

Que peut-on dire a priori de l'intensité du courant i_m ? Et si on fait l'hypothèse que l'ALI est idéal ?

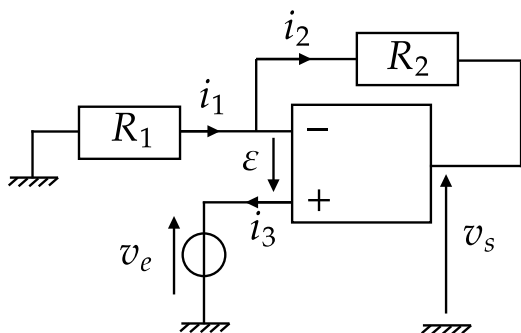
ch1.Q1

RÉPONSE :

⚠ Attention : La masse désigne uniquement un potentiel électrique nul, et ne présage rien sur i_m . Si l'ALI est idéal on sait uniquement que i_+ sortant directement de la borne non inverseuse de l'ALI est quasi-nul (car impédance d'entrée de l'ALI quasi-infinie).

Pour approfondir : Si jamais on supposait également que v_s est connectée à une impédance quasi infinie (oscilloscope, voltmètre...) alors i_m est aussi le courant traversant R_1 et R_2 . On obtient après calcul, en régime linéaire (rétroaction sur -) : $v_s = -\frac{R_2}{R_1}v_e$ et $i_m = -\frac{v_e}{R_1}$.

ch1.R1



On suppose l'ALI idéal : que peut-on dire a priori de i_1 , i_2 , i_3 et ε ?

ch1.Q2

RÉPONSE :

L'ALI idéal a :

- Une impédance d'entrée quasi-infinie donc $i_3 = 0$ et $i_1 = i_2$.
- Une impédance de sortie nulle donc i_2 peut être aussi élevé que nécessaire sans que cela abaisse v_s .
- Un gain statique quasi-infini : **en régime linéaire** on aurait donc $\varepsilon \simeq 0$.

Puisqu'ici la rétroaction est sur la borne - on suppose que l'ALI fonctionne en régime linéaire et donc $\varepsilon \simeq 0$.

ch1.R2

Pour un ALI **réel** usuel, proposer des ordres de grandeur pour :

- μ_0 son gain statique
- $\tau = \frac{1}{\omega_c}$ l'inverse de sa pulsation de coupure
- $|Z_e|$ le module de son impédance d'entrée
- $|Z_s|$ le module de son impédance de sortie
- V_{sat} sa tension de saturation
- V_{CC} la norme de ses tensions continues d'alimentation
- \dot{V}_{max} sa vitesse limite de balayage

ch1.Q3

RÉPONSE :

L'ALI réel usuel a :

- $\mu_0 \in [10^4; 10^6]$
- $\tau \in [0, 01; 1] \text{ s}$
- $|Z_e| \in [10^5; 10^6] \Omega$
- $|Z_s| \in [10; 100] \Omega$
- $V_{sat} \in [10; 15] \text{ V}$
- $V_{CC} > V_{sat}$, $V_{CC} \in [10; 15] \text{ V}$
- $\dot{V}_{max} \in [0, 1; 1] \text{ V} \cdot \mu\text{s}^{-1}$

ch1.R3

Pour un ALI **idéal** usuel, proposer des ordres de grandeur pour :

- $\mu_0 \rightarrow +\infty$
- $\tau = \frac{1}{\omega_c}$ l'inverse de sa pulsation de coupure
- $|Z_e| \rightarrow +\infty \Omega$
- $|Z_s| \rightarrow 0^+ \Omega$
- $V_{sat} \in [10; 15] \text{ V}$
- $V_{CC} > V_{sat}$, $V_{CC} \in [10; 15] \text{ V}$

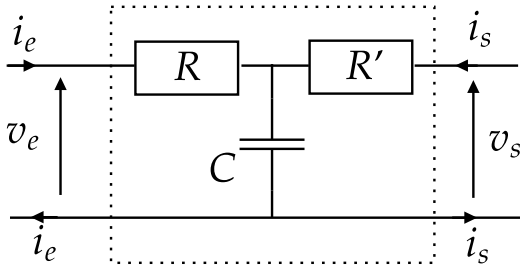
ch1.Q4

RÉPONSE :

