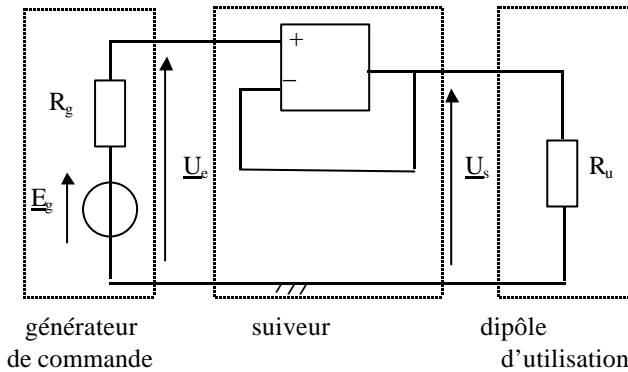


TP N°13 : AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN REGIME LINEAIRE : MONTAGE SUIVEUR

I. Objectifs.

Se rapporter au cours IX , paragraphe III et au TP précédent.

Le montage suiveur se déduit du montage amplificateur non inverseur en faisant $R_2 = 0$ et $R_1 \rightarrow \infty$.



notations :

$$u_e = U_e \sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi_{ue}) = U_{e, \max} \cos(\omega t + \varphi_{ue})$$

$$\underline{u}_e = \underline{U}_e \sqrt{2} e^{j\omega t} \text{ avec } \underline{U}_e = U_e e^{j\varphi_{ue}}$$

de même pour u_s

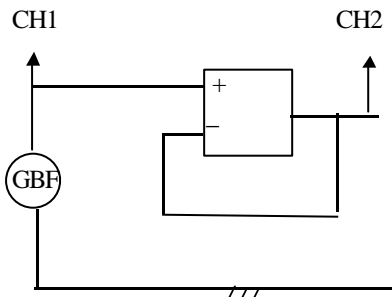
Pour l'A.O. idéal en régime linéaire, montrer que l'expression de la fonction de transfert est $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e} = 1 \Rightarrow u_s = u_e$.

D'après le TP12 , le suiveur est en réalité un filtre passe-bas du premier ordre dont on se propose, dans une première partie, de déterminer la fréquence de coupure.

Dans une seconde partie nous étudierons le suiveur à basse fréquence ($f = 500 \text{ Hz}$) pour retrouver les résultats du cours.

II. Première partie : bande passante du suiveur.

Le quadripôle n'est pas chargé dans cette partie ($R_u \rightarrow \infty$). Le générateur de commande est un G.B.F. Réaliser le montage.



L'alimentation de l'A.O. n'est pas représentée. Elle se branche avant le G.B.F. et se débranche en dernier. **Ne pas oublier de relier sa masse à celle du G.B.F.**

Remarquons tout d'abord que la saturation en tension de sortie ne peut être atteinte car le G.B.F. délivre au maximum un signal d'amplitude 10 V et, en dessous de la fréquence de coupure, $U_{s, \max} = U_{e, \max} = 10 \text{ V} < U_{\text{sat}} \approx 15 \text{ V}$ (au-delà de la fréquence de coupure $U_{s, \max} < U_{e, \max} = 10 \text{ V}$).

Procéder à une excursion rapide en fréquences : à partir de $f = 0,1 \text{ kHz}$ augmenter f jusqu'à f_{GBF} maximale et noter l'ordre de grandeur de la fréquence de coupure f_c pour laquelle le gain $H(\omega) = \frac{U_s}{U_e} = \frac{U_{s, \max}}{U_{e, \max}}$ et le déphasage φ de u_s par rapport à u_e diminuent.

Peut-on, avec le multimètre numérique (bande passante de 200 kHz) procéder aux mesures pour tracer le diagramme pour le gain ?

Même question pour le multimètre analogique (bande passante de 1 MHz).

La bande passante de l'oscilloscope est d'environ 20 MHz, conclure.

En fait nous ne tracerons pas le diagramme de Bode expérimental, donner son allure théorique d'après les résultats ci-dessus.

III. Deuxième partie : étude à basse fréquence.

On fixe $f = 500 \text{ Hz}$, comme dans le TP12, mais l'étude peut se faire dans le large domaine de basses fréquences satisfaisant à $f < f_c$.

