Prepa Khass

Electronique 2

Révisions

- ◇ Revoir les chapitres S13, S14, S15, la fiche récapitulative sur les filtres et les TP associés.
- ◇ Vérifier les connaissances de cours (s'aider des Tester le cours en début de TD).
- ◇ Refaire quelques exercices de base.

Questions de cours

1. Donner la définition d'un signal périodique. Définir sa valeur moyenne. Qu'appelle-t-on composante continue ? composante alternative de ce signal ?

2. Définir la valeur efficace d'un signal périodique. Calculer la valeur efficace d'un signal alternatif sinusoïdal.

3. Etablir la relation entre valeur efficace, valeur moyenne, et valeur efficace de la composante alternative d'un signal sinusoïdal.

4. Rappeler les impédance complexes $\underline{Z}$ des dipôles linéaires en régime variable R, L et C. Préciser dans chaque cas la relation entre $\underline{u}$ et $\underline{i}$. Que représente $\arg\left(\underline{Z}\right)$? Quelle est sa valeur dans chacun des cas précédents ?

5. Quel est l'intérêt de la notation complexe ? Que devient l'équation différentielle d'un réseau linéaire en RSF ? Quelles conséquences cela a-t-il sur la résolution ?

6. Un dipôle est soumis à une tension $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$ et est traversé par un courant $i(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi)$ (conventions récepteur). Quelle est la puissance moyenne reçue par ce dipôle ? Dépend-elle du signe de φ ?

7. Définir un quadripôle. Définir l'impédance d'entrée, l'impédance de sortie.

8. Filtre passe-bas du premier ordre : donner sa fonction de transfert. Tracer son diagramme de bode asymptotique et réel.

9. Filtre passe haut du premier ordre : donner sa fonction de transfert. Tracer son diagramme asymptotique et réel.

10. Filtre passe bas du second ordre : donner sa fonction de transfert, son comportement en fréquence. Tracer son diagramme asymptotique et réel pour différentes valeurs de Q.

11. Filtre passe-bande du second ordre : donner sa fonction de transfert, son comportement en fréquence. Tracer son diagramme asymptotique et réel pour différentes valeurs de Q.

12. Filtre passe-haut du second ordre : donner sa fonction de transfert, son comportement en fréquence. Tracer son diagramme asymptotique et réel pour différentes valeurs de Q.

13. Pourquoi utilise-t-on des lignes hautes tensions pour transporter l'énergie l'énergie électrique. Comment s'y prend-on ?

Applications directes du cours et exercices

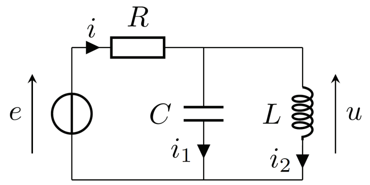
Ex 1 Passage représentation réelle et complexe

Donner l'amplitude complexe ou le signal réel dans le cas suivants, en supposant le régime sinusoïdal forcé de pulsation ω.

- ◇ $u(t) = U_0\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$.
- ◇ $i(t) = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \psi\right)$.
- ◇ $s(t) = S_m\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$.
- ◇ $\underline{U_L} = U_m\, e^{-j\pi/3}$.
- ◇ $\underline{I_1} = -\dfrac{jU_0}{R}$.
- ◇ $\underline{I} = -I_m\, e^{j\pi/6}$.

Ex 2 Etude d'un circuit en RSF

1. En appliquant la loi des nœuds et en utilisant les admittances complexes, exprimer l'amplitude complexe $\underline{U}$.



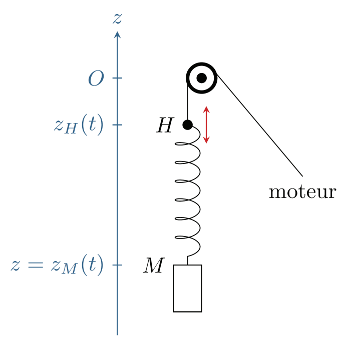
2. Déterminer l'impédance équivalente à l'association (L, C), puis appliquer un pont diviseur de tension pour retrouver l'amplitude complexe $\underline{U}$.

3. En partant de l'expression de $\underline{U}$ en fonction de $\underline{E}$, déterminer l'équation différentielle vérifiée par u.

Ex 3 Oscillateur forcé

Un système de moteur et poulie permet de faire osciller de façon harmonique le point d'attache du ressort :

$$z_H(t) = H_0 + A\cos(\omega\, t)$$



Etablir l'équation du mouvement de la masse M et l'écrire sous forme canonique. On prendra en compte une force de frottement linéaire.

Ex 4 RLC série

On considère un circuit RLC série alimenté par un générateur de tension $u(t)$ de pulsation ω et de valeur efficace U.

1. Quelle tension permet d'étudier la réponse en intensité $i(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi)$?

2. Pourquoi parle-t-on de réponse fréquentielle ? Donner l'allure de $I(\omega)$ et $\varphi(\omega)$. Définir le phénomène de résonance en intensité. Pour quelle pulsation se produit cette résonance ? Que vaut $|Z|$ pour cette valeur de pulsation ? Commenter.

3. Définir la bande passante $\Delta\omega$ puis le facteur de qualité Q du dipôle RLC série.

4. Quel résultat simple existe-t-il à la résonance d'intensité entre la puissance instantanée fournie par le générateur et la puissance instantanée dissipée par la résistance ? Que se passe-il en dehors de la résonance ?

5. Ecrire la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{u_R}}{\underline{u}}$.

La mettre sous forme canonique en introduisant la pulsation réduite, la pulsation propre et le facteur de qualité. Décrire le filtre ainsi défini.

