

## TP 18

## Montages intégrateur et dérivateur

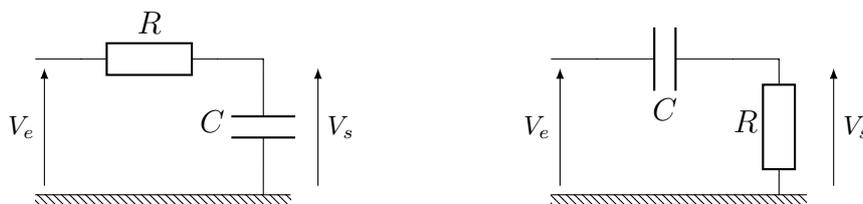
Ce TP est l'occasion de revoir les filtres électrocinétiques de première année. L'utilisation d'un ALI permet de s'affranchir de certains défauts des montages passifs  $RC$  habituels. Néanmoins, les ALI présentent eux-aussi des limitations, ce qui nous contraint à travailler avec des montages actifs pseudo-intégrateurs et pseudo-dérivateurs.

On étudie un montage intégrateur puis un montage dérivateur, avec le cheminement commun suivant :

- étude du montage passif pseudo-intégrateur (resp. pseudo-dérivateur) et de ses limites (par le calcul dans le travail préliminaire) ;
- étude du montage actif théorique et observation de son comportement réel ;
- étude du montage actif pseudo-intégrateur (resp. pseudo-dérivateur).

## Travail préliminaire.

Commencer par lire le TP entier en diagonal, puis répondre aux questions suivantes. Les lois élémentaires de l'ALI sont détaillées dans le TP 1. On supposera que l'ALI fonctionne en régime linéaire dans toutes les questions de ce travail préliminaire.



- 1) Obtenir la fonction de transfert des deux montages ci-dessus. Les décrire (comportement hautes et basses fréquences, ordre, nature passe haut ou passe bas, pulsation de coupure).
- 2) Lequel de ces montages est le pseudo-intégrateur ? le pseudo-dérivateur ? Dans quels domaines réalisent-ils ce rôle (hautes ou basses fréquences) ? Tracer qualitativement le diagramme de Bode en amplitude pour ces deux circuits. Quelles sont les valeurs des pentes, en dB par décade ?
- 3) Sur le montage de droite par exemple, si on rajoute une charge (résistance  $R_u$ ) en parallèle de la résistance, la fonction de transfert est-elle affectée ? En quoi est-ce un défaut ? Pour rappel, on peut réaliser un montage suiveur (cf TP 1) pour s'en affranchir.
- 4) Obtenir la fonction de transfert du montage théorique actif intégrateur (en haut de la page 2). Dans quel domaine de fréquence l'intégration est-elle réalisée ? La fonction de transfert est-elle modifiée si on rajoute une charge (résistance  $R_u$ ) entre la sortie de l'ALI et la masse ?
- 5) Obtenir la fonction de transfert du montage théorique actif dérivateur (en haut de la page 3). Dans quel domaine de fréquence la dérivation est-elle réalisée ?

## Rappel : branchement de l'ALI.

Afin de ne pas griller l'ALI, on fera les branchements dans cet ordre :

- partant du GBF éteint et de l'alimentation continue éteinte, on commence par câbler l'alimentation de l'ALI (+15 V sur le +, -15 V sur le -, et **on relie la masse de l'alimentation à la masse du circuit**) ;
- on câble ensuite le circuit ;
- on démarre l'alimentation de l'ALI : **ALI alimenté = ALI protégé** ;
- on peut ensuite démarrer le GBF.

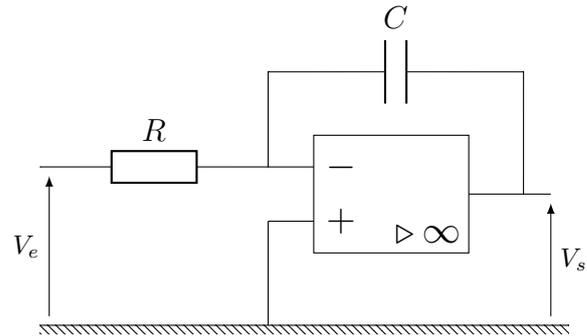
À la fin des manipulations, on éteindra l'alimentation continue **après avoir éteint le GBF**.

# 1 Étude des montages intégrateurs

## 1.1 Montage théorique

Réaliser le montage théorique actif intégrateur ci-contre. On prendra  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ . Alimenter l'ALI.

Une fois le montage fait, on prendra  $V_e = 0 \text{ V}$ , en câblant un fil entre la masse et l'entrée du filtre. Court-circuiter ensuite le condensateur (en reliant ses bornes par un fil). Ceci permet de décharger le condensateur. Retirer le court-circuit et observer  $V_s$  à l'oscilloscope.



► Décrire vos observations.

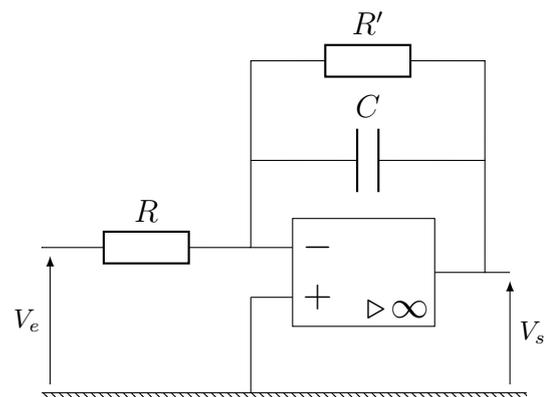
Cette dérive est due à un défaut interne de l'ALI, qu'on peut annuler temporairement (par les bornes *offset* du composant) mais qui réapparaît à la moindre perturbation. Le montage théorique est donc en pratique inutilisable, l'ALI finissant toujours par saturer à cause de la dérive.

