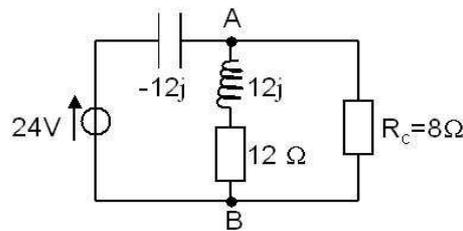


Sujet d'Electricité (1H30)

I/ Question de Cours: Théorème de Thévenin en régime sinusoïdal. (6 pts)

1/ Enoncer le théorème de Thévenin et de Norton en régime sinusoïdal forcé. (2 pts)

2/ Calculer l'intensité du courant (module et phase) qui parcourt la résistance de charge $R_c = 8\Omega$, connectée entre les bornes A et B du circuit représenté dans la figure 1, sachant que la source d'alimentation maintient entre ses bornes une f.e.m. sinusoïdal d'amplitude $e_m = 24V$. [on donnera successivement l'expression de \underline{i} , puis de \underline{Z}_{th} et $(U_{AB})_0$]. (4 pts)



II/ Amplificateur opérationnel (A.O.). Application au montage comparateur à hystérésis. (11 pts)

A/ On représente un amplificateur opérationnel réel par le schéma de la figure 2, qualifié par un facteur d'amplification en tension en boucle ouverte noté A_o . On rappelle que $\varepsilon = u_+ - u_-$.

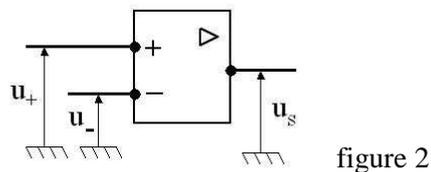
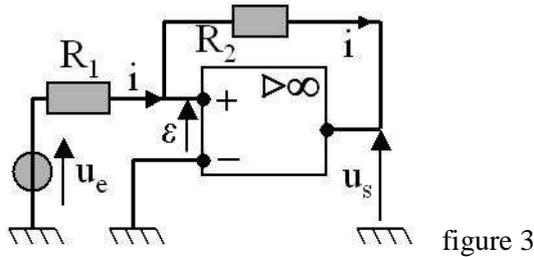


figure 2

1/ Donner la relation entre u_s et ε . Justifier l'appellation d'amplificateur différentiel? (0,5 pt)

2/ Donner les ordres de grandeurs de la largeur de sa bande passante à 3dB, du facteur A_o , et de ses impédances d'entrée R_e et de sortie R_s . (1 pt)

B/ On s'intéresse au fonctionnement non linéaire de l'A.O. idéal, utilisé comme comparateur non inverseur à hystérésis dans le schéma de la figure 3. On rappelle que dans ce type de fonctionnement, on recherche la saturation en tension. On donne $R_1 = 1 k\Omega$, $R_2 = 2 k\Omega$ et $U_{sat} = 14V$.



1/ Rappeler les hypothèses associées à l'A.O. idéal (valeurs de A_0 , R_e et R_s). (0,5 pt)

2/ En appliquant le théorème de Millman à l'entrée +, montrer que $\varepsilon = u_e \frac{R_2}{R_1 + R_2} + u_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$. (2 pts)

3/ Si initialement $u_s = +U_{sat}$, quelle est la condition sur le signe de ε qui autorise le basculement vers $-U_{sat}$? Réécrire cette condition en définissant u_n telle que $u_e < u_n$. Calculer u_n . (1 pt)

4/ Si initialement $u_s = -U_{sat}$, quelle est la nouvelle condition de signe sur ε pour un basculement vers $+U_{sat}$? Réécrire cette condition en définissant u_p telle que $u_e > u_p$. Calculer u_p . (1 pt)

5/ Proposer un diagramme $u_s(u_e)$ (1,5 pt) en décrivant le fonctionnement de ce circuit appelé comparateur bistable pour lequel deux états électriques sont possibles pour u_s , $+U_{sat}$ et $-U_{sat}$.

C/ On souhaite maintenant disposer d'un comparateur mono-stable. Pour cela, on introduit dans le circuit précédent un générateur de fem E entre l'entrée - et la masse tel que $u_- = -E$.

1/ En appliquant une nouvelle fois le théorème de Millman à l'entrée +, montrer que $\varepsilon = u_e \frac{R_2}{R_1 + R_2} + u_s \frac{R_1}{R_1 + R_2} + E$. (1 pt)

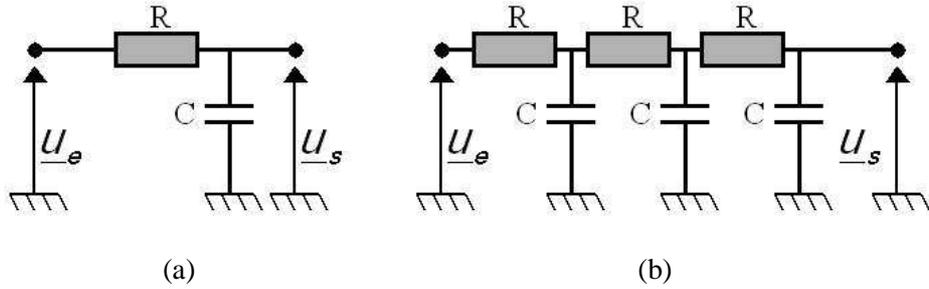
2/ Si initialement $u_s = -U_{sat}$, quelle est la nouvelle condition sur ε pour qu'il y ait un basculement vers $+U_{sat}$? Réécrire cette condition en définissant u'_p telle que $u_e > u'_p$. (1 pt)

3/ Montrer que si $E > \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{sat}$, le circuit ainsi modifié devient mono-stable. Justifier. (1,5 pt)

III/ Filtres passifs RC en cascade. (7 pts)

Soit le circuit électrique RC de la figure 3a et RC en cascade de la figure 3b.

On donne $R = 0,8 \text{ k}\Omega$ et $C = 50 \text{ nF}$.



A/ On s'intéresse au circuit constitué d'une seule cellule (figure 3a).

1/ Donner l'expression des matrices $T_h(R)$ et $T_v(C)$ associées respectivement à une résistance R et à un condensateur de capacité C . (1 pt)

2/ En déduire qu'en fonction de la fréquence réduite $x = f/f_1 = RC\omega$, la matrice de transfert T d'une cellule RC définie comme suit : $X_s = T X_e$, s'écrit :

$$T = \begin{vmatrix} 1 & -R \\ -j\frac{X}{R} & 1+jX \end{vmatrix}$$

où X est une matrice colonne dont les deux lignes sont la tension u et le courant i . (2 pts)

B/ On s'intéresse maintenant au circuit constitué des trois cellules identiques (figure 3b).

On peut montrer que la matrice de transfert du filtre RC en cascade s'écrit : (démonstration non demandée)

$$T = \begin{vmatrix} 1-x^2+3jx & -R(3-x^2+4jx) \\ 4\frac{x^2}{R}-j\frac{x}{R}(3-x^2) & 1-5x^2+jx(6-x^2) \end{vmatrix}$$

1/ Donner la fonction de transfert de ce filtre. En déduire le gain et le déphasage de la sortie par rapport à l'entrée. (2 pts)

2/ Déterminer la fréquence f pour laquelle la tension de sortie est en opposition de phase par rapport à l'entrée, ainsi que le gain correspondant. Calculer f . (2 pts)