

TP2 Réponse en fréquence

Objectifs :

- Tracer les diagrammes de Bode pour l'amplitude et la phase dans le cadre de l'amplification d'un montage à transistor.
- Calculer le choix approprié de valeurs des condensateurs de découplage/liaison.
- Mesurer la valeur de la capacité totale de collecteur à haute fréquence.

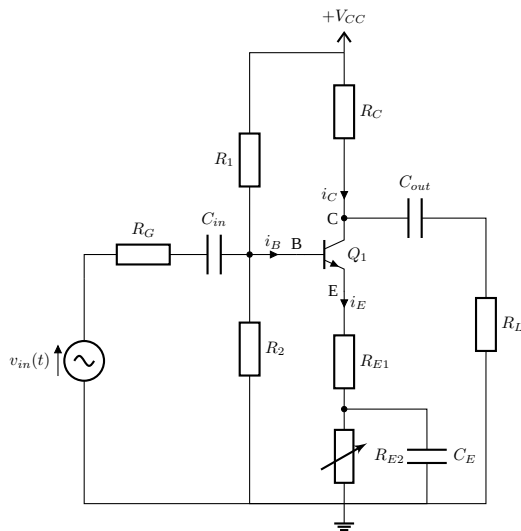
Préparation : Conseillée à l'aide de votre logiciel de simulation préféré.

Compte rendu : À remettre à la fin de la séance de TP.

Cet TP comprend 16 questions sur un total de 20 points.

1 Étude théorique

Une grande variété d'amplificateurs opérationnels (AOP) est maintenant disponible dans le commerce avec des fréquences de gain unitaire allant de 1 MHz à 300 MHz. De ce fait, la plupart des amplificateurs sont conçus à partir des AOP et l'étude des amplificateurs à étages discrets est moins effectuée. On étudie ici l'amplificateur PDT stabilisé :



Avec :

- $Q_1 = 2N3904$
- $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$
- $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$
- $R_C = 3,6 \text{ k}\Omega$
- $R_{E1} = 180 \Omega$
- $R_{E2} = 820 \Omega$ (Potentiomètre de $2 \text{ k}\Omega$)
- $R_L = 10 \text{ k}\Omega$
- $V_{CC} = 10 \text{ V}$
- $V_{EE} = 0 \text{ V}$

1.1 Étude basse fréquence

On considère $f_{min} = 100 \text{ Hz}$.

1. Étudier le régime DC (polarisation) du montage amplificateur et déterminer les courants (I_B , I_C , I_E) et les tensions (V_B , V_E , V_C).
2. Dessiner le schéma équivalent en régime AC (modèle en π) du montage amplificateur.
3. Calculer la valeur normalisée du condensateur de découplage/liaison d'émetteur C_E contribuant à 80% de f_{min} .
4. Calculer la valeur normalisée du condensateur de découplage/liaison d'entrée C_{in} contribuant à 10% de f_{min} .
5. Calculer la valeur normalisée du condensateur de découplage/liaison de sortie C_{out} contribuant à 10% de f_{min} .
6. Donner la valeur de la résistance d'émetteur r'_e pour $V_T = 25 \text{ mV}$. Calculer le gain en tension A_v du montage en bande non atténuée.

1.2 Étude haute fréquence

1. Dessiner sur le schéma AC les condensateurs représentant les couplages capacitifs parasites et les effets capacitifs haute fréquence entre les jonctions. Discuter.
2. Calculer la valeur approximative du condensateur de la jonction base-émetteur $C_{e'}$.
3. Le condensateur de la jonction base-collecteur $C_{c'}$ est une capacité de réaction. Appliquer le théorème de Miller et calculer les valeurs des condensateurs équivalents d'entrée $C_{in(M)}$ et de sortie $C_{out(M)}$.
4. Calculer les capacités totales de base et de collecteur.
5. Déterminer la valeur approximative de la fréquence de coupure f_{max} .

2 Étude expérimentale (20 points)

1. (1 point) Mesurer les valeurs réelles des résistances et câbler le montage avec les valeurs indiquées.
2. (1 point) Ajuster R_{E2} de façon à obtenir les tensions de polarisation calculées en préparation.
3. (5 points) Dans un premier temps, vérifier le fonctionnement du montage amplificateur en bande non atténuée. Injecter un signal AC faible amplitude ($V_p=10$ mV) en entrée et mesurer la tension en sortie. Calculer le gain en tension A_v de l'amplificateur et comparer aux résultats obtenus dans l'étude théorique.
4. (12 points) Dans un second temps, tracer les diagrammes de Bode pour l'amplitude et la phase dans la gamme de fréquence : $10^2 < f < 10^6$ Hz. Mesurer les fréquences de coupure à -3 dB. Comparer aux résultats obtenus dans l'étude théorique.
5. (1 point) En déduire la valeur de la capacité totale de collecteur. Commenter.