

SERIE D'EXERCICES N° 6 : ELECTRODYNAMIQUE : TRANSFERT DES SYSTEMES LINEAIRES

Quadripôles.

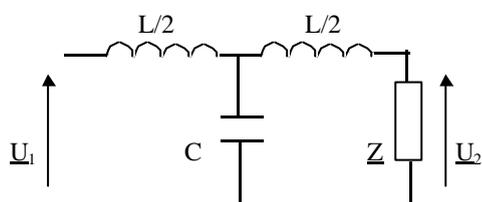
Exercice 1 : fonction de transfert.

On considère le quadripôle représenté sur la figure et alimenté en courant alternatif sinusoïdal.

Le réseau est fermé en sortie sur une impédance complexe \underline{Z} .

On désire que l'impédance d'entrée du réseau soit égale à \underline{Z} .

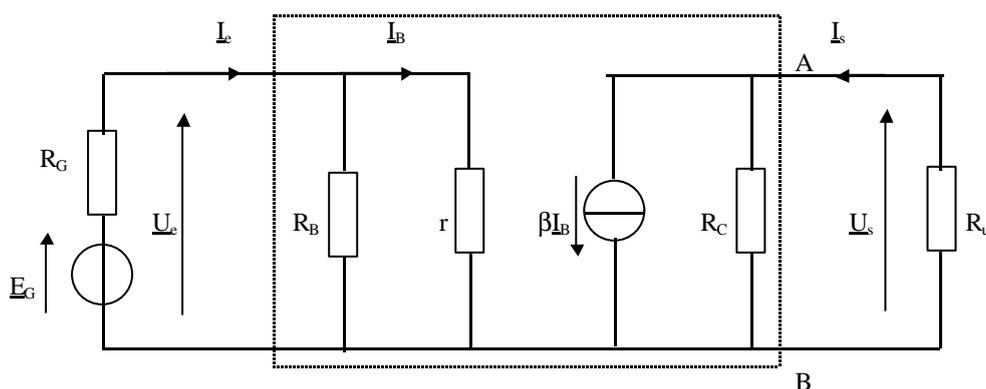
1. Montrer que la condition imposée s'écrit : $\underline{Z}^2 = \frac{L}{C} \left(1 - \frac{LC}{4} \omega^2\right)$.
2. En déduire que \underline{Z} est réel ou imaginaire pur suivant que la pulsation ω est inférieure ou supérieure à une pulsation ω_0 que l'on exprimera en fonction de L et C .
3. Montrer que la fonction de transfert du quadripôle est $\underline{H}(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = 1 - \frac{LC}{2} \omega^2 - j C \omega \underline{Z}$.
4. On écrit la fonction de transfert sous la forme $\underline{H}(j\omega) = e^{-a} e^{j\varphi}$.
 - Donner la signification physique de a et φ .
 - Calculer a et φ en fonction de ω et ω_0 dans les deux cas : $\omega < \omega_0$; $\omega > \omega_0$. Montrer que le cas $a < 0$ est physiquement inacceptable (on étudiera le signe de a pour $\omega \rightarrow \infty$).
 - Montrer que le réseau ne laisse passer sans atténuation que les fréquences inférieures à f_0 .



Exercice 2 : amplificateur à transistor.

