

2. RUIDO Y DISTORSION

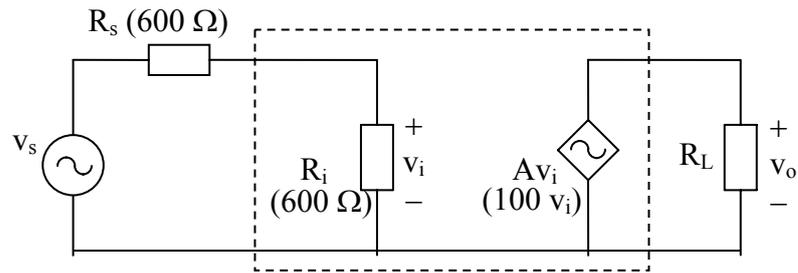
(Jun.94)

1. a) Calcular la relación s/n a la salida del cuadripolo, si la entrada es $v_s = 10^{-3} \sin(10^4 t)$. El ruido propio del cuadripolo a la entrada viene caracterizado por

$$\eta_v = 10^{-18} \text{ V}_{\text{ef}}^2 / \text{Hz} \quad \eta_i = 10^{-22} \text{ A}_{\text{ef}}^2 / \text{Hz}$$

- b) Calcular la T_{eq} de ruido del cuadripolo

Datos: ancho de banda = 100 kHz, temperatura de trabajo = 300 °K, $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J} / \text{°K}$

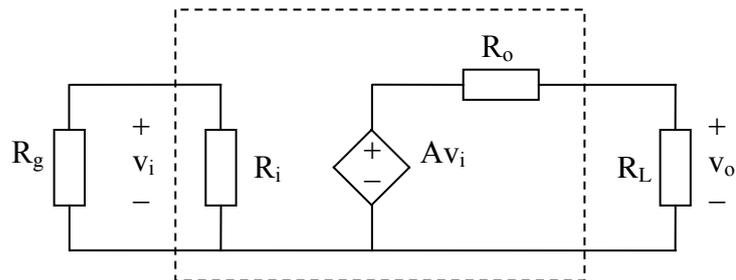


Sol. (a) $\left(\frac{s}{n}\right)_0 = 50.3 \text{ dB}$ (b) $T_{\text{eq}} = 1117 \text{ °K}$

(Sep.94)

2. Se mide la potencia de ruido a la salida de un cuadripolo con una resistencia R_g conectada a su entrada a 298°K. Después se aumenta progresivamente la temperatura de R_g hasta que la potencia de ruido a la salida del cuadripolo es el doble que la inicial, lo que ocurre a 656°K. Determinar:

- a) La temperatura equivalente de ruido del cuadripolo
b) Su figura de ruido



Sol. (a) $T_{\text{eq}} = 60 \text{ °K}$ (b) $\text{NF} = 0.82 \text{ dB}$

(Jun.95)

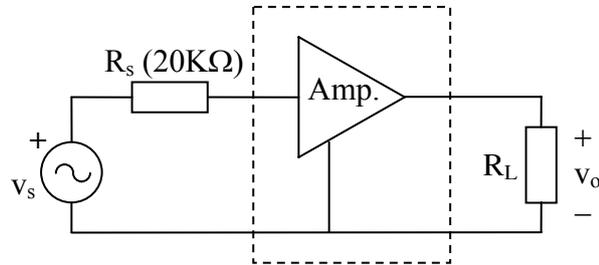
3. Un amplificador tiene las siguientes características

$$A_v = 10 \quad R_{in} = \infty \quad R_o = 0 \quad B(\text{ancho de banda}) = 10\text{kHz}$$

En ese ancho de banda el ruido propio del cuadripolo a la entrada viene caracterizado por

$$\eta_v = 9 \times 10^{-16} \text{ V}_{\text{eff}}^2 / \text{Hz} \quad \eta_i = 10^{-24} \text{ A}_{\text{eff}}^2 / \text{Hz}$$

