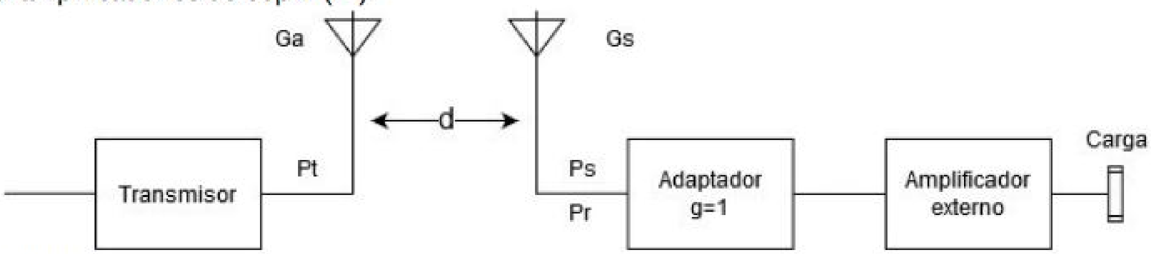
Ejercicio 3 (OBLIGATORIO)

De acuerdo con el sistema planteado debajo se pretende una relación señal a ruido, indicada más adelante, (SNR = Ps / Pr) a la entrada del amplificador. Se sabe que la potencia de ruido de entrada del amplificador es de 50pW (Pr).



Se pide:

a) Calcular la potencia de transmisión (en W, dBW y dBm) de un radioenlace para las siguientes distancias: 5 Km, 10 Km y 20 Km
b) Repetir el punto anterior, pero en vez de un radioenlace usar un cable coaxil con una atenuación de 5dB / km e impedancia característica Zo = 75Ω.
c) Encuentre la problemática que se produce al duplicar las distancias en cada caso. Compare y extraiga conclusiones. Proponga alguna solución práctica a esa problemática.

<u>Datos:</u>

SNR = 33 dB   Fc = 200 MHz   Ga = 2,15 dBi Gs = 1.64 [veces]

El Adaptador es ideal, no agrega ruido.

dBi refiere a isotrópico, es la ganancia de la antena real respecto de una antena ideal isotrópica.

a)

Se puede expresar la densidad de potencia como:

$$S = \frac{P_t}{4.\pi.d^2}$$

Y la potencia recibida como:

$$P_r = S.A_e$$

Donde A_e es el área efectiva de la antena receptora.

$$A_e = \frac{\lambda^2}{4.\pi}$$

Reemplazando una expresión en la otra se llega a:

$$P_r = \frac{P_t}{4.\pi.d^2}.A_e = \frac{P_t}{4.\pi.d^2}.\frac{\lambda^2}{4.\pi}$$

Finalmente se puede expresar la atenuación del medio (en veces) como:

$$\frac{P_t}{P_r} = \left(\frac{4.\pi.d}{\lambda}\right)^2$$

Expresado en DB se lo conoce como la expresión de Friss:

$$L_{(dB)} = 20.\log\left(\frac{4.\pi.d}{\lambda}\right)$$

La atenuación del medio dependerá de la longitud de onda λ y de la distancia d.

La longitud de onda se calcula como:

$$\lambda = \frac{c}{F_c} = \frac{3.10^8}{200.10^6} = \frac{3}{2} = 1,5$$

La atenuación para los distintos casos será:

$$L_{(dB)}|_{5Km} = 20.\log\left(\frac{4.\pi.5.10^3}{1,5}\right) = 92,44dB$$

$$L_{(dB)}|_{10Km} = 20.\log\left(\frac{4.\pi.10.10^3}{1,5}\right) = 98,46dB$$

$$L_{(dB)}|_{20Km} = 20.\log\left(\frac{4.\pi.20.10^3}{1,5}\right) = 104,48dB$$

La potencia de salida P_s se puede calcular a partir de la potencia de ruido y la relación señal ruido (SNR).

$$P_N = 50pW$$

$$P_{N(dBm)} = 10.\log\left(\frac{P_N}{1mW}\right) = 10.\log\left(\frac{50pW}{1mW}\right) = -73dBm$$

$$SNR_{(Veces)} = \frac{P_s}{P_N}$$

$$SNR_{(dBm)} = P_{s(dBm)} - P_{N(dBm)}$$

Finalmente, se puede calcular la potencia de salida como:

$$P_{s(dBm)} = SNR_{(dBm)} + P_{N(dBm)} = 33dB + (-73dBm) = -40dBm$$

Conociendo la ganancia de los transmisores (G_A/G_S), la atenuación del medio ($L_{(dB)}$) y la potencia de salida (P_s), se puede calcular la potencia de transmisión como:

$$P_{t(dBm)} = P_{s(dBm)} + L_{(dB)} - (G_A + G_S)$$

$$P_{t(dBm)}|_{5Km} = -40dBm + 92,44dB - 4,3dB = 48,14dBm$$

$$P_{t(dBm)}|_{10Km} = -40dBm + 98,46dB - 4,3dB = 54,16dBm$$

$$P_{t(dBm)}|_{20Km} = -40dBm + 104,48dB - 4,3dB = 60,18dBm$$

Para convertirlo a potencia en $[W]$ utilizamos:

$$P_{(W)} = 1mW.10^{\frac{P_{(dBm)}}{10}}$$

$$P_{t(W)}|_{5Km} = 65,16W$$

$P_{t(W)}|_{10Km} = 413W$

$P_{t(W)}|_{20Km} = 1042,31W$

Para convertirlo a potencia en $[dBW]$ utilizamos:

$$P_{(dBW)} = 10.\log\left(\frac{P_{(W)}}{1W}\right)$$

$P_{t(dBW)}|_{5Km} = 18,14dBW$

$P_{t(dBW)}|_{10Km} = 24,16dBW$

$P_{t(dBW)}|_{20Km} = 30,18dBW$

b)

Para el caso en el que el medio es un cable coaxil, la atenuación varía linealmente con la distancia, siendo esta para cada caso:

$$L_{(dB)}|_{5Km} = 5\frac{dB}{Km}.5Km = 25dB$$

$$L_{(dB)}|_{10Km} = 5\frac{dB}{Km}.10Km = 50dB$$

$$L_{(dB)}|_{20Km} = 5\frac{dB}{Km}.20Km = 100dB$$

Considerando la atenuación que produce el coaxil y el hecho de que ya no están presente la ganancia de antenas, se calcula la potencia transmitida como:

$$P_{t(dBm)} = P_{s(dBm)} + L_{(dB)}$$

$P_{t(dBm)}|_{5Km} = -40dBm + 25dB = -15dBm$

$P_{t(dBm)}|_{10Km} = -40dBm + 50dB = 10dBm$

$P_{t(dBm)}|_{20Km} = -40dBm + 100dB = 60dBm$

Para convertirlo a potencia en $[W]$ utilizamos:

$$P_{(W)} = 1mW.10^{\frac{P_{(dBm)}}{10}}$$

$P_{t(W)}|_{5Km} = 31,62\mu W$

$P_{t(W)}|_{10Km} = 10mW$

$P_{t(W)}|_{20Km} = 1000W$

Para convertirlo a potencia en $[dBW]$ utilizamos:

$$P_{(dBW)} = 10.\log\left(\frac{P_{(W)}}{1W}\right)$$

$P_{t(dBW)}|_{5Km} = -45dBW$

$P_{t(dBW)}|_{10Km} = -20dBW$

$P_{t(dBW)}|_{20Km} = 30dBW$

Para calcular la transmisión de potencia en $[dBmV]$ es necesario calcular el valor de tensión en la entrada para cada caso:

$V_{ief} = \sqrt{P_t.Z_0}$

$V_{ief}|_{5Km} = \sqrt{P_{t(W)}|_{5Km}.Z_0} = \sqrt{31,62.10^{-6}W.75\Omega} = 0,0486V$

$V_{ief}|_{10Km} = \sqrt{P_{t(W)}|_{10Km}.Z_0} = \sqrt{10.10^{-3}W.75\Omega} = 0,866V$

$V_{ief}|_{20Km} = \sqrt{P_{t(W)}|_{20Km}.Z_0} = \sqrt{1000W.75\Omega} = 273,86V$

Ahora se puede calcular la transmisión de potencia como:

$P_{t(dBmV)} = 20.\log\left(\frac{V_{ief}}{1mV}\right)$

$P_{t(dBmV)}|_{5Km} = 20.\log\left(\frac{V_{ief}|_{5Km}}{1mV}\right) = 20.\log\left(\frac{0,0486V}{1mV}\right) = 33,73dBmV$

$P_{t(dBmV)}|_{10Km} = 20.\log\left(\frac{V_{ief}|_{10Km}}{1mV}\right) = 20.\log\left(\frac{0,866V}{1mV}\right) = 58,75dBmV$

$P_{t(dBmV)}|_{20Km} = 20.\log\left(\frac{V_{ief}|_{20Km}}{1mV}\right) = 20.\log\left(\frac{273,86V}{1mV}\right) = 108,75dBmV$

	d[Km]				
	5	10	20		
Radioenlace	92,44	98,46	104,48	[dB]	Atenuación
	65,16	413	1042,31	[W]	Potencia Transmitida
	18,14	26,16	30,18	[dBW]	
	48,14	56,16	60,18	[dBm]	
Cable Coaxil	25	50	100	[dB]	Atenuación
	$31,62 \times 10^{-6}$	10×10^{-3}	1000	[W]	Potencia Transmitida
	-45	-20	30	[dBW]	
	-15	10	60	[dBm]	
	33,73	58,75	108,75	[dBmV]	