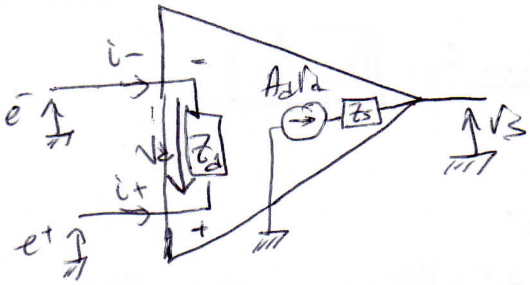
Solution exercices chapitre 2

EXO 1 :

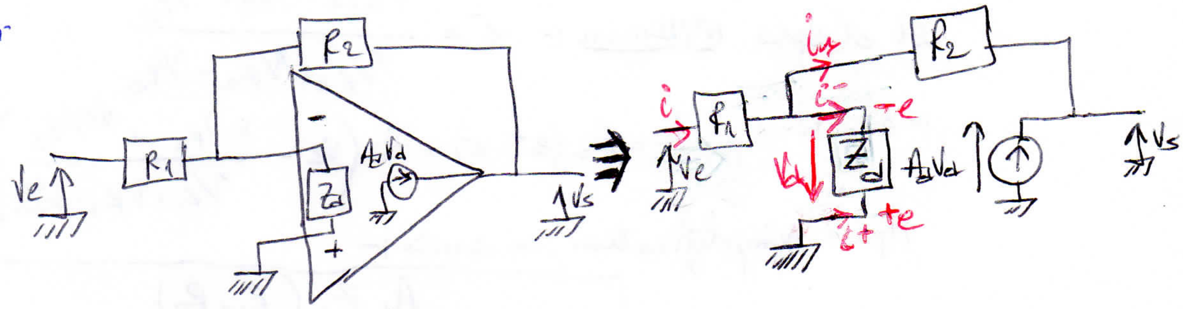
Dans cet exercice, puisqu'on parle de Z_e, A_d et Z_s, il s'agit d'étudier un AOP réel, dont le schéma équivalent est :-



$Z_{cm} = \infty$

$\begin{cases} Z_e = Z_d = \text{valeur} \\ A_d = \text{valeur} \\ Z_s = 0 \end{cases}$

* **Montage ① :**



1)- Amplification en tension A_V : $\boxed{A_V = \frac{V_s}{V_e}}$

on a : $V_s = A_d V_d$

on sait que : $V_d = e^+ - e^-$

du schéma on a : $e^+ = 0$

et d'après Millman :- $e^- = \dfrac{V_e/R_1 + V_s/R_2 + 0/Z_d}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/Z_d}$

d'où donc :- $V_s = A_d(0 - e^-) = -A_d\left(\dfrac{V_e/R_1 + V_s/R_2}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/Z_d}\right)$

Après simplification, on aura :

$$\boxed{A_V = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{A_d R_2 Z_d}{R_1 R_2 + R_1 Z_d + R_2 Z_d + R_1 Z_e A_d}}$$

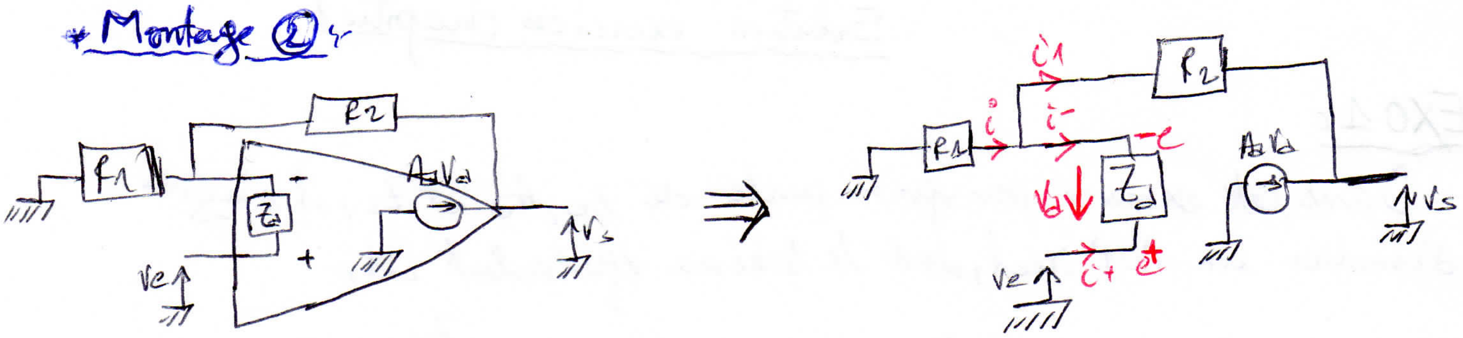
2)- L'amplification en tension si L'AOP est parfait :

