

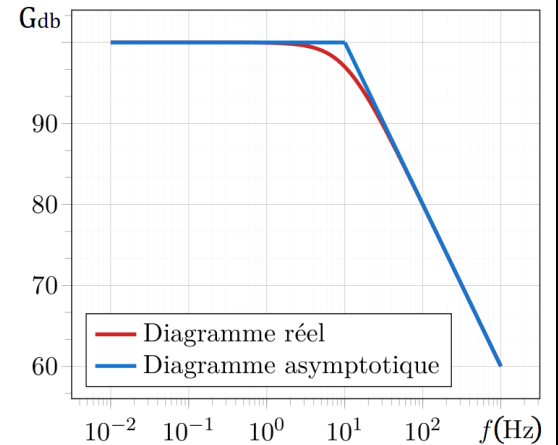
Programme d'interrogation orale

- Grandes démonstrations et exercices types du programme de PTSI : relations $U-i$ des dipôles classiques, association de dipôles réels et complexes en série et en parallèle, fonction de transfert d'un filtre, diagramme de Bode, effet d'un filtre sur une somme de signaux sinusoïdaux.
- Savoir déterminer si un système électrocinétique du premier et du second ordre est stable (soit à partir de la fonction de transfert, soit à partir de l'équation différentielle).
- ALI : symbole, utilisation, caractéristique statique et harmonique, vitesse de balayage, impédance d'entrée et de sortie, modèle de l'ALI idéal.
- Montages du cours en fonctionnement linéaire ; montages du cours en régime de saturation.

Exercice 1 – Fonction de transfert d'un ALI**Difficile 1 – Original 1**

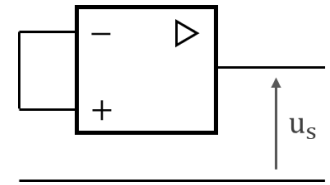
On a représenté ci-contre la fonction de transfert d'un ALI réel (et sa version asymptotique en pointillés).

1. Déterminer la nature du filtre équivalent à l'ALI,
2. Déterminer son gain statique μ_0
3. Déterminer sa fréquence de coupure f_0 .
4. Donner alors l'expression de la fonction de transfert de l'ALI.

**Exercice 2 – ALI fermé en entrée****Difficile 1 – Original 2**

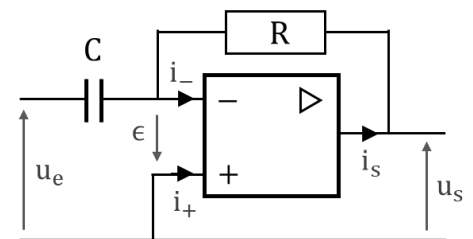
On considère le montage représenté ci-contre : on a relié les deux entrées de l'ALI, et on mesure la tension en sortie.

1. Dans le modèle de l'ALI idéal, déterminer la tension de sortie de l'ALI.
2. Faire de même dans le cas d'un ALI réel.

**Exercice 3 – Montage dérivateur****Difficile 1 – Original 1**

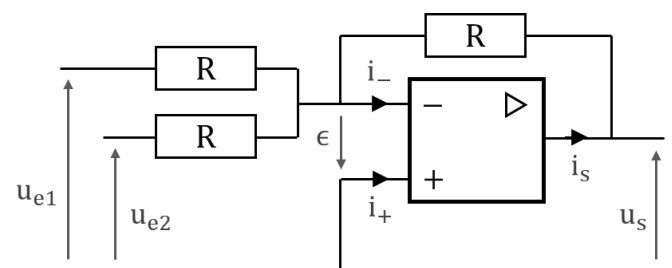
On considère le montage ci-contre dans lequel l'ALI est idéal et fonctionne en régime linéaire.

3. Exprimer $\underline{u_s}$ en fonction de $\underline{u_e}$.
4. En déduire l'équation reliant $u_s(t)$ et $u_e(t)$.

**Exercice 4 – Montage sommateur****Difficile 1 – Original 1**

On considère le montage ci-contre dans lequel l'ALI est idéal et fonctionne en régime linéaire.

