

1. Soit un radar embarqué sur un satellite et destiné à obtenir des images précises du sol terrestre. Pour ce faire, le radar envoie des impulsions de courte durée τ_p avec une certaine fréquence de répétition. Il mesure ensuite les échos des impulsions après réflexion sur la surface terrestre. Comme le coefficient de réflexion sur la terre dépend des propriétés électromagnétiques du sol, on peut reconstituer une image de la surface.

Les impulsions émises ont la forme suivante

$$s(t) = \cos \left[2\pi \left(f_c t + \frac{K t^2}{2} \right) \right] \quad |t| \leq \tau_p, \quad K > 0$$

- (a) Dessinez l'allure de $s(t)$. Calculez ensuite son enveloppe complexe.
 (b) Trouvez l'expression du signal reçu $r(t)$ par le satellite si la distance satellite-terre est R en supposant que le canal présente une atténuation constante réelle Γ en amplitude.
 (c) À l'entrée du récepteur, on place un filtre $\mathcal{H}(f)$ tel que représenté ci-après

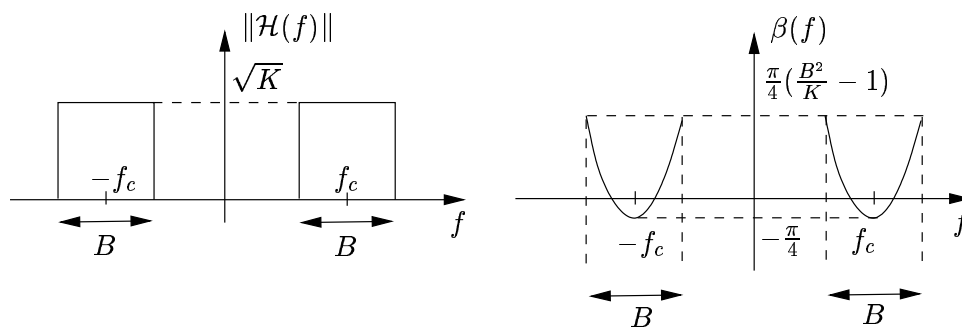


FIG. 1 – Norme et phase du filtre.

La phase de ce filtre $\beta(f)$ décrit une parabole. Trouvez $\mathcal{H}(f)$ ainsi que le spectre de l'enveloppe complexe du filtre.

- (d) Calculez le signal réceptionné filtré, $y(t)$, en supposant $K\tau_p^2 \gg 1$. Dessinez l'allure de celui-ci.

Suggestions pour la question (d) :

- Pensez à faire sortir le terme $e^{-\frac{\pi j f^2}{K}}$ lors du calcul de l'intégrale de la transformée de FOURIER
- $\int_{-a}^a e^{[j2\pi b(t-t_f)^2]} dt = \frac{1}{\sqrt{b}} \exp(j\frac{\pi}{4})$ pour $ba^2 \gg 1$

N'oubliez pas de mentionner votre nom!

mai 2002

Prière de répondre aux questions sur des feuilles séparées!

2. Soit une antenne embarquée sur un satellite, destinée à la réception. Le signal reçu passe dans un premier étage composé d'un guide d'ondes et d'un isolateur caractérisé chacun par une perte de 1 dB. On amplifie ensuite le signal. Enfin, le signal est translaté dans une autre bande de fréquences par l'intermédiaire d'un mélangeur, pour être ensuite à nouveau amplifié par l'amplificateur IF (IF signifiant *Intermediate Frequency*).

L'ensemble de la chaîne est repris à la figure 2.

