

SW-4875 OFDM Demodulator Quad Controller

Beállító- és ellenőrző szoftver a CW-4875 és a CW-4876 négyes OFDM demodulátorokhoz

Használati útmutató

Az SW-4875 OFDM Demodulator Quad Controller a CW-4875 típusú FTA és a CW-4876 Common Interface-szel szerelt készülékek vezérlő szoftvere. A szoftver a demodulátorok beállítása mellett számos lehetőséget kínál az átviteli jellemzők ellenőrzéséhez. A számítógép és a készülék közötti kapcsolatot a CW-Net biztosítja.

A CW-Net egy 100 Mbit/s sebességű Ethernet hálózat, amelyet az alkalmazott utasítások miatt nevezünk CW-Net-nek. A számítógép és a készülék Internet Protocol alatt, UDP/IP csomagokban kommunikál egymással. A készülék és a számítógép közvetlenül kroszkábelrel, switchen vagy más magasabb rendű kapcsoló eszközön keresztül pedig egyenes kábelrel kötendő össze.

A CW-Net kiépítésével és használatával foglalkozó eddigi anyagaink:

CW_Net.pdf	A CW-Net kiépítésével és működésével kapcsolatos alapismeretek.
CW_Net2.pdf	Általános ismertető és blokkvázlat a rendszerről
Using_CW_Net.pdf	A CW-Net üzembe helyezésének első lépései, a számítógép konfigurálása és tesztelése.
SW-4800	CW-Net Principal: szoftver a készülékek IP címeinek beállításához és a CW-Net működésének ellenőrzéséhez.
SW-4890	Computer Performance Tester: szoftver a számítógép beállításának és teljesítményének vizsgálatához.

A készülékek üzembe helyezésével kapcsolatos általános ismereteket tanulmányozzuk át a Using_CW_Net.pdf leírásban, majd olvassuk el a készülékhez mellékelt kezelési útmutatót. A kezelési útmutató honlapunkon is megtalálható. Az SW-4875 szoftver telepítése egyszerű, a telepítő exe futtatásán kívül további szoftverek telepítését nem igényli.

A számítógép beállításának, a szoftver telepítésének és a készülékkel való kapcsolat megteremtésének lépései a legegyszerűbb esetben:

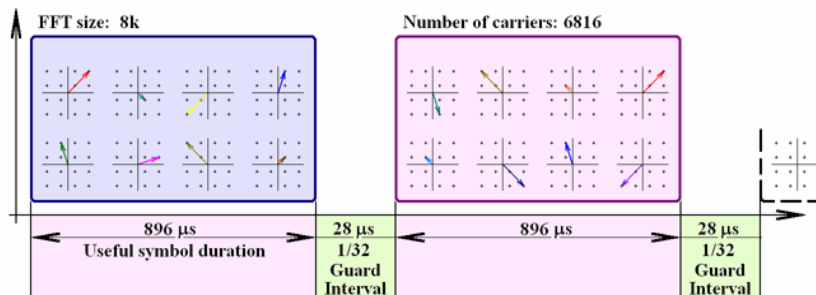
- Telepítsük számítógépünkre a szoftvert az SW_4875_setup.exe futtatásával.
- Állítsuk számítógépünket a 10.123.13.201 fix IP címre.
- Kössük össze a készüléket és számítógépünket kroszkábelrel (100Base-T).
- Kapcsoljuk be a készüléket.
- A készülékek a 10.123.13.101 IP címre állítva kerülnek kiszállításra.
- Indítsuk el a szoftvert az asztalon lévő ikonra kattintva.
- Állítsuk a szoftveren látható IP címet is 10.123.13.101-re és nyomjuk meg a Query gombot.
- Amikor minden rendben van, a szoftver azonnal kijelzi a készülék nevét és típusszámát.
- A készülék és a számítógép közötti kapcsolat meglétét a készülék előlapján látható Link feliratú zöld LED jelzi, adatforgalom esetén a sárga színű ACT feliratú LED villog.

Hiba esetén tanulmányozzuk a Using_CW_Net.pdf leírást. A készülék IP címének megváltoztatásához és a CW-Net kiépítéséhez, ellenőrzéséhez használjuk a CW-Net Principal szoftvert. Ameddig a készülék és a számítógép közötti kapcsolat nincs rendben nem lehetséges a munka megkezdése. A szoftver felépítése és részleges működése készülék nélkül is tanulmányozható, de működési jelenségeket nem fog produkálni.

1. Az OFDM átvitel elméleti alapjai

Az Orthogonal Frequency Division Multiplexing, röviden OFDM moduláció esetén a digitális információt több ezer vivő segítségével visszük át. A vivők száma 2k üzemmód esetén 1704, 8k esetén 6816. A vivők távolsága 8 MHz sávszélesség és 2 k esetén 4,46 kHz, 8k esetén 1,12 kHz. A vivők többségén hasznos adatokat viszünk át, kisebb részüket pilot vivőként alkalmazzuk és néhányat az adás paramétereinek (Transmission Parameter Signalling – TPS) jelzésére használunk. 8k esetén a hasznos vivők száma 6048, a pilot vivők száma 701, a TPS adathordozók száma 68.

A hasznos adatokat szállító vivőkön QPSK, 16QAM vagy 64QAM modulációval történik az adatátvitel, azaz mindegyik vivő az általa szállítandó adathoz tartozó amplitúdó és fázis helyzettel kerül továbbításra. A vivők egy-egy ilyen amplitúdó- és fázis állapota 2k esetén 224 μ s, 8k esetén 896 μ s-ig áll fenn a 8 MHz-es rendszerben. Ezeket az állapotokat nevezzük szimbólumoknak, a hozzá tartozó időt pedig hasznos szimbólum időnek. A 6 MHz-es és a 7 MHz-es rendszerekben a vivők száma azonos, a szimbólum idő arányosan nagyobb, a vivők egymáshoz közelebb helyezkednek el. A szimbólumokat a könnyebb megkülönböztethetőség érdekében védelmi idővel választjuk el egymástól. A védelmi idő nagysága a hasznos szimbólum idő 1/32, 1/16, 1/8 vagy 1/4 értéke lehet. A tényleges szimbólum idő a védelmi idő és a hasznos szimbólum idő összege. Az OFDM moduláció lényegét az 1. ábrán szemléltetjük.



