

CI6 : Capter et mettre en forme un signal électrique

Corrigé TD3 - Amplificateur d'instrumentation pour balance

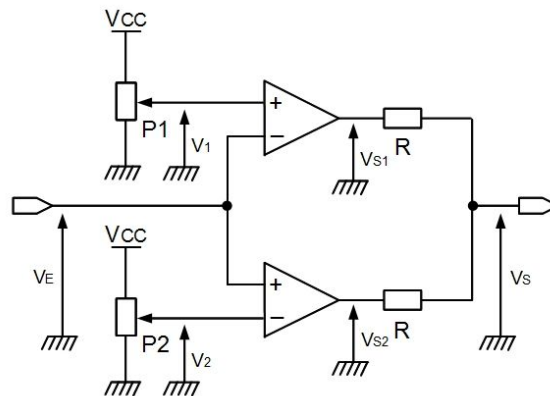
Je suis capable de :

- Mettre en équation une structure avec AOP en régime saturé
- Lire une documentation technique

O / N

O / N

Ex 1 : Montage comparateur à fenêtre



Q1 Déterminer les seuils de basculement de l'AOP 1

Régime saturé $\Rightarrow \varepsilon \neq 0$: $\varepsilon = V^+ - V^-$

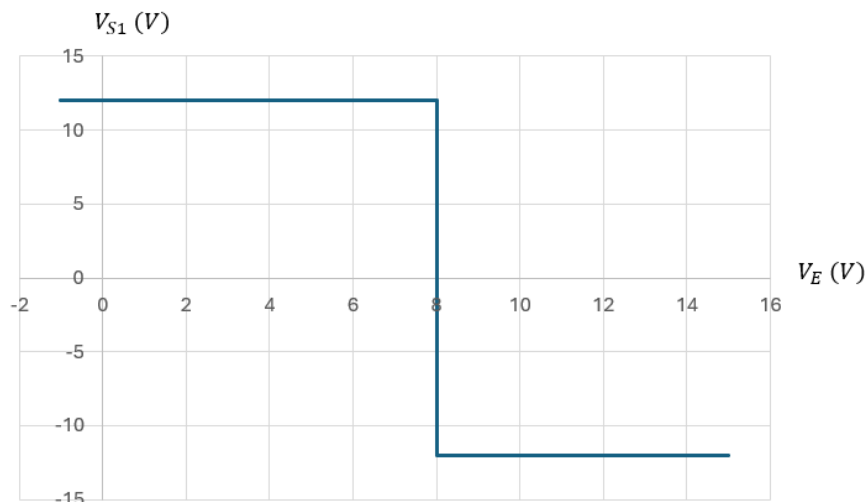
$$\begin{cases} V^+ = \frac{V_{CC} \cdot \alpha P1}{\alpha P1 + (1 - \alpha) P1} = \alpha \cdot V_{CC} = \frac{2 \cdot V_{CC}}{3} = 8 \text{ V} \\ V^- = V_E \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 8 - V_E$$

1^{er} cas : $V_{S1} = +V_{SAT} \Leftrightarrow \varepsilon > 0 \Leftrightarrow 8 - V_E > 0 \Leftrightarrow V_E < 8 \text{ V}$

2^e cas : $V_{S1} = -V_{SAT} \Leftrightarrow \varepsilon < 0 \Leftrightarrow 8 - V_E < 0 \Leftrightarrow V_E > 8 \text{ V}$

Q2 Tracer la caractéristiques $V_{S1}(V_E)$.



Q3 Déterminer les seuils de basculement de l'AOP 2

Régime saturé $\Rightarrow \varepsilon \neq 0 : \varepsilon = V^+ - V^-$

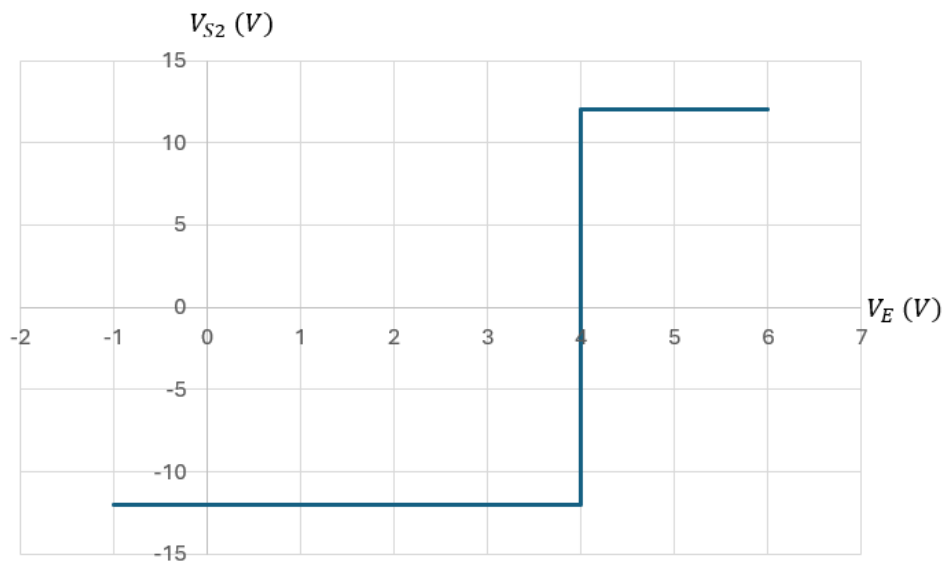
$$\begin{cases} V^+ = V_E \\ V^- = \frac{V_{CC} \cdot \alpha P2}{\alpha P2 + (1 - \alpha) P2} = \alpha \cdot V_{CC} = \frac{V_{CC}}{3} = 4 \text{ V} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = V_E - 4$$

