

Práctica ADSL

La transmisión de los datos en ADSL se realiza de forma analógica utilizando frecuencias superiores a la normalmente utilizada por la comunicación telefónica analógica; concretamente se emplea **la banda 30-137.5 KHz para el canal ascendente y 137.5-1100.7 KHz para el descendente** (de esta forma el uso de ADSL es compatible con la telefonía convencional).

Para evitar este problema y aprovechar eficientemente un rango tan amplio de frecuencias ADSL utiliza una **técnica conocida como DMT (Discrete Multi Tone)**, que consiste en dividir el rango en multitud de canales estrechos (de 4,3 KHz cada uno) y manejar cada canal de forma independiente; los módems.

ADSL comunican entre si por estos canales y reparten el tráfico por todos ellos de forma equilibrada.

Podemos considerar un módem ADSL como una gran batería de módems convencionales puestos en paralelo sobre líneas físicas diferentes.

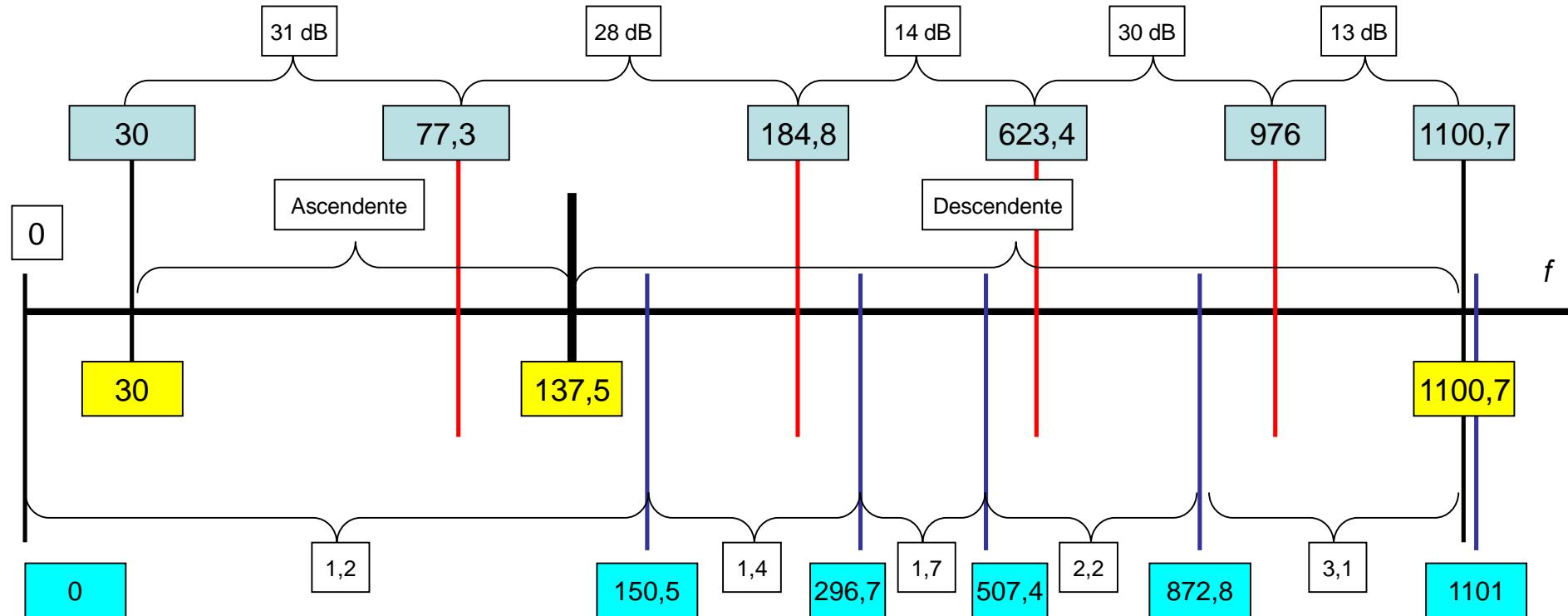
El hecho de utilizar canales estrechos **asegura un comportamiento lineal en cuanto a atenuaciones y distorsiones dentro de cada canal**, y permite a los módems ADSL ajustar la transmisión dentro de cada canal a sus características específicas; por ejemplo, si detecta que un determinado canal tiene más ruido que el resto transmitirá por él con una menor velocidad, o incluso puede llegar a anularlo si detecta una interferencia precisamente en esa gama de frecuencias.

