

**CI6 : Capter et mettre en forme un signal électrique**

Corrigé TD2 - ALI en régime linéaire, exercices

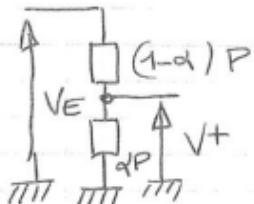
**Je suis capable de :**

- Mettre en équation un montage avec ALI en régime linéaire O / N
- Exprimer l'amplification d'un montage à ALI O / N
- Tracer l'évolution d'un signal issu d'un capteur, après mis en forme O / N

**Exercice 1****Q1** Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V^+ = V^-$ 

$$\begin{cases} V^+ = V_E \\ V^- = \frac{V_S \cdot R_1}{R_1 + R_2} \end{cases} \Rightarrow V_E = \frac{V_S \cdot R_1}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow \frac{V_S}{V_E} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

$$\Leftrightarrow A_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

**Q2** Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V^+ = V^-$ 

Pont diviseur :

$$V^+ = \frac{V_E \cdot \alpha P}{\alpha P + (1 - \alpha)P} = \alpha \cdot V_E$$

Millman :

$$V^- = \frac{V_S \cdot R_1 + V_E \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow \alpha \cdot V_E = \frac{V_S \cdot R_1 + V_E \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

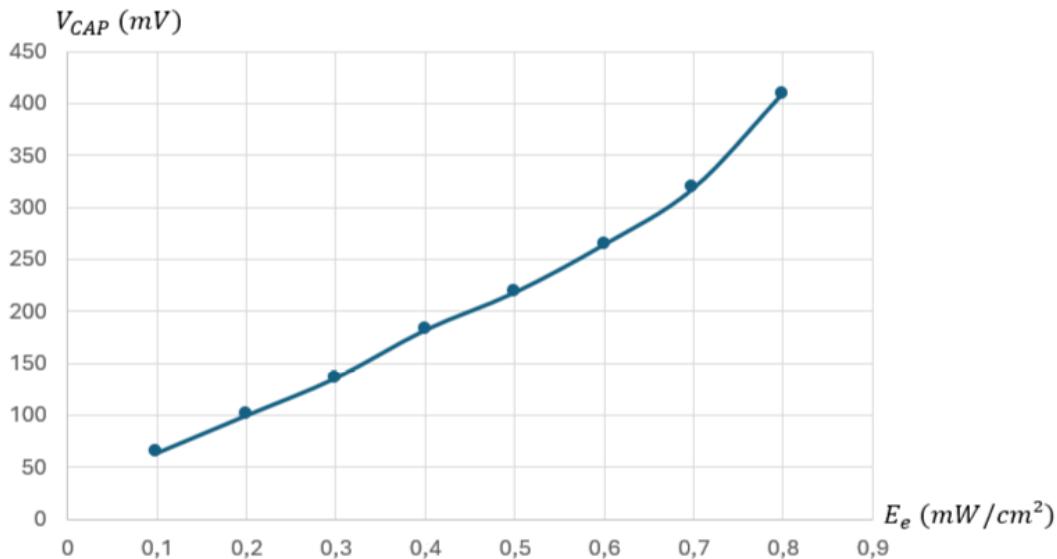
$$\Leftrightarrow \alpha \cdot V_E (R_1 + R_2) = V_S \cdot R_1 + V_E \cdot R_2$$

$$\Leftrightarrow V_E (\alpha (R_1 + R_2) - R_2) = V_S \cdot R_1$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_S}{V_E} = \frac{\alpha (R_1 + R_2) - R_2}{R_1} = \alpha + (\alpha - 1) \frac{R_2}{R_1}$$

**Q3**  $i^+ = 0$  d'où  $V_{CAP} = R \cdot I_L$ **Q4** On relève  $I_L$  sur la courbe et on en déduit  $V_{CAP}$  avec la formule d'avant :

Ee (mW/cm <sup>2</sup> )	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
I <sub>L</sub> (μA)	7	11	15	20	24	29	35	45
V <sub>CAP</sub> (mV)	64	100	136	182	218	264	318	409



**Q5** Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V^+ = V^-$

$$\begin{cases} V^+ = V_{CAP} \\ V^- = \frac{V_{LUM} \cdot R_1}{R_1 + R_2} \end{cases} \Rightarrow V_{CAP} = \frac{V_{LUM} \cdot R_1}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow \frac{V_{LUM}}{V_{CAP}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \Leftrightarrow A_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

