

## TD n°3

### Application directe du cours (à savoir faire les yeux fermés !)

#### Exercice 1 :

Soit un montage amplificateur inverseur de gain 10 avec les résistances  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ . L'ALI est alimentée en +15 V et -15 V.

- 1- Dessiner le schéma électrique correspondant. On suppose que l'ALI est idéal et de gain différentiel infini, établir la fonction de transfert.
- 2- L'entrée est sinusoïdale d'amplitude  $E_0$ . La sortie n'est pas sinusoïdale et présente des paliers. Comment expliquer ce phénomène ? Quelle inégalité vérifie  $E_0$  ?
- 3- On suppose maintenant que le gain différentiel de l'ALI est modélisé par la fonction de transfert d'un filtre passe-bas du 1er ordre, établir la fonction de transfert du montage.
- 4- Retrouver le résultat de la question précédente en utilisant un schéma-bloc comportant trois blocs et un comparateur.
- 5- Que vaut la bande passante du montage si l'ALI n'a pas de rétroaction ? Donner un ordre de grandeur de la bande passante en boucle fermée. Quel est l'intérêt de la rétroaction ?

#### Exercice 2 :

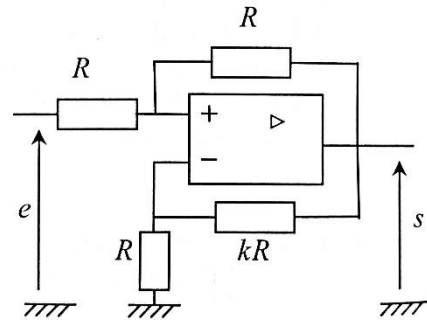
Soit le montage suivant :

Pour l'ALI on utilise le modèle linéaire du premier ordre.

Définir ce modèle en donnant l'ordre de grandeur des constantes intervenant.

Les courants de polarisation sont supposés nuls.

Etudier la stabilité de ce montage.



#### Exercice 3 :

Soit un filtre RC passe-bas du 1er ordre.

- 1- Dessiner le montage et donner la fonction de transfert.
- 2- Calculer l'impédance d'entrée.
- 3- On met deux filtres RC identiques en cascade. Calculer la fonction de transfert.
- 4- On utilise maintenant un montage suiveur entre les deux filtres. Dessiner le montage. Calculer la nouvelle fonction de transfert. Expliquer la différence.

### Exercices classiques (difficulté de facile à moyenne)

#### Exercice 4 :

Un expérimentateur souhaite mettre en œuvre un circuit suiveur. L'ALI étant un composant actif, il branche correctement l'alimentation stabilisée +15V/0/-15V.

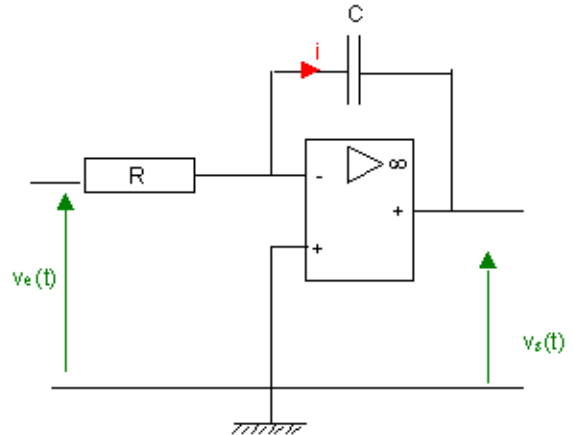
- 1- Dessiner le schéma d'un montage suiveur.
- 2- Il teste son montage à l'aide d'un signal d'entrée sinusoïdal alternatif d'amplitude 10 V et de fréquence 1,2 MHz. En sortie il observe une tension continue de -14,6 V. Quelle erreur a-t-il probablement faite ?
- 3- Il corrige son erreur et observe en sortie un signal triangulaire alternatif d'amplitude crête à crête de 5 V. A quoi ce phénomène est-il dû ? Proposer une valeur numérique du défaut en cause. Quelle fréquence ne faut-il pas dépasser si l'on veut garder la même amplitude du signal d'entrée ?

