

A DVB-T rádiófrekvenciás visszirányú megoldásának bemutatása

SEBESTYÉN ÁKOS

Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnika Tanszék
akos@gamax.hu

Kulcsszavak: különcsatornás átvitel, elérhető bitsebesség, OFDM keretkialakítás, szabványok

A digitális földfelszíni műsorszolgáltatás tervezett bevezetését megelőzően meg kell vizsgálni, hogy milyen módon biztosítható az interaktivitás, azaz a felhasználó milyen közegen keresztül tud kapcsolatba lépni a tartalomszolgáltatóval. Egyszerűbben fogalmazva: milyen visszirányú csatornán keresztül tud adatokat küldeni a tartalomszolgáltatónak. Tanulmányunkban ezt a kérdéskört járjuk körül, s főleg a rádiófrekvenciás visszirányú megoldásra koncentrálunk.

A digitális televíziózás kezdetétől nyilvánvaló volt, hogy az áttérést az analóg rendszerről a digitális rendszerre nagymértékben segíthetik az interaktivitást lehetővé tevő szolgáltatások, hiszen a digitális televíziós rendszer legfőbb vonzerejét – legalábbis ami a felhasználói oldalt illeti – éppen ezek jelentik.

A visszirányú lehetőségek vizsgálatát az Egyetemközi Távközlési és Informatikai Központ (ETIK) által koordinált és külső ipari partnerek, többek között az Antenna Hungária által finanszírozott kutatás részeként végeztük. A különféle visszirányú lehetőségeket egyenként górcső alá véve arra a következtetésre jutottunk, hogy a DVB-T esetén leginkább használható visszirányú megoldás a földfelszíni, rádiófrekvenciás rendszer, így tehát ezzel részletesebben foglalkoztunk és elkészítettük a rendszer MATLAB-SIMULINK szimulációját. E tanulmányban magát a rendszert ismertetjük, valamint bemutatjuk azokat a nemzetközi projekteket, melyek a földfelszíni visszirány működését valós körülmények között vizsgálták.

1. A szabvány rövid története

A DVB fórum először a visszirányú távközlési csatornák (ISDN, PSTN) használatának technikai leírását alkotta meg, majd pedig hozzákezdett a sávon belüli visszirányú csatornák szabványainak kidolgozásához.

A visszirányú csatornák szabványai éppen olyan sorrendben készültek el, mint ahogy maguk a digitális televíziós szabványok. Először a kábeles és LMDS (Local Multipoint Distribution System – helyi többpontú szétosztási rendszer) visszirányú lehetőségeit szabványosították. Ezt követte a DVB-RCS, a műholdas visszirány megalkotása. A sort pedig a földfelszíni közeg zárta.

A DVB-RCT (Digital Video Broadcasting Return Channel Terrestrial – digitális képműsorszórás földfelszíni vissziránya) műszaki alcsoport több mint egyévnnyi munka után, 2001. márciusában terjesztette be a szabványt a DVB-T rendszerrel foglalkozó bizottság elé, melyet a DVB konzorcium 2001. áprilisában már el is fogadott. A szab-

ványtervezetet az ETSI 2002. márciusában EN 301 958 v1.1.1 (2002-03) néven tette közzé.

A DVB konzorcium néhány tagja a rendszert az ITU-hoz (International Telecom Union - Nemzetközi Telekommunikációs Egyesület) is benyújtotta, mely azt ajánlásként, azaz „a digitális földfelszíni televíziózás ajánlott visszirányú csatornájaként” fogadta el.

A várakozások szerint – az ETSI általi szabvánnyá minősítésnek és az ITU ajánlásának köszönhetően – a WARC 2005-ös konferencián az RCT spektrumigényét is figyelembe veszik majd.

2. A DVB-T földfelszíni visszirányának rendszertechnikája

Az DVB-RCT szabvány vezeték nélküli interaktív csatornát definiál, melyen keresztül széles sávú, valós idejű szolgáltatás biztosítható. A DVB-RCT által kínált megoldás spektrumhatékony és az átvitelhez a földfelszíni viszonyokkal jól megbirkózó OFDM moduláció egyik változatát használja. Segítségével egyetlen adóval akár 65 kilométeres sugarú területek (cellák) is kiszolgálhatók, a felhasználók által igénybe vehető bitsebesség pedig még a lefedett terület határának közelében is elegendő a visszirányú információk átviteléhez. Persze ahol szükséges – a sűrűn lakott területeken – ennél lényegesen kisebb cellaméreteket alkalmazva a kiszolgált felhasználók száma meglehetősen növelhető. A rendszer további előnye, hogy nincs szükség konkrét frekvencia kijelölésére: a III., IV. és V. sáv bármelyik üres tartományában képes működni anélkül, hogy zavarná a szomszédos analóg vagy digitális szolgáltatásokat.

