

**DEVOIR ECRIT  
DU SYSTEME A LA FONCTION**

Durée : ~~1h15~~ **1h15**

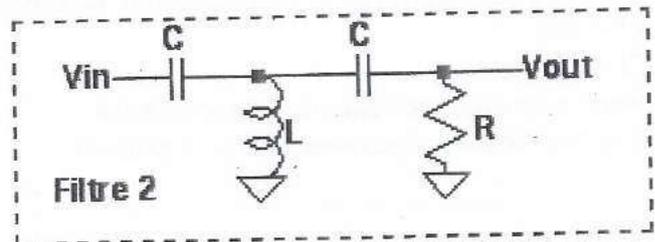
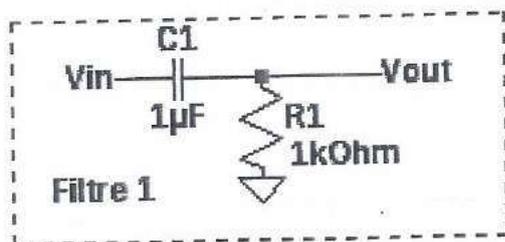
Calculatrice autorisée

Seul document autorisé : 1 feuille A4 manuscrite, écrite de la main de l'étudiant

Chers étudiants, quelques conseils pour réussir ce DE avec succès, brio, et dans la bonne humeur :  
 Il n'y a jamais de longs développements de calculs. **Justifiez vos réponses, ça compte dans le barème !**  
 Pensez à porter un regard critique sur la pertinence de vos résultats. Un formulaire mathématique est  
 donné en dernière page de ce DE. Les objectifs de temps sont des valeurs indicatives. Le barème est  
 indicatif. Par un effet de ma grande bonté, il y a environ 22 points en tout, vous pouvez donc avoir 22/20 :  
 alors courage ! ☺

**1. Exercice 1 : filtres (5 points, objectif de temps : ~25min)**

1. Donnez le type de filtre (passe-bas / passe-bande / passe-haut) des filtres suivants, ainsi que l'ordre du filtre. Justifiez rapidement (seules les réponses dont la justification est cohérente rapportent des points) (2pts)



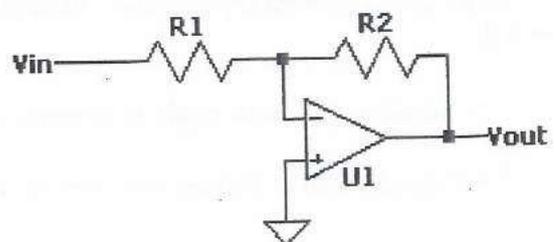
2. Calculez la fonction de transfert du filtre 1 et tracez son diagramme de Bode (en n'oubliant pas tous les détails qui doivent figurer sur ce graphique) (3pts)

**2. Exercice 2 : chaîne de traitement audio (14.5 pts, objectif de temps : ~1h15min)**

On considère le schéma d'amplificateur ci-contre.

Les valeurs de composants sont les suivantes :

- $R_{u1} = 1k$
- $R1 = 10k$



- 5.1 Calculer le gain en tension  $V_{out}/V_{in}$  (4 pts)

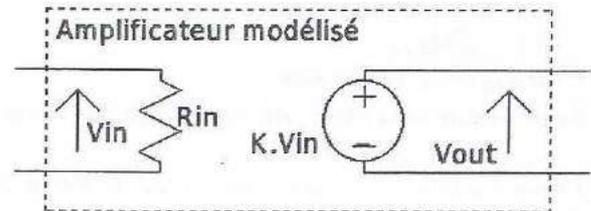
Si vous le souhaitez, vous pouvez vous aider de la méthode suivante (ou celle de votre choix) :

- Que peut-on alors dire de la tension entre l'entrée + de l'AOP et la masse ?
- Calculez la tension aux bornes de  $R1$ . En déduire le courant  $I_{r1}$  qui passe dans  $R1$
- Calculez la tension aux bornes de  $R2$ . En déduire le courant  $I_{r2}$  qui passe dans  $R2$

- Que peut-on dire du courant entrant dans la broche '-' de l'AOP ? Pourquoi ? Que peut-on dire alors du courant  $I_{r2}$  et du courant  $I_{r1}$  ?
- Développez les calculs trouvés dans les trois points précédents et calculez  $V_{out}/V_{in}$

TD2

On modélise cet amplificateur par le quadripôle ci-contre.



5.3 Combien vaut  $R_{in}$  ? (1.5pts)

Suggestion de raisonnement :

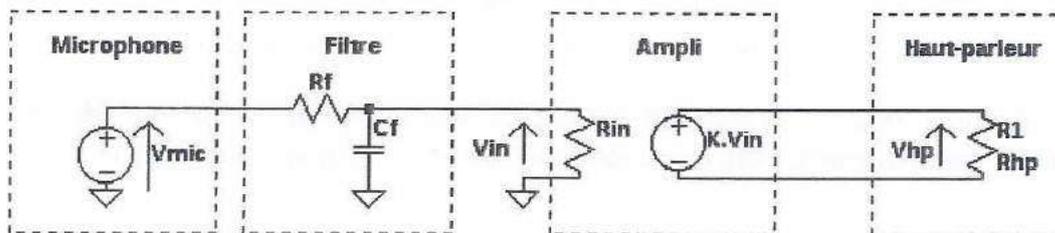
- sur le schéma avec l'AOP, quelle est la tension entre l'entrée + et l'entrée - de l'AOP ?
- redessinez alors ce schéma équivalent vu depuis  $V_{in}$
- déduisez-en la valeur de  $R_{in}$

