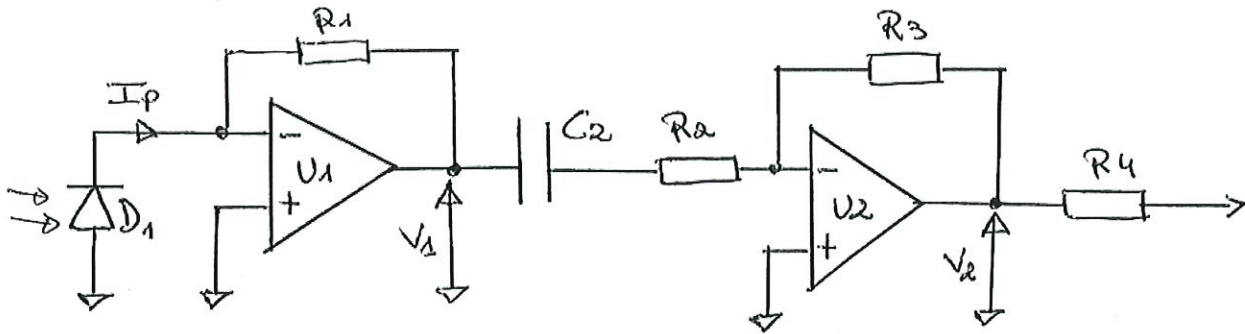


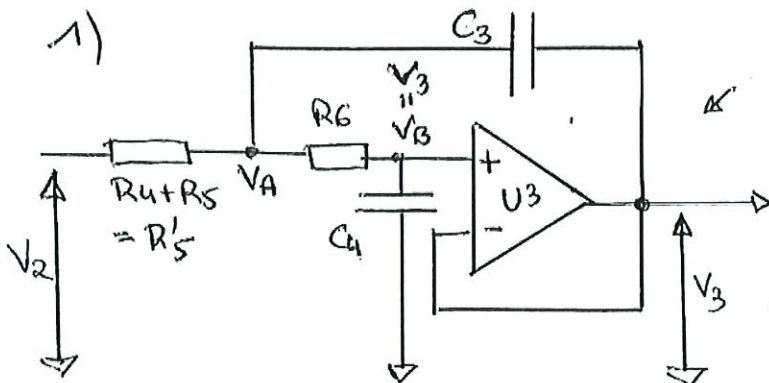
Exercice 1 : Pré-ampli

on néglige C_1



- 1) $P_i = 15 \text{ mW}$ (gère à côté)
 $\lambda = 650 \text{ nm} \rightarrow S = 0,45 \text{ A/W}$ d'après la notice de la photodiode.
 $\Rightarrow I_{P \text{ cdc}} = S \times P_i = 6,75 \text{ mA}$
- 2) $V_{1 \text{ cdc}} = R_1 I_{P \text{ cdc}} = 0,1 \text{ V} \Rightarrow R_1 \approx 14,8 \text{ M}\Omega$
- 3) $V_2 = - \frac{R_3}{R_2} V_1$ (dans la bande passante, $C_2 \equiv$ court-circuit)
 $\begin{cases} V_{2 \text{ cdc}} = 2 \text{ V} \\ V_{1 \text{ cdc}} = 0,1 \text{ V} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_3}{R_2} = 20 \Rightarrow R_3 = 20 R_2$ avec $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$
- 4) fiche passe-haut autour de U_2
 $\frac{V_2}{V_1} = - \frac{R_3}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = - \frac{R_3}{R_2} \frac{j\omega R_2 C_2 \omega}{1 + j\omega R_2 C_2 \omega}$
 $f_c = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} = 1 \text{ kHz} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2\pi f_c R_2} = 159 \text{ nF}$

Exercice 2 : Synthèse de filtres



Cellule de Sallen-Key
 \rightarrow ordre 2
 \downarrow
 2 cellules de Sallen-Key
 en série \Rightarrow ordre 4

2) fonction de transfert d'une cellule

$$V_A = \frac{V_3/R_6 + V_2/R'_5 + V_3 j\omega C_3}{1/R_6 + 1/R'_5 + j\omega C_3} = \frac{V_2 R_6 + V_3 R'_5 (1 + j\omega R_6 C_3)}{R_6 + R'_5 + j\omega R'_5 R_6 C_3}$$

$$\frac{V_3}{V_A} = \frac{1/j\omega C_3}{R_6 + 1/j\omega C_3} = \frac{1}{1 + j\omega R_6 C_3}$$

$$\Rightarrow V_3 (1 + j\omega R_6 C_3) = \frac{R_6 V_2 + V_3 R'_5 (1 + j\omega R_6 C_3)}{R_6 + R'_5 + j\omega R'_5 R_6 C_3}$$

$$R_6 V_2 = V_3 \left[(1 + j\omega R_6 C_3) (R_6 + R'_5 + j\omega R'_5 R_6 C_3) - R'_5 - j\omega R'_5 R_6 C_3 \right]$$

$$= V_3 \left[R_6 + j\omega R_6 C_3 (R_6 + R'_5) + j^2 \omega^2 R'_5 R_6^2 C_3^2 \right]$$

$$\Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega (R_6 + R'_5) C_3 + j^2 \omega^2 R'_5 R_6^2 C_3^2}$$

$$= \frac{K}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0} + \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2}$$

avec $K=1$ $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R'_5 R_6^2 C_3^2}}$ $Q = \frac{\sqrt{R'_5 R_6^2 C_3^2}}{C_3 (R_6 + R'_5)}$

