

# MODERN KÁBELEZÉS GIGABITES HOZZÁFÉRÉSI HÁLÓZATOK ÉPÍTÉSÉHEZ

## NOVEL CABLING OF GIGABIT ACCESS AREA NETWORKS

Kőházi-Kis Ambrus\*

Természet- és Műszaki Alaptudományi Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar,  
Neumann János Egyetem, Magyarország

### **Kulcsszavak:**

Hozzáférési hálózat  
Passzív optikai hálózat  
DOCSIS 3.1  
Ortogonalis frekvencia multiplexe-  
lés  
Koaxiális kábelek

### **Keywords:**

Access network  
Passive optical network  
DOCSIS 3.1  
Orthogonal frequency multiplexing  
Coaxial cables

### **Cikktörténet:**

Beérkezett 2018. szeptember 7.  
Átdolgozott 2019. február 6.  
Elfogadott 2019. március 6.

### **Összefoglalás**

*A megnövekedett adatátviteli sebességek mellett komoly kihívást jelent a gerinchálózatok mellett a megfelelő hozzáférési hálózatok kiépítése is. Míg a távközlési gerinchálózatok esetében gyakorlatilag az optikai kábelezés az egyeduralgoló, addig a hozzáférési hálózatok kialakításában a passzív optikai hálózatok mellett versenyképesnek mutatkoznak a koaxiális kábelben történő adattovábbítás módszerei is. Utóbbi használja az igen összetett, DOCSIS 3.1 modulációs sémát. Dolgozatomban a passzív optikai és a koaxiális kábelekkel kialakított elosztó hálózatok főbb jellemzőit mutatom be.*

### **Abstract**

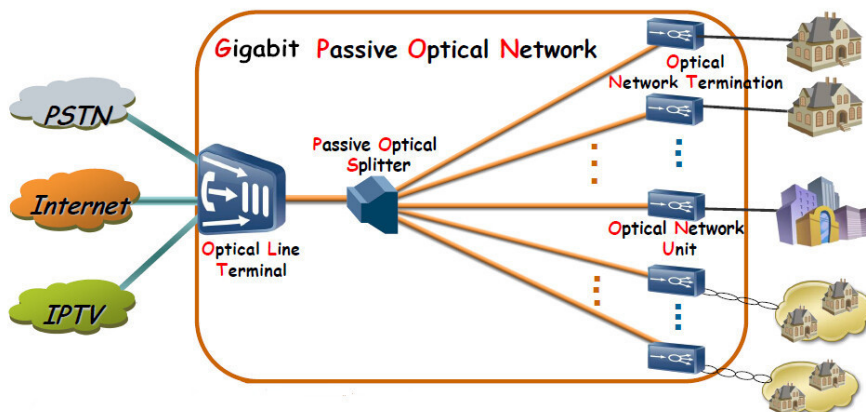
*Building access networks is a serious challenge nowadays when there is a need for multi-gigabit per second communication rate values. While in the case of backbone networks optical cables are dominant, in the case of access networks passive optical networks and coaxial cable based systems are also similarly competitive. The paper introduces the technologies applied in the passive optical networks and in the coaxial-based networks.*

## 1. Bevezetés – Igény a multi-Gbps adatátviteli sebességre

A távközlésben napjainkban rohamosan növekvő sávszélességre van szükség [1]. Ennek három oka is azonosítható: egyrészt az új kommunikációs technológiák (pl. super HDTV) egyre nagyobb átviteli sebességeket igényelnek, másrészt rohamosan növekvő számú okos eszköz internetre kapcsolódása várható (IOT – Internet Of Things), harmadrészt a felhő alapú alkalmazások piacának rohamos bővülése.

