-4957 készülékből közvetlenül történik. Elfogadható megoldást eredményez, ha az SW-4957 szoftver által fájlba írt, tömörített adattartalmú fájlokat dolgozzuk fel. Az adatok mentésére használt AT1.dat ... ATn.dat fájl szerkezete az első bájtól indulva:

- 8 bájt (LSB-MSB) – a következő üres adathely pozíciója (a fájl vége környezetében)
- 8 bájt – Time Stamp 5 ns felbontással LSB-MSB állásban
- 8 bájt – Time Stamp 5 ns felbontással MSB-LSB állásban
- 8 bájt – Tartalék
- 4 bájt – Az érkezési idő adatok LSB-MSB állásban az üres pozícióig folyamatosan. Az első minta mindig 0 értékű, az adatok μ s-ban értendők.

A TS Packet Arrival Time Analyzer megjelenítési lehetőségeit szemlélteti a 7.4. ábra, amelyen az állandó, 38 Mbit/s adatsebességű ASI bemenőjel mérési eredményeit szemléltetjük.



7.4. ábra

A packet érkezési idők vizsgálatának lehetőségei ASI bemenőjelen szemléltetve

Magyarázat a 7.4. ábra felvételeinek kiértékeléséhez:

1. Az 1 másodpercenként ismétlődő mintavétel a TS packetek kb. harmadának vizsgálatát teszi lehetővé, az alkalmazott számítógép teljesítménye (P4/2,8) ennél sűrűbb adatkiolvasást és feldolgozást nem tesz lehetővé. Az oszlopok tetején megjelenő piros téglalap jelzi, hogy túlléptük az overflow vonalat, azaz egy vagy több packet jelenléte nem ábrázolható.
2. Az érkezési idők távolságát vizsgálva kb. 8100 minta után egy 700 ms-os érték jelenik meg azon a helyen, ahol nincsenek adataink az érkezési időkről. Ez a csúcserték periodikusan ismétlődik, és ha számítógépünk nem bírja ezt a nagy sebességet, még nagyobb is lehet. A fájlba történő mentésnél is növekedhet ez az érték.

3. Kinagyítva a grafikont, azaz 10 ms-ra csökkentve a vizsgált tartományt (Span=10 ms) a packetek egyesével válnak láthatóvá, és leolvasható, hogy a közöttük lévő távolság kb. 40 μ s.
4. Az alaposabb vizsgálathoz a packetek ritkítása úgy is elérhető, hogy csak minden 10. packet megjelenítését kérjük. IP átvitelnél a 7. packet adatának megjelenítése célszerű, ha az UDP csomag 7 darab TS packetet tartalmaz.

8. A PCR vizsgálata

A digitális televíziórendszerekben az adó oldali tömörítési, és a vevő oldali visszaállítási folyamatok összehangolása egy-egy 27 MHz-es oszcillátoron keresztül történik. A transport streambe ültetett PCR feladata e két 27 MHz-es oszcillátor pontos együttfutásának biztosítása. A PCR adat az adó oldali oszcillátorra kötött számláló pillanatnyi állapotát mutatja. A vevő oldali oszcillátor frekvenciája akkor helyes, ha a hozzá kapcsolt számláló állapota ezzel az értékkel egyezik.

A packetek átrendezése után (pl. remultiplexelés vagy IP átvitel) a beültetett PCR adat hibásnak mutatkozik, mivel a packetbe ültetett PCR az időben nézve új helyre kerül, de a régi helyének megfelelő adatot mutatja. Az adó oldalon a PCR beültetésének pontosságát a szabvány ± 500 ns értékben határozza meg (ISO/IEC 13818-1), a remultiplexelés folyamatában pedig ± 25 μ s értékig (ISO/IEC 13818-9) ronthatjuk különösebb probléma nélkül.

A PCR pontosságának kiemelt szerepe van akkor, ha a vevő oldalon PAL jelet kell előállítani, mivel a PAL színsegédvívó szabvány szerinti pontosságát a PCR biztosítja. A PCR jelentősége a tisztán digitális rendszerekben jelentősen csökken, azaz több nagyságrenddel nagyobb PCR hiba is megengedhető.

A PCR világában könnyebb a tájékozódás, ha tudjuk, hogy a 40 Mbit/s sebességű streamben a bájtok továbbítási ideje 200 ns, így a PCR egy packettel történő eltolása $188 \times 200 =$ kb. 40 μ s nagyságú PCR hibát okoz.

A CW-4957 Real-Time Transport Stream Analyzer a 64 bemenet PCR adatait bemenetenként egy-egy 8192 adat tárolására alkalmas ring bufferben gyűjti. A tárolt adatok 16 bájtósa, a PCR értéke mellett a packet PID értékét, a bemeneti packet számláló állapotát, és a beérkezés időpontját (5 ns-os felbontásban) is tartalmazza.

Az SW-4957 szoftver a lekérdezés pillanatában kiolvassa a 8192 tároló adatát, majd PID szerint szétválogatja azokat. Az SPTS streameknél több, mint 8100 PCR állapotát láthatjuk, MPTS streameknél e darabszám megoszlik a PCR - PID értékek között. Például 8 különböző PCR adatfolyam esetén kb. 1000 db PCR érték tartozik egy streamhez, így 25 ms-os ismétlődési idő esetén a mintavételtől visszafelé 40 másodperces mintában látható a PCR alakulása. SPTS esetében a látható minta nagysága 320 másodperc, azaz több mint 5 percre adódik.

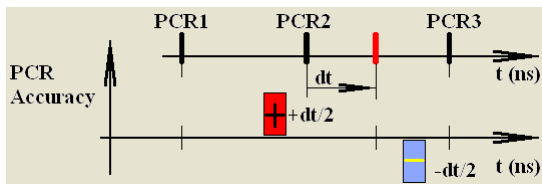
A PCR adatok kiolvasása a **Single Read PCR ...** gomb megnyomásakor egyszeri, a **Real-Time ...** gombra kattintva két másodpercenként ismétlődik. A Stop gomb megnyomásával az ismétlődő kiolvasás leállítható, a pillanatnyi adatok és a **PCR Analyzer Report** egyaránt fájlba menthető.

Repetition Time: A PCR ismétlődési idő 5 ns pontossággal kerül megmérésre, de a szoftver csak 1 ms-os felbontással jelzi ki. A jegyzőkönyv a min. és max. értékek mellett az átlagértéket is tartalmazza.

PCR Accuracy: A PCR pontosságának mérése a 8.1. ábra szerinti mérési módszerrel a következők szerint történik: a szoftver a packetek számából meghatároz egy adatsebességet és ehhez viszonyítja a PCR aktuális értékét. Az ábrán szemléltetve, ha a PCR2 elcsúszott dt idővel, akkor ez a hiba $+dt/2$ hibával jelentkezik az első vizsgálatnál, és $-dt/2$ -vel a másodiknál. Mivel ez a vizsgálat a bájtok áramlását egyenletesnek tekinti, pontosan mutatja az ASI jelek

és a fájlban tárolt streamek PCR adatainak menetét. Az IP átvitel esetén csak akkor tekinthető helyesnek, ha az órajel visszaállítása biztosítani tudja ugyanezt az áramlási sebességet.

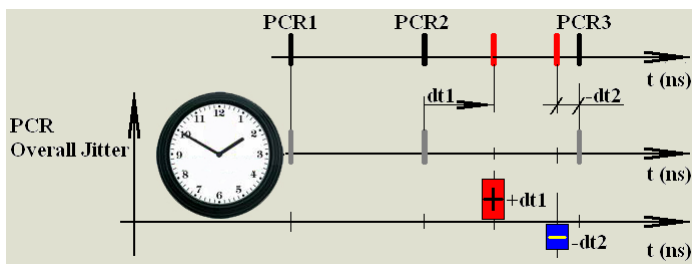
Megjegyzés: Az áramlás sebességének meghatározása az első és az utolsó PCR adatából történik, így az utolsó PCR hiba mindig 0 értékű, azaz a vízszintes tengelyre esik. Emiatt a grafikonra felrajzolt görbe folyamatos vizsgálathoz le-fel mozog a PCR-ek közötti távolság megtartásával.



8.1. Ábra

A PCR Accuracy mérésének elve

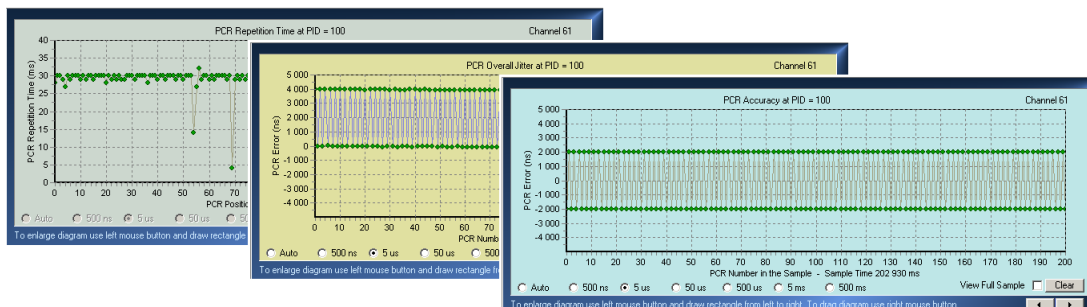
PCR Overall Jitter: A PCR Overall Jitter mérésénél a vizsgálat megkezdésekor egy olyan órát indítunk el, amely a transport streamtől függetlenül működik és ehhez képest vizsgáljuk a beérkező PCR adatokat. Az eljárást és a hiba értelmezését a 8.2. ábra szemlélteti.



