

## Filtrage audio pour les normes téléphoniques

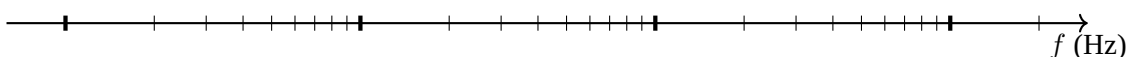
Le signal audio a un contenu en fréquence compris entre 20 Hz et 20 kHz. Au delà de ces limites, on trouve respectivement les infra- et ultra-sons, inaudibles pour l'homme. Si l'on s'intéresse à la voix humaine, le contenu en fréquence est limité à une plage allant de 50 Hz à 12 kHz. Il a cependant été montré qu'il est possible de différencier deux voix avec un contenu en fréquence bien plus limité. L'intérêt de limiter cette bande de fréquence est immédiat en téléphonie où plus le contenu à transmettre est important, plus le débit de transmission doit être élevé.

Deux normes audio liées à la téléphonie co-existent :

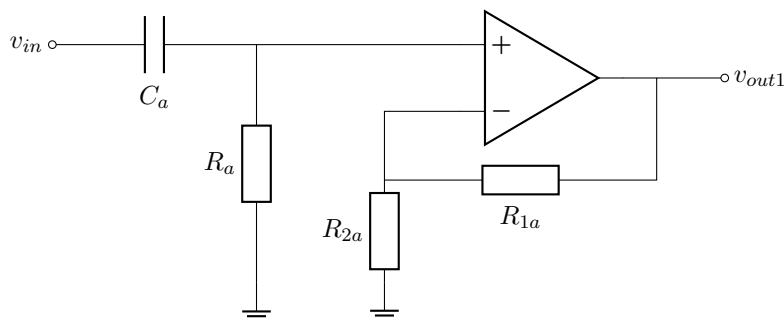
- **la norme UIT-T G-711** : la plage de fréquence est limitée entre 300 Hz et 3400 Hz, elle correspond à la *téléphonie standard*.
- **la norme UIT-T G-722** : la plage de fréquence est limitée entre 50 Hz et 7000 Hz, elle correspond à la *téléphonie Haute Définition*.

Dans la suite de ce TD nous allons concevoir un circuit de filtrage et choisir les valeurs de composants pour répondre à ces deux normes.

1. Sur l'axe des fréquences suivant, représenter par des plages de couleur les différentes bandes de fréquences décrites dans l'énoncé.



2. Un premier montage à AOP est réalisé par le montage suivant :



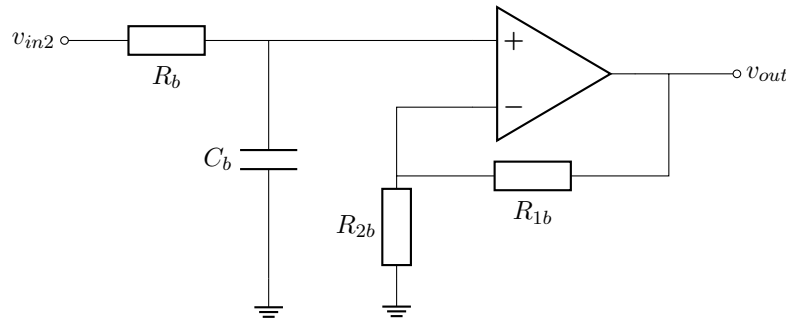
- (a) En quel régime travaille l'AOP? **justifiez votre réponse.** Que peut on dire de  $v_+$  et  $v_-$  ?
- (b) Exprimer  $v_+$  en fonction de  $v_{in}$ .
- (c) Exprimer  $v_-$  en fonction de  $v_{out1}$
- (d) Montrer que la fonction de transfert du montage peut s'écrire sous la forme

$$H_1(jf) = A_1 \cdot \frac{j \frac{f}{f_1}}{1 + j \frac{f}{f_1}}$$

et exprimer  $A_1$  et  $f_1$  en fonction de  $R_{1a}$ ,  $R_{2a}$ ,  $R_a$  et  $C_a$ .

