

TP d'électrocinétique n°4 (noté)

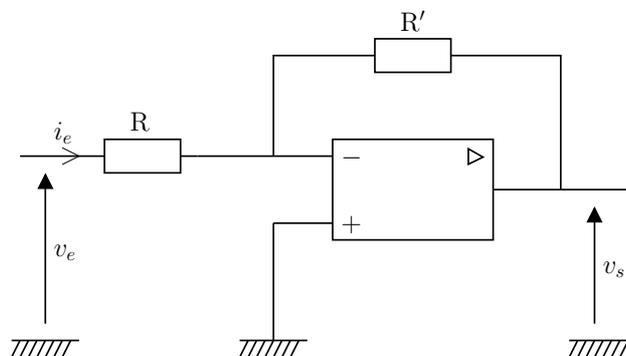
Caractéristiques d'un amplificateur de tension

Le but de ce TP est de caractériser deux montages d'amplification à l'aide d'amplificateurs opérationnel.

Vous rédigerez un compte-rendu détaillé récapitulant vos observations, les résultats, les réponses aux questions ainsi que d'éventuelles remarques ou commentaires. Vous veillerez particulièrement à présenter des résultats avec les unités, le plus souvent avec l'incertitude correspondante. Enfin, il sera attribué des points pour la tenue de la paillasse et l'organisation des montages.

I. Caractérisation d'un montage amplificateur inverseur

1. Présentation du montage



On dispose pour étudier ce montage des instruments ou composants suivants :

- * Générateur Basses Fréquences HAMEG
- * Alimentation stabilisée (à régler en ± 15 V) HAMEG
- * Boîtes AOIP $\times 10 \Omega$, $\times 100 \Omega$, $\times 1 \text{ k}\Omega$, $\times 10 \text{ k}\Omega$
- * AO 741 et son support
- * Résistances $1 \text{ k}\Omega$, $10 \text{ k}\Omega$, $100 \text{ k}\Omega$
- * Câbles
- * Plaquette
- * Multimètre numérique MX52
- * Oscilloscope numérique

2. Questions préliminaires

- (a) Prédire si l'amplificateur opérationnel (AO) fonctionnera en régime linéaire ou saturé. Justifier brièvement.
- (b) En supposant l'AO idéal, exprimer le gain $G = v_s/v_e$ de l'amplificateur en fonction des valeurs des composants.
- (c) Exprimer la résistance d'entrée $R_e = v_e/i_e$ en fonction des valeurs des composants.
- (d) Vous disposez des résistances suivantes : 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω .
On souhaite obtenir un gain $|G| = 10$, préciser les valeurs choisies pour les résistances R et R'. Justifier soigneusement ce choix.
- (e) Quelle est l'incertitude relative sur chacune des valeurs des résistances ?
- (f) On souhaite visualiser en voie 1 de l'oscilloscope la tension v_e et en voie 2 la tension v_s . Placer sur un schéma les positions des voies de l'oscilloscope correspondantes.

3. Réalisation du montage

Câbler le montage précédent avec les valeurs choisies en respectant les conditions de sécurité d'usage. On pourra se référer au tableau des résistances, ainsi qu'au schéma de l'AO en annexe.

Dans le premier temps, le générateur basses fréquences (GBF) sera réglé de façon à sortir un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz.

Régler l'oscilloscope pour visualiser à l'écran les deux courbes v_e et v_s afin d'effectuer les mesures.

4. Exploitation du montage

- (a) Vérifier que le gain est bien celui attendu. Comparer à la valeur théorique.
- (b) Est-il indépendant de la valeur de la fréquence utilisée ? Pourquoi ?
- (c) Mesurer la résistance d'entrée du montage avec le matériel à disposition. Comparer à la valeur théorique.
- (d) Observez-vous des phénomènes de saturation ? Si oui, le(s)quel(s) ? Quantifier.

Ne pas démonter le montage précédent, il sera utilisé par la suite.

