
6GEI300 - Électronique I

Laboratoire #9

Amplification avec transistors bipolaires

Automne 2014

1. Objectifs

- Développer les connaissances sur les transistors bipolaires comme éléments d'amplification

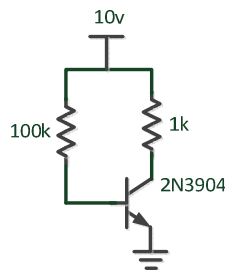
2. Méthodologie

Ce laboratoire comporte deux parties: une partie descriptive en simulation et une partie expérimentale avec plaquette de prototypage. Dans la première partie de ce laboratoire, l'étudiant aura à effectuer plusieurs simulations dans l'environnement Altium afin de déduire le rôle de chaque pièce dans un circuit d'amplification. Dans la seconde partie, l'étudiant devrait construire un circuit et choisir les composantes afin d'obtenir un comportement voulu.

3. Travail demandé

a) Ajustement du circuit

Dessinez le circuit de la figure 1 dans l'outil Altium et roulez l'outil de simulation:



En regardant les tensions aux différents nœuds, il devrait être possible de voir que le transistor n'est pas dans la bonne région d'opération.

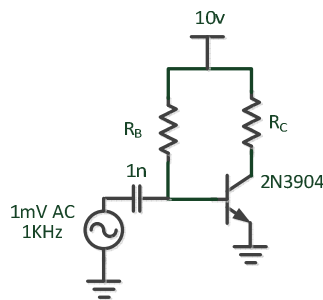
1) Pourquoi?

Avec la méthode de votre choix (analyse théorique avec $\beta=150$ ou simulation paramétrique), répondez aux questions 2) et 3) :

- 2) Avec la résistance à la base de 100k, quelle devrait être la valeur de l'autre résistance pour mettre la tension au collecteur à 4v (aux dizaines d'ohms près)?
- 3) Avec la résistance au collecteur de 1k, quelle devrait être la valeur de l'autre résistance pour mettre la tension au collecteur à 4v? (aux dizaines de kilo-ohms près)
- 4) Avec la configuration au numéro 3 et avec $\beta=150$, **calculez théoriquement** l'amplitude du signal de sortie lorsque l'entrée est une sinusoïde d'amplitude 1mV crête (2mV crête-à-crête).

Conservez les valeurs de circuits trouvées à la question 3 pour poursuivre. Le transistor devrait maintenant être dans la bonne région d'opération.

Nous allons maintenant vouloir ajouter un signal à amplifier. Dans ce cas, ce sera une onde sinusoïdale de 1mV d'amplitude (2mV crête-à-crête) tel que présenté à la figure suivante:



Simulez le circuit et observez le signal de sortie. Le signal de sortie devrait être beaucoup plus grand que le signal en entrée d'un facteur correspondant au gain trouvé à la question 4). Est-ce que l'amplitude du signal de sortie est beaucoup plus grand que le signal en entrée ? (la réponse devrait être « non »)

Voici une explication partielle. Le condensateur sert à bloquer le niveau DC du signal à amplifier en formant un filtre qui bloque les fréquences trop basses. Il est possible que le signal de 1KHz soit considéré comme ayant une fréquence trop basse et par conséquent, qu'il soit filtré. Qu'est-ce qui détermine si une fréquence est trop basse ou pas? C'est la valeur du condensateur et des résistances qui l'entourent. En changeant la valeur du condensateur, il est possible de faire en sorte que le 1KHz ne soit plus filtré.

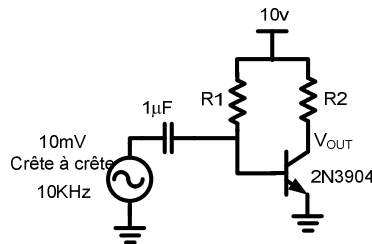
- 5) Déterminez, à l'aide d'Altium, une valeur "adéquate" pour ce condensateur afin d'éviter de filtrer le signal en entrée. (à vous de justifier que c'est adéquat)
- 6) Quelle est la valeur du gain de votre circuit?
- 7) Faites varier votre valeur de R_B d'à peu près +20% et de -20% pour voir son effet sur le gain (2 valeurs de R_B différentes). Quel est votre gain dans ces deux cas?
- 8) Complétez les deux phrases suivantes en utilisant soit "augmenter" ou "diminuer":
"Pour augmenter le gain, il faut donc _____ R_B et pour diminuer le gain, il faut _____ R_B ".

Remettez la valeur de R_B à 220k.

- 9) Faites varier votre valeur de R_C d'à peu près +20% et de -20% pour voir son effet sur le gain (2 valeurs de R_C différentes). Quel est votre gain dans ces deux cas?

b) Montage

Avec l'expérience que nous avons acquise, nous pouvons tenter de transférer nos connaissances à un circuit semblable :



Pour les questions 10 et 11, ne connectez pas la source sinusoïdale.

- 10) Déterminez avec la méthode de votre choix (simulation avec Altium, essai et erreur, calculs, etc.) des valeurs de R_1 et R_2 qui mettent le transistor en région active.
- 11) Quelles sont vos valeurs de V_B , V_C , I_B et I_C .

Il est typiquement difficile d'obtenir un signal de 10mV crête à crête et même de le mesurer. Une solution simple pourrait être de générer un signal de taille plus grande (100mV, par exemple) d'utiliser un diviseur de tension pour le réduire à 10mV. Connectez la source sinusoïdale (avec le diviseur de tension, qui n'est pas indiqué sur le circuit)

- 12) On aimerait que le signal de sortie soit au moins de 3v crête-à-crête. Trouvez les valeurs de R1 et R2 qui permettraient de réaliser un tel signal. Montrez le signal de l'oscilloscope en entrée (déconnecté du circuit) et le signal résultant à la sortie.

5. Barème

Vous avez 12 réponses à présenter au chargé de laboratoire pour avoir tous vos points.