parfait $\Rightarrow \begin{cases} Z_e = \infty \\ A_d = \infty \end{cases}$ d'où donc :- $\boxed{A_V = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1}}$

3)- Le rôle du montage :

Un amplificateur inverseur

* Montage ② :



1)- L'amplification en tension A_V : $\boxed{A_V = \frac{V_S}{V_e}}$

On a : $V_S = A_d V_d$

on soit : $V_d = e^+ - e^-$

Du schéma, on a : $e^+ = V_e$

Et d'après Millman :- $e^- = \dfrac{0/R_1 + V_S/R_2 + V_e/Z_d}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/Z_d}$

d'où donc : $V_S = A_d(e^+ - e^-) = A_d\left(V_e - \dfrac{V_S/R_2 + V_e/Z_d}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/Z_d}\right)$

Après simplification, on aura :-

$$\boxed{A_V = \frac{V_S}{V_e} = \frac{A_d Z_d (R_1 + R_2)}{R_1R_2 + R_1Z_d + R_2Z_d + A_dZ_dR_1}}$$

2)- L'amplification en tension si L'AOP est parfait :

parfait $\Rightarrow \begin{cases} Z_d = Z_e = \infty \\ A_d = \infty \end{cases}$ d'où donc : $\boxed{A_d = \frac{R_1 + R_2}{R_1}}$

3)- Le rôle du montage :

Un amplificateur non-inverseur.

Remarque :

On a $A_V = \dfrac{A_d Z_d (R_1 + R_2)}{R_1R_2 + R_1Z_d + R_2Z_d + A_dZ_dR_1}$

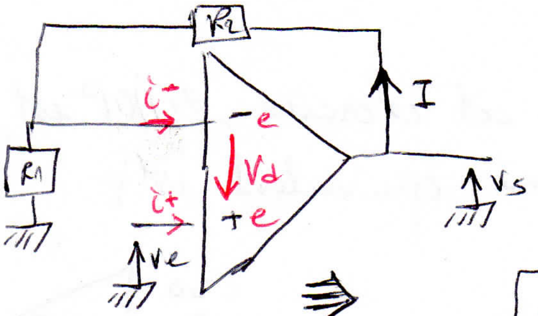
si $A_d = Z_d = \infty$, on essaie de les mettre au dénominateur afin d'avoir un zero

Ainsi : $A_V = \dfrac{R_1 + R_2}{\underbrace{\frac{R_1R_2}{A_dZ_d}}_{\to 0} + \underbrace{\frac{R_1\cancel{Z_d}}{A_d\cancel{Z_d}}}_{\to 0} + \underbrace{\frac{R_2\cancel{Z_d}}{A_d\cancel{Z_d}}}_{\to 0} + \frac{\cancel{A_dZ_d}R_1}{\cancel{A_dZ_d}}}$

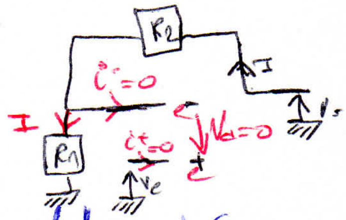
donc : $\boxed{A_V = \frac{R_1 + R_2}{R_1}}$

Exo 2

Puisque aucune donnée de l'AOP n'est annoncée, on considère l'AOP comme parfait.



$\Rightarrow$ $A_d = \infty$
$Z_d = \infty$
$V_d = 0 \Rightarrow \boxed{\begin{cases} e^+ = e^- \\ i^- = i^+ = 0 \end{cases}}$



1)- Cet amplificateur est non-inverseur car l'entrée Ve est branchée sur la borne "+" d'AOP (L'entrée Ve est appliquée sur l'entrée non-inverseuse).

