

NOM :

Prénom :

TSP –E12 – Tronc commun
CONTROLE FINAL 1 du MODULE **Circuit Hyperfréquences**

16 décembre 2008 - 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) Nous disposons d'un amplificateur dont le gain est égal à 20dB et dont la bande de fréquence est comprise entre 10 GHz et 12 GHz. Le facteur de bruit de l'amplificateur est égal à 3,5dB.

Donnez la valeur de la puissance de bruit en sortie de l'amplificateur en dBm.

Solution:

puissance de bruit en sortie de l'amplificateur notée N_s
 $N_s = K \cdot T_o \cdot B \cdot G \cdot F$

$$N_s = 1,79 \cdot 10^{-9} \text{ W SOIT } -87,5\text{Dbw ou } -57,5\text{dBm}$$

$$\text{avec } N_{\text{entrée}} = K T_o B = 8,004 \cdot 10^{-12} \text{ W SOIT } -111\text{dBW} \\ (-110,97\text{dBW} = -80,97\text{dBm})$$

B)

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

Donner la formule littérale avant l'application numérique.
 $F_a = 5.48$ SOIT $7,39$ dB

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

$F_b = 8.32$ SOIT $9,2$ dB

c) Quelle solution serait-il préférable d'utiliser afin d'améliorer significativement les performances en bruit de la chaîne considérée ? Justifier

La première solution semble la meilleure.

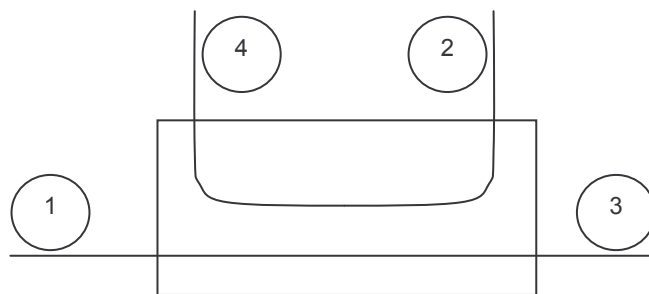
Mais surtout selon la formule de Friis le premier élément ... donc le préamplificateur doit être placé en premier dans la chaîne pour améliorer significativement le facteur de bruit.

Le facteur de bruit dans ce cas est $F = 2.66$ dB

Exercice 2 - Paramètres S

A) Soit un coupleur hybride 3dB idéal, dont l'accès 1 est isolé de l'accès 2. On suppose que les transmissions en liaison directe n'introduisent pas de déphasage.

a) Donner une matrice possible pour un tel coupleur et numéroté les accès sur le schéma en indiquant quels accès sont en liaison directe, couplés, isolés.



Selon les propriétés du coupleur, la matrice doit avoir les caractéristiques suivantes : 4 ports, $S_{ij} = S_{ji}$, $S_{ii} = 0$, et sans pertes il est de plus ici idéal

donc la forme de la matrice sera la suivante :

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 0 | S_{13} | S_{14} |
| 0 | 0 | S_{23} | S_{24} |
| S_{31} | S_{32} | 0 | 0 |
| S_{41} | S_{42} | 0 | 0 |

Si l'on note par la suite :

$\alpha \Leftrightarrow$ couplage

$$\beta = \sqrt{1 - \alpha^2}$$

Si l'on considère que la valeur du couplage égale à -3dB équivaut à la perte de la moitié de la puissance

$$\alpha = \sqrt{2}/2 \quad \text{et donc} \quad \beta = \sqrt{2}/2$$

On pouvait aussi faire l'application numérique directement, $C(\text{dB}) = 20 \log|\alpha|$, on obtenait alors $\alpha = 0.7079$ et $\beta = 0.706...$

Comme d'après l'énoncé seules les lignes directes sont sans déphasages la matrice finale est la suivante :

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0 | 0 | β | $\alpha \cdot e^{i\varphi}$ |
| 0 | 0 | $\alpha \cdot e^{i\mu}$ | β |
| β | $\alpha \cdot e^{i\mu}$ | 0 | 0 |
| $\alpha \cdot e^{i\varphi}$ | β | 0 | 0 |

- b) On charge l'accès 2 de ce coupleur par l'impédance de référence Z_0 .
Donner la matrice de répartition de l'héxapôle ainsi formé.
S'agit-il d'un héxapôle adapté, réciproque et sans pertes ? Justifier.

