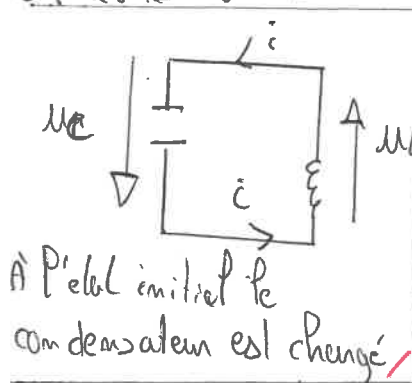


(Ps: Notation $\frac{duc}{dt} = i_c$ et $\frac{d^2uc}{dt^2} = \dot{i}_c$).

a. Représentation d'un schéma (condition pour un oscillateur harmonique).

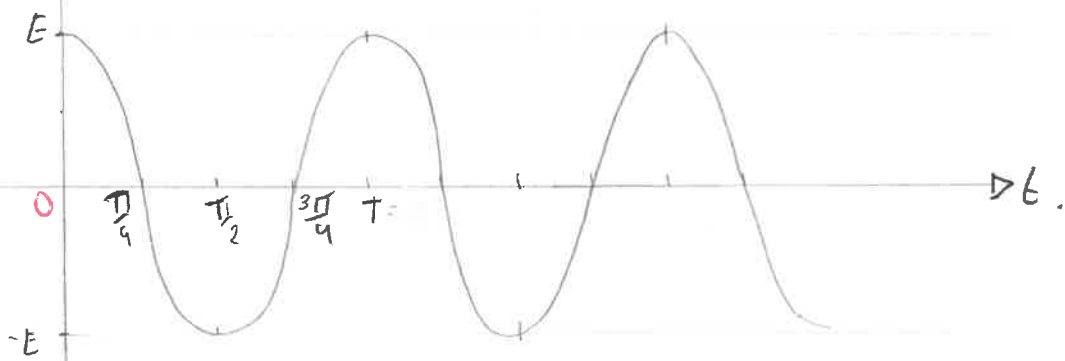


À l'état initial le condensateur est chargé.

Loi des mailles: $uc + u_L = 0 \Rightarrow uc + L \cdot \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow uc + \frac{L}{C} \cdot \frac{duc}{dt} = 0$
 On reconnaît on $\Rightarrow \ddot{uc} + \frac{1}{LC} uc = 0$ non amorti. (par continuité avec le condensateur).
 $\Rightarrow uc = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$ on $uc(0) = u_L(0) = E \Rightarrow A = E$
 $\Rightarrow \frac{duc}{dt} = -A \omega \sin(\omega t) + B \omega \cos(\omega t)$ on $i(0) = i_L(0) = 0$ par continuité avec la bobine.
 et $i = C \frac{duc}{dt}$.

Donc $i_c(0) = \frac{duc}{dt} \cdot C = 0$ Ainsi $\frac{duc}{dt}(0) = 0$.
 Ainsi $B = 0$. $\Rightarrow uc(t) = E \cos(\omega t)$.

Graphes:



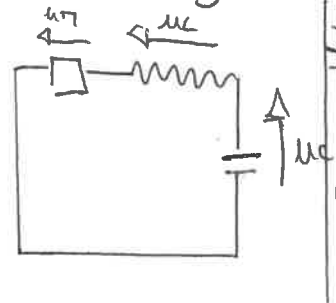
b. D'après la a) $\frac{d^2uc}{dt^2} + \omega_0^2 uc = 0$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Ainsi on a $P_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}}$.
 $\Rightarrow \sqrt{LC} = \frac{1}{2\pi \cdot P_0}$ Donc $C = \frac{1}{4\pi^2 P_0^2 \cdot L}$.

A.N: avec $P_0 = 5000 \text{ Hz}$. $L = 10 \cdot 10^{-3} \text{ H}$.

2CS suffisent.