A DVB-RCT a következő szabályokra épít:

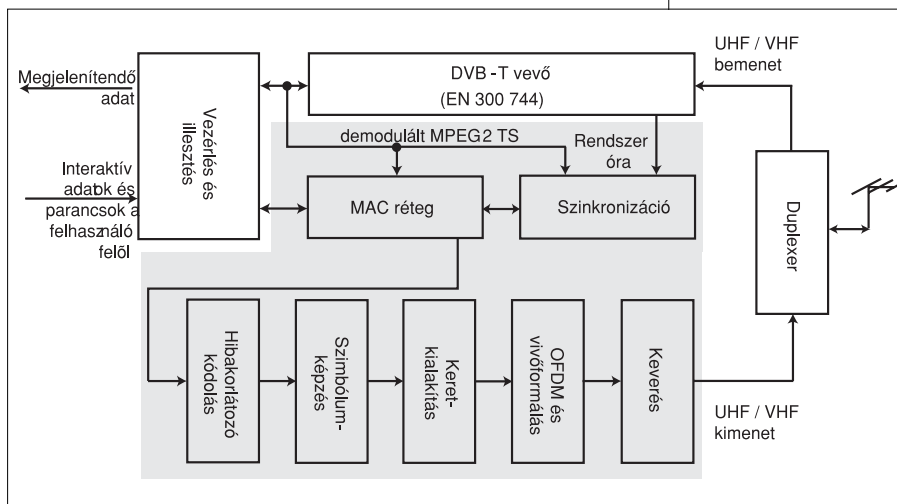
- Annak biztosítása érdekében, hogy minél több felhasználó kapcsolódhasson az interaktív hálózathoz, a VHF és UHF sávú rádiófrekvenciás visszirányú csatorna időben és frekvenciában is fel van osztva.
- A moduláció a földfelszíni csatorna káros hatásainak ellenálló ortogonális frekvenciaosztásos nyálábólás (Orthogonal Frequency Division Multiplex – OFDM).

Az OFDM moduláció az adattovábbítást nem egy vivőn rövid szimbólumidő alatt, hanem sok független vivőn oldja meg.

- A modulációhoz szükséges szigorú frekvencia- és időszinkronizációt a DVB-T adatfolyamba beágyazott információk által a bázisállomás végzi.
- A visszirányú jelek sugárzásához a végberendezés a vevőantennát használja.

A csatornakódolás és moduláció felkeverés és kisugárzás előtti utolsó lépése az OFDM moduláció és a vivőformálás. Az OFDM során a felhasználó számára kiosztott vivőket a megengedett időrésekben a hozzájuk rendelt szimbólumok amplitúdójával és fázisával moduláljuk. Az így modulált vivők esetén a szimbólumközi áthallás vagy védelmi intervallum alkalmazásával, vagy pedig Nyquist-jelformálással küszöbölhető ki.

A DVB-RCT szabványa az átvitelben részt vevő vivők száma és egymástól való távolságuk alapján hat átviteli módot definiál (1. táblázat). A rádiófrekvenciás csatornában névlegesen 1024 vagy 2048 vivő továbbítható. A sávszélesség a vivőtávolságtól és az FFT-mérettől függ. A hat átviteli mód mindegyike – az eltérő sávszélességigényen túl – más-más mértékben védett az idő- és frekvenciabeli pontatlanságokkal és zavarokkal szemben, azonos körülmények között eltérő lefedettséget produkál, valamint más-más maximális mozgási sebességet tesz lehetővé.



1. ábra Az RCT vevőoldali blokkdiagramja

A földfelszíni visszirány esetén használatos felhasználói végberendezést az 1. ábra mutatja.

A **fizikai réteghez** a csatornakódolást és modulációt végző elemek tartoznak. A csatornakódolás első lépése valamilyen hibakorlátozó kódolás alkalmazása. Az RCT szabvány esetén a hibakorlátozó kódolás lehet turbó kódolás vagy Reed-Solomon kódolásból és pontozott konvolúciós kódolásból álló láncolt hibrid kódolás. Mind turbó, mind pedig láncolt hibrid kódolás esetén két kódarány használható: 1/2 vagy 3/4. (Ez azt jelenti, hogy három bejövő adatbithez a kódoló kimenetén hat vagy négy kimenő bit tartozik.)