- Calcule la relación s/n a la salida del cuadripolo, si el nivel del generador es 1mV_{pp}
- Calcule el factor de ruido
- ¿Qué valor de R_s hace mínimo el factor de ruido?
- Calcule el factor de ruido con el nuevo valor de R_s

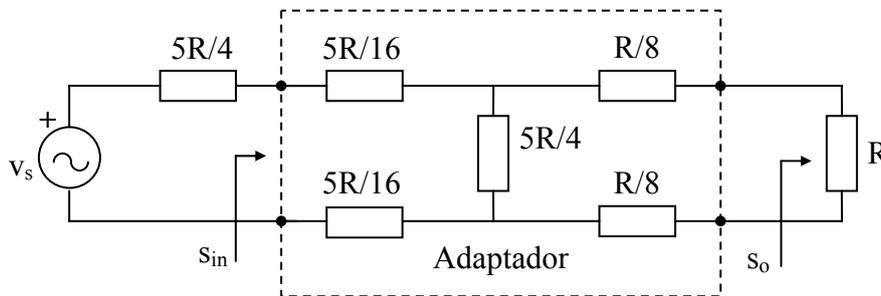


Datos: temperatura de trabajo = 290 °K , $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J / °K}$

Sol. (a) $\left(\frac{S}{n}\right)_0 = 45 \text{ dB}$ (b) $F = 5$ (c) $R_s = 30 \text{ K}$ (d) $F = 4.75$

(Sep.98)

4. a) Encontrar la atenuación y el factor de ruido de la red de adaptación de la figura, suponiendo que se encuentra a temperatura T_0



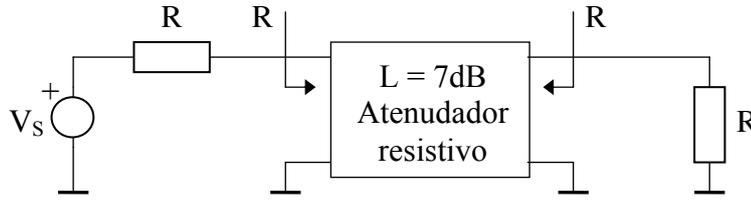
Nota: Obsérvese que existe adaptación de impedancias en ambos extremos

b) La red se usa para adaptar una antena de impedancia $5R/4$ a un receptor de impedancia de entrada R y figura de ruido 8 dB . Hallar la figura de ruido del conjunto adaptador-receptor.

Sol. (a) $L = F = 5$ (b) $\text{NF} = 15 \text{ dB}$

(Feb.02)

5. Sea el siguiente sistema con adaptación de impedancias en fuente y carga



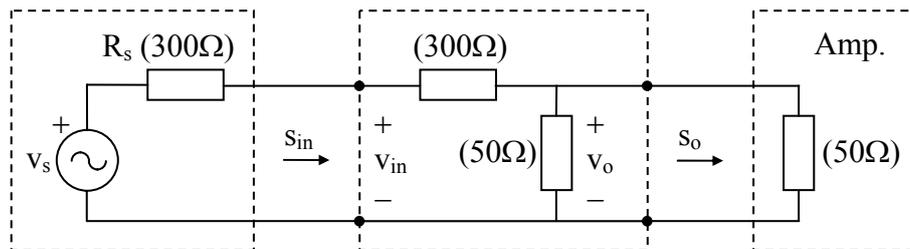
- Datos:
- $T_o = 290\text{K}$,
 - Constante de Boltzman, $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$
 - Temperatura de fuente $T_S = 3000 \text{ }^\circ\text{K}$
 - Ancho de banda del receptor $B_{FI} = 10\text{MHz}$
 - Todas las etapas están adaptadas con $R = 60\Omega$

- a) Suponiendo L un atenuador resistivo a T_o y fuente a T_S , halle el valor eficaz de V_S para tener una relación señal ruido a la salida, $(s/n)_o = 10\text{dB}$.
- b) Si el atenuador resistivo se encuentra ahora a una temperatura T_S , halle la expresión del factor de ruido del mismo en función de L, T_S y T_o . Calcule su valor numérico.