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 5000^2 \cdot 10^{-2}} = 1,01 \cdot 10^{-7} \text{ F} = (\text{approx}) = 0,101 \mu\text{F}.$$

c. On a des pertes d'énergie par effet Joule, donc la bobine (résistive).
 $\rightarrow$ RRL Montage RLC dans la pratique.



Loi des mailles: $u_R + u_L + u_C = 0 \Rightarrow \frac{d^2uc}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{duc}{dt} + \frac{1}{LC} uc = 0$
 $\Rightarrow \ddot{uc} + \frac{R}{L} \dot{uc} + \omega_0^2 uc = 0$
 avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$.

On reconnaît OH amortis.

En régime permanent $u_C(t_{\infty}) = 0$.

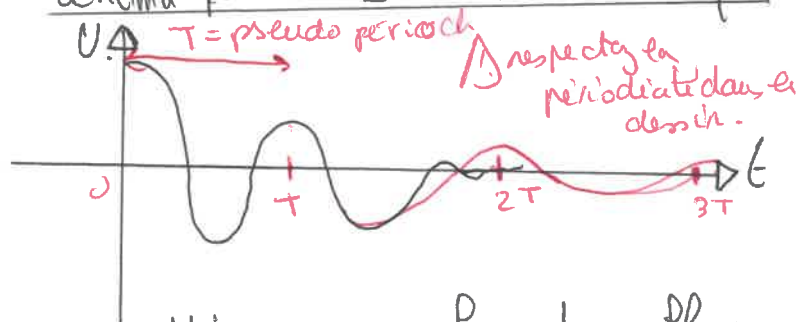
Pour un OH amortis, différencie ces :

régime apériodique $Q < \frac{1}{2}$

régime critique $Q = \frac{1}{2}$

régime pseudopériodique $Q > \frac{1}{2}$

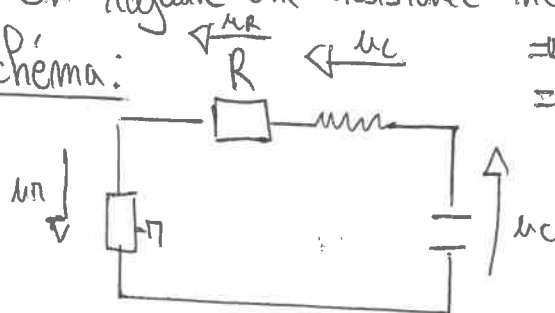
Schéma pour un régime pseudopériodique :



Voir cours pour les autres allures.

1. On rajoute une résistance négative (π).

Schéma :



$$\Rightarrow u_{\pi} + u_R + u_L + u_C = 0$$

$$\Rightarrow \ddot{u}(t) + u_C \left(\frac{R - \pi}{L} \right) + \frac{1}{LC} u_C = 0.$$

De plus, $R \neq \pi$ pour générer des oscillations quasipériodiques.

Pour le démarrage, il faut que $\pi > R$.

$R \rightarrow R^-$

2. • Rétroaction négative $\Rightarrow$ régime linéaire. $\mathcal{E} = 0 \Rightarrow V^+ = V^-$ et $V \neq V_e = V^+$.

On a $V_e - V^- = 0$ et $V^- - V_0 = R_1 i$

Et $V^+ = R_3 i$ et $V^+ - V_0 = R_2 i$.

$$V_0 \text{ \% de tension } \frac{-V^+}{-V_0} = \frac{R_3}{R_3 + R_2}$$

$$\Rightarrow V^+ = \frac{R_3}{R_3 + R_2} V_0 \quad V_0 = \frac{(R_3 + R_2) V^+}{R_3}$$

on cherche $-R_N = \frac{V_e}{i_e}$
l'impédance d'entrée du montage.

$\Rightarrow$ on $V^- - V_0 = R_1 i$. on $V = V_e$. Donc $V_e - V_0 = R_1 i$.

