

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Digitális Videó Musorszórás (DVB)	4
2.1. DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite)	5
2.1.1. QPSK moduláció	5
2.1.2. DVB-S modulátor	6
2.1.3. DVB-S jel útja a muholdon	9
2.1.4. DVB-S vevokészülék	10
2.2. DVB-C (Digital Video Broadcasting Cable)	12
2.2.1. QAM moduláció	12
2.2.2. Modulátor	12
2.2.3. DVB-C vevo	13
2.3. DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial)	15
2.3.1. DVB-T vétel lehetőségei	16
2.3.2. DVB-T elonyei	16
2.3.3. OFDM moduláció	17
2.3.4. DVB-T sugárzás technikai háttere	17
3. DSL (Digital Subscriber Line - digitális elofizetoi vonal)	19
3.1. ADSL (aszimmetrikus digitális elofizetoi vonal)	19
3.2. ADSL2	20
3.3. ADSL2+	20
3.4. RADSL (adaptív sebességu digitális elofizetoi vonal)	21
3.5. VDSL (igen nagy sebességu digitális elofizetoi vonal)	21
3.6. IDSL (integrált digitális elofizetoi hurok)	22
3.7. HDSL (nagy bitsebességu digitális elofizetoi vonal)	22
3.8. SDSL (szimmetrikus digitális elofizetoi vonal)	22
4. Vezeték nélküli hálózatok	23
4.1. IEEE 802.11-es szabványcsalád áttekintése	23
4.1.1. IEEE 802.11	25
4.1.2. IEEE 802.11b	25
4.1.2. IEEE 802.11a	27
4.1.3. IEEE 802.11g	29
4.2. HiplerLAN2	29
4.3. WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)	30
4.4. VSAT rendszerek	32
4.4.1. VSAT rendszerek háló topológiája	32
4.4.2. VSAT rendszerek csillag topológiája	33
4.4.3. VSAT rendszerek összeköttetése	33
4.4.4. VSAT rendszerek szolgáltatásai	34

5. Triple Play megvalósításai konkrét példán	35
5.1. Házhálózat Internetre való csatlakoztatása	38
5.1.1. Vezetékes összeköttetés	38
5.1.2. Vezeték nélküli összeköttetés	39
5.1.2.1. Földfelszíni összeköttetés	40
5.2. Házhálózat megoldásai.....	42
5.2.1. Musorok vétele, szétosztása	42
5.2.1.1. Muholdas digitális musorok vétele egyéni parabola antennával	42
5.2.1.2. Földfelszíni digitális musorok vétele egyéni antennával.....	43
5.2.1.3. Földfelszíni digitális musorok vétele közös antennával.....	43
5.2.1.4. Muholdas digitális musorok vétele közös parabola antennával	44
5.2.2. Internet szétosztása	48
5.2.2.1. UTP kábellel	48
5.2.2.2. WiFi-vel.....	50
5.2.3. Musorok, és az Internetes kapcsolat egy kábelén.....	53
5.2.3.2. DVB-T esetén.....	53
5.2.3.1. DVB-S esetén	55
6. Triple Play megvalósítás lehetőségeinek összehasonlítása.....	57
6.1. Házhálózat Internetre kapcsolás megoldásainak összehasonlítása	57
6.2. Házhálózat megoldásainak összehasonlítása	59
6.2.1. Musorok vételi megoldások összehasonlítása.....	59
6.2.2. Internet megoldások összehasonlítása	61
Összefoglaló.....	63
Rövidítésjegyzék	64
Felhasznált irodalom	66

1. Bevezetés

Napjainkban már a digitális muholdas átvitel (DVB-S) korszakát éljük, a muholdak musor választékában az analóg programok lassan megszunnek, egyre inkább teret hódít a digitális technika.

Földfelszíni musorsugárzás (DVB-T) mostanában terjed el igazán. Számos országban nem régiben már megtörtént az átállás a digitális sugárzásra, például Ausztriában, Németországban, Nagy Britanniában. Hazánkban a közeljövoben tervezik az analóg adótoronyok lekapcsolását, és átállnak a digitális musorok sugárzására. A kísérleti adásokat (DVB-T szolgáltatást) Budapest és Veszprém megye élvezheti. Az átállási folyamat szakaszosan történik nálunk. Nagy beruházásokat igényel, ennek a technológiának a bevezetése. A leendo elofizetok tájékoztatása is nagyon fontos az új digitális musorok vételéről, az új technológia sajátosságairól.

Jelenleg a piacon nagyon sok szolgáltató juttat el a fogyasztókhöz televízió és rádiómusorokat. Ahhoz hogy versenyben tudjanak maradni a versenytársakkal szemben, ki kell terjeszteni tevékenységi körüket. Erre ad megoldást a Triple Play.

Az angol Triple Play kifejezés általánosan elfogadott rövidítése lett egy olyan szolgáltatásnak, melyben a szélessávú Internet, a telefon használat és a televízió- és rádiómusorok egyaránt elérhetőek. Tehát Triple Play tulajdonképpen összecsomagol három, már széleskörűen elterjedt szolgáltatást. Az összecsomagolás lehetővé teszi, hogy az elofizetok három szolgáltató közül csak eggyel álljanak kapcsolatban. Így csak egyetlen egy számlát kapnak a fogyasztók, és valószínű, hogy az együttes díj kisebb lesz, mintha a szolgáltatást külön-külön kellene megvenniük. Elonyt jelenthet még az is, hogyha valami probléma van valamelyik szolgáltatással, csak egyetlen egy szolgáltatót kell felkeresniük.

Diplomamunkámban a digitális musorszétosztás, vezetékes, és vezeték nélküli adatforgalom technológiáit részletesen bemutatom, amelyekkel megvalósítható a Triple Play szolgáltatás. Egy tömblakás Internetre kapcsolását, és a házhálózat többféle muszaki megoldásait ismertetem. A dolgozatom végén elvégzem ezeknek az alkalmazásoknak az összehasonlítását.

2. Digitális Videó Musorszórás (DVB)

A TV musorszórás az idok folyamán folyamatosan korszerusödött, valamint nagy fejlődésen ment keresztül a hálózati technológia a kezdetektől egészen napjainkig. A mikroelektronika fejlődése, a digitális memóriakapacitás növekedése, és az integrált áramkörök működési sebességének növekedése lehetővé tette, hogy a musorszórás is digitalizálódjon. A kutatásoknak köszönhetően kialakult a teljesen digitális sugárzás elve, a DVB (Digital Video Broadcasting – Digitális Videó Musorszórás). A szervezet feladata, hogy koordinálja a szabványos digitális televíziós sugárzás összehangolt bevezetését a különböző országokban. A digitális televíziós musorszórás lehetőséget ad a sugározható csatornaszám megnövekedésére, és interaktivitása révén hálózatalapú szolgáltatásokat nyújtó univerzális multimédia eszköze lehet a jövő háztartásának.

A DVB egy olyan kép és hangtömörítő eljárás, amely MPEG-2 szabványra épül, és különböző közegeken jut el a felhasználóhoz. A DVB szabványcsalád külön foglalkozik a műholdas átvittel (DVB - Satellite), a kábeles átvittel (DVB - Cable), a földfelszíni átvittel (DVB - Terrestrial).

Digitális televíziózás szolgáltatásai:

- Kifogástalan, zajmentes képminőség: nincs szellemkép, villódzás, színtorzulás.
- CD minőségű hang: sztereo, Dolby Surround vagy többnyelvű kíséroháng.
- Kényelmesebb kezelhetőség: a néző menülistából választhatja ki a nézni kívánt musort. A kiválasztás történhet a musor neve vagy a musor fajtája alapján.
- A musorcsomagban a kép- és hangjelek mellett a musor címének, közvetítési idejének és egyéb kíséroháng információknak a továbbítására is lehetőség van.
- Szupertext, EPG (Electronic Programming Guide - Elektronikus Programkalauz), illetve további értéknövelt szolgáltatások. Az EPG szolgáltatás a programok közötti egyszerűbb navigálást és több szempont alapján történő csoportosítást és kiértékelést tesz lehetővé.
- Mobilitás: a néző ülhet akár villamoson, akár egy, az autópályán száguldó autóban, mindig tökéletes a vétel.

2.1. DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite)

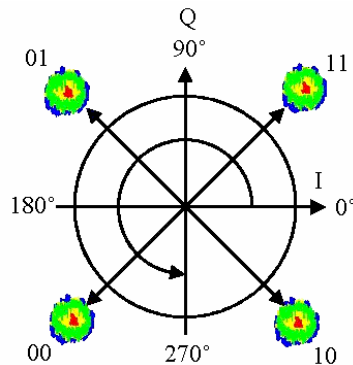
A musorszóró muholdak az Egyenlítő síkjában geostacionárius pályán, a Föld felszínétől számítva kb. 36 000 km-re keringenek a Föld körül. Keringési idejük a Föld körülfordulási idejével azonos, azaz 24 óra. Ezen a pályán több muhold is elhelyezhető egymás mellett, különböző vízszintes irányzögek alatt, amelyek a Föld felszínéről nézve állandó helyzetűnek látszanak. Például az Astra muholdcsalád a 19,2°-os keleti hosszúság mentén található.

A DVB-S átvitelt 1994 fogadták el, ETS 300 421 számú ETS szabvány írja le. A DVB-S rendszer modulációja kvadratúra-fázisbilleentyűzés (QPSK, 8PSK). A muhold és a földi vevo antenna közti nagy távolság miatt a szakaszcsillapítás megközelítőleg 205 dB. Ezen a nagy csillapításon keresztül megy keresztül a muholdas jel, és útja során jelentős zajjal terhelődik.

Egy muholdas musorszóró csatorna sávszélessége általában 26 MHz és 36 MHz között van. Az uplink frekvencia 14 GHz és 19 GHz között van, míg a downlink frekvencia 11 GHz és 13 GHz között van. Tipikus szimbólumsebesség 27,5 Mszimbólum/s. A teljes adatátviteli sebesség 55 Mbps, mivel két bittel továbbítható egy szimbólum QPSK moduláció esetén.

2.1.1. QPSK moduláció

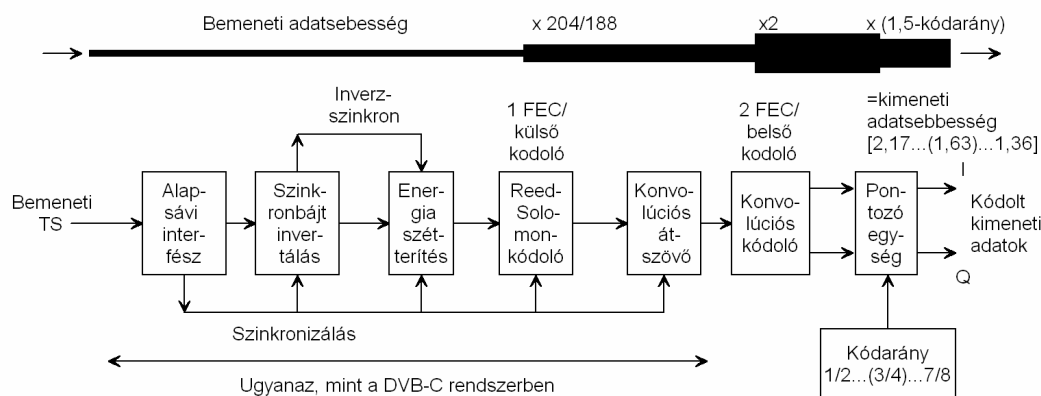
A QPSK moduláció alapja az IQ moduláció, mely összességében az amplitúdó moduláció egy változata. A QPSK (Quaternary Phase Shift Keying) négyállapotú fázis moduláció. A jel amplitúdója nem, csak a fázisa változik négy különböző állapot között. A QPSK konstellációja a 2.1 ábrán látható. Az állapotok távolsága akkor a legnagyobb, ha a négy fázisállapot között 90° a fáziskülönbség. Egy modulációs állapottal 2 bit továbbítható.



2.1 ábra: QPSK moduláció konstellációja

2.1.2. DVB-S modulátor

A DVB-S modulátor felépítése a 2.2 ábrán látható. Ezek a részegységek megtalálhatóak a DVB-T modulátorban is.



2.2 ábra: A DVB-S modulátor csatornakódoló egysége

A DVB-S modulátor első eleme egy alapsávi interfész, ez szinkronizálja az MPEG-2 adatfolyamhoz a többi fokozatot. Egy MPEG-2 adatfolyam 188 bájt hosszú. Ez felosztható 4 bájtos fejlécre és 184 bájtos adatot tartalmazó keretre. A fejléc 0x47 értékű szinkronbájttal kezdődik, ami 188 bájtonként ismétlődik. Az alapsávi interfész ehhez a szinkronjel struktúrához szinkronizálja a többi jelfeldolgozó egységet. 5 adatcsomag után beáll a szinkronizálási állapot, a modulátor ez alapján állítja elő a többi fokozat órajelét.

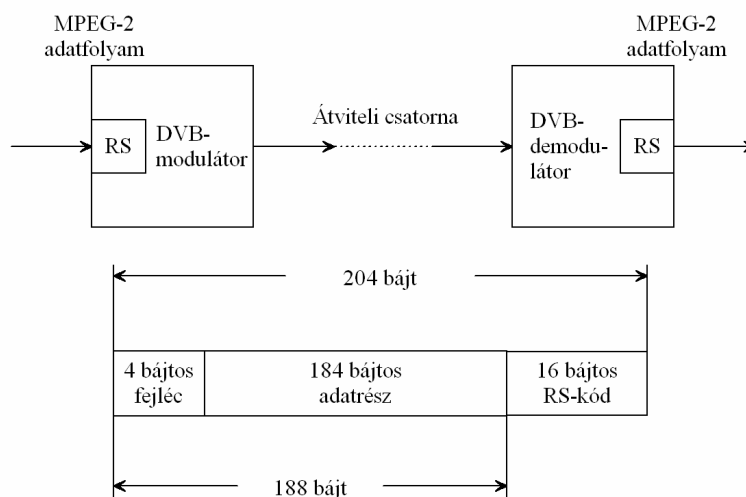
A következő egység az energiaszétterítő fokozat. Ez a fokozat minden nyolcadik szinkronbájtot invertálja, így 7 szinkronbájt változatlanul 0x47 marad, és a nyolcadik 0xB8-ra invertálódik. Erre azért van szükség, hogy az adó és vevő oldali energiaszétterítő fokozat alap állapotba kerüljön. Ezeket az ismétlődéseket figyeli a modulátor és a demodulátor, és felhasználja további műveletekre.

Elofordulhatnak olyan esetek, amikor egymást követően sok 1-es vagy 0-as biteket tartalmaz az adatfolyam. Ezt nem szeretjük, mert nem tartalmaz órajel információt, és a jelspektrumba hosszabb ideig elkülönülő diszkrét vonalakat eredményez. Ennek a nem kívánatos jelenségnek elkerülése érdekében a moduláció előtt energiaszétterítést kell alkalmazni.

Az energiaszétterítéshez állvéletlen bitsorozatra, PRBS-re (Pseudo Random Bit Sequence) van szükség. PRBS bitsorozat előállítását újra kell kezdeni minden egyes szinkron bájnál. Ezután egy kizáró vagy (XOR) műveletet kell végrehajtani az állvéletlen

bitsorozat és az adatfolyam között. Ahhoz hogy visszakapjuk az eredeti bitsorozatot, a vevo oldalon ugyanazt a PRBS bitsorozatot kell használni, és ugyanazt a műveletet kell végre hajtani, mint az adó oldalon. A rendszer egy 15 bites visszacsatolt schift regisztert tartalmaz, ezek egy előre meghatározott szóval töltődnek fel, amikor invertált szinkronbájt érkezik. Így az adó és a vevo szinkronban vannak, ehhez meg az kell, hogy a szinkron bájtok energiaszétterítés nélkül kerüljenek továbbításra.

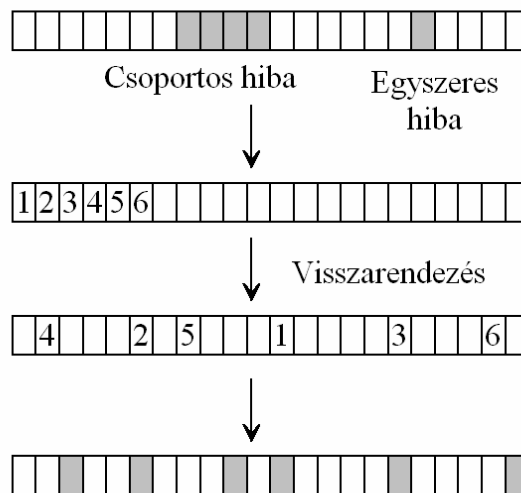
A következő fokozat a Reed-Solomon kódoló. A Reed-Solomon kódolás a 2.3 ábrán látható. A Reed-Solomon kódoló a 188 bájtos (véletlen bit eloszlású) bitsorozathoz 16 bájtos ellenőrző összeget ad hozzá. Ezzel 204 bájtos adatfolyamra bővült. A 16 bájtos Reed-Solomon ellenőrző összeg a vételi oldalon 8 bájtnyi hibát képes kijavítani, függetlenül attól hol volt a hiba. Ennél nagyobb hiba esetén csak jelezni tudja az eltérést, mégpedig a MPEG-2 adatfolyam fejlécében az átviteli hibajelző bit beállításával. A hibás MPEG-2 adatcsomagot a dekódoló már nem dolgozza fel. Reed-Solomon kódolással redundanciát adtunk a rendszerhez, ezáltal csökken a hasznos adatsebesség.



2.3 ábra: A Reed-Solomon kódolás

Egy csatornán nem csak elszórtan jelentkezhetnek hibák, hanem előfordulhat az is, hogy egy egész sor egymás után következő szimbólum elromlik a csatornán való áthaladás során. Az egymást követő sok hibás szimbólumot hibacsomónak nevezik. Ezeket a hibacsomókat csak nehezen vagy egyáltalán nem lehet kijavítani. Ez ellen a rendszer úgy védekezik, hogy a modulátor az egymás melletti biteket szétszórja egy adott intervallumon belül. Ha hibacsomó érkezik a demodulátorra (természetesen ismerni kell a szétszórás módszerét) a helyes sorrend visszarendezése után a hiba szétkenodik, amit már a Reed-

Solomon kódoló ki tud javítani. A hibacsomók elleni védekezést kódátfuzésnek nevezik, angolul interliving-nek. Interliving folyamata 2.4 ábrán látható.



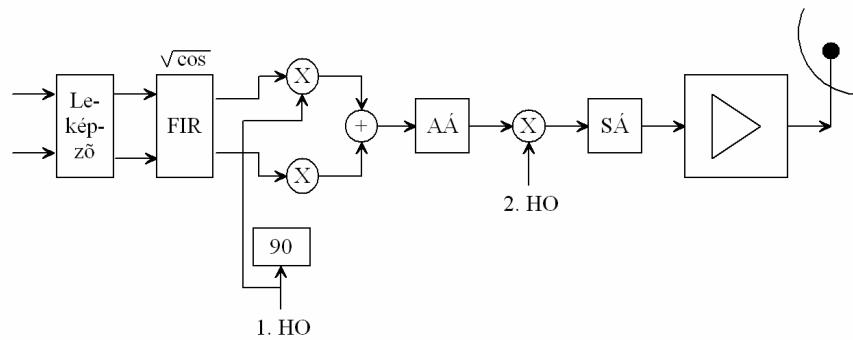
2.4 ábra: interliving folyamata

A második hibavédelemről a modulátor következő fokozata, a konvolúciós (trellis) kódoló gondoskodik. A konvolúciós kódolást követően az adatfolyam sebessége megkétszereződik. Például egy 10 Mbps sebességű adatfolyam 20 Mbps-osra nő, ami 100%-os redundanciát tartalmaz. A pontozó egységben bizonyos bitek kihagyásával a kódarány értéke beállítható.

