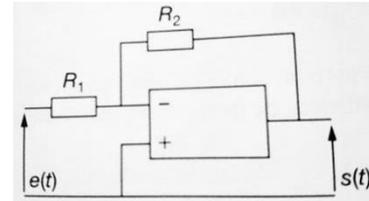


Rétroaction

4 Exercices

4.1 Etude d'un amplificateur inverseur

Un amplificateur intégré linéaire est associé à deux résistors $R_1 = 33k\Omega$ et $R_2 = 68k\Omega$ comme indiqué sur la figure suivante.



1) Observations expérimentales

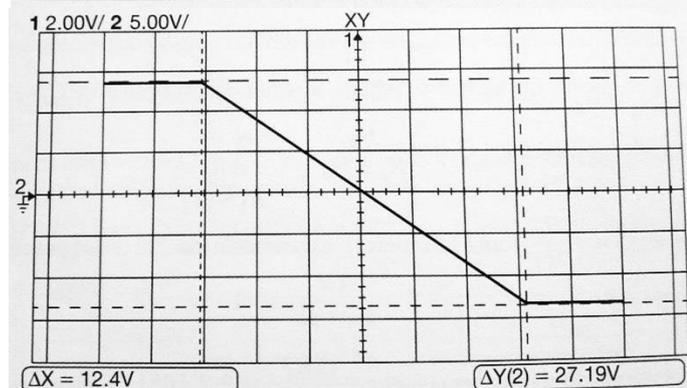
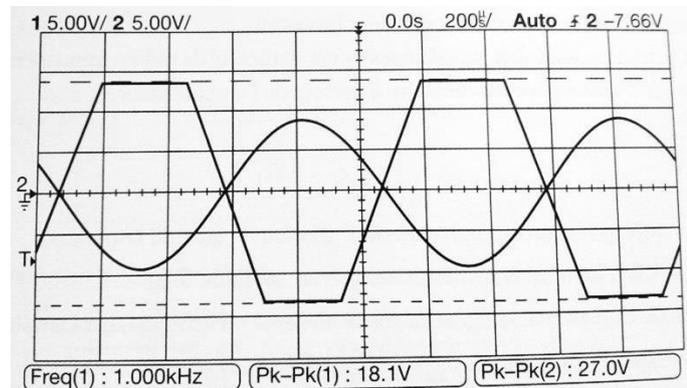
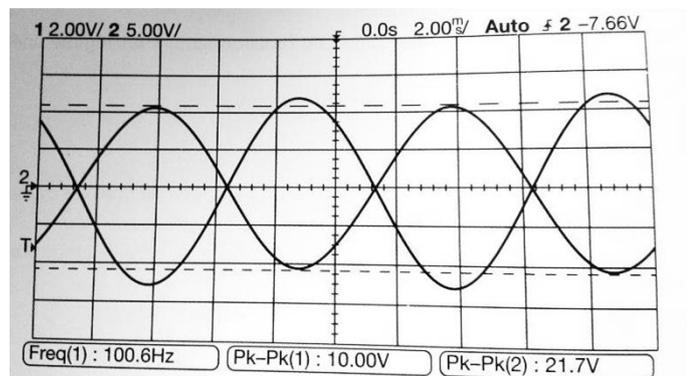
En appliquant un signal sinusoïdal d'amplitude crête à crête égale à 10,0 V de fréquence 100 Hz à l'entrée de cet opérateur, on obtient les oscillogrammes de la figure suivante. L'amplitude crête à crête du signal de sortie s'avère égale à 21,7V.

a) Commenter la forme des signaux et leur déphasage.

b) Les observations quantitatives sont-elles conformes aux attentes, compte tenu des valeurs de résistances utilisées ?

c) Dans un deuxième temps, l'utilisateur applique un signal sinusoïdal d'amplitude crête à crête égale à 18,1 V, de fréquence 1,0 kHz à l'entrée du même dispositif et obtient les oscillogrammes suivants. L'amplitude crête à crête du signal de sortie s'avère égale à 27,0 V. Quel phénomène est apparu ? Que peut-on en déduire comme renseignement de l'amplitude crête à crête relevée en sortie ?

