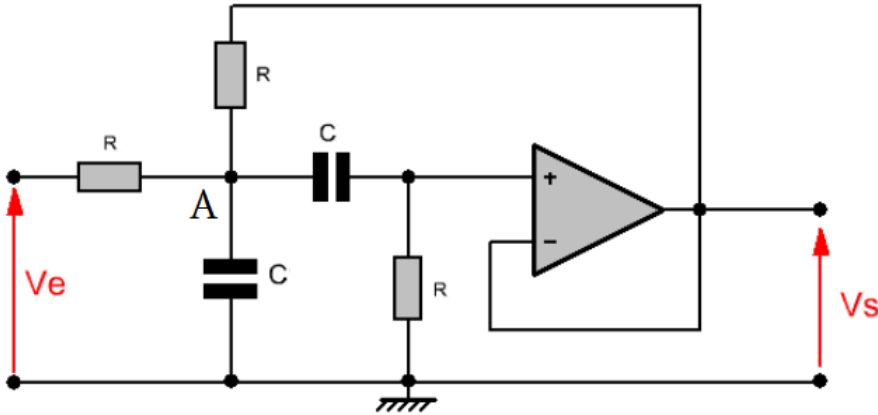


1 Détermination du spectre d'un signal

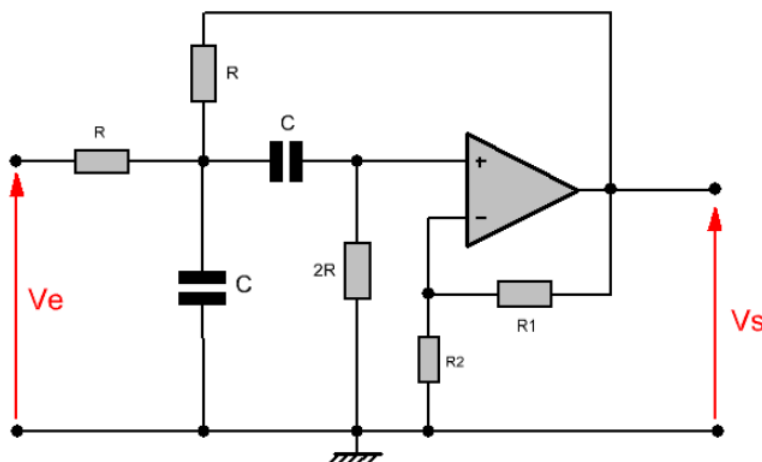
On se propose dans ce sujet de déterminer expérimentalement le spectre d'un signal triangle à l'aide d'un filtre passe-bande très sélectif.

Soit le circuit suivant, appelé structure de sallen-key passe bande (l'ALI est idéal)



