ISIMA

EXAMEN de septembre de Transmission de Données

$2^{ème}$ année F1, F5

12 septembre 2013

Durée : 2 heures, documents autorisés

M. Cheminat

Exercice 1 : démodulation d'un signal basse fréquence

Dans la transmission d'images météorologiques par le satellite METEOSAT, le signal est modulé successivement en amplitude puis en fréquence. Pour permettre une réception par de petites paraboles, on utilise une transmission à très faible débit. On se propose d'étudier ici une partie du récepteur : la démodulation d'amplitude, qui présente la particularité d'être effectuée à très faible fréquence porteuse.

Le signal e(t) reçu par le dispositif étudié est modulé en amplitude, de fréquence porteuse $f_p = 2400$ Hz. On notera A(t) son amplitude instantanée :

$$e(t) = A(t) \cos(\omega_p t)$$

On admettra que A(t) est positif à chaque instant et que son spectre occupe la bande de fréquence [0; 1600 Hz].

1. Dessiner le spectre de A(t). On pourra choisir une forme arbitraire pour ce spectre.
2. Dessiner le spectre de e(t).

On propose d'étudier la boucle de Costas dont le schéma est donné à la figure 1.

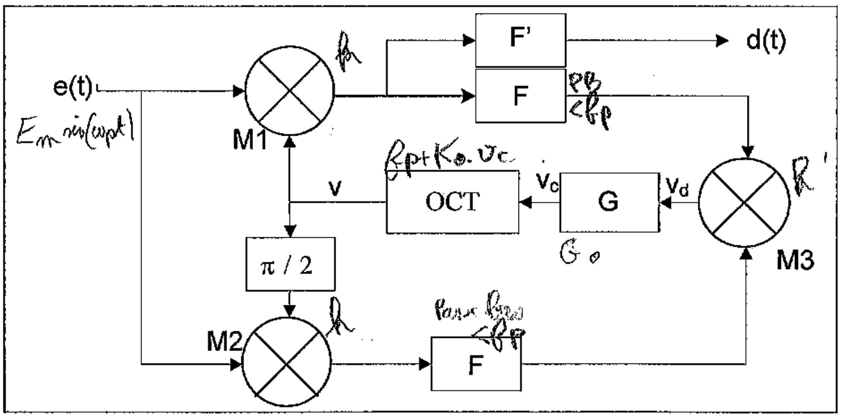


Figure 1

Les multiplieurs réalisent l'opération z = k.x.y (z : sortie; x, y : entrées) où k est identique pour M1 et M2 et vaut k' pour M3. L'oscillateur commandé en tension (OCT) délivre un signal sinusoïdal de fréquence $f = f_p + K_0 \cdot v_c$.

Les filtres passe-bas (F) sont supposés posséder un gain unité pour les fréquences inférieures à f_p et nul dans le cas contraire. On supposera que G possède un gain G_0 indépendant de la fréquence.

On s'intéresse, dans la suite, au fonctionnement de principe d'une telle boucle lorsque le signal appliqué à son entrée est sinusoïdal : $e(t) = E_m \sin(\omega_p t)$.

3. En écrivant v(t) sous la forme $v(t) = V_m \sin(\omega_p t + \phi(t))$ où $\phi(t)$ est une fonction du temps lentement variable, exprimer les signaux en sortie de chaque multiplieur.
4. En déduire une équation différentielle du premier ordre en $\phi(t)$ faisant intervenir k, k', K_0, G_0, E_m et V_m.
5. On suppose qu'à l'instant initial $\phi(t) = \phi_0$. Résoudre l'équation différentielle précédente et montrer que pour t suffisamment grand, $\phi(t)$ tend vers une limite dont on indiquera la valeur en fonction de ϕ_0.

Indication : une primitive de $\frac{1}{\sin x}$ est $ln\left|tan\left(\frac{x}{2}\right)\right|$.

