



Session : 1

Durée de l'épreuve : 3h

Date : 11/01/2024

Documents autorisés : Aucun

Licence : ☒ Master : ☐

.....

Mention : EEA

Matériels autorisés : NON

Parcours : L2 EEA

Libellé + Code de l'UE : HAE301E

**CONSIGNES : Chaque partie doit être rédigée sur des copies séparées.**

Tous les résultats doivent être encadrés. L'homogénéité des résultats doit être vérifiée. Attention, la qualité de la rédaction et des illustrations entrera directement en compte dans la notation de cette épreuve.

**Partie 1 : Circuits linéaires (1h 45min - 11,5 pts)**

**Questions de cours :**

- 1) Donner deux fonctions / utilisations du circuit RC.
- 2) À quel régime correspond la solution sans second membre de l'équation différentielle pour un circuit du premier ordre ?
- 3) Qu'est-ce que le diagramme de Bode ?
- 4) Dans quel cas pouvons-nous utiliser les impédances complexes équivalentes et pourquoi ?
- 5) Donner les impédances complexes équivalentes d'une résistance, d'une capacité et d'une inductance.
- 6) Diviseur de tension et diviseur de courant
  - a. Calculer  $V_{BA}$  pour le circuit de la figure 1.
  - b. Calculer  $I_3$  et  $I_4$  pour le circuit de la figure 2.

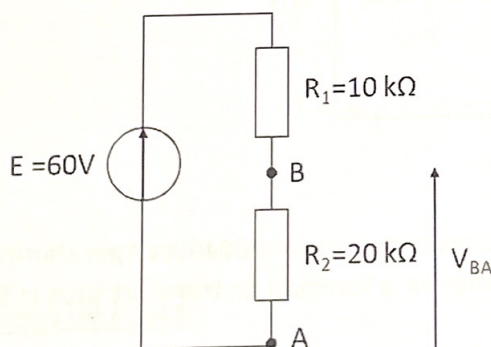


Figure 1

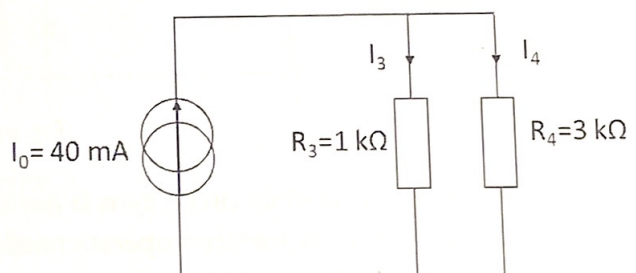


Figure 2

### Exercice 1 :

On considère le circuit de la figure 3.

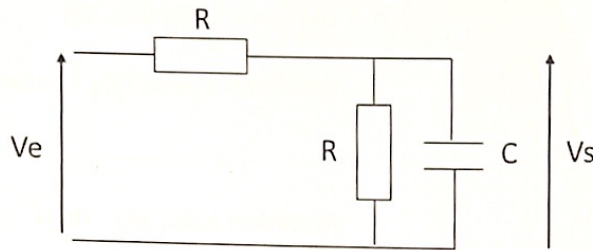


Figure 3

- 1) Etablir l'équation différentielle qui régit ce circuit et la mettre sous la forme :

$$\frac{dv_s}{dt} + a \cdot v_s(t) = b \cdot v_e(t)$$

On identifiera les variables  $a$  et  $b$  en fonction des valeurs des composants du circuit.

- 2) On considère que les conditions initiales sont nulles (le condensateur est déchargé). Calculer la réponse à un échelon d'amplitude  $E$  (c'est-à-dire résoudre l'équation différentielle). On prendra  $v_e(t) = E \cdot u(t)$  où  $u(t)$  est un échelon unité.

### Exercice 2 :

On considère le circuit de la figure 4. Les conditions initiales sont nulles. On prendra  $R=1 \text{ k}\Omega$  et  $C=1 \text{ }\mu\text{F}$ .

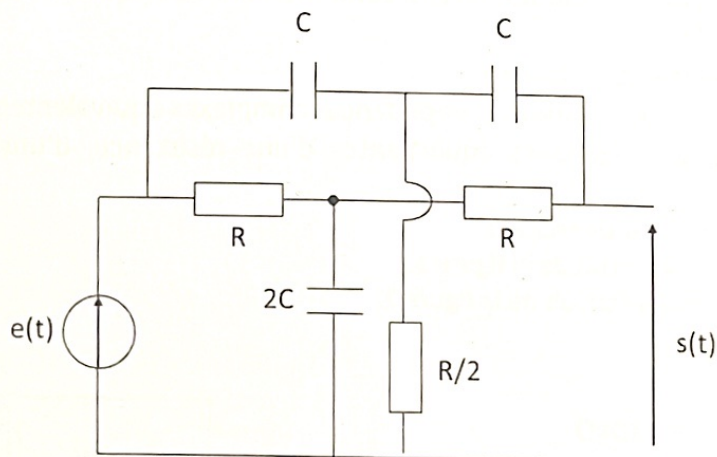


Figure 4

- 1) Faire le schéma équivalent du circuit dans le formalisme de Laplace avec les impédances opérationnelles.  
2) Déterminer la fonction de transfert opérationnelle  $H(p)$ . On mettra la fonction de transfert sous la forme canonique suivante :

