## TTMER9 - Gigabit képes passzív optikai hálózat (GPON) vizsgálata

1. ***Minek a rövidítése a G-PON?***

Gigabites passzív optikai hálózat.

Az új generációs hozzáférési hálózatok reprezentáns tagja a G-PON, amely egyetlen - passzív optikai osztókkal terített - optikai szálon nyújt igen nagy sebességű - Gigabites hálózati hozzáférést, tipikusan TriplePlay szolgáltatások hordozására (gyors internet elérés, telefónia, és televíziózás).

1. ***Soroljon fel pár FTTx elrendezést (terítési módot)!***
2. ***Mi az az FTTP?***
3. ***Mi az az FTTH?***
4. ***Mi az az FTTB?***
5. ***Mi az az FTTC?***
6. ***Mi az az FTTN?***

FTTP – Fiber to the Premises – Felhasználó közvetlen közelébe

FTTH – Fiber to the Home – Felhasználó otthonába

FTTB – Fiber to the Building – Épületbe, irodába

FTTC – Fiber to the Curb – Utcai elosztó vagy alépítményhez

FTTN – Neighborhood – A fentiek közelébe

1. ***Rajzolja le az ITU-T G.984.1 szerinti referencia modellt.***



(A leirány jobbról balra értendő)

* **T referencia pont** - Az előfizetői eszköz/hálózat és a hálózat határpontja
* **UNI** - User Network Interface - felhasználói hálózati interfész
* **AF** - Adaptation Function - adaptációs Funkciók [(ONT esetén tipikusan beépített eszközök)](http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/ttmer9/ontaf.gif)
* **ONU** - Optical Network Unit - optikai hálózati egység
* **ONT** - Optical Network Terminal - optikai hálózati végberendezés
* **R referencia pont** - berendezés oldali optikai csatlakozási pont (hol is? - SC/APC az ONT, míg [SC/PC aljzat](http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/ttmer9/sc-pc.jpg) az OLT esetén)
* **S referencia pont** - hálózat oldali optikai csatlakozási pont (hol is? -[SC/APC](http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/ttmer9/sc-apc.jpg) az ONT, míg SC/PC dugó az OLT esetén)
* **ODN** - Optical Distribution Network - optikai terítő hálózat
* **Optical Splitter** - Optikai osztó(k) a leágazás(ok)hoz
* **WDM** - Wavelength Division Multiplex, optikai hullámhossz osztású multiplexer - opcionális modul
* **NE** - Network Element, opcionális hálózatépítő elem - itt például a hagyományos kábeltévé (CATV) átvitelét biztosíthatja (RF overlay technika)
* **POINT A/B** - Ha nincs WDM, egybeesik az R/S illetve S/R pontokkal
* **SNI** - Service Node Interface
* **V referencia pont** - A szolgáltatói eszköz/hálózat és a hálózat határpontja
* **OLT** - Optical Line Termination - Optika vonali végberendezés
* **Service Node Function -**Szolgáltatói csomópont funkció(k) (pl. Camelot, a Linuxos Asterix PBX, és VLC szerver mint tartalomszolgáltató)
* **Q referencia pont -**A menedzselő hálózat hálózati referenciapontja.
1. ***Mi az az OLT?***

OLT – Optical Line Termination – Optikai vonali végberendezés

1. ***Mi az az ONT?***

ONT – Optical Network Terminal – Optikai hálózati végberendezés

1. ***Mi az az ONU?***

ONU – Optical Network Unit – Optikai hálózati egység

1. ***Mi a különbség az ONU és az ONT között?***

Az optikai hálózati terminálok (ONT) felhasználói interfészeire (UNI) fogyasztásra kész szolgáltatást nyújtó végberendezések kapcsolhatóak, mint például a hagyományos távbeszélő készülék (POTS-os telefon).

Az optikai hálózati egység (ONU) csak köztes hálózatépítő elem, amelyet egy másik építőelem pl DSLAM zár le a felhasználó felől.

