



Távközlési informatikus szakképzés

Távbeszélő berendezések / 6

Tanár: Dr. Papp Sándor



12 Otthoni hálózatok

12.1 Otthoni hálózatok funkciói

12.1.1 Az intelligens otthon

egy család által közösen használt infrastruktúra, amely felhasználja a kor technikai vívmányait a komfortérzet, a hatékonyság és a kommunikáció fokozására.

12.1.2 Az intelligens otthoni hálózat

az intelligens otthon eszközeinek összekapcsolására, vezérlésére, távoli monitorozására szolgáló kommunikációs hálózat.

12.1.2 Az otthoni hálózatok szolgáltatásai:

- Kommunikációs szolgáltatások
- Szórakoztató hálózati szolgáltatások
- Menedzselt energia (közmű) szolgáltatások
- Fogyasztásmérők távleolvasása
- Otthon-automatizálási szolgáltatások
- Biztonsági szolgáltatások
- Távoli egészség-felügyeleti szolgáltatások



12.1.2 Az intelligens otthoni hálózat /Folyt./

Az intelligens otthoni hálózat a következő funkcionális területeket fedi le:

- Kommunikációs szükségletek
 - Otthoni hálózatban családtagok, számítógépek között (közös nyomtató használat, több-felhasználós számítógépes játék stb.)
 - Hozzáférés távközlési- és műsorszolgáltatók hálózataihoz, a szolgáltatások megosztása/szétosztása több csatlakozás között
- Az otthon fűtési, szellőztetési, légkondicionálási rendszerének távoli vezérlése (Heating, Ventilation Air-conditioning, HVAC)
- Otthoni szórakoztató elektronikai rendszerek (rádió, TV, VCR, DVD, erősítők, hangszórók) egységes rendszerbe való összekapcsolása és közös vezérlése
- A különféle fogyasztásmérők távoli leolvasása, kapcsolattartás és információcsere a közműszolgáltatókkal (Távfűtő Művek, Elektromos Művek stb.).
- Háztartási eszközök (mikrohullámú sütő, tűzhely, mosógép stb.) távoli vezérlése
- Intelligens hűtőszekrény (tárolt élelmiszer állapotának, szavatossági idejének nyomon követése, készletfogyás jelzése, automatikus utánrendelés)



12.1.3 Az intelligens otthoni hálózat kialakulása

Az intelligens otthoni hálózat /2. Folyt./

- Az otthon biztonságának védelme (riasztás betörés esetén, tűzvédelmi rendszer indítása)
- Betegek otthoni védelme (orvos, ápoló hívása)
- Gyermekek őrzése/felügyelete a szülők távollétében
- Banki ügyintézés (Home Banking), elektronikus vásárlás (e-commerce) otthonról

12.1.4 Az intelligens otthoni hálózatok kialakulásának hajtóerői:

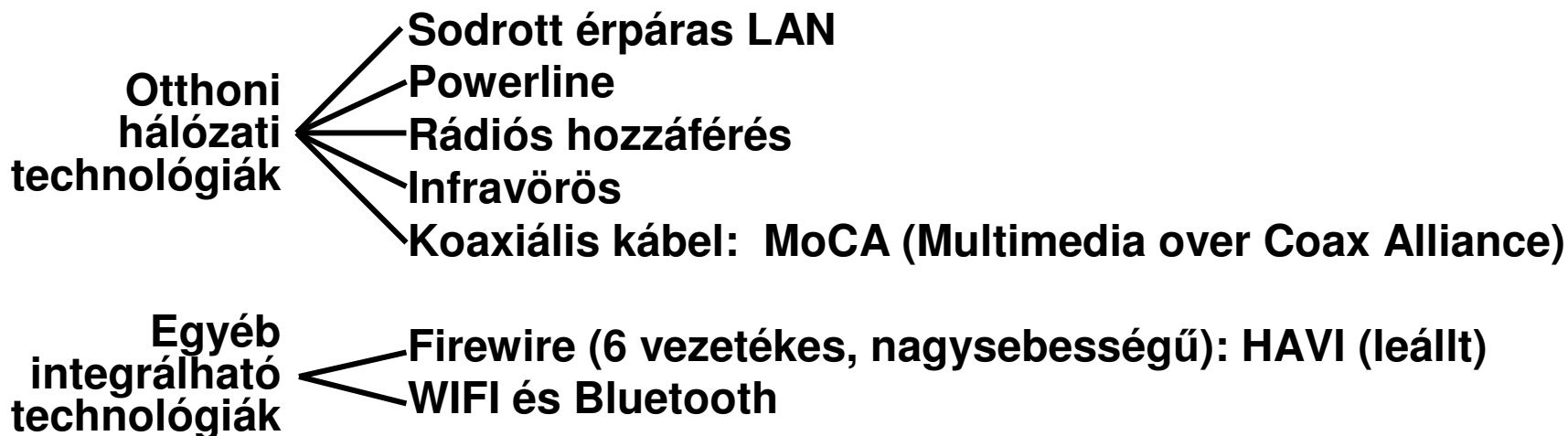
- A szélessávú hozzáférések elterjedése
- Az intelligens eszközök megjelenése
- Az otthoni hálózati technikák fejlődése
- A Residential Gateway (Lakossági átlépő) piaci megjelenése chipset-ek formájában és készülékekben (pl. VDSL2 modemben)
- A különálló otthoni hálózati technológiák (Home PNA, EHS, EIB) gyártóinak közös egyesületbe (KNX) lépése és közös nyílt világszabvány elfogadása (CENELEC, ISO, ETSI)

(Megjegyzés: több ilyen fórum és egyesület is van !)



12.1.5 Az otthoni hálózati technológiák jelátviteli közegei

- LAN hálózati technológia az otthoni sodrott érpáron (korábban HomePNA);
- Otthoni energiahálózati kommunikációs technológia (Powerline), a korábbi EHS és EIB része, önálló szervezete a HomePlug Alliance;
- rádiós hozzáférési technológia (868MHz) , korábban HomeRF (<2Mbps)
- eszközök közötti kommunikáció infravörös hullámokkal, mint a nagyon rövid hatótávolságú szabadtéri lézertoptika egyik példája (EIB-ből)
- a KNX egyesület ezen eszközhálózati médiumokon túlmenően egységes szolgáltatási és integrációs megoldásokat kínál az egyéb technológiák, pl. IEEE 802.11b/g/n, Bluetooth, FireWire (IEEE 1394), stb. számára is.





12.1.5 HomePNA 3.1 jellemzők

- Nem szükséges külön otthoni kábelezés;
- Nem zavarja a meglévő telefon, fax, DSL, működését, a szatellit vagy földfelszíni TV nézését, mivel a HomePNA más frekvenciákon működik;
- A legújabb termékek 320Mbps-ig működnek, ami elég több HDTV vagy SDTV jelfolyam szállítására;
- A garantált QoS kiejti az Ethernet hálózatoknál szokásos ütközést. Lehetővé teszi olyan valós idejű adat-stream-ek megszakadás-mentes célba juttatását, mint pl. az IPTV jelfolyam;
- Egyidejűleg legfeljebb 64 eszköz csatlakoztatható;
- Az eszközök sodrott érpárnál max. 300 m-re, koaxnál 6-900 m-re lehetnek Szabványos Ethernet meghajtók használhatók, így bármely termék egyszerűen csatlakoztatható;
- A szükséges hardver olcsó;
- Az egyéb eszközök (pl. WIFI) csatlakoztatásával hibrid megoldások alakíthatók ki;
- A tanúsított HomePNA hardverre a szolgáltatók „triple play” szolgáltatást tudnak nyújtani.