A kódolóból kilépő bitek a leképezőre kerülnek. A leképezés történhet QPSK, 16-QAM vagy 64-QAM konstelláció szerint, azaz szabadon megválasztható, hogy egyetlen vivő 2, 4 vagy 6 bitnyi információt továbbítson. A kódarány és a leképezés paraméterei felhasználónként változhatnak, sőt adás közben is módosíthatók, ily módon lehetőség van dinamikusan hozzárendelhető adaptív moduláció megvalósítására. Az adaptív moduláció a bitsebesség rugalmas megválasztásán túl lehetőséget nyújt a szomszéd csatornás interferencia korlátozására is. Egy adott cella szélén lévő felhasználó például a legvédelettebb, 1/2 kódarányú és QPSK konstellációjú kódolást használva alacsony kisugárzott teljesítménnyel tud a bázisállomással kapcsolatba lépni. A bázisállomás közelében lévő felhasználók persze használhatnak ennél nagyobb adatsebességet lehetővé tevő modulációs módot is.

A leképezést követi a keretek kialakítása és OFDM-vivőkhöz rendelése. Ezen lépést – bonyolultsága miatt – külön pontban tárgyaljuk.

	1k	2k
Csatornánkénti összes vivő száma	2048	1024
Csatornánkénti hasznos vivők száma	1712	842
szimbólumidő	896 µs	896 µs
vivőtávolság	1116 Hz	1116 Hz
csatorna-sávszélesség	1,911 MHz	0,940 MHz
szimbólumidő	448 µs	448 µs
vivőtávolság	2232 Hz	2232 Hz
csatorna-sávszélesség	3,821 MHz	1,879 MHz
szimbólumidő	224 µs	224 µs
vivőtávolság	4464 Hz	4464 Hz
csatorna-sávszélesség	7,643 MHz	3,759 MHz

1. táblázat A DVB-RCT átviteli módjai 8 MHz-es csatorna-sávszélesség esetén

3. Keretkialakítás

Az RCT rendszerben az egyes végberendezések a bázisállomás által meghatározott vivőkön továbbíthatnak adatokat. A vivőszám szűkös volta azonban szükségessé teszi, hogy a végberendezések a közös vivőket eltérő időintervallumok alatt, jól meghatározott időrésekben vegyék igénybe. Így tehát a visszirányú rendszer mind időben (időrések), mind pedig frekvenciában (vivők) fel van osztva.

Az információt meghatározott struktúrákban, keretekben viszik át. Az átviteli keret két jól elkülönülő részre osztható fel: a működéshez szükséges jelző, angolul ranging információra és a pilotszimbólumokkal kiegészített hasznos adatra. Ez utóbbit nevezik *burststruktúrának*. Az RCT rendszer két átviteli keretet ad meg (lásd 3.2. pont). Az első átviteli keretben a jelző információk

és a burstruktúrák közötti felosztás idő irányú, a második átviteli keretben inkább frekvencia irányú. Ez azt jelenti, hogy az első keret esetén bizonyos időrésekben az összes vivő jelző információt, más időrésekben burstruktúrát továbbít, a második átviteli keret esetén a jelző információ és a burstruktúra átvitele időben párhuzamosan, más-más vivőn történik. Azt, hogy éppen melyik átviteli keretet érdemes használni, sok tényező befolyásolja, többek között a földrajzi adottság, a felhasználók száma, valamint az adatsebesség igénye.

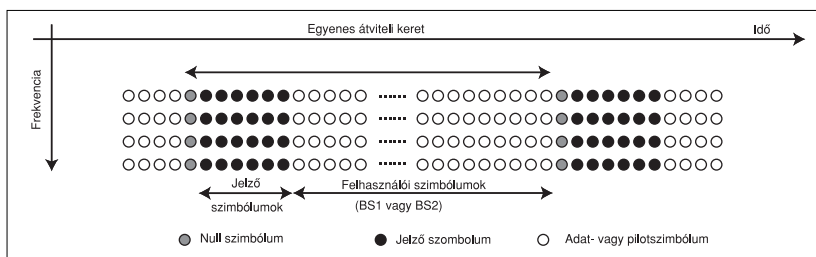
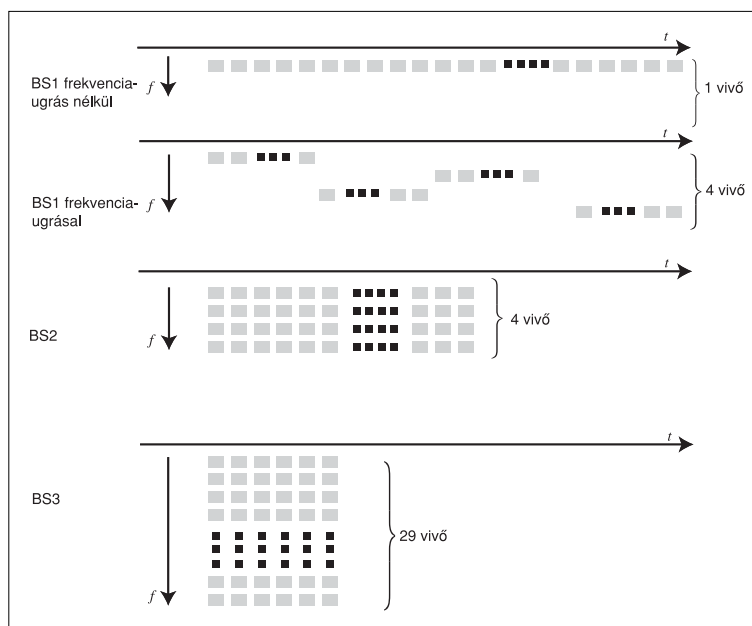
3.1. Burststruktúrák

