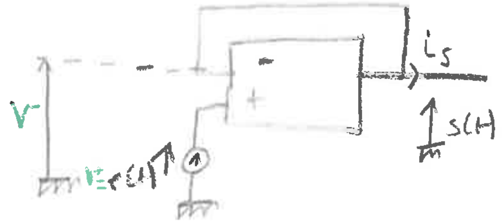
TD 2 Exercice 1 Groupe 2

a) Montage suiveur



En régime linéaire, $\mu = \frac{s}{\varepsilon} \to \infty$ (gain différentiel infini)

donc $\varepsilon = 0$

$\varepsilon = V^+ - V^- = 0$

On a $V^+ = e$ et $V^- = s$

donc $\varepsilon = e - s$

$\Leftrightarrow e = s$

b) Il (qui ça ?) a sans doutes réalisé une rétroaction positive dans son montage. Ce qui implique que le montage est en régime saturé.

Ainsi, s ne peut prendre que deux valeurs :

$s = +V_{sat}$ si $\varepsilon > 0$

$s = -V_{sat}$ si $\varepsilon < 0$

Or, le signal renvoyé sur l'oscilloscope est bien $s^{(+)} = -V_{sat} = -14{,}6$ V.

B

c) On a un signal d'entrée de 5V soit 10 Vpp.

le signal de sortie est ~~triangulaire~~ sinusoïdal donc le montage ne fonctionne pas en régime linéaire

Si il y a un problème il viendra de la vitesse de Balayage. D'après le data sheet elle ne doit pas être ~~inferieur~~ supérieure à (0,25 V/µs) sous peine de saturation.

oui... ordre de grandeur 1V/µs

~~Slew Rate (SR)~~ = $(2\pi)F V_{pp}$

si $e(t) = E\cos(2\pi f t)$ f = fréquence du signal d'entrée

$\left|\frac{de}{dt}\right| = 2\pi\, \cancel{1}\,1{,}2\times10^6 \times \cancel{10}\, 5$ $\left|\frac{de}{dt}\right| = E\,2\pi f$

$= \cancel{62}\ 38 \times 10^6$ V/s $= \cancel{62}\ \cancel{38}\ 38$ V/µs $\gg$ SR = 0,25 V/µs | B

Donc pas de fontionnemnt en Régime linéaire.

Calcul de la fréquence limite. Ne pas mélanger expression numérique et littérale ! oui

$SR_{Lim} = 0{,}25 = 2\pi F \times \cancel{V_{pp}}\, E \Leftrightarrow \frac{\cancel{0{,}25}\ SR_{lim}}{2\pi \cancel{V_{pp}}\, E} = F$ AN : 8 kHz = F_{max}.

expression numérique avant AN $f_{max} = \frac{0{,}25\times10^6}{2\pi\times5}$

Un fréquence de 8kHz sera la fréquence max

B

Qui permet de conserver le signal sinusoïdale.

d) Non ~~ces deux~~ crénaux ne sont pas linéaire

Attention le montage ne fonctionne pas en régime linéaire car à 1 entrée sinusoïdale ne correspond pas une sortie sinusoïdale mais une sortie

s'explique par la relation suivante sachant que avec l'apparition de la Resistance on a la relation suivante $e(t) = s(t) = Ri_s \iff \frac{e(t)}{R} = i_s$.

le data sheet impose un courant de sortie maximale de 10mA.

Après Calcule on trouve un ~~tension~~ courant de sortie nécessaire $\frac{e(t)}{R} = i_s$ $\frac{5}{100} = 50\,mA$ Soit largement supperieur à i_s max du datasheet.

Si on veux un fonctionnement linéaire il faut que ça respecte le datasheet

$i_s < i_{s\,MAX}$

$\Rightarrow$ augmenter R

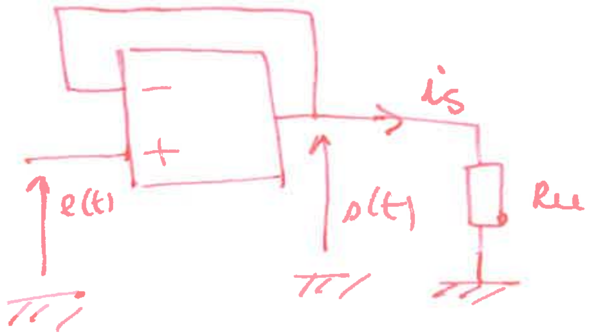
$\frac{e(t)}{i_s} = R \iff \frac{5}{0,1} = 500\,\Omega$.