12.1.6 HomePlug jellemzők

HomePlug 1.0 (2001) specifikáció:

nagysebességű (~10 Mbps) költség-hatékony otthoni hálózati technológia.

HomePlug AV specifikáció (~100Mbps):

több szórakoztató jelfolyam (pl. HDTV) szétszítása az otthonban. Célja a magas minőségű digitális videó szétszítás megbízható összeköttetésen, beépített QoS és a többi technológiával versenyképes ár. A szolgáltató-ügyfél kapcsolatot nyújtó BPL (Broadband Powerline) technológiával és a HomePlug 1.0 termékekkel együtt használható.

HomePlug Access BPL technológia (4-6 Mbps menedzsel):

az otthon és a szolgáltató között biztosít kapcsolatot. BPL-t sok cég fejleszt, ezek közül az egyik a HomePlug Access BPL megoldása.

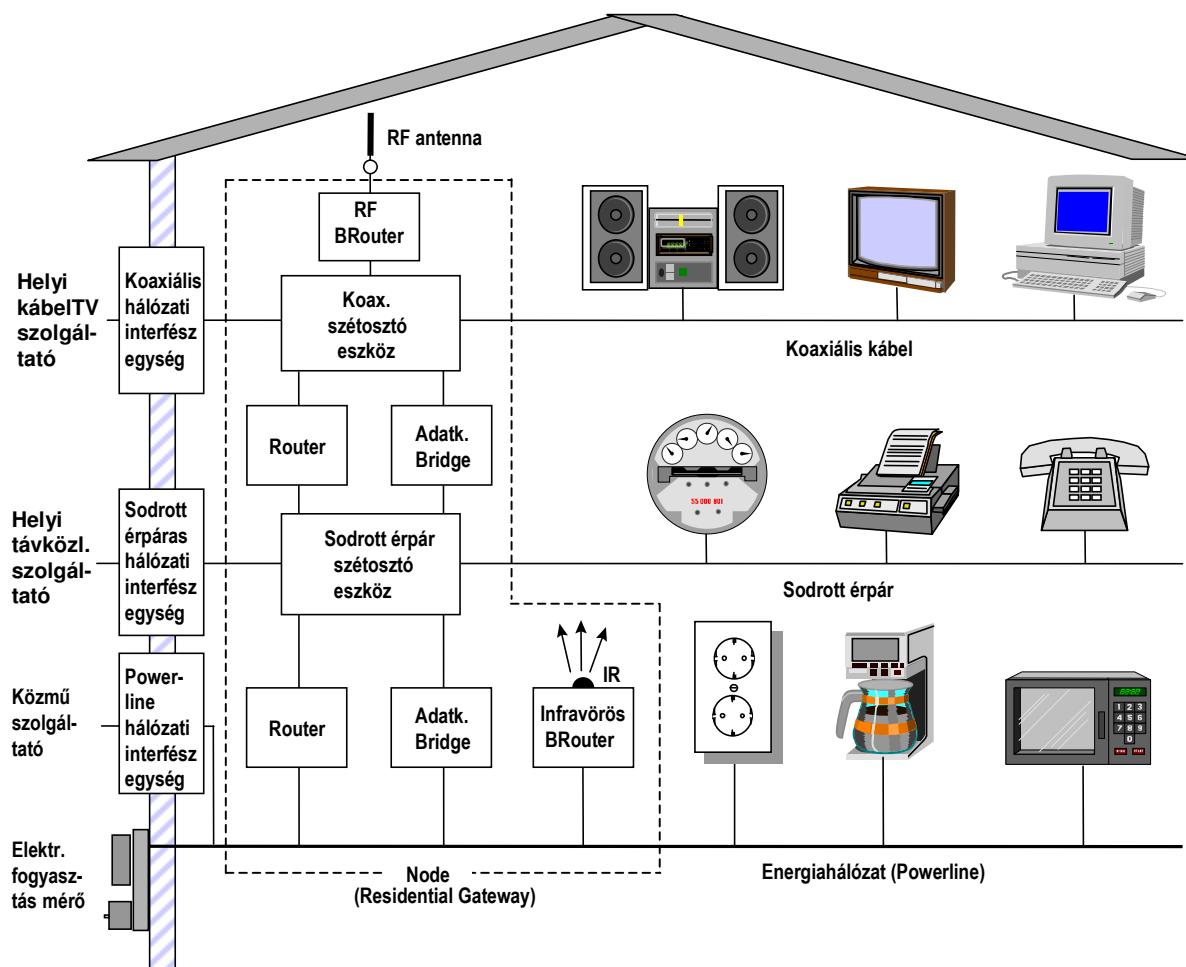
HomePlug Command&Control specifikáció (<10kbps) :

a világítás, klíma, biztonsági rendszer és háztartási eszközök fejlett vezérlése, a teljes házra kiterjedően. Olcsó, megbízható és tetszőlegesen továbbfejleszthető, bővíthető technológia az otthon vezérlésére.

A HomePlug Alliance-hoz nem csatlakozott gyártók eltérő specifikációk szerint készítenek Powerline hozzáférési termékeket.