8.2. Ábra

A PCR Overall Jitter mérésének elve

Az Overall Jitter mérésénél a PCR eredeti órája és a mi óránk sebessége nem egyezik, ebből adódóan a megjelenő görbe az eltérés mértékétől függően lejtős lesz. A Time Correction bekapcsolásával az órák közötti (egyébként nagyon kicsi) eltérés korrigálható. A PCR Overall Jitter jól szemlélteti az IP átvitel jellegzetességeit. A szoftver által megjelenített három görbe látható a 8.3. ábrán a DVG mérőgenerátor jelének vizsgálata közben.



8.3. ábra

A PCR ismétlődési idő, a PCR Overall Jitter és a PCR Accuracy diagram kialakítása

Gyakran előforduló hibák:

- A PCR Analyzer mindig hosszú időtartamot vizsgál. Bekapcsolás vagy a transport stream megváltoztatása, csatlakoztatása után akár perceket is várni kell, mire a több ezer minta összegyűlik. A pillanatnyi adathiány nem a készülék hibája. A megjelenített görbe mindig az elmúlt percek eseményeit mutatja.
- A Ring Buffer jellegzetessége, hogy a stream megszakítása, megváltoztatása esetén az SDRAM sokáig tárolja az utolsó mérések eredményeit. A korábbi adatok az SDRAM törlésével távolíthatóak el. Vizsgálat közben a kijelzett görbe folyamatos balra tolódása jelzi, ha újabb és újabb adatok érkeznek, azaz van bemenőjel.
- Az SW-4957 szoftver lehetővé teszi, hogy folyamatos vizsgálatainkat például a minta közepére vagy végére toljuk. Az eltolásokat a szoftver tárolja, a grafikon alaphelyzetbe állításához használjuk a **Clear** gombot. A Full Sample négyzetből a jelölést kivéve a beállítás az első törlésig hatástalan.

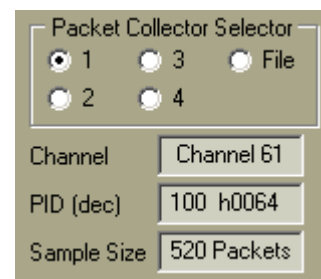
9. Az Elementary streamek vizsgálata, a TS Packet Collector használata

A CW-4957 típusú transport stream analízátor négy programozható mintavevő egységgel rendelkezik. A négy mintavevő felhasználásával a 64 bemenet bármelyikéből vehetünk mintát a PID értékének szűrésével, vagy a szűrés kikapcsolásával. A mintavevők külön-külön max. 32768 darab TS packet ($32768 \times 188 = 6\,160\,384$ Bájtt) tárolására képesek a beérkezési idő egyidejű tárolása mellett. A tároló működtethető:

- Start-Stop üzemmódban (a tárolás automatikusan leáll a tároló telítődésénél),
- Ring Buffer üzemmódban (a felső határ elérése után a tárolás a kezdő címen folytatódik, azaz a tárolóból mindig az utoljára beérkezett 32 k packet olvasható ki).

A négy mintavevő különleges szolgáltatása, hogy ugyanabból a bemenőjelből lehetővé teszi a packetek különböző feltételekkel történő kigyűjtését is. Például gyűjthető a teljes TS az egyik mintavevő tárolójába, miközben például a 100-as és 200-as PID értékű packetek a második és harmadik mintavevő tárolójába is gyűjtésre kerülnek.

Az SW-4957 szoftver használata esetén a **Packet Collector Selector** segítségével állíthatjuk be, hogy melyik mintavevő egységet kívánjuk programozni vagy használni. Az egység kiválasztása után a **Channel** megnevezésű ablakba kell beírni annak a bemenetnek a számát, amelyről a mintát venni kívánjuk. A **PID** megadása esetén az egység csak az adott PID értékű packeteket gyűjti. A PID szűrő a számok kitörlésével kapcsolható ki. Kikapcsolt PID szűrés esetén az ablakban az All PIDs felirat jelenik meg. A legtöbb esetben nincs szükségünk a 32 ezer packetra, azaz a vizsgálathoz ennél sokkal kevesebb is elegendő. A **Sample Size** ablakba írt packet darabszám a kiolvasás mennyiségét határozza meg, a gyűjtés ettől függetlenül folyik. Az ablakokba írt adatok csak az **Enter** billentyű leütése után kerülnek feldolgozásra. Az adatbeviteli mezőket a 9.1. ábra szemlélteti.



9.1. ábra

A transport stream packet gyűjtő konfigurációs ablakai

A készülékbe programozott adatok, illetve a gyűjtő üzemmódja a **Read Settings from Device** gomb megnyomásával olvasható ki. A mintavevő tárolójának teljes területe az **Erase Selected Ring Buffer** gomb megnyomásával törölhető ki. A beállítások visszaolvasása csak a Start, Stop gombok állapotára van hatással, az adatok külön ablakban kerülnek kijelzésre, a visszaolvasás a 9.1. ábra adatait nem változtatja meg.

A készülék a korábbi beállításokat nem tárolja, a beállítások a két Start gomb egyikének megnyomásakor kerülnek beprogramozásra. A **Start** gombot megnyomva a készülék az SDRAM első címétől kezdve helyezi el a packeteket, majd a terület végéhez érve a packetek gyűjtése leáll. Ebben az üzemmódban a kiolvasás is az első címről indul, és a Sample Size érték által megadott mértékig tart. A kiolvasás elindítása mindig leállítja a packetek gyűjtését. A többszöri kiolvasás mindig ugyanazt az eredményt adja, ha közben a Start gombot nem nyomtuk meg.

A **Start in Ring Buffer Mode** gomb megnyomásánál a gyűjtés azonos módon indul, de az utolsó címet elérve a kezdő címen folytatódik a tárolás, azaz a korábbi packetek újra és újra átírássra kerülnek. Kiolvasásnál a gyűjtés leállításra kerül és a szoftver az utoljára érkezett pac-

ket mennyiséget olvassa ki a Sample Size méretnek megfelelően. A készülékből kiolvasott packetek a \Tssample\Sample1(...4).ts fájlba kerülnek mentésre. A fájl mindig a legutolsó minta adatait tartalmazza.

A TS minta elsőként táblázatos formában kerül megjelenítésre. A bájtok formátuma állítható. A szinkron bájtok előtti oszlopban olvasható a packetek beérkezési ideje ms egységekben. Akinek ennél pontosabb adatokra van szüksége, az a 188 bájt utáni oszlopban találja a beérkezési időt ns egységekben. A kijelzés módját a 9.2. ábra szemlélteti. A szoftver a beérkezési idők 8 bájtos időbélyegeit (LSB ... MSB) a \Tssample\Sample1(...4).tst fájlba menti és onnan olvassa be.

The screenshot shows the SW-4957 software interface. On the left, a table displays packet data with columns for Packet, Time (ms), and 188 bytes of data. A 'Data Format' dialog box is open, showing options for Hexa, ASCII, and Dec. The 'Selected PID' is 166. On the right, a table shows arrival times in nanoseconds for packets 184 to 188.

