



ROYAUME DU MAROC
MINISTÈRE DE L'EDUCATION
NATIONALE
Académie de Casablanca
DÉLÉGATION DE MOHAMMEDIA
Lycée Technique Mohammedia



Matière :	Science de l'Ingénieur - A.T.C -	Pr.MAHBAB
Section :	Sciences et Technologies Électriques	Rappels

CORRECTION

❖ Exercices :

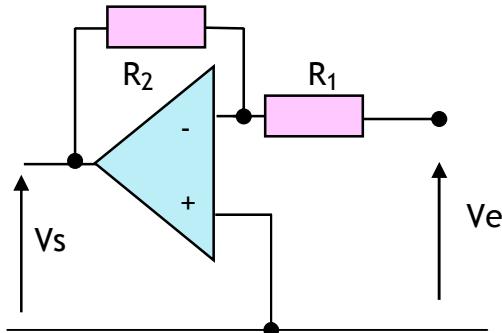
Amplificateur opérationnel

06 pages

Amplificateur opérationnel en mode linéaire

3- Amplification :

3.1- Amplificateur inverseur :



$V^+ = 0 \text{ V}$
 $\text{et } V^- = (V_e / R_1 + V_s / R_2) / (1 / R_1 + 1 / R_2)$
 On a une réaction négative donc l'amplificateur opérationnel est en mode linéaire alors $V^+ = V^-$
 $\rightarrow 0 = (V_e / R_1 + V_s / R_2) / (1 / R_1 + 1 / R_2)$
 $\rightarrow 0 = (V_e / R_1 + V_s / R_2)$
 $\rightarrow V_s / R_2 = -V_e / R_1$
 $\rightarrow V_s = -V_e \cdot R_2 / R_1$
 $\rightarrow A_v = -R_2 / R_1$

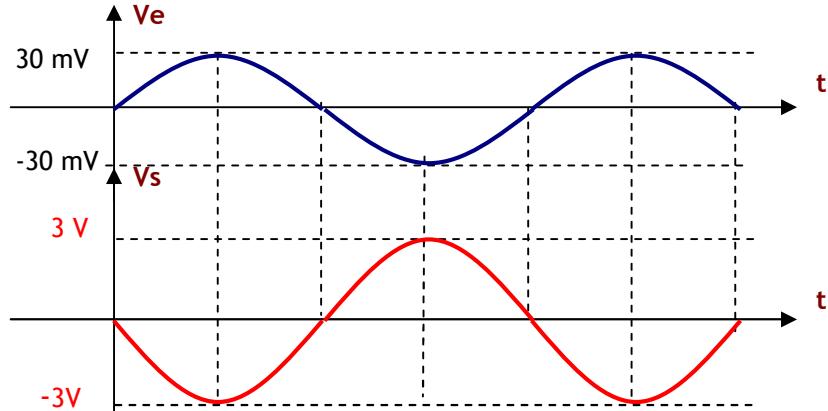
Exemple :

$$R_1 = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ K}\Omega$$

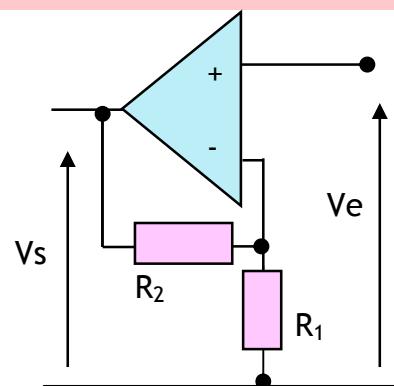
$$A_v = -R_2 / R_1$$

$$A_v = -100$$



3.2- Amplificateur non inverseur :

$V^+ = V_e$
 $\text{et } V^- = V_s R_1 / (R_1 + R_2)$
 On a une réaction négative donc l'amplificateur opérationnel est en mode linéaire alors $V^+ = V^-$
 $\rightarrow V_e = V_s R_1 / (R_1 + R_2)$
 $\rightarrow V_s = V_e \cdot (R_1 + R_2) / R_1$
 $\rightarrow V_s = V_e \cdot (1 + R_2 / R_1)$
 $\rightarrow A_v = 1 + R_2 / R_1$



