

**Module : Communications analogiques**

**Série d'exercices n°4 : Les bruits en télécommunications**

**Exercice 1**

Calculer en dBm, la puissance de bruit thermique à l'entrée d'un système à bande passante limitée par  $f_1=10\text{MHz}$  et  $f_2=100\text{MHz}$ , pour :  $T=20\text{C}^\circ$  et  $T=45\text{C}^\circ$ .

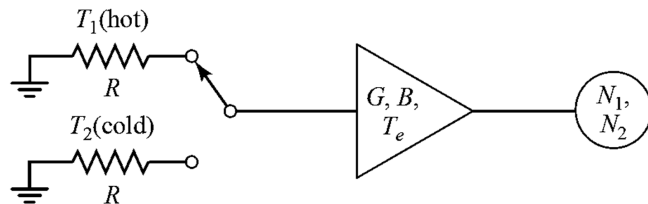
**Exercice 2**

On veut mesurer la température équivalente  $T_e$  d'un quadripôle ayant un gain  $G$ , pour cela on utilise la méthode suivante :

Mesure à chaud : On branche à l'entrée de ce quadripôle une résistance adaptée  $R$  à une température  $T_1$ , on mesure à la sortie une puissance de bruit  $N_1$ .

Mesure à froid : On remplace  $R$  par une résistance identique mais à une température différente  $T_2$  (moins élevée), on mesure à la sortie une puissance de bruit  $N_2$ .

1. Exprimer  $T_e$  en fonction de  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $T_1$  et  $T_2$ .
2. Exprimer le facteur de bruit de ce quadripôle en fonction de  $T_e$  et  $T_0$ .

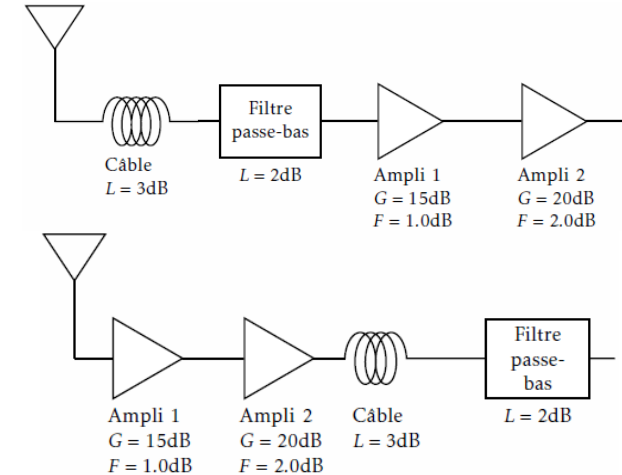


Le gain en puissance d'un amplificateur est 20dB, sa bande passante est 1GHz. En utilisant la méthode décrit précédemment, on trouve une puissance de bruit de -62dBm à  $-290\text{K}$  et -64.7dBm à  $77\text{K}$ .

3. Calculer la température équivalente de bruit et le facteur de bruit de cet amplificateur.
4. On branche à l'entrée de cet amplificateur une source de bruit ayant une température équivalente de  $450\text{K}$ . Calculer la puissance de bruit à sa sortie en dBm.

**Exercice 3**

Soit les deux systèmes suivants :

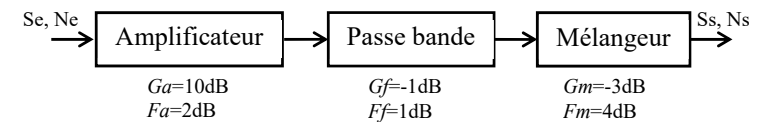


Pour le câble et le filtre passe bas :  $L$  veut dire pertes et on suppose que  $F=L$ .

1. Calculer le gain et le facteur de bruit pour chacun des deux systèmes.
2. Comparer les résultats.

**Exercice 4**

Le système suivant est composé par un amplificateur, un filtre passe bande et un mélangeur. Sachant qu'il fonctionne à la température  $T=290\text{K}$  et avec une bande passante de 10MHz.