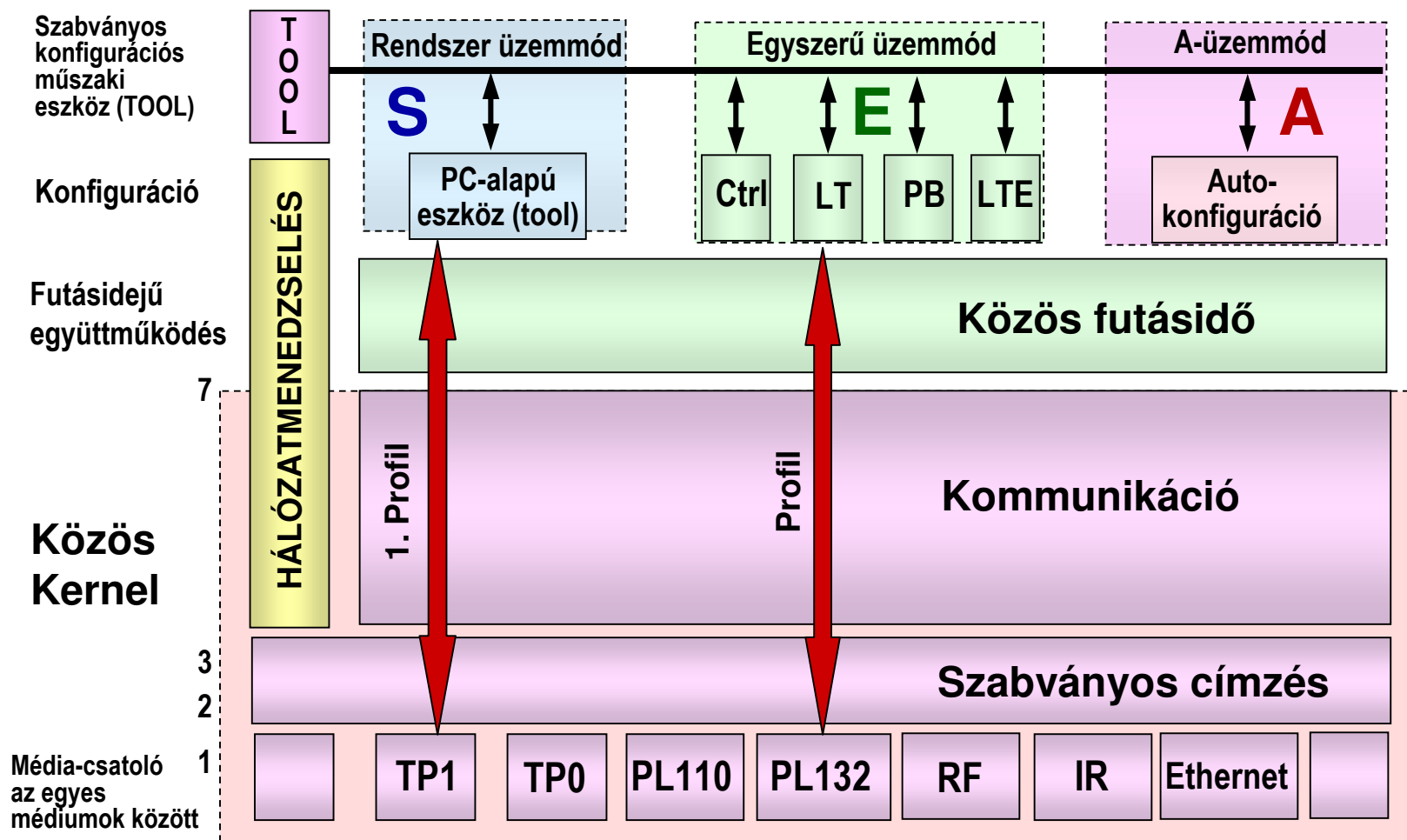


12.1.7 Az otthoni hálózat általános szerkezete





12.1.8 Az otthoni hálózat-technológiák a KNX hálózatban



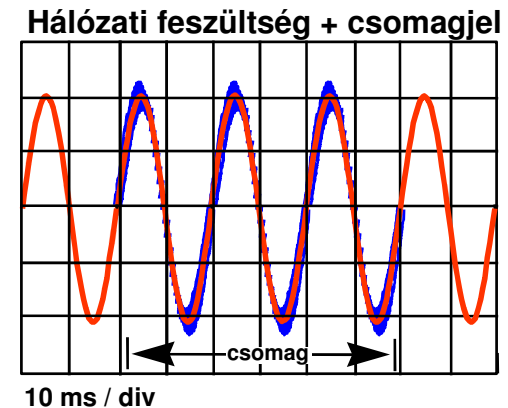
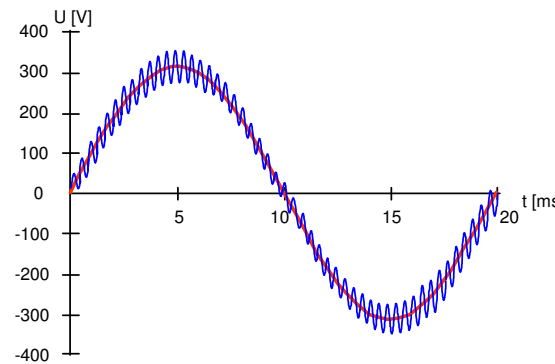
Ctrl = Vezérlő szemlélet LT = Logikai címzés PB = Nyomógomb szemlélet LTE = Kiterjesztett logikai címzés



12.2 Energiahálózati kommunikáció (Powerline)

12.2.1 Csomagkapcsolt jel szállítása az energiahálózaton

**A Powerline alapötlete:
a csomagjel ráültetése
a hálózati feszültségre**



Kérdés: Hogyan ültetem rá és hogyan veszem le a csomagjelet?

A csatolás módjai:

- induktív (tekercs)
- kapacitív (kondenzátor)
- vegyes (tekercs + kondenzátor)

Szigorú követelmények:

- üzembiztonság (tűz- életvédelmi veszélyek)
- a nagyfrekvenciás jel ne okozzon rádiózavart
- ne zavarja a távközlési rendszereket



12.2.2 A PLT története

A PLT első alkalmazása: 1929-ben a svájci Davosban a közvilágítás és a kirakatok lámpáinak központi ki-be kapcsolására bevezették a „ripple control” elnevezésű távoli vezérlő rendszert, amely az 50Hz-es hálózati feszültségre modulált hangfrekvenciás jelzésekkel vezérli a közvilágítást, a több-tarifás fogyasztásmérők tarifa átkapcsolását és az éjszakai tarifához kötött fogyasztói berendezések (pl. boylerek) ki-be kapcsolását is. A „ripple control” rendszert a hatvanas évekig gyártották és használata még ma is elterjedtnek mondható az áramszolgáltatók körében.

Az első szélessávú PLC: NOR.WEB (1998 április) a NORTEL Networks és a United Utilities cég részvételével. A NOR.WEB az FSK modulációs eljárást alkalmazta, két kivételes frekvenciasávot kért: 2,2-3,5MHz és 4,2-5,8MHz között, ahol a PLC megengedett, és a sugárzás magasabb lehetett, mint más sávokon. Komplet megoldást dolgozott ki, amely a gerinchálózatától az ügyfél moduljáig minden funkciót tartalmazott, beleértve a hálózatmenedzselést is. Rendszere tipikusan a vezetékes távközlés berendezéseivel egészítette ki az új DPL technológia eszközeit.

A NOR.WEB 2000-ben beszüntette a működését. Okait illetően lásd:

http://www.ipcf.org/doc/David_Healey_-_Strategic_Analysis_of_Nor.Web_Closure.pdf



12.2.3 A Powerline-kommunikáció működési tartományai

- Kezdetről fogva erős igény a földrajzilag kiterjedt önálló hálózatokra (nem sikerült, a technológia önmagában nem alkalmas WAN hálózatnak)
- Hozzáférés a távközlési- / műsor-szolgáltató és az ügyfél között (részben sikerült, de erős a verseny a többi hozzáférési technológiával)
- Otthoni/lakossági hálózati technológia többféle jeltípus továbbítására (ez a legsikeresebb alkalmazás, bár itt is vannak versenytársak)
- A legkézenfekvőbb lenne a keskenysávú PLT alkalmazása a távoli vezérlésre, mérőleolvasásra, kedvezményes energia kapcsolásra

12.2.4 A Powerline-kommunikáció sebességi tartományai

A legstabilabb, legnagyobb hatótávolságú a keskenysávú PLT (n x km)

A 4-6 Mbps sebességű PLT hozzáférés hatótávolsága párszáz méter

Igazán nagy (~100Mbps) sebességű az otthoni hálózatokban (n x100 m)

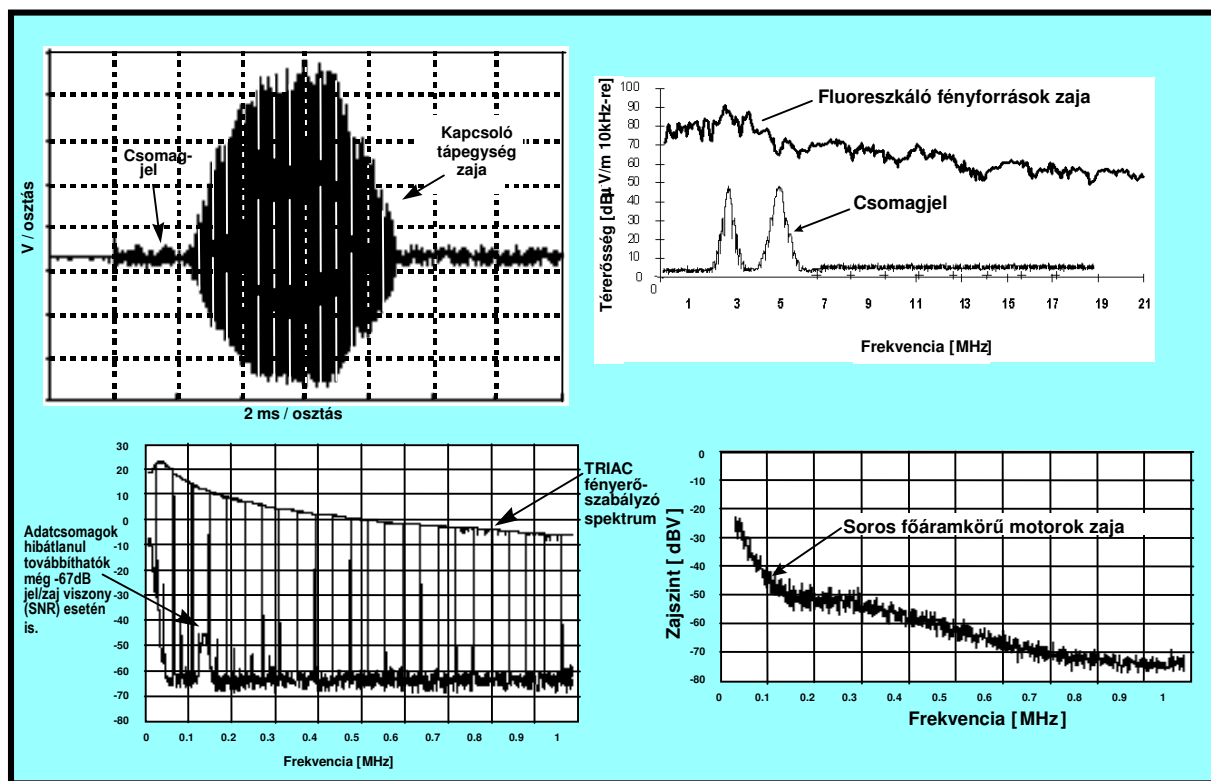
Ritka a pont-pont átvitelben való alkalmazása 200 Mbps-ig, ill. több km-re



