EXAMEN FINAL D'ELECTRONIQUE

Durée 3 heures. Un seul instrument de calcul autorisé, autonome, de format A5 au maximum.
Vos notes manuscrites et les documents qui vous ont été remis en cours et en TD sont autorisés.
Les livres et téléphones portables sont interdits.

Numérotez vos réponses conformément aux numéros des questions.

Toute simplification devra être justifiée.

I. AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

(5 pts)

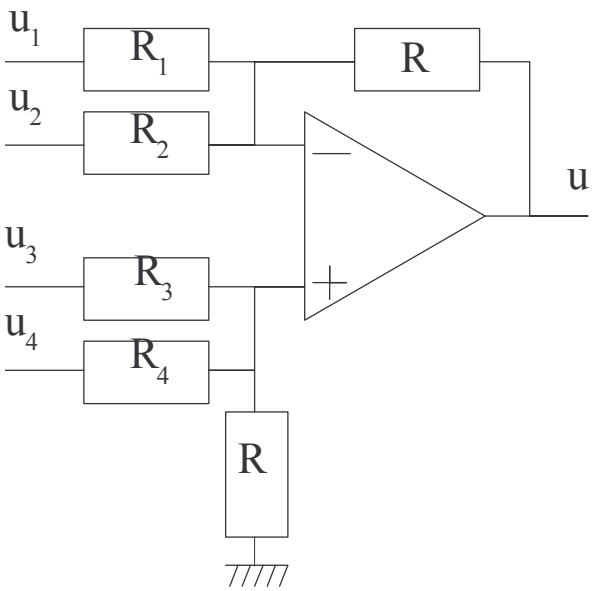

Figure 1 : L'amplificateur opérationnel est supposé parfait. R = 10 kΩ

1. Appliquez le théorème de Millmann à l'entrée inverseuse de l'AOP (figure 1).

2. Appliquez le théorème de Millmann à l'entrée non-inverseuse de l' AOP.

3. Exprimez la tension u en fonction des variables d'entrées $u_{1\ à\ 4}$ et des paramètres $R_{1\ à\ 4}$ et R.

Montrez que u peut se mettre sous la forme suivante :

$$u = R\left(K\left(\frac{u_3}{R_3}+\frac{u_4}{R_4}\right) - \left(\frac{u_1}{R_1}+\frac{u_2}{R_2}\right)\right)$$

Exprimez K en fonction des paramètres du circuit.

4. Quelle condition doivent respecter les résistances pour avoir K = 1 ?

5. Quelles valeurs donner à R_1 et R_2 pour avoir

$$u = 2(u_3-u_1) + 3(u_4-u_2) \text{ ?}$$

II. DIAGRAMME DE BODE

(6 pts)

6. Sans calcul, expliquez comment connaître le type (bande passante, ordre) de ce filtre (figure 2).

7. Exprimez la fonction de transfert en tension $\underline{T}(j\omega)$ de ce filtre en fonction des paramètres R_1, R_2 et L.

8. Comparez cette fonction de transfert à la forme canonique correspondante et déduisez-en les expressions de la fréquence propre du filtre et de son atténuation dans la bande passante.

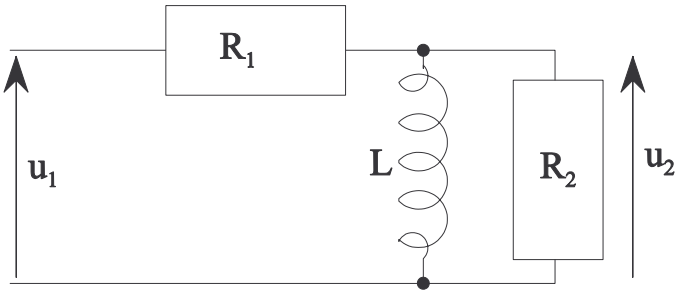

Figure 2 : Filtre passif R1 = 47 kΩ, R2 = 22 kΩ, L = 330 mH.

