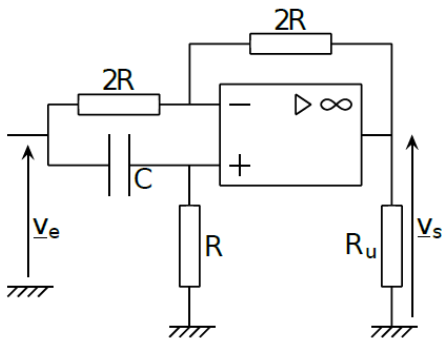


DM - Rétroaction

I Étude d'un filtre actif



Un filtre passif est un filtre qui ne dispose pas de source d'énergie extérieure : par exemple un filtre constitué uniquement de résistances, condensateurs, bobines. À l'inverse, un filtre actif dispose d'une source d'énergie extérieure, et c'est le cas par exemple s'il contient un ALI.

On considère le filtre actif ci-contre. On utilisera le modèle idéal pour l'ALI.

La résistance R_u représente le circuit sur lequel est branché ce montage. Elle ne doit pas intervenir dans vos calculs.

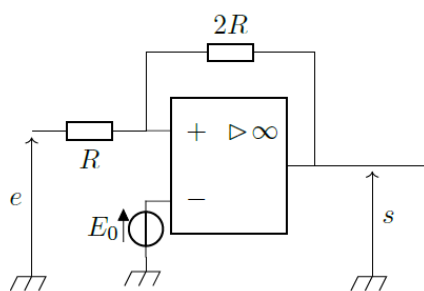
1. L'objectif est d'obtenir l'expression de la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \underline{v_s}/\underline{v_e}$.

On suivra la *méthode décrite dans le* pour un montage avec ALI en régime linéaire. En particulier, on exprimera $\underline{v_+}$ en fonction de $\underline{v_e}$, et $\underline{v_-}$ en fonction de $\underline{v_e}$ et $\underline{v_s}$.

Montrer que $\underline{H}(j\omega) = -\frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega}$.

2. Donner l'expression du module et de la phase de $\underline{H}$. Justifier pourquoi ce montage se nomme "montage déphaseur".
3. Tracer l'allure du diagramme de Bode en phase. Pour cela on donnera un équivalent de $\underline{H}$ pour $\omega \rightarrow 0$ et pour $\omega \rightarrow +\infty$, et on calculera l'argument de ces équivalents. Ceci permet d'avoir les asymptotes dans le diagramme.
4. Pour $R = 1.0 \text{ k}\Omega$ et $C = 130 \text{ nF}$, donner la valeur de la pulsation $\omega_0 = 1/(RC)$.

II Comparateur à hystérésis décentré



On considère le montage ci-contre. E_0 est une tension continue. On utilise le modèle idéal pour décrire le comportement de l'ALI.

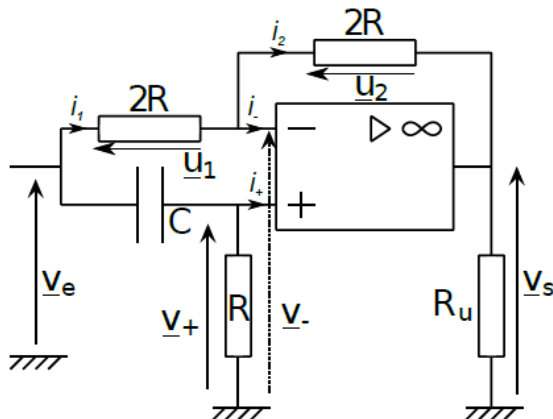
- 1 - Établir le diagramme $s-e$ de ce comparateur à hystérésis. Tracer le sens de parcours du cycle.
- 2 - Conclure sur ce que permet la tension E_0 par rapport au montage vu

Aide :

- a) Justifier que l'ALI fonctionne en régime saturé
- b) Exprimer les potentiels V^+ et V^- aux entrées de l'ALI en fonction de E_0 , s et e
- c) Déterminer l'expression de la tension de basculement E^+ où l'ALI bascule de $-V_{\text{sat}}$ à $+V_{\text{sat}}$
- d) Déterminer l'expression de la tension de basculement E^- où l'ALI bascule de $+V_{\text{sat}}$ à $-V_{\text{sat}}$

Correction DM1

I Étude d'un filtre actif



Première étape : on note les tensions et courants pertinents sur le schéma.

1. ★ L'ALI fonctionne en régime linéaire (d'après l'énoncé). On utilise le modèle idéal. De ces deux faits on en déduit que l'on a $v_+ = v_-$ et $i_+ = i_- = 0$.

★ Exprimons v_+ :

Un diviseur de tension sur R (possible car $i_+ = 0$) donne directement $v_+ = v_e \times \frac{R}{R + \frac{1}{jC\omega}} = v_e \times \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega}$.

★ Exprimons v_- :

On utilise la loi des nœuds exprimés en terme de potentiels :

$$\begin{aligned} i_1 &= i_2 \\ \Leftrightarrow \frac{u_1}{2R} &= \frac{u_2}{2R} \\ \Leftrightarrow \frac{v_e - v_-}{2R} &= \frac{v_- - v_s}{2R} \\ \Leftrightarrow v_- &= \frac{v_e + v_s}{2} \end{aligned}$$

★ Puis on injecte dans la relation $v_+ = v_-$:

On a donc $v_e \times \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega} = \frac{v_e + v_s}{2}$.

