

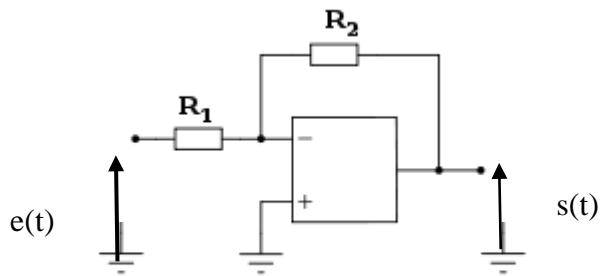
## DM 1 -- Systèmes linéaires et AO

### Problème 1 : Résolution de PB, trouver un filtre

On dispose d'un générateur délivrant un créneau d'amplitude  $E=10$  V, de valeur moyenne  $E/2$ , et de fréquence  $f=1$  kHz. Déterminer quel filtre linéaire permettrait de transformer ce créneau en signal triangulaire. On donnera les caractéristiques du signal formé. On proposera des valeurs numériques des composants compatibles avec ce qui est disponible en TP.

### Problème 2 : Etude d'un inverseur

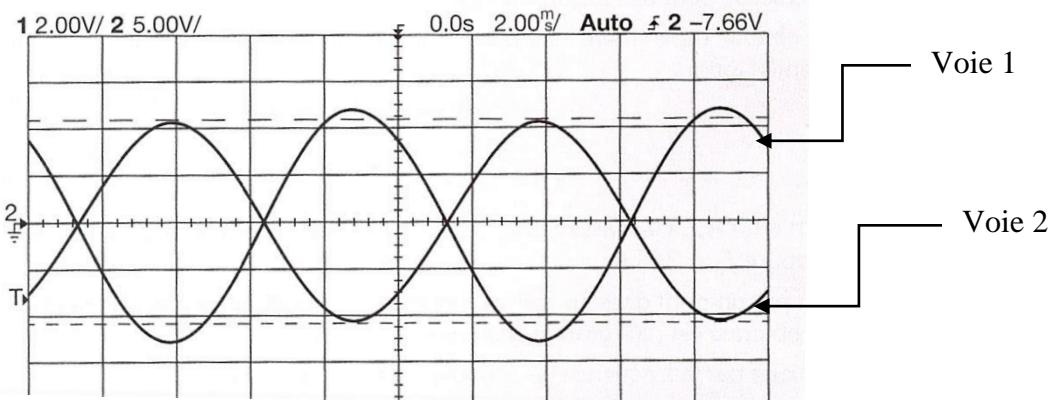
On se propose d'étudier le montage inverseur dont le schéma de principe est donné ci-dessous :



### 1. Premières observations – Premier modèle

Les valeurs des résistances sont  $R_1 = 33 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ .

L'oscillogramme ci-dessous rend compte de la réponse du circuit à une excitation sinusoïdale  $e(t)$  d'amplitude crête à crête 10 V et de fréquence environ à 100 Hz.

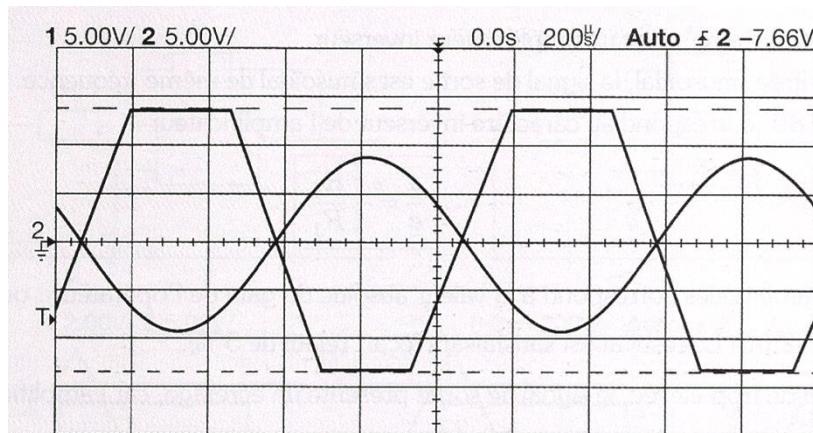


- 1.1) Identifier les signaux  $e(t)$  et  $s(t)$  avec les voies (1) et (2) de l'oscilloscope.
- 1.2) Les signaux ont-ils même fréquence ? A quelle propriété du montage doit-on cela ?
- 1.3) Déterminer grâce à l'oscillogramme la valeur numérique du rapport entre les amplitudes des signaux. Déterminer numériquement le déphasage entre ces signaux.
- 1.4) Des deux modèles d'ALI connus, lequel peut-on choisir pour rendre compte de ces résultats ? Justifier votre réponse en comparant la mesure expérimentale du rapport des amplitudes avec la valeur attendue d'après le modèle.