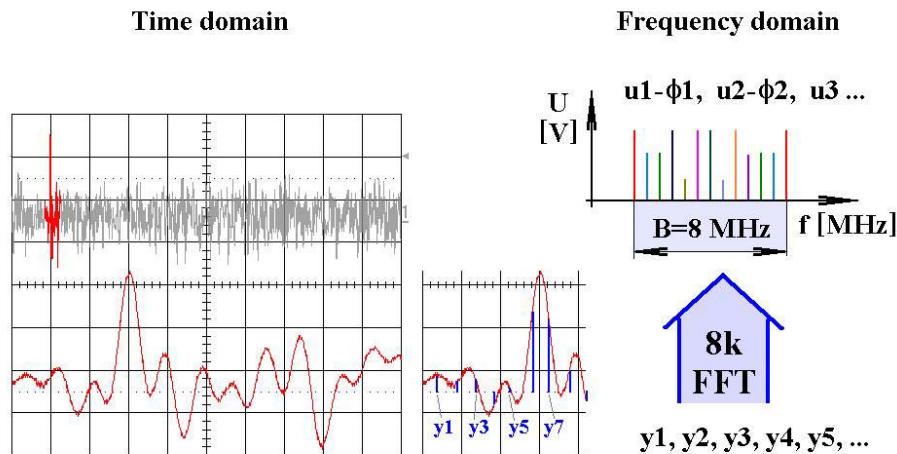
1. ábra

Az OFDM szimbólumokban továbbított vivők és a védelmi idő szemléltetése 8k esetén

Az OFDM jel megvalósításához egy gyors számítógépet használunk. A számítógép feladata a kimeneti digital-analóg konverterre olyan vezérlő adatok küldése, amelyek a fenti modell szerinti kimenőjelet eredményezik. A modulátorok és demodulátorok legfontosabb eszköze az Inverse Fast Fourier transzformáció, pontosabban a vételi oldalon a Fast Fourier transzformáció. A 2k és a 8k üzemmód a diszkrét jelekre alkalmazott FFT alappontjainak számát adja meg.

Az OFDM jel demodulálása fordított sorrendben történik. Első lépésben a VHF-UHF sávú bemenőjelet 36 1/6 MHz-es középfrekvenciára keverjük, majd ott mintavételezzük. A középfrekvenciára kevert OFDM jel oszcilloszkópon megjelenített alakja a 2. ábra bal oldalán látható. Az alsó piros görbe a felső kép kinagyított része.

A mintavételezést végző A/D konverter által szolgáltatott, az időtartománybeli folyamatot leíró y_1 , y_2 , y_3 , ... minta adatokból Fast Fourier transzformáció segítségével kapjuk meg a frekvenciatartománybeli viselkedést leíró adatokat. Itt a frekvenciatartományban a vivők frekvenciája ismertnek tekinthető, a számunkra szükséges adat az egyes vivők amplitúdó és fázis helyzetét leíró $u_1-\phi_1$, $u_2-\phi_2$, $u_3-\phi_3$... adatkár sorozat. Ezen adatkár adják vissza számunkra az egyes vivőkhöz rendelt bitkombinációkat. QPSK moduláció esetén 2, 16QAM esetén 4, 64 QAM esetén vivőnként 6 bit adathoz jutunk a demodulátorban.

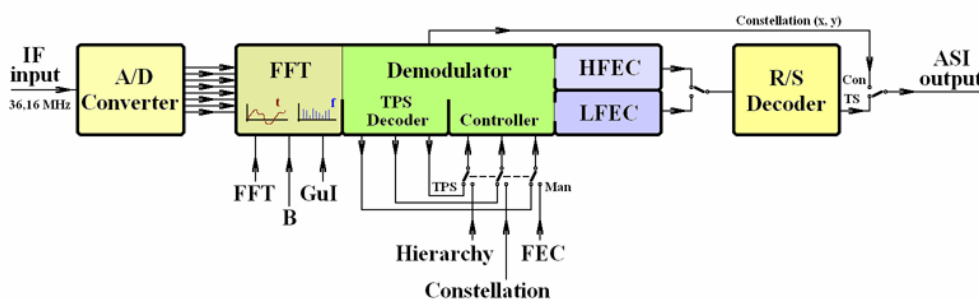


2. ábra

Az OFDM jel mintavételezése és a frekvenciatartományba történő konvertálása a demodulálás folyamatában.

A Fast Fourier transzformációt követő adatszétválasztás során már lehetőségünk van arra, hogy külön kezeljük a hasznos adatokat hordozó vivők adatait a pilot- és a TPS vivők adataitól. Az OFDM jel demodulálása során egyetlen adathoz sem juthatunk hozzá addig, amíg e pontra el nem érkezünk. Ezen állapot eléréséhez, a Fast Fourier transzformáció lefolytatásához a jel frekvenciájának értékét (pl. 474 MHz), a jel sávszélességét (pl. 8 MHz), az alkalmazandó FFT méretét (pl. 8k), a védelmi idő nagyságát (pl. 1/32) és a spektrum állását (normál/inverz) a demodulátor számára meg kell adni. A demodulátorokban e területen alkalmazott valamennyi auto üzemmód valamilyen trükk, például próbálgatásos módszer stb. alkalmazásán alapszik.

A demodulálást e pontról folytatva, a TPS adatok már kiolvashatók és segítségükkel lehetőségünk nyílik a hierarchikus üzemmód, a konstelláció és a FEC adatok automatikus üzemmód beállításaként történő alkalmazására. A pilot vivők adatai a demoduláció tökéletesítésére, a reflexiók hatásának kiküszöbölésére stb. kerülnek felhasználásra. Az OFDM demodulátor blokkvázlatát a 3. ábrán szemléltetjük.

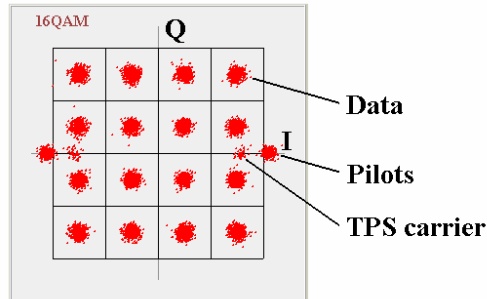


3. ábra

A CW-4875 és a CW-4876 OFDM demodulátorának blokkvázlata.

A Fast Fourier transzformáció eredményeként kapott adatfolyam amplitúdó- és fázis adatai polár koordináta rendszerben (u, ϕ) adják meg a vivők helyzetét. Az adatokat x, y koordinátákra átszámítva és a vektorok végpontját ponttal ábrázolva kapjuk meg a konstellációs diagramot. A 4. ábra 16 QAM moduláció esetén mutatja be az összes vivő állapotát ábrázoló konstellációs diagramot.

A konstellációs diagramon jól látható a 16QAM modulációnak megfelelő 16 állapotban elhelyezkedő, adatot szállító vivők vektorának helyzete. A 4. ábrán a kevésbé ismert TPS vivők és a pilotként használt vivők helyzetét megjelölő pontokat felirat mutatja.

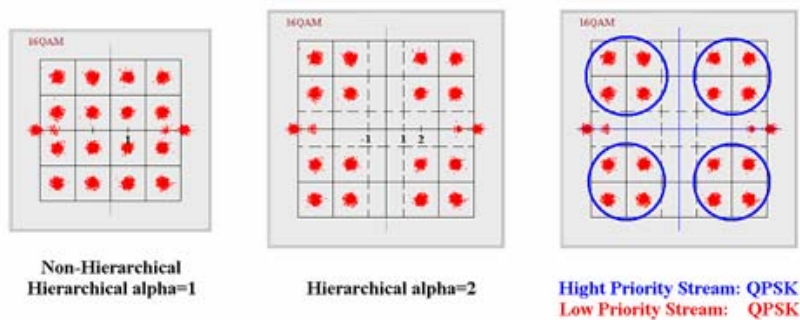


4. ábra

Az OFDM jel konstellációs diagramja a 6048 hasznos vivő 16QAM modulációja esetén.
A felvétel az SW-4875 szoftver felhasználásával készült.