Packet	Time (ms)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
21	0	47	00	A8	12	0A	65	2A	E3	68	DF	3D	DA	01	66	AD	50	E2	A2	1C	55	B5	89	13	C
22	0	47	00	AC	11	97	F3	BD	7C	73	DD	B6	AC	EB	85	49	4E	2E	0E	6D	00	2F	B7	D6	D
23	0	47	00	12	1D	18	4D	12	67	65	72	0C	05	4E	61	63	68	72	69	63	68	74	65	6E	0
24	0	47	00	A6	19	2C	8C	00	6A	23	72	C8	12	A3	99	9E	23	7F	C2	79	99	6C	1C	55	A
25	0	47	00	A7	1B	E6	B8	ED	11	41	D3	C3	AE	63	ED	6F	26	E2	36	44	31	D3	4D	2E	E
26	0	47	00	A9	1A	C2	C0	D5	54	6D	1F	53	FB	D0	FE	AB	98	89	90	33	7F	FC	2E	C1	9
27	0	47	00	12	1E	63	68	73	77	75	6E	64	65	72	0A	20	28	20	4C	F6	73	63	68	66	6
28	0	47	00	78	14	2F	98	1D	91	57	0A	54	65	46	85	C5	08	88	5E	30	8C	63	8D	46	6
29	1	47	00	A3					7D	D3	88	5E	6F	74	E4	3E	6F	75	48	DF	E3	10	66	95	F
30	1	47	00	91					36	5A	27	36	5A	53	9F	5A	9C	FA	CC	6E	58	18	96	8A	6
31	1	47	00	A6					06	48	36	84	71	49	D2	DA	04	3F	58	96	08	34	32	0F	5
32	1	47	00	A5					6C	54	8A	19	2B	03	E8	CB	10	A1	94	29	81	C3	A8	79	11
33	1	47	00	AD					A3	DE	32	85	09	44	BB	AE	37	60	10	D9	AC	9A	AE	85	01
34	1	47	01	2D					9C	52	AA	12	C7	19	86	24	75	3D	61	96	B8	17	6A	AD	5
35	1	47	00	A8					04	80	56	41	59	40	6E	95	B8	C6	12	75	8C	18	85	C0	71
36	1	47	00	AC					20	02	68	01	98	48	46	F2	41	0C	0E	49	E0	98	FE	86	01

184	185	186	187	188	Arrival Time (ns)
4D	18	F1	2B	92	562 915
0C	D2	42	B7	8D	830 690
73	63	68	6D	61	832 195
95	0E	2E	5B	18	833 695
1D	71	B5	05	99	835 200
B9	3C	8D	FE	E4	836 705
FF	FF	FF	FF	FF	838 210
68	C4	D1	8A	C0	839 715
22	08	08	2C	C8	1 107 795
5A	EA	15	06	C0	1 109 300
1F	59	FE	23	08	1 110 805
58	89	6C	B2	B8	1 112 310
E0	EA	E6	71	80	1 113 815
74	07	48	82	4F	1 115 315
43	08	26	01	78	1 116 820
0E	80	AD	89	60	1 384 595

9.2. ábra

A packetek érkezését tartalmazó táblázat

A táblázat adataiban való eligazodást a packet-szelektor a táblák packetjeinek kiszínezésével, és a kiválasztott packet PID értékének kijelzésével segíti. A packet-szelektor a táblázat soraira kattintva a következők szerint kapcsolható ki és be:

- Bármely packetra kattintva a PID érték kijelzésre kerül.
- A 2. 3. és 4. bájtok egyikére kattintva az összetartozó packetek (ahol a PID értéke azonos) azonos színnel kerülnek megjelölésre.
- Az 1. bájtra (h47) kattintva a táblák jelölése megmarad, az összetartozó packetek jelölése kikapcsolásra kerül.
- A 5. bájtól felfelé kattintva a színes jelölés kikapcsolva.

A CW-4957 Real-Time TS Analyzer négy mintavevő áramköre a streamek megszokott mintavételezése mellett lehetővé teszi a ritkán, váratlan időpontokban megjelenő packetek összegyűjtését és megfigyelését is. A ring buffer módot használva mintavételezhető a kikapcsolt vagy megszüntetett adatfolyamok vége, azaz lehetővé válik a trigger időpont előtti események megtekintése. Az SDRAM a szinkronbájt helyén a bemenet számát és néhány hiba előfordulásának jelző bitjét (flag) tartalmazza, ezért a szinkronhiba tanulmányozására a TS Collector nem ad lehetőséget.

Az SW-4957 szoftver a minta megtekintésén túl a minta fájlba mentésével (**Save Collected TS Packets as ... (*.ts)** menü) biztosítja azt, hogy a felhasználó a rendelkezésére álló további szoftverekkel is elemezze a mintát. A korábban mentett minta a **Load Collected TS Packets as ... (*.ts)** menü használatával visszatölthető. Amikor a szoftver az idő adatokat tartalmazó *.tst fájl is megtalálja a minta mellett, a visszatöltött packeteknél az érkezési időpont adatok is megjelennek.

A tervek szerint az SW-4957 szoftver későbbi változatai a minta további elemzésére szolgáló modulokkal kerül bővítésre.

10. Méréstechnikai útmutató a digitális televízió rendszerek vizsgálatához

Az analóg videojel vizsgálata egyszerű volt. Oszilloszkóppal megnéztük a szinkronjel és a világosságjel nagyságát, s ha ez rendben volt (0,3 V és 0,7 V) már nagy hiba nem lehetett. A digitális technikában a transport stream megfelelőségének eldöntése nem ilyen egyszerű feladat. A transport stream analízátor sok-sok paraméter megmérését teszi lehetővé, de a mért értékek csak akkor válnak hasznossá, ha azokat értelmezni is tudjuk. Útmutatónkban azok számára kívánunk segítséget nyújtani, akik már használják a digitális televíziótechnikát, azonban a hibakeresésben, a jellemzők kiértékelésében még nincs jártasságuk.

10.1. A bemenőjelek jellemzői

A digitális televíziótechnikában a kép és hang adatokat a transport streamben továbbítjuk. A transport stream bájtok sorozata, amely packetekre bontva kerül továbbításra. A transport stream leggyakrabban IP hálózaton vagy ASI vonalon érkezik a készülékbe.

Az IP hálózat jellemzője, hogy rajta a transport stream önmagától nem érkezik meg készülékünk bemenetére. Ahhoz, hogy a transport stream a készülékünk bemenetére érkezzon különböző üzeneteket kell küldeni a hálózat felé, illetve az IP hálózat adatsomagjait kötött szabályok szerint kell kialakítani. Az IP hálózat másik fontos jellemzője, hogy a hálózaton az adatsomagok továbbítása nincs az időhöz kötve, azok hol itt, hol ott kisebb vagy nagyobb késleltetést szenvedhetnek.

Az ASI átvitel jellemzője, hogy az adatfolyam akkor jut el a készülékünk bemenetére, ha a koaxiális kábel BNC dugóját csatlakoztatjuk a készülékünkhöz. Ennél az átvitelnél késleltetésekkel nem kell számolni, az adatok formátumával csak ritkán van probléma.

10.2. Az IP hálózaton érkező bemenőjel vizsgálata

Az IP hálózaton továbbított transport stream vizsgálatához el kell érni, hogy a vizsgálni kívánt adatfolyam megérkezzen a vizsgálatra kijelölt készülék bemenetére. Függetlenül attól, hogy a számítógépünket vagy a CW-4957 típusú TS analízátort kívánjuk használni a vizsgálathoz, a teendők azonosak.

A multicast adatfolyam jellemzője, hogy azt egyszerre több felhasználó is bekérheti. A számítógépünket használva a szoftver és az operációs rendszer együttesen gondoskodik a stream bekéréséhez szükséges IGMP üzenetek kiküldéséről. A CW-4957 TS analízátor az IP Connection List betöltése után kezdi meg az adatfolyamok bekérését. A készülék ebből a listából tudja meg, hogy mely adatfolyamokat kívánjuk megvizsgálni, a vizsgálathoz neki mely adatfolyamokat kell bekérnie.

A unicast adatfolyam jellemzője, hogy egyszerre csak egy ügyfélhez kerül továbbításra, azt a hálózat többi egysége nem látja. Amikor a transport streamet unicast átvittel kívánjuk analízálni, a küldő oldalon kell a készüléket beprogramozni arra, hogy az adatfolyam a TS analízátor bemenetére érkezzon. A küldő eszköz a cél állomás – például a TS analízátor bemenetének – megkeresése érdekében ARP üzenetet küld a hálózatra. Az ARP üzenetet mindenki megkapja, de csak a TS analízátor fog rá válaszolni, mivel őt keressük az üzenetben. A küldő a válaszból kiolvasott MAC Address segítségével tudja elérni azt, hogy az általa kiküldött adatfolyamot ezt követően csak a TS analízátor kapja meg.

