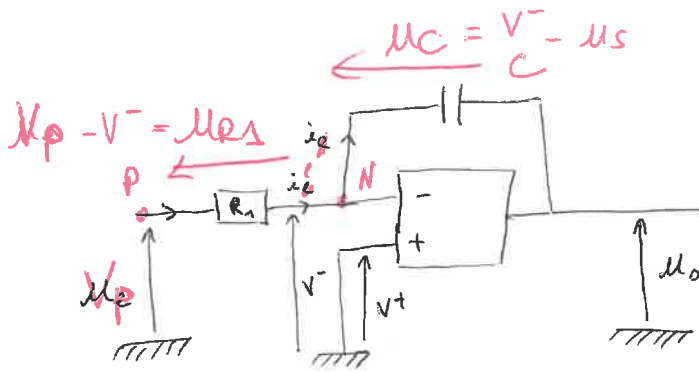


TD2 : Exercice 1

attention à la précision et au respect des notations.



• régime linéaire : $\varepsilon = \overset{0}{V^+} - \overset{0}{V^-}$

• ALI idéal : $i^+ = i^- = 0$

ie est le courant délivré par le générateur.

$$\left. \begin{aligned} 1) \quad u_C = Z_C i_e &\Rightarrow V^- - u_S = Z_C i_e \\ u_{R_1} = R_1 i_e &\Rightarrow u_P - V^- = R_1 i_e \end{aligned} \right\} i_e = \frac{-u_S}{Z_C} = \frac{u_P}{R_1}$$

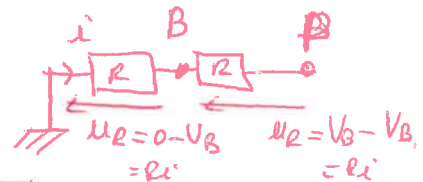
$$\Rightarrow -u_S R_1 = u_P Z_C$$

$$\text{donc } \frac{u_P}{u_S} = -\frac{Z_C}{R_1} \Rightarrow \frac{u_P}{u_S} = -\frac{1}{j\omega C R_1}$$

Le nom du montage est un intégrateur.

$$2) \quad \boxed{V_A = E} ; V_A - V_B = 0 \Leftrightarrow \boxed{V_A = V_B = E}$$

car ALI idéal en régime linéaire



$$\left. \begin{aligned} u_R = -V_B = i R \\ u_R = V_B - V_P = i R \end{aligned} \right\} \Rightarrow -V_B = V_B - V_P \Rightarrow \boxed{V_P = 2E}$$

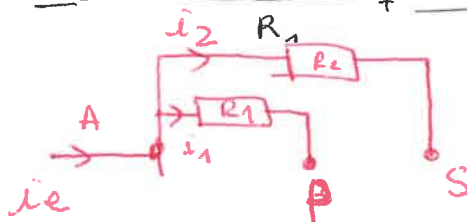
schéma indispensable pour connaître l'orientation de i

$$3) \quad V_A - V_P = i_1 R_1 \quad \text{et} \quad V_A - u_S = i_2 R_2$$

loi des nœuds :

$$i_e = i_1 + i_2 \Rightarrow i_e = \frac{V_A - V_P}{R_1} + \frac{V_A - u_S}{R_2}$$

$$\text{donc } \underline{I_e} = \frac{V_A - V_P}{R_1} + \frac{V_A - S}{R_2}$$



idem! schéma in ? i2?

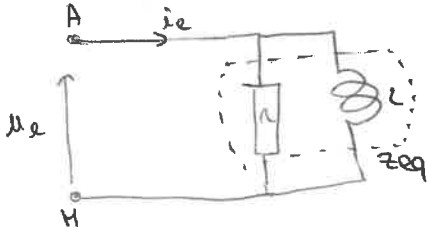
4) $Y_e = \frac{1}{Z_e}$ et $Z_e = \frac{u_e}{i_e}$ donc $Y_e = \frac{i_e}{u_e}$ ✓

D'après la question 3 : ⚠ une admittance ne dépend pas de tension.

