



ROYAUME DU MAROC
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
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

❖ Rappels:

- ◆ Rappel n° 1 « Amplificateur opérationnel en mode linéaire »

5 pages

- ◆ Rappel n° 2 « Le comparateur »

3 pages

Amplificateur opérationnel

Amplificateur opérationnel en mode linéaire

1- Introduction :

Le signal électrique est l'un des éléments de base de chaque système mecatronique. Habituellement, le signal analogique est récupéré à la sortie des capteurs et possède en général les caractéristiques suivantes:

- ❖ amplitude faible, de l'ordre du millivolt;
- ❖ bruits dus aux interférences électromagnétiques;

Ces problèmes peuvent être résolus et l'information désirée du signal peut être extraite en utilisant un traitement de signal approprié. Le traitement du signal comprend :

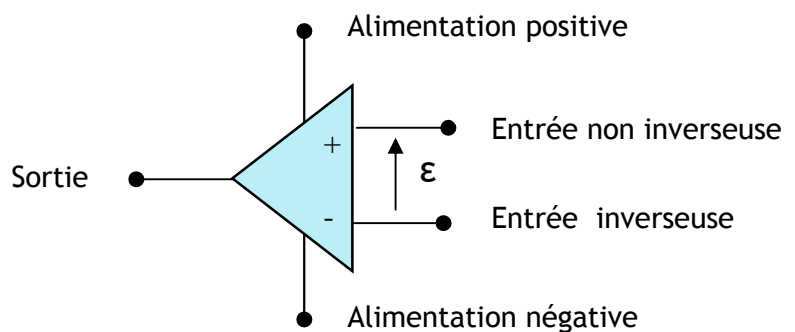
- | | | |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1- L'amplification ; | 4- L'addition ; | 7- Le filtrage ; |
| 2- La différentiation ; | 5- La soustraction ; | 8- La mise en forme ; |
| 3- L'intégration ; | 6- La comparaison ; | 9- La numérisation ; |

2- Amplificateur opérationnel :

2.1- Représentation symbolique :

On a $V_s = A \cdot \varepsilon$ Avec :

A est le gain en tension
 $\varepsilon = V^+ - V^-$
V⁺: tensions d'entrée non inverseuse
V⁻: tensions d'entrée inverseuse
V_s : tension de sortie



2.2- Fonction de transfert :

Zone linéaire: $V_s = A (V^+ - V^-) = A \cdot \varepsilon$

Zone de saturation:

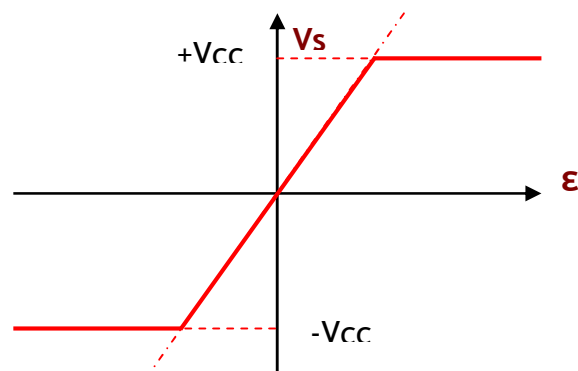
$$V_s = +V_{cc} \text{ ou } V_s = -V_{cc}$$

+V_{cc} : tension de saturation haute

-V_{cc} : tension de saturation basse

Ampli-Op idéal : le gain A est infini

Ampli-Op réel : le gain A est très grand de l'ordre de 10^5



2.3- Règles de simplification pour circuits avec Ampli-Op_:

✓ A la limite de saturation, on a:

$$V_s = \pm V_{cc} = A (V^+ - V^-) \rightarrow V^+ - V^- = \pm V_{cc} / A$$

AO idéal : A = l'infini alors $V^+ - V^- = 0$ donc $V^+ = V^-$

AO réel : A = 10^5 et $\pm V_{cc} = \pm 15 \text{ V} \rightarrow V^+ - V^- = \pm 0,15 \text{ mV}$