La **técnica de modulación dentro de cada canal es QAM** y por cada uno de los mismos puede seleccionar independientemente el número de bits por símbolo **dependiendo de la relación S/N**. La asimetría se consigue dedicando muchos más canales en el sentido descendente (unos 224) que en el ascendente (unos 25) para ADSLv1.

Práctica ADSL - Referencias

SEÑAL / RUIDO	
Frecuencia (KHz)	S/N
30 – 77,3	31 dB
77,3 – 184,8	28 dB
184,8 – 623,4	14 dB
623,4 – 976,0	30 dB
976,0 – 1100,7	13 dB

ATENUACION	
Frecuencia (MHz)	dB/100m
0 – 0,1505	1,2
0,1505 – 0,2967	1,4
0,2967 – 0,5074	1,7
0,5074 – 0,8728	2,2
0,8728 – 1,101	3,1



Práctica ADSL - Consignas

- a) Siendo los parámetros del enlace, obtenidos desde la gestión del Módem del servicio de Banda Ancha (ADSLv1), los representados en las tablas, y los valores de potencia de transmisión de **0 dBm** del módem y la sensibilidad de recepción del DSLAM de **-40 dBm**. (No considerar otro tipo de perdidas Ej. Empalmes, etc.). Calcular considerando el principio de funcionamiento de la técnica DMT, cuál es el **máximo bitrate teórico** (Ascendente y Descendente) que podría tener dicho servicio conociendo que la distancia entre el DSLAM (lado prestador) y el Módem instalado en el cliente es de **2655 m**.
- b) Con las mismas consideraciones del punto a), determinar cuál es el **máximo bitrate real** (Ascendente y Descendente) que podría tener dicho servicio.

Determinación Máximo Bitrate Teórico Acendente y Descendente

- Calcular cantidad de canales Totales en base a los rangos de relación Señal a Ruido
- Calcular cantidad de Canales Ascendentes
- Calcular cantidad de Canales Descendentes
- Calcular el Bitrate Teórico por cada grupo de Canales Ascendentes y Descendentes
- Calcular Bitrate Total Ascendente y Descendente

Resolución a)

Determinación Cantidad Canales

Rango a) $(77,3 - 30) = 47,3 \text{ KHz} \Rightarrow 47,3 \text{ KHz} / 4,3 \text{ KHz} = \mathbf{11 canales}$ c/ 31 dB

Rango b) $(184,8 - 77,3) = 107,5 \text{ KHz} \Rightarrow 107,5 \text{ KHz} / 4,3 \text{ KHz} = \mathbf{25 canales}$ c/ 28 dB

Rango c) $(623,4 - 184,8) = 438,6 \text{ KHz} \Rightarrow 438,6 \text{ KHz} / 4,3 \text{ KHz} = \mathbf{102 canales}$ c/ 14 dB

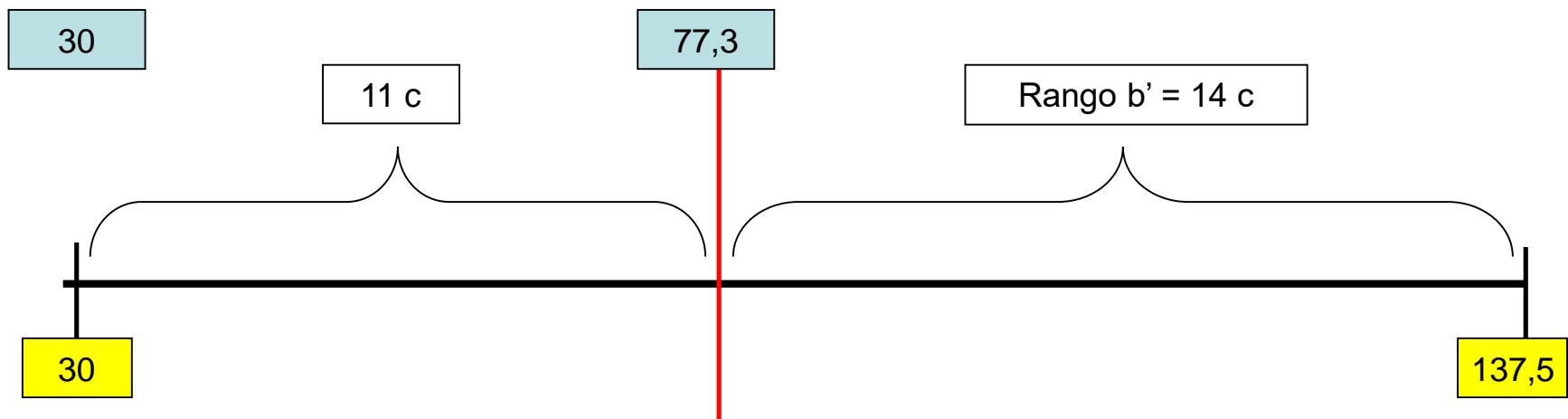
Rango d) $(976 - 623,4) = 352,6 \text{ KHz} \Rightarrow 352,6 \text{ KHz} / 4,3 \text{ KHz} = \mathbf{82 canales}$ c/ 30 dB

