

Exercice N°1 :

1) Le montage fonctionne en régime linéaire ($V_d=0$)

La maille N°1 donne :

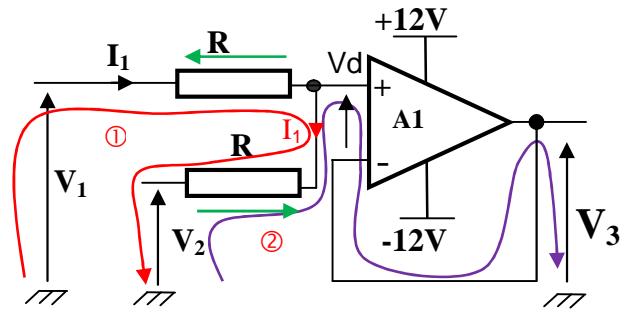
$$V_1 - RI_1 - RI_1 - V_2 = 0 ; 2RI_1 = V_1 - V_2 ;$$

La maille N°2 donne :

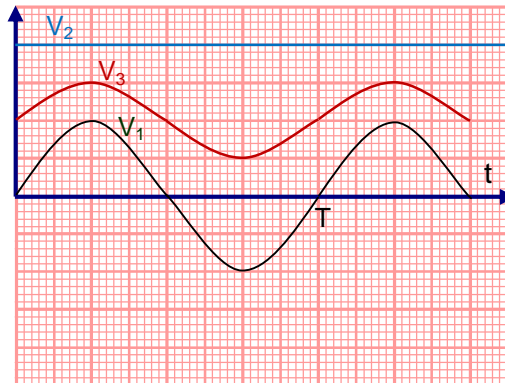
$$V_2 + RI_1 - V_3 = 0 ; V_3 = V_2 + RI_1 \text{ or } RI_1 = \frac{V_1 - V_2}{2}$$

$$V_3 = V_2 + \frac{V_1 - V_2}{2}$$

$$V_3 = \frac{V_1 + V_2}{2}$$



2) $V_1 = 2\sin\omega t$ et $V_2 = 4V$.



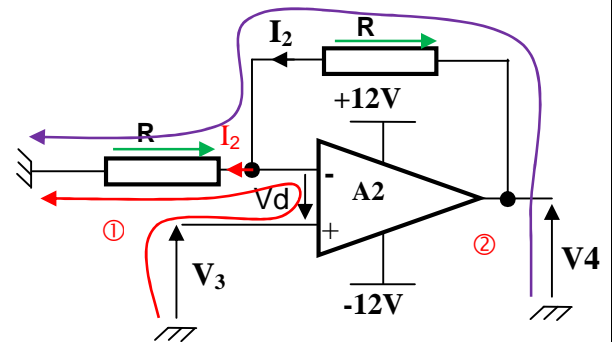
Exercice N°2 :

1) L'A.L.I 2 fonctionne en régime linéaire ($V_d=0$)

La maille N°1 donne : $V_3 - RI_2 = 0 ; V_3 = RI_2$

La maille N°2 donne : $V_4 - RI_2 - RI_2 = 0 ; V_4 = 2RI_2 ; V_4 = 2V_3$

2) C'est un amplificateur non inverseur

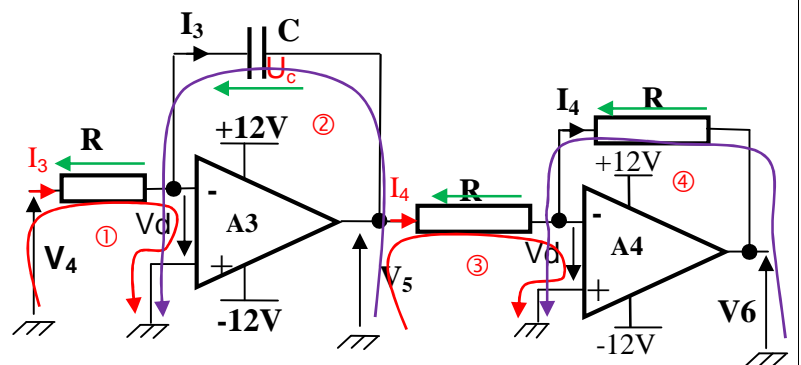
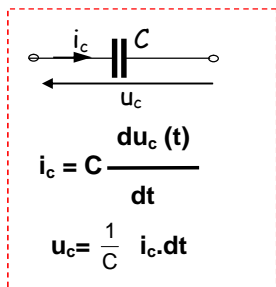