Sol. (a) $V_{s,\text{eff}} = 37,1 \mu\text{V}$ (b) $\text{NF} = 16,3 \text{ dB}$

(Sep.95)

6. El acoplamiento de impedancias entre un antena de 300Ω y un amplificador de 50Ω se puede aproximar por una resistencia de 300Ω en serie con la antena y otra de 50Ω en paralelo con la entrada del amplificador, según se muestra en la figura siguiente



- a) Calcular la atenuación (en potencia) del adaptador s_o/s_{in}
- b) Calcular el factor de ruido y la T_{eq} de esta red resistiva

Datos: temperatura de trabajo para todo el sistema $290 \text{ }^\circ\text{K}$, $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J / }^\circ\text{K}$

Sol. (a) $\frac{s_o}{s_{in}} = \frac{1}{26}$ (b) $T_{eq} = 25T_o$, $F = 26$

(Sep.97)

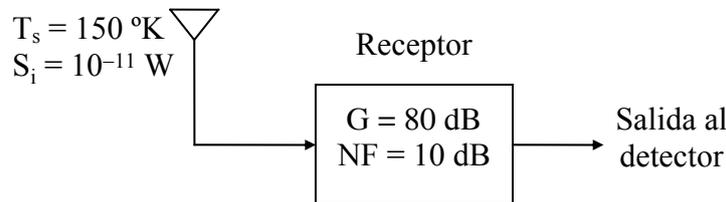
7. Un receptor tiene 15 kHz de ancho de banda, 50Ω de impedancia de entrada y figura de ruido, $NF = 6 \text{ dB}$. Está conectado a la antena con un cable que produce 6 dB de pérdidas y tiene $NF = 7 \text{ dB}$. El cable está adaptado y el sistema completo se halla a $290 \text{ }^\circ\text{K}$.

- ¿Cuál es la mínima señal en la antena que produce una relación s/n a la salida de 20 dB?
- Si la temperatura equivalente de ruido de la antena fuera $3000 \text{ }^\circ\text{K}$, ¿cuál sería la nueva señal de entrada mínima para tener la misma relación s/n a la salida?

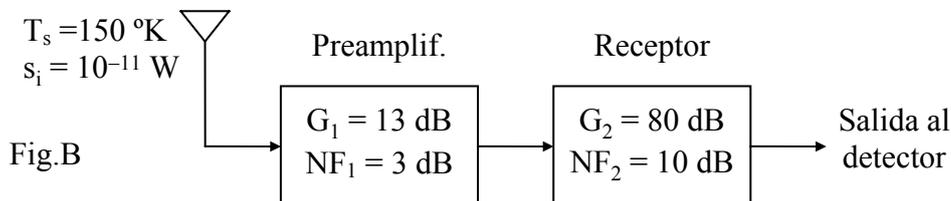
Sol. (a) $4.5 \mu\text{V}$ (b) $5.6 \mu\text{V}$

(Jun.96)

8. a) El receptor que se muestra en la Figura A tiene un ancho de banda de 6MHz y está adaptado a la antena. Encontrar su temperatura equivalente de ruido (T_1), y las relaciones $(s/n)_i$ y $(s/n)_o$.



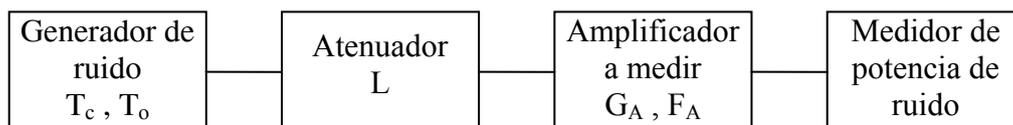
b) Para mejorar la $(s/n)_o$, se añade un preamplificador como muestra la Figura B. Hallar la nueva temperatura equivalente de ruido del conjunto (T_2) y la relación $(s/n)_o$.



