

R 17


Diagramme de Bode



Considérons un circuit électrique en régime sinusoïdal forcé. Ce circuit peut se ramener à un quadripôle caractérisé par

- $u_e(t)$: sa tension d'entrée,
- $u_s(t)$: sa tension de sortie.

17.1 Fonction de transfert

 — Rappel —

On définit la fonction de transfert, notée $\underline{H}(j\omega)$, par le rapport de $\underline{u}_s(t)$ sur $\underline{u}_e(t)$:

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s(t)}{\underline{u}_e(t)} = \frac{\underline{u}_{Ms}(t)}{\underline{u}_{Me}(t)}$$

17.2 Gain et relation de phase

 — Rappel —

On définit le gain de la fonction de transfert par :

$$A = H(\omega) = \sqrt{\underline{H}(j\omega)\underline{H}^*(j\omega)}$$

On définit l'argument de la fonction de transfert par :

$$\underline{H}(j\omega) = H(\omega) e^{j\phi(\omega)}$$

où $\phi(\omega)$ est l'argument du complexe $\underline{H}(j\omega)$.

En considérant un complexe $\underline{Z} = a + jb$, l'argument de ce complexe est défini par :

$$\phi = \arctan \frac{b}{a}$$

alors que son module peut être exprimé par :

$$|\underline{Z}| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

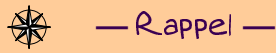
17.3 Ordre de la fonction de transfert

 — Ordre d'une fonction de transfert —

On définit l'ordre de la fonction de transfert comme le degré le plus élevé du polynôme associé, avec ω la variable.

17.4 Diagramme de Bode

17.4.1 Gain en décibels



— Rappel —

On appelle gain en décibels, notée $G_{dB}(\omega)$, la fonction définie par :

$$G_{dB}(\omega) = 20 \log(H(\omega))$$

On utilise, pour le diagramme de Bode, une échelle logarithmique.

17.4.2 Tracé d'un diagramme de Bode pour le gain

On utilise la méthode suivante pour tracer le diagramme de Bode du gain :

- on pose G_{dB} en ordonnée, $\log(\omega)$ en abscisse,
- on calcule les asymptotes : $x \rightarrow 0$, $x \rightarrow \infty$,
- on prend des valeurs particulières.

17.4.3 Tracé d'un diagramme de Bode pour l'argument

On utilise la méthode suivante pour tracer le diagramme de Bode de l'argument :

- on calcule les asymptotes de $\tan \phi : x \rightarrow 0$, $x \rightarrow \infty$. On en déduit les asymptotes de ϕ ,
- on prend des valeurs particulières.

17.4.4 Pulsation de coupure à -3 dB



— Pulsation de coupure —

La pulsation de coupure à -3 dB , notée ω_c , est la pulsation pour laquelle :

$$G_{dB}(x) = G_{dB_{\max}} - 3 \text{ dB}$$

Ce qui est équivalent à :

$$H(x) = \frac{H_{\max}(x)}{\sqrt{2}}$$

17.4.5 Fonction du 2nd ordre - Résonance de charge

On observe que sur un montage RLC avec sortie aux bornes du condensateur de capacité C , il y a résonance de charge pour $Q > 0,7$. À la résonance, les caractéristiques sont les suivantes :

- $x_0 = \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$
- $H_{\max} = \frac{Q}{\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$
- $u_s(t)$ est en quadrature retard par rapport à $u_e(t)$

17.4.6 Fonction du 2nd ordre - Résonance de tension

On observe que sur un montage RLC avec sortie au bornes de la résistance R , il y a résonance de tension $\forall Q$. À la résonance, les caractéristiques sont les suivantes :

- $x_0 = 1$
- $H_{\max} = 1$
- $u_s(t)$ et $u_e(t)$ sont en phase.

17.5 Détermination de la nature du filtre

On peut déterminer de façon qualitative le type de filtre créé par le circuit étudié.

17.5.1 Comportement d'une bobine

- En basse fréquence, équivalente à un interrupteur fermé,
- en haute fréquence, équivalente à un interrupteur ouvert.

17.5.2 Comportement d'un condensateur

- En basse fréquence, équivalent à un interrupteur ouvert,
- en haute fréquence, équivalent à un interrupteur fermé.