$\frac{e(t)}{R} < i_{s\,max}$

$R > 500\,\Omega$

Fonctionnement linéaire.

→ schéma !



Groupe 8

II - Etude de la stabilité du montage.

1 - A priori, le système est instable car il y a la présence de boucles de rétroaction positive, → mais aussi une rétroaction négative ⇒ il existe une compétition entre stabilité et instabilité.

2 - Fonction de transfert : $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e}$

On a un gain différentiel infini donc

$$\mu = \frac{s}{\varepsilon} \to +\infty \quad \text{donc} \quad \varepsilon = 0$$

$$\varepsilon = v^+ - v^- = 0$$

$Ri = -v^+ = v^+ - V_s$ d'où $\boxed{v^+ = \frac{V_s}{2}}$

⚠ → impératif de refaire le schéma le sens de i n'est pas défini et vous avez 2 valeurs de i ≠ .

$Ri' = V_e - v^-$

$Z_c i' = v^- - V_s$

$$\text{d'où} \quad \frac{v^-}{R} + \frac{v^-}{Z_c} = \frac{V_e}{R} + \frac{V_s}{Z_c}$$

$$Z_c V_e - Z_c v^- = R v^- - R V_s$$

Ainsi, on obtient $v^- = \frac{Z_c V_e + R V_s}{R + Z_c} = \frac{V_e}{1 + jRC\omega} + \frac{V_s}{1 + \frac{1}{jRC\omega}}$

$$\boxed{v^- = \frac{V_e}{1 + jRC\omega} + \frac{V_s}{1 + \frac{1}{jRC\omega}}}$$

On avait $v^+ - v^- = 0$

$$\frac{V_s}{2} - \frac{V_s}{1 + \frac{1}{jRC\omega}} - \frac{V_e}{1 + jRC\omega} = 0$$

$$V_s \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{1 + \frac{1}{jRC\omega}} \right) = \frac{V_e}{1 + jRC\omega}$$

$$\underline{H} = \frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + jRC\omega} \times \frac{2(1 + jRC\omega)}{1 - jRC\omega} = \frac{2}{1 - jRC\omega}$$

$$\boxed{\underline{H} = \frac{2}{1 - jRC\omega}}$$

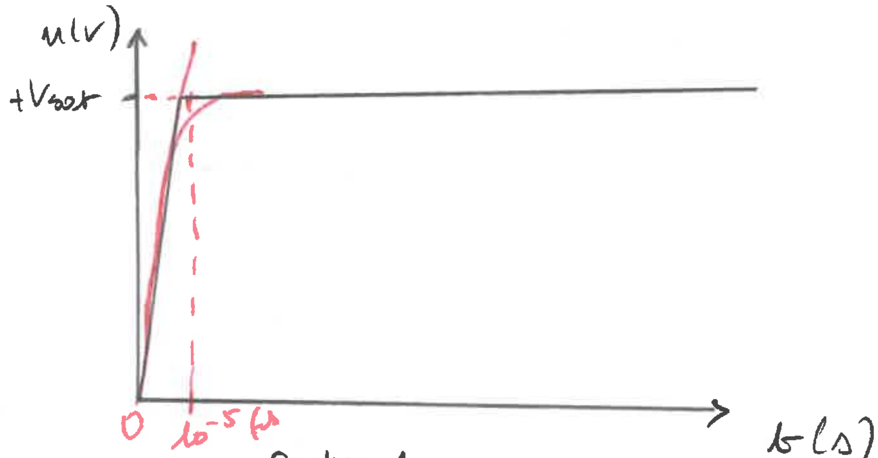
Le polynôme en $(j\omega)$ ~~a~~ des coefficients de signes distincts donc le système est instable.

