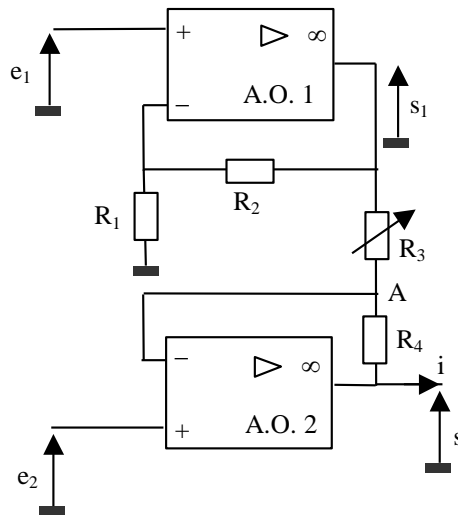


*PSI\* 2021 - 2022*  
*TD PHYSIQUE N°2*  
*ALI*

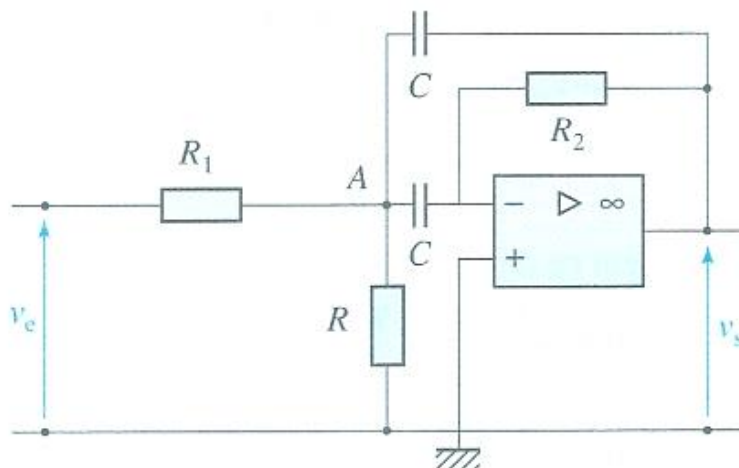
**EXERCICE 1 : Amplificateur différentiel à haute impédance d'entrée**

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 2 : Filtre actif d'ordre 2**



L'ALI est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire.

Mettre la fonction de transfert de ce filtre sous forme canonique et exprimer le gain statique, le facteur de qualité et la fréquence propre en fonction des caractéristiques des différents composants.

On donne  $R = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$  et  $C = 1 \text{ nF}$  ; donner les valeurs numériques des grandeurs précédentes.

On attaque ce filtre par un créneau symétrique,  $v_e(t)$ , d'amplitude  $\mp V_0$ , dont le développement en série de Fourier est donné par :  $A_n = 0$ ,  $B_{2p} = 0$ ,  $B_{2p+1} = \frac{4V_0}{\pi} \frac{1}{2p+1}$ . On

prendra  $V_0 = 0,5 \text{ V}$ .

- Quelle doit être la fréquence de  $v_e(t)$  pour que la fréquence centrale du filtre corresponde à l'harmonique de rang 3 de la décomposition.
- Quelles seront les amplitudes du fondamental et des harmoniques de rang 3 et 5 à l'entrée et à la sortie du montage ?

### Exercice 3 : Démodulateur de fréquence à déphaseur

En radiodiffusion, le signal reçu est souvent modulé en fréquence. Le démodulateur sert à séparer le signal modulant de la porteuse.

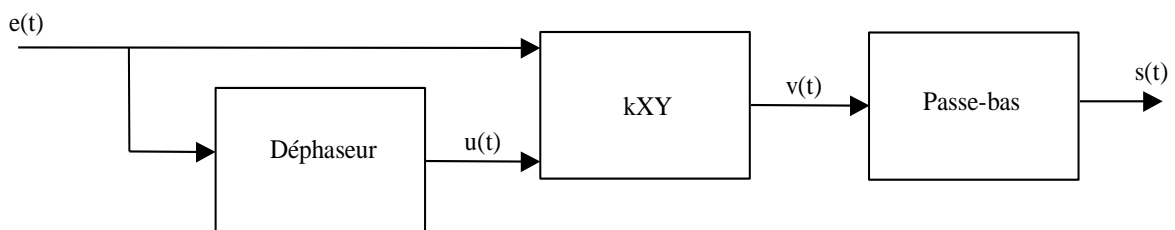
Le signal  $e(t) = e_m \cos[\omega_p t + \varphi(t)]$  reçu par le démodulateur est un signal de pulsation instantanée

$\omega(t) = \omega_p + \frac{d\varphi(t)}{dt}$ . La pulsation  $\omega_p$  est la pulsation du signal porteur  $e_m \cos(\omega_p t)$  avant sa modulation

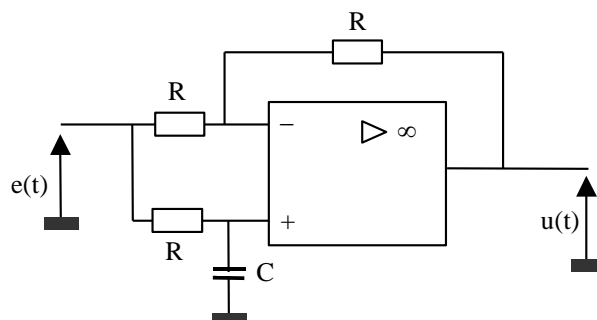
en fréquence par le signal modulant  $m(t)$  :  $\frac{d\varphi(t)}{dt} = a.m(t)$

où  $a$  est une constante réelle positive telle que :  $(\forall t) |a.m(t)| \ll \omega_p$ .

La fréquence  $f_m$  du signal modulant varie entre 50 Hz et 20 kHz et la fréquence de la porteuse est  $f_p = 100 \text{ MHz}$ . Le démodulateur est constitué d'un déphaseur, d'un multiplieur de constante multiplicative  $k = 0,1 \text{ V}^{-1}$  et d'un filtre passe-bas d'ordre deux, de fréquence de coupure  $f_c$  et de gain statique  $G_0 = 20 \text{ dB}$ . Ces trois éléments sont associés comme indiqué ci-dessous.



1 - Le déphaseur utilisé est constitué d'un amplificateur opérationnel idéal, de trois résistances  $R$  et d'une capacité  $C$  telle que :  $RC\omega_p = 1$ .



Déterminer le déphasage  $\Phi(t)$  introduit par ce circuit et donner l'expression du signal  $u(t)$  résultant.

**2** - Calculer le signal  $v(t)$  délivré par le multiplieur et en déduire qu'il s'analyse en la somme de deux signaux dont on estimera numériquement l'ordre de grandeur des fréquences.

On rappelle  $\cos \alpha = \frac{1 - \tan^2(\frac{\alpha}{2})}{1 + \tan^2(\frac{\alpha}{2})}$ .

**3** - Comment doit-on choisir la fréquence de coupure  $f_c$  du filtre passe-bas pour que la composante haute fréquence de  $v(t)$  soit quasiment totalement éliminée par filtrage ? En déduire alors l'expression du signal  $s(t)$  délivré par le filtre. Conclure