## 2. Limitations du modèle

Les valeurs des résistances sont  $R_1 = 33 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ .

Le signal d'entrée est maintenant sinusoïdal d'amplitude crête à crête  $18.1 \text{ V}$ . L'oscillogramme associé est donné ci-dessous :

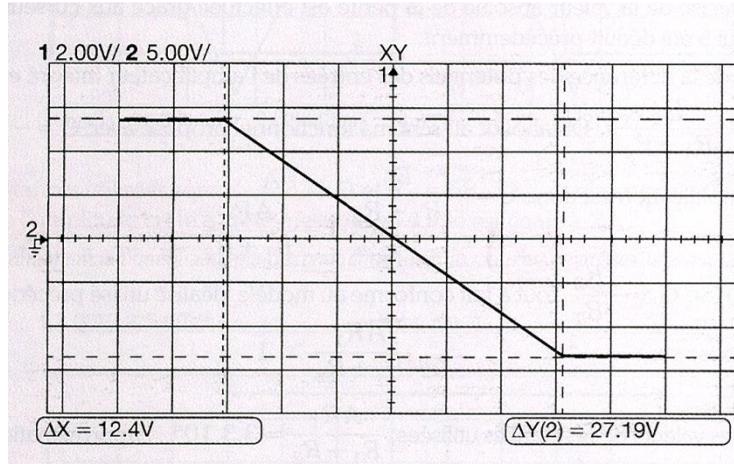


2.1) Déterminer la valeur numérique de la fréquence du signal d'entrée.

2.2) Quelle(s) limitation(s) de l'amplificateur opérationnel voit-on apparaître sur la réponse du montage ?

2.3) La vitesse de balayage de l'AO utilisé, donnée par le constructeur, est de  $0.5 \text{ V}/\mu\text{s}$ . Peut-on dire que le signal a été triangulaire ?

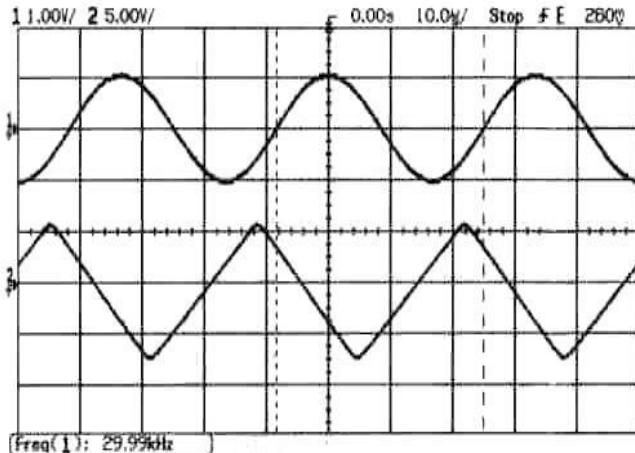
On observe maintenant les mêmes signaux en mode XY :



2.4) (*question difficile*) Montrer en quoi cette figure permet de mettre en évidence le(s) défaut(s) des questions précédentes.

On modifie à présent les valeurs des résistances :  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ . L'entrée est d'amplitude crête-à-crête 2V. L'oscilloscopogramme obtenu est présenté ci-dessous.

2.5) Discuter de l'allure des deux courbes et déterminer la grandeur caractéristique de l'amplificateur opérationnel que l'on peut tirer du graphe, la comparer à la valeur constructeur.



### 3. Modèle passe-bas du premier ordre pour l'ALI

On tient maintenant compte du caractère passe-bas du premier ordre de l'amplificateur opérationnel. On supposera dans la suite que le comportement de l'opérateur *reste linéaire*.

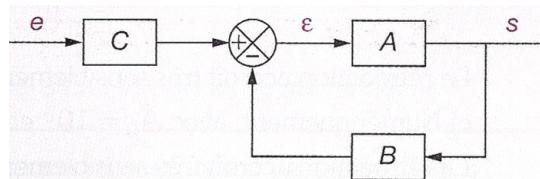
#### 3.1. Etude fréquentielle

3.1.1) Indiquer l'expression de l'amplification  $A(j\omega)$  définie par :

$$A \stackrel{\text{def}}{=} \frac{S}{V_+ - V_-}$$

en fonction du gain statique  $A_0$  et de la fréquence de coupure à -3 dB, notée  $f_c$  de l'amplificateur opérationnel. Donner les ordres de grandeur de  $A_0$  et  $f_c$ .

3.1.2) Montrer alors que le montage peut être représenté par le schéma-bloc fonctionnel ci-dessous dans lequel vous identifierez la *nature* (fonction réalisée) et *l'expression* des blocs B et C.