2)- Le calcul de l'amplification en tension Av :

on a : $V_e = 1 \sin(\omega t + \varphi)$

$V_s = 10 \sin(\omega t + \varphi)$

d'où $\boxed{A_v = \frac{V_s}{V_e} = 10}$

L'amplification ne change pas la forme et les valeurs connues du signal à part son amplitude.

3)- Le gain en tension :

$$G = 20 \log(A_v) = 20 \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right)$$

a.n : $\boxed{G = 20 \log(10) = 20\,dB}$

en pratique, on utilise le gain au lieu d'amplification

4)- Le calcul des résistances R_1 et R_2 :

On a : $I_{efficace} = 0{,}1\,mA$

Sachant que pour un signal sinusoïdal :

$$\boxed{y(t) = Y \sin(\omega t + \varphi)}$$

valeur instantanée ; Y : valeur max ou valeur crête ; ω : pulsation ; φ : phase

$$\boxed{Y_{efficace} = \frac{Y}{\sqrt{2}}}$$

Donc : $V_{e\,efficace} = \frac{V_e}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}71$ volts

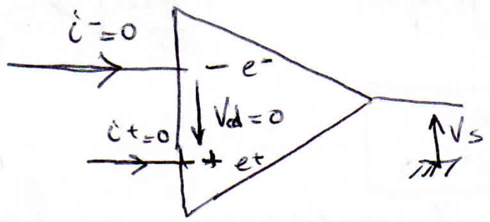
$V_{s\,efficace} = \frac{V_s}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7{,}07$ volts

on a : $V_{e\,efficace} = R_1 I_{effi} \Rightarrow \boxed{R_1 = \frac{V_{e\,efficace}}{I_{efficace}}}$, a.n : $\boxed{R_1 = 7{,}1\,k\Omega}$

et : $V_{s\,efficace} = (R_1 + R_2) I_{efficace} \Rightarrow \boxed{R_2 = \frac{V_{s\,efficace} - V_{e\,effi}}{I_{effica}}}$, a.n : $R_2 = 63{,}$[illegible]

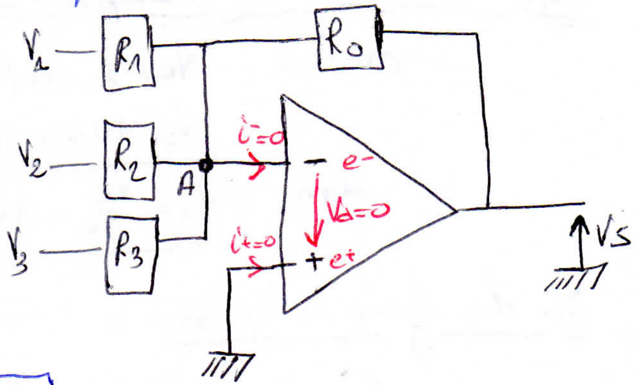
EX03 :-

Dans cet exercice, l'AOP est, par défaut, considéré parfait, dont le schéma équivalent est :



* Montage ① :

1)- Le calcul de la tension de sortie Vs en fonction V_1, V_2, et V_3 :



$V_s = f(V_1, V_2, V_3)$

On a : $e^+ = 0 = e^- = V_A$

en appliquant Millman au potentiel A :

$$0 = \frac{V_1/R_1 + V_2/R_2 + V_3/R_3 + V_s/R_0}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_0}$$

d'où : $\boxed{V_s = -R_0\left(\frac{V_3}{R_3} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_1}{R_1}\right)}$

