

Nom :

N° Etudiant :



vendredi 18 mai 2018

EXAMEN : Fondements en électronique analogique 2

Il y a 8 exercices à faire. Les documents sont interdits (sauf dictionnaire). Durée : **90min**

Exercice 1 (1,5 points)

Quelles relations décrivent un système linéaire ? Entourez les bonnes réponses.

a) $y=5x$

b) $y=\sin(x)$

c) $y = 4 \frac{dx}{dt} + 3x$

d) $y = e^x$

Bonnes réponses : a et c

Exercice 2 (1 point)

On applique un échelon de 1V ($E(t)=0$ si $t<0$, $E(t)=1V$ si $t\geq 0$) à l'entrée d'un amplificateur avec un gain de 10 et un slew rate de $12V/\mu\text{sec}$. Quelle est la tension de sortie à $t=250\text{ns}$? Entourez la bonne réponse.

a) 10V

b) 12V

c) 5V

d) 3V

Bonne réponse : d

$$12V/\mu\text{sec} * 0,25\mu\text{s} = 3V$$

Exercice 3 (2 points)

a) Si un gain G en dB est négatif, le gain linéaire est (entourer la bonne réponse): (1 point)

1) négatif

-> non, le gain est toujours positif, le signe moins correspond à un déphasage de π

2) Inférieur à 1 et supérieur ou égal à 0,

-> oui, bonne réponse

3) purement imaginaire

-> non, le gain est toujours réel et supérieur ou égal à 0

b) Une fonction de transfert est multipliée par -1 . Quel est l'impact sur le diagramme de Bode (module et phase) ? Entourez les bonnes réponses. (1 point)

1) La gain en dB est multiplié par -1

2) Le gain en dB reste inchangé

3) La phase est multipliée par -1

4) La phase augmente de π

5) La phase reste inchangée

$$-1 = e^{j\pi}, |e^{j\pi}| = 1, \arg(e^{j\pi}) = \pi$$

➔ Gain inchangé

➔ La phase augmente de π

Exercice 4 (1,5 points)

On applique $v_1 = -100\text{mV}$ et $v_2 = 300\text{mV}$ à l'entrée d'un amplificateur différentiel.

Le gain différentiel est 10 et le taux de réjection du mode commun 60dB.

a) Quelle est la tension du mode commun ? (0,5 points)

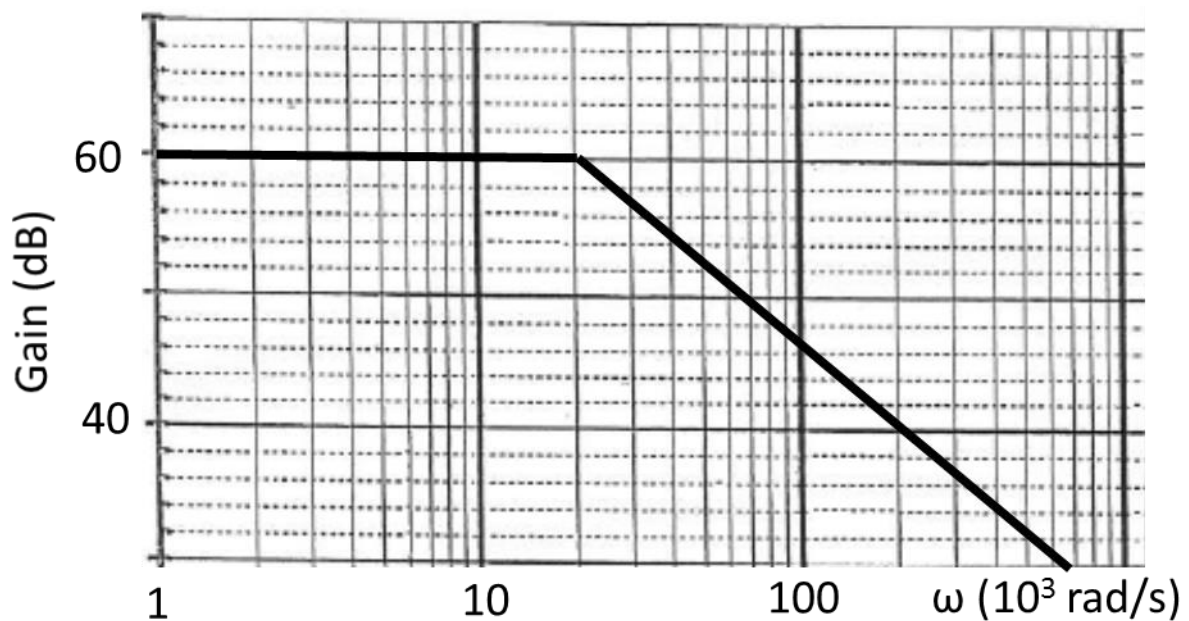
b) Quelle est la contribution du mode commun au signal de sortie ? (1 point)