Exercice N°3 :

1) L'A.L.I 3 fonctionne en régime linéaire ($V_d=0$)

La maille N°1 donne : $V_4 - RI_3 = 0 ; I_3 = \frac{V_4}{R}$

Rappel



La maille N°2 donne : $V_5 + U_c = 0 ; V_5 = -U_c$ or $U_c = \frac{1}{C} \int I_3 dt ; V_5 = -\frac{1}{C} \int I_3 dt ; V_5 = -\frac{1}{C} \int \frac{V_4}{R} dt$

$$V_5 = -\frac{1}{RC} \int V_4 dt$$

2) C'est un intégrateur

3) L'A.L.I4 fonctionne en régime linéaire ($V_d=0$)

La maille N°3 donne : $V_5 - RI_4 = 0$; $V_5 = RI_4$

La maille N°4 donne : $V_6 + RI_4 = 0$; $V_6 = -RI_4$ $V_6 = -V_5$

4) C'est un inverseur

Exercice N°4 :

1°) Régime linéaire car la sortie est reliée à l'entrée inverseuse

2°) D'après la loi de diviseur de tension on a :

$$e^+ = \frac{R1}{2R1} U_c = \frac{U_c}{2}$$

3°) La maille N°1 donne :

$$U_4 - R2 I_2 - e^- = 0 ; R2 I_2 = U_4 - e^- ; I_2 = \frac{U_4 - e^-}{R2}$$

La maille N°2 donne :

$$e^- - R3 I_2 - U_1 = 0 ; e^- = R3 I_2 + U_1$$

$$e^- = R3 \frac{U_4 - e^-}{R2} + U_1 ; e^- \left(1 + \frac{R3}{R2}\right) = R3 \frac{U_4}{R2} + U_1$$

$$e^- \left(\frac{R2 + R3}{R2}\right) = R3 \frac{U_4}{R2} + U_1 ; e^- = R3 \frac{U_4}{R2} \times \frac{R2}{R2 + R3} + \frac{R2}{R2 + R3} U_1 ;$$

$$e^- = \frac{R3}{R2 + R3} U_4 + \frac{R2}{R2 + R3} U_1$$

4°)

L'A.L.I est en régime linéaire $V_d=0$ or $V_d = e^+ - e^-$; $e^+ = e^-$

$$\frac{R3}{R2 + R3} U_4 + \frac{R2}{R2 + R3} U_1 = \frac{U_c}{2} \Rightarrow \frac{R2}{R2 + R3} U_1 = \frac{U_c}{2} - \frac{R3}{R2 + R3} U_4 \Rightarrow U_1 = \frac{R2 + R3}{R2} \times \frac{U_c}{2} - \frac{R2 + R3}{R2} \times \frac{R3}{R2 + R3} U_4$$

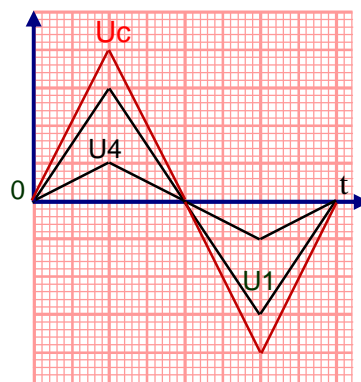
$$U_1 = \frac{R2 + R3}{2R2} U_c - \frac{R3}{R2} U_4$$

5°) On donne les graphes de U_1 et U_4 représenter le graphe de U_c pour $R2 = R3$.

$$U_1 = \frac{R2 + R2}{2R2} U_c - \frac{R2}{R2} U_4$$

$$U_1 = U_c - U_4$$

$$U_c = U_1 + U_4$$



Exercice N°5 :