12.2.5 A PLT műszaki nehézségei

A villamos energia-hálózat nem kommunikációs célokra készült, barátságtalan közeg:

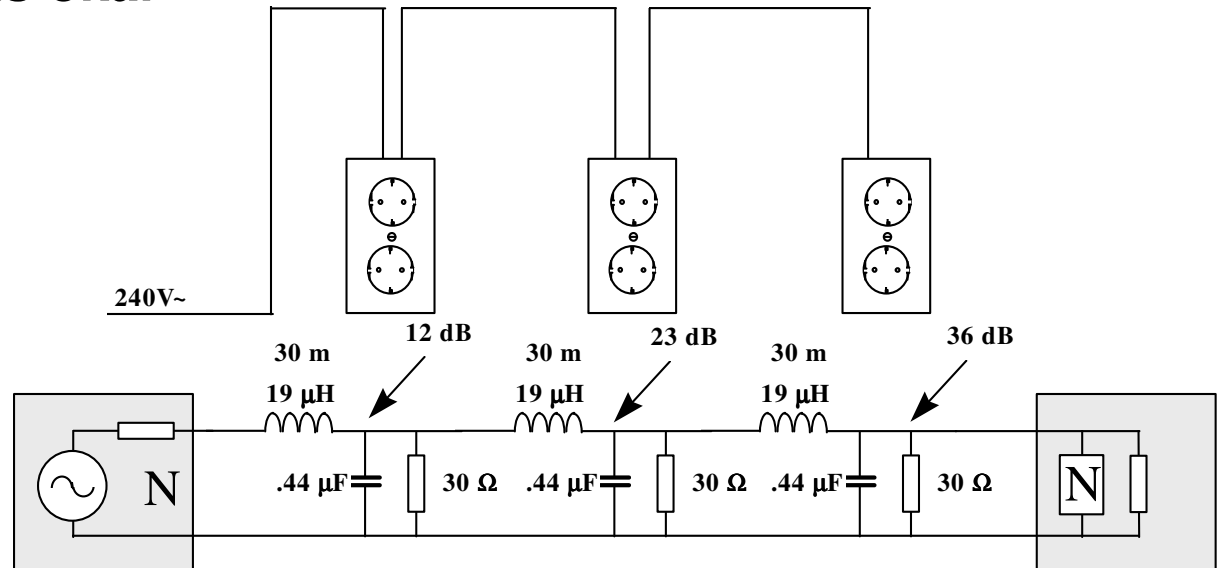
- Magas a zajszintje
- Nagy a kommunikációs jel csillapítása, és kiszámíthatatlanul változik
- A jel eredeti alakjának torzulása a felismerést megnehezíti





12.2.6 A csillapítás okai

A hozzávezetések soros induktivitásai és a TV készülékek zavarcsűrő áramkörei miatt egy háztartásban a kis-feszültségű szakaszok együttes csillapítása elérheti a 60dB értéket.

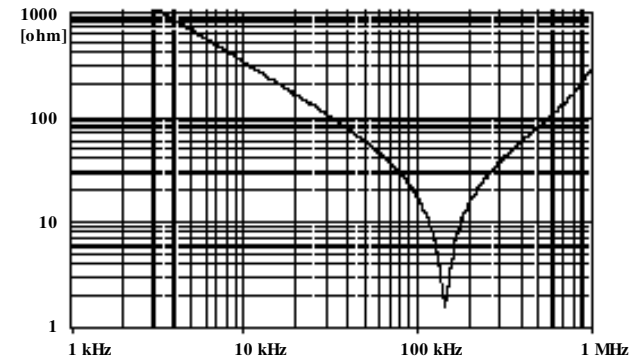
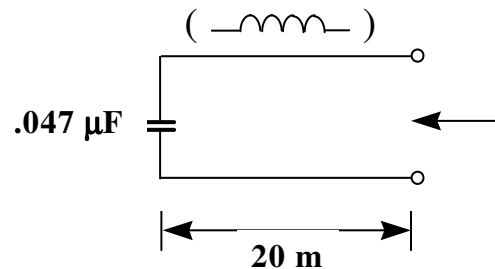


A becsatolási pontban jelenlévő kommunikációs jel amplitúdója az utolsó konnektorban az eredeti szinthez képest az ezredrészére csökkenhet. Ekkora szintcsökkenés a jelfeldolgozás rezsijét alapvetően eltorzíthatja. A legkifinomultabb DSP technikával -60dB jel/zaj viszony mellett is lehet a csomagjelet detektálni, de a szupertechnikai megoldások nyereségét a kezelhetetlen, befolyásolhatatlan vétel javítására kell használni, nem pedig a kezelhető, közönséges fizikai veszteségek kompenzálására

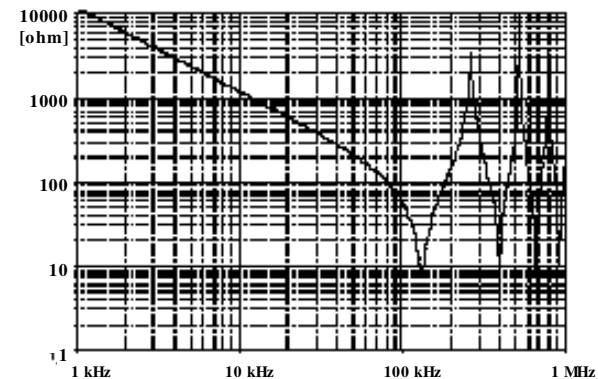
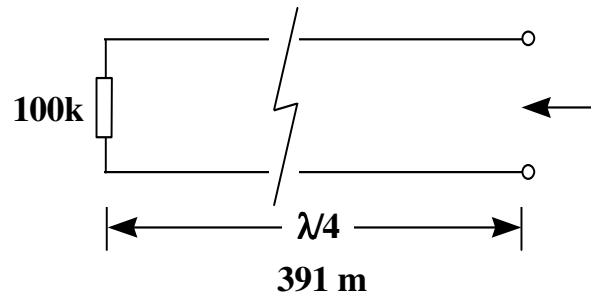


12.2.7 Frekvenciától, helytől és időtől függő csillapítás

A csillapítás függ a hálózat kiterjedésétől, a mérés helyétől, az éppen bekapcsolt terhelésektől, azok állapotától, azaz a helytől és időtől. Előfordulhatnak olyan mély bevágások, hogy a jel már nem érzékelhető.