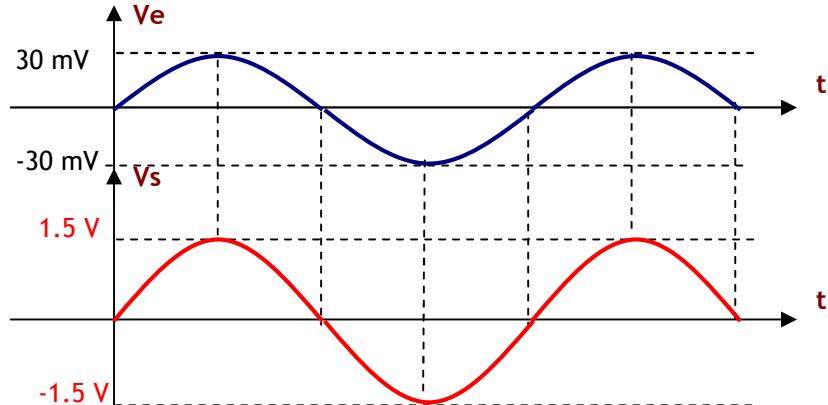
Exemple :

$$R_1 = 1 \text{ K}\Omega$$

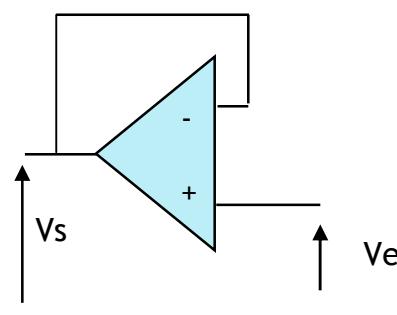
$$R_2 = 49 \text{ K}\Omega$$

$$A_v = 1 + R_2 / R_1$$

$$A_v = 50$$



3.3- Suiveur :



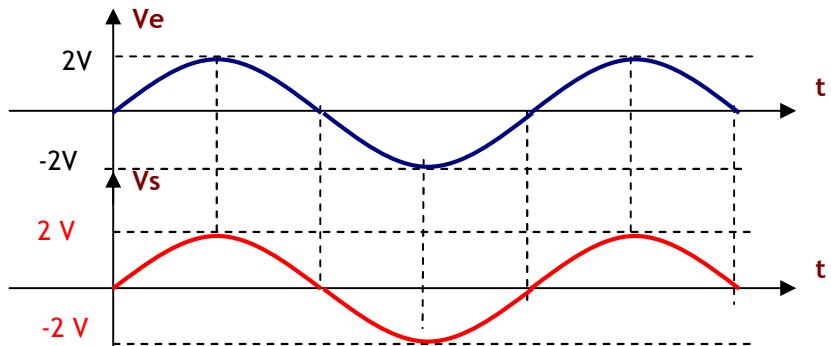
$V^+ = V_e$ et $V^- = V_s$
On a une réaction négative donc l'ampli opérationnel est en mode linéaire alors
 $V^+ = V^-$
 $\rightarrow V_s = V_e$
 $\rightarrow A_v = 1$

Exemple :

$$V_e = 2\sin(2\pi t)$$

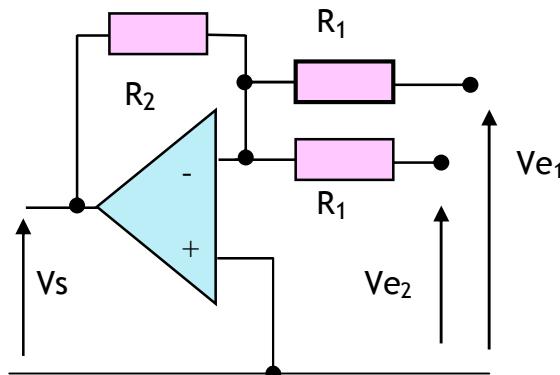
$$A_v = 1$$

$$V_s = 2\sin(2\pi t)$$



4- Montages opérationnels :