Solution :

- a) $V_{mc} = (-100\text{mV} + 300\text{mV})/2 = 100\text{mV}$
- b) $60\text{dB} \rightarrow 1000$ en linéaire
 $G_{mc} = G_d / \text{TRMC} = 10 / 1000 = 0,01$
 Contribution V_{mc} à $V_s = V_{mc} * G_{mc} = 100\text{mV} * 0,01 = 1\text{mV}$

Exercice 5 (3 points)

Ci-dessous la courbe de gain d'un montage à amplificateur opérationnel.



- a) Quelle est la fréquence de coupure ? (1 point)
 $\rightarrow \omega_c = 20\text{krad/s}, f_c = \omega_c / (2\pi) = 3183 \text{ Hz}$
- b) Quel est le produit gain x bande passante ? (1 point)

$60\text{dB} \rightarrow 1000$ en linéaire, Gain x Bande passante = $1000 * 3183 \text{ Hz} = 3,183 \text{ MHz}$

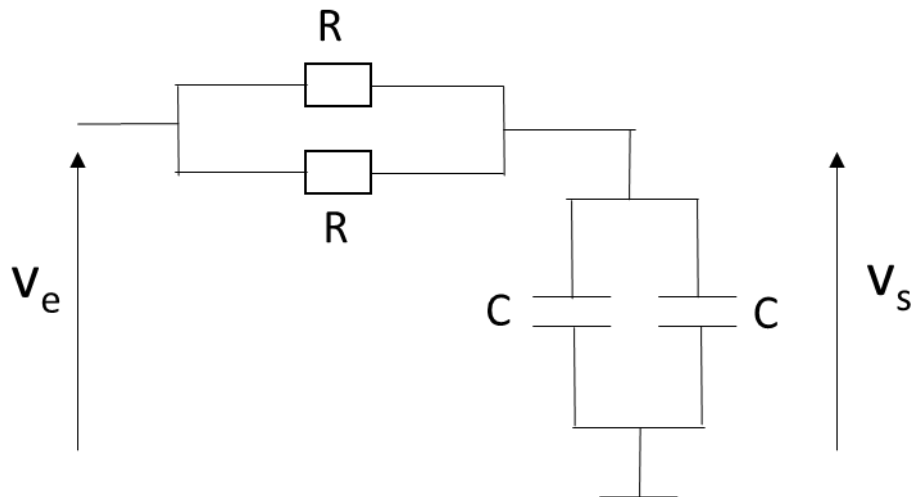
- c) La pulsation de coupure en boucle ouverte est de 100 rad/s . Quel est le gain en boucle ouverte ? (1 point)
 $f_{bo} = 100 / (2\pi) \text{ Hz} = 15,9 \text{ Hz}$

$$\text{Gain}_{bo} = 3,183\text{MHz} / 15,9\text{Hz} = 200000$$

Exercice 6 (2 points)

a) A quoi sert le montage ci-dessous ? (0,5 points)

Filtre passe bas passif



$R=1k$

b) Donnez la fonction de transfert en fonction de R et C. (1 point)

$R_{total}= 0,5R$, $C_{total}=2C$

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega * 0,5R * 2C} = \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

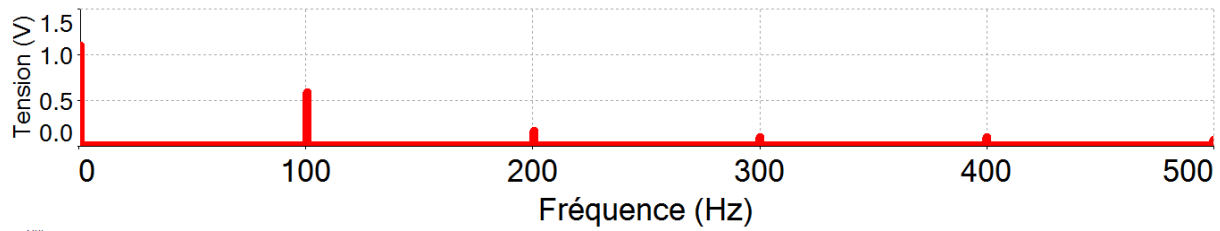
$$\omega_c = \frac{1}{RC}$$

c) Dimensionnez C pour que la fréquence de coupure $f_c=5$ kHz. (0,5 points)

$$C = \frac{1}{2 * \pi * 1000\Omega * 5000Hz} = 31,8nF$$

Exercice 7 (3 points)

Ci-dessous le spectre d'un signal.