$$Y_e = \left(\frac{V_A - V_P}{R_1} + \frac{V_A - u_s}{R_2} \right) \frac{1}{u_e} = \left(\frac{-E}{R_1} + \frac{E - u_s}{R_2} \right) \frac{1}{u_e}$$

il faut aller plus loin.
 $V_s = -\frac{Z_c V_P}{R_1} = -\frac{2Z_c}{R_1} E$

5)



$u_e = +V_H - V_A = -E = E = V_A - V_H$ ✓

donc $Y_e = \left(-\frac{u_e}{R_1} + \frac{u_e + \frac{2Z_c}{R_1} u_e}{R_2} \right) \frac{1}{u_e}$

$Y_e = -\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{2Z_c}{R_1 R_2} = -\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{2}{j\omega C R_1 R_2}$ ✓

or $Y_e = \frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{n} + \frac{1}{j\omega L}$ ✓

par identification: $j\omega L = \frac{2}{j\omega C R_1 R_2}$ donc $L = \frac{C R_1 R_2}{2}$

et $\frac{1}{n} = \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}$ donc $n = \frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}$

6) on veut $n=0$ donc $R_2 = R_1 = 2,0 \text{ k}\Omega$ ✓

ainsi $L = \frac{C R_1^2}{2} = \frac{15 \cdot 10^{-6} \times (2,0 \cdot 10^3)^2}{2} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ H} = 30 \mu\text{H}$ ✓

$\frac{30 \text{ H}}{0,01 \text{ H}} = 3000$

→ 3000 fois la valeur d'une bobine de laboratoire

Groupe mag

TD 9, ex n° 2:

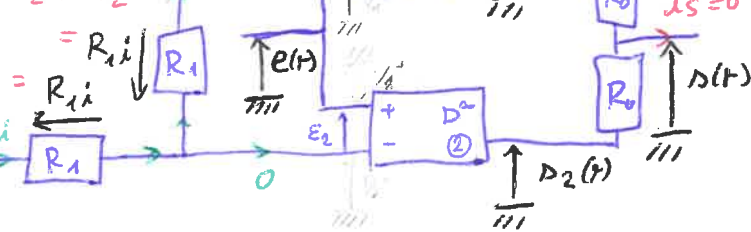
$$V_1^+ - 15 = R_1 i$$

$$e(t) = E \cos(\omega t) \quad E = 10V$$

$$V_2^- - V_2^+ = R_1 i$$

$$-15 - V_2^+ = R_1 i$$

$$-15V$$



$i_s = 0$ car pas de charge

1- Avec 5 lois d'Ohm des mailles en montie que

$$V_1^- = e(t)$$

$$V_1^+ = R_1 i + 15V$$

$$3R_1 i = -15 - (+15)V$$

$$V_2^- = -R_1 i - 15V \quad V_2^+ = e(t)$$

$$3R_1 i = -30V$$

$$R_1 i = -10V$$

En réinjectant dans leurs expressions respectives on a

$$V_2^- = 10 - 15$$

$$V_1^+ = -10 + 15$$

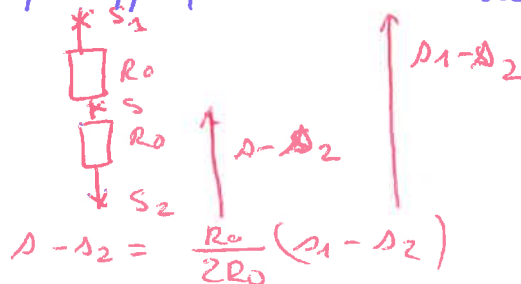
$$V_2^- = -5V$$

$$V_1^+ = 5V$$

2- Les résistors R_0 sont en série, on peut appliquer un diviseur de tension,

$$\Delta = \frac{R_0}{2R_0} (\Delta_2 - \Delta_1)$$

$$\Delta(t) = \frac{\Delta_2 + \Delta_1}{2}$$



3- Les ALI ne fonctionnent pas en régime linéaire car il n'y a pas de rétroaction négative ✓