3 –

$\tau = RC = 10^3 \times 10^{-8} = 10^{-5}s = \cancel{10 \mu s}\ 10^{-5}s$

$\tau = 10^{-5}s$

$Ve = 1\mu V = 10^{-6}V$



Ordre 1

TD 2 Exercice 3 groupe 1

1) Pour les 3 montages les ALI ont des rétroactions négatives donc fonctionnent en régime linéaire. /

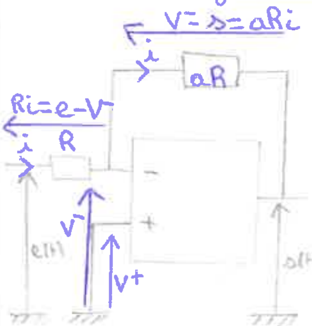
2) Figure 1 : $\underline{H} = \frac{\underline{S}}{\underline{E}} = -\frac{\underline{Z_c}}{R}$

en régime fréquentiel : $\frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{-1}{jRC\omega} = \underline{H}$

$\Leftrightarrow \underline{s} = -\frac{\underline{e}}{jRC\omega}$

posons $\omega_0 = \frac{1}{RC}$, $\boxed{s(t) = -\omega_0 \int e(t)\,dt}$ => montage intégrateur /

Figure 2 :



$\varepsilon = 0$

$V^+ - V^- = 0$

$V^+ = 0$

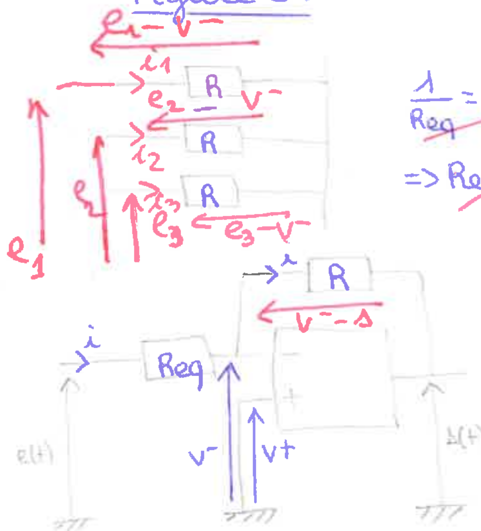
$i = \frac{e - V^-}{R} = \frac{V^- - s}{aR}$ or $\varepsilon = V^+ - V^- = 0$ et $V^+ = 0 \Rightarrow V^- = 0$

$\Leftrightarrow \frac{e}{R} = \frac{-s}{aR} \Leftrightarrow \frac{s}{e} = -\frac{aR}{R} \Rightarrow G = -\frac{aR}{R}$

Ainsi $\boxed{s(t) = -\frac{aR}{R} e(t)}$ => montage inverseur /

$s(t) = -a\,e(t)$ simplifier

Figure 3 :



~~$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}$~~

~~=> $Req = \frac{R}{3}$~~

⚠ ces 3 résistances ne sont pas en // ; elles ne sont pas soumises à la même tension

$i = i_1 + i_2 + i_3$

$i = \frac{e_1 - V^-}{\cancel{Req}\, R} = \frac{V^- - s}{R}$ or $\varepsilon = V^+ - V^- = 0$ et $V^+ = 0 \Rightarrow V^- = 0$ oui

$\Leftrightarrow \frac{e}{Req} = \frac{-s}{R} \Leftrightarrow \frac{s}{e} = -\frac{R}{Req} = -\frac{3R}{R} \Rightarrow G = -3$

Ainsi ~~$\boxed{s(t) = -3e(t)}$~~ => montage inverseur

4) L'ALI de la figure 3 est le premier ALI de la cascade. oui

Figure 2 est l'ALI d'en dessous. /

Figure 1 est le 2e et 3e ALI de la cascade. / B

$i_1 = \frac{e_1}{R}$

$i_2 = \frac{e_2}{R}$ $i_3 = \frac{e_3}{R_3}$

$i = -\frac{s}{R} = \frac{e_1}{R} + \frac{e_2}{R} + \frac{e_3}{R} \longrightarrow s = -(e_1 + e_2 + e_3)$

sommateur inverseur.

refaire un schéma !

