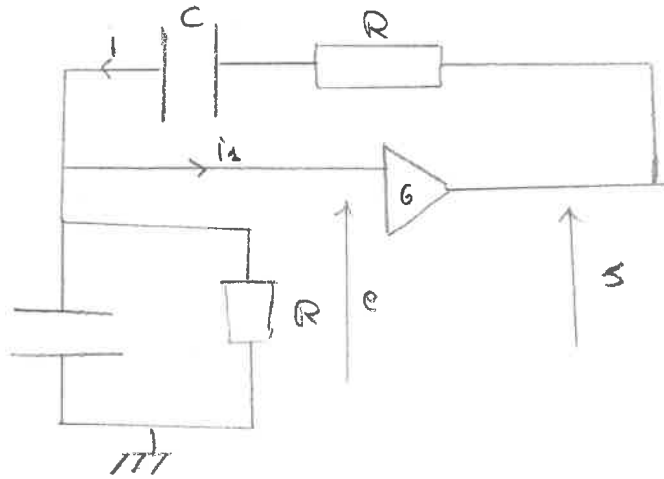


Moi d'indiquer le n° du TD

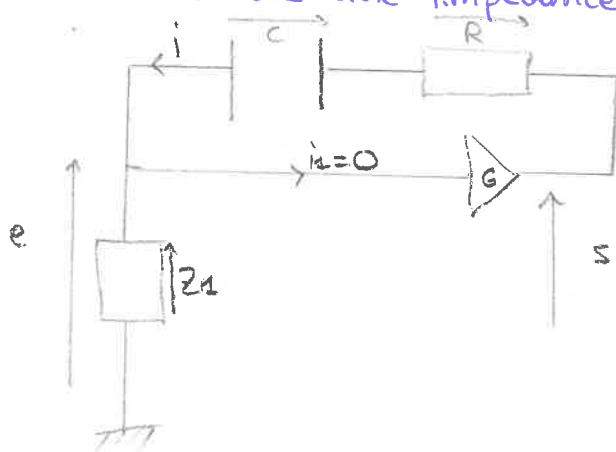
TD 4

I) Oscillateur de courant du 2^e ordre

1) D'après l'énoncé le gain $G = \frac{s}{e}$ possède une impédance d'entrée infinie. Ainsi $\underline{Z_e} = \frac{e}{i_1} \rightarrow \infty$

C'est à dire $i_1 \rightarrow 0$

2) On réalise une impédance équivalente en parallèle :



$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{R} + j\omega C$$

$$\Leftrightarrow Z_1 = \frac{R}{1 + j\omega RC}$$

On réalise une loi des mailles : $\underline{s} = R\underline{i} + \underline{Z_1}\underline{i} + \underline{e} =$

On sait que $\underline{s} = G\underline{e}$ et $\underline{e} - 0 = \underline{Z_1}\underline{i}$

Ainsi $\underline{s} = R\underline{i} + \underline{Z_1}\underline{i} + \underline{Z_1}\underline{i} = G\underline{e}$

$$\Leftrightarrow R\underline{i} + \underline{Z_1}\underline{i} + \underline{Z_1}\underline{i} = G\underline{Z_1}\underline{i}$$

$$\Leftrightarrow \underline{i} (R + \underline{Z_1} + \underline{Z_1}(1 - G)) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{i} \left(R + \frac{1}{j\omega C} + \frac{R}{1 + j\omega RC} (1 - G) \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{i} \left(R + j\omega RC + \frac{1}{j\omega C} + \frac{R}{1 + j\omega RC} (1 - G) \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{i} ((3 - G)j\omega RC + (j\omega RC)^2 + 1) = 0 \quad \text{passage en régime temporel}$$

$$\Leftrightarrow (3 - G)CR \frac{di}{dt} + (RC)^2 \frac{d^2 i}{dt^2} + i(1) = 0$$

Ainsi l'équation différentielle est: $\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{(3-G)}{RC} \frac{di}{dt} + \frac{1}{(RC)^2} i(t) = 0$

3) Le système oscille si $G < 3$ / **! Confusion.**

En effet le système oscille si tout les coefficients de l'équation ~~et est stable~~

différentielle sont de même signe. Ici tout doit être positif.

