

Conigé - DS n° 3

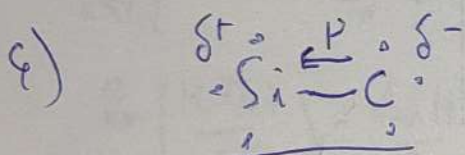
I/ 1) Carbone ($Z=6$): $1s^2 2s^2 2p^2$
Silicium ($Z=14$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

2) Les deux éléments ont le même nombre (4) d'électrons de valence ils sont donc dans la même colonne.

• L'orbite de nombre quantique principal le plus élevé est 2 pour le carbone et 3 pour le silicium, le carbone est ainsi à la 2^e ligne et le silicium à la 3^e.

$\Rightarrow$ Le carbone se trouve bien au dessus du silicium.

3) C'est le carbone.



5) On utilise la loi de Hess $\Delta_r H^\circ = \sum_i \nu_i \Delta_f H^\circ_i$

On trouve $\Delta_r H^\circ = 17925 \text{ J/mol} > 0$. La réaction est endothermique.

6) D'après la loi de Le Chatelier, le système va réagir de façon à s'opposer à cette augmentation de température.

La réaction étant endothermique, l'équilibre va être déplacé dans le sens direct.

7) $\frac{d \ln K^\circ}{dT} = \frac{\Delta_r H^\circ}{RT^2} > 0$ ainsi $\ln K^\circ$ est une fonction croissante de T .

Donc K° est une fonction croissante de T .

8) À l'équilibre, $Q_n = K^\circ(T_1)$ et d'après 7), $K^\circ(T_1 + \delta T) > K^\circ(T_1) = Q_n$

8) Ainsi $K^0(T_1 + \delta T) > Q_n$, l'équilibre est déplacé dans le sens direct

9) $\Delta_n G^0 = -RT \ln K^0$ $\Delta_n G^0 = \Delta_n H^0 - T \Delta_n S^0$

10) $\Delta_n S^0 = \frac{\Delta_n H^0 - \Delta_n G^0}{T} = \frac{\Delta_n H^0}{T} + R \ln K^0$

A.N.: $\Delta_n S^0 = 227 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$

L'entropie augmente lors de la réaction car cette dernière produit plus de gaz qu'elle n'en consomme, $\sum \nu_{i,\text{gaz}} = 2$.

11) $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_n H^0}{RT^2} \rightarrow d \ln K^0 = \frac{\Delta_n H^0}{RT^2} dT$

$\int_{K^0(T_0)}^{K^0(T_2)} \ln K^0 = \int_{T_0}^{T_2} \frac{\Delta_n H^0}{RT^2} dT = \frac{\Delta_n H^0}{R} \left[-\frac{1}{T} \right]_{T_0}^{T_2} = \frac{\Delta_n H^0}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_2} \right)$

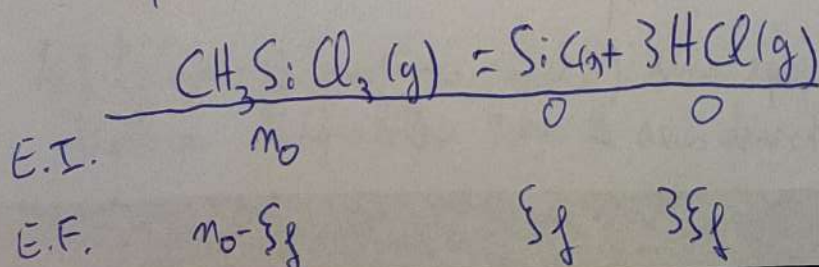
$\ln \left(\frac{K^0(T_2)}{K^0(T_0)} \right) = \frac{\Delta_n H^0}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \frac{R}{\Delta_n H^0} \ln \left(\frac{K^0(T_2)}{K^0(T_0)} \right) = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_2}$

$T_2 = \frac{1}{\frac{1}{T_0} - \frac{R}{\Delta_n H^0} \ln \left(\frac{K^0(T_2)}{K^0(T_0)} \right)}$