5) $\frac{e}{V_M} = -\frac{R}{R} = -1$ $\qquad \frac{V_N}{V_M} = -\frac{1}{jRC\omega}$ $\qquad \frac{s}{V_N} = -\frac{1}{jRC\omega}$

Veillez à l'homogénéité

$\frac{V_Q}{V_N} = -\frac{aR}{R} \cancel{\times R} = -\frac{a\cancel{R}}{\cancel{A}}$ formule de black ??? HS ici

ALI 1 $\boxed{V_n = -(e+s+V_p)}$

$$\underline{H}_{eq1} = \frac{\frac{1}{jRC\omega}}{1-\frac{aR}{jRC\omega}} = \frac{\frac{1}{jRC\omega}}{1-\frac{a}{jC\omega}}$$

$$\underline{H} = \underline{H}_{eq1} \times \underline{H}_{eq2} = \frac{\frac{1}{jRC\omega}}{1-jRC\omega-\frac{a}{jC\omega}+aR}$$

$\rightarrow V_n = -jRC\omega V_N$

$V_N = -jRC\omega s$

$V_n = (-jRC\omega_0)^2 s$

$$\underline{H}_{eq2} = -\frac{1}{\frac{R}{R}-jRC\omega} = -\frac{1}{1-jRC\omega}$$

on cherche $\frac{s}{e}$

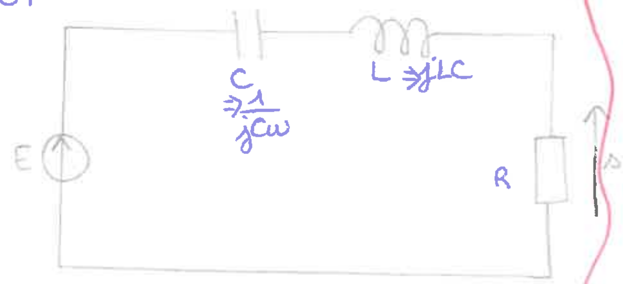
$V_p = -aV_N = +ajRC\omega_0 s$

$\Rightarrow$ filtre pseudo-intégrateur

$(RC\omega_0)^2 s = -(e+s+ajRC\omega_0 s)$

$s[1+aRCj\omega - RC\omega^2] = -e$

6)



diviseur de tension : $\underline{s} = \underline{e}\,\frac{R}{R+\frac{1}{jC\omega}+jL\omega}$

$$\underline{H} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{R}{R+j(L\omega-\frac{1}{C\omega})} = \frac{H_0}{1+jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

passe-bande OK si la réponse à la question 4 est un passe-bande ... ce n'est pas le cas.

on veut un passe-bas

$\Rightarrow$ prendre la sortie aux bornes de C

$$\underline{H} = \frac{Z_C}{R+Z_C+Z_L} = \frac{1/jC\omega}{R+1/jC\omega+jL\omega} = \frac{1}{1+jRC\omega+\cancel{\ldots}(\omega)^2}$$

7) L'intérêt d'un tel système : il permet de simuler le comportement d'un ~~intégrateur ou~~ d'un filtre du second ordre sans nécessiter d'inductances. de paramètres réglables facilement.

$$\frac{s}{e} = \frac{-1}{1+a\frac{j\omega}{\omega_0}+\left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$ $\rightarrow$ forme canonique d'un filtre passe-bas d'ordre 2.

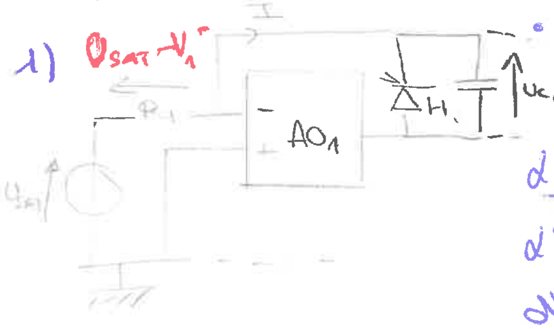
$$= \frac{H_0}{1+\frac{j\omega}{\omega_0}Q+\left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

donc $H_0 = -1$ $\quad Q = a$ $\quad \omega_0 = \frac{1}{RC}$

Exercice IV - TD 2 : Groupe 8

Veillez à laisser une marge

1) $U_{sat} - V_1^-$



• $\varepsilon_1 = V_1^+ - V_1^- = 0$ Or $V^+ = 0$ D'où $V^- = 0$

• $R_1 I = U_{sat} - V_1^-$
$= U_{sat}$
$\Rightarrow I = \frac{U_{sat}}{R_1}$

L'AO1 ~~est un inverseur~~. = source de courant alimente C_1

L'AO2 et l'AO3 sont des suiveurs et permettent d'avoir u_{c_1} en sortie pas tout à fait $u_{C_1} = s_3 - s_2$