4- La fréquence du signal d'entrée est maintenant de 1 kHz. La sortie du montage suiveur alimente une résistance de 100 Ω. L'expérimentateur observe en sortie un signal créneau alternatif d'amplitude 2,5 V. A quoi est due cette observation ? Proposer une valeur numérique de ce défaut et une solution en gardant le même signal d'entrée.

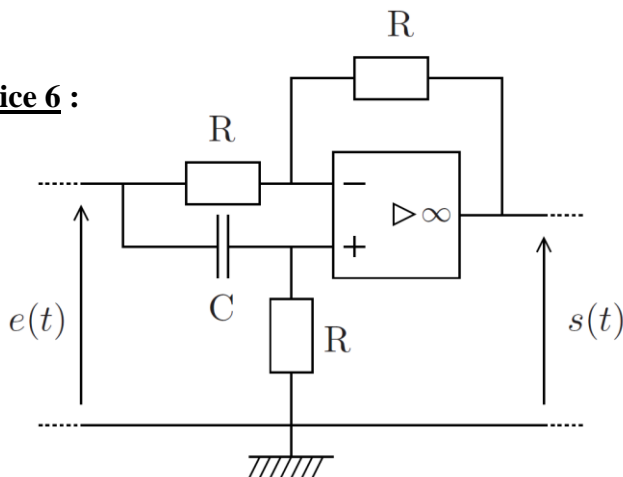
**Exercice 5 :**

Soit le montage intégrateur suivant :

- 1- Etablir l'expression de la fonction de transfert et en déduire l'équation différentielle reliant la sortie et l'entrée.
- 2- Etablir l'expression de la sortie si l'entrée est un signal constant  $V_e \neq 0$ . Qu'en déduire pour le régime de fonctionnement de l'ALI ? Que peut-on en déduire pour un signal quelconque ?  
AN :  $V_e = 1 \text{ mV}$  et  $RC = 1 \text{ ms}$ .
- 3- On ajoute une résistance  $R_0$  en parallèle du condensateur. Etablir la nouvelle fonction de transfert et en déduire l'équation différentielle reliant l'entrée et la sortie.
- 4- Montrer que pour un domaine de fréquence que l'on précisera, ce nouveau montage réalise une intégration sans l'inconvénient du premier montage. Connaissant le signal d'entrée comment choisir  $R_0$  ?
- 5- Etablir l'expression de la sortie pour le signal d'entrée  $v_e(t) = 0,2 + 3 \cos(10^4 t)$  avec  $R_0 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R = 20 \text{ k}\Omega$  et  $C = 1 \mu\text{F}$ . La condition sur  $R_0$  est-elle vérifiée ?



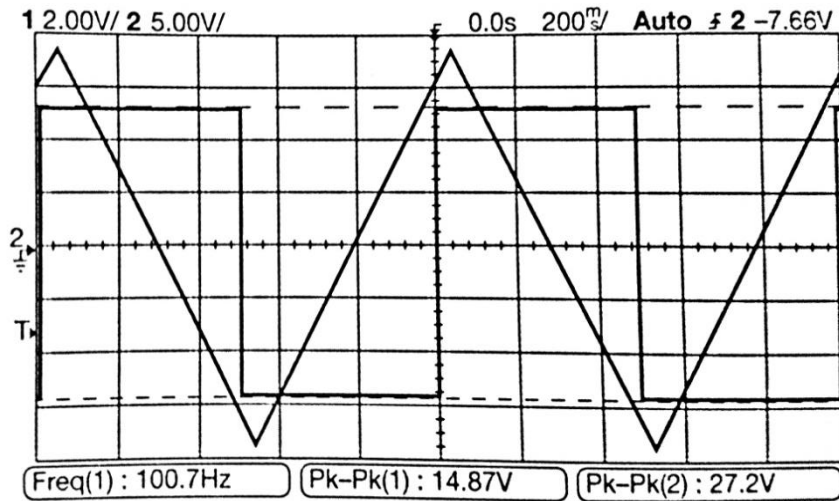
**Exercice 6 :**



- 1- Faites une analyse qualitative du filtre en hautes et basses fréquences.
- 2- Déterminer la fonction de transfert du filtre.
- 3- Tracer le diagramme de Bode en amplitude et en phase. Quel est l'intérêt de ce montage ?

