

CPGE- Filière MP
électrocinétique
Révision

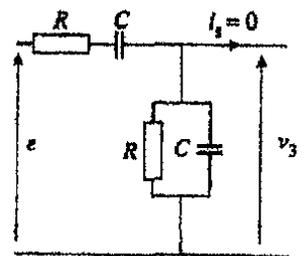
Première partie

filtres passifs

.A Étude d'un filtre passe-bande

On réalise maintenant le circuit ci-contre avec $R = 50k\Omega$ et $C = 3,2nF$

1. Quel est le comportement en HF et en BF du circuit
2. Déterminer la fonction de transfert $H_3(j\omega)$ du montage, Vérifier les comportements asymptotique obtenus à la question précédente,
3. Donner les fréquences de coupure de ce filtre, définir un facteur de qualité et donner sa valeur.
4. Tracer le diagramme de Bode asymptotique de H_3 .



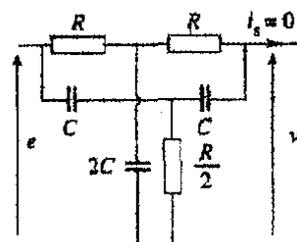
.B Étude d'un filtre coupe-bande

On réalise maintenant le circuit ci-contre avec $R = 50k\Omega$ et $C = 3,2nF$

1. Vérifier que la fonction de transfert du filtre est :

$$H_4(j\omega) = \frac{1}{1 + \frac{4jR\omega}{1 - R^2C^2\omega^2}}$$

2. étudier, sans calcul, le comportement du circuit en HF et en BF, le retrouver à partir de la fonction de transfert,
3. Justifier le nom de « filtre à réjection » ou « filtre coupe-bande ». Donner alors les pulsations de coupure A - 3 dB de ce filtre.
4. Tracer le diagramme asymptotique de Bode.



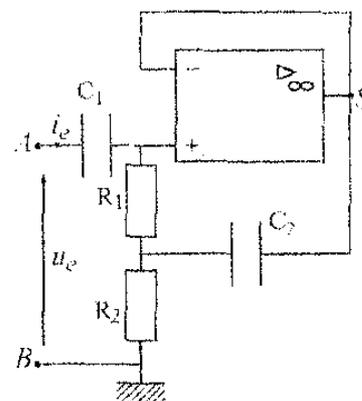
Deuxième partie

Amplificateur opérationnel

.C simulation électronique d'un composant passif

L'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire. l'entrée AB est soumise à un régime sinusoïdal de pulsation ω .

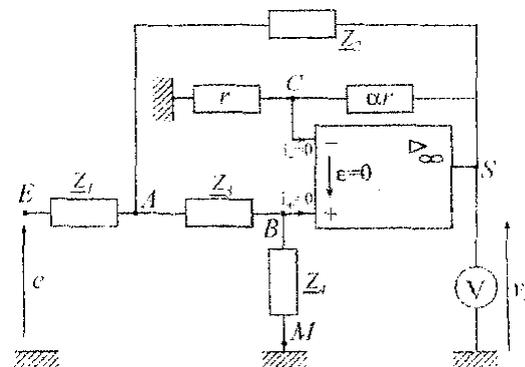
1. Quelle est l'impédance équivalente $Z_e = R_e + jX_e$, du dipôle AB (ou l'impédance d'entrée du montage entre A et B ?
2. Quel dipôle ne figurant pas sur le montage a-t-on simulé ? intérêt ?
3. En déduire le facteur de qualité du dipôle AB.



.D Filtre actif

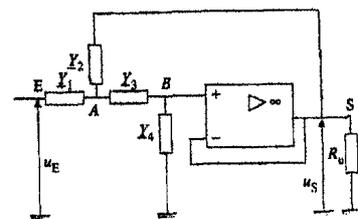
Le montage simplificateur ci-contre comporte un amplificateur opérationnel idéal en régime linéaire. La tension $e(t)$ est sinusoïdale. On utilisera la notation complexe.