9. Sur le graphe joint, tracez soigneusement le diagramme de Bode complet de ce filtre.

III. AMPLIFICATEUR A GAIN AJUSTABLE

(9 pts)

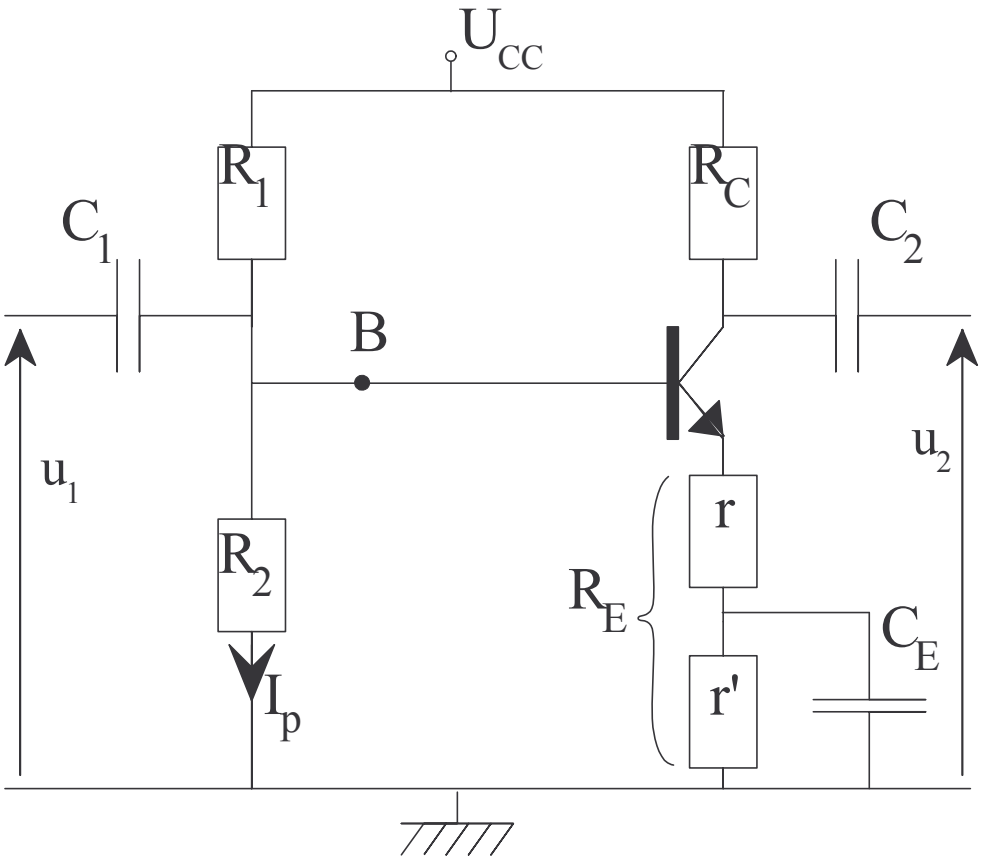

Figure 3 : Amplificateur à gain ajustable. $\beta = 130$; $R_C = 600\ \Omega$; $U_{CC} = 15$ V

10. De quel type est ce montage amplificateur à un seul transistor (figure 3) ? Quel est le type du transistor ?

- **Le point de repos recherché est $I_C = 1.5$ mA et $U_{CE} = U_{CC}/2$, avec $U_{BE} = 650$ mV et $I_P/I_B = 8$.**

11. Redessinez le schéma de l'amplificateur en ne gardant que les composants nécessaires à l'analyse statique.
12. Calculez I_B, I_P, I_E. Quelle est la puissance absorbée par le montage ?
    Quelle est la valeur de la résistance dynamique de base h_{11} ?
13. Calculez R_E, R_2 et R_1.

- **Les paramètres dynamiques non négligeables du transistor sont $h_{21} = 150$ et $h_{11} = 2.5$ kΩ.**

14. Dessinez le schéma équivalent au circuit pour l'analyse en régime permanent de petits signaux périodiques.

15. Calculez l'impédance d'entrée Z_1 du montage. Pour cela, vous pouvez calculez d'abord Z'_1 l'impédance d'entrée sans les résistances placées en parallèle sur l'entrée.
    Calculez l'impédance de sortie du montage Z_2.
16. Calculez le gain en courant du montage, puis son gain en tension A_u pour **r = 1 kΩ**. La résistance r permet d'ajuster A_u. Quelle valeur de r nous donne la plus grande valeur possible de A_u ? Calculez A_{uMax}.
17. Dessinez le schéma simplifié équivalent au montage, avec le générateur de Thévenin équivalent à la sortie.