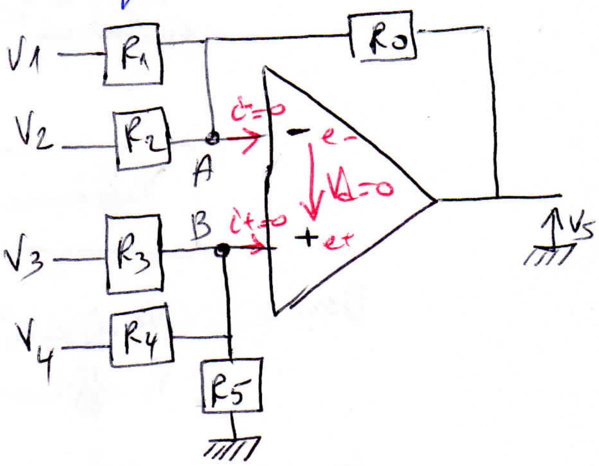
2)- Le rôle de l'amplificateur

Si $R_1 = R_2 = R_3 = R_0 \Rightarrow \boxed{V_s = -(V_1 + V_2 + V_3)}$

c'est un sommateur inverseur

* Montage ② :

1)- Le calcul de la tension de sortie Vs en fonction V_1, V_2, V_3 et V_4 :



$V_s = f(V_1, V_2, V_3, V_4)$

On a : $e^+ = V_B$ et $e^- = V_A$

Sachant que : $e^+ = e^- \Rightarrow V_A = V_B$

En appliquant Millman :

$$\begin{cases} V_A = \dfrac{V_2/R_2 + V_1/R_1 + V_s/R_0}{1/R_2 + 1/R_1 + 1/R_0} \\ V_B = \dfrac{V_3/R_3 + V_4/R_4 + 0/R_5}{1/R_3 + 1/R_4 + 1/R_5} \end{cases}$$

D'où donc :

$$\boxed{V_s = -\frac{R_0}{R_2}V_2 - \frac{R_0}{R_1}V_1 + \frac{R_4R_5(R_1R_2+R_1R_0+R_2R_0)}{(R_3R_4+R_3R_5+R_4R_5)R_1R_2}V_3 + \frac{R_3R_5(R_1R_2+R_1R_0+R_2R_0)}{(R_3R_4+R_3R_5+R_4R_5)R_1R_2}V_4}$$

2)- Le rôle de l'amplificateur :

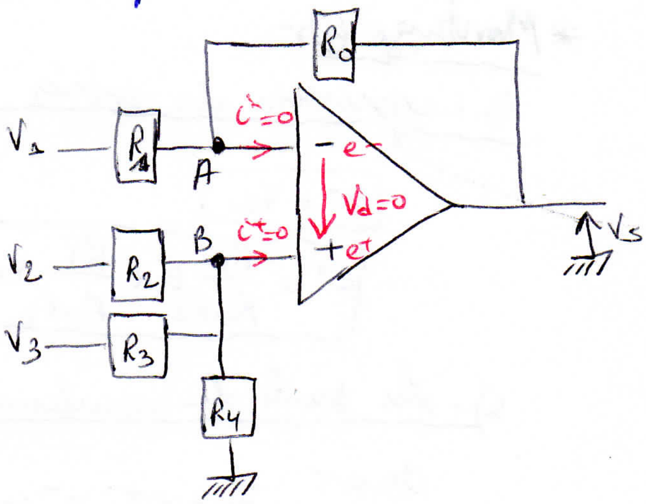
Si $R_0 = R_1 = R_2 = R_3 \Longrightarrow \boxed{V_S = -(V_2 + V_1) + (V_3 + V_4)}$

c'est un soustracteur de somme

* Montage 3 :-

1)- Le calcul de la tension de sortie V_S en fonction de V_1, V_2 et V_3 :

$V_S = f(V_1, V_2, V_3)$



On a : $e^+ = V_B$ et $e^- = V_A$

Sachant que : $e^+ = e^- \Rightarrow V_A = V_B$

En appliquant Millmann :

$$\begin{cases} V_A = \dfrac{V_1/R_1 + V_S/R_0}{1/R_1 + 1/R_0} \\ V_B = \dfrac{V_2/R_2 + V_3/R_3 + 0/R_4}{1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4} \end{cases}$$

D'où donc :-

$$\boxed{V_S = -\frac{R_0}{R_1} V_1 + \frac{R_3 R_4 (R_1 + R_0)}{R_1 (R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4)} V_2 + \frac{R_2 R_4 (R_1 + R_0)}{R_1 (R_1 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4)} V_3}$$

2)- Le rôle de l'amplificateur :

Si $R_0 = R_1 = R_2 = R_3 \Longrightarrow \boxed{V_S = -V_1 + \frac{2}{3}(V_2 + V_3)}$

C'est un soustracteur

Remarque :

Dans ces 3 exercices, le retour est vers la borne "-", donc, il s'agit d'un fonctionnement linéaire.