Egyszeres bevágás (notch) soros rezgőkörrel



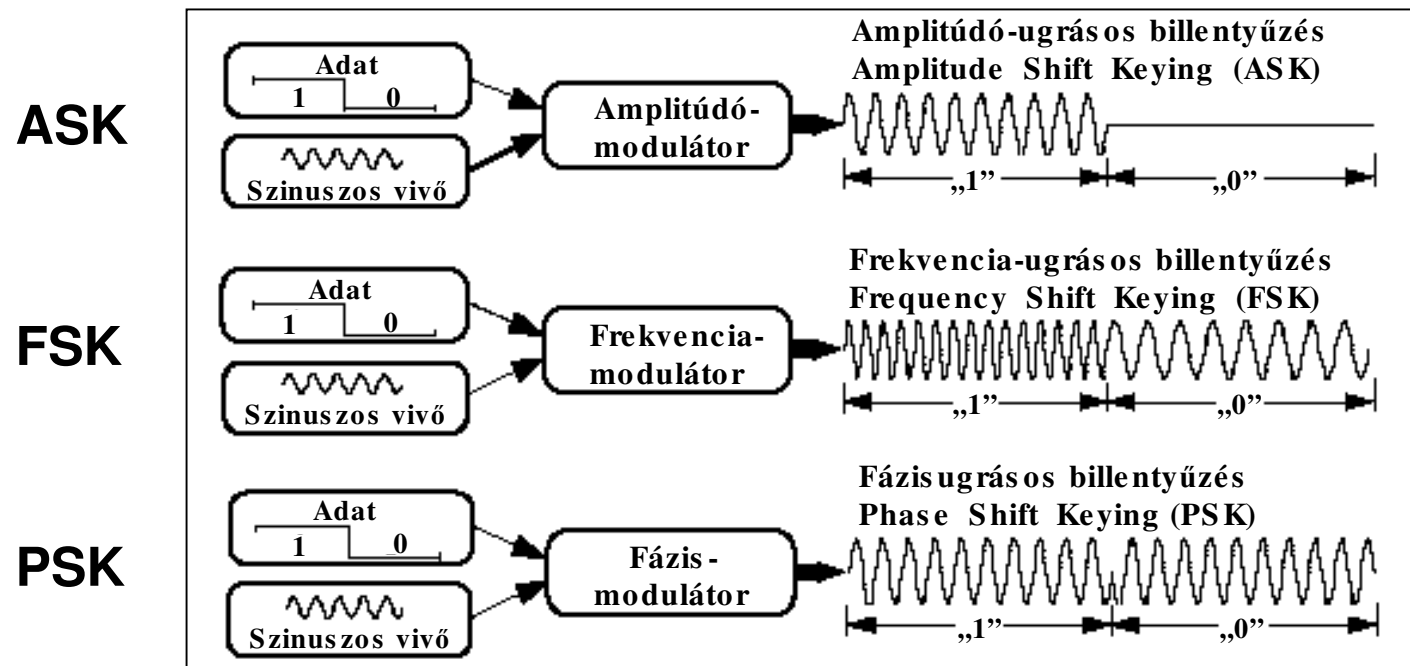
Rezonáns hosszúságú elosztó-hálózati koaxiális kábel bevágásokat (notch) okoz



12.3 Modulációs eljárások az adatkommunikációban

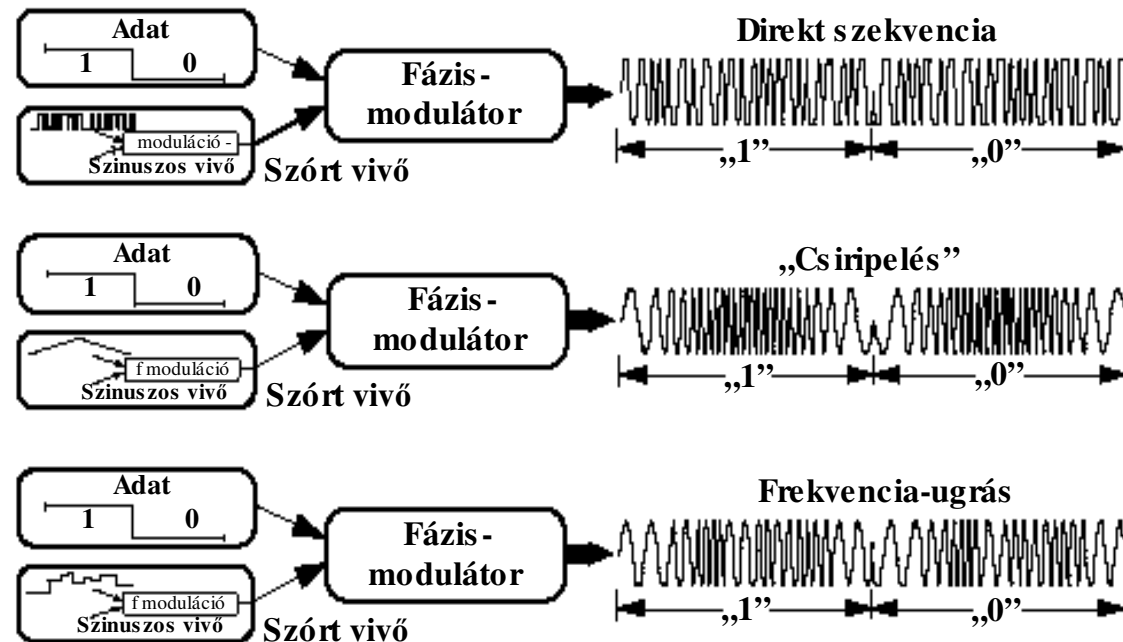
12.3.1 Keskenysávú modulációs eljárások: ASK, FSK, PSK

- Amplitúdómoduláció: a „billentyűzésnek” megfelelően a vivő jelenléte vagy elnyomása
- Frekvenciamoduláció: átváltás az egyik frekvenciáról a másikra, a digitális jel szerint.
- Fázis-moduláció: átváltás egy korábbi fázishelyzetből egy másik fázishelyzetbe, amelyet egy fázis-érzékeny áramkör a vétel helyén fel tud ismerni.





12.3.2 Szórt spektrumú átvitel (SSC)



A szórt spektrumú átvitel három elemre épül:

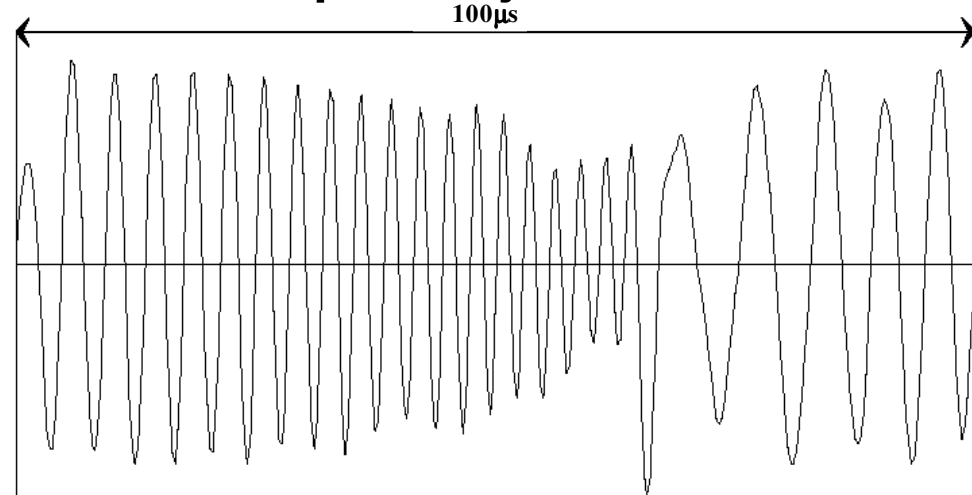
- Közvetlen (direkt) szekvencia, ami a mintában a frekvencia folyamatos növekedését vagy csökkenését jelenti (ez a frekvenciasöprés)
- Jellegzetes mintázat, az ún. "csiripelés" használata
- Frekvenciaugrás a mintában



12.3.2.1 A „csiripelő” frekvenciasöpréses jel

Az Intellon gyakorlati megvalósítása a frekvenciasöprést 200kHz-en kezdi és fejezi be, középen 400kHz-ről 100kHz-re való átváltással. Ennek két fő oka:

- a jel által keltett harmonikus energia kiszűrésére szolgáló szűrő egyszerűsítése,
- az adatbitek közötti sima átmenet biztosítása.



