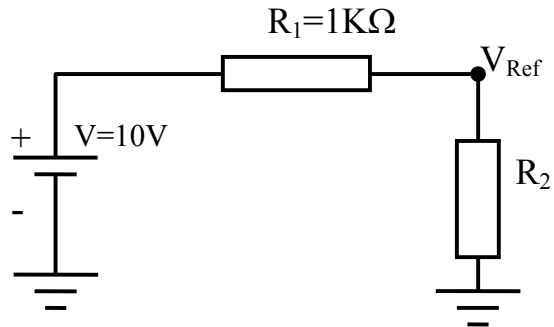


Ejercicios Tema 1.

Unidades logarítmicas

Problema 1.

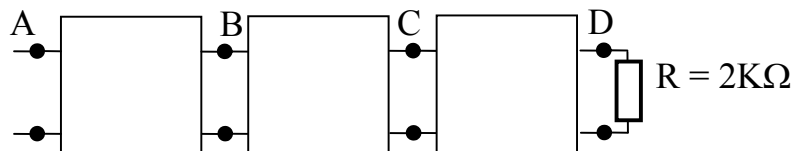


Teniendo en cuenta el circuito de la figura rellenar la siguiente tabla:

	$R_2=300\Omega$	$R_2=600\Omega$	$R_2=1K\Omega$	$R_2=2K\Omega$
V_{ref} (V)				
P_{ref} (W)				
V_{ref} (dB μ V)				
P_{ref} (dBm)				

Problema 2.

Considere la siguiente cadena de amplificadores en un equipo de recepción:

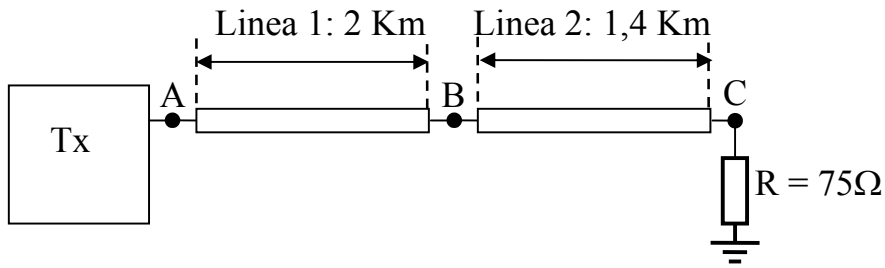


Rellene la siguiente tabla (en todos los puntos se ve una impedancia de $2K\Omega$):

	A	B	C	D
dBr	0	2		
dBm	-3			
dBW			-17	
dBm0				
dB μ V				140

Problema 3.

Considere el siguiente sistema de comunicaciones:



Atenuación de la línea 1: 0,5 Np/Km
 Atenuación de la línea 2: 0,2 Np/Km

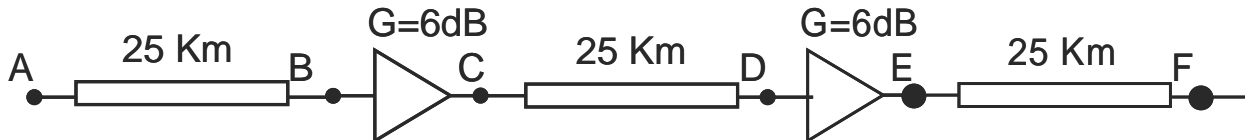
El transmisor introduce en el punto A la siguiente señal: $5 \cdot \cos \omega t$ (en Voltios). Rellene la siguiente tabla (en todos los puntos se ve una impedancia de 75Ω):

	A	B	C
V_{pp} (V)			
V_{ef} (V)			
V (dB μ V)			
P (dBm)			
P (dBm0)			
P (mW)			
P(dBr)			0 dBr

Distorsiones

Problema 4.

Considere el siguiente enlace punto a punto compuesto por tres tramos de línea iguales y dos amplificadores de ganancia $G = 6$ dB, figura de ruido $F = 4$ dB y coeficiente de modulación de 2º orden: $M2 = -55$ dB. La señal se transmite del punto A al punto F y su ancho de banda es de 5 MHz.



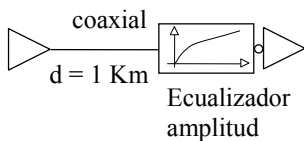
La potencia de la señal en el punto A es -10 dBm, la atenuación del cable es $\alpha = 0,046$ Np/Km.

- Calcule el ruido térmico en F, asumiendo que el ruido térmico que introduce el transmisor está causado por la temperatura de referencia $t_0 = 290$ °K. Exprese el resultado en dBm.
- Calcule el ruido de intermodulación en F. Exprese el resultado en dBm.

SOLUCIÓN: a) -103 dBm, b) $-89,5$ dBm

Problema 5.

