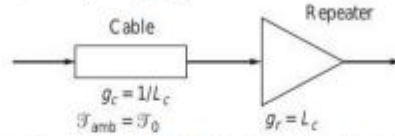


## Ejercicio 2

Considere una sección de un sistema de transmisión por cable operando a temperatura ambiente ( $T=290K$ ), compuesto por un cable coaxil con 2 dB atenuación por kilómetro, seguido de un amplificador con cifra de ruido de 8 dB y cuya ganancia compensa la pérdida del cable. Calcule:



- La relación señal a ruido a la entrada de un sistema formado por 8 secciones de repetición iguales que cubren una distancia total de 80 Km, para recibir en destino al menos 40 dB de relación señal a ruido.
- El mínimo número de secciones necesarias para mantener las relaciones de señal a ruido del inciso a), si ahora los amplificadores tienen una cifra de ruido de 2 dB.
- Cuanto mejoraría la relación señal a ruido de salida si se duplicara la cantidad de secciones calculada en el inciso b).
- La máxima longitud posible del cable coaxil de una sección, si se pretende que la relación señal a ruido a la salida de la sección sea al menos un 10% de la relación señal a ruido a la entrada de la misma.
- Indique es posible invertir el orden del amplificador y el coaxil, justifique en base a las ventajas y/o limitaciones del nuevo esquema.

a)

$$SNR_o = 40dB$$

$$\# \text{ secciones} = 8$$

$$l = 2 \frac{dB}{Km}$$

$$d_{seccion} = 10Km$$

$$F_1 = L_{seccion} = l \cdot d_{seccion} = 2 \frac{dB}{Km} \cdot 10Km = 20dB = 100 \text{ veces}$$

$$F_2 = F_{amp} = 8dB = 6,3 \text{ veces}$$

$$F_{seccion} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} = 100 + \frac{6,3 - 1}{0,01} = 630$$

$$F_{total} = \# \text{ secciones} \cdot F_{seccion} - (\# \text{ secciones} - 1) = 8 \cdot 630 - (8 - 1) = 5033 = 37dB$$

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{F} |_{T_i=T_0}$$

$$SNR_i[dB] = SNR_o[dB] + F[dB] = 40dB + 37dB = 77dB$$

b)

Para mantener las mismas SNR's, se debe mantener el mismo factor de ruido total.

$$F_{seccion} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} = F_1 + (F_2 - 1).F_1 = l_1 + (F_2 - 1).l_1 = l_1.(1 + F_2 - 1) = l_1.F_2$$

$$F_2 = 2dB = 1,58 \text{ veces}$$

$$l_1 = \frac{F_{seccion}}{F_2} = \frac{630}{1,58} = 398,7 = 26dB$$

Como cada tramo atenúa 26dB y el factor de atenuación es 2dB/Km entonces cada tramo tiene una distancia de 13Km

$$\# \text{ secciones} = \frac{80Km}{13Km} = 6,15 \rightarrow 7 \text{ secciones}$$

c)

Considerando que se utilizan 14 secciones:

$$d_{seccion} = \frac{80Km}{14} = 5,71Km$$

$$l_{seccion} = l.d_{seccion} = 2 \frac{db}{Km} . 5,71Km = 11,42dB = 13,86dB$$

$$F_{seccion} = l_1 + \frac{F_{amp} - 1}{\frac{1}{l_1}} = 13,86 + (1,58 - 1).13,86 = 21,8$$

$$F_{total} = \# \text{ secciones}.F_{seccion} - (\# \text{ secciones} - 1) = 14.21,8 - (14 - 1) = 292,56 = 24,65dB$$

$$SNR_o[dB] = SNR_i[dB] - F_{total}[dB] = 77dB - 24,65dB = 52,35dB$$

El valor de  $SNR_o$  paso de 40dB a 52,35dB, es decir, hubo una mejoría de 12,45dB

d)

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{F_{seccion}}$$

$$0,1.SNR_i = \frac{SNR_i}{F_{seccion}} \rightarrow F_{seccion} = \frac{1}{0,1} = 10 = 10dB$$

$$F_{seccion} = l_1 + (6,3 - 1).l_1 = l_1.6,3 \rightarrow l_1 = \frac{F_{seccion}}{6,3} = \frac{10}{6,3} = 1,58 = 2dB$$

Como  $l_1 = 2dB$  y la atenuación es de 2dB/Km, entonces cada sección debe medir 1Km

e)

Si se puede invertir el orden del amplificador y el coaxil. En ese caso, el factor de ruido de cada sección sería:

$$F_{seccion} = F_{amp} + \frac{f_{coax} - 1}{G_{amp}} = 6,3 + \frac{100 - 1}{100} \approx 6,3$$

Resulta en un sistema con mejor factor de ruido por sección.