Sol. (a) $T_1 = 2610 \text{ }^\circ\text{K}$, $(s/n)_i = 29\text{dB}$, $(s/n)_o = 16.4\text{dB}$ (b) $T_2 = 420,5 \text{ }^\circ\text{K}$, $(s/n)_o = 23.3\text{dB}$

(Jun.97)

9. Para medir el factor de ruido de un amplificador de bajo ruido se emplea el siguiente montaje.



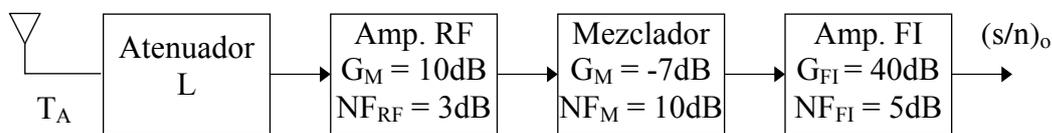
En el generador de ruido se pueden seleccionar una de las dos temperaturas de ruido, T_c y T_o , siendo $T_c > T_o$. El atenuador es resistivo puro y tiene una atenuación, L , conocida. Todas las etapas se hallan adaptadas.

- Hallar la temperatura equivalente de ruido del conjunto formado por el atenuador y el amplificador.
- Hallar el cociente entre la potencia de ruido medida cuando el generador de ruido tiene seleccionada T_c y cuando tiene T_o . ($\gamma = n_{oc}/n_{oo}$)
- Si ajustamos T_c para tener $\gamma = 2$. Hallar el factor de ruido del amplificador en función de T_c , T_o y L

Sol. (a) $T_{eq} = (LF_A - 1)T_o$ (b) $\gamma = \frac{T_c + (LF_A - 1)T_o}{LF_A T_o}$ (c) $F_A = \frac{1}{L} \left(\frac{T_c}{T_o} - 1 \right)$

(Sep. 00)

10. Sea un receptor cuyo esquema de bloques es el representado en la figura



- Datos:
- Temperatura física del atenuador $T_o = 290K$
 - Ancho de banda de FI $B_{FI} = 10kHz$
 - Todas las etapas están adaptadas con $Z_{in} = Z_{out} = 50\Omega$
 - Temperatura de ruido de la antena $T_A = 135 \cdot 10^6 K$
 - Señal de entrada del receptor $V_s = 100\mu V_{ef}$

Hallar:

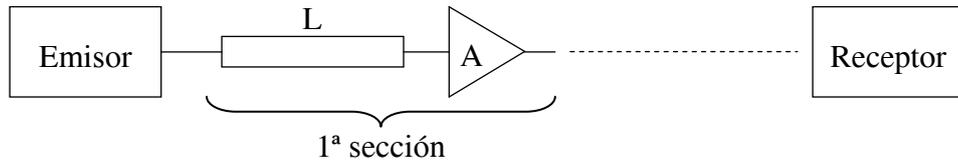
- El valor del factor de ruido del conjunto amplificador RF, mezclador y amplificador FI
- La expresión del factor de ruido del receptor completo y la de la temperatura equivalente del mismo.
- El valor de la potencia de señal a la entrada del receptor
- El valor de la atenuación L máxima para garantizar una relación señal/ruido a la salida $(s/n)_o = 10dB$.

Sol. (a) 3.98 (c) 200 pW (d) 39.4 dB

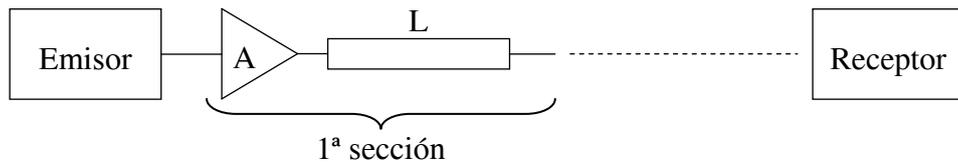
11. a) Para conectar un emisor y un receptor se emplea un cable de 30 Km cuya atenuación es 1 dB/Km. Existe adaptación de impedancias del emisor y el receptor con el cable, y el conjunto se halla a $T_o = 290$ °K. Calcular la degradación de la relación s/n en dB, entre la entrada y la salida del cable.