**Exercice 7 :**

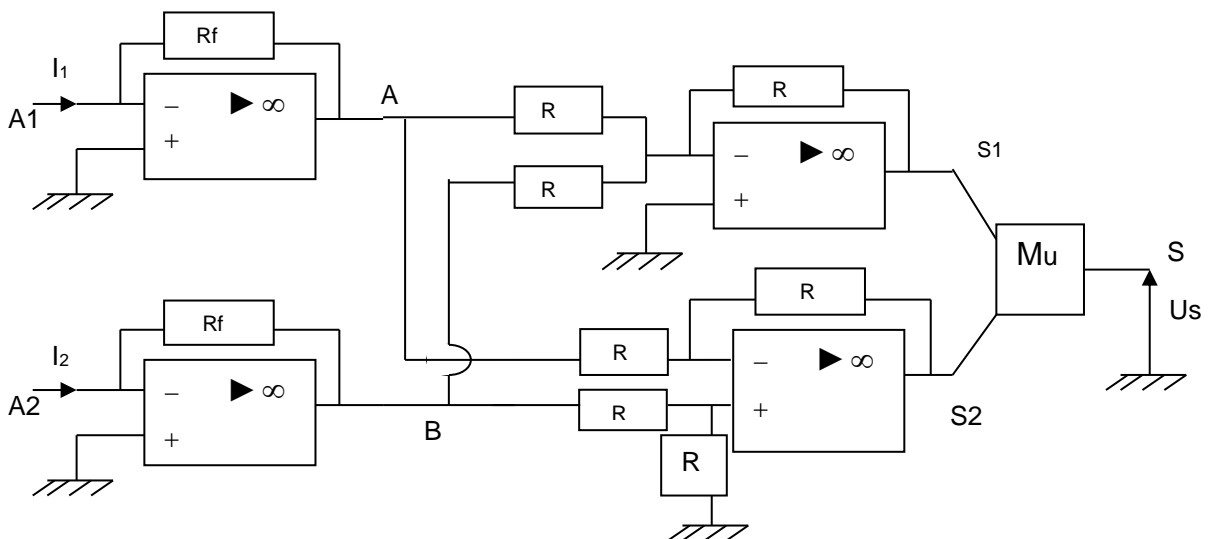
On entre un signal d'entrée triangulaire dans un montage à ALI. On obtient le chronogramme suivant :



- 1- Donner les caractéristiques du signal d'entrée et du signal de sortie. Expliquer en quoi le chronogramme montre que la sortie n'est pas la dérivée (à une constante multiplicative près) de l'entrée.
- 2- Dessiner le montage permettant d'obtenir ce chronogramme.
- 3- Quel montage faudrait-il faire pour observer à l'oscilloscope la caractéristique entrée-sortie de ce circuit ? Quel mode de l'oscilloscope faut-il utiliser ?
- 4- Etablir la caractéristique entrée-sortie du montage.

### Exercice 8 :

Tous les amplificateurs opérationnels sont idéaux et fonctionnent dans le domaine linéaire. Soit le montage suivant :



Les entrées A1 et A2 sont branchées à des capteurs délivrant respectivement un courant  $I_1$  et  $I_2$ .

- 1- Dans le montage complet identifier 3 blocs (a,b,c), dont on déterminera les tensions de sortie en fonction des grandeurs d'entrée et des résistances électriques indiquées sur les schémas.
- 2- Donner, en fonction de  $I_1$ ,  $I_2$  et  $R_f$ , les potentiels  $V_{S1}$  du point S1 et  $V_{S2}$  du point S2.