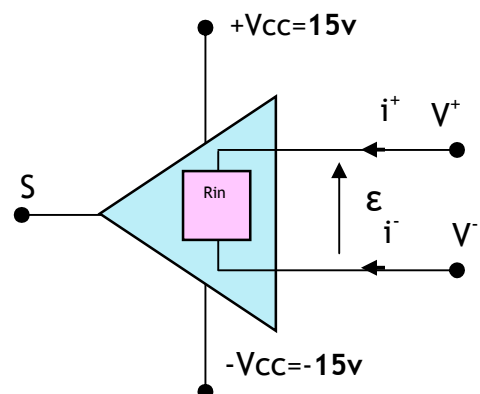
$$\rightarrow V^+ \approx V^-$$

✓ $V^+ - V^- = R_{in} \cdot i^+ \rightarrow i^+ = (V^+ - V^-) / R_{in}$

AO idéal : $R_{in} = \text{l'infini}$ alors $i^+ = i^- = 0$

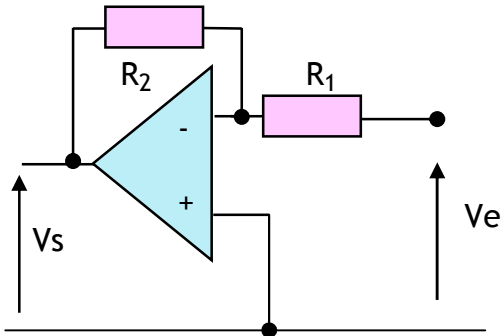
AO réel : $R_{in} = 2 \text{ M}\Omega \rightarrow i^+ = i^- = 0,08 \cdot 10^{-8} \text{ A}$

$$\rightarrow i^+ \approx i^- \approx 0$$



3- Amplification :

3.1- Amplificateur inverseur :



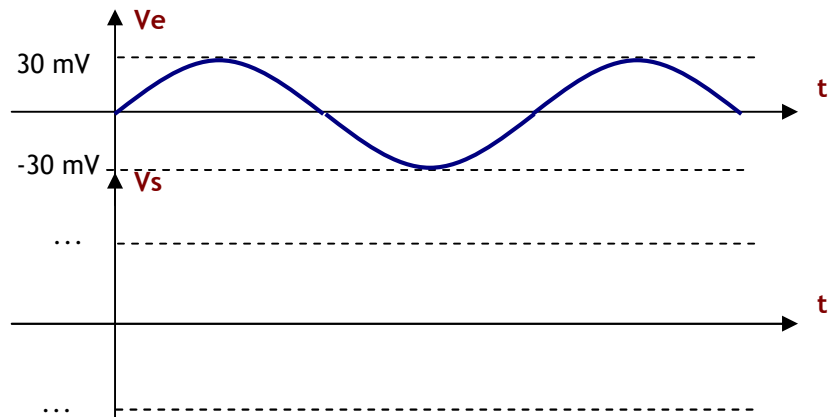
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ce type de montage permet d'amplifier un signal en l'inversant

Exemple :

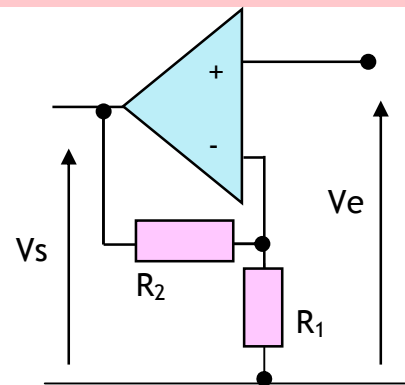
$R_1 = 1\text{ K}\Omega$
 $R_2 = 100\text{ K}\Omega$

.....
.....
.....



3.2- Amplificateur non inverseur :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