Para evitar la degradación de la relación s/n se quieren colocar 5 amplificadores repetidores a lo largo del cable que compensan su atenuación. La figura de ruido de cada repetidor es de 7 dB. El conjunto del cable se puede representar como 5 bloques idénticos en cascada, cada uno formado por una sección de cable y un repetidor que compensa las pérdidas de la sección ($A = L$)

b) La primera posibilidad es situar el amplificador al final de cada sección, según muestra la figura. Determinar la degradación de la relación s/n.



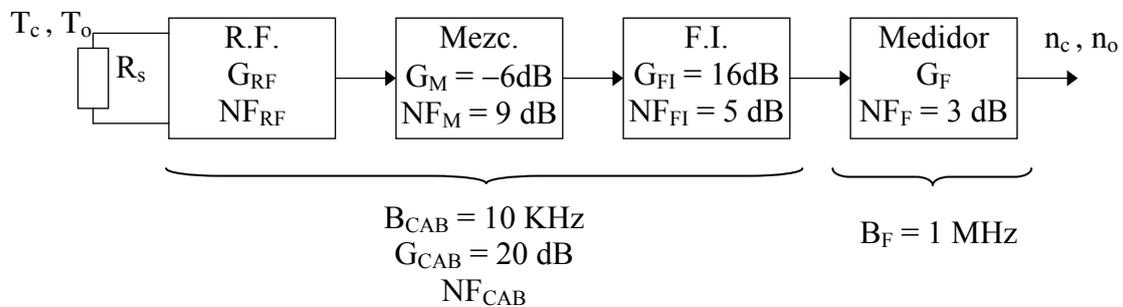
c) La segunda posibilidad es situar el amplificador al inicio de cada sección, según muestra la figura. Determinar la degradación de la relación s/n. ¿Qué solución es mejor?



Sol. (a) 30 dB (b) 19.8 dB (c) 13.9 dB

(Feb.00)

12. Se utiliza un medidor de ruido, con factor de ruido $NF_F = 3\text{dB}$ y un ancho de banda equivalente de ruido de 1 MHz, para evaluar el factor de ruido de un cabezal receptor compuesto por amplificador de RF, mezclador y amplificador de FI. El resultado de la medida NF_{Tot} es de 6.6 dB. Todas las etapas están adaptadas.



Hallar:

- La expresión de F_{Tot} para el conjunto cabezal + medidor (considerado como un solo bloque) en función de $\gamma = n_c/n_o$, la relación entre la potencia de ruido medida (a la salida del medidor de ruido) con la fuente a T_c respecto a la misma potencia medida a T_o .
- Las expresiones de n_c y n_o (*)
- El factor de ruido del cabezal receptor (la expresión queda en función de F_{Tot})
- El factor de ruido del amplificador RF del cabezal

***Notar que $B_{CAB} \neq B_F$ y que por tanto sólo se puede aplicar Friis a la etapa del cabezal.**

Sol. (a) $F_{Tot} = \left(\frac{T_c/T_o - 1}{\gamma - 1}\right)$ (c) $F_{CAB} = F_{Tot} - 1 = 3.57$ (d) $F_{RF} = 2$

(Jun.95)

13. Definir los siguientes términos relativos a la distorsión de un receptor

- Punto de compresión a 1dB (N_{1dB})
- Relación de distorsión por intermodulación (P_{IMR})
- Margen dinámico

14. Un receptor tiene los siguientes parámetros: figura de ruido 10 dB, impedancia de entrada 50Ω , punto de intersección de intermodulación (P_{IP3}) -5 dBm y ancho de banda 3.5 kHz. ¿Cuál es la mínima señal detectable para tener $(s/n)_o$ de 0 dB? ¿Cuál es el rango dinámico del receptor?

