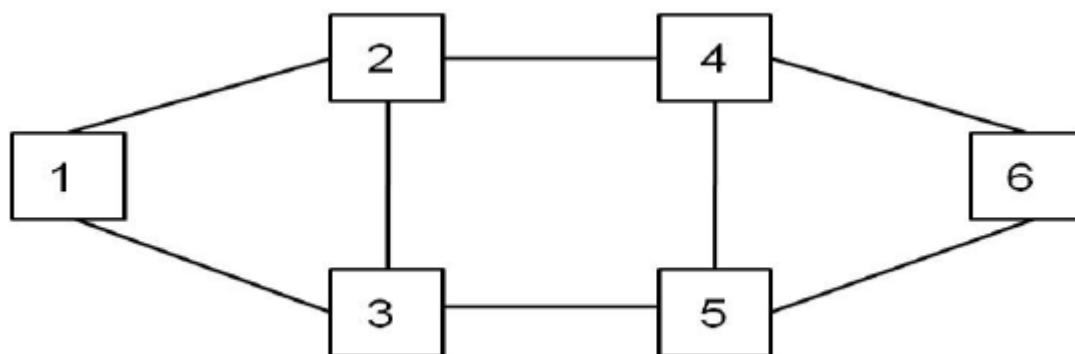


# Rede de Referência

## Topologia física da rede



## Tabela de Valores

Equipment	Cost
OLT without transponders	15000 €
Transponder	5000 €/Gb
Optical Amplifier	4000 €
EXC	10000 €
OXC	20000 €
EXC Port	1000 €/Gb/s
OXC Port	2500 €/porto

Número de Nós:	6
Numero de Ligações:	8
Média de grau nodal:	2.667
Comp. Médio Do Link:	500
Número medio de h:	1.533
Número medio de h' :	2.467
Trafégo Total:	0.5 Tbits/s

## CAPEX

Nesta fase do projeto vamos calcular o CAPEX mas desta vez usando ILP e MatLab.

Utilizando a fórmula seguinte:

$$C_C = C_L + C_N \qquad C_C = L \langle c_l \rangle + N \langle c_n \rangle$$

### Custo dos Links

$$\langle c_l \rangle = 2 \langle \gamma_0^{OLT} \rangle + 2 \langle \gamma_1^{OLT} \rangle \tau \langle w \rangle + \langle n^R \rangle \langle c^R \rangle$$

Já sabemos os valores de algumas variáveis, tais como,  $\langle \gamma_0^{OLT} \rangle$ ,  $\langle \gamma_1^{OLT} \rangle$ ,  $\langle c^R \rangle$  e  $\tau$ .

Vamos calcular o valor de  $\langle n^R \rangle$  utilizando a formula do (len/span) -1 sendo ele 3.

Faltando assim apenas o cálculo de  $\langle w \rangle$ , sendo que este valor varia no caso de ser **Opaco** ou **Transparente** para isso usamos os valores obtidos no MatLab.

**Opaco Pouco Trafego:**

$$\langle w \rangle = \frac{24}{8} = 3$$

**Transparente Pouco Trafego:**

$$\langle w \rangle = \frac{44}{8} = 5,5$$

### Valor do custos dos Links

Como obtivemos dois valores diferentes vamos obter dois valores de custo diferentes.

Para o caso **Opaco** o valor é:

$$\langle \gamma_0^{OLT} \rangle = 15000 \text{ €} \quad \langle \gamma_1^{OLT} \rangle = 5000 \text{ €/Gb} \quad \tau = 100 \text{ Gbits/s} \quad \langle c^R \rangle = 4000 \text{ €}$$

$$\langle n^R \rangle = 3$$

$$\langle w \rangle = 3$$

$$\langle C_l \rangle = 2 \times 15000 + 2 \times 5000 \times 100 \times 3 + 3 \times 4000 = \underline{\underline{3\,042\,000 \text{ €}}}$$

