

Ex 1 - 2022

1) $V_{\text{batt}} = V_{\text{bo}} + V_{\text{out}} = 0,1 + 3,3 = 3,4V \rightarrow 80\%$ de la capacité

b) $I_{\text{tag}}?$

$$I_{\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) \cdot dt$$

$$I_{\text{moy}} = \frac{1}{T} [T_1 \times I_1 + T_2 \times I_2 + T_3 \times I_3 + T_4 \times I_4 + T_5 \times I_5]$$

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

$$\text{soit } T_1 = T - T_2 - T_3 - T_4 - T_5 = T - 20\text{ms}$$

$$I_{\text{moy}} = \frac{1}{T} \left[(T - 20\text{ms}) \times 50 \times 10^{-6} + 5\text{ms} \times 2\text{mA} + 3\text{ms} \times 10\text{mA} + 10\text{ms} \times 40\text{mA} + 2\text{ms} \times 2\text{mA} \right]$$

$$= \frac{4,44 \times 10^{-4}}{T} + \frac{50 \cdot 10^{-6} T - 20 \times 50 \cdot 10^{-6}}{T}$$

$$= \frac{4,44 \times 10^{-4}}{T} + 0,05 \times 10^{-3}$$

c) $200 \times 1 \times 0,8 = 500 \times I_{\text{bat}} \quad I_{\text{bat}}?$

$$I_{\text{bat}} = I_{\text{c1}} + I_{\text{in}} \quad \text{soit } I_{\text{bat}} = I_{\text{c1}} + I_{\text{out}} + I_{\text{c2}}$$

$$I_{\text{in}} = I_{\text{gnd}} + I_{\text{out}}$$

$$I_{\text{out}} = I_{\text{c2}} + I_{\text{tag}}$$

Or on connaît I_{gnd} et I_{tag} car signal périodique

I_{c1} et $I_{\text{c2}}?$ $i_{\text{c1}}(t) = C_1 \times \frac{dv_{\text{c1}}(t)}{dt}$

$$I_{\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_0^T C_1 \times \frac{dv_{\text{c1}}(t)}{dt} \cdot dt = \frac{C}{T} [v_{\text{c1}}(t)]_0^T$$

Or signal périodique : $v_{\text{c1}}(0) = v_{\text{c1}}(T)$ donc $I_{\text{c1}} = I_{\text{c2}} = 0$

$$I_{\text{bat}} = I_{\text{gnd}} + I_{\text{tag}}$$

$$I_{\text{bat}} = 200 \times 10^{-6} + 50 \times 10^{-6} + \frac{4,43 \times 10^{-4}}{T}$$

$$I_{\text{bat}} = 250 \times 10^{-6} + \frac{4,43 \times 10^{-4}}{T}$$

$$\text{soit } 0,8 \times 200 \times 10^{-3} \times 1 = 500 \left(250 \times 10^{-6} + \frac{4,43 \times 10^{-4}}{T} \right)$$

$$\text{soit } \frac{0,8 \times 0,2}{500} = 250 \times 10^{-6} + \frac{4,43 \times 10^{-4}}{T}$$

$$\text{soit } \frac{0,8 \times 0,2}{500} - 250 \times 10^{-6} = \frac{4,43 \times 10^{-4}}{T}$$

$$\text{soit } 7 \times 10^{-5} = \frac{4,43 \times 10^{-4}}{T}$$

$$\text{soit } T = \frac{4,43 \times 10^{-4}}{7 \times 10^{-5}} = 6,33\text{s}$$

Ex 3 - 2021

a) On veut calculer V_{out} , $V_{in}^- = \frac{997}{1000+997} \times 3,3 = 1,647521V$
 $V_{in}^+ = \frac{1000}{1000+1000} \times 3,3 = 1,65V$

- Gain en mode différentiel : $A_{dm} : V_{in}^+ - V_{in}^- = V_d$: Information
- Gain en mode commun : $A_{cm} : \frac{V_{in}^+ + V_{in}^-}{2} = V_{cm}$: Perturbations

$$EG \quad V_{out} = A_{dm} \cdot V_d + A_{cm} \cdot V_{cm}$$

On sait que $A_{dm_{dB}} = 60dB$ et $CMRR_{dB} = 100dB$

Or $CMRR_{dB} = A_{dm_{dB}} - A_{cm_{dB}}$

$\Rightarrow A_{cm_{dB}} = A_{dm_{dB}} - CMRR_{dB}$

$A_{cm_{dB}} = 60 - 100 = -40$

EG $A_{dm} = 10^{\frac{A_{dm_{dB}}}{20}}$ et $A_{cm} = 10^{\frac{A_{cm_{dB}}}{20}}$

Donc $V_{out} = 10^{\frac{60}{20}} \cdot [1,65 - 1,647521] + 10^{\frac{-40}{20}} \left[\frac{1,65 + 1,647521}{2} \right]$
 $V_{out} = 2,495487V$

b) $V_{out_{théorique}} = \text{Sortie sans perturbation} = A_{dm} \cdot V_d = 10^{\frac{60}{20}} \cdot [1,65 - 1,647521]$
 $= 2,479V$