A hálózat sávszélességének növelésében az elérési hálózathoz tartozó utolsó kilométer jelenti a szűk keresztmetszetet: ennek a sávszélessége korlátozza a felhasználó felé irányuló adatátviteli sebességet. Ennek oka, hogy az elérési hálózatok gyakran fa-topológiájú, amelyben rendszerint csak néhány drága, nagy kapacitású szakaszra kell a számos olcsóbb kisebb kapacitású végelágazás igényeit kiszolgálni. Ebben a hálózati szakaszban a legnagyobb a hálózat komplexitása a végpontok nagy száma, az eltérő kapacitás és megbízhatósági igények miatt. Az internetre kapcsolódó eszközök által generált forgalom nem fogja várhatóan a nagytávolságú hálózatok (WAN - World Area Network) forgalmát terhelni, sokkal inkább marad az a területi, országos hálózatokon (LAN – Local Area Network) belül. Talán nem túlzás azt várni, hogy az IOT által generált forgalom fokozottan fogja terhelni az elérési hálózatokat (Access Area Network).

\*Kapcsolattartó szerző. Tel.: +36 20 4640787; fax: +36 76 516 299  
E-mail cím: kohazi-kis.ambrus@gamf.uni-neumann.hu



1. ábra. Gigabites passzív optikai hálózat elvi felépítése [3]

Az elérési hálózatok fejlesztését is a technológiai és pénzügyi lehetőségek szabályozzák. A szolgáltató cégek a felhasználói igények, a fejlesztési költségek és az állami, pályázati támogatások által diktált feltételek között keresik a fejlesztések optimális módját. A jövőben általánosnak sejthető gigabites (Gpbs – Gigabit per szekundum) átviteli sebesség igények kielégítésére kétféle lehetőség is kínálkozik. Egyrészt megoldást jelenthetnek a jelenleg is széleskörűen használt, hagyományos átviteli csatornák, mint a vezeték nélküli (WLL – Wireless Local Loop) és a koaxiális rendszerek, azok adatátviteli, spektrális hatékonyságának növelésével. Másrészt hosszabb távon kielégítő megoldást ígér az egymódusú optikai szálak nagy, praktikusán végtelen sáv szélességének kihasználásával a végfelhasználókig történő optikai szálcsatornák (FTTH – Fiber To The Home) kiépítése. Továbbá az előbb említett technológiák ötvöztetésével (HFC – Hybrid Fibre-Coaxial) is lehet a megvalósítandó hálózat kiépítési és működtetési költségeit a hálózat igényelt teljesítőképessége mellett minimalizálni. Ennek keretében a koaxiális kábelek néhány száz MHz-es sáv szélességének egy újfajta modulációs technológiáját (OFDM – Orthogonal Frequency Division Modulation) és az optikai kábelek kis csillapítási veszteségű előnyét ötvöztetik.

Szolgáltatói hálózat tulajdonosa vagy üzemeltetője dönti el, hogy mikor, hol és melyik megoldást válassza a lehető legjobb beruházás megtérülés mellett, gondolva a jövőre is, hogy az adott technológia fejleszthető legyen hosszú távon. A passzív hálózat optikán egyre olcsóbb a rézhálózzal összehasonlításban, de az aktív berendezés és az ügyfélnél elhelyezett terminál vagy modem jelenleg még lényegesen drágább. Többféle konfiguráció lehetséges: vagy eljutnak a háztartásokig az optikai szállal (FTTH), vagy csak az előfizetőt elérő utolsó néhány száz méteren utazhatnak az adatok a rézkábelek segítségével (HFC). Az optikai szálak nagy sáv szélességére és kicsiny veszteségére egyre nagyobb szüksége van a kommunikációs hálózatoknak. Ebben a dolgozatban az elérhetőségi hálózatok fejlesztésének manapság szokásos technológiáinak alapjait tekintem át.

## 2. Passzív optikai hálózatok

A gigabites adatátviteli sebességek biztosítására hosszabb távon is leginkább továbbfejleszthető módját az optikai kábelekkel kiépített hálózatok nyújtják (lásd az 1. ábrát). A gigabites távközlés kiépítésében egyre versenyképesebb lehetőségként jelentkezik az optikai szálcsatornák kommunikáció [2]. A távközlési rendszerek működtetési költségeit jelentősen növelik a vezetékekhez kihelyezett jelismétlők, -erősítők tápellátása, szervize. A távközlési hálózatok kiépítésében előnyösek a passzív hálózatok, amelyeket optikai szálcsatornák (PON – Passive Optical Network) is ki lehet alakítani. Az optikai szálak kis jelcsillapítási vesztesége miatt nincs szükség jelismétlőkre, jelerősítőkre. Léteznek jelsztók, úgynevezett csatolók, amelyek a rézalapú távközlési hálózatokból jól ismert passzív HUB-ok szerepét tölthetik be.

