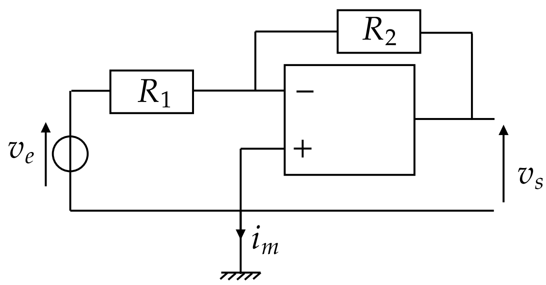



Que peut-on dire a priori de l'intensité du courant $i_m$ ? Et si on fait l'hypothèse que l'ALI est idéal ?

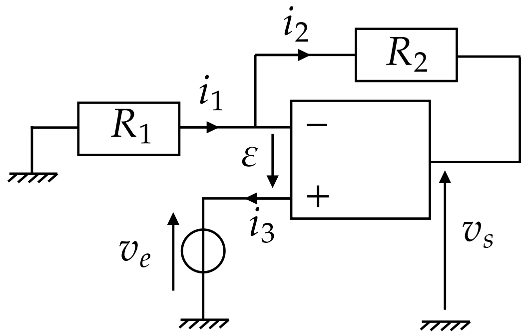
ch1.Q1

**RÉPONSE :**

**Attention :** La masse désigne uniquement un potentiel électrique nul, et ne présage rien sur 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 $\varepsilon$ ?

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 :

- $\mu_0$ 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 :

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

ch1.R3

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

- $\mu_0$ 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

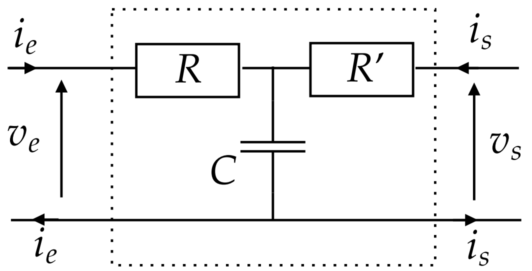
ch1.Q4

**RÉPONSE :**

L'ALI idéal usuel a :

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

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

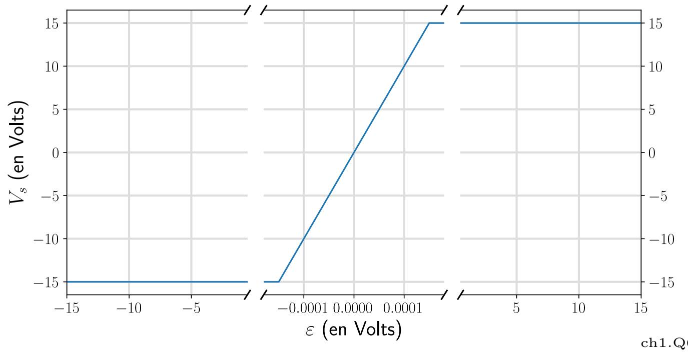
Que l'on peut réécrire :

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

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

ch1.R5

On fournit la caractéristique statique d'un ALI.
En déduire les valeurs de son gain statique $\mu_0$ et de sa tension de saturation $V_{sat}$.

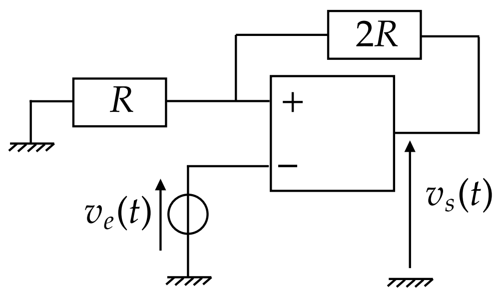



ch1.Q6

**RÉPONSE :**

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

ch1.R6

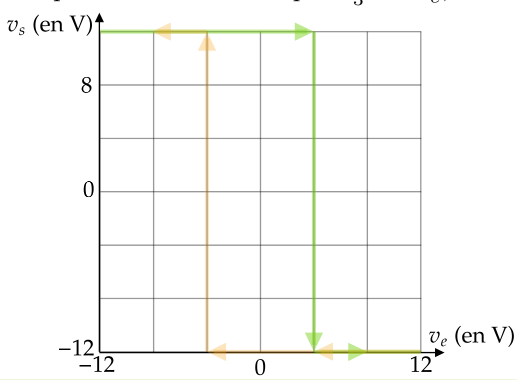



Représenter la caractéristique statique $v_s(v_e)$ que suit ce montage, pour un ALI idéal de tension de saturation $V_{sat} = 12$ V, $v_e$ variant sur [-12 V ; +12 V].