Erreur en pourcentage : $\frac{|V_{out} - V_{out_{théorique}}|}{V_{out_{théorique}}} \times 100 = \frac{|2,495487 - 2,479|}{2,479} \times 100 = 0,665 = 66,5\%$

Toutes les formules pour l'amplificateur différentiel :

- Gain en mode différentiel : $A_{dm} : V_{in}^+ - V_{in}^- = V_d$: Information
- Gain en mode commun : $A_{cm} : \frac{V_{in}^+ + V_{in}^-}{2} = V_{cm}$: Perturbations

Valeur de V_{out} : $V_{out} = A_{dm} \cdot V_d + A_{cm} \cdot V_{cm}$

Calcul de $CMRR_{dB}$: $CMRR_{dB} = A_{dm_{dB}} - A_{cm_{dB}}$

Calcul de $CMRR$: $CMRR = \frac{A_{dm}}{A_{cm}}$

Calcul de A_{dm} : $A_{dm} = 10^{\frac{A_{dm_{dB}}}{20}}$

Calcul de A_{cm} : $A_{cm} = 10^{\frac{A_{cm_{dB}}}{20}}$

Vat théorique : Sortie sans perturbation : $A_{dm} \cdot V_d$

Erreur en pourcentage : $\frac{|V_{out} - V_{out_{théorique}}|}{V_{out_{théorique}}}$

Ex 2 - 2019

$$a) \quad V_1 = V_{in2} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = V_{in2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

$$V_1 = V_{in2} \times \left(1 + \frac{R_2}{nR_2}\right) = V_{in2} \left(1 + \frac{nR_3}{R_3}\right)$$

$$V_{out} = V_{in1} \left(1 + \frac{nR_3}{R_3}\right) - V_1 \frac{nR_3}{R_3}$$

$$= V_{in1} (1 + n) - V_{in2} \left(1 + \frac{1}{n}\right) n$$

$$V_{out} = (V_{in1} - V_{in2}) (1 + n)$$

$$b) \quad V_{in1} = \frac{V_{CC}}{2} = 1,65V \quad R_m = 1000 + 1 \times 0,1 = 1000,1 \Omega$$

$$V_{in2} = \frac{R_m}{R_m + 1K\Omega} \times V_{CC} = 1,65V$$

$$\text{Diff: } V_d = (V_{in1} - V_{in2}) = -82,5 \mu V$$

$$\text{Comm: } V_{mc} = \frac{V_{in1} + V_{in2}}{2} = 1,650041V$$

$$n = 889 \rightarrow \text{Mode différentiel} = 1000$$

$$\text{Or } CMRR_{dB} = 120dB \rightarrow CMRR = 10^{\frac{120}{20}} = 10^5$$

$$CMRR = \frac{\text{Gain}_{md}}{\text{Gain}_{mc}}$$

$$\Rightarrow \text{Gain}_{mc} = \frac{\text{Gain}_{md}}{CMRR} = 10^{-2}$$

$$V_{out} = \text{Gain}_{md} \times V_d + \text{Gain}_{mc} \times V_{mc} = -85 \times 10^{-6} \times 1000 + 0,01 \times 1,650041$$

$$= 6,84 \mu V$$

Ex 1 - 2021

a) $I_{tag} ?$

$$I_{tag_{moy}} = \frac{1}{T} \int_0^T i_{tag} dt = \frac{1}{T} [I_1 \times T_1 + I_2 \times T_2 + I_3 \times T_3 + I_4 \times T_4 + I_5 \times T_5]$$

$$= \frac{1}{T} [50 \times 10^{-6} \times T_1 + 1 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-3} + 10 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}]$$

$$= 50 \times 10^{-6} \times \frac{T_1}{T} + \frac{8,1 \times 10^{-5}}{T}$$

$$= 50 \times 10^{-6} \times \frac{1,472}{1,5} + \frac{8,1 \times 10^{-5}}{1,5} = 1,03 \times 10^{-4} A$$

$$\text{Or } T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

$$\Rightarrow T_1 = T - T_2 - T_3 - T_4 - T_5$$

$$\Rightarrow T_1 = 1,5 - 5 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow T_1 = 1,472s$$

$$\begin{cases} I_{bat} = I_{C1} + I_{in} \\ I_{in} = I_{gnd} + I_{out} \\ I_{ak} = I_{C2} + I_{tag} \end{cases} \quad \begin{cases} I_{bat} = I_{C1} + I_{gnd} + I_{C2} + I_{tag} \\ \text{Or } I_{C1} = I_{C2} = 0 \\ I_{bat} = I_{gnd} + I_{tag} = 1,03 \times 10^{-4} + 100 \times 10^{-6} \\ I_{bat} = 203 \times 10^{-6} A \end{cases}$$

$$b) \quad V_{bat_{min}} = V_{D0} + V_{out} = 200mV + 3,3V = 3,5V$$

$$c) \quad \text{Capacité utile à 70\%, } \text{Capacité utile} = 150mAh \times 0,7 = 105mAh$$

$$\text{Temps utilisation} = \frac{\text{Capacité utile}}{I_{bat_{moy}}} = 517h$$

d) Les 2 paramètres sont :