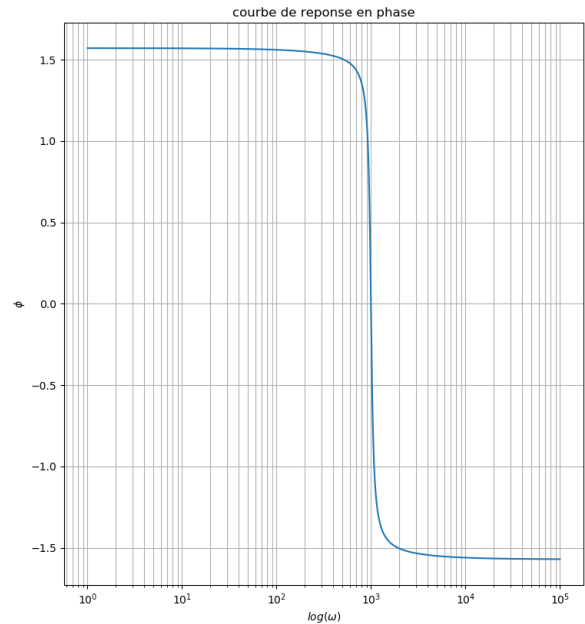
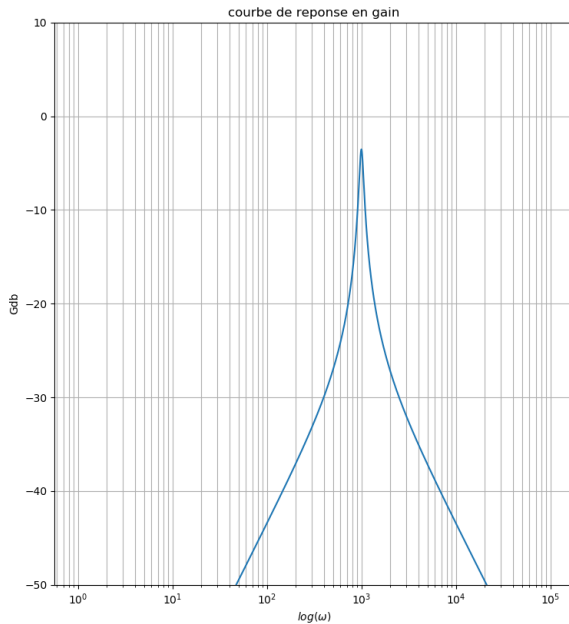
1. Dans quel type de régime fonctionne l'ALI ?
2. Quelles sont les propriétés d'un ALI idéal en régime linéaire ?
3. Déterminer sans calculs la nature du filtre.
4. Colorier les zones équipotentielles de façon à faire apparaître 4 potentiels.
5. Écrire la loi des noeuds en terme de potentiels au point A.
6. Que vaut i^+ ? en déduire le lien entre V_A et V_s .
7. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e}$. La mettre sous la forme canonique $\underline{H} = \frac{H_0}{1 + jQ(x - 1/x)}$ avec $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ et déterminer H_0 , Q et ω_0 .
8. Votre résultat est-il cohérent avec Q.3 ?
9. Tracer le diagramme de Bode asymptotique (amplitude et phase). Puis l'allure du diagramme réel (réponse en amplitude). On pourra prendre $\omega_0 = 10^3 \text{ rad.s}^{-1}$ ou tracer en fonction de $\log(x)$. Le filtre vous semble-t-il sélectif ?

Dans ce qui suit on étudie le circuit suivant, qui permet de faire varier plus facilement le facteur de qualité du filtre :

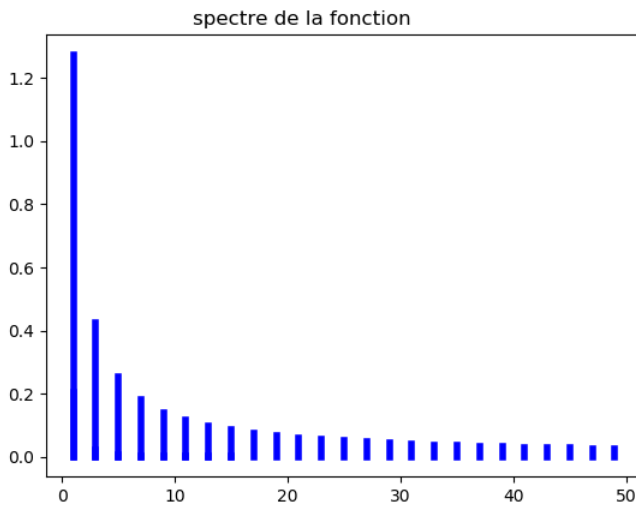


10. Vérifier sans calculs que le filtre est toujours un passe bande.

11. On admet que $\omega_0 = \frac{1}{RC}$, $H_0 = \frac{R_1 + R_2}{2R_2 + R_1}$ et $Q = \frac{R_2}{2R_2 - R_1}$. En prenant $2R_2$ proche de R_1 , on peut ainsi augmenter considérablement le gain Q . Quelle conséquence cela a-t-il sur le filtre ? On donne ci-dessous le diagramme de Bode du filtre.



