

## OS – Chapitre M Exercice

# Filtres classiques

## I - Passe-haut d'ordre 1

Mener l'étude complète de la fonction de transfert d'un filtre passe-haut réel d'ordre 1, modélisé par un circuit RL série avec comme tension d'entrée la tension aux bornes de l'association bobine+résistance et comme tension de sortie la tension aux bornes de la bobine.

On rappelle les différentes étapes :

- Position du problème/schématisation.
- Études des comportements aux limites à la fréquence nulle et à la fréquence infinie. Détermination du gain dans ces cas limites.
- Expression de la fonction de transfert. Identification des paramètres canoniques grâce à la forme canonique suivante :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{A_0 j \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$$

- Vérification de la compatibilité entre l'expression trouvée pour la fonction de transfert et les cas limites trouvés plus haut.
- Étude du gain (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ).
- Étude du gain en décibel (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Asymptotes du gain en décibel dans le domaine des basses fréquences et dans le domaine des hautes fréquences. Tracé du diagramme de Bode en gain.
- Étude de la phase (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Tracé du diagramme de Bode en phase.
- Montrer qu'en basses fréquences le filtre se comporte comme un dérivateur, c'est-à-dire que la tension de sortie est proportionnelle à la dérivée par rapport au temps de la tension d'entrée.

## II - Passe-bas d'ordre 2

Mener l'étude complète de la fonction de transfert d'un filtre passe-bas réel d'ordre 2, modélisé par un circuit RLC série avec comme tension d'entrée la tension aux bornes de l'association bobine+résistance+condensateur et comme tension de sortie la tension aux bornes du condensateur.

On rappelle les différentes étapes :

- Position du problème/schématisation.
- Études des comportements aux limites à la fréquence nulle et à la fréquence infinie. Détermination du gain dans ces cas limites.
- Expression de la fonction de transfert. Identification des paramètres canoniques grâce à la forme canonique suivante :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{A_0}{1 + j \frac{\omega}{Q} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

- Vérification de la compatibilité entre l'expression trouvée pour la fonction de transfert et les cas limites trouvés plus haut.
- Étude du gain (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ).
- Étude du gain en décibel (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Asymptotes du gain en décibel dans le domaine des basses fréquences et dans le domaine des hautes fréquences. Tracé du diagramme de Bode en gain.
- Étude de la phase (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Tracé du diagramme de Bode en phase.
- Montrer qu'en hautes fréquences le filtre se comporte comme un double intégrateur, c'est-à-dire que la tension de sortie est proportionnelle à la double intégrale par rapport au temps de la tension d'entrée.

### III - Passe-haut d'ordre 2

Mener l'étude complète de la fonction de transfert d'un filtre passe-bas réel d'ordre 2, modélisé par un circuit RLC série avec comme tension d'entrée la tension aux bornes de l'association bobine+résistance+condensateur et comme tension de sortie la tension aux bornes de la bobine.

On rappelle les différentes étapes :

- Position du problème/schématisation.
- Études des comportements aux limites à la fréquence nulle et à la fréquence infinie. Détermination du gain dans ces cas limites.
- Expression de la fonction de transfert. Identification des paramètres canoniques grâce à la forme canonique suivante :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{A_0 \frac{-\omega^2}{\omega_0^2}}{1 + \frac{j}{Q} \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

- Vérification de la compatibilité entre l'expression trouvée pour la fonction de transfert et les cas limites trouvés plus haut.
- Étude du gain (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ).
- Étude du gain en décibel (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Asymptotes du gain en décibel dans le domaine des basses fréquences et dans le domaine des hautes fréquences. Tracé du diagramme de Bode en gain.
- Étude de la phase (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Tracé du diagramme de Bode en phase.
- Montrer qu'en basses fréquences le filtre se comporte comme un double dérivateur, c'est-à-dire que la tension de sortie est proportionnelle à la dérivée seconde par rapport au temps de la tension d'entrée.

### IV - Passe-bande d'ordre 2

Mener l'étude complète de la fonction de transfert d'un filtre passe-bande réel d'ordre 2, modélisé par un circuit RLC série avec comme tension d'entrée la tension aux bornes de l'association bobine+condensateur+résistance et comme tension de sortie la tension aux bornes de la résistance.

On rappelle les différentes étapes :

- Position du problème/schématisation.
- Études des comportements aux limites à la fréquence nulle et à la fréquence infinie. Détermination du gain dans ces cas limites.
- Expression de la fonction de transfert. Identification des paramètres canoniques grâce aux formes canoniques suivantes :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{A_0}{1 + jQ \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

et

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{A_0 \frac{j}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + \frac{j}{Q} \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

- Vérification de la compatibilité entre l'expression trouvée pour la fonction de transfert et les cas limites trouvés plus haut.
- Étude du gain (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ).
- Étude du gain en décibel (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Asymptotes du gain en décibel dans le domaine des basses fréquences et dans le domaine des hautes fréquences. Tracé du diagramme de Bode en gain.
- Étude de la phase (expression, limites, expression en  $\omega = \omega_0$ ). Tracé du diagramme de Bode en phase.
- Montrer qu'en basses fréquences le filtre se comporte comme un dérivateur et qu'en hautes fréquences il se comporte comme un intégrateur.