1. En déduire la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_s}{\underline{E}}$
(où E est l'amplitude complexe de la force électromotrice $e(t)$ et V_s celle de la tension de sortie v_s) en fonction des admittances Y_i et de α .
2. Exprimer l'amplitude complexe du potentiel V_A en A en fonction de celles des potentiel en E et S, des admittances $Y_i = \frac{1}{Z_i}$ et de α .
3. On pose : $Y_1 = Y_3 = \frac{1}{R}$ et $Y_4 = Y_2 = jC\omega$.
Montrer que \underline{H} peut s'écrire sous la forme : $\underline{H}(j\omega) = \frac{A}{1+2jm\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$. Donner les expressions de A, m et ω_0 .
Réponse partielle : $\underline{H} = \frac{V_s}{\underline{E}} = \frac{Y_1}{((Y_1+Y_2+Y_3)\frac{Y_3+Y_4}{Y_3} - Y_3)\frac{1}{1+\alpha} - Y_2}$
4. A quelle condition a-t-on amplification du signal ?
5. Tracer l'allure du diagramme de Bode (pour le gain) des trois courbes correspondant aux cas suivants : $m = 0,1$, $m = 0,707$ et $m = 1$.



.E Analyse harmonique d'un passe-bas de Sallen et Key

L'examen de la maquette d'un circuit permet de relever le schéma ci-contre. Ce circuit est réalisé à l'aide d'un amplificateur opérationnel et d'admittances Y_i constituées soit d'une résistance, soit d'un condensateur. Toutes les résistances ont la même valeur $R = 10k\Omega$, mais les valeurs des capacités ne sont pas indiquées. Pour identifier la fonction de transfert du circuit et déterminer la valeur de ces capacités on procède à une analyse harmonique dont le résultat est donné, dans la suite, sous la forme d'un diagramme de Bode.



1. Quelle est la fonction réalisée par le circuit ? Quel est son ordre, quelle est son amplification statique K, quelle est sa fréquence propre f_0 et enfin, quel est son facteur de qualité Q ?
2. En déduire la forme de sa fonction de transfert en utilisant les paramètres $\omega_0 = 2\pi f_0$, Q et K.
3. En admettant que l'amplificateur opérationnel soit idéal, démontrer que la fonction de transfert du circuit peut s'exprimer en fonction des admittances Y_i , par la relation :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{u_s}{u_E} = \frac{Y_1 Y_3}{(Y_1 + Y_2)(Y_3 + Y_4) + Y_3(Y_4 - Y_2)}$$

4. En déduire la nature du composant de chacune des admittances Y_i .
5. Déterminer les valeurs des capacités utilisées.

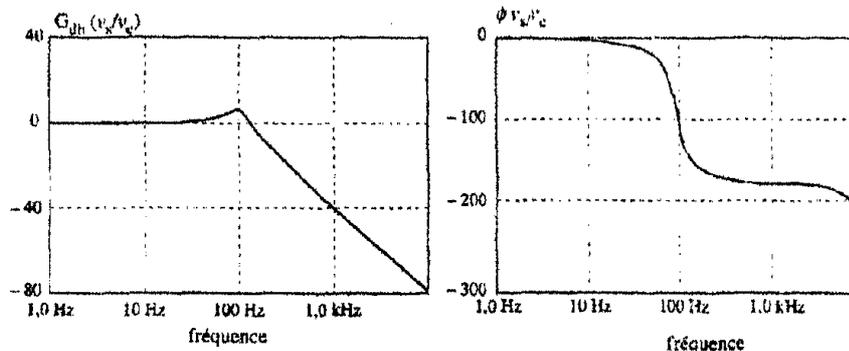


FIG. 1 – Diagramme de Bode

Troisième partie

oscillateur commandé en tension(OCT)

Les applications des condensateurs sont nombreuses en électronique. La réalisation d'un oscillateur Commandé en Tension (OCT) nécessite quasi-systématiquement l'utilisation d'un condensateur. On indique qu'un OCT est un système fournissant un signal périodique dont la fréquence ν est Commandée par une tension U_c .