A.N.: $T_2 = 861 \text{ K}$

12) $Q_n = \prod_i a_i^{\nu_i} = \left(\frac{P(\text{HCl})}{P^0} \right)^3 \times \left(\frac{P(\text{CH}_3\text{SiCl}_3)}{P^0} \right)^{-1} = \frac{P(\text{HCl})^3}{P(\text{CH}_3\text{SiCl}_3) P^0} = Q_n$

13) α est le rapport entre la quantité de MRS ayant réagi sur la quantité initiale



Ainsi $\alpha = \frac{\xi}{n_0}$

13) Ainsi à l'état final:

$$\begin{aligned} n(\text{CH}_3\text{SiCl}_3) &= n_0(1-\alpha_{\text{eq}}) \\ n(\text{SiCl}_4) &= n_0\alpha_{\text{eq}} \\ n(\text{HCl}) &= 3n_0\alpha_{\text{eq}} \end{aligned}$$

14) À l'équilibre, $Q_n = K^\circ$ ainsi et on est à la température T_2 où $K^\circ(T_2) = 10$. À l'état final la quantité de gaz est: $n_{\text{gaz}} = n_0(1-\alpha_{\text{eq}} + 3\alpha_{\text{eq}}) = n_0(1+2\alpha_{\text{eq}})$

$$P(\text{CH}_3\text{SiCl}_3) = \frac{n_0(1-\alpha_{\text{eq}})}{n_0(1+2\alpha_{\text{eq}})} P^\circ \quad \text{car ici } P = P^\circ = 1 \text{ bar}$$

$$P(\text{HCl}) = \frac{3n_0\alpha_{\text{eq}}}{n_0(1+2\alpha_{\text{eq}})} P^\circ = \frac{3\alpha_{\text{eq}}}{1+2\alpha_{\text{eq}}} P^\circ$$

Ainsi l'équation demandée est: $\left(\frac{3\alpha_{\text{eq}}}{1+2\alpha_{\text{eq}}}\right)^3 \times \left(\frac{1+2\alpha_{\text{eq}}}{1-\alpha_{\text{eq}}}\right) = 10$

$$\frac{(3\alpha_{\text{eq}})^3}{(1+2\alpha_{\text{eq}})^2(1-\alpha_{\text{eq}})} = 10 \quad \left[\frac{27\alpha_{\text{eq}}^3}{(1+2\alpha_{\text{eq}})^2(1-\alpha_{\text{eq}})} = 10 \right]$$

15) Oui car l'enceinte est pressurisée à la pression P° constante.

Pour une transformation monobare, $\Delta H = Q$.

De plus, $dH = \frac{\partial H}{\partial T} dT + \Delta_n H^\circ_{\text{eff}} d\xi$ donc pour une transformation isotherme

$dT = 0$ donc $\Delta H = \Delta_n H^\circ_{\text{eff}}$. Ainsi $Q = \Delta_n H^\circ_{\text{eff}} = \Delta_n H^\circ n_0\alpha_{\text{eq}}$

A.N.: $Q = 143 \text{ kJ}$

16) D'après les questions 6) et 7) une augmentation de température déplace l'équilibre dans le sens direct ainsi $\alpha_{\text{eq}}(T_2) > 0,80$.

17) D'après la loi de Le Chatelier, une augmentation de pression le système va réagir de façon à s'y opposer ^{après} en diminuant la quantité de gaz.