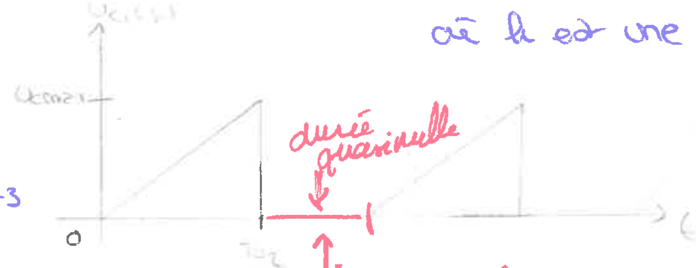
2) Quand H2 est fermé, $u_{c_1} = 0$

• Pour $t \in [0; T_{H_2}]$, H2 est ouvert.

Par les lois du condensateur, $I = \frac{C\,du_{c_1}}{dt} \Rightarrow u_{c_1}(t) = \int_0^{T_{H_2}} \frac{I}{C_1}\,dt = \frac{U_{sat}}{R_1 C_1} t + k$

Or, à $t=0$, $u_{c_1}(t=0) = 0$ où k est une constante.

$\Rightarrow u_{c_1}(t) = \frac{U_{sat}}{R_1 C_1} t$ B



durée quasinulle

T_{H_2} fermé durée très brève $= 0{,}5\,ms$.

$T \simeq T_{H_2}$

pente : $\frac{U_{sat}}{R_1 C_1}$.

• $U_{cmax} = \frac{U_{sat}}{R_1 C_1} T_{H_2} = \frac{12}{10^3 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3}$
$= 6\,V$ B

3) On a :

placez les courants sur le schéma ainsi que les tensions

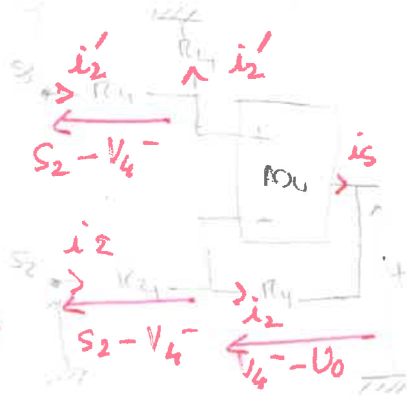
$\begin{cases} R_4 i_2 = S_2 - V_4^- \\ R_4 i_2 = V_4^- - U_0 \end{cases}$ D'où $V_4^- = \frac{S_2 + U_0}{2}$

$\begin{cases} R_4 i_2' = S_3 - V_4^+ \\ R_4 i_2' = V_4^+ \end{cases}$ et $V_4^+ = \frac{S_3}{2}$

Alors $\varepsilon_4 = V_4^+ - V_4^- = \frac{S_3}{2} - \frac{S_2 + U_0}{2} = 0$

$i_2' \neq i_2$ car i_s sort de l'ALI $\Rightarrow U_0 = S_3 - S_2$

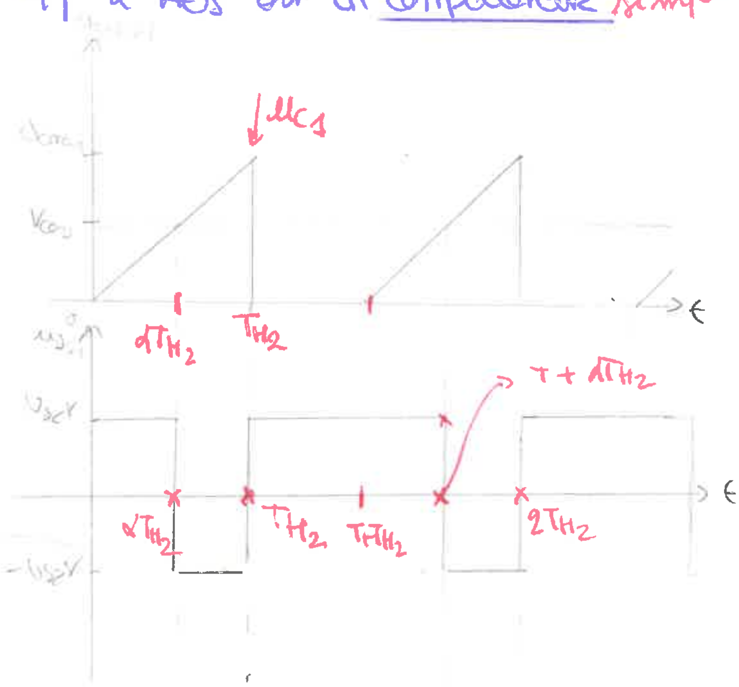
L'AO4 est un ~~sommateur~~. soustracteur plutôt



