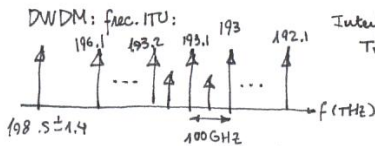
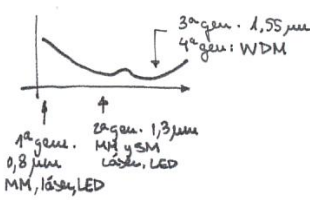
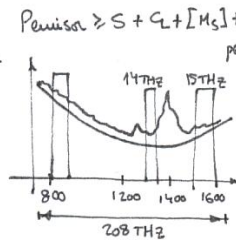
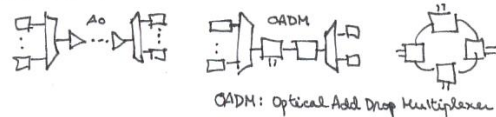


CONSIDERACIONES DE DISEÑO:



16 canales + Supervisión
32 canales + Supervisión

Evolución:



Intens. entre símbolos:
 $T \cdot B$

$V_i = 193.1 \text{ dB} + 10,1$
 $V_i = 193,1 + 10,05$

$$\delta = 10 \log \left(\frac{P_{\text{insumo}}}{P_{\text{original}}} \right)$$

$$R = \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2}$$

$$\delta_{\text{ref}} = -10 \log R$$

$N \rightarrow$ N° canales
 $\Delta f_{\text{ch}} \rightarrow$ Espacio entre canales
NB \rightarrow Capacidad bps
 $N \Delta f_{\text{ch}} \rightarrow$ Ancho Banda total
 $N_s = \frac{B}{\Delta f_{\text{ch}}} \left(\frac{\text{bps}}{\text{Hz}} \right)$

DIAFONIA:



Lineal * in band!

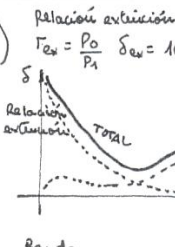
Efecto Raman: bits solapados en el tiempo se ven afectados.

$$\delta_R = -10 \log (1 - D_R)$$

$$D_R = \sum_{n=2}^{\infty} g_R(\omega_n) P_{\text{ch}} L e^{g_R(\omega_n)} / A_{\text{eff}}$$

FWM:

$$\omega_k; k = \omega_1 + \omega_2 - \omega_3$$



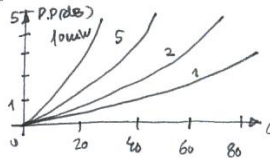
Bandas
O, Original 1260-1360 2ª vent.
E, Extendida 1360-1460 566 ATM Wave
S, Short 1460-1530 Parte alta 3ª v.
C, convencional 1530-1565 3ª v. en EDFA
L, Larga 1565-1625 Límite EDFA
U, Ultra larga 1625-1675 Sin exploración



Paralelización por dispersión
 $\delta_d = 10 \log \left(\frac{P_{\text{insumo}}}{P_{\text{original}}} \right)$
Para $V_{\text{disp}} \gg 1$
 $\frac{P_{\text{insumo}}}{P_{\text{original}}} = \sqrt{1 + \left[\sum_{\lambda} D_{\lambda} L / \sigma_{\lambda}(\omega) \right]^2}$
 $\delta_c = -10 \log_{10} (1 - 4 B L D_{\lambda} V_{\text{disp}})$
 $\delta_{\text{ex}} \text{ 20 dB}$

Gestión de la dispersión:

Fibra DFF
Compensación: filtros RF, FBG
Introducción chirp
Compens. electrónica



② ADM: Add drop multiplexer

CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access Collision Detect

CWDM: Coarse Wave Length Division Multiplexing

FDIT: Fiber Distributed Data Interface

FTTX: Fiber to the X

PON: Passive Optical Network

OADM: Optical Add Drop Multiplexer

ONU: Optical Network Unit

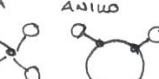
OXC: Optical Cross Connect

SONET: Synchronous Optical Network

BUS:



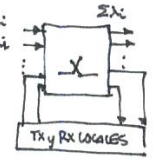
ESTRELLA



ANILLO

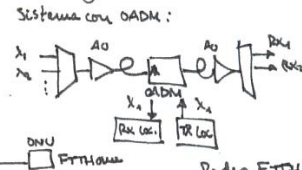
SONET: Interconexión redes dif. portadoras
Multi canal USA, Europa Japon
Multiplex canales digitales.

