

# Xarxes GPON

## Fonaments i dimensionat

Victor Oncins

Associació Expansió de la Xarxa Oberta

Novembre 2019

## 1 Estàndards PON

- Topologies de xarxes
- Comparació dels estàndards

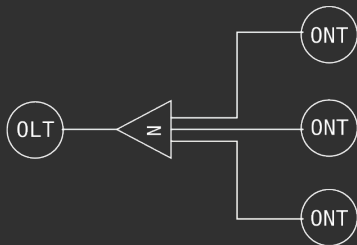
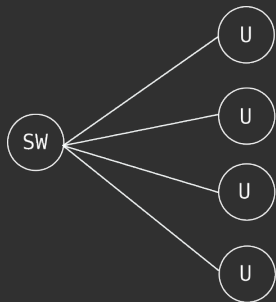
## 2 Dimensionat GPON

- Modelat de les pèrdues

# Estàndards PON

## Topologies de xarxes

# Topologies de xarxes: PtP vs. PtMP



# Problemes amb les PtP

- 1 CAPEX i OPEX molt alts
- 2 Complexitats en les ubicacions (switchs, corrent,...)
- 3 No suporta RF en FO (TV per cable)
- 4 Gran consum de FO per grans desplegaments

# Problemes amb les PON (Passive Optic Networks)

- 1 Limitacions en distància: grans pèrdues per splitters
- 2 Menys ample de banda garantit per usuari
- 3 Dimensionat més complexe

# Avantatges amb les PON (Passive Optic Networks)

- 1 Una única FO per TX i RX (WDM)
- 2 Grans densitats d'usuaris amb mínim consum de FO
- 3 Sense elements actius excepte en els extrems
- 4 Permet serveis RF (TV per cable,  $\lambda=1550$  nm)
- 5 Permet l'encapsulació multiprotocol (GPON)

# Comparació dels estàndards

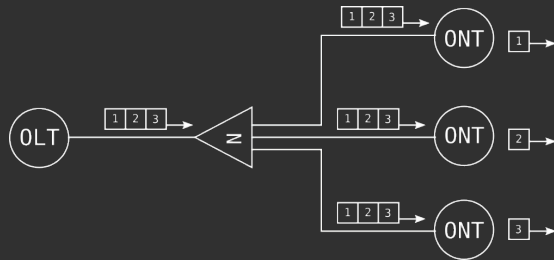
<b>Propietats</b>	<b>GPON</b>	<b>EPON</b>
Estàndard	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah
Velocitat down	2480/1244 Mbps	1250 Mbps
Velocitat up	155/622/1244 Mbps	1250 Mbps
Màxim split ratio	1:64/1:128	1:32
Protocol L2	ATM/Ethernet/TDM	Ethernet
$\lambda$ down	1480-1500 nm	1480-1500 nm
$\lambda$ up	1260-1360 nm	1260-1360 nm



# Arquitectura GPON: Característiques

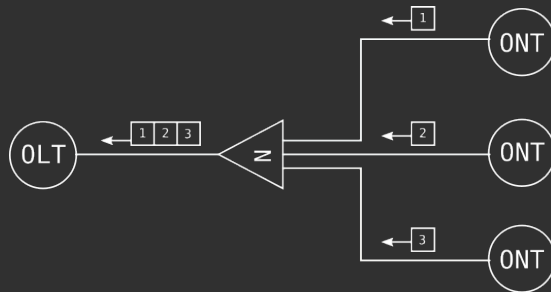
- 1 Accés al medi per TDMA
- 2 La transmissió de trames es fa per time-slot
- 3 Superposició passiva de senyals òptics als splitters
- 4 Detecció i prevenció de col·lisions