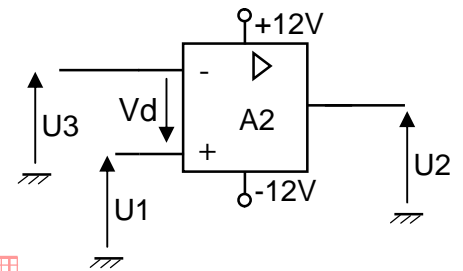
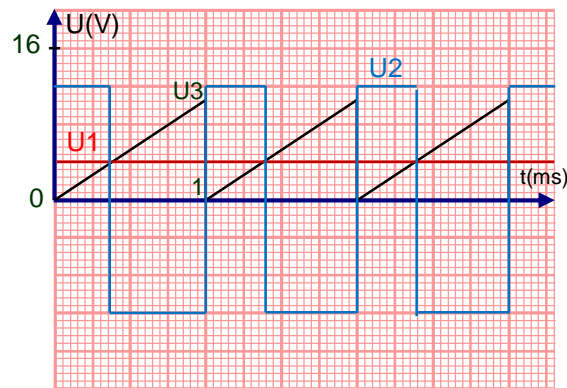
1°) Régime saturé car la sortie n'est pas reliée à l'entrée inverseuse (boucle ouverte)

2°) C'est un comparateur simple seuil

3°) Si $U1 > U3$ alors $U2 = 12V$

Si $U1 < U3$ alors $U2 = -12V$

4°)

**Exercice N°6**

1) C'est un dérivateur

2)

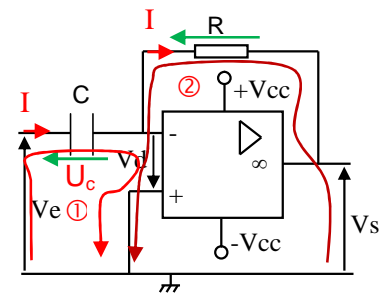
L'A.L.I fonctionne en régime linéaire ($V_d=0$)

La maille N°1 donne : $V_e - U_c = 0$; $V_e = U_c$

La maille N°2 donne : $V_s + RI = 0$; $V_s = -RI$ or $I = C \frac{dU_c}{dt} = C \frac{dV_e}{dt}$

Donc

$$V_s = -RC \frac{dV_e}{dt}$$



3) Le signal d'entrée V_e est un signal alternatif sinusoïdal d'expression $V_e = 5 \sin \omega t$

a)

Rappel : Formules Trigonométriques

$$\cos = \sin\left(\frac{\pi}{2} + \right) \quad \cos = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \right)$$

$$\frac{d(\sin t)}{dt} = \cos t \quad \frac{d(\cos t)}{dt} = -\sin t \quad \int (\cos t) dt = \frac{1}{1} \sin t \quad \int (\sin t) dt = -\frac{1}{1} \cos t$$

$$V_e = 5 \sin \omega t \quad V_s = -RC \frac{dV_e}{dt} \quad ; \quad \frac{dV_e}{dt} = 5 \cos t$$

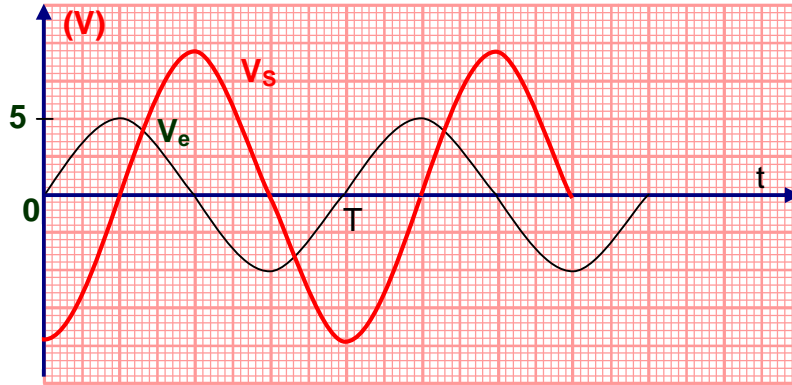
$$V_s = -5RC\omega \cos \omega t \quad \text{or } \omega = 2\pi f ; \quad V_s = -10\pi RCf \sin\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right) \quad ; \quad V_s = 10\pi RCf \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$R = 15K\Omega \text{ et } C = 2\mu f \quad f = 10Hz.$$