4.1- Additionneur inverseur (mélangeur) :



$V^+ = 0 \text{ V}$
 $V^- = (V_{e1}/R_1 + V_s/R_2 + V_{e2}/R_1) / (2/R_1 + 1/R_2)$
On a une réaction négative donc l'amplificateur opérationnel est en mode linéaire alors :
 $V^+ = V^-$
 $\rightarrow 0 = (V_{e1}/R_1 + V_s/R_2 + V_{e2}/R_1) / (2/R_1 + 1/R_2)$
 $\rightarrow 0 = V_{e1}/R_1 + V_s/R_2 + V_{e2}/R_1$
 $\rightarrow 0 = V_{e1} + V_{e2} + V_s \cdot R_1/R_2$
 $\rightarrow V_s = - (V_{e1} + V_{e2}) \cdot R_2 / R_1$

Exemple :

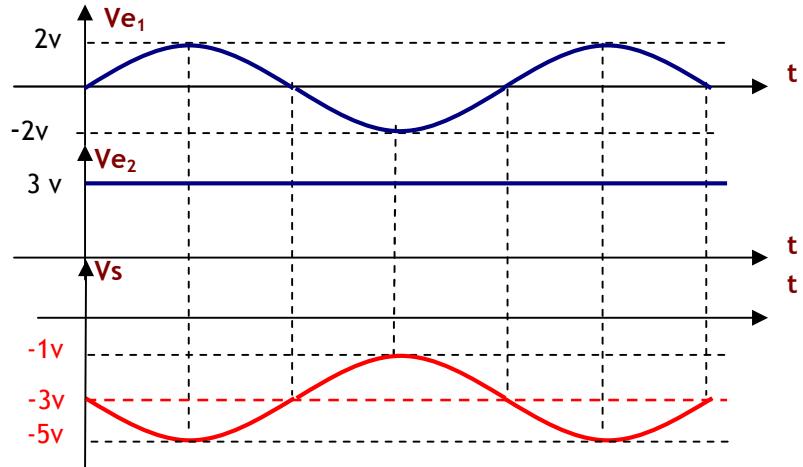
$$V_{e1} = 2\sin(2\pi t)$$

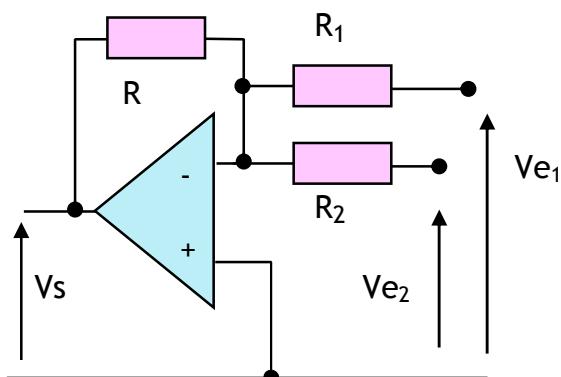
$$V_{e2} = 3 \text{ V}$$

$$R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$V_s = - (V_{e1} + V_{e2})$$