• $u_{c_1}(t) = V_3^+ - V_2^+ = V_3^- - V_2^-$ D'où $u_{c_1}(t) = S_3 - S_2 = U_0$ Donc $u_0(t) = u_{c_1}(t)$
$= \frac{U_{sat}\, t}{R_1 C}$

4) L'AO5 est un comparateur simple • $\varepsilon = V_5^+ - V_5^- = V_{com} - u_0(t)$

* si $\varepsilon > 0$, alors $V_{com} > u_0(t) = u_{c_1}(t)$ et $s = +U_{sat}$
* si $\varepsilon < 0$, $s = -U_{sat}$ et $u_0(t) > V_{com}$



TB.

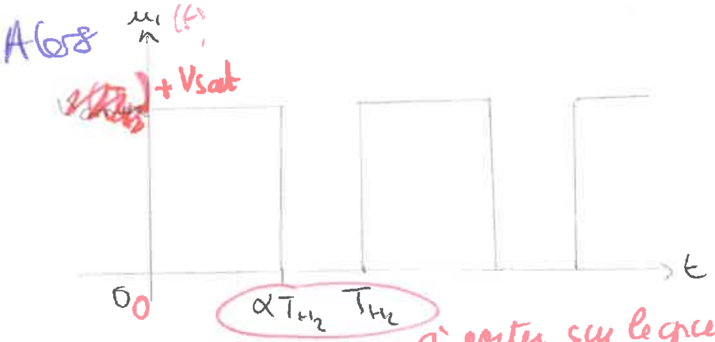
5) Par une diode idéale, on a :

en sens direct $\begin{cases} \text{si } i_1 = 0, & u_1 < 0 \\ \text{si } i_1 > 0, & u_1 = 0 \end{cases}$

Or, u_1 est en sens inverse

d'où : $\begin{cases} \text{pour } i_1 = 0, & u_1 > 0 \text{ et } u_s > 0 = u_1 \\ \text{pour } i_1 < 0, & u_1 = 0 \text{ et } u_s < 0 \end{cases}$ $u_s = r i_1$

Alors



$\alpha = \dfrac{\text{durée dans l'état haut}}{T_{H2}}$

$\dfrac{U_{cmax}}{T_{H2}} = \dfrac{U_{cmax} - V_{cons}}{\text{durée haute}}$

à porter sur le graphe précédent pour justifier

D'où durée haute = $\cancel{\dfrac{T_{H2}}{U_{cmax}} (U_{cmax} - V_{cons})}$

pour $t \in [0, \alpha T_{H2}]$; $t = \alpha T_{H2}$, $u_{C1}(\alpha T_{H2}) = V_{cons}$

$\dfrac{U_{SAT}}{R_1 C_1} \alpha T_{H2} = V_{cons}$

toutes le schéma qui précise le sens de i

Ainsi, ? $\alpha = \cancel{1 - \dfrac{V_{cons}}{U_{cmax}}} = \dfrac{\text{durée } \cancel{\text{haute}}}{T_{H2}}$

$\boxed{\alpha = \dfrac{V_{cons}}{U_{SAT}} \dfrac{R_1 C_1}{T_{H2}}}$

Alors, $\langle u_1(t) \rangle = \dfrac{1}{T_{H2}} U_{cmax} \cdot \alpha T_{H2} = U_{\cancel{cmax}\,sat}\, \alpha$

Par ailleurs, $V_{cons} \underset{\alpha = 0,6}{=} U_{cmax}(1 - \alpha) = 0,4\, \cancel{V_{cons}}\, U_{cmax}$

Alors $U_{cmax}\, \alpha = \langle u_1(t) \rangle = \dfrac{V_{cons}}{0,4} \cdot 0,6 = 1,5\, V_{cons}$

??