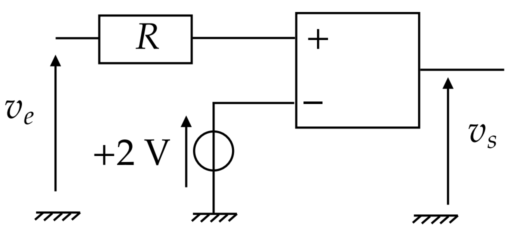
ch1.Q7

**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

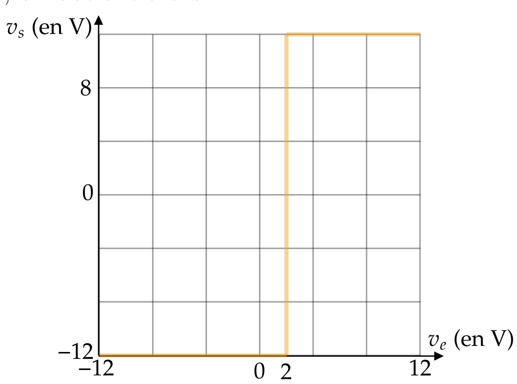



Représenter la caractéristique statique $v_s(v_e)$ ($v_s$ en ordonnée et $v_e$ en abscisse), sachant l'ALI idéal de tension de saturation $V_{sat} = 12$ V, $v_e$ variant sur [-12 V ; +12 V].

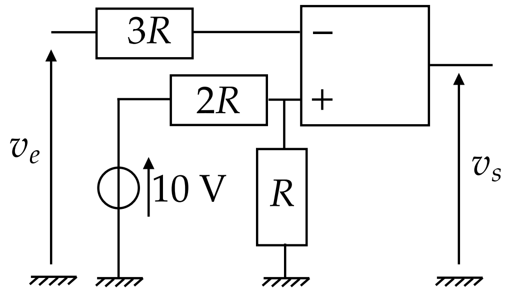
ch1.Q8

**RÉPONSE :**

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




ch1.R8

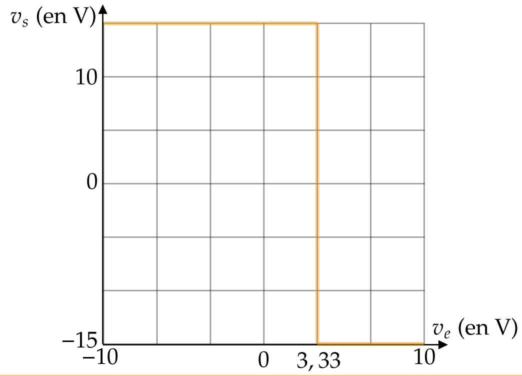



Représenter la caractéristique statique $v_s(v_e)$, sachant l'ALI idéal de tension de saturation $V_{sat} = 15$ V, $v_e$ variant sur [-10 V ; +10 V].

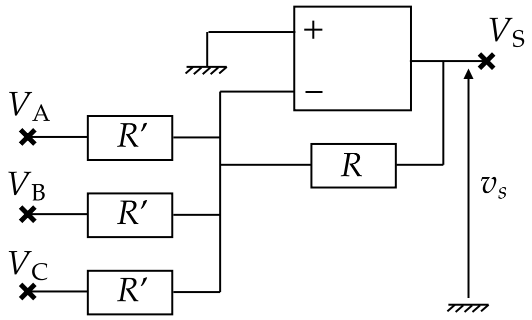
ch1.Q9

**RÉPONSE :**

Puisqu'ALI idéal, $i_+ = 0$ et donc $v_e = V_+$. De même $i_- = 0$ $\Longrightarrow V_+ = \frac{10}{3}$ 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.