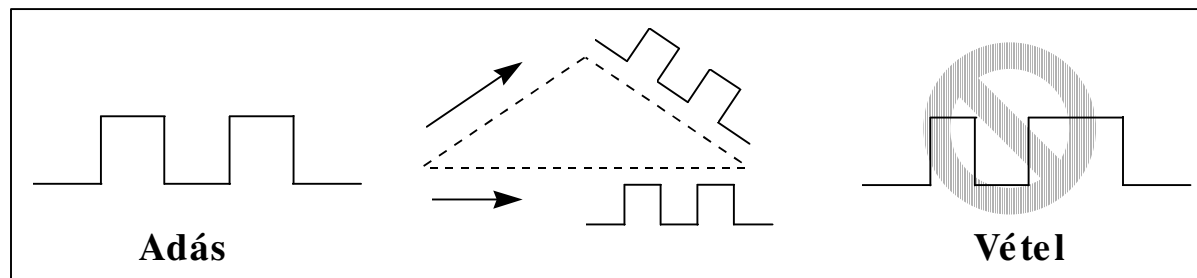
A szórt-spektrumú jel által elért feldolgozási nyereség elméletileg egyenlő a szórt-spektrumú sávszélesség és az adat-sávszélesség hányadosával (100kHz-400kHz, ill. 10 kbps adatsebesség) ez a hányados 30 : 1, ami 14,8dB feldolgozási nyereségnek felel meg. Ez a jelzési technika nagyon olcsó szórt-spektrumú adó/vevő integrált áramkörök kifejlesztését teszi lehetővé. Ennek fő tényezője, hogy a frekvenciasöprési jel előállítható egy egyszerű ugrótáblázat alkalmazásával, amelyet az IC-nek a ROM területén tárolnak, és mivel a „csiripelés” egy ismert mintázat szerinti lineáris jel, ezért a dekódolására egy rendkívül egyszerű korrelációs módszer alkalmazható. Ez a rendszer a zajviszonyok széles tartományában nagyon robusztus működésű, mivel a megvalósítása során hasznosítják a direkt szekvencia és a frekvenciaugrás jellemzőit is.



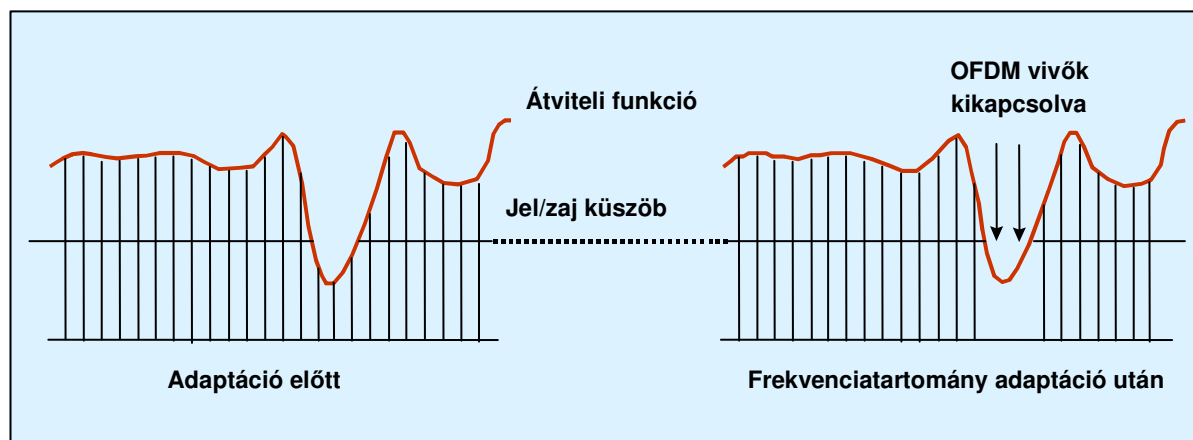
12.3.3 Nagysebességű Powerline jelátvitel OFDM-mel

A többszörös útvonal miatti szimbólum-interferencia hatása un. kódosztásos technikákkal (pl. OFDM) un. védősáv és ciklikus prefix használatával küszöbölhető ki.

Az OFDM-ben a DMT eljárással a magas bithiba-arányt mutató alvivők egyszerűen kiiktathatók.



Szimbólum interferencia a többszörös útvonal miatt



Az OFDM keletkezése: 1966-ban R. W. Chang dolgozata a sokcsatornás átviteli rendszer sávkorlátozott ortogonális jeleinek szintéziséről (Bell System Technical Journal).

Az OFDM és a DMT a digitális földi rádió és televízió (DAB és DVB-T) sugárzásnak is alapvető modulációs eljárásai (ott hibajavító kódolásos OFDM = COFDM).



12.3.3.1 Az OFDM alapötlete

Az OFDM alapötlete a rendelkezésre álló spektrum felosztása sok keskenysávú, alacsony adatsebességű alvivőre. A magas spektrális hatékonyság eléréséhez az alvivők frekvencia-válasza az OFDM elnevezésnek megfelelően ortogonális (merőleges) és átlapolódó.

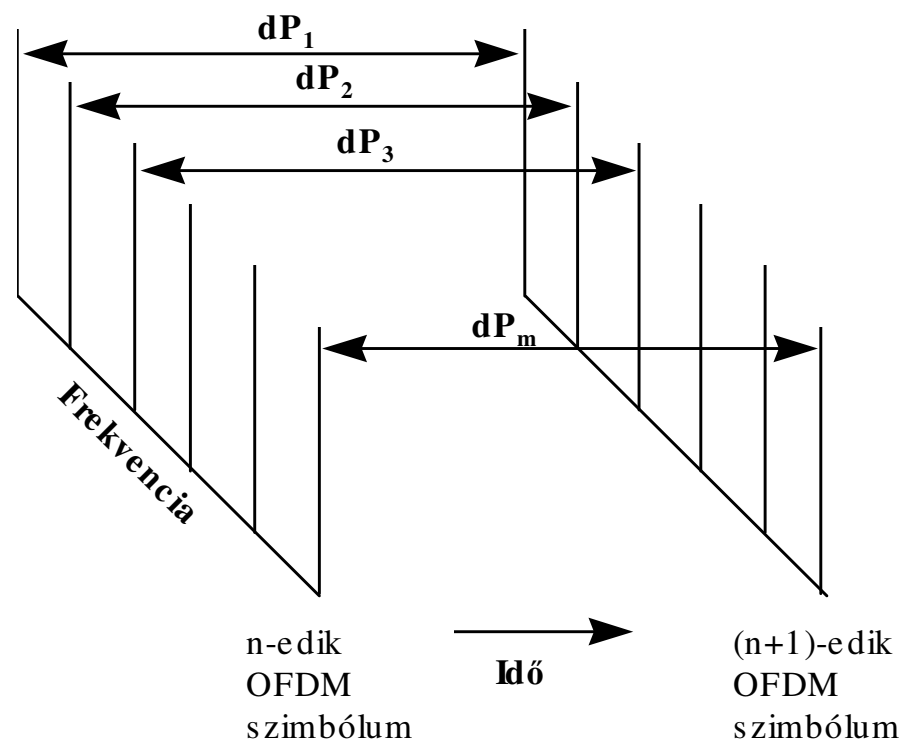
Minden keskenysávú alvivő különféle modulációs eljárások szerint modulálható, pl. a BPSK, QPSK és QAM.