PON hozzáférési hálózatok kialakítása során a passzív hálózat az aktív hálózatokhoz képest kisebb áthidalt távolságon a hálózati elosztóközponttól a felhasználói végpontokig csupán passzív

optikai elemekkel működik. A központi egység (OLT – Optical Line Termination) és a végpontok (ONU – Optical Network Unit) között csak passzív alkatrészek vannak.

Léteznek speciális optikai FTTH kábelek, amelyek nagyszámú optikai szál tartalmaznak, amelyeket viszonylag egyszerűen lehet szerelni [5]. Az elérési hálózatra viszonylag kis áthidalandó távolság és nagy számú bekötési pont jellemző. Az optikai kábelekben az optikai szálak alkötegekbe, úgynevezett pászmákba kötegeltek, az egyes pászmákban 2-4-6-8-12 optikai szál kap helyet. A kábelekben igen nagy számú, 12-144 darab optikai szál található a 6-24 darab pászmában. A pászmákban a szálak laza kötegelésűek (vazelinben úsznak), bár meglehetősen szorosan foglalnak helyet. Mind a külső burkolat, mind a pászmák könnyen bonthatóak.

## 2.1. PON-változatok

A passzív optikai hálózatok kiépítésének is különféle komplexitása lehetséges attól függően, hogy mekkora felhasználói igényeket kell kiszolgálnia. Kisebb kiépítési költséggel olyan PON építhető ki, amelyben egy-egy optikai szálban egy-egy nagyobb sávszélességű vivőjellel (XGPON – 10GPON) több felhasználót szolgál ki a hálózat időosztásos multiplexelés (TDMA – Time Division Multiple Access) segítségével. Hosszabb távon a felhasználóknak több Gbps-os adatátviteli sebesség-igényének kiszolgálására szükséges lesz olyan passzív optikai hálózat kiépítésére, amelyben az optikai szálakban több optikai vivő alkalmazásával (WDMA – Wavelength Division Multiple Access) egy-egy szállal több felhasználó több gigabites adatátviteli sebessége is kiszolgálható.

XGPON – TDMA: A felhasználók időosztásos multiplexelés útján tudnak - egymással összehangolt ütemben - egymástól függetlenül kommunikálni. A TDM-nek a különböző felhasználóknak kiosztott időablakai biztosítják a felhasználók egymástól zavarmentesen független kommunikációját.

WDM-PON – WDMA: Léteznek a különböző hullámhosszakot különböző szálakba csatoló passzív splitterek is. A különböző előfizetők sávszélesség-igénye egymástól gyakorlatilag függetlenül teljesíthető [2]. Az úgynevezett durva WDM (CWDM – Course Wavelength Division Multiplexing) kevesebb vivőhullámhosszat alkalmaz, mint a nagy hatótávolságú hálózatokban alkalmazott sűrű WDM (DWDM – Dense Wavelength Division Multiple) rendszerek. Az elosztási hálózatokban a közeljövőben is csak a CWDM rendszerek kiépítése várható, annak lényegesen kisebb beruházási költsége következtében.