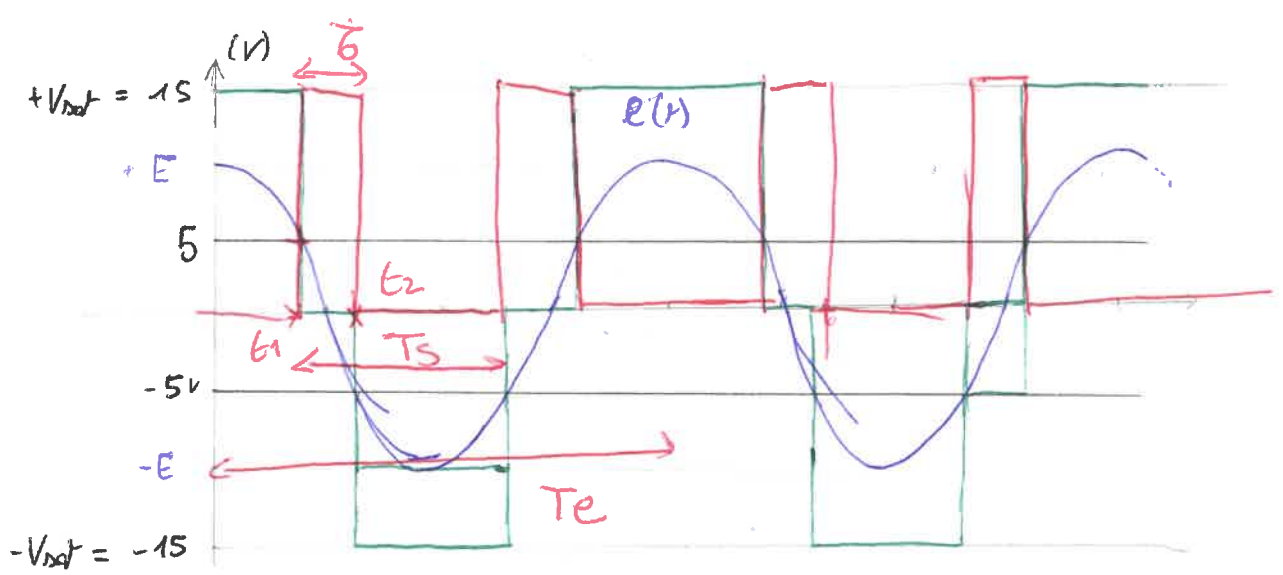
$$\Delta_1(t) = \text{sgn}(E_1) V_{\text{sat}} \quad E_1 = 5 - e(t) \quad \Delta_2(t) = \text{sgn}(E_2) V_{\text{sat}} \quad E_2 = e(t) + 5$$

$$\Delta_1(t) = \begin{cases} +V_{\text{sat}} & \text{si } e(t) < 5V \\ -V_{\text{sat}} & \text{si } e(t) > 5V \end{cases} \quad \Delta_2(t) = \begin{cases} +V_{\text{sat}} & \text{si } e(t) > -5V \\ -V_{\text{sat}} & \text{si } e(t) < -5V \end{cases}$$

On $\Delta(t) = \frac{1}{2} (\Delta_2 + \Delta_1)$

$$\Delta(t) = \begin{cases} +V_{\text{sat}} & \text{si } e(t) > 5V \\ -V_{\text{sat}} & \text{si } e(t) < -5V \\ 0 & \text{si } e(t) \in [-5V, 5V] \end{cases}$$

$e(t)$	-5	0	+5
$\Delta_1(t)$	$+V_{\text{sat}}$	$+V_{\text{sat}}$	$-V_{\text{sat}}$
$\Delta_2(t)$	$-V_{\text{sat}}$	$+V_{\text{sat}}$	$+V_{\text{sat}}$
$\Delta(t)$	0	V_{sat}	0



On a $T_s = \frac{T_e}{2}$

5- $d = \frac{\Delta T(V_{sat})}{T_s}$ où $\Delta T(V_{sat})$ est la durée que $v(t)$ passe à l'état $\pm V_{sat}$ sur une période

Comme les conditions pour $v(t) = +V_{sat}$ et $v(t) = -V_{sat}$ sont symétriques

on a $\Delta T(V_{sat}) = \frac{1}{E} \cos(\omega \Delta T(V_{sat})) = 5$ $E = 10$
 $\cos(\omega \Delta T(V_{sat})) = \frac{1}{2}$
 $\Delta T(V_{sat}) = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{T}{6}$