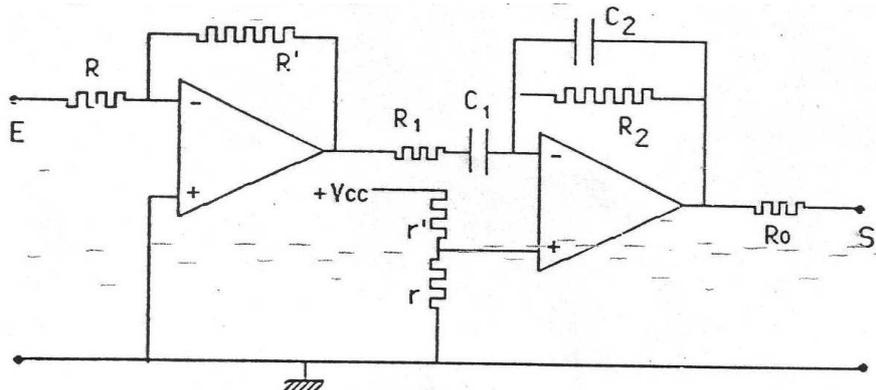
*Appeler
l'exami-
nateur.*

II. Amplificateur de tension - Étude fréquentielle

1. Présentation du montage

Le montage étudié est celui du schéma ci-contre, il faudra le câbler avec les valeurs des composants suivantes :

- R = 22 kΩ
- R' = 39 kΩ
- R₁ = 10 kΩ
- R₂ = 100 kΩ
- r = 1 kΩ
- r' = 10 kΩ
- R₀ = 220 Ω
- C₁ = 22 nF
- C₂ = 1 nF



2. Aspect théorique

Il n'est demandé aucun calcul, ni aucune réponse dans cette sous-partie.

Le premier AO est monté en amplificateur inverseur et le second est inséré dans un filtre. La tension de décalage en sortie provient des tensions de décalage des AO et surtout du diviseur (r, r').

(a) Fonction de transfert

En régime sinusoïdal forcé (AO idéaux fonctionnant en régime linéaire), on peut montrer que :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{v_s}{v_e} = \underline{H}_1(j\omega) \cdot \underline{H}_2(j\omega) = \frac{R'}{R} \frac{j\omega C_1 R_2}{(1 + j\omega C_1 R_1)(1 + j\omega C_2 R_2)}$$

(b) Gain

Si on pose $\omega_1 = \frac{1}{R_1 C_1}$ et $\omega_2 = \frac{1}{R_2 C_2}$, on a $G = \frac{R' \cdot R_2}{R \cdot R_1} \frac{\frac{\omega}{\omega_1}}{\sqrt{\left(1 + \frac{\omega^2}{\omega_1^2}\right) \left(1 + \frac{\omega^2}{\omega_2^2}\right)}}$

(c) Déphasage

De $\underline{H}(j\omega) = G \cdot e^{j\varphi}$, on en déduit $\varphi = \frac{\pi}{2} - \varphi_1 - \varphi_2$ avec

$$\begin{cases} \varphi_1 = \text{Arctan}(R_1 C_1 \omega), \varphi_1 \in [0, \frac{\pi}{2}] \\ \varphi_2 = \text{Arctan}(R_2 C_2 \omega), \varphi_2 \in [0, \frac{\pi}{2}] \end{cases}$$

3. Étude préliminaire

- (a) Quelle est l'incertitude relative sur les composants R_1 , R_2 , C_1 , C_2 ?
- (b) Calculer les valeurs des fréquences f_1 et f_2 correspondant à ω_1 et ω_2 .
- (c) On appelle $G_{dB} = 20 \log |H|$ le gain en décibel. Tracer sur votre copie le diagramme de Bode asymptotique de l'amplificateur à l'aide de la fonction de transfert donnée plus haut.
- (d) Quelle est la nature du filtre ?
- (e) Quelle est l'intérêt de la résistance R_0 ? Doit-on la choisir plutôt de faible ou élevée ? Justifier.

4. Réalisation du montage

Câbler le second AO à la suite du précédent pour monter le filtre présenté au II.1. avec les valeurs indiquées pour les différents composants. Le matériel à disposition est le même que précédemment. On pourra se référer au tableau des résistances, ainsi qu'au schéma de l'AO en annexe.

