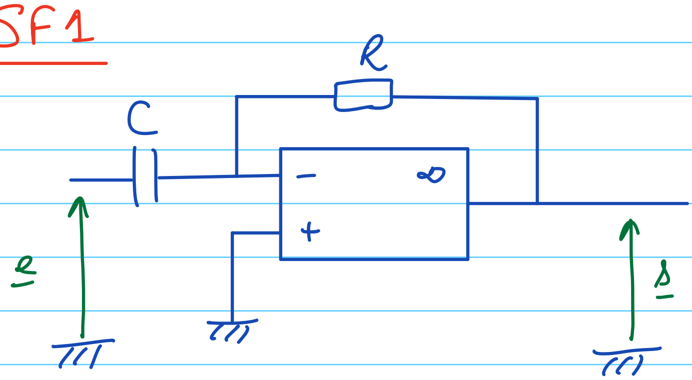
TDE2

correction des SF

SF1



Appliquons la loi des nœuds en V_- :

$$\frac{\underline{V_-} - \underline{e}}{1/j\omega C} + \frac{\underline{V_-} - \underline{s}}{R} = 0$$

$$\underline{V_-}\left(j\omega C + \frac{1}{R}\right) = \underline{e}\, j\omega C + \frac{\underline{s}}{R} \qquad (1)$$

Gain ∞

Par ailleurs, l'ALI étant en rétroaction négative, on peut faire l'hypothèse qu'il est en régime linéaire.

On a alors $\varepsilon = V_+ - V_- = 0$

Or $V_+ = 0$, donc $V_- = 0$

En réinjectant dans (1), on a $\underline{e}\, j\omega C + \frac{\underline{s}}{R} = 0$

ie $\boxed{\underline{s} = -\underline{e}\, j\omega RC}$ "montage dérivateur"

1er ordre

$$\underline{s} = \frac{\mu_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} \underline{\varepsilon} = \frac{\mu_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} (\underline{V_+} - \underline{V_-})$$

or $V_+ = 0$, ainsi $\underline{s} = \frac{-\mu_0}{1 + j\,\omega/\omega_c} \underline{V_-}$

ou $\underline{V}_- = -\dfrac{1+j\,\omega/\omega_c}{\mu_0}\,\underline{s}$

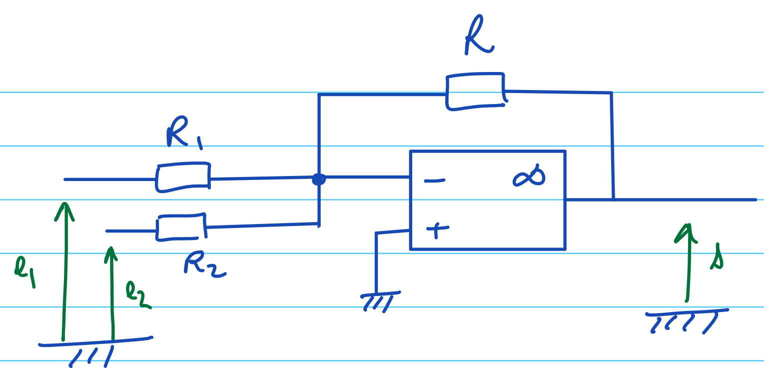
Dans (1), on a donc $-\dfrac{1+j\omega/\omega_c}{\mu_0}\,\underline{s}\left(j\omega C+\dfrac{1}{R}\right) = \underline{e}\,j\omega C + \dfrac{\underline{s}}{R}$

ie $-\underline{s}\left(\dfrac{(1+j\omega/\omega_c)(j\omega C+1/R)+\mu_0/R}{\mu_0}\right) = \underline{e}\,j\omega C$

$$\underline{s} = -\underline{e}\,\frac{\mu_0\,j\omega C}{j\omega C+\frac{1}{R}-\omega^2\frac{C}{\omega_c}+j\frac{\omega}{R\omega_c}+\frac{\mu_0}{R}}$$

$$= -\underline{e}\,\frac{\mu_0\,j\omega RC}{j\omega RC+1-\omega^2\frac{RC}{\omega_c}+j\frac{\omega}{\omega_c}+\mu_0}$$

$$\boxed{\underline{s} = -\underline{e}\,j\omega RC\,\frac{\mu_0}{1+\mu_0+j\omega\left(RC+\frac{1}{\omega_c}\right)-\omega^2\frac{RC}{\omega_c}}}$$



On a $V_+ = 0$

Par ailleurs, appliquons la loi des noeuds en V_- :

$$\frac{V_- - e_1}{R_1} + \frac{V_- - e_2}{R_2} + \frac{V_- - s}{R} = 0$$

Par ailleurs, l'ALI étant en rétroaction négative, on peut faire l'hypothèse qu'il est en régime linéaire.

Gain ∞

On a $\underline{\varepsilon} = \underline{V_+} - \underline{V_-} = 0$ or $\underline{V_+} = 0$, donc $\underline{V_-} = 0$

On a donc $\frac{-e_1}{R_1} + \frac{-e_2}{R_2} + \frac{-s}{R} = 0$

D'où $$\boxed{\underline{s} = -R\left(\frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2}\right)}$$

1er ordre

On a $\underline{s} = \dfrac{\mu_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}\underline{\varepsilon} = \dfrac{\mu_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}(\underline{V_+} - \underline{V_-})$

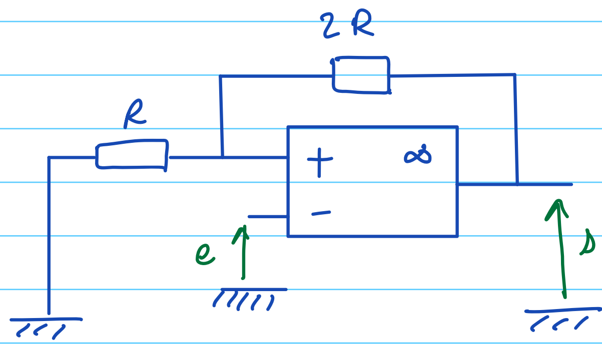
$$= \frac{-\mu_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}\underline{V_-} \quad \text{ie} \quad \underline{V_-} = -\frac{1+j\omega/\omega_c}{\mu_0}\underline{s}$$

Ainsi $-\dfrac{1+j\omega/\omega_c}{\mu_0}\underline{s}\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R}\right) - \dfrac{\underline{s}}{R} = \dfrac{e_1}{R_1} + \dfrac{e_2}{R_2}$

$$-\frac{(1+j\omega/\omega_c)(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R) + 1/R}{\mu_0}\underline{s} = \frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2}$$

$$\boxed{\underline{s} = -\left(\frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2}\right)\frac{\mu_0}{(1+j\,\omega/\omega_c)(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R) + \mu_0/R}}$$

