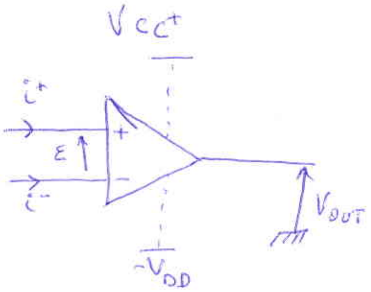
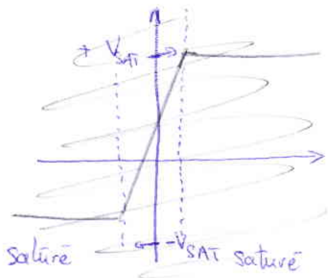
Amplificateurs Opérationnels (AOP)

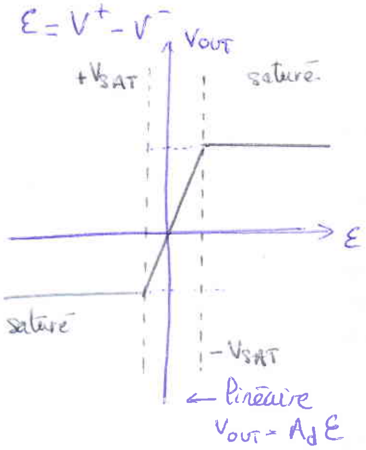


Impédance d'entrée : ∞ $\Rightarrow i^+ = i^- = 0$

Impédance de sortie : 0



$\varepsilon = V^+ - V^-$

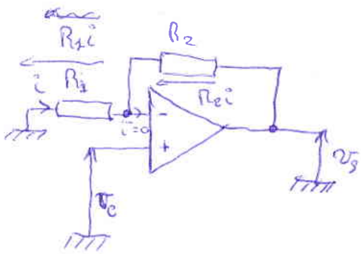


- Mode linéaire : $\Rightarrow \varepsilon = 0$ ($\Rightarrow V^+ = V^-$)
  Une rétroaction négative : rebouclage de la sortie sur l'entrée ⊖ assure un fonctionnement linéaire.
- Mode saturé : $V_{OUT} = \pm V_{SAT}$ selon le signe de ε.
  Rétroaction > 0 ou $\varnothing$.

TD : Amplificateur Opérationnel

Partie 1 - Applications linéaires

Exercice n°1 :



Rétroaction < 0 $\Rightarrow$ Fonctionnement linéaire
$\Rightarrow \varepsilon = 0$ ($V^+ = V^- = v_e$)

1ère méthode : Loi des mailles :

$v_s + R_2 i + R_1 i = 0$

$v_s = -(R_1 + R_2)\,i$

$$\Rightarrow \boxed{v_s = \frac{R_1 + R_2}{R_1} v_e}$$

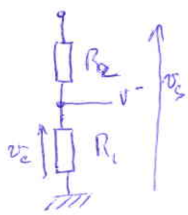
Loi d'Ohm :

$v_e = -R_1 i \Rightarrow i = \frac{-v_e}{R_1}$

2e méthode :

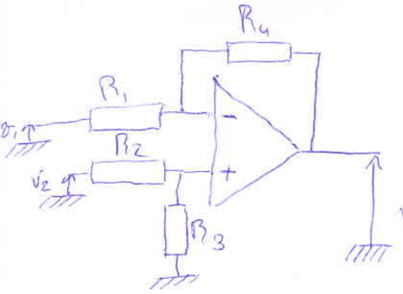
R_1 et R_2 sont traversées par le même courant
$\Rightarrow R_1$ et R_2 en série
v_e = Tension aux bornes de R_1
v_s = Tension aux bornes de R_1 et R_2

$$\Rightarrow \text{PDT} : \boxed{v_s = \frac{R_1 + R_2}{R_1} v_e}$$



3e méthode : Théorème de Millman :

$$V^- = \frac{\frac{0}{R_1} + \frac{v_s}{R_2} - \underbrace{i}_{=0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 v_s}{R_1 + R_2} \Rightarrow \boxed{v_s = \frac{R_1 + R_2}{R_1} v_e}$$