## 3. DOCSIS 3.1 HFC hálózaton

A koaxiális hálózaton GHz nagyságrend felett a jelek továbbítása a frekvencia növelésével rohamosan növekvő csillapítási veszteséggel valósítható meg. A rendelkezésre álló sávszélesség hatékony kihasználása érdekében a vezeték nélküli internetszolgáltatásban (mobil-internet, WIFI, bluetooth) az utóbbi időben bevezetett OFDM (Orthogonal Frequency Multiplexing) modulációs technikát alkalmazzák. A multi gigabites jelek koaxiális kábelben így sem továbbíthatóak az elosztó hálózatok kiszolgálásához szükséges több kilométeres távolságokra ismétlődő alkalmazása nélkül. Az optikai szálakba a komplex OFDM modulációval előállított rádiófrekvenciás jelet analóg módon, a lézerdioda analóg modulációjával az optikai szálakba csatolják (RFOG – Radio Frequency Over Glass). Az optikai szál kis jelcsillapítási vesztesége következtében a jel elérhet az elosztási hálózat utolsó néhány száz méteres határáig, ahol az optikai jelet egyszerű analóg fotodiódás vétellel visszaalakítják a koaxiális kábelekben terjeszthető rádiófrekvenciás jelekké [4]. Ezzel tovább alkalmazhatják a felhasználók felé már korábban kiépített koaxiális hálózatot a gigabites hálózati szolgáltatás során is. Ez a megoldás kisebb befektetési költséggel jár, mint az FTTH rendszer kiépítése. A nagy sávszélességű kommunikációra éhes fizetőképes kereslet mérsékelt megjelenése mellett ennek az ötvözött megoldásnak jelentős szerepe maradhat a továbbiakban is.

### 3.1. Optikai szálon rádiófrekvenciás jelek továbbítása (RFOG)

Olyan optikai szálas technológia, amelyben a HFC (Hybrid Fiber Coax) technológiában használatos koaxiális kábel szakaszt optikai szál helyettesít. Az analóg rádiófrekvenciás jelet az optikai szálba



2. ábra. Egy fény-rádiófrekvenciás jel átalakító egység [6]

a lézervedióda modulálásával juttatják. A vevő oldalon a rádiófrekvenciás jel a fotodetektor analóg jeleként áll elő (lásd a 2. ábrát). Az optikai szálaknak a koaxiális kábelekhez képest lényegesen kisebb csillapítása révén nagyobb távolságú kommunikáció valósítható meg.

### 3.2. Ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés (OFDM)

A rendelkezésre álló nagy sávszélesség kihasználható nem csupán egyetlen nagy sávszélességű, azaz rövid jelidővel működő egyetlen csatornával, de több, kisebb sávszélességű, hosszabb jelidővel működő csatornák alkalmazásával is (FDM – Frequency Division Multiplexing). Az utóbbi több előnnyel is járhat: kisebb sávszélességű adók és vevők alkalmazhatóak, több egymástól független kommunikációs csatorna is küldhető a különböző vivőfrekvenciákhoz tartozó csatornákon, több utas terjedés esetén a hosszabb jelidő mellett adott késleltetési időkülönbségek mellett gyengébb szimbólumok közötti interferencia jelentkezik, a széles spektrális tartományban a nemlineáris torzulások kompenzálása, hatásuk kiküszöbölése is lényegesen egyszerűbb [8].

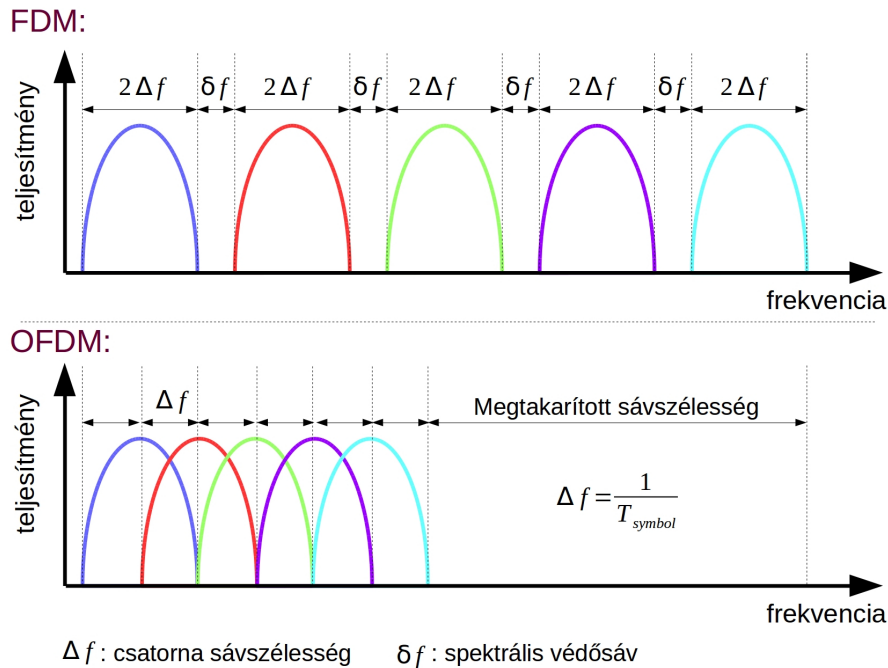
A hagyományos FDM esetén az egyes csatornák között megfelelő spektrális távolságot kell hagyni, hogy az egyes csatornák jele ne zavarja egymást (interchannel interference). A csatornák közötti paragon hagyott spektrális sávok jelentősen csökkenthetik a kommunikáció spektrális hatékonyságát.

