

1) Un canal de voz ocupa un $BW = 3,3 \text{ KHz}$
 se quiere multiplexar 16 canales empleando
 FDM (Multiplexación de frecuencia),
 guardas de 700 Hz entre canales consecutivos
 BW necesario?

\Rightarrow espacio sin usar 700 Hz entre cada canal

$$\therefore BW_{\text{necesaria}} = 16 \times 3,3 \times 10^3 \text{ Hz} + 700 \text{ Hz} \times 15$$

\downarrow
15 canales

$$BW_{\text{ne}} = 63300 \text{ Hz} \approx 63,3 \text{ KHz}$$

2) Sistema ADSL utiliza DMT con 224 canales
 de datos al enlace descendente, 2 de control
 Modulación QAM-64

Capacidad del enlace descendente?

La modulación QAM a 4 Ksímbolos/seg ! y

Cómo es de 64 $\Rightarrow 64 = 2^n \Rightarrow \lg_2(64) = n \Rightarrow n = 6$
 por lo tanto 6 bits/símbolo

$$\therefore \text{en cada canal la velocidad será} = \frac{6 \text{ bits}}{\text{símbolo}} \times 4 \times 10^3 \frac{\text{símb}}{\text{seg}}$$

$$V_c = 24 \text{ Kbps}$$

$$\Rightarrow V_c \times \text{canales} = \text{Capacidad}$$

$$24 \text{ Kbps} \times 222 = C$$

$$5328 \text{ Kbps} = \text{Capacidad de bajada}$$

5) ADSL utiliza DMT

$\frac{3}{4}$ canales de datos disponibles al enlace descendente

QAM-64

Capacidad del enlace descendente?

DMT tiene

$31 - 6 = 25$ de subida!

$255 - 32 = 224$ de bajada!

\Rightarrow en total tengo 249 canales

y $\frac{3}{4}$ serían 187 canales de datos

QAM-64 son 6 bits/symbol

$$\Rightarrow VC = \frac{6 \text{ bit}}{\text{symbol}} \times 4 \frac{\text{Ksymbols}}{\text{seg}} = 24 \text{ Kbps}$$

\Rightarrow la capacidad del enlace sería

$$24 \text{ Kbps} \times 187 \text{ c} = 4488 \text{ Kbps}$$

No sería la suma sería solo en el canal descendente

son 224 $\therefore 224 \times \frac{3}{4} = 168 \text{ canales}$

$$\Rightarrow 24 \text{ Kbps} \times 168 \text{ c} = 4032 \text{ Kbps}$$

b). TDM, 16 Fuentes de datos donde cada una transmite a 20kbps

a). Cuantos bits componen la trama de salida?

1c ————— 20 Kbps
16c ————— 320 Kbps? ~~No!~~

TDM es bit a bit!

• los bits que la componen son 16! porque son 16 fuentes!

o sea 16 entradas → 16 salidas!

b). tiempo de cada trama?

$$T = \frac{1 \text{ bit}}{V_r} = \frac{1 \text{ bit}}{20 \text{ Kbps}} = 50 \text{ Mseg!}$$

c). tramas por segundo?

1 trama ————— 50 Mseg o sea $50 \times 10^{-6} \text{ seg}$
[20.000 tramas] ————— 1 seg

d). velocidad de la trama resultante

$$V_r = \frac{n}{T} = \frac{16 \text{ bits}}{50 \text{ Mseg}} = 320.000 \text{ bps o } 320 \text{ Kbps}$$

e). si ahora agrega 2 bits

a) → 18 bits de salida!

b). El tiempo de cada trama es igual

$$V_{\text{total}} = \frac{n}{T} = \frac{18 \text{ bits}}{50 \text{ Mseg}} = 360 \text{ Kbps}$$

$$\text{Eficiencia serial} = \frac{\text{bits útiles}}{\text{Total bits}} = \frac{16 \text{ bits}}{18 \text{ bits}} = 0,88 \times 100 = 88,88\%$$

F) Ahora es de a byte

=> a) 1 byte = 8 bits

$$\Rightarrow 16 \times 8 \text{ bits} = 128 \text{ bits}$$

$$b) T = \frac{8 \text{ bits}}{20 \text{ kbps}} = 0,4 \text{ ms}$$

$$c) \frac{1 \text{ trama}}{(250 \text{ tramas})} = \frac{0,4 \text{ ms}}{1 \text{ seg}}$$

$$d) V_{\text{total}} = \frac{n}{T}$$
$$= \frac{128 \text{ bits}}{0,4 \text{ ms}}$$
$$V_{\text{total}} = 320 \text{ bps}$$

=> E1 tiene 32 canales, byte a byte a

$$V_t = 2048 \text{ Mbps}$$

a) Velocidad en cada canal?

$$\frac{32 \text{ canales}}{1 \text{ canal}} = \frac{2048 \text{ Mbps}}{X}$$

$$\text{bits por trama} = 32 \times 8 \text{ bits} = 256 \text{ bits}$$

$$\Rightarrow T = \frac{n}{V_r} = \frac{256 \text{ bits}}{2048 \text{ Mbps}} = 125 \text{ ns}$$