En los sistemas de distribución de televisión por cable se emplean, además de amplificadores, ecualizadores que se instalan a la entrada de cada amplificador para compensar la distorsión de amplitud introducida por cada tramo de cable coaxial. Suponga el tramo de la figura:



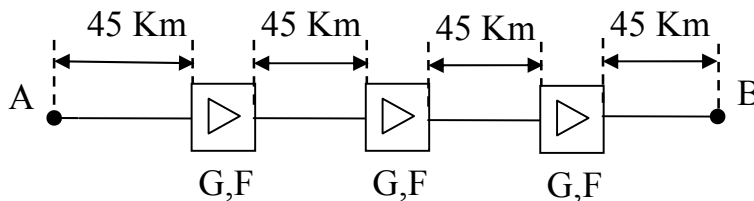
Atenuación del coaxial: $2,5 \cdot \sqrt{f(\text{MHz})}$ dB/Km

La ganancia del amplificador B se ajusta de forma que la potencia de señal a su salida sea igual que la potencia a la salida del amplificador A. Esta ganancia es constante en toda la banda de TV analógica (47 a 862 MHz). A la frecuencia más alta (862 MHz) el equalizador atenúa la señal 0 dB. ¿Cuál será su atenuación a 47 MHz?

SOLUCIÓN: - 56 dB

Problema 6.

Considere el siguiente tramo de un sistema de transmisión por línea coaxial, con tres amplificadores iguales. El coaxial empleado presenta unas pérdidas de 0,25 dB/Km. Los amplificadores presentan un ruido de intermodulación de 2º orden dado por $N = -62 + 2L(\text{dBm}) + 3,5$. En el punto A se mide un nivel de señal absoluto de -20 dBm. $F = 6$ dB.

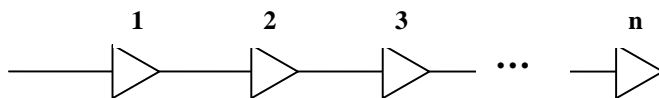


1. Calcule el valor de G que permite compensar las pérdidas del coaxial
2. Calcule el ruido térmico en el punto B para una señal de 4 KHz
3. Calcule el ruido de intermodulación en el punto B
4. Calcule la relación S/N en el punto B

SOLUCIÓN: 1) 15 dB, 2) -118 dBm, 3)-85.21 dBm, 4) 65,2 dB

Problema 7.

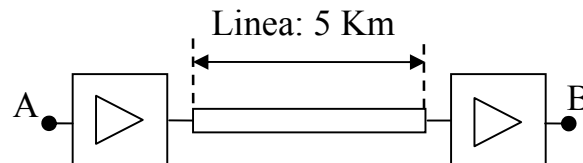
Suponga una línea de transmisión como la de la figura, compuesta por n tramos de línea iguales que presentan una atenuación a , y n amplificadores de ganancia g ($= a$) y factor de ruido f . (magnitudes en lineal) Obtenga la fórmula adecuada para el factor de ruido en función de n :



SOLUCIÓN: $f = naf^{-n} + 1$

Problema 8.

Suponga el siguiente enlace implementado mediante cable de pares para transmitir señales en la banda de voz (3100 Hz).



El objetivo de calidad de este enlace es que el ruido térmico a la salida sea inferior a 1 pW y que el ruido de intermodulación de segundo orden sea inferior a -70 dBm. Se desea seleccionar el tipo de amplificador adecuado, teniendo en cuenta que los dos deben ser iguales y de ganancia 20 dB.

- Calcule el valor máximo permitido para el **factor de ruido total** del sistema (f_t).
- Expresa el **factor de ruido** de los amplificadores en función de: f_t , la ganancia de los amplificadores (g) y las pérdidas de la línea (a). (Todas las magnitudes en lineal)
- Calcule el valor máximo permitido para la **figura de ruido** (F) de los amplificadores.
- El valor máximo para el **coeficiente de modulación** de segundo orden (M_2) de los amplificadores.

Datos:

Atenuación de la línea de transmisión: $\alpha = 4 \text{ dB/Km}$

$T_0 = 290^\circ\text{K}$, Constante de Boltzmann = $1,381 \cdot 10^{-23} \text{ jul} / ^\circ\text{K}$

Potencia a la salida del primer amplificador: 0 dBm

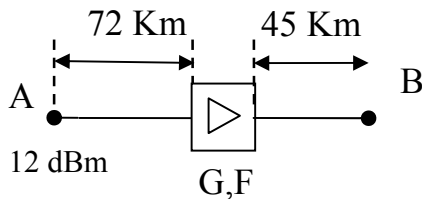
Potencia en el punto de referencia 0 dBm0

Potencia del producto de intermodulación n-ésimo a la salida de un dispositivo: $P_n = M_n + nP_1 + 20\log(n)$

SOLUCIÓN: a) $f_t < 805,5$ b) $f = \frac{f_t g + 1}{g + a}$ c) $F < 26 \text{ dB}$, d) $M_2 < -79 \text{ dB}$

Problema 9.