1. ***Sorolja fel a G-PON interfész fontosabb jellemzőit!***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jellemző** | **Felfelé (Upstream)** | **Lefelé (Downstream)** |
| Ajánlás | ITU-T G.984.x |
| Hullámhossz | 1310 nm | 1490 nm |
| Hullámhossz az RF/Vido WDM-nek | 1550 nm |
| Bitsebesség\* | 1244.16 Mbps | 2488.32 Mbps |
| Vonali kód | Sima NRZ, MSB jön előbb |
| Keretezés | Ethernet szerű burst-ös GTC | SDH szerű folyamatos, 125 us keretidő |
| Kábelezés | Egyetlen, kétirányban hasznosított, osztókkal terítettmono módusú optikai szál (9/125um Single Mode fiber) |
| Max. kábelhossz | 10..20 km fizikai, 60 km elvi |
| Max. késleltetés | 1.5 msec |
| Optikai Osztás | tipikusan 64, max. 128 (elvi határ: 253) |

1. ***Hogyan kommunikál egy üvegszálon az OLT az ONT-vel? Mi mehet még az üvegszálon?***



Az OLT folyamatosan adja a struktúrált és meglehetősen összetett - majd negyven kByte-os kereteit, melyben egyúttal közli a egyes ONT-kel hogy az időtengely mentén mikor, és mennyi időre adhatnak a felfelé menő irányba a többiek zavarása nélkül.

1. ***Rajzolja le a G-PON leirányú keretszerkezetét (OLT->ONT, vázlatosan) .***



* **PCBd -**Physical Control Block downstream, keret fejléc
	+ **PSync -**Physical Synchronization, keretszinkron kódszó
	+ **Ident -**Keretazonosító a multikeret szerkezethez
	+ **PLOAM -**Physical Layer Operation And Maintenance, fizikai rétegbeli menedzsment üzenetek
	+ **BIP -**Bit Interleave Parity, paritás byte
	+ **PLend -**Payload Length downstream, a lemenő hosszak adattípusonként, két példányban
		- **Blen -**BWmap length, a felmenő-sávszélességkiosztás térképének hossza az allokációs bejegyzések darabszámában megadva
		- **Alen -**ATM (portion) length, az ATM celláknak fenntartott rész hossza cella darabszámban
		- **CRC -**Cyclic Redundancy Check, az előző 3 byte 8 bites CRC-je
		(g(x) = x8 + x2 + x + 1).
	+ **USBWmap -**UpStream bandWidth map, felmenő adatforgalom sávszélesség kiosztási térképe
		- **Alloc-ID -**A lefoglalt felmenő sáv azonosítója
		- **Flags -**K.l.f. jelzőbitek, úgymint:
		Bit 11 - PLSu kérés az ONU-tól a szintbelővéshez
		Bit 10 - PLOAM üzenet kérése az ONU-tól
		Bit 9 - FEC használatának előírása
		Bit 8,7 - DBRu kérése az ONU-tól (00 - nincs riportkérés)
		- **SStart -**Slot Start time, az ONU az általa levett keret null idejétől számított SStart-odik byte-nál kezd adni hasznos adatot. A felkapcsolási idő és az PLOu overhead ebben nincs benne.
		- **SStop -**Slot Stop time, utolsó hasznos adat. A lekapcsolási idő ebben nincs benne.
		- **CRC -**Cyclic Redundancy Check, az előző 7 byte 8 bites CRC-je
		(g(x) = x8 + x2 + x + 1).
* **ATM payload -**ATM cellákban átvitt hasznos adat
* **GEM payload -**G-PON Encapsulation Method, G-PON keretekben átvitt hasznos adat
	+ **PLI -**Payload Length Indicator,
	+ **PortID -**Port ID,
	+ **PTI -**Payload Type Indicator:
	000 - Normál adatszelet
	001 - Normál adatszelet, vége
	010 - Normál adatszelet torlódott
	011 - Normál adatszelet torlódott és vége
	100 - GEM OAM (menedzsment)
	1xx - Lefoglalva
	+ **HEC -**Header Error Control, hibajavító kód
	(g(x) = x12 + x10 + x8 + x5 + x4 + x3 + 1)
	+ **Fragment payload -**Köztes, vagy utolsó hasznos adatszelet (lásd PTI)
1. ***Rajzolja le a G-PON felirányú keretszerkezetét (ONT->OLT, vázlatosan).***