A végberendezés számára az adóoldalon kiosztott frekvencia- és időrés a *burst*. A kódaránytól és mindenféle egyéb paramétértől függetlenül a burst mindig 144 adatszimbólumból áll, melyek között elszórva pilotvivők találhatók.

A DVB-RCT szabványa három burststruktúrát definiál (2. ábra), melyek különböző frekvencia-időrés kombinációk használatát teszik lehetővé. A burstruktúrák kialakításával tehát befolyásolható a zaj és interferencia elleni védetség, illetve a bitsebesség. A különféle struktúrákhoz különböző számú vivő tartozik. Az egyes burststruktúrák által használt vivők összességét *alcsatornának* nevezzük. A vevőkészülék egyszerre több alcsatornát is igénybe vehet, így az adatsebesség megtehető.

A szimbólumközi áthallás kiküszöbölése céljából a továbbított vivőket vagy védelmi intervallummal kell elválni, vagy pedig Nyquist-szűrésnek kell alávetni. A két esetben a pilot- és adatszimbólumok elrendezése megegyezik egymással, egyetlen különbség, hogy Nyquist-formáláskor a burstot vagy a burstot alkotó miniburstot Nyquist-befutó nyitja, majd Nyquist-kifutó zárja.

2. ábra A különböző burststruktúrák



3. ábra

Az egyes típusú átviteli keret felépítése az időtartományban

Az egyes burststruktúra (BS1) a 144 adat- és 36 pilotszimbólumot általános esetben egyetlen vivőn egymás utáni időrésekben továbbítja. A frekvenciaszelektivitással szembeni jobb védetség érdekében lehetőség van frekvenciaugrás használatára. Ilyenkor a BS1 burstot négy egyforma hosszú miniburstre kell osztani, ezeket pedig különböző vivőkön kell továbbítani, időben egyiket a másik után. Az egyes miniburstökhöz tartozó vivők meghatározását pontos algoritmus végzi.

A kettes burststruktúrában (BS2) a 144 adat- és 36 pilotszimbólumot párhuzamosan négy vivőn továbbítja. Az egyes vivők a továbbítandó információ negyedét hordozzák. Az egy vivőhöz tartozó szimbólumok neve itt is miniburst.

A hármas burststruktúra (BS3) a szimbólumokat 29 vivőből álló alcsatornán viszi át. Az egyes alcsatornákhoz tartozó vivőket szintén jól meghatározott algoritmus alapján jelölik ki.

3.2. Átviteli keretek

A burststruktúrák tehát a szinkronizációt elősegítő pilotvivőkkel kiegészített hasznos adatok felépítését adják meg. Az adó és a vevő megfelelő működéséhez azonban szükség van további információra, amit az úgynevezett jelző szimbólumok hordoznak. (A felhasználói végberendezésnek például jeleznie kell, hogy szeretne a hálózathoz csatlakozni, vagy nagyobb sávszélességre van szüksége stb.) Ezen többletinformációk és a burststruktúrák összességét nevezzük kereteknek. Az RCT rendszer kétféle keretet definiál.

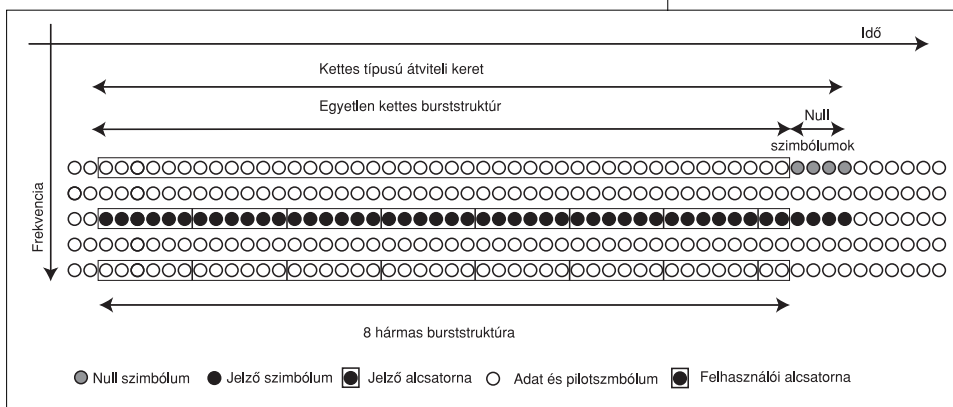
Az első (TF1) felépítését a fenti 3. ábra mutatja. A keret felhasználói része egyébként egy egyes burststruktúrát vagy négy kettes burststruktúrát szállíthat. A burststruktúrákat azonban egy csatornán belül nem szabad keverni.