**Q6** Pour  $E_e=0,7 \text{ mW/cm}^2$ ,  $V_{CAP} = 318 \text{ mV}$

$$\begin{aligned} \frac{V_{LUM}}{V_{CAP}} &= 1 + \frac{R_2}{R_1} \\ \Leftrightarrow \frac{3}{0,318} - 1 &= \frac{R_2}{R_1} \\ \Leftrightarrow R_2 &= 8,4 R_1 \end{aligned}$$

On prend arbitrairement  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  et on en déduit  $R_2 = 8,4 \text{ k}\Omega$

**Q7**

$$S1 = \frac{\Delta V_{CAP}}{\Delta E_e} = \frac{318 - 62}{0,7 - 0,1} = 0,43 \frac{V}{\text{mW/cm}^2}$$

$$S2 = \frac{\Delta V_{LUM}}{\Delta E_e}$$

Or

$$V_{LUM} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{CAP} = 9,4 * V_{CAP}$$

$$\text{Donc } S2 = 9,4 \cdot S1 = 4,04 \frac{V}{\text{mW/cm}^2}$$

## Exercice 2

**Q1 AOP1 :** Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V^+ = V^-$

$$\begin{cases} V^+ = 0 \\ V^- = \frac{V_{CAP} \cdot \frac{R_{16} \cdot R_8}{R_{16} + R_8} + V_{SA1} \cdot R_C}{\frac{R_{16} \cdot R_8}{R_{16} + R_8} + R_C} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V^+ = V^- &\Leftrightarrow 0 = V_{CAP} \cdot \frac{R_{16} \cdot R_8}{R_{16} + R_8} + V_{SA1} \cdot R_C \\ &\Leftrightarrow \frac{V_{SA1}}{V_{CAP}} = -\frac{R_{16} \cdot R_8}{(R_{16} + R_8)R_C} = -0,46 \end{aligned}$$

**Q2 AOP2 :** Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V^+ = V^-$

$$\begin{cases} V^+ = 0 \\ V^- = \frac{V_{SA1} \cdot \frac{R_6 \cdot R_{10}}{R_6 + R_{10}} + V_{SA2} \cdot R_{15}}{\frac{R_6 \cdot R_{10}}{R_6 + R_{10}} + R_{15}} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V^+ = V^- &\Leftrightarrow 0 = V_{SA1} \cdot \frac{R_6 \cdot R_{10}}{R_6 + R_{10}} + V_{SA2} \cdot R_{15} \\ &\Leftrightarrow \frac{V_{SA2}}{V_{SA1}} = -\frac{R_6 \cdot R_{10}}{(R_6 + R_{10})R_{15}} = -6,62 \end{aligned}$$

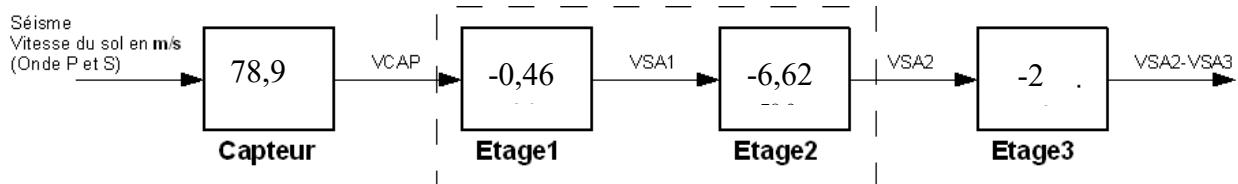
**Q3 AOP3:** Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V^+ = V^-$

$$\begin{cases} V^+ = 0 \\ V^- = \frac{V_{SA2} \cdot R_{26} + V_{SA3} \cdot R_{25}}{R_{25} + R_{26}} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V^+ = V^- &\Leftrightarrow 0 = V_{SA2} \cdot R_{26} + V_{SA3} \cdot R_{25} \\ &\Leftrightarrow V_{SA3} = -\frac{R_{26}}{R_{25}} V_{SA2} = -V_{SA2} \end{aligned}$$