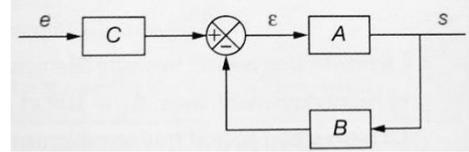
d) Avec les mêmes signaux, mais en sélectionnant le mode XY, le manipulateur obtient la trace représentée à la figure suivante. Expliquer. Quelle propriété de l'opérateur peut-on déduire de l'indication des curseurs : $\Delta X = 12,4V$ et $\Delta Y = 27,2V$?



2) Modélisation de la rétroaction

On souhaite tenir compte du gain différentiel fini, noté A , de l'amplificateur linéaire intégré. Pour cette étude, on suppose que l'amplitude du signal d'entrée est suffisamment faible pour qu'aucune saturation n'apparaisse.

a) On pose $\varepsilon = V_+ - V_-$ différence de potentiels des entrées de l'amplificateur intégré ? Propose un schéma fonctionnel composé de 3 blocs linéaires, tels qu'indiqué sur la figure suivante.



b) Exprimer en régime stationnaire le rapport d'amplification $G = \frac{s}{e}$ de l'opérateur et examiner le comportement dans la limite $A \rightarrow \infty$. Conclure.

3) Etude de la bande passante

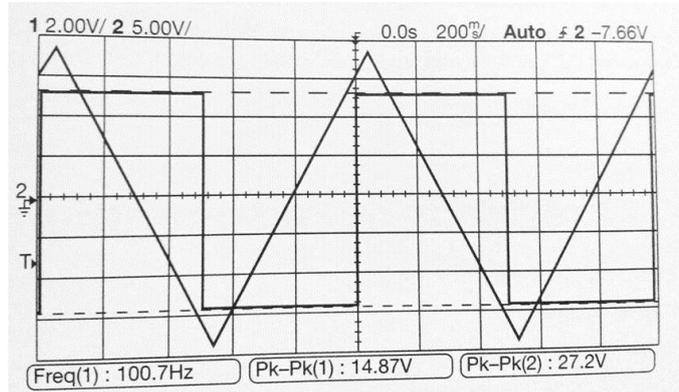
a) Justifier que la bande passante de l'opérateur complet est fixée par celle du réseau bouclé formé par le soustracteur et les blocs A et B.

b) En déduire l'expression de la bande passante de l'opérateur dans l'hypothèse d'un amplificateur linéaire intégré du premier ordre de gain statique A_0 et de fréquence de coupure f_0 .

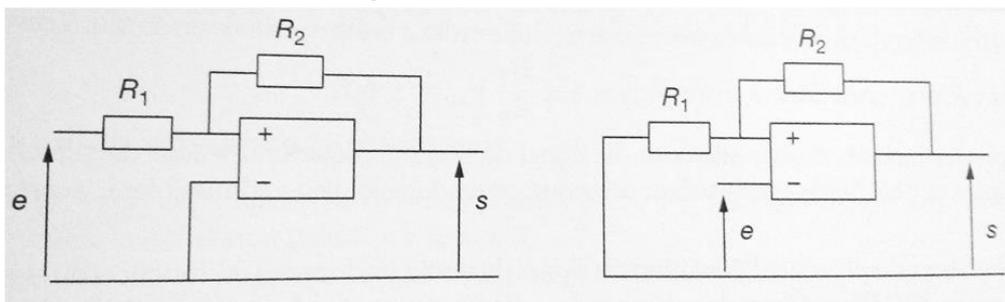
c) Proposer une valeur numérique. Conclure sur les observations effectuées au début de l'étude.

4.2 Manipulation d'un comparateur à hystérésis

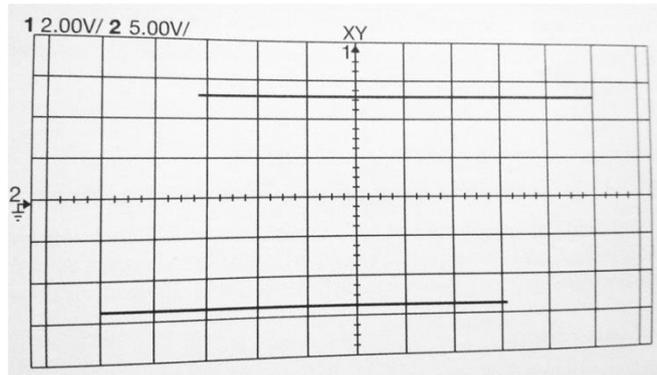
Un comparateur à hystérésis a permis le relevé des oscillogrammes de la figure suivante, lorsque le signal d'entrée est un signal de forme triangulaire d'amplitude crête à crête égale à 14,9 V et de fréquence 100Hz.



