

# CORRECTION

NOM:

PRENOM:

SECTION:

Prof. C. Guiducci

SYSTEMES ELECTRIQUES ET  
ELECTRONIQUES I  
EE-295

EPFL

Examen théorie 2021/2022

Durée : 2heures30

*Instructions pour l'examen :*

- Ne pas tournez cette page de garde avant qu'on ne vous l'indique.
- Placez votre carte d'étudiant devant vous.
- Veuillez écrire votre nom sur toutes les feuilles de réponse que vous remettrez.
- Matériel autorisé: Livres, copies des transparents du cours, documents liés aux exercices, et mis à disposition sur la plate-forme Moodle, notes, résumés.
- Répondez directement sur cette feuille en utilisant un stylo à encre bleue ou noire. N'écrivez ni en rouge ni en vert (utilisés pour correction).
- Veuillez écrire et dessiner proprement ; toute partie illisible ne sera pas corrigée.
- Faites des schémas propres, grands et bien lisibles, sur lesquels apparaissent toutes les grandeurs (courant, tension, résistance, conductance et capacité) utilisées ou calculées.
- Des feuilles supplémentaires sont disponibles auprès des assistants.
- Tout échange entre étudiants est interdit.
- Il vous est toujours demandé de détailler la procédure qui vous amène au résultat.
- Vous pouvez utiliser la calculatrice. Pas d'ordinateurs, téléphones, tablettes.
- Indiquer votre nom et le numéro d'exercice sur chaque feuille.
- Les énoncés doivent aussi être rendus.

NOM:

PRENOM:

SECTION:

NOM:

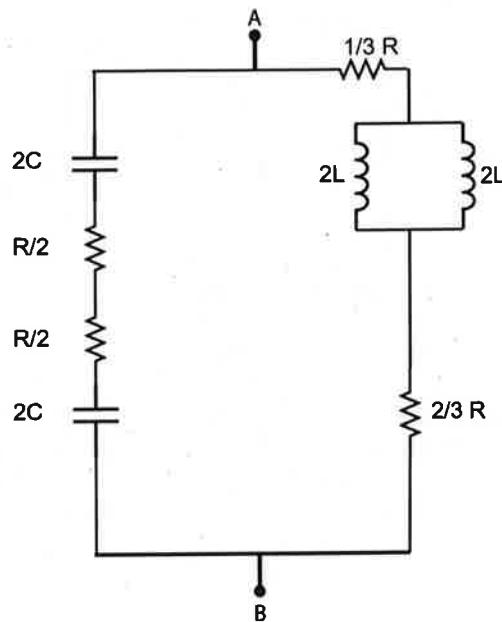
PRENOM:

SECTION:

**EXERCICE 1.**

**Q1a.** Simplifiez le dipôle entre les bornes A et B en obtenant un dipôle équivalent.

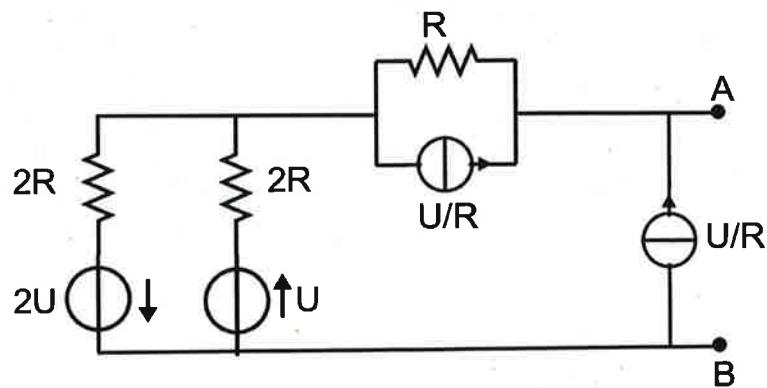
**Q1b.** Trouvez l'impédance  $Z(j\omega)$  du dipôle simplifié AB.



**EXERCICE 2.**

**Q2a.** Simplifier le dipôle entre A et B à l'aide des équivalents de Thévenin et Norton par des simplifications successives.