Mint látjuk, az Ethernet hálózaton továbbított adatfolyamok vizsgálata meglehetősen nehéz, fizikailag nincs lehetőség arra, hogy minden adatcsomagba betekintsünk, ezért a TS analízátor elsőként arról ad tájékoztatást, hogy milyen adatfolyamok érkeznek a bemenetére. A bemeneti adatfolyam elemzésével a következő információkhoz juthatunk hozzá:

- **A bemeneti adatsebesség:** A bemenetre érkező bájtok száma és az ebből számított bemeneti adatsebesség mutatja számunkra a bemenet terhelését. Amikor azt látjuk, hogy a bemenet terhelése meghaladja a névleges érték (például 1000Base-T esetén 1000 Mbit/s) 90 %-át, már nem lehetünk biztosak abban, hogy időnként nincs túlterhelésből adódó csomagvesztés. A csomagvesztés a kép és a hang akadozásával vagy a dekódolók teljes leállásával jár. A bájtokban mért adatsebesség minden esetben pontos tájékoztatást ad a bemenet terheléséről. Az Ethernet csomagokban mért sebesség használata speciális vizsgálatoknál és a hibaelhárításnál előnyös.
- **A packetek megoszlása a MAC Address szerint:** Az Ethernet packetek multicast, unicast és broadcast MAC Address-szel érkehetnek a TS analízátor bemenetére. Ezek arányát megtekintve meggyőződhetünk arról, hogy a packetek ez elképzelésünknek megfelelően érkeznek-e. Hibakeresésnél láthatjuk, ha felesleges packetek érkeznek, vagy ha a kívánt packetek nem érkeznek meg. A felesleges packetek érkezésének tipikus esete, amikor a hálózat hibás konfigurációjából adódóan a switch egy adatfolyamot üzenetszórással terít szét.
- **IPv4/IPv6:** Az IP hálózaton továbbított adatcsomagok formátuma jelenleg IPv4 szerinti, az IPv6 bevezetés alatt áll. A megoszlás ezek arányát mutatja. A TS analízátor jelenleg csak az Ipv4 szerinti adatcsomagokat képes feldolgozni, így az Ipv6 szerinti jelenléte felesleges.
- **ARP packetek darabszáma:** A MAC Address lekérdezésére szolgáló ARP (Address Resolution Protocol) üzenetek üzenetszórással kerülnek kiküldésre, így a TS analízátor bemenetére is megérkeznek. ARP üzeneteket küldözget az a forrás, amelynek unicast módban kell kiküldenie a transport streamet, de nem ismeri a célállomás MAC Address értékét. Ilyenkor az ARP üzenetek száma másodpercenként több is lehet és mindaddig ismétlődnek, amíg a célállomás erre választ nem küld. Példaként a felhasználó ebből láthatja, hogy be kellene kapcsolnia egy készüléket. A TS unicast átvitele során a vevőkészüléknek a szabvány szerint nem kell üzeneteket küldenie a hálózat felé. Nagy problémát jelent az, hogy ha a vevő nem küld üzenetet, akkor néhány perc múlva törlődik a MAC címe a switch MAC táblájáról. E probléma megoldására a CableWorld termékeknél beállítható, hogy időnként (például egy-két percenként) a vevő egy ARP üzenet kiküldésével jelezze a switch számára, hogy jelen van a hálózaton. Az ARP üzenetek darabszámának megfigyelésével ellenőrizhető, hogy ez a funkció be van-e kapcsolva.
- **Az UDP üzenetek darabszáma:** A transport stream UDP üzenetekben van továbbítva, így a TS analízátor bemenetén az UDP üzeneteknek jelentős többségben kell lenniük.
- **A TCP üzenetek darabszáma:** A TS analízátor bemenetén a TCP üzeneteknek nem szabad megjelenniük.
- **Az ICMP üzenetek darabszáma:** Az ICMP (Internet Control Message Protocol) üzenetekből legtöbbször a hibákat láthatjuk. Destination Unreachable üzenetek jelennek meg a hálózaton, ha a transport stream nem kézbesíthető, például egy számítógép nem tudja fogadni azokat. A CableWorld termékek ICMP üzeneteket nem küldenek a hálózat felé.
- **Az IGMP üzenetek darabszáma:** Az üzemszerű multicast átvitel IGMP üzenetek soro-

zatával működik. Az üzenetek teljes hiánya hibás beállításokra utal, helyes működés esetén percenként néhány üzenetet indikálható, a túlzottan sok üzenet helytelenül konfigurált hálózati eszközökre (switch, készülék) utal.

- **Az IPTV/UDP üzenetek száma:** Az IPTV szolgáltatásoknál a transport stream packetjeiből jellemzően 1 ... 7 darab TS packetet építünk egy UDP csomagba. A darabszám és a másodpercenkénti darabszám e formátumban érkező UDP csomagokról ad tájékoztatást.
- **Az IPTV/RTP üzenetek száma:** Az RTP (Real Time Protocol) formátum alkalmazása esetén az UDP csomag a TS packetek mellett kiegészítő adatokat is tartalmaz. E formátum mérőáramköre egy későbbi változatban kerül kifejlesztésre.
- **Az RX Error események darabszáma:** A TS analízátor bemenetére az IP hálózat helytelen működése esetén akár hibás Ethernet packetek is érkezhettek. Helyes működés esetén ezeken darabszáma nulla, illetve a hiba elhárítása után ezek darabszáma a továbbiakban nem növekszik.

10.3. Az IP bemenőjelek vizsgálata a bemeneti szűrést követően

A TS analízátor 60 IP bemenetéhez az IP Connection List beprogramozásával határozzuk meg, hogy melyik bemeneten milyen IP Address és Port Number értékkel kerüljenek átengedésre az érkező Ethernet adatcsomagok. A szűrést követően bemenetenként már csak transport streamről beszélünk, a készülék bemeneti egysége az UDP csomagból kiolvassa a TS packeteket és csak ezeket küldi tovább. Az SW-4957 szoftver az **Input 1** bemeneten érkező adatfolyamot a tartalomtól függetlenül **TS 1** jellel azonosítja és így tovább. A transport stream szintű vizsgálat elsőként a továbbítás jellemzőiről ad tájékoztatást a következők szerint:

- **A CRC hibák száma:** Az Ethernet csomagok az átvitel során keletkező hibák felfedése érdekében 4 bájtos lezáró CRC-t tartalmaznak. Az IP hálózaton továbbított transport stream adatcsomagjainak CRC hibái az adó és a vevő oldal közötti IP átvitel minőségéről adnak tájékoztatást. Hibás kábelek, csatlakozók és interfész áramkörök esetén az összesített CRC hibák száma folyamatosan emelkedik, illetve a másodpercenként észlelhető hibák száma nem nulla. Jól működő rendszerben a CRC hibák száma igen alacsony, a 10 Base-T, 100Base-T és optikai átvitelnél jellemzően nincs. Az UTP kábelben történő gigabites átvitel megbízhatósága a felsoroltaknál sokkal rosszabb, ezért a hibák megjelenésére elsősorban az 1000Base-T kapcsolatnál kell számítani. Az UTP kábellel megvalósított gigabites átvitel 1×10^{-12} BER (Bit Error Rate) értéktől tekinthető jónak. A transport streamek jellemzően az IP hálózat különböző útvonalain áthaladva érkeznek, így előfordulhat, hogy egyes TS-ek CRC hiba nélkül, míg mások hibákkal érkeznek. A hibák megoszlása segít a hibás átviteli szakasz helyének megtalálásában. Megjegyzés: Az Ethernet csomag CRC hibája nem tévesztendő össze a PSI táblák CRC hibájával!
- **A TTLmin és a TTLmax értékek figyelése:** Annak érdekében, hogy az Ethernet csomagok hibás működés esetén se keringjenek örökké az IP hálózaton, az adatcsomagba egy 0 és 255 közötti értékkel rendelkező TTL (Time to Live) változót építenek be. A változó értékét a routerek mindig eggyel csökkentik, a TTL = 0 értékű csomagot eldobják. A TS analízátor bemenetén figyelve a TTL értékét megtudhatjuk, hogy az adatcsomagok sokat vagy keveset keringtek a routerek között, mire az analízátor bemenetére érkeztek. A TTL figyelésének csak nagy kiterjedésű hálózatokban van jelentősége. A CableWorld termékek TTL=128 értékkel indítják útnak az UDP packeteket.

- **Packet Format:** A TS analízátor az UDP csomag feldolgozásánál jelzi, hogy hány (1-7) TS csomag található az UDP csomagban. Ez a mérési eredmény az ismeretlen adatfolyamok (pl. távolból érkező sportközvetítés) feldolgozásához nyújt segítséget, de időnként a hibakeresésben is jelentős szerepe van.
- **Arrival Time:** Az TS analízátor tárolja a bemenetére utoljára érkezett adatcsomag érkezési idejét. Az időpont kiolvasásának hibakeresésnél van jelentősége. Az adatból megállapítható, hogy az IP vonal, vagy a küldő készülék meghibásodása mikor történt.
- **Last Error Time Stamp:** A TS Analízátor a hibákat figyelve rögzíti az utoljára észlelt hiba időpontját is.

10.4. Az ASI bemenőjelek vizsgálata

Az ASI bemeneten érkező TS packetek hibái csak a packetek részletesebb vizsgálatával fedhetők fel, illetve a bemeneten kommunikációs üzenetek nincsenek, ezért a TS analízátor az ASI bemenőjelek vizsgálatánál csak a négy bemeneten érkező TS packetek összesített darabszámát méri. A mért adatból következtethetünk arra, hogy a bemenőjelek megközelítően rendszerben vannak-e. Az ASI bemenetek adatsebességének külön-külön mért értéke a transport streamek mérési eredményei között található. Az Arrival Time és a Last Error Time Stamp értéke az ASI jeleknél is kiolvasható.