SF 2



On a $V_- = e$

Par la loi des noeuds en V_+ :

$$\frac{0 - V_+}{R} + \frac{s - V_+}{2R} = 0$$

$$\frac{3}{2R} V_+ = \frac{s}{2R}$$

$$\boxed{V_+ = \frac{s}{3}} \quad (1)$$

En l'absence de rétroaction négative, on peut écarter le régime linéaire

On a donc $s = \pm V_{sat}$

Supposons $s = +V_{sat}$, on a donc $\varepsilon > 0$

Exprimons $\varepsilon = V_+ - V_-$

Par ailleurs, $s = V_{sat}$

Donc (1) : $\varepsilon = \frac{s}{3} - e$

On change de mode de saturation quand $\varepsilon < 0$

ie quand $\boxed{e > \frac{V_{sat}}{3}}$

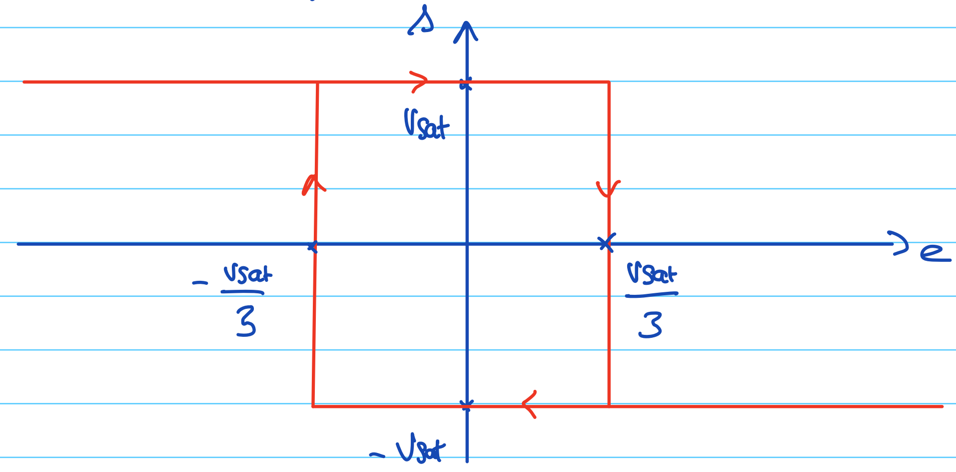
Supposons maintenant qu'on est en saturation basse, ie $s = -V_{sat}$

On a alors $\varepsilon = -\frac{V_{sat}}{3} - e$

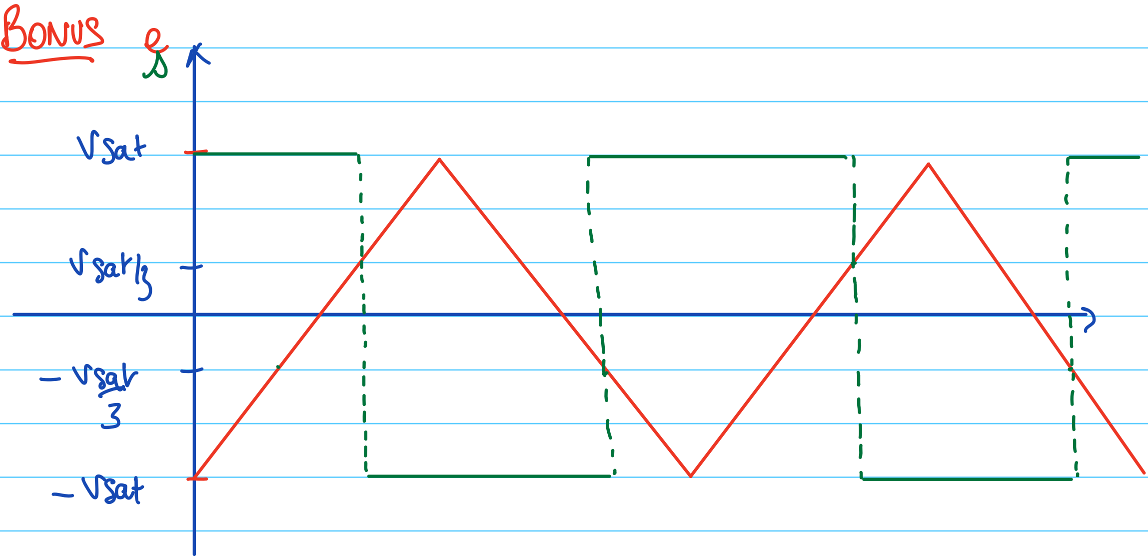
Le régime bascule quand $\varepsilon > 0$

ie $\boxed{e < -\frac{V_{sat}}{3}}$

On a donc le diagramme s-e :

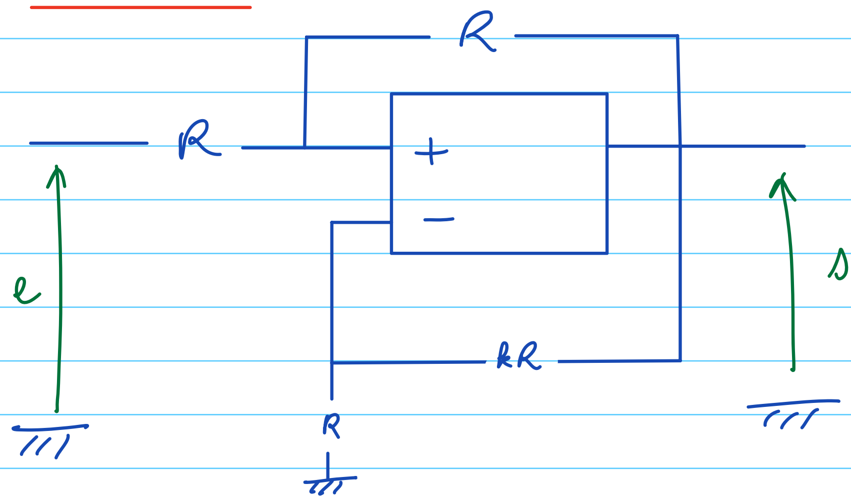


Bonus



TDE2

Exercice 2 - Etude de stabilité



Dans le modèle de l'AO passe-bas du 1er ordre, on a

$$\underline{V_s} = \frac{\mu_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}\,\underline{\varepsilon} \qquad \text{avec } \mu_0 \sim 10^5,\ \omega_c \sim 100\ rad\,s^{-1}$$

Pour étudier la stabilité, supposons le régime linéaire atteint (possible car il y a une rétroaction négative)

On a par une loi des noeuds en $E+$:

$$\frac{\underline{e}-\underline{V_+}}{R} + \frac{\underline{s}-\underline{V_+}}{R} = 0$$

ie $\boxed{\underline{V_+} = \frac{1}{2}(\underline{e} + \underline{s})}$

Par une loi des noeuds en $E-$:

$$\frac{0-\underline{V_-}}{R} + \frac{\underline{s}-\underline{V_-}}{kR} = 0 \qquad \text{ie} \qquad \boxed{\underline{s} = (1+k)\,\underline{V_-}}$$

