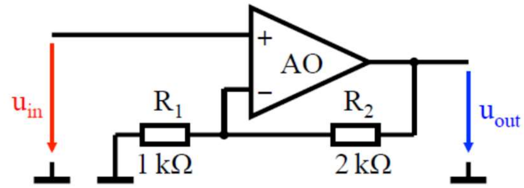
Ex.1 AO réaction négative 1



On propose le montage suivant (AO : TL071alimenté avec +15 V et –15 V: Vsat+ " 14 V Vsat– " –13.5 V):

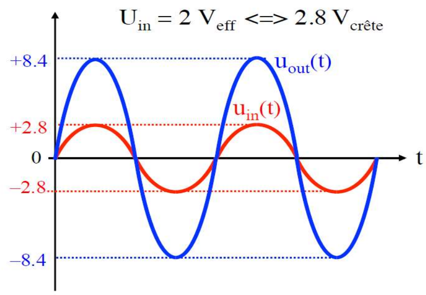
a) Représenter le signal de sortie du circuit ci-dessous pour un signal d'entrée sinusoïdal de 2 V_{eff} et 1 kHz.

b) Faire de même pour un signal de 5 Veff.

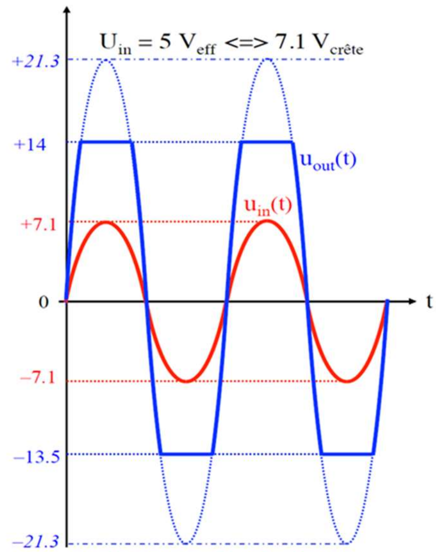
Signal d'entrée sinusoïdal de 2 V_{eff} et 1 kHz

Ampli non-inverseur:

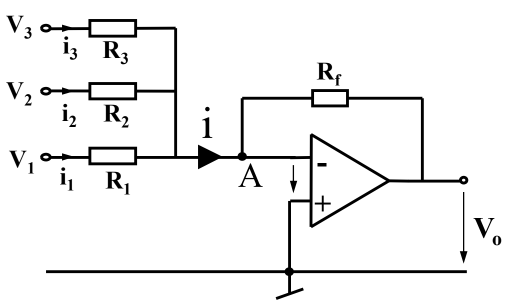
$$u_{out}(t) = \frac{R_2 + R_1}{R_1} \cdot u_{in}(t) = 3 \cdot u_{in}(t)$$



Signal d'entrée sinusoïdal de 5 V_{eff} et 1 kHz



Ex 2 AO Sommateur



On commence toujours par poser les deux équations de l'AmpliOp : idéal → **$i_+ = i_- = 0$ → $i = i(R_f)$** et la réaction négative après l'avoir identifiée → **$V_- = V_+$** avec V+ = 0V car liée à la masse et donc **$V_A = V_- = 0V$ (dite mase virtuelle)**

a) Loi des nœuds : $i = i_1 + i_2 + i_3$ →

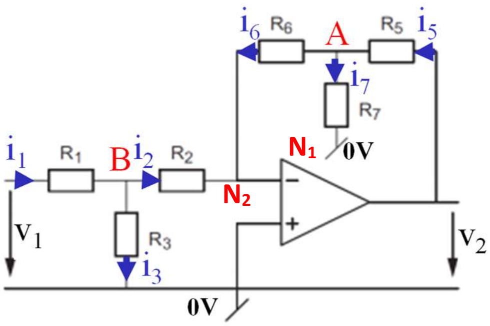
$$\mathbf{i = \frac{V_1 - V_A}{R_1} + \frac{V_2 - V_A}{R_2} + \frac{V_3 - V_A}{R_3} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}}$$

b) $$i = i(R_f) = \frac{V_- - V_o}{R_f} = \frac{-V_o}{R_f} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

$$\rightarrow \boldsymbol{V_o = -R_f\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right)}$$

c) Example d'implémentation : R_f = 1 kΩ ; R_1 = 1 kΩ ; R_2 = 0.5 kΩ ; R_2 = 0.33 kΩ

