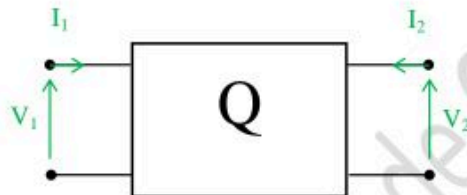


Chapitre II : Les quadripôles passifs

Résumé du cours

1. Introduction:

Un quadripôle passif (qui comporte des résistances des condensateurs et des bobines) de quatre bornes dont deux représentent les grandeurs d'entrée (V_1, I_1) et les deux autres représentent les grandeurs de sortie comme le montre la figure suivante :



2. Les matrices représentatives des quadripôles :

Il existe plusieurs combinaisons possibles pour relier V_1, I_1 à I_2, V_2 ;

2. 1. La matrice impédance $[Z]$:

La matrice impédance relie les tensions avec les courants comme dans les équations suivantes :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = [Z] \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{cases} V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 \\ V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 \end{cases}$$

$$\text{Avec: } Z_{12} = Z_{21}$$

Cette matrice est utilisée pour le calcul des impédances d'entrée et de sortie du quadripôle. On a :

$$Z_e = Z_{11} - \frac{Z_{12}Z_{21}}{Z_{22} + Z_u} \text{ avec } Z_u: \text{ la charge}$$

$$Z_s = Z_{22} - \frac{Z_{12}Z_{21}}{Z_g + Z_{11}} \text{ avec } Z_g: \text{ l'impédance d'entrée du générateur}$$

2. 2. La matrice admittance $[Y]$:

C'est la matrice qui représente des courants en fonction des tensions comme dans les équations suivantes :

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = [Y] \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{cases} I_1 = Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 \\ I_2 = Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 \end{cases}$$

2. 3. La matrice de transfert [T] :

C'est la matrice qui relie les grandeurs d'entrée avec les grandeurs de sortie.

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = [T] \begin{bmatrix} V_1 \\ -I_1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{cases} V_2 = T_{11}V_1 - T_{12}I_1 \\ I_2 = T_{21}V_1 - T_{22}I_1 \end{cases}$$

Les éléments de cette matrice sont utilisés pour le calcul des gains en tension et en courant.

$$G_I = \frac{-1}{T_{11} + T_{21}Z_u}$$

$$G_V = \frac{Z_u}{T_{22}Z_u + T_{12}}$$

2. 4. La matrice hybride [h] :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = [h] \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{cases} V_1 = h_{11}I_1 + h_{12}V_2 \\ I_2 = h_{21}I_1 + h_{22}V_2 \end{cases}$$

Cette matrice est utilisée dans la représentation du schéma équivalent en dynamique du transistor.

2.5 Application à l'adaptation

Pour maximiser le transfert de puissance du générateur vers la charge par intermédiaire d'un quadripôle, il faut vérifier deux conditions :

$$Z_e = Z_g^* \text{ et } Z_s = Z_u^*$$

Avec :

- Z_e : L'impédance d'entrée du Q.
- Z_s : L'impédance de sortie du Q.
- Z_g : L'impédance interne du générateur.
- Z_u : La charge.

3. Les filtres :

3. 1. Définitions :

Un filtre est un quadripôle qui permet de transmettre une bande de fréquence et atténue le signal pour les fréquences rejetées par rapport à une ou plusieurs pulsations de coupure.

La pulsation de coupure ω_c : est définie comme étant la pulsation pour laquelle le gain maximum en tension $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ est divisé par $\sqrt{2}$.

La bande passante : est la gamme de fréquences pour lesquelles le gain est compris entre son maximum et son maximum divisé par $\sqrt{2}$.

La fonction de transfert $H(J\omega)$: est le rapport entre la tension de sortie V_2 et la tension d'entrée V_1 .

$$\text{On a } H(J\omega) = \frac{V_2}{V_1} = |H(J\omega)|e^{j\varphi}$$

φ : phase de $H(J\omega)$

$|H(J\omega)|$: le module de $H(J\omega)$

Le diagramme de Bode :

Le diagramme de Bode est la représentation de $H(J\omega)$ en fonction de la pulsation, le module (ou le gain), d'une part et l'argument d'autre part avec : $G_{dB} = 20 \log_{10}|H(J\omega)|$.

En pratique, cinq fonctions élémentaires suffisantes pour construire la plupart des diagrammes.