On a donc $\underline{\varepsilon} = \underline{V_+} - \underline{V_-} = \frac{1}{2}(\underline{e} + \underline{s}) - \frac{1}{1+k}\underline{s}$

ie $\underline{\varepsilon} = \frac{1}{2}\underline{e} + \frac{k-1}{2(1+k)}\underline{s}$

En utilisant $\underline{s} = \frac{\mu_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}\underline{\varepsilon}$, on a

$$\underline{s} = \frac{\mu_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}\left(\frac{1}{2}\underline{e} + \frac{k-1}{2(1+k)}\underline{s}\right)$$

ie $$\underline{s}\left(\frac{1+j\omega/\omega_c}{\mu_0} - \frac{k-1}{2(1+k)}\right) = \frac{1}{2}\underline{e}$$

ie $$\underline{s}\,\frac{2(1+j\omega/\omega_c)(1+k) - (k-1)\mu_0}{2\mu_0(1+k)} = \underline{e}\,\frac{1}{2}$$

$$\underline{H} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{\mu_0(1+k)}{2(1+k) - (k-1)\mu_0 + 2(1+k)j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

Le système est stable si

$$2(1+k) - \mu_0(k-1) > 0 \quad \text{car} \quad \frac{1+k}{\omega_c} > 0$$

Or $2(1+k) - \mu_0(k-1) \simeq -\mu_0(k-1)$ car $\mu_0 \gg 1$

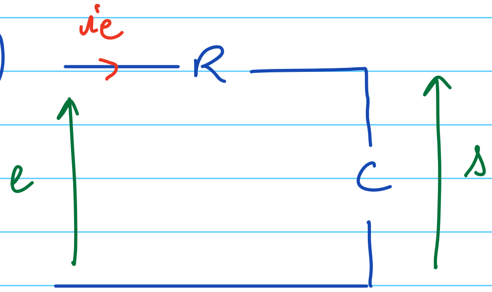
Ainsi, il faut $-(k-1) > 0$

ie $k-1 < 0$

ie $\boxed{k < 1}$

Exercice 3 - Rôle du suiveur

1)

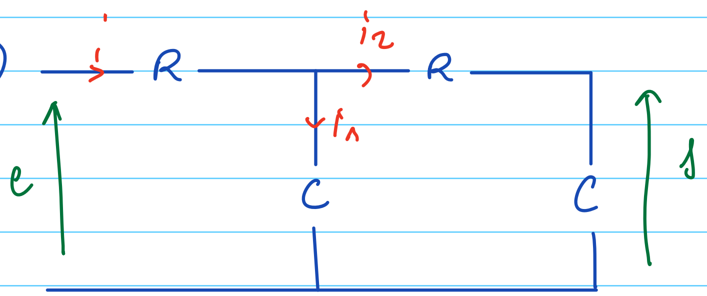


$$\underline{H_1}(\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

avec $\omega_c = \dfrac{1}{RC}$.

2) $$\underline{Z_e} = \frac{\underline{e}}{\underline{i_e}} = \frac{R\underline{i_e} + \underline{i_e}/j\omega C}{\underline{i_e}} = R + \frac{1}{j\omega C}.$$

3)



On a $\underline{e} = R\underline{i} + R\underline{i_2} + \underline{s}$ et $\underline{i_2} = j\omega C\underline{s}$

$$= R(\underline{i_1} + \underline{i_2}) + j\omega RC\underline{s} + \underline{s}$$

or $\underline{i_1} = j\omega C(R\underline{i_2} + \underline{s}) = j\omega C(j\omega RC + 1)\underline{s}$

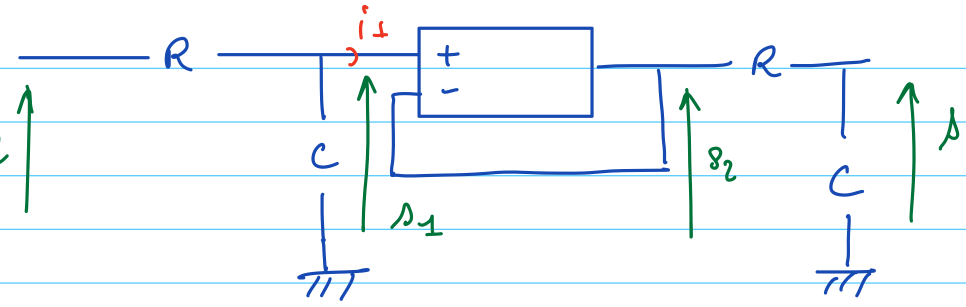
$$\underline{e} = R\left(j\omega C(j\omega RC + 1)\underline{s} + j\omega C\underline{s}\right) + (j\omega RC + 1)\underline{s}$$

$$= Rj\omega C\underline{s}\,(1 + j\omega RC + 1) + (j\omega RC + 1)\underline{s}$$

$$\underline{e} = (-R^2C^2\omega^2 + 3j\omega RC + 1)\,\underline{s}$$

Donc $$\underline{H_2} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{1}{1 + 3j\omega RC - R^2C^2\omega^2}.$$

4)



On a $\frac{\underline{s_1}}{\underline{e}} = \underline{H_2}$ car $i_+ = 0$

Par ailleurs, $\underline{s_2} = \underline{s_1}$ (relation entrée-sortie du suiveur)

Enfin $\frac{\underline{s}}{\underline{s_2}} = \underline{H_1}$

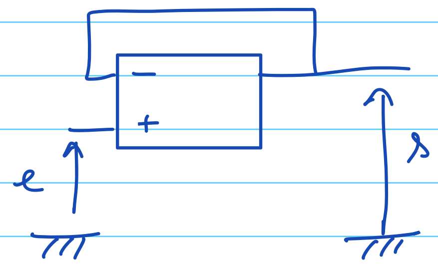
Donc $\frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{\underline{s}}{\underline{s_2}} \times \frac{\underline{s_2}}{\underline{e}} = \underline{H_1} \times \underline{H_2} = \frac{1}{(1+jRC\omega)^2}$

Les deux filtres en cascade fonctionnent donc comme s'ils étaient seuls dans le circuit.

Cela est dû à l'impédance d'entrée infinie du suiveur : ce qui suit le premier filtre ne change pas la fonction de transfert qui a été calculée en circuit ouvert

Exercice 4 – Défauts de l'ALI réel

1)



2) L'ALI semble en saturation basse quelle que soit la valeur de l'entrée.
Il est donc probable que l'expérimentatrice a échangé l'entrée inverseuse et l'entrée non inverseuse.

3) Ce phénomène est probablement dû au slew-rate : la fréquence du signal d'entrée est en effet élevée.