1^{er} cas : $V_{S2} = +V_{SAT} \Leftrightarrow \varepsilon > 0 \Leftrightarrow V_E - 4 > 0 \Leftrightarrow V_E > 4 \text{ V}$

2^e cas : $V_{S2} = -V_{SAT} \Leftrightarrow \varepsilon < 0 \Leftrightarrow V_E - 4 < 0 \Leftrightarrow V_E < 4 \text{ V}$

Q4 Tracer la caractéristiques $V_{S2}(V_E)$.



Q5 Exprimer V_S en fonction de V_{S1} et V_{S2} et en déduire la caractéristique de $V_S(V_E)$.

D'après Millman, on a :

$$V_S = \frac{V_{S1} \cdot R + V_{S2} \cdot R}{R + R} = \frac{V_{S1} + V_{S2}}{2}$$

On a alors 3 cas :

1^{er} cas : $V_E < 4 \text{ V}$

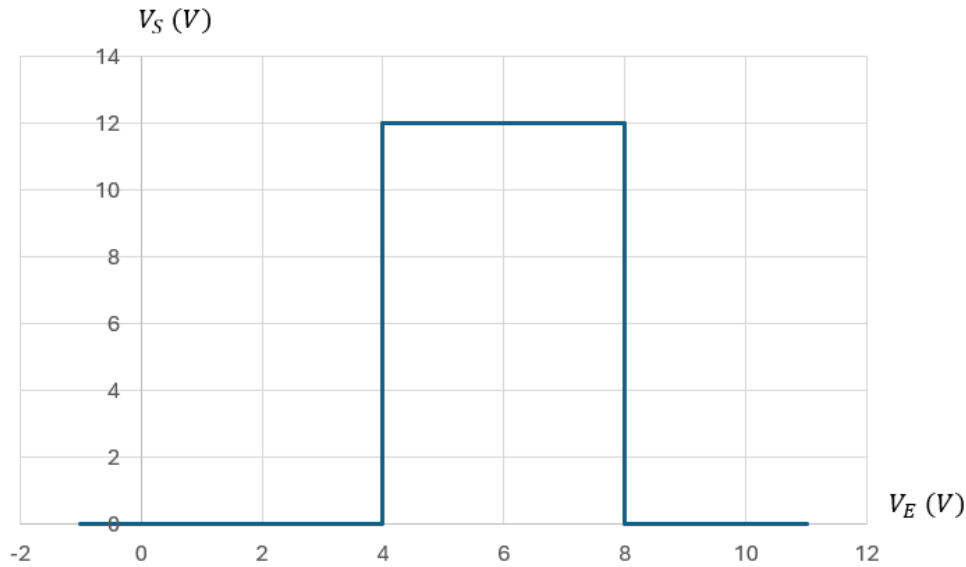
$$V_S = \frac{V_{S1} + V_{S2}}{2} = \frac{12 - 12}{2} = 0 \text{ V}$$

2^e cas : $4 < V_E < 8 \text{ V}$

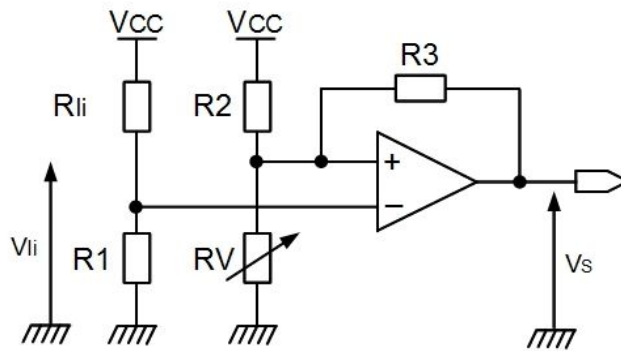
$$V_S = \frac{V_{S1} + V_{S2}}{2} = \frac{12 + 12}{2} = 12 \text{ V}$$