Amíg a nullszimbólumok és a jelző szimbólumok mindig téglalap formálásúak, addig a felhasználói szimbólumok lehetnek Nyquist-formálásúak is. Ha a felhasználói rész téglalap formálású, a TF1 keretbe ágyazott összes OFDM-szimbólum védelmi intervallumának* meg kell egyeznie.

* Védelmi intervallum = az OFDM-szimbólumok közé beiktatott idő. Egy adott szimbólumhoz tartozó védelmi intervallum úgy áll elő, hogy a szimbólumidő egy jól meghatározott hányadát besűrűjük a szimbólum elé. A szimbólumidő célja a többutas terjedésből, illetve a szinkronizációs pontatlanságokból származó hibák csökkentése.

Ha viszont a felhasználói rész Nyquist-formálását, a null szimbólumra és a beállítási szimbólumra alkalmazott védelmi intervallumnak 1/4-nek kell lennie.

A kettes típusú átviteli keret (TF2) a 4. ábra mutatja. A burstruktúrát több (4 vagy 29), egymástól távol eső vivő továbbítja. A TF2 keretnek minden esetben téglalap formálásúnak kell lennie, a TF2 keretbe ágyazott OFDM-szimbólumok védelmi intervalluma pedig állandó. A kettes típusú átviteli keretben kettes vagy hármas burstruktúra továbbítható. Kettes struktúra továbbításakor a null szimbólumokat is be kell ültetni annak érdekében, hogy a BS2 időtartama megegyezzen 8 BS3 hosszával.



4. ábra

A kettes típusú átviteli keret felépítése az időtartományban

3.3. Elérhető bitsebesség

Az adatsebességet célszerű a vivőnkénti bitsebességgel megadni. A vivőnkénti bitsebesség számos modulációs és kódolási paramétertől függ, illetve befolyásolja a használt burstruktúra is. A vivőnkénti nettó bitsebesség a következő képlet szerint alakul:

$$\text{Vivőnkénti bitsebesség} = \frac{1}{T_S} \cdot \log_2(M) \cdot R \cdot N_{b_szimb} / N_{tot_szimb} \quad (1)$$

ahol T_S a szimbólumidő, M a moduláció rendje, mely megadja, hogy egyetlen vivő 2 (QPSK), 4 (16-QAM) vagy 6 bitnyi (64-QAM) információt továbbít-e, R a kódarány, N_{b_szimb} a burstönkénti hasznos szimbólumok száma és N_{tot_szimb} a szimbólumok burstruktúrájánkénti száma. Az utóbbi kettő nyilván függ a vivőformálástól is, hiszen Nyquist-formálás esetén egyetlen keret átviteléhez nyolccal több időre van szükség.

Ilyen megfontolások mellett a vivőnkénti bitsebesség 0,587 kbit/s (QPSK, Nyquist-formálás, CS1, BS1 frekvenciaugrással vagy BS2) és 15,001 kbit/s (BS1 vagy BS2, téglalap formálás, 1/32 védelmi intervallum, 64-QAM, 3/4-es kódarány) között változhat.

4. Projektek

Az RCT szabvány létjogosultságának és műszaki teljesítőképességének ellenőrzésére több nemzetközi projekt is alakult.

A bemutatásra kerülő két projekt a korábbi iTTi (interactive Terrestrial TV integration) elnevezésű kezdeményezés eredményeire épít.

4.1. WITNESS –

Wireless Interactive Terrestrial Network System and Service (2000.10.-2003.03.)

A WITNESS célja olyan berendezések és tervező algoritmusok fejlesztése, valamint ellenőrzése, melyek elengedhetetlenül szükségesek a digitális földfelszíni televíziózás visszirányú csatornájának kialakításához. A projekt további célja kiegészítő, vezeték nélküli hálózati technológiák megvalósítása, melyek segítségével

sok felhasználó veheti igénybe a jövőben kialakítandó szolgáltatásokat.

Ezen kívül a projekt célkitűzései között szerepeltek még: a harmadik generációs mobil rendszerek és az interaktív műsorszóró hálózatok együttműködésének vizsgálata, spektrumtervező eszközök és frekvenciatervek készítése a kiegészítő DVB-UMTS szolgáltatásokhoz, új erőforrás-felügyeleti

rendszerek kialakítása a DVB vezeték nélküli interaktív szolgáltatásai számára, valamint a DVB-T esetén használható, sávon belüli interaktív csatorna szabványosítása.