le système oscille si il est instable condition nécessaire de démarrage

$$\Rightarrow \boxed{G > 3}$$

1) Nous avons des oscillations sinusoïdales si l'équation différentielle correspond à celle d'un oscillateur harmonique d'équation :

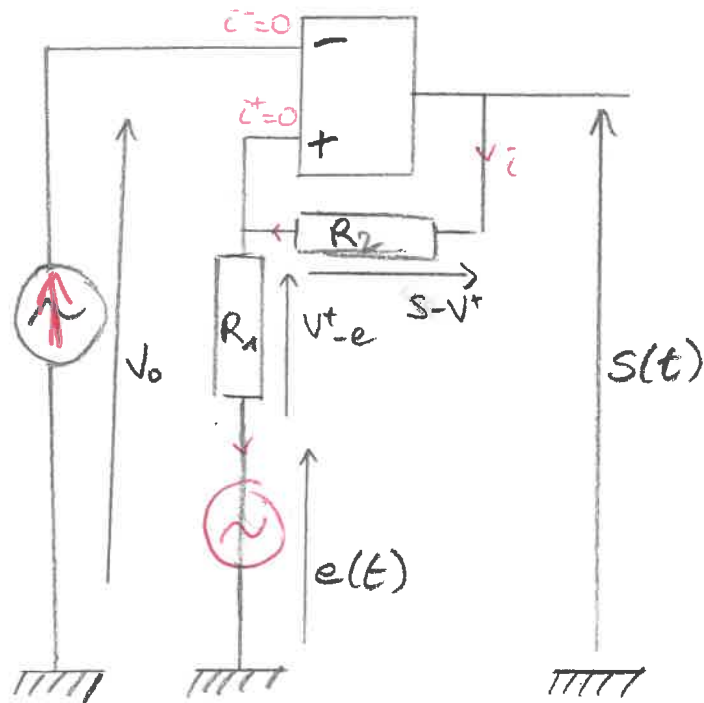
$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \omega_0^2 i(t) = 0$$

Pour cela G doit être égal à 3

$$\text{De plus } \omega_0^2 = \frac{1}{(RC)^2} \Leftrightarrow \omega_0 = \frac{1}{RC} = 2\pi f_0$$
$$\Leftrightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

Ainsi la fréquence est: $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

B quelques explications manquant sur le sens de parcours et la trace de $s(t)$ et $e(t)$.



1. Le montage ne dispose pas de rétroaction négative. Le régime de fonctionnement est donc le régime saturé ✓

2. On a d'après la loi d'Ohm:

$$V^+ - e = R_1 i \quad \text{et} \quad s - V^+ = R_2 i$$

$$\text{Donc} \quad \frac{V^+ - e}{s - V^+} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{Donc} \quad R_2(V^+ - e) = R_1(s - V^+)$$

$$\text{Ainsi} \quad V^+ = \frac{R_1 s + R_2 e}{R_1 + R_2} \quad \checkmark$$

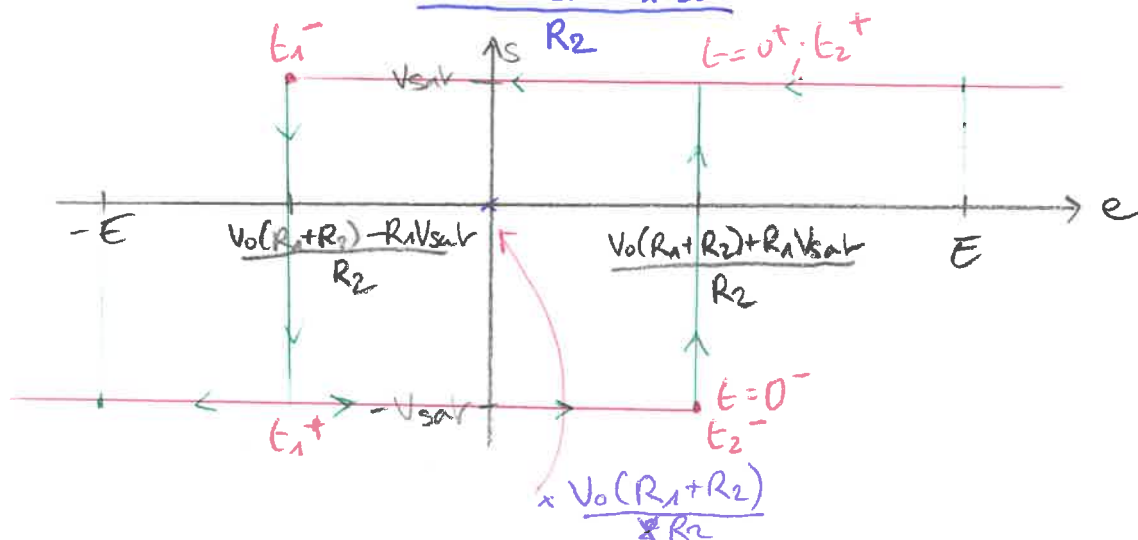
3. On a $E = V^+ - V^-$ avec $V^- = V_0$ ✓

