Les fonctions linéaires à base d'AOP

I. Introduction :

Dans "amplificateur opérationnel", il y a deux mots :

Amplificateur : c'est la fonction de base de ce composant.

Opérationnel : les caractéristiques de cet ampli nous donnent la possibilité de créer des fonctions mathématiques telles que dérivée, intégrale, Log... D'où le nom.

II. Les montages fondamentaux :

1. montage non inverseur :

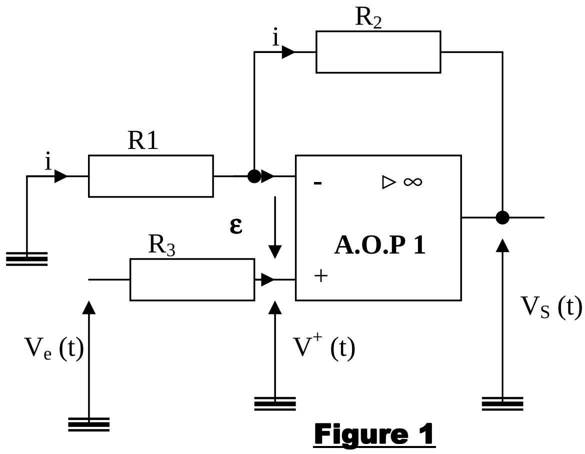

Figure 1

On constate que : $V^+ = V_e$ et que : $V^- = V_s.\frac{R_1}{R_1+R_2}$ $\Rightarrow \varepsilon = V^+ - V^- = V_e - V_s.\frac{R_1}{R_1+R_2}$ =0.

$$\Rightarrow V_s = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right).V_e .$$

Stabilité : Posons : $k = \frac{R_1}{R_1+R_2}$ d'où $\varepsilon = V_e - k.V_s$

Une petite perturbation est susceptible de modifier très légèrement la valeur de Vs, entraînant une modification de ε :

- si Vs croît, ε diminue donc Vs décroît.
- Si Vs décroît, ε augmente dons Vs croît.

Ce montage est donc stable.

Remarque : le montage **suiveur,** de gain unité, destiné à permettre l'adaptation d'impédance entre deux étages successifs d'un dispositif.

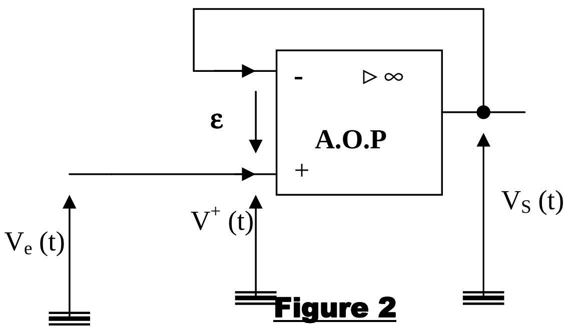

Figure 2

Soit à calculer la tension V_s des deux montages de la figure 3 :

$V_s = \frac{R_2}{R_1+R_2}V_e$ (Pont diviseur appliqué à la figure 3-a) : on remarque que la tension Vs dépend des résistances et de Ve.

$i = i^+ = 0$ (Figure 3-b) alors $V^+ = V_e = V^- = V_s$. D'où Vs ne dépend plus ni de l'impédance de la charge ni de l'impédance de sortie de l'étage d'entrée.
On dit qu'on a réalisé une adaptation d'impédance.

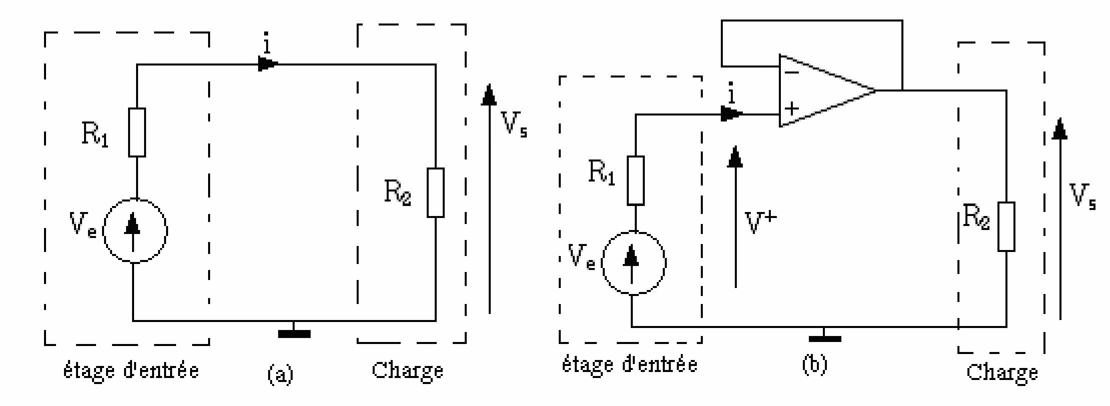

Figure 1

2. **montage inverseur** :

