

PSI 2019 - 2020*
TD de physique N°1

EXERCICE 1 : Etude d'un filtre

Le filtre utilisé est représenté figure 12.

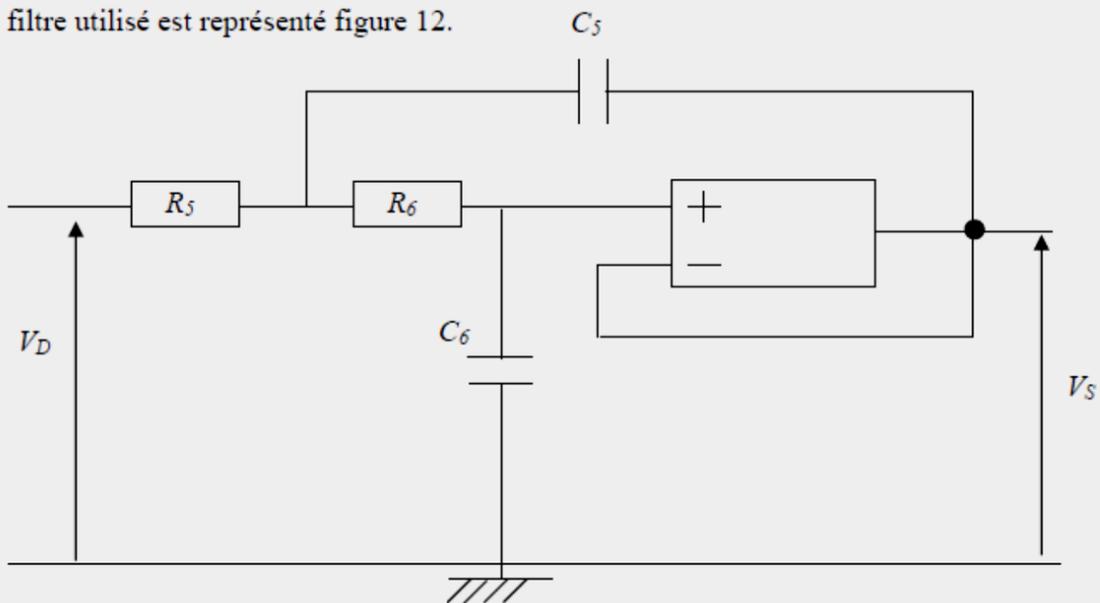


Figure 12 : filtre

1- Mettre la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \frac{V_S(j\omega)}{V_D(j\omega)}$ sous la forme suivante :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{\left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2 + \frac{1}{Q} \cdot \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right) + 1}.$$

2- Préciser les expressions de H_0 , ω_0 et Q en fonction de R_5 , R_6 , C_5 , C_6 .

3- De quel filtre s'agit-il ? Justifier votre réponse.

4- Déterminer Q tel que le module élevé au carré soit de la forme :

$$\left|\underline{H}(j\omega)\right|^2 = \frac{1}{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^4 + 1}.$$

5- Donner alors l'expression de la phase $\varphi(j\omega)$ de $\underline{H}(j\omega)$.

6- Tracer le diagramme de Bode complet du filtre dans les conditions du 3.4.

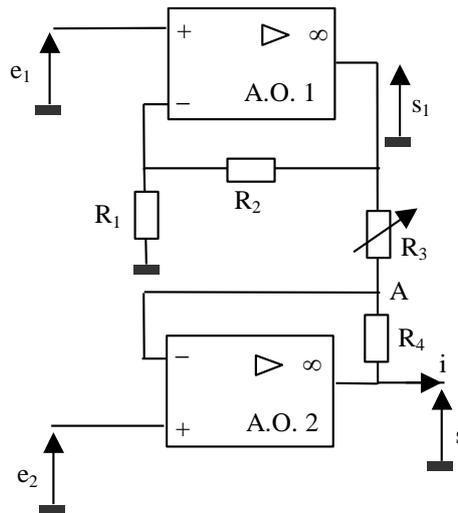
7- En déduire sa réponse à un signal d'entrée créneau, $v_e(t)$, dont le développement est donné ci-dessous, dans chacun des deux cas suivants :

- $f \ll f_0$
- $f \gg f_0$

$$v_e(t) = 0,1 + \frac{4}{\pi} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\sin[(2p+1)2\pi ft]}{(2p+1)}$$