Ainsi $E > 0$ et $s = +V_{\text{sat}}$, avec V_{sat} la tension maximale délivrée par l'ALI, si $\frac{R_1 V_{\text{sat}} + R_2 e}{R_1 + R_2} - V_0 > 0$ ✓

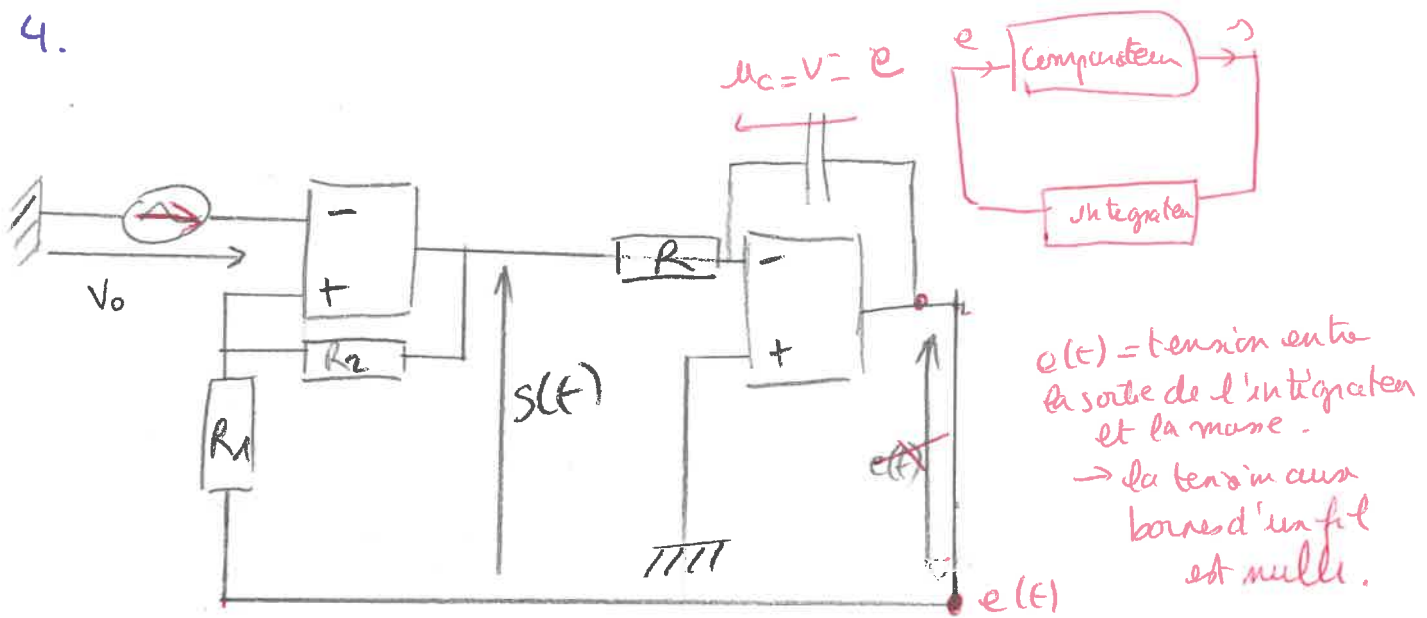
c'est-à-dire si $e > \frac{V_0(R_1 + R_2) - R_1 V_{\text{sat}}}{R_2}$

et $E < 0$, $s = -V_{\text{sat}}$ si $\frac{-R_1 V_{\text{sat}} + R_2 e}{R_1 + R_2} - V_0 < 0$

c'est-à-dire si $e < \frac{V_0(R_1 + R_2) + R_1 V_{\text{sat}}}{R_2}$



4.



