

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
- Exprimer l'amplification d'un montage à ALI
- Tracer l'évolution d'un signal issu d'un capteur, après mis en forme

O / N

O / N

O / N

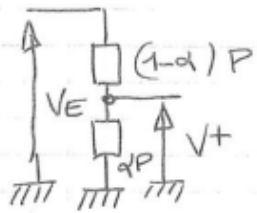
Exercice 1

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 :

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

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

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

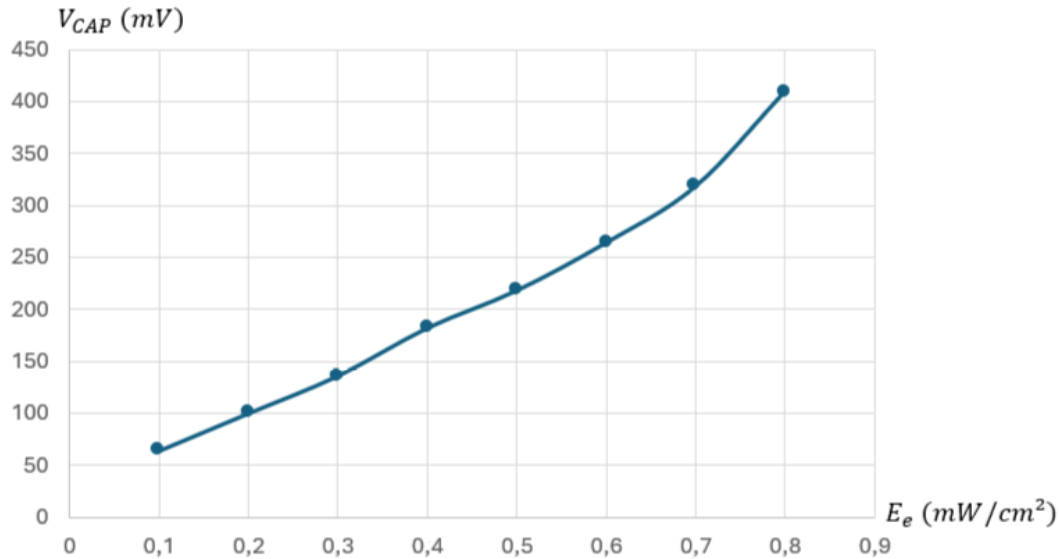
$$\Leftrightarrow V_E (\alpha (R_1 + R_2) - R_2) = V_S \cdot R_1$$

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

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 ²)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
I _L (μA)	7	11	15	20	24	29	35	45
V _{CAP} (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 $E_e=0,7 \text{ mW/cm}^2$, $V_{CAP} = 318 \text{ mV}$

$$\frac{V_{LUM}}{V_{CAP}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{0,318} - 1 = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\Leftrightarrow R_2 = 8,4 R_1$$

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

Q7

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

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

Or

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

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

Exercice 2

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

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

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

$$\Leftrightarrow \frac{V_{SA1}}{V_{CAP}} = -\frac{R_{16} \cdot R_8}{(R_{16} + R_8)R_C} = -0,46$$

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

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

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

$$\Leftrightarrow \frac{V_{SA2}}{V_{SA1}} = -\frac{R_6 \cdot R_{10}}{(R_6 + R_{10})R_{15}} = -6,62$$

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

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

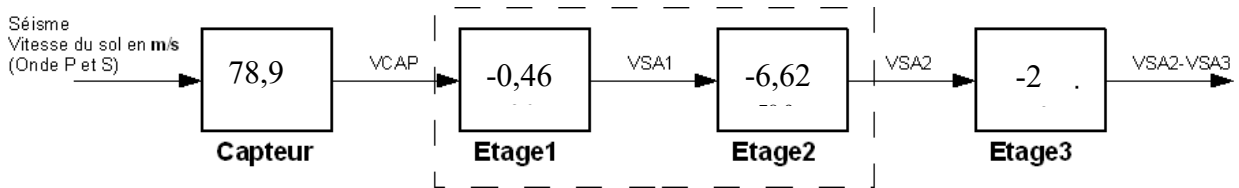
$$V^+ = V^- \Leftrightarrow 0 = V_{SA2} \cdot R_{26} + V_{SA3} \cdot R_{25}$$

$$\Leftrightarrow V_{SA3} = -\frac{R_{26}}{R_{25}} V_{SA2} = -V_{SA2}$$

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 : $78,9 \times 0,46 \times 6,62 \times 2 = 480$ V/m/s

Il 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:

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

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

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

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 :

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

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

$$\Leftrightarrow R_G = \frac{2R_F}{99} = \frac{2 \cdot 5000}{99} = 101 \, \Omega$$

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

Avec un gain de 1000, on a $0 < V_s < 15$ V

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