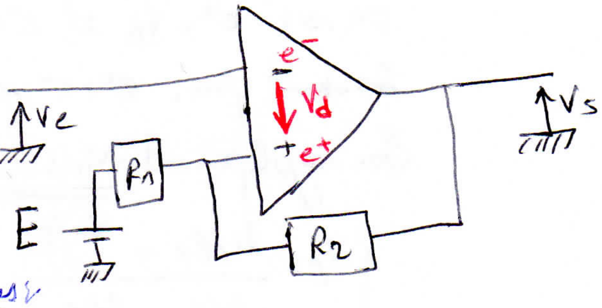
EXO 4 :

Dans cet exercice, le retour est vers la borne "+", donc, il s'agit d'un fonctionnement non linéaire.

$$\Rightarrow \begin{cases} \boxed{V_s = +V_{sat} \quad , \text{ si } V_d > 0} \\ \boxed{V_s = -V_{sat} \quad , \text{ si } V_d < 0} \end{cases}$$

* Montage ① :

1)- L'expression des entrées e^- et e^+ :



$$\boxed{e^- = V_e}$$

$$\boxed{e^+ = \frac{R_2}{R_1+R_2} E + \frac{R_1}{R_1+R_2} V_s}$$ en appliquant Millman

2)- Les seuils de basculement haut et bas :

On a : $V_d = e^+ - e^- = \left(\frac{R_2}{R_1+R_2} E + \frac{R_1}{R_1+R_2} V_s\right) - V_e$

donc $$\boxed{V_d = \frac{R_2}{R_1+R_2} E + \frac{R_1}{R_1+R_2} V_s - V_e}$$

on suit :

- Si $V_s = +V_{sat} \Rightarrow V_d = \frac{R_2}{R_1+R_2} E + \frac{R_1}{R_1+R_2} \boxed{V_{sat}} - V_e > 0$

$$\Rightarrow \boxed{V_e < \frac{R_2}{R_1+R_2} E + \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{sat}}$$

ici $\boxed{V_e < V_{e\,Haut}}$ le seuil haut

ainsi $\boxed{V_{e\,Haut} = 3{,}77\,V}$

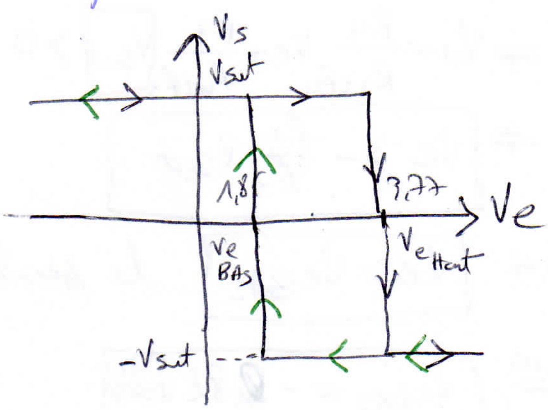
- Si $V_s = -V_{sat} \Rightarrow V_d = \frac{R_2}{R_1+R_2} E + \frac{R_1}{R_1+R_2} \boxed{(-V_{sat})} - V_e < 0$

$$\Rightarrow \boxed{V_e > \frac{R_2}{R_1+R_2} E - \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{sat}}$$