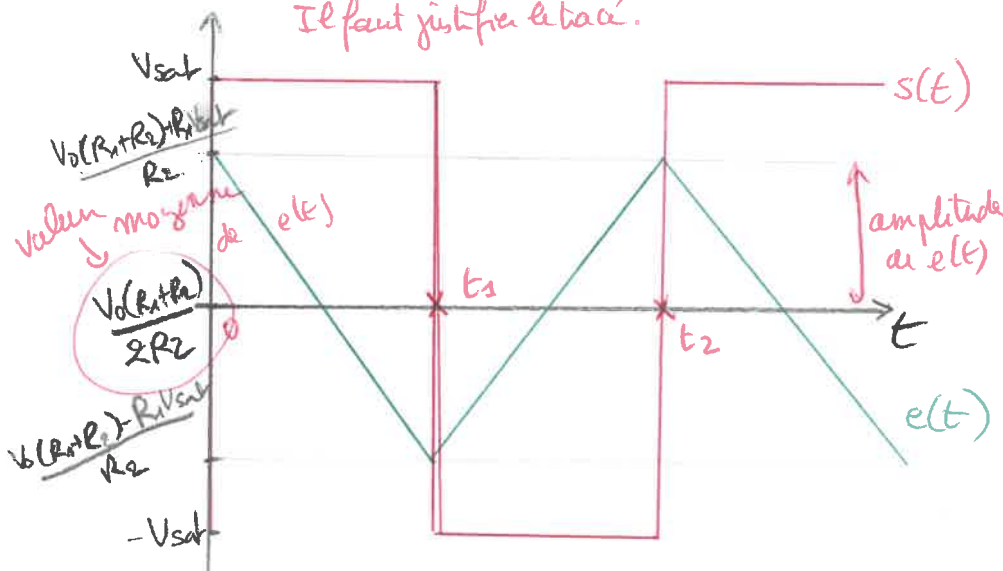
5. $s(t=0^-) = -V_{sat}$ et $e(t=0^-) = \frac{V_0(R_1+R_2) + R_1 V_{sat}}{R_2}$

$e(t)$ est continue car le condensateur impose la continuité de la tension en sortie de l'intégrateur. $\mu_c = V^- - e$
 et $V^- = 0$ donc $\mu_c = -e$.

6. On a $\frac{E}{S} = -\frac{1}{\tau_p}$ donc $E\tau_p = -S$

donc $\frac{de}{dt} = -\frac{1}{\tau} s(t)$

Il faut justifier la trace.



pour $t > 0$ $s = +V_{sat}$
 donc $\frac{de}{dt} = -\frac{V_{sat}}{\tau}$

→ $e(t)$ est affine décroissante jusqu'à t_1 où le comparateur bascule en saturation basse.

pour $t > t_1$ $s = -V_{sat}$

$\frac{de}{dt} = +\frac{V_{sat}}{\tau}$

$e(t)$ est affine croissante jusqu'à t_2 où le comparateur rebasculera en saturation haute.

→ le cycle est entièrement décrit.

7. On a $\frac{V_0(R_1+R_2) + R_1 V_{sat}}{R_2} \leq V_{sat}$ donc $V_0 \leq \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$