A kialakított rendszert valós körülmények között vizsgáltuk, méghozzá két különböző földrajzi adottságú területen: a franciaországi Rennes és az írországi Dublin környékén.

Vizsgálatok és eredmények

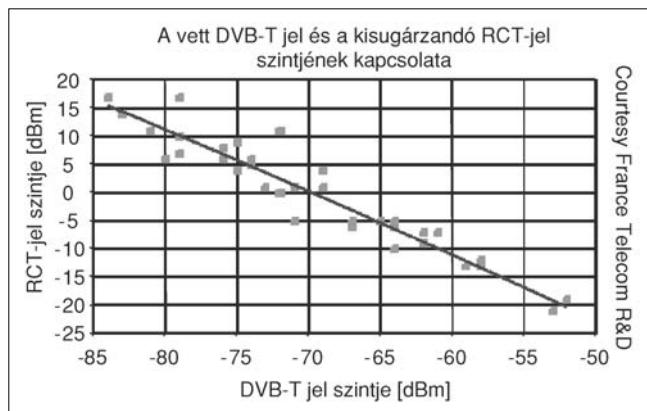
A rennes-i területet a Rennestől 30 kilométerre található Saint Pernből látták el jellel a 61-es UHF csatornán (794 MHz). Az effektív kisugárzott teljesítmény 1 kW volt. A teszteléshez 2k módot, 1/32 védőintervallumot, 2/3-os kódarányt, valamint 16-QAM modulációt választottak, ami 70-80 kilométeres körzetben 16,09 Mbit/s-os adatsebességet tudott biztosítani. Az RCT-jel vételére a szintén Saint Pernben található, tengerszint fölé 160 méteren lévő vevőantennát használták. A visszirány számára az 55-ös UHF-csatornát (746 MHz) jelölték ki.

A dublini terület besugárzása a várostól 10 kilométerre, 450 méteres tengerszint feletti magasságban lévő Three Rock-i adótelephelyről történt. (Ez az adó sugározza az analóg adásokat is.) A tesztadás számára a 26-os UHF-csatornát (513 MHz) jelölték ki, ezen továbbították a 8k módot, 1/32 védelmi intervallumú, 2/3-os kódarányú és 64-QAM modulációjú DVB-T jelet. Ilyen paraméterek mellett az elérhető bitsebesség 24,13 Mbit/s. Az effektív kisugárzott teljesítmény 9 kW volt. A RCT-jel számára a 48-as csatornát (690 MHz) jelölték ki.

A méréseket mérőkocsi segítségével végezték. A mérőkocsi antennarúdja 10 m magasra nyúlt fel, mely megfelel a normál, tetőre szerelt antenna magasságának. A visszirányú jelszintet értelemszerűen az adótelephelynél kellett mérni, azonban az ezen jelre vonatkozó mérési eredmények feldolgozása is a mérőkocsiban történt, mégpedig úgy, hogy a telephelyen mért értékeket a DVB-T adatfolyamba illesztve adatként kisugározták. A mérés számára kifejlesztett alkalmazás aztán a mérőkocsiban a DVB-T jelből kinyerte, majd megjelenítette a számára szükséges adatokat.

Az első méréssorozat célja annak ellenőrzése volt, hogy 30 dBm (1 W) jelszint elegendő-e az RCT-jel megfelelő vételéhez, illetve hogy gyenge RCT-jelet lehet-e nagy teljesítménnyel sugárzó antennák mellett venni. Ehhez első lépésként az adótelephelyről kisugárzott DVB-T jel teljesítményét mérték különböző mérési pozíciókban. Köszönhetően a rennes-i területen használt robusztus módnak, mely mellett a kvázi hibamentes vétel alsó szintjéhez -87 dBm jelszint szükséges, a DVB-T jel 80 kilométeres távolságig megfelelően demodulálható volt. Az eredményeket figyelembe véve a beltéri egység által kialakított RCT-jel megfelelő vételéhez szükséges kisugárzandó teljesítmény az 5. ábrán látható módon alakul.

5. ábra
A kisugárzandó RCT-jel szintje
a vett DVB-T jel szintjének függvényében



Az ábráról leolvasható, hogy azon a 80 kilométeres körzeten belül, ahol a DVB-T jel vétele az előző esetben megfelelő volt, ott az RCT-jel bázisállomás általi megfelelő vételéhez a felhasználói végberendezésnek nem kell a maximálisan megengedett 30 dBm-es jelszintet túllépnie.