**Q2b.** Calculez la tension à vide entre A et B ( $U_{AB}$ ).



NOM:

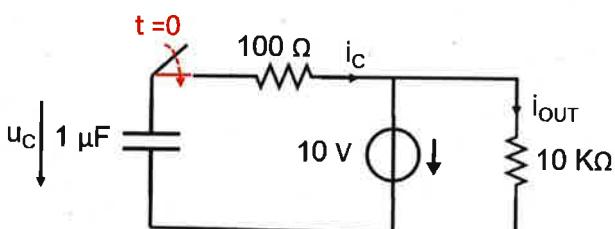
PRENOM:

SECTION:

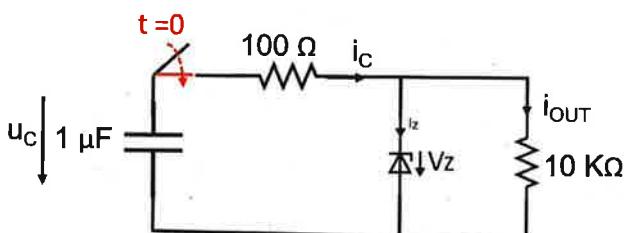
**EXERCICE 3.**

Voici les données pour les circuits suivants:

A



B



- à  $t = 0$  l'interrupteur passe sur la position indiquée par le trait rouge.
- à  $t \neq 0$ ,  $u_C = 12 \text{ V}$ .
- Circuit B :  $I_{Z_{\min}} = 9 \text{ mA}$  pour la diode Zener. Tension Zener  $V_z = 10 \text{ V}$ .

**Q3a.** Pour le circuit A, exprimez les équations différentielles de  $u_C(t)$  et de  $i_C(t)$  à partir de l'instant  $t = 0$  et tracer leurs allures en spécifiant la constante de temps du transitoire et les valeurs au temps 0 et à l'infini.

**Q3b.** Pour le circuit B, trouvez la valeur de  $u_C$  à laquelle la diode Zener s'éteint.

**EXERCICE 4.**

La fonction de transfert suivante est donnée :

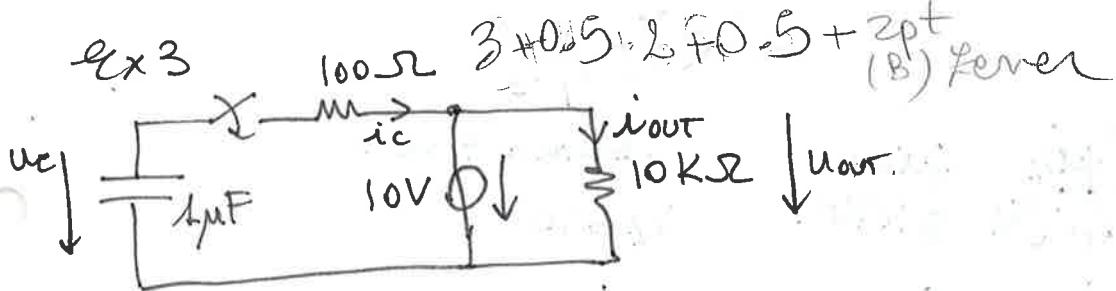
$$H(j\omega) = 0.01 \frac{j\frac{\omega}{\omega_1}}{(1+j\frac{\omega}{\omega_2})}$$

$$\omega_1 = 10^{-2} \frac{\text{rad}}{\text{s}} ; \omega_2 = 10^2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

**Q4a.** Tracez les diagrammes de Bode de l'amplitude et de la phase de  $H(j\omega)$ .

**Q4b.** Trouvez les valeurs de l'amplitude (valeurs avec une décimale en dB) et de la phase pour  $\omega_1$  et  $\omega_2$  (valeurs en degrés).