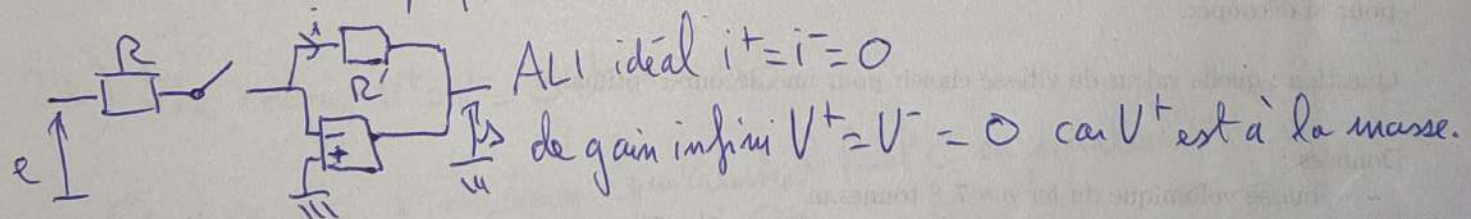
On a ici $\sum \nu_{i, \text{gaz}} = 2 > 0$ donc le sens direct augmente la quantité de gaz.

L'équilibre est donc déplacé dans le sens indirect.

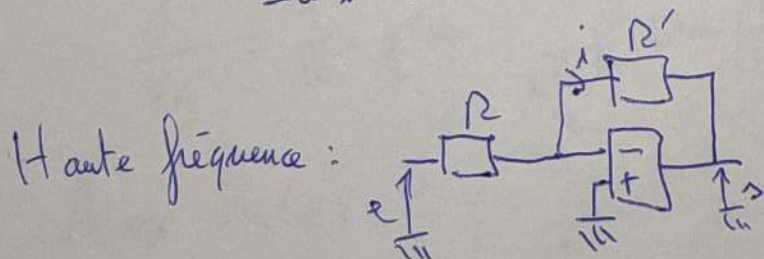
18) Dans l'énoncé on nous dit que cette production se fait à haute température et basse pression ce qui favorise le sens direct dans les deux cas.

II / 19) Dans chacun des deux montages on observe une rétroaction sur l'entrée - de l'ALI, ils fonctionnent donc en régime linéaire.

20) Basse fréquence: Condensateur = interrupteur ouvert



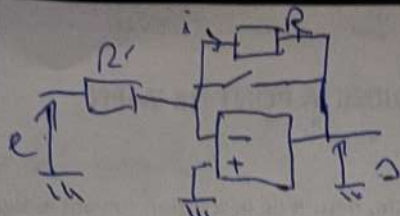
Ici $i = 0$ donc $u = V^- = 0$



Ici $i \neq 0$ donc u est non nulle.

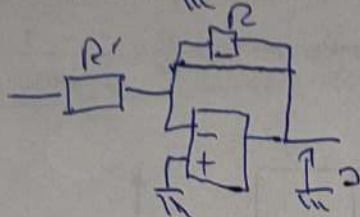
$\Rightarrow$ Ce filtre est passé-haut

20) BF:



$I_{ci} \neq 0$ donc
 $\Delta \neq V^- = 0$.

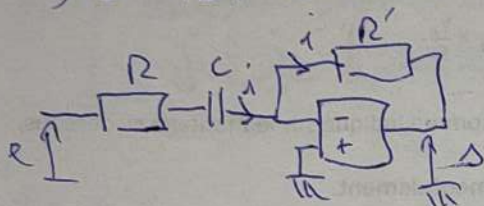
HF:



$I_{ci} \Delta = V^- = 0$

$\Rightarrow$ Parse-bas

21) L'ALI est idéal et de gain infini donc $V^+ = V^- = 0$
 $i^+ = i^- = 0$



$$I_{ci} i = \frac{e}{Z_R + Z_C} = \frac{-\Delta}{Z_{R'}}$$

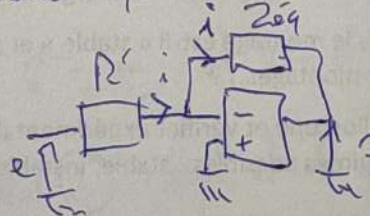
$$\frac{e}{R + \frac{1}{j\omega C}} = -\frac{\Delta}{R'} \Rightarrow H_1(\omega) = \frac{\Delta}{e} = \frac{-R'}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{-R'/R}{1 - j\frac{1}{RC\omega}}$$

En posant $A = -\frac{R'}{R}$ $\omega_c = \frac{1}{RC}$ $H_1(\omega) = \frac{A}{1 - j\frac{\omega_c}{\omega}}$

22) De même, $V^+ = V^- = 0$ et $i^+ = i^- = 0$.