OPTICAL CROSS CONNECTS:



Redes de acceso:

Red FTTX



Redes FTTX:

APON: ATM Passive Optical Network

EPON: Ethernet PON

SuperPON

SDH:

LOOCIANO.COM

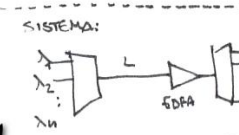
STM-1
(155 Mbps)

STM-4
(622 Mbps)

STM-16
(2,5 Gbps)

STM-32
(5 Gbps)

STM-64
(10 Gbps)



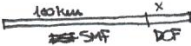
SISTEMA:

TX: Diodo LASER banda C- 1530 a 1565 nm
P_{sal} = +3 dBm
T_{comut} = 0,1 ns = T_r
Ancho de banda espectral modulada 0,04 nm = σ_λ

Fibra: SMF standard
α = 0,2 dB/km
D = 15 ps/nm.km
P_{insumo} = 10 dBm
aproximación cf. no lineales

MUX: P_{insumo} = 10 dB
para cada canal
DEMUX: P_{insumo} = 1 dB

DWDM Canal 1: 1540 nm
Canal n: 1560 nm



16 ps/nm.km
α = 15 ps/nm.km

L_{SMF} D_{SMF} + L_{DCF} D_{DCF} = 0
α_{SMF} L_{SMF} + α_{DCF} L_{DCF} = 0

Para cada 10 de α_{SMF} hasta que el canal llegue a 200 ps/nm.km.

Buscamos el canal más lejano a 1545 nm → Canal n (1560 nm) y vemos D_{SMF} = 16,8 ps/nm.km.

Retaludamos dispersión total:

$$D = \frac{100}{116} \cdot 16,8 + \frac{16}{116} \cdot (-100) = 0,6896 \text{ ps/nm.km}$$

$$\frac{200 \text{ ps/nm.km}}{0,6896 \text{ ps/nm.km}} = 290 \text{ etapas.}$$

$$(P_{\text{in}})_{\text{out}} = G^2 = \frac{G P_{\text{insumo}}}{4 \cdot S_{\text{ASE}} \Delta f_{\text{rx}} 4 h \frac{c}{\lambda} \frac{F_n}{\lambda} (G-1) \Delta f}$$

Con $G \gg 1$

$$P_{\text{insumo}} > G^2 \cdot 2 h \frac{c}{\lambda} \frac{F_n}{\lambda} \Delta f_{\text{rx}}$$

Balanza de potencias: P_{insumo} ≥ P_{in} + C_L + M_S ⇒ L ≤

$$\frac{P_{\text{insumo}} - P_{\text{insumo}} - M_S - P_{\text{insumo}}}{\alpha}$$

$$\alpha \cdot L + P_{\text{in}} = 10 \text{ dB}$$

Compensación dispersión por chirp:

El pulso se modula con láser DFB de FM y un mod. externo en AM.

El chirp inducido al láser compensa la dispersión que sufre el pulso óptico, el ancho temporal será igual al inicial.

EDFA: G banda C = 30 dB
P_{sal} salida = 15 dBm
F_n = 5 dB

RX: PIN
Δf = 2,5 GHz
R = 0,8 A/W

SYS: R = 2,5 Gbps NRZ
NS = 3 dB
BER = 10⁻⁹ (Q = 6)

Computación balido predicción:

$$\sigma_{\text{señal}}^2 = \frac{4 R^2 \cdot G \cdot P_{\text{insumo}} S_{\text{ASE}} \Delta f_{\text{rx}}}{(A_{\text{demux}})^2}$$

$$\sigma_{\text{térmico}}^2 = \frac{4 k_B T}{R} \Delta f; \quad \sigma_{\text{señal}}^2 \gg \sigma_{\text{térmico}}^2$$