Sol. (a) $0.17 \mu V$ (b) 82 dB

(Feb.04)

15. Dado un amplificador no lineal con una característica entrada salida:

$$y(t) = 10x(t) - 30x^3(t)$$

donde $x(t)$ es la tensión de entrada e $y(t)$ es la tensión de salida.

- Calcule el punto de intersección de la intermodulación de tercer orden a la entrada del amplificador (A_{IP3}).
- Calcule el rechazo (*) a la salida del amplificador para el producto de intermodulación de tercer orden, si la amplitud de entrada es de 10mV.

(*) Se define el *rechazo a la salida* (ΔR) para el producto de intermodulación de orden n como la relación entre la potencia de señal útil y la potencia del producto de intermodulación de orden n , medidas ambas a la salida del sistema, en dB.

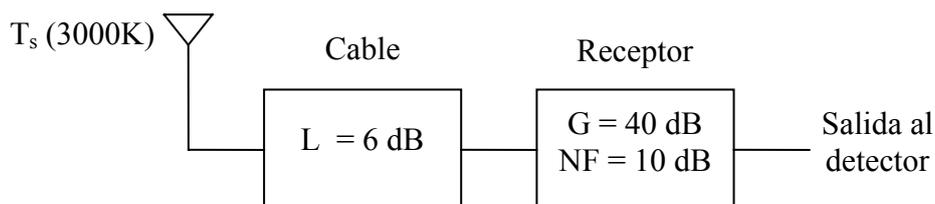
Sol. (a) 0,66V (b) 73dB

(Sep.96)

16. El receptor que se muestra en la figura tiene un ancho de banda de 10 kHz. La antena tiene una impedancia de 60Ω . Las tres etapas están adaptadas y el cable actúa como un atenuador resistivo. El receptor y el cable se hallan a T_o .

- ¿Cuál es la mínima señal detectable, N_f , para tener $(s/n)_o = 0$ dB ?
- Si el punto de intersección de intermodulación son -5 dBm, ¿Cuál es el margen dinámico del receptor?

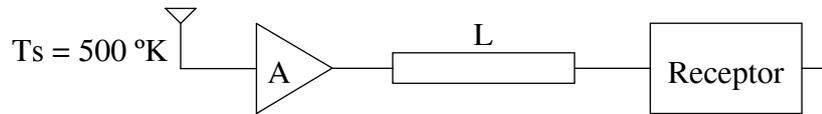
Datos : $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K}$ $T_o = 290^\circ\text{K}$ $DR = (P_I / N_f)^{2/3}$



Sol. (a) $0.69 \mu V_{\text{eff}}$ (b) 74.7 dB

(Feb.06)

17. El sistema que se muestra en la figura, formado por una amplificador, un atenuador (resistivo puro) y un receptor de $B = 200$ kHz, tiene todas las etapas adaptadas.



Amplificador	$G_A = 17$ dB	$NF_A = 2.6$ dB	$IIP_{3A} = -10$ dBm
Atenuador	$L = 6$ dB		$IIP_{3L} = 40$ dBm
Receptor	$G_R = 80$ dB	$NF_R = 2.8$ dB	$IIP_{3R} = -60$ dBm

Hallar:

- La ganancia total
- La figura de ruido equivalente
- La potencia mínima a la entrada (noise floor, N_f) para tener $(s/n)_o = 10$ dB.
- El punto de intersección del tercer armónico a la entrada (IIP_3) del sistema completo.
- El margen dinámico del conjunto

Sol. (a) $G = 91$ dB (b) $NF = 2.9$ dB (c) $N_f = -106.7$ dBm

(d) $IIP_3 = -60$ dBm (e) $DR = 31.2$ dB