**Q4c.** Décrivez l'impact de la fonction sur les signaux d'entrée.



$$t=0, u_C = 12V$$

Q3a) éq différentielles de  $u_C(t)$  et  $i_C(t)$   $t \geq 0$

$$\begin{cases} u_C(0) = 12V \\ i_C(0) = 0 \end{cases}$$

$$i_C = -C \frac{du_C}{dt}; u_C - 10 - i_C \cdot 10^2 = 0 \quad (1)$$

$$i_C u_C - 10 + C 10^2 \frac{du_C}{dt} = 0 \quad \boxed{3pt}$$

$$C \frac{du_C}{dt} + 10^2 u_C = 10^4 \quad (2)$$

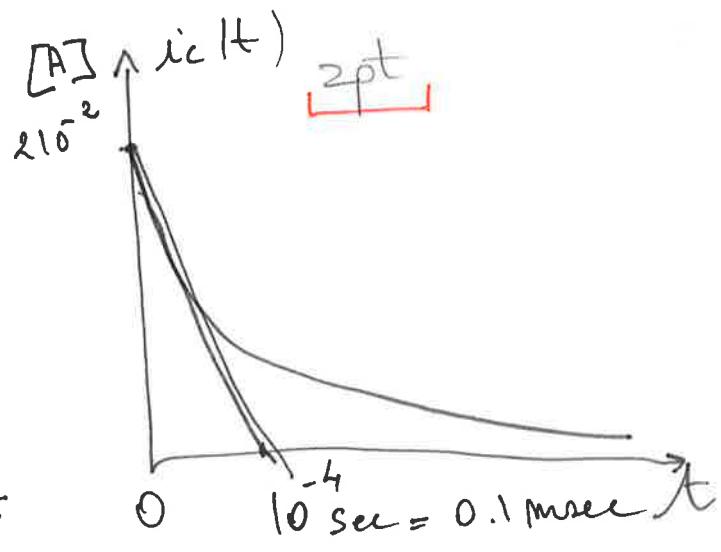
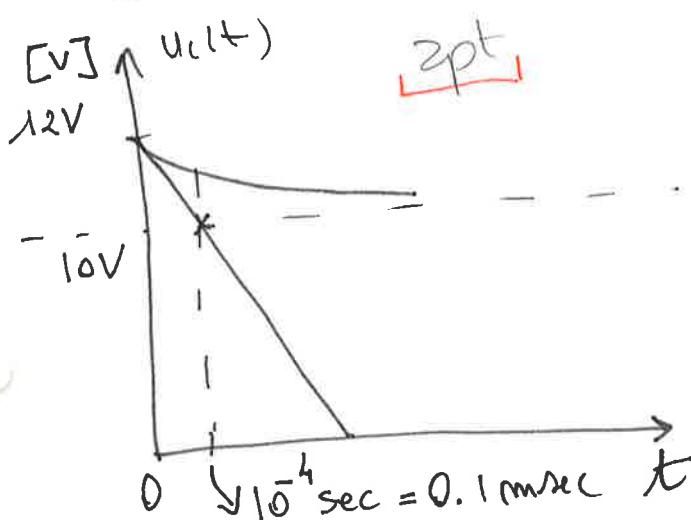
$$\text{de (1)} \Rightarrow u_C = 10 + 10^2 i_C \quad (3)$$

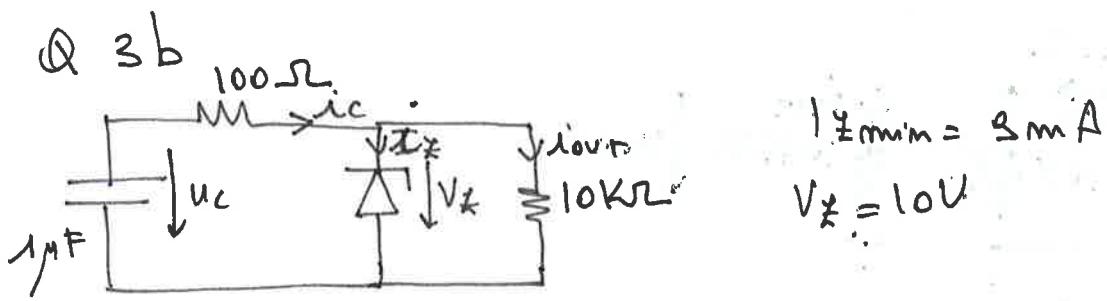
$$\text{de (2), avec (3)} \quad C 10^2 \frac{di_C}{dt} + 10^2 (10 + 10^2 i_C) = 10^4$$

$$C 10^2 \frac{di_C}{dt} + 10^4 + i_C - 10^4 = 0$$

$$C \frac{di_C}{dt} + 10^2 i_C = 0$$

$$\begin{aligned} u_C(t) &= 2e^{-10^4 t} + 10 \\ i_C(t) &= 210^2 e^{-10^4 t} \end{aligned}$$