$\Rightarrow \frac{R_1}{R_3 + R_2} V_e = R_1 i$. De plus, $V^+ = V_e$

$$V_e - \frac{(R_3 + R_2)}{R_3} V^+ = R_1 i = V_e - \frac{(R_3 + R_2)}{R_3} V_e = R_1 i$$

$$\text{donc } V_e \left(-\frac{R_2}{R_3} \right) = R_1 i \text{ donc } V_e = -\frac{R_1 R_3}{R_2} i$$

$$\text{donc } -R_N = -\frac{R_1 R_3}{R_2} \text{ Autrement dit,}$$

$$R_N = \frac{R_1 R_3}{R_2}$$

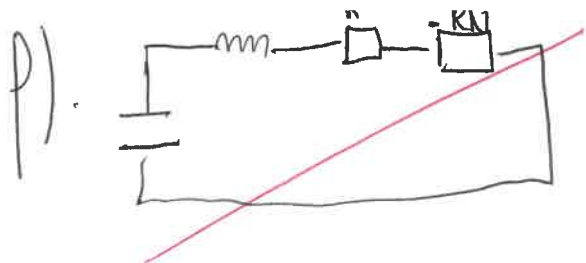
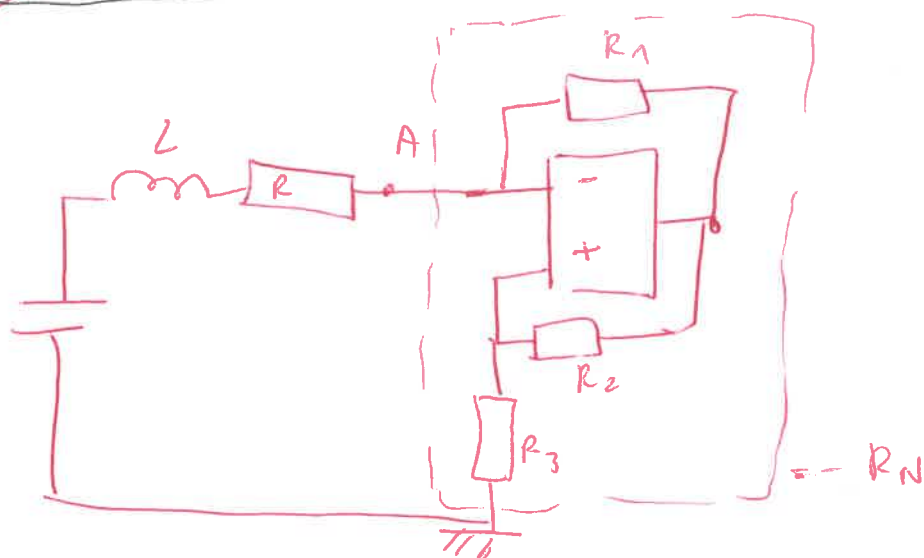
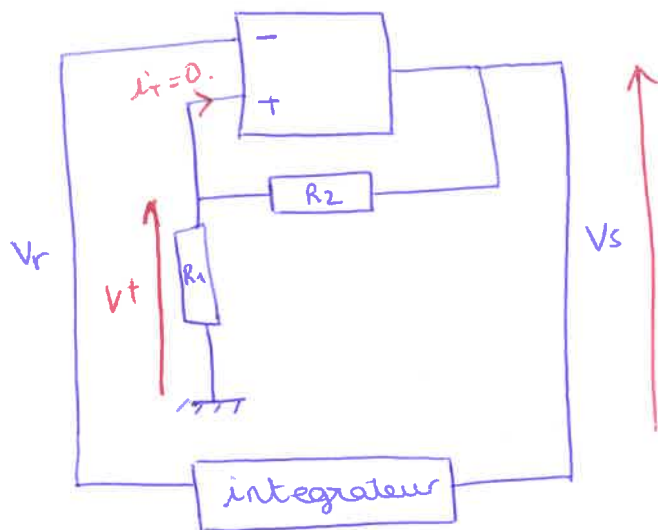


schéma complet du montage.