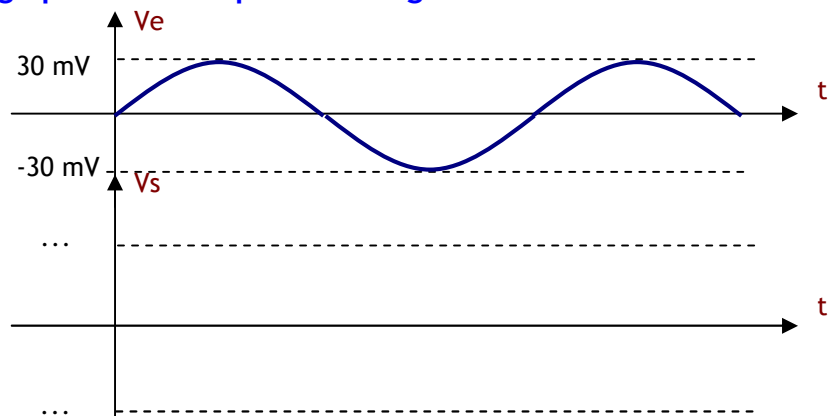


Ce type de montage permet d'amplifier un signal sans inversion

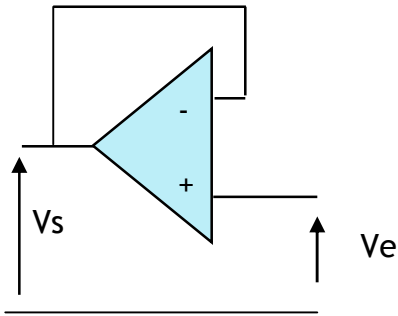
Exemple :

$R_1 = 1\text{ K}\Omega$
 $R_2 = 49\text{ K}\Omega$

.....
.....
.....



3.3- Suiveur :



.....

.....

.....

.....

.....

.....

La valeur du signal d'entrée suit celle du signal de sortie

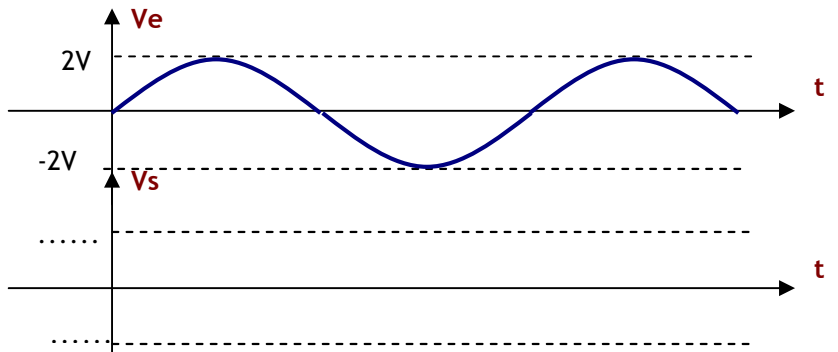
Exemple :

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

.....

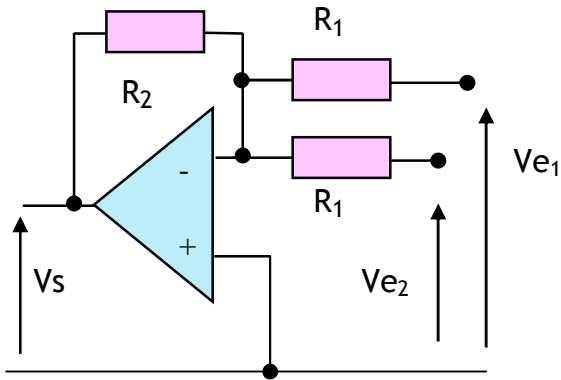
.....

.....



4- Montages opérationnels :

4.1- Additionneur inverseur (mélangeur) :



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

La tension de sortie est égale à la somme des tensions appliquées à chacune de ces entrées

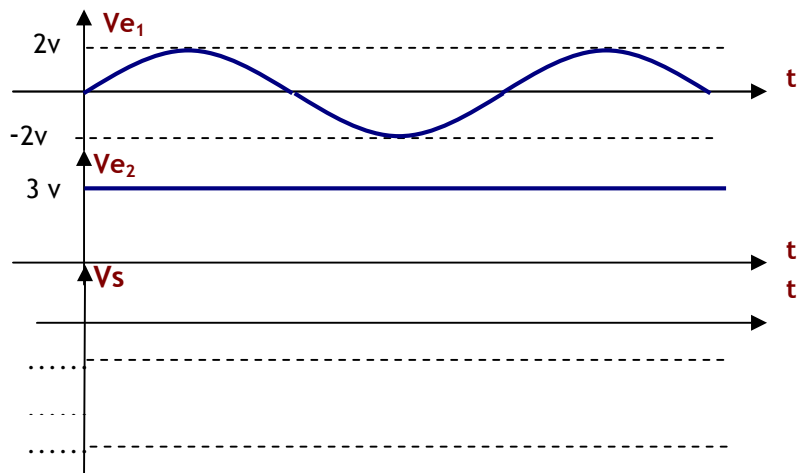
Exemple :