$$I_{x \min} = 3 \text{ mA}$$

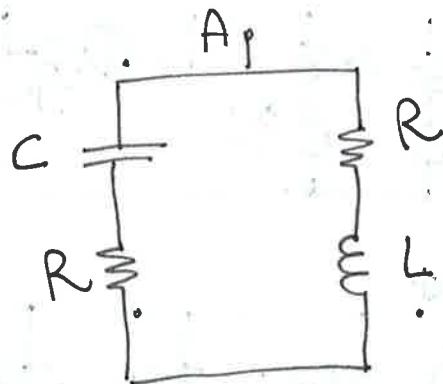
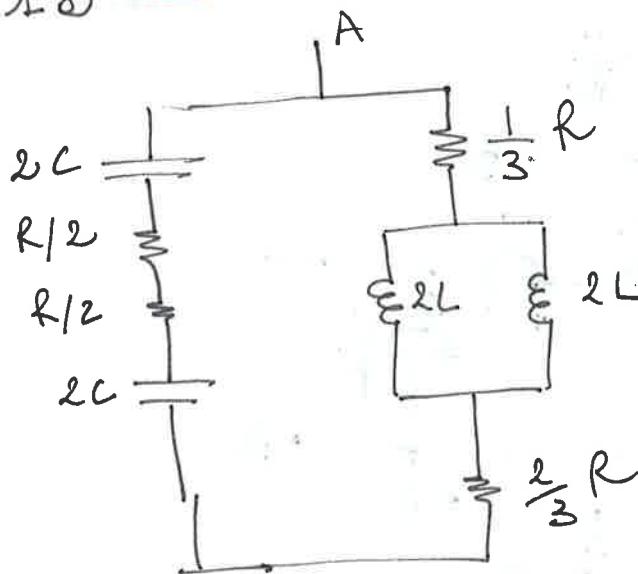
$$V_x = 10 \text{ V}$$

Mc pour laquelle  $i_x = I_{x \min} = 3 \text{ mA}$

$$i_x = i_c - i_{dior} = \frac{U_c - 10}{10} - \frac{10}{10^4} \Rightarrow U_c = 11 \text{ V.}$$