3^e cas : $V_E > 8 \text{ V}$

$$V_S = \frac{V_{S1} + V_{S2}}{2} = \frac{-12 + 12}{2} = 0 \text{ V}$$



Exercice 2 : Capteur de luminosité



Q1- Donner l'expression de V_{li} , en fonction de R_{li} et R_1

$i^- = 0$ donc on peut appliquer le pont diviseur :

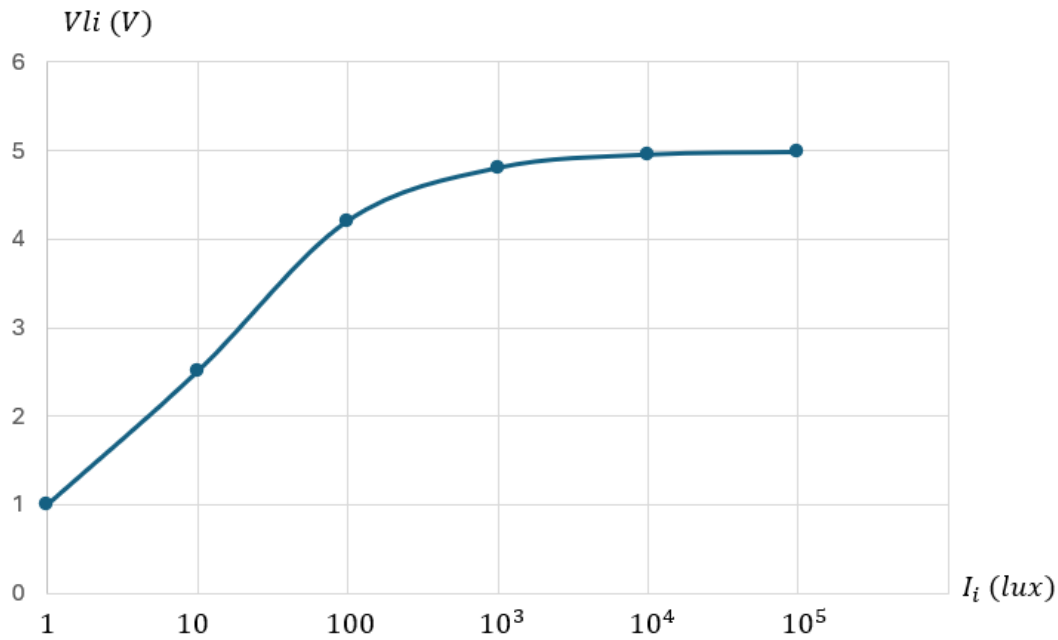
$$V_{li} = \frac{V_{CC} \cdot R_1}{R_{li} + R_1}$$

Q2 - On donne l'évolution de R_{li} en fonction de I_i dans la doc. Tracer l'évolution de V_{li} en fonction de I_i pour $R_1 = 10K\Omega$

$$V_{li} = \frac{50}{R_{li} + 10} \text{ avec } R_{li} \text{ en } k\Omega$$

On relève sur la doc technique :

I_i (lux)	1	10	100	10^3	10^4	10^5
R_{li} (Ω)	40 000	10 000	2000	400	120	40
V_{li} (V)	1	2,5	4,2	4,8	4,95	4,98



Q3 - Déterminer le seuil de basculement en fonction de R_V , R_2 .

/!\ Attention, on néglige R_3 pour le moment

Régime saturé $\Rightarrow \varepsilon \neq 0$: $\varepsilon = V^+ - V^-$

$$\begin{cases} V^+ = \frac{V_{CC} \cdot R_V}{R_2 + R_V} \\ V^- = V_{li} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{5 \cdot R_V}{R_2 + R_V} - V_{li}$$

1^{er} cas : $V_S = +V_{SAT} = 5V \Leftrightarrow \varepsilon > 0 \Leftrightarrow V_{li} < \frac{5 \cdot R_V}{R_2 + R_V}$

2^e cas : $V_S = -V_{SAT} = 0V \Leftrightarrow \varepsilon < 0 \Leftrightarrow V_{li} > \frac{5 \cdot R_V}{R_2 + R_V}$

