

TP 16 : Résonance de systèmes linéaires et analogie – fiche réponse

I. Régime sinusoïdal forcé et nature du filtrage d'un système mécanique :

Votre nom et prénom :

Table :

A. Observation des deux types de régimes :

Nom et prénom du binôme :

1. Le signal  $x_A(t)$  est
2. La masse a un mouvement ..... durant plusieurs secondes : le signal  $x(t)$  ..... périodique durant les premières secondes.
3. On observe le régime .....
4. La durée de ce régime transitoire correspond

Compétences évaluées	Note
Autonomie	
Communiquer	
Analyser	
Réaliser	
Valider	
TOTAL	

5. Après quelques secondes, le signal  $x(t)$  devient
6. Le signal  $x(t)$  ..... la même fréquence (la même période) que le signal  $x_A(t)$ .  
L'amplitude de  $x(t)$  est ..... l'amplitude de  $x_A(t)$ .
7. Le signal  $x(t)$  est en ..... par rapport au signal  $x_A(t)$ .
8. On observe le régime ..... : la fréquence et le motif du signal  $x(t)$  sont ..... à ceux du signal  $x_A(t)$ .
- 9.

$$x(t) = X_A \cos(\omega t)$$

$$x(t) = X_A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = \langle x \rangle + X_A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = X_m \cos(\omega t)$$

$$x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = \langle x \rangle + X_m \cos(\omega t + \varphi)$$

**APPEL 1 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

B. Nature du filtrage par simulation :

10. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 4,0 \text{ Hz}$ , après la durée ....., on observe que :
  - l'amplitude du signal  $x(t)$  est ..... face à l'amplitude du signal  $x_A(t)$
  - les signaux  $x_A(t)$  et  $x(t)$  sont en ..... de phase.
11. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 0,4 \text{ Hz}$ , après la durée....., on observe que :
  - l'amplitude du signal  $x(t)$  est ..... de l'amplitude du signal  $x_A(t)$
  - les signaux  $x_A(t)$  et  $x(t)$  sont .....
12. Le ressort a une longueur ..... : il se comporte comme .....

13. L'amplitude du signal  $x(t)$ , notée  $X_m$  et le déphasage  $\varphi$  du signal  $x(t)$  par rapport au signal  $x_A(t)$  ..... de la fréquence  $f$  du signal  $x_A(t)$ .
14. Le système se comporte comme un filtre ..... car :
- pour une fréquence faible du signal  $x_A(t)$ , l'amplitude du signal  $x(t)$  est ..... de l'amplitude du signal  $x_A(t)$ .
  - pour une fréquence élevée du signal  $x_A(t)$ , l'amplitude du signal  $x(t)$  est .....
15. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 4,0 \text{ Hz}$ , après la durée ....., on observe que :
- l'amplitude du signal  $x(t)$  est ..... face à l'amplitude du signal  $x_A(t)$
  - les signaux  $x_A(t)$  et  $x(t)$  sont en .....de phase.
16. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 0,4 \text{ Hz}$ , après la durée....., on observe que :
- l'amplitude du signal  $x(t)$  est ..... de l'amplitude du signal  $x_A(t)$
  - les signaux  $x_A(t)$  et  $x(t)$  sont .....
17. Le ressort a une longueur ..... : il se comporte comme .....
18. L'amplitude du signal  $x(t)$ , notée  $X_m$  et le déphasage  $\varphi$  du signal  $x(t)$  par rapport au signal  $x_A(t)$  ..... de la fréquence  $f$  du signal  $x_A(t)$ .
19. Pour deux valeurs de facteurs de qualité différents, nos observations sont ..... : la nature du filtrage du système ..... dépendre de la valeur du facteur de qualité  $Q$ .

20. Dans les premiers instants, on observe un régime.....(somme du régime libre et du régime forcé), pendant une durée  $\Delta t_{5\%}$ , suivi d'un régime..... (ou régime permanent) où la fréquence du signal  $x(t)$  est identique à celle du signal  $x_A(t)$   
 L'amplitude et le déphasage du signal  $x(t)$  par rapport au signal  $x_A(t)$  .....de la fréquence imposée par le signal  $x_A(t)$  .

