

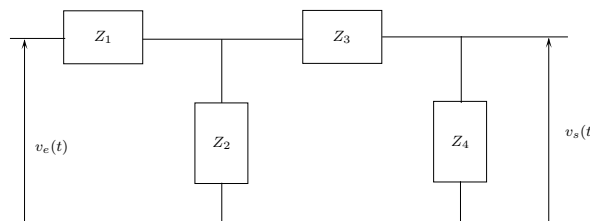
TP Signaux n° 3

Réponses en fréquences

Le but de ce TP est tout d'abord de se familiariser avec la notion de fréquence à l'aide de sons synthétiques. Dans la seconde partie, on étudiera les réponses en fréquences de systèmes plus complexes que des systèmes du 1er ou 2nd ordre. A l'aide de scilab, on tracera les sorties de ces systèmes pour des entrées sinusoïdales de pulsation remarquable.

1 Préparation

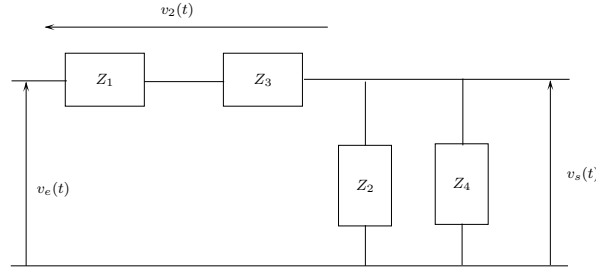
1. On considère le circuit électronique ci-dessous :



En utilisant les impédances symboliques, déterminer la fonction de transfert de ce système d'entrée $v_e(t)$ et de sortie $v_s(t)$ en fonction des impédances symboliques $Z_1(p)$, $Z_2(p)$, $Z_3(p)$, et $Z_4(p)$.

- (a) Déterminer la fonction de transfert $G_1(p)$ lorsque
 - $Z_1(p)$ correspond à une capacité C_1 ,
 - $Z_2(p)$ à une résistance R_1 ,
 - $Z_3(p)$ à une capacité C_2
 - $Z_4(p)$ une résistance R_2 .
- (b) Déterminer la fonction de transfert $G_2(p)$ lorsque
 - $Z_1(p)$ correspond à une résistance R_1 ,
 - $Z_2(p)$ à une capacité C_1 ,
 - $Z_3(p)$ une résistance R_2 ,
 - $Z_4(p)$ une capacité C_2
- (c) Déterminer la fonction de transfert $G_3(p)$ lorsque
 - $Z_1(p)$ correspond à une capacité C_2 ,
 - $Z_2(p)$ à une résistance R_2 ,
 - $Z_3(p)$ à une résistance R_1 ,
 - $Z_4(p)$ à une capacité C_1 .

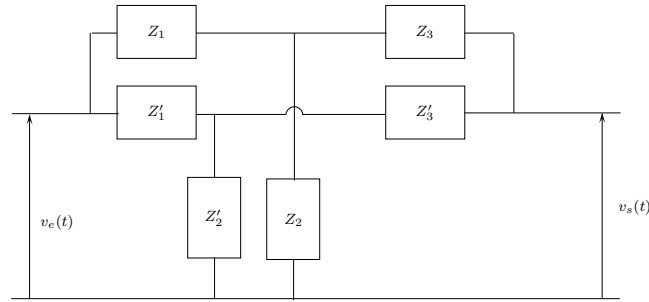
(d) On considère maintenant le circuit ci-après :



En utilisant les impédances symboliques, déterminer la fonction de transfert $G_4(p)$ de ce système d'entrée $v_e(t)$ et de sortie $v_s(t)$ en fonction des impédances symboliques $Z_1(p)$, $Z_2(p)$, $Z_3(p)$, et $Z_4(p)$, puis exprimer le résultat lorsque

- $Z_1(p)$ correspond à une résistance R_1 ,
- $Z_2(p)$ à une résistance R_2 ,
- $Z_3(p)$ à une capacité C_1 ,
- $Z_4(p)$ à une capacité C_2 .