OFDM moduláció esetén a hasznos adatokat szállító vivőket QPSK, 16QAM vagy 64QAM szerint moduláljuk. Az átvitel QPSK moduláció esetén a legérzékenyebb a zavarokkal szemben, de kicsi az átvihető adatmennyiség. 64QAM esetén már háromszor több adatot vihetünk át, azonban jelentősen nő az átvitel zavarérzékenysége.

Az OFDM moduláció lehetőséget nyújt arra, hogy a konstelláció megváltoztatásával ne egy, hanem két transport streamet vigyünk át egyidejűleg. Természetesen ilyenkor a két transport stream adatsebesség összegének meg kell egyeznie a korábbi adatsebességgel. Azokat a változatokat, amelyekben nem egy, hanem két transport streamet továbbítunk hierarchikus modulációnak nevezzük. Az 5. ábrán a hierarchikus moduláció kialakítását szemléltetjük. Abban az esetben, ha a konstellációs pontok helyét nem változtatjuk meg, de két transport streamet továbbítunk, $\alpha=1$ arányú hierarchikus átvitelről beszélünk. Amikor az egyik transport stream átviteléhez nagyobb jelszintet biztosítunk, mint a másik transport stream átviteléhez, akkor a többlet energia mértékétől függően $\alpha=2$ vagy $\alpha=4$ arányú átvitelről beszélünk.



5. ábra

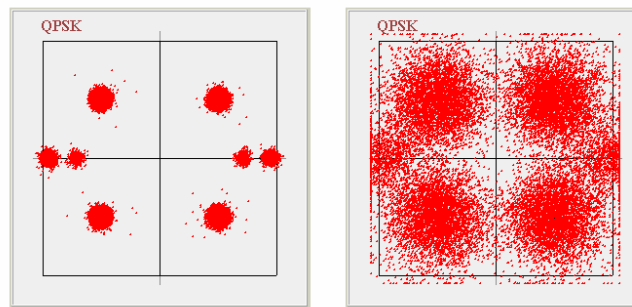
A Hierarchikus moduláció szemléltetése 16QAM modulációból kiindulva.

Hierarchikus moduláció $\alpha=2$ és $\alpha=4$ értéke esetén az átvitelre fordított többlet teljesítmény eredményeként az egyik transport stream átvitele robusztusabb lesz, másként fogalmazva kevésbé lesz érzékeny a zavarokra, s így nagyobb távolságra juttatható el. Az 5. ábrán a nagy kék körök szemléltetik a megerősített QPSK modulációt, és benne a változatlan teljesítőképességű, piros színnel jelölt visszamaradó QPSK modulációt.

Hierarchikus moduláció esetén a megerősített átvitelt nevezzük magas prioritású útnak (high-priority path), a gyengébbet alacsony prioritású útnak (low-priority path). 16 QAM moduláció esetén a hierarchikus üzemmód alkalmazása két QPSK átviteli utat eredményez, azaz a vivők által szállított 4 bit két, egyenként kétbites útvonalon kerül továbbításra. 64 QAM esetén a vivők által szállított 6 bitből kettő a magas prioritású úton QPSK modulációval kerül átvitelre, miközben a visszamaradó 4 bitet 16 QAM modulációval továbbítjuk az alacsony prioritású úton.

Az OFDM modulációt a földi műsorsugárzásban használjuk, ahol a mostoha átviteli körülmények a Reed-Solomon hibajavító kódolás mellett megkövetelik a Viterbi féle hibajavító kódolás alkalmazását is. A Viterbi-féle hibajavító kódolás mértékét a Forward Error Correction (FEC) értékével adjuk meg. Az OFDM modulációnál használatos FEC értékek: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8. E tört szám azt jelenti, hogy ha 1/1-nek vesszük a teljes átvitt adatmennyiséget, akkor ebből tört szám (pl. 3/4) adja a hasznos adatmennyiséget a különbözet pedig a hibajavító kódok mennyiségét. A hierarchikus átvitel lehetővé teszi, hogy a két átviteli úton eltérő FEC értékkel dolgozzunk, a két FEC megkülönböztetésére a HFEC és az LFEC megjelölés használatos.

A digitális jelek átvitelére kidolgozott QAM és OFDM modulációk mérés technikája döntően a konstellációs diagramból számítható jellemzőkkel dolgozik. A konstellációs diagramon megjelenő, a feszültség vektorok végpontját szemléltető pontok szóródásából számítjuk az átviteli jellemzők (S/N, jitter, vivő kifújás stb.) többségét. A 6. ábrán QPSK moduláció esetén mutatjuk be az OFDM jelhez adódó fehér zaj hatását.



6. ábra

Az OFDM jelhez adódó zaj hatása a konstellációs diagramra QPSK moduláció esetén.

A QAM és OFDM átvitel minősítésének legfontosabb és legpontosabban mérhető jellemzője a Bit Error Rate (BER), amely az átvitelben keletkezett hibás bitek és az összesen átvitt bitek arányát adja meg. A BER értékének meghatározására a hibajavító áramkörök számlálóit használjuk. Az OFDM demodulátor elsőként a Viterbi-féle hibajavító áramkörrel igyekszik eltávolítani az átviteli út hibáit, így az első mérőszámot ez az áramkör szolgáltatja. A Viterbi féle BER-mérő áramkör azt mutatja meg, hogy az általa feldolgozott bemenőjelet milyen mértékben találta hibásnak. Gyakran nevezzük ezt a BER értéket Viterbi előtti BER értéknek is.

A Viterbi-féle hibajavító áramkör kimenőjelét dolgozza fel a Reed-Solomon féle hibajavító áramkör, amelynek feladata a visszamaradt kisebb hibák kijavítása. Ennél az áramkörnél is egy számláló adja meg a javítások számát. Jó átvitel esetén az innen kimenő jelben már nem lehet egyetlen hiba sem, ezért a Reed-Solomon BER érték mindig a két hibajavító közötti, azaz a Reed-Solomon hibajavító előtti BER értéket adja meg.

Valamennyi BER érték mérésének kritikus pontja a mérés ideje. Az OFDM átvitel adatsebessége az üzemmódtól függően 5 és 31,6 Mbit/s közötti érték, így már 100 Mbit mennyiségű adat áthaladásához is több másodpercre van szükség. Könnyen kiszámítható, hogy egyetlen 100 Mbites adatmennyiség megvizsgálása, és így az 1×10^{-8} körüli érték kijelzése 3 ... 20 másodperces mérési időt igényel. Ennél jobb BER értékek megméréséhez ezen időtartam sokszorosa szükséges. Különösen nagy mérési idők adódnak a kis sebességű OFDM módok esetében és a több mérés átlagának kiszámításánál.

2. Az OFDM demodulátor vételi jellemzőinek beállítása

Az asztalon elhelyezett SW-4875 ikonra kattintva a négy demodulátor egymás mellett elhelyezett kezelőfelülete jelenik meg elsőként. A Query gombra kattintva győződjünk meg róla, hogy a készülék és a számítógépünk közötti kapcsolat rendben van-e. A kapcsolat rendben lévőnek tekinthető, ha a készülék neve és típuszáma helyesesen jelenik meg. A lekérdezés hatására a kimeneti szelektor állapota is kijelzésre kerül.