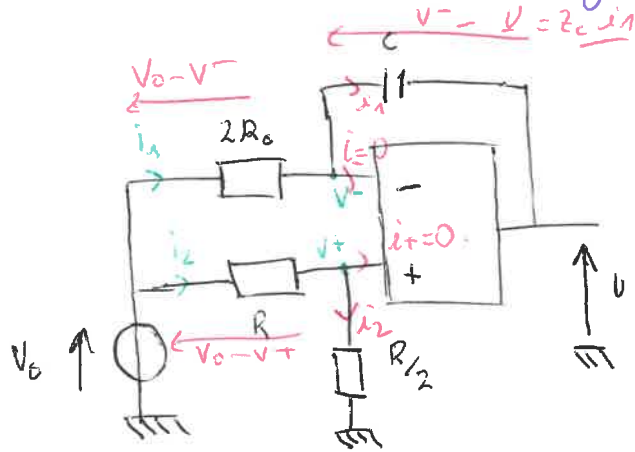
et $\frac{V_0(R_1+R_2) - R_1 V_{sat}}{R_2} \geq -V_{sat}$ donc $V_0 \geq \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}$

Ainsi $\frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} V_{sat} \leq V_0 \leq \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$

a) 1^{er} ALI : régime linéaire car rétroaction négative.

2^{ème} ALI : régime saturé car pas de rétroaction négative.

b) Pour K ouvert le montage devient :



On a : $V^+ = \frac{R}{2} i_2$

$$V_0 - V^+ = R i_2$$

$$V_0 - V^- = 2R_0 i_1$$

$$V^- - u = \underline{Z}_C i_1$$

représenter les tensions sur le schéma.

Alors : $i_2 = 2V^+ = V_0 - V^+ \Rightarrow V^+ = \frac{V_0}{3}$

$$i_1 = \frac{V_0 - V^-}{2R_0} = \frac{V^- - u}{\underline{Z}_C} \Rightarrow V^- = \frac{V_0 \underline{Z}_C + 2R_0 u}{2R_0 + \underline{Z}_C}$$

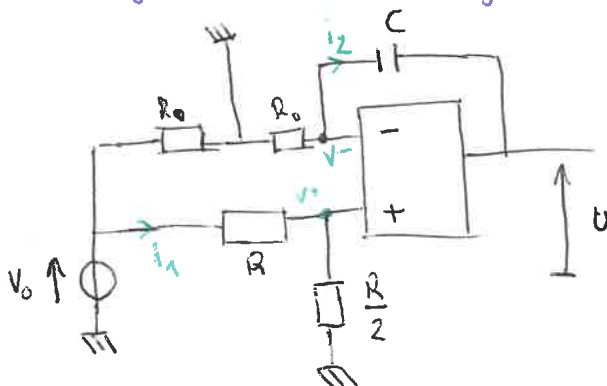
Or $\varepsilon = V^+ - V^- = 0$, d'où

$$\frac{V_0}{3} = \frac{\frac{V_0}{j\omega C} + 2R_0 u}{2R_0 + \frac{1}{j\omega C}} \Rightarrow \frac{V_0}{3} = \frac{V_0 + 2R_0 u j\omega C}{2R_0 j\omega C + 1}$$

$$\Rightarrow V_0 (2R_0 j\omega C + 1) = 3V_0 + 6R_0 j\omega C u$$

$$\Rightarrow V_0 = 3V_0 + 6R_0 C \frac{du}{dt} \Rightarrow \frac{du}{dt} = -\frac{V_0}{3R_0 C}$$

Pour K fermé le montage devient :



On a : $V_0 - V^+ = R i_1$

$$V^+ = \frac{R}{2} i_1$$

$$V^- - u = \underline{Z}_C i_2$$

$$-V^- = R_0 i_2$$

Alors $i_1 = V_0 - V^+ = 2V^+ \Rightarrow V^+ = \frac{V_0}{3}$

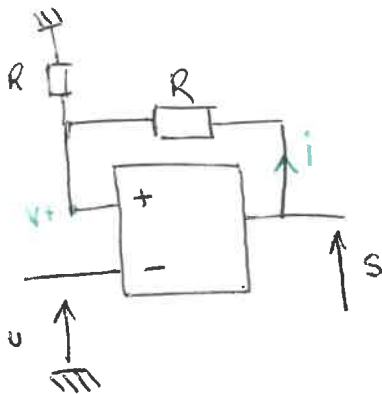
$$i_2 = \frac{V^- - u}{Z_c} = \frac{-V^-}{R_0} \Rightarrow V^-(R_0 + Z_c) = R_0 u \Rightarrow V^- = \frac{R_0 u}{R_0 + Z_c}$$

