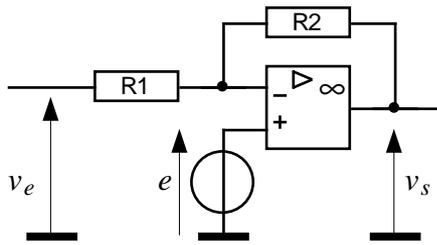
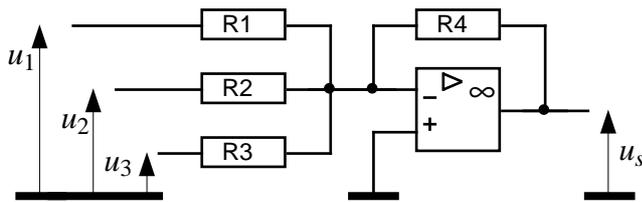


A21-1- On donne : $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 11 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 33 \text{ k}\Omega$. Calculer v_s dans les cas suivants :



	$e = 0 \text{ V}$	$e = +0,5 \text{ V}$	$e = 0,5 \sin(2\pi ft)$
$V_e = 0 \text{ V}$	*	*	*
$V_e = +0,4 \text{ V}$	*	*	*
$V_e = 0,4 \sin(2\pi ft + \pi/6)$	*	*	**

A21-2- a) Etablir l'expression de la tension u_s en fonction des tensions u_1, u_2, u_3 et des résistances R_1, R_2, R_3 et R_4 .

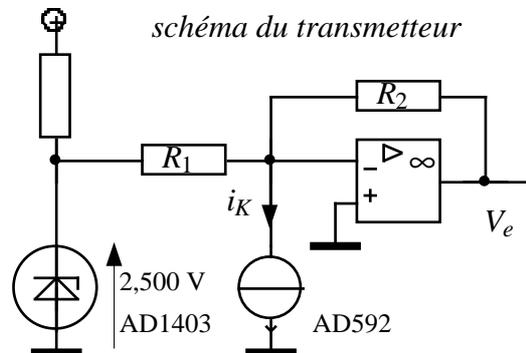
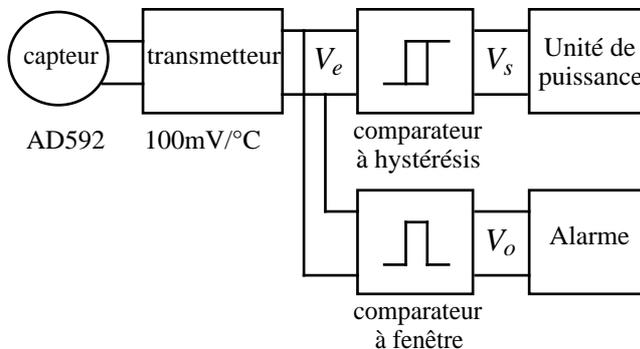


U_1	U_2	U_3	U_s
5	0	0	
0	5	0	
5	5	0	
0	0	5	

b) A.N. : on donne : $R_1 = 200 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 50 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 20 \text{ k}\Omega$.

c) Calculer u_s dans les cas indiqués dans le tableau ci-dessus (tensions exprimées en volts).

A21-3- Un dispositif de régulation de température pour congélateur est réalisé selon le schéma fonctionnel ci-dessous. Le thermomètre est réalisé à partir d'une sonde AD 592 associée à une référence de tension AD 1403 de valeur 2,500 V. Il délivre une tension V_e de valeur $100\text{mV}/^\circ\text{C}$.



La sonde de température AD592 absorbe un courant constant i_K égal à $1\mu\text{A}/\text{K}$. Établir la relation $V_e = f(i_K, R_1, R_2)$. A. N. : calculer R_1, R_2 .