quand  $i_x = 3 \text{ mA}$

Q1a pt 2



1. pt en main per  
fante  
1. Spt fante grave

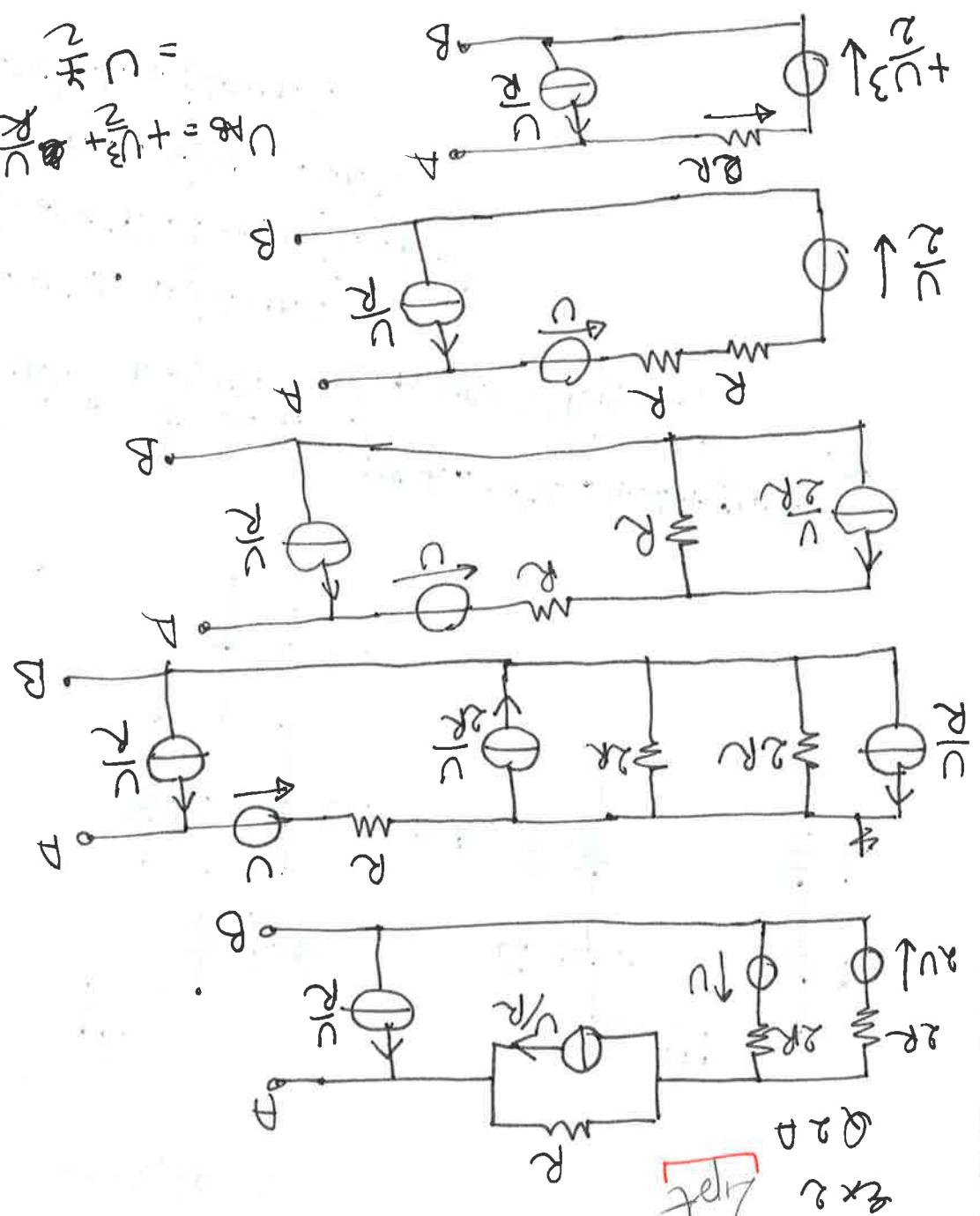
Q1b pt 2

$$\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{j\omega C}{1+j\omega RC} + \frac{1}{R+j\omega L} = \frac{j\omega CR - \omega^2 CL + 1 + j\omega RC}{(1+j\omega RC)(R+j\omega L)}$$

$$= \frac{1 - \omega^2 CL + j\omega RC}{R - \omega^2 RLC + j\omega (L + R^2 C)}$$

$$Z_{eq} = \frac{R - \omega^2 RLC + j\omega (L + R^2 C)}{1 - \omega^2 CL + j\omega RC}$$