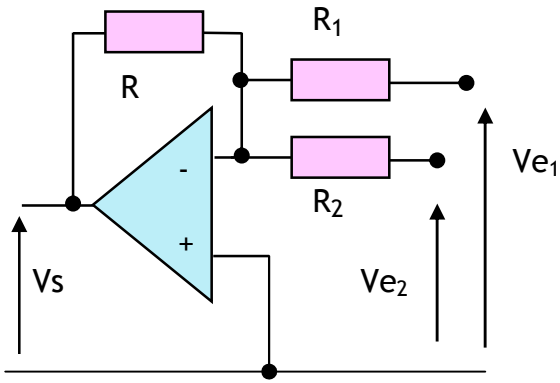
$V_{e1} = 2\sin(2\pi.t)$
 $V_{e2} = 3\text{ v}$
 $R_1 = R_2 = 10\text{ K}\Omega$

.....

.....

.....

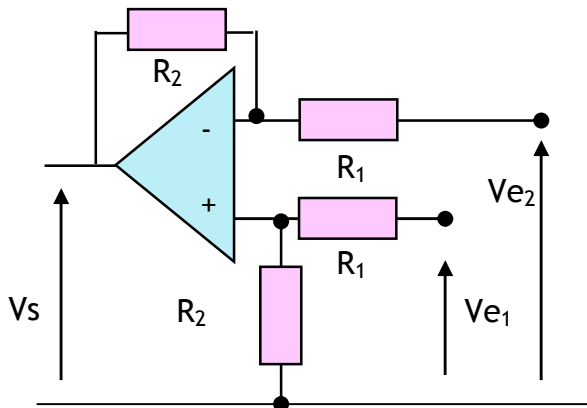




.....

Ici le gain est différent pour chaque entrée

4.2- Soustracteur (différentiel) :



.....

Ce montage permet d'amplifier la différence de deux signaux

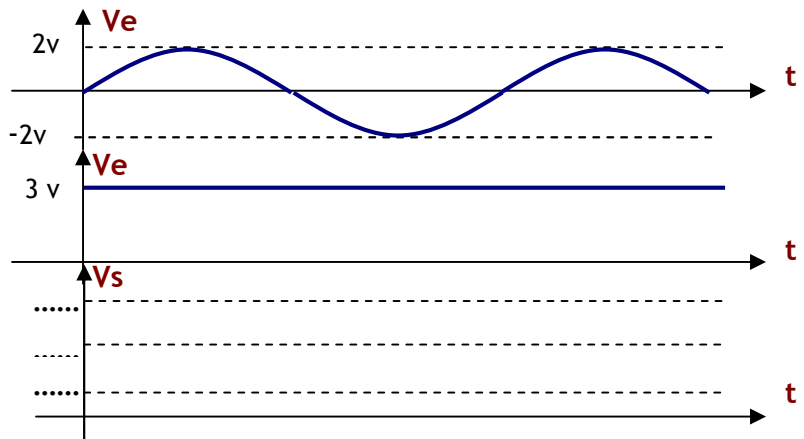
Exemple :

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

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

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

.....

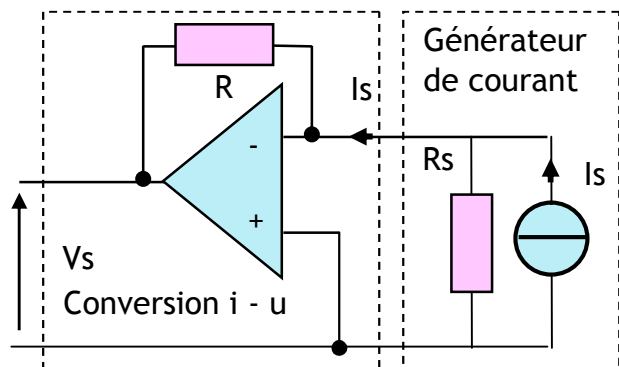


5- Autres montages:

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.

.....