Ex 3 AO réaction négative 2



On commence toujours par poser les deux équations de l'AmpliOp : idéal → **i_+ = i_- =0 → i_2 = -i_6** et la réaction négative après l'avoir identifiée → **V_- = V_+** avec V+ = 0V car liée à la masse et donc **V_- = 0V (dite mase virtuelle)**

- V_2 étant trop éloignée de V_1 dans le circuit, on passera par les nœuds intermédiaires **A , in- et B** pour simplifier le problème, ce qui donne :

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{V_A}.\frac{V_A}{V_B}.\frac{V_B}{V_1}$$

- **Nœud A donne $\frac{V_2}{V_A}$:**

  $en\ effet: i_5 = i_6 + i_7 \rightarrow \frac{V_2 - V_A}{R_5} = \frac{V_A - 0}{R_6} + \frac{V_A - V_-}{R_7}$ et donc $\frac{V_2}{V_A} = \frac{R_5R_6 + R_5R_7 + R_6R_7}{R_6R_7}$

  Rq : vue que R_7 et R_6 sont comprises entre V_A et un 0V (N_1 et N_2) on peut directement utiliser le diviseur résistif et écrire : $\frac{V_A}{V_2} = \frac{R_6//R_7}{R_6//R_7 + R_5}$ *(attention ce model n'est valable que pour les tensions. Il ne faut donc en aucun cas lier les nœuds N_1 et N_2 dans le circuit car cela modifiera les courants)*

Nœud in- de l'AmplOp (masse virtuelle V_- = 0V) donne $\frac{V_A}{V_B}$:

en effet: : $i_+ = i_- = 0 \rightarrow i_2 = -i_6 \rightarrow \frac{V_B - V_-}{R_2} = -\frac{V_A - V_-}{R_6} \rightarrow \frac{V_A}{V_B} = -\frac{R_6}{R_2}$

- **Nœud B → $\frac{V_B}{V_1}$:**

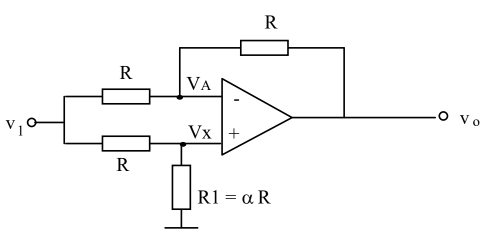
  en effet : $i_1 = i_2 + i_3 \rightarrow \frac{V_1 - V_B}{R_1} = \frac{V_B}{R_2} + \frac{V_B}{R_3}$ et donc $\frac{V_B}{V_1} = \frac{R_2R_3}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$

  Rq : vue que R_2 et R_3 sont comprises entre V_B et un 0V on peut directement utiliser le diviseur résistif et écrire : $\frac{V_B}{V_1} = \frac{R_2//R_3}{R_2//R_3 + R_1}$ *(attention ce model n'est valable que pour les tensions. Il ne faut donc en aucun cas lier le nœud N_2 à la masse dans le circuit car cela modifiera les courants)*

Et finalement : $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{V_A}.\frac{V_A}{V_B}.\frac{V_B}{V_1} = -\frac{R_3}{R_7}\frac{R_5R_6 + R_5R_7 + R_6R_7}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$

Ex.4 AO réaction négative 3

b) Exprimer la tension v_o en fonction de v_1



Corrigé

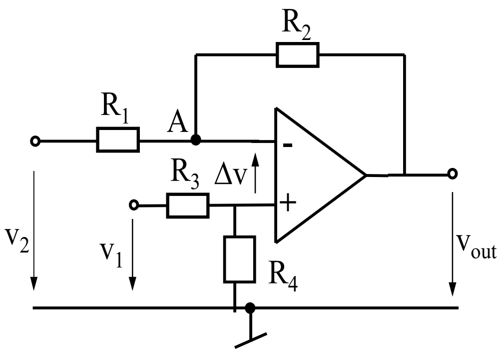
L'hypothèse d'un AO idéal donne i+ = 0 est donc $V_X = \frac{\alpha R}{(\alpha + 1) R} v_1$