Az OFDM Demodulator és a vezérlő szoftver úgy készült, hogy nagyméretű és összetett rendszerekben is alkalmazható legyen, ezért külön intézkedésünk nélkül a készülék és a számítógép a Windows hálózat felügyelő rendszerétől eltekintve nem kommunikál egymással.

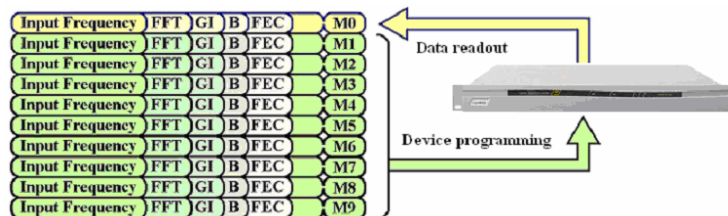
A beállítások kiolvasása

Az OFDM Demodulator olyan professzionális alkalmazások számára készült, ahol a készülék 24 órás folyamatos üzemben dolgozik és nem kívánatos, hogy az üzemi állapotok kiolvasása, vagy a rendszeres ellenőrzés észrevehető zavart okozzon a készülék kimenő jelében. A készülékhez csatlakoztatott számítógép és szoftver minden esetben Read only üzemmóddal indul és nem változtat a készülék beállításain. A felhasználó a 4 db OFDM demodulátor beállításait és átviteli jellemzőit egyidejűleg és szabadon ellenőrizheti. Az adatok kiolvasása kétféle üzemmódban kérhető. Single üzemmódban a felhasználó a Read from Device gomb megnyomásával kezdeményezheti az adatok kiolvasását. Folyamatosan ismétlődő kiolvasás választható a „Repetition time 1 sec” gombbal. Ilyenkor a szoftver másodpercenként kiolvassa és megjeleníti a képernyőn az aktuális adatokat. A szoftver mindig a Single üzemmódot kínálja fel elsőként.

Fontos tudni: A gyors működés és a nagy rendszerek kialakíthatósága megkövetelte, hogy az adatok kiolvasását kérő utasításra a készülék igen gyorsan adjon választ. Számos jellemző megmérése hosszú időt vesz igénybe, ezért a készülék az adatok kiolvasásakor mindig az előző kérés után összegyűjtött adatokat adja át és ezt követően kezdi meg az új adatok begyűjtését. Amikor a friss adatokra vagyunk kíváncsiak egymás után kétszer kérdezzük le azokat. A folyamatos kiolvasást választva mindezt észre sem vesszük.

A beállítások adatainak tárolása

Az SW-4875 szoftver a négy OFDM demodulátor beállítási adatainak tárolásához négy darab különálló 10 rekeszes memóriát kínál a felhasználó számára M0 ... M9 közötti számozással. Az M0 rekesz foglalt, kiolvasáskor mindig ebbe kerülnek a kiolvasott értékek. Az OFDM adók jeleinek demodulálásához olyan adathalmazt kell a demodulátor számára megadni, amelyben nem lehet hiba. A felhasználó feladata, hogy az M1 ... M9 rekeszekbe összegyűjtse az általa leggyakrabban venni kívánt DVB-T adók adatait, majd programozáskor innen vegye elő azokat. Az M0 rekesz adatsora mindig a készülékben kerül tárolásra, az M1 ... M9 rekeszek adatait pedig a számítógép tárolja. Több készüléket üzemeltető felhasználók ezt az adatbázist természetesen bármelyik készülékükhöz felhasználhatják. A memória rekeszek kapcsolatát a 7. ábrán mutatjuk be.



7. ábra

Egy-egy OFDM demodulátor modul adattároló rekeszeinek kapcsolata

Fontos tudni: Az adattároló rekeszek között az **Input Frequency** lenyíló listájára kattintva választhatunk. Az összes tárolt adat a bemenőjel frekvenciájához van társítva. Egy-egy frekvencia értékhez többféle beállítást is rendelhetünk, ha többször felvesszük azt a listára. Valamennyi beállításhoz szöveges azonosító is csatolható.

Az Input Frequency beállítása

Az OFDM demodulátor középfrekvenciájának értéke 36 1/6 MHz. A bemenőjelet minél pontosabban erre az értékre kell lekeverni, mivel a frekvencia befogási tartomány nem több, mint ± 90 kHz. Az OFDM jelek nagyon érzékenyek a fáziszajra, ezért a tuner oszcillátorának hangolását a lehető legmagasabb referenciával kell végezni. A tuner oszcillátora 1/6 MHz, 62,5 kHz és 50 kHz-es lépésekben (raszterben) hangolható. A legjobb minőséget az 1/6 MHz-es raszter eredményezi, ezért mindaddig ne térjünk el ennek használatától, amíg azt valami nem indokolja.

A bemenőjel frekvenciájának beállításakor gördítsük le a listát és kattintsunk arra a memória rekeszre, amelyben szeretnénk elhelyezni az adatokat. A memória rekeszek valamilyen adatokat mindig tartalmaznak, üres rekesz nem létezik. Ezt követően a frekvencia beállítása léptetéssel történik. A gyors léptető gomb 10 MHz-es raszterben, a finom pedig az általunk beállított raszterben változtatja a frekvencia értékét. A finom beállító átfogása 10 MHz, a két szélén -2 és +2 raszter nagyságú átfedéssel. A finom beállító a szélső értékeket átlépve 10 MHz-es léptetésre vált. A kívánt érték beállításakor a tárolás automatikusan történik a raszter értékével együtt.

A raszter frekvencia beállítása

Amikor csak lehet, az 1/6 MHz-es (166 kHz) rasztert használjuk ezzel valamennyi szabvány szerinti érték beállítható. A raszter az R feliratú gombra kattintva váltható.

A raszter megváltoztatására akkor lehet szükség, ha a bemenőjel valamilyen okból nem a 36 1/6 MHz-es középfrekvenciára, pontosabban nem a ± 90 kHz-es befogási tartomány közepére keveredik le. A frekvencia hiba a Measuring Platformon kijelzésre kerül. A raszter váltás nyújtotta lehetőségek kihasználását elsősorban fejlesztők és professzionális felhasználók számára építettük be.

A csatorna sáv szélesség beállítása

A Channel Bandwith lenyíló listája 6, 7 és 8 MHz sáv szélesség beállítását kínálja fel. A fejlesztés és gyártás során mérőműszer hiányában csak a 8 MHz-es üzemmód került tesztelésre. Hibásan megadott sáv szélesség adattal a demodulátor nem tud elindulni!

Az FFT méret beállítása

Az FFT Size lenyíló listája 2k, 8k és Auto üzemmód beállítását kínálja fel. Az elméleti ismertetőben láthattuk, hogy az auto üzemmód csak valamilyen próbálgatásos módszerrel oldható meg, ezért Auto üzemmódban a demodulátor feléledési ideje hosszabb. Amikor tudjuk, hogy a venni kívánt adó 2k vagy 8k üzemmódban dolgozik, állítsuk be ezt az értéket, és csak keresésnél használjuk az Auto üzemmódot. Hibásan megadott FFT Size adattal a demodulátor nem tud elindulni!

