

**Travaux Dirigés n°1 « Fonctions de l'Electronique »
Amplificateurs à contre-réaction**

Exercice n°1 :

On admet généralement pour simplifier les calculs, que l'amplificateur opérationnel (cf. figure1) possède les propriétés suivantes :

- réjection parfaite du mode commun : $S = A (E^+ - E^-)$
- impédances d'entrée élevées : $I^+ = I^- = 0$
- faible impédance de sortie : S indépendant de I_S
- domaine linéaire limité par les alimentations : $-V_{CC} \leq S \leq +V_{CC}$

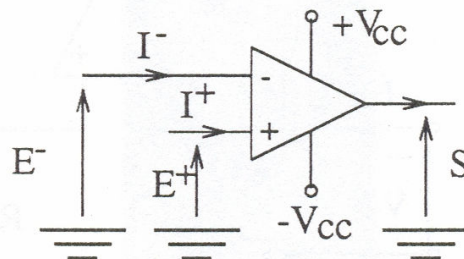


Figure 1

1) Le paramètre A est dit *Gain en Boucle Ouverte* (GBO) de l'amplificateur opérationnel. Dans un premier temps, on suppose que $A \rightarrow \infty$. Calculer le gain S/E des amplificateurs inverseur (cf. figure 2a) et non inverseur (cf. figure 2b). Représenter graphiquement la relation $S = f(E)$ dans les deux cas.

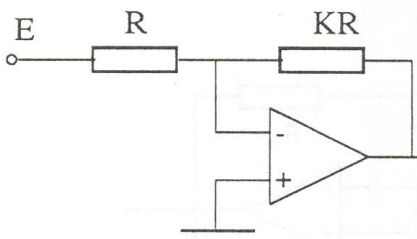


Figure 2a

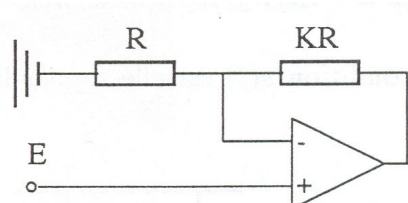


Figure 2b

2) Comment sont modifiés les graphiques $S=f(E)$ si on permute les entrées E^+ et E^- ? S'agit-il encore d'amplificateurs ?

3) On considère à nouveau les montages amplificateurs des figures 2a et 2b, mais on suppose à présent que le GBO a une valeur finie A . Pour les applications numériques, on prendra $A = 10^5$. Représenter graphiquement le diagramme asymptotique du gain (en dB) en fonction de $\log K$.

4) En réalité, le GBO n'est pas une constante réelle. Il est toujours fonction de la fréquence, l'hypothèse la plus simple étant :

$$A(\omega) = \frac{A_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$$

Montrer que le gain de l'amplificateur (montage 2a ou 2b) peut se mettre alors sous la forme :

$$\frac{S}{E} = \frac{A_1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}}$$

Peut-on affirmer que le produit *Gain* \times *Bande passante*, $|A_1|_{\omega_1}$, est constant (indépendant de K) ?

Exercice n°2 :

Pour réaliser un amplificateur de gain 100, on dispose d'amplificateurs opérationnels dont le gain en boucle ouverte sera modélisé par une fonction du premier ordre :

$$A = \frac{A_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$$

avec $A_0 = 10^5$ et $\omega_0 = 100$ rad / s

1) La première solution (cf. figure 1) utilise un seul amplificateur opérationnel. La constante de temps du circuit d'entrée est de une seconde. Etablir la courbe de réponse de l'amplificateur.

2) La deuxième solution répartit un gain $\times 100$ sur deux étages $\times 10$ (cf. figure 2). Calculer la nouvelle courbe de réponse. Conclusions ?