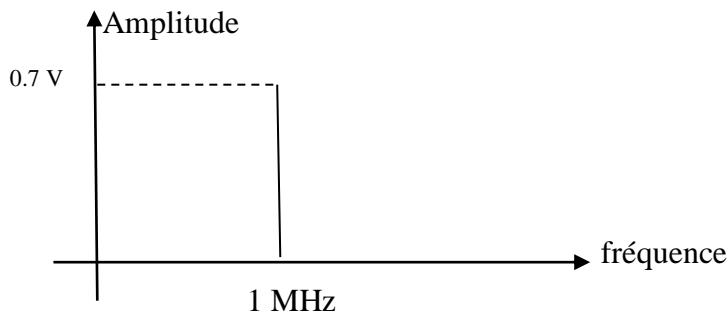


3.1.3) Déterminer la fonction de transfert  $S/E$  en fonction de A,  $R_1$  et  $R_2$ , puis de  $A_0$ ,  $f_c$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

3.1.4) Montrer alors que la fonction de transfert complète de l'opérateur s'écrit comme celle d'un passe bas du premier ordre de gain statique  $A_0'$  et de fréquence de coupure  $f_c'$  que l'on exprimera en fonction des caractéristiques du circuit.

3.1.5) On choisit  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$  et on alimente le montage avec une tension sinusoïdale d'amplitude 10V et de fréquence  $f=1 \text{ MHz}$ .

Le spectre en fréquence du signal de sortie est constitué d'un pic :



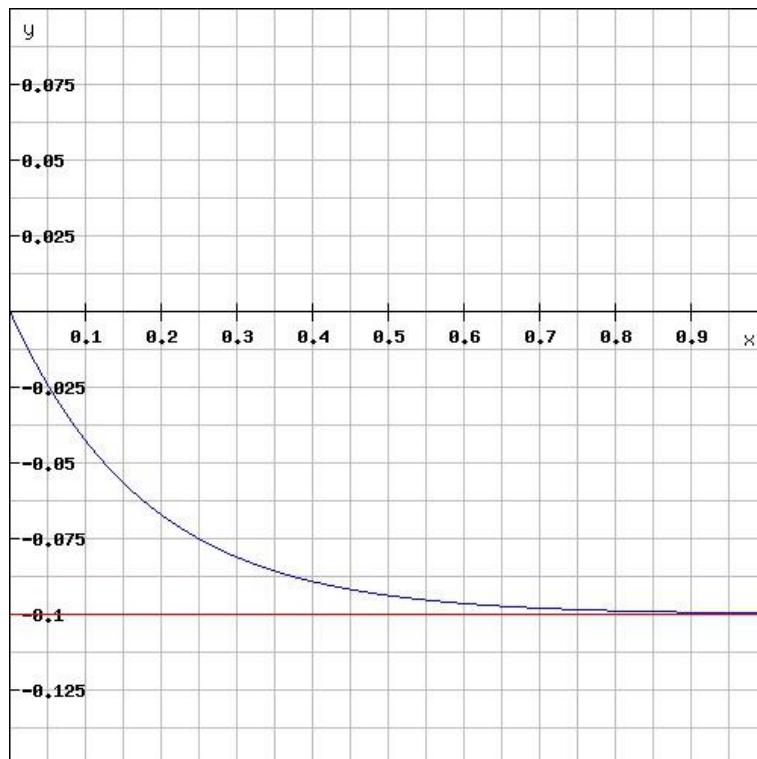
3.1.6) Pourquoi peut-on affirmer que l'AO fonctionne en régime linéaire ? Déterminer les valeurs numériques de  $A_0'$ ,  $f_c'$  et  $f_c$ . En déduire un effet du bouclage de l'AO sur le gain statique et la fréquence de coupure du montage.

### 3.2. Etude temporelle

On travaille toujours avec le même modèle d'ALI mais on s'intéresse maintenant à la réponse temporelle du montage.

Le montage est alimenté en entrée par un échelon de tension d'amplitude  $E = 1 \text{ V}$ .  
( $e(t) = E$  pour  $t > 0$ , nul avant)

La réponse du montage est donnée ci-dessous :



en ordonnée est représentée  $s(t)$  en Volt  
en abscisse est représenté le temps en  $\mu\text{s}$ .

3.2.1) Montrer que la modélisation de l'ALI en passe-bas (étude 3.1.) permet de rendre compte des observations.

3.2.2) Retrouver à partir de cette courbe la valeur de la fréquence de coupure  $f_c'$  de l'inverseur. En déduire la fréquence de coupure  $f_c$  de l'ALI seul. Est-elle du même ordre de grandeur que la valeur attendue donnée à la question 3.1.2 ?

3.2.3) Décrire qualitativement (mais précisément) le comportement du montage si l'on inverse les entrées + et - de l'AO.