(diviseur de tension)

AO en réaction négative donne : v+ = v- $\Rightarrow V_A = V_X = \frac{\alpha}{(\alpha + 1)} v_1$

On utilisant la superposition et le principe de diviseur de tension, on démontre que $V_A = (V_1 + V_o)/2$ et donc $V_o = 2V_A - V_1 = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} v_1$

Ex.5 AO Sommateur 2:



Corrigé

1-Si on considère que $\Delta v = 0$ et les courants des entrées + et - sont nuls (Hypothèses de l'AO idéale + contre réaction) on peut écrire :

Diviseur résistif : $V_+ = V_1 R_4/(R_3+R_4) = V_A$

Superposition : $V_A = V_{out} R_1/(R_1+R_2) + V_2 R_2/(R_1+R_2)$

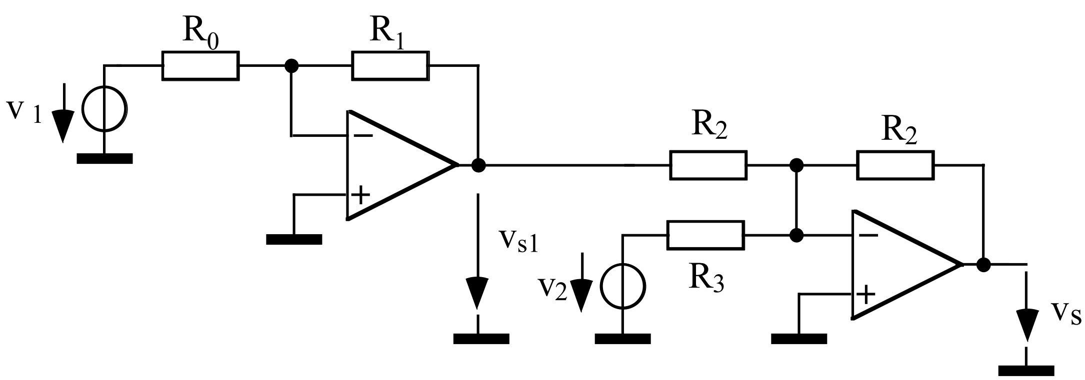
$\Rightarrow$ Substituions: $V_{out} = V_1 R_4 (R_1+R_2) /[R_1(R_3+R_4)] - V_2 R_2/R_1$

Et donc $k_1 = R_4 (R_1+R_2) /[R_1(R_3+R_4)]$ et $k_2 = R_2/R_1$

2- k1 et k2 sont corrélés car ils dépendent tous les deux de R_1 et de R_2. Il est par exemple impossible d'ajuster k_2 en changeant la valeur de R_2 sans influencer k_1.

3- Pour avoir $k_2 = 9$, il faut que $R_2 = 9\cdot R_1$, ce qui donne un $k_1 = 10 R_4/(R_3+R_4) = 5 \rightarrow R_3 = R_4$**.** Nous avons deux degrés de liberté. (Exemple d'implémentation: $R_1 = 1$ kΩ, $R_2 = 9$ kΩ et $R_3=R_4=10$ kΩ).

4- Pour réaliser autrement la fonction $\mathbf{V_{out} = k_1 V_1 - k_2 V_2}$ on ne peut pas utiliser directement le sommateur classique, présenté dans l'Ex 4, car ce dernier est aussi un inverseur. Or pour V_1 nous avons besoin d'un coefficient k1 positif. Il faut donc appliquer à V1 une inversion avant son application à l'entrée du sommateur. C'est le rôle du premier étage dans la solution proposée suivante :



Le premier étage donne : $V_{s1} = (-R_1/R_0)\, V_1$, le deuxième donne: $Vs = -(R_2/R_2)\, V_{s1} - (R_2/R_3)\, V_2$

et la combinaison des deux donne: $Vs = (R_1/R_0)\, V_1 - V_2\, (R_2/R_3)$

Nous avons donc : $k_1 = R_1/R_0$ et $k_2 = R_2/R_3$

On note que k_1 et k_2 dépendent de résistances différentes. Il est donc possible modifier chaque terme sans influencer l'autre.