L'ALI idéal usuel a :

- $\mu_0 \rightarrow +\infty$
- $\tau \in [0, 01; 1] \text{ s}$
- $|Z_e| \rightarrow +\infty \Omega$
- $|Z_s| \rightarrow 0^+ \Omega$
- $V_{sat} \in [10; 15] \text{ V}$
- $V_{CC} > V_{sat}$, $V_{CC} \in [10; 15] \text{ V}$

ch1.R4



Déterminer en régime sinusoïdal forcé les impédances d'entrée Z_e et de sortie Z_s du quadripôle en pointillé.

ch1.Q5

RÉPONSE :

Par loi des mailles on obtient :

$$\begin{cases} v_e = Ri_e + (i_s + i_e) \times \frac{1}{jC\omega} \\ v_s = R'i_s + (i_s + i_e) \times \frac{1}{jC\omega} \end{cases}$$

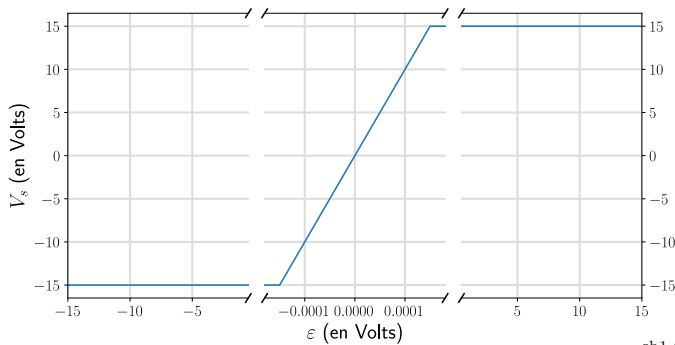
Que l'on peut réécrire :

$$\begin{cases} v_e = (R + \frac{1}{jC\omega})i_e + \frac{1}{jC\omega}i_s \\ v_s = \frac{1}{jC\omega}i_e + (R' + \frac{1}{jC\omega})i_s \end{cases}$$

Donc $Z_e = R + \frac{1}{jC\omega}$ et $Z_s = R' + \frac{1}{jC\omega}$.

ch1.R5

On fournit la caractéristique statique d'un ALI. En déduire les valeurs de son gain statique μ_0 et de sa tension de saturation V_{sat} .

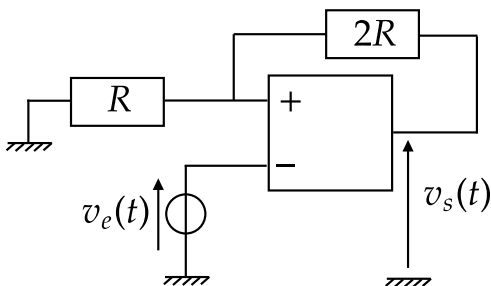


ch1.Q6

RÉPONSE :

$\mu_0 = 10^5$ et $V_{sat} = 15$ V.

ch1.R6

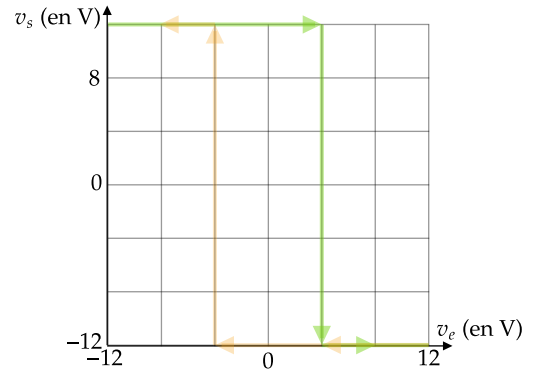


Représenter la caractéristique statique $v_s(v_e)$ que suit ce montage, pour un ALI idéal de tension de saturation $V_{sat} = 12$ V, v_e variant sur $[-12$ V ; $+12$ V].