On en déduit:

$$\frac{V_{SA2} - V_{SA3}}{V_{SA2}} = \frac{V_{SA2} - (-V_{SA2})}{V_{SA2}} = 2$$

**Q4****Q5** Sensibilité doc' : 1500 V/m/s**Q6** Sensibilité obtenu par calcul :  $78,9 \cdot 0,46 \cdot 6,62 \cdot 2 = 480$  V/m/sIl faut donc augmenter la sensibilité d'un rapport  $1500/480=3,12$ Vu que  $R_{15}$  apparait uniquement dans le rapport :

$$\frac{V_{SA2}}{V_{SA1}} = -\frac{R_6 \cdot R_{10}}{(R_6 + R_{10})R_{15}}$$

Il faut  $R'_{15} = R_{15}/3,12 = 3,3/3,12 = 1k\Omega$ 

On a alors

$$\frac{V_{SA2}}{V_{SA1}} = -19,86$$

### Exercice 3

**Q1 AOPa** : Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V_a^+ = V_a^- = V_{E1}$

$$\begin{cases} V_a^+ = V_{E1} \\ V_a^- = \frac{V_{S1} \cdot R_G + V_{E2} \cdot R_F}{R_G + R_F} \end{cases}$$

$$V_a^+ = V_a^- \Leftrightarrow V_{E1}(R_G + R_F) = V_{S1} \cdot R_G + V_{E2} \cdot R_F$$

$$\Leftrightarrow V_{S1} = \frac{1}{R_G} (V_{E1}(R_G + R_F) - V_{E2} \cdot R_F)$$

**Q2 AOPb** : Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V_b^+ = V_b^- = V_{E2}$

$$\begin{cases} V_b^+ = V_{E2} \\ V_b^- = \frac{V_{S2} \cdot R_G + V_{E1} \cdot R_F}{R_G + R_F} \end{cases}$$

$$V_b^+ = V_b^- \Leftrightarrow V_{E2}(R_G + R_F) = V_{S2} \cdot R_G + V_{E1} \cdot R_F$$

$$\Leftrightarrow V_{S2} = \frac{1}{R_G} (V_{E2}(R_G + R_F) - V_{E1} \cdot R_F)$$

**Q3 AOPc** : Régime linéaire  $\rightarrow \varepsilon=0 \rightarrow V_c^+ = V_c^-$

$$\begin{cases} V_c^+ = \frac{V_{S1} \cdot 100k}{10k + 100k} = \frac{10 \cdot V_{S1}}{11} \\ V_c^- = \frac{V_{S2} \cdot 100k + V_S \cdot 10k}{10k + 100k} = \frac{10 \cdot V_{S2} + V_S}{11} \end{cases}$$

$$V_c^+ = V_c^- \Leftrightarrow 10 \cdot V_{S1} = 10 \cdot V_{S2} + V_S$$

$$\Leftrightarrow V_S = 10(V_{S1} - V_{S2})$$

**Q4** On injecte les réponses de la Q1 et la Q2 dans la Q3:

$$V_S = \frac{10}{R_G} (V_{E1}(R_G + R_F) - V_{E2} \cdot R_F - (V_{E2}(R_G + R_F) - V_{E1} \cdot R_F))$$

$$\Leftrightarrow V_S = \frac{10}{R_G} (V_{E1}(R_G + 2 \cdot R_F) - V_{E2}(R_G + 2 \cdot R_F))$$

$$\Leftrightarrow V_S = \frac{10(R_G + 2 \cdot R_F)}{R_G} (V_{E1} - V_{E2})$$

**Q5**

$$\frac{V_S}{V_{E1} - V_{E2}} = \frac{10(R_G + 2 \cdot R_F)}{R_G} = 10 \left(1 + \frac{2 \cdot R_F}{R_G}\right)$$

CQFD

**Q6** Pour avoir un gain de 100, il faut :

$$10 \left(1 + \frac{2 \cdot R_F}{R_G}\right) = 1000$$

$$\Leftrightarrow \frac{2 \cdot R_F}{R_G} = 100 - 1$$

$$\Leftrightarrow R_G = \frac{2R_F}{99} = \frac{2.5000}{99} = 101 \Omega$$

**Q7** Pour  $0 < m < 30 \text{ kg}$  on a  $0 < P < 294,3\text{N}$  et le sujet dit que  $0 < V_e < 15 \text{ mV}$

Avec un gain de 1000, on a  $0 < V_s < 15 \text{ V}$

**Q8** Si  $V_e$  est max,  $V_s$  tend vers 15V qui est la limite de saturation des AOP donc on a des risqué de saturation

**Q9** Signal bruité, loi des mailles à l'entrée:

$$V_{E1} - V_{E2} = -V_b + V_e + V_b = V_e$$

**Q10** La tension de bruit  $V_b$  se compose (elle est donc naturellement éliminée). Seul le signal utile  $V_e$  est amplifié, c'est l'intérêt de la paire différentielle.