1) Laquelle des deux structures de la figure suivante a été utilisée ?



- 2) Les valeurs de résistances utilisées sont $R_1 = 33k\Omega$ et $R_2 = 68k\Omega$. Les observations sont-elles cohérentes avec ce choix, sachant que l'amplitude crête à crête mesurée en sortie est égale à 27,2 V ?
- 3) Quel mode de visualisation à l'oscilloscope permet d'obtenir la courbe représentée sur la figure suivante ?
- 4) Pour cette dernière courbe, l'utilisation d'un signal d'entrée sinusoïdal aurait-elle donné le même relevé ?

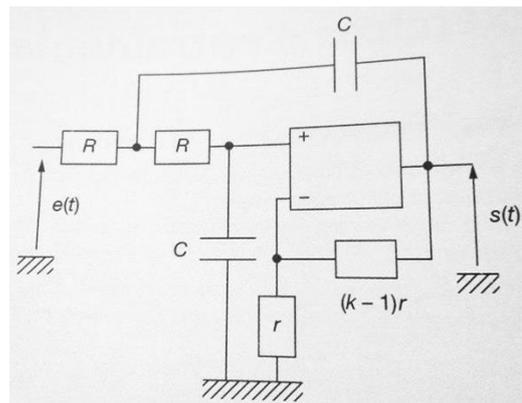


4.3 Filtre actif

Le schéma suivant est celui d'un filtre actif, réalisé à l'aide d'un amplificateur linéaire intégré, que l'on supposera idéal. Le paramètre noté k est un nombre strictement supérieur à l'unité.

- 1) Quelle relation permet d'exprimer le potentiel de l'entrée + en fonction de la tension de sortie ?
- 2) Déterminer la fonction de transfert et la mettre sous

la forme :
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{1 + 2j\sigma \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

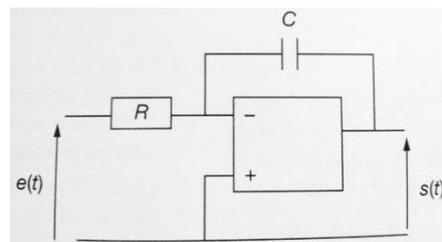


- 3) De quel type de filtre s'agit-il ?
- 4) Retrouver la valeur du gain statique sans calcul.
- 5) Quelle condition sur k assure la stabilité du circuit ?

4.4 Intégrateur réalisé à l'aide d'un amplificateur linéaire intégré

On considère l'opérateur de la figure suivante couramment appelé intégrateur-inverseur. On se propose de déterminer l'influence, sur sa fonction de transfert, de la variation de gain différentiel de l'amplificateur linéaire intégré avec la fréquence.

On utilisera les valeurs $R = 1\text{ k}\Omega$ et $C = 100\text{ nF}$ ainsi que les paramètres caractéristiques de l'amplificateur intégré : gain statique $A_0 = 10^5$ et fréquence de coupure $f_0 = 30\text{ Hz}$.



- 1) Dans le modèle d'ALI idéal, quelle est la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{s}{e}$ de l'opérateur ?
- 2) On tient compte à présent du gain fini $\underline{A_d}$ de l'ALI. Proposer une nouvelle expression de la fonction de transfert, en faisant intervenir $\underline{A_d}$.
- 3) Dans le modèle d'un gain prenant la forme d'une fonction de transfert du premier ordre de gain statique A_0 et de fréquence de coupure f_0 , mettre la fonction, de transfert de l'opérateur sous la forme d'une fonction du second ordre.
- 4) Peut-on envisager une factorisation en un produit de fonctions de transfert du premier ordre ? Dans l'affirmative, quelles en sont les pulsations de coupure ?
- 5) La gamme des fréquences d'utilisation est choisie égale à [1 kHz ; 1 MHz], quel comportement approché peut-on proposer pour l'opérateur ? Conclure.