6. On introduit la pulsation réduite $x = \frac{\omega}{\omega_0}$. Montrer que la détermination des pulsations de coupure réduites revient à résoudre l'équation :

$$Q^2\left(x - \frac{1}{x}\right)^2 = 1$$

En déduire les deux pulsations de coupure réduites. Vérifier la relation entre la largeur de la bande-passante et le facteur de qualité Q.

Ex 5 RLC série - tension aux bornes de C

On considère le même circuit RLC série qu'à l'exercice précédent. On note u_c la tension aux bornes du condensateur en convention récepteur.

1. Calculer la fonction de transfert

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u_C}}{\underline{u}} = H(\omega)e^{-j\varphi_c}.$$

La mettre sous forme canonique en introduisant la pulsation réduite, la pulsation propre et le facteur de qualité.

2. Que vaut le déphasage φ_C en fonction de φ (déphasage défini à l'exercice précédent). Que représente ce déphasage pour les grandeurs $u_C(t)$ et $u(t)$.

3. Pour quelles valeurs de Q se produit la résonance ? Tracer $H(x)$ pour différentes valeurs de Q. Exprimer la pulsation de résonance ω_r.

4. Expliquer comment mesurer Q et ω_0 à partir de mesures d'amplitude et de déphasage.

Ex 6 Gabarit d'un filtre

Dans les zones peu denses non raccordées à la fibre optique, le raccordement à Internet passe par la ligne téléphonique, avec la technologie ADSL. Mais les signaux informatiques, à hautes fréquences, perturbent le combiné téléphonique, il faut donc les filtrer en amont du combiné téléphonique. C'est pourquoi, on place un filtre ADSL (prise gigogne) :

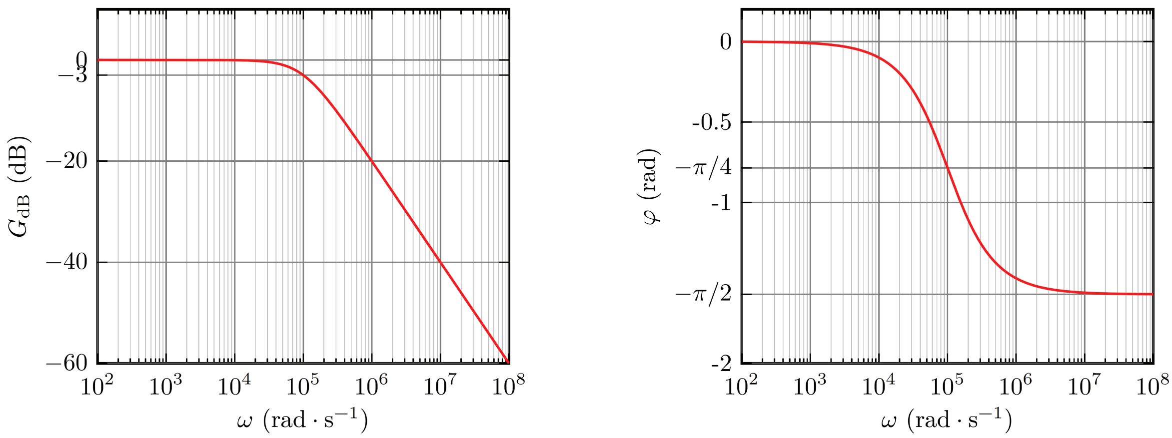
- ◇ les signaux voix correspondent aux fréquences inférieures 4 kHz,
- ◇ les signaux Internet correspondent aux fréquences à partir de 140 kHz.

1. Tracer le gabarit du filtre à utiliser.

2. Un filtre du 2e ordre peut-il convenir a priori ?

Ex 7 Diagramme de Bode asymptotique

Le diagramme de Bode d'un filtre RC où $R = 1\,\text{k}\Omega$ est représenté ci-dessous.



1. Déterminer grâce au diagramme de Bode la pulsation caractéristique ω_c de ce filtre. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

2. On se place dans la limite des très basses fréquences : $\omega \ll \omega_c$. Etablir l'équation des asymptotes en gain et en phase à partir de la fonction de transfert et les comparer au diagramme de Bode.

3. On se place dans la limite des très basses fréquences : $\omega \gg \omega_c$. Etablir l'équation des asymptotes en gain et en phase à partir de la fonction de transfert et les comparer au diagramme de Bode.

4. De combien diminue $|\underline{H}|$ lorsque la pulsation du signal d'entrée passe de $3 \times 10^5\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$ à $3 \times 10^6\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$.

Un signal harmonique $e(t) = E_m \cos(\omega\, t + \varphi_e)$ est envoyé en entrée du filtre. Exprimer l'amplitude S_m et la phase φ_s du signal de sortie associé en fonction du module et de l'argument de la fonction de transfert.

5. On suppose $E_m = 2\,\text{V}$ et $\varphi_e = \pi/4$. En exploitant le diagramme de Bode, calculer numériquement S_m et φ_s pour

- ◇ $\omega_1 = 1 \times 10^2\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$,
- ◇ $\omega_2 = 3 \times 10^3\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$,
- ◇ $\omega_3 = 5 \times 10^4\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$,
- ◇ $\omega_4 = 2 \times 10^7\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$.

Commenter les valeurs numériques de l'amplitude.

6. On considère maintenant un signal d'entrée e de la forme :

$$e(t) = E_m \cos(\omega_2\, t) + E_m \cos\left(\omega_3\, t + \frac{\pi}{4}\right) + E_m \cos\left(\omega_4\, t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Donner la forme approchée du signal de sortie s.