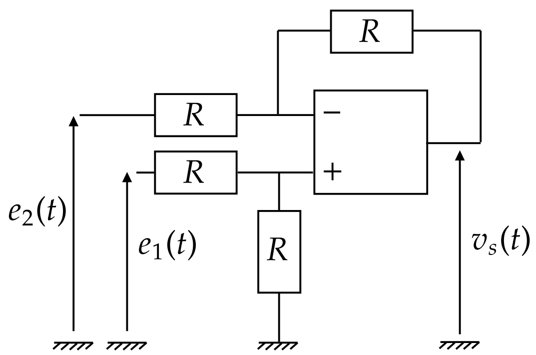
La loi des nœuds au point X d'intersection de chaque résistance donne alors :

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

Et donc $\boxed{V_S = -\frac{R}{R'}(V_A + V_B + V_C)}$ : 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 $|Z_e| \to +\infty$.

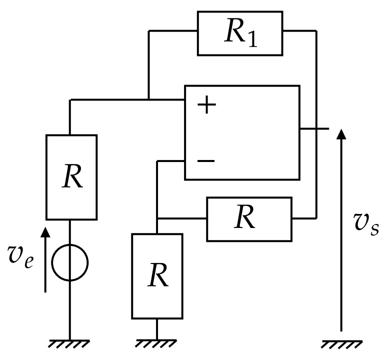
Par loi des nœuds à la borne inverseuse avec $i_- \simeq 0$ :

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

Donc $\boxed{v_s = e_1 + e_2}$ : c'est un sommateur.

**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 $\mu_0$ le gain statique pour que le système de fonction de transfert $\underline{H} = \frac{\underline{v_s}}{\underline{v_e}}$ 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 $\mu_0$ on a :

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

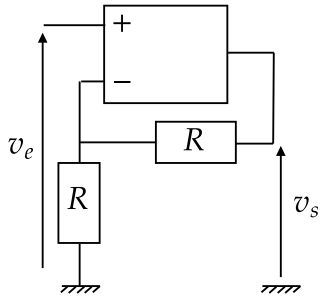
Puis par loi des mailles : $V_+ = \varepsilon + V_-$.

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

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

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

ch1.R12




En imposant pour $v_e$ un signal créneau de 10V crête à crête de fréquence $f = 2$ 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 $v_s = A_s \cos(2\pi f t)$ un signal créneau de $2A_s = 20$ V crête à crête centré sur 0V.

Or $\dot{v_s} = -2\pi f A_s \sin(2\pi f t)$ oscille entre $\pm 2\pi f A_s$ où $2\pi f A_s \simeq 1,2 \times 10^8$ V/s $= 120$ V/µs : 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 $\Delta V = 50$ mV balayés en une demi-période, d'où $\dot{v}_{s,max} = \frac{0{,}05\text{ V}}{0{,}25\text{ µs}} = 0,2$ V/µs.

ch1.R13

ch1.Q14

**RÉPONSE :**

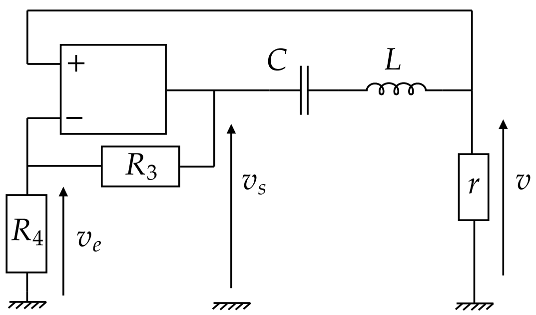
ch1.R14

ch1.Q15

**RÉPONSE :**

ch1.R15

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



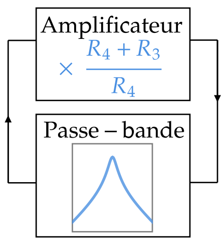

ch1.Q16

**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