A védelmi idő beállítása

A Guard Interval lenyíló listája 1/32, 1/16, 1/8, 1/4 és Auto üzemmód beállítását kínálja fel. Az elméleti ismertetőben láthattuk, hogy az auto üzemmód is csak valamilyen próbálgatásos módszerrel oldható meg, ezért Auto üzemmódban a demodulátor feléledési ideje hosszabb. Amikor tudjuk, hogy a venni kívánt DVB-T adó milyen szimbólumok közötti védelmi idővel dolgozik, állítsuk be azt az értéket, és csak keresésnél használjuk az Auto üzemmódot. Hibásan beállított védelmi idővel a demodulátor nem tud elindulni!

A spektrum állásának beállítása

A lenyíló listán a Normal és az Inverse érték közül választhatunk. A lekeverés során a spektrum egyszer megfordul, de mi ezt a szoftver írásánál figyelembe vettük. A Normal állás beállítása a legtöbb esetben megfelelő és csak különleges rendszerekben van szükség az Inverze üzemmód használatára. Hibásan beállított spektrum adattal a demodulátor nem tud elindulni.

A TPS használata

Az eddigi beállításokat hibátlanul elvégezve lehetőségünk nyílik arra, hogy segítséget vegyünk igénybe a további paraméterek beállításához. Az OFDM jelben 2k esetén 17 db, 8k esetén 68 db vivő az adás paramétereinek jelzésére (Transmitter Parameter Signalling – TPS) van kijelölve.

A Use TPS négyzet bejelölése esetén a demodulátor kiolvassa a TPS vivők adatait és a QAM konstellációt, a hierarchikus üzemmód paramétereit valamint a FEC (Viterbi hibajavító) üzemmódját a kiolvasott adatoknak megfelelően állítja be.

A helyes működés feltétele, hogy a DVB-T adóban a TPS adatok a tényleges üzemmódnak megfelelően legyenek beállítva. A TPS használata jelentősen nem növeli a demodulátor feléledési idejét.

Modulation

A hasznos vivők QAM konstellációja a Modulation ablak legördülő listájára kattintva állítható be. A listán található értékek: QPSK, 16QAM, 64QAM. Az auto üzemmód a TPS használatával érhető el.

Helytelen modulációs adat megadása esetén a demodulátor első fokozatai helyes működést fognak jelezni (Frequency Error, Frequency Recovery, Time Recovery, TPS Decoder - OK), de a demodulációs lánc itt megszakad, azaz a Demodulation – false kijelzés lesz látható

Hierarchy

Az elméleti részben bemutattuk, hogy hierarchikus üzemmód esetén két elkülönített transport streamet viszünk át a DVB-T rendszeren. Hierarchikus üzemmódban ezt a két ágat külön kell kezelni. Az OFDM demodulátor beállításainknak megfelelően vagy az egyik, vagy a másik ágat demodulálja. Amikor mind a két ág jelére szükségünk van, a quad két demodulátorát kell igénybe vennünk. Ilyenkor az egyik demodulátort a magas prioritású, a másikat az alacsony prioritású út jelének demodulálására kell beállítani. Napjainkban még csak a Non-Hierarchical üzemmódot használják elterjedten. Ennek demodulált jelét a magas prioritású úton kapjuk vissza.

A Hierarchikus üzemmód paraméterei a legördülő lista megfelelő elemére kattintva állíthatók be. Az auto üzemmód itt is a TPS használatával érhető el.

HFEC, LFEC

A HFEC és LFEC ablakokban a Viterbi dekóder üzemmódját kell beállítani. A HFEC a magas prioritású út (High Priority Path), az LFEC az alacsony prioritású út (Low Priority Path) beállító ablaka.

Non-Hierarchical üzemmódban a HFEC ablakot kell használni. Az auto üzemmód a TPS használatával érhető el. A hierarchikus üzemmód és a FEC helytelen beállítása esetén Demodulation – false kijelzést kapunk, ugyanúgy, mint a QAM konstelláció hibás beállításánál.

Output Stream

Az OFDM demodulátor transport stream kimenetére, és az ehhez kapcsolt ASI kimenetre többféle kimenőjel adható ki. A felhasználó feladata a kívánt kimenőjel kiválasztása. A demodulált transport streamet választva a magas (High priority TS) és az alacsony prioritású (Low priority TS) demodulátor ág jele között választhatunk. Non-Hierarchical üzemmódban a High priority TS-t kell beállítani.

A transport stream helyett kérhetjük a demodulátort a konstellációs diagram x, y koordinátáinak kiadására is. Ilyenkor egy nullsorozatba építve OFDM szimbólumonként burst-osen kapjuk meg a koordináta adatokat, amelyeket előjeles bájt-ként kell értelmezni. Professzionális felhasználók számára ez az üzemmód lehetőséget nyújt számos átviteli jellemző kiszámítására, a készülék speciális mérőműszerként történő felhasználására. A szoftver 1.0 változatát további adatok kiadásával nem bonyolítottuk.

Az OFDM demodulátorok kimenőjele minden esetben szimbólumonként csomagokban (burst-osen) jelenik meg a kimeneten, részben a védelmi idő, részben a demodulálásnál alkalmazott matematikai módszerek miatt. Annak érdekében, hogy az ASI kimenőjel a lehető legfolytonosabb legyen, a demodulátor párhuzamos kimenete az 53 MHz-es mintavevő oszcillátor jelének felhasználásával burst mentesítve van. Az alkalmazott eljárás meglehetősen folytonos kimenőjelet eredményez az órajel periódus idejével azonos jitter mellett. Természetesen az ASI átvitel ehhez teszi hozzá a saját, ennél nagyobb jitterét. A számos jitter ellenére elmondható, hogy a készülék kimenőjelinek e paraméterei a DVB-T technikában így is kiemelkedően jónak mondhatók.

Pulse Killer

Az OFDM demodulátor chip gyártója egy új algoritmust dolgozott ki az átvitt zavaró erős, de rövid impulzusszerű zavarok hatásának csökkentéséhez. E Pulse Killernek nevezett algoritmust hatása a BER értékének javulásában, a kép- és a hang akadozásának csökkenésében mérhető le. Alkalmazásának helyessége az adott viszonyok között kísérleti úton állapítható meg. A Pulse Killer bekapcsolása a négyzet bejelölésével történik.

A program betöltése a készülékbe

A szoftver induláskor mind a 4 demodulátor üzemmódját Read only üzemmódra állítja. Ezzel biztosítjuk azt, hogy számítógépünkben üzemben lévő készülékhez csatlakoztatva annak működését ne zavarjuk meg. Bármely helyzetben célszerű a készülék állapotát vagy a single üzemmódban legalább kétszer lekérdezve, vagy a folyamatos készülék ellenőrzést bekapcsolva kiolvasni, hogy lássuk a jelenlegi állapotot.