A 6. ábra az RCT-jel megfelelő vételéhez szükséges kisugárzandó teljesítményt mutatja a vevőantennától (adótelephelytől) való távolság függvényében.

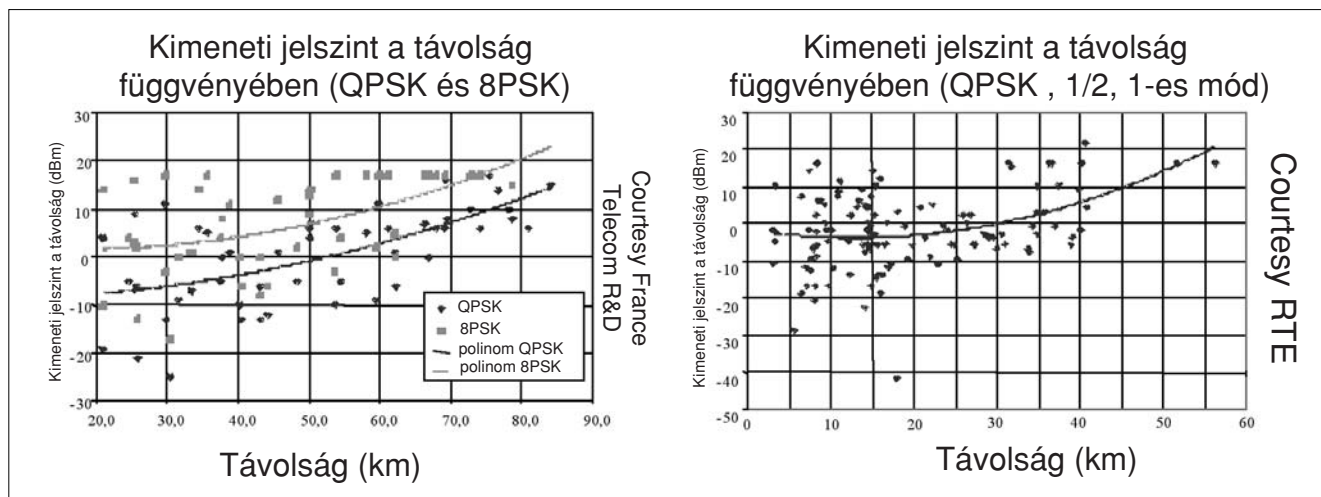
Az RCT-jel szintjére vonatkozó mérésekhez QPSK modulációt, 1/2-es kódarányt és BS1 burststruktúrát használtak, illetve Rennesben kísérleteztek a nem szabványos 8PSK modulációval is. Ez utóbbi kísérlet annak bemutatását célozta, hogy sűrűbb konstellációjú modulációval is biztosítható a megfelelő vétel, azaz a későbbiekben nagyobb adatsebesség is biztosítható lesz.

Az ábrát megfigyelve szembeötlő, hogy a kisugárzandó teljesítmény szórása igen nagy, akár a 30 dBm-es értéket is meghaladhatja. Ez nyilvánvalóan a földfelszíni csatorna terjedési sajátosságainak a következménye. Mindez azonban mindaddig nem okoz gondot, amíg a megengedett kisugárzott teljesítményt nem lépjük túl, hiszen a megfelelő jelszint beállítása nem a felhasználó feladata, hanem azt a végberendezés és az adó együttesen, a jelző szimbólumok segítségével automatikusan elvégzi.

A projekt során kísérleteztek olyan elrendezéssel is, ahol nem kültéri, hanem *beltéri antennát* használtak az RCT-jel kisugárzásához, mégpedig kettőt: egy gömb karakterisztikáját, valamint egy irányított antennát. Ebben a méréssorozatban az RCT-jel vételét szintén két módon oldották meg:

- Az első esetben a DVB-T adót és az RCT-jel vevőjét a France Telecom R&D rennes-i központja közelében felállított bázisállomáson alakították ki. Ez az elrendezés a városi bázisállomások működését szimulálta.
- A második esetben a bázisállomás maradt a saint perni adótelephelyen, a rennes-i központ közelében

6. ábra A kisugárzandó RCT-jel szintje a vevőantennától való távolság függvényében Rennes-ben, illetve Dublinban



pedig nem bázisállomást alakítottak ki, hanem ismétlőállomást (OCR – On-channel Retransmitter). Az ismétlőállomás a vett gyenge RCT-jelet erősítette és sugározta tovább a bázisállomás felé. A vétel és tovább sugárzás ugyanazon a csatornán történt.

A méréssorozat kiemelkedően pozitív eredményekkel zárult. A rennes-i bázisállomás esetén a megfelelő vétel biztosításához egyik mérési pozícióban sem kellett 20 dBm-nél nagyobb jelszinten sugározni. A bázisállomás helyett ismétlőadót használva, mely a jelet 95 dB-lel erősítette, szintén biztosítható volt a megfelelő működés.