- ▷ Est-ce bien en accord avec le type de filtre étudié ?
 - ▷ Déterminer les valeurs de H_0 et ω_0 .
 - ▷ Pour déterminer le facteur de qualité combien de méthodes connaissez vous ? Laquelle vous semble la plus précise ici ? En déduire la valeur de Q .
12. on donne ci-dessous le spectre d'un signal.



- ▷ comment se nomment les différentes composantes de ce signal ? possède-t-il une valeur moyenne non nulle ? Comment s'écrit le fondamental ? Le second harmonique ? (les abscisses sont en unités réduites $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ (la même que le filtre) et on lit $x=1$ pour le fondamental puis 3,5,7 ...)
13. Ce signal alimente le filtre étudié. Proposez une méthode pour déterminer expérimentalement la fréquence du premier harmonique.

2 diagramme potentiel-pH simplifié de l'azote

On se propose d'étudier le diagramme potentiel-pH simplifié de l'azote en se limitant aux substances ions nitrates NO_3^- (aq), acide nitreux HNO_2 (aq), ions nitrites NO_2^- (aq) et monoxyde d'azote NO (g). La ligne frontière qui sépare deux domaines de prédominance ou de stabilité correspondra à une concentration de 1 mol.L^{-1} pour chaque espèce en solution, et pour les gaz, à la pression standard de référence $P^\circ = 1 \text{ bar}$.

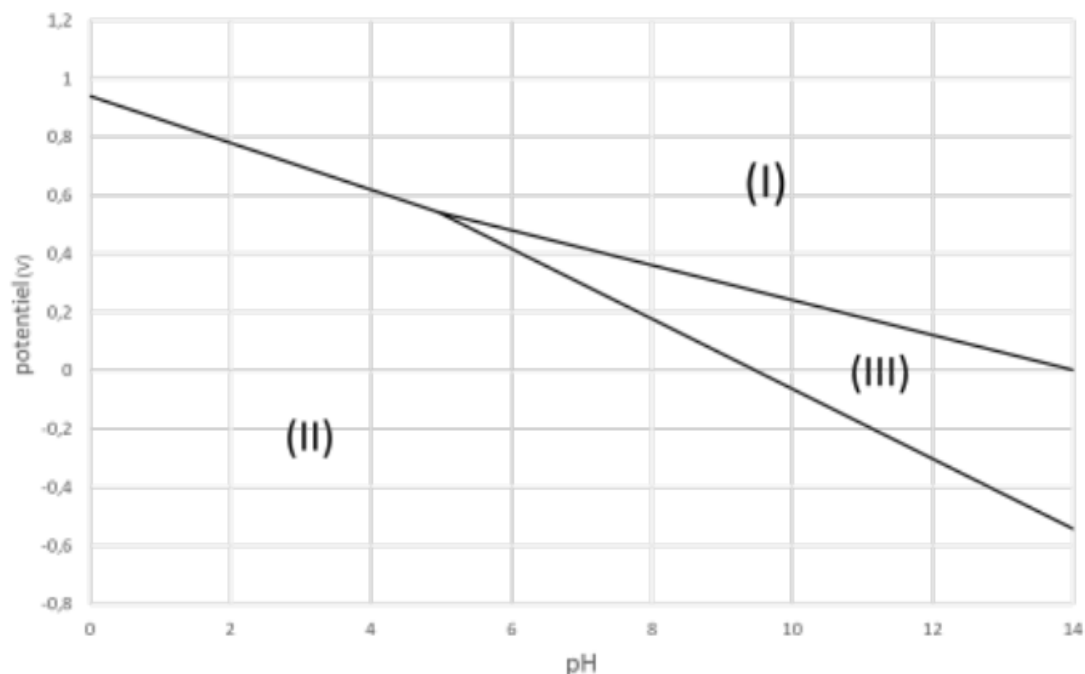
Q.11 En vous aidant de la valeur de pKa de l'acide nitrique HNO_3 , expliquer pourquoi cette espèce n'intervient pas dans le diagramme potentiel-pH. Ecrire l'équation de dissolution de cet acide en solution aqueuse.