Valamelyik demodulátor egység üzemmódját programozásra állítva a kiolvasás leállításra kerül és a kiválasztott modul várja a felhasználói beavatkozásokat. Válasszuk ki az M1 ... M9 felhasználói tárolók bármelyikét, ha szükséges módosíthatjuk az itt tárolt beállítási adatokat majd töltsük be a programot a Load Program gomb megnyomásával. A memóriarekesz adatainak módosítása számítógépünk memóriájában kerül módosításra és csak a szoftverből történő kilépéskor kerül fájlba írásra.

A működtető program tárolása a készülékben

Az alkalmazások többségében szeretnénk elérni, hogy a készülék a hálózati feszültség ki és bekapcsolását követően az általunk meghatározott beállításokkal működjön. Ehhez a beállításokat a készülék EEPROM-ba is el kell menteni. Az EEPROM-ba történő mentéshez állítsuk be a paramétereket, majd nyomjuk meg a Store gombot és csak ezt követően töltsük be a programot a Load program gomb megnyomásával. A tárolás végrehajtását a Store gomb feliratának feketére váltása jelzi.

A négy demodulátor egymástól függetlenül programozható. Gyakorlott üzemeltetők egyszerre több modul programozását és végezhetik, de kezdetben az egyenként történő programozás eredményesebb. A programozást követően mindig állítsuk vissza a Read Only üzemmódot és kiolvasással ellenőrizzük le beállításunk eredményét. A kiolvasás addig nem kérhető, amíg valamelyik modul programozásra van állítva.

A beállítás azonosítójának bevitele

A szoftver lehetővé teszi, hogy a felhasználó az M1 ... M9 memória rekeszekben tárolt beállításai mellé max. 200 karakter hosszú azonosítót csatoljon. A szöveget programozó üzemmódban az M1 ... M9 rekeszek valamelyikének kiválasztása után a felső ablakba kell beírni. Az írás megkezdésekor a kijelző színe enyhén kékes színűre változik. A tárolást az Enter gomb megnyomása indítja, ami után az ablak színe ismét fehérre vált.

Az ablakba írt szöveg első 40 karaktere a készülékben is tárolásra kerül. A beállítások visszaolvasása után már ez olvasható az ablakban.

Standby – Power on

Számos alkalmazásban előfordulhat, hogy egy vagy több OFDM demodulátor modul használatára átmenetileg nincs szükségünk. Ezeket Standby üzemmódra állítva a DSP áramfelvétele 105 mA-rel csökken. A DSP teljesítmény felvételének 350 mW-os csökkentése jelentősen növeli annak élettartamát, ezért a nem használt moduloknál a Standby üzemmód beprogramozása ajánlott.

Fontos tudni: A DVB-T rendszerek működése jelentősen eltér az analóg rendszerek működésétől. Az OFDM demodulátor működtetéséhez matematikai képletek és adatok halmazát kell a beépített processzor számára megadni. A demodulátor ezek felhasználásával lépésről-lépésre haladva tesz kísérletet a kimenőjel előállítására. Amikor a bemenőjel kimaradása vagy egyéb vételi zavarok miatt a demodulációs folyamat megszakad, az ismételt működés csak teljes újraindítással lehetséges. Az újraindításról a belső processzor automatikusan gondoskodik, de a folyamat jelentős időt vesz igénybe (<1 sec).

A tápfeszültség bekapcsolását követően a mikroprocesszorok resetelődnek majd megkezdődik az FPGA áramkörök működtető kódjának betöltése. Ezután a mikrokontrollerek betöltik a DSP-k működtető programját és kezdődhet az OFDM demodulátorok konfigurálása. A tényleges ASI kimenőjel megjelenése csak 10 sec után várható.

Reset

A számítógépről általános Reset utasítás küldhető a készülék számára, amelynek hatására a folyamatot irányító egyetlen mikrokontroller kivételével valamennyi FPGA, DSP és mikrokontroller reset utasítást kap, programja újra betöltődik és a készülék üzemének kezdete majdnem olyan, mintha most kapcsoltuk volna be.

Amikor szeretnénk meggyőződni arról, hogy a készülék egy feszültségkiadás esetén milyen üzemmóddal indul, milyen lesz a felállás menete stb. célszerű a számítógépről Reset utasítással kipróbálni azt. Mivel a tápegység felállítására ilyenkor nem kell várni, 10 másodpercnél rövidebb, de 6,5 ... 7 másodpercnél hosszabb felállási időre kell számítanunk.

3. A demodulátorok üzemi állapotának kiolvasása a készülékből

Hozzá kell szokni, hogy a számítógépről buszon keresztül vezérelt készülékek esetében a számítógép nincs folyamatos kapcsolatban a készülékkel, így a képernyőn megjelenő paraméterek nem folyamatosan változnak. Az adatok kiolvasásáról a felhasználónak kell gondoskodnia. A folyamatos, 1 másodpercenként ismétlődő kiolvasás beállításával a folyamatosság érzése helyreállítható, de lehet hogy, ezzel mások munkáját, esetleg párhuzamosan futó szoftvereink futását zavarjuk.

Az OFDM demodulátorból kiolvasott üzemi paraméterek a következő forrásokból származhatnak:

- A felhasználó által beállított jellemző (pl. $B = 8$ MHz), a kijelzőn „R” vagy „Read” előtaggal kerül megkülönböztetésre.
- Vannak jellemzők, amelyek beállítását az Auto üzemmód választásával a demodulátorba épített automatára is rábízhatjuk. Az automata által beállított értékek az „Auto” a kézzel beállított értékek az „M”, a „Man” vagy a „Manually” előtaggal kerülnek a kijelzőre.
- A jellemzők harmadik csoportja a TPS segítségével is beállítható. Amikor az adott paraméter a TPS adatainak felhasználásával került beállításra, a kijelzett érték a „T” vagy „TPS” előtaggal kerül megkülönböztetésre.

Az OFDM demodulátor üzemi állapotáról a Measuring Platform gomb bal oldalán elhelyezett színes kijelzőről kapunk gyors tájékoztatást. A demodulációs folyamat kiépítettségétől függően a kijelzések a következők:

- Piros szín „Unlocked” felirattal jelzi, hogy a demodulátor egyetlen fokozata sem tudja a jelet feldolgozni.
- Amint az FFT képessé válik a jel feldolgozására a kijelző sárga színre vált és a „Locked” felirat jelenik meg.
- Amikor a TPS dekóder sikeresnek látja a TPS adatok feldolgozását a feliratot „TPS Locked” feliratra változtatja.
- A kijelző színe akkor vált zöldre, ha a teljes demodulációs folyamat sikeresnek látszik.

A demodulációs folyamatról részletesebb tájékoztatást kaphatunk a szöveges kijelzőről, amely a következő adatokról ad tájékoztatást:

Frequency Error

Az OFDM demodulátor számára a 36,166 MHz-es középfrekvenciára kell lekeverni a bemenőjelet. Amikor a DSP frekvencia eltérés miatt nem tudja demodulálni a jelet $\pm 1/6$, $\pm 2/6$, $\pm 3/6$ MHz értékkel jelzi vissza az általa érzékelt eltérést. E tört értékek 166, 333 és 500 kHz-ként jelennek meg a kijelzőn.

Frequency Recovery

Az elméleti ismertetőben láttuk, hogy a digitális technikában állandóan az idő- és a frekvencia tartomány között konvertálunk. Amikor a demodulátorban a Frequency Recovery Algorithm sikeresen szinkronizálódik, a kijelzők OK felirat jelenik meg.