Mivel a modulációs sebesség mindegyik alvivőn alacsony, ezért ott a többutas környezet lassú fading-je tapasztalható, ami kiejthető a differenciális QPSK (DQPSK) moduláció alkalmazásával, ahol az adatot mint időbeli fáziskülönbséget kódolják a jelenlegi és az előző szimbólum között, ugyanazon az alvivőn.

Binary Phase Shift Keying (BPSK)

Quadrature phase-shift keying (QPSK)

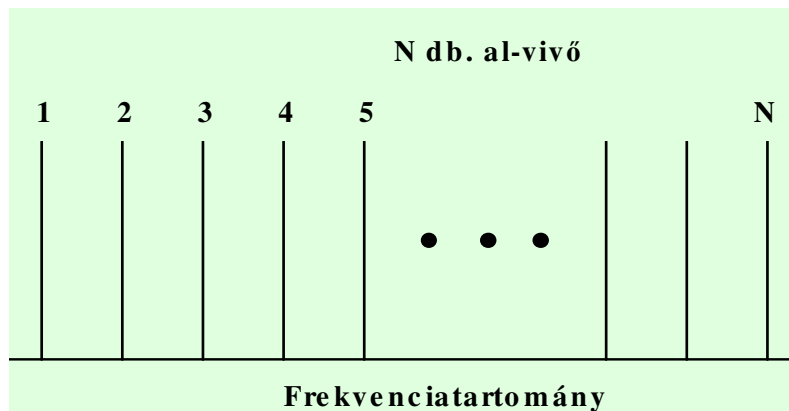
Differential OPSK (DQPSK)



**A fáziskülönbség kódolása
a szimbólumok között**



12.3.3.2 Az OFDM implementálása koherens modulációval

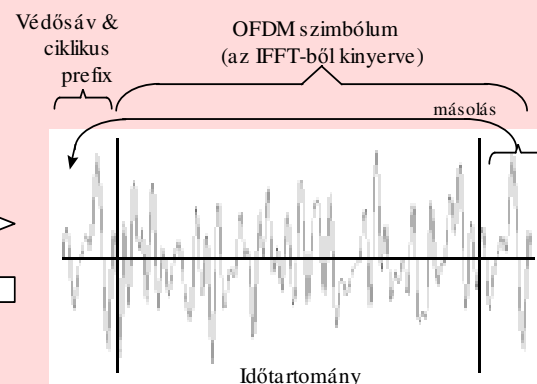
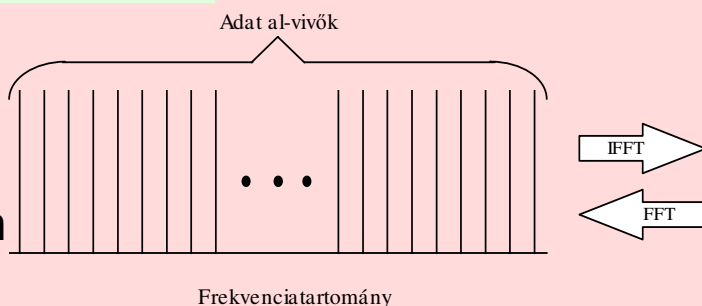


B db. bit
al-vivőnként és
szimbólumonként

QPSK-nál $B = 2$ bit
16-QAM-nál $B = 4$ bit
64 QAM-nál $B = 6$ bit

Az OFDM implementálása koherens modulációval és demodulációval, a jel-zaj viszony maximalizálása és a lehető legnagyobb sávszélesség elérése érdekében. A frekvenciatartománybeli M adatbitet N alvivőre kódoljuk. Köztük az $M = N \times B$ összefüggés áll fenn, ahol B a modulációs szimbólumok bitjeinek a száma (QPSK és DQPSK esetében $B = 2$).

Az alvivők készletén egy IFFT (Inverz FFT) transzformáció hajtódik végre, amely egyetlen OFDM szimbólumot hoz létre.



Ennek időtartama az alvivő-távolság reciproka, amely az adatsebességhez viszonyítva általában hosszú idő. Az OFDM jelek demodulálása az adónál leírt folyamat fordítottja, ahol a ciklikus prefix-et eltávolítjuk az időtartománybeli jelből, és a frekvenciatartományba való konvertálás céljából egy FFT-t hajtunk végre minden szimbólumon.



12.3.3.3 Többszörös útvonal az OFDM átvitelnél

A ciklikus prefix-et azért adjuk hozzá az OFDM szimbólumhoz, hogy az időszórásos csatornában (több-utas visszaverődések) a teljes ortogonalitást fenntartsuk. Ez a prefix lemásolja a szimbólum utolsó részét és hozzáadja azt a szimbólum kezdetéhez. Az általában több ms hosszúságú szimbólum-idő és az ennek törtrésze hosszúságú ciklikus prefix határozzák meg az időszórásos csatorna teljesítőképességét.

A hagyományos moduláció hátránya, hogy az eredeti jel késleltetett visszaverődései átlapolják a következő szimbólumokat. Ha például a szimbólum-idő 1 ms, akkor egy jel több másolata (10 MHz-nél akár 10 másolat) is 1 ms késleltetést szenvedhet a vevőhöz érkezés pillanatában, és így a késleltetett jelek az éppen dekódolt (a legrövidebb útvonalon érkezett) szimbólummal interferenciába kerülnek és meghamisítják azt.

Az OFDM használatánál többszáz ($N \times B$) bitet továbbítunk minden szimbólumhoz, ami azok időtartamát több ms-ra nyújtja. Ha 1 ms hosszúságú ciklikus prefix-et választunk a fenti példához, akkor az eredeti jelnek minden vett másolata ugyanazt az OFDM szimbólumot fogja tartalmazni, és nem lép fel szimbólumok közötti interferencia (ISI).

Fading akkor jelentkezik, amikor egy alvivőn a visszavert jelek úgy érkeznek be, hogy éppen kioltják az elsőnek érkező jelet. Erre a megoldás egy védőidő hozzáadása és hibajavító kódolás használata az elvesztett bitek helyreállítására. Ennek közismert neve a kódolt OFDM, azaz COFDM.