Or $V^+ = V^- \Rightarrow \frac{V_0}{3} = \frac{R_0 u}{R_0 + Z_c} \Rightarrow \frac{V_0}{3} = \frac{R_0 C j \omega u}{1 + j R_0 C \omega}$

$$\Rightarrow V_0 (1 + j R_0 C \omega) = 3 R_0 j C \omega u \Rightarrow V_0 = 3 R_0 C \frac{du}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{du}{dt} = \frac{V_0}{3 R_0 C}$$

c)



D'après la loi d'Ohm:

$$S - V^+ = R i$$

$$V^+ = R i$$

$$\Rightarrow \frac{V^+}{R} = \frac{S - V^+}{R} \Rightarrow V^+ = \frac{S}{2}$$

d) Le 2^e ALI est en saturation haute si $E = V^+ - V^- > 0$

Or $E = \frac{S}{2} - u > 0$, et dans ce cas $S = V_{SAT}$

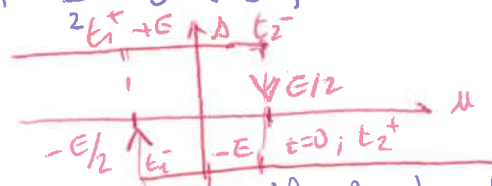
Ainsi $u < \frac{V_{SAT}}{2}$

Condition de basculement $E=0$
 $u = +V_{SAT}/2$

Alors pour que l'ALI passe en saturation basse il faut $u > \frac{V_{SAT}}{2}$

e) La saturation basse est atteinte si $\frac{S}{2} - u < 0$, dans ce cas

$S = -V_{SAT}$ donc $u > -\frac{V_{SAT}}{2}$



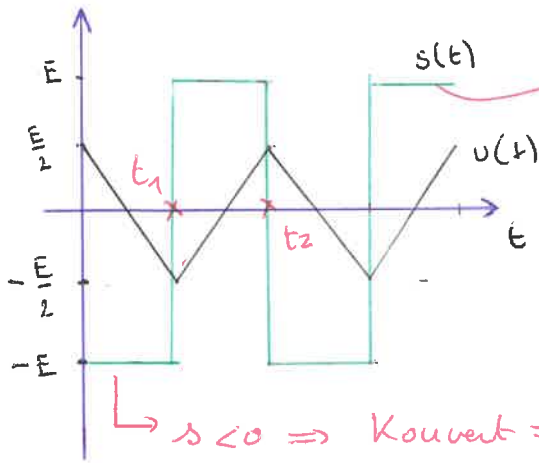
Finalement pour basculer en saturation haute il faut donc

$$u < -\frac{V_{SAT}}{2}$$

! l'ALI bascule lorsque $E=0$

on peut tracer la caractéristique de transfert, même si pas demandé
cela aide à la résolution ultérieure

f) $u(t=0) = \frac{E}{2}$ et $s(t=0) = -E$, avec les questions b, d et e on a:
TROP RAPIDE



$s(t) > 0 \Rightarrow K \text{ fermé} \Rightarrow \frac{du}{dt} = +\frac{V_0}{3R_0C}$
 $u(t)$ est affine croissante

$\hookrightarrow s < 0 \Rightarrow K \text{ ouvert} \Rightarrow \frac{du}{dt} = -\frac{V_0}{3R_0C}$ $u(t)$ affine décroissante

g) On suit d'après la question b) que lorsque K est ouvert

$$\frac{du}{dt} = -\frac{V_0}{3R_0C}$$

D'autre part :

$$\frac{du}{dt} = \frac{u(t=\frac{T}{2}) - u(t=0)}{\frac{T}{2} - 0} = \frac{-\frac{E}{2} - \frac{E}{2}}{\frac{T}{2}}$$

$$= \frac{-E}{\frac{T}{2}} \times 2$$

Alors $\frac{-2E}{\cancel{T}} = -\frac{V_0}{3R_0C} \Rightarrow T = \frac{\cancel{2}ER_0C}{\cancel{2}V_0}$

Alors $f = \frac{1}{T} = \frac{\cancel{2}V_0}{\cancel{2}ER_0C}$