EXERCICE 2 : Amplificateur différentiel à haute impédance d'entrée

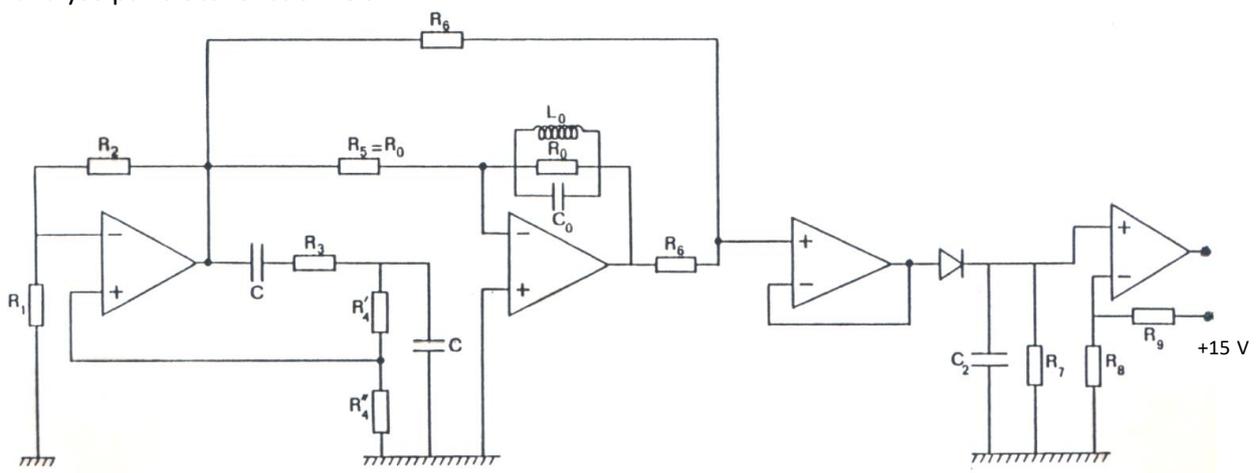
Soit le circuit ci-dessous :



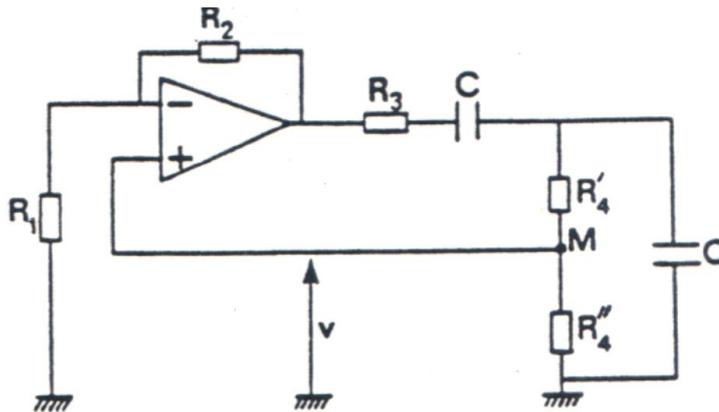
1. Exprimer la tension de sortie s en fonction des tensions d'entrées e_1 , e_2 et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
2. Quelle valeur doit-on donner à la résistance R_3 pour que le circuit réalise un amplificateur de différence ?
3. Comment peut-on effectuer expérimentalement le réglage de la résistance R_3 ?
4. Sachant que $R_1 = 90 \text{ k}\Omega$, déterminer alors la valeur des autres résistances afin d'avoir une amplification différentielle $A_d = \frac{s}{e_2 - e_1} = 10$.
5. Quelle est la résistance différentielle d'entrée R_{de} de cet amplificateur et quelle est sa résistance de sortie R_s ? Commenter et comparer au résultat du montage soustracteur du cours.

EXERCICE 3 : Etude d'un détecteur d'objets ferromagnétiques

Le montage ci-dessous correspond à un détecteur d'objets dont le problème se propose de faire l'analyse par blocs fonctionnels.



1. Oscillateur



Le bloc étudié permet d'observer dans certaines conditions une tension sinusoïdale en M.

D'où provient l'énergie nécessaire à l'existence de cette tension ?

On donne la fonction de transfert de la chaîne de retour :

$$\frac{v}{v_{\text{sortie ALI}}} = \frac{R_4''}{(R_4' + R_4'') + (1 + j(R_4' + R_4'')C\omega)(R_3 + 1/(jC\omega))}$$

Exprimer la condition nécessaire correspondant à une oscillation sinusoïdale (on admettra qu'elle est suffisante).