12.4 Nagysebességű HomePlug termékek



**NETGEAR Wall-Plugged
Ethernet Bridge
XE102 - Bridge - EN, HomePlug 1.0
\$50.00 + \$4.99 szállítás 14 Mbps**



**CP Technologies
200MBPS Powerline
AV Ethernet \$77.24, Buy.com**



**Airlink101 Powerline
Turbo 85Mbps Ethernet
HomePlug Adapter (1 Pair)
\$71.90**



**logear Homeplug
Wallmount
Powerline
USB Adapter
(GHPU21)
12 Mbps, \$36.99**



**Xincom Power X-plug
Twin-pack \$45.99**

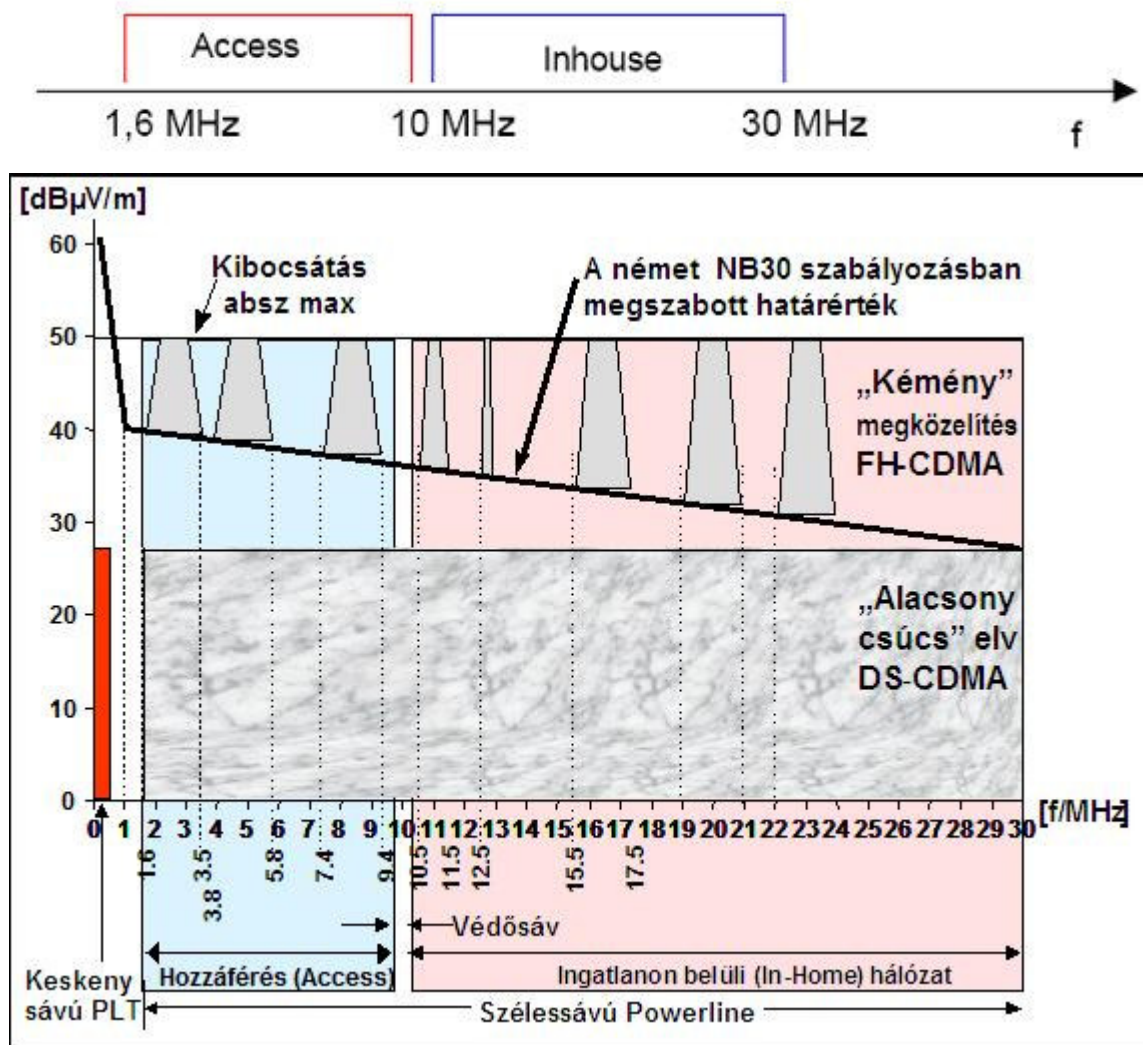


12.5 Az ETSI PLT frekvenciasávok

Az ETSI PLT szabványosítás a házon belüli (Inhouse) és a szolgáltatóhoz vezető (Access) hozzáférésre komplementer sávokat javasol védősávval.

A HomePlug és az ETSI PLT sávok nem kompatibilisek.

A keskenysávú PLT a CENELEC EN 50065 szabvány szerint 3-148,5kHz sávban működhet.

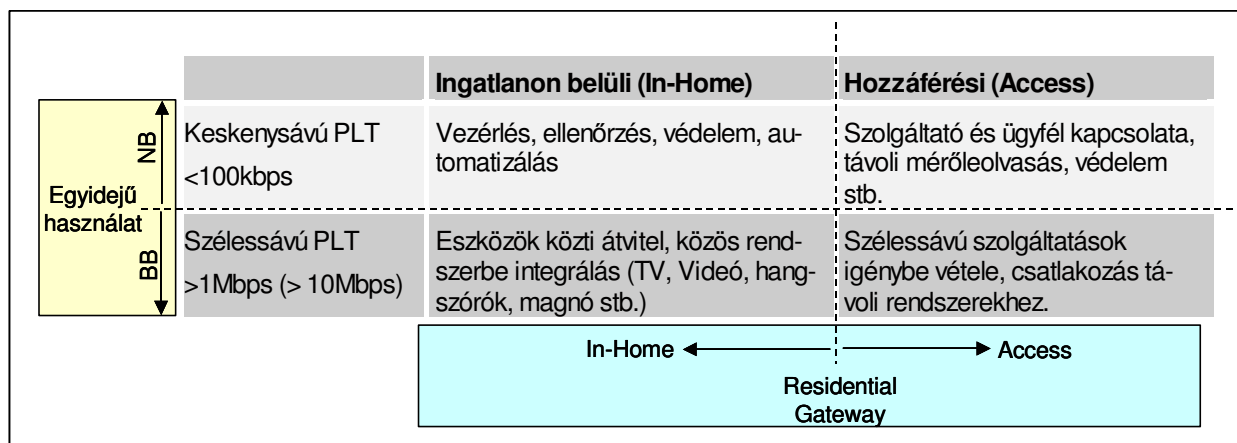




12.6 A PLT technológia alkalmazási térképe

- A keskenysávú hozzáférési PLT technológia a közmű szolgáltatóval való kapcsolattartásra, vezérelt energia kapcsolására, mérőleolvasásra, vagyonvédelemre használható.
- A keskenysávú otthoni PLT célja a háztartási és szórakoztató készülékek vezérlése, védelem, automatizálás a háztartásban.
- A szélessávú hozzáférési PLT a szolgáltatókkal létesít kapcsolatot.
- A szélessávú otthoni PLT technológia célja a szélessávú jelfolyamok szétosztása, továbbítása a szórakoztató eszközök között.

Az otthoni és a hozzáférési domain között a Residential Gateway közvetít.



A PLT technológia alkalmazási térképe



12.7 Automatikus mérőóra leolvasás

Az automatikus mérőóra leolvasásra használt technológiák:

- RF (Bluetooth, zigbee, WIFI, stb.)
(leolvasó autó jár körbe, amely lekéri és rögzíti az adatokat, vagy egy személy: „walk-by”)
- Powerline
(keskenysávú PLT, SSC)
- Cellás mobil rendszerek
- Korábban: telefonvonalon át

A mérhető mennyiségek:

Víz, gáz, elektromos energia

Előnyök:

- Kevesebb élőmunka
- Nem kell várni a leolvasóra





12.8 Nagy fogyasztású készülékek távkapcsolása (HVAC)

Fűtés, szellőztetés, légkondicionálás: HVAC – az energiaszolgáltatás
A MAVIR számára a tartalékon is túllépő fogyasztás sokba kerül !

Kánikulásban a legnagyobb az áramfogyasztás, az energiaszolgáltatás az összeomlás határára kerülhet. Az áramszolgáltató kedvezményt ad, ha veszélyes helyzetben kikapcsolhatja a nem-kritikus energiaszolgáltató készülékeket (csak a veszélyes percekre)
Eszköz: keskenysávú Powerline