* **PLOu -**Physical Layer Overhead upstream, felmenő csomag fejléc
	+ **Preamble -**Előtag a szinkronizációhoz. az OLT által megszabott hosszúságú és tartalmú bytesorozat, tipikusan 0x55 vagy 0xaa
	+ **Delimiter -**Keret start kódszó, az OLT által megszabva, tipikusan 16 bit 0x85b3
	+ **BIP -**Bit Interleave Parity, paritás byte, Az előző ONU csomag BIP-je óta adott adatokra számolva a preamble, és a delimiter kivételével
	+ **ONU-ID -**ONU azonosító.
	+ **Ind -**Indication, valós idejű státusz jelzés az OLT felé
		- Bit 7: PLOAM üzenet adásra vár
		- Bit 6: FEC bekapcsolva
		- Bit 5: RDI - Remote Defect Indication, hibajelzés
		- Bit 4..: Adat adásra vár a 2,3,.. típusú T-CONT-ban (Transmission Container)
* **PLOAMu -**Physical Layer Operation And Maintenance upstream, fizikai rétegbeli menedzsment üzenetek felfelé. Csak akkor kerül adásra, ha az OLT ezt kéri (USBWmap, flag mező)
* **PLSu -**Power Levelling Sequence upstream, mintázat a szintbelővéshez (csak ha az OLT ezt kéri)
* **DBRu -**Dynamic Bandwidth Report upstream, riport a T-CONT felmenő sávszélességigényről
	+ **DBA -**Dynamic Bandwidth Assignment, sorhosszak, 1,2, vagy 4 byte-on kódolva
	+ **CRC -**A DBA mező CRC-je
* **Payload -**T-CONT hasznos adattal. ATM cellák, GEM keretek, vagy tömeges DBA riport.
Típusai (forgalmi osztályok szerint):
	+ Type 1: Fixed bandwidth, fix sávszélesség
	+ Type 2: Assured bandwidth, minimálisan biztosított sávszélesség
	+ Type 3: Assured/dynamic/Max., minimális és maximális között dinamikusan
	+ Type 4: best effort, amennyi sávszélesség lehetséges
	+ Type 5: super-set, a fentieket egybefogó osztály
1. ***Ismertesse egy példán keresztül a G-PON multiplexálási képességeit!***
* Térosztás a passzív optikai hálózaton, ONU id alapján.
* - Időosztásban T-CONT Alloc-ID alapján (sávszélesség osztása).
* -- Időosztásban ATM esetén VPI/VCI alapú további multiplex
* -- GEM keretek esetén Multiplex a Port ID alapján.
* --- PDH beillesztése esetén klasszikus PCM multiplex 144 Mbps-ig
* --- Ethernet esetén VLAN alapú további multiplexálás



1. ***Rajzolja le egy ONT blokkvázlatát.***



A ONT magját egy Broadlight SoC (System on Chip) képezi, amely a GPON ONT interfészfunkcióit valósítja meg egy Delta gyártmányú OSA (Optical Sub Assembly) segítségével. A GEM portok GMII-es interfészen illeszkednek a Marvell gyártmányú ethernet kapcsoló chiphez, amely VLAN szerinti demultiplexálásra is képes. A hagyományos telefonok kezelését egy VoIP DSP, és SLIC (Subscriber Line Interface Circuit) végzi. A chipen lévő processzoron tipikusan Linux futhat. Itt történik az egység menedzsmentje - OAM üzenetek küldése/fogadása, és a vezérlés. A boot-olás FLASH memóriából történik.

1. ***Rajzolja le egy OLT blokkvázlatát.***

Az OLT (Optical Line Termination) berendezés három fő részből áll:

1. **PON Core Shell -**G-PON blokk, amely az ODN és TC interfész funkciókat valósítja meg
2. **Cross-Connect -** kapcsolómező.
3. **Service shell -** a különféle szolgáltatok beillesztését végzi.



1. ***Hogyan osztják szét az optikai jelet a G-PON hálózatban?***

A monomódusú üvegszálas (Single-Mode, SM fiber) végződések passzív optikai osztókon keresztül szaporíthatóak a jelek adott veszteség melletti elosztásával.

