

TPG - Caractérisation d'un filtre

Remarques préliminaires :

L'épreuve comporte **2 appels à l'examineur** pendant lesquels vous devez présenter votre travail (démarche, montages, résultats) en utilisant comme support les questions posées dans l'énoncé. La durée d'un appel ne doit pas excéder 5 min.

Le **2^e appel** doit avoir lieu **au plus tard un quart d'heure avant la fin** de l'épreuve.

En fin d'épreuve, vous devez fournir un **compte-rendu** qui comprend :

- Une **présentation synthétique et cohérente de votre travail**
- L'ensemble des **valeurs numériques et des graphiques**
- Vos **réponses aux questions Q 9 à 14**.

Ce compte-rendu **ne doit pas excéder une copie double** (hors graphiques).

Objectifs :

Vous disposez d'un montage qui constitue un filtre. Il vous est demandé de le caractériser et d'étudier son effet sur un signal d'entrée non sinusoïdal.

Matériel disponible :

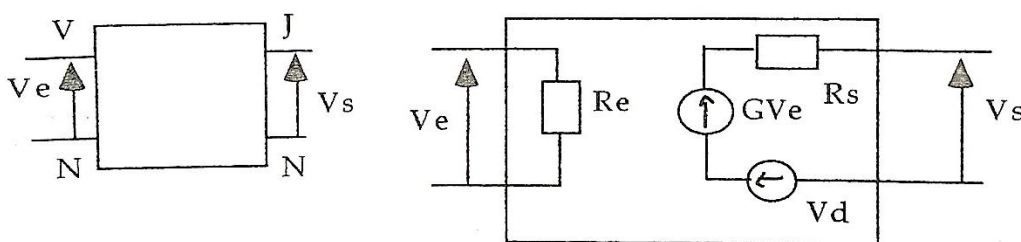
Vous disposez d'un montage qui nécessite d'être alimenté* : borne rouge au + 15 V et borne bleue au - 15 V.



Lors des manipulations :

- **Vous ALLUMEREZ l'alimentation du montage AVANT le GBF ;**
- **Vous ETEINDREZ l'alimentation du montage APRES le GBF.**

La borne noire (N) correspond à la masse, la borne verte (V) correspond à l'entrée et la borne jaune (J) correspond à la sortie du montage. On peut modéliser le montage par le schéma de droite.



V_e est la tension d'entrée délivrée par un GBF, V_d est une tension de décalage (tension continue) et G est le gain du filtre qui dépend de la pulsation de la tension V_e .

* Ce montage contient un amplificateur opérationnel qui nécessite d'être alimenté pendant tout le TP.

Autre matériel disponible :

- un générateur basse fréquence (GBF)
- une boîte à décades de résistances
- un oscilloscope numérique
- un multimètre

DOC : Décomposition de Fourier

Un signal périodique peut se mettre sous la forme :

$$s(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \cos(2\pi nft + \varphi_n))$$

Pour un signal triangulaire alternatif :

$$C_n = 0 \text{ pour } n \text{ pair et } C_n = \frac{8E}{\pi^2 n^2} \text{ pour } n \text{ impair}$$

Pour un signal créneau alternatif :

$$C_n = 0 \text{ pour } n \text{ pair et } C_n = \frac{4E}{\pi n} \text{ pour } n \text{ impair}$$

avec E l'amplitude du signal

1^e partie : Mesure des caractéristiques (à $f = 1,5 \text{ kHz}$)

♦ Mesure de la **tension de décalage** V_d

Si $V_e = 0$ et si la sortie est ouverte alors $V_s = V_d$.

Q1) Mesurer V_d .

♦ Mesure de la **résistance d'entrée** R_e

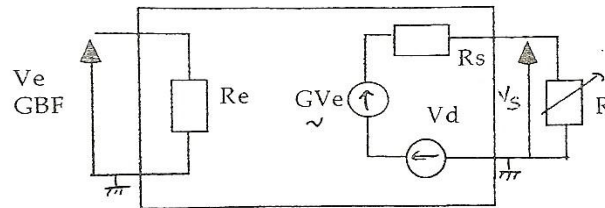
Régler le GBF pour qu'il délivre un signal sinusoïdal d'amplitude égale à $A_e = 0,4 \text{ V}$, sans offset et de fréquence égale à $f = 1,5 \text{ kHz}$.

Q2) Décrire un protocole permettant de déterminer expérimentalement la valeur de R_e .

Q3) Déterminer la valeur de R_e .

♦ Mesure de la **résistance de sortie** R_s

On conserve le réglage précédent pour le GBF. On branche une résistance variable R en sortie du filtre.



On peut décomposer la tension de sortie V_s en sa composante continue (due à V_d) et sa composante fondamentale de fréquence $f = 1,5 \text{ kHz}$: $V_s = V_{s,0} + V_{s,alt}$.

$V_{s,alt}$ a une amplitude $A_s = \frac{RGA_e}{R+R_s}$. On note $A_{s\infty}$ l'amplitude de $V_{s,alt}$ si $R \rightarrow \infty$ (i.e. si la sortie est ouverte).

Q4) Mesurer $A_{s\infty}$ puis déterminer la valeur de R pour laquelle l'amplitude A_s vaut $\frac{A_{s\infty}}{2}$. Conclure sur la valeur de R_s .