Fonction 1 : $H(J\omega) = K = \text{constante}$

🚦 Le gain en dB :

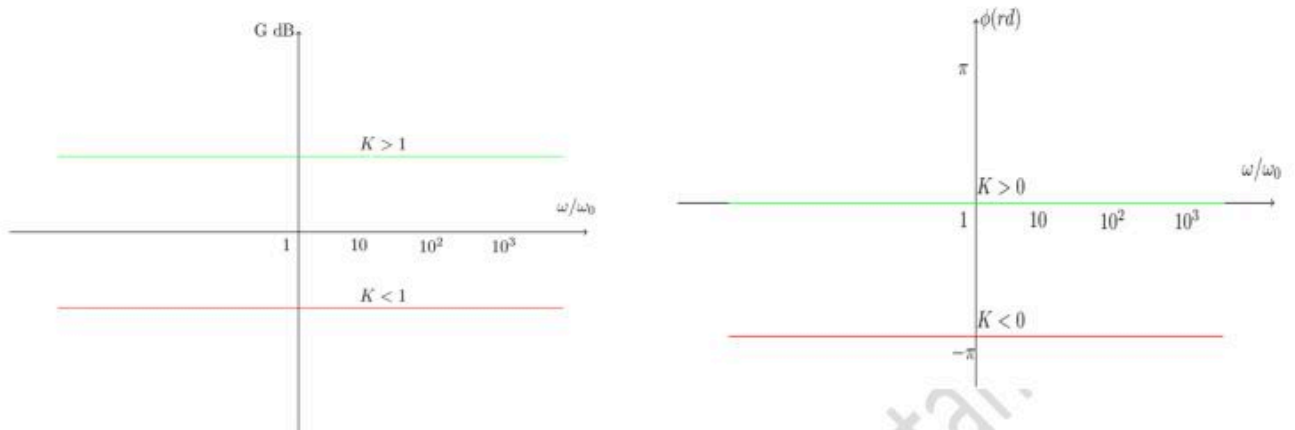
$$G = 20 \log(K)$$

$$\text{Si } \begin{cases} K > 1 \\ K < 1 \end{cases} \quad \begin{cases} G_{dB} > 0 \\ G_{dB} < 0 \end{cases}$$

🚦 La phase :

$$\text{Si } \begin{cases} K > 0 \\ K < 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \varphi = 0 \\ \varphi = -\pi \end{cases}$$

Avec : $\frac{\omega}{\omega_0}$ est la pulsation réduite.



Fonction 2 : $H(j\omega) = j\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$

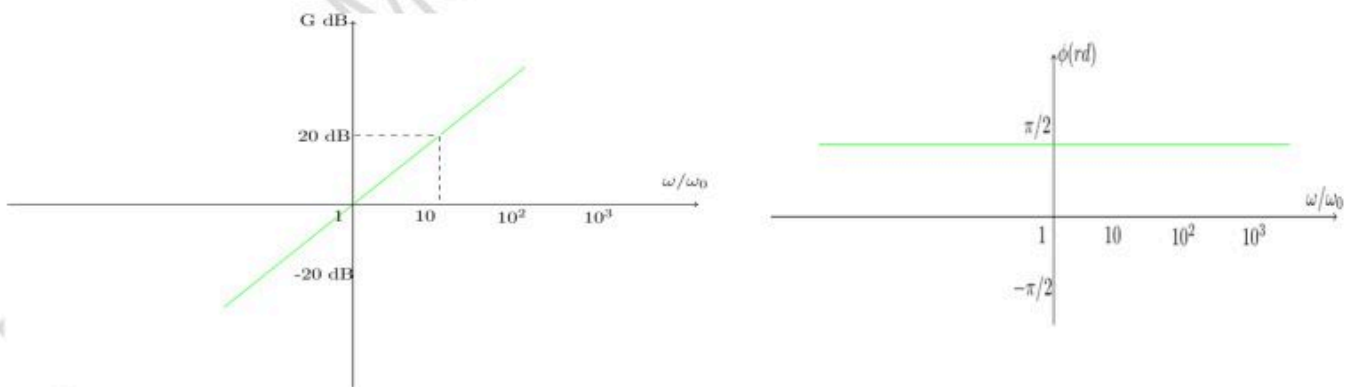
🚦 Le gain en dB :

$$G_{dB} = 20 \log\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right).$$