Két gyakoribb PON topológiát alkalmaznak:

* **Sín topológia:** A régi buszrendszerű kábeltévé topológiához hasonlóan, itt egy gerincvezetékről ágaztatunk le 10..16 dB körüli csillapítás mellett optikai jelet az előfizetői végberendezéshez.



* **Fa topológia:** Az osztásarány itt szimmetrikusan elosztott, és a nagyjából egyforma távolságra levő következő pontig vezetik a szálat, ahol vagy berendezés, vagy újabb osztó helyezkedik el.



1. ***Sorolja fel a fontosabb PON jellemzőket a G-PON esetén.***
* Maximális logikai kiterjedés : 60 km
szabványból eredő limit (távolságszámítás - ranging - miatt)
* Maximális fizikai kiterjedés : 10 km (1.25 Gbps up esetén), 20 km ha lassabb
fizikai határ - részben csillapítás, részben diszperzió
* Maximális jelkésleltetés T-V között : 1.5 msec
fizikai határ - részben csillapítás, részben diszperzió
* Maximális távolságkülönbség az ONUK között : 20 km
szabványbeli limit (távolságbelövés - ranging - miatt)
* Osztásarány : 1:64 tipikusan
1:128 is lehet megnövelt optikai teljesítmény mellett
1. ***Hogyan menedzselik a G-PON hálózatot?***

Napjaink berendezéseit, így az OLT-t is tipikusan háromféle módon lehet menedzselni:

1. **SNMP** - Simple Network Management Protocol([RFC1157](http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt)), a legelterjedtebb hálózatirányítási protokol.
A menedzser munkaállomásról egy szabványos menedzsment információs adatbázis (MIB, [RFC1155](http://www.ietf.org/rfc/rfc1155.txt)), és egy - az adott berendezésre/gyártóra jellemző MIB (Private Enterprice MIB) alapján végzik a beállításokat, míg a berendezés a riasztásokat, vagy egyéb eseményeket egy centralizált helyre küldi SNP Trap csomagok formájában (interface status up/down, overheating, fan failure, stb...).
2. **CLI** -Command Line Interface, parancssorvezérlés soros vonali terminál, TELNET, vagy SSH segítségével. A parancsok berendezés és gyártófüggőek.
3. **WEB** -A berendezésen futó HTTP szerverre érkező postázott formok alapján történik a beállítás, és generált lapokkal az állapot megjelenítése.
az űrlapok és megjelenítés formátuma berendezés és gyártófüggő.

Az ONT-k menedzsmentje az OLT-n keresztül történik, mintha az OLT kiterjesztett nyúlványai lennének.

1. ***Hogyan valósítottuk meg a tűzfalat?***
2. ***Hogyan valósítottuk meg a videoszervert?***

A video broadcastot a nyílt forráskódú VideoLAN VLC szerverei szolgáltatják. *(???)*

1. ***Mi az a Triple-Play?***

Gyors internet elérés, VoIP, IPTV

1. ***Hogyan valósítottuk meg a telefonközpontot?***

- A szintén nyílt forráskódú Asterix PBX szerver nyújt VoIP szolgáltatást az ONT számára.

- A felhasználó számára a hagyományos telefon szolgáltatást eléggé összetett módon nyújtja. A szolgáltatói oldalon SIP (Session Initiating Protocol, RFC3261) alapú VoIP szolgáltatást kell biztosítani az ONT-k számára, amit Asterisk PBX-el oldunk meg. Az ONT-k a konverziót 2.3-as pont alatt ismertetett blokkvázlaton látható módon (DSP+SLIC) oldják meg.

1. ***Mi az a VLAN? Mi az a tag-elés?***

VLAN = Virtual Local Area Network

A tagelés az egyes forgalmak elkülönítésére szolgál.

1. ***Mire jó a vconfig eszköz?***

Az egyes szolgáltatásokhoz tartozó vlan interfészek létrehozását teszi lehetővé.

1. ***Mire jó az ifconfig eszköz?***

A létrehozott vlan interfészekhez rendelhetünk IP címeket, valamint beállíthatunk egyéb interfész paramétereket.