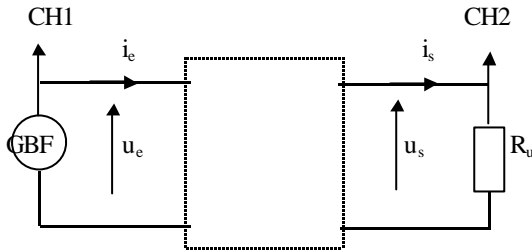
1. Gain et phase de transfert.

Le quadripôle n'étant pas chargé, examiner le signal de sortie pour un signal d'entrée sinusoïdal, puis triangulaire, puis rectangulaire. Revenir pour la suite à un signal sinusoïdal.

2. Saturation en courant de sortie.

C'est la seule saturation observable (voir la remarque précédente).

Cette fois le quadripôle est chargé par une résistance d'utilisation R_u : boîte à décades.



Réaliser le montage et diminuer R_u de $10^6 \Omega$ à $10^5 \Omega$, $10^4 \Omega$... jusqu'à ce que la saturation en courant de sortie, qui se traduit par un écrêtage à faible tension d'entrée, apparaisse.

- Etude théorique.

$U_{e,max}$ est fixé, donc $U_{s,max}$ est fixé, et $u_s = R_u i_s \Rightarrow I_{s,max} = \frac{U_{s,max}}{R_u}$: l'amplitude de i_s augmente si R_u diminue.

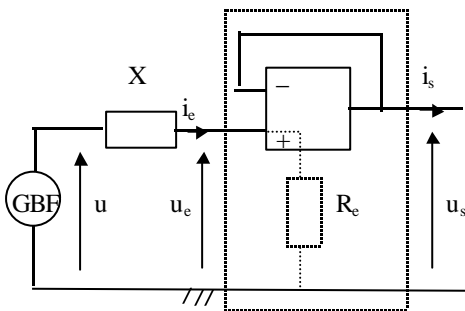
Ainsi, pour $I_{s,max} = \frac{U_{s,max}}{R_u} \geq I_{sat} = \frac{U_{s,max}}{R_0}$, soit pour $R_u \leq R_0$ la saturation en courant de sortie apparaît : i_s , donc $u_s = R_u i_s$ est écrêté.

- Mesures : relever R_0 (lu et mesuré à l'ohmmètre).

Dessiner l'oscillogramme voie 2 pour $R_u = R_0$, en déduire $U_{s,sat}$ (valeur de u_s pour $i_s = I_{sat}$), puis $I_{sat} = \frac{U_{s,sat}}{R_0}$.

3. Résistance d'entrée du suiveur (se rapporter au cours IX , paragraphes I.4. et III.2.).

Réaliser le montage ci-dessous.



R_e est la résistance cherchée.

X est une résistance de $100 \text{ k}\Omega$.

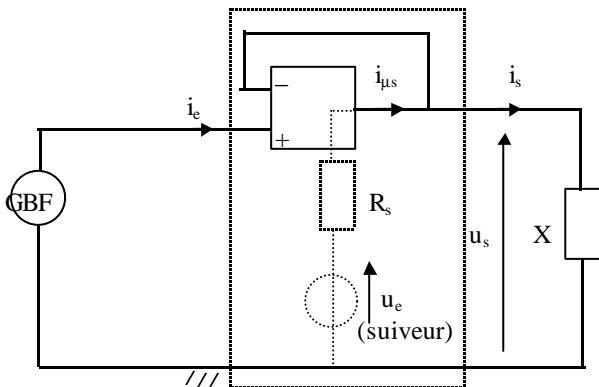
U et U_e sont mesurés successivement à l'aide du multimètre numérique de résistance interne $R_V = 1 \text{ M}\Omega$.

Montrer que $\frac{1}{R_V // R_e} = \frac{u - u_e}{X u_e}$. En déduire l'expression de

R_e et procéder à la mesure. Conclure.

4. Résistance de sortie du suiveur (se rapporter au cours IX , paragraphes I.4. et III.2.).

Réaliser le montage ci-dessous.



R_s est la résistance cherchée.

X est une résistance de 10Ω .

L'amplitude du signal d'entrée est réglée pour qu'il n'y ait pas de saturation en courant de sortie.

Les tensions U_s et U_e sont mesurées à l'aide du multimètre numérique (U_e peut être mesuré en sortie pour $X \rightarrow \infty$, le montrer).

Montrer que $R_s = X \left(\frac{u_e}{u_s} - 1 \right)$. Procéder à la mesure et conclure.

Pour la conclusion des paragraphes 3 et 4, on peut se rapporter au cours IX , paragraphe III.2.

A noter : un A.O. douteux se teste en suiveur.