pour $\alpha = 0,6$ $V_{cons} = \dfrac{\alpha U_{SAT} T_{H2}}{R_1 C_1}$

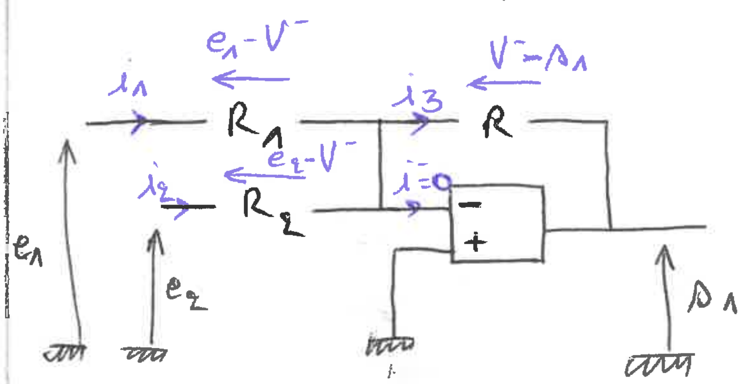
$= \dfrac{0,6 \times 0,5 \times 10^{-3} \times 12}{10^{3} \times 10^{-6}}$

$\boxed{V_{cons} = 3,6\ V}$

$\langle u_1(t) \rangle = 0,6 \times 12 = 3,6\ V$

[La valeur de V_{cons} permet de modifier le rapport cyclique utilisable pour commander le transistor d'1 hacheur par exemple

TD 2 : Ex. 5 Groupe 3



1) L'ALi fonctionne en régime linéaire car il y a une boucle en rétroaction négative

Ainsi, $\mu = \frac{s}{\varepsilon} \longrightarrow +\infty$

On en déduit que $\varepsilon = V^+ - V^- = 0$

D'où $V^+ = V^- = 0$

Par loi des noeuds,

$$i_1 + i_2 = i_3$$

$$\Longleftrightarrow \frac{e_1 - V^-}{R_1} + \frac{e_2 - V^-}{R_2} = \frac{V^- - s_1}{R}$$ par loi d'ohm

$$\Longleftrightarrow \frac{R_2 e_1 + R_1 e_2}{R_1 R_2} = -\frac{s_1}{R}$$

$$\Longleftrightarrow s_1 = -R \frac{R_2 e_1 + R_1 e_2}{R_1 R_2}$$

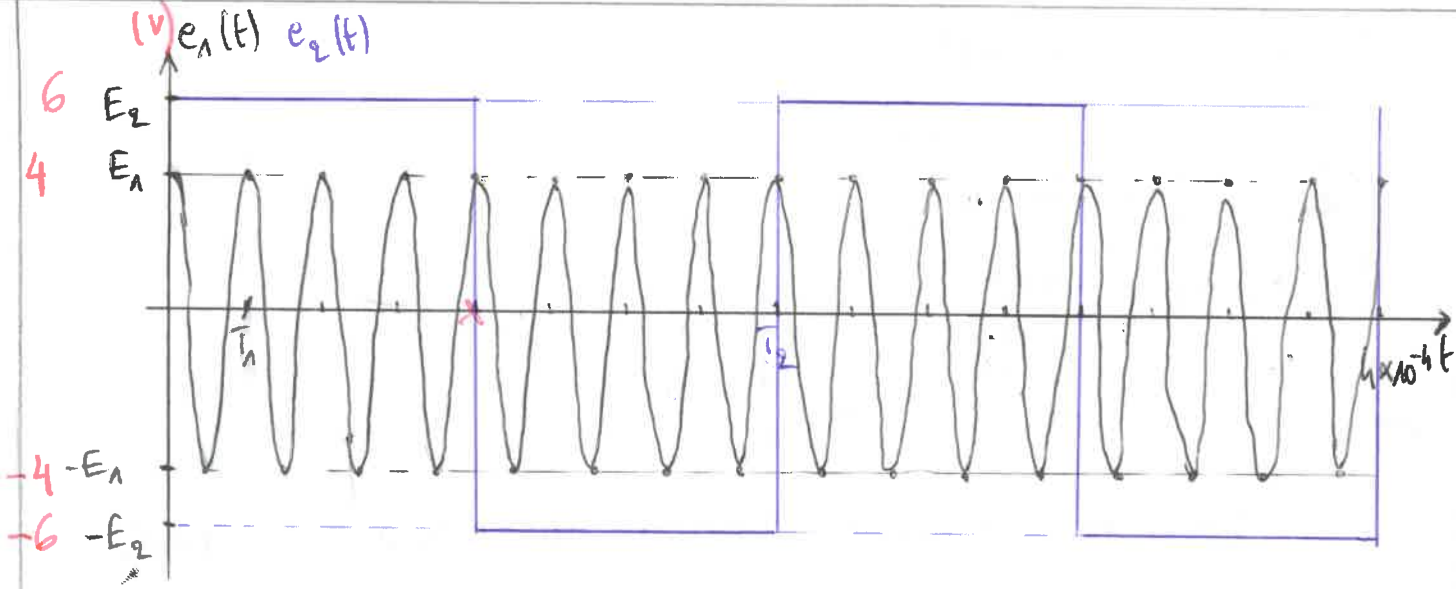
schéma ?