1986-ban először a digitális rádiózás területén alkalmazva megalkották az ortogonális frekvencia multiplexelést (OFDM) [7]. Ennek legfontosabb jellemzője a különböző csatornák olyan speciális modulációja, amelyben a csatornák között nincs szükség spektrális távolságra (lásd a 3. ábrát). Az OFDM optimálisan használja ki a rendelkezésre álló spektrális tartományt [8]. Ennek az az ára, hogy különböző frekvenciakomponenseken továbbított információmennyiségek aránya a kommunikáció iniciálása után állandó.

Az OFDM alkalmazása során viszonylag nagy jelidőt,  $T$  alkalmaznak. A jelidő reciproka adja azt az alapprofrekvenciát,  $f_0 = 1/T$ , amelynek egész számú többszöröse adják a csatornák vivőfrekvenciáit,  $f_k = k f_0$  ( $k = M, M + 1, M + 2, \dots, N$ ). Az egyes vivőfrekvenciájú vivők amplitúdóban vagy fázisban modulálhatók és ezek a modulált vivők összege adja a szimbólumot, amely egy  $T$  időtartamig tartó folytonos függvény:

$$x(t) = \sum_{k=M}^N [A_k \cos(2\pi f_k t) + B_k \sin(2\pi f_k t)] , \quad (1)$$

ahol  $A_k$  és  $B_k$  valós együtthatók, amelyek meghatározzák az  $f_k$  frekvenciájú jelösszetevő amplitúdó-



3. ábra. Az ortogonális frekvencia-modulációban nincs szükség a csatornák közötti spektrális sávokra, így spektrálisan lényegesen hatékonyabb kommunikációt valósíthatunk meg vele

ját,  $X_k$ -t és fázisát,  $\varphi$ -t:

$$X_k = \sqrt{A_k^2 + B_k^2} \quad , \quad \varphi = \arcsin\left(\frac{B_k}{X_k}\right) \quad . \quad (2)$$