Time Recovery

A Time Recovery Algorithm sikeres szinkronizálódásánál is OK felirat jelenik meg a kijelzőn.

TPS Decoder

Amikor az OFDM demodulátornak sikerül a bemeneti A/D átalakító adatsorozatát átkonvertálni az időtartományból a frekvenciatartományba, lehetőség nyílik a TPS adatokat hordozó vivők demodulálására. A TPS dekóder a sikeres demodulációt OK felirattal jelzi.

Demodulation

A frekvenciatartományba lépve a transport stream visszaállításáig számos áramkört kell helyesen működtetnünk. Amikor valamennyit helyesen állítottuk be és azok mindegyike OK visszajelzést küld a DSP számára, eredőben mi is OK kijelzést kapunk a teljes demodulációs folyamatra.

Output signal

Az OFDM technikában kevésbé járatos felhasználók számára ennek beállítása fogja a legtöbb problémát jelenteni, különösen azért, mert a miniatürizálási folyamat szükségessé tette a transport stream kimenet többcélú felhasználását. A kijelző arról ad tájékoztatást, hogy a DSP milyen feladat ellátására lett beprogramozva. A leggyakrabban használt Non-Hierarchical üzemmódban a transport streamet akkor kapjuk meg az ASI kimeneten, ha itt High priority TS felirat jelenik meg.

Estimated VBER

A bemeneti, a Viterbi hibajavító előtti, BER értékéről kaphatunk gyors tájékoztatás e felirat után. A kijelzőn táblázatból kiolvastva 26 különböző tartományt leíró felirat megjelenésére számíthatunk. Törekedjünk arra, hogy itt a lehető legkisebb érték kerüljön kijelzésre.

Estimated S/N

Gyors kijelzés az S/N értékére. A mérő áramkör a legjobb esetben 24,1 dB -t jelez, törekedjünk ennek elérésére. Az S/N 0 ... 24 dB közötti értéke tisztán matematikai módszerekkel kerül meghatározásra, a felbontás durva, de a digitális technikában e technikákkal meg kell barátkozni. A szoftver írása közben igyekeztünk a lehető legtöbb számszerű adatot kijelezni, amire a professzionális alkalmazásokban szükség lehet.

DVB-T transmitter identifier

A készülék adatainak kiolvasását követően a legfelső ablakban mindig az általunk megadott azonosító szöveg első 40 karaktere olvasható.

Az OFDM demodulátor beállított adatai

A kiolvasási ciklus után a kiolvasott adatok láthatók a teljes kijelző felületen. Az adatok az M0 memória rekeszbe is beírásra kerülnek, így programozás üzemmódban ezek az adatok az M0 rekeszben láthatók.

4. Az átviteli jellemzők mérése

Az SW-4875 szoftver lehetővé teszi, hogy OFDM demodulátort mérőműszerként is alkalmazzuk. A mérési funkciók egyidejűleg csak egy demodulátornál érhetők el, de mind a négy modul rendelkezik ilyen funkcióval. A konstellációs diagram kivételével valamennyi jellemző, még a transport stream analízisa is az OFDM demodulátor üzemének, a kimenőjel folyamatosságának megzavarása nélkül végezhető el.

Fontos tudni: A konstellációs diagram megjelenítése a demodulátor üzemének leállítását, a beállítások módosítását igényli. A konstellációs diagram megjelenítése közben a készülék transport streamet szolgáltatni nem tud.

Output Selector

A készülék négy független ASI kimenete elé egy szelektor került beépítésre. Ennek segítségével a kiválasztott kimenet jele a CW-Neten keresztül számítógépünkben analízálható, rögzíthető, megjeleníthető stb. és még IP környezetbe is konvertálható. A részletek a CW-Net rendszer és szoftvereink használatával foglalkozó leírásokban találhatóak.

A transport stream analíziséhez stb. állítsuk le az ismételt kiolvasásokat, állítsuk a kimeneti szelektort a megfelelő állásba, és így az IP címen keresztül bármely másik szoftver számára elérhetővé válik ez a jel. A kimeneti szelektor állítására más szoftverek, például a TS Analyzer, TS remultiplexer stb. is alkalmasak.

A Measuring Platform megnyitása esetén, ha a szoftver érzékeli hogy nem a kiválasztott demodulátor kimenetéhez kapcsolódik a szelektor, leállítja az ismételt olvasásokat és átprogramozza a kimeneti szelektort.

Amikor szeretnénk elérni, hogy a számítógép nélkül is mindig az általunk megadott állapotban legyen a kimeneti szelektor (pl. folyamatosan IP környezetbe konvertáljuk az egyik kimenet jelét), a Store Selector gomb megnyomásával tehetjük ezt meg.

Jó tudni: A CW-Net rendszeren keresztül egy készülék egyidejűleg csak egy szoftverrel tud együttműködni. Amikor szoftverünk egyik részét például folyamatos kiolvasásra állítjuk, a szoftver másik része (Query, Output Selector stb.) csak úgy tud a készülékhez férni, ha leállítja a kiolvasásokat és átveszi a készülék vezérlését. Ugyanez igaz szoftvereink párhuzamos futtatása esetén is. Amikor a TS lejátszását kérjük az SW-4811 TS Analyzer szoftvertől nem kérhető az adatok folyamatos kiolvasása az SW-4875 szoftvertől. Számítógépünkön a szoftverek egyidejű futtatása megengedett, egyszerre több is nyitva lehet, de ezek közül a készüléknek egyszerre csak egy adhat utasításokat.

TS Off

Elsősorban kezdő felhasználóknál előfordulhat, hogy más szoftverrel például a kép- és a hang megjelenítéséhez a TS küldésére állítják az OFDM demodulátort, majd elfelejtik ezt kikapcsolni (pl. megszakítják a CW-Net kábelt vagy elkeverednek a szoftverek között stb.). Ilyenkor a készülék mindaddig nem tud az újabb parancsokra válaszolni, amíg valaki le nem állítja a TS küldési funkciót. A TS Off gomb megnyomásával a TS küldése leállítható.

(Megjegyzés: ilyenkor más készülékekhez is használható „Do not Send TS” CW-Net parancs kerül kiküldésre.)

Measuring Platform

A Measuring Platform gomb megnyomása egy új kezelőfelületet tár elénk. Ezen ugyanúgy rendelkezhetünk az adatok kiolvasásáról, mint az előzőn. Amikor az Output Selector állítására nincs szükség a beállított állapot nem változik meg. A Measuring Platform a következő három megjelenítést kínálja fel a felhasználó számára:

- TS + BER: a kimeneti transport stream zavarása nélkül a BER adatok megjelenítése.
- TS + TPS: a kimeneti transport stream zavarása nélkül a TPS adatok megjelenítése.
- Constellation: a konstellációs diagram megjelenítése a kimeneti TS leállításával.

