R 17

Diagramme de Bode

Physique - Chimie - CPGE TSI - Établissement Saint Joseph - LaSalle

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.

Physique - Chimie - CPGE TSI - - Établissement Saint Joseph - LaSalle

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 $\underline{u_e}\,(t)$:

$$\boxed{\underline{H}\,(j\,\omega) = \frac{\underline{u_s}\,(t)}{\underline{u_e}\,(t)} = \frac{\underline{u_{M_s}}\,(t)}{\underline{u_{M_e}}\,(t)}}$$

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 $\underline{Z} = a + j\,b$, 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 :

$$\boxed{G_{dB}\left(\omega\right) = 20\,\log\left(H\left(\omega\right)\right)}$$

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

17.4.4 Pulsation de coupure à $-3\ dB$

— Pulstation de coupure —

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

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

Ce qui est équivalent à :

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

17.4.5 Fonction du 2^{nd} ordre - Résonance de charge

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

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

Physique - Chimie - CPGE TSI - Établissement Saint Joseph - LaSalle

17.4.6 Fonction du 2^{nd} 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.

Physique - Chimie - CPGE TSI - - Établissement Saint Joseph - LaSalle