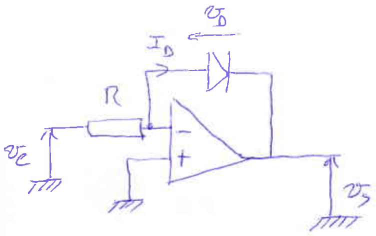


$V^+ = V^-$

$$\frac{\frac{v_2}{R_2}}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{v_1}{R_1}+\frac{v_s}{R_4}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_4}} \Longleftrightarrow \frac{v_2 R_2}{R_2+R_3} = \frac{v_1 R_4 + v_s R_1}{R_1+R_4}$$

$$v_s = \frac{R_1+R_4}{R_1} \times \frac{v_2 R_3}{R_2+R_3} - \frac{v_1 R_4}{R_1}$$

Si $\begin{cases} R_1 = R_2 \\ R_3 = R_4 \end{cases}$ alors : $\frac{R_1+R_3}{R_1} \times \frac{v_2 R_3}{R_1+R_3} - \frac{v_1 R_3}{R_1} = \frac{R_3}{R_1}(v_2 - v_1)$



$I_D \simeq I_s e^{\frac{V_D}{mV_T}}$. Retroaction < 0

$\Rightarrow V^- = V^+ = 0$

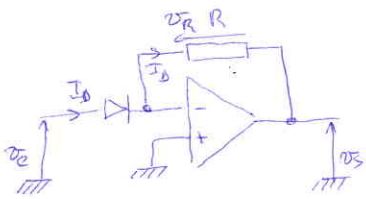
$V_D = V^- - v_s = -v_s$

$v_R = R.I_D = v_e - V^- = v_e$

$\Rightarrow v_e = R I_s e^{\frac{-V_s}{mV_T}}$

$e^{\frac{-V_s}{mV_T}} = \frac{v_e}{R I_s}$

$v_s = -mV_T \ln\left(\frac{v_e}{R I_s}\right)$



On cherche V_D:

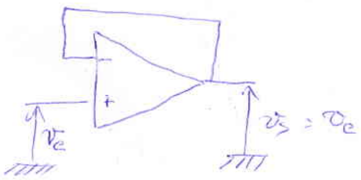
$V_D = V_e - V^-$ retroaction ⊖.

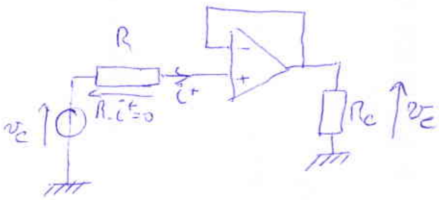
$V_D = V_e$ car $V^+ = V^- = 0$

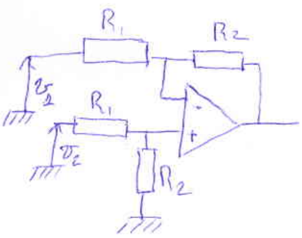
$V_R = V^- - V_s$

$\Longleftrightarrow V_s = -V_R = -R \times I_D$

$\Longleftrightarrow V_s = -R \times I_s e^{V_e/mV_T}$







$V^- = V^+$ car retroaction ⊖.

$$\Rightarrow \frac{R_2 V_1 + R_1 V_S}{R_2+R_1} = \frac{R_2 V_2}{R_2+R_1} \Longleftrightarrow V_s = \frac{R_2 V_2 - R_2 V_1}{R_1}$$

$$\Longleftrightarrow \boxed{V_s = \frac{R_2}{R_1}(V_2 - V_1)}$$

$$V^- = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_s}{R_2}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}} \qquad V^+ = \frac{\frac{V_2}{R_1}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$$