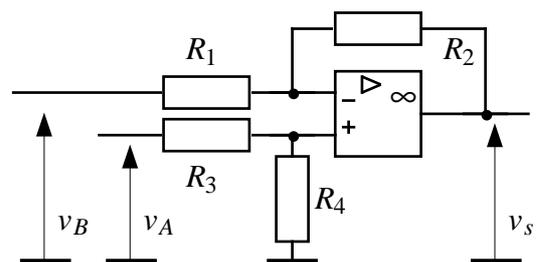
A21-4- a) Calculer le gain différentiel A_d et le gain de mode commun A_{mc} de l'amplificateur ci-contre, sachant que : $R_1 = 10,04 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 99,88 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 9,90 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 100,25 \text{ k}\Omega$ (faire le calcul sous forme numérique exclusivement).

Or, on voudrait : $v_{so} = 10(v_A - v_B)$ avec :

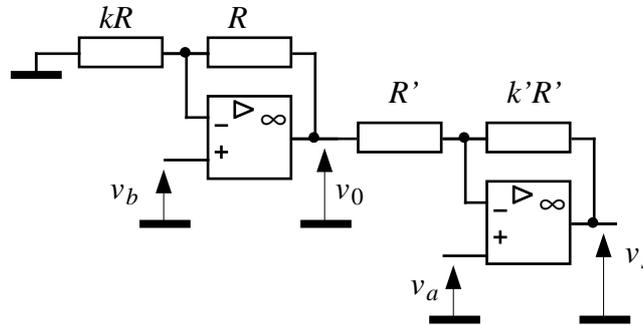
$R_{10} = R_{30} = 10,00 \text{ k}\Omega$; $R_{20} = R_{40} = 100,00 \text{ k}\Omega$.

b) Sachant que $v_A = 12,00 \text{ V}$; $v_B = 11,85 \text{ V}$, calculer les erreurs Δv_s et $\Delta v_s/v_{so}$.

c) Comparer $\Delta v_s/v_{so}$ à la précision effective des résistances ($\Delta R_1/R_{10}$, etc). Conclusion.



A21-5- On note v_d la tension différentielle d'entrée ($v_d = v_a - v_b$) et v_c la tension de mode commun ($v_c = \frac{v_a + v_b}{2}$). On rappelle que $v_s = A_d v_d + A_{mc} v_c$ avec A_d coefficient d'amplification différentielle et A_{mc} coefficient d'amplification de mode commun.



- 1) En considérant séparément les deux étages à AOp, écrire la relation entre v_0 et v_b d'une part et v_s et v_a , v_0 d'autre part.
- 2) Exprimer v_s en fonction de k , k' , v_a et v_b .
- 3) Exprimer v_a et v_b en fonction de v_d et v_c .
- 4) Donner l'expression de A_d en fonction de k et k' .
- 5) Donner l'expression de A_{mc} en fonction de k et k' .
- 6) Calculer le taux de réjection de mode commun R_{mc} du montage, en dB, pour $k = 53,00$ et $k' = 52,47$.

REPONSES

A21-1-

$$\frac{R_1 v_s + R_2 v_e}{R_1 + R_2} = e \Rightarrow v_s = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)e - \frac{R_1}{R_2}v_e = 6e - 5v_e$$

Vs (V)	e = 0 V	e = + 0,5 V	e = 0,5 sin(2πft)
Ve = 0 V	0	3	3 sin(2πft)
Ve = + 0,4 V	-2	1	-2 + 3 sin(2πft)
Ve = 0,4 sin(2πft + π/6)	-2 sin(2πft + π/6)	3 - 2 sin(2πft + π/6)	1,6 sin(2πft - 0,67)

NB : cas où $e = 0,5 \sin(2\pi ft)$ et $v_e = 0,4 \sin(2\pi ft + \pi/6)$:

$$V_s = [3 ; 0] - [2 ; \pi/6] = 3 - (1,732 + j 1) = 1,268 - j 1 = [1,615 ; -38,3^\circ]$$

A21-2-

$$u_s = -\frac{R_4}{R_1}u_1 - \frac{R_4}{R_2}u_2 - \frac{R_4}{R_3}u_3 = -0,1u_1 - 0,2u_2 - 0,4u_3$$

U1	U2	U3	Us
5	0	0	-0,5
0	5	0	-1
5	5	0	-1,5
0	0	5	-2

 [V]