Ici, on a en sortie $\left|\frac{dv_s}{dt}\right| = \frac{5}{1{,}2.10^6 \times \frac{1}{2}} \simeq 10.10^6\ V/s = \underline{10\ V/\mu s}$

ce qui est cohérent avec les valeurs habituelles

Pour ne pas rencontrer ce problème, il faut $\left|\frac{dv_e}{dt}\right| < 10\ V/\mu s$

Si $v_e(t) = E_0 \cos(\omega t)$, alors $\frac{dv_e}{dt} = -E_0\omega \sin \omega t$

or $\left|\frac{dv_e}{dt}\right|_{max} = E_0 \omega$

Il faut donc $E_0\omega < 10\ V/\mu s$ ie $\omega < \frac{10}{10}\ \mu s^{-1} = \underline{10^6\ rad.s^{-1}}$

ou $\underline{f < 1{,}5.10^5\ Hz}$

4) Il y a saturation de l'ALI, mais la tension de sortie étant entre −2,5 et 2,5 V, il ne s'agit pas d'une saturation en tension.

Il s'agit donc a priori d'une saturation en intensité, probablement due à une résistance trop faible en sortie, qui appelle un courant trop important.

Ici, on a $i_{sat} = \frac{S_{max}}{R} = \underline{25\,mA}$

Si on veut garder le même signal d'entrée, mais bien avoir $s = e$, il faut

$$i = \frac{e_{max}}{R'} < i_{sat} \quad \text{ie} \quad R' > \frac{e_{max}}{i_{sat}} = \frac{10}{25 \cdot 10^{-3}} = \underline{400\,\Omega}.$$

Exercice 5 – Résistance négative

1) Il y a une rétroaction négative, mais aussi une rétroaction positive. On ne peut donc pas anticiper simplement le fonctionnement de l'ALI

Par une loi des noeuds, on a :

en E^- : $\dfrac{s - V_-}{R_1} + i_e = 0$ ie $\boxed{V_- = R_1 i_e + s}$

en E^+ : $\dfrac{s - V_+}{R_2} + \dfrac{0 - V_+}{R_0} = 0$ $\boxed{V_+ = \dfrac{R_0}{R_0 + R_2} s}$

2) On a $V_- = e$

En régime linéaire, avec le modèle de l'ALI de gain infini : $V_+ = V_-$

On a donc $e = R_1 i_e + s$ et $e = \dfrac{R_0}{R_0 + R_2} s$

D'où $s = \dfrac{R_0 + R_2}{R_0} e$

et $e = R_1 i_e + \dfrac{R_0 + R_2}{R_0} e$

$\left(1 - \dfrac{R_0 + R_2}{R_0}\right) e = R_1 i_e$

$$\boxed{e = -\frac{R_0}{R_2} R_1 i_e}$$

on a donc $e = R_N i_e$ avec $R_N = -\dfrac{R_0}{R_2} R_1$

3) L'ALI quitte le régime linéaire pour la saturation haute si s atteint $+V_{sat}$.

si $e - R_1 i_e$ atteint $+V_{sat}$

$(R_N - R_1) i_e = V_{sat}$

$$i_e = \frac{V_{sat}}{R_N - R_1} = \frac{V_{sat}}{-R_1\left(\frac{R_0}{R_2} + 1\right)} = -\frac{V_{sat} R_2}{R_1 (R_0 + R_2)} = -i_{basc}.$$

Pour savoir s'il y a phénomène d'hystérésis, il faut exprimer l'intensité de bascule de la saturation haute vers le régime linéaire.

L'ALI reste en saturation haute tant que $v_+ - v_- > 0$

ie $\frac{R_0}{R_0+R_2} V_{sat} > V_{sat} + R_1 i_e$

soit $i_e < -\frac{R_2}{R_0+R_2} \frac{V_{sat}}{R_1} = -i_{basc}$

Il n'y a donc pas de phénomène d'hystérésis.

4) L'ALI quitte le régime linéaire pour la saturation basse si s atteint $-V_{sat}$.

si $e - R_1 i_e$ atteint $-V_{sat}$

$(R_N - R_1) i_e = -V_{sat}$

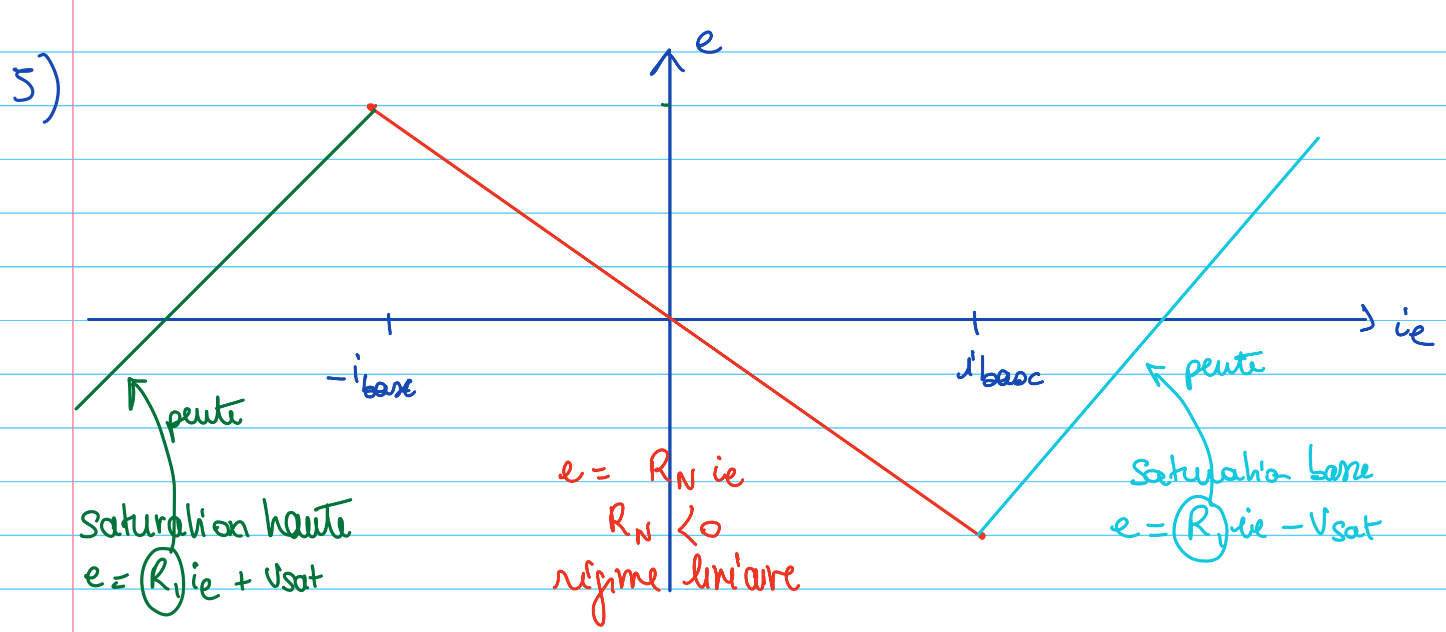
$$i_e = \frac{-V_{sat}}{R_N - R_1} = \frac{-V_{sat}}{-R_1\left(\frac{R_0}{R_2}+1\right)} = + \frac{V_{sat}\,R_2}{R_1(R_0+R_2)} = + i_{basc}.$$