Rango e) $(1100,7 - 976) = 124,7 \text{ KHz} \Rightarrow 124,7 \text{ KHz} / 4,3 \text{ KHz} = \mathbf{29 canales}$ c/ 13 dB

Bitrate Teórico = $\Delta F \times \log_2 (1 + S/N)$

ASCENDENTE

Rango a) $4,3 \times \log_2 (1 + 10 \Delta (31 \text{dB}/10)) \Rightarrow 4,3 \times 10,299 = 44,287 \text{ kbps (x canal)}$



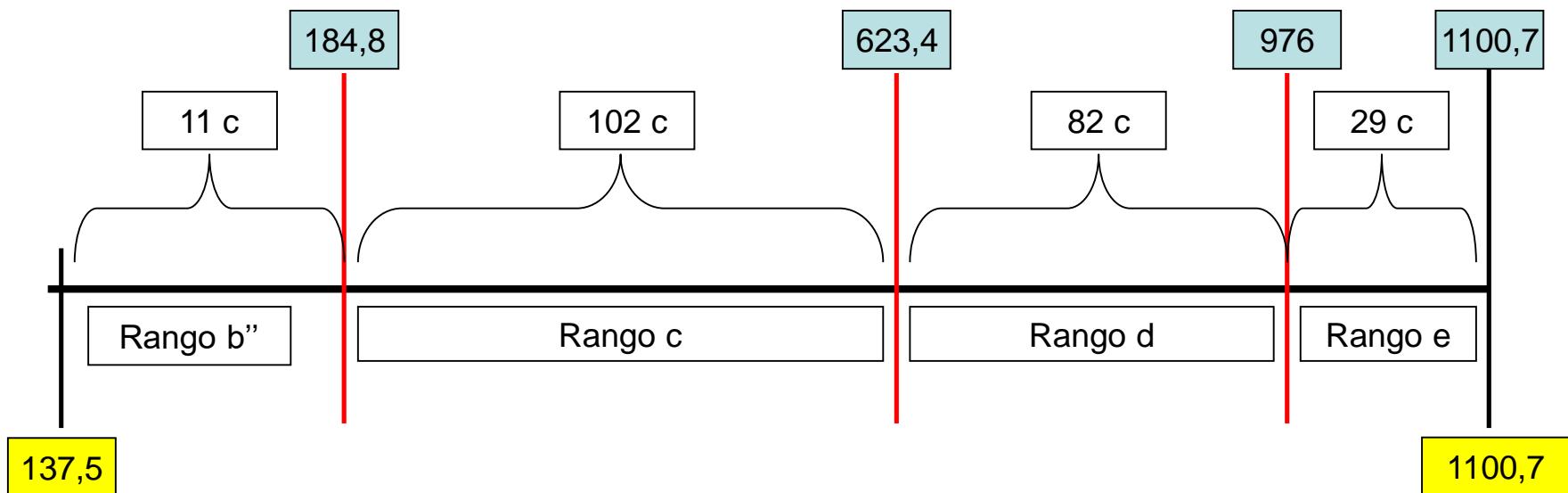
Rango b') $4,3 \times \log_2 (1 + 10 \Delta (28 \text{dB}/10)) \Rightarrow 4,3 \times 9,30 = 39,99 \text{ kbps (x canal)}$

BitRate Ascendente = (11 canales x 44,287 Kbps) + (14 canales x 39,99 Kbps)