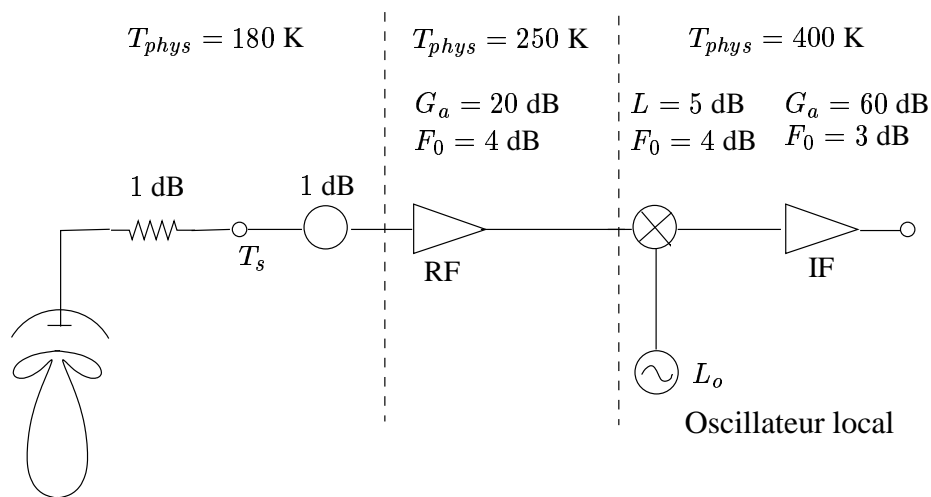
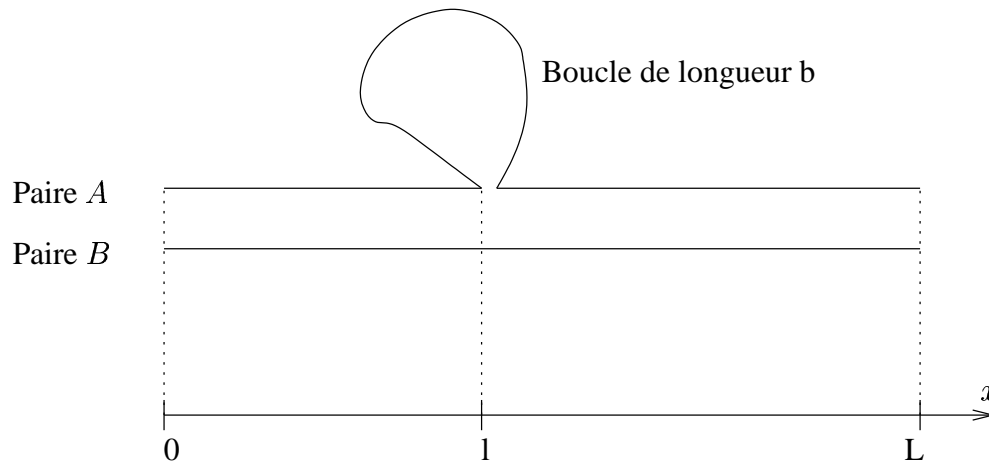


FIG. 2 – Chaîne de traitement du signal et valeurs numériques des paramètres.

- Quelle est une valeur typique de l'atténuation d'un mélangeur ? Justifiez.
- On considère que les pertes dans le guide d'ondes, dans l'isolateur et dans le mélangeur peuvent être modélisées par un atténuateur.
Calculez la température de bruit T_s en sortie du guide d'ondes.
- Calculez le facteur de bruit et le facteur de mérite de l'ensemble du système.
- Que vaut la température de bruit réelle en sortie ?
- Déterminez le rapport entre la puissance de bruit totale en sortie à la puissance de bruit en entrée de la chaîne.