De même, l'ALI reste en saturation basse tant que $v_+ - v_- < 0$

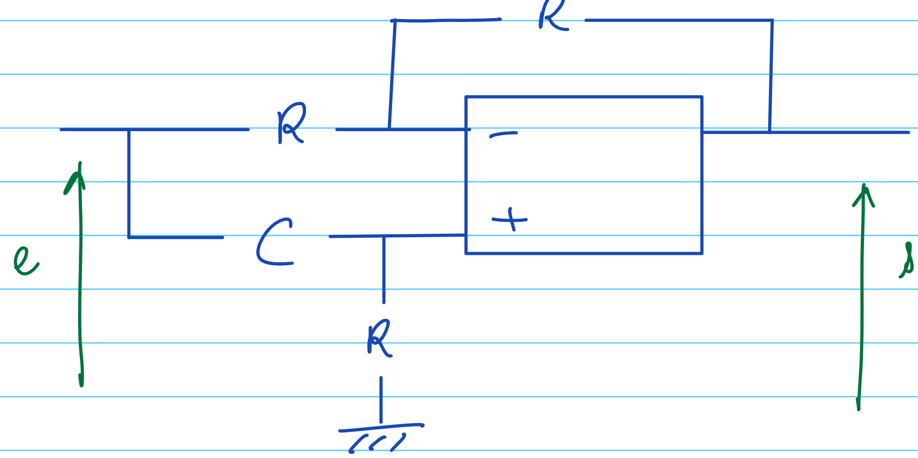
ie $-\frac{R_0}{R_0+R_2} V_{sat} < -V_{sat} + R_1 i_e$

soit $i_e < \frac{R_2}{R_0+R_2} \frac{V_{sat}}{R_1} = i_{basc}$ Il n'y a pas d'hystérésis

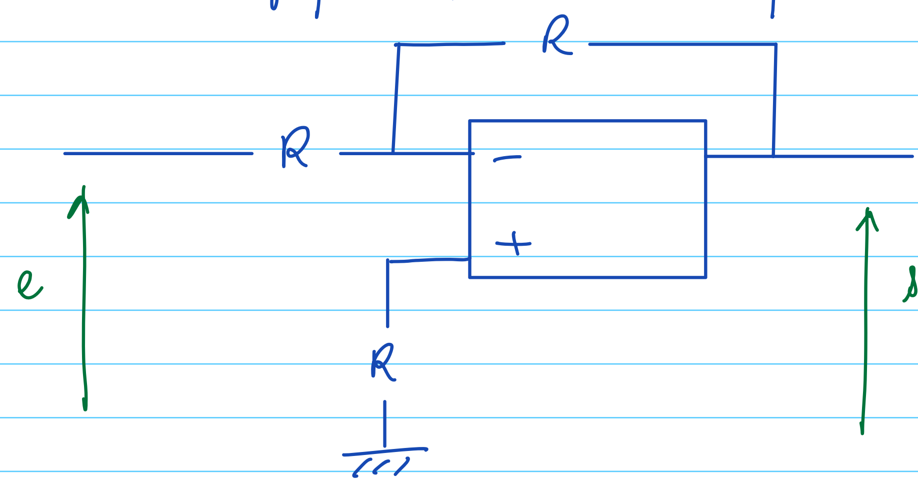
5)



Exercice 6 – Filtre actif



1) En basses fréquences, le circuit est équivalent à :



On peut supposer que l'ALI fonctionne en régime linéaire car il y a une rétroaction négative.

On a alors $V_+ = Ri_+ = 0$

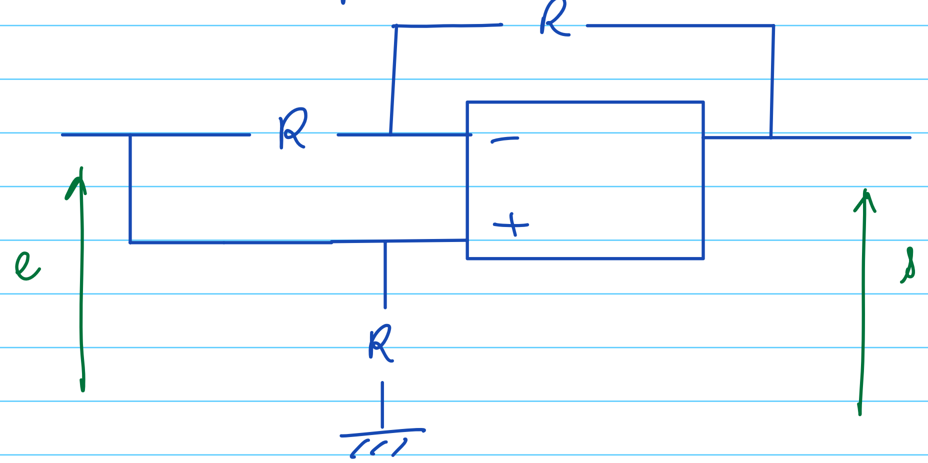
Par la loi des noeuds en E_- : $\frac{e - V_-}{R} + \frac{s - V_-}{R} = 0$

ie $V_- = \frac{e+s}{2}$

Or, dans le cadre du modèle de l'ALI idéal à gain infini en régime linéaire $V_+ = V_-$

Donc $\underline{s = -e}$

En hautes fréquences, on a le circuit équivalent :



On peut supposer que l'ALI fonctionne en régime linéaire car il y a une rétroaction négative.

On a par ailleurs $\underline{V_+} = \underline{e}$

et $\frac{\underline{e} - \underline{V_-}}{R} + \frac{\underline{s} - \underline{V_-}}{R} = 0$ ie $\underline{V_-} = \frac{\underline{e} + \underline{s}}{2}$

Comme on a supposé que l'ALI est en régime linéaire :

$$\underline{V_+} = \underline{V_-}$$

$$\underline{e} = \frac{\underline{e} + \underline{s}}{2} \Rightarrow \underline{s} = \underline{e}$$

A priori, ce filtre laisse donc passer les hautes et les basses fréquences

2) On suppose encore que l'ALI est en régime linéaire.