1. Calculer le facteur de bruit de système.
2. L'entrée de ce système reçoit un signal de bruit depuis une antenne qui fonctionne à la température  $T_A=150\text{K}$ . Trouver la puissance de bruit à la sortie.
3. Si un SNR minimum de 20dB est nécessaire à la sortie, calculer la tension minimale de signal qu'on doit appliquer à l'entrée du système (l'impédance d'entrée de système est  $50\Omega$ ).

**Exercice 5**

Un bruit AWGN noté  $n_w(t)$  ayant une densité spectrale de puissance  $N_0/2$ , passe par un filtre passe-bande avec une bande passante  $W$  centrée sur la fréquence  $f_c$ . Le bruit à la sortie de filtre est noté  $n(t)$ .

1. Quelle est la densité spectrale de puissance de  $X_c(t)$  et  $X_s(t)$ , les composantes basse fréquence de  $n(t)$  ? Tracer leurs spectres.

Le signal  $n(t)$  est multiplié par un signal sinusoïdal de fréquence  $f_0$ , généré par un oscillateur local, avant de passer par un filtre passe bas de bande passante  $2W$ .

2. Trouver la densité spectrale de puissance de  $X_c(t)$  et  $X_s(t)$  à la sortie de filtre passe bas. Tracer leurs spectres.
3. Calculer la puissance de bruit à la sortie de filtre passe bas.

**Exercice 6**

Un récepteur AM-DSB est composé d'un filtre d'entrée et d'un démodulateur synchrone, reçoit un signal modulé :

$$S_{DSB}(t) = [\sin(3000\pi t) + 2\cos(1000\pi t)]\sin(10^7 t) \quad [V]$$

1. Donner le schéma bloc de ce démodulateur en précisant les différents signaux.
2. Calculer la puissance de signal à l'entrée de démodulateur.
3. Trouver l'expression de signal à la sortie de démodulateur, et calculer sa puissance.

En plus du signal utile, le récepteur reçoit un bruit AWGN avec une densité spectrale de puissance :  $N_w=10^{-12}$  W/Hz.

4. Calculer la puissance de bruit à l'entrée de démodulateur.
5. Sachant que le rapport  $SNRs/SNR_e=2$ , calculer la puissance de bruit à la sortie de démodulateur.

**Exercice 7**

Calculer la puissance nécessaire à l'émission en AM pour atteindre un niveau de signal sur bruit de 20dB à la sortie d'un récepteur situé à 10Km de l'émetteur, sachant que le canal de transmission est caractérisé par une atténuation de 9dB/Km.

On donne :  $m = 0.82$ , la puissance de bruit à l'entrée de récepteur  $N_e = -83dB$ .

**Exercice 8**

Un signal message  $m(t)$  ayant une bande de fréquence de 10KHz avec une puissance de 16W et une amplitude maximale de 6.

On veut transmettre ce signal à travers un canal ayant une atténuation de 80dB et un bruit AWGN avec une densité spectrale de puissance  $S_n(f)=10^{-12}$ W/Hz, en réalisant un SNR d'au moins 25dB à la sortie de démodulateur.

Trouver la puissance et la bande passante nécessaires pour l'émission, si on utilise les modulations : DSB AM, SSB AM et AM avec  $m=0.8$

**Exercice 9**

Pour réaliser une liaison entre la faculté d'électronique et le rectorat, on utilise comme support de transmission 400m de câble coaxial caractérisé par une atténuation de 10.9dB/100m.

L'émetteur envoie un signal vidéo modulé en amplitude avec une bande **B** allant de 90MHZ à 100MHZ.

Le récepteur est constitué d'un filtre passe-bande avec une largeur de bande **B**, suivi d'un amplificateur avec un gain de 20dB puis d'un démodulateur AM.

On suppose que la densité spectrale de puissance du bruit à l'entrée de récepteur s'écrit :

$$S_n(f) = \begin{cases} 25 \cdot 10^{-12} \left(1 - \frac{|f|}{10^8}\right) & \text{pour } 10MHz < |f| < 100MHz \\ 0 & \text{pour } |f| < 10MHz \text{ ou } |f| > 100MHz \end{cases}$$

Pour une réception optimale, on doit réaliser un rapport de signal sur bruit qui dépasse 20dB à l'entrée de démodulateur.

Calculer la puissance qu'on doit émettre.