$$C_8 = C_7 + \frac{C_6}{2} + \frac{C_5}{2} + \frac{C_4}{2} + C_3 =$$



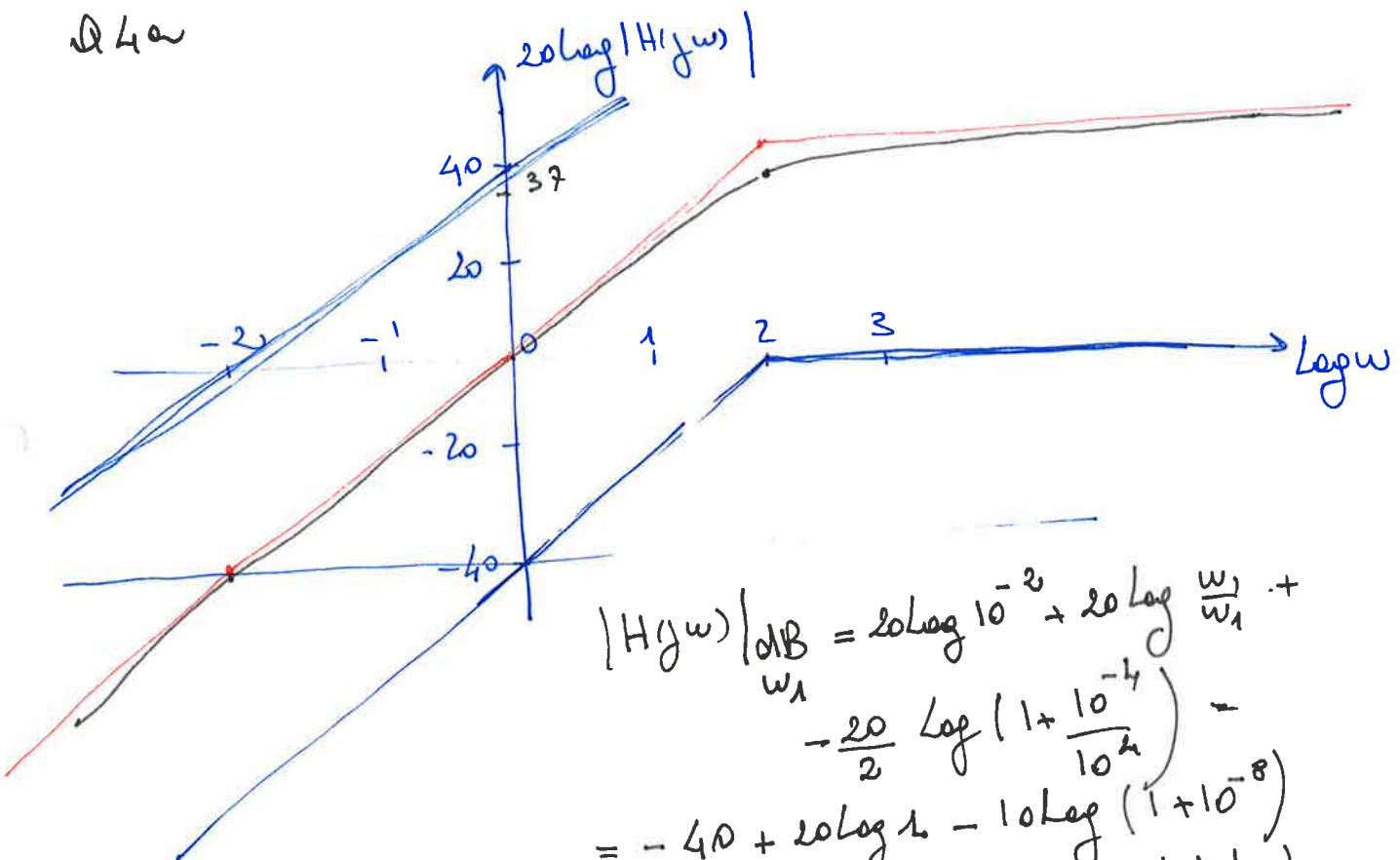
$$Q4 \quad 2+2+2+2+1$$

$$H(j\omega) = 0.01 \frac{j\frac{\omega}{\omega_1}}{1+j\frac{\omega}{\omega_2}}$$

$$\omega_1 = 10^{-2} \text{ rad/s}$$

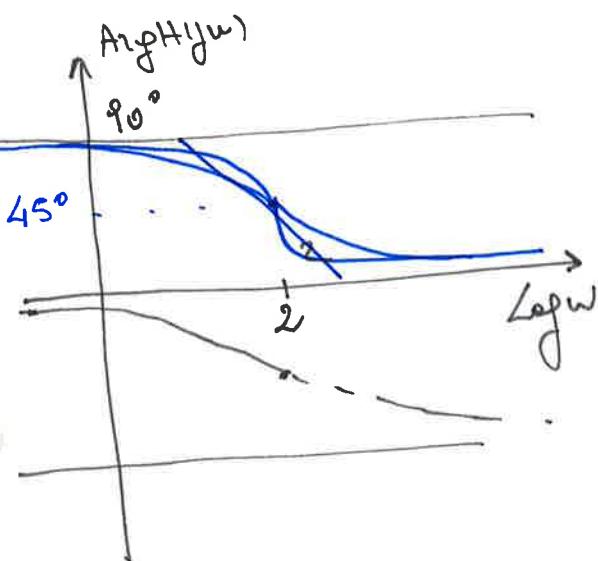
$$\omega_2 = 10^2 \text{ rad/s}$$

Q4a



$$\begin{aligned} |H(j\omega)|_{\text{dB}} &= 20 \log 10^{-2} + 20 \log \frac{\omega}{\omega_1} + \\ &\quad - \frac{20}{2} \log \left( 1 + \frac{10^{-4}}{10^2} \right) - \\ &= -40 + 20 \log 1 - 10 \log (1 + 10^{-8}) \\ &\approx -40 \text{ (just below the asymptote)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |H(j\omega)|_{\text{dB}} &= -40 + 20 \log \frac{\omega_2}{\omega_1} - \frac{20}{2} \log (1 + 1) = \\ &= -40 + 80 - 3 = 37 \text{ dB} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Arg } H(j\omega) \Big|_{\omega_2} &= 90^\circ - \text{Arctg } 10^{-4} \\ &\approx 90^\circ \text{ (just below the asymptote)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arg } H(j\omega) \Big|_{\omega_2} &= 90^\circ - \text{Arctg } 1 = \\ &= 45^\circ \end{aligned}$$