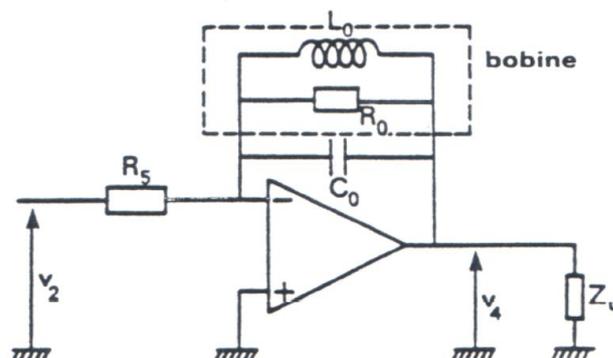
De cette condition déduire la valeur que doit posséder $A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ en fonction des autres

résistances du montage, ainsi que la pulsation ν_0 des oscillations ; réaliser les AN pour :

$R_1 = 680 \Omega$; $R_3 = 3300 \Omega$; $R_4' = 2700 \Omega$; $R_4'' = 330 \Omega$; $C = 10 \text{ nF}$

2. Capteur inductif – Amplificateur sélectif

Le détecteur d'objets ferromagnétiques (« capteur inductif ») est constitué d'une bobine sans fer dont le schéma équivalent à la fréquence ν_0 calculée en 1. est donné par le schéma avec $L_0 = 10 \text{ mH}$ et $R_0 = 12 \text{ k}\Omega$. Cette bobine est un élément de l'amplificateur sélectif :



On suppose $R_c = R_0$.

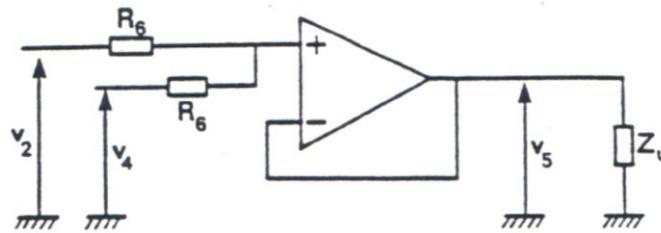
Déterminer $\frac{v_4}{v_2}$ en fonction de R_0 , C_0 , L_0 et ω .

On veut que la fréquence de résonance de ce circuit soit la fréquence trouvée en 1. ; déterminer littéralement et numériquement C_0 .

Lorsqu'un objet ferromagnétique passe devant la bobine, son inductance augmente et devient

$L = L_0(1 + \varepsilon)$, avec $\varepsilon \ll 1$. Exprimer $\frac{v_4}{v_2}$ au premier ordre en ε .

3. Sommateur



Exprimer v_5 en fonction de v_2 et v_4 .

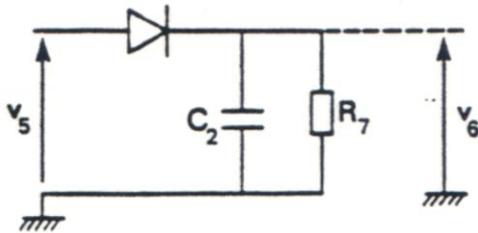
Que vaut v_5 en l'absence d'objet ferromagnétique ?

En présence d'un objet ferromagnétique, exprimer v_5 en fonction de v_2 , Q , ϵ .

Calculer l'amplitude V_5 de v_5 si $\epsilon = \frac{1}{Q}$ et si $V_{2,eff} = 5 \text{ V}$.

On rappelle que $Q = R_0 / (L_0 \omega_0)$.

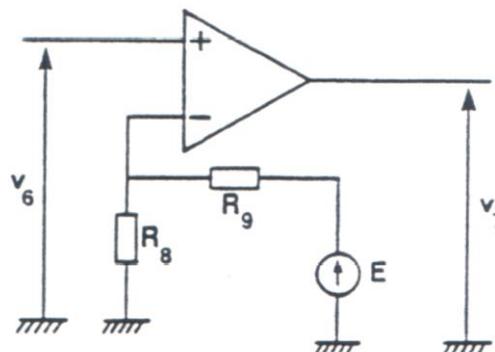
4. Cellule de détection



La tension appliquée, v_5 est sinusoïdale d'amplitude V_5 calculée au 3. en présence d'un objet.

On donne $R_7 = 6,8 \text{ M}\Omega$ et $C_2 = 1 \mu\text{F}$; la diode est idéale; montrer que l'on a pratiquement $v_6 = 2,5 \text{ V}$.

5. Comparateur



On a : $E = \text{cte} = +15 \text{ V}$

$R_8 = 10 \text{ k}\Omega$

$R_9 = 52,5 \text{ k}\Omega$.

Toujours en présence de l'objet, déterminer v_7

On suppose que l'on supprime l'objet ferromagnétique à $t = 0$.

Déterminer alors v_6 en fonction du temps. Au bout de combien de temps la tension v_7 bascule-t-elle ?

Ce dispositif peut-il servir à compter des objets ferromagnétiques distants de 50 cm et se déplaçant à 1 m/s ?