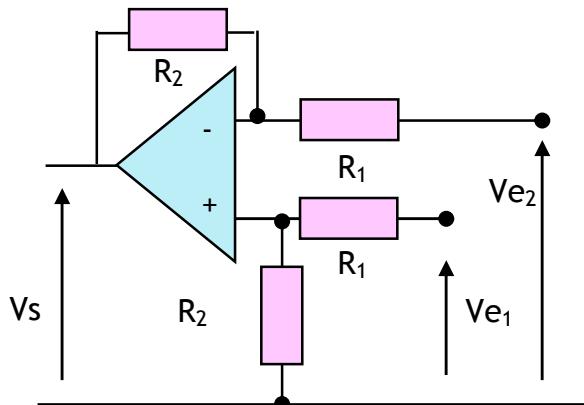
$$V_s = - (3 + 2\sin(2\pi t))$$





$V^+ = 0 \text{ v}$
 $V^- = (Ve_1/R_1 + Vs/R + Ve_2/R_2) / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R)$
 On a une réaction négative donc l'amplificateur opérationnel est en mode linéaire, alors $V^+ = V^-$
 $\Rightarrow 0 = (Ve_1/R_1 + Vs/R + Ve_2/R_2) / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R)$
 $\Rightarrow 0 = Ve_1 / R_1 + Vs / R + Ve_2 / R_2$
 $\Rightarrow 0 = Ve_1 \cdot R / R_1 + Ve_2 \cdot R / R_2 + Vs$
 $\Rightarrow Vs = - (Ve_1 \cdot R / R_1 + Ve_2 \cdot R / R_2)$

4.2- Soustracteur (différentiel) :



$V^+ = Ve_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$
 $V^- = (Vs / R_2 + Ve_2 / R_1) / (1/R_1 + 1/R_2)$
 On a une réaction négative donc l'amplificateur opérationnel est en mode linéaire, Alors $V^+ = V^-$
 $\Rightarrow Ve_1 \cdot R_2 = Vs \cdot R_1 + Ve_2 \cdot R_2$
 $\Rightarrow Vs \cdot R_1 = Ve_1 \cdot R_2 - Ve_2 \cdot R_2$
 $\Rightarrow Vs \cdot R_1 = R_2 \cdot (Ve_1 - Ve_2)$
 $\Rightarrow Vs = (Ve_1 - Ve_2) \cdot R_2 / R_1$

Exemple :

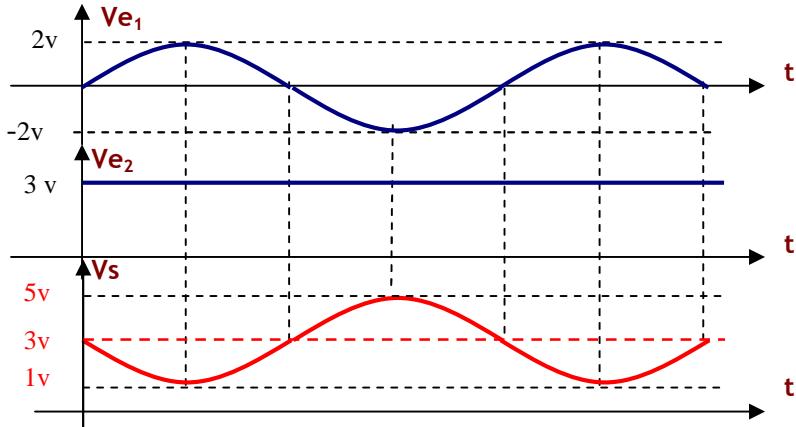
$$Ve_1 = 2\sin(2\pi \cdot t)$$

$$Ve_2 = 3 \text{ v}$$

$$R_1 = R_2 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$Vs = (Ve_1 - Ve_2)$$

$$Vs = 3 - 2\sin(2\pi \cdot t)$$

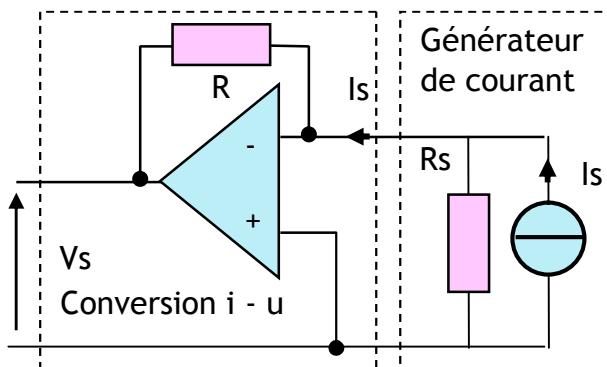


5- Autres montages:

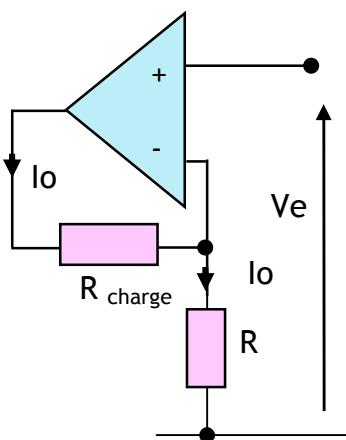
5.1- La conversion courant tension :

L'entrée inverseuse de l'amplificateur est une masse virtuelle, la source de courant débite donc dans un court-circuit. Ainsi la résistance de source n'intervient pas dans l'expression du gain.

$$Vs = - Is \cdot R$$



5.2- La conversion tension courant :

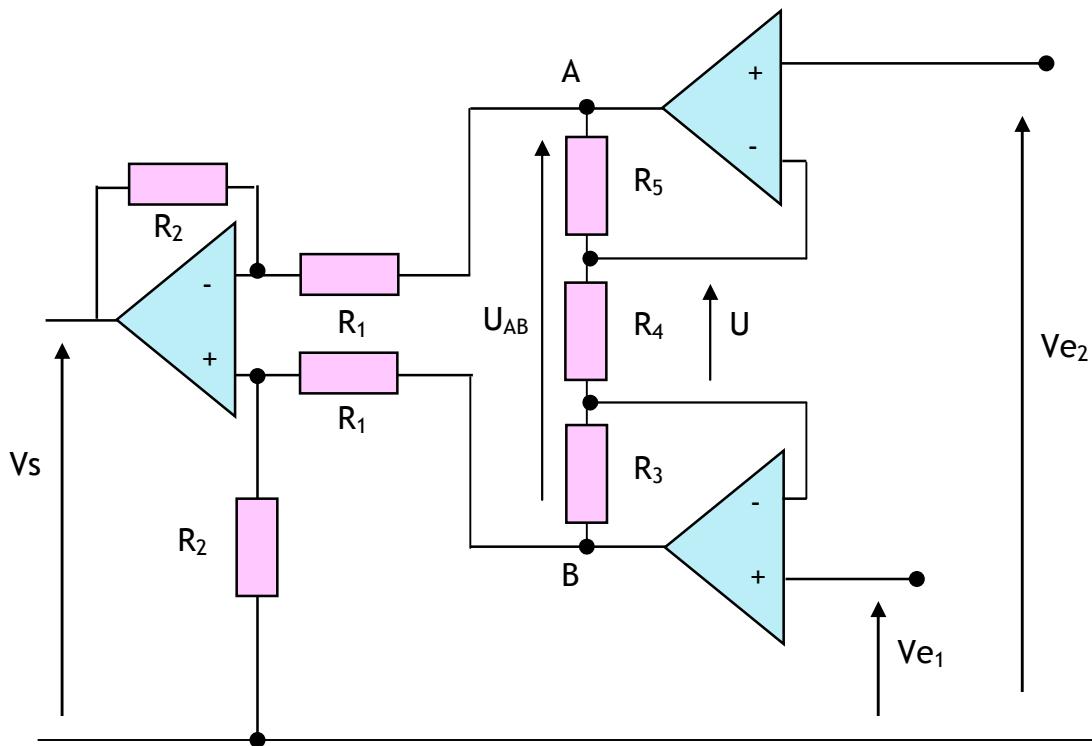


Le courant de sortie est proportionnel à la tension d'entrée. Le courant dans R_{charge} reste constant quelle que soit la valeur de la charge, jusqu'à la saturation de l'amplificateur opérationnel :

$$V^+ = V^- = V_e$$

$$I_o = V_e / R$$

5.1- Amplificateur d'instrumentation :