On considère le circuit représenté figure 4. Les amplificateurs opérationnels (AO) sont supposés idéaux et sont polarisés de manière symétrique à $+V_{cc}$ et $-V_{cc}$ avec $+V_{cc} = 15V$. On donne les tensions de saturation des deux AO : $V_{sat}^+ = +V_{sat} = +V_{cc}$ et $V_{sat}^- = -V_{sat} = -V_{cc}$

L'amplificateur opérationnel AO1 est supposé fonctionner en régime linéaire. On posera $\tau = RC$.

Le transistor T fonctionne comme un interrupteur idéal commandé par le courant électrique i_B :

- lorsque $i_B > 0$, le transistor T fonctionne comme un interrupteur fermé idéal ($R_T = 0$) et relie directement la résistance $R/2$ à la masse. Dans ces conditions le potentiel du point B vaut en bonne approximation $V_B = U_s \simeq 0,6V$;
- lorsque $i_B = 0$ le transistor T fonctionne Comme un interrupteur ouvert idéal ($R_T = \infty$) et $i_T = 0$.
- lorsque $i_B < 0$, le transistor T est détruit La diode de signal D est supposée idéale.
- lorsque $U_D < 0$, la diode D est bloquée et $i_D = 0$;
- lorsque $i_D > 0$, la diode D est passante et $U_D = 0$,

La tension de commande U_c est supposée constante.

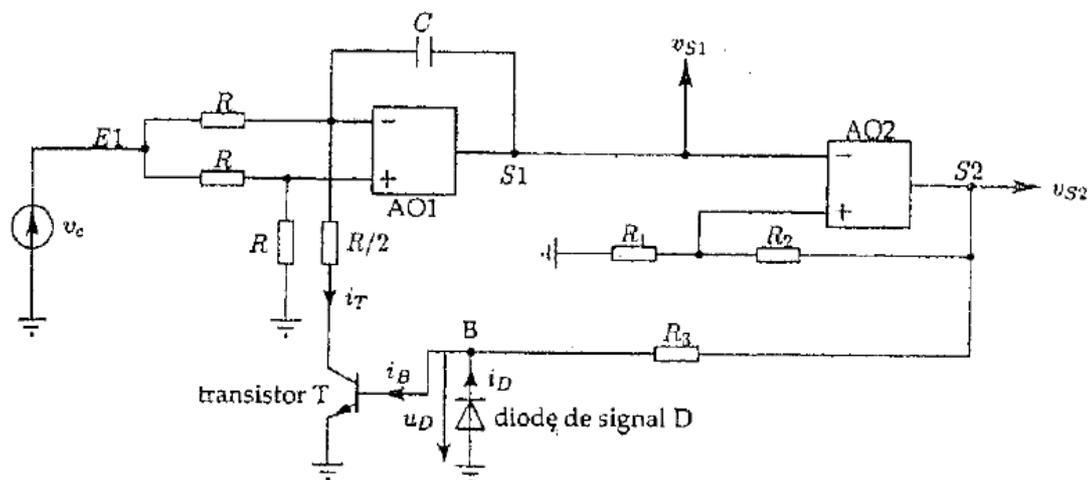


FIG. 2 – oscillateur commandé en tension (OCT)

1. Fonctionnement de l'amplificateur opérationnel AO1

- (a) Établir l'équation différentielle satisfaite par les tensions U_c et V_{S1} lorsque $i_B > 0$. Simplifier éventuellement cette équation en rappelant que U_c est constante. Quelle est alors l'opération mathématique effectuée par la portion $E1 - S1$ du circuit? En déduire, à une constante C_1 près, l'expression de $V_{S1}(t)$ en fonction de t , de τ et de U_c . Représenter graphiquement l'allure de $V_{S1}(t)$.
- (b) mêmes questions lorsque $i_B = 0$. Quelle est alors l'opération mathématique effectuée par la portion $E1 - S1$ du circuit? En déduire, à une constante C_2 près, l'expression de $V_{S1}(t)$ en fonction de t , de τ et de U_c . Représenter graphiquement l'allure de $V_{S1}(t)$.