$$a) \quad \frac{V^+}{V_s} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow V^+ = \frac{R_1 V_s}{R_1 + R_2}$$

représenter les tensions ; justifier la relation utilisée et la nommer.
 " R_1, R_2 en série, on utilise un diviseur de tension. "

$$b) \quad \varepsilon = V^+ - V^-$$

$$V^- = V_r$$

$$\text{Donc } \varepsilon = \frac{R_1 V_s}{R_1 + R_2} - V_r$$

$$\varepsilon > 0 \quad V_s = +V_{sat}$$

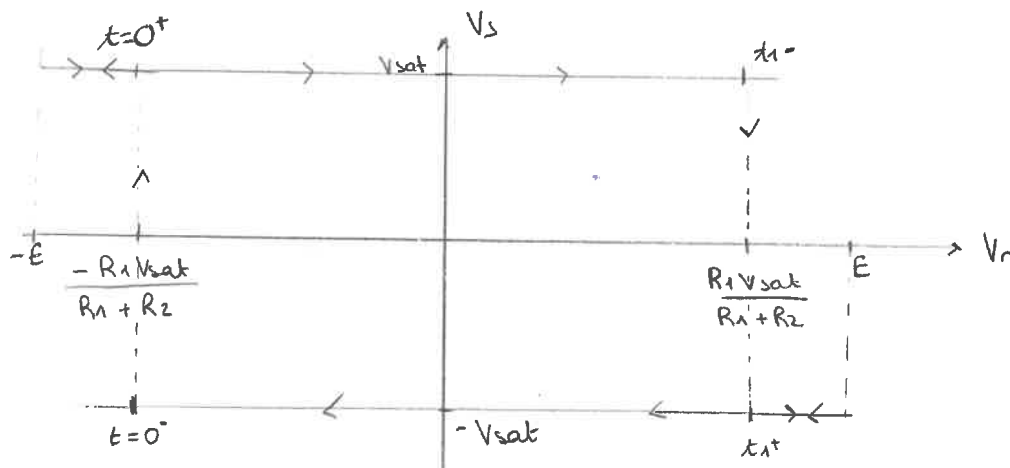
$$\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} - V_r > 0$$

$$V_r < \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$\varepsilon < 0 \quad V_s = -V_{sat}$$

$$\frac{-R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} - V_r < 0$$

$$V_r > \frac{-R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$



On pose $V_r(t=0) = E > \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$

$s = -V_{sat}$ et $V_r(t) \rightarrow$

→ le montage reste en saturation basse tant que $V_r < -R_1 V_{sat} / (R_1 + R_2)$
 lorsque $V_r = -R_1 V_{sat} / (R_1 + R_2) \rightarrow$ basculement

$$c) \quad V_r(t=0^-) = -\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \quad \checkmark$$

$$\varepsilon(t=0^-) = \frac{-R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} + \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} = 0 \quad \checkmark$$

$$\varepsilon(t=0^+) = +V_{sat}$$

$$0 < t < t_1$$

$$d) \quad \tau \frac{dV_r}{dt} = V_s$$

$$\text{À } t=0^+ \quad V_s = +V_{sat}$$

$$\frac{dV_r}{dt} = \frac{V_{sat}}{\tau}$$

$$\frac{dV_r}{dt} = \frac{V_s}{\tau}$$

$$V_r(t) = \frac{V_{sat}}{\tau} \times t + \text{cste} \quad \checkmark$$

$$V_r(t=0) = -\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} = \text{constante}$$

$$= -k V_{sat}$$

$$\text{d'où } k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\text{Donc } V_r(t) = \frac{V_{sat}}{\tau} \times t - \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \quad \checkmark$$