## 1.2 Montage pratique

Réaliser le montage pratique actif pseudo-intégrateur suivant. On prendra  $R' = 100 \text{ k}\Omega$  (et on conserve les valeurs précédentes pour  $R$  et  $C$ ).

Observer le signal d'entrée et de sortie pour un signal d'entrée en créneau d'amplitude  $1 \text{ V}$  à la fréquence de  $5 \text{ Hz}$  puis de  $1 \text{ kHz}$ . Le circuit se comporte-t-il effectivement en intégrateur pour ces fréquences ?

En faisant varier la fréquence du signal d'entrée, estimer le domaine de fréquences pour lequel ce circuit se comporte effectivement en intégrateur.



► Obtenir par le calcul la fonction de transfert de ce circuit.

► Montrer que pour  $f \gg 1/(R'C)$ , cette fonction de transfert est bien celle d'un intégrateur. Cela correspond-il aux observations expérimentales précédentes ?

► Pour un signal sinusoïdal, vérifier expérimentalement que le déphasage entre l'entrée et la sortie est bien conforme au calcul, à hautes et basses fréquences.

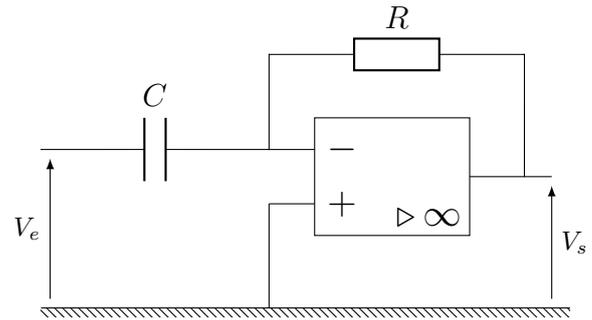
► En utilisant une fréquence pour laquelle le circuit réalise l'intégration du signal d'entrée, observer le signal de sortie si le signal d'entrée est un créneau, un triangle et un sinus. Commenter chaque cas, et en particulier la sortie obtenue pour le signal d'entrée triangulaire.

## 2 Études des montages dérivateurs

### 2.1 Montage théorique

Réaliser le montage théorique actif dérivateur suivant. On prendra  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .

Imposer en entrée un signal triangulaire d'amplitude  $1 \text{ V}$  et de fréquence  $200 \text{ Hz}$ . Qu'attend-on théoriquement, par le calcul du travail préliminaire ? Qu'observe-t-on réellement ?



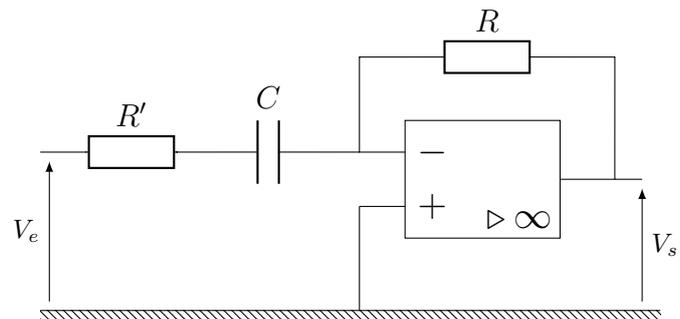
► Décrire vos observations.

À nouveau, ce comportement est dû à un défaut de l'ALI. Ce montage théorique n'est donc pas utilisable en pratique.

### 2.2 Montage pratique

Réaliser le montage pratique actif pseudo-dérivateur suivant. On prendra pour  $R'$  une résistance variable.

Imposer en entrée un signal triangulaire d'amplitude  $0,2 \text{ V}$  et de fréquence  $1 \text{ kHz}$ , et ajuster la valeur de  $R'$  (entre  $10 \Omega$  et  $1 \text{ k}\Omega$ ) pour obtenir en sortie le meilleur créneau possible.



► Quelle valeur de  $R'$  convient le mieux ?

► Envoyer un signal d'entrée sinusoïdal. Décrire le signal de sortie.

► Envoyer un signal d'entrée rectangulaire. Décrire le signal de sortie.

► Envoyer un signal d'entrée triangulaire. Décrire le signal de sortie. Que se passe-t-il lorsqu'on augmente la fréquence ? Représenter le signal de sortie pour plusieurs fréquences.

► Calculer la fonction de transfert en régime sinusoïdal forcé et expliquer le résultat précédent. Dans quel domaine de fréquence ce montage est un bon dérivateur ?

## 3 Diagramme de Bode (évaluation par compte-rendu)

Obtenez expérimentalement le diagramme de Bode (gain et phase) du montage pratique actif pseudo-intégrateur. Fixez-vous l'objectif de réaliser les mesures en moins de 20 minutes. Soyez attentif au choix des fréquences auxquelles vous prenez vos points, un diagramme de Bode se traçant en échelle logarithmique pour les fréquences.

Une fois les points expérimentaux obtenus, utiliser un ajustement de vos données (sur Regressi ou Latis Pro) pour obtenir la fréquence de coupure du filtre. Comparez à la valeur théorique.

Présentez cette expérience sous forme d'un **compte rendu à rendre à la fin de la séance**. Le compte-rendu doit être épuré et contenir : un titre, un objectif, une description concise de l'expérience avec un schéma, une présentation des résultats sous forme de courbes, une exploitation des résultats et une conclusion.