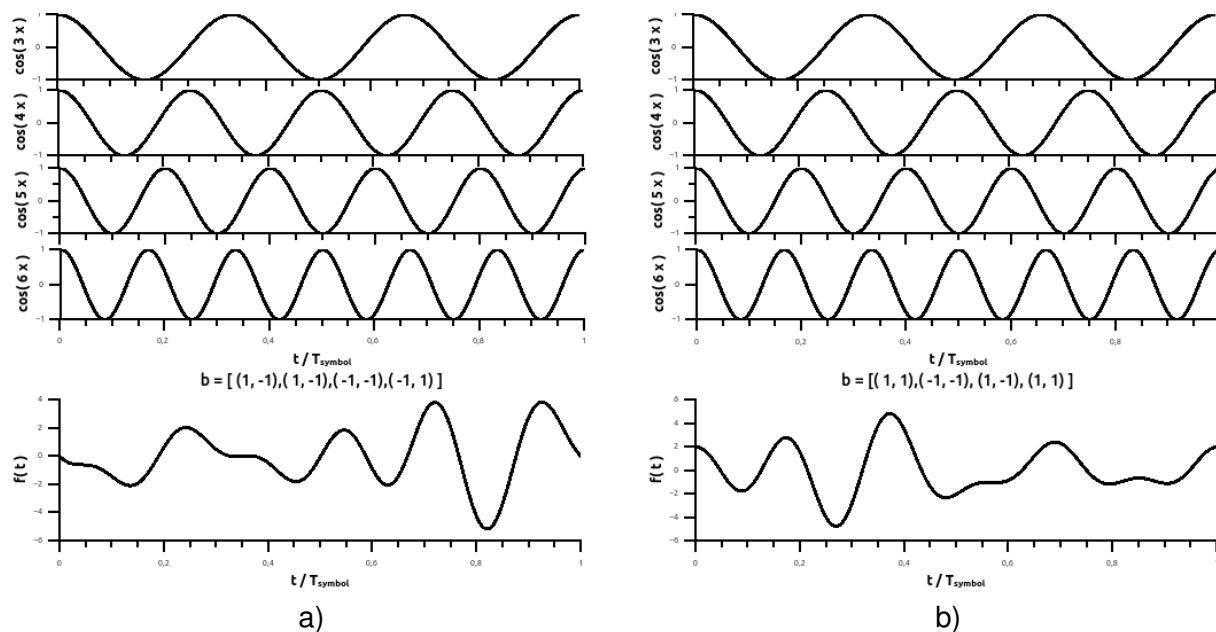
Minden egyes vivőfrekvencia,  $f_k$  amplitúdójának és módusának digitális modulációjával kódoljuk az  $f_k$  vivőfrekvenciával átvinni kívánt információt (lásd a 4. ábrát). Az egyes spektrálkomponensek vivőinek modulációja egymástól függetlenül megválasztható: a legegyszerűbb bináris amplitúdó modulációtól, illetve a bináris fázismodulációtól (BPSK – Binary Phase Shift Keying), a quadratúra fázismoduláción (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying) keresztül a kvadratúra amplitúdó modulációig (QAM – Quadrature Amplitude Modulation). De akár modulálatlanul is hagyható, sőt akár ki is kapcsolhatók egyes spektrális összetevők, ha annak frekvenciáján túlságosan nagy zaj, vagy nagy nemlineáris torzulás veszélye áll fenn.

A csatornán átküldött  $x(t)$  analóg jelet a vevő Fourier transzformálja, aminek eredményeként a diszkrétnek szánt spektrális amplitúdó és fázisértékeket kapja, amelyek megadják az amplitúdókba, illetve a fázisokba kódolt jeleket [8].

Szokás azt mondani, hogy az OFDM egymást átfedő spektrumú olyan jeleket alkalmaz, amelyek egymásra ortogonálisak, az ortogonalitás miatt az egymástól függetlenül modulált vivőfrekvenciák modulációja kinyerhető. A vivőhullámok ortogonalizációja, azaz a különböző frekvenciájú szinusz, illetve koszinusz hullámoknak a szimbólumidőn,  $T$  intervallumon megvalósuló  $L_2$  függvénytérbeli ortogonalitása által valósul meg.

### 3.3. DOCSIS 3.1

Az internetszolgáltatók számára a DOCSIS (DOCSIS – Data Over Cable Service Interface Specification) rendszerek állnak rendelkezésükre a hibrid optikai szál, koaxiális kábeles rendszereik (HFC) optiális kihasználására. Sok kábeltelevízió-szolgáltató alkalmazza, hogy internetet és telefonkapcsolatot is szolgáltatasson a már meglévő koaxiális hálózatán [9]. A DOCSIS szabványt egy non-profit szervezet, a Cable-Labs fejlesztette és először 1997-ben jegyeztette be. A DOCSIS előírásait azóta is fejlesztették, a legfrissebb változata a DOCSIS 3.1, amelyet 2013-ban jegyezték be. A DOCSIS előírásai magába foglalják az IP kapcsolat teljes kommunikációs infrastruktúrája leírását,