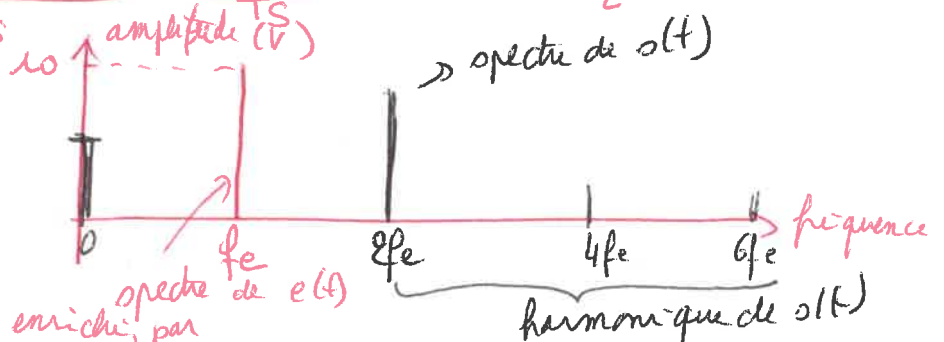
5- on cherche t tel que $E \cos(\omega t) = 5$ $E = 10$ $\alpha = \frac{\tau}{T_s}$
 $\Rightarrow \cos(\omega t) = \frac{1}{2}$ $\tau = t_2 - t_1 = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{\pi}{3 \times 2\pi} \times T_e = \frac{T_e}{6}$
 $\cos(\omega t_2) = -\frac{1}{2}$ $t_2 = \frac{2\pi}{3\omega}$ $t_1 = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{T}{6}$

Le temps passé à l'état haut sur une période est donc $\Delta T(V_{sat}) = 2\tau = \frac{T}{3}$

Donc $\alpha = \frac{1}{3}$

$\alpha = \frac{T_e}{6 \frac{T_e}{2}} = \frac{1}{3}$

$\langle v(t) \rangle = \frac{V_{sat} \times (t_2 - t_1)}{T_s} = \frac{V_{sat} \tau}{T_s}$
 $= \frac{V_{sat}}{3}$
 $= 5V$



opération non linéaire
car le spectre de $v(t)$ est enrichi par rapport à celui de $e(t)$.

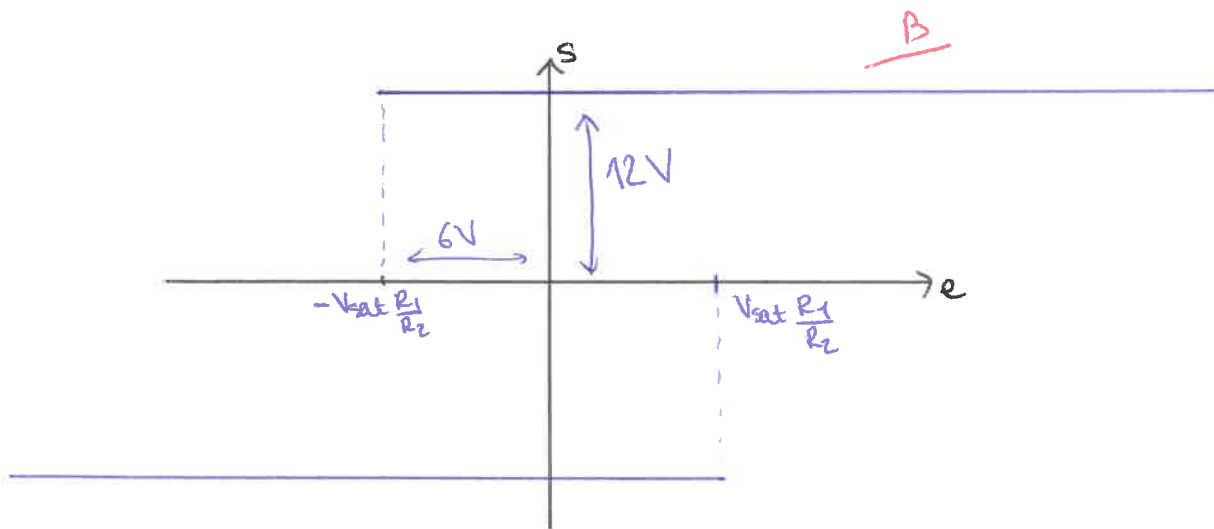
En saturation haute, $E > 0$, $s = +V_{sat}$

c'est-à-dire
$$\varepsilon = \frac{e + V_{sat} \frac{R_1}{R_2}}{1 + \frac{R_1}{R_2}} > 0$$

d'où $e > -V_{sat} \frac{R_1}{R_2}$ ✓

En saturation ~~haute~~ basse, $E < 0$, $s = -V_{sat}$

donc $e < V_{sat} \frac{R_1}{R_2}$ ✓



Grâce aux échelles des ordonnées et abscisses, on trouve $V_{sat} = 12V$ et $V_{sat} \frac{R_1}{R_2} = 6V$.