# Arquitectura GPON: Downstream



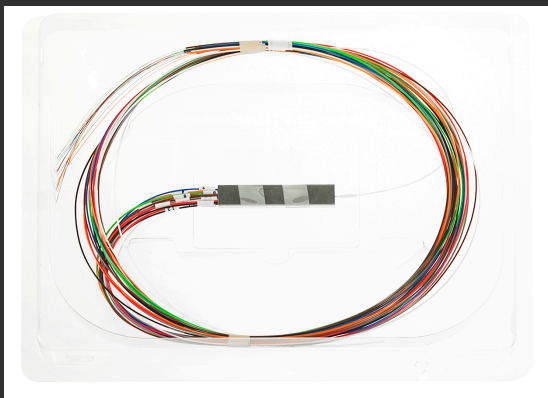
Transmissió descendent

# Arquitectura GPON: Upstream



Transmissió ascendent

# Elements de xarxa PON: splitter 1:16



Splitter 1:16

# Elements de xarxa PON: OLT Huawei MA5608

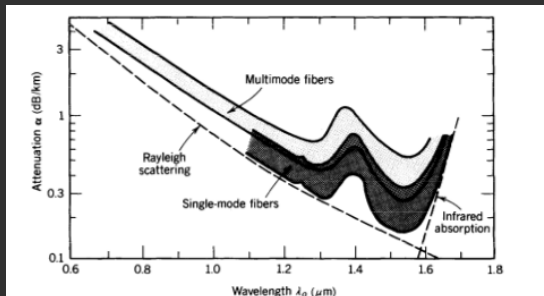


OLT Huawei MA5608

# Dimensionat GPON

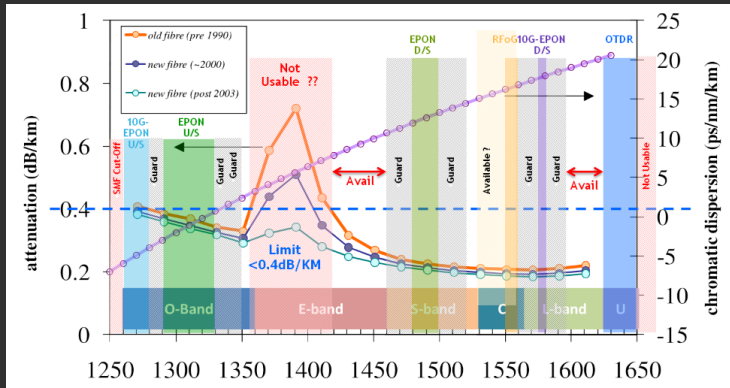
## Modelat de les pèrdues

# Atenuació de la FO



Font: Fundamentals of Photonics, Bahha E.A.Saleh, Malvin Carl Teich

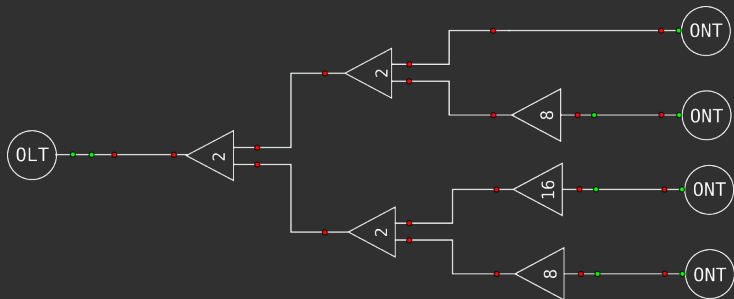
# Atenuació de la FO



Font: Alcatel-Lucent, IEEE 802.3 NG EPON Meeting 2014

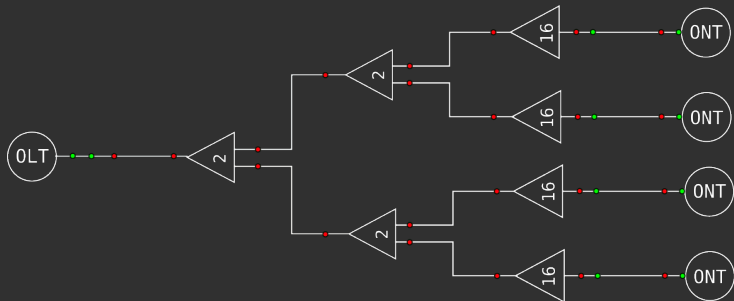


# Propietats d'un arbre d'splitters: No homogeni



$$N = 2^{k_i} \quad 1 \leq k_i \leq k_m \quad k_m = 7$$

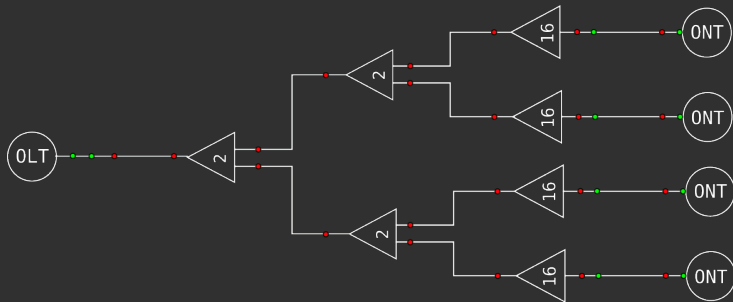
# Propietats d'un arbre d'splitters: Homogeni



$$N = 2^{k_i} \quad 1 \leq k_i \leq k_m \quad k_m = 7$$



# Propietats d'un arbre d'splitters: Homogeni



**Definició:** La capacitat d'un arbre  $A$  és  $C(A) = \max\{T_j\}$

# Propietats d'un arbre d'splitters

Si l'arbre és homogeni:

$$C(A) = 2^{k_1} \cdot 2^{k_2} \dots 2^{k_n}$$



$$R = \sum_{i=1}^n k_i$$



**Proposició:** Si A és homogeni  $R = \log_2 C(A)$

# Propietats d'un arbre d'splitters

Si l'arbre és homogeni:

$$C(A) = 2^{k_1} \cdot 2^{k_2} \dots 2^{k_n}$$

⇓

$$R = \sum_{i=1}^n k_i$$

⇓

**Proposició:** Si  $A$  és homogeni  $R = \log_2 C(A)$

# Propietats d'un arbre d'splitters

Si l'arbre és homogeni:

$$C(A) = 2^{k_1} \cdot 2^{k_2} \dots 2^{k_n}$$



$$R = \sum_{i=1}^n k_i$$



**Proposició:** Si A és homogeni  $R = \log_2 C(A)$

# Pèrdues d'un arbre homogeni

$$L_s(n) = \alpha_s R + n\beta_s \quad \begin{cases} \alpha_s = 3.27 \text{ dB} \\ \beta_s = 0.77 \text{ dB} \\ R = \text{split ratio arbre} \end{cases}$$

$$L_d(E) = \alpha_d E \quad \begin{cases} \alpha_d = 0.35 \text{ dB/Km} \\ E = \text{excentricitat (Km)} \end{cases}$$

$$L_f(n) = \alpha_f(2n + N_f) \quad \begin{cases} \alpha_f = 0.1 \text{ dB/Km} \\ N_f = 2 \end{cases}$$

$$L_c = \alpha_c N_c \quad \begin{cases} N_c = 4 \\ \alpha_c = 0.3 \text{ dB/connector} \end{cases}$$



# Pèrdues d'un arbre homogeni

**Definició:** Un arbre  $A$  és viable si i només si  $L \leq L_m$  per tots  $\{O, T_j\}$



$$L = \alpha_s R + n\beta_s + 2n\alpha_f + \alpha_d E + \alpha_f N_f + \alpha_c N_c \leq L_m$$

$$L_m = 5 \text{ dBm} + 27 \text{ dBm} = 32 \text{ dB}$$

# Pèrdues d'un arbre homogeni

**Definició:** Un arbre  $A$  és viable si i només si  $L \leq L_m$  per tots  $\{O, T_f\}$



$$L = \alpha_s R + n\beta_s + 2n\alpha_f + \alpha_d E + \alpha_f N_f + \alpha_c N_c \leq L_m$$

$$L_m = 5 \text{ dBm} + 27 \text{ dBm} = 32 \text{ dB}$$

# Pèrdues d'un arbre homogeni

**Proposició:** Sigui  $A$  un arbre homogeni. Si  $R \leq R_m$  aleshores  $A$  és viable

$$R_m = \left\lfloor \frac{L_m - L_d - L_c - \alpha_f N_f}{\alpha_s + \beta_s + 2\alpha_f} \right\rfloor$$



**Exemple:**  $\frac{L_m - L_c - L_d - N_f \alpha_f}{\alpha_s + \beta_s + 2\alpha_f} = 6.3915 \Rightarrow R_m = 6$

# Pèrdues d'un arbre homogeni

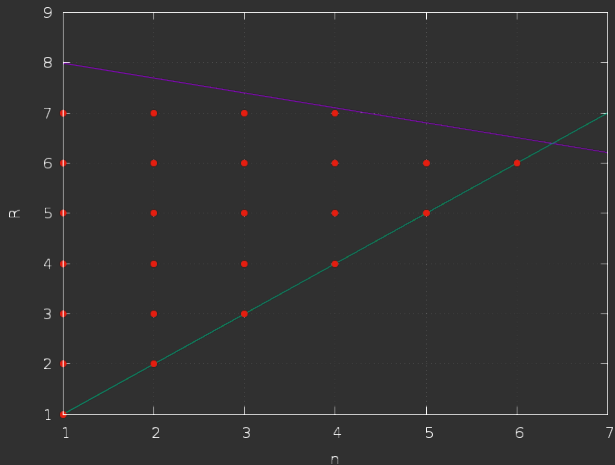
**Proposició:** Sigui  $A$  un arbre homogeni. Si  $R \leq R_m$  aleshores  $A$  és viable

$$R_m = \left[ \frac{L_m - L_d - L_c - \alpha_f N_f}{\alpha_s + \beta_s + 2\alpha_f} \right]$$



**Exemple:**  $\frac{L_m - L_c - L_d - N_f \alpha_f}{\alpha_s + \beta_s + 2\alpha_f} = 6.3915 \Rightarrow R_m = 6$

# Possibles arbres homegenis viables



$$R_m = 6$$

$$E = 10Km$$

# Resultats generals

$E$	$R_m$	$C(A)$	$E$	$R_m$	$C(A)$
1	7	128	11	6	64
2	7	128	12	6	64
3	6	64	13	6	64
4	6	64	14	6	64
5	6	64	15	5	32
6	6	64	16	5	32
7	6	64	17	5	32
8	6	64	18	5	32
9	6	64	19	5	32
10	6	64	20	5	32

# Fi