On applique la loi des noeuds en E_+ :

$$\frac{\underline{e} - \underline{V_+}}{1/j\omega C} + \frac{0 - \underline{V_+}}{R} = 0$$

Donc $\underline{V_+}\left(j\omega C + \frac{1}{R}\right) = j\omega C\,\underline{e}$

$$\boxed{\underline{V_+} = \frac{j\omega C R}{1 + j\omega R C}\,\underline{e}}$$

De même en E_- :

$$\frac{\underline{e} - \underline{V_-}}{R} + \frac{\underline{s} - \underline{V_-}}{R} = 0 \quad \text{ie} \quad \boxed{\underline{V_-} = \frac{\underline{e} + \underline{s}}{2}}$$

En régime linéaire, et avec le modèle de l'ALI idéal de gain infini

$$\underline{V_+} = \underline{V_-}$$

Donc $\frac{j\omega C R}{1 + j\omega R C}\,\underline{e} = \frac{\underline{e} + \underline{s}}{2}$

ie $\underline{s} = \left(\frac{2 j\omega R C}{1 + j\omega R C} - 1\right)\underline{e}$

$$= \frac{2 j\omega R C - (1 + j\omega R C)}{1 + j\omega R C}\,\underline{e}$$

$$\boxed{\frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{-1 + j\omega R C}{1 + j\omega R C} = \frac{-1 + j\,\omega/\omega_0}{1 + j\,\omega/\omega_0} \quad \text{avec } \omega_0 = \frac{1}{RC}.}$$

3) $\underline{H} = \frac{-1 + j\,\omega/\omega_0}{1 + j\,\omega/\omega_0}$

En basse fréquence, on a la fonction de transfert équivalente

$$\underline{H}_{BF} = \frac{-1}{1} = 1$$

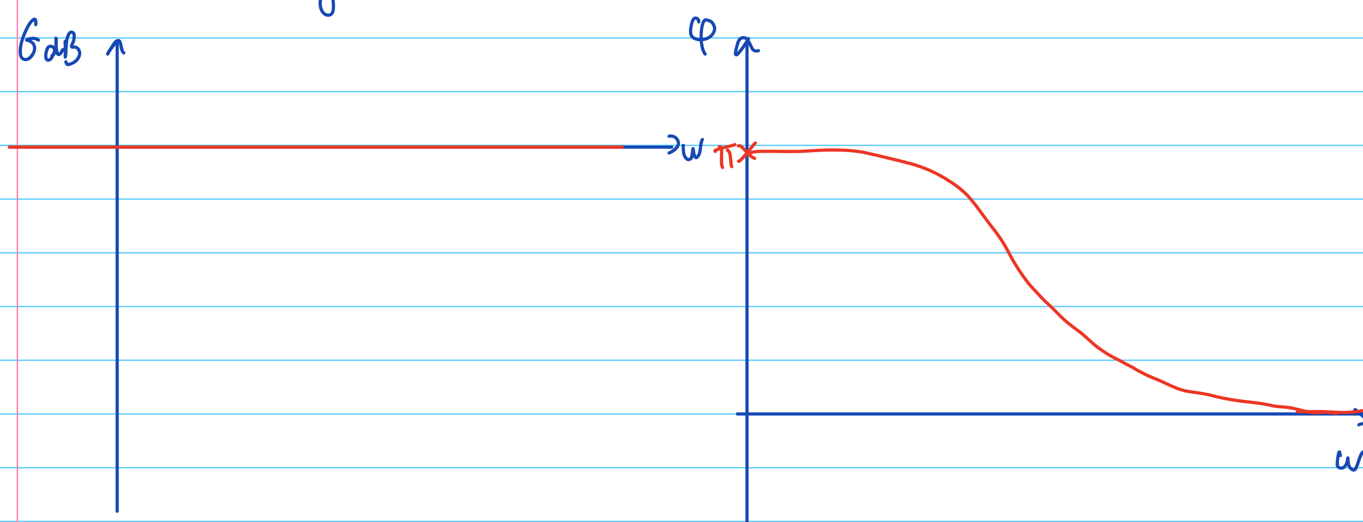
Donc $G_{dB\,BF} = 0$ et $\varphi_{BF} = \pi$

En haute fréquence, on a $\underline{H}_{HF} = \dfrac{j\omega/\omega_0}{j\omega/\omega_0} = 1$

Donc $G_{dB_{HF}} = 0$ et $\varphi_{HF} = 0$

On peut par ailleurs remarquer que $G(\omega) = \dfrac{\sqrt{1+\omega^2/\omega_0^2}}{\sqrt{1+\omega^2/\omega_0^2}} = 1$

Ainsi le diagramme de Bode est :



On a donc un filtre qui conserve les amplitudes des différentes harmoniques mais qui apporte un déphasage.
On l'appelle montage déphaseur.

Exercice 7 - Comparateur à hystérésis inverseur décalé

1) Par une loi des noeuds en terme de potentiel, on a

$$\frac{V_0 - V_+}{R_1} + \frac{V_S - V_+}{R_2} = 0 \quad \text{ie} \quad V_+\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{V_0}{R_1} + \frac{V_S}{R_2}$$

$$V_+ = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\left(\frac{V_0}{R_1} + \frac{V_S}{R_2}\right) = \beta V_S + (1-\beta) V_0$$

$$\boxed{V_+ = \beta\, V_S + (1-\beta) V_0}$$

2) Il n'y a pas de rétroaction sur la borne non-inverseuse, donc l'ALI fonctionne nécessairement en régime saturé.

Supposons l'ALI en saturation haute : $\varepsilon > 0$ et $V_S = +V_{sat}$.

On a $\varepsilon = V_+ - V_- = \beta V_{sat} + (1-\beta) V_0 - V_e$

La bascule a lieu quand $\varepsilon < 0$

$\beta = 1/3$

ie $\boxed{V_e > \beta\, V_{sat} + (1-\beta) V_0} = \frac{1}{3} V_{sat} + \frac{2}{3} V_0 = \underline{9\ V}$

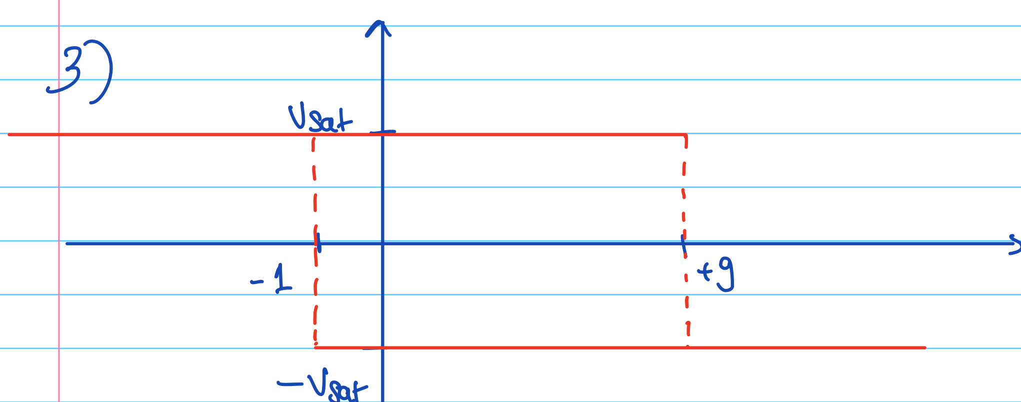
Supposons maintenant l'ALI en saturation basse : $\varepsilon < 0$ et $V_S = -V_{sat}$