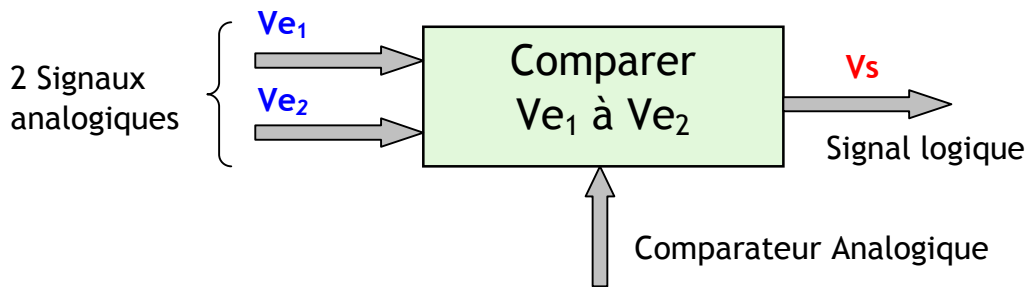


Amplificateur opérationnel en commutation

1- Principe:

1.1- Principe:

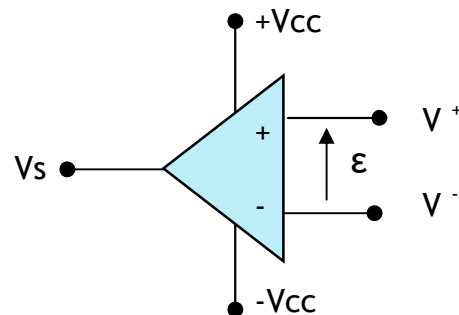
Le comparateur est un dispositif permettant de comparer deux tensions analogiques et délivrer un signal analogique. Son niveau de sortie est soit positif "1 logique" soit négatif "0 logique" ; selon le résultat de la comparaison.



En général l'une des entrées est prise comme référence

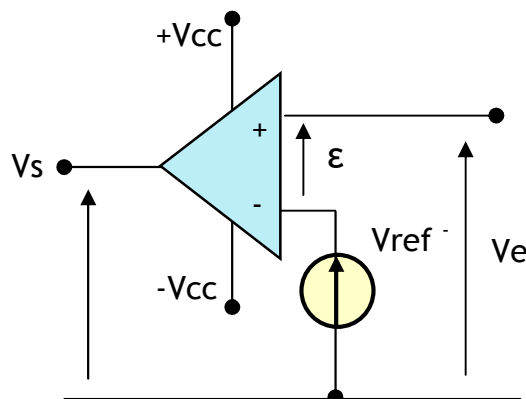
1.2- fonctionnement:

- V^+ : tensions d'entrée non inverseuse
- V^- : tensions d'entrée inverseuse
- V_s : tension de sortie
- $+V_{cc}$: alimentation haute
- $-V_{cc}$: alimentation basse
- $V_s = +V_{cc}$ si $V^+ > V^-$
- $V_s = -V_{cc}$ si $V^+ < V^-$



2- Comparateur non inverseur:

2.1- fonctionnement:

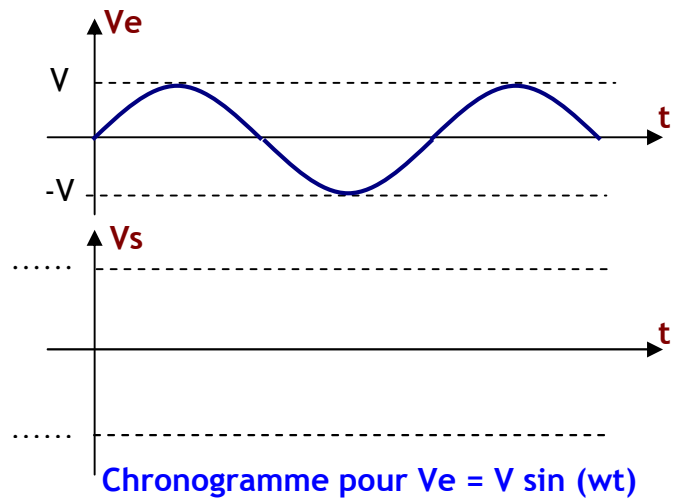
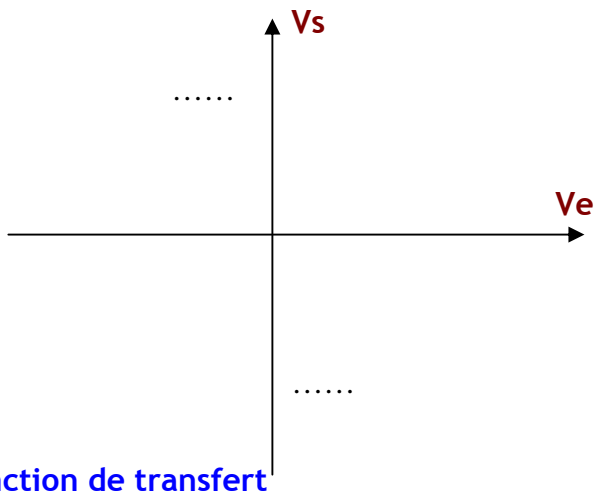