$$H(p) = \frac{H_0 \left[ 1 + \left( \frac{p}{\omega_0} \right)^2 \right]}{1 + \frac{2mp}{\omega_0} + \left( \frac{p}{\omega_0} \right)^2}$$

On déterminera  $H_0$ ,  $\omega_0$  et  $m$ .



- 3) A présent, on considère que les conditions initiales ne sont pas nulles. Le condensateur de capacité  $2C$  est initialement chargé avec une tension de 5V. Faire le schéma équivalent du circuit dans le formalisme de Laplace.

## Partie 2 : AOP (45 min - 5 pts)

Rédiger cette partie sur une copie séparée.

### Exercice :

On considère le montage de la figure 5.  $Z_1$  est l'association série de  $R_1$  et  $C_1$  et  $Z_2$  est l'association de  $R_2$  et  $C_2$  en parallèle.

- 1) On considère l'association série de  $Z_1$  et  $Z_2$  l'entrée E et la sortie S de cette association sont indiquées sur la figure 5. Donner le rapport  $\frac{S}{E}$  en fonction de  $Z_1$  et  $Z_2$ .
- 2) En déduire la fonction de transfert  $\frac{S}{E}$  en fonction de R C et  $\omega$  (pulsation d'étude de la fonction de transfert). On prendra  $R_1=R_2=R$  et  $C_1=C_2=C$ .
- 3) Préciser la nature de ce filtre, sa pulsation propre  $\omega_0$  et l'atténuation du filtre à cette pulsation propre. Y a-t-il un déphasage de la sortie sur l'entrée à  $\omega_0$  ?
- 4) Que réalise le montage à ampli. op. Donner son amplification E/S en fonction de  $R_3$  et  $R_4$ . Quelle valeur doit-on donner au rapport  $R_3/R_4$  pour compenser l'atténuation du filtre ? Que se passe-t-il alors au point O ?
- 5) Donner le nom du montage de la figure 5.

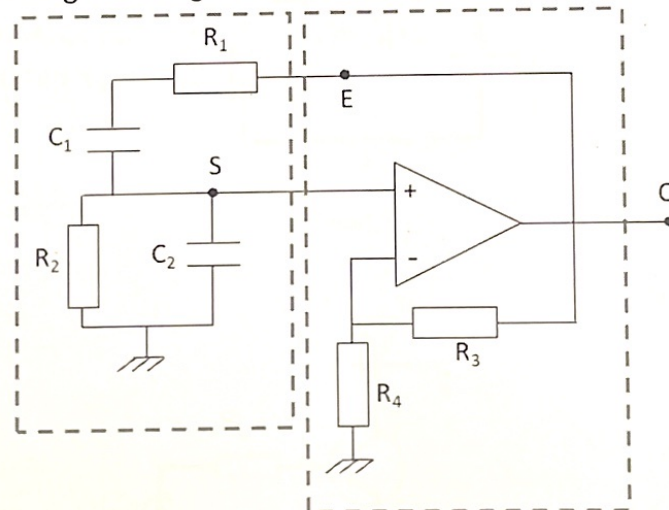


Figure 5

### Questions de cours :

- 1) Donner le schéma d'un montage de votre choix. Expliquez brièvement le fonctionnement de ce montage.
- 2) Donner le schéma de montage d'un dérivateur inverseur. Donner les diagrammes de Bode associés à ce montage.

### Partie 3 : Diodes et transistors (30 min – 3,5 pts)

Rédiger cette partie sur une copie séparée.

Tous les résultats doivent être encadrés. L'homogénéité des résultats doit être vérifiée.

La caractéristique idéalisée de la diode est donnée par la figure 6.

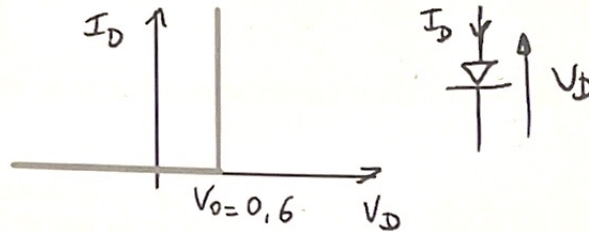


Figure 6

1. En utilisant le modèle proposé, quelles(s) relation(s) vérifient  $I_D$  et  $V_D$  :
  - a. Si la diode est bloquée ?
  - b. Si la diode est passante ?