Dans le premier temps, le générateur basses fréquences (GBF) sera réglé de façon à sortir un signal sinusoïdal de fréquence 6 kHz.

Régler l'oscilloscope pour visualiser à l'écran les deux courbes v_e et v_s afin d'effectuer les mesures.

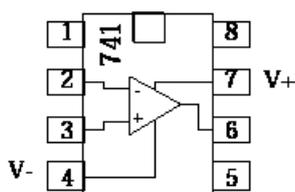
5. Mesures et exploitation des résultats

- (a) Caractériser très précisément les tensions d'entrée et de sortie (valeurs efficaces, valeur moyenne, fréquence, déphasage entre elles...) puis tracer les courbes.
- (b) À quelle partie du montage est due la tension de décalage en sortie ?
- (c) Comment régler le mode de la voie 2 de l'oscilloscope : en AC ou en DC ? Justifier.
- (d) Vérifier rapidement la nature du filtre. Est-ce le résultat attendu ?
- (e) Tracer le diagramme de Bode en gain uniquement ($G_{dB} = f(\log(f))$) de ce filtre sur du papier semi-log. Il est volontairement laissé à l'appréciation du candidat le choix de la méthode de mesure du gain en décibel.
- (f) Lire la valeur de $(f_1 + f_2)/2 = f_0$ sur le diagramme et comparer les pentes mesurées à celles prévues par la théorie.
- (g) Mesurer la bande passante Δf .
- (h) Le facteur de qualité d'un filtre est défini comme suit : $Q = f_0/\Delta f$. En déduire sa valeur. Commentez.
- (i) On souhaite réaliser la primitive d'un signal créneau. Est-possible avec ce type de filtre ? Si oui précisez dans quelles conditions. Réaliser l'expérience en précisant les valeurs utilisées. Tracer les courbes obtenues.

*Appeler
l'exami-
nateur.*

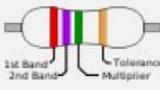
Annexe

Brochage AO 741



Code couleur des résistances

ooo Code des couleurs pour les résistances ooo

	1er anneau gauche	2e anneau gauche	3e anneau gauche*	Dernier anneau gauche	Anneau droite	Anneau suppl.	Abrév.
Couleur	1er chiffre	2e chiffre	3e chiffre	Multiplicateur	Tolérance	Coeff. temp.	Alpha.
noir	0	0	0	$10^0=1$		200 ppm	BK
marron	1	1	1	10^1	$\pm 1 \%$	100 ppm	BN
rouge	2	2	2	10^2	$\pm 2 \%$	50 ppm	RD
orange	3	3	3	10^3		15 ppm	OG
jaune	4	4	4	10^4		25 ppm	YW
vert	5	5	5	10^5	$\pm 0,5 \%$		GN
bleu	6	6	6	10^6	$\pm 0,25 \%$		BU
violet	7	7	7	10^7	$\pm 0,10 \%$		VT
gris	8	8	8	10^8	$\pm 0,05 \%$		GY
blanc	9	9	9	10^9			WT
or				0,1	$\pm 5 \%$		GD
argent				0,01	$\pm 10 \%$		SR
(absent)					$\pm 20 \%$		

Matériel

Paillasses élèves (10)

- * Oscilloscopes numériques
- * GBF Hameg
- * Alimentation stabilisée (± 15 V)
- * Multimètre numérique MX52
- * Boîtes AOIP $\times 10 \Omega$, $\times 100 \Omega$, $\times 1 \text{ k}\Omega$, $\times 10 \text{ k}\Omega$
- * Résistances $22 \text{ k}\Omega$, $39 \text{ k}\Omega$, $10 \text{ k}\Omega \times 2$, $100 \text{ k}\Omega$, $1 \text{ k}\Omega$, 220Ω , $220 \text{ k}\Omega$
- * Capacités 1 nF et 22 nF
- * Câbles coaxiaux/BNC et « té » coaxiaux
- * Petits fils
- * Plaque lab
- * AO 741 $\times 2$ et supports