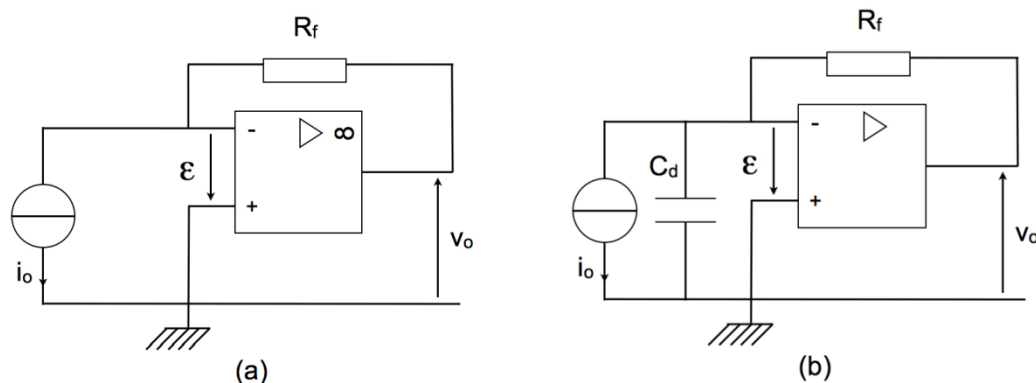
- 3- Le composant noté Mu est connecté de telle sorte que : 
$$U_S = -10 \times \frac{V_{S2}}{V_{S1}}$$

Déterminer  $U_S$  en fonction des intensités  $I_1$  et  $I_2$ .

## Exercices demandant davantage de maîtrise

### Exercice 9 :

On assimile la photodiode à une source idéale de courant délivrant  $i_0$ . Pour convertir  $i_0$  en tension, on utilise le montage représenté sur la figure a ci-dessous, constitué d'un amplificateur linéaire intégré idéal et d'un conducteur ohmique de résistance  $R_f$ . Le montage obtenu est un montage transimpédance.



1. Etablir la relation entre la tension de sortie  $V_0$  et  $i_0$ . Expliquer pourquoi ce montage s'appelle un convertisseur-courant tension.

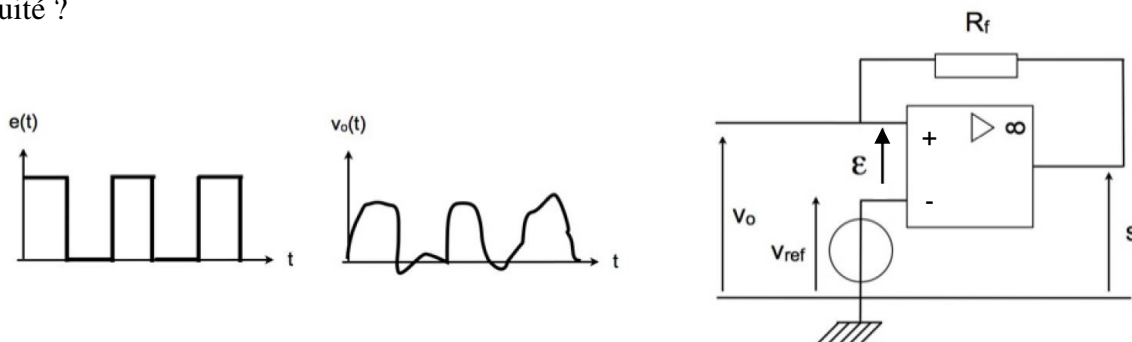
En réalité, la photodiode est assimilable à une source idéale de courant sinusoïdale de pulsation  $\Omega$  en parallèle avec un condensateur de capacité  $C_d$  (cf. figure b). Par ailleurs, on tient compte du gain  $G$  limité de l'ALI :  $V_0 = G \cdot \epsilon$ . On se place en régime sinusoïdal forcé à la pulsation  $\Omega$  et on considère  $G \gg 1$ .

2. Exprimer  $\frac{V_0}{i_0}$  en fonction de  $R_f$ ,  $G$ ,  $C_d$  et  $\Omega$ .

3. Quelle est la pulsation de coupure  $\Omega_c$  du montage ?

4.  $G = 10^5$  et  $C_d = 10$  pF ; la tension de saturation  $V_{sat}$  de l'ALI vaut 15 V et la valeur maximale de  $i_0$  est 0,01 A. On souhaite être en mesure de récupérer des signaux de fréquence allant jusqu'à 100 MHz. Proposer une valeur pertinente pour  $R_f$ .