Q.12 Ecrire les équations des demi-réactions redox associées aux couples NO_3^- (aq)/ HNO_2 (aq) et HNO_2 (aq)/ NO (g)

Q.13 Que peut-on dire de la stabilité de HNO_2 ? Ecrire l'équation correspondante et nommer la réaction.

Q.14 Donner les degrés d'oxydation de l'azote dans les quatre espèces azotées concernées. A l'aide d'un schéma présentant en ordonnée le degré d'oxydation et en abscisse les valeurs de pH, indiquer les domaines de prédominance ou de stabilité des différentes espèces de l'azote.

Q.15 On fournit ci-dessous un diagramme potentiel-pH muet de l'élément azote. Reporter le diagramme sur votre copie en indiquant la correspondance entre les espèces chimiques NO (g), NO_3^- (aq) et NO_2^- (aq) et les zones I, II et III.



Q.16 Quel couple redox faut-il prendre en compte pour tracer la ligne frontière séparant les domaines de I et III? Donner l'équation de la ligne frontière en fonction des valeurs de pH et du potentiel standard du couple redox-consideré.

Q.17 Prévoir le comportement d'une lame de cuivre de 12,7 g plongée dans 300 mL d'une solution d'acide nitrique de concentration $c = 2,00 \text{ mol.L}^{-1}$: écrire une équation pour la réaction qui a lieu. Quelle est la quantité de matière initiale de chaque réactif ? En déduire le réactif limitant.

Q.18 Calculer l'avancement de la réaction ainsi que les quantités de matière des espèces à l'issue de la réaction.

Q.19 Quelle est la formule du gaz formé ? Indiquer la relation entre la quantité de matière de gaz formé et le volume de gaz produit.

Q.20 Calculer la charge transférée lors de la réaction.

Données à 25°C :

| | |
|--|----------------------|
| $\text{HNO}_{3(\text{aq})}/\text{NO}_{3^{-}(\text{aq})}$ | $\text{pKa} = -1,37$ |
| $\text{HNO}_{2(\text{aq})}/\text{NO}_{2^{-}(\text{aq})}$ | $\text{pKa} = 3,3$ |
| $\text{NH}_{4^{+}(\text{aq})}/\text{NH}_{3(\text{aq})}$ | $\text{pKa} = 9,2$ |

A T = 298 K :

| espèces | $\text{N}_{2(\text{g})}$ | $\text{H}_{2(\text{g})}$ | $\text{NH}_{3(\text{g})}$ |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $\Delta_f \text{H}^\circ (\text{kJ. mol}^{-1})$ | ? | ? | -46 |
| $\text{S}_m^\circ (\text{J. mol}^{-1}. \text{K}^{-1})$ | 190 | 130 | 192 |

$$E^\circ (\text{NO}_{3^{-}(\text{aq})}/\text{HNO}_{2(\text{aq})}) = 0,94 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{NO}_{3^{-}(\text{aq})}/\text{NO}(\text{g})) = 0,96 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{HNO}_{2(\text{aq})}/\text{NO}(\text{g})) = 0,99 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}(\text{s})) = 0,34 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}/\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}) = 0,77 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{MnO}_{4^{-}(\text{aq})}/\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}) = 1,5 \text{ V}$$

$$\frac{RT}{F} \ln(10) = 0,06 \text{ V à } 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Volume molaire d'un gaz } V_m = 22,4 \text{ L. mol}^{-1}$$

$$\text{Faraday : } 1.F = 9,65. 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$$

$$R = 8,3 \text{ J. mol}^{-1}. \text{K}^{-1}$$

Paramètre de la maille du nitrure de titane $a = 425 \text{ pm}$

$$\text{Constante d'Avogadro } N_A = 6,0.10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$r(\text{Ti}) = 145 \text{ pm}$$

$$\sqrt{2} - 1 = 0,414$$

$$\text{Masse molaire du cuivre} = 63,5 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\text{Masse molaire du titane} = 48,0 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\text{Masse molaire de l'azote} = 14,0 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\text{Masse molaire de } \text{NO}_3^- = 62,0 \text{ g. mol}^{-1}$$