On note Z_{eq} l'impédance équivalente à R et C en parallèle

$$\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{R} + j\omega C$$



$$i = \frac{e}{R'} = -\frac{\Delta}{Z_{eq}}$$

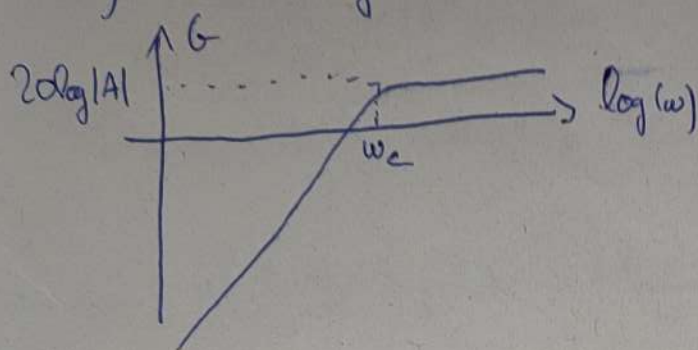
Ainsi $H_2(\omega) = \frac{\Delta}{e} = -\frac{Z_{eq}}{R'}$ on $\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1 + jRC\omega}{R}$ $Z_{eq} = \frac{R}{1 + jRC\omega}$

$$H_2(\omega) = -\frac{R}{R'(1 + jRC\omega)} = \frac{-R/R'}{1 + jRC\omega}$$

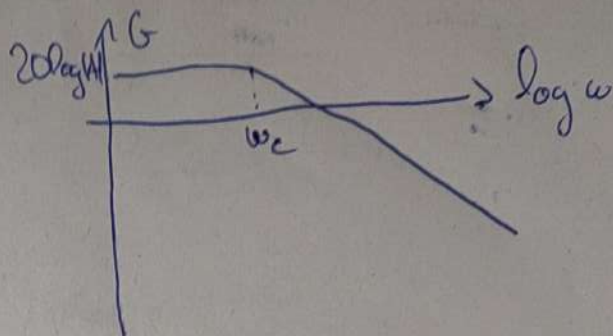
avec $A = -\frac{R}{R'}$ et $\omega_c = \frac{1}{RC}$

$$H_2(\omega) = \frac{A}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

23) Filtre de gauche:



Filtre de droite



24) Le bruit est à haute fréquence, il faut choisir un pass-bas donc le filtre de droite.

25) Son gain maximal est $G = 20 \log\left(\frac{R}{R'}\right) = 20$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{R}{R'}\right) = 1 \quad \frac{R}{R'} = 10^1 \quad R' = \frac{R}{10} = 100 \Omega$$

• La fréquence de coupure est $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$

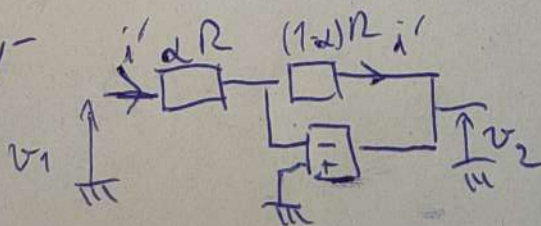
$$\rightarrow C = \frac{1}{2\pi R f_c} \Rightarrow C = 1,6 \text{ nF}$$

26) • En étudiant l'ALI ① de gain infini et idéal:

