

TD 3EE200 : Électronique Analogique

Sorbonne Université - Sciences et Ingénierie
3e année de licence Électronique, Énergie Électrique, et Automatique

TABLE DE MATIERES

| | | |
|---|--|---|
| 1 | TD N°1 : L'AOP En Mono-Alimentation | 1 |
| | 1. Exercice n° 1 : Amplificateur inverseur | 1 |
| | 3. Exercice n° 3 : Amplificateur non inverseur | 3 |
| 2 | TD N°2 : Comportement de l'AOP en fonction de la fréquence | 5 |
| | 1. Exercice n° 1 : Conservation du produit Gain Bande | 5 |
| | 2. Exercice n° 2 : Traçage | 6 |
| | 3. Exercice n°3 : Faut monter les étages à pieds | 6 |

TD N°1 :

L'AOP En Mono-Alimentation

1. Exercice n° 1 : Amplificateur inverseur

On considère le montage amplificateur inverseur suivant, l'AOP étant parfait et alimenté en $+10V/0V$:

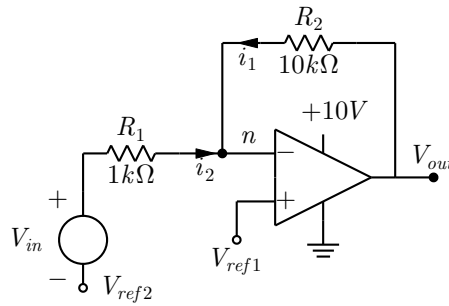


Figure 1.

- 1) Etablir l'expression de V_{out} en fonction de A , V_{in} , V_{ref1} , V_{ref2} et des éléments du montage :
Soit V^+ et V^- , i^+ , et i^- les tensions et courants aux port $+$ et $-$ de l'AOP, V_{out} est défini comme:

$$V_{out} = A(V^+ - V^-)$$

l'AOP étant parfait, donc $A \rightarrow +\infty$, on sait que $V^+ = V^-$, aussi $i^+ = i^- = 0$. En appliquant la loi des nœud au nœud "n", on obtient :

$$i_1 + i_2 = i^- = 0$$

$$\frac{V_{out} - V^-}{R_2} + \frac{V_{in} + V_{ref2} - V^-}{R_1} = 0$$

$$\frac{V_{out} - V^-}{R_2} = -\frac{V_{in}}{R_1} - \frac{V_{ref2}}{R_1} + \frac{V^-}{R_1}$$

Or $V^- = V^+ = V_{ref1}$, alors :

$$\frac{V_{out}}{R_2} = -\frac{V_{in}}{R_1} - \frac{V_{ref2}}{R_1} + V_{ref1}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1}(V_{in} + V_{ref2}) + \frac{R_1 + R_2}{R_1}V_{ref1} = \begin{cases} -\frac{R_2}{R_1}V_{in} & \text{En régime alternatif} \\ -\frac{R_2}{R_1}V_{ref2} + \frac{R_1 + R_2}{R_1}V_{ref1} & \text{En régime continue} \end{cases}$$

2. Exercice n° 2 : Inverseur et filtre

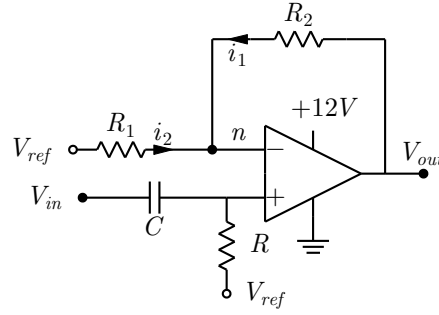


Figure 2.

1) Analyse en courant continu :

En courant continu, le schéma équivalent est le suivant :

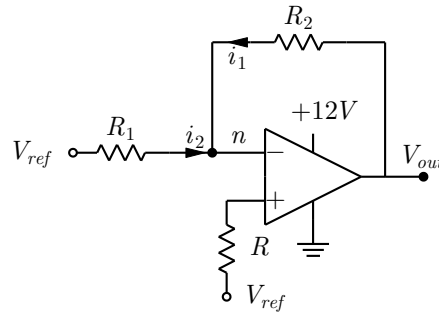


Figure 3.

On pourra déterminer l'expression de V_{out} de la même manière qu'à l'exercice 1, on retrouve :

$$i_1 + i_2 = 0$$

$$\frac{V_{out} - V^-}{R_2} = -\frac{1}{R_1} (V_{ref} - V^-)$$

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{ref} + R_2 V^- \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right) = -\frac{R_2}{R_1} V_{ref} + \frac{R_1 + R_2}{R_1} V^-$$

Or $V^+ = V^- = V_{ref}$, alors :

$$V_{out} = V_{ref}$$

2) Analyse en courant alternatif :

Le schéma

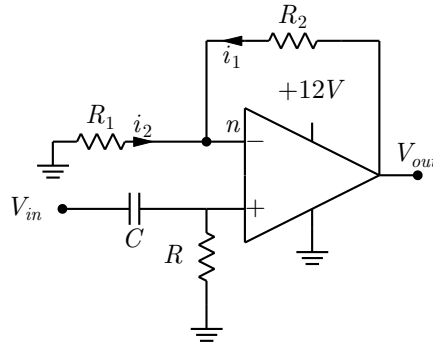


Figure 4.