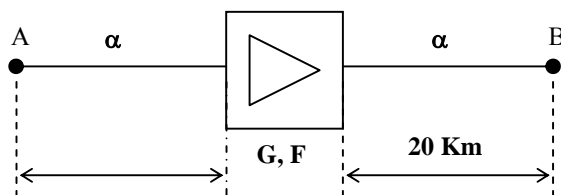
Determine el valor de la ganancia del amplificador del siguiente enlace para que la atenuación entre el punto A y el B sea de 0 dB, si la atenuación del cable es de 0,03 Np/Km. A partir del valor de ganancia obtenido determine cual debería ser la figura de ruido del amplificador, como máximo, para que la relación S/N en el punto B sea superior a 40 dB si la señal considerada es de 5 MHz.



SOLUCIÓN: $F < 60 \text{ dB}$

Problema 10.

Considere el siguiente enlace punto a punto compuesto por dos tramos de línea iguales y un amplificador de ganancia G y figura de ruido F . La señal se transmite del punto A al punto B y su ancho de banda es de 5 MHz.



- Encuentre la expresión de la ganancia máxima g (en lineal) para que el ruido térmico en el punto B no supere un valor máximo n_{Bmax} .
- Determinar la ganancia máxima G (dB) para que el ruido térmico en el punto B no supere **-105 dBm**
- Encuentre la expresión de la ganancia máxima G (dB) para que el ruido de intermodulación de segundo orden en el punto B no supere I_{Bmax} (dB).
- Determinar la ganancia máxima G (dB) para que el ruido de intermodulación de segundo orden en el punto B no supere **1 pW** (10^{-12} W).

Datos:

Coeficiente de modulación de segundo orden del amplificador: **$M_2 = -70 \text{ dB}$**

Figura de ruido del amplificador: **$F = 7 \text{ dB}$**

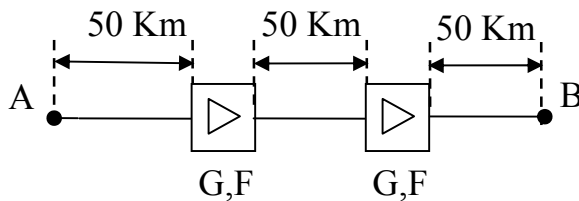
Atenuación por unidad de longitud de las líneas: $\alpha = 0,2$ Nepers/Km
 Potencia de la señal en el punto A: $P_A = 18$ dBm

SOLUCIÓN:

$$a) g < \frac{a}{f} \left(\frac{n_{\max}}{kt_0 b} + \frac{1}{a} - 1 \right), b) G < 25.43 \text{ dB}, c) G < \frac{(I_{\max} - M_2 + A - 6)}{2} + A - P_A, d) G < 21.2 \text{ dB}$$

Problema 11.

Considere el siguiente tramo de un sistema de transmisión por línea coaxial, con dos amplificadores iguales. El coaxial empleado presenta unas pérdidas de 0,25 dB/Km para la señal transmitida. Los amplificadores presentan un ruido de intermodulación de 2º orden dado por $N = -58,5 + 2L$ (dBm). En el punto A se mide un nivel de señal absoluto de -10 dBm. $F = 6$ dB.

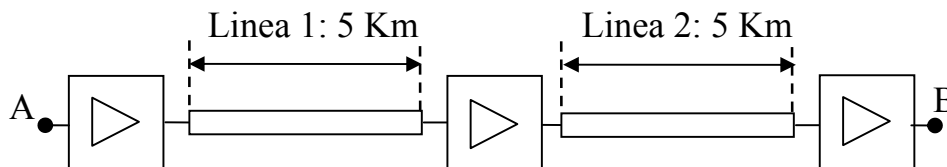


- Calcule el valor de G que permite compensar las pérdidas del coaxial en todo el sistema.
- Calcule el ruido térmico (en dBm) en el punto B para una señal de 100 KHz de ancho de banda
- Calcule el ruido de intermodulación en el punto B (en dBm)
- Calcule la relación S/N en el punto B

SOLUCIÓN: a) $G = 18.75$ dB, b) -105 dBm, c) -65 dBm, d) 55 dB

Problema 12.

Suponga el siguiente enlace implementado mediante cable de pares para transmitir señales en la banda de voz (3100 Hz).



El objetivo de calidad de este enlace es que el ruido térmico a la salida sea inferior a 10 pW y que el ruido de intermodulación de segundo orden sea inferior a -80 dBm. Se desea seleccionar el tipo de amplificador adecuado, teniendo en cuenta que los tres deben ser iguales y de ganancia 20 dB. Por tanto debe determinar:

- El valor máximo permitido para la figura de ruido (F) del amplificador.
- el valor máximo para el coeficiente de modulación (M_2) del amplificador.

Datos:

Atenuación de las líneas de transmisión: $\alpha = 4$ dB/Km

$T_0 = 290^\circ\text{K}$

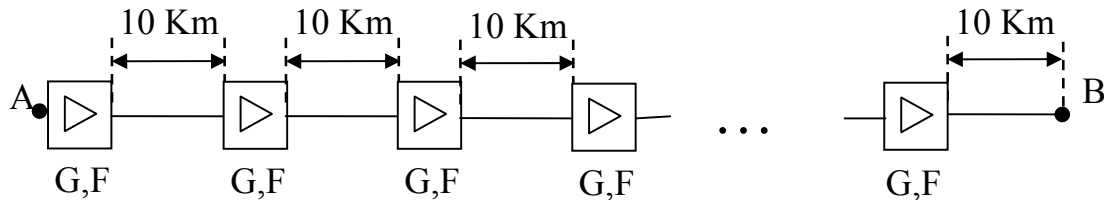
Potencia a la salida de cada amplificador: 0 dBm

Potencia en el punto de referencia 0 dBm0

Solución: 1) $F < 34$ dB, 2) $M_2 < -90,77$ dB

Problema 13.