On a $V^+ = u$ et $V^- = v_1$ et $V^+ = V^-$ donc $u = v_1$

• En étudiant l'ALI ② idéal et de gain infini:

$$V^+ = 0 = V^-$$



$$\text{On a } i' = \frac{v_1}{\alpha R} = -\frac{v_2}{(1-\alpha)R}$$

$$v_2 = \frac{(\alpha-1)R}{\alpha R} v_1$$

$$v_2 = \frac{\alpha-1}{\alpha} v_1$$

$$\text{Donc } v_2 = \frac{\alpha-1}{\alpha} u$$

27) On utilise le condensateur C_0 : la tension à ses bornes est

$$i = \frac{u - v_2}{Z_{C_0}} = (u - v_2) j C_0 \omega$$

On $v_2 = \frac{\alpha - 1}{\alpha} v_1$ et $v_1 = u$ donc $v_2 = \frac{\alpha - 1}{\alpha} u$

$$i = u \left(1 - \frac{\alpha - 1}{\alpha} \right) j C_0 \omega = \left(\frac{\alpha - \alpha + 1}{\alpha} \right) j C_0 \omega u = j \frac{C_0}{\alpha} \omega u$$

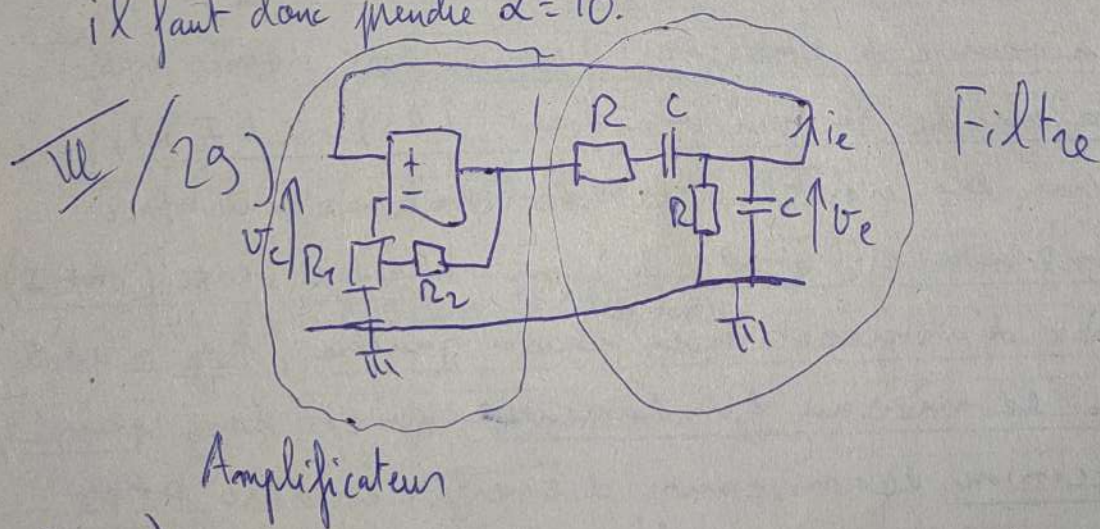
Ainsi $i = j \frac{C_0}{\alpha} \omega u$, ce montage est équivalent à un dipôle

de impédance: $Z = \frac{1}{j \frac{C_0}{\alpha} \omega}$ donc un condensateur de capacité

$$C = \frac{C_0}{\alpha}$$

28) Pour multiplier $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ par 10 on doit diviser C par 10

il faut donc prendre $\alpha = 10$.



30) L'ALI est idéal ainsi $i^+ = i^- = 0$ or $i_e = i^+$ donc $i_e = 0$.

31) $i = C \frac{dv_e}{dt} (E_1)$

$$32) \quad i = \frac{v_e}{R} + C \frac{dv_e}{dt} \quad (E_2)$$

$$33) \quad \text{Loi des mailles: } v_o - v_c - Ri - v_e = 0$$

$$v_o = v_c + v_e + Ri \quad (E_3)$$

$$34) \quad v_o = v_c + v_e + R \left(\frac{v_e}{R} + C \frac{dv_e}{dt} \right) \quad (E_3 \text{ et } E_2)$$

$$\frac{d}{dt} \left\{ \frac{dv_o}{dt} = \frac{dv_c}{dt} + \frac{dv_e}{dt} + \frac{dv_e}{dt} + RC \frac{d^2 v_e}{dt^2} \right.$$