$$V_s = 10 \times 2 \cdot 10^{-6} \times 15 \cdot 10^3 \times 10 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = 3 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$V_s = 9,42 \sin\left(62,8t - \frac{\pi}{2}\right)$$

b) Représenter l'oscillogramme de V_s sur le repère suivant.



c) La tension V_s est sinusoïdale en quadrature arrière par rapport à la tension d'entrée

4) Le signal d'entrée V_e , étant alternatif triangulaire d'amplitude 4V et de période 80ms,

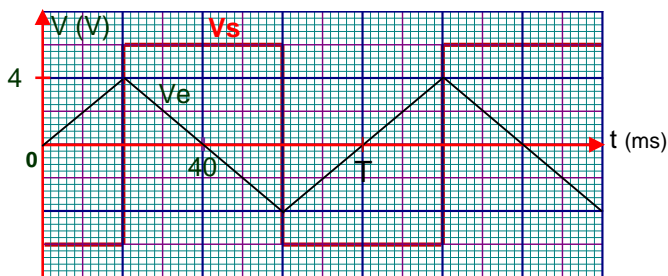
a)

Pour $t \in [0, T/4]$ $V_e = axt$ avec a est la pente du segment de droite $a = \frac{4}{20 \cdot 10^{-3}} = 200t$

$$V_e = 200t$$

$$V_s = -RC \frac{dV_e}{dt} = -200RC \quad ; \quad V_s = -200 \times 15 \cdot 10^3 \times 2 \cdot 10^{-6} = -6V$$

b)



c) La tension V_s est une tension alternative rectangulaire.

Exercice N°7

1) C'est un intégrateur

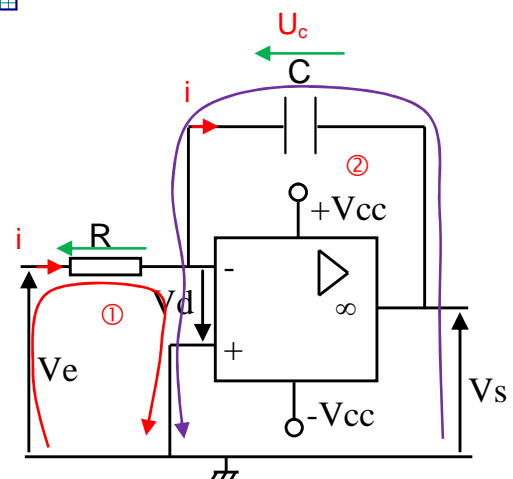
2) L'A.L.I fonctionne en régime linéaire ($V_d=0$)

La maille N°1 donne : $V_e - Ri = 0$; $V_e = Ri$; $i = \frac{V_e}{R}$

La maille N°2 donne : $V_s + U_c = 0$; $V_s = -U_c$ or $U_c = \frac{1}{C} \int idt$

$$V_s = -\frac{1}{C} \int \frac{V_e}{R} dt \quad ;$$

$$V_s = -\frac{1}{RC} \int V_e dt$$



3) Le signal d'entrée est sinusoïdal d'expression $V_e = 5 \sin \omega t$; $f = 50 \text{ Hz}$; $R = 1 \text{ K } \Omega$; $C = 1 \mu\text{F}$