BitRate Ascendente = 487,15 Kbps + 560,08 Kbps = **1047,23 Kbps**

Bitrate Teórico = $\Delta F \times \log_2 (1 + S/N)$

DESCENDENTE



$$\text{Rango b}'') \quad 4,3 \times \log_2 (1 + 10 \Delta(28 \text{dB}/10)) \times 11 \text{ canales} = \mathbf{440,06 \text{ kbps}}$$

$$\text{Rango c}) \quad 4,3 \times \log_2 (1 + 10 \Delta(14 \text{dB}/10)) \times 102 \text{ canales} = \mathbf{2064,50 \text{ kbps}}$$

$$\text{Rango d}) \quad 4,3 \times \log_2 (1 + 10 \Delta(30 \text{dB}/10)) \times 82 \text{ canales} = \mathbf{3514,44 \text{ kbps}}$$

$$\text{Rango e}) \quad 4,3 \times \log_2 (1 + 10 \Delta(13 \text{dB}/10)) \times 29 \text{ canales} = \mathbf{547,31 \text{ kbps}}$$

$$\text{BitRate Descendente} = 440,06 + 2064,50 + 3514,44 + 547,31 = \mathbf{6566,31 \text{ Kbps}}$$

Determinación Máximo Bitrate REAL Acendente y Descendente

- Determinar Perdida / Ganancia del Enlace
- Determinar Rango de Canales Activos e inactivos por distancia.
- Calcular m-aria de cada grupo de canales en base a la relación Señal a Ruido definida
- Calcular el Bitrate Real Ascendente y Descendente en Base a la m-aria calculada.

Resolución b)

Potencias

Potencia TX = 0 dB

Sensibilidad Receptor = -40 dB

Atenuación expresada como
Perdida

$$0 \text{ dBm} - (-40 \text{ dBm}) = 40 \text{ dB}$$

Canales Activos por Distancia

Para ingresar a la Tabla 2:

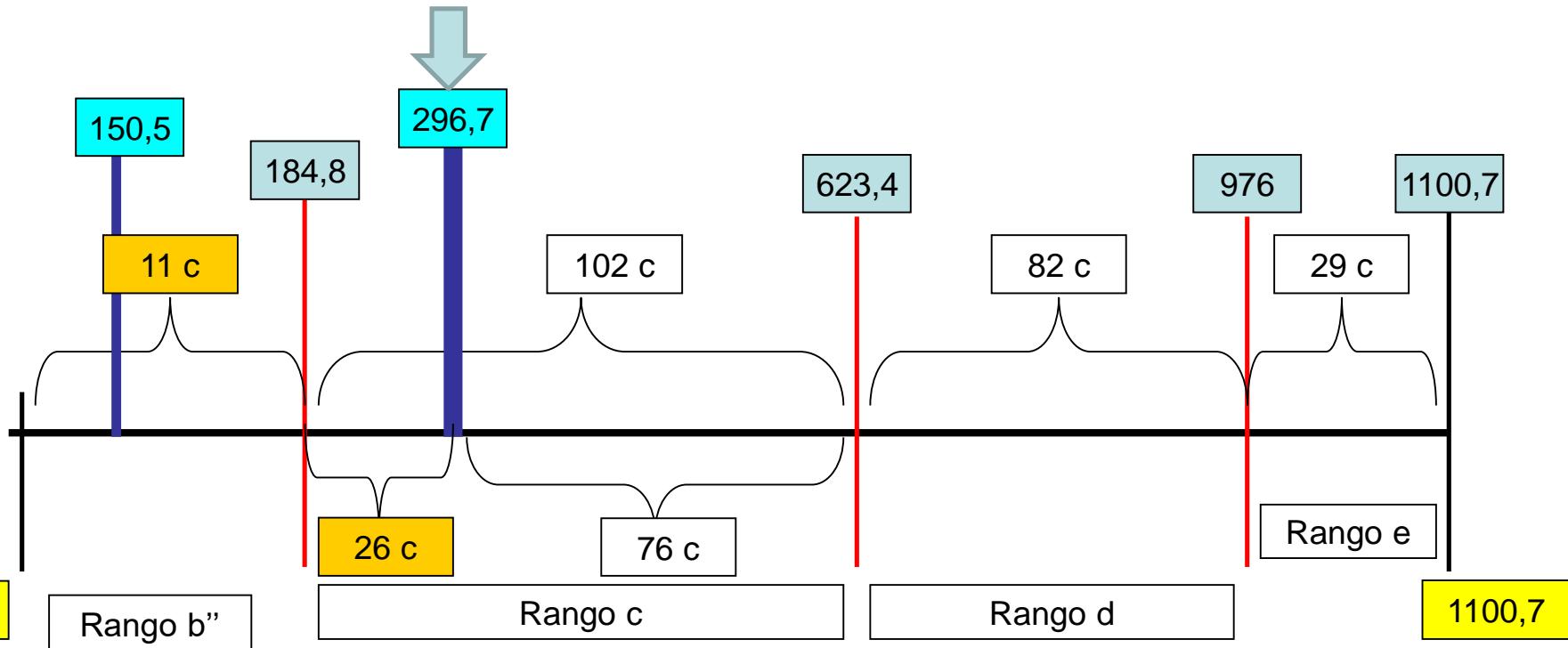
$$40\text{dB} / 2655 \text{ m} =$$

0,0150659 dB/m o 1,50659 dB/100m

Por Tabla 2 los canales activos
serán los que se encuentran
“hasta” la frecuencia **296,7 KHz**

Canales Activos Descendentes (Por Distancia)

Como la frecuencia de corte por atenuaciones es 296,7 $\rightarrow 11 + 26 = 37$ ACTIVOS



BITRATE REAL (m-aria ?)

$$m_{MAX} = (1 + S/N)^{1/2}$$

Rango a) $(1 + 10 \Lambda (31 \text{dB}/10))^{1/2} = 35,495 \rightarrow 32 \text{ QAM}$

Rango b) $(1 + 10 \Lambda (28 \text{dB}/10))^{1/2} = 25,138 \rightarrow 16 \text{ QAM}$

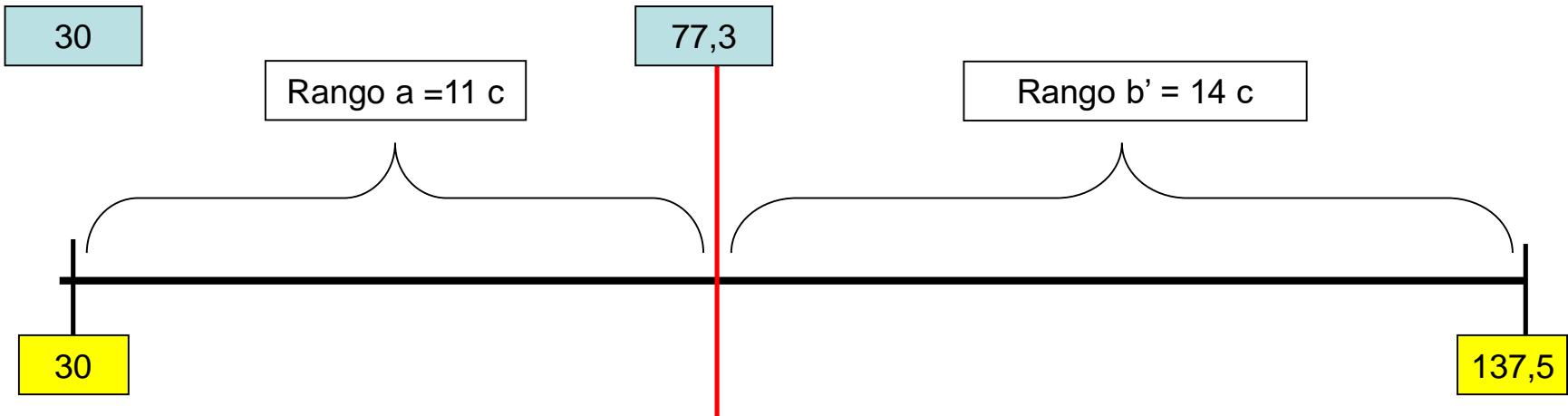
Rango c) $(1 + 10 \Lambda (14 \text{dB}/10))^{1/2} = 5,1106 \rightarrow 4 \text{ QAM}$

Rango d) $(1 + 10 \Lambda (30 \text{ dB}/10))^{1/2} = 31,638 \rightarrow 16 \text{ QAM}$

Rango e) $(1 + 10 \Lambda (13 \text{ dB}/10))^{1/2} = 4,577 \rightarrow 4 \text{ QAM}$