3. Considérons le système suivant, composé de deux paires torsadées de longueur L (dans le tronçon droit) :

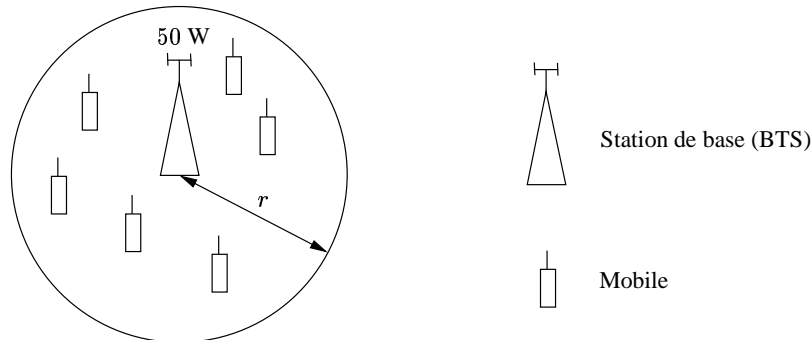


On notera la présence, dans la ligne A, d'une boucle de longueur b . Cette situation se produit parfois dans le réseau pour des raisons historiques de facilité de raccordement.

L'étude menée ici vise à évaluer l'impact diaphonique de la boucle.

- Quelle est la puissance paradiaphonique en $x = 0$ si on considère que la ligne A est la ligne utile et B la ligne perturbatrice ?
- Pour $l = L/2$, que devient l'effet paradiaphonique si l'atténuation du câble de la boucle est considérablement plus importante que celle du tronçon en ligne droite ?
- Quelle est la puissance paradiaphonique en $x = 0$ si on considère que la ligne B est la ligne utile et A la ligne perturbatrice ?
- Si vous avez le choix entre les lignes A et B, laquelle choisirez-vous ? Expliquez pourquoi.

4. Un opérateur GSM souhaite déployer un réseau cellulaire dans une grande ville. On s'intéresse à la modélisation d'une cellule, supposée circulaire, comme représentée ci-après :



On souhaite déterminer le rayon maximum de la cellule, sachant que la puissance d'émission de la station de base (BTS) vaut 50 [W] et que la fréquence utilisée est 1800 [MHz].

- Déterminez le rayon maximum de la cellule en utilisant le modèle COST 231-HATA en négligeant les effets dépendant de la hauteur du mobile. La hauteur de la station de base est de 40 mètres.
- On aimerait se prémunir de divers effets de masquage. Déterminez la valeur de la marge à ajouter si l'on souhaite un pourcentage de couverture de 90 %, que l'on souhaite pouvoir effectuer des communications en *Soft Indoor* et que l'on considère également 3 [dB] de pertes dues au corps humain ? Déterminez à nouveau le rayon maximum de ces conditions.
- Dans un second temps, on s'intéresse au dimensionnement en terme de trafic de la cellule. On prendra un rayon de cellule arbitrairement fixé à 0,5 [km].

Sachant que :

- l'opérateur couvre 500 [clients/km²],
- 10 % des clients couverts par la cellule ont établi une communication pendant une durée d'observation de 15 [minutes] et
- la durée moyenne des appels est de 5 [minutes],

déterminez le nombre de communications simultanées que la station de base doit pouvoir supporter en supposant une probabilité de blocage de 0,02.

- Déterminez l'occupation spectrale minimale sachant que chaque porteuse permet de traiter au maximum 8 appels.

Remarques :

- Les antennes de réception et d'émission sont supposées isotropes.
- Les valeurs des marges sont supposées indépendantes de la fréquence.
- Suivant le modèle COST 231-HATA, l'affaiblissement L_u en milieu urbain vaut, en [dB],

$$L_u = 46,33 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \log(h_b)] \log d + C_m$$

avec

N'oubliez pas de mentionner votre nom!

mai 2002

Prière de répondre aux questions sur des feuilles séparées!

- f la fréquence, d la distance, h_b , h_m , des hauteurs ; ces grandeurs sont exprimées respectivement en $[MHz]$, $[km]$ et $[m]$.
- $a(h_m) = (1, 1 \log(f) - 0, 7)h_m - (1, 56 \log(f) - 0, 8)$ pour une ville de taille moyenne.
- $C_m = 0 [dB]$ pour les villes de taille moyennes et les banlieues, et $C_m = 3 [dB]$ pour les grands centres métropolitains.