3) on choisit $R_4 + R_5 = R_6 = 4,7 \text{ k}\Omega$

$$\rightarrow Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{C_3}{C_4}} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_3 = C_4$$

$$\rightarrow \omega_0 = \frac{1}{R_6 C_4} \Rightarrow C_4 = \frac{1}{2\pi R_6 f_0} \text{ avec } f_0 = 96 \text{ kHz}$$

$$\boxed{C_4 = 353 \text{ pF}}$$

4) on choisit $R_7 = R_8 = 4,7 \text{ k}\Omega$

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{C_6}{C_5}} = 0,8 \Rightarrow C_6 = C_5 (2Q)^2$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_8 \sqrt{C_5 C_6}} = \frac{1}{R_8 C_5 \times 2Q} = 2\pi f_0 \text{ avec } f_0 = 108 \text{ kHz}$$

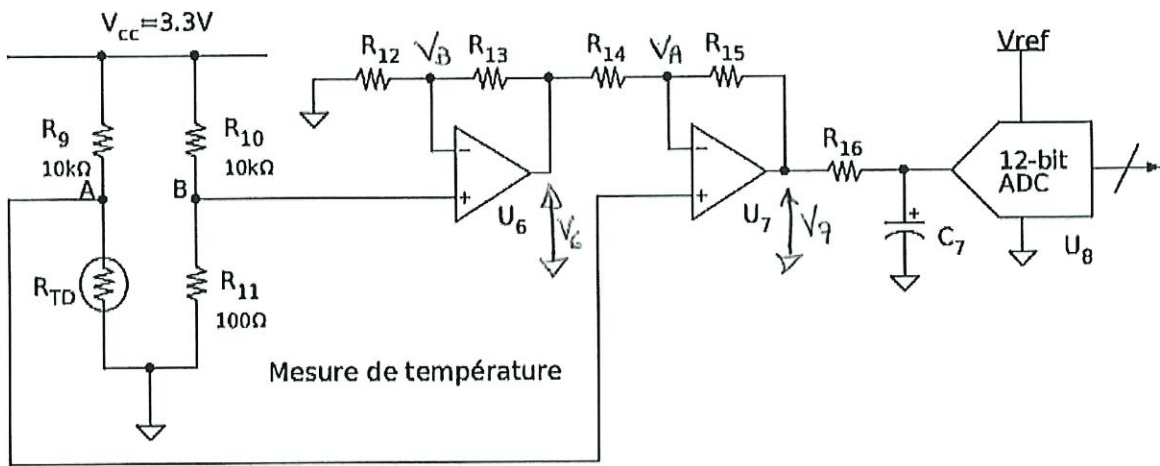
$$\Rightarrow C_5 = \frac{1}{4\pi f_0 R_8 Q} = \boxed{196 \text{ pF} = C_5}$$

$$\Rightarrow \boxed{C_6 = 502 \text{ pF}}$$

5) Cellule Sallen-Key = filtre passe-bas d'ordre 2

avec $Z_3 = Z_{\text{imp}} \text{ tr\`es faible} \ll Z_e = R_7 + R_8 \text{ \`a basse fr\`equence (} C_i \equiv \text{circuit ouvert)}$.

Exercice 3 : Mesure de la température



1) $V_A = \frac{R_{TD}}{R_{TD} + R_9} V_{cc} \approx \frac{R_{TD}}{R_9} V_{cc}$ avec $R_9 \gg R_{TD}$ - De même $V_B \approx \frac{R_{11}}{R_{10}} V_{cc}$

$$V_{AB} = V_{cc} \left(\frac{R_{TD}}{R_9} - \frac{R_{11}}{R_{10}} \right) = \frac{100\Omega + 100\Omega \alpha T - 100\Omega}{R_9 = R_{10}} V_{cc}$$

$$V_{AB} = \frac{100\Omega}{10k\Omega} \times \alpha T \times V_{cc}$$

2) Autour de U6 et U7 : ampli différentiel

$$V_B = \frac{R_{12}}{R_{12} + R_{13}} V_6 \quad V_A = \frac{V_6/R_{14} + V_7/R_{15}}{1/R_{14} + 1/R_{15}}$$

ampli non inverseur

$$V_6 = \left(1 + \frac{R_{13}}{R_{12}} \right) V_B$$

$$V_A = \frac{R_{15}}{R_{14} + R_{15}} \times \left(1 + \frac{R_{13}}{R_{12}} \right) V_B + \frac{V_7 R_{14}}{R_{14} + R_{15}}$$

$$\Rightarrow V_7 = \left(1 + \frac{R_{15}}{R_{14}} \right) V_A - \frac{R_{15}}{R_{14}} \left(1 + \frac{R_{13}}{R_{12}} \right) V_B$$

On choisit $R_{15} = R_{12}$ et $R_{14} = R_{13}$

$$\Rightarrow V_7 = \left(1 + \frac{R_{15}}{R_{14}} \right) (V_A - V_B)$$

3) On veut $1 + \frac{R_{15}}{R_{14}} = 35 \Rightarrow \frac{R_{15}}{R_{14}} = 34$ avec $R_{12} = R_{15} = 4.7k\Omega$

D'où $R_{14} = \frac{R_{15}}{34} \approx 138\Omega$

(R16, C7) = S'iche anti-repliement : $f_c = 3kHz = \frac{1}{2\pi R_{16} C_7}$

$$\Rightarrow C_7 \approx 322pF$$