On a une réaction négative donc tous les amplificateurs opérationnels travaillent en mode linéaire alors $V^+ = V^-$

$$U = V_{e2} - V_{e1} \quad \text{et} \quad U = U_{AB} \cdot R_4 / (R_5 + R_4 + R_3)$$

$$U_{AB} = U \cdot (R_5 + R_4 + R_3) / R_4$$

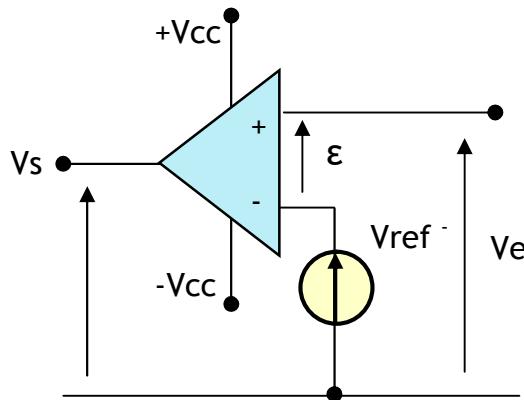
$$V_s = - U_{AB} \cdot R_2 / R_1 \Rightarrow V_s = - U \cdot (R_5 + R_4 + R_3) \cdot R_2 / R_4 \cdot R_1$$

$$V_s = (V_{e2} - V_{e1}) \cdot (R_5 + R_4 + R_3) \cdot R_2 / R_4 \cdot R_1$$

Amplificateur opérationnel en commutation

2- Comparateur non inverseur:

2.1- fonctionnement:

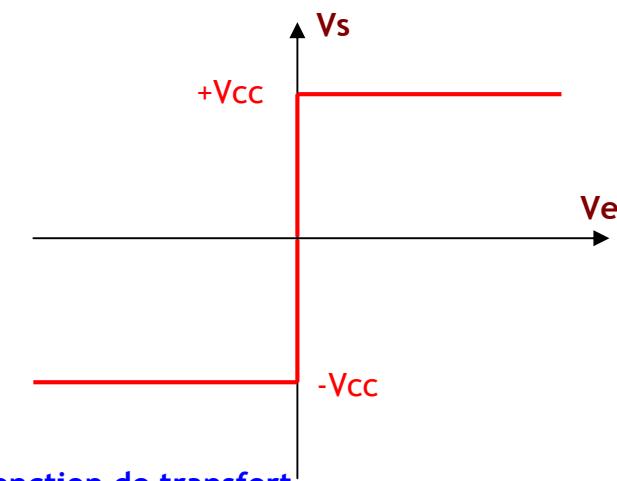


- L'entrée inverseuse est prise comme référence.
- L'entrée non inverseuse est le signal d'entrée V_e

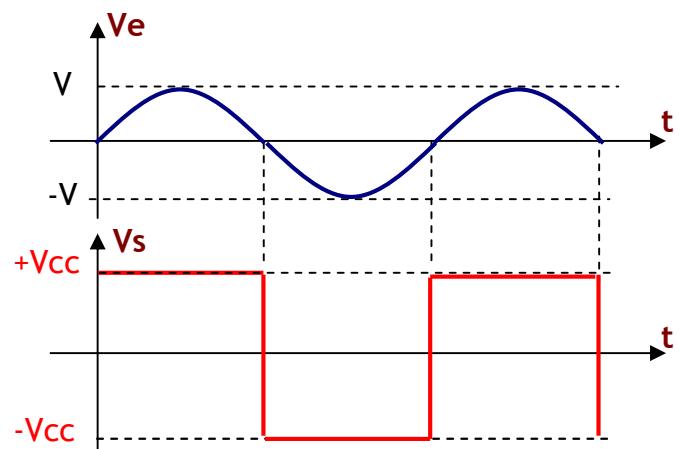
$$V_e > V_{ref} \rightarrow V^+ > V^- \text{ Alors } \epsilon > 0 \rightarrow V_s = +V_{cc}$$

$$V_e < V_{ref} \rightarrow V^+ < V^- \text{ Alors } \epsilon < 0 \rightarrow V_s = -V_{cc}$$