2.  $\log_{10} 1000 = 3$

3.  $\log_{10} 1000 = 3$

4.  $\log_{10} 1000 = 3$

5.  $\log_{10} 1000 = 3$

6.  $\log_{10} 1000 = 3$

7.  $\log_{10} 1000 = 3$

8.  $\log_{10} 1000 = 3$

9.  $\log_{10} 1000 = 3$

10.  $\log_{10} 1000 = 3$

11.  $\log_{10} 1000 = 3$

12.  $\log_{10} 1000 = 3$

13.  $\log_{10} 1000 = 3$

14.  $\log_{10} 1000 = 3$

15.  $\log_{10} 1000 = 3$

16.  $\log_{10} 1000 = 3$

17.  $\log_{10} 1000 = 3$

18.  $\log_{10} 1000 = 3$

19.  $\log_{10} 1000 = 3$

20.  $\log_{10} 1000 = 3$

21.  $\log_{10} 1000 = 3$

22.  $\log_{10} 1000 = 3$

23.  $\log_{10} 1000 = 3$

24.  $\log_{10} 1000 = 3$

25.  $\log_{10} 1000 = 3$

26.  $\log_{10} 1000 = 3$

27.  $\log_{10} 1000 = 3$

28.  $\log_{10} 1000 = 3$

29.  $\log_{10} 1000 = 3$

30.  $\log_{10} 1000 = 3$

31.  $\log_{10} 1000 = 3$

32.  $\log_{10} 1000 = 3$

33.  $\log_{10} 1000 = 3$

34.  $\log_{10} 1000 = 3$

35.  $\log_{10} 1000 = 3$

36.  $\log_{10} 1000 = 3$

37.  $\log_{10} 1000 = 3$

38.  $\log_{10} 1000 = 3$

39.  $\log_{10} 1000 = 3$

40.  $\log_{10} 1000 = 3$

41.  $\log_{10} 1000 = 3$

42.  $\log_{10} 1000 = 3$

43.  $\log_{10} 1000 = 3$

44.  $\log_{10} 1000 = 3$

45.  $\log_{10} 1000 = 3$

46.  $\log_{10} 1000 = 3$

47.  $\log_{10} 1000 = 3$

48.  $\log_{10} 1000 = 3$

49.  $\log_{10} 1000 = 3$

50.  $\log_{10} 1000 = 3$

51.  $\log_{10} 1000 = 3$

52.  $\log_{10} 1000 = 3$

53.  $\log_{10} 1000 = 3$

54.  $\log_{10} 1000 = 3$

55.  $\log_{10} 1000 = 3$

56.  $\log_{10} 1000 = 3$

57.  $\log_{10} 1000 = 3$

58.  $\log_{10} 1000 = 3$

59.  $\log_{10} 1000 = 3$

60.  $\log_{10} 1000 = 3$

61.  $\log_{10} 1000 = 3$

62.  $\log_{10} 1000 = 3$

63.  $\log_{10} 1000 = 3$

64.  $\log_{10} 1000 = 3$

65.  $\log_{10} 1000 = 3$

66.  $\log_{10} 1000 = 3$

67.  $\log_{10} 1000 = 3$

68.  $\log_{10} 1000 = 3$

69.  $\log_{10} 1000 = 3$

70.  $\log_{10} 1000 = 3$

71.  $\log_{10} 1000 = 3$

72.  $\log_{10} 1000 = 3$

73.  $\log_{10} 1000 = 3$

74.  $\log_{10} 1000 = 3$

75.  $\log_{10} 1000 = 3$

76.  $\log_{10} 1000 = 3$

77.  $\log_{10} 1000 = 3$

78.  $\log_{10} 1000 = 3$

79.  $\log_{10} 1000 = 3$

80.  $\log_{10} 1000 = 3$

81.  $\log_{10} 1000 = 3$

82.  $\log_{10} 1000 = 3$

83.  $\log_{10} 1000 = 3$

84.  $\log_{10} 1000 = 3$

85.  $\log_{10} 1000 = 3$

86.  $\log_{10} 1000 = 3$

87.  $\log_{10} 1000 = 3$

88.  $\log_{10} 1000 = 3$

89.  $\log_{10} 1000 = 3$

90.  $\log_{10} 1000 = 3$

91.  $\log_{10} 1000 = 3$

92.  $\log_{10} 1000 = 3$

93.  $\log_{10} 1000 = 3$

94.  $\log_{10} 1000 = 3$

95.  $\log_{10} 1000 = 3$

96.  $\log_{10} 1000 = 3$

97.  $\log_{10} 1000 = 3$

98.  $\log_{10} 1000 = 3$

99.  $\log_{10} 1000 = 3$

100.  $\log_{10} 1000 = 3$