10.5. A transport stream vizsgálata

A TS analízátor az Ethernet csomagokat TS packetekre bontja és az ASI bemenet pac-
ketjeivel együtt formai vizsgálatnak veti alá. E vizsgálatból a következő információkhoz juthatunk hozzá:

- **Sync error:** A DVB rendszerben minden packet a h47 értékű szinkron bájjal kezdődik. A szinkron hibák száma azt mutatja, hogy hány esetben volt eltérés ettől az értéktől. Igen gyakori, hogy a jelfeldolgozó készülékek a beérkező értéktől függetlenül átírják a szinkronbájt értékét, ezért a szinkron hibák többsége az átviteli úton keletkezik. A 38 Mbit/s sebességű adatfolyamban másodpercenként $38 / 8 = 4,75$ Mbájt érkezik. 188 bájtos packetekkel számolva másodpercenként kb. 25 000 szinkronbájt érkezik. Labor körülmények között, és a professzionális rendszerekben a napi és a hetes mérési intervallumok rendszerint hibamentesek. A műholdas és a földi vételben napi néhány szinkronhiba előfordulhat, de ezt a rendszer kijavítja, és az előfizetőknél még nem okoz észlelhető zavart. Ahol óránként több szinkronhiba is fellép, ott érdemes alaposabban körülnézni, ott valami nem működik megfelelően, ott valami nincs rendesen beállítva. Az IP átvitel során a szinkron bájt helye az adatcsomagon belül kötött. Az adatcsomagot feldolgozó áramkörök e helyekre automatikusan h47 értéket írnak, ezért az IP átvitelnél csak nagyon ritkán lehet szinkronhibával találkozni.
- **Sync Loss:** A digitális technikában ha egymás mellett csak egy-két szinkronhiba van, azt a rendszernek automatikusan javítania kell. 3 ... 5 szinkronhiba esetén már szinkronvesztésről beszélünk, ilyenkor újra kell indítani a szinkronbájt megkeresését. A szinkronvesztés jellemzően a kép és a hang rövid idejű megakadását, megállását okozza. A jól működő rendszerekben a szinkronvesztés jellemzően nem fordul elő. A műholdas és a földi vételben a légköri zavarok okoznak szinkronvesztést, de ezek a legtöbb esetben nem kivédhetők. Kisebb rendszerekben a műsorok átkapcsolása (pl. relés TS kapcsoló) szinte mindig

szinkronvesztéssel jár. Mivel az IP átvitelnél a szinkronhiba is csak különleges esetekben jön létre, szinkronvesztéssel gyakorlatilag nem lehet találkozni. Az adatsomag kötött felépítéséből (pl. 7 TS packet/UDP packet) adódóan az UDP packet elvesztése se szinkronhibát, se szinkronvesztést nem okoz. Mint látni fogjuk az UDP packetek elvesztése a Continuity Counter által jelzett folyamatosság hibában fog jelentkezni.

- **A folyamatossági vagy folytonossági hiba (Continuity Counter Error):** A TS packetek elvesztésének indikálására a TS packet negyedik bájtjába egy négy bites (0 ... 15) számlálót építenek be. A számláló neve: Continuity Counter. Ezt a számlálót az adott PID értéken küldő eszköz a többitől függetlenül állítja, így a folyamatossági vagy CC hiba mindig egy adott PID értékhez tartozik. Abban az esetben, ha az átviteli úton (pl. IP hálózatban) egész TS packetek vesznek el, szinkronhibát vagy szinkronvesztést nem tapasztalunk, mégis hiba lesz a megjelenített kép vagy hang. Normálisan működő rendszerben CC hiba nem lehet. Ha a csatlakozó kihúzásával megszakítjuk az adatfolyamot, a kontaktusok bizonytalan bontása miatt egy vagy több CC hiba keletkezik. Visszadugva ismét hibák keletkeznek. Az adatfolyam egyszeri megszakítása csak eggyel növeli a CC hibák számát. A CC hibák esetében mindig a korábbi állapothoz képest kell vizsgálni a hibák számát. Ha a hibák száma most nem változik, most nincs packet vesztés. Ha a hibák száma az elmúlt órában növekedett, ismeretlen számban packetek vesztek el. Több műsort tartalmazó TS-ben lehet, hogy az egyik műsor CC hibás, a másik nem. Több forrásból összeállított TS esetében a CC hibából arra is lehet következtetni, hogy hol keletkeznek a hibák. Például, ha csak az IP-n érkező sport műsorban van CC hiba, akkor a hibák az IP vonalon keletkeznek. A CC hibák a műholdvevők, a földi vevők és az ASI vonalak hibás működését is szemléletesen jelzik. A CC hibák keletkezésének különleges esete a PID ütközés, amikor (remapping művelettel) két streamet irányítunk ugyanarra a PID értékre. Ezt a hibát a CC hibák számának gyors emelkedése jelzi.
- **Adat továbbítási hiba, TSP Error:** A nagyfrekvenciás modulátorokon és demodulátorokon keresztül továbbított adatfolyamban sokkal könnyebben keletkezik adathiba, mint ha azt egy rézvezetéken továbbítanánk. A QPSK, QAM, OFDM stb. modulátorokban a hibák kijavítására hibajavító áramköröket (pl. Reed-Solomon hibajavító) építenek be. Abban az esetben, ha olyan sok hiba keletkezik, hogy azt a vevő hibajavító áramköre már nem tudja kijavítani, a hibajavító áramkör a TS packet második bájtjában az MSB bitet 1 értékre állítja. E bit neve: Transport Error Indicator, és azt jelzi, hogy az adott packetben hibás adatok lehetnek. Jól működő rendszerben e bitek 0 értéken állnak, a packetek hibátlanok. A műholdas és a földi vételben jellemzően nagy hóesés és viharos esőzések idején találkozunk ezzel a hibával. Kábeles átvitelnél (QAM) erősítők túlvezérlése, intermodulációs torzítások és hasonló rendszerhibák esetén látjuk a TSP bitet kisebb-nagyobb számban 1-re állítva. A TSP Error hibák számának folyamatos növekedése azt jelzi, hogy a hiba most is fenn áll. Amikor a hibák száma nem nulla, de nem is emelkedik, arra lehet következtetni, hogy a múltban volt valamilyen zavaró körülmény.

A Sync Error, a CC Error és a TSP Error hibák számának a transport streamen belül PID értékek szerinti bontásban és a transport stream egészére vonatkoztatva is nagy a jelentősége, ezért a CW-4957 TS Analyzer a 64 bemeneti stream esetében e hibákat előbb a transport streamekre bontva számlálja, majd a PID analízátorban ugyanezen hibák számát a PID értékekhez kötve is számolja. A TS szerinti adatokból gyorsan megállapítható, hogy szükség van-e rész-

letesebb vizsgálatra, a PID szerinti adatokból gyakran lehet következtetni a hiba helyére. A PID szerinti adatokat rendszerint csak a hibakeresés folyamatában használjuk.

10.6. A transport stream PID szerinti vizsgálata

A packet fejlécében elhelyezett azonosító (**Packet Identifier**) mutatja meg azt, hogy az adott packet melyik adatfolyamhoz (pl. video, audio stb.) tartozik. A packetek PID érték szerinti eloszlásából tudhatjuk meg azt, hogy az általunk kívánt adatfolyamok benne vannak-e a transport streamben. Ne feledjük, hogy a PSI táblákból kiolvasható PID értékek a vevőkészülékek számára adnak eligazítást, a transport stream analizálásnál ennél többre, a valós állapotra vagyunk kíváncsiak. Az analizálás során azt is fel kell fedni, ha a transport streamben titkos vagy felesleges packetek is vannak. A CW-4957 TS analizátor a 64 bemeneten érkező valamennyi packetet folyamatosan vizsgálja és rögzíti, hogy az melyik bemeneten, milyen PID értékkel és milyen esetleges hibával érkezett. A PID szerinti analizálás mérési eredményeit a következők szerint használhatjuk fel:

- **A PID értéken érkezett packetek darabszáma:** A PID analizátor a 8192 PID érték mindegyikéhez egy-egy 64 bites számlálót rendel. A számláló nulla állapota azt mutatja, hogy e PID értéken packet nem érkezett, a nullánál nagyobb szám a bekapcsolás vagy a számláló törlése óta érkezett packetek darabszámát mutatja. A darabszám kiolvasásával egy időben a belső óra állását is visszakapjuk, így két egymást követő kiolvasás lehetőséget ad az adatsebesség kiszámítására. VBR streamek esetében a pillanatnyi adatsebesség nagymértékben függ annak az időkapunak a nagyságától (pl. 100 ms, vagy 1 sec), amelyben a mérést végezzük. A hardver az elképesztően kicsi 1 ms-os időkapu megvalósítására is lehetőséget ad. A ciklikus kiolvasással felrajzolt görbe a VBR streamek adatsebességének változásáról ad tájékoztatást. A műsorszolgáltatók egyre gyakrabban érdeklődnek, hogy az általuk kifizetett adatmennyiség a VBR stream formában ténylegesen továbbításra került-e. A packetek darabszámából a napi, heti, havi átlagok igen pontosan kiszámíthatóak. A 64 bites számláló a packetek darabszámát számolja, így még a HD műsorok esetében is igen nagy idő intervallumban képes a készülék a mérés hibátlan elvégzésére.
- **CC Error:** A TS szintű CC Error számláló 32 bites, a PID szintű számláló csak 28 bites. A kiegészítő 4 biten mindig a Continuity Counter pillanatnyi állapotát láthatjuk. A PID szintű CC hibák igen hasznosak a hibák helyének megkeresésére indított folyamatban. Ne feledjük, hogy a CC hibák számának gyors emelkedése a legtöbb esetben PID ütközésből (két streamet küldünk – PID remapping – ugyanarra a PID értékre) adódik.
- **TSP Error:** A TSP Error számlálója PID szinten 16 bites, értékének akkor van nagy jelentősége, ha a vizsgálat folyamatában éppen növekszik.
- **Sync Error:** A Sync Error számlálója PID szinten 16 bites, értékének akkor van jelentősége, ha a vizsgálat folyamatában éppen növekszik vagy a tárolt darabszám kis értékű.
- **Scrambled Packet – a packet kódolt állapotának jelzése:** A PID szerinti analízisben a hardver 1 biten jelzi, ha az adott PID értéken a „Scrambled Packet” jelzés előfordult. E jelzésnek csak a mélyebb szintű analízisben van jelentősége.
- **A PCR jelenlétének jelzése:** A PID szerinti analízisben a hardver 1 biten jelzi, ha az adott PID értéken a PCR időbélyeg előfordult. E jelzésnek is csak a mélyebb szintű

analízisben van jelentősége.

- **Last Packet – az utolsó packet beérkezésének időpontja:** A hardver minden PID értéknél tárolja az utolsó packet beérkezésének időpontját. Az adatnak egy közvetítés megszakadása, vagy összetett műsorok (helyi műsor bekapcsolása, éjszakai műsor elindítása stb.) esetében az átkapcsolások időpontjának megfigyelése és rögzítése esetén van jelentősége.
- **Last Error – az utolsó hiba időpontja:** Az adott PID értéken utoljára előfordult hiba időpontjának rögzítése a minőségi jellemzők meghatározását, a hibamentes intervallum bizonyítását szolgálja.
- **Max Distance – a két packet közötti legnagyobb távolság:** A két packet között mért legnagyobb időtávolság ismeretének a hibakeresésben, és különösen az IP átvitelnél fellépő átviteli egyenetlenségek (átmeneti vonal szakadás, vonal túlterhelés) bizonyításában van jelentősége.

A PID szerinti mérési eredmények felhasználási területe kettős. Mint láttuk, a mérési eredmények egy részéből hasznos információk nyerhetők az átvitel jellemzőire vonatkozóan, a mérési eredmények másik része a transport stream tartalmával kapcsolatban szolgál hasznos információkkal. Bonyolultnak tűnhet a 8192 PID értéken mért packetek darabszámának, illetve ebből számítva az adatsebességek értékének megtekintése, mégis ezek figyelése a legtöbb esetben nélkülözhetetlen. A kiértékelést könnyíti, hogy a legtöbb szoftver azokat a PID értékeket, amelyen nem érkeztek packetek nem tünteti fel táblázatában.

A transport streambe jellemzően 50 ... 200 „stabil” adatfolyamot építenek. Amikor a PID táblázaton azt látjuk, hogy a TS-ben igen sokféle PID érték van, és nagyon sok azon PID értékek száma, amelyen csak néhány packet érkezett, a meghibásodás egy különleges esetével állunk szemben. E különleges jelenséget az okozza, hogy az átvitel során a packeten belül éppen a PID értékét szállító bitek hibásodnak meg, így a vételi oldalra módosult PID értékkel érkezik a packet. A meghibásodás véletlenszerűségéből adódik, hogy a módosult PID értékek is elszórtan jelentkeznek. Természetesen amelyik adatfolyamból hiányzik ez a packet, ott a CC hibák száma nő. Az áramköri meghibásodásoknál, vagy a párhuzamos átvitelnél a csatlakozó és/vagy kábel hibáknál a hiba helyére is lehet következtetni a PID értékek részletesebb elemzésével.

Jól működő rendszer esetén a gyakorlattal rendelkező szakember számára igen beszédes a PID értékek táblázata, és ezen belül az adatsebességek nagysága. Igyekezzünk gyakorlatot szerezni abban, hogy mi a fontosabb PID értékek szerepe. Például:

- A legfontosabb tábla – a PAT – a PID = 0 értéken érkezik, ennek hiányában a vevőkészülékek nem működnek.
- PID = 17 értéken továbbított SDT táblában van a műsorok neve, ennek hiányában a vevőkészülékek többsége nem tudja tárolni a műsor jellemzőit. Az SDT hiányában nem működnek a túlzottan intelligensre tervezett jelfeldolgozó készülékek (pl. remultiplexerek, tv-vevőkészülékek) sem.
- Az EPG-t csak akkor keressük a TS-ben, ha a PID = 18 értéken látjuk a packetek érkezését.

Ennél nehezebb az adatsebesség adatok kiértékelése, de jó tudni, hogy a táblák kis adatsebességgel kerülnek továbbításra (n kbit/s), a hang adatfolyamok sebessége a 10 és 100 kbit/s érté-

kek nagyságrendjében mérhető, a videó adatfolyamok napjainkban a legtöbbször változó értékűek (VBR) és jellemzően a következő tartományban mozognak:

- az MPEG-2 / SD műsorok esetében 2,5 ... 4 Mbit/s,
- az MPEG-2 / HD műsorok esetében akár a 20 Mbit/s értéket is elérhetik,
- az MPEG-4 / SD műsorok esetében 1,5 ... 3 Mbit/s,
- az MPEG-4 / HD műsorok esetében jellemzően 6 ... 10 Mbit/s érték alatt.

Az EPG adatsebessége igen változó, jellemzően a szolgáltató koncepciójának függvénye. Számos streamben alig található EPG-t tartalmazó packet, míg másokban 1 ... 2 Mbit/s adatsebességet is biztosítanak az EPG továbbításához.

A videó stream adatsebességének grafikonon való megjelenítése jól szemlélteti a statisztikus remultiplexer működését a műsor tartalmának függvényében. E vizsgálatnál célszerű az idődiagram értékeket a kép egyidejű megtekintése mellett szemlélni. A táblák adatfolyamainak idődiagramja csak a mélyebb szakmai ismeretekkel rendelkezők számára hordoz információt a remultiplexerek és hasonló készülékek működéséről.

10.7. A Program Specific Information – PSI vizsgálata

A vevőkészülékek működéséhez feltétlenül szükséges, hogy a transport streamben különböző információ hordozó és vezérlő adatfolyamok is legyenek. Ezeket nevezzük összefoglaló néven program specifikus információknak, amelyeket szabványban rögzített szerkezetű táblákban juttatunk el a vevőkészülékhez. Az analízálási folyamat döntően azzal foglalkozik, hogy ezek az adatok a vevő számára megfelelő formában vannak-e kiküldve, de nem feledkezik meg arról, hogy a táblák vizsgálatán keresztül különleges lehetőségünk nyílik a meghibásodások vizsgálatára.

A packeten belüli adat bájtok tetszőleges értékeket vehetnek fel, így nehezen állapítható meg, hogy azok az átviteli úton megtartották-e eredeti értéküket, vagy esetleg módosult az értékük, azaz meghibásodtak. Mivel a táblák felépítése kötött, lehetőség volt a tábla végén egy hibajelző 4 bájtos CRC elhelyezésére. A vételi oldalon ezt a 4 bájtos CRC értékeket figyelve mintavételelesen kaphatunk képet arról, hogy volt-e adatváltozás az átvitel során. Abban az esetben, ha mindegyik CRC hibásnak mutatkozik, már ne az adatok meghibásodásában keressük a hibát, hanem ellenőrizzük le, hogy az adó oldalon helyes-e a CRC érték beírása.

A transport streambe ültetett táblák hossza változó és gyakori, hogy a továbbítandó adatmennyiség nem fér bele egy packetbe. A nagyobb adatmennyiségek továbbíthatósága érdekében a táblák tartalmát szekciókra bontották. Egy tábla legfeljebb 256 szekcióból állhat, a szekciók hossza 1020 bájtól hosszabb nem lehet. A szekciók számozása 0-nál kezdődik és 255-ig tart, kivéve az EIT (EPG) táblát, amelynél a szekció hossza négyszer nagyobb lehet és a számozásnak nem kell folyamatosnak lennie. Az általánosan használt táblák esetében a rövid szekció egyetlen packettel is továbbítható, a legnagyobb – CRC-vel együtt 1024 bájtnyi méretű – szekció továbbításához 6 darab TS packetra van szükség.