A21-3-

$$\sum i = 0 \Rightarrow \frac{v_s}{R_2} + \frac{2,5}{R_1} - i_K = 0 \Rightarrow v_s = R_2 \left(i_K - \frac{2,5}{R_1} \right)$$

$$v_s = 0 \text{ pour } i_K = 273 \mu\text{A} (0^\circ\text{C}) \Rightarrow R_1 = \frac{2,5}{273 \cdot 10^{-6}} = 9157,5 \Omega$$

$$v_s = 10 \text{ V pour } i_K = 373 \mu\text{A} (100^\circ\text{C}) \Rightarrow R_2 = \frac{10}{100 \cdot 10^{-6}} = 100 \text{ k}\Omega$$

A21-4-

a) En appliquant le th. de superposition, on trouve :

$$v_s = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_4}{R_3 + R_4} v_A - \frac{R_2}{R_1} v_B = \left(1 + \frac{99,88}{10,04}\right) \frac{100,25}{9,90 + 100,25} v_A - \frac{99,88}{10,04} v_B = 9,9642 v_A - 9,9482 v_B$$

Par définition du gain différentiel A_d et du gain de mode commun A_{mc} , la tension de sortie vaut :

$$v_s = A_d (v_A - v_B) + A_{mc} \frac{v_A + v_B}{2} = \left(A_d + \frac{A_{mc}}{2}\right) v_A - \left(A_d - \frac{A_{mc}}{2}\right) v_B$$

Par identification, on trouve :

$$\begin{cases} A_d + \frac{A_{mc}}{2} = 9,9642 \\ A_d - \frac{A_{mc}}{2} = 9,9482 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_d = \frac{1}{2}(9,9642 + 9,9482) = 9,9562 \\ A_{mc} = 9,9642 - 9,9482 = 0,016 \end{cases} \Rightarrow R_{MC} = 20 \log \frac{9,9562}{0,016} \approx 56 \text{ dB}$$

$$\text{b) } v_{s0} = 10(12 - 11,85) = 1,5 \text{ V ; } v_s = 9,9562 \cdot (12 - 11,85) + 0,016 \cdot \frac{12 + 11,85}{2} = 1,684 \text{ V}$$

$$\Rightarrow \Delta v_s = 0,184 \text{ V et } \Delta v_s / v_{s0} = 0,184 / 1,5 \approx 0,12 \approx 12 \%$$

$$\text{c) Or, } \frac{\Delta R_1}{R_{10}} = \frac{0,04}{10} = 0,4\% ; \frac{\Delta R_2}{R_{20}} = \frac{0,12}{100} = 0,12\% ; \frac{\Delta R_3}{R_{30}} = \frac{0,1}{10} = 1\% ; \frac{\Delta R_4}{R_{40}} = \frac{0,25}{100} = 0,25\% .$$

⇒ l'erreur relative commise sur v_s est bien supérieure aux erreurs relatives propres aux résistances !

A21-5-

$$1 \text{ et } 2) v_0 = \frac{1+k}{k}v_b ; \frac{v_0 - v_a}{R'} + \frac{v_s - v_a}{k'R'} = 0 \Rightarrow v_s = -k'v_0 + (1+k')v_a$$

$$2) \Rightarrow v_s = -k' \frac{1+k}{k} v_b + (1+k')v_a$$

$$3) \begin{cases} v_d = v_a - v_b \\ 2v_c = v_a + v_b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_a = \frac{1}{2}v_d + v_c \\ v_b = -\frac{1}{2}v_d + v_c \end{cases}$$

$$4 \text{ \& } 5) \Rightarrow v_s = -k' \frac{1+k}{k} \left(-\frac{1}{2}v_d + v_c \right) + (1+k') \left(\frac{1}{2}v_d + v_c \right) = \underbrace{\frac{k+k'+2kk'}{2k}}_{A_d} v_d + \underbrace{\frac{k-k'}{k}}_{A_{mc}} v_c$$

$$6) R_{mc} = 20 \log \frac{A_d}{A_{mc}} = 20 \log \frac{\frac{k+k'+2kk'}{2k}}{\frac{k-k'}{k}} = 20 \log \left| \frac{k+k'+2kk'}{2(k-k')} \right| = 74 \text{ dB}$$