Appeler l'examineur

Présenter à l'examineur les protocoles / démarches suivis pour cette 1^e partie.

2^e partie : Etude du gain et du déphasage

Pour une tension d'entrée V_e sinusoïdale de pulsation f , la tension de sortie V_s s'écrit : $V_s = V_{s,0} + V_{s,alt}$ avec $V_{s,0}$ la composante continue et $V_{s,alt}$ la composante fondamentale de pulsation f .

On note $\underline{H} = \frac{V_{s,alt}}{V_e}$ la fonction de transfert du circuit. On a $\underline{H}(f) = \underline{G}(f)e^{j\varphi(f)}$ avec $j^2 = -1$.

Régler le GBF pour qu'il délivre un signal sinusoïdal d'amplitude égale à $A_e = 0,4 \text{ V}$.

Q5) Quelle est la nature du filtre?

Q6) Tracer le diagramme de Bode en gain G_{dB} et en phase φ du filtre sur papier semi-log.

Q7) Déterminer avec précision ses caractéristiques notamment son gain maximal et sa bande passante à -3 dB.

Q8) Analyser le diagramme de Bode en gain obtenu.

Appeler l'examineur

Présenter à l'examineur les protocoles / démarches suivis pour cette 2^e partie.

Q9) Régler le GBF pour qu'il délivre une tension à une fréquence voisine de la fréquence de résonance, augmenter l'amplitude de la tension d'entrée. Noter ce qui est observé et interpréter.

3^e partie : Effet du filtre sur un signal non sinusoïdal

On considère maintenant un signal d'entrée triangulaire :

Q10) Dans quel domaine de fréquences le signal de sortie s'apparente-t-il à un signal créneau ? Interpréter.

Q11) Dans quel domaine de fréquences le signal de sortie s'apparente-t-il à une sinusoïde ? Interpréter.

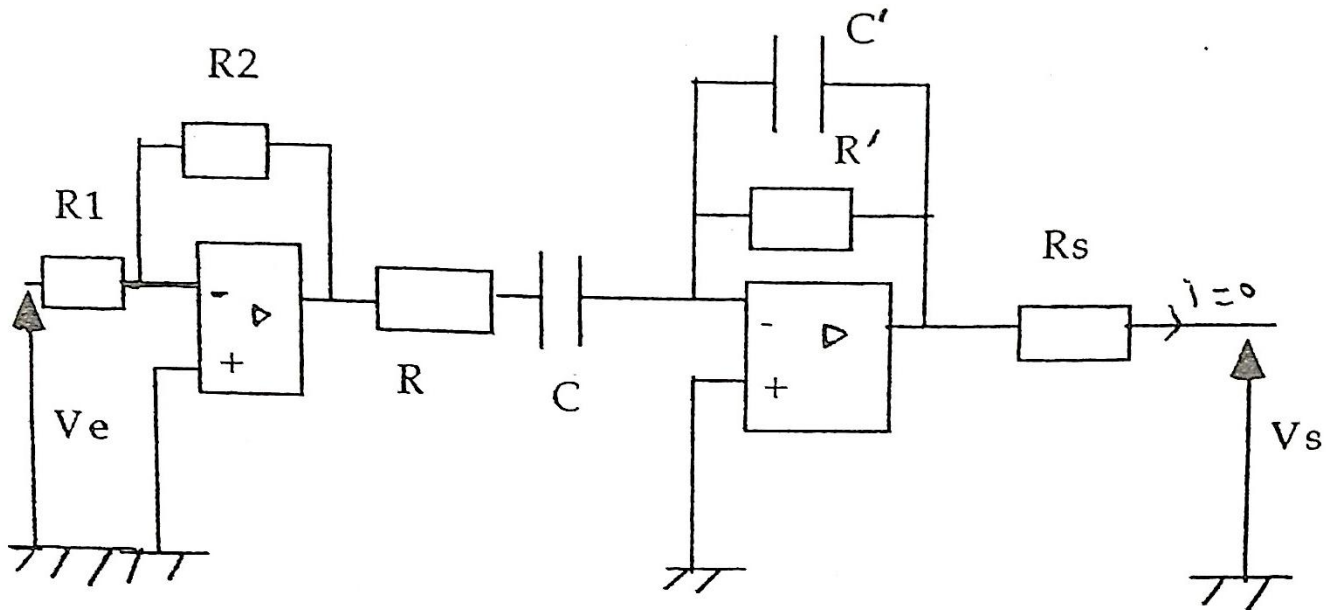
Q12) Préciser les conditions d'utilisation de ce filtre pour qu'il puisse correspondre à un intégrateur.

Q13) Décrire un protocole permettant de le vérifier expérimentalement.

Synthèse

Q14) Proposer des exemples d'utilisation pratique du montage étudié en précisant les limitations dues aux *imperfections* du montage.

COMPLEMENT : Circuit correspondant au filtre étudié



Les deux amplificateurs linéaires intégrés sont supposés idéaux.

En considérant qu'ils fonctionnent dans leur domaine linéaire, déterminer l'expression de :

- la résistance d'entrée du filtre
- la fonction de transfert du filtre

En déduire l'expression :

- de la fréquence de résonance
- du gain maximal
- du facteur de qualité

de ce filtre.