Suponga el siguiente enlace de cable de pares para la transmisión de señales en banda de voz (3100 Hz). En el que hay 13 amplificadores idénticos y 13 tramos de línea de 10 Km cada uno.



Calcule:

- 1) el ruido térmico a la salida en dBm
- 2) el ruido de intermodulación de segundo orden en dBm

Datos:

Atenuación de los tramos de línea: $\alpha = 2$ dB/Km

Ganancia de los amplificadores: $G = 20$ dB

Figura de ruido de los amplificadores: $F = 6$ dB

Coefficiente de modulación de los amplificadores: $M_2 = -150$ dB

Nivel de potencia en el punto A (entrada del primer amplificador): -3 dBm

Solución:

1) $N_T = -121,6$ dBm

2) $N_{i|B} = -118,86$ dBm

Problema 14.

En un cable de longitud d (Km) y atenuación α (dB/Km) se transmite un tono a una frecuencia f , con una potencia de transmisión de 30 dBm y una relación portadora a ruido $C/N = 60$ dB. Calcule la expresión del ruido térmico en el extremo receptor para una señal de ancho de banda equivalente b alrededor de f .

Solución:
$$n(W) = k \cdot \left(\frac{10^{-9}}{k_B 10^{10}} + 290 \cdot \left(10^{\frac{\alpha d}{10}} - 1 \right) \right) b 10^{\frac{\alpha d}{10}}$$

Problema 15.

A la salida de un dispositivo se han medido unas potencias de -3 dBm para cada uno de los fundamentales, y de -70 dBm para cada una de las componentes de intermodulación de tercer orden.

Se desea:

- a) Valor, expresado en %, del coeficiente de distorsión de tercer orden.
- b) Valor, expresado en dB, del coeficiente anterior, tras haberse incrementado en 3 dB la potencia de los fundamentales.

SOLUCIÓN: a) 0.015% b) -70.54 dB

Problema 16.

Un filtro con 3 dB de pérdidas está situado delante de un amplificador cuya temperatura equivalente de ruido es 864 °K, ¿cuál es la temperatura de ruido del conjunto? ¿cuál es la figura de ruido del conjunto?

SOLUCIÓN: 2018°K 9dB

Problema 17.

Básicamente, la etapa receptora de una Estación Terrena puede asimilarse al conjunto compuesto por dos cuadripolos: un atenuador (de 0.5 dB de atenuación) y un amplificador (caracterizado por su ganancia, G, y su figura de ruido, F), ambos a temperatura ambiente (290 °K). En la entrada del atenuador - "bornes" de la antena - se presenta una temperatura de ruido (captado por la antena) de 50 °K. Sabiendo que la temperatura equivalente de ruido del conjunto (atenuador + amplificador), referida a su entrada, es de 200 °K, y que a la salida del amplificador se mide una temperatura total de ruido de $2.23 \cdot 10^6$ °K, se desea conocer:

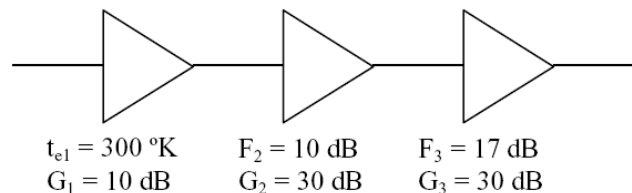
- Ganancia del amplificador, G (dB)
- Figura de ruido del amplificador, F (dB)

SOLUCIÓN: a) 40 dB b) 1.76 dB

Problema 18.

Considérese la etapa receptora de la figura, constituida por tres amplificadores en cascada, y supóngase una fuente de ruido a temperatura ambiente. Se pide:

- Hallar la figura de ruido y la temperatura equivalente de ruido del sistema.
- Determinar la nueva figura de ruido si se intercambian los amplificadores 1 y 2. Comente el resultado de sus observaciones.
- Para la primera configuración, ¿cuál es la potencia mínima de la señal de entrada para tener $S_o / N_o \geq 40$ dB, si la temperatura de ruido de la fuente es 1000 °K? Supóngase B = 100 KHz.



SOLUCIÓN: a) 4.77 dB 562.42°K , b) 10 dB , c) -76.66 dBm

Problema 19.

La etapa receptora de una Estación Terrena puede asimilarse al tándem constituido por dos cuadripolos (atenuador + amplificador) de -1 dB y 45 dB de ganancia respectivamente, cifrándose en 5 dB la figura de ruido del segundo de ellos. Dicho tándem, sito a temperatura ambiente, registra una temperatura de ruido de entrada de 60 °K.