ici $\boxed{V_e > V_{e\,BAS}}$ le seuil bas

ainsi $\boxed{V_{e\,BAS} = 1{,}85\,V}$

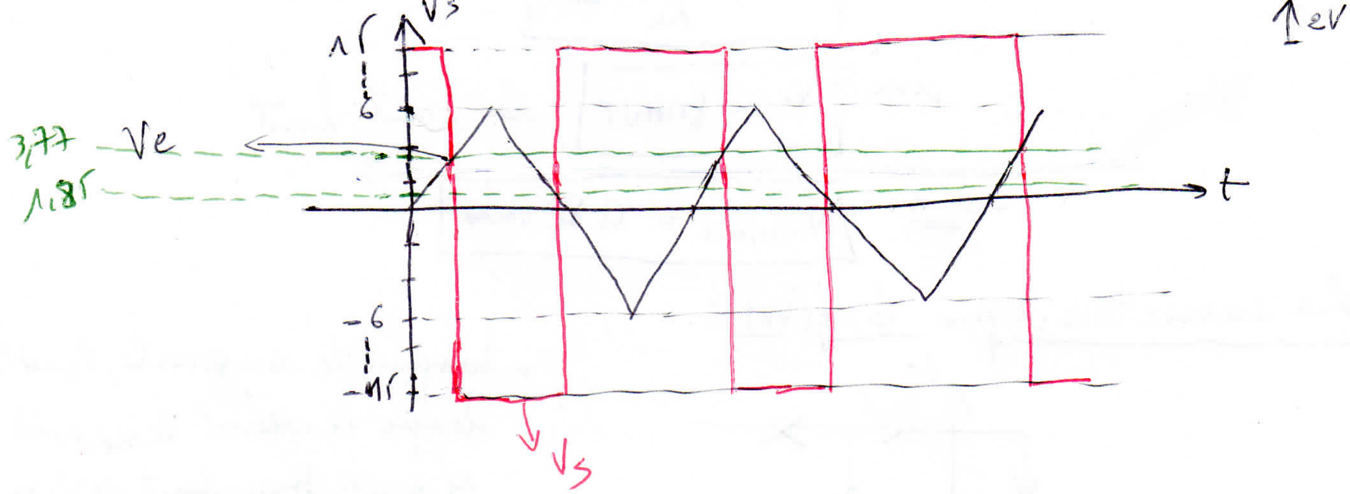
3)- La caractéristique $V_s = f(V_e)$:



- lorsque Ve augmente, la sortie est à Vsat, jusqu'à qu'elle atteint V_{eHaut}, la sortie basculera vers $-V_{sat}$
- lorsque Ve diminue, la sortie est à $-V_{sat}$, jusqu'à qu'elle atteint V_{eBAS}, la sortie basculera vers $-V_{sat}$

4)- Le signal de sortie Vs :

Ve est un signal triangulaire d'amplitude 12V.



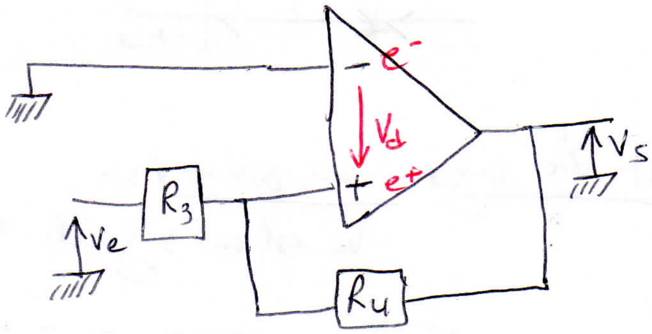
*Montage ②:

1)- L'expression des entrées e^- et e^+ :

$$\boxed{e^- = 0}$$

$$\boxed{e^+ = \frac{R_4}{R_3+R_4} V_e + \frac{R_3}{R_4+R_3} V_s}$$

En appliquant Millmann



2)- Les seuils de basculement haut et bas :

on a : $V_d = e^+ - e^- = \left(\frac{R_4}{R_3+R_4} V_e + \frac{R_3}{R_4+R_3} V_s\right) - 0$

donc $$\boxed{V_d = \frac{R_4}{R_3+R_4} V_e + \frac{R_3}{R_4+R_3} V_s}$$

On a :