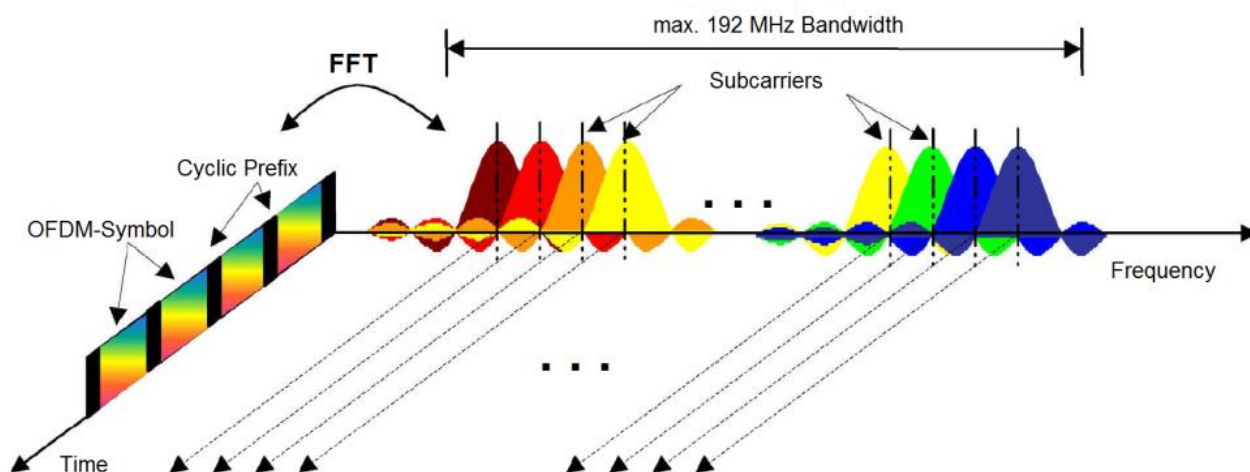


4. ábra. Négy vivőfrekvencia egy relatíve egyszerű, kvadratúra fázisbillentyűzés (QPSK) esetén  $4 \times 2 = 8$  bit információt hordoz egy-egy OFDM szimbólum. A két esetben más más bináris információt,  $b$ -t hordoz az OFDM szimbólum

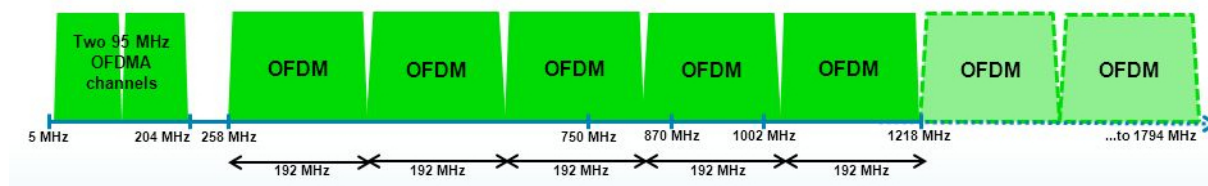
annak különböző rétegeit és a duplex átvitelt a kábeltelevíziós hálózaton [10]. A DOCSIS szabványok visszafelé kompatibilisek, így a neki megfelelő rendszerek vegyesen tartalmazhatnak a korábbi verzióknak megfelelő alrendszereket is.

A DOCSIS 3.1 rendszer OFDM kommunikációs jelrendszert használ, gyakran azonban COFDM-nek nevezik: a „C” betű a „coded” rövidítése, ami arra utal, hogy a jeleket hibajavító kóddal indítják útjára [10]. Az OFDM csatornák legfeljebb 192 MHz sávszélességűek, amelyek legfeljebb 8k vivőt (subcarrier) tartalmaznak, amelyek frekvencia-távolsága  $f_0 = 25$  kHz, ami  $T = 1/f_0 = 40 \mu s$  jelidőnek felel meg (lásd az 5. ábrát).

A DOCSIS 3.1 szabványban feltöltésre maximum 204 MHz sávszélesség használt, amelyben 85 MHz-es, 117 MHz-es vagy 204 MHz-es OFDM csatorna foglalhat helyet. Letöltésre garantáltan 204-1200 MHz-es tartomány áll rendelkezésre, illetve 204-1794 MHz-es tartományt is lehet alkalmazni (lásd a 6. ábrát). Ezekben a tartományokban a DOCSIS 3.1-ben bevezetett 204 MHz-es vagy 117 MHz-es OFDM csatornákat, vagy az előző DOCSIS szabványokból örökölt csatornákat kaphatnak



5. ábra. Az OFDM működésének időbeli és frekvenciabeli sémája [10]



6. ábra. DOCSIS 3.1 egy lehetséges frekvencia sémája [11]

helyet.