2.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$:

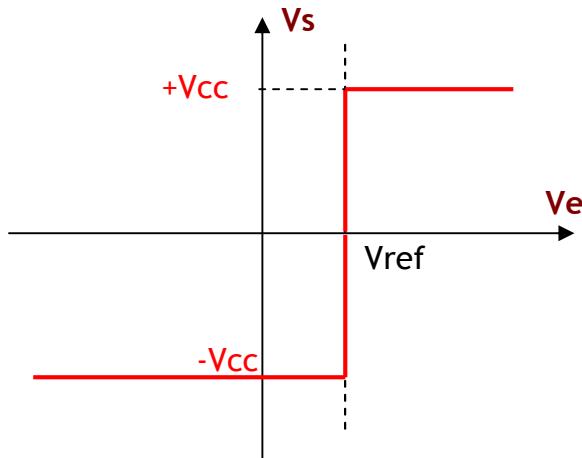


Fonction de transfert

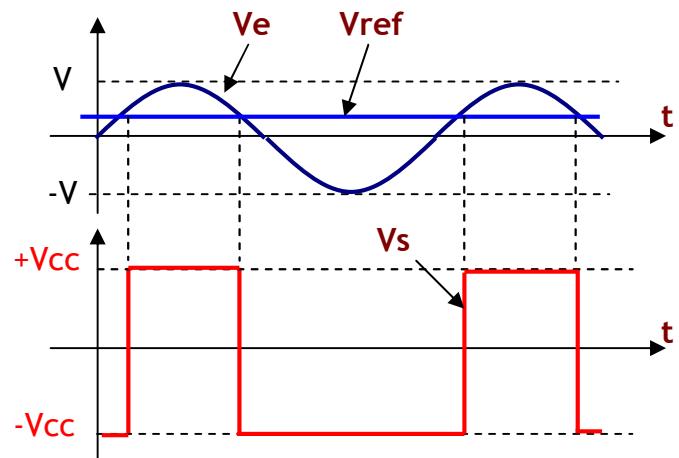


Chronogramme pour $V_e = V \sin(\omega t)$

2.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:



Fonction de transfert

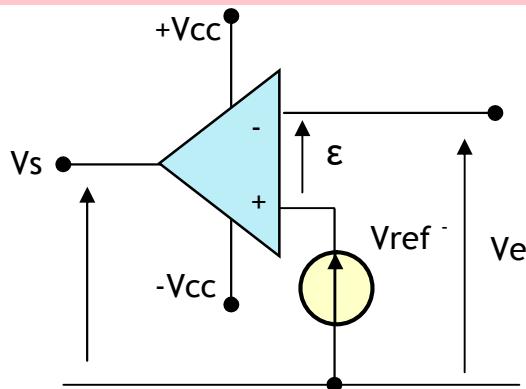


Chronogramme pour $V_e = V \sin(\omega t)$

Remarque : La tension de référence permet de translater le point de basculement.

3- Comparateur inverseur:

3.1- fonctionnement:

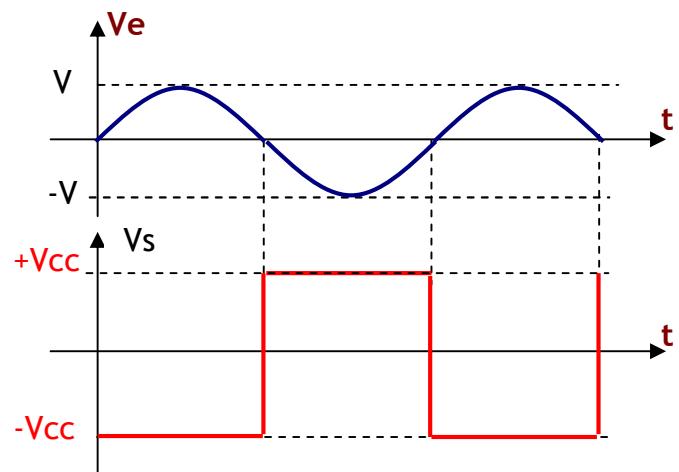
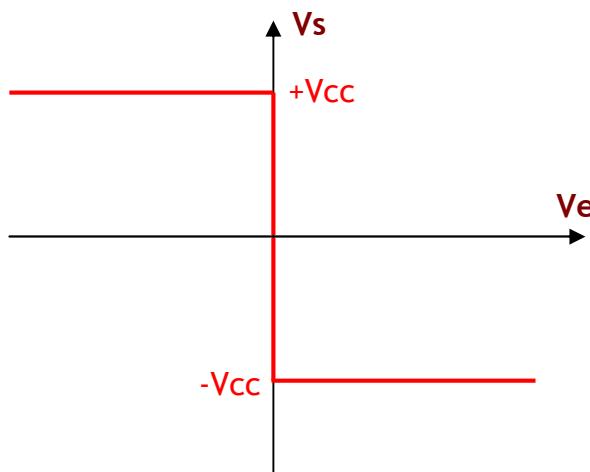


- ❖ L'entrée non inverseuse est prise comme référence.
- ❖ L'entrée inverseuse est le signal d'entrée V_e .

$$V_e > V_{ref} \rightarrow V^+ < V^- \text{ Alors } \epsilon < 0 \rightarrow V_s = -V_{cc}$$

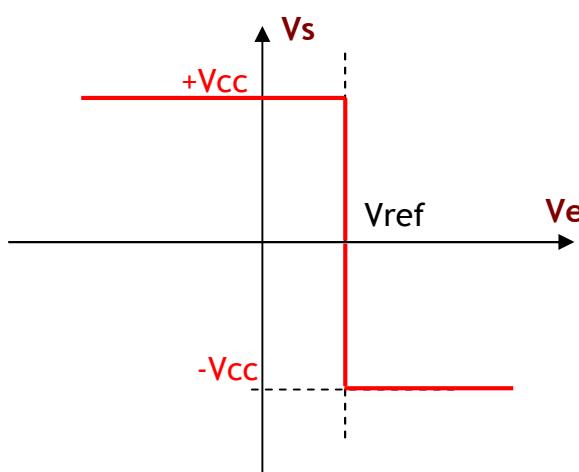
$$V_e < V_{ref} \rightarrow V^+ > V^- \text{ Alors } \epsilon > 0 \rightarrow V_s = +V_{cc}$$

3.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$:

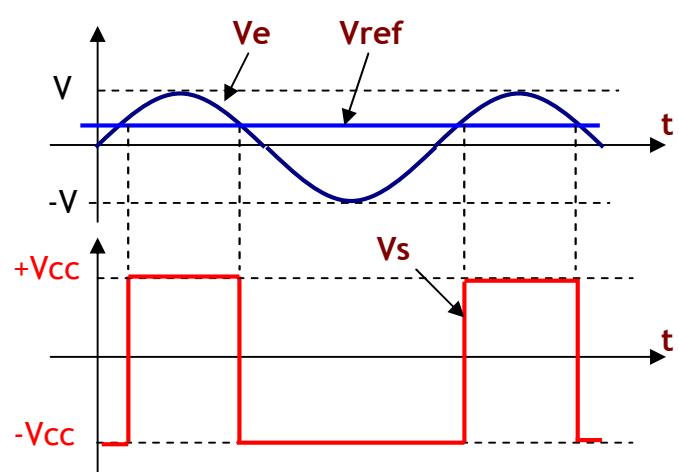


Fonction de transfert

3.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:



Fonction de transfert



Chronogramme pour $Ve = V \sin (wt)$

Remarque : La tension de référence permet de translater le point de basculement.