1. Exprimer u_s en fonction de u_{e1} et u_{e2} .
2. Que changer pour que la tension de sortie soit égale à la somme des deux tensions d'entrée, multipliée par 10 ?

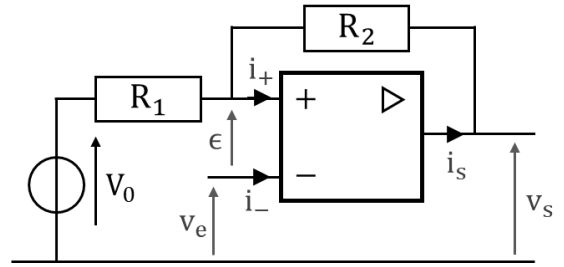


Exercice 5 – Comparateur à seuils asymétriques

Difficile 2 – Original 1

On considère le montage ci-contre, dans lequel V_0 est constante.

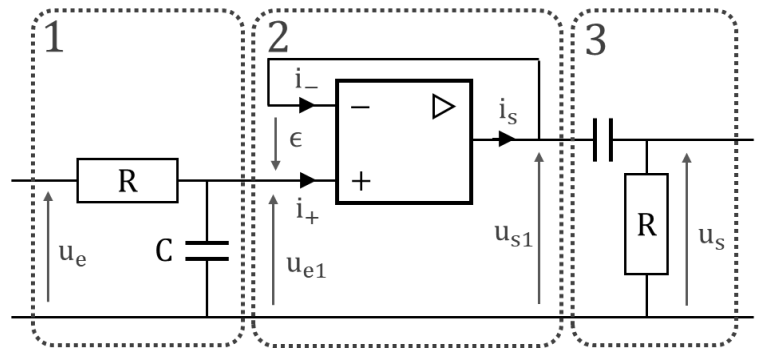
1. Dans quel régime fonctionne l'ALI, *a priori*.
2. Etablir, sous l'hypothèse de fonctionnement en saturation, la condition de bascule de $v_s = +V_{\text{sat}}$ à $v_s = -V_{\text{sat}}$.
3. Faire de même pour la condition de bascule inverse.
4. En déduire le tracé de la caractéristique $v_s = f(v_e)$.

**Exercice 6 – ALI et association de filtres**

Difficile 2 – Original 1

Dans le montage ci-contre, on associe un filtre de type RC à un deuxième filtre de type CR, en passant par un ALI. Ce dernier sera considéré idéal et son fonctionnement sera pris en régime linéaire.

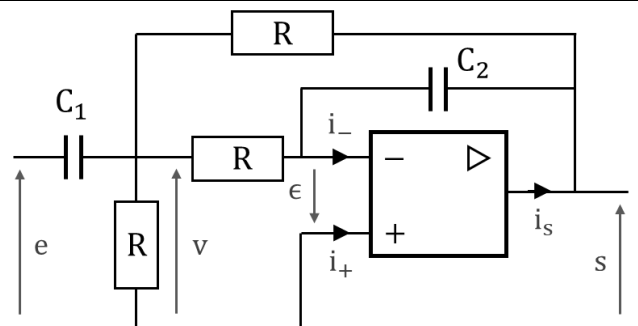
1. Etablir le lien entre la tension u_{e1} et la tension u_{s1} du montage impliquant l'ALI et noté 2 sur le schéma ? Quel est le nom d'un tel montage ?
2. Quel rôle joue le filtre noté 1 pris isolément ? Vous justifierez votre réponse par une analyse asymptotique haute et basse fréquence. Même question pour le filtre noté 3.
3. Déterminer la fonction de transfert $H(\omega) = \underline{u_s}/\underline{u_e}$ du filtre complet {1 + 2 + 3}.
4. Tracer le schéma électrique de l'association des filtres 1 et 3 sans le montage 2. Justifier par un argument quantitatif que la fonction de transfert de ce filtre est différente de la première.
5. Tracer le diagramme de Bode asymptotique du filtre complet {1 + 2 + 3}.