On a alors un seuil haut et bas identique

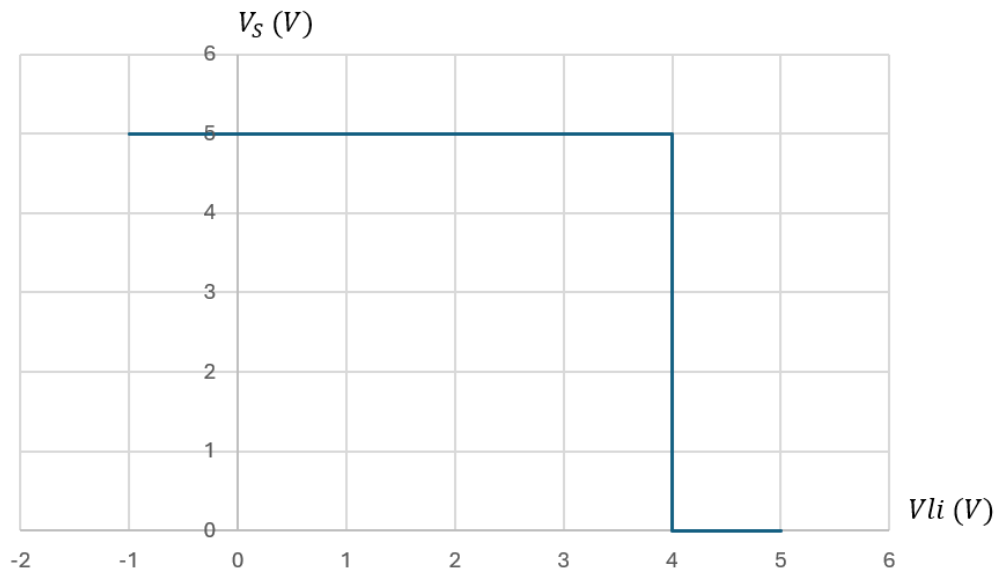
Q4 - Pour $R_2 = 10K\Omega$, calculer R_V afin d'obtenir un seuil haut à 4v.

$$\frac{5 \cdot R_V}{R_2 + R_V} = 4$$

$$\Leftrightarrow 5R_V = 4(R_2 + R_V)$$

$$\Leftrightarrow R_V = 4 \cdot R_2 = 40 k\Omega$$

Q5 - Tracer la caractéristique $V_S(V_{li})$.



Q6 - En déduire la valeur du seuil de luminosité détecté par le montage.

Lorsque la luminosité augmente, le comparateur basculera pour $V_{li}=4V$.

D'après le graphe de la Q2, ça correspond à une luminosité de 100 lux.

Q7 - Refaire l'étude avec R_3 . Attention, on obtiendra cette fois-ci un comparateur double seuil. Pour $R_3 = 100K\Omega$, représenter la nouvelle caractéristique $V_S(V_{li})$.

Régime saturé $\Rightarrow \varepsilon \neq 0 : \varepsilon = V^+ - V^-$

$$\left\{ \begin{array}{l} V^+ = \frac{\frac{V_S}{R_3} + \frac{V_{CC}}{R_2} + \frac{0}{R_V}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_V}} = \frac{\frac{V_S}{R_3} + \frac{V_{CC}}{R_2}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_V}} = \frac{(V_S \cdot R_2 + 5 \cdot R_3) R_V}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3} \\ V^- = V_{li} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{(V_S \cdot R_2 + 5 \cdot R_3) R_V}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3} - V_{li}$$

$$1^{er} \text{ cas : } V_S = +V_{SAT} = 5V \Leftrightarrow \varepsilon > 0 \Leftrightarrow V_{li} < \frac{5R_V(R_2+R_3)}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3} \quad \text{seuil haut}$$

$$2^{e} \text{ cas : } V_S = -V_{SAT} = 0V \Leftrightarrow \varepsilon < 0 \Leftrightarrow V_{li} > \frac{5R_V \cdot R_3}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3} \quad \text{seuil bas}$$

On a alors :

$$V_h = \frac{5R_V(R_2 + R_3)}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3} \qquad V_b = \frac{5R_V \cdot R_3}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3}$$

Seuil haut à 4V :

$$\frac{5R_V(R_2 + R_3)}{R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3} = 4$$

$$\Leftrightarrow 5R_V(R_2 + R_3) = 4(R_2 \cdot R_V + R_3 \cdot R_V + R_2 \cdot R_3)$$

$$\Leftrightarrow R_V(5(R_2 + R_3) - 4(R_2 + R_3)) = 4 \cdot R_2 \cdot R_3$$

$$\Leftrightarrow R_V = \frac{4 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 10^6}{110 \cdot 10^3} = \frac{40 \cdot 10^3}{11} = 36,4 \text{ k}\Omega$$

$$V_b = \frac{5 \cdot 36,4 \cdot 100 \cdot 10^6}{(10 \cdot 36,4 + 100 \cdot 36,4 + 1000)10^6} = 3,6 \text{ V}$$

Le montage compare Vli à deux seuils => montage TRIGGER :