- Si $V_S = +V_{sat} \Rightarrow V_d = \frac{R_4}{R_3+R_4} V_e + \frac{R_3}{R_4+R_3} \boxed{V_{sat}} > 0$

$$\Rightarrow \boxed{V_e > -\frac{R_3}{R_4} V_{sat}}$$

ici $\boxed{V_e > V_{eBAS}}$ le seuil bas

ainsi $\boxed{V_{eBAS} = -0,82 \text{ Volts}}$

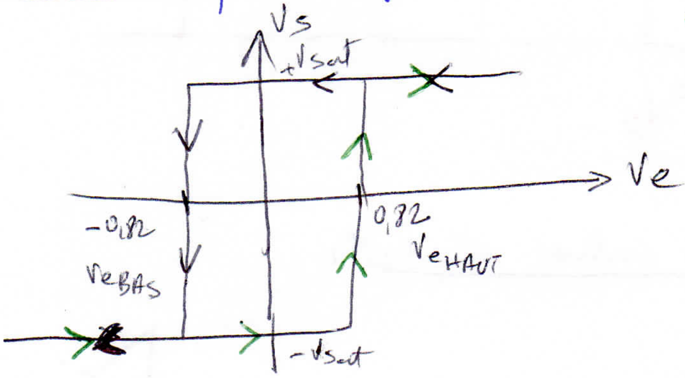
- Si $V_S = -V_{sat} \Rightarrow V_d = \frac{R_4}{R_3+R_4} V_e + \frac{R_3}{R_4+R_3} \left(\boxed{-V_{sat}}\right) < 0$

$$\Rightarrow \boxed{V_e < \frac{R_3}{R_4} V_{sat}}$$

ici $\boxed{V_e < V_{eHAUT}}$ le seuil haut

ainsi $\boxed{V_{eHAUT} = 0,82 \text{ volts}}$

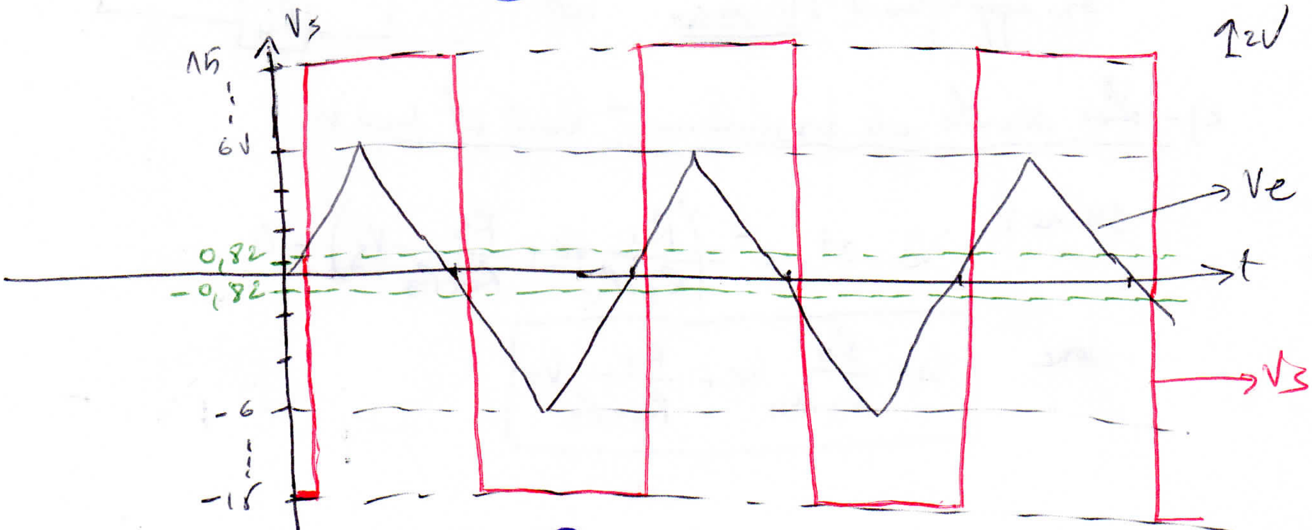
3)- La caractéristique $V_s = f(V_e)$:



- lorsque Ve augmente, $V_S = -V_{sat}$ lorsque Ve atteint V_{eHAUT}, il y aura basculement de V_S vers $+V_{sat}$.
- lorsque Ve diminue, $V_S = +V_{sat}$ lorsque Ve atteint V_{eBAS}, il y aura basculement de V_S vers $-V_{sat}$

4)- Le signal de sortie V_S :

Ve est un signal triangulaire d'amplitude 12V



EX04 -③-