* $a_2 = 0$

* on forme un héxapôle, donc un composant à 3 entrées/sorties (3x3), qui présente la alors la matrice suivante :

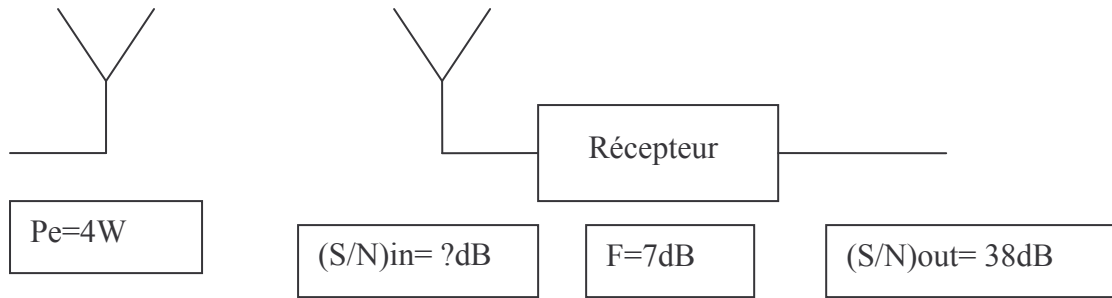
| | | |
|-----------------------------|---------|-----------------------------|
| 0 | β | $\alpha \cdot e^{i\varphi}$ |
| β | 0 | 0 |
| $\alpha \cdot e^{i\varphi}$ | 0 | 0 |

il est adapté $S_{ii}=0$, réciproque $S_{ij}=S_{ji}$, mais avec pertes on trouve une matrice non égale à identité :

| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | β^2 | $\beta\alpha \cdot e^{-i\varphi}$ |
| 0 | $\beta\alpha \cdot e^{-i\varphi}$ | α^2 |

Exercice N°3 Non-Linéarités & bilan de liaison

- A) Considérons un émetteur de télévision analogique d'une puissance de 4W fonctionnant dans la bande UHF à 800MHz. Le gain des antennes d'émission et de réception vaut 10dB et le facteur de bruit du récepteur vaut 7dB. Calculer la distance maximale pour laquelle on peut établir une liaison de bonne qualité, soit un rapport signal sur bruit de 38dB après le récepteur. La largeur de bande de fréquence pour ce système est de 8MHz.



Le bruit en entrée du récepteur est: $N_{in} = KTB = -105\text{dBm}$ OU $3.2 \cdot 10^{-14} \text{ W}$

La puissance en entrée du récepteur déduite à partir du SNR en sortie et du facteur de bruit du récepteur: $P_r = (S)_{in} = -60\text{dBm} = -90\text{dBW}$

$$d = \sqrt{\frac{P_e \cdot G_e \cdot G_r \cdot \lambda}{P_r \cdot 4 \cdot \pi}}$$

$d = 18765 \text{ m}$

B) Calculer la dynamique sans parasite d'un récepteur qui présente une puissance d'entrée du point d'interception IP3 égale à 10dBm, un facteur de bruit égal à 6dB et une bande passante de 10KHz. Le rapport signal à bruit à la sortie de ce récepteur doit être de 12dB pour assurer le bon fonctionnement du système.

NB : La valeur de PIP3e est bien à utiliser en dBm dans cette formule
D'après le cours ...

$$\begin{aligned} \text{SFDR} &= 2/3 [P_{ip3} - N_{f_{dBm}}] - S/N \\ &= 2/3 [P_{ip3} - 10\log(KT \cdot 10000)] - 12 \\ &= 92 - 12 = 80 \text{ dB} \end{aligned}$$

Questions :

1) Donner la valeur du gain en décibel d'un amplificateur dont le gain est égal à 4.

6.02 dB

2) Donner la valeur en dBm et en dBW d'une puissance égale à 5kW

37 dBm et 67 dBW

3) Donner la valeur en W d'une puissance égale à -5dBm

$3.16 \cdot 10^{-4} \text{ W}$