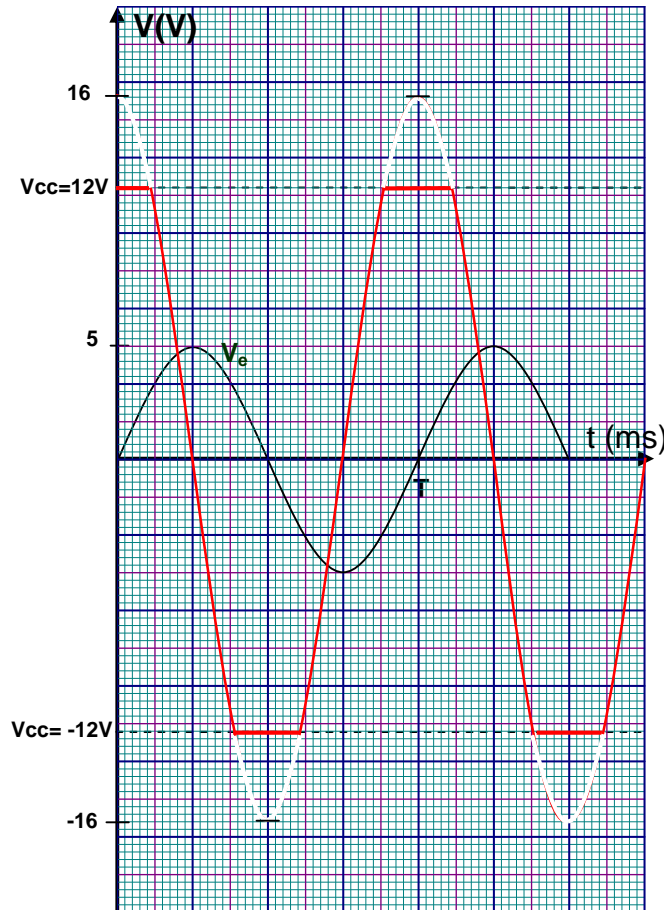
La tension de polarisation est $+V_{cc} = 12 \text{ V}$.

3-1

$$V_s = -\frac{1}{RC} \int V_e dt \quad ; \quad \int V_e dt = \int 5 \sin t = -\frac{5}{\omega} \cos t = -\frac{5}{\omega} \sin\left(t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$V_s = \frac{5}{RC} \sin\left(t + \frac{\pi}{2}\right) \quad V_s = \frac{5}{10^3 \times 10^{-6} \times 2 \times 50} \sin(314t + \frac{\pi}{2}) \quad V_s = 16 \sin(314t + \frac{\pi}{2})$$

3-2



Exercice N°8 :

1°) Régime saturé car la sortie est reliée à l'entrée non inverseuse

2°) Puisque le régime est saturé $U_9 = \pm V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$

3°)

Puisque le régime de fonctionnement de L'A.L.I est saturé $V_d = 0$

La maille N°1 donne : $U_8 - R_8 i - V_d = 0$; (1)

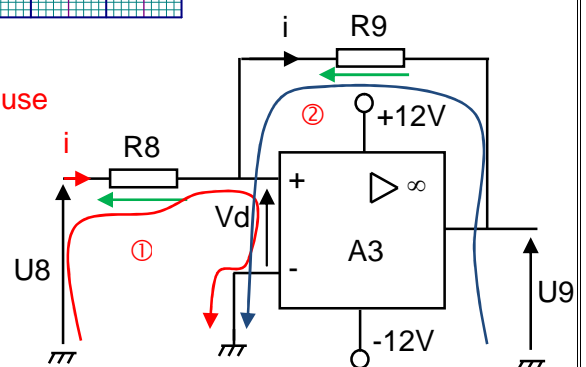
La maille N°2 donne $U_9 + R_9 i - V_d = 0$; (2)

De l'équation (1) $R_8 i = U_8 - V_d \Rightarrow i = \frac{U_8 - V_d}{R_8}$

On remplace i par son expression dans l'équation (2)

$$U_9 + R_9 \frac{U_8 - V_d}{R_8} - V_d = 0 \quad ; \quad V_d \left(1 + \frac{R_9}{R_8}\right) = U_9 + \frac{R_9}{R_8} U_8 \quad ; \quad V_d \left(\frac{R_8 + R_9}{R_8}\right) = U_9 + \frac{R_9}{R_8} U_8$$

$$V_d = \frac{R_8}{R_8 + R_9} U_9 + \frac{R_9}{R_8 + R_9} \frac{R_9}{R_8} U_8 \quad ; \quad V_d = \frac{R_8}{R_8 + R_9} U_9 + \frac{R_9}{R_8 + R_9} U_8$$