**APPEL 2 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

C. Modélisation en régime sinusoïdal forcé : nature « théorique » du filtrage

21. Le système est d'ordre ..... car le plus haut degré de dérivée du signal de sortie est .....
22. La forme canonique est :

Le système se comporte donc comme un .....

23. Le signal d'entrée est ici, .....
- Le signal de sortie est ici, .....

24. Par identification, on obtient un système de 3 équations à 3 inconnues ( $H_0$ ;  $\omega_0$  et  $Q$ ) :

25. L'affirmation est ..... : plus la valeur de  $\lambda$  augmente, plus la valeur de  $Q$  .....

26. Expression de  $\underline{H}(j\omega) = \frac{s}{e}$  :

27. Expression littérale de  $|H(j\omega)|$  :

$$|H(j\omega)| = \left| \frac{H_0}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j \frac{\omega}{Q\omega_0}} \right| =$$

28. Étude à basses fréquences/pulsations :

Si  $\omega$  tend vers 0 :

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} |H(j\omega)| =$$

Avec  $H_0 = 1$ , le système est alors ..... à basses fréquences.

29. Étude à hautes fréquences/pulsations :

Si  $\omega$  tend vers  $+\infty$  :

$$\lim_{\omega \rightarrow +\infty} |H(j\omega)| =$$

Le système est ..... à hautes fréquences.

30. On ..... le comportement ..... du système grâce à cette étude de limites de la fonction  $|H(j\omega)|$ .

31. Les limites ..... de la valeur de  $Q$  : le comportement ..... de  $Q$ .

**APPEL 3 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

II. Résonance en amplitude du système :

A. Influence du facteur de qualité :

32. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1,10 \text{ Hz}$ , l'amplitude du signal de sortie  $X_m$  est plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée  $X_A$ .

33. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1,40 \text{ Hz}$ , l'amplitude du signal de sortie  $X_m$  est « encore » plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée  $X_A$ .

Le signal de sortie en ..... et en ..... de phase par rapport au signal d'entrée.

34. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1,80 \text{ Hz}$ , l'amplitude du signal de sortie  $X_m$  est plus ..... (mais de façon moins prononcée) que l'amplitude du signal d'entrée  $X_A$ .

35. Pour  $Q = 2,50$ , le système ..... autour de  $f = 1,40 \text{ Hz}$  (alors qu'il est passif !).

36. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1,10 \text{ Hz}$ , l'amplitude du signal de sortie  $X_m$  est plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée  $X_A$ .

37. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1,40 \text{ Hz}$ , l'amplitude du signal de sortie  $X_m$  est « encore » plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée  $X_A$
38. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1,80 \text{ Hz}$ , l'amplitude du signal de sortie  $X_m$  est « encore » plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée  $X_A$ .
39. La résonance en amplitude n'apparaît que pour  $Q = \dots$

40. Pour un système ..... d'ordre .....

Lorsque  $Q > 0,707$ , il existe une fréquence du signal d'entrée pour laquelle.....du signal de sortie est plus importante que .....du signal d'entrée et est .....

Cette fréquence du signal d'entrée est appelée fréquence de ..... du système et est notée  $f_r$

Pour cette fréquence du signal d'entrée, si  $Q$  est grand, le signal de sortie est déphasé d'environ ..... par rapport au signal d'entrée.

Si  $Q > 0,707$ , on observe alors une ..... en amplitude du système.