$\hookrightarrow$ pour $0 < t < t_1 \quad V_s = +V_{sat}$
 expression valable tant que $V_r < +k V_{sat}$

$$e) \quad t_1 < t < t_2$$

$$\text{À } t=t_1^+ \quad V_s = -V_{sat} \quad \checkmark$$

$\rightarrow$ l'ALI bascule de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$
 lorsque $t=t_1$

$$\frac{dV_r}{dt} = -\frac{V_{sat}}{\tau}$$

$$V_r(t) = -\frac{V_{sat}}{\tau} \times t + \text{cste} \quad \checkmark$$

dans cette question il n'y a pas
 d'éq. diff à résoudre on demande simplement

$$V_r(t_1^-) = +k V_{sat} = V_r(t_1^+)$$

$$V_s(t_1^-) = +V_{sat} \quad \text{et} \quad V_s(t_1^+) = -V_{sat}$$

$$V_r(t=t_1) = \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} = -\frac{V_{sat}}{\tau} \times t_1 + \text{cste} \Rightarrow \text{cste} = \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} + \frac{V_{sat}}{\tau} \times t_1$$

$$\text{Donc } V_r(t) = -\frac{V_{sat}}{\tau} \times t + \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} + \frac{V_{sat}}{\tau} \times t_1$$

$$V_r(t) = \frac{V_{sat}}{\tau} (t_1 - t) + \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \quad \checkmark$$

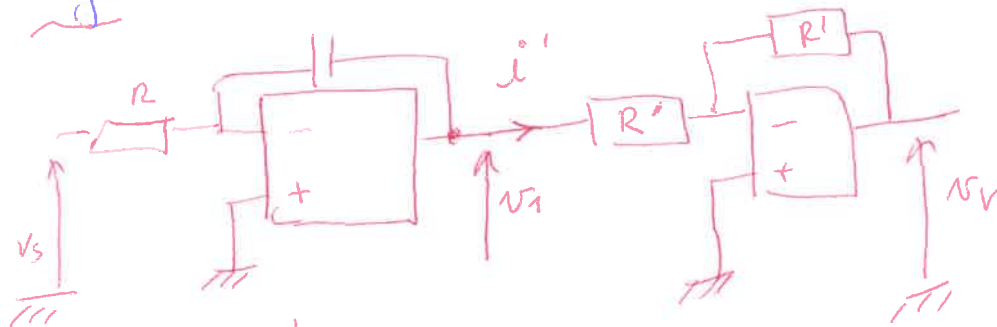
$$V_r(t_1^-) = \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$V_s(t_1^+) = -V_{sat}$$

$$V_r(t_1^+) = \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$V_s(t_1^-) = +V_{sat}$$

ε n'est pas une constante positive. Il faudrait utiliser un inverseur de gain à débiter!



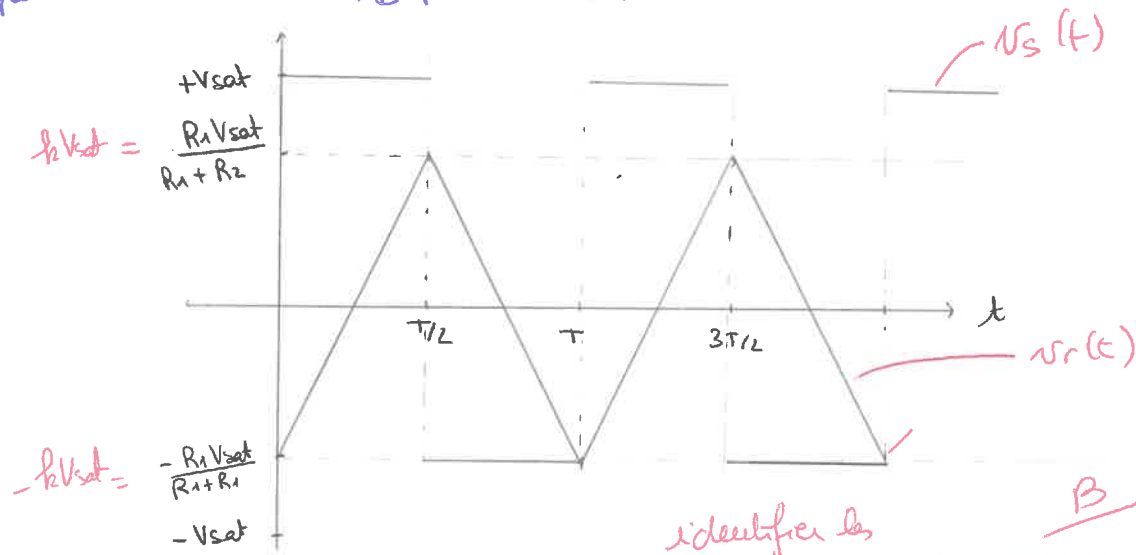
intégrateur.