- (e) Quel est le type de filtre réalisé? À quoi correspondent  $A_1$  et  $f_1$  ?
- (f) On souhaite amplifier le signal non atténué de 6 dB et on donne  $R_{2a} = 8,2 \text{ k}\Omega$ . Calculer la valeur numérique du composant permettant de remplir ce cahier des charges.
- (g) On donne  $R_a = 10 \text{ k}\Omega$ . Calculer la valeur numérique du composant pour remplir le cahier des charges pour les normes 711 et 722.
- (h) Dans les documents en annexe, tracer les diagrammes de Bode des filtres réalisés.

3. Un second second montage est réalisé à l'aide du schéma suivant :



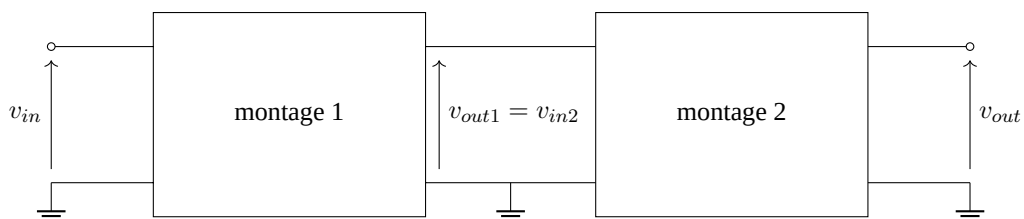
- En quel régime travaille l'AOP ? **justifiez votre réponse**. Que peut on dire de  $v_+$  et  $v_-$  ?
- Exprimer  $v_+$  en fonction de  $v_{in2}$ .
- Exprimer  $v_-$  en fonction de  $v_{out}$
- Montrer que la fonction de transfert du montage peut s'écrire sous la forme

$$H_2(jf) = \frac{A_2}{1 + j\frac{f}{f_2}}$$

et exprimer  $A_2$  et  $f_2$  en fonction de  $R_{1b}$ ,  $R_{2b}$ ,  $R_b$  et  $C_b$ .

- Quel est le type de filtre réalisé ? À quoi correspondent  $A_2$  et  $f_2$  ?
- On souhaite amplifier le signal non atténué de 3 dB et on donne  $R_{2b} = 6,8 \text{ k}\Omega$ . Calculer la valeur numérique du composant permettant de remplir ce cahier des charges.
- On donne  $R_b = 10 \text{ k}\Omega$ . Calculer la valeur numérique du composant pour remplir le cahier des charges pour les normes 711 et 722.
- Dans les documents en annexe, tracer les diagrammes de Bode des filtres réalisés.