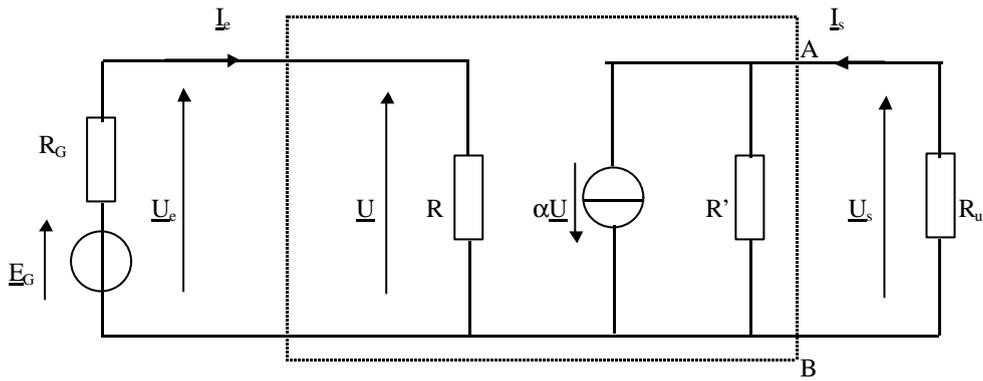
On donne le schéma équivalent d'un amplificateur à transistor fonctionnant en régime linéaire avec $\beta = 150$; $r = 1,5 \text{ k}\Omega$; $R_B = 5 \text{ k}\Omega$ (B : base) ; $R_C = 1,8 \text{ k}\Omega$ (C : collecteur) ; $R_u = 2,2 \text{ k}\Omega$ (u : utilisation) ; $R_G = 50 \Omega$ (G : générateur).

1. Exprimer l'amplification complexe en tension en fonction de β , R_C , R_u et r . Calculer le gain et le déphasage correspondants.
2. Exprimer l'amplification complexe en courant en fonction de β , R_C , R_u , R_B et r . Calculer le gain et le déphasage correspondants.
3. Déterminer les impédances d'entrée et de sortie de l'amplificateur.
4. Donner le schéma équivalent du quadripôle en modèle de Thévenin.



Exercice 3 : amplificateur à transistor à effet de champ.

On donne le schéma équivalent d'un amplificateur à transistor à effet de champ fonctionnant en régime linéaire avec $\alpha = 15 \text{ mS}$; $R = 100 \text{ k}\Omega$; $R' = 10 \text{ k}\Omega$; $R_u = 10 \text{ k}\Omega$ (u : utilisation).



1. Exprimer l'amplification complexe en tension en fonction de α , R' , R_u . Calculer le gain et le déphasage correspondants.
2. Exprimer l'amplification complexe en courant en fonction de α , R , R' , R_u . Calculer le gain et le déphasage correspondants.
3. Déterminer les impédances d'entrée et de sortie de l'amplificateur.
4. Donner le schéma équivalent du quadripôle en modèle de Thévenin.

Réponses.

Exercice 1.

$$2) \omega_0 = \frac{2}{\sqrt{LC}} .$$

4) a facteur d'atténuation, φ phase de transfert ;

$$\omega < \omega_0 : a = 0 \text{ et } \tan \varphi = \pm 2 \frac{\omega \sqrt{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}}{1 - 2 \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

$$\omega > \omega_0 : a = - \ln \left| 1 - 2 \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}} \right) \right| \text{ et } \varphi = 0 \text{ ou } \varphi = \pi .$$

Exercice 2.

$$1) \underline{A}(j\omega) = - \frac{\beta R_c R_u}{r(R_c + R_u)} . 2) \underline{A}_v(j\omega) = \frac{\beta R_c R_B}{(R_c + R_u)(r + R_B)} . 3) \underline{Z}_e = \frac{R_B r}{R_B + r} \text{ et } \underline{Z}_s = R_c .$$

$$4) \underline{Z}_{AB} = R_c \text{ et } \underline{E}_{AB} = - \frac{\beta R_c R_B \underline{E}_G}{R_B r + R_G R_B + r R_G} .$$

Exercice 3.

$$1) \underline{A}(j\omega) = - \frac{\alpha R' R_u}{R' + R_u} . 2) \underline{A}_v(j\omega) = \frac{\alpha R' R}{R' + R_u} . 3) \underline{Z}_e = R \text{ et } \underline{Z}_s = R' .$$

$$4) \underline{Z}_{AB} = R' \text{ et } \underline{E}_{AB} = - \frac{\alpha R' R}{R + R_G} \underline{E}_G .$$