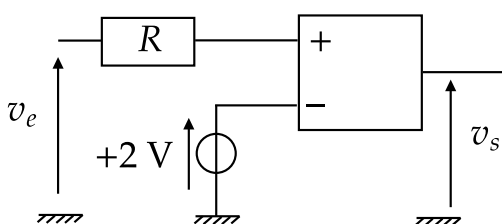
ch1.Q7

RÉPONSE :

Comme dans le cours pour le comparateur à hystérésis : $v_s = +V_{sat}$ tant que $\varepsilon > 0$ donc tant que $\frac{V_{sat}}{3} > v_e$, etc. :



ch1.R7

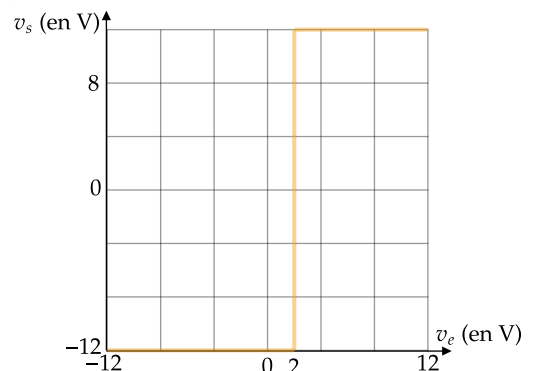


Représenter la caractéristique statique $v_s(v_e)$ (v_s en ordonnée et v_e en abscisse), sachant l'ALI idéal de tension de saturation $V_{sat} = 12$ V, v_e variant sur $[-12$ V ; $+12$ V].

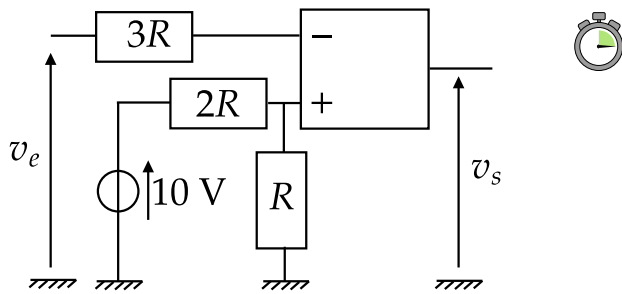
ch1.Q8

RÉPONSE :

Puisqu'ALI idéal, $i_+ = 0$ et donc $v_e = V_+$. Puisque $\varepsilon = v_e - 2V$, on obtient alors :



ch1.R8

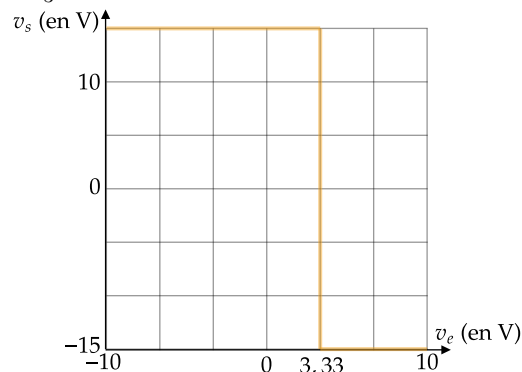


Représenter la caractéristique statique $v_s(v_e)$, sachant l'ALI idéal de tension de saturation $V_{sat} = 15 \text{ V}$, v_e variant sur $[-10 \text{ V}; +10 \text{ V}]$.

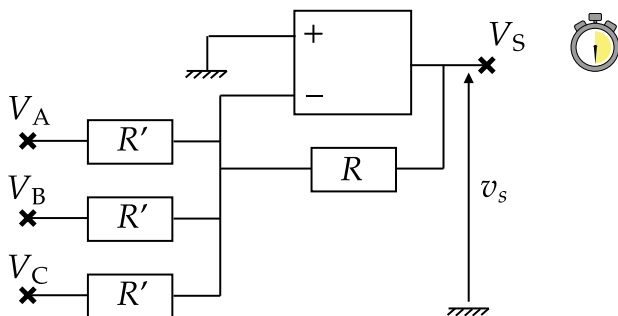
ch1.Q9

RÉPONSE :

Puisqu'ALI idéal, $i_+ = 0$ et donc $v_e = V_-$. De même $i_- = 0 \Rightarrow V_+ = \frac{10}{3} \text{ V}$. Puisque $\varepsilon = 3,33\text{V} - v_e$, alors :



ch1.R9



On suppose l'ALI idéal de gain infini. Exprimer le potentiel V_S en fonction de V_A , V_B , V_C et des caractéristiques du circuit.

ch1.Q10

RÉPONSE :

Rétroaction sur - donc hypothèse de régime linéaire donc $V_- = V_+$ et $V_+ = 0$ par déf. de la masse.