Se desea:

- Temperatura equivalente de ruido (°K) del conjunto atenuador + amplificador, referida a su entrada.
- Temperatura (°K) de ruido total de salida del tándem.

SOLUCIÓN: a) 865.2°K , b) $23.24 \cdot 10^6$ °K

Problema 20.

Un receptor tiene un ancho de banda B = 3 KHz y una figura de ruido F = 4 dB. Comparar la señal mínima detectable por este receptor para obtener una relación S_o / N_o de 10 dB con la obtenida cuando el mismo receptor está conectado a una antena que tiene una figura de ruido de 20 dB.

SOLUCIÓN: a) -125.23 dBm, b) -109.14 dBm

Problema 21.

Un receptor con figura de ruido de 8 dB, impedancia de entrada 50 ohm y ancho de banda 3 KHz, está conectado a una antena que tiene una temperatura de ruido de 2000 °K, ¿cuál es la señal mínima detectable para tener una relación S/N a la salida de 10 dB? Si se añade un preamplificador con G = 10 dB, F = 5 dB y B = 4 KHz, entre la antena y el receptor, determinar la señal mínima detectable para obtener $S_o / N_o = 10$ dB.

SOLUCIÓN: a) -118.3 dBm b) -119.36 dBm

Problema 22.

Considere un sistema de comunicación punto a punto Ethernet sobre un cable de pares 100 base T, cuya atenuación es $\alpha(f) = (1,82 + 14,11\sqrt{f(MHz)})$ (dB/Km). La longitud del enlace es de 200m. El espectro de la señal transmitida se encuentra entre 1 MHz y 100 MHz y la potencia total de transmisión es de 10 dBm.

- Calcule la expresión de la densidad espectral de potencia de la señal recibida en la banda de trabajo.
- Si NEXT = 41 dB a 100 MHz, calcular la relación C/N para ruido de diafonía para un tono a 100 MHz.

SOLUCIÓN: a) $G_{rx} \left(\frac{mW}{Hz} \right) = 1 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{\frac{(1,82 + 14,11\sqrt{f(MHz)}) \cdot 0,2}{10}}$ b) 12,41 dB

Problema 23.

Considere un sistema de transmisión en el que el primer tramo se canaliza por un tubo de 1 Km con 50 pares, el segundo tramo por un tubo de 100m con 10 pares y el último tramo tiene sólo 3 metros y lleva 4 pares. Escriba la expresión del PS-ELFEXT en función de la frecuencia en un receptor situado al final del último tramo.

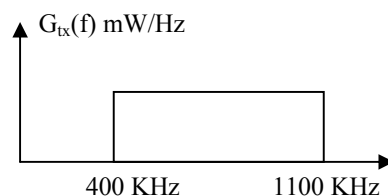
SOLUCIÓN: $PSE_{LFE}T_T(dB) = -20 \log f(MHz) + 35,65dB$

Problema 24.

Se desea evaluar las prestaciones de una línea ADSL en el sentido central telefónica – usuario. La infraestructura utilizada es el cable de pares de la red de acceso telefónica. El tubo de cable de pares consta de 10 cables desde la central al usuario. La atenuación por kilómetro de cada par viene dado por la siguiente expresión:

$$\alpha(f) = 2,71 + 16,4\sqrt{f(MHz)}$$

La densidad espectral de potencia de la señal transmitida hacia cada usuario es:

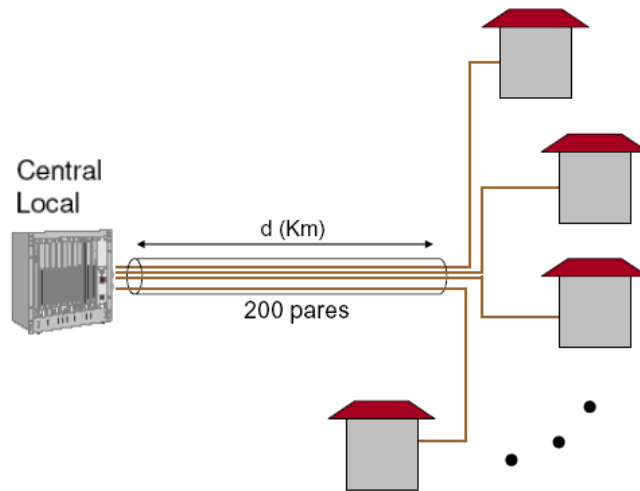


La potencia total de dicha señal es de 0 dBm. La atenuación de telediafonía para la frecuencia de 1 MHz y la longitud de 1 Km es de 80 dB. Para el resto de las frecuencias la expresión que debe emplear es la siguiente:

$$a_t(f, l) = \frac{a_t(f_0, l_0) \cdot l_0 \cdot f_0^2}{l \cdot f^2}$$

Donde $a_t(f_0, l_0)$ es el valor de la atenuación para la frecuencia f_0 y una longitud del cable de l_0

- Calcular la potencia de la señal recibida en función de la longitud del cable de pares.
- Calcular el ruido de telediafonía en recepción en función de la longitud del cable.
- Si la longitud entre el abonado más alejado y la central telefónica es de 2.5 Km, calcule la C/N mínima del enlace, sin considerar ruido térmico.