(e) Enfin, on s'intéresse au circuit suivant :



- $Z_1(p)$ et $Z'_1(p)$ correspondent à une résistance R et une capacité C' ,
- $Z_2(p)$ et $Z'_2(p)$ à une capacité C et une résistance R' ,
- $Z_3(p)$ et $Z'_3(p)$ à une résistance R et une capacité C' .

Dans ce cas, la fonction de transfert $G_5(p)$ est donnée par :

$$G_5(p) = \frac{R^2 R' C C'^2 p^3 + 2 R R' C'^2 p^2 + 2 R' C' p + 1}{R^2 R' C C'^2 p^3 + R C' (R C + 2 R' (C + C')) p^2 + (R C + 2 (R + R') C') p + 1}$$

2 Un peu de son

Dans cette partie, on ne tiendra pas compte du fait que les sons écoutés ont été créés à l'aide d'un ordinateur (Digital Signal Processor). Les valeurs des fréquences choisies ainsi que le logiciel scilab permettent de considérer que les signaux étudiés sont des signaux à temps continu. On considère le son “la” qui est un signal sinusoïdal de fréquence 440Hz. On choisit comme durée de ce signal 2 secondes (`tfinal=2`).

- On choisit d'avoir un point toutes les périodes d'échantillonnage : $Te = 1/f_e$ avec $f_e = 22.05\text{kHz}$. Créer un vecteur temps en utilisant la commande `t=[0:Te:tfinal]`.
- Créer le "la synthétique" à $f_1 = 440\text{Hz}$ par `la1=sin(2*pi*f1*t)`;
- Ecouter ce son : `playsnd(la1)` (remarque : cette commande peut ne pas fonctionner sous certains OS ; il faut dans ce cas sauvegarder le fichier en format wav à l'aide de la commande `wavwrite` puis écouter à l'aide d'un logiciel adhoc).
- Faire de même pour le "la" à $f_2 = 880\text{Hz}$.
- Filtrer le signal `la1+la2` à l'aide d'un filtre passe-bas du 1er ordre de fréquence de coupure $f_c = 500\text{Hz}$. On utilisera pour cela la commande `csim`.
- Ecouter le signal obtenu après filtrage. Quelle remarque pouvez-vous faire ?

3 Simulation

On revient aux circuits étudiés lors de la préparation.

1. Tracer le diagramme de Bode en amplitude de $G_1(p)$ lorsque $R_1 = R_2 = 1.2\text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 10\text{ nF}$. A l'aide de `find`, déterminer la bande passante à -3db du gain maximum.
2. Mêmes questions pour $G_2(p)$ lorsque $R_1 = R_2 = 3.3\text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 47\text{ nF}$.
3. Mêmes questions pour $G_3(p)$ lorsque $R_1 = 1.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.3\text{ k}\Omega$, $C_1 = 10\text{ nF}$, $C_2 = 47\text{ nF}$.
4. Les filtres précédents sont-ils des filtres passe-haut, passe-bas ou passe-bande ? Illustrer vos propos en traçant la réponse $v_s(t)$ pour des pulsations d'entrées "bien choisies".
5. Tracer les diagrammes de Bode en amplitude et en phase de $G_4(p)$, lorsque $R_1 = R_2 = 8\text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 10\text{ nF}$. En déduire la bande passante à -3db.
6. Déterminer la pulsation pour laquelle le gain est maximum. Tracer la réponse du système lorsque l'entrée est une sinusoïde ayant cette pulsation.
7. Enfin, tracer les diagrammes de Bode en amplitude et en phase de $G_5(p)$, lorsque $R = 8\text{ k}\Omega$, $R' = 4\text{ k}\Omega$, $C = 1\text{ nF}$, $C' = 10\text{ nF}$. Déterminer la pulsation pour laquelle le gain est minimum. Quel est alors le déphasage ?