**APPEL 4 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

B. Etude théorique par simulation sur Python :

41. Expression littérale de la transmittance isochrone en fonction de  $f$  :

**APPEL 5 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

42. Pour  $Q = \dots$  :

- la fréquence de résonance  $f_r = \dots \text{ Hz}$
- la valeur maximale de  $\frac{X_m}{X_A} = \dots$

Pour  $Q = \dots$  :

- la fréquence de résonance  $f_r = \dots \text{ Hz}$
- la valeur maximale de  $\frac{X_m}{X_A} = \dots$

43. Plus le facteur de qualité est élevé, plus le phénomène de résonance est .....et plus la fréquence de résonance  $f_r$  s'approche de la fréquence.....du système. Pour un facteur de qualité élevé, le rapport des amplitudes  $\frac{X_m}{X_A}$  est proche de la valeur du .....

44. Pour  $Q \gg 0,707$ , le système passe-bas peut-être exploité comme un..... autour de la fréquence de résonance (système passif amplifiant dans sa bande passante).

45. Le facteur de qualité du système présent sur la paillasse professeur est plus ..... que  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  car on ..... le phénomène de résonance en amplitude.

**APPEL 6 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

III. Résonance d'un système électrique :

A. Modélisation du système : réponse fréquentielle

46. Le système est d'ordre ..... car le plus haut degré de dérivée du signal de sortie est .....

47. La forme canonique est :

Le système se comporte donc comme un .....

48. Expression de  $\underline{H}(j\omega) = \frac{u_C}{e}$  :

49. Expression littérale de  $|\underline{H}(j\omega)|$  :

50. A faire sur annexe 01.

**APPEL 7 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

51. A faire sur annexe 01.

**APPEL 8 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

B. Vérification par simulation du système électrique :

52. Calculs des grandeurs caractéristiques du système électrique :

$Q =$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} =$$

$$f_r = f_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}} =$$

53.  $Q \dots \frac{1}{\sqrt{2}}$ . On va donc observer un phénomène de résonance : le signal de sortie aura une amplitude ..... pour une fréquence  $f_r$  du signal d'entrée.

Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 100 \text{ Hz}$ , au bout de quelques millisecondes, on devrait observer que :

- le signal de sortie a la même ..... que le signal d'entrée (RSF)
- l'amplitude du signal de sortie est ..... à l'amplitude du signal d'entrée.
- les signaux d'entrée et de sortie sont .....

Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1588 \text{ Hz}$ , au bout de quelques millisecondes, on devrait observer que :

- le signal de sortie a la même ..... que le signal d'entrée (RSF)
- l'amplitude du signal de sortie est plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée, elle est même ..... On observe, ici, le phénomène de ..... en amplitude.
- Les signaux d'entrée et de sortie sont quasi en ..... de phase.

Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 5000 \text{ Hz}$ , au bout de quelques millisecondes, on devrait observer que :

- le signal de sortie a la même .....que le signal d'entrée (RSF)
- l'amplitude du signal de sortie est très ..... face à l'amplitude du signal d'entrée.
- les signaux d'entrée et de sortie sont quasi en ..... de phase.

54. Les signaux d'entrée et de sortie ..... nos prédictions.

55. On calcule :

$Q =$

On ..... le phénomène de résonance en amplitude : on observera le comportement d'un filtre .....

56. Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 100 \text{ Hz}$ , au bout de quelques millisecondes, on observe que :

- le signal de sortie a la même ..... que le signal d'entrée (RSF)
- l'amplitude du signal de sortie est ..... à l'amplitude du signal d'entrée.
- les signaux d'entrée et de sortie sont .....

Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 1588 \text{ Hz}$ , au bout de quelques millisecondes, on observe que :

- le signal de sortie a la même ..... que le signal d'entrée (RSF)
- l'amplitude du signal de sortie est plus ..... que l'amplitude du signal d'entrée
- les signaux d'entrée et de sortie sont en ..... de phase.

Pour une fréquence du signal d'entrée  $f = 5000 \text{ Hz}$ , au bout de quelques millisecondes, on observe que :

- le signal de sortie a la même ..... que le signal d'entrée (RSF)
- l'amplitude du signal de sortie est très ..... face à l'amplitude du signal d'entrée.
- les signaux d'entrée et de sortie sont en..... de phase.

57. Les signaux d'entrée et de sortie ..... nos prédictions.

**APPEL 9 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**