4°)

Pour que $U_9 = -12V$ il faut que $V_d < 0$

$$V_d = \frac{R_8}{R_8 + R_9} U_9 + \frac{R_9}{R_8 + R_9} U_8 < 0 \Rightarrow -12R_8 + R_9 U_8 < 0 \Rightarrow U_8 < \frac{12R_8}{R_9}$$

5°) Pour que $U_9 = +12V$ il faut que $V_d > 0$

$$U_8 > -\frac{12R_8}{R_9}$$

6°) Pour $R_8 = 2\text{ K}\Omega$, $R_9 = 8\text{ K}\Omega$

$$\text{Tension de seuil par valeur croissante de } U_9 : U = \frac{12R_8}{R_9} = \frac{12 \times 2 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^3} = 3V$$

$$\text{Tension de seuil par valeur décroissante de } U_9 : U = -\frac{12 \times 2 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^3} = -3V$$

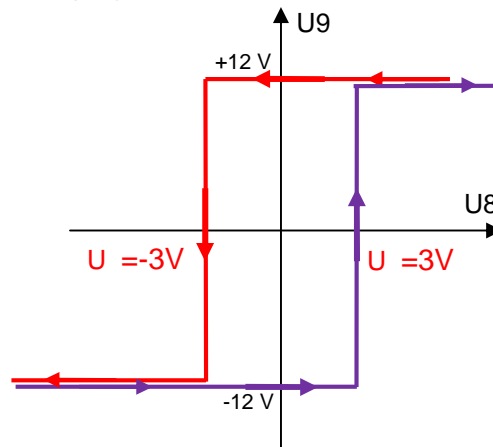
7°) Caractéristique de transfert $U_9 = f(U_8)$ 

Figure 1

8°)