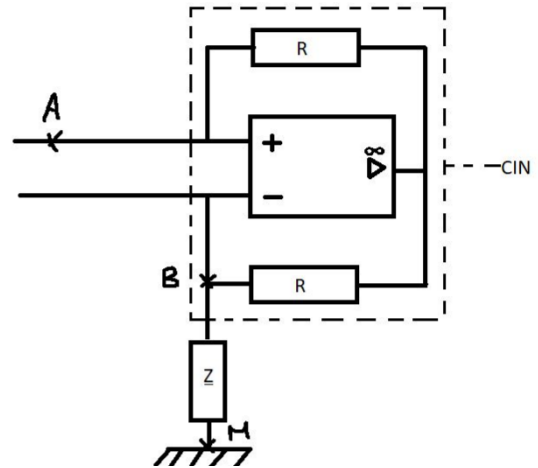
5. Le signal  $e(t)$  à transmettre est numérique mais le signal  $v_0(t)$  est déformé : il faut donc le mettre en forme. Pour cela, on utilise le montage ci-dessous. L'amplificateur linéaire intégré est idéal et on note  $V_{sat}$  sa tension de saturation.  $V_{ref}$  est une tension constante. Expliquer le fonctionnement du dispositif. Que risque-t-il de se passer si le signal est trop bruité ?



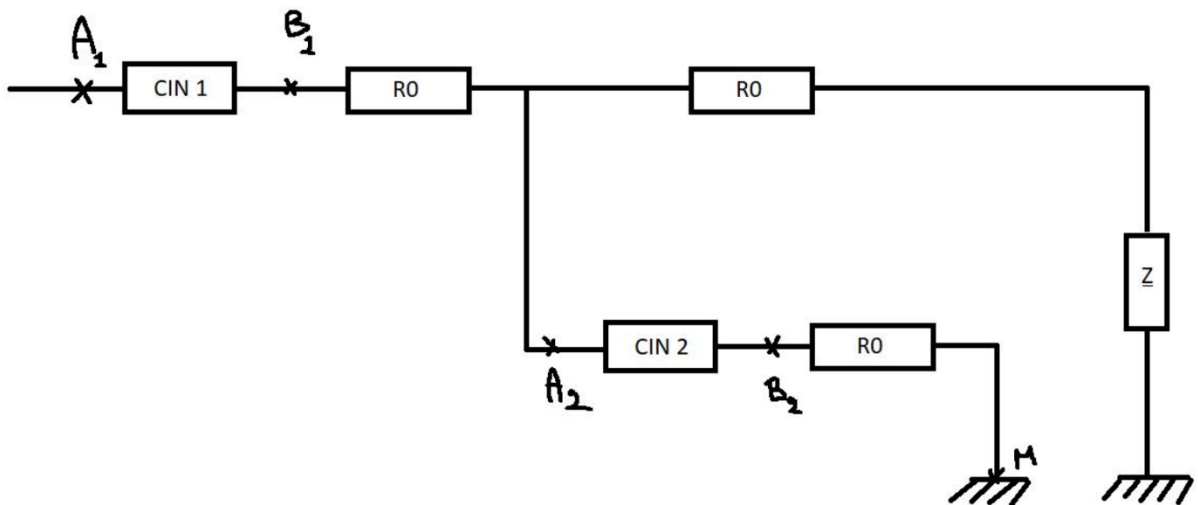
**Exercice 10 (oral Banque PT 2019) :**

Soit le montage suivant appelé convertisseur impédance négative (CIN).

- 1) A priori que peut on dire du régime de l'ALI?
- 2) On suppose que l'ALI fonctionne en régime linéaire. Calculer l'impédance d'entrée entre le point A et le point M.



On s'intéresse maintenant au montage suivant :



- 3) Calculer l'impédance d'entrée entre  $A_1$  et M. Montrer que cette impédance s'écrit sous la forme  $K/\underline{Z}$  avec K une constante ne dépendant de  $R_0$  uniquement.
- 4) Calculer l'impédance d'entrée dans le cas où  $\underline{Z}$  est un condensateur de capacité C. Quel est l'intérêt de ce montage ?