Après quelques manipulations, on arrive à $\underline{H}(j\omega) = \frac{v_s}{v_e} = -\frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega}$.

2. ★ $|\underline{H}| = |-1| \frac{|1 - jRC\omega|}{|1 + jRC\omega|}$. Or le module du complexe z et de son conjugué sont les mêmes, donc on a

$$|\underline{H}| = 1.$$

★

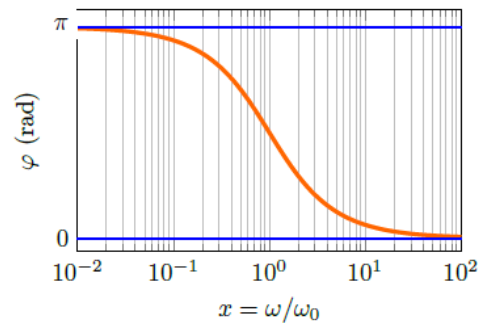
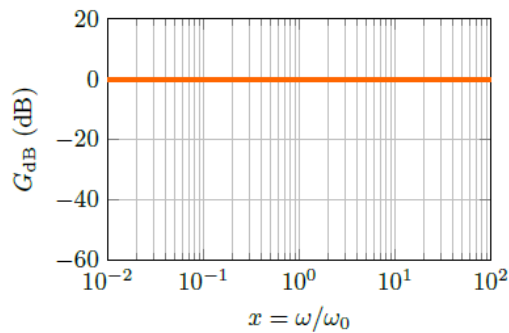
$$\arg(\underline{H}) = \arg(-1) + \arg(1 - jRC\omega) - \arg(1 + jRC\omega)$$

$$\arg(\underline{H}) = \pi + \arctan\left(\frac{-RC\omega}{1}\right) - \arctan\left(\frac{RC\omega}{1}\right)$$

$$\arg(\underline{H}) = \pi - 2 \arctan(RC\omega).$$

On a pu utiliser la formule avec l'arctangente car à chaque fois la partie réelle du complexe est strictement positive. Il ne fallait pas non plus oublier le -1 devant la fraction, dont l'argument est π (réel négatif).

3. ★ Basses fréquences : $\underline{H} \sim -1$, dont l'argument est π .
 ★ Hautes fréquences : $\underline{H} \sim 1$, dont l'argument est 0.
 ★ On a l'allure suivante :



4. $\omega_0 = 7.7 \times 10^3 \text{ rad/s}$ (deux chiffres significatifs, comme pour la donnée qui en a le moins (R ici)).

II Comparateur à hystérésis décentré

- 1 - ★ Rétroaction unique sur la patte + : le fonctionnement est en régime saturé. La sortie s ne peut prendre que les valeurs $+V_{\text{sat}}$ et $-V_{\text{sat}}$.

★ Faire le schéma sur votre copie, annoter avec flèches de tensions et courants si besoin.

★ Exprimons v_+ et v_- .

On a $v_- = E_0$.

Pour v_+ , un diviseur de tension indique que

$$v_+ - e = (s - e) \frac{R}{R + 2R} = \frac{s - e}{3}.$$

On a donc $v_+ = \frac{s}{3} + \frac{2e}{3}$.

★ Étape 1 : on suppose que $s = +V_{\text{sat}}$.
 Ceci est possible si et seulement

$$\begin{aligned} v_+ \geq v_- &\Leftrightarrow \frac{s}{3} + \frac{2e}{3} \geq E_0 \\ &\Leftrightarrow \frac{V_{\text{sat}}}{3} + \frac{2e}{3} \geq E_0 \\ &\Leftrightarrow e \geq \frac{3E_0 - V_{\text{sat}}}{2}. \end{aligned}$$

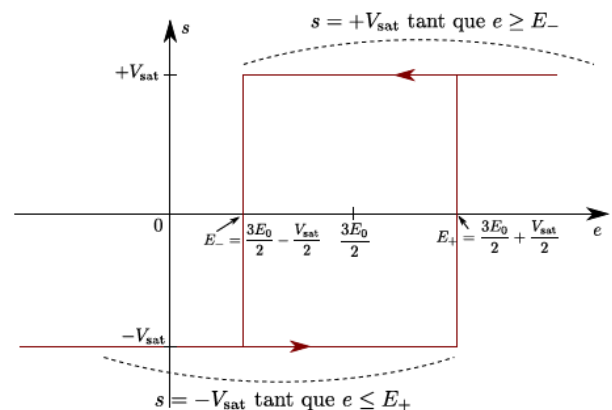
★ Étape 2 : on suppose que $s = -V_{\text{sat}}$.
 Ceci est possible si et seulement

$$\begin{aligned} v_+ \leq v_- &\Leftrightarrow \frac{s}{3} + \frac{2e}{3} \leq E_0 \\ &\Leftrightarrow \frac{-V_{\text{sat}}}{3} + \frac{2e}{3} \leq E_0 \\ &\Leftrightarrow e \leq \frac{3E_0 + V_{\text{sat}}}{2}. \end{aligned}$$

★ On peut tracer la caractéristique $s-e$.

On définit pour cela les tensions de basculement

$$E_- = \frac{3E_0 - V_{\text{sat}}}{2} \text{ et } E_+ = \frac{3E_0 + V_{\text{sat}}}{2}.$$



- 2 - La tension continue E_0 permet ainsi de décentrer la caractéristique, et d'avoir des tensions de basculement E_- et E_+ qui ne sont pas centrées sur 0 mais sur $\frac{3E_0}{2}$.