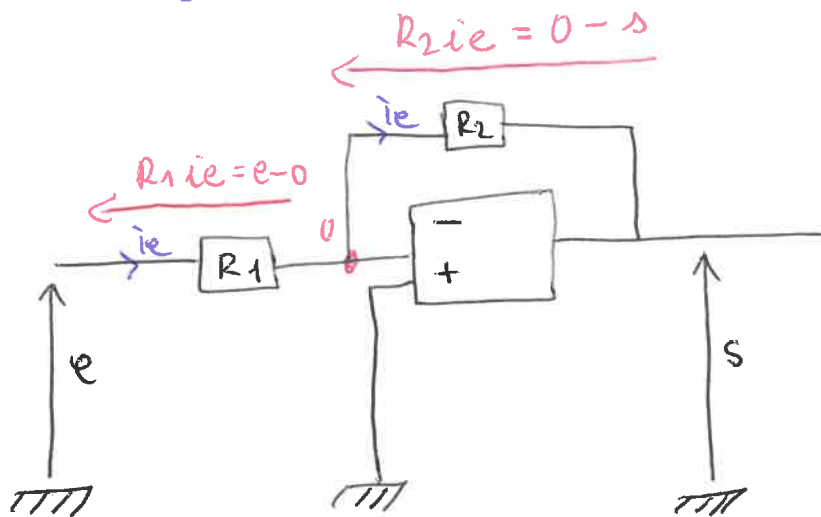
Donc comme $V_{sat} \frac{R_1}{R_2} = 6V$ et $V_{sat} = 12V$,

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$$

d'où $R_1 = 33k\Omega$ et $R_2 = 68k\Omega$. B

Suite ex 3 TD 2

d)



d'Ohm.

→ justifier l'ALI fonctionne ici en régime linéaire donc $V^+ = V^- = 0$

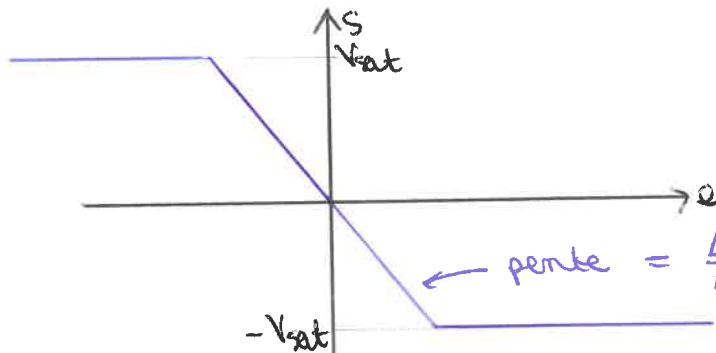
e) Par ~~lois des mailles~~, on a:

• $e = R_1 i_e$ donc $i_e = \frac{e}{R_1}$

• $s = -R_2 i_e$

donc $s = -\frac{R_2}{R_1} e$ ✓

On obtient bien le schéma de l'étudiant. ✓



← pente = $\frac{\Delta y}{\Delta x} \approx -1 \approx \left| -\frac{R_2}{R_1} \right|$ ✓

donc c'est cohérent.

Il a bien obtenu l'opérateur désiré. ✓

f) Il faut mettre un signal sinusoïdal en entrée. ✓

On obtient ainsi un signal de sortie sinusoïdal par l'inverseur linéaire. ✓

B

Les signaux sont en opposition de phase et l'amplitude du signal 1 est de 5V ($\frac{PK-PK(1)}{2}$) et celle du signal 2 est de 10,85V. Le gain (de 2) est bien conforme aux valeurs.