LP 31 : Filtrages

Niveau : Supérieur

Prérequis : - Pont diviseur de tension (L1)
- écriture en complexe, équa. diff en complexe (L2)
- Etude du circuit RLC, transitoire et oscillation forcée (L2)
- PFD et écriture des forces (L1)
- Impédance complexe (L2)

Intro péda : → Niveau BCPST 2 dans la partie signal et rayonnement.

→ Avant : écriture complexe et étude du RLC

→ Après : analyse des signaux

→ On ne verra pas tous les filtres (limité au passe bas d'ordre 1 et passe bande d'ordre 2)

Objectif : méthode d'étude pour un filtre électronique ou mécanique.

→ Difficulté : manipulation des complexes

TD : étude d'autres filtres électronique

TP : Diagramme de Bode.

Intro : → Transmission des ondes hertziennes ⇒ antenne reçoit une large gamme de fréquence mais on en veut qu'une.

→ Filtre = dispositif permettant de séparer les constituants d'un ~~mélange~~ système selon une propriété physique

ex : filtre optique

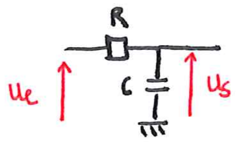
→ Aujourd'hui, on s'intéresse à des filtres de fréquence ayant un comportement linéaire

Objectifs : - Appréhender la notion de filtre dans différents domaines

- Etre capable de donner les principales caractéristiques d'un filtre à partir de sa fonction de transfert.

I_ Filtre passe-bas.

A) Etude du circuit RC.



$u_e = u\cos(\omega t+\varphi)$

→ Comportement asymptotique : | Expérience

BF $(\omega \to 0)$: condensateur ⇔ interrupteur ouvert ⇒ $i_e = 0$ donc $u_s = u_e$

HF $(\omega \to \infty)$: condensateur ⇔ fil ⇒ $i_{le} = 0$

⇒ passe-bas : renvoie un signal nul pour les HF.

→ Fonction de transfert : $\underline{H}(\omega) = \dfrac{\underline{u_s}}{\underline{u_e}}$

Pont diviseur de tension : $\underline{u_s} = \dfrac{\underline{Z_C}}{\underline{Z_C} + \underline{Z_R}}\,\underline{u_e} \Leftrightarrow \underline{H}(\omega) = \dfrac{\underline{Z_C}}{\underline{Z_C} + \underline{Z_R}}$

Donc $\underline{H}(\omega) = \dfrac{1}{jRC\omega + 1}$ OK avec le comportement asymptotique

→ $\underline{H}(\omega) = G e^{j\varphi}$ donc $G = \dfrac{1}{\sqrt{1+R^2C^2\omega^2}}$ et $\varphi = -\arctan(RC\omega)$

G ↓ gain φ ↳ déphase

$G_{dB} = 20\log(G)$

| Expérience : Tracé manuel du Diagramme de Bode (G_{dB} et φ) BCPST 2 p. 342

→ Fréquence de coupure : $G_{dB}(\omega_c) = G_{dB\,max} - 3\text{ dB}$

$\Leftrightarrow \omega_c = \dfrac{1}{RC}$

+ comportement intégrateur à HF (créneau → triangle)

Tr : le filtre permet donc d'éliminer les signaux HF dans un signal complexe.

B) Application à la détection synchrone.

Expérience : On analyse 2 signaux de fréquence proches : 40 kHz et 42 kHz. On mesure la fréquence ⇒ trop grande incertitude.

→ On ne peut pas faire la mesure directe
⇒ multiplieur

→ slide avec calcul ⇒ signaux : Δf (BF) et $f_1 + f_2$ (HF)

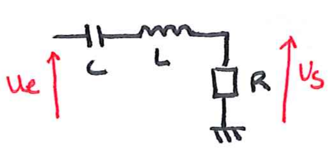
il faut $f_c < 40$ kHz donc $\omega_c < 25.10^4$ rad.s^{-1}

Expérience : multiplieur + RC ($R = 10^3\,\Omega$ et $C = 4$ nF)
On acquiert u_s puis TF.
⇒ mesure de Δf plus précise.

Tr : On a que 2 fréquences. Mais si on en a plus et qu'on veut une fréquence intermédiaire ?

II - Filtre passe-bande

A) Etude du circuit RLC.



→ Expérience : comportement asymptotique
BF : —||— <=> —/— ⇒ $i_s = 0$ donc $u_s = 0$
HF : —m— <=> —/— ⇒ $i_s = 0$ donc $u_s = 0$
⇒ passe bande : renvoit un signal nul pour les HF et les BF.

→ $$\underline{H}(\omega) = \frac{1}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$ avec $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ et $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

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

→ GEOGEBRA $$\varphi = -\arctan\left(Q\left(x - \frac{1}{x}\right)\right)$$

Expérience : Bode pour 2 Q différents

→ Fréquence de coupure : $G(\omega_c) = \frac{G_{max}}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \Delta x = \frac{1}{Q}$

Donc $\Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q}$ centré en ω_0

→ comportement : BF : dérivateur
HF : intégrateur.

Tr : Les filtres ne sont pas uniquement employé en électronique.

III _ Etude d'un amortisseur.

→ ROVER LUNAIRE, GRECIAS p. 480

PFD ⇒ $\ddot{z} + \omega_1 \dot{z} + \omega_0^2 z = \omega_1 \dot{z}_0 + \omega_0^2 z_0$

avec $\omega_0 = \sqrt{k/m_R}$ et $\omega_1 = \beta/m_R$

→ $\underline{H}(\omega) = \frac{\underline{z}}{\underline{z}_0} = \frac{1 + j\omega\omega_1/\omega_0^2}{1 + j\frac{\omega\omega_1}{\omega_0^2} + \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$

→ k petit donc $\underline{H}(\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_1}}$ ⇒ passe bas.

Conclusion : → Bilan méthode

→ Schéma avec les filtres + fonction de transfert

Ouverture : filtre optique interférentielle

Biblio :

- J'intègre PCSI
- GRECIAS BCPST 2
- DUFFAIT ELEC.