**Exercice 7 – Etude d'un filtre en régime linéaire**

Difficile 2 – Original 2

On donne le circuit électrique ci-dessous dans lequel fonctionne un ALI idéal en régime linéaire. Les dipôles sont tous idéaux.

1. Rappeler les hypothèses associées à un ALI idéal, tracer sa caractéristique, et nommer les diverses zones de fonctionnement.
2. Établir une relation entre les tensions complexes \underline{s} et \underline{v} .
3. Déduire de la loi des nœuds une nouvelle relation entre \underline{v} , \underline{s} et \underline{e} .

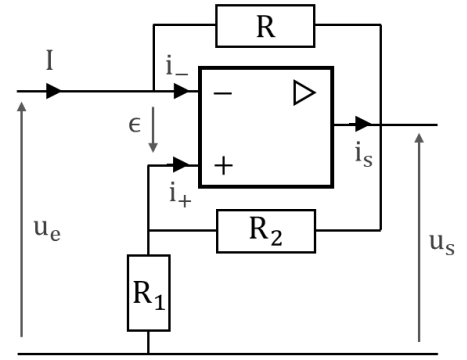


4. Montrer alors que la fonction de transfert du filtre s'écrit : $\underline{H}(\omega) = \underline{s}/\underline{e} = \frac{H_0}{3 + jQ(x - 1/x)}$, où $x = \omega/\omega_0$. On exprimera H_0 , Q et ω_0 en fonction de R , C_1 , C_2 .
5. Représenter le diagramme de Bode asymptotique de ce filtre, et préciser sa nature.
6. On note ω_c la pulsation de coupure, et on donne $e(t) = E_1 \cos\left(\frac{\omega_c}{100}t + \varphi_1\right) + E_2 \cos(\omega_c t + \varphi_2) + E_3 \cos(100\omega_c t + \varphi_3)$. Déterminer l'expression de la sortie $s(t)$.

Exercice 8 – Résistance négative**Difficile 3 – Original 2**

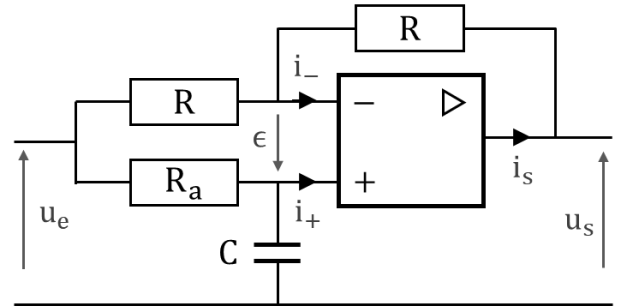
On donne le circuit électrique ci-dessous dans lequel fonctionne un ALI idéal en régime linéaire. Les dipôles sont tous idéaux.

1. Pour un régime quelconque, établir le lien entre, d'une part V_- , I et u_s , et d'autre part V_+ et u_s .
2. En régime linéaire, en déduire une relation entre u_e et I .
3. À quelle condition bascule-t-on en régime de saturation à $+V_{sat}$? Une fois la saturation atteinte, exprimer dans ce cas la relation entre u_e , I et V_{sat} .
4. À quelle condition bascule-t-on en régime de saturation à $-V_{sat}$? Une fois la saturation atteinte, exprimer dans ce cas la relation entre u_e , I et V_{sat} .
5. Tracer la caractéristique statique u_e en fonction de I en précisant les zones correspondant au fonctionnement en régime linéaire, en saturation positive et négative. Montrer que dans un intervalle donné de u_e , ce circuit se comporte comme un dipôle de résistance négative R_N que vous exprimerez en fonction de R_1 , R_2 et/ou R .