10.8. A táblákat vizsgáló modul kialakítása a CW-4957 TS analízátorban

A transport streambe épített táblák száma és mérete folyamatosan nő, a bennük szállított információ olyan nagy mennyiségű, hogy azt folyamatosan ellenőrizni nem lehet. A CW-4957 TS analízátor hardvere bemenetenként 128 – 128 Ring Buffer egységben tárolja a

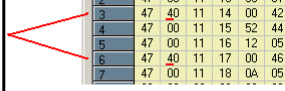
PID, Table Id és Service Id alapján szűrt packeteket. Egy-egy Ring Buffer 32 darab TS packet tárolására képes és a packetek tartalma mellett azok beérkezési idejét is tárolja. A Ring Buffer elv biztosítja azt, hogy a tárolóban mindig az utoljára beérkezett 32 packetet látjuk. A 32 packet kiolvasását követően a PC-n futó szoftver feladata a szekció összeállítása, az adatok kiértékelése.

A kiemelkedően nagyméretű táblák packetjei nem férnek el a 32-es Ring Buffer-ban, ezekhez a nagyméretű Ring Buffer-ek egyikét kell igénybe venni. Mivel a 8 Mbájt méretű Ring Buffer-ból csak négy darab van a készülékben, a valós idejű analízis csak a felhasználó által kiválasztott adatfolyamokra biztosított. A Ring Buffer kiolvasása gyors, így a hardver a valós idejű, minden packetre kiterjedő analízis lehetőségét is biztosítja a szoftver számára, ha a számítógép sebessége ezt lehetővé teszi.

10.9. A szekció összeállítása a táblák vizsgálatához

A tábla vizsgálatának első lépése a szekciók összeállítása. A tábla fejlécét vizsgálva a Payload Unit Start Indicator bit mutatja azt, hogy hol kell kezdeni a kiolvasást. A 10.1. ábrán a szabványból kivágva mutatjuk a bitek jelentését, mellette a packetek fejlécében jelöltük a kezdő packeteket (Payload Unit Start Indicator = 1) az SDT táblák esetében.

sync_byte	8	bslbf
transport_error_indicator	1	bslbf
payload_unit_start_indicator	1	bslbf
transport_priority	1	bslbf
PID	13	uimbsf
transport_scrambling_control	2	bslbf
adaptation_field_control	2	bslbf
continuity_counter	4	uimbsf



Packet	1	2	3	4	5	6	7	8
1	00	11	12	55	01			
2	47	00	11	13	55	01		
3	47	40	11	14	00	42		
4	47	00	11	15	52	44		
5	47	00	11	16	12	05		
6	47	40	11	17	00	46		
7	47	00	11	18	0A	05		

10.1. ábra

A Packet Header a szabványban és a valóságban

A szekció elejét olvasva a Section Number mutatja, az adott szekció számát a sorozatban, illetve a Last Section Number értékéből tudhatjuk meg, hogy a sorozat hány szekcióból áll összesen. A Section Length nevű adat mutatja a szekció hosszát, ebből tudjuk meg, hogy a következőkben hány packet adatából kell összeépíteni a szekciót. A 32 packetes Ring Buffer rendszert használva a teljes szekció biztosan összerakható, ha 16 vagy kevesebb packetből áll a tábla. Nagyobb méretű táblák esetében az ismételt kiolvasással is begyűjthető a szekciók összerakásához szükséges táblák mennyisége.

11. A transport stream üzemi vizsgálata, a hibajelzések konfigurálása

A CW-4957 típusú 64 Channel Real-Time TS Analyzer egyaránt alkalmas a 64 bemenő-jel jellemzőinek részletes, mérnöki jellegű vizsgálatára és a bemenőjelek üzem közben előforduló hibáinak folyamatos figyelésére és jelzésére. Az **ETSI TR 101 290 Analysis – Alarm Settings** lapra lépve a táblázat az IP Connection List-ből kiolvasva mutatja a bemenetekhez rendelt streamek adatait. A felhasználó feladata megadni azt, hogy mely jellemzők milyen hibaértéket elérve generáljanak hibaüzenetet. A konfiguráció javasolt lépései:

a. A **Tested** oszlop négyzeteire kattintva jelöljük be azt, hogy mely bemenetek jelét kívánjuk megfigyelni. A kattintás hatására a kijelzés mindig ellenkezőjére vált. A szoftver csak a „Yes” feliratot tartalmazó sorokban észlelt hibákról fog hibaüzenetet küldeni.

b. A konfiguráció következő lépéseként azt kell bejelölnünk, hogy a bemenetre érkező stream mely jellemzőit kívánjuk megfigyelni. Ahol az „A” jelű (Analized) oszlopban „X” jel látható, a szoftver az adott jellemző nagyságát folyamatosan figyelni fogja. A jelzés beírása és törlése itt is eger kattintással történik. A kattintás hatására a jelzés mindig ellenkezőjére vált.

c. A konfiguráció harmadik lépése azoknak a határértékeknek a megadása, amelyeknek átlépésénél hibajelzést kérünk. A **View Alarm Settings** gombra kattintva az aktuális beállítások és határértékek válnak láthatóvá. A szoftver a riasztások határértégeit és beállításait a Limit290.ini fájlban tárolja, a Restart gombra kattintva e fájl tartalma töltődik be.

A határértékek és beállítások módosításához **View Alarm Settings** gombra kattintva te-
gyük láthatóvá az aktuális értékeket, majd igény szerint módosítsuk azokat. A módosítások után az **Apply and Save Alarm Settings** gombra kattintva léptessük életbe és mentjük a változtatásokat. Fontos megjegyezni, hogy ezek a beállítások kiemelten védettek, csak itt menthetők, a Save Settings és Save Settings and Exit műveletnél nem kerülnek mentésre.

A Save as ... és a Load from ... menük használatával a riasztási beállítások tetszőleges név alatt menthetők, illetve tetszőleges helyről betölthetők. A betöltést követően az Apply and Save Alarm Settings gomb megnyomásával aktiválhatjuk a betöltött értékeket. Az **Edit/Load default Limits and Settings for Alarm Platform** menü akkor hasznos, ha e több száz határértéket a gyártó határértékeiből kiindulva kívánjuk megadni. A határértékek módosítása után a Restart gombbal indítsuk újra a vizsgálati folyamatot.

A CW-4957 típusú TS Analyzer a 64 bemeneti stream jellemzőit folyamatosan méri és tárolja. Az SW-4957 szoftver a tárolt adatokat ciklikusan kiolvasva végzi azok kiértékelését. A kiolvasási és kiértékelési ciklusok ismétlődési idejét a felhasználó a Repetition Time értékének megadásával tudja beállítani. A javasolt érték néhány másodperc. Kisebb számú jellemző figyelésénél ez az érték kisebb lehet, sok jellemző egyidejű figyelésénél az ismétlési időt elegendően nagyra kell választani annak érdekében, hogy a vizsgálatok ezen idő alatt elvégezhetőek legyenek. Abban az esetben, ha a szoftver a jelölt méréseket a beállított ismétlődési idő alatt nem tudja befejezni, automatikusan megnöveli a beállított értéket és jelzi a növelés mértékét.

Az SW-4957 szoftverben a TS jellemzőinek vizsgálata az ETSI TR 101 290 szabvány ajánlásához igazodva a következők szerint került kialakításra:

1.1. Sync Lost - a szinkronvesztés vizsgálata

A szinkron elvesztése elsősorban nagyfrekvenciás demodulátorok ASI kimenetén tapasztalható. A hibát többségében az átviteli közeg megváltozása (vihár, hóesés) okozza. Hiba-jelzés küldése akkor célszerű, ha 10 másodperces leolvasási ciklust választva a hibák száma meghaladja a 3 ... 5 darabot.

A vétel megszakadása esetén szinkronvesztés nincs. IP átvitelnél a szinkronvesztés csak nagyon ritkán, különleges áramköri hibáknál fordul elő, ezért üzemszerű működés közben fellépő problémák jelzésére alkalmatlan.

1.2. Sync Error - a szinkronhibák vizsgálata

Szinkronhibák jellemzően adathibákból adódnak. A kettőnél több, egymás melletti szinkronhiba szinkronvesztést is okoz, ezért gyakori, hogy a szinkronhibák száma a szinkronvesztés kétszerese.

Fontos megjegyezni, hogy IP átvitel esetén az UDP csomag szabványosított adatszerkezete miatt a szinkronhiba és a szinkronvesztés a gyakorlatban nem lép fel. A szinkronhiba is csak korlátozottan használható üzemszerű működés közben fellépő problémák jelzésére.

1.3. PAT Error - a PAT hibáinak vizsgálata

Napjainkban a digitális technika fejlett berendezései igen ritkán szolgáltatnak hibás PAT táblát. Az SW-4957 szoftver által jelzett

- hibás Table Identifier és
- scrambled PAT

események számlálója többnyire csak a TR 101 290 ajánlásainak megvalósítására hivatott. Ezen események figyelését csak különleges esetekben javasoljuk.