- ❖ L'entrée inverseuse est prise comme référence.
- ❖ L'entrée non inverseuse est le signal d'entrée V_e

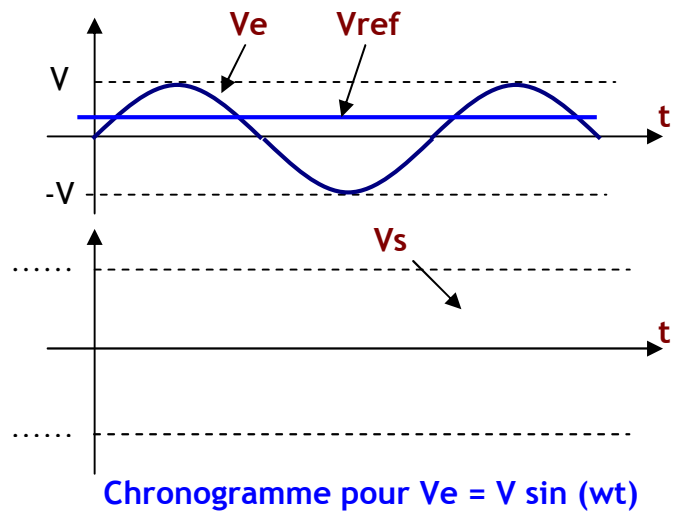
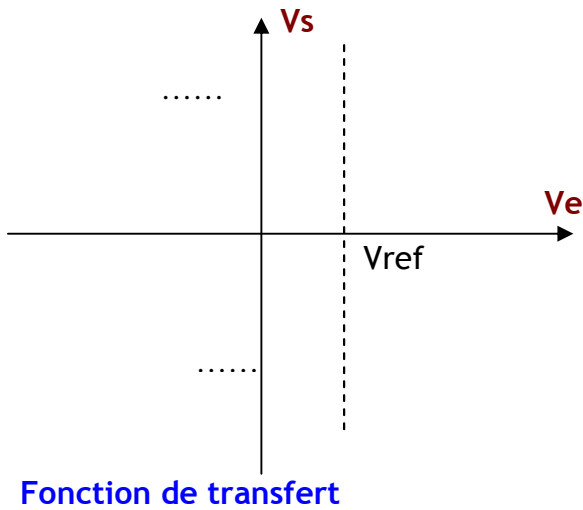
.....

.....

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



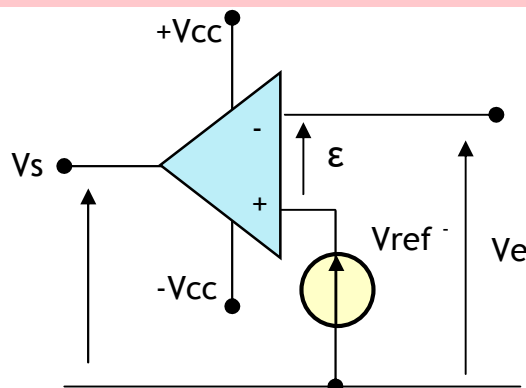
2.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:



Remarque :