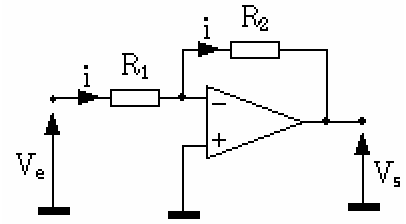

Figure 2

$$V_s = -\frac{R_2}{R_1} V_e$$

3. **montage additionneur** :

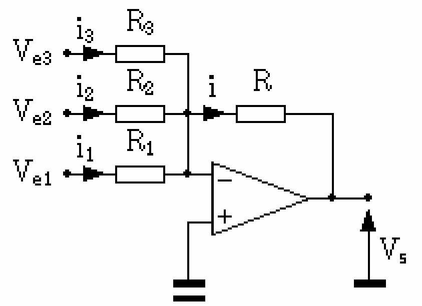

Figure 3

Par application de Millman : $V^- = \dfrac{\dfrac{V_{e1}}{R_1} + \dfrac{V_{e2}}{R_2} + \dfrac{V_{e3}}{R_3} + \dfrac{V_s}{R}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}}$

et puisque l'AOP travaille en régime linéaire, on a : $V^+ = V^-$ donc :

$$\frac{\dfrac{V_{e1}}{R_1} + \dfrac{V_{e2}}{R_2} + \dfrac{V_{e3}}{R_3} + \dfrac{V_s}{R}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}} = 0 \Rightarrow \frac{V_{e1}}{R_1} + \frac{V_{e2}}{R_2} + \frac{V_{e3}}{R_3} + \frac{V_s}{R} = 0$$

Finalement : $V_s = -R\left(\frac{V_{e1}}{R_1}+\frac{V_{e2}}{R_2}+\frac{V_{e3}}{R_3}\right)$

Si de plus : $R_1 = R_2 = R_3 = R$ on aura : $V_s = -(V_{e1}+V_{e2}+V_{e3})$

4. **montage soustracteur** :

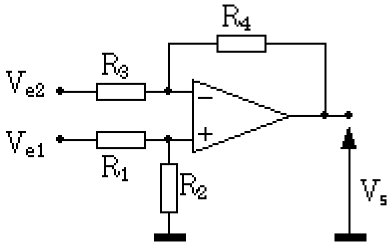

Figure 4

Pour calculer le gain en tension de cet étage, on va faire appel à la formule du pont diviseur et au théorème de superposition. Le lien va encore être l'équation : $V^+ = V^-$.

La tension sur l'entrée non inverseuse est : $V^+ = V_{e1}.\frac{R_2}{R_1+R_2}$

Le calcul de la tension sur l'entrée inverseuse se fait en deux temps, et avec l'aide du théorème de superposition : $V^- = V_{e2}\frac{R_4}{R_3+R_4}+V_s\frac{R_3}{R_3+R_4}$

Des équations précédentes, on tire : $V_s\frac{R_3}{R_3+R_4} = V_{e1}.\frac{R_2}{R_1+R_2} - V_{e2}\frac{R_4}{R_3+R_4}$

La formule générale de la tension de sortie de ce montage est donc : $V_s = V_{e1}.\frac{1+\frac{R_4}{R_3}}{1+\frac{R_1}{R_2}} - V_{e2}\frac{R_4}{R_3}$

Tel quel, ce montage n'est pas un ampli de différence ; il faut imposer des conditions sur les résistances. Si on pose : $k = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$. On obtient : $V_s = k(V_{e1} - V_{e2})$

5. **montage intégrateur** :

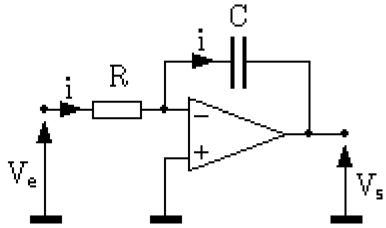

Figure 5

$V_e(t) - R.i(t) + \varepsilon = 0 \Rightarrow V_e(t) = R.i(t)[\varepsilon = 0]$

Or $i(t) = C\dfrac{du}{dt}$ où $V_s(t) + u(t) + \varepsilon = 0$ alors : $V_e(t) = -R.C\dfrac{dV_s(t)}{dt}$

$$V_s(t) = -\frac{1}{R.C}\int_0^t V_e(t)\,dt$$

6. **montage dérivateur** :

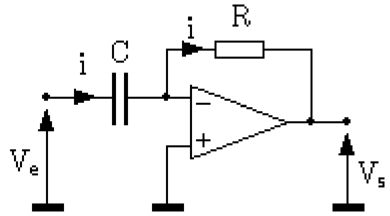

Figure 6

$$V_s(t) = -Ri(t) = -RC\frac{dV_e(t)}{dt}.$$