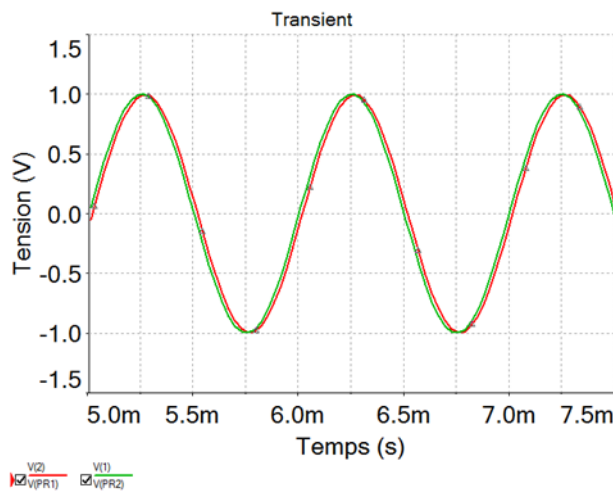


☒ V(1)
☒ Lumped

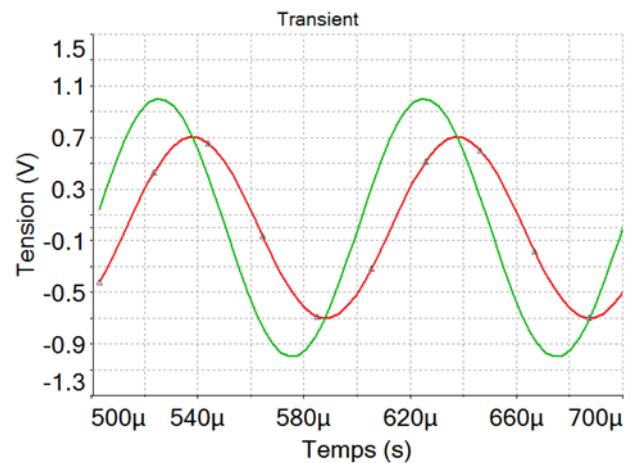
- S'agit-il d'un signal périodique ou non-périodique ? Justifiez votre réponse, sinon pas de points ! (0,5 points)
 ➔ Périodique, car fondamentale à 100Hz et composante à des fréquences multiples de 100 Hz
- Si le signal est périodique, quelle est la période ? (0,5 points)
 ➔ 100Hz (fréquence fondamentale)
- Est-ce que le signal est centré autour de 0V ? Justifiez votre réponse, sinon pas de points ! (1 point)
 ➔ Pas centré autour de 0, car composante continue à 0Hz
- On souhaite obtenir un signal centré autour de 0V en filtrant le signal représenté par le spectre. Est-ce qu'il faut utiliser un filtre passe bas ou passe haut ? Justifier votre réponse, sinon pas de points ! (1 point)
 ➔ Pour centrer autour de 0, il faut enlever la composante continue, il faut un passe-haut

Exercice 8 (6 points)

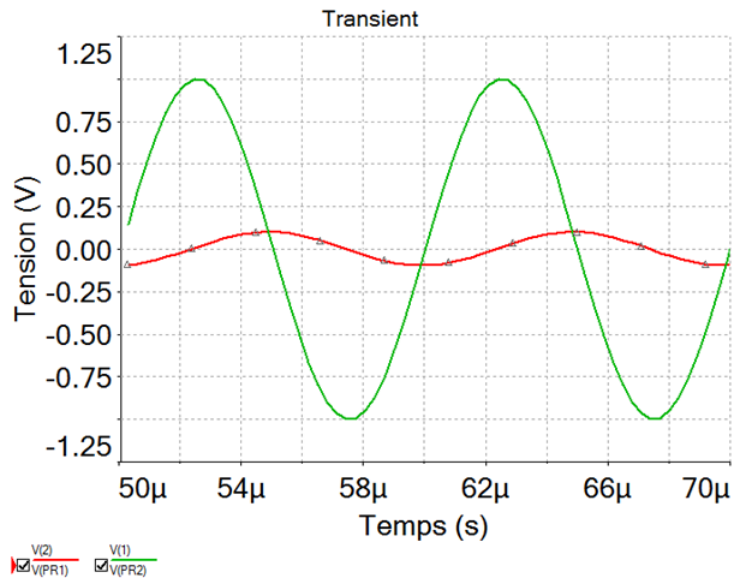
Ci-dessous les réponses temporelles d'un filtre RC pour différentes fréquences.