BITRATE REAL = $2 \times \Delta F \times \log_2 m$

ASCENDENTE



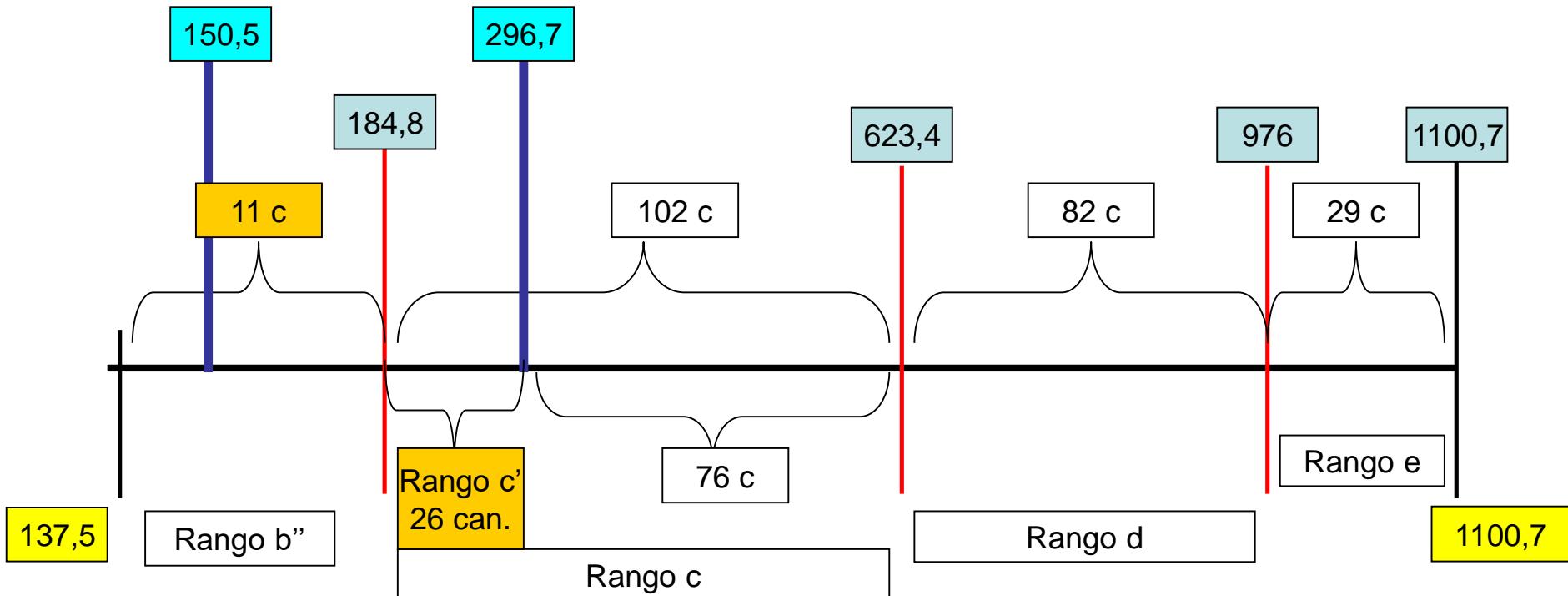
Teniendo en cuenta que:

$$\text{Rango a) } (1 + 10 \times (31 \text{ dB} / 10))^{1/2} = 35,495 \rightarrow 32 \text{ QAM}$$

$$\text{Rango b) } (1 + 10 \times (28 \text{ dB} / 10))^{1/2} = 25,138 \rightarrow 16 \text{ QAM}$$

$$\text{Rango a} + \text{b}' = 11 \times 2 \times 4,3 \times \log_2 32 + 14 \times 2 \times 4,3 \times \log_2 16 = 954,6 \text{ Kbps}$$

BITRATE REAL = $2 \times \Lambda F \times \log_2 m$ DESCENDENTE



Teniendo en cuenta que:

$$\text{Rango b)} (1+10\Lambda(28\text{dB}/10)) \wedge \frac{1}{2} = 25,138 \rightarrow 16 \text{ QAM}$$

$$\text{Rango c)} (1+10\Lambda(14\text{dB}/10)) \wedge \frac{1}{2} = 5,1106 \rightarrow 4 \text{ QAM}$$

$$\text{Rango b''+ c'} = 11 \times 2 \times 4,3 \times \log_2 16 + 26 \times 2 \times 4,3 \times \log_2 4 = 825,6 \text{ Kbps}$$