Datos:

Solución de la integral:

$$\int_{f_1}^{f_2} 10^{-k\sqrt{f}} df = \frac{2}{(k \ln(10))^2} \left(10^{-k\sqrt{f_1}} \left(1 + k\sqrt{f_1} \ln(10) \right) - 10^{-k\sqrt{f_2}} \left(1 + k\sqrt{f_2} \ln(10) \right) \right)$$

SOLUCIÓN:

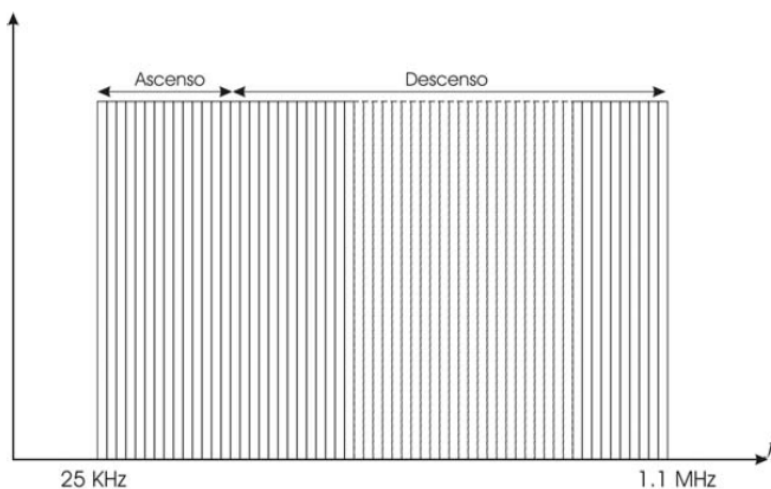
$$a) P_{rx} (mW) = 1.428 \cdot 10^{\frac{2.71 \cdot l(Km)}{10}} \frac{2}{(37.76 \cdot l(Km))^2} \left(10^{-l(Km)10.67} \left(1 + 2.388 \cdot l(Km) \right) - 10^{-l(Km)17.20} \left(1 + 3.960 \cdot l(Km) \right) \right),$$

$$b) N = -72.6 + 10 \log(l(Km))$$

$$c) 29.3 \text{ dB}$$

Problema 25.

En ADSL se emplea la modulación DMT (Discrete MultiTone), que divide el espectro en subportadoras, de forma que cada una de ellas puede emplear una modulación distinta para cumplir el objetivo de C/N, con lo que se consigue una mayor eficiencia espectral. Suponga que el espectro de la señal en un sistema determinado es el siguiente:



La densidad espectral de potencia transmitida es -36.5 dBm/Hz. El ancho de banda de cada subcanal es de 4200 Hz. En sentido descendente se emplean hasta 250 subcanales. Suponga que el demodulador en recepción (usuario) requiere los siguientes umbrales mínimos de C/N en cada subportadora para lograr la calidad deseada (probabilidad de error de bit inferior a 10^{-4}):

Modulación	4 QAM	16 QAM	32 QAM	64 QAM	128 QAM	256 QAM
C/N	20.3 dB	27.1 dB	30.1 dB	33 dB	36 dB	39 dB

Calcule:

- Potencia transmitida en sentido descendente
- Velocidad máxima posible (Kbit/s) en sentido descendente (cada subcanal transmite a 4000 baudios)
- Longitud máxima del cable de pares si queremos recibir a la máxima velocidad considerando el mismo diagrama del problema anterior.
- Velocidad máxima del sistema para un cable de 3 Km.

DATOS:

$$EL - FEXT = 10 \log \frac{\left(\frac{49}{N}\right)^{0.6}}{\psi \cdot f^2 \cdot d}$$

N: número de cables interferentes

ψ : Constante igual a $2.623 \cdot 10^{-7}$

f: frecuencia central en MHz del subcanal

d: Longitud del cable en metros

En N-QAM \rightarrow Bits/baudio = $\log_2(N)$

SOLUCIÓN: a) 23,7 dBm , b) 8000 Kbit/s, c) 172 m , d) 5480 Kbit/s

Líneas metálicas

Problema 26.

Se desea evaluar la atenuación por metro de un determinado modelo de coaxial para la frecuencia más alta de la banda FI (2150 MHz). Sin embargo el fabricante sólo nos da el valor para 862 MHz, por lo que tenemos que consultar el catálogo del cable para encontrar nosotros mismos el valor a partir de sus parámetros, que son los siguientes:

Conductor: Cobre (conductividad = $58,15 \cdot 10^6 \Omega^{-1}/m$)

Diámetro interior: 3,15 mm

Diámetro exterior: 13 mm

$Z_0 = 75 \Omega$.

SOLUCIÓN: 0.01 N/m

Problema 27.