TS + BER

Ezt az üzemmódot választva a grafikon megjeleníti számunkra a Viterbi és a Reed-Solomon hibajavító áramkörök előtti BER értéket. A Viterbi hibajavítóban $1,3 \times 10^6$ csomagokban történik az adatok vizsgálata, a mérőáramkör 1×10^{-1} és 1×10^{-6} közötti kijelzést szolgáltat. A Reed-Solomon hibajavítóban 1×10^7 nagyságú csomagokban történik az adatok vizsgálata. Hibátlan adatsomag esetén 0×10^{-7} kijelzést kapunk.

A 0×10^{-7} értéknél jobb felbontás ismételt mérések átlagának kiszámításával érhető el. 10 darab egymást követő hibátlan adatsomag észlelése esetén kijelenthető, hogy a BER értéke jobbnak látszik, mint 0×10^{-8} , 100 csomag után 0×10^{-9} , és így tovább. Ezt az átlagszámítást végzi el helyettünk a számítógép, amely a grafikonon vékony piros vonallal mutatja a számítások eredményét.

A grafikon 1200 mérés eredményét tárolja, majd a számítógép automatikusan törli a grafikont, és előlről kezdi a méréssorozatot. A teljes BER mérő rendszer a Clear BER gomb megnyomásával törölhető, nullázható. Az R/S BER átlaga és a méréssorozat szélső értékei az alsó táblán láthatók.

A mérések ismétlése 1 és 3 másodpercenként kérhető. A 1 másodperces ismétlési idő 20 perc, a 3 másodperces 1 óra átvitelének megfigyelését és rögzítését teszi lehetővé. A grafikon az egér jobb gombjának lenyomásával eltolható. A bal gombbal rajzolt négyzet a rajzolás irányának függvényében nagyításra és a kiinduló állapot visszaállítására használható (ld. Windows XP leírása).

A Reed-Solomon hibajavító 1×10^7 nagyságú csomagokat vizsgál. Az ismétlődési időt úgy kell beállítani, hogy a csomagok áthaladása után még legalább 100 ms maradjon az olvasási ciklus lebonyolítására. Például, ha az OFDM átvitel adatsebessége 5 Mbit/s, már a 10.000.000 bit áthaladásához is 2 másodpercre van szükség, így az 1 másodperces ismétlődési idő nem használható. Különlegesen kis adatsebességeknél használjuk a Single üzemmódot.

TS + TPS

A BER méréséről bármikor szabadon átkapcsolhatunk a TPS Analyzer és a Demodulation Analyzer által kijelzett adatok megtekintésére.

TPS Analyzer

A szoftver a teljes TPS adatmennyiség vizsgálatát lehetővé teszi. Az adatok az ETSI EN 300 744 v1.4.1 szabvány szerint értelmezendők.

Demodulation Analyzer

Az OFDM átvitel során a kézzel fogható bemenőjelből csak bonyolult matematikai módszerekkel lehet kiolvasni a számunkra szükséges információkat. E módszerek megkövetelik, hogy a bemenőjel fizikai jellemzői pontosan megfeleljenek a matematikai képletekben megadott kiindulási adatoknak. A Demodulation Analyzer kijelzi, hogy az időtartományban és a frekvenciatartományban milyen eltérést észlelt az elméleti adatok és a tényleges fizikai mennyiségek között. Az idő hiba ppm-ben ($1 \times 10E-6$), a frekvencia hiba Hz-ben kerül kijelzésre.

A Demodulation Analyzer-nél olvasható S/N azonos más platformokon kijelzett értékkel. A Digital Gain kijelzés azt mutatja meg, hogy a különböző korrekciók után az FFT előtt mekkora erősítés beállítását látta szükségesnek a DSP. Törekedjünk arra, hogy az itt kijelzett érték minél kisebb legyen (pl. az antenna forgatásával, a reflexiók kiküszöbölésével stb.).

Constellation

A konstellációs diagram megjelenítése megköveteli, hogy előtte a demodulátor kimenetét a transport stream kiadása helyett a konstellációs adatok kiküldésére programozzuk át. Amikor ezt elmulasztjuk a TS adatok kerülnek a kijelzőre, az így adódó pontok kuszaságát látjuk, ami egyéként hibát nem okoz. A megfelelő konstellációs mask bekapcsolása a felhasználó feladata.

A konstellációs diagram pontjai az TS vonalon kerülnek a kijelzőre. Az ASI kimeneten keresztül a felhasználónak lehetősége nyílik arra, hogy ezen adatokat további átviteli jellemzők kiszámítására használja. Az adatokhoz legegyszerűbben a TS Analyzer szoftverrel juthatunk hozzá.

A nagymennyiségű konstellációs pont másodpercek alatt hatalmas foltokat tud a megjelenítőre rajzolni. A gyakorlatban 3-10 kiolvasási ciklus elegendőnek mutatkozik az elfogadható megjelenítéshez. A konstellációs diagram a Clear gombbal rajzolás közben is törölhető. A Measured Parameters szelektor ismétlődő kiolvasások közben is átkapcsolható. A konstellációs diagram rajzolása alatt a BER grafikon rajzolása szünetel.

Megjegyzés: A Hierarchikus üzemmódhoz mérőjel hiányában konstellációs mask még nem készült, a működés ellenőrzésre nem került.

Célszerű, ha a konstellációs diagram vizsgálata után a demodulátort a transport stream kiadására állítjuk vissza, hogy a további jelfeldolgozást ne akadályozzuk.

Általános tudnivalók

Kedves Felhasználó!

A CW-Net rendszer kidolgozásával egy olyan rendszert kívántunk az Ön kezébe adni, amellyel olyan otthonosan mozoghat a digitális televíziótechnikában, mint azt korábban az analóg technikában tette. A Quad vevőkészülék család kifejlesztésével a DVB-S, DVB-C és DVB-T jelek vételéhez kínálunk Önnek korszerű és gazdaságos vevőkészülékeket. Az FTA változatok mellett megtalálja kínálatunkban a Common Interface-val (CI) szerelt, a kódolt adások vételére szolgáló változatokat is. E CI modulok programozásához külön szoftvert készítettünk, így ha végzett a vevőkészülék beállításával, váltson a CI modulok programozó szoftverére.

Szoftvereinkkel igyekszünk maximálisan elébe menni az Ön igényeinek. Szoftvereink egy nagy rendszert alkotnak és szinte bármelyik szoftver használható, bármelyik készülékhez. Miután beállította az OFDM Demodulátort és már megjelent a transport stream az egyik vagy másik kimeneten, indítsa el SW-4811 TS Analyzer szoftverünket és analizálja a TS-t, jelenítse meg a képet, vagy vizsgálja meg a PCR-t. Ha van kedve, indítsa el a TS Remultiplexer szoftvert és annak analizátorával készítsen jegyzőkönyvet a TS-ről. Ha van a környezetében egy kisebb számítógép hálózat, a most beállított OFDM Demodulator egyik kimenőjelét küldje szét kollégáinak, hogy számítógépükön élvezhessék e műsorokat.

Reméljük, hogy sikerült felkelteni érdeklődését rendszerünk iránt és a jövőben több területen fogunk együttműködni. Ha kedvet érez saját szoftvert írni készülékeink vezérléséhez maximálisan támogatni fogjuk. Kérdéseit, ötleteit, javaslatait a cableworld@cableworld.hu e-mail címre várjuk.

CableWorld Kft.