De la même façon qu'à la question précédente :

$$i_1 + i_2 = 0$$

$$\frac{V_{out} - V^-}{R_2} + \frac{0 - V^-}{R_1} = 0$$

$$\frac{V_{out}}{R_2} = V^- \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right)$$

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V^-$$

Or $V^- = V^+$ avec :

$$V^+ = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} V_{in} = \frac{j\omega RC}{j\omega RC + 1} V_{in}$$

On en déduit :

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} V_{in}$$

La fonction de transfert du système sera alors :

$$H(\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

3. Exercice n° 3 : Amplificateur non inverseur

On considère le montage de la figure suivante, l'AOP étant parfait, possédant un gain différentiel fini $A = 2 \times 10^5$ et alimenté en $+10V / -10V$

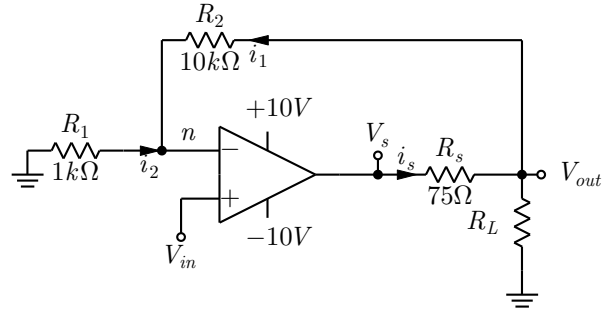


Figure 5.

On commence par calculer V^+ et V^- :

$$\begin{cases} V^+ = V_{in} \\ V^- = V_{R_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out} \end{cases}$$

On sait que :

$$V_s = A(V^+ - V^-) = A(V_{in} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out})$$

Et on sait que :

$$V_{out} = \frac{(R_2 + R_1) // R_L}{(R_2 + R_1) // R_L + R_s} V_s$$

Il suffit ensuite de remplacer V_s par son expression et faire l'application numérique

TD N°2 :

Comportement de l'AOP en fonction de la fréquence

On considère que tous les AOP de ce TD sont alimentés en $12V/0V$

1. Exercice n° 1 : Conservation du produit Gain Bande

On se propose de vérifier la conservation du produit gain-bande passante avec un AOP qui possède un gain différentiel statique $A_0 = 105$ et une fréquence de coupure $f_0 = 10$ Hz. On pourra considérer que les courants d'entrée de l'AOP, i^+ et i^- , sont négligeables, mais le gain différentiel étant fini on ne peut plus poser $V^+ = V^-$

- 1) Le produit gain bande passante de l'AOP

$$GB = A_0 f_0 = 10^5 \times 10 = 10^6$$

- 2) On considère le montage amplificateur non inverseur suivant :

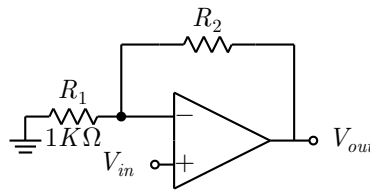


Figure 1.

On calcule $\frac{V_{out}}{V_{in}}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= A(V^+ - V^-) \\ &= A\left(V_{in} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out}\right) \end{aligned}$$

Alors :

$$\begin{aligned} V_{out}\left(1 + A \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) &= A V_{in} \\ \frac{V_{out}}{V_{in}} &= \frac{A}{1 + A \frac{R_1}{R_1 + R_2}} \end{aligned}$$

Or $A = \frac{A_0}{1 + j \frac{f}{f_0}}$, alors :

$$\begin{aligned}
 \frac{V_{out}}{V_{in}} &= \frac{\frac{A_0}{1 + j \frac{f}{f_0}}}{1 + \frac{A_0}{1 + j \frac{f}{f_0}} \frac{R_1}{R_1 + R_2}} \\
 &= \frac{A_0}{1 + \frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2} + j \frac{f}{f_0}} \\
 &= \frac{A_0}{1 + \frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}} \times \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_0} \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + A_0 R_1}}
 \end{aligned}$$

Sous la forme $\frac{K}{1 + j \frac{f}{f_c}}$ avec :

$$\begin{cases} K = \frac{A_0}{1 + \frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}} \\ f_c = f_0 \left(1 + \frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}\right) \end{cases}$$

Comparons maintenant le produit Gain Bande de ce montage au produit Gain Bande de l'AOP :

$$K \times f_c = \frac{A_0}{1 + \frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}} f_0 \left(1 + \frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}\right) = A_0 f_0$$

C'est égal peu importe la valeur de R_1 et R_2 .

2. Exercice n° 2 : Traçage

Trivial quand même, à toi de dessiner.

3. Exercice n°3 : Faut monter les étages à pieds

En utilisant le même AOP qu'à l'exercice n°1 ($A_0 = 10^5$, $f_0 = 10$ Hz), on souhaite réaliser un montage respectant le cahier de charges suivant :

- Gain en tension : +400
- Impédance d'entrée : $\geq 100K\Omega$
- Bande passante : $\geq 20K$ Hz