Tradicionalmente se ha empleado la frecuencia de 800 Hz para definir el objetivo de calidad en el bucle de abonado (cable de pares). Calcule el valor de la atenuación a 800 Hz de un bucle de abonado de 3 Km si el cable tiene las siguientes características:

Resistencia en continua: 225 Ω /Km

L = 0,7 mH/Km

C = 65 nF/Km

G = 0 S/Km

Resistividad del cobre = 17,24 $\Omega \cdot mm^2/Km$

SOLUCIÓN: 5 dB

Problema 28.

Se tiene un cable de pares de cobre de 0.91 mm de diámetro. ($L = 0.7 \text{ mH/Km}$ y $C = 38 \text{ nF/Km}$), Calcule su resistencia y su atenuación por Km a 3 KHz y a 150 KHz.

Dato: resistividad del cobre, $\rho = 0.01724 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.

SOLUCIÓN: 3 KHz: $R = 53 \Omega/\text{Km}$ $\alpha = 0.122 \text{ Np/Km}$

150 KHz: $R = 84,27 \Omega/\text{Km}$ $\alpha = 0.31 \text{ Np/Km}$

Problema 29.

Sea un cable coaxial con las siguientes características:

-El material dieléctrico es polietileno (permitividad relativa ($\epsilon_r = 2.25$)).

-El material conductor es aluminio de conductividad $\sigma_{AL} = 3.816 \cdot 10^7 \text{ S/m}$.

-Impedancia del cable coaxial es 50 Ohm.

Calcule:

a) Relación D_o/d_i del cable.

b) Para un diámetro de conductor interno de 1 mm, calcular R_s y R del cable para las frecuencias:

$f_1 = 300 \text{ MHz}$, $f_2 = 500 \text{ MHz}$, $f_3 = 700 \text{ MHz}$.

SOLUCIÓN: a) 3,49

b) f_1 : $R_s = 5.57 \cdot 10^{-3} \Omega$, $R = 2.28 \Omega/\text{m}$;

f_2 : $R_s = 7.19 \cdot 10^{-3} \Omega$, $R = 2.94 \Omega/\text{m}$;

f_3 : $R_s = 8.5 \cdot 10^{-3} \Omega$, $R = 3.48 \Omega/\text{m}$

Problema 30.

Calcular la capacidad por unidad de longitud ($C(\text{F/m})$) de un cable coaxial con:

-Permitividad relativa ($\epsilon_r = 2.25$).

-Radio del conductor externo ($D_e = 2.825 \text{ mm}$).

-Radio del conductor interno ($d_i = 0.575 \text{ mm}$).

SOLUCIÓN: 78.5 pF/m

Problema 31.

De un cable coaxial de las siguientes características:

-El material conductor es cobre de conductividad ($\sigma_{CU} = 5.813 \cdot 10^7 \text{ S/m}$).

-Radio del conductor externo ($\alpha = 2.825 \text{ mm}$).

-Radio del conductor interno ($\beta = 0.575 \text{ mm}$).

-Capacidad por unidad de longitud ($C = 100 \text{ pF/m}$).

-Impedancia de 50 Ohm.

Calcule los parámetros $L(\text{H/m})$ y $R(\Omega/\text{m})$.

SOLUCIÓN: $L = 3,18 \cdot 10^{-3} \text{ mH/m}$; $R = 8.661 \cdot 10^{-5} \sqrt{f} \Omega/\text{m}$

Problema 32.

En un cable coaxial con:

-Relación (D_o/d_i) = 2.72.

-Capacidad por unidad de longitud ($C = 80 \text{ pF/m}$).

-Permitividad relativa ($\epsilon_r = 1.44$).

-Radio del conductor externo ($\alpha = 0.00136 \text{ m}$).

-Frecuencia de trabajo 500 MHz.

-El material conductor es cobre de conductividad ($\sigma_{CU} = 5.813 \cdot 10^7 \text{ S/m}$).

Calcular $L(\text{H/m})$, $Z_0(\Omega/\text{m})$, $R(\Omega/\text{m})$ y $R_s(\Omega)$.

SOLUCIÓN: $L = 200 \text{ mH/m}$; $Z_0 = 50 \Omega$, $R_s = 5.82 \cdot 10^{-3} \Omega$, $R = 2.54 \Omega/\text{m}$

Problema 33.

Calcule la expresión de la constante de atenuación en dB/Km para frecuencias mayores de 1 MHz para un cable de pares, con un radio de conductor de 0,51 mm, una resistividad de 17,4 Ω·mm/Km, una impedancia característica de 100 Ω y una capacitancia de 50 nF/Km.

Solución: $\alpha(f) = (1,82 + 14,11\sqrt{f(Mz)})$ (dB/Km).

Problema 34.