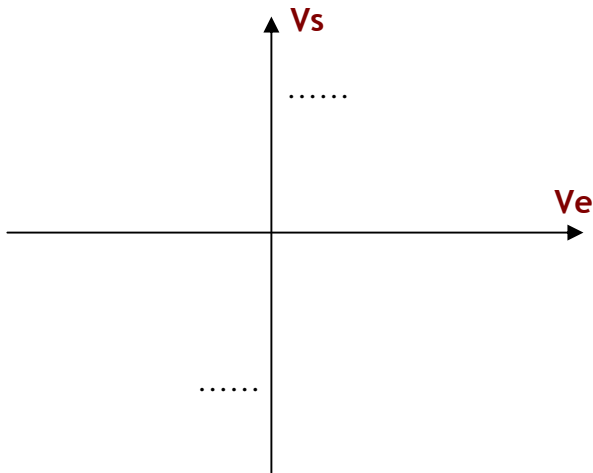
3- Comparateur inverseur:

3.1- fonctionnement:

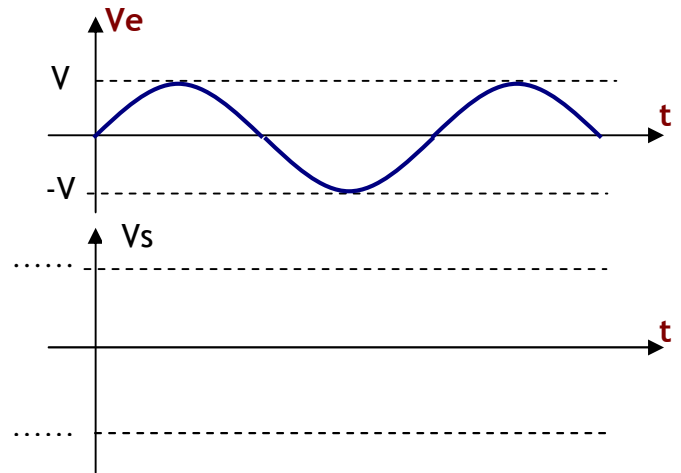
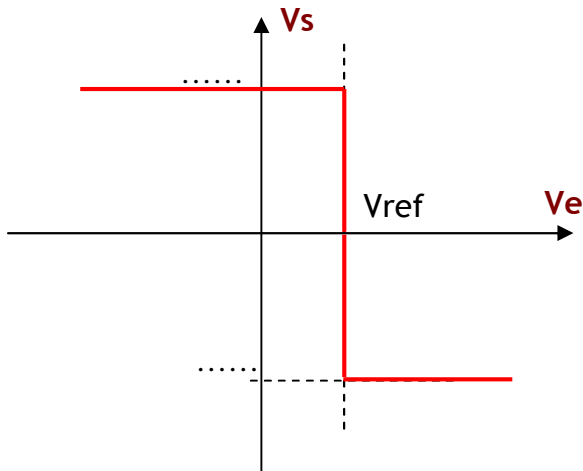


- ❖ L'entrée non inverseuse est prise comme référence.
- ❖ L'entrée inverseuse est le signal d'entrée V_e .

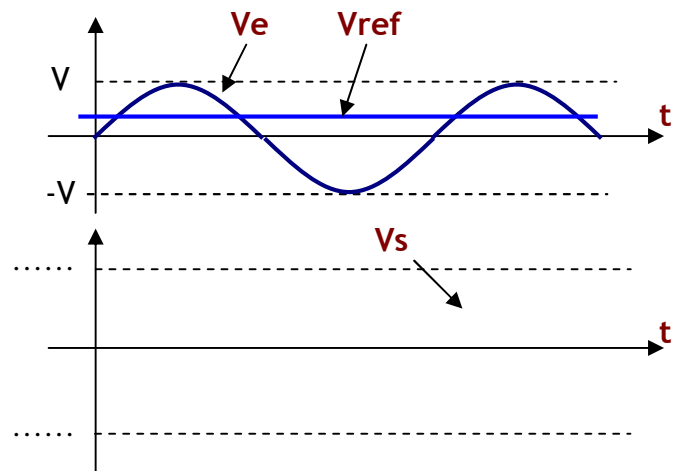
.....

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

Fonction de transfert

Chronogramme pour $V_e = V \sin (wt)$ 3.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:

Fonction de transfert

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

Remarque :