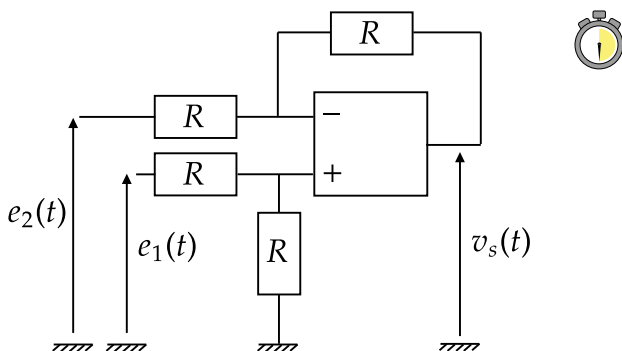
La loi des nœuds au point X d'intersection de chaque résistance donne alors :

$$\frac{V_A}{R'} + \frac{V_B}{R'} + \frac{V_C}{R'} + \frac{V_S}{R} = 0$$

Et donc $V_S = -\frac{R}{R'} (V_A + V_B + V_C)$: c'est un sommateur.

Attention : Le potentiel V_S saturera si cette formule prévoit $|V_S| > V_{sat}$.

ch1.R10



On suppose l'ALI idéal de gain infini. Proposer, de façon justifiée, un nom pour ce circuit

ch1.Q11

RÉPONSE :

Rétroaction sur - donc hypothèse de régime linéaire donc $V_- = V_+$ et $V_+ = \frac{e_1}{2}$ par pont diviseur de tension avec $i_+ \simeq 0$ puisque $|Z_e| \rightarrow +\infty$.

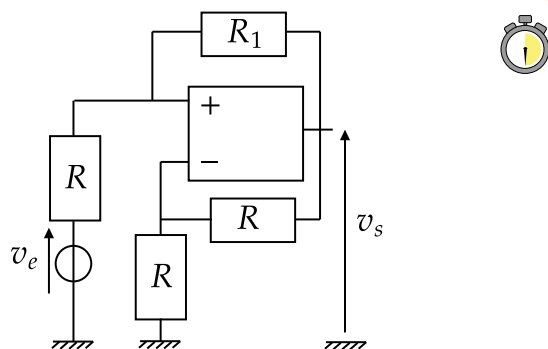
Par loi des nœuds à la borne inverseuse avec $i_- \simeq 0$:

$$\frac{e_2 - e_1/2}{R} + \frac{v_s - e_1/2}{R} = 0$$

Donc $v_s = e_1 - e_2$: c'est un soustracteur.

Attention : La tension v_s saturera si cette formule prévoit $|v_s| > V_{sat}$.

ch1.R11



On suppose l'ALI d'impédance d'entrée infinie. Déterminer la condition sur R_1 , R et μ_0 le gain statique pour que le système de fonction de transfert $\underline{H} = \frac{v_s}{v_e}$ soit stable en régime linéaire pour l'ALI.

ch1.Q12

RÉPONSE :

L'impédance d'entrée infinie indique $i_+ = 0$ et $i_- = 0$ donc, par pont diviseur de tension $V_- = \frac{v_s}{2}$ et $V_+ = v_e + \frac{R}{R+R_1}(v_s - v_e)$.