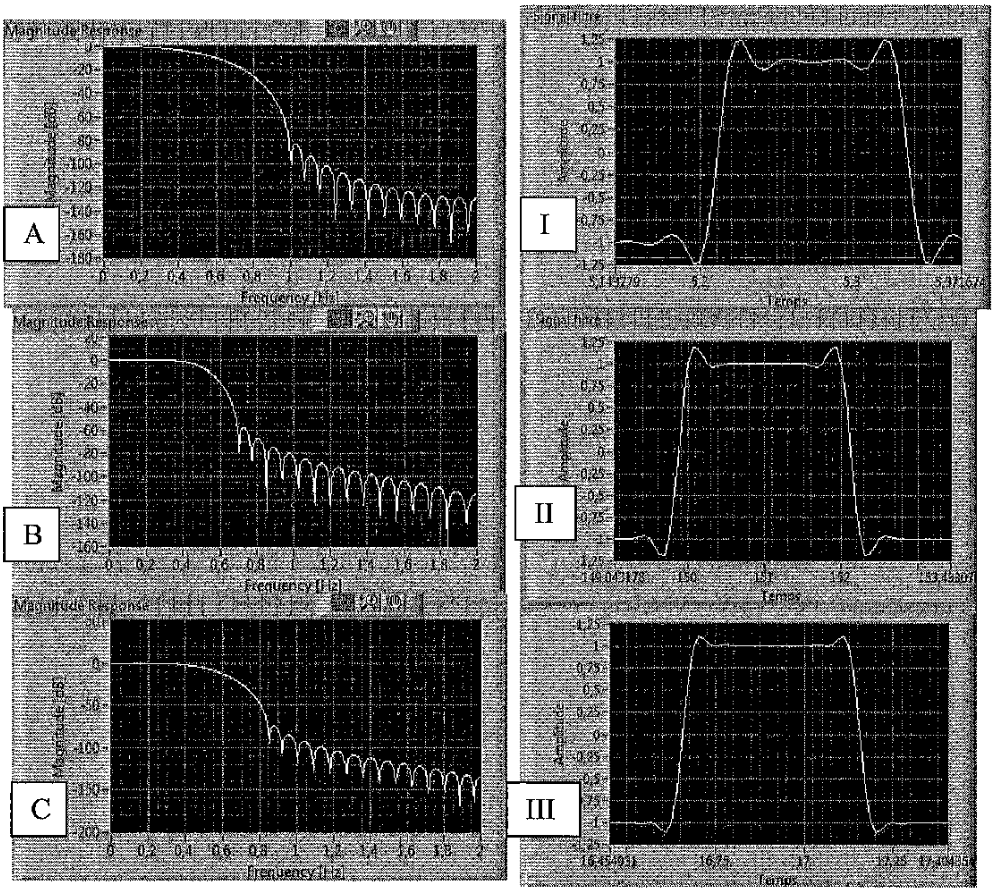
6. Que se passe t-il si $\phi_0 = \pi/2$?
7. Si $\phi_0 << \pi/2$, linéariser l'équation différentielle et déterminer l'expression de $\phi(t)$. On fera intervenir une constante de temps τ à déterminer.

Le signal d'entrée est maintenant $e(t) = A(t) \cos(\omega_p t)$. On admet que le signal v(t) reste égal à : $v(t) = V_m \sin(\omega_p t)$.

8. Quelle doit être la nature du filtre F' pour qu'à sa sortie, le signal d(t) soit l'image de l'amplitude A(t) du signal d'entrée ?
9. De quel type de modulation s'agit-il ?

Exercice 2

Les courbes ci-dessous vont par paires. Elles ont été tracées pour 3 valeurs différentes du facteur de roll-off d'un filtre en cosinus surélevé.



C III
A II
B I

1. Quel est le rôle d'un filtre en cosinus surélevé ? Où se situe-t-il dans la chaîne de transmission ?
2. Associer les courbes A, B et C aux courbes I, II et III et classer ces couples par valeur croissante de facteur de roll-off.
3. Quelles sont les critères pour choisir la valeur à donner au facteur de roll-off ?
4. Il existe aussi un filtre en racine de cosinus surélevé. Expliquer son intérêt par rapport au filtre en cosinus surélevé.
5. On peut introduire dans la chaîne de transmission un bloc appelé EGALISATION. A quoi sert-il et où se situe-t-il ?