**Exercice 9 – Un filtre particulier...****Difficile 2 – Original 2**

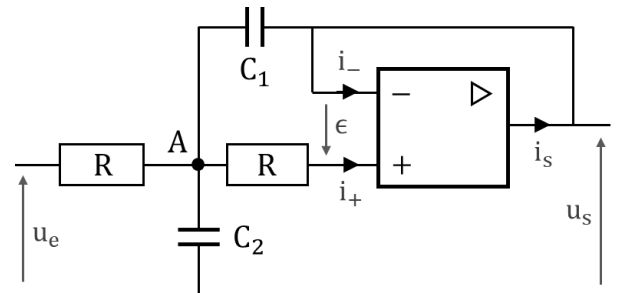
On donne le circuit électrique ci-dessous dans lequel fonctionne un ALI idéal en régime linéaire. Les dipôles sont tous idéaux.

1. Tracer la caractéristique d'un ALI idéal, et mettre en évidence ses divers régimes de fonctionnement.
2. Établir la fonction de transfert de ce circuit en fonction de R_a , C et des grandeurs usuelles.
3. Établir le diagramme de Bode asymptotique ce circuit, puis exprimer le gain. Quel nom peut-on donner à ce filtre ?
4. On définit pour ce filtre une pulsation de coupure ω_c telle que la phase du filtre soit $\phi(\omega_c) = -\frac{\pi}{2}$. En donner l'expression.
5. On donne $e(t) = E_1 \cos\left(\frac{\omega_c}{100}t + \varphi_1\right) + E_2 \cos(\omega_c t) + E_3 \cos(100\omega_c t + \varphi_3)$. Déterminer l'expression de $u_s(t)$.

**Exercice 10 – Filtre de Bessel (oral)****Difficile 2 – Original 2**

On donne le circuit électrique ci-dessous dans lequel fonctionne un ALI idéal en régime linéaire. Les dipôles sont tous idéaux.

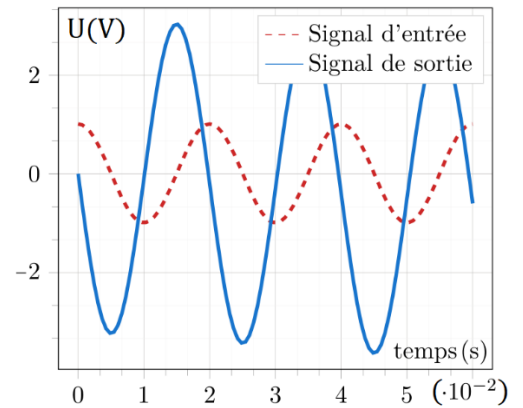
1. Tracer la caractéristique d'un ALI idéal, et mettre en évidence ses divers régimes de fonctionnement. Donner un ordre de grandeur des impédances d'entrée et de sortie d'un ALI réel.
2. Établir la fonction de transfert de ce filtre et tracer son diagramme de Bode asymptotique
3. On impose une tension créneau en entrée de fréquence fondamentale grande devant la pulsation de coupure du filtre de Bessel. Discuter de la nature de la tension en sortie.



Exercice 11 – Montage intégrateur (oral)**Difficile 2 – Original 2**

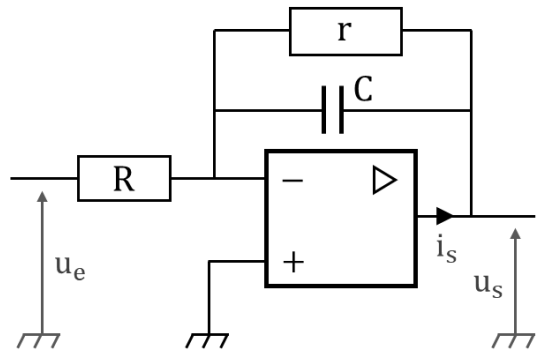
On dispose d'un amplificateur linéaire intégré considéré idéal, d'une résistance R et d'un condensateur C . On réalise un montage intégrateur.

1. Représenter le montage.
2. Établir l'équation différentielle vérifiée par le signal de sortie $s(t)$ en fonction du signal d'entrée $e(t)$. Commenter.
3. Expérimentalement, on obtient le résultat ci-dessus. Commenter (vous discuterez notamment des conformités et écarts au résultat théorique attendu).