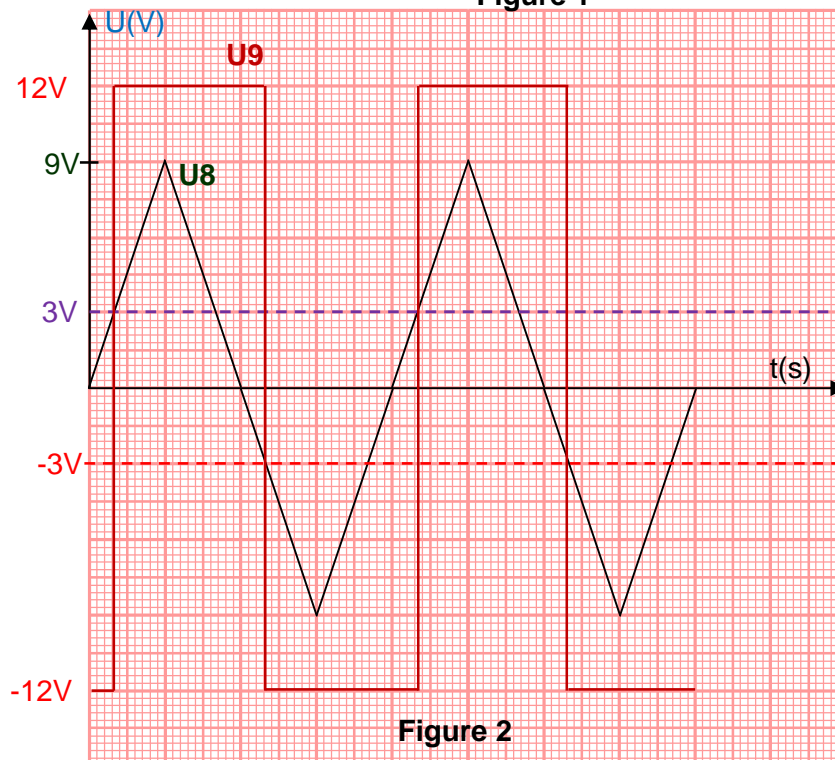


Figure 2

Exercice N°9

1°) Régime saturé car la sortie est reliée à l'entrée non inverseuse

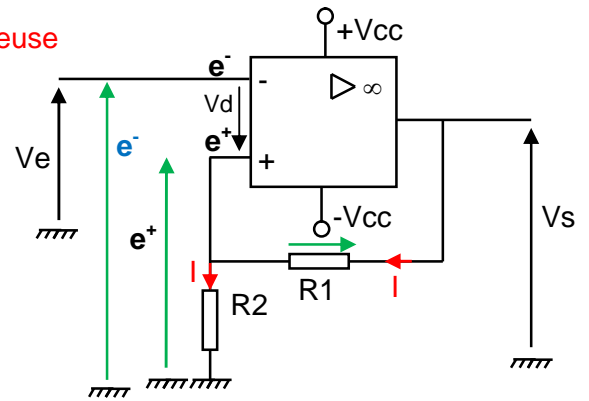
2°) D'après la loi de diviseur de tension on a :

$$e^+ = \frac{R2}{R2+R1} V_s$$

3°) Dédire l'expression de V_d en fonction de V_e et V_s

$$V_d = e^+ - e^- \text{ or } e^- = V_e$$

$$V_d = \frac{R2}{R2+R1} V_s - V_e$$



4°) Seuils de basculements V^+ (seuil positif) et V^- (seuil négatif) en fonction de V_{cc}

Seuil de basculement $V_d=0$

$$\frac{R2}{R2+R1} V_s - V_e = 0 \quad V_e = \frac{R2}{R2+R1} V_s \quad V_s = \pm V_{cc}$$

$$V^+ = \frac{R2}{R2+R1} V_{cc}$$

$$V^- = -\frac{R2}{R2+R1} V_{cc}$$

5°) Condition sur V_e pour que $V_s = -V_{cc}$

Pourque $V_s = -V_{cc}$ il faut que $V_d < 0$

$$-\frac{R2}{R2+R1} V_{cc} - V_e < 0 \Rightarrow V_e > -\frac{R2}{R2+R1} V_{cc}$$

6°) Condition sur V_e pour que $V_s = +V_{cc}$

Pourque $V_s = +V_{cc}$ il faut que $V_d > 0$

$$\frac{R2}{R2+R1} V_{cc} - V_e > 0 \Rightarrow V_e < \frac{R2}{R2+R1} V_{cc}$$

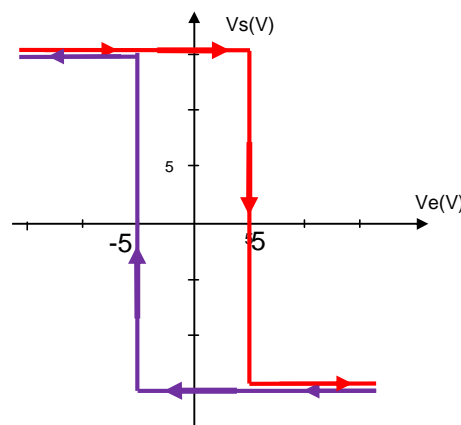
7°) Sachant que $V_{cc} = 15V, R1 = 2R2$

$$V^+ = \frac{R2}{R2+2R2} V_{cc} = \frac{R2}{3R2} V_{cc} = \frac{15}{3} = 5V$$

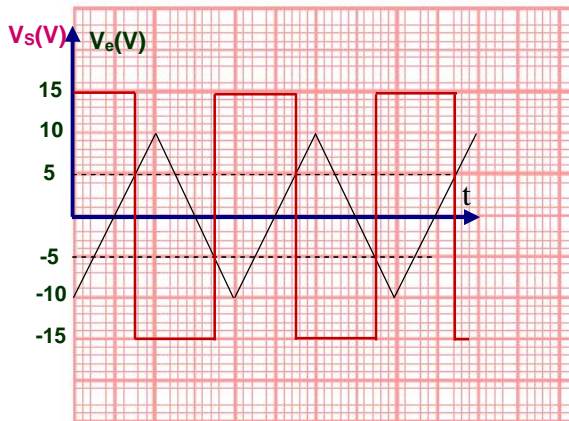
$$V^+ = 5V$$

$$V^- = -5V$$

8°) Caractéristique de transfert de V_s en fonction de V_e



9°)

