

6GEI620 - Électronique II

Laboratoire #3

Introduction aux miroirs de courant et aux amplificateurs à 2 étages

Hiver 2006

1. Objectifs

- Analyser le comportement des miroirs de courants
- Analyser la stabilité dans les amplificateurs à 2 étages

2. Méthodologie

Dans ce troisième laboratoire, il sera question d'examiner le comportement des miroirs de courants et des amplificateurs opérationnels. Vous allez commencer par examiner le comportement des miroirs de courant simple et voir ce que représente la résistance de sortie. Ensuite vous allez comparer vos résultats avec la configuration en cascode.

Vous allez aussi concevoir l'amplificateur opérationnel à 2 étages que nous avons examiné durant le cours. Vous allez voir ce que représente la stabilité dans un amplificateur et voir que l'ajout d'un condensateur peut effectivement rendre l'amplificateur plus stable.

PS : Puisque je n'ai pas trouvé de bons modèles de transistors CMOS, vous allez faire le laboratoire avec les transistors bipolaires. Pour les circuits choisis, les topologies CMOS et bipolaires sont exactement pareilles.

3. Travail demandé

3.1. Miroir de courant

3.1.1. Miroir de courant simple :

Pour cette première partie du laboratoire, vous allez dessiner un miroir de courant simple. Vous allez l'alimenter avec une tension de 12v et choisir une valeur de résistance pour lui donner un courant d'à peu près 1mA.

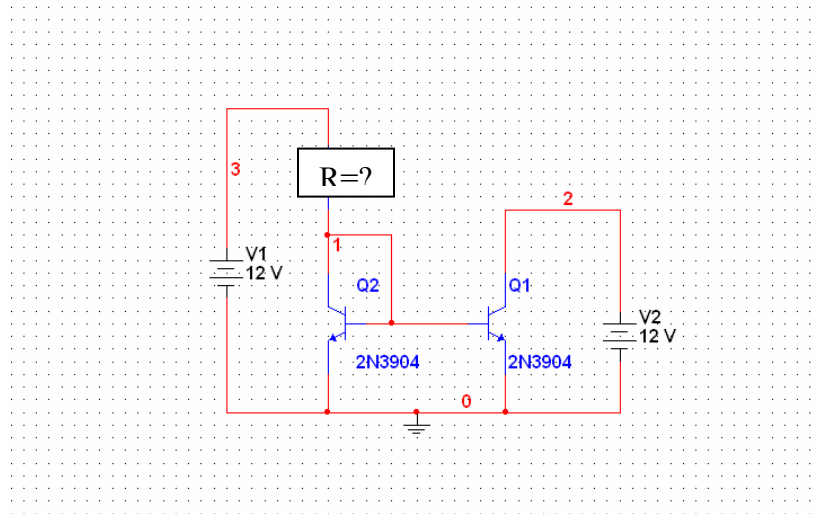


Figure 1

1. Quel est la résistance requise? (Prenez $V_{BE}=0.7$)

Connectez le collecteur de la sortie à une tension DC. Vous trouvez peut-être cette configuration un peu bizarre, mais c'est une bonne façon de mesurer la résistance de sortie. Pour ce faire, nous allons utiliser un balayage CC. Dans le menu du haut, sélectionnez Simuler→Analyses→Balayage CC. Une fenêtre devrait apparaître. Dans cette fenêtre, dans la section *SOURCE*, sélectionnez le nom de la source que vous avez connecte au collecteur. Dans le cas de la Figure 1, ce serait vv2. Remplissez le reste de la fenêtre comme suit:

Valeur initiale : 0
Valeur finale : 12
Incrément : 0.05

Cliquez maintenant sur l'onglet *SORTIE*. Sous la section *Variables dans le circuit*, sélectionnez *COURANT*. Vous devriez avoir 2 signaux possibles. Ajoutez ces deux signaux et commencez la simulation.

Vous venez de faire ce qu'on appelle un balayage CC. C'est-à-dire que vous avez fait changer progressivement la valeur de la source de tension connecté au drain. Puisque c'est une source de tension idéale, elle vous fournira N'IMPORTE QUELLE VALEUR DE COURANT que vous avez besoin pour garder la tension à la valeur demandée. Donc, le courant sera déterminé seulement par le miroir de courant. Le résultat de la simulation est un graphique avec la valeur de la tension au collecteur dans l'axe des X et les courants mesurés dans l'axe des Y.

2. Pour quelle valeur de l'alimentation est-ce que les deux courants sont égaux?
3. Autour de ce point, donnez une estimation de la résistance de sortie.

3.1.2. Miroir de courant en cascode :

Remplacez votre miroir de courant simple par un miroir de courant de type cascode comme le montre la Figure 2.

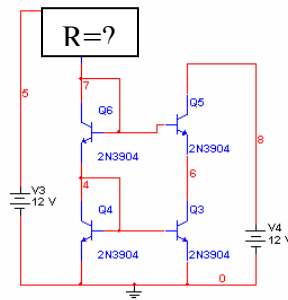


Figure 2

Choisissez, encore une fois, la valeur de la résistance requise pour avoir un courant de 1mA.

4. Quelle est cette valeur de résistance?

Faites un balayage CC sur ce nouveau circuit.

5. Quelle est la résistance de sortie quand la tension au collecteur est de 6V?

4.1. Amplificateur opérationnel à 2 étages :

La deuxième section du laboratoire se concentre sur l'amplificateur opérationnel examiné dans le cours. Même si l'amplificateur examiné ici est fait en technologie bipolaire, le comportement ressemble beaucoup à un amplificateur fait en CMOS.

4.1.1. Analyse de stabilité :

Dessinez le circuit montre a la Figure 3.

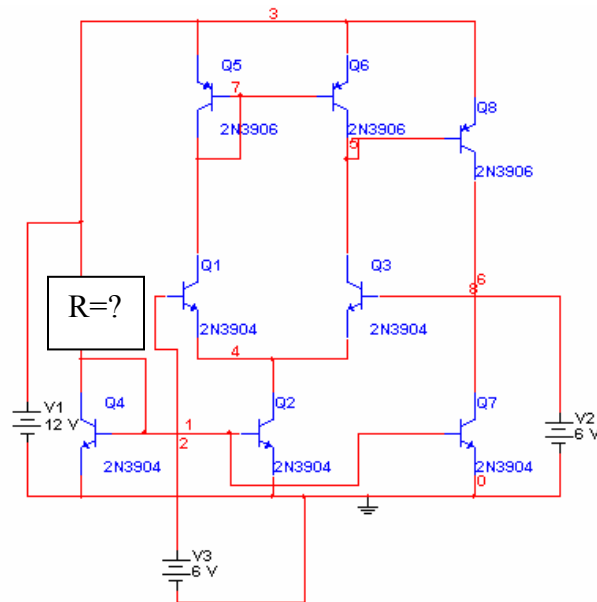


Figure 3

6. Quelle est la valeur de la résistance requise pour avoir un courant de 1mA?

La source de tension à droite est connectée à l'entrée positive tandis que la source à gauche est connectée à l'entrée de négative. Allez modifier la source à l'entrée positive et ajoutez lui un signal CA. Pour ce faire, il faut double-cliquer dessus avec votre bouton de gauche et mettre 1 dans la case *Magnitude d'analyse CA*.

Maintenant, faites une analyse CA.

7. Quel est le gain DC?
8. Quel serait le gain si l'entrée était une onde