4.2. IM4DTTV – MEDEA + EUREKA A203 (Integrated Modem for Digital Terrestrial Television)

A MEDEA+ A203 jelű projekt feladata a jelenlegi DVB-RCT szabvány felülvizsgálata, illetve a szabványt megvalósító, nagyon nagy integráltsági szintű (Very Large Scale Integration – VLSI) megoldások kialakítása, valamint a létrehozott berendezések minden területre kiterjedő mérése. A mérésekhez külön hardveres vizsgálókörnyezetet alakítanak ki.

A projekt résztvevői között megtalálható a világ vezető lapkagyártója, az STMicroelectronics, a multimédia berendezéseket és televíziókészülékeket gyártó Philips és Uni.com, a fejállomáson használatos eszközöket forgalmazó Thales Broadcast&Multimedia, ITIS (mely most már a Harris része), valamint Runcom. A sort az európai műsorszolgáltatók, az RTE és a RAI, a kutatóközpontok (CEA LETI és a France Telecom R&D), és a szoftvermegoldásokat szállító Giunti Ilabs zárják.

A projekt fő célkitűzései a következők:

- A DVB-T szabványon alapuló, gyorsan fejlődő digitális földfelszíni televíziózás interaktív lehetőségekkel történő kiegészítése, ami lehetővé teszi a gyors Internet hozzáférést, interaktív alkalmazások használatát (elektronikus kereskedelem, elektronikus tanulás).
- Az RCT technológián alapuló, olcsó interaktív integrált áramköri vivő- és alapsávi megoldások kialakítása. Az első szakaszban a cél több lapkából álló rendszer megvalósítása, mely lehetővé teszi a szabvány kritikus részeinek vizsgálatát. Második lépésben a feladat a megoldás egyetlen lapkán történő – 130 nm-es technológiára épülő – megvalósítása (system on a chip).
- A kialakított prototípus tesztelése.
- A DVB-RCT rendszer üzemi környezetben történő vizsgálata és ellenőrzése, melyhez vonzó és bonyolult interaktív alkalmazások kifejlesztésén keresztül vezet az út.
- A visszirányú csatorna szabványosítási folyamatának támogatása.

A projekttel kapcsolatban ezidáig csak részeredményekről lehet beszámolni. Röviden a következőket sikerült elérni:

- Elkészült az összes rendszerelem részletes műszaki leírása a funkcionális és fizikai illesztőfelületekkel együtt.
- Szimulációt hoztak létre, mely segítségével a DVB-RCT teljesítőképessége tesztelhető.
- A projektben részt vevő ipari partnerek hozzákezdték a bázisállomások berendezéseit alkotó eszközök kifejlesztéséhez.
- A projektben részt vevő lapkagyártók VHDL-modelleket alakítottak ki.
- FPGA-k segítségével kialakításra kerültek a DVB-RCT modulátor egyes részei.

Összefoglalás

Az ETIK-kutatás keretében nemcsak a DVB-RCT működésével ismerkedtünk meg, hanem elkészítettük a rendszer SIMULINK-szimulációját is, mely ugyan még néhány kiegészítésre szorul, de reményeink szerint rövid időn belül valóban minden paraméter hatásának vizsgálatára alkalmas lesz. Az elkészült szimuláció beépül majd a Híradástechnika főszakirány mérései közé is.

A tanulmányban összefoglaltuk a digitális földfelszíni televíziózás visszirányú csatornájára vonatkozó szabvány fontosabb tudnivalóit, majd kitértünk arra, hogy a közelmúltban és jelenleg milyen európai kezdeményezésű kutatási projektek folytak, illetve folynak ezen a területen.

A teljesség kedvéért meg kell azonban említeni, hogy a cikk írásának időpontjában a szerzőnek csupán egyetlen olyan cégről volt tudomása, mely földfelszíni visszirányt biztosítani képes berendezést gyárt. Ez a cég az izraeli illetőségű Runcom Technologies. Azonban elég valószínű, hogy a digitális földfelszíni televíziózásra történő áttérés előrehaladtával párhuzamosan, az igények növekedésével egyidejűleg több gyártó is beszáll majd a felhasználókért folyó versenybe.

Irodalom

- [1] ETSI EN 301 958 – Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Digital Terrestrial Television (RCT) incorporating Multiple Access OFDM.
- [2] G. Faria, F. Scalise, „A standard for interactive DVB-T”, IBC Conference, Amsterdam, September 2001
- [3] G. Faria, „DVB-RCT: The Missing Link for Digital Terrestrial TV”, <http://www.broadcastpapers.com/tvtran/HarrisDVBRCTMissingLink01.htm>