Pour obtenir $s = -s_1$, on utilise un montage inverseur avec s_1 en entrée et s en sortie et un gain $G = +1$.

2) $\begin{cases} R = R_1 = R_2 = r \\ e_1(t) = E_1 \cos(2\pi f_1 t) \\ e_2(t) = \begin{cases} E_2 & \text{pour } t \in [0 ; T_2/2] \\ -E_2 & \text{pour } t \in [T_2/2 ; T_2] \end{cases} \end{cases}$

$$s(t) = -s_1(t) = \frac{r^2 e_1(t) + r^2 e_2(t)}{r^2} = e_1(t) + e_2(t)$$

B



$T_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{40\times10^3} = 2,5\times10^{-5}$ s = 0,25 µs

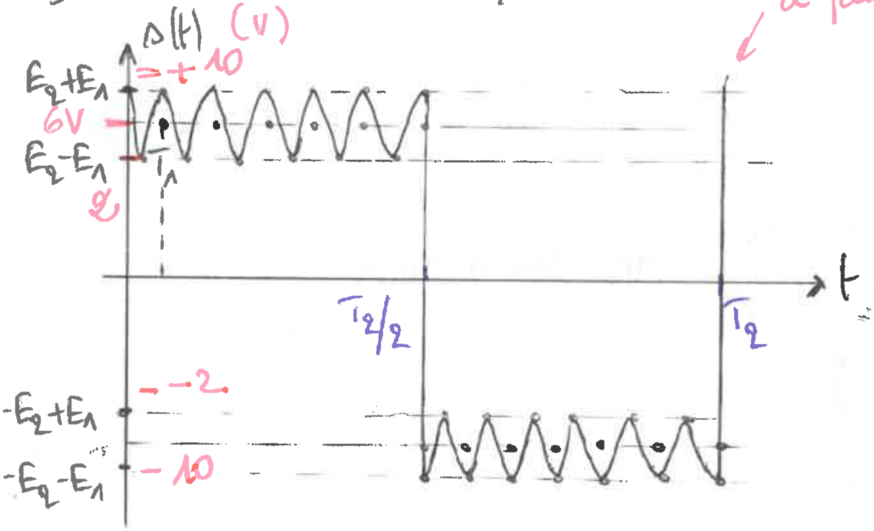
$T_2 = \frac{1}{5\times10^3} = 0,2\times10^{-3}$ s $= 2.10^{-4}$ s

Respectez également les amplitudes

D'où l'allure de $s(t)$:

à faire jusqu'à $t = 4\times10^{-4}$ s

oui. Vous auriez pu tracer sur Python.



3) Si ALI alimenté en + 15 – 0V la tension de sortie est nécessairement comprise en 0 + 15V ⟹ les portions négatives du signal précédent sont éliminées.

→ valeur constante, intrinsèque à l'ALI. Elle ne varie pas !

on appelle "bruit" une tension parasite faible ≈ 1mV

4) La vitesse de balayage est trop élevée donc ~~le "bruit"~~ de l'ALI déforme $s(t)$

la vitesse d'évolution du signal $\frac{\Delta s}{\Delta t} = \sigma$

avec $\Delta s = 6$V
$\Delta t = 12$µs
valeur non négligeable devant T_1 → déformation = triangularisation.

Il faut alors diminuer la vitesse ~~de balayage~~ l'évolution du signal en réduisant la fréquence pour minimiser ce défaut.

↳ pas possible puisque la fréquence des ultrasons doit être de 40 kHz