$$\text{On } \frac{dv_c}{dt} = \frac{i}{C} \Rightarrow \frac{dv_o}{dt} = \frac{v_e}{RC} + \frac{dv_e}{dt} + 2 \frac{dv_e}{dt} + RC \frac{d^2 v_e}{dt^2}$$

$$\text{avec } \tau = RC \text{ on a } \frac{dv_o}{dt} = \tau \frac{d^2 v_e}{dt^2} + 3 \frac{dv_e}{dt} + \frac{v_e}{\tau}$$

35) (Mauvaise question)

36) L'ALI est idéal et de gain infini: $V^+ = v_e$

Par pont diviseur de tension (car $i^- = 0$) on a $V^- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_o = V^+ = v_e$

$$\text{Ainsi } \frac{v_o}{v_e} = A = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

$$37) \quad v_e = \frac{v_o}{A} \quad \text{ainsi } \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{A} \left(\tau \frac{d^2 v_o}{dt^2} + 3 \frac{dv_o}{dt} + \frac{v_o}{\tau} \right)$$

$$\text{donc } \tau \frac{d^2 v_o}{dt^2} + 3 \frac{dv_o}{dt} + \frac{v_o}{\tau} - A \frac{dv_o}{dt} = 0 \quad \text{d'où } \tau \frac{d^2 v_o}{dt^2} + \tau(3-A) \frac{dv_o}{dt} + v_o = 0$$

38) Un oscillateur harmonique est réalisé lorsque l'équation est $\tau^2 \frac{d^2 v_s}{dt^2} + v_s = 0$ il faut donc $A=3$

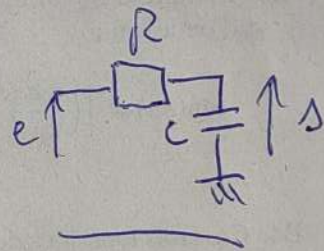
39) Dans ce cas là la pulsation est $\omega_0 = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{RC}$

Donc $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

40) Elle vient de l'alimentation de l'ALI.

41) On cherche à filtrer la partie du signal à la fréquence f_1 .
On doit ainsi faire passer le signal à travers un filtre passe-bas de fréquence de coupure $f_c \approx 2 \text{ kHz}$.

On peut faire le filtre suivant:



tel que $f_c = \frac{1}{2\pi RC} \approx 2 \text{ kHz}$

42) On observe une rétroaction sur l'entrée + de l'ALI.
Ce dernier fonctionne ainsi en régime saturé.

$v = \pm V_{\text{sat}}$

43) On suppose ainsi que $v = +V_{\text{sat}}$. Cela reste vrai tant que $E = v^+ - v^- > 0$. Il y a basculement pour $E = 0$.

On $v^- = 0$. L'ALI est idéal ainsi $i^+ = i^- = 0$.

Un pont diviseur de tension nous donne donc:

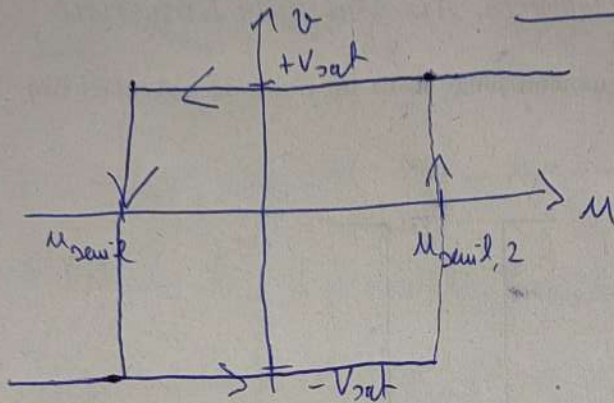
$$u - v^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (u - v) \text{ et } v = +V_{\text{sat}}$$