**Exercice 12 – Montage intégrateur****Difficile 2 – Original 2**

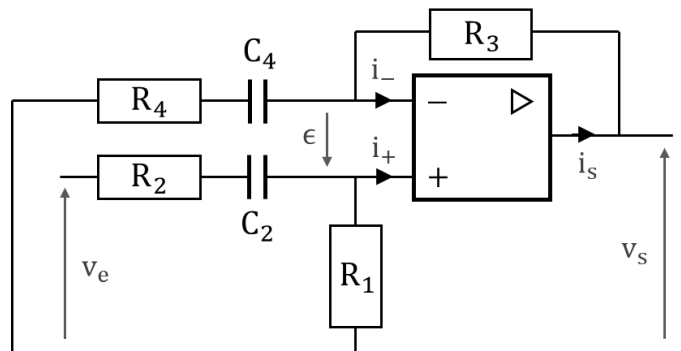
On considère le montage électronique de la figure ci-contre, sur lequel est appliquée la tension $u_e = U_m \cos(\omega t)$, la pulsation ω étant réglable. On observe alors une tension de sortie $u_s = U_{sm} \cos(\omega t + \varphi_s)$. Les données sont r , R , et C .

1. Trouver la fonction de transfert complexe $\underline{H} = \underline{u_s}/\underline{u_e}$ en fonction de ω et des données.
2. Avec $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 100 \text{ nF}$ et $r = 100 \text{ k}\Omega$, donner les équations des asymptotes du gain en décibel en haute et basse fréquence et tracer l'allure du diagramme donnant le gain en décibel en fonction de $\log(\omega)$.
3. Dédurre de l'étude précédente la relation temporelle liant u_e et u_s à basse fréquence.
4. Dédurre de même la relation temporelle liant u_e et u_s à haute fréquence.
5. Préciser le domaine de pulsation pour lequel ce montage est intégrateur tel que $u_s = K_i \int u_e dt$. Donner l'expression de K_i .
6. Calculer l'impédance d'entrée du montage.
7. L'impédance d'entrée n'étant pas infinie, ce montage ne forme pas un intégrateur idéal ; comment compléter ce montage pour s'approcher d'un intégrateur idéal ?

**Exercice 13 – Pédale à effets (écrit banque PT)****Difficile 2 – Original 2**

La pédale à effet commande un circuit électronique destiné à déformer le son produit par la corde de guitare. Plusieurs types d'effet peuvent être recherchés par le musicien.

1. Tracer la caractéristique statique d'un ALI idéal (représentant la tension de sortie en fonction de la tension différentielle d'entrée) et la commenter.
2. Donner les schémas équivalents en basses et hautes fréquences de ce circuit.
3. Déterminer alors les expressions de la tension de sortie v_s . En déduire la nature probable du filtre.



4. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \underline{v_s}/\underline{v_e}$, et la mettre sous la forme :

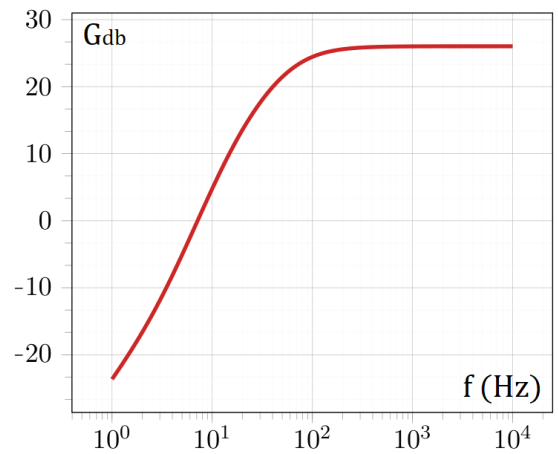
$$\underline{H}(\omega) = \frac{\underline{H}_1(\omega) \cdot \underline{H}_2(\omega)}{\underline{H}_3(\omega) \cdot \underline{H}_4(\omega)}$$

où les $\underline{H}_i(\omega)$ sont 4 fonctions de transfert d'ordre 1, de la forme :

$$\underline{H}_1(\omega) = j \frac{\omega}{\omega_1} \quad \underline{H}_i(\omega) = 1 + j \frac{\omega}{\omega_i} \quad (i = 2, 3 \text{ ou } 4)$$

On exprimera les ω_i en fonction des données.