1. ***Mi a DHCP?***

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

- hálózati alkalmazás, mely segítségével az eszközök az IP hálózat használatához szükséges beállításokat automatikusan elvégezhetik

- jelentősen meggyorsítja az újabb hálózati végpontok hozzáadását

- A DHCP-kliensként konfigurált hálózati eszköz bekapcsolás után egy broadcast üzenettel felderíti a DHCP szervert.

- A szerver egyrészt rendelkezik egy kiosztható IP-címtérrel, másrészt további információkkal, amelyeket meg kell osztania a jelentkező kliensekkel (default gateway, domain name, DNS szerver elérhetősége stb.)

- Ha a DHCP-szerver érvényes kérést kap, akkor a kliensnek kioszt egy IP-címet és mellékeli az egyéb szükséges hálózati paramétereket

1. ***Mi a NAT?***

A NAT (Network Address Translation, RFC1631) eljárás segítségével megoldható, hogy a kliensek ne csak a szolgáltatót (Camelot), hanem a mögötte levő világhálót is elérjék. A legújabb Debian disztribúciók már alapból tartalmazzák a Linux Firewall komponenseket, melynek része a szűrés, és címfordítás.

(TTMER25:

* + hálózati címeket cserélő protokoll
	+ IP-címtér kimerülésének lassítása és biztonsági megfontolások
	+ aktív hálózati építőelem, amelyet tipikusan a border routerben vagy a tűzfalban helyezünk el
	+ megvizsgál minden rajta átmenő IP csomagot, ezeket megváltoztatva vagy változtatás nélkül továbbítja vagy eldobja
	+ a tűzfalaktól eltérően a NAT a csomag megváltoztatására is képes
	+ a változtatás az IP fejlécét (illetve esetleg a szállítási protokoll fejlécét) érinti
	+ a kifelé menő csomagban a forráscímet (és esetleg portszámot) változtatja meg, míg a befelé érkező csomagban a célcímmel (és esetleg portszámmal) teszi ugyanezt
	+ nemnyilvános IP-tartományokat a belső oldalon használjuk, míg kívül egy a belső kisebb tartományt használva tudjuk az Internetet elérni.
	+ a virtuális magánhálózatok számára természetes védelem, hogy a belső oldalon elhelyezett eszközök és szolgáltatások nem címezhetők meg és ezáltal nem érhetők el kívülről)
1. ***Mire jó az iptables eszköz?***

A NAT létrehozásánál, és az esetleges tűzfal beállításánál az iptables eszközt használhatjuk. Ha szeretnénk hogy a kliensek elérjék a világhálót, megfelelően ki kell tölteni a NAT szekció "POSTROUTING ACCEPT" tábláját az iptables eszköz segítségével.

1. ***Mi a SIP? Mire való?***

SIP – Session Initiation Protocol

Az IETF "szabványosította" protokoll VoIP, multimédia (üzenetek, video) kommunikációhoz.

1. ***Mi a POTS?***

POTS - Plain Old Telephone Service - A klasszikus telefonszolgáltatás (PSTN) egy másik elnevezése

1. ***Mire való az Asterisk?***

A VoIP szolgáltatást biztosítja az ONT-k számára.

1. ***Mire jó a VLC?***

A nyílt forráskódú VideoLAN VLC eszköz megfelelő paraméterezéssel alkalmas a mozgókép és hangtartalom megfelelő ütemezés mellett történő kibocsájtására multicast folyamként.

1. ***Minek a rövidítése az MPEG?***

Moving Picture Experts Group (MPEG)

1. ***Mi az IGMP snooping?***

Multicast forgalom kapcsolása az IGMP report jelzések megfigyelésével.

1. ***Mi az STB?***

Set-Top-Box

Funkciója hasonló a műholdvevő beltéri egységekéhez. Esetleges előfizetői kártya kezelése (CAM, Conditional Access Module) mellett a kiválasztott műsort/tartalmat hordozó adatfolyam esetleges desifírozás váltott kulcs alapján, video/audio dekódolás, és video/AF/RF kimeneteken történő megjelenítése.

1. ***Soroljon fel néhány fajta URL-t ami videofolyamot azonosíthat.***