Az adat növekedés mértékét kódarányal jellemezzük, amely lehet $1/2$, $3/4$, $2/3$, $5/6$, $7/8$. Ezt úgy kapjuk meg, hogy a bemeneti adatsebességet elosztjuk a kimeneti adatsebességgel. A kódarányal befolyásolható a hiba védelem mértéke, és a hasznos adat sebessége. Ha a kódarány $1/2$, akkor a bemeneti adatfolyam a kódolást követően kétszeresére nő, de ilyenkor a leghatásosabb a hibavédelem. Ha a kódarány $7/8$, akkor a redundancia minimális, a hasznos adat sebesség maximális, ebben az esetben a hibavédelem a leggyengébb. Tehát, kompromisszumot kell kötni, általában optimális a $3/4$ -es kódarány alkalmazása.

A leképezés után digitális szűrés következik. A FIR szűrő négyzetgyökre emelt koszinuszos spektrumot állít be, ami 0,35 értékű lekerekítési tényezővel rendelkezik.

A következő fokozat az IQ modulátor, ami QPSK jelet állít elő. Ezután az adó felkeveri uplink csatornába (14 és 17 GHz közé), majd teljesítményerősítés után az adóantennára kerül, ami felfövi a műholdra.



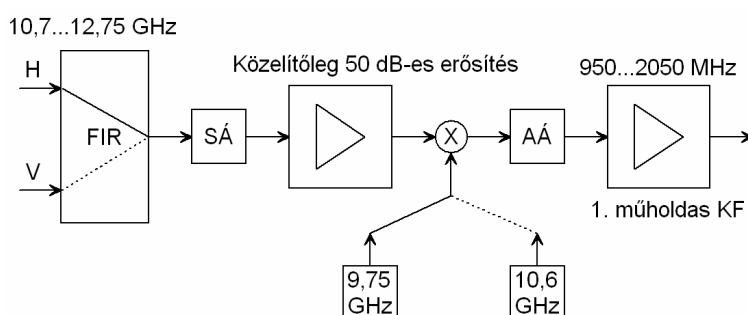
2.5 ábra: A DVB-S modulátor

2.1.3. DVB-S jel útja a muholdon

A DVB-S szabványú jel 36 000 km-es utazása során jut a muholdvevo antennájára, aminek nagy nyereségűnek kell lennie, a körülbelül 205 dB-es szakaszcsillapítás miatt. Ezután sáváteresztő szűrővel a jel spektrumát korlátozzák. Így kerül a jel a transzponderre, ami a muhold jelfeldolgozó egysége. Itt a vett jelet átkeverik downlink (11 és 13 GHz közé) csatornára, majd csöves erősítővel felerősítik. A Földre történő kisugárzás előtt a jel a sávon kívüli összetevők elnyomása miatt újabb szűréseken megy keresztül. A szűrés után a jel a muhold adóantennájára kerül, ahol körülbelül 100 W körüli adóteljesítménnyel lövik a lefedni kívánt területre, ez a muhold lábnyoma. Mind a fölfelé, mind a lefelé irányuló átvitel polarizáltan történik, azaz függőleges és vízszintes polarizációjú hullámokkal. Ezzel a megoldással a muholdas csatornák számának növelése érhető el.

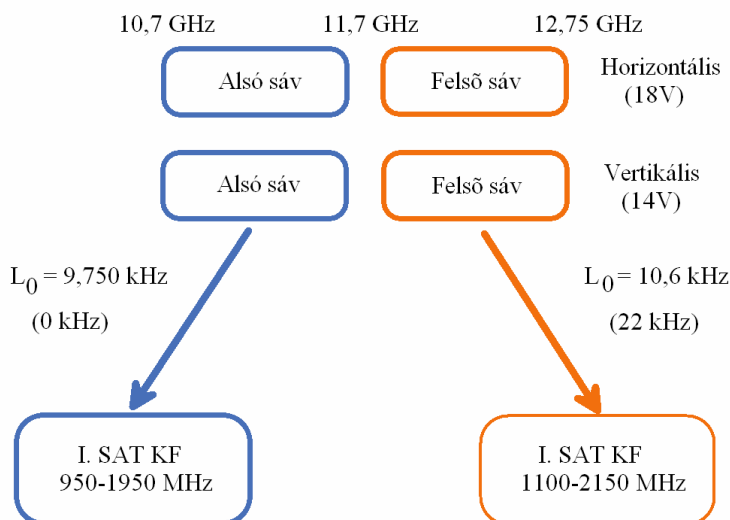
2.1.4. DVB-S vevőkészülék

A DVB-S szabványú jel újból körülbelül 205 dB csillapításon keresztül jut a vevoantennára. A vevoantenna fókuszpontjában található fejkonverter gondoskodik arról, hogy a muholdas jel I. SAT-KF sávba (950-2150 MHz-es tartományba) kerüljön a megfelelő polarizációval. A fejkonverter (angolul Low Noise Block – LNB) tartalmaz csotápvonalat, a horizontális illetve vertikális polarizáció szétválasztására egy-egy kicsatolót, amit a tápfeszültség nagyságával (18V, 14V) lehet kiválasztani. Ezt követi egy kis zajú gallium-arszenid erősítő, és kevero fokozat. Ez utóbbi a muholdas jeleket a muholdas KF sávba ülteti. A fejkonverter blokkvázlata 2.6 ábrán látható.



2.6 ábra: A fejkonverter (LNB) blokkvázlata

A muholdas leirányú frekvenciasávot két részre osztották, alsó sávra (10,70-11,70 GHz), illetve felső sávra (11,70-12,750 GHz). Ezt a két tartományt a kevero lekeveri I. SAT KF- re. A két sáv közötti választást a tápfeszültségre ráültetett 22 kHz-es vezérlojel jelenléte dönti el, ami a helyi oszcillátor frekvenciáját 9,750 GHz és 10,6 GHz között kapcsolja. Ez a folyamat a 2.7 ábrán látható.

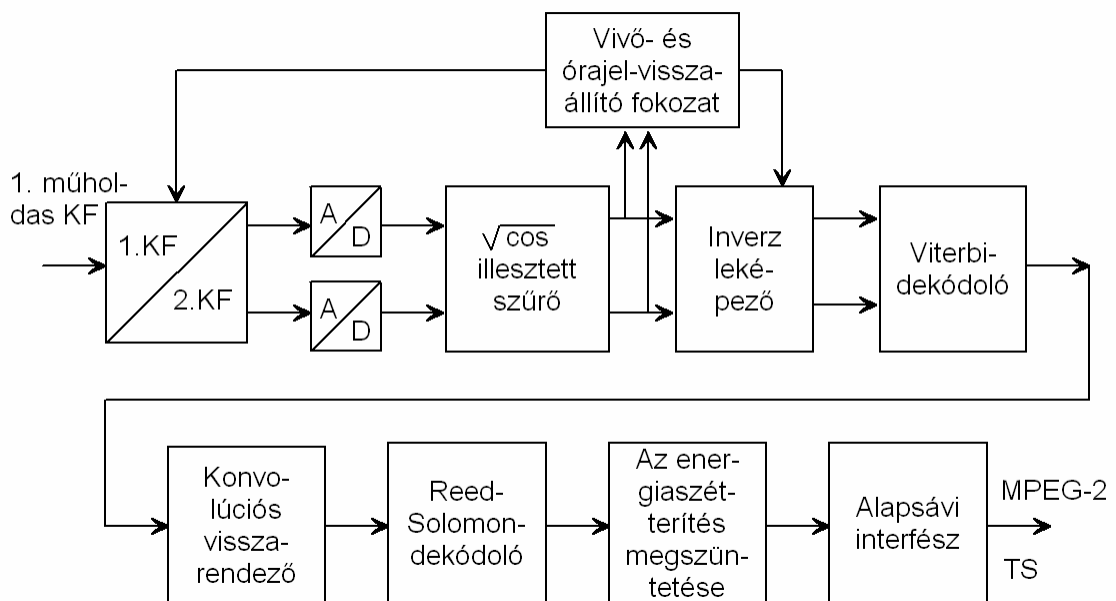


2.7 ábra: Frekvenciasávok

A DVB-S vevo (set top box) a jelet átranzponálja egy másik KF-re, amit már IQ kevero végez el. A keverés után újra eloáll a fázis és kvadratúrajel, amelyeket egy A/D átalakító olvas be. Ezután egy négyzetgyökre emelt koszinusz karakterisztikájú, 0,35 lekerekítési tényezője illesztett szuro következik. Az adó szurovel együtt állítja be a DVB-S jel ténylegesen megvalósítandó emelt koszinuszos jellegu spektrumburkolóját.

Az illesztett szuro után a vivo- és órajel- visszaállító fokozat valamint az inverz leképezo fogadja a jeleket. Ezt követően a Viterbi dekódoló majd a konvolúciós visszarendező távolítja el a hibák egy részét. Ehhez azonban be kell állítani a megfelelő kódarányt (1/2, 3/4, 2/3, 5/6, 7/8).

Az előző két fokozat, amit nem tudott kijavítani, azt a Reed-Solomon dekódoló módosítja, de csak maximálisan a 204 bájtól 8 hibát. Ha több hiba van, akkor az MPEG-2 dekódoló nem dolgozza fel a hibás biteket, hanem megpróbálja kompenzálni azokat. Az RS-dekódoló visszaállítja az adatfolyamot 204 bájtól 188 bájtra. Ezután az energiaszétterítés megszüntető, és az invertált szinkron bájtok visszaállító egysége fogadja a jelet. Végezetül az alapsávi interfész kimenetéről le lehet venni az MPEG-2 adatfolyamot. A DVB-S vevo blokkvázlata 2.8 ábrán látható.



2.8 ábra: DVB-S vevok blokkvázlata

2.2. DVB-C (Digital Video Broadcasting Cable)

A DVB-C átvitel szabványát 1994 fogadták el, az ETS 300 429 számú ETS szabvány írja le. A DVB-C modulátorban az MPEG-2 adatfolyam ugyanazon a jelfeldolgozási egységeken megy keresztül, mint a muholdas DVB-S rendszerben, azzal a különbséggel, hogy elmarad a konvolúciós kódolás, mivel a kábeles technikában sokkal jobbak a vételi minőségi jellemzők.

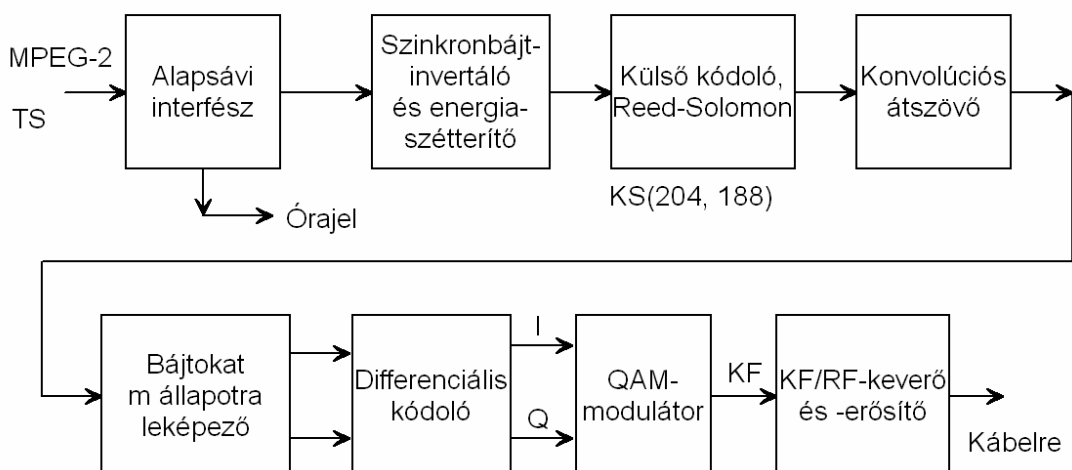
A DVB-C modulátorában választhatunk 16, 32, 64, 128, 256 QAM modulációs eljárások közül. Ebből a koaxiális kábelben 64 QAM-et, mivel itt még optimálisan kezelhető zaj-zavar hatása, optikai kábelben viszont 256 QAM-et használnak, mivel itt a zaj-zavar a legkisebb.

2.2.1. QAM moduláció

A kvadratúra amplitúdómoduláció (angolul Quadrature Amplitude Modulation, QAM) egy modulációs eljárás, ahol az információ részben a vivohullám amplitúdójának változtatásával, részben annak fázisváltoztatásával („kvadratúra”) van kódolva. Az eljárás értelmezhető a komplex számok segítségével úgy is, hogy ez a két jellemző egy komplex értékkel jellemzett amplitúdómodulációt határoz meg. A fázismoduláció tekinthető a QAM egy speciális esetének, ahol az amplitúdó állandó, és csak a fázis változik. Ugyanez kiterjeszthető a frekvenciamodulációs eljárásra, ahol a fázis állandó. Az egyszerre átvitt bitek mennyisége növelhető a nagyobb átviteli sebesség érdekében, vagy csökkenthető a megbízhatóbb átvitelért cserébe. A pontok száma a QAM képen mindig ketto egész hatványai 2^1 -tol (2-QAM) 2^{12} -ig (4096-QAM). A leggyakrabban használt eljárások a 16 QAM, 64 QAM és 256 QAM, melyek 4, 6 illetve 8 bitet kódolnak egyetlen szimbólummal.

2.2.2. Modulátor

A DVB-C modulátor lényegében ugyanúgy működik, mint a muholdas modulátor. A DVB-C modulátor blokkvázlata a 2.9 ábrán látható.

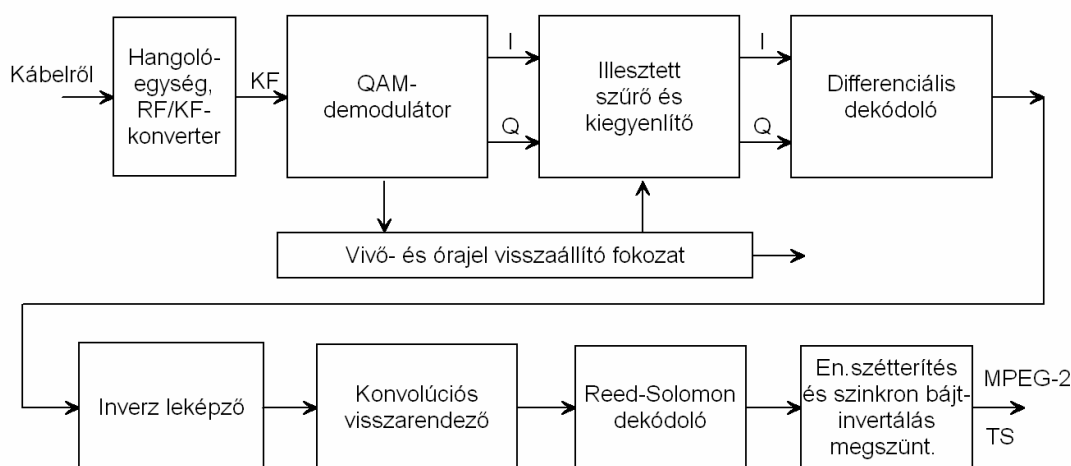


2.9 ábra: A DVB-C modulátorok blokkvázlata

Az MPEG-2 adatfolyam (188 bájt) az alapsávi interfészre jut, ahol megtörténik a szinkronizálás a modulátor egyes egységeinek számára. Ezt követően minden nyolcadik szinkronbájt invertálása következik. Így állítja elő az adó, illetve vevő oldali szinkronizálási időbélyegeket az energiaszétterítés fokozat részére, ami az invertálás követően be is következik. Ezután a Reed-Solomon kódoló látja el feladatát, a 188 bájt MPEG-2 adatfolyamhoz 16 bájt ad hozzá, amivel 8 hiba kijavítása lehetséges. Az így 204 bájtossá nőtt MPEG-2 keret a Forney féle átszövő egységen halad át, amely a csoportos hibáktól véd. A hiba védelem után a leképező fokozat differenciális kódolást alkalmaz. Erre azért van szükség, hogy a 64 QAM demodulátor a vivot 90° egész számú többszöröseinek megfelelő kezdőfázissal tudja csak visszaállítani, ennek megfelelően bármelyik négy vivoállapotra rá tud állni a vevő. A differenciális kódolót követi a QAM modulátor, majd teljesítményerősítésen át a szélessávú elosztóhálózatba jut a jel.

2.2.3. DVB-C vevő

A DVB-C set top box az 50 MHz-860 MHz-es tartományban veszik a jelet. A DVB-C jel számos megpróbáltatásnak van kitéve: zajterhelésnek, reflexiónak, amplitúdó és fázistorzításnak. A vevő felépítése a 2.10 ábrán látható.



2.10 ábra: A DVB-C vevők felépítése

Az első fokozat a hangoló egység, ami a 8 MHz-es sávszélességű jelet a 36 MHz sávközépi frekvenciára (KF tartományba) keveri le. A szomszédos csatorna jeleit egy pontosan 8 MHz-es sávszélességű SAW szűrő vágja le. Ezután újabb kisebb KF tartományba keveri le a vevő a jelet, A/D átalakítás megkönnyítése végett. Kisebb frekvenciára kevert jelből egy aluláteresztő szűrő eltávolítja a mintavételezési frekvencia felénél magasabb frekvenciájú jeleket. Az A/D konverter 10 bites felbontással digitalizálja a jelet. A digitális KF jel az IQ demodulátorba jut, majd egy illesztett szűrőbe (négyzetgyökre emelt koszinusz karakterisztikájú). Ezt követően a differenciális dekódoló, és az inverz leképező fokozat következik, ami az eredeti jelet állítja vissza. A konvolúciós visszarendező megszünteti a keresztátcsövét, majd a Reed-Solomon kódoló látja el feladatát. Végezetül az energiaszétterítés és szinkronbájt invertálás megszüntetése után elő áll ismét a 188 bájtos MPEG-2 adatfolyam.

2.3. DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial)

A DVB-T digitális földfelszíni musorszórás a VHF-UHF sávban. A DVB-T jellemzőit az ETS 300744 szabvány írja le, amit 1995-ben fogadtak el. Számos országban folytak a kísérletek, de elsoként 1998-ban Nagy-Britanniában kezdték el a digitális földfelszíni sugárzást. Tömeges használata csak 2003-ban indult meg.

Hazánkban az Antenna Hungária RT kezdte el a DVB-T szabvány kísérleti sugárzását, mégpedig 1999. június 9.-én a Széchenyi hegyre telepített digitális adóberendezéssel. 2002. májusában beindították az első vidéki DVB-T telephelyet Kab-hegyen, az analóg televízió musorokkal azonos antennáról. A Kab-hegyi adó a budapesti musorcsoomag jeleit sugározza, kiegészítve a környék regionális híradójával. Magyarország aktuális ellátottsági térképe a 2.11 ábrán látható.



