ISIMA	**ELECTRONIQUE** **Mardi 26 janvier 2016** **Durée : 2h** **Documents autorisés : 1 feuille A4 manuscrite recto verso** **Calculatrice autorisée**

EXERCICE 1

On considère la fonction de transfert suivante :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{\dfrac{R_4}{R_1}}{1 + jC\omega\dfrac{R_3^2}{R_2} + (j\omega)^2 R_3^2 C^2}$$

1. Déterminer les expressions de la pulsation naturelle ω_n et du coefficient d'amortissement m de ce filtre.
2. Applications numériques. Calculer ω_n, f_n (la fréquence naturelle) et m avec les valeurs numériques suivantes :

   $R_1 = 10\ k\Omega$ $\quad R_2 = 33\ k\Omega$ $\quad R_3 = 1{,}5\ k\Omega$ $\quad R_4 = 50\ k\Omega$ $\quad C = 10\ nF$

3. Calculer la valeur exacte du module et de l'argument de V_s / V_e pour $\omega = \omega_n$.
4. Tracer le diagramme de Bode (module et argument) asymptotique de V_s / V_e et dessiner l'allure du diagramme réel en utilisant le résultat de la question précédente.
5. De quel type de filtre s'agit-il ?
6. Calculer en % la valeur du 1[er] dépassement.
   Indication : D_1 (exprimé en %) $= 100 \exp\left(\frac{-\pi m}{\sqrt{1-m^2}}\right)$.
7. Dessiner l'allure de la réponse temporelle à un échelon unitaire de ce filtre.

EXERCICE 2

On veut transmettre quatre informations différentes $e_k(t)$ ($k = 1$ à 4). Pour simplifier on admettra que les $e_k(t)$ sont purement sinusoïdaux : $e_k(t) = E_k \cos(\omega_k t)$ avec $E_k = k\,E$ et $\omega_k = k\,\omega_0$. On prendra $E = 1$ V et ω_0 telle que $f_0 = 100$ Hz.
Un oscillateur fournit une porteuse sinusoïdale $p(t) = P \cos(\omega_p t)$. On prendra $\omega_p = 5\,\omega_0$.
On étudie le schéma de la figure 1.

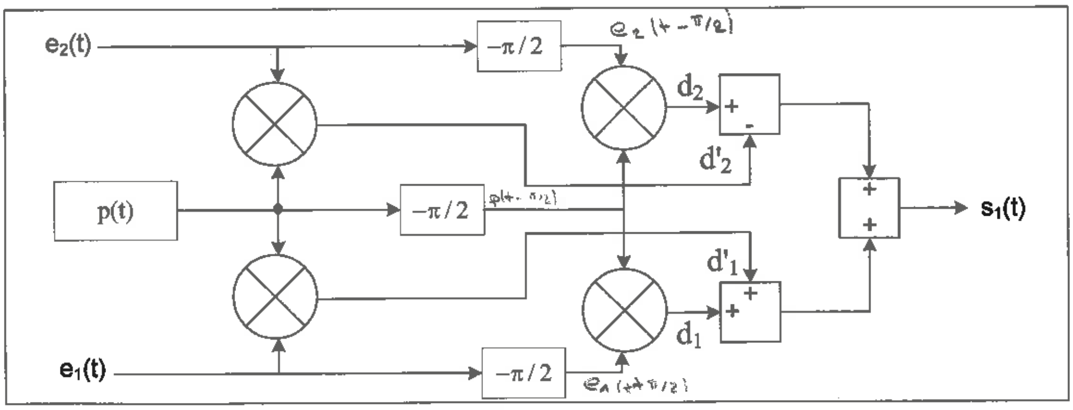

Figure 1

Les ronds avec une croix représentent des multiplieurs de gain 1 V^{-1}, les carrés sont des additionneurs ou des soustracteurs (selon les signes). Les blocs $-\pi/2$ sont des déphaseurs, c'est-à-dire que si en entrée il y a un signal $\cos(\omega\, t)$, la sortie sera $\cos(\omega\, t - \pi/2)$.
Les résultats aux questions ci-dessous doivent être linéarisés dès que possible.