1.4. Continuity Counter Error - folytonossági hiba

A CC Error hibák száma mind az ASI, mind az IP átvittel működő rendszerekben ki-válóan jelzi, ha az adatok továbbításában szakadás következik be. Az SW-4957 szoftver e helyen a különböző PID értékeken mért CC hibák összességét jelzi, ezért a stream rövid megszakítása kisebb hibaszámmal jelentkezik az SPTS, és nagyobb hibaszámmal az MPTS streamben. Tapasztalataink szerint a CC hibák vizsgálatánál a 10 és 100 közötti határérték be-állítás ad jó megoldást, de ne riadjunk vissza, ha 100 feletti érték beírása mutatkozik megfelelőnek.

1.5. Table Error - táblák és streamek hiányának vizsgálata

A PMT táblák TR 101 290 szerinti folyamatos vizsgálata meglehetősen nagy és bonyolult feladat a hardver számára, ezért az SW-4957 szoftver módosított vizsgálatot valósít meg. Az 1.5 jelzésű oszlopba azt a PID értéket kell beírni, amelynek jelenlétét vizsgálni kívánjuk. E vizsgálatból akkor kapunk hibaüzenetet, ha az adott PID értékkel a vizsgált időtar-tamban egyetlen packet sem érkezett be. Mivel a PID értéke szabadon adható meg, a vizsgálat bármely tábla vagy elementary stream megfigyelésére beprogramozható. Alapbeállítás a PID=0 érték (a PAT jelenlétének figyelése).

1.6. PID Error - a PID értéken érkező packetek darabszámának vizsgálata

A PID Error vizsgálat az 1.5. oszlopban beállított PID értéken figyeli a beérkező packetek számát. Határértékként egy darabszámot kell megadni. A szoftver hibajelzést ad, ha a vizsgált intervallumban a beérkezett packetek darabszáma nem éri el ezt az értéket.

2.1. Transport (TSP) Error - adattovábbítási hiba

A demodulátor hibajavító áramköre a Transport Error Bit „1”-re állításával jelzi, ha a packetben nem sikerült az összes hiba kijavítása. E hibák száma jól jellemzi az átviteli út minőségét. A szoftver hibajelzést ad, ha a hibák száma a vizsgált idő intervallumban átlépi a felhasználó által megadott értéket. A javasolt határérték: 10 ... 100.

2.2. CRC Error - adatátviteli hiba

A táblák végén elhelyezett CRC jó lehetőséget nyújt a packetek adataiban keletkezett hibák mintavételes vizsgálatára. A szoftverben hibaüzenetet kapunk, ha a vizsgált időtartamban a PAT, SDT és NIT táblákban talált hibák száma meghaladja az itt beállított határértéket.

Az ETSI TR 101 290 ajánlásai alapján a CableWorld további 6 olyan mérést állított össze, amely jól használható a digitális rendszerek üzemeltetése során keletkező hibák indikálására. Ezen mérések a CW-1.1 ... CW-1.6 jelű oszlopokban találhatóak.

CW-1.1. Input Data Rate min - A bemeneti adatsebesség alsó határának figyelése

A szoftver hibajelzést küld, ha a vizsgált időtartományban a bemenet adatsebesség értéke nem érte el a határértékként megadott számot. A vizsgálat jól használható állandó adatsebességgel dolgozó modulátorok és demodulátorok működési rendellenességeinek kijelzésére.

CW-1.2. PID Scrambled - A scrambled állapot figyelése

A vizsgálat bemeneti adata egy PID érték. A szoftver hibajelzést ad, ha a packet fejlécében elhelyezett két bit „Scrambled” állapotot jelez. A vizsgálat CAM-ok működési problémáinak jelzéséhez használható.

CW-1.3. PID CC Error - A folyamatossági hibák figyelése adott PID értéken

A szoftver hibajelzést ad, ha a CW-1.2.-ben beállított PID értéken a CC hibák száma meghaladja a határértékként megadott számot. A vizsgálat elementary streamek hibáinak kijelzéséhez készült.

CW-1.4. PID Data Rate min - Elementary stream adatsebességének figyelése

A szoftver hibajelzést ad, ha a CW-1.2.-ben beállított PID értéken a stream adatsebessége nem éri el a beállított határértéket. A mérés elsősorban VBR streamek továbbítási hibáinak kijelzéséhez készült.

CW-1.5. PID distance - PID értékek közötti távolság maximumának figyelése

A szoftver hibajelzést ad, ha a CW-1.2.-ben beállított PID értéken továbbított packetek közötti távolság átlépi a beállított határértéket. A vizsgáló áramkör 1 ms-os felbon-

tással dolgozik és néhány órás távolságot is jelezni képes. A packetsorozat végleges megszakadása nem generál hibajelzést. A vizsgálattal az IP hálózaton fellépő adattovábbítási egyenetlenségek indikálhatóak.

CW-1.6. PID Appear - Elementary Stream megjelenésének figyelése

A szoftver hibajelzést ad, ha az oszlopban megadott PID értéken packet érkezik. A vizsgálat különleges alkalmazásokhoz (például streamek, üzenetek érkezésének jelzéséhez) készült.

Kiegészítő információk:

A Restart gomb megnyomása automatikusan törli a TS analízátor számlálóit, tárolóit és egy új vizsgálati folyamatot indít. Az új folyamat első lépéseként a tárolt beállítások és határértékek kerülnek betöltésre. Mivel a legtöbb méréshez két mérés eredményére van szükség (például adatsebesség mérés, vagy a hibák száma a vizsgált időtartományban) a mért értékek és a hibajelzések csak a második ciklus után jelennek meg, azaz nem hiba ha több másodpercet is várni kell az első adatok megjelenésére.

Az Alarm Settings lapon a mérési folyamat közben is átválthatunk a határértékek megtekintésére, azaz lehetőségünk van a mért adatok és a határértékek üzemi közbeni összevetésére.

A Stop és Continue gombokkal a vizsgálati folyamat megállítható majd folytatható, azonban ilyenkor a szoftver a leállítási időtartamával megnöveli a megszakított vizsgálati időtartamot, azaz az időegységre eső hibák száma megnövekszik. E tulajdonságot kihasználva olyan új mérések is elvégezhetővé válnak, mint például a VBR adatsebesség vizsgálata, akár néhány perces időtartományban.

A mérések elvégzéséhez szükséges idő az igényelt mérések számával arányosan nő. Igaz, hogy a szoftver igen sok mérés elvégzésére képes, azonban jobban használható, áttekinthetőbb felületei rendszert kapunk, ha feleslegesen nem kérünk mérési adatokat a szoftvertől.

Az Alarm Settings lap táblázatán valamennyi mérési eredmény látható. Az Alarm Report lap csak a határérték feletti eredményeket mutatja. A bemenetenkénti Sync Lost, Sync Error, CC Error, TSP Error és Input Data Rate paraméterek a beállításoktól függetlenül minden ciklusban mérésre és kijelzésre kerülnek.

A ciklusidő értéke futás közben is módosítható, de az új érték nem kerül mentésre.

12. A TS analízátor konfigurálása egy lépésben

A transport stream analízátor üzembe helyezése megkívánja, hogy a felhasználó ismerje a készülék felépítését és működését, majd a mérések megkezdése előtt konfigurálja annak egységeit. E feladatok elvégzéséhez nyújt segítséget a One Touch Device Configurator lap.

A One Touch Device Configurator használata előtt a felhasználó feladata:

- Az IP Connection List elkészítése. Ebben a listában kell megadni azt, hogy mely streameket kívánjuk analízálni.
- A készülék IP címének beállítása, azaz a szoftver számára meg kell adni, hogy milyen IP címen lévő készüléket kell konfigurálnia.

A konfigurációs folyamat elindítása után a szoftver beállítja a TS analízátor óráját, törli az összes számláló és tároló egységet, mintát vesz a bemenőjelekből és ennek megfelelően konfigurálja a PSI analízátort, stb. A konfigurációs folyamat utolsó lépése a mérési folyamatok elindítása, a Start gomb megnyomása. A konfiguráció befejezését követően szabadon válogathatunk a különböző mérések között.

A készülék használatában jártas felhasználó egyes lépések elhagyásával kívánsága szerint rövidítheti a konfigurációs folyamatot.

13. Gyakran ismétlődő kérdések

14. Észrevételek, további információk

A készülékeinkkel és szoftvereinkkel kapcsolatos észrevételeket, megjegyzéseket örömmel fogadjuk a cableworld@cableworld.hu e-mail címen, javaslataikat és ötleteiket a további fejlesztéseinkben figyelembe vesszük. A készülékek alkalmazásával kapcsolatos további információk ugyanezen a címen kérhetők.

CableWorld Kft.