Determine cuál sería el ancho de banda máximo (indique la frecuencia máxima) con el que se puede transmitir una señal cuya densidad espectral de potencia es de -44,7 dBm/Hz en un sistema en el que PS_ELFEXT máximo es de 40 dB, correspondiente a un G_FEXT = -97 dBm/Hz. Los datos del cable son los siguientes:

Resistividad: 17,24 Ω·mm/Km

Diámetro conductor: 0,5 mm

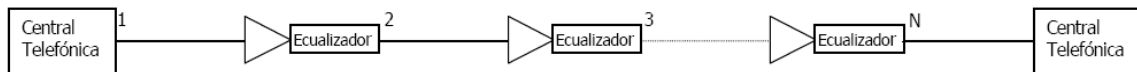
Inductancia: 0,7 mH/Km

Capacitancia: 45 nF/Km

Solución: $f_{max} = 822$ KHz.

Problema 35.

Se desea utilizar un cable de pares para transmisión de señales entre dos centrales telefónicas distantes 50 Km. La señal transmitida sin modular posee un ancho de banda de 1 MHz. El cable de cobre utilizado, que posee un calibre $d = 0.6$ mm., presenta una impedancia característica de 118Ω a la frecuencia de 1 MHz. Su inductancia por unidad de longitud en corriente continua es $L(0) = 0.7$ mH/Km.



Para compensar las pérdidas del cable se utilizan amplificadores que presentan una ganancia máxima de 30 dB, de forma que exista el mismo nivel absoluto de señal en 1 que en 2... que en N. Se supone que la respuesta en amplitud del amplificador es plana con la frecuencia. Para corregir la distorsión de amplitud con la frecuencia introducida por los tramos de cable, se aplica un ecualizador después de cada amplificador, como se muestra en la figura. Se trata de un elemento pasivo. Se pide:

- a) Calcular la resistencia kilométrica del cable, la longitud máxima de cada sección de cable y el número mínimo de amplificadores que se han de instalar en el enlace (sin contar los amplificadores extremos de las centrales).
- b) Determine a partir de que frecuencias (máxima y mínima) pueden aplicarse las aproximaciones de baja y alta frecuencia para el cálculo de la atenuación, y a partir de que frecuencia debe considerarse, además, el efecto pelicular.

Dato: resistividad del cobre, $\rho = 17.24 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{Km}$

SOLUCIÓN:

a) $R_c/l = 307.34 \Omega/\text{Km}$ $l_{max} = 2.65 \text{ Km}$ 18 amplificadores.

b) $f_{BF} = 2772 \text{ Hz}$, $f_{AF} = 71500 \text{ Hz}$, $f_{pelicular} = 24626 \text{ Hz}$

Problema 36.

Para la planificación de sistemas de televisión por cable (CATV), se emplean diferentes modelos de cable coaxial en la red de distribución. Algunas características técnicas de los modelos de cable coaxial aparecen detalladas en la siguiente tabla.

MODELO	CCT-170	CCT-125	CCT-540
Diámetro conductor interior Cu (mm)	1.15	1.65	3.15
Diámetro conductor exterior Cu (mm)	5	7.1	13

Si en la red CATV se emplea el cable coaxial en la banda de descenso (47 – 862 MHz), obtenga los siguientes parámetros de cada uno de los modelos de cable:

- Constante dieléctrica relativa.
- Atenuación máxima.
- Capacidad e inductancia por unidad de longitud.

En la red se desea utilizar amplificadores con ganancia máxima de 32 dB y respuesta que puede considerarse plana con la frecuencia. En los apartados siguientes se supondrán constantes dieléctricas de 1.38, 1.36 y 1.29 para los modelos CCT-170, CCT-125 y CCT-540 respectivamente.

Dichos amplificadores disponen de un ecualizador de amplitud para compensar la distorsión de amplitud que introduce la línea. El ecualizador presenta un *tilt* máximo de 14 dB. Por *tilt* se entiende la diferencia entre amplitudes correspondientes a la frecuencia mínima y máxima que es capaz de compensar.

d) Si la distancia entre amplificadores es de 300 m, ¿qué modelo de cable utilizaría en la red secundaria para que no se produzca distorsión de amplitud (respuesta plana en frecuencia)? Suponiendo que los datos en la expresión de atenuación están referidos a la temperatura de 20°C, la resistencia del cable coaxial presenta un coeficiente de variación con la temperatura, K, invariante con la frecuencia y de valor $4 \cdot 10^{-3}$, y utilizando los mismos amplificadores, calcule:

e) Distancia máxima, a 20°C, entre amplificadores, y disminución de la distancia máxima a 40°C para que no se produzca distorsión de amplitud, utilizando el cable CCT-125. Nota: Suponga que el resto de parámetros primarios son invariantes con la temperatura.

DATOS: Impedancia característica en sistemas CATV: 75 Ω

$$R(T) = R(T_0) \cdot [1 + K(f, T) \cdot (T - T_0)]$$

$$\rho_{Cu} = 17.24 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot m$$

SOLUCIÓN: a), b) y c)

	CCT-170	CCT-125	CCT-540
ϵ_r	1.38	1.36	1.29
α (dB/100m)	15	10.57	5.505
C (nF/Km)	52.15	51.75	50.47
L (mH/Km)	0.29	0.29	0.28

d) CCT-540 e) $l_{max} \approx 173$ m $l_{max} \approx 160$ m