NOM : **Prénom** :

INT –EI2 – Tronc commun
CONTROLE FINAL 1 du MODULE CH21

- Corrigé Rapide-

10 décembre 2007 - Durée 1 h 30 - Tous documents autorisés

Remarques

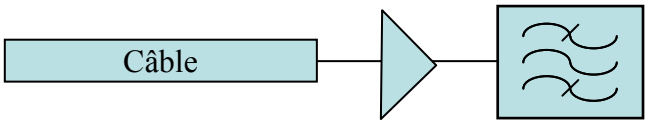
- Répondre impérativement dans l'espace prévu pour chaque question.
- Donner l'expression littérale du résultat avant de passer à l'application numérique.
- Clairement indiquer au début de l'application numérique, quelles valeurs sont utilisées en lieu et place des variables littérales.

Exercice 1 - Facteur de bruit

a) Calculer le facteur de bruit d'une chaîne constituée par un câble coaxial présentant une atténuation de 3 dB, un préamplificateur faible bruit de gain égal à 10 dB et de facteur de bruit de 1,2dB, suivi par un filtre passif présentant une atténuation de 1,6 dB.

Donner la formule littérale avant l'application numérique.

Correction



Amplificateur Filtre

Le câble et le filtre sont des éléments passifs, leur facteur de bruit F est obtenu à partir du gain G du composant: FG=1

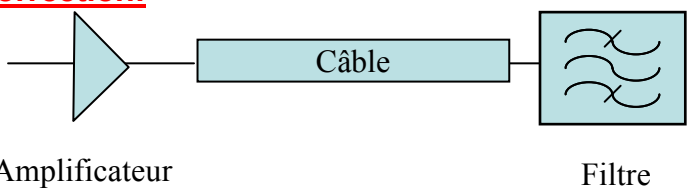
Le facteur de bruit se calcule à partir de la formule de Friis :

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1.G_2}$$

F= 2.7 => soit F (dB)= 4.3dB

b) Changer la position du préamplificateur dans la chaîne en le positionnant en première place et calculez le nouveau facteur de bruit de la chaîne.

Correction:



$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1.G_2}$$

F = 1.4988 => soit F (dB)= 1.75dB

c) Le préamplificateur contribue-t-il à améliorer ou à dégrader les performances en bruit de la chaîne ?

Correction:
On vérifie bien ici la formule de Friis qui précise qu'en début de chaine il est préférable de positionner un élément …. Cf cours et exercices traités.

Exercice 2 - Paramètres S

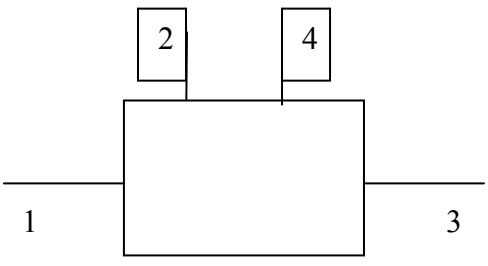
Soit un coupleur directif idéal dans lequel les accès 1 et 4 sont isolés, et les accès 1 et 2 sont couplés.

a) donner la forme générale de la matrice d'un tel coupleur.

correction

Les accès 1 et 2 sont couplés (S21) et les accès 1 et 4 sont isolés (S41=0)
Le coupleur directif idéal est adapté (diagonale nulle), il est réciproque (la matrice est symétrique) (S21= S12 et S41=S14) et il est sans perte $[S][S]^{T*}=[I]$

Nous avons aussi couplage entre les accès 3 et 4 et isolation entre les accès 2 et 3
Il est adapté à chacun de ces accès (Sii=0) sur l'impédance de référence



La matrice peut s'écrire sous la forme : $S=\begin{bmatrix} 0 & S21 & S31 & 0 \\ S21 & 0 & 0 & S42 \\ S31 & 0 & 0 & S43 \\ 0 & S42 & S43 & 0 \end{bmatrix}$

b) On suppose un couplage de 10dB. En supposant que le coupleur ne provoque pas de déphasage, donnez sa matrice S (avec les valeurs numériques des éléments de la matrice).

Correction:

Le coupleur ne présentant pas de déphasage sa matrice est donc et d'après les propriétés citées en a) (réciproque, adaptée et sans pertes $[S][S]^{T*}=[I]$ => $\alpha^2+\beta^2=1$) de la forme:

$$S=\begin{bmatrix} 0 & \alpha & \beta & 0 \\ \alpha & 0 & 0 & \beta \\ \beta & 0 & 0 & \alpha \\ 0 & \beta & \alpha & 0 \end{bmatrix}$$

Le coefficient de couplage nous permet de calculer les valeurs de α et β $C_{dB}=20\log|S21|= -10dB$

D'où α = 0.316 Et β= 0.948

$$S=\begin{bmatrix} 0 & 0.316 & 0.948 & 0 \\ 0.316 & 0 & 0 & 0.948 \\ 0.948 & 0 & 0 & 0.316 \\ 0 & 0.948 & 0.316 & 0 \end{bmatrix}$$

Exercice N°3 Non-Linéarités & bilan de liaison

Considérons un système de télécommunication GSM900. L'oscillateur (OL) utilisé pour générer les fréquences de ce système, génère la fréquence de fonctionnement du système
f1 = 900,5 MHz, à une puissance d'émission égale à Pe_{f1} = -3dBm. Mais cet oscillateur génère une autre fréquence f2 égale à 900MHz, à une puissance égale à Pe_{f2} = -13 dBm.
Ces signaux traversent un dispositif qui présente une non-linéarité d'ordre 3, comme décrit dans la figure 1 ci-dessous:

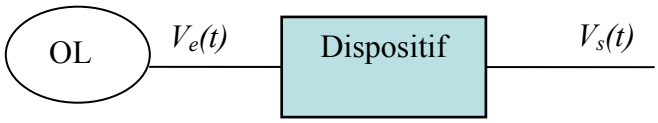


Figure 1 : chaîne considérée

.
En considérant un signal d'entrée de la forme :

$$V_e(t) = A_1 \cos 2\pi f_1 t + A_2 \cos 2\pi f_2 t$$

et la non linéarité du dispositif pouvant s'exprimer sous la forme:

$$V_s(t) = 30.Ve(t) + 1.V_e^2(t) - 0{,}04.V_e^3$$

a) Donner les expressions de toutes les fréquences (les produits d'intermodulation d'ordre pair et impair et les harmoniques) qui seront présents en sortie de ce dispositif ainsi que leurs valeurs.

Correction

D'après le cours nous pouvions déduire les différentes fréquences issues des effets de non-linéarité d'ordre 3 pour le cas du GSM 900:

Aux fréquences fondamentales :
f1= 900,5 MHz et f2 = 900 MHz
Aux fréquences harmoniques :
f3= 2*f1=1801 MHz, f4= 2*f2=1800MHz, f5= 3*f1=2701,5 MHz, f6= 3*f2=2700MHz

les produits d'intermodulation d'ordre 2 sont :
f7= f1-f2 = 0.5MHz
f8= f1+f2 = 1800,5 MHz

et les produits d'intermodulation d'ordre 3 sont :
f9= 2*f1-f2= 901 MHz f11= 2*f1+f2= 2701 MHz
f10= 2*f2-f1= 899 MHz f12= 2*f2+f1= 2007,5 MHz

b) Considérons maintenant un autre système de communication (GSM1800) qui fonctionne à la fréquence de 1800 MHz.

La puissance d'émission est égale à 1W, la distance séparant le récepteur de l'émetteur est de 10Km. La bande passante est égale à 0,75 MHz (de 1800MHz à 1800,75MHz), les gains de l'antenne d'émission et de réception sont de 0dB.

- Calculer, pour ce système de télécommunication GSM1800, le bilan de liaison et le rapport signal à bruit (qui doit être positif)

Correction:

Longueur d'onde= c/f = 0,166m pour f = 1800MHz

avec d=10Km

Si Pe=1W $\Pr = \frac{1*1*1*0{,}1648^2}{(4\pi 10000)^2} = 1{,}73*10^{-12}W => -117dBW => -87{,}6dBm$

Le bruit thermique pour ce système est :

$N = K.T_0.B = 1{,}38*10^{-23}*290*0{,}75*10^6 = 3*10^{-15}W => -145dBW => -115dBm$

Le rapport signal à bruit est donc ici :

$Pr(GSM_{1800MHz})/N$ ce qui équivaut à 27,4dB

- Considérons maintenant que l'émetteur GSM 900 qui génère toutes les fréquences déterminées en a) fonctionne à une distance de 10 mètres du récepteur GSM1800. Calculer alors le rapport signal à bruit en détaillant votre réponse. Impédance de référence Z_0 =50 Ohms, le gain des antennes du GSM900 sont de 0dB.

Correction:

Les puissances d'entrées sont:
Pef1= -3dBm
Pef2= -13dBm

Les amplitudes d'entrées correspondantes sont:

$A_{1=\sqrt{P.50}=\sqrt{10^{-3,.3}.50}=0.158V}$

$A_{2=\sqrt{P.50}=\sqrt{10^{-4,.3}.50}=0{,}05V}$

La bande passante de 0,75 MHz implique que l'on reçoit les signaux à 1800 MHz, provenant du GSM1800 (signal utile) et du GSM900 (à $2f_2$ signal parasite ici), ainsi que la fréquence à 1800,5 MHz provenant du GSM900 (signal parasite ici).

Les puissances en sortie du dispositif non linéaire sont:

$$Ps(2f_2) = \left(\frac{\alpha_2 A_2^2}{2}\right)^2 \Big/ 50 = 3{,}125 * 10^{-8} W => -75dBW => -45dBm$$

$$Ps(f_1 + f_2) = \left(\frac{\alpha_2 . A1A2}{2}\right)^2 \Big/ 50 = 2{,}8.10^{-7} W => -65dBW = -35dBm$$

Donc nous calculons le bilan de liaison pour ces deux fréquences (2f2=1800MHz et f1+f2=1800,5MHz) à une distance de dix mètres :

$$\Pr(2f2) = \Pr(1800MHz) = \frac{10^{-7,5} * 1 * 1 * 0{,}1666^2}{4\pi 10^2} = 5{,}6 * 10^{-14} W$$

$$=> -132{,}5dBW => -102{,}5dBm$$

$$\Pr(f1 + f2) = \Pr(1800{,}5MHz) = \frac{10^{-6,5} * 1 * 1 * 0{,}1666^2}{4\pi 10^2} = 5{,}6 * 10^{-13} W$$

$$=> -122{,}5dBW => -92{,}5dBm$$

Donc le rapport signal à bruit ici est :

$Pr_{(GSM1800)} / (\Sigma Pr_{GSM900} + N)$ soit

$Pr_{(GSM1800)} / [(Pr(f_1+f_2)+Pr(2f_2))+N] = 2{,}8$ => soit environ 4,5dB

C)
Or le rapport signal à bruit pour que le système fonctionne doit être supérieur à 6 dB, Ce qui n'est pas le cas ici. Donc on perturbe le GSM 1800, si on ne fait pas attention lors de la fabrication de l'émetteur du GSM900.