Le diagramme de Bode réel de H est tracé sur la figure ci-contre de 1 Hz à 10 kHz (en échelle semi-logarithmique).

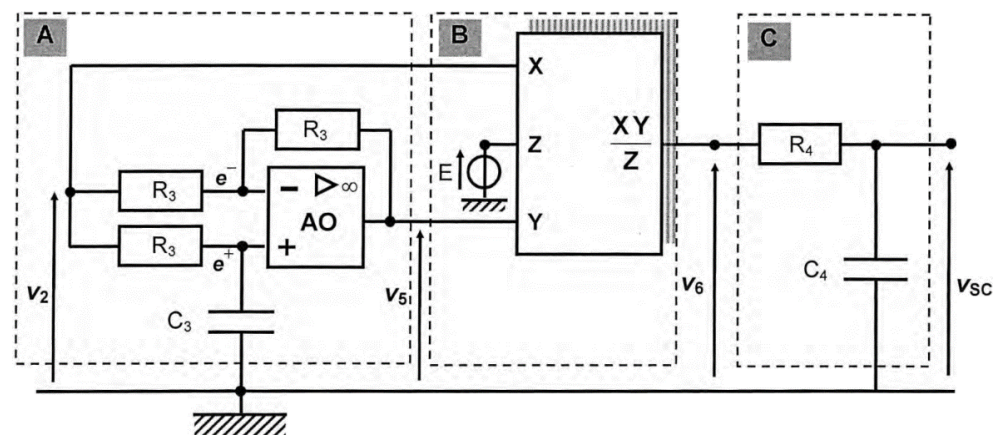


5. Vérifier la valeur du gain maximum.
6. Déterminer graphiquement la fréquence de coupure à -3 dB de ce filtre en expliquant la méthode utilisée. Commenter.

Données : $R_1 = R_3 = 1 \text{ M}\Omega$ $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ $R_4 = 50 \text{ k}\Omega$ $C_2 = 10 \text{ nF}$ $C_4 = 50 \text{ nF}$

Exercice 14 – Conditionnement d'un signal (écrit banque PT)

Difficile 3 – Original 2



La tension $v_2(t) = V_0 \sin(\omega t)$ est injectée dans une série de trois montages élémentaires A, B et C ne comportant que des composants idéaux (figure ci-contre).

Écrire les tensions e^+ et e^- mesurées par rapport à la masse de potentiel nul, respectivement à l'entrée non-inverseuse et inverseuse de l'ALI en fonction des composants de l'étage A et des tensions v_2 et v_5 .

1. Écrire les tensions e^+ et e^- mesurées par rapport à la masse de potentiel nul, respectivement à l'entrée non-inverseuse et inverseuse de l'ALI en fonction des composants de l'étage A et des tensions v_2 et v_5 .
2. En déduire la transmittance $\underline{T}_A(j\omega) = \underline{v_5}/\underline{v_2}$. Comparer les amplitudes V_5 et V_2 puis exprimer le déphasage φ de v_5 par rapport à v_2 . Préciser la fonction de cet étage.

Sur le schéma du circuit, **E** représente une tension continue délivrée par un générateur.

3. Préciser le rôle joué par le bloc B. Exprimer la tension instantanée $v_6(t)$ en sortie de ce bloc, en fonction de l'amplitude V_0 , du déphasage φ , de la tension E , de la pulsation ω et de t .

Relation utilisable : $2 \sin(a) \sin(b) = \cos(a - b) - \cos(a + b)$.

4. Déterminer la fonction de transfert $\underline{T}_C(j\omega) = \underline{v_{sc}}/\underline{v_6}$. En déduire le rôle de l'étage C ainsi que sa pulsation caractéristique ω_c . Montrer que, par un choix judicieux de ω_c , la tension de sortie v_{sc} est continue et « image » de $\cos(\varphi)$.