- La charge utile \rightarrow réduire V_{oo}
- Diminuer $I_{battery}$ \rightarrow Diminuer I_{gnd}

Calcul avec valeurs divisées par 2 : $V_{o0r2} = 100mV$ $I_{gndr2} = 50\mu A$

$$V_{bat} = V_{o0r2} + V_{out} = 100mV + 3,3V = 3,4V$$

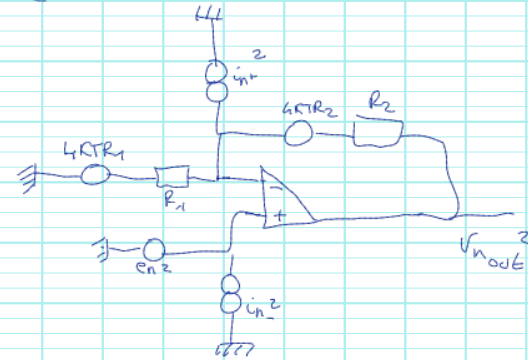
$$\text{Capacité utile : } 80\% : 150mAh \times 0,8 = 120mAh$$

$$I_{bat} = I_{gndr2} + I_{tag} = 50 \times 10^{-6} + 1,03 \times 10^{-4} = 153 \times 10^{-6} A$$

$$\text{Temps d'utilisation} = \frac{120 \times 10^{-3}}{153 \times 10^{-6}} = 784h$$

e) Cela ne servirait à rien car V_{inmax} du régulateur serait trop faible

Ex 2 - 2022



$$e_n^2 = 4 \cdot 10^{-18} V^2/Hz$$

$$i_n^2 = 3,6 \times 10^{-24} A^2/Hz$$

$$R_1 = 1k\Omega$$

$$R_2 = 10k\Omega$$

$$R_1 : V_{R1}^2 = 4kTR_1 \times |G|^2 = 4kTR_1 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 1,6 \times 10^{-18}$$

$$R_2 : V_{R2}^2 = 4kTR_2 = 1,6 \times 10^{-16}$$

$$e_n^2 : V_{en2}^2 = e_n^2 \times |G|^2 = e_n^2 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 4,961 \times 10^{-16}$$

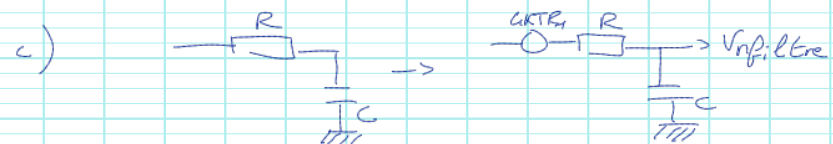
$$i_n^+ : i_{n+}^2 = (i_n^+ + i_{gnd})^2 = i_{gnd}^2 = 0 \text{ et } i_{n-}^2 = 0$$

$$i_n^- : V_{in-}^2 = i_{n-}^2 \times R_2^2 = 6,577 \times 10^{-16}$$

$$V_{node}^2 = V_{R1}^2 + V_{R2}^2 + V_{en2}^2 + V_{in-}^2 + V_{in+}^2$$

$$= 1,76 \times 10^{-5} + i_n^2 \times R_2^2 \rightarrow 7,645 \times 10^{-8}$$

$$P_{out} = (V_{node})^2 \times f_{cn} = 3,18 \times 10^{-11} V^2$$



$$\text{Bruit propre} = 4kTR_1$$

$$d) \text{ Puissance de bruit : } P_{\text{out}} = V_{\text{filtre}}^2 \times f_{\text{cn}} \\ = \cancel{4KT} \cancel{R} \times \frac{\cancel{2}}{2} \times \frac{1}{\cancel{2\pi RC}} = \frac{KT}{C}$$

$$\text{Or on veut } P_{\text{out propre}} \leq 10^{-6} P_{\text{out}}$$

$$\frac{KT}{C} \leq 9,18 \times 10^{-12}$$

$$C \geq \frac{KT}{9,18 \times 10^{-12}} \geq \frac{4KT}{4 \times 9,18 \times 10^{-12}} = 437 \text{ pF} \\ \hookrightarrow 470 \text{ pF}$$

$$\text{Or } f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad \Leftrightarrow R = \frac{1}{2\pi f_c C} = 33,8 \text{ k}\Omega$$

$$d) P_{\text{total}} = P_{\text{out}} + P_{\text{out propre}} = 9,18 \times 10^{-11} + \frac{4KT}{C} = 10 \times 10^{-11} \text{ V}$$

$$V_{\text{RMS}} = \sqrt{P_{\text{out total}}} = 1 \times 10^{-5} \text{ V}$$

$$V_{\text{cc}} = 6 \times V_{\text{RMS}} = 6 \times 10^{-5} \text{ V}$$