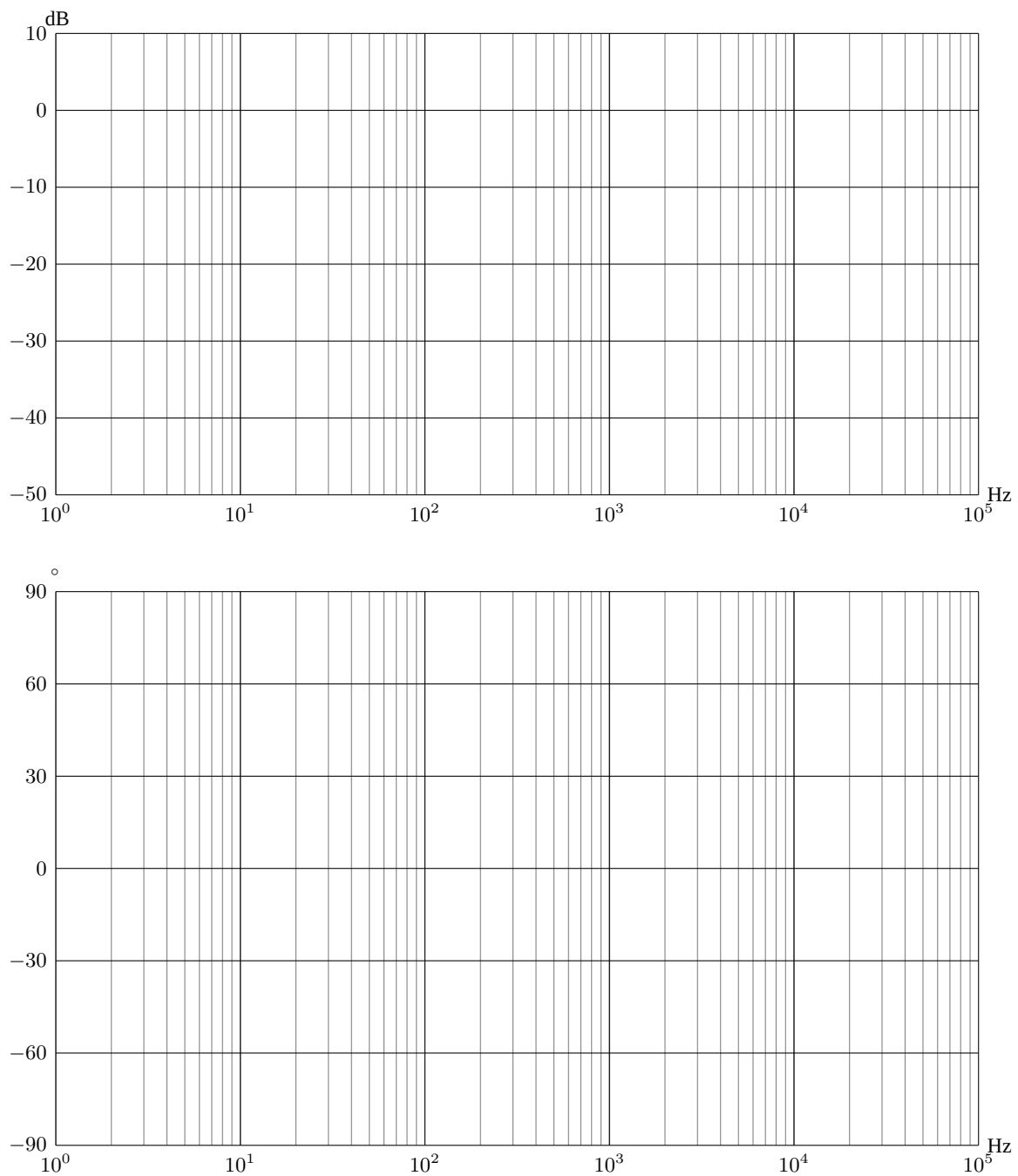
4. On cascade maintenant les deux montages précédents :



- Calculer la fonction de transfert  $H(jf)$  de l'association des schémas 1 et 2 en fonction de  $H_1(jf)$  et  $H_2(jf)$ .
- Calculer la gain de  $H(jf)$  en fonction du gain de  $H_1(jf)$  et  $H_2(jf)$ .
- Calculer le déphasage de  $H(jf)$  en fonction du déphasage de  $H_1(jf)$  et  $H_2(jf)$ .
- Dans les documents en annexe, tracer les diagrammes de Bode des filtres réalisés.
- Par combien est multipliée l'amplitude du signal d'entrée ramené en sortie dans la bande de fréquence non atténuée ?
- On souhaite, sur les fréquences hautes, avoir une pente de  $-40 \text{ dB}$  par décade. Proposer une solution simple permettant de satisfaire ce cahier des charges **sans modifier le gain obtenu dans la bande de fréquence non atténuée**.

## Annexe 1

### Diagramme de Bode pour la norme UIT-T G-711



## Annexe 2

### Diagramme de Bode pour la norme UIT-T G-722