Le circuit présenté sur la figure 7 utilise la diode précédente,  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$  et  $E = 5 \text{ V}$ .

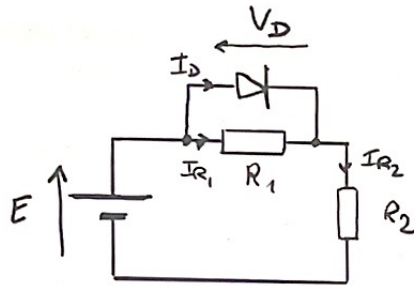


Figure 7

2. Calculer  $I_D$ ,  $I_{R1}$ ,  $I_{R2}$  et  $V_D$ .



La caractéristique d'un transistor NPN est donnée par la figure 8.

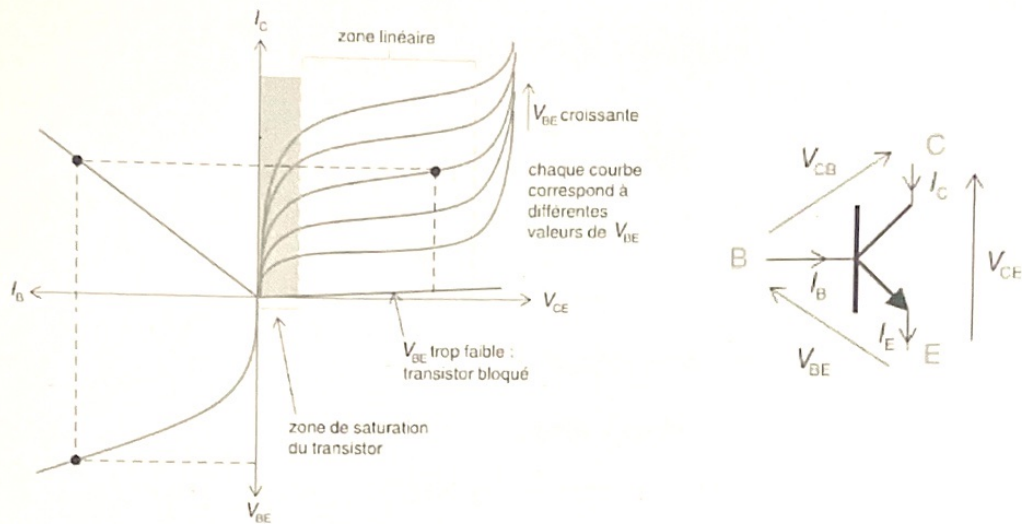


Figure 8

3. Rappeler les relations simplifiées mettant en jeu  $I_C$ ,  $I_B$ ,  $V_{BE}$  et  $V_{CE}$  communément utilisées quand :
  - a. le transistor fonction en zone linéaire.
  - b. Le transistor fonctionne en zone saturé
  - c. Le transistor est bloqué

On souhaite pouvoir allumer une LED verte avec une sortie numérique d'un Arduino. La sortie numérique est modélisée par un générateur de tension  $E_{OUT}$ . Pour un état logique « 1 »,  $E_{OUT}=5V$ , pour une état logique « 0 »,  $E_{OUT}=0V$ . On utilise le circuit de la figure 9 pour que le courant traversant la LED ne soit pas fourni par la sortie numérique du microcontrôleur. Pour un état logique « 1 », on souhaite que la LED soit allumée avec  $I_D=20\text{ mA}$ . Ce courant  $I_D$  correspond à une tension  $V_D=3V$ . Le transistor est un transistor NPN avec  $\beta=100$ ,  $V_{BE}\approx 0.6V$  en régime linéaire ou saturé.

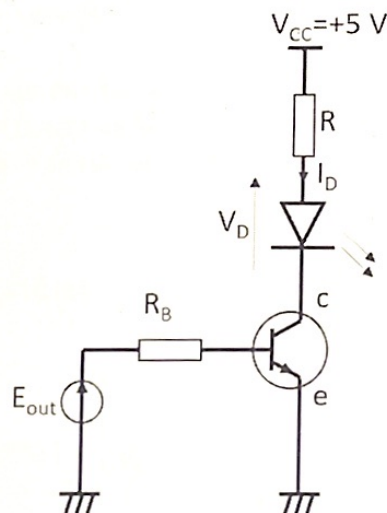


Figure 9

4. En supposant que  $V_{CE}$  est nul quand le transistor est saturé, calculer la résistance  $R$  permettant d'obtenir 20 mA dans la LED puis calculer  $R_B$  permettant au transistor de fonctionner en régime saturé.