2. Fonctionnement de l'amplificateur opérationnel AO2

- (a) L'amplificateur opérationnel AO2 fonctionne-t-il de manière linéaire ou saturée? Justifier simplement la réponse.
- (b) Quelles valeurs la tension V_{S2} peut-elle prendre?
- (c) Déterminer et représenter graphiquement la caractéristique de transfert $V_{S2} = VS2(VS1)$ de la portion $S1 - S2$ du montage. On pourra négliger l'effet de la résistance R_o sur le fonctionnement de l'amplificateur opérationnel AO2. Comment, appelle-t-on un tel circuit?
- (d) À quelle condition sur $V_{S1}(t)$ la sortie $S2$ passe-t-elle de sa valeur maximale à sa valeur minimale? De même à quelle condition sur $V_{S1}(t)$ la sortie $S2$ passe-t-elle de sa valeur minimale à sa valeur maximale?

3. Rôle de la diode D

- (a) Représenter la caractéristique statique $i_D = i_D(u_D)$ de la diode D.
- (b) Quel est l'état de la diode D lorsque la tension V_{S2} atteint sa valeur maximale? Que vaut alors le courant i_D ? Donner dans ces conditions l'expression de i_B en fonction de V_{cc} , R_3 et U_s ? Comment se comporte alors le transistor T? D'après les données de l'énoncé, montrer que l'expression de i_B peut être simplifiée. Quelle est alors l'expression de $V_{S1}(t)$?
- (c) De même lorsque la tension V_{S2} atteint sa valeur minimale, que vaut la tension u_D ? Quel est alors l'état de la diode D? Que vaut le courant i_B ? Donner dans ces conditions l'expression de i_D en fonction de V_{cc} et de R_3 ? Comment se comporte alors le transistor T? Quelle est alors l'expression de $V_{S1}(t)$?

4. Signaux délivrés par l'OCT

On suppose qu'à l'instant initial $t = 0$, la sortie S_2 est à son niveau maximal et $V_{S1} = 0$.

- (a) Quel est alors l'état de fonctionnement du transistor T? En déduire l'expression complète de $V_{S1}(t)$. Montrer qu'il existe un instant $t_1 > 0$ pour lequel la sortie S_2 bascule vers son niveau minimal.
- (b) Lorsque S_2 est, à son niveau minimal, quel est alors l'état de fonctionnement du transistor T? En déduire l'expression complète de $V_{S1}(t)$. Montrer qu'il existe un instant $t_2 > t_1$ pour lequel la sortie S_2 bascule à nouveau vers son niveau maximal.
- (c) Déduire des questions précédentes que les signaux V_{S1} et V_{S2} sont périodiques de période T. Représenter graphiquement et en concordance des temps l'allure des signaux V_{S1} et V_{S2} pour $t \in [0, t_1 + 2T]$.
- (d) Déduire des questions précédentes l'expression de la période T des signaux V_{S1} et V_{S2} en fonction de T, R_1 , R_2 , V_{cc} et V_c . En déduire l'expression de la fréquence ν de l'OCT et montrer qu'elle est commandée par la tension V_c .
- (e) **Application numérique :** On donne $R_1 = R_2$, $R = 10K\Omega$, $C = 500pF$ et $V_c = 0,1V$. Déterminer numériquement la valeur de la fréquence ν délivrée par l'OCT.

5. Proposer une application possible de l'OCT,