On a $\varepsilon = \beta(-V_{sat}) + (1-\beta) V_0 - V_e$

La bascule a lieu pour $\varepsilon > 0$

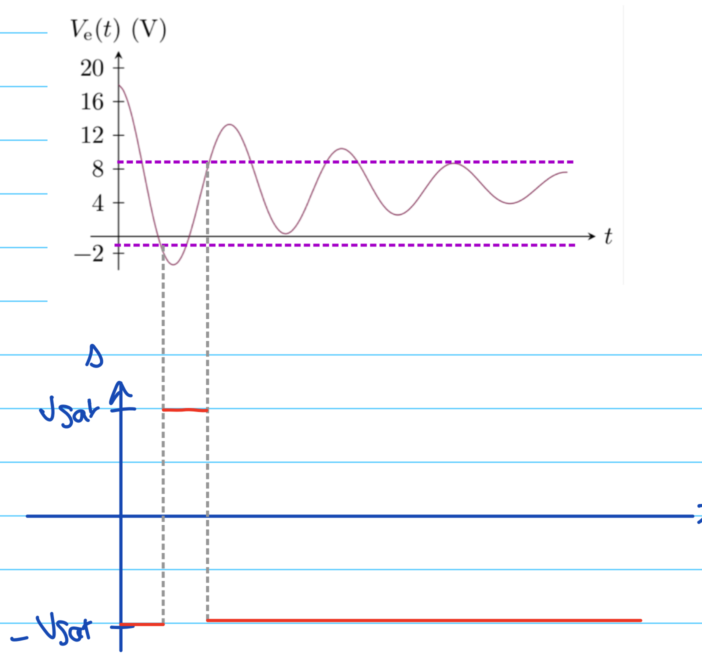
ie $\boxed{V_e < -\beta V_{sat} + (1-\beta) V_0} = -\frac{1}{3} V_{sat} + \frac{2}{3} V_0 = -1\ V$

3)



On retrouve le comportement caractéristique d'un comparateur à hystérésis, mais décalé de $\frac{2}{3}V_0$.

4)



à $t = 0$ $V_e > 9V$

$\Rightarrow$ saturation basse

on bascule en saturation haute quand $V_e < -1V$

on bascule en saturation basse quand $V_e > 9V$

Puis V_e ne redevient plus inférieur à $-1V$

↳ on reste en saturation basse

Exercice 8 – Amplificateur différentiel

1) Cours : $\mu_0 \sim 10^5$ $\quad |\underline{Z_e}| \sim 10\,M\Omega$ $\quad |\underline{Z_s}| \sim 100\,\Omega$

2) Cours : $\mu_0 \to \infty$ $\quad |\underline{Z_e}| \to \infty$ $\quad |\underline{Z_s}| = 0$

3) Pour l'ALI 1 : $\frac{V_{e1} - V_{+1}}{R} = 0 \Rightarrow \underline{V_{+1} = V_{e1}}$

et $\frac{V_1 - V_{-1}}{R} + \frac{V_{-2} - V_{-1}}{R'} = 0 \Rightarrow V_{-1}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = \frac{V_1}{R} + \frac{V_{-2}}{R'}$

$$\Rightarrow V_{-1} = \frac{1}{R+R'}\left(R' V_1 + R V_{-2}\right)$$

Donc $\underline{V_{e1}} = \frac{1}{R+R'}\left(R'\underline{V_1} + R\underline{V_{-2}}\right)$ (1)

Par ailleurs, pour l'ALI 2 :

$$\underline{V_{+2}} = \underline{V_{e2}}$$

En régime linéaire, $\underline{V_{+2}} = \underline{V_{-2}}$

Donc dans (1) : $\underline{V_{e1}} = \frac{1}{R+R'}\left(R'\underline{V_1} + R\underline{V_{e2}}\right)$

ou $\boxed{\underline{V_1} = \frac{R+R'}{R'}\underline{V_{e1}} - \frac{R}{R'}\underline{V_{e2}}}$

Par ailleurs, par une loi des noeuds en E_{-2} :

$$\frac{\underline{V_{-1}} - \underline{V_{-2}}}{R'} + \frac{\underline{V_2} - \underline{V_{-2}}}{R} = 0$$

Or on a $\underline{V_{-1}} = \underline{V_{e1}}$ et $\underline{V_{-2}} = \underline{V_{e2}}$

Donc $\frac{V_{e1} - V_{e2}}{R'} + \frac{\underline{V_2} - V_{e2}}{R} = 0$

Donc $\quad \underline{V_2} = \left(\frac{R}{R'} + 1\right) \underline{Ve_2} - \frac{R}{R'} \underline{Ve_1}$

Au final

$$\underline{V_2} - \underline{V_1} = \frac{R+R'}{R'} \underline{Ve_2} - \frac{R}{R'} \underline{Ve_1} - \left(\frac{R+R'}{R'} \underline{Ve_1} - \frac{R}{R'} \underline{Ve_2}\right)$$

$$\underline{V_2} - \underline{V_1} = \left(\frac{R+R'}{R'} + \frac{R}{R'}\right)\left(\underline{Ve_2} - \underline{Ve_1}\right) = \frac{2R+R'}{R'}\left(\underline{Ve_2} - \underline{Ve_1}\right)$$

4) Pour l'ALi 3 :

en E_{3+} : $\frac{\underline{V_1} - \underline{V_{3+}}}{R} + \frac{0 - \underline{V_{3+}}}{R} = 0$

ie $\boxed{\underline{V_{3+}} = \frac{\underline{V_1}}{2}}$.

en E_{3-} : $\frac{\underline{V_2} - \underline{V_{3-}}}{R} + \frac{\underline{V_S} - \underline{V_{3-}}}{R} = 0$