$$V_1 = -\varepsilon \frac{dV_s}{dt}$$

$$V_r = -\frac{R'}{R} V_1 = -V_1$$

$$= \varepsilon \frac{dV_s}{dt}$$

⚠ Pas de problème si i' faible
 $\Rightarrow R'$ assez grand $R' \approx 100 \text{ k}\Omega$

autre méthode pour déterminer T :

identifier les courbes.
 $T = \frac{kV_{sat} - (-kV_{sat})}{\frac{dV_r}{dt} = \frac{V_{sat}}{\tau}} \rightarrow T = 4\tau$

g. $t \in [0, t_1]$

$$V_r(t) = \frac{V_{sat}}{\tau} t - \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$V_r(t_1) = \frac{V_{sat}}{\tau} t_1 - \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$\tau = \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow 2 \left(\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \right) = \frac{V_{sat}}{\tau} t_1$$

$$\Rightarrow \frac{2\tau \left(\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \right)}{V_{sat}} = t_1$$

$$\Rightarrow 2\tau \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = t_2$$

oh!

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \tau \frac{dV_r}{dt}$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$t \in [t_1, t_2]$

$$V_r(t_2) = -\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$V_r(t) = \frac{V_{sat}}{\tau} (t_2 - t) + \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$V_r(t_2) = \frac{V_{sat}}{\tau} (t_2 - t_1) + \frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2}$$

$$-2 \left(\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \right) = \frac{V_{sat}}{\tau} (t_2 - t_1)$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2\tau}{V_{sat}} \left(\frac{R_1 V_{sat}}{R_1 + R_2} \right)$$

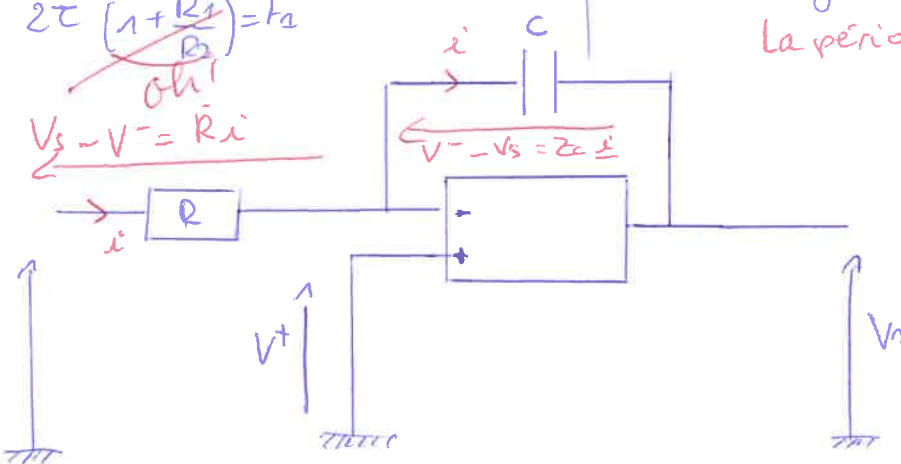
homogène

La période est $T = t_2 - t_1 + t_1$

$$= (t_2 - t_1) + t_1$$

$$= 4\tau \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$T = 4\tau$$



régime linéaire car rétroaction négative

$$\varepsilon = 0$$

$$V^+ = 0 \text{ donc } V^- = 0$$

$$V_s - V^- = R_1 i$$

$$V^- - V_r = \frac{1}{j\omega C} i$$

$$\frac{V_r}{V_s} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$V_s = -\frac{1}{j\omega RC} i$$

$$-RC \frac{dV_r}{dt} = V_s$$

homogénéité!