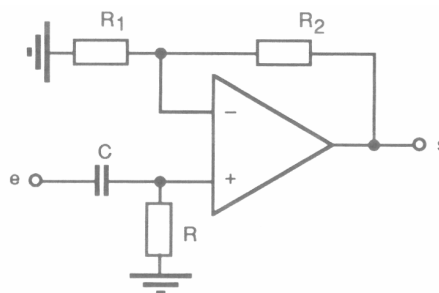


Figure 1

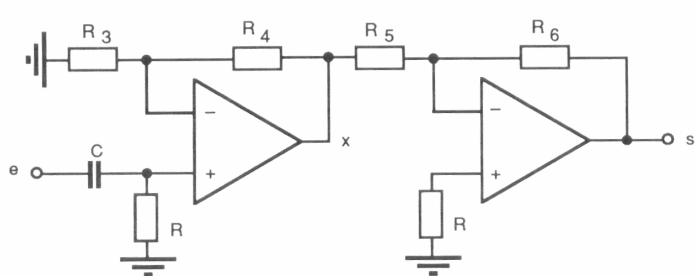
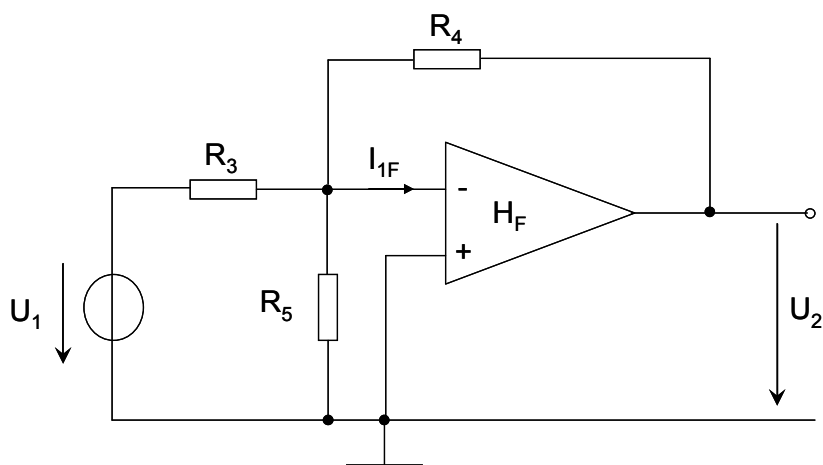


Figure 2

Exercice n°3

En supposant dans le circuit ci-dessous que $I_{1F}=0$, déterminer H_E , H_R et H en fonction de R_5 . Quel est l'intérêt de cette résistance ?



Exercice n°4

Déterminer l'effet d'une contre-réaction H_R sur la fréquence centrale f_0 , le gain A_0 à cette fréquence et le facteur de qualité Q d'un amplificateur sélectif de fonction de réponse :

$$H_F = \frac{A_0}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

Exercice n°5 :

- 1) D'après la figure 1, calculer le taux de réaction, le gain en tension idéal boucle fermée, le pourcentage d'erreur et le gain en tension exact.

- 2) On remplace maintenant dans le schéma de la figure 1 la résistance de $2,7\text{ k}\Omega$ par une résistance de $5,6\text{ k}\Omega$. Quel est le taux de réaction ? le gain en tension boucle fermée ?

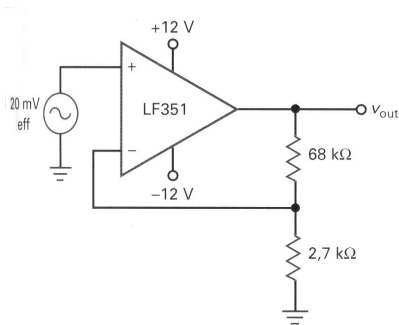


Figure 1

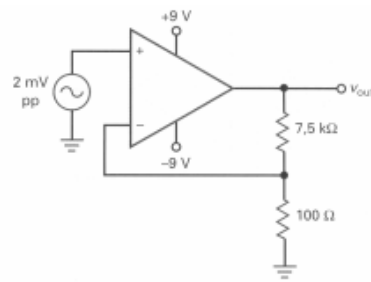


Figure 2

- 3) D'après le schéma de la figure 2, l'ampli-op présente une résistance interne R_{in} de $3\text{ M}\Omega$. Que vaut l'impédance boucle fermée ? Utiliser pour l'ampli-op un gain $A_{OL}=200\ 000$.
 4) Supposer que l'ampli-op de la figure 2 présente une distorsion harmonique boucle ouverte égale à 10%, que vaut la distorsion harmonique boucle fermée ?

Exercice n°6 :

- 1) Sur la figure 3, la valeur de la fréquence est 1 kHz. Quelle est la tension de sortie ?
 2) Quelle est la tension de sortie si la valeur de la résistance passe de $51\text{ k}\Omega$ à $39\text{ k}\Omega$?
 3) Le courant d'entrée est de $7,5\ \mu\text{A}$ (valeur effective). Quelle est la valeur crête de la tension de sortie ?

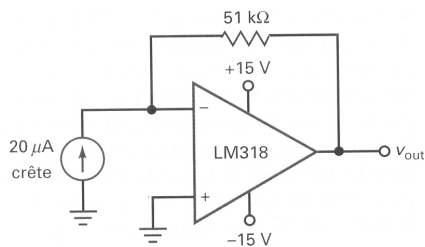


Figure 3

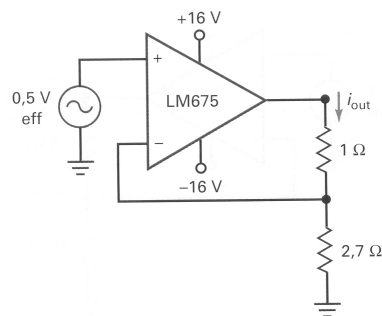


Figure 4

Exercice n°7 :

- 1) Sur le schéma de la figure 4, que vaut le courant de sortie ? La puissance sur la charge ?
 2) La résistance de $2,7\ \Omega$ passe à $4,7\ \Omega$. Que valent le courant de sortie et la puissance sur la charge ?