La courbe est une droite de pente 20 dB/décade

La phase :

$$\varphi = +\frac{\pi}{2}$$



Fonction 3 : $H(j\omega) = \frac{1}{j\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)}$

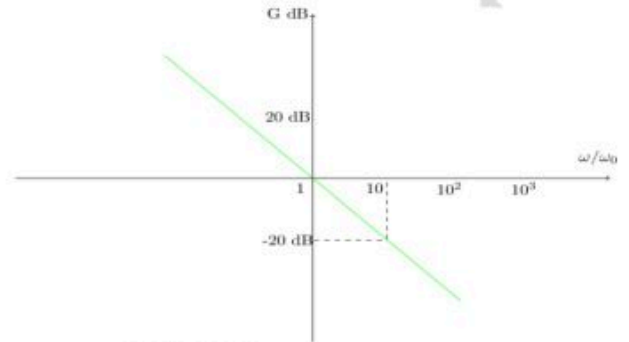
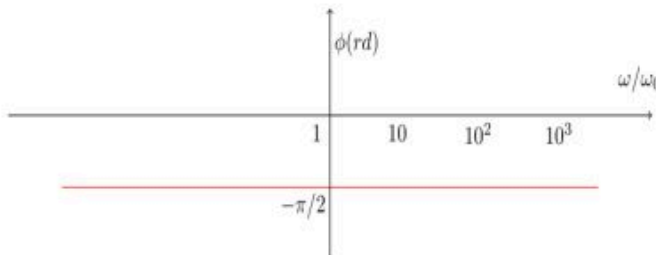
🚦 Le gain en dB :

$$G_{dB} = -20 \log \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right).$$

La courbe est une droite de pente -20 dB/décade

🌈 La phase :

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$



Fonction 4 : $H(j\omega) = 1 + j \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)$

🌈 Le gain en dB :

$$\rightarrow G_{db} = 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2}$$

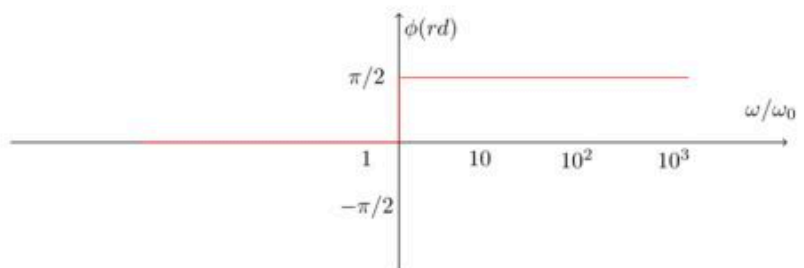
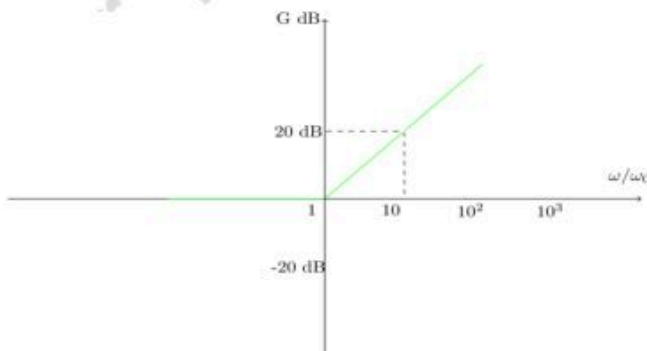
La phase :

$$\varphi = +\arctg \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)$$

Les asymptotes :

- $\omega \ll \omega_0 \begin{cases} G_{dB} = 0 \text{ dB} \\ \varphi = 0 \text{ rd} \end{cases}$

- $\omega \gg \omega_0 \left\{ \begin{array}{l} G_{dB} = 20 \log \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right) : \text{droite de pente } 20 \text{ dB/décade} \\ \varphi = +\frac{\pi}{2} \end{array} \right.$



Fonction 5 : $H(j\omega) = \frac{1}{1+j\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)}$

Le gain en dB :

$$\rightarrow G_{dB} = -20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

La phase :

$$\varphi = -\arctg\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$$

Les asymptotes :

- $\omega \ll \omega_0 \begin{cases} G_{dB} = 0 \text{ dB} \\ \varphi = 0 \text{ rd} \end{cases}$

$$\omega \gg \omega_0 \left\{ \begin{array}{l} G_{dB} = -20 \log\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right) : \text{droite de pente } -20 \text{ dB/décade} \\ \varphi = -\frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