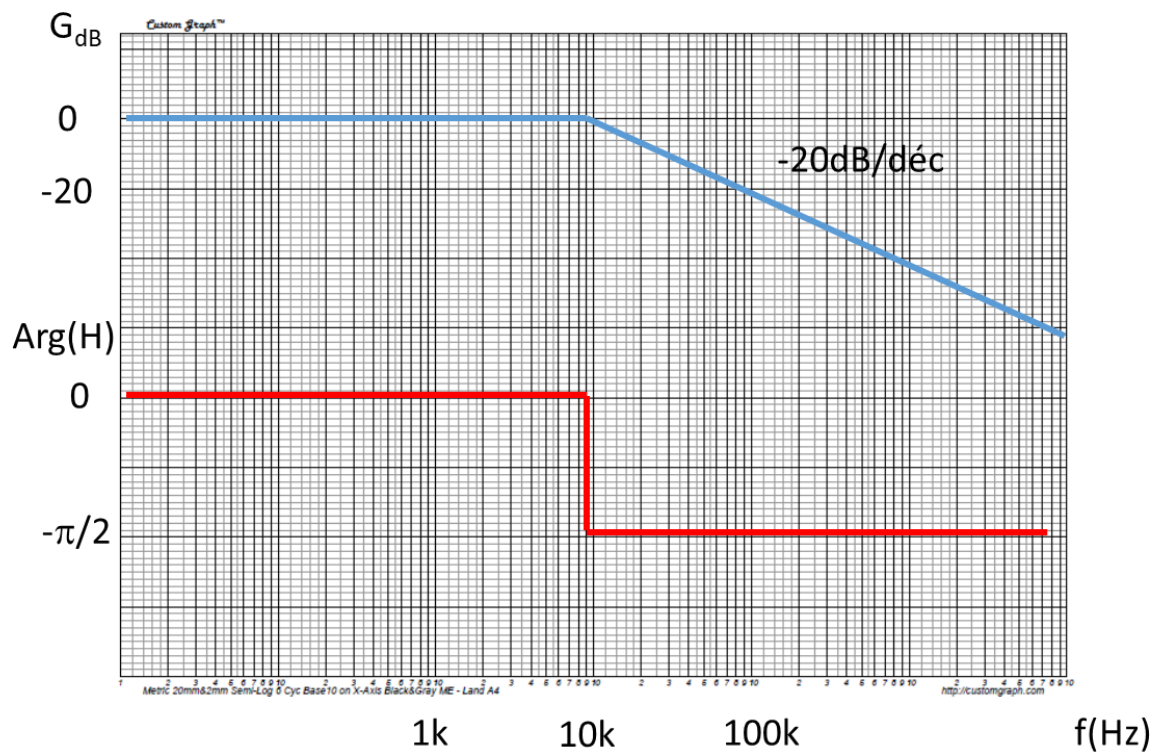
☒ V(2)
☒ V(1)
☒ V(PR1)
☒ V(PR2)



☒ V(2)
☒ V(1)
☒ V(PR1)
☒ V(PR2)



- a) S'agit-il d'un filtre passe-bas ou passe-haut ? Justifiez votre réponse. (0,5 points)
 ➔ Passe bas car les figures montrent que l'amplitude à la sortie diminue si la fréquence augmente
- b) Quelle est la fréquence de coupure ? Justifiez votre réponse. (0,5 points)
 ➔ Fig. en haut à droite : Période du signal= $100\mu\text{s}$, $f=10\text{kHz}$ et le gain est de $\frac{1}{\sqrt{2}}$
 On est donc à la fréquence de coupure
- c) Quelle est la constante de temps ? (0,5 points)
 ➔ $\tau = \frac{1}{2\pi f_c} = 15,9\mu\text{s}$
- d) Tracez le diagramme de Bode (gain et phase). (4 points)



e) Quel est l'intérêt de tracer le gain en dB ? (0,5 point)

-> On dilate l'échelle pour des valeurs faibles et on la comprime pour des valeurs élevées -> meilleure représentation sur plusieurs décades

En échelle log, multiplication -> addition, division -> soustraction ce qui facilite les calculs