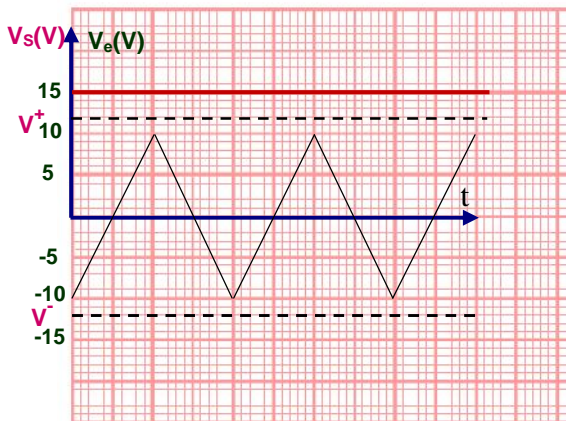


10°) Si $R2=4R1$ $V_{cc} = 15V$,

$$V^+ = \frac{4R1}{4R1 + R1} V_{cc} = \frac{4R1}{5R1} 15 = \frac{60}{5} = 12V$$

$$V^+ = 12V$$

$$V^- = -12V$$



Exercice N°10 :

Soit le montage suivant où l'ALI est supposé idéal :

1°) Expression de V_{e^+} en fonction de V_s , $R1$ et $R2$.

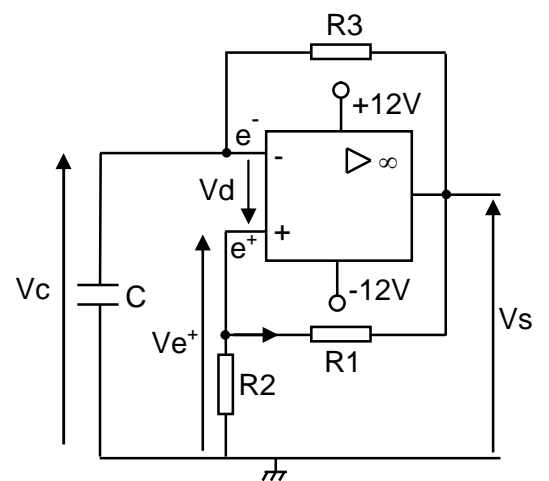
D'après la loi de diviseur de tension

$$V_{e^+} = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_s$$

2°) Les expressions des tensions seuils V_H et V_L :

Le montage est constitué d'un comparateur inverseur à double seuils et d'un circuit capacitif (RC)

Les tensions de seuils sont obtenues lorsque la tension $V_d = 0$



$$V_d = V_{e^+} - V_c = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_s - V_c \quad V_d = 0 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_s - V_c = 0 \Rightarrow V_c = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_s$$

or $V_s = \pm V_{cc}$

$$V_H = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc}$$

$$V_L = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc}$$

3°) Les valeurs de V_H et V_L si $R_1 = 10 \text{ K}\Omega$; $R_2 = 20 \text{ K}\Omega$.

$$V_H = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc} = \frac{20}{30} \times 12 = 8V$$

$$V_L = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc} = -\frac{20}{30} \times 12 = -8V$$

$$V_H = 8V$$

$$V_L = -8V$$

4°) Expression de la période « T » du signal de sortie V_s :

$$T_H = R_3 \cdot C \cdot \ln\left(1 + 2 \cdot \frac{R_2}{R_1}\right) \quad T = 2T_H \Rightarrow T = 2R_3 \cdot C \cdot \ln\left(1 + 2 \cdot \frac{R_2}{R_1}\right)$$

5°) Courbe de la tension de sortie V_s .