2.11 ábra: Magyarország aktuális ellátottsági térképe

A budapesti sugárzás technikai paraméterei:

- Frekvencia: UHF 43-as és 51-es csatorna
- Kisugárzott teljesítmény (EIRP): 1kW
- Üzem mód: 8k
- Modulációs mód: 64QAM-et
- Kódarány: 2/3
- Védelmi intervallum: 1/32
- Musorok: M1, M2, DUNA, Autonomia Televízió

A Kab-hegyi sugárzási paraméterei:

- Frekvencia: UHF 64-es csatorna
- Kisugárzott teljesítmény (EIRP): 10kW
- Üzem mód: 8k
- Modulációs mód: 64QAM-et
- Kódarány: 2/3
- Védelmi intervallum: 1/32
- Musorok: M1, M1(Sopron), M2, DUNA, Autonomia Televízió

2.3.1. DVB-T vétel lehetőségei

A digitális musor vételére nem kell lecserélni az analóg TV musorszórásnál használt tetoantennákat, de a hagyományos TV készülékek már nem tudják feldolgozni a beérkező digitális jelet. Tehát mielőtt a TV készülék megkapná a digitális jelet, el kell helyezni egy úgynevezett set top boxot, ami a digitális jelet a vevőkészülék által ismert analóg jellé alakítja. A vétel lehetséges még számítógépes környezetben, mégpedig USB-n keresztül egy kisméretű DVB-T vevőt csatlakoztatva kb. 10 cm -es antennával. A 2.12 ábrán látható egy teto - illetve egy szoba antenna.



2.12 ábra: DVB-T antennák (teto - ill. szoba antenna)

2.3.2. DVB-T elonyei

A szokásos analóg televíziós csatornában 4-6 kiváló minőségű musor átvitele is lehetséges a szolgáltató igényétől függően, illetve lehetőség van a HDTV rendszer bevezetésére is.

A spektrum hatékony kihasználása révén növelhető a programok száma, vagy csatornák szabadíthatók fel más szolgáltatások számára.

Lehetőség van egyfrekvenciás adóhálózat kiépítésére. A frekvenciakészlet gazdaságos hasznosítása érdekében egy-egy musorcsomagot minden adóállomás és átjátszóállomás azonos frekvencián sugároz.

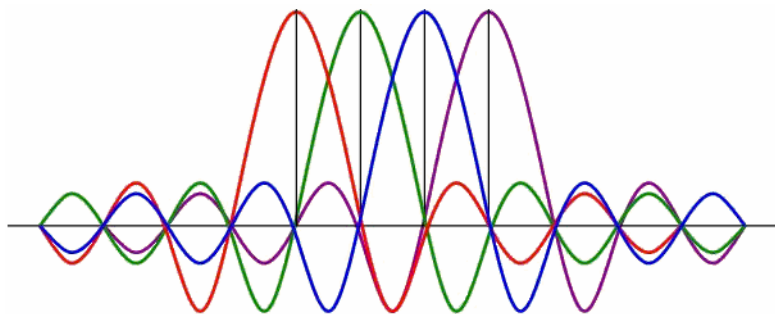
Azonos lefedési területet feltételezve a tényleges beruházási költség a DVB-T esetében a legkisebb. A DVB-T hálózat kiépítése olcsóbb, mint a kábelhálózaté, ráadásul a DVB-T hálózat az analóg infrastruktúrára is ráépíthető.

Mozgás közben is lehet élvezni a DVB-T által nyújtott szolgáltatásokat, autóban, buszon, mobil telefonon.

2.3.3. OFDM moduláció

Ez a sokvivos rendszer a legbonyolultabb modulációs eljárások közé tartozik. Az információt ugyanazon a sávszélességen belül nem egy, hanem akár több ezer vivore ültetik rá, így kellemes mértékű hibajavítással ellátva a fading csak bizonyos vivókra, vagy vivocsoportokra lesz hatással, de semmiképp sem az egész információra. A szomszédos vivók nem zavarják egymást, mivel ortogonálisak (egymásra merőlegesek). Az információ a vivók közötti átszövésével oszlik meg. A vivók mindegyikét QPSK, 16 QAM vagy 64 QAM-el modulálják, és a közöttük lévő távolság állandó.

Az OFDM modulált jel a csatornát egyenletesen, zajszerűen terheli, azaz a csatorna spektrálisan kihasználtsága.



2.13 ábra: OFDM spektrum

2.3.4. DVB-T sugárzás technikai háttere

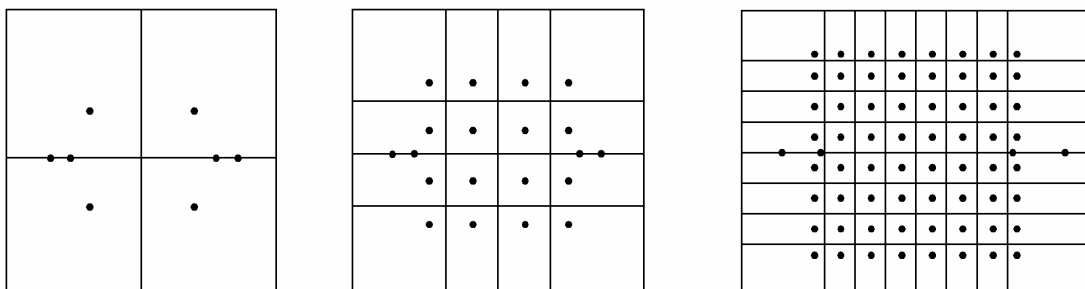
A DVB-T rendszer 6, 7, 8 MHz-es csatorna sávszélességet enged meg. A földfelszíni sugárzás céljára speciális modulációt fejlesztettek ki, a többvivos OFDM modulációt. Ilyen rendszer esetén az egyes szimbólumok időtartama többszöröse az egyvivos rendszerének. Így azokat a reflektált jeleket, melyek adott időre - a védelmi intervallumon (Guard Interval-GI, értéke lehet: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32) - belül érkeznek, a rendszer hasznos jelként tudja feldolgozni. A védelmi intervallum növelése javítja a reflektált hullámokkal szembeni védelmet, viszont csökkenti a hasznos adatsebességet. Többvivos rendszer esetén

minden vivot egyenként modulálnak QPSK, 16 QAM vagy 64 QAM módon. A különböző modulációk eltérő zajérzékenységgel bírnak, de természetesen meghatározzák a felhasználható adatsebességet is.

A DVB-T szabvány két üzemmódot definiál: a 2k és 8k működési módot. 2k üzemmód esetén a vivók száma 1207, a köztük lévő távolság 4kHz, és a szimbólumidő 250 μ s. 8k üzemmód esetén a vivók száma 6817, a köztük lévő távolság 1kHz, és a szimbólumidő 1ms. Mozgó vételnél a 2k elnyösebb a Doppler-effektus miatt, míg 8k üzemmódnál az adó tornyok távolabb telepíthetők.

A DVB-T szabvány hierarchikus kódolást is lehetővé tesz. Ez esetben a modulátornak két bemenettel kell rendelkeznie, amelyek hibajavító fokozatai teljesen azonosak, de egymástól függetlenül konfigurálhatók. Ennek lényege az egyazon musor átvitele különböző adatsebességgel, és hibajavító kódolással. A magasabb prioritású jelút alacsonyabb adatfolyamot közvetít, amelynek rosszabb a képminősége, de hibavédelle jobb, és modulációja zavaroknak ellenállóbb QPSK. Ezzel szemben az alacsonyabb prioritású jelúton magasabb adatsebességu, gyengébb hibavédelemmel rendelkező és összetettebb modulációjú (16QAM vagy 64QAM) adatfolyam halad. A vevőkészüléken a vételi körülményektől függően választja ki, hogy a két bitfolyam közül melyiket dolgozza fel.

Nem minden OFDM vivo szállít hasznos adatot, igen sok pilot és egyéb, különleges funkciójú vivo található a jelek között. Ezeknek a frekvenciaszinkron biztosításában, a csatornabecslésben és korrekcióban, a jelzés átviteli információk gyors továbbításában van szerepük, és a modulátor illeszti be őket a jelspektrumba.



2.14 ábra: DVB-T konstellációs ábra QPSK, 16 QAM és 64 QAM moduláció esetén

3. DSL (Digital Subscriber Line - digitális elofizetoi vonal)

Amikor a digitális átvitel eljutott arra a technológiai fejlettségi fokra, hogy egészen a telefonkészülékig el lehetett vinni a digitalizált hanginformációt, komoly vizsgálatnak vetették alá a telefon érpárat. Kiderült, hogy a jó minőségű csavart érpár a beszédátvitelhez szükségesnél jóval nagyobb sebességű átvitelre is alkalmas, akár néhány kilométeres távolságra is.

A DSL rövidítés elé különböző, a technológiára, a sebességre vagy egyéb paraméterre utaló betűjelet szoktak tenni az eltérő elvi megoldások megkülönböztetésére. Az XDSL rövidítés a különböző technológiájú, sebességű illetve különböző alkalmazású DSL megoldások összességét jelenti.

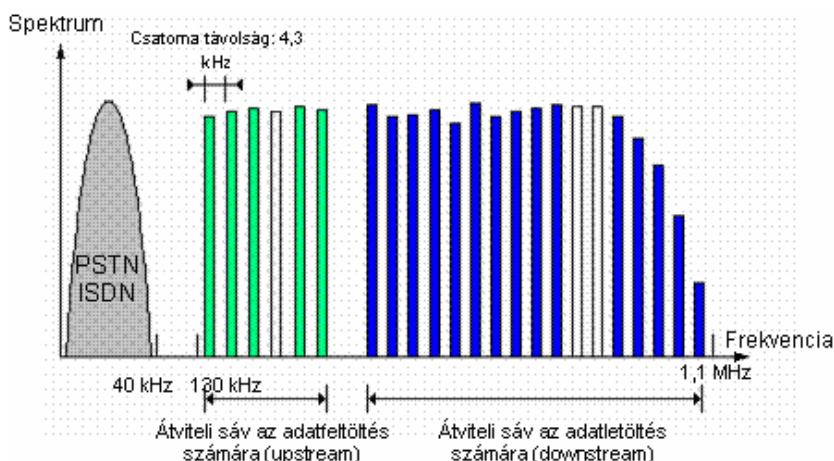
3.1. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line – aszimmetrikus digitális elofizetoi vonal)

Az ADSL lényege, hogy a csavart érpáron a két irányban - tehát a hálózattól a végberendezés felé illetve a végberendezéstől a hálózat felé - az átviteli sebesség erősen különböző, aszimmetrikus. Az ADSL-t eredetileg - még a nyolcvanas években - arra találták ki, hogy Video on Demand (VoD), magyarul igény szerinti videó szolgáltatásokat lehessen a telefonvonalon keresztül nyújtani. Ehhez természetesen a hálózattól a végberendezés felé nagy sebességű átvitelre volt szükség, míg a végberendezéstől a hálózat felé csak a film kiválasztásához szükséges adatokat kellett átküldeni. Ennek megfelelően az ADSL tipikusan 1,5-6 Mbps sebességgel dolgozik az egyik, míg 128-640 kbps sebességgel a másik irányban. Sok esetben hasonló a helyzet akkor is, ha a mai világban gondolkodva Internet elérésre akarjuk használni a DSL-t. Ekkor is a háló felőli letöltés igényli a nagyobb adatsebességet, tehát az ADSL ebben az esetben is jó szolgálatot tesz.

Mivel a csavart érpáron a hagyományos telefonkészüléket is rajta szeretnénk hagyni, ezért az ADSL jeleit és az alapsávi telefon jeleit szét kell választani egymástól. Erre a célra a végberendezés oldalán és a telefonközpontban is egy sávválasztó szűrőt szükséges a vonalra kapcsolni. Ezek a szűrők választják szét a telefonbeszélgetés alapsávi jeleit a magasabb frekvenciás ADSL átvitel jeleitől.

Az ADSL spektrumában az upstream csatorna 30 kHz-138 kHz, illetve downstream csatorna 138 kHz-1104 kHz között van. Az ADSL modulációja DMT (Discrete Multitone), aminek a lényege, hogy a rendelkezésre álló spektrumot 256 db alcsatornára

osztja. Az egyes alcsatornák QAM modulációt használnak, melynek a sávszélessége 4,315 kHz. A rendszer az átvitel során figyelembe veszi a vonalon rendelkezésre álló sávszélességet, meghatározza a vonal átviteli karakterisztikáját, csillapításmenetét, majd ennek függvényében meghatározza és kiosztja az egyes alcsatornák között a csatornánként átvihető adatbitek számát (0-15 bit). Ennek a műveletnek bitkiosztás a neve. Így érhető el, hogy mindig a legnagyobb kapacitás álljon a felhasználó rendelkezésére.



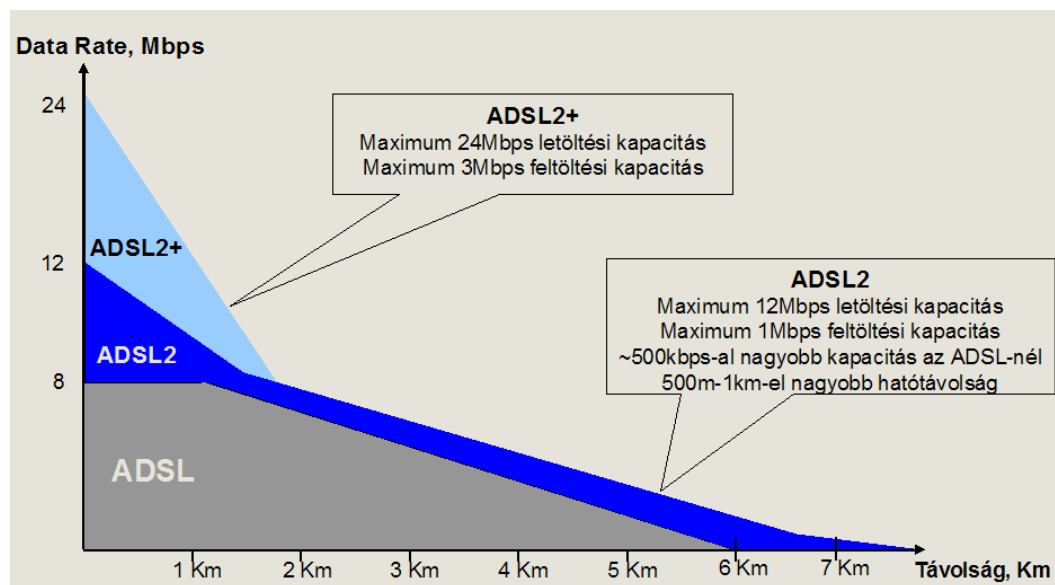
3.1 ábra: ADSL spektrum

3.2. ADSL2

Az ADSL2 a hagyományos ADSL technológiát bővíti ki. Az adatátviteli sebessége tipikusan 8-12 Mbps, és a sima ADSL-hez képest a távolság 300 m-rel megnőtt. A javulás a hosszú vezetékeken tapasztalható interferenciák kiszűrésének köszönhető. Az ADSL2 energiatakarékos, mivel különbséget tesz az adatátviteli és az ideiglenes átvitelmentes időszakok kezelése között. Az ADSL2 rendszerek átmenetileg átválthatnak „teljes digitális” módba, átadván így a hangátvitelre elkülönített csatornákat az adatátvitel számára

3.3. ADSL2+

Az ADSL2 plusz, a használható frekvenciatartomány bővítésével tovább növeli a sávszélességet. A letöltési csatorna maximális frekvenciája 1,1 MHz-ról 2,2 MHz-re bővül, annak ellenére, hogy mindkét technológia azonos frekvenciákat használ a hangátvitelhez, illetve az adatfeltöltéshez. A maximális adatletöltési sávszélesség 8-12Mbps-ról 16-24 Mbps-ra nő, (megduplázódik) 1,5 km-es távolságon belül.



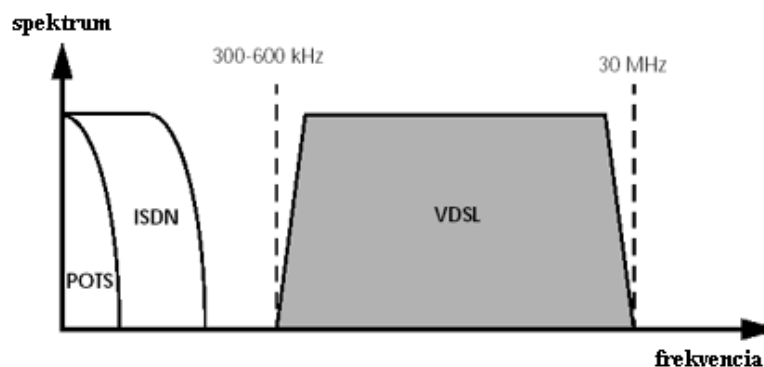
3.2 ábra: ADSL fajták sebességének összehasonlítása a távolság függvényében

3.4. RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line - adaptív sebességu digitális előfizetői vonal)

Az ADSL egyik hátránya, hogy a távolság növelésével az átvitel minősége romlik, s egy adott ponton túl - mely a távolságon kívül a csavart érpár minőségétől is függ - nem használható. Az átvitel sebességét csökkentve azonban a távolság tovább növelhető. Ezen a felismerésen alapszik a RADSL, mely a vonal minőségéhez és az áthidalandó távolsághoz automatikusan beállítja a legnagyobb, még megbízható átviteli sebességet. Mivel a csavart érpár átviteli tulajdonságai pl. a hőmérséklettől, a páratartalomtól is függenek, de sokszor még elektromágneses zavarok is befolyásolják az átvitel minőségét, a dinamikus adaptivitásnak igen nagy szerepe van.

3.5. VDSL (Very High-Speed DSL - igen nagy sebességu digitális előfizetői vonal)

A VDSL (ITU-T G.993.1) különlegesen nagy sebességu átvitelre képes. A VDSL egészen 52 Mbps átviteli sebességet el tud érni a hálózattól a végberendezés felé, míg ellenkezo irányban 1,5 Mbps a minimális sebessége - tehát jellegét tekintve ADSL átvitelről van szó. A VDSL tipikus átviteli távolsága 300 méter és 1500 méter közé esik. A VDSL technika nagy sávszélességen kis hatótávolságra építhető ki, emiatt az optikai hozzáférési hálózatok házon belüli leágaztatására is alkalmazzák. A VDSL technológia nagy (52 Mbps) adatsebessége egyszerre több jó minőségű videojel átvitelét is lehetővé teszi, lehet szimmetrikus, és aszimmetrikus.



3.3 ábra: VDSL spektrum

3.6. IDSL (Integrated DSL - integrált digitális elofizetoi hurok)

Az IDSL az ISDN technológia 2B1Q kódolását használja, azonban nem osztja két részre az ISDN vonal sávszélességét. Ezzel mindkét irányban 144 kbps szimmetrikus átvitelt tud megvalósítani.

3.7. HDSL (High Bit-Rate Digital Subscriber Line - nagy bitsebességu digitális elofizetoi vonal)

A HDSL két érpárat használ az átvitelhez, és szimmetrikus 1,544 Mbps átvitelt biztosít mindkét irányban. Mivel a HDSL technológia alapsávi jelekkel dolgozik, ezért a párhuzamos analóg telefonhasználat nem lehetséges, ezt a HDSL nem engedi meg.

3.8. SDSL (symmetrical DSL - szimmetrikus digitális elofizetoi vonal)

Az SDSL ugyan valóban szimmetrikus átvitelt biztosít mindkét irányban, azonban nem az egyetlen szimmetrikus átvitelt biztosító DSL technológia. Az SDSL szintén a HDSL-ből alakult ki, annak egy érpáron de fele akkora sebességen működő változata. Az SDSL 128 kbps-tól 1152 kbps-es sebességig tud működni egészen 5 kilométeres távolságig.

4. Vezeték nélküli hálózatok

A jelenlegi vezeték nélküli hálózatok elektromágneses hullámokkal, ezen belül infravörös, lézeres vagy rádiófrekvenciás (általában mikrohullámú) technológia segítségével kapcsolódnak egymáshoz. A szabványok a fizikai rétegen belül általában csak a használt frekvenciákat, modulációs módokat, sáv szélességeket definiálják.

