

DEA d'Électronique : Composants & Systèmes

DESS Optoélectronique et Hyperfréquence

Cours de L. CHUSSEAU — Examen du 30 Janvier 2002

Corrigé

1 Amplificateurs à 2,45 GHz

1.1

Cela se traite en calculant le facteur de stabilité de Rollet K . On a

$$K = \frac{1 + |\Delta|^2 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2}{2 |S_{12}| |S_{21}|}.$$

Si $K > 1$ et $|\Delta| < 1$ alors

$$G_{max} = \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|} \left| K - \sqrt{K^2 - 1} \right|.$$

La bonne idée consiste pour la suite à calculer aussi le facteur de mérite

$$M = \frac{F - 1}{1 - G^{-1}}.$$

On rappellera aussi dans le tableau ci-dessous le facteur de bruit

| Transistor | K | M | F (dB) | Stable ? | G_{max} (dB) |
|------------|------|-------|----------|----------|----------------|
| A | 2,8 | 0,437 | 1,2 | Oui | 5,7 |
| B | 1,75 | 0,483 | 1,7 | Oui | 21 |
| C | 1,59 | 0,403 | 1,4 | Oui | 12,5 |
| D | 0,89 | — | 1,2 | Non | — |

1.2

Le meilleur ampli en terme de gain associe les deux transistors de plus fort gain : le B et le C. Le gain sera alors $G = 33,5$ dB et le meilleur facteur de bruit sera celui de C + B (ordre croissant des facteurs de mérite)

$$F_{C+B} = F_C + \frac{(F_B - 1)}{G_C} = 1,48 \text{ dB.}$$

Notez que montés dans l'autre sens (B+C) cela donnerait¹

$$F_{B+C} = F_B + \frac{(F_C - 1)}{G_B} = 1,71 \text{ dB.}$$

¹Notez aussi que pour calculer ces valeurs il faut prendre les valeurs scalaires correspondant aux dB et non pas mettre directement dans ces formules les valeurs en dB, soit trouvées précédemment, soit données dans l'énoncé... voilà l'origine de nombreuses erreurs!

1.3

Le meilleur ampli en terme de bruit est obtenu avec la combinaison des deux transistors de plus faibles M : ce sera C + A, son gain sera $G = 18,2$ dB, et son facteur de bruit

$$F_{C+A} = F_C + \frac{(F_A - 1)}{G_C} = 1,46 \text{ dB.}$$

Son bruit n'est donc pas vraiment meilleur que le précédent, et ce malgré une nette détérioration du gain.

1.4

On aura $G_{B+B} = 42$ dB, et

$$F_{B+B} = F_B + \frac{F_B - 1}{G_B} = 1,71 \text{ dB.}$$

L'adaptation aura pour rôle de nous faire passer de ρ_2 à ρ_1^* , ce qui revient à transformer l'impédance d'entrée du second transistor (ρ_1^*) en ρ_2 , le coefficient de réflexion à placer à la sortie du premier pour réaliser l'adaptation simultanée. La meilleure solution sera donc une ligne puisque les modules de ces coefficients de réflexions sont égaux. Cette ligne fera passer de ρ_2 à $\rho_1^* = 0,818 \angle -96,4^\circ$ soit $137,2^\circ$ vers la charge. La longueur de la ligne sera donc de

$$\frac{137,2}{360} \lambda \approx 0,381 \lambda \approx 4,7 \text{ cm.}$$

1.5

On calcule $z_e = 1,214 + 0,402 j$.

On place le point sur l'abaque directement grâce aux graduations de celui-ci.²

La construction de l'abaque Fig. 1 donne alors $C_{serie} = 12,1$ pF, et $C_{parallel} = 2,7$ pF.

2 Antenne Yagi

2.1

Pour le dipôle alimenté

$$E_d(M) = E_0 \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} r \right) \right]$$

et

$$E_d(M') = E_0 \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} (d + r') \right) \right]$$

Pour le parasite

$$E_p(M) = E'_0 \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} (d + r) - \phi \right) \right]$$

²Il est inutile de calculer le coefficient de réflexion !

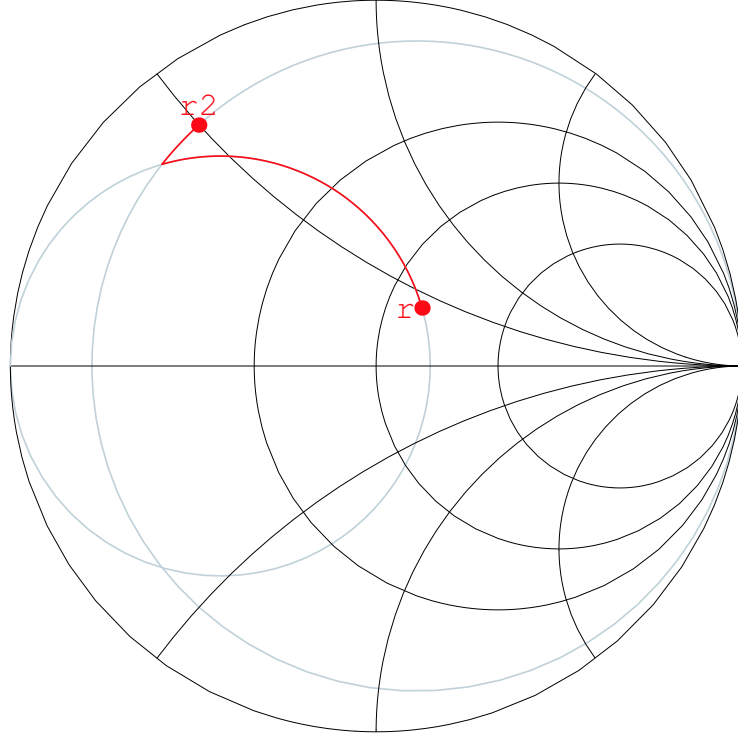


FIG. 1 – Adaptation de ρ_2 à $\rho = (z_e - 1)/(z_e + 1)$.

et

$$E_p(M') = E'_0 \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} r' - \phi \right) \right]$$

où $\phi = +\pi + \frac{2\pi}{\lambda} d$ est la phase de rayonnement du parasite soumis au champ du dipôle.

Donc

$$E_T(M) = E_d(M) + E_p(M)$$

$$E_T(M) = \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} r \right) \right] \left[E_0 - E'_0 \exp \left(-j \frac{4\pi}{\lambda} d \right) \right]$$

et

$$E_T(M') = E_d(M') + E_p(M')$$

$$E_T(M') = \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} (d + r') \right) \right] [E_0 - E'_0]$$

2.2

Si $d = \frac{\lambda}{4}$ et $E_0 = E'_0$ qui est le cas du couplage maximal entre le dipôle et le parasite, alors $\exp(-j \frac{4\pi}{\lambda} d) = \exp(-j\pi) = -1$, donc

$$E_T(M) = 2E_0 \exp \left[j \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} r \right) \right]$$

Soit

$$E_T(M) = 2E_d(M)$$

De l'autre coté comme $E_0 = E'_0$ par supposition, $E_T(M') = 0$, le parasite se comporte comme un réflecteur parfait.