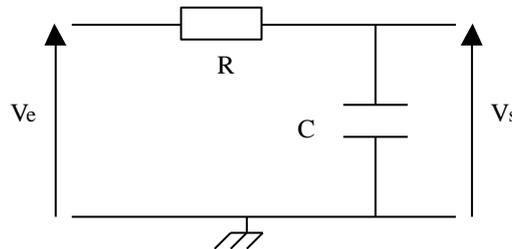


## TP E3 : FILTRES DU PREMIER ORDRE

**Capacités exigibles :** Filtrage analogique d'un signal périodique : Mettre en évidence l'action d'un filtre linéaire sur un signal périodique dans les domaines temporel et fréquentiel.

### I) Filtre passe-bas du premier ordre :

#### 1) Montage :



On prendra  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 10 \text{ nF}$ .

#### 2) Etude du régime sinusoïdal forcé :

- Déterminer la fonction de transfert de ce filtre. On posera  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$  avec  $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ .
- Tracer le diagramme de Bode asymptotique théorique et l'allure du diagramme de Bode théorique. On déterminera préalablement la fréquence de coupure théorique  $f_c$  à  $-3 \text{ dB}$ .
- Proposer et réaliser un montage permettant l'étude fréquentielle de ce montage, c'est-à-dire l'étude du signal de sortie en fonction de la fréquence du signal d'entrée. On justifiera cette proposition et on n'oubliera pas les problèmes liés au caractère fini de l'impédance d'entrée du dispositif de mesure qu'est l'oscilloscope.
- A l'aide du montage précédent, déterminer expérimentalement la fréquence de coupure  $f_c$  (préciser l'incertitude sur la mesure). Puis tracer le diagramme de Bode expérimental sur papier semi-logarithmique ou grâce à Excel (*il faut savoir faire les deux !*).
- Expliquer pourquoi ce circuit peut être utilisé pour mesurer la valeur moyenne d'un signal.

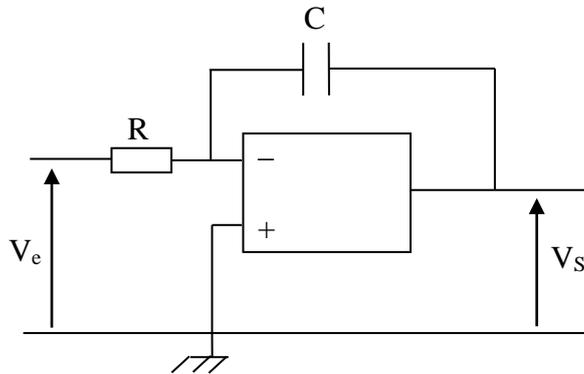
#### 3) Caractère intégrateur du filtre :

- Montrer qu'aux fréquences « élevées », ce filtre constitue un intégrateur (on parle de pseudo-intégrateur).
- Pour observer ce caractère intégrateur à « hautes fréquences » à l'oscilloscope, quelle forme (triangulaire, créneau ou sinusoïdale) convient-il de choisir pour le signal d'entrée  $V_e$  ?
- Tracer l'allure des oscillogrammes  $V_s(t)$  et  $V_e(t)$  pour un signal d'entrée  $V_e$  de fréquences : 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz et 100 kHz. L'allure des signaux de sortie était-elle prévisible ?

## II) Montage intégrateur :

Le montage précédent n'est intégrateur qu'aux « hautes » fréquences et l'amplitude du signal de sortie est faible dans le domaine intégrateur. Nous allons donc chercher à réaliser un montage intégrateur qui ne présente pas ces défauts : c'est-à-dire qui soit intégrateur à toute fréquence (dans la pratique ce sera dans une large gamme de fréquences) sans atténuation du signal de sortie. Nous allons donc construire le filtre actif suivant.