5.4 Combien vaut  $K$  ? (0.5pts)

5.5 Donner la raison pour laquelle on peut se permettre de considérer que la résistance de sortie est nulle ? (1pts)

On intègre cet amplificateur dans la chaîne de traitement audio ci-dessous, avec :

- $R_f = 10k$
- $C_f = 10nF$  :
- $V_{mic}$  = tension produite par le microphone
- $R_{hp}$  = résistance équivalente du haut-parleur



et  $C_f$

On simplifie ce schéma en regroupant  $V_{mic}$ ,  $R_f$ ,  $R_{in}$  en un générateur de Thévenin constitué de  $E_{th}$  et  $R_{th}$ .

5.5 Dessiner sur votre copie le schéma ainsi simplifié (0.5pts)

5.6 Calculer  $E_{th}$  et  $R_{th}$  en fonction de  $V_{mic}$ ,  $R_f$ ,  $R_{in}$  (1.5pts)

Pour la suite des calculs, vous ne serez pas obligés de développer  $R_{th}$  dans les calculs.

5.7 Calculez  $V_{in}/E_{th}$  (1pts)

Pour la suite de cet exercice, on considère le régime DC, ce qui entraîne  $\omega=0$ .

5.8 Calculer le gain en tension de la chaîne totale  $G_v = V_{hp}/E_{th}$  (0.5pts)

5.9 Exprimez  $G_v$  en dB (1pts)

5.10 Calculez  $\text{Php\_AQ}$  (Puissance sur  $R_{hp}$  'Avec le Quadripôle amplificateur') en fonction de  $E_{th}$  et de  $G_v$  ou d'autres valeurs de composants (1pts)

Si l'ampli n'était pas là, il y aurait probablement moins de puissance sur le haut-parleur.  
Quantifions donc le gain que l'ampli apporte dans cette chaîne

5.11 Redessiner la chaîne en retirant l'ampli (0.5pts)

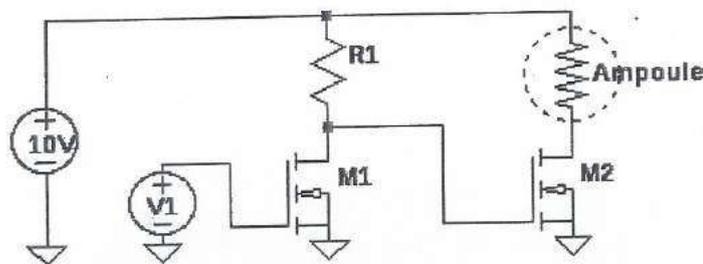
5.12 Sur ce nouveau schéma sans le quadripôle amplificateur, calculez  $\text{Php\_SQ}$  (Puissance sur  $R_{hp}$  'Sans le Quadripôle amplificateur') en fonction de  $E_{th}$  et d'autres valeurs de composants (0.5pts)

5.13 A partir des éléments que vous avez en main, calculez  $G_p$  le gain en puissance apporté par l'amplificateur (0.5pts)

5.14 Exprimez  $G_p$  en dB (0.5pts)

### 3. Un peu de transistor (2.5pts, 15min)

Considérons le schéma suivant, où M1 et M2 sont des transistors MOSFET :



3.1 Quelle niveau logique faut-il sur V1 pour allumer l'ampoule ? (seule la justification rapporte des points) (1pts)  
*(il est conseillé de redessiner le schéma et de l'annoter pour produire votre justification)*

3.2 Quelle tension doit avoir V1 pour appliquer un niveau logique 0 ? Quelle tension doit avoir V1 pour appliquer un niveau logique 1 ? (1.5 pts)

### 4. Questions pour la culture personnelle de l'enseignant (0pts, 1min)

4.1 Ce DE était : fair play / dur / très dur / impossible / aaargh, pire que ça !!!

4.2 Estimez la note que vous pensez avoir

Rappels mathématiques :

-  $\omega = 2\pi.f$

- on considère que  $1000/(2\pi) \approx 150$

- la notation 'k' signifie «  $\times 10^3$  ». Ainsi, 1.5k = 1500, 3k = 3000, 22k = 22000, etc...

-  $\log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$

-  $\log(1/a) = -\log(a)$

Table de log :

$\log(1000) = 3$	$10^3 = 1000$
$\log(100) = 2$	$10^2 = 100$
$\log(10) = 1$	$10^1 = 10$
$\log(4) \approx 0.6$	$10^{0.6} \approx 4$
$\log(3) \approx 0.5$	$10^{0.5} \approx 3$
$\log(2) \approx 0.3$	$10^{0.3} \approx 2$
$\log(1.4) \approx 0.15$	$10^{0.15} \approx 1.4$
$\log(1.26) \approx 0.1$	$10^{0.1} \approx 1.26$
$\log(1.12) \approx 0.05$	$10^{0.05} \approx 1.12$
$\log(1) = 0$	$10^0 = 1$