Jelenleg elérhető legkomplexebb rendszerben az OFDM csatornák alvivői 16k QAM-mel moduláltak, ez 14 bit/szimbólumnak felel meg. Az adatátviteli sebességet azonban csökkenti, hogy jelentős mennyiségű hibajavító kódot (FEC – Forward Error Coding) alkalmaznak, továbbá mert az adatátvitel technikai biztosítása érdekében nem minden rendelkezésre álló vivőhullámot modulálnak a kommunikáció adatjeleivel. Mindenesetre a DOCSIS 3.1 szabvány letöltésre 10 Gbps, míg feltöltésre 1 Gbps adatátviteli sebességet biztosít.

A DOCSIS 3.1 szabvány igen összetett, jelen dolgozatnak nem lehet tárgya annak teljes körű bemutatása. A további részletekre kíváncsi olvasóknak a [9] – [11] referenciákat ajánlom szíves figyelmébe. A hazai távközlési hálózatok aktuális problémáinak, eredményeinek felmérésére kiváló alkalmat kínál az évenként megrendezett Kábel Konvergencia Konferencia, amelyre az érdeklődő forráshiányos felsőoktatási munkatársak is biztosan ellátogathatnak, mivel az azon való részvétel csupán regisztráció-köteles.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

## Hivatkozások

- [1] „Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021”, Cisco public, White paper, June 6, 2017.  
Available: <https://www.reinvention.be/.../complete-white-paper-c11-481360.pdf>  
Accessed: 2018.10.25.
- [2] G.P. Agrawal, „Fiber-optic communications systems”, John Wiley & Sons, 2010.
- [3] Rapid Growth of GPON Technology Market, Available: <https://www.openpr.com/news/1148688/Rapid-Growth-of-GPON-Technology-Market-Top-Key-Companies-Huawei-ZTE-Nokia-Fiberhome-Calix-ADTRAN-DASAN-Zhone-Global-Business-Outlook-Till-2025.html>, Accessed: 2018.10.25.
- [4] „FTTx mindenhol - optikán, rezes közegen vagy vezeték nélkül?”, Computerworld | 2014 április 29,  
Available: <https://computerworld.hu/tech/fttx-mindenhol-optikan-rezes-kozegegen-vagy-vezetek-nelkul-148165.html>,  
Accessed: 2018.10.25.
- [5] Fiber Optic Cables (FOC), Fibrain Catalog, 2017.  
Available: <http://cables.fibrain.com/aktualnosci/our-new-fibrain-fiber-optic-cables-2017-catalogue-in-now-available,a485.html>  
Accessed: 2018.10.25.

- [6] PL10-3A RFoG ONU 1218MHz, Available : <http://www.premlink.net/product/rfog-onu-sdu/>, Accessed : 2018.10.25.
- [7] „Orthogonal frequency-division multiplexing,,  
Available : [https://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal\\_frequency-division\\_multiplexing](https://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency-division_multiplexing),  
Accessed : 2018.10.25.
- [8] „Az ortogonális frekvencia-osztású nyalábolás”,  
Available : <http://www.hit.bme.hu/~dallos/hirkelm/OFDM.pdf>,  
Accessed : 2018.10.25.
- [9] „Introduction to DOCSIS 3.1”,  
Available : [www.gcsccte.org/presentations/2017/DOCSIS%203.1.pdf](http://www.gcsccte.org/presentations/2017/DOCSIS%203.1.pdf),  
Accessed : 2018.10.25.
- [10] DOCIS 3.1 Application Note - Rohde & Schwarz,  
Available : [www.rohde-schwarz-usa.com/rs/.../images/7mh89\\_oe-docsis3.1.pdf](http://www.rohde-schwarz-usa.com/rs/.../images/7mh89_oe-docsis3.1.pdf),  
Accessed : 2018.10.25.
- [11] R. Hranac, B. Currivan, „DOCSIS 3.1 – An overview”, Cisco presentation, Available :  
<https://slideplayer.com/slide/8019994/>, Accessed : 2018.10.25.
- [12] Kábel Konvergencia Konferencia, Lajosmizse, 2018. május 10-11. Program available :  
<http://www.kkk.forum.hu/program/>, Accessed : 2018.10.25.