43) On cherche u_{seuil} t.q. $V^+ = 0$ d'où

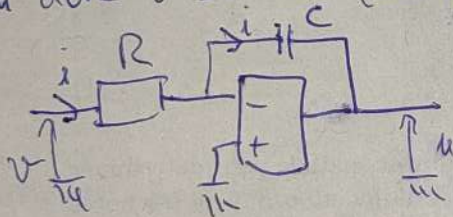
$$u_{seuil} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (u_{seuil} - V_{sat}) \Rightarrow u_{seuil} \left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$u_{seuil} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow u_{seuil} = -V_{sat} \frac{R_1}{R_2}$$

44)



45) L'ALI est idéal ainsi $i^+ = i^- = 0$. Il est aussi de gain infini donc $V^+ = V^- = 0$ (car V^+ à la masse).



$$\text{On a } i = \frac{v}{R} = -\frac{u}{Z_C} = -j\omega u$$

$$\hookrightarrow j\omega u = -\frac{1}{RC} v$$

46) Multiplier par $j\omega$ en notations complexes revient à dériver dans l'espace réel. Ainsi: $\frac{du}{dt} = -\frac{1}{RC} v$

47) Par primitive de l'équation précédente $u(t) = A - \frac{1}{RC} V_{sat} t$

$$\text{et } u(t=0) = u_{seuil,2} \Rightarrow A = u_{seuil,2} \Rightarrow u(t) = u_{seuil,2} - \frac{V_{sat}}{RC} t$$

48) On a vu que l'ACL du circuit 1 bascule lorsque

$$u = u_{\text{seuil}} = -V_{\text{sat}} \frac{R_1}{R_2} = -u_{\text{seuil},2}$$

L'ACL bascule au temps t_1 t.q. $u_{\text{seuil},2} - \frac{V_{\text{sat}}}{RC} t_1 = u_{\text{seuil}}$

$$\frac{V_{\text{sat}}}{RC} t_1 = u_{\text{seuil},2} - u_{\text{seuil}} = 2V_{\text{sat}} \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow t_1 = \underline{2RC \frac{R_1}{R_2}}$$

Après t_1 , $v = -V_{\text{sat}}$. Soit $t' = t - t_1$. En $t' = 0$, $u(t' = 0) = u_{\text{seuil}}$

On cherche t' tel que il y a a nouveau basculement

$$\frac{du(t')}{dt'} = \frac{V_{\text{sat}}}{RC} \quad u(t') = A' + \frac{V_{\text{sat}}}{RC} t' \quad \text{et} \quad u(t' = 0) = u_{\text{seuil}}$$

$$u(t') = u_{\text{seuil}} + \frac{V_{\text{sat}}}{RC} t' \quad \text{Basculement en } t'_2 \text{ t.q.} \quad u_{\text{seuil}} + \frac{V_{\text{sat}}}{RC} t'_2 = u_{\text{seuil},2}$$

$$t'_2 = \underline{2RC \frac{R_1}{R_2}} = t_1.$$

On peut ne pas faire les calculs de la partie [] en utilisant la figure 6 et en remarquant qu'il faut le même temps pour que u passe de $u_{\text{seuil},2}$ à u_{seuil} que pour l'inverse et qu'ainsi $t_1 = t'_2$.

Finalement la période d'oscillation est $T = t_1 + t'_2 = 4RC \frac{R_1}{R_2}$

$$\text{Donc } \underline{f = \frac{1}{4RC} \frac{R_2}{R_1}}$$

49) On veut donc $V_{\text{sat}} \frac{R_1}{R_2} = 2V$ et $\frac{1}{4RC} \frac{R_2}{R_1} = 1 \text{ kHz}$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega \text{ et } V_{\text{sat}} = 15V \text{ donc } R_1 = R_2 \frac{2}{15} \quad \underline{R_1 \approx 133 \Omega} \text{ donc } \underline{C = 1,98 \mu\text{F}}$$

50) Ces comportements sont :

- Son caractère passe-bas
- Sa vitesse limite de balayage (slow-rate)