Para o caso **Transparente** o valor é:

$$\langle \gamma_0^{OLT} \rangle = 15000 \text{ €} \quad \langle \gamma_1^{OLT} \rangle = 5000 \text{ €/Gb} \quad \tau = 100 \text{ Gbits/s} \quad \langle c^R \rangle = 4000 \text{ €}$$

$$\langle n^R \rangle = 3 \quad \langle w \rangle = 5,5$$

$$\langle CI \rangle = 2 \times 15000 + 2 \times 5000 \times 100 \times 5,5 + 3 \times 4000 = \underline{5\,542\,000 \text{ €}}$$

### Custo dos Nós

$$C_n = C_{EXC} + C_{OXC}$$

Assim sendo apenas temos de calcular estes dois valores.

Sendo que no caso **Opaco** apenas necessitamos do primeiro valor, pois neste caso o custo dos nós é proporcional ao tráfego total que entra nos nós.

#### Opaco Pouco Tráfego:

Neste caso vou utilizar os valores totais por isso efetuo já a multiplicação pelo número de nós aqui.

$$C_{EXC} = N \times \gamma_{e0} + \gamma_{e1} \times (T_1 + 2 \times w^0 \times \tau)$$

Os valores de  $\gamma_{e0}$   $\gamma_{e1}$  já nos são fornecidos na tabela da página (1) assim como o valor de  $\tau$ .

O valor de  $w^0$  é o número de canais ópticos e também já foi calculado anteriormente sendo ele **24**.

Por fim temos o valor de  $T_1$  que é o tráfego total que entra na rede sendo ele  $2 \times T = 1 \text{ Tbits/s} = 1000 \text{ Gbtis/s}$

$$\gamma_{e0} = 10.000\text{€} \quad \gamma_{e1} = 1.000 \text{ €/Gb/s}$$

$$C_{EXC} = 6 \times 10000 + 1000 \times (1000 + 2 \times 24 \times 100) = \underline{5\,860\,000 \text{ €}}$$

#### Transparente Pouco Tráfego:

Neste caso já é necessário calcular os dois valores pois é necessário o custo da parte elétrica e o custo da parte ótica e mais uma vez, vou utilizar os valores totais por isso efetuo já a multiplicação pelo número de nós aqui.

$$C_{EXC} = N \times \gamma_{e0} + \gamma_{e1} \times (2 \times T_1)$$

$$C_{OXC} = N \times \gamma_{o0} + \gamma_{o1} \times (P_{\text{ADD}} + P_{\text{LINE}})$$

$$\gamma_{e0} = 10.000\text{€} \quad \gamma_{e1} = 1.000 \text{ €/Gb/s} \quad \gamma_{o0} = 20.000\text{€} \quad \gamma_{o1} = 2.500 \text{ €/Gb/s}$$

Mais uma vez já possuímos todos os valores a exceção de P\_ADD e P\_LINE mas podemos obter esses valores através do MatLab.

$$ADD\_Ports = 47$$

$$LINE\_Ports = 87$$

$$C_{EXC} = 6 \times 10000 + 1000 \times (2 \times 1000) = 2\,060\,000 \text{ €}$$

$$C_{OXC} = 6 \times 20000 + 2500 \times (47 + 87) = 455\,000 \text{ €}$$

### Valor do custo dos Nós

Como obtivemos dois valores diferentes vamos obter dois valores de custo diferentes.

Para o caso **Opaco** o valor é:

$$C_n = C_{EXC} = \underline{5\,860\,000 \text{ €}}$$

Para o caso **Transparente** o valor é:

$$C_n = C_{EXC} + C_{OXC} = 2060000 + 455000 = \underline{2\,515\,000 \text{ €}}$$

### Valor do CAPEX

$$C_C = L\langle c_l \rangle + N\langle c_n \rangle$$

#### *Custo do CAPEX Pouco Trafego*

<i>Opaco</i>	30 196 000 €
<i>Transparente</i>	46 851 000 €