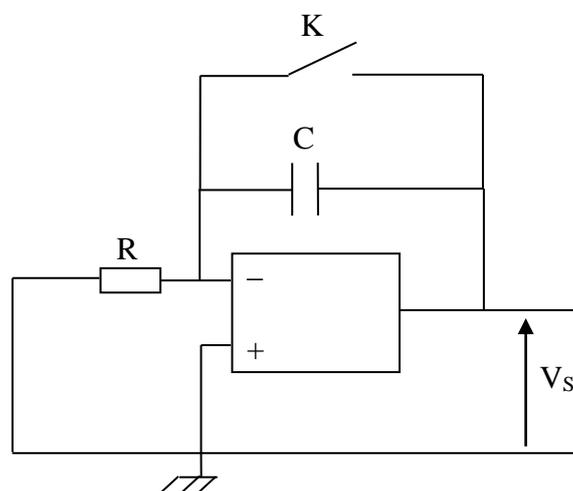
### 1) Montage théorique :



Montrer par le calcul que ce montage réalise bien l'opération d'intégration du signal d'entrée  $V_e$ .  
On prendra  $R = 100 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .

### 2) Problème rencontré en pratique :

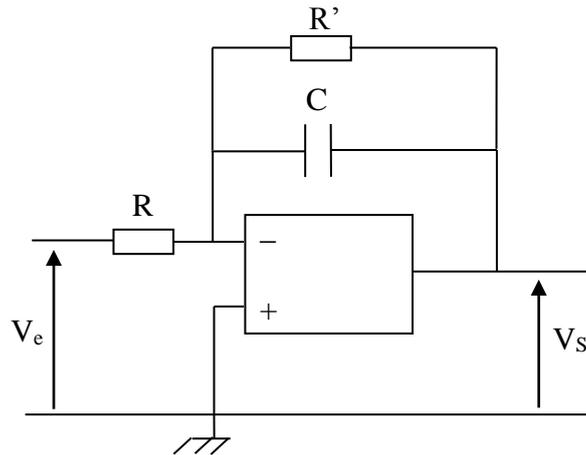
Réaliser expérimentalement le montage suivant, où l'on court-circuite l'entrée du montage, et où on place en parallèle du condensateur de capacité  $C$  un interrupteur  $K$  de façon à pouvoir décharger ce dernier :



Ouvrir l'interrupteur  $K$  à l'instant  $t = 0$ , et observer soit une croissance linéaire de  $V_s$  avec le temps jusqu'à la tension de saturation de l'AO ( $V_s = +V_{\text{sat}}$ ), soit une décroissance linéaire de  $V_s$  avec le temps jusqu'à  $-V_{\text{sat}}$ .

### 3) Montage dérivé :

Pour pallier à ce défaut du montage, inhérent aux défauts de l'amplificateur opérationnel, on propose de placer en parallèle du condensateur de capacité  $C$  une résistance  $R' = 1,0 \text{ M}\Omega$ .



- Justifier ce choix et la valeur de  $R'$ .
- Déterminer la fonction de transfert de ce filtre. On posera  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$  avec  $\omega_0 = \frac{1}{R'C}$ .
- Tracer le diagramme de Bode asymptotique théorique et l'allure du diagramme de Bode théorique relatif au gain en décibels de ce montage. On déterminera préalablement la fréquence de coupure théorique  $f_c$  à  $-3 \text{ dB}$ . Conclure quant à la propriété « intégrateur à toute fréquence » de ce montage.
- Tracer expérimentalement, le diagramme de Bode relatif au gain en décibels de ce montage (sur papier semi-logarithmique ou grâce à Excel (*il faut savoir faire les deux !*)).
- Pour finir de comparer ce montage au filtre passe-bas du paragraphe D), tracer l'allure des oscillogrammes  $V_s(t)$  et  $V_e(t)$  pour un signal d'entrée  $V_e$  de fréquences : 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz et 100 kHz. La forme du signal  $V_e(t)$  sera la même que pour l'étude menée dans le cas du pseudo-intégrateur. L'allure des signaux de sortie était-elle prévisible ?