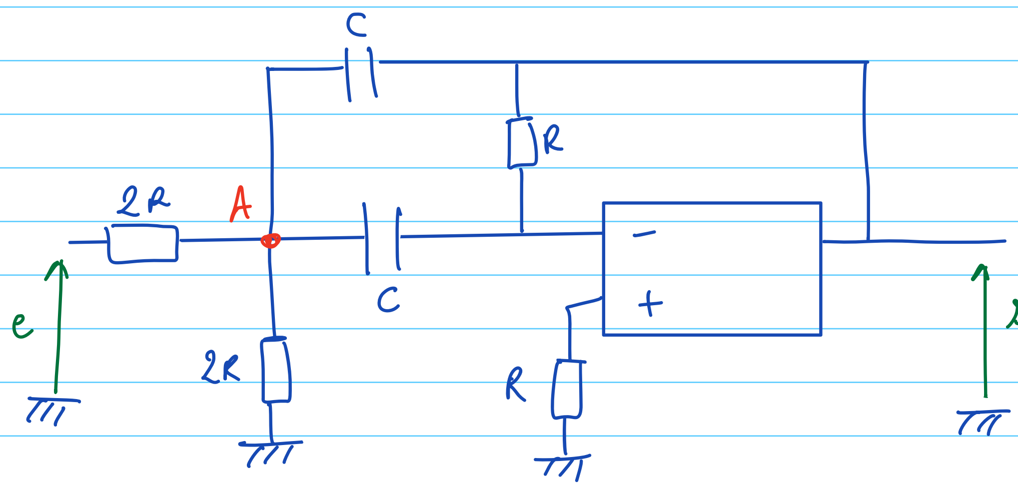
ie $\quad \underline{V_S} = 2\underline{V_{3-}} - \underline{V_2} = 2\underline{V_{3+}} - \underline{V_2}$

$$= 2\frac{\underline{V_1}}{2} - \underline{V_2} = \underline{V_1} - \underline{V_2} = \frac{2R+R'}{R'}\left(\underline{Ve_1} - \underline{Ve_2}\right)$$

5) $Ad = \left|\frac{\underline{V_S}}{\underline{Ve_1} - \underline{Ve_2}}\right| = \frac{2R+R'}{R'} = \frac{2 \times 100.10^3 + 2.10^3}{2.10^3}$

$$= \frac{202}{2} = \underline{101}.$$

Exercice 9 - Filtre passe-bande - Oral 2024



1) La loi des nœuds donne :

en A : $\dfrac{\underline{e} - \underline{V_A}}{2R} + \dfrac{0 - \underline{V_A}}{2R} + \dfrac{\underline{V_-} - \underline{V_A}}{1/j\omega C} + \dfrac{\underline{s} - \underline{V_A}}{1/j\omega C} = 0$

ie $$\underline{V_A}\left(\frac{1}{R} + 2j\omega C\right) = \frac{\underline{e}}{2R} + j\omega C\,\underline{V_-} + j\omega C\,\underline{s} \qquad (1)$$

en E_- : $\dfrac{\underline{V_A} - \underline{V_-}}{1/j\omega C} + \dfrac{\underline{s} - \underline{V_-}}{R} = 0$

ie $$\underline{V_A}\, j\omega C + \frac{\underline{s}}{R} = \left(j\omega C + \frac{1}{R}\right)\underline{V_-} \qquad (2)$$

Par ailleurs, on a l'intensité qui traverse la résistance en E_+ qui est nulle (intensité d'entrée de l'ALI). Donc $\underline{V_+} = 0$.

En régime linéaire, on a donc $\underline{V_-} = 0$.

D'où (1) : $\underline{V_A}\left(\dfrac{1}{R} + 2j\omega C\right) = \dfrac{\underline{e}}{2R} + j\omega C\,\underline{s}$

(2) : $\underline{V_A}\, j\omega C = -\dfrac{\underline{s}}{R}$ ie $\underline{V_A} = -\dfrac{\underline{s}}{j\omega RC}$

En réinjectant dans (1) : $-\dfrac{s}{j\omega RC}\left(\dfrac{1}{R}+2j\omega C\right) = \dfrac{e}{2R} + j\omega C\, s$

d'où $s\left(\dfrac{1}{j\omega R^2C}+\dfrac{2}{R}+j\omega C\right) = -\dfrac{e}{2R}$

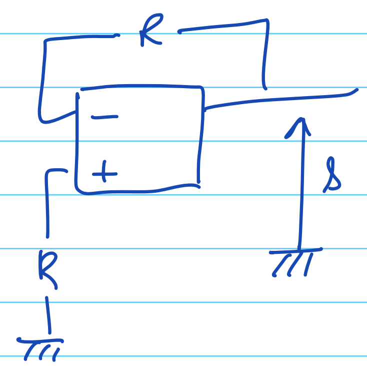
$$\frac{s}{e} = -\frac{1/2R}{\frac{2}{R}+j\omega C+\frac{1}{j\omega R^2C}} = -\frac{1/4}{1+j\omega\frac{RC}{2}+\frac{1}{2j\omega RC}}$$

Par identification : $a = -1/4$

et $\begin{cases} \dfrac{b}{\omega_0} = \dfrac{RC}{2} \\ b\omega_0 = \dfrac{1}{2RC} \end{cases}$ ie $\begin{cases} b^2 = \dfrac{1}{4} \Rightarrow b = 1/2 \\ \omega_0^2 = \dfrac{1}{(RC)^2} \Rightarrow \omega_0 = \dfrac{1}{RC} \end{cases}$.

On aurait pu prévoir la nature du filtre avec une analyse du circuit en hautes et basses fréquences

En basse fréquence :

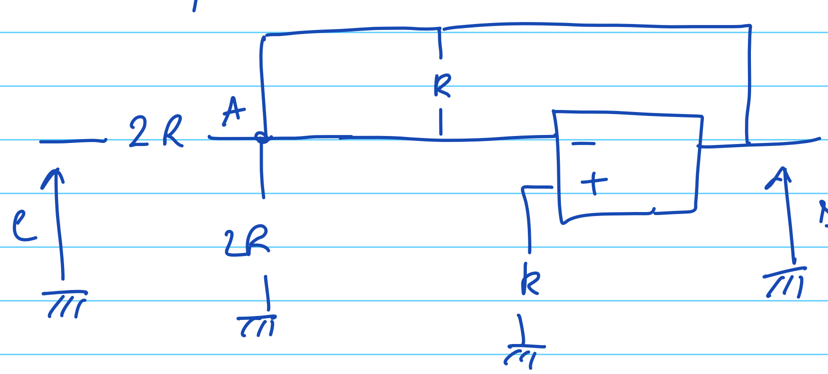


ie $V_- = s$

$V_+ = 0$

D'où $\underline{s = 0}$

En haute fréquence



On a $V_A = s$

$V_- = V_A$

Donc $V_- = s$

et $V_+ = 0$

D'où $\underline{s = 0}$

2) $$\frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{a}{1+jb\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

$$\underline{s}\left(1+jb\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)\right) = \underline{e}\, a$$

$$\underline{s}\left(j\omega - \frac{b\omega^2}{\omega_0} + b\omega_0\right) = \underline{e}\, j\omega\, a$$

$$\boxed{\frac{ds}{dt} + \frac{b}{\omega_0}\frac{d^2s}{dt^2} + b\omega_0\, s(t) = a\,\frac{de}{dt}}$$

3) $$\omega_0 = \frac{1}{RC} = \frac{1}{10^3 \times 100.10^{-9}} = \underline{10^4\ rad.s^{-1}}$$

On a par ailleurs $b = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$, donc $\Delta\omega = \frac{\omega_0}{b} = \underline{2.10^4\ rad.s^{-1}}$

4) cf calcul du cours

5) cours