1. Déterminer les expressions de $d_1(t)$, $d'_1(t)$, $d_2(t)$, $d'_2(t)$.
2. Démontrer que $s_1(t) = E\,P\cos(4\,\omega_0\, t) - 2\,E\,P\cos(7\,\omega_0\, t)$.
3. Représenter le spectre (fréquences positives seulement), en respectant l'échelle des amplitudes et des fréquences, du signal $s_1(t)$.
4. Un signal $s_2(t)$ est obtenu en remplaçant $e_1(t)$ par $e_3(t)$ et $e_2(t)$ par $e_4(t)$ dans le montage de la figure 1. Donner l'expression de $s_2(t)$.

Ces deux signaux $s_1(t)$ et $s_2(t)$ sont utilisés comme entrées de la figure 2.

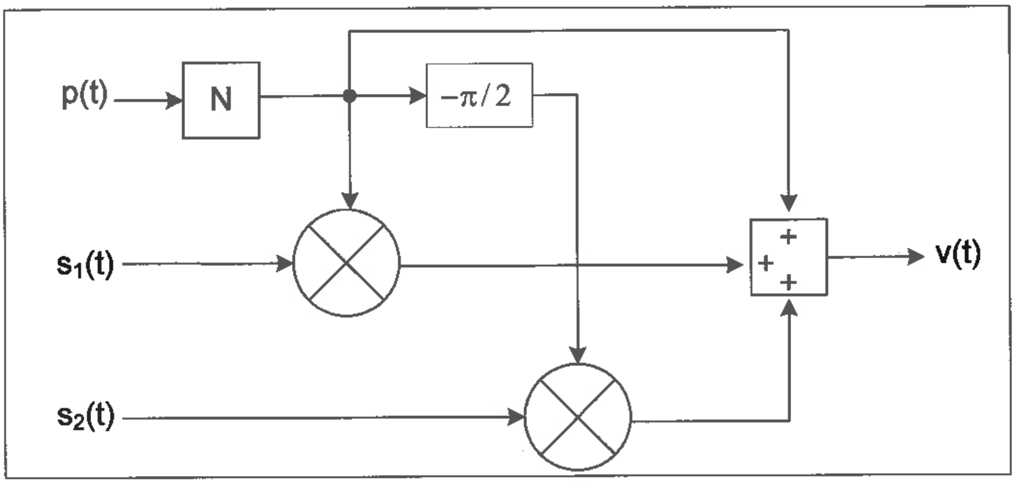

Figure 2

Le bloc N est un multiplieur de fréquence (N = 200). A sa sortie le signal vaut donc :

$$P\cos(\Omega t) = P\cos(N\,\omega_p\, t)$$

5. Déterminer l'expression de v(t).
6. Dessiner le spectre (fréquences positives seulement) de v(t) en repérant les différentes fréquences et leurs amplitudes relatives.
7. Quel est l'encombrement spectral de v(t) ?

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a-b) + \cos(a+b)) \qquad \sin a \cos b = \frac{1}{2}(\sin(a+b) + \sin(a-b))$$
$$\sin a \sin b = \frac{1}{2}(\cos(a-b) - \cos(a+b)) \qquad \cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right) = \sin x$$

EXERCICE 3

Questions de cours :

1. Dessiner le diagramme IQ d'une modulation de phase numérique 8 PSK.
2. Pourquoi la modulation utilisée par les satellites GPS n'a que 2 points sur le diagramme IQ (BPSK) alors que le Bluetooth peut utiliser de la 8 PSK ?
3. Expliquer quelles différences il y a entre une fonction de transfert de type Butterworth et une fonction de transfert de type Tchebycheff.