De plus, en régime linéaire pour un ALI de gain statique fini μ_0 on a :

$$\frac{v_s}{\varepsilon} = \frac{\mu_0}{1 + j\omega\tau}$$

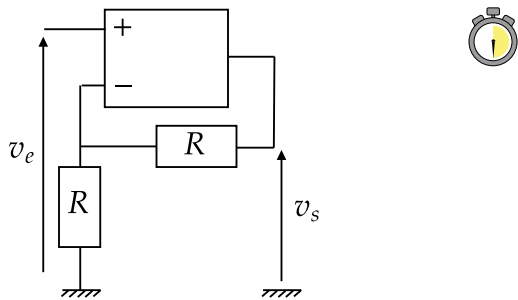
Puis par loi des mailles : $V_+ = \varepsilon + V_-$.

Qui devient : $\frac{v_e}{2} + \frac{R}{R+R_1}(v_s - \frac{v_s}{2}) = \frac{1+j\omega\tau}{\mu_0}v_s + \frac{v_s}{2}$.

$$\Rightarrow \underline{H} = \frac{\frac{R_1}{R_1+R}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{\mu_0} - \frac{R}{R+R_1} + j\omega\frac{\tau}{\mu_0}} \text{ stable si } \frac{R}{R+R_1} < \frac{1}{2} + \frac{1}{\mu_0}$$

Puisque $\mu_0 \gg 1$, $R_1 \lesssim R$ rend le montage instable.

ch1.R12



En imposant pour v_e un signal crête à crête de 10V de fréquence $f = 2 \text{ MHz}$, centré sur 0V, on observe pour v_s un signal parfaitement triangulaire de fréquence f et d'amplitude crête à crête de 50 mV. Expliquer, et en déduire une grandeur caractéristique de cet ALI de gain statique infini.

ch1.Q13

RÉPONSE :

Signal obtenu triangulaire, donc visiblement pas de saturation. Si on suppose l'ALI idéal on attend pour $v_s = A_s \cos(2\pi ft)$ un signal crête à crête de $2A_s = 20 \text{ V}$ crête à crête centré sur 0V.

Or $\dot{v}_s = -2\pi f A_s \sin(2\pi ft)$ oscille entre $\pm 2\pi f A_s$ où $2\pi f A_s \simeq 1,2 \times 10^8 \text{ V/s} = 120 \text{ V}/\mu\text{s}$: c'est beaucoup plus que la vitesse de balayage d'un ALI usuel, et explique les pentes constantes en norme du signal triangulaire obtenu en sortie.

On en déduit la vitesse limite de balayage de cet ALI : $\dot{v}_{s,max} = \frac{\Delta V}{T/2}$ avec $\Delta V = 50 \text{ mV}$ balayés en une demi-période, d'où $\dot{v}_{s,max} = \frac{0,05 \text{ V}}{0,25 \mu\text{s}} = 0,2 \text{ V}/\mu\text{s}$.

ch1.R13



RÉPONSE :

ch1.Q14

ch1.R14

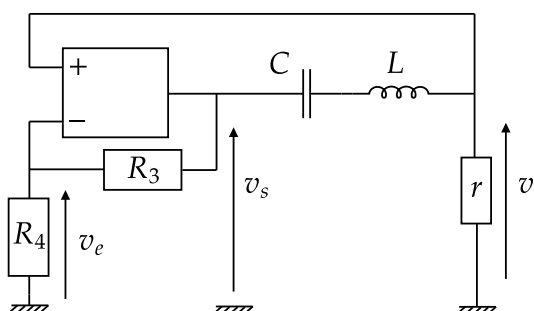


RÉPONSE :

ch1.Q15

ch1.R15

Ce circuit est un oscillateur : à relaxation ou bien à rétroaction ? Justifier la réponse.



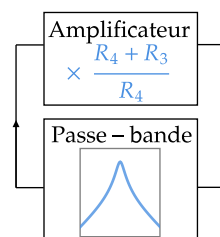
ch1.Q16

RÉPONSE :

On identifie un étage d'amplification ($\frac{v_s}{v_e} = \frac{R_3 + R_4}{R_4}$) et un étage de filtrage passe-bande :

$$\frac{v}{v_s} = \frac{1}{1 + \frac{j\omega L}{R} + \frac{1}{j\omega RC}}$$

On a donc un système bouclé avec amplification et rétroaction filtrant une fréquence parmi toutes celles amplifiées.



ch1.R16