A WLAN a lokális hálózat funkcióját nyújtja, de szemben azzal, nincs szükség fizikai (kábel) összeköttetésre a gépek között. Az adatátvitel a gépek (berendezések) között modulált rádióhullám segítségével történik. A WLAN sebessége tipikusan 11 Mbps vagy 54 Mbps, ez elméleti adatátviteli sebesség. A gyakorlatban nagyon sok mindentől függ a maximális sebesség, mint például a zaj-zavaroktól, a távolságtól, a titkosítás ki-be kapcsolgatása a kommunikáció során.

4.1. IEEE 802.11-es szabványcsalád áttekintése

A WLAN hálózatok első generációja nem volt problémamentes. A probléma megoldására több gyártó összefogásával megalakult 1991-ben a WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), mely később megváltoztatta a nevét Wi-Fi-re. A WECA célja a vezeték nélküli technológiák szabványosítása volt. A Wi-Fi (Wireless Fidelity) minősítés garantálja az eszközök gyártófüggetlen együttműködését. 1997-ben az IEEE (Institute of Electrical and Electronics) kiadta a 802.11-es szabványcsaládot, mely definiálta a vezeték nélküli helyi hálózatokat.

Az IEEE 802.11 szabvány alapvetően két eszközt definiál. Az egyik a vezeték nélküli állomás (wireless station), ami a leggyakrabban egy vezeték nélküli hálózati interfész kártyával kiegészített hordozható vagy asztali számítógép. A másik elem a hozzáférési pont (access point), amely a vezetékes LAN hálózathoz vagy más hálózathoz csatlakozik, és a vezeték nélküli állomásokkal kommunikál.

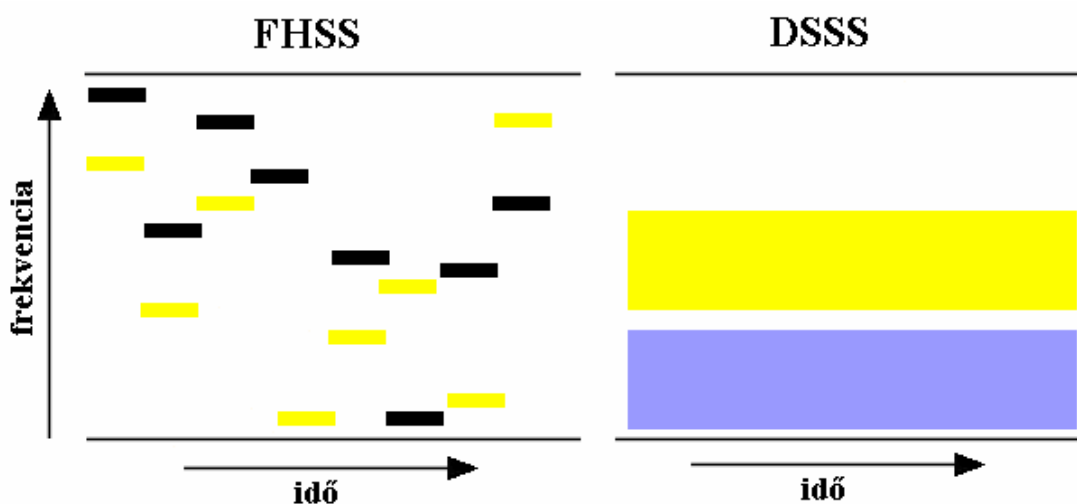
A 802.11 a rádiófrekvenciás kapcsolatot három olyan sávban valósítja meg, amelyeket a világ szinte összes hatósági szabaddon tartanak és ebben a sávban nem szükséges engedély a kommunikációs eszközök működtetéséhez. Cserébe viszont ebben a sávban sok egyéb berendezés is működhet, amelyek például az iparban, az orvosi készülékekben stb. keletkeznek. Ezért is hívják ezt a sávot ipari, tudományos és orvosi sávnak (Industrial, Scientific and Medical, ISM sáv). Az egyik ilyen sáv a 902-928 MHz-

es tartományban, a másik a 2,4-2,483 GHz-es tartományban, míg a harmadik az 5,15-5,875 GHz-es tartományban helyezkedik el.

Mivel az ISM sávban nem garantált a zavarmentes kommunikáció, így a hagyományos rádiós kapcsolat nem működőképes. A szabvány éppen ezért kidolgozott két szórt spektrumú technikát, az egyik a frekvenciaugratásos, szórt spektrumú (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS), a másik a közvetlen sorrendű, szórt spektrumú (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) technika. Mindkét technikának az a lényege, hogy a kisugárzásra kerülő információ széles sávban kerüljön átvitelre oly módon, hogy kello redundanciát is tartalmazzon. Ekkor ugyanis a vevo akkor is venni tudja a teljes, sértetlen információt, ha egy-egy frekvencián éppen folyamatos zavar van jelen az ISM-sávban

Az FHSS-technikában a rendelkezésre álló sáv 75 darab 1 MHz-es sávra lett felosztva, és az adó és a vevo egy adott frekvenciaugratási sablon szerint váltja a csatornákat másodpercenként igen sokszor. A kisugárzott jel így széles sávú zajként jelenik meg, ugyanakkor a vevo követni tudja a frekvenciaváltásokat és ezzel egy jó interferenciaturó átvitel valósul meg.

A DSSS-technikában a sávot 14 darab 22 MHz-es csatornára osztották fel, amelyek átlapolódnak. Egy kapcsolat egy csatorna szélességében épül fel oly módon, hogy az adatjeleket egy, az adatjelnél jóval nagyobb bitsebességu kóddal megszorozzák. A küldött információ így jelentos redundanciával érkezik meg a vevooldalra, ahol a kód ismeretében visszaállítható.



4.1 ábra: FHSS és DSSS technológia

2,4GHz-es rádiófrekvencia esetén az FHSS vagy a DSSS eljárás használható. Az eredeti szabvány definiálta a közeghozzáférést szabályzó CSMA/CA (Carrier Sense

Multiple Access with Collision Avoidance) eljárást is. Ennek lényege, hogy az állomások egy különleges nyugtaüzenet segítségével eleve megpróbálják elkerülni az ütközést. A nyugtacsomagot a vevoállomás akkor küldi, amikor az adatcsomag épségben megérkezett. Ha ezt az adóállomás érzékeli, akkor a csomag rendben elment és nem ütközött. Ha azonban a nyugtajel nem érkezik meg, akkor egy véletlenszerű idő múlva az adó újra elküldi a csomagot. Ezen a módon az ütközések jó része elkerülhető.

4.1.1. IEEE 802.11

Ez a szabvány 1997-ben jelent meg, ami tartalmazza az IEEE által kiadott meghatározások első változatát. A maximális átviteli sebesség 1Mbps, vagy 2Mbps lehetett.

Ez a szabvány támogatja az infravörös hullámokkal működő technológiát. A rendszer ugyanazt a 850-900 nm-es hullámhosszat használja, mint az optikai kábelek. A megoldás előnye, hogy nincs sávszélességet korlátozó tényező, ezért az átvitel sebessége igen nagy lehet. Ugyancsak előny, hogy semmiféle engedély nem szükséges az infravörös sáv használatához. Amennyiben az infravörös sugárzás irányított, akkor a hatótávolság akár kilométeres nagyságrendű is lehet. Ha azonban az infravörös sugárzás irányítatlan, akkor a hatótávolság néhányszor 10 méternél nem nagyobb. Hátránya viszont a rendszernek, hogy a napfény és néhány más, a tartományban is sugárzó fényforrás egyes esetekben megzavarhatja a kapcsolatot, valamint, hogy az átlátszatlan tárgyak megakadályozzák a kapcsolat felvételét.

Megjelenése után több gyártó cég alkalmazta ezt a szabványt termékein, de a felmerülő együttműködési, biztonsági és teljesítménybeli problémák kezdetben igen nagy kihívást jelentettek.

4.1.2. IEEE 802.11b

A 802.11b szabványt 1999-ben publikálták, a 802.11 szabvány tovább fejlesztett változata. Ez is a 2,4 GHz-es frekvencia sávot veszi alapul, de a maximális átviteli sebességet 11 Mbps-re növelték, a DSSS technikának köszönhetően. Többféle adatsebességet támogat a szabvány, köztük a legalacsonyabb az 1 Mbps, ami DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) modulációs eljárást és Barker kódot használ. A DBPSK úgy kell elképzelni, mint a QPSK modulációt, csak nem négy, hanem kétállapotú. Az állapotok közötti fázis különbség 180° . A Barker kód pedig egy N hosszú +1, -1 értékből álló sorozat, melyet egy matematikai képlet alapján számolnak ki.

A szabvány támogatja még a 2 Mbps-os sebességet is, amihez szintén Barker kódot használ, de modulációja DQPSK. Ez négyállapotú moduláció, ami az elozohöz képest duplájára növeli az átviteli sebességet.

DQPSK modulációt alkalmaznak 5,5 Mbps illetve 11 Mbps esetén is, de Barker kód helyett CCK (Complementary Code Keying) használnak, amely 64 darab 8 bites kódszó sorozatából áll. Ez a kódolás kényesebb a zavarokra, ezért, ha a környezeti zajok túl erosek, lecsökkenti a sebességet akár 1Mbps-ra is.

A 2,4 GHz-es ISM sávot összesen 13, (egymást átfedo) csatornára osztották (4.1 táblázat), a vivok közötti távolság 5 MHz, és a csatorna szélessége 22 MHz. A maximálisan engedélyezett, nem engedélyköteles adóteljesítmény ebben a sávban 100 mW. Ezt a sávot számos eszköz használja még a WLAN mellett, ezért gyakran interferencia adódhat, amely rontja a WLAN teljesítményét. Ilyen eszköz például: Bluetooth, Cordless telefonok, Mikrohullámú süto, stb.

Csatorna száma	Frekvencia MHz	Csatorna száma	Frekvencia MHz
1.	2412	8.	2447
2.	2417	9.	2452
3.	2422	10.	2457
4.	2427	11.	2462
5.	2432	12.	2467
6.	2437	13.	2472
7.	2442		

4.1 táblázat: frekvencia kiosztása

Az ilyen hálózatokat pont-multipont felépítésben szokták alkalmazni. Ekkor az eszközök egy hozzáférési pont (Access point) és egy gömbsugárzó antenna segítségével kommunikálnak egymással. Ezt a konfigurációt épületen belül alkalmazva 11 Mbps sebesség mellett 30 m a hatótávolság, és 1 Mbps sebesség mellet, pedig 90 m. Pont-pont kiépítés esetén, irányított antennákat használva az áthidalható távolság növelhető.

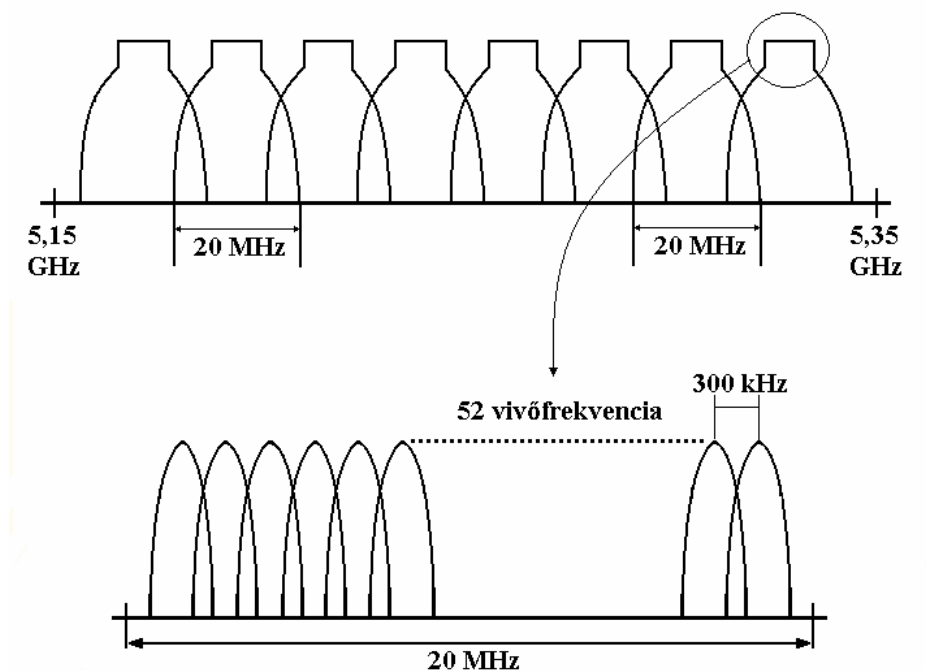
4.1.2. IEEE 802.11a

A 802.11a szabvány második kiegészítése az eredeti 802.11-nek. Ugyanazt az alapprotokollt használja, mint az elozo szabványok, csak 5 GHz-es frekvenciatartományban dolgoznak. Ez a sáv 5,15 GHz-tól 5,875 GHz-ig terjed, ami különböző országokban a felosztás változhat. Ezeken a frekvenciákon nagyobb átviteli sebességet lehet elérni. Itt kisebb az interferencia, mivel kevésbé zsúfolt, mint a 2,4 GHz-es tartomány.

Az FCC (Federal Communications Commission) a 802.11a szabvány számára 300 MHz széles tartományt foglalt le, 200 MHz-et az 5,15 és 5,35 GHz-es sávban, 100 MHz-et pedig az 5,725 és 5,825 GHz-es tartományban. A használható maximális adóteljesítmény szempontjából a lefoglalt tartomány három sávra oszlik:

- az alsó 100 MHz-en a maximális teljesítmény 50 mW,
- a középső 250 mW,
- a felső sávba 1 W.

Ezek a teljesítmények gyakorlatban nem igazán fordulnak elő, mivel általában mobil eszközökbe építik be a technológiát, ahol az elsődleges szempont az energiatakarékosság. Mobil eszközöknél alkalmazott adóteljesítmény 30 mW körül van.



4.2 ábra: IEEE 802.11a spektrum

A 802.11a szabványban használt modulációs eljárás az OFDM moduláció. Az 5,15 GHz- 5,35 GHz közötti tartományt 8, egyenként 20 MHz-es csatornákra bontják (4.2 ábra). Egy 20 MHz-es csatornában 52 darab vivofrekvencia található, egymástól 300 kHz távolságra. Ezekből a frekvenciákból 48-at adatok számára, 4-et szinkronizációhoz alkalmaznak. Ha egy ilyen csatornát egyetlen eszköznek osztjuk ki akár 54 Mbps sebesség is elérhető.

Az OFDM vivoit egyenként BPSK, QPSK, 16Q AM, vagy 64 QAM eljárással modulálják. A modulációs eljárások változtatásával változik a maximális átviteli sebesség. A szabványban definiált legnagyobb adatsebesség 54 Mbps, ami csak az adótól 12 m-ig igaz. Sajnos az adótól távolodva csökken a sebesség. A modulációs sémákat és sebességeket 4.2 táblázat foglalja össze.

Modulációs eljárás	Kódolás	Átviteli sebesség [Mbps]
BPSK	OFDM	6
BPSK	OFDM	9
QPSK	OFDM	12
QPSK	OFDM	18
16QAM	OFDM	24
16QAM	OFDM	36
64QAM	OFDM	48
64QAM	OFDM	54

4.2 táblázat: IEEE 802.11a modulációs sémái és sebességei

Elonye a nagy távolság és sávszélesség, viszont jellemzően csak pont-pont kapcsolatra használják. Különösen fontos az optikai rálátás a két pont között. Az ehhez használható eszközök általában drágábbak.

4.1.3. IEEE 802.11g

Ezt a szabványt az IEEE 2003-ban publikálta. A 802.11g a 2,4GHz-es ISM sávban működik. Mivel ugyanezt a frekvenciasávot használja 802.11 és a 802.11b ez a szabvány kompatibilis velük. Modulációs eljárásaként OFDM-et alkalmaz, míg átviteli sebessége a kompatibilitás miatt 1Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps, 11Mbps, továbbá 18 Mbps, 24 Mbps, 36 Mbps, 48 Mbps, és 54 Mbps. A hálózat tipikus hatótávolság 54 Mbps sebesség mellett 15 m, 11 Mbps sebesség mellett, pedig 45 m.

A szabvány elonyként könyvelheti el a korábbi eszközökkel való kompatibilitását, 802.11a szabványnál alkalmazott maximális sebesség bevezetése, de a hátrány a 2,4 GHz-es sáv komoly foglaltsága.

4.2. HiperLAN2

Az ETSI HiperLAN2 szabványú rendszerek szintén az 5 GHz-es ISM sávban működnek. Európában 455 MHz sáv szélességet foglaltak le a rádiós spektrumból a HiperLAN2-nek, míg Amerikában csak 300 MHz-et. Fizikai szinten 6 - 54 Mbps átviteli sebességgel rendelkeznek, amely hálózati szinten maximum 32 Mbps-nek felel meg.

A rendszer OFDM modulációt használ, mivel nagyon hatékony a többutas terjedésből adódó késleltetés-szóródás kivédésére. Összesen 52 vivót alkalmaznak, a rendszer az elküldött szimbólumot 48 vivóra ültetve sugározza ki, és ezzel párhuzamosan 4 vivon sugárzott pilot jelek segítik a megfelelő vételt. Egy rádiós csatorna 20 MHz sáv szélességet foglal, összesen 19 csatorna alkalmazása lehetséges. A kisugárzott keretek között 800 ns védőtávot biztosítanak, de kis beltéri területen 250 ns is elegendő.

A HiperLAN2 hálózati kommunikáció kapcsolatorientált, azaz az adatküldés előtt először fel kell építeni a kapcsolatot az AP és a WS között. A HiperLAN2 biztonsági szempontból erősebb, mint a 802.11 szabvány. A HiperLAN2 hálózat támogatja mind a hitelesítést mind, pedig az adatfolyam kódolását. A hitelesítés kétoldali, vagyis az AP és a WS hitelesítik egymást, hogy biztos legyen a jogos hozzáférés a hálózathoz (AP oldaláról) valamint, hogy a WS a megfelelő hálózathoz csatlakozott-e. Mivel a rádiócsatorna könnyen lehallgatható, ezért az adatfolyamot kódolják.

4.3. WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Az IEEE 802.16 szabványt 2002 áprilisában jelentették be, ami 10 és 66 GHz-es tartományban működik. 2003 januárjában jelent meg az IEEE 802.16a szabványa, amely már egy olyan rendszert definiál, amely a 2-11 GHz-es tartományban működik. A technológiát WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) néven is szokták említeni.

A WiMAX technológiával városnyi területeket is össze lehet kötni, vagyis mindenhová eljuthat majd a szélessávú internet hozzáférés. Míg a 802.16-os szabvány (a WiMAX) akár 50 kilométeres körzetben is adhat hálózati hozzáférést, a WiFi (WLAN szabvány) csak 100 méteres körzetet képes ellátni. Ezzel a technológiával bázisállomásonként 280 Mbps-re emelhető az adatátviteli sebesség, azaz 70 Mbps lehet az osztható sáv szélesség; ez körülbelül 60 üzleti T1-es vonalnak vagy nagyjából 1000 otthoni, 1 Mbps ADSL-vonalnak felel meg. Ennek a technológiának az a további - és igen nagy - előnye, hogy nem kell hozzá közvetlen rálátás az átjátszókra, és ezzel voltaképpen többet ígér minden ma használatos szélessávú, vezeték nélküli kapcsolatnál, mivel a végpontokban nem kell majd kültéri antenna.

WiMAX hálózatok legfeljebb 70 Mbps sebességű adatátvitelre képesek. Szakértők szerint a WiMAX mind a DSL (Digital Subscriber Lines), mind pedig a kábelnetes megoldásoknál olcsóbb lehet, hiszen esetében nem kell kábeleket lefektetni, a vezeték nélküli infrastruktúra kiépítése pedig rendkívül olcsó. Olyan helyeken is beindítható a szélessávú kapcsolat, ahol a kábeles megoldás nem volt lehetséges illetve gazdaságos.

Az egyes vezeték nélküli hálózati megoldások muszaki adatait 4.3 táblázat foglalja össze.

	802.11	802.11b (WiFi)	802.11a	802.11g	HIPER LAN/2	802.16	802.16a (WiMAX)
Moduláció	FH/DSSS	DSSS	OFDM	OFDM	OFDM		
Vivo frekvencia	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	5 GHz	10-66 GHz	2-11 GHz
Max. átviteli sebesség (fizikai szinten)	2 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	70 Mbps	70 Mbps
Közeg-hozzáférés	CSMA/C A	CSMA/C A	CSMA/C A	CSMA/C A	Central Resource Control TDMA/T DD	Central Resource Control	
Kapcsolat orientáltság	Nem kapcs. orientált	Nem kapcs. orientált	Nem kapcs. orientált	Nem kapcs. orientált	Kapcsolat orientált		
Multicast lehetőség	Van	Van	Van	Van	Van		
Közvetlen rálátás szükséges (AP –ST között)	Nem	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Nem
Átviteli távolság (max)		100 m	20 m	50 m		50 km	50 km
Kimeneti teljesítmény (max)		200 mW	40-800 mW	65 mW			
QoS támogatás	központos ított MAC vezérlés (PCF) esetén	központo sított MAC vezérlés (PCF) esetén	központo sított MAC vezérlés (PCF) esetén	központos ított MAC vezérlés (PCF) esetén	Van	Van	Van

4.3 táblázat: vezeték nélküli megoldások muszaki adatai

4.4. VSAT rendszerek

A VSAT az angol Very Small Aperture Terminal rövidítése, magyarul Nagyon Kis Átméroju Antennával Muködo Terminal. A definíció szerint a VSAT olyan kisméretu antennával rendelkezo urtávközlési földi állomást jelent, amely könnyen, és gyorsan telepítheto a rendeltetés helyére. A földi termináloknak, az antennaátmérojének mérete kb. 0,5-3,5 m. Minden VSAT rendszer két alapveto egységbol áll: egyrészt a mindig GEO muholdon lévo átjátszóból, másrészt a földi egységbol (VSAT terminálok, HUB), melyek függetlenül a felhasználástól mindig professzionális kiviteluek.



4.3 ábra: VSAT terminál

A technológia alkalmas többek között kis- és nagyobb sebességu adatátvitel lebonyolítására, Internet elérésre, videó- vagy televízió musorok sugárzására, multimédiaalkalmazásokra.

Két topológiai struktúra különböztetheto meg. Az egyik háló topológia, a másik a csillag topológia.

4.4.1. VSAT rendszerek háló topológiája

Ez a topológia csak a muholdat és a VSAT terminálokat tartalmazza. Akkor alkalmazzák, ha kisszámú terminál kommunikál egymással, ugyanis nagy a sávszélesség igénye. Ennek oka, hogy rendszerfigyelo és vezérloegység (HUB) hiánya miatt az ütközések elkerülése végett minden felhasználó között előre definiált frekvenciájú összeköttetésnek kell rendelkezésre állnia. Elonye, hogy nincs szükség a HUB üzemeltetésére, másrészt bármely felhasználó bármikor tud bármelyik másik terminállal kommunikálni (nincs sorban állás).

4.4.2. VSAT rendszerek csillag topológiája

Ilyenkor a hálózat logikai központjában egy nagy antenna átméroju hálózati földi állomást és elosztó pontot (HUB) találunk, amely többek között ellenorzi és felügyeli a vele kapcsolatban álló VSAT terminálokat.

4.4.3. VSAT rendszerek összeköttetése

Az egyszerunek tekintheto felépítés ellenére a VSAT szolgáltatásai meghökkenoeten sokrétuek. Szabványos port interfészeken (EIA 232-D, EIA 530, V.35) keresztül nx64 kbps maximális sebességgel történhet az információáramlás. A kisugárzott teljesítmény 0,5 és 10 W közötti lehet, mellyel az összeköttetés biztonságosan létrehozható és fenntartható, mind a 6/4 GHz-es (C sáv), mind a 14/12GHz-es (Ku) sávban.

A kisméretu földi terminálok az alábbi csoportokba sorolhatók:

- csak vételre szolgáló terminálok
- Adó -vevo terminálok

Csak vételre szolgáló terminálokkal felépített rendszerek musor- vagy adatszórásra, úgynevezett egyirányú összeköttetésre alkalmas rendszerek. Egy központi állomásból és csillagalakzatban elhelyezett vevoterminálokból állnak, a központ és a terminálok között muholdon keresztül létesül az egyirányú kapcsolat. A központi állomásról kisugárzott jelet a muhold közvetítésével minden, a rendszerhez tartozó terminál egy idoben veszi.

Adó-vevo terminálokkal kétirányú összeköttetéseket hozhatunk létre, elsosorban adatátvitel céljából. Az adatátviteli sebesség általában 64 kbps vagy ennek egész számú többszöröse. A kapcsolat muholdon keresztül létesül a központi állomás és az egyes terminálok között, és csak ritkán két terminál között, ezért ez a rendszer is többnyire csillag felépítésu.

A VSAT rendszerek elonyei:

- kis méret
- flexibilis kiépítés
- könnyen beszerezhető
- könnyen telepíthető
- a rendszer minden pontja hozzáférhető
- nagysebességu, folyamatos átvitel
- megbízható összeköttetések
- alacsony hibaarány
- könnyen bővíthető
- a tarifa független az áthidalt távolságtól
- olcsó és könnyu karbantartani, mint más hálózatokat

4.4.4. VSAT rendszerek szolgáltatásai

A muholdas információs-kommunikációs szolgáltatásokat szokásosan (a hálózatok szerint) az alábbiakra osztják:

- musorszóró hálózatok (televízió- és rádióprogramok terjesztése, járulékos szolgáltatásként teletext);
- adatszóró hálózatok (pénzügyi, banki, tozsdei adatok, piaci, marketing, kereskedelmi, vállalati információk továbbítása, a szoftverfejlesztok munkájának segítése);
- adatgyujto hálózatok (meteorológiai, környezetvédelmi, vízügyi, technológiai adatoknak a feldolgozó központba történó gyors, hatékony továbbítása);
- interaktív hálózat (helyfogla lási rendszerek (repülő, szálloda); bankok, biztosító társaságok központ-fiók közötti kapcsolattartása, tranzakciók lebonyolítása; távvásárlási, eladási információk biztosítása; online információszolgáltatás, adatbázisok lekérdezése; elektronikus levelezés; elektronikus publikálás; online dokumentumátvitel; elektronikus konferenciák szervezése, lebonyolítása);
- mobil rendszerek (földi, vízi, légi szolgálatban való alkalmazásra).

A muholdas rendszerek lehetőséget nyújtanak egyrészt ember-ember, ember-gép és gép-gép kommunikációra, másrészt egy, illetve kétutas kommunikációra.

5. Triple Play megvalósításai konkrét példán

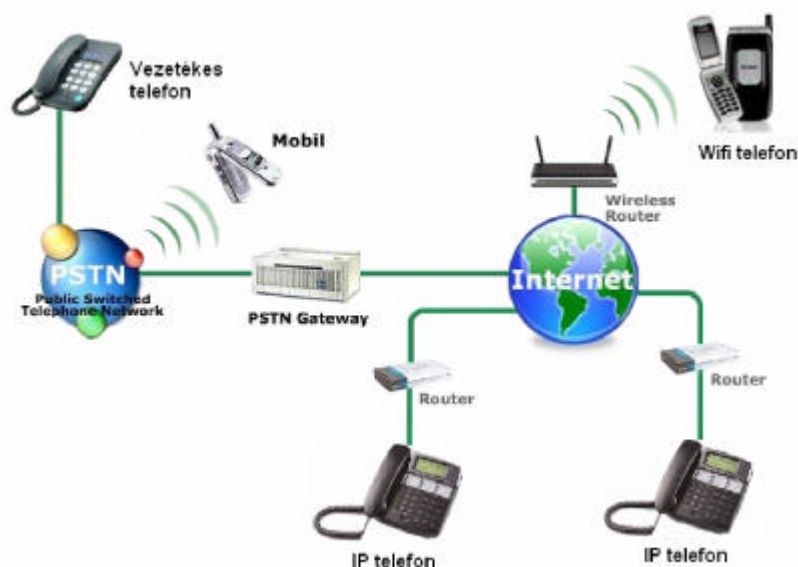
Diplomamunkám fő témája, hogy vezeték nélküli musorszolgáltatók milyen lehetőségekkel tudnak megvalósítani Triple Play szolgáltatást, ezeket a megoldásokat egy konkrét példán mutatom be.

A konkrét példa egy 10 emeletes 3 lépcsoházaz lakóháztömb Triple Play szolgáltatásának megvalósítása. Összesen 90 lakást jelent, ha egy lépcsóházban, egy emeleten 3 lakás van. 100%-os penetráció esetén 90 előfizetőt kell ellátni szélessávú Internettel, telefonálási lehetőséggel, valamint digitális televízió és rádió programok vételével.

A digitális musorok vétele történhet muholdas, vagy földfelszíni sugárzás mellett. Muholdon rengeteg tv illetve rádió csatorna található, ami a földfelszíni esetben nem mondható el, mivel még kialakulófélben van, de hamarosan elérhető lesz mindenki számára. Természetesen a csatornák mindkét esetben titkosítottak, tehát az ügyfél nem kerülheti meg a regisztrációt. A csatornák titkosítása a fejállomáson történik, majd a titkosítás feloldása ez előfizetőknél, mégpedig a set top box Cam moduljába helyezett Smart kártya segítségével.

A szolgáltatóknak lehetőségük van muholdon lévő programokat bérelni, vagy transzpondert, ahová elhelyezheti a musorait. A transzponder bérlete igen költséges, és persze gondoskodni kell a musorok elhelyezéséről a muholdon, ami szintén költséges. Ez a beruházás megtérülhet, hogyha a szolgáltató országos szinten akarja toborozni az előfizetőket. Földfelszíni esetben csak azok a szolgáltatók jöhetnek szóba, akik rendelkeznek a musorok sugárzásához szükséges feltételekkel (fejállomás, adóállomás).

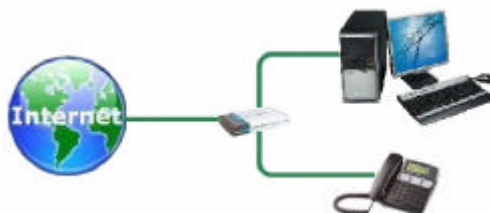
A telefon szolgáltatás az Interneten keresztül valósítható meg Voice over Internet Protocol-al (röviden: VoIP), így IP telefonnal elérhetünk egy másik IP telefont, valamint mobil és hagyományos távbeszélő készüléket. Az Internet szolgáltatással szemben egyetlen elvárás a megfelelő adatsebesség kiváló hangminőséghez minimum 96 kbps sebesség szükséges, le és feltöltési irányba egyaránt. Különböző codecek használatával a sebesség csökkenthető, de megne a késleltetés.



5.1 ábra: Voice over Internet Protokoll

Több lehetőség van IP telefon Internetre kapcsolására:

- routerhez, ekkor történhet fix IP címmel vagy DHCP-vel a konfigurálás,



5.2 ábra: Internet, VoIP routerrel

- közvetlenül az Internet eléréshez, ekkor switch-ként funkcionál, és a telefonon kell elvégezni az Internet beállításokat,



5.3 ábra: Internet IP telefonon keresztül

- számítógéphez, ekkor a számítógépnek két hálókártyával kell rendelkeznie, egyikre a telefont, és a másikra az Internet elérést kell rákapcsolni.



5.4 ábra: VoIP számítógépen keresztül

A szélessávú Internetet lehet vezetékes vagy vezeték nélküli megoldással biztosítani az előfizetőknek. Szélessáv alatt értenő az olyan Internet szolgáltatás, ahol a letöltés sebessége minimum 384 kbps és a feltöltési sebesség minimálisan 128 kbps. 90 lakásnak összesen elég körülbelül 20 Mbps letöltési sebesség, habár ez függ az Internetezési szokásoktól.

5.1. Házhálózat Internetre való csatlakoztatása

A házhálózat Internetre kapcsolását lehet az összeköttetés kiépítésével megvalósítani, ami nagyon drága, és gondoskodni kell a fenntartásáról is. Lehet szolgáltatótól bérelni (bérleti díj ellenében) az Internetes adatforgalmat, ami olcsóbb megoldást jelent a kiépítéssel szemben. A bérleti díj függ az áthidalt távolságtól (kivéve VSAT), és függ a kívánt adatforgalom sebességétől.

5.1.1. Vezetékes összeköttetés

Vezetékes összeköttetést (5.5 ábra) meg lehet valósítani ADSL-el, ADSL2-el, ADSL2+-al, és VDSL-el, amelyeket már a 3. fejezetben bemutatam. Ezekkel a vezetékes összeköttetésekkel nagy sebességet lehet elérni (például VDSL-el 52 Mbps-ot), de csak 1,5-2 km-en belül lehet ezt biztosítani. Ezek a rézérpárú vonalaknak egyike érkezik meg a lakóháztömbhöz légkábelen, vagy föld alatt. A légkábeles hálózat oszlopsoron halad, ami lehet saját tulajdonú vagy bérelt. Bérlet esetén valamely távközlési cég vagy áramszolgáltató oszlopain lehet helyet találni. A földkábeles hálózat kábeleit elhelyezhető közvetlenül a földbe, vagy építhetnek alépítményt védocsövekből, és később ebbe húzzák be a kábeleket. A kiépítésük drága, és hosszadalmas főleg, ha föld alá kell helyezni, mivel több vállalkozót kell alkalmazni, de ebben az esetben el van rejtve mindenféle időjárási viszonyoktól (szél, csapadék, napsütés, hőmérséklet nagy ingadozása).

A legjobb megoldás valamelyik szolgáltatótól bérelni 20 Mbps-os Internetes kapcsolatot, ha 1,5-2 km-es körzetben található ilyen szolgáltató, így csak ennek szétosztását kell megvalósítani az épületben.



5.5 ábra: vezetékes összeköttetés

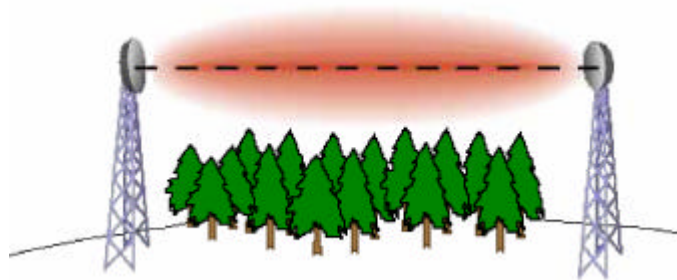
5.1.2. Vezeték nélküli összekötetés

Tisztában kell lenni azzal, hogy a vezeték nélküli hálózatok hatótávolságát nagyon sok tényező befolyásolja. Néhány tényezőt tudunk befolyásolni, de vannak olyanok, amik kiszámíthatatlanok, és nem is tudunk befolyásolni.

Néhány befolyásoló tényező:

- felhasznált eszközök (kábelcsillapítás, antenna nyeresége, stb.)
- szakaszcsillapítás
- interferencia
- terepakadályok

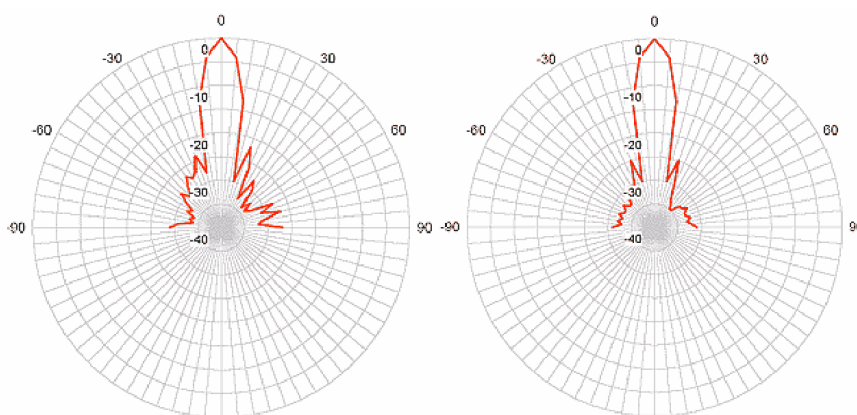
Egy rendszer tervezésekor mindenképp ki kell számolni az I. Fresnel zónát, mivel az elektromágneses hullám energiájának a legnagyobb része ebben a zónában „megy át”. Itt a legsérülékenyebb a kapcsolat, ha valamilyen interferencia lép fel, vagy valamilyen terepakadály belelóg a zónába. Az I. Fresnel zónát egy kör keresztmetszetű, a két antenna között ellipszis alakú területnek lehet elképzelni. Egy helyes telepítés vázlata az 5.6 ábrán látható, ahol nincs akadály az I. Fresnel zónában.



5.6 ábra: Helyes antennatelepítés

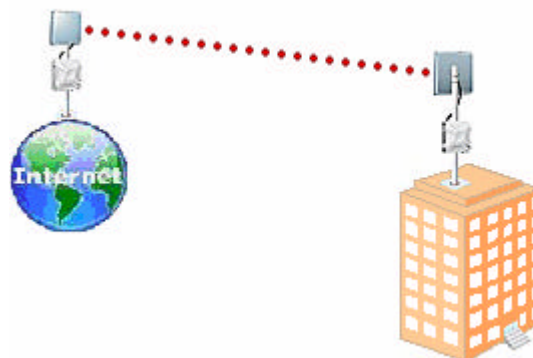
5.1.2.1. Földfelszíni összeköttetés

A földfelszíni összeköttetés esetén (lehet IEEE802.11a, HiperLAN2, vagy Wimax) pont-pont topológiát alkalmazunk, így el kell helyezni adó, illetve vevo oldalon egy-egy irányított antennát. Antenna kiválasztásánál számos paramétert figyelembe kell venni, mint például a nyereségüket, iránykarakterisztikájukat, működési frekvencia tartományukat. Irányított antenna tipikus nyeresége 2,4 GHz-en 13-18 dbi, és 5 GHz-en 16-23 dbi közötti értékek. Példaként egy 5 GHz-es irányított antenna iránykarakterisztikáját 5.7 ábrán láthatjuk.



5.7 ábra: Vízszintes - függőleges iránykarakterisztika

Ezáltal HiperLAN2 esetén maximum 54 Mbps sebesség, Wimax esetén maximum 70 Mbps sebesség érhető el, tehát megvalósítható a szükséges 20 Mbps sebességu Internetes kapcsolat. A mikrohullámú technikának az áthidalt távolsága 20 m és 10 km között van. Nagy elonye a vezetékes hálózattal szemben a gyors telepítés, az olcsóbb kiépíthetőség és az egyszerűbb karbantartás. A probléma a két antenna közötti nagy csillapítás, ami nagymértékben befolyásolja az adatsebességet, és gondot jelenthet még a terepakadályok elhelyezkedése is. Alkalmazása olyan helyeken valósulhat meg ahol a vezetékes kapcsolat nem ad jó megoldást, mivel elég nagy beruházást jelent, vagy például természetvédelmi területen keresztül kell át haladni a jelnek. Muszaki szempontból nézve megoldható pont-multipont topológia, ami nagyon egyszerű felépítésével lehetővé teszi, hogy nagy terület besugározásával egy bázisállomáshoz több kliens tartozzon.

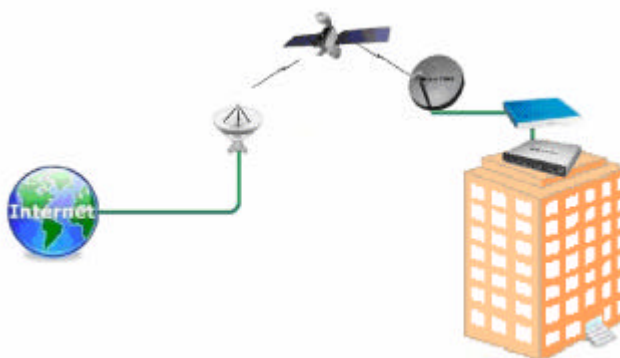


5.7 ábra: földfelszíni összeköttetés

5.1.2.2. Muholdas összeköttetés

Lehet muholdas összeköttetéssel megvalósítani Internetes kapcsolatot, amit VSAT rendszerekkel oldunk meg. VSAT esetén a maximális letöltési sebesség 12 Mbps, feltöltési sebesség 3 Mbps. 90 előfizetőre két ilyen terminál szükséges, amelyek legalább 75 cm-es tükör átmérővel kell rendelkezniük. Terminálokból a jel koaxiális kábelon a modembe jut, és a továbbiakban kerül szétosztásra az előfizetok között.

Ennek a rendszernek az a legnagyobb elonye, hogy bárhová kiépítheto, és nem függ az áthidalt távolságtól a bérleti díj. Legnagyobb hátránya a nagy késleltetés, mivel a jelnek legalább kétszer 36 000 km-t kell megtennie.



5.8 ábra: muholdas összeköttetés

5.2. Házhálózat megoldásai

A házhálózat megoldásait három témakörre bontom. Elso témakörben foglalkozom a digitális musorok vételével, és elosztásával az elofizetok között. Második témakörben az Internetes kapcsolat létrehozásának lehetőségit mutatom be. A két témakör megoldása szabadon, egymástól függetlenül variálható, de van lehetőség mindhárom szolgáltatást egy kábelen biztosítani az elofizetoknek, ezt a harmadik témakörben mutatom be.

5.2.1. Musorok vétele, szétosztása

A musorok vétele történhet egyéni, illetve közös antennával. Egyéni esetben minden ügyfél rendelkezik saját antennával, közös esetben egy lépcsóház rendelkezik egy antennával, aminek a jele csillag topológiával kerül szétosztásra. Egyéni és közös antenna vételen belül meg lehet különböztetni muholdas, vagy földfelszíni sugárzást is.

5.2.1.1. Muholdas digitális musorok vétele egyéni parabola antennával

Minden elofizeto számára felhelyezésre kerül egy parabola antenna, aminek a tükör átméroe függ a kívánt muhold vételétol. Az antennát a tömb külső falára fel lehet erősíteni, innen koaxiális kábelen a set top boxba, majd a televíziókészülékbe jut a digitális musor (5.9 ábra). A koaxiális kábelen körülbelül 40 m-re szállítható a muholdas jel (erősítés nélkül), ahhoz hogy a set top box működéshez szükséges bemeneti jelszint -65 dBm--25 dBm közötti érték legyen.

A lakóház helyezkedhet úgy, hogy a kívánt muholdra nem lehet ráállni, mivel valamilyen terepakadály beelölóg a vételbe, vagy maga az épület elhelyezkedése nem teszi lehetővé. A lakóközösség is megíiusíthatja az antennák elhelyezését, hivatkozva arra, hogy az épület esztétikáját erosen befolyásolja. Nem javasolt tehát alkalmazása 100%-os penetráció esetén, csak nagyon kicsi elofizetoi létszám mellett ad jó megoldást.



5.9 ábra: DVB-S vétele egyéni parabolaantennával

5.2.1.2. Földfelszíni digitális musorok vétele egyéni antennával

Az előfizető kb. 10 cm-es szobaantennával veszi a digitális jelet, innen tovább jut koaxiális kábelon a set top boxba, ami az adatfolyamot átalakítja a tv számára ismert jellé (5.10 ábra).

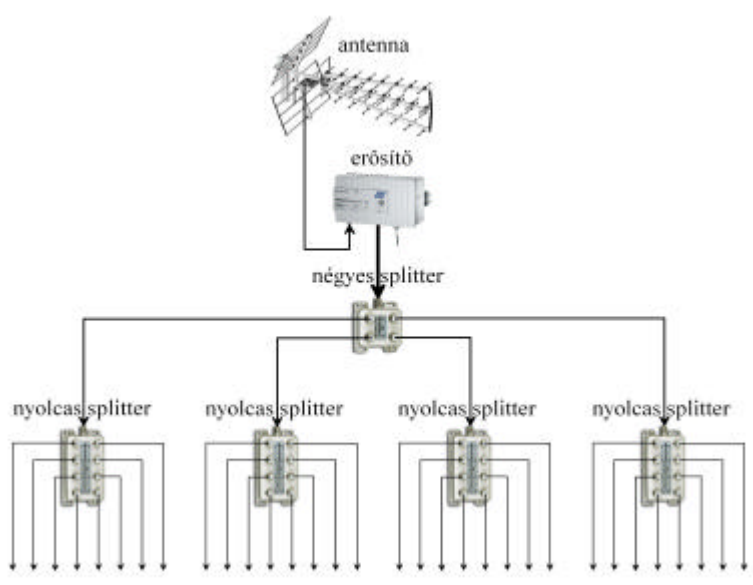


5.10 ábra: DVB-T vétele szobaantennával

Ez a megoldás csak az adótorony közelében működik, nagyon távol nem, mivel ehhez nagyobb nyereségű kültéri antenna kell. Ennek a megoldásnak a kiépítése a leggyorsabb, nem szükséges szakember, maga az előfizető is megoldhatja, ezáltal kiépítési költség, üzemeltetési költség, és karbantartási költség nem merül fel. Alkalmazása alacsony, magas penetráció esetén egyaránt jó megoldást ad.

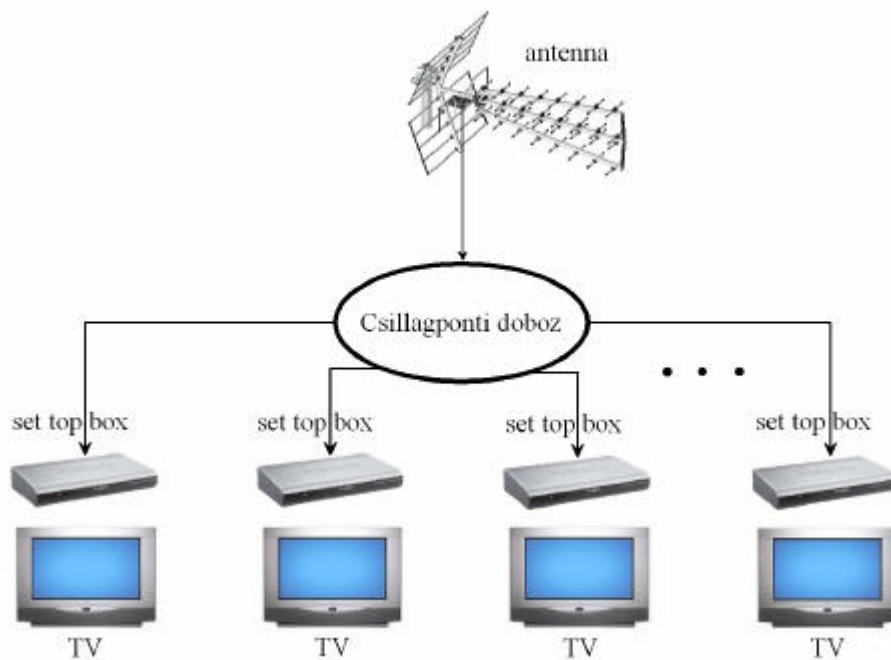
5.2.1.3. Földfelszíni digitális musorok vétele közös antennával

A tetőre kihelyezésre kerül lépcsőházként egy DVB-T antenna. Egy ilyen antennáról érkező jelet bevezetjük egy úgynevezett „csillagponti dobozba”, amit a tetőtérben helyezünk el. A „csillagponti doboz” tartalmaz erősítőt és osztókat. Mivel egy lépcsőházban 30 lakás található, ezért aktív 32-es „csillagponti dobozra” (5.11 ábra) lesz szükség.



5.11 ábra: 32-es csillagponti doboz

Ennek a „csillagponti doboznak” a csillapítása 14 dB mindegyik ágán, tehát az erősítonek minimum 14dB-t kell erősítenie, természetesen a koaxiális kábel csillapítását is bele kell számolni, hogy a set top box által igényelt jelszintet lehessen biztosítani. Három 32-es „csillagponti doboz” fog ellátni 90 felhasználót. Egy lépcsóháznak a DVB-T jel útja az antennától koaxiális kábelen keresztül a lakásokba elhelyezett set boxokig az 5.12 ábrán látható.



5.12 ábra: musor vétele közös antennával

5.2.1.4. Muholdas digitális musorok vétele közös parabola antennával

Lépcsóházként egy parabola antennát helyezünk el a tetőre, aminek a tükör átméroe 110 cm-es, ami biztosítja a magas nyereséget és viszonylag érzéketlenséget az időjárási viszonyokra. A megfelelő leosztás érdekében Quatro LNB-t használunk (5.13 ábra).

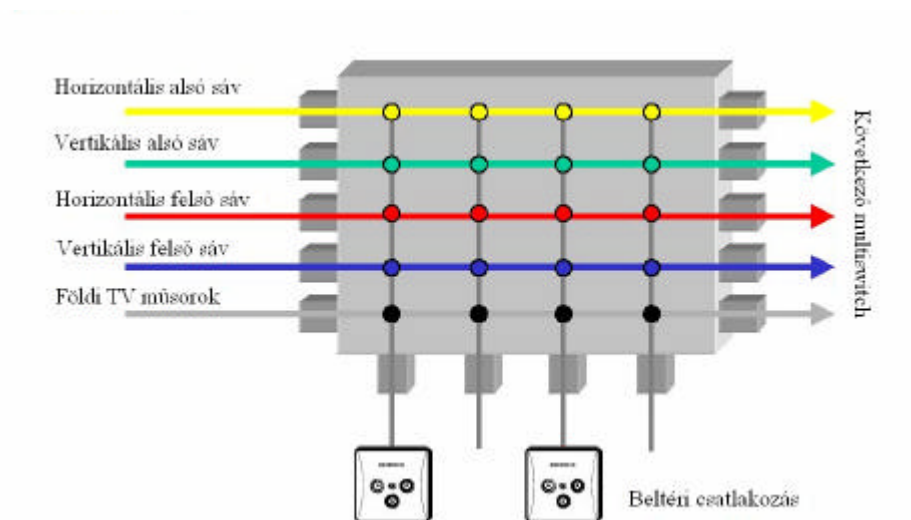
Ennek négy kimenete van, mégpedig:

- horizontális alsó sáv,
- horizontális felső sáv,
- vertikális alsó sáv,
- és vertikális felső sáv.



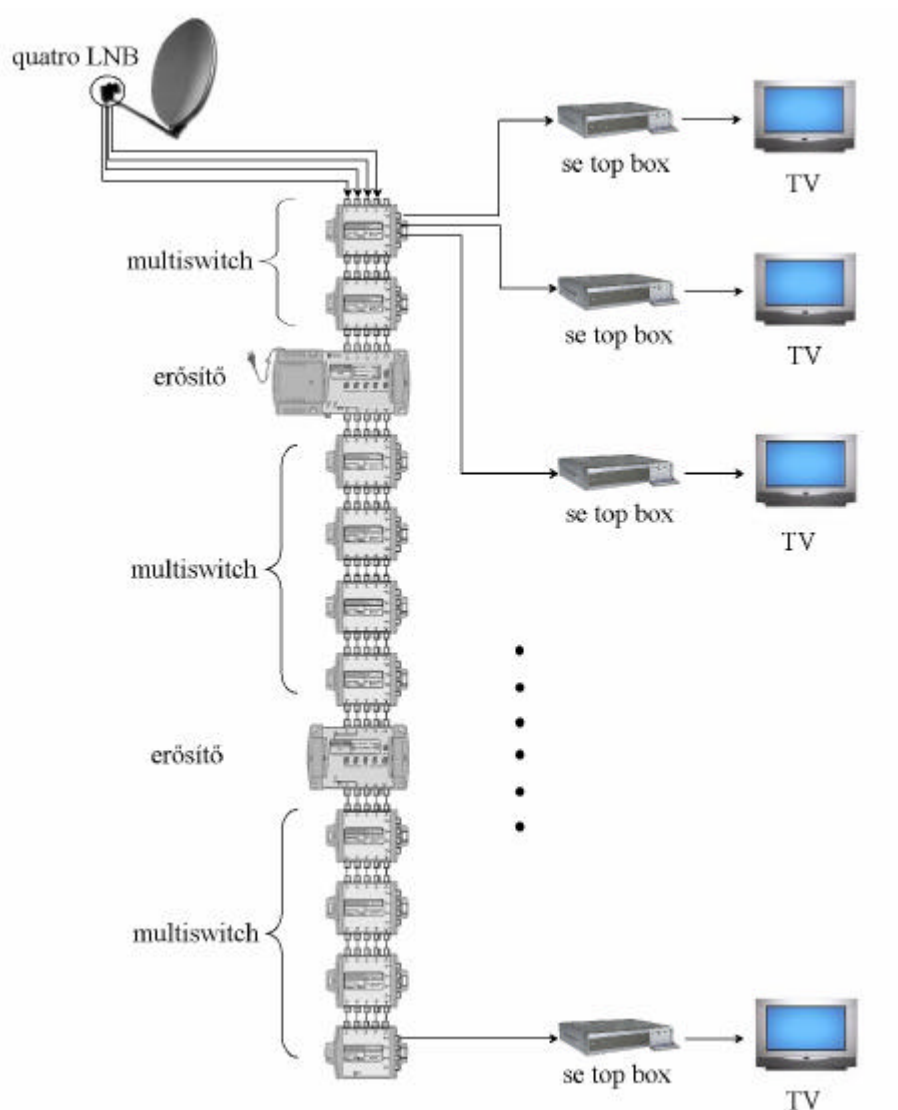
5.13 ábra: Quatro LNB

Ez a négy kimeneti sáv felerosítva felfuzótt multiswitcheken keresztül érkezik meg a felhasználókhöz, amely a jelek feldolgozását és szétosztását látja el. Az általam használt multiswitch (5.14 ábra) öt bemenettel rendelkezik, amiből négyet a Quatro LNB-tól, és egyet a földi antennától kaphat meg. Rendelkezik még kilenc kimenettel, amiből öt kimenet a bemenetre érkező jeleket adja tovább a következő multiswitch bemenetére, és a maradék négy kimenetére csatlakozhatnak rá a leendő ügyfelek.



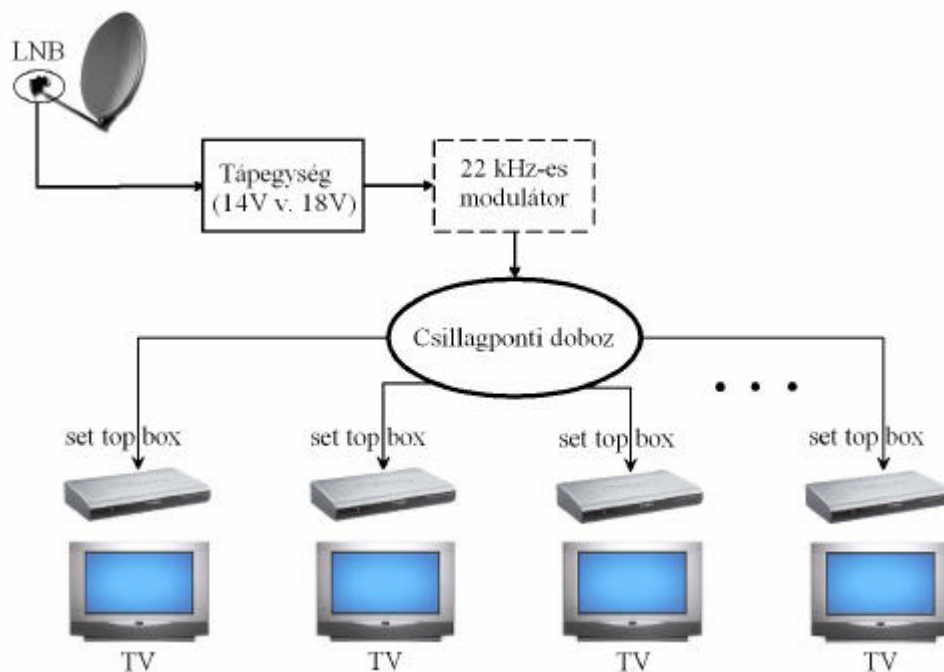
5.14 ábra: Multiswitch csatlakozási pontjai

Ezekből a multiswitchekből kerül minden emeletre egy darab, így összesen a három lépcsőházba 30 db szükséges. Igaz emeletenként marad egy kimenet, de ezt fenntartjuk méropontnak, tartaléknak. Egy lépcsőháznak a bekötési rajzát az 5.15 ábrán láthatjuk.



5.15 ábra: musor vétele közös DVB-S antennával

Ha minden venni kívánt musor egy sávban található, akkor nincs szükség multiswitch-re, természetesen vezetői döntés, hogy biztosítani kívánja-e a cég a muholdon fellelhető kódolatlan csatornák vételét is. Ha nem kívánja, akkor elegendő egy sima LNB jelét SAT osztóval szétosztani az előfizetők között. Lépcsőházként 30 fogyasztó esetén az osztás előtt célszerű felerősíteni a jelet, így be kell iktatni erősítőt is. Osztókat, és erősítőt együtt aktív csillagponti doboznak neveznek, mint már az előző esetben látható volt, itt 32 csillagponti doboz elegendő. A megfelelő sáv kiválasztását a set top boxon kell beállítani egyéni esetben, de ezt 30 ügyfél esetében nem lehet megtenni, ezért az erősítő elé el kell helyezni egy tápegységet, ami kiválasztja a polarizációt, és ha szükséges egy 22 kHz-es modulátort is, aminek a jelenléte dönti el az alsó, illetve felső sáv kiválasztását. Ennek a lehetőségnek a megoldását 5.16 ábra mutatja.



5.16 ábra: Muholdas vétel sat osztóval

Nagy tömbházak esetén az egyedi antennák elhelyezése nem biztosítható, mert a lakóközösség ezt sok esetben tiltja, ezen kívül a karbantartás is nehezebb, mint központi antenna esetében. Ha az Internet kapcsolat kábelén keresztül érkezik, azaz be van kábelezve a lépcsóház, csak egy újabb kábel szükséges lakásonként, közösített rendszer esetén erre sincs szükség.

DVB-S szolgáltató esetében természetesen már megtalálhatóak az egyedi antennák, de ezek kiváltása célszerű lehet nagyobb házakban, megfelelő penetráció esetén.

Mindebből látható, hogy a DVB-S cég döntésétől függ, hogy csak megőrizni szeretnék ügyfeleiket, vagy növelni szeretnék az előfizetőik számát, azaz a teljes házat (területet) le kívánja fedni. A döntés természetesen meghatározza a befektetés nagyságát, de a további növekedés lehetőségét is.

5.2.2. Internet szétosztása

Internet szétosztása történhet vezetékes UTP kábel hálózattal, és történhet vezeték nélküli WiFi hálózattal.

5.2.2.1. UTP kábel

Muholdas illetve földfelszíni vétel esetén a digitális musorokat koaxiális kábel

vezetjük be a lakásokba, az Internet és a VoIP jeleit pedig UTP kábel

csillag topológiával, így egy előfizető két vezetéken fér hozzá a három szolgáltatáshoz.

Az Internet, és VoIP jelei 2 db 48 portos switch-be kerülnek, ami csillag topológiával kapcsolja UTP kábel

keresztül az előfizetőket a hálózathoz. Az UTP kábel maximum 100 m-ig használható, de a megvalósítás legnagyobb távolsága ezt nem haladja meg. A kábelt a lépcsóházakban vezetjük le kábelcsatornában a lakásokba, ahol az adatforgalom egy 4 portos modembe jut. Erre csatlakozik egyszer a számítógép hálókártyája, másodszor a vezetékes VoIP telefon. A hálózat topológiája 5.17 ábrán látható.



5.17 ábra: Internet megvalósítása UTP kábel

Ezt az esetet akkor érdemes kiépíteni, ha elég magas (közel 100%-os penetráció) az előfizetői létszám, mivel ekkor kifizetődő a beruházás mértéke. Előnye az egyszerű

felépítés, ami miatt könnyen kézben tartható, és könnyen kiépíthető. A kiépítésben a legnagyobb probléma a kábelek levezetése, elhelyezése.

Néhány szó az UTP kábelről

Ennek a megoldásnak a legérzékenyebb pontja a kábelezés, hiszen itt lép be a rendszerbe, minden nem kívánatos jelenség, mint például a zaj, zavarok, illegális felhasználó, stb.

UTP (Unscreened Twisted Pair) szó jelentése árnyékolatlan csavart érpár. Mivel nagyfrekvenciás jeleket viszünk át a kábelben elengedhetetlenül fontos, hogy az egyes erek ne viselkedjenek kifeszített antennaként (mindenféle zavart összeszedve és sugározva), illetve egymást se zavarják a közösen egymás mellett megtett út során. Erre ad megoldást az érpár összecsavarása, amivel minimálisra csökken az egyes erek között fellépő interferencia és jelkísugárzás, de ez csak egy bizonyos frekvenciahatáron belül érvényesül.

A kábeleket kategóriákba sorolják és CAT+szám típusú jelzéssel látják el, a nagyobb szám nagyobb adatsebességet jelöl. A CAT3 kábelezési rendszerek 1 Hz-16 MHz-es, a CAT5 1 Hz-100 MHz, a CAT6 1 Hz-600 MHz-es tartományban garantálják a megfelelő átviteli paramétereket, például az egyenletes csillapítást, az áthallás értékét, jel-zaj viszonyt, stb.

Kétféle UTP kábel létezik, egyik az egyenes (patch) kábel, amit a számítógép és az egyes aktív eszközök között használatosak. Másik a kereszt (cross-over) kábel, amit két számítógép vagy két aktív eszköz között használatosak. A kereszt kábel annyiban különbözik az egyenes kábeltól, hogy az egyik végén fel van cserélve az RJ-45-ös csatlakozóban az adás és vétel.

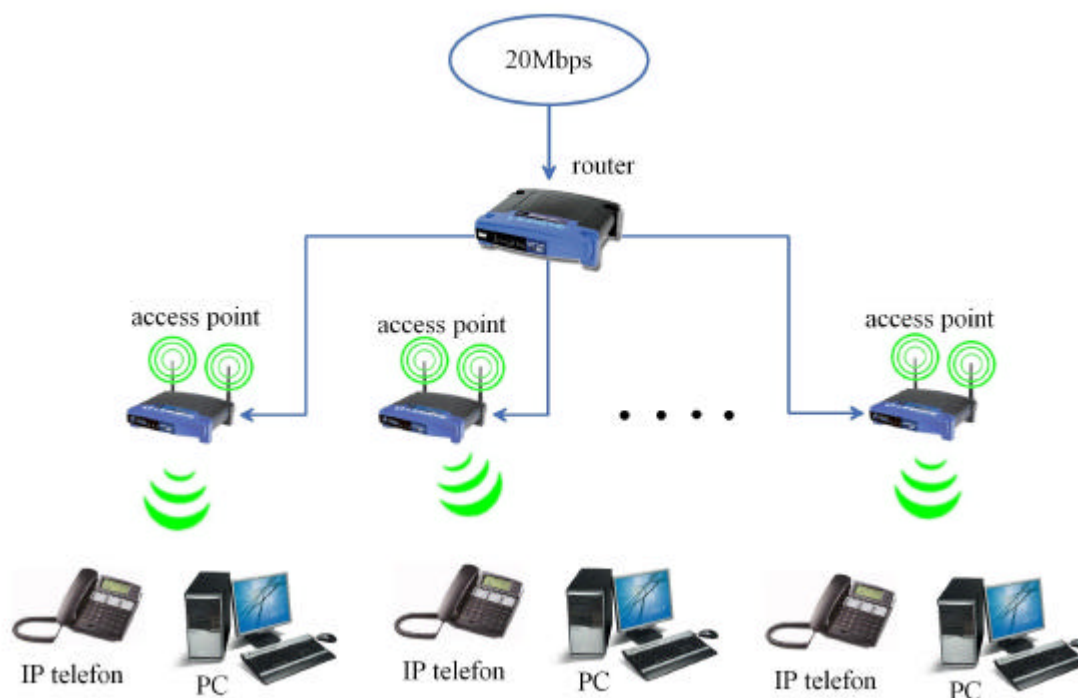
UTP kábelek árnyékolt változata FTP kábelek, ezzel megakadályozható a zajok-zavarok megjelenése. Telepítésüknél fontos a megfelelő hajlítási sugár alkalmazása, ami FTP esetében nagyobb. FTP kábelek ellenérvei közé sorolható, hogy nagyobb a csillapítása az UTP kábelekhez képest. Alkalmazása olyan igényes számítástechnikai környezetben javasolt, ahol a zavarvédetség biztosítása fontos, és ahol várhatóan a felhasználók nagy száma igényli a nagysebességu hálózati hozzáférést (bankok, egyetemek, kórházak, stb.).

5.2.2.2. WiFi-vel

Muholdas illetve földfelszíni vétel esetén a digitális musorokat koaxiális kábelben vezetjük be a lakásokba. A vezetékes Internet kapcsolatot helyettesíteni lehet vezeték nélküli WiFi megoldással.

Egy vezeték nélküli kapcsolat alapvetően két eszközt definiál. Az egyik a vezeték nélküli állomás (wireless station), ami egy vezeték nélküli hálózati interfészkártyával kiegészített hordozható vagy asztali számítógép. A másik elem a hozzáférési pont (access point), amely a vezetékes LAN-hálózathoz vagy más hálózathoz csatlakozik, és a vezeték nélküli állomásokkal kommunikál.

A megvalósítást WiFi-vel az 5.18 ábrán láthatjuk. A lakóháztömbbe bejövő Internetes kapcsolatot egy 8 portos switch osztja le UTP kábelben keresztül a 6 darab access pointnak. Lépcsóházanként ketto access pointot telepítünk, egyet a harmadik emeletre, egyet a nyolcadik emeletre, így teljesen le van fedve rádiófrekvenciával a 90 lakás. Egy vezeték nélküli hozzáférési ponthoz elméletileg 255 kliens csatlakozhat egy idoben, de ezt a maximális értéket némelyik gyártó kisebbre veszi, esetünkben egy access pointtal 15 lakás áll kapcsolatban. Az elofizetoi oldalon elhelyezett vezeték nélküli állomás, ami lehet egy személyi számítógép vagy egy laptop, maximum 11 Mbps sebességgel képes 30 m-es tartományban (belső térben) kommunikálni az AP-tal. VoIP-t szolgáltatást vezeték nélküli híddal valósítjuk meg, ennek segítségével a vezetékes VoIP telefon tud kapcsolódni az AP-hez. Az alkalmazás megvalósítható vezeték nélküli VoIP telefonnal is, vagy harmadik megoldásként a számítógép hálókártyájához is lehet csatlakoztatni a vezetékes IP telefont, de ennek az a hátránya, hogy a számítógépet be kell kapcsolni a telefonáláshoz.



5.18 ábra Internet megoldása WiFi-vel

Ez abban az esetben működőképes, ha egyedi antennák vannak elhelyezve a házban, és nem tervezik a penetráció növelését, vagy másik szolgáltató is található a házban. Ekkor átmeneti megoldásnak megfelel, később a penetráció növekedésével a kábeles megoldások célszerűbbnek látszanak.

Titkosítás

A drótnélküli hálózathoz különösen fontos szempontként jelentkezik a hálózatzsugár, nevezetesen, hogy mások ne tudják lehallgatni az adatforgalmat, illetve ne tudjanak jogosulatlanul bekapcsolni a hálózathoz. Számos titkosítási lehetőség között lehet választani, mint például a WEP, WPA, WPA2, TKIP, EAP, VPN, stb.

A WEP titkosítási megoldása, sajnos 2001 óta már nem jelent megbízható védelmet, mivel a WEP matematikai alapjait a kutatók megingatták, akár egy órán belül feltörhető és megszerezhető a titkosításhoz használt kulcs.

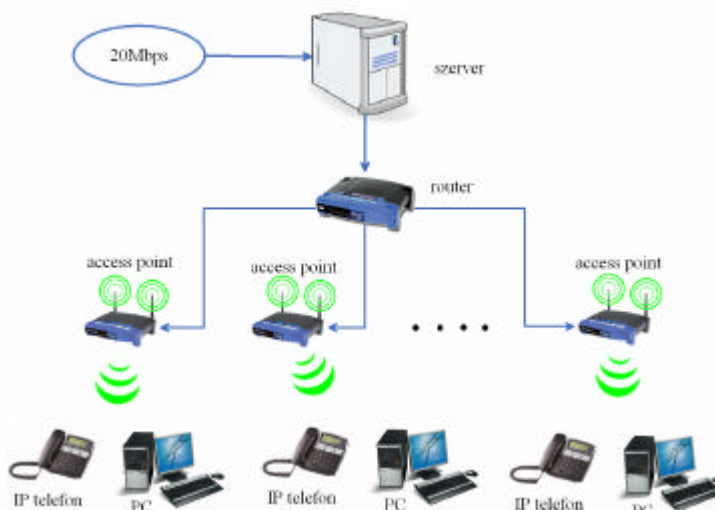
A WPA titkosítási folyamat a TKIP használata által megoldja a WEP titkosítási problémáit.

Az EAP olyan szolgáltatást nyújt, mely a kliensek egy központi autentikációs szerver által hitelesítés folyamán enged be a hálózathoz. Mikor a szerver azonosította a felhasználót, elküldi a kulcsot mind a kliens, mind az AP felé. Ezzel a közös hitelesítési

eljárással ki lehet védeni, hogy azonosítatlan kliens kerüljön be a hálózatba az AP-t átverve, és hogy a kliensek neho egy betolakodó AP-tal lépjenek kapcsolatba.

A VPN technológia kiegészítő védelmet nyújt a WLAN számára, mivel pajzsot képez az adatok és a külvilág között. A felhasználók a kommunikációs adatai mindig kódoltak, míg el nem éri a VPN átjárót, ami az AP mögött helyezkedik el.

Összegezve, mindenképpen szükségünk van valamilyen szerverre (ha szeretnénk biztosítani a maximális védelmet), ahol megtörténik az illetéktelen felhasználók kiszűrése, megakadályozása. A szerver kihagyásával, az AP-ba is be lehet állítani titkosítást, csak bizonyos módszerekkel kijátszható. Figyelembe kell venni a telepítéskor a hálózat nagyságát, hogy megéri-e alkalmazni szervergépet. A szerver elhelyezése az 5.19 ábrán látható.



5.19 ábra: Internet megoldása WiFi-vel, kiegészítve egy szerverrel

5.2.3. Musorok, és az Internetes kapcsolat egy kábelben

Koaxiális kábelre a tv és rádiómusorok mellé helyezzük be az adat forgalmat. DVB-T és DVB-S esetén a megoldás majdnem egyforma, csak annyi a különbség, hogy a muholdas digitális vételt át kell konvertálni KF frekvenciára. Ennek a megoldásnak elonye az, hogy az elofizeto egyetlen koaxiális kábelben fér hozzá az összes szolgáltatáshoz, mely külso zavaroktól védett. Alkalmazása olyan helyen valósulhat meg, ahol van már kiépítve koaxiális hálózat, és ahol a penetráció elég magas a kiépítéshez.

5.2.3.2. DVB-T esetén

Rendelkezésünkre áll körülbelül 20 Mbps sebességu adatfolyam és digitális tv-rádió musorok, ezeket kellene közös koaxiális kábelre ültetni. Ezt a feladatot a CMTS látja el nagy hálózatoknál, de esetünkben ez nem ad jó megoldást, mivel kevés az elofizetoi létszám. A Teleste cég gyárt olyan eszközt, amivel ez már megvalósítható. Az EMT212 eszközre (5.20 ábra) 12 db felhasználót lehet rákapcsolni, csillag topológiával.



5.20 ábra EMT212

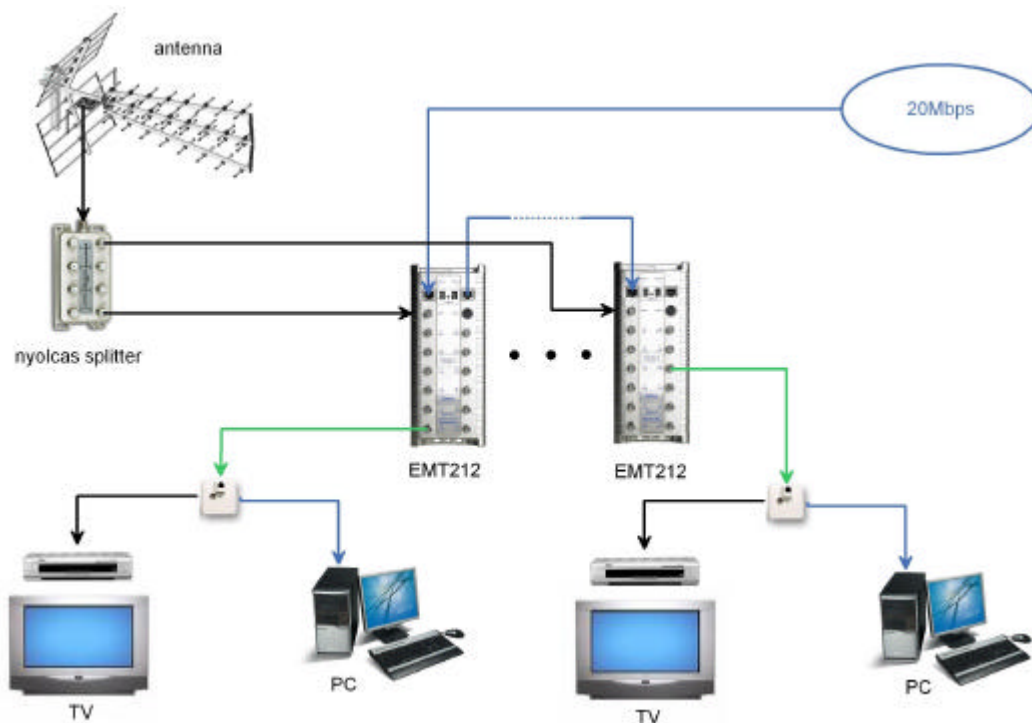
Két bemenetére ültetjük be RJ-45-ön az adatforgalmat és F csatlakozóval az antennáról vett jelet. Az Internetes adatforgalmat fel lehet fuzni, ha több elofizetot szeretnénk rákapcsolni, mint 12. Az antennáról vett jelet eloször egy nyolcas splitterbe vezetjük, majd innen kapja meg az EMT212 a digitális musort. Összesen nyolc ilyen eszközre van szükség. Innen csillag topológiával koaxiális kábelvel kapcsolódnak az elofizetok. A lakásba olyan fali aljzat (5.21 ábra) kerül, ami rendelkezik egy RJ-45-ös csatlakozóval az internet számára, és rendelkezik még egy IEC csatlakozóval a DVB-T set top box számára. A hálózat topológiáját az 5.22 ábrán láthatjuk.



5.21 ábra: EMT212-höz tartozó fali aljzat

EMT212 tulajdonságai:

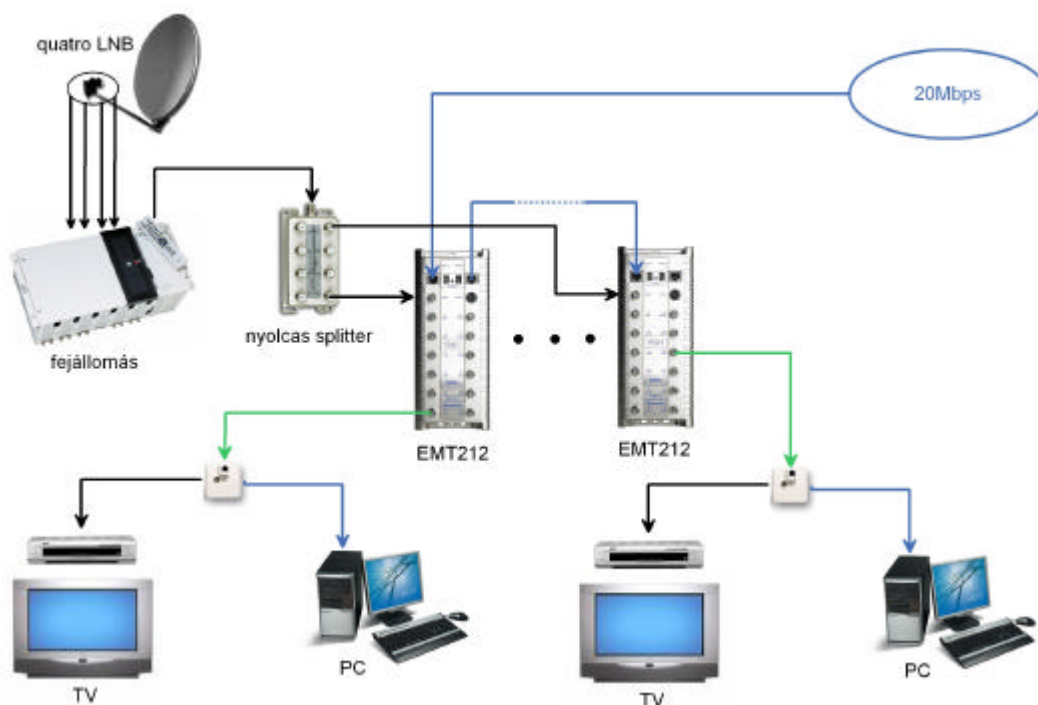
- Szimmetrikus 10 Mbps átvitel lakásonként
- Nem szükséges modem vagy más aktív eszköz a felhasználó területén
- Támogatja a VoIP szolgáltatást
- Maximum 100 m-es kábelhossz
- Az előfizetők DVB-T set top boxal veszik a musort
- Felfűzésre alkalmas



5.22 ábra: Internet megoldása koaxiális kábelen

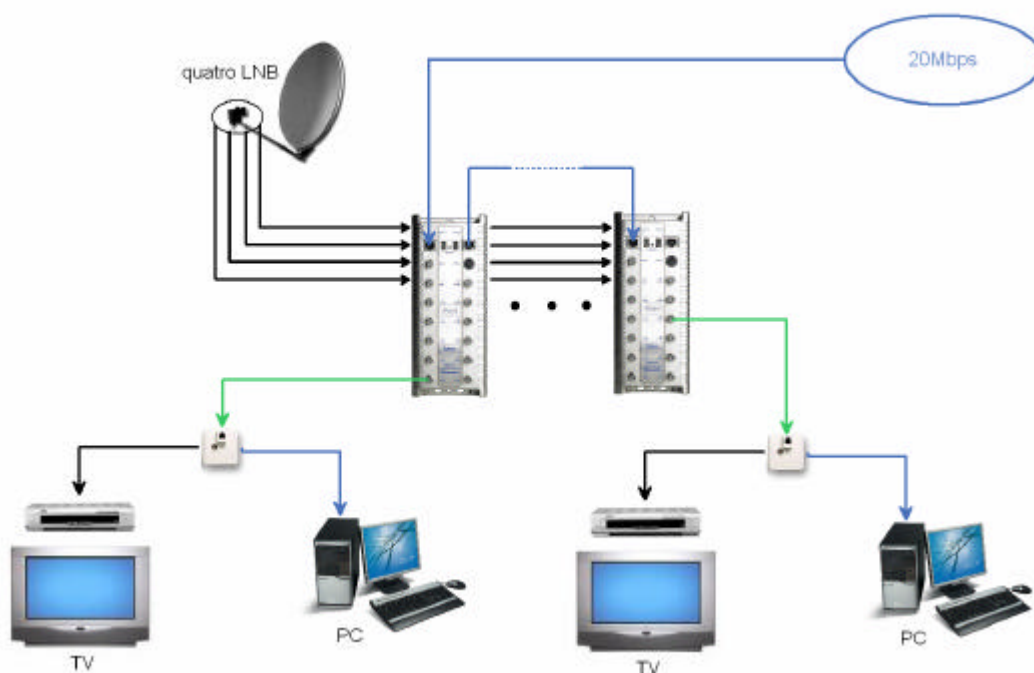
5.2.3.1. DVB-S esetén

DVB-S esetén is alkalmazható az a megoldás, mint a DVB-T-nél. Ehhez viszont a muholdról érkezo jelet át kell konvertálni RF tartományba, mivel az EMT212 nem képes muholdas jel fogadására. A konvertálás kis fejállomás elhelyezés segítségével lehet elérni, például a Triax gyártmányú TDH-700 fejállomás elhelyezésével. Ebbe hat modul helyezhető, amelyek a kiválasztott digitális transzponder adásait QAM modulációval adják ki a kimenetükön. 8PSK- hoz jelen esetben nincs 8PSK-QAM átalakító, tehát a szolgáltatás csak QPSK esetén működhet. Természetesen nagyobb tétel esetén a fejlesztés megoldható. Egy ilyen fejállomás körülbelül 60 programmal lát el 100 felhasználót. A fejállomásból érkezo jelet nyolcas splitter segítségével rávezetjük 8 db EMT212-re, innen már csillag topológiával koaxiális kábelrel rákapcsolható a 90 lakás. Az elofizeto egy fali aljzaton elhelyezett IEC csatlakozóval kapcsolódik a DVB-C vevohöz, és RJ-45-ös csatlakozóval pedig az Internethez. A megvalósítás az 5.23 ábrán látható.



5.23 ábra: Internet megvalósítása koaxiális kábelrel

A Teleste EMT212 egységhez hasonló készülék eloállítása lenne célszeru, amire a Quatro LNB-bol érkezo jelet vezetnék rá, és minden kimeretén koaxiális kábelvel levehető a három szolgáltatás. Ez elérhető a diplexer szurojének megváltoztatásával, így nem szükséges DVB-C set top box bevonása, csak DVB-S STB-al megoldható. Ennek a lehetőségnek a blokkvázlatát 5.24 ábra mutatja.



5.24 ábra: Internet megvalósítása koaxiális kábelen

6. Triple Play megvalósítás lehetőségeinek összehasonlítása

Az elozoekben láthattuk, hogy hogyan lehet megvalósítani Triple Play szolgáltatást. Most nézzük meg, hogy ezekhez milyen elonyöket-hátrányokat lehet felsorolni, és melyiket mikor érdemes használni.

A muszaki megoldások kiépítésének költsége nagymértékben függ a beszerzési forrásoktól, és a piaci viszonyoktól, és mindig az adott szituáció dönti el, hogy melyik megvalósítás kerül kialakításra.

6.1. Házhálózat Internetre kapcsolás megoldásainak összehasonlítása

Itt megoldásként szerepeltek xDSL, mikrohullámú, és VSAT rendszerek. Az xDSL elonye, hogy könnyen kézben tartható, és nagy sebességet lehet vele elérni. Hátránya viszont, hogy a nagy sebességet csak körülbelül 1,5 km-en belül lehet biztosítani, tehát a lakóháznak ebben a tartományban kell lenni. Hátrány még az is, hogy a kiépítés nagyon drága, és hosszú ideig tart, mivel a vezetéket oszlopra fel kell szerelni, vagy ami még hosszadalmasabb és drágább, hogy a föld alá kell ásni.

A mikrohullámú technikának az elonye, hogy gyorsan, könnyen, és olcsóbban ki lehet építeni, mint a vezetékes kapcsolatot. Karbantartása is egyszerűbb, hiszen csak a bázis állomással kell foglalkozni. Viszont a hátránya, hogy sok zavaron kell átmennie a jelnek, és ez veszteséghez vezet. Hátránya még az is, hogy az időjárás változásokra érzékeny, például: havazás, eros esőzés. Gondot okoz az antenna elhelyezése, mivel magasra kell szerelni (terepakadályok miatt), és lehet, hogy nincs erre alkalmas épület, vagy torony. Mikrohullámú technikának áthidalható távolsága körülbelül 1-10 km között van, de a távolság növelésével no a csillapítás értéke, ami sebesség csökkenéshez vezet. Olyan helyeken érdemes használni, ahol kevés a terepakadály, ahol tudjuk biztosítani az I. Fresnel zóna tisztaságát. Nem utolsó szempont, hogy a felhasználási területen létezik-e már valamilyen rádiós kapcsolat, mert esetleg zavarként léphet fel.

A VSAT rendszereknek a nagy elonye, hogy bárhova telepítheto csak közvetlen rálátást kell biztosítani a muholdra. Könnyen és gyorsan telepítheto, hiszen csak a végpontra kell helyezni egy terminált. Karbantartani könnyu, nem igényel sok bonyolult eszközöket, és ez által olcsó a megvalósítása. Nagy elonye hogy a tarifa nem függ az áthidalt távolságtól. Hátránya a nagy muhold és antenna távolság, mivel a jel útja során, nagy csillapításon halad át, ezáltal sok zavart szedhet össze, és a jel terjedési ideje elég nagy, ami nem elhanyagolható késéseket eredményez.

A házhálózat Internetre kapcsolásának összehasonlítását a 6.1 táblázatban foglaltam össze.

	xDSL	Mikrohullám	VSAT
Elony	- Skálázható - bővítheto	- könnyen telepítheto - bővítheto - sokféle topológia kialakítható - olcsó kialakítás - áthidalt távolság 1-10 km	- könnyen telepítheto - bővítheto - tarifa függetle n az áthidalt távolság - olcsó kialakítás
Hátrány	- kiépítés drága, és hosszadalmas - kicsi az áthidalt távolság	- zavar érzékeny - közvetlen rálátást kell a két antenna között - antenna elhelyezési problémák	- nagy távolság miatti késések
Felhasználási köre	- ahol 1,5 km-en belül van az áthidalt távolság	- ahol az I. Fresnel zónába nem lóg terepakadály - ahol nincs másik zavaró mikrohullámú kapcsolat	- ahol közvetlen rálátás van a muholdra - ahol nem megoldható más hálózat kialakítása

6.1 táblázat: házhálózat Internetre kapcsolásának összehasonlítása

6.2. Házhálózat megoldásainak összehasonlítása

A házhálózatot három témakörre bontottam. Egyik témakörben a digitális musorok vételeivel foglalkoztam, a másik témakörben az Internetes kapcsolat lehetőségeit mutattam be, és végezetül a harmadik témakörben a három szolgáltatás egy kábelén való megvalósítását vezettem le.

6.2.1. Musorok vételi megoldások összehasonlítása

Közös antenna elonye az, hogy egyszeru karbantartani és könnyen lehet bovíteni. Hátránya, hogy alaposan meg kell tervezni a hálózatot, mert ha valami hiba adódik, az az egész rendszert érinti. A karbantartási munkák, és a hálózat muködtetése költségként van jelen, ezért olyan helyeken lehet alkalmazni, ahol penetráció magas. DVB-T musorok vétele esetén elony hogy az adótoronytól távol is kiépítheto.

Egyéni antenna használatakor elony, hogy kevés vezetéket kell alkalmazni, ez egyszeru felépítést jelent. Nem kell használni drága eszközöket a jel megfelelo továbbítására, gyakorlatilag nem igényel karbantartási munkákat, ezért nem merül fel költségként. Hátrány, muholdas vétel esetén, hogy sok antennát kell felszerelni, ami elrontja az épület esztétikáját. DVB-T esetén a hátrány az, hogy csak az adóhoz közel lehet venni a szolgáltatást. DVB-S- t olyan esetben lehet biztosítani, ahol van közvetlen rálátás a muholdra, mivel problémát okozhat az épület elhelyezkedése, egy nagy fa, vagy egy másik épület takarása. Musor vételeinek összehasonlítását a 6.2 táblázat foglalja össze.

	Közös DVB-T vétel	Közös DVB-S vétel	Egyéni DVB-T vétel	Egyéni DVB-S vétel
Elony	- könnyen bővítheto - adótoronytól távolabb is kiépítheto - egyszeru karbantartás	- könnyen bővítheto (több muholdvétele) - egyszeru karbantartás	- kevés vezetékezés - gyors telepítés - szakembert nem igényel - karbantartást nem igényel	- kevés vezetékezés - gyors telepítés - karban tartást nem igényel
Hátrány	- sok kábelezés - vételi hiba mindenkit érint	- sok kábelezés - vételi hiba mindenkit érint	- adótornyokhoz közel muködik megfeleloen	- elrontja az épület esztétikáját - helyezkedhet úgy az épület, hogy ez nem kivitelezhető
Felhasználási köre	- magas penetráció esetén	- magas penetráció esetén	- adótornyok közékben - kevés elofizetoi létszám esetén	- kevés elofizetoi létszám esetén
Megvalósítás becsült összege	1 800 000 Ft	2 600 000 Ft v. 1 800 000 Ft	1 800 000 Ft	2 300 000 Ft

6.2 táblázat: Musor vételeinek összehasonlítása

6.2.2. Internet megoldások összehasonlítása

Az Internet UTP vezeték megoldásának elonye, hogy egyszeru felépítése miatt könnyen kézben tartható. Hátránya, hogy az egész lakóháztömböt be kell kábelezni UTP vezetékkel, és még a lakásokba is meg kell oldani a kábel elvezetését. Felhasználható olyan helyen, ahol a rádiós kapcsolat nem kiépítheto, mivel túl sok a külso zavar, vagy a falaknak túl nagy a csillapításuk.

A WiFi elonye, hogy a kiépítés egyszeru, nem igényel sok kábelezést, csak az access pointoknak kell biztosítani. Nem kell bekábelezni a lakást, így az elofizeto könnyen mozoghat az Internet eléréssel a lakásban. Hátránya hogy zavar érzékeny, más eszközök idonként zavarhatják a vételt, a lakásban lehetnek olyan pontok, ahol nem muködik a szolgáltatás, és elengedhetetlen a titkosítás. Felhasználása új épületekben-lakásokban, ahol zavaró a sok vezeték az épületben-lakásban. Nem használható olyan helyeken, ahol már van a közelben valamilyen rádiós kapcsolat, mivel kölcsönösen zavarhatják egymást.

Koaxiális kábel megoldásának az elonye, hogy az elofizeto egy kábelen fér hozzá az Internethez és a musorokhoz, így csak egy koaxiális hálózatot kell kiépíteni. Hátránya, hogy ha valami hiba van a hálózatban, az az összes szolgáltatást érinti. Felhasználása olyan helyeken ajánlott, ahol megoldott a sok kábel elrendezése esztétikai és muszaki szempontból. Felhasználható olyan helyen, ahol nem ad jó megoldást az UTP kábel, és a WiFi. Az Internet megoldásainak összefoglalását 6.3 táblázatban láthatjuk.

	UTP vezetékekkel	WiFi-vel	Együtt koaxon
Elony	- nagy sebesség - könnyen kézben tartható - egyszeru felépítés	- kevés kábelezés - nem kell a lakásokat bekábelezni - könnyen kiépítheto	- elofizeto egy kábelon fér hozzá az összes szolgáltatáshoz - nagy sebesség - külső zavaroktól védett
Hátrány	- sok kábelezés - kábel elhelyezési problémák	- zavar érzékeny - kicsi sebesség - illetéktelen behatolótól védeni kell (titkosítás)	- a hiba az összes szolgáltatást érinti - kábel elhelyezési problémák
Felhasználási köre	- olyan helyeken, ahol megoldható az UTP kábel elhelyezése	- olyan lakásokba, ahol nincs kialakítva a vezeték helye	- olyan lakásokba, ahol van koaxiális kábel vezetve
Megvalósítás becsült összege	3 000 000 Ft	3 500 000 Ft	4 500 000 Ft

6.3 táblázat: Internet megoldásainak összehasonlítása

Összefoglaló

Diplomamunkám feladata volt, hogy bemutassam, hogy miképp tudnak megvalósítani vezeték nélküli musorszolgáltatók Triple Play szolgáltatást. A T-Kábel szempontjából ez a téma aktuális, mivel muholdas szolgáltatást is terveznek indítani, ehhez kellett egy tanulmányt készítenem.

Eloszor leírtam mindhárom DVB elméleti alapjait: a DVB-S-t, a DVB-C-t és DVB-T-t. Szó volt a vezetékes DSL technológiáról, amivel kis távolságon belül igen nagy adatsebességeket lehet elérni. Majd ismertettem a mikrohullámú összeköttetésként nevezett WiFi, Wimax, HiperLAN hálózatok rejtelseit. Megemlítettem a VSAT rendszerek topológiáját, képességét.

Egy tíz emeletes, három lépcsóházas tömblakáson mutattam be azokat a lehetőségeket, amivel megvalósítható vezeték nélküli musor szétoosztás mellett Triple Play szolgáltatás. Felvettem több lehetőséget erre a korszerű szolgáltatás vételére, elemeztem mindegyik elonyét, illetve hátrányát, és mikor érdemes használni ezeket. A muszaki megoldásokat csak általánosságban viszonyítottam egymáshoz, mert a hálózat kiépítésének költsége nagymértékben függ a beszerzési forrásoktól és a piaci árviszonyoktól. Figyelembe kell még venni az üzemeltetés és karbantartás költségeit is.

Tanulmányaim során ismertem meg Honfy József tanár urat, akinek az eladásait hallgatva szereztem meg szakmai alapismereteimet. 2007 elején így lehetőségem nyílt arra, hogy nála írjam meg szakdolgozatomat. Megtiszteltetés volt számomra, hogy Honfy József tanár úr lett a belso konzulensem. Legnagyobb sajnálatomra idközben Honfy József tanár úr elhunyt. Emiatt tisztelettel felkértem Wersényi György tanárurat, hogy o töltsse be ezt a szerepet.

Hálásan adózók Honfy József tanár úr emlékének, mivel az o közremuködésével jutottam el szakmai gyakorlatra, Budapestre.

Magyarország egyik vezető kábeltelevíziós cégénél tölthettem a gyakorlati idomet. Aktívan részt vettem a T-Kábel Magyarország Kft mindennapi munkájában, az ottani mérnökök kollegaként tekintettek rám, bátran fordulhattam hozzájuk kérdéseimmel. Füzesi Zoltán a szakdolgozatom megírásában sokat segített, mint külső konzulens. Ezúton szeretnék köszönetet mondani a T-Kábel dolgozóinak azért, hogy lehetőséget biztosítottak számomra, ez szakmai fejlődésem szempontjából nagyon tanulságos volt.

Mindnyájuk segítségéért hálás köszönetemet fejezem ki.

Rövidítésjegyzék

Rövidítés	Idegennyelv	Magyarnyelv
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	Aszimmetrikus digitális elofizetoi vonal
AP	Access Point	Hozzáférési pont
D/A	Digital-to-Analogue conversion	Digitál- analóg átalakító
DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying	Diferenciális bináris fázis billentyuzés
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying	Diferenciális Kvadrátúra fázis billentyuzés
DSL	Digital Subscriber Line	Digitális elofizetoi vonal
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum	Közvetlen sorrendu, szórt spektrumú moduláció
DVB	Digital Video Broadcasting	Digitális kép musorszórás
DVB-C	Digital video Broadcasting via Cable	Digitális kép musorszórás kábelhálózaton
DVB-S	Digital Video Broadcastnig via Satellite	Muholdas digitális képmusor szórás
DVB-T	Digital Video Broadcasting –Terrestrial	Digitális földfelszíni képmusor szórás
CMTS	Cable Modem Termination System	Kábelmodem terminál
EIRP	Effective Isotropic Radiated Rower	Effektív kisugárzott telj.
EPG	Electronic Programming Guide	Elektronikus programkalauz
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum	Frekvenciaugratásos, szórt spektrumú moduláció
GI	Guard Interval	Védelmi intervallum
HDSL	High Bit-Rate Digital Subscriber Line -	Nagy bitsebességu digitális elofizetoi vonal
IDSL	Integrated DSL	Integrált digitális elofizetoi hurok
IP	Internet Protocol	Internet protokoll

ISM	Industrial, Scientific and Medical	Ipari, tudományos és orvosi sáv
LNB	Low Noise Block	Fejkonverter
MPEG	Motion Picture Expert Group	Mozgóképek szakértői csoportja
OFDM	Orthogonally Frequency Division Multiple	Ortogonalis frekvencia osztásos nyálazás
PRBS	Pseudo Random Bit Sequence	Állvéletlen bitsorozat
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Kvadratúra amplitúdó moduláció
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	Kvadratúra fázis billentyűzés
RADSL	Rate Adaptive Digital Subscriber Line	Adaptív sebességű digitális előfizetői vonal
SDSL	Symmetrical DSL	Szimmetrikus digitális előfizetői vonal
STB	Set Top Box	Digitális beltéri egység
TPS	Transmission Parameter	Jelzésátvitel
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line	Igen nagy sebességű digitális előfizetői vonal
VoIP	Voice over IP	Hangátvitel IP protokollal
VSAT	Very Small Aperture Terminal	Nagyon kicsi átméretű antennával működő terminál
WS	Wireless Station	Vezeték nélküli állomás

Felhasznált irodalom

Szakirodalom

ANDREW S. Tannenbaum, *Számítógép-hálózatok*, Panem Könyvkiadó, Budapest 2004.

BABOSA A., DANYI V., GRÓF R., KÖLTO G., SINKA S., TURÁNYI G., ZIGÓ J.,
Kábeltelevíziós hálózatok, Tankönyvmester Kiadó, Budapest 2004.

WALTER FISCHER, *A digitális musorszórás alapjai*, Typotex Kiadó, Budapest 2005.

Oktatási anyag, egyetemi jegyzet

HONFY JÓZSEF, *Muholdas távközlés* előadás anyaga

HONFY JÓZSEF, *Interaktív kábeltelevíziós hálózatok* előadás anyaga

DR. WERSÉNYI GYÖRGY, *Televízió technika* előadás anyaga

Internet

http://www.ahrt.hu/hu/szolgaltatasok/tv_digitalis.php

<http://www.ostelsat.hu>

<http://hu.wikipedia.org>

<http://www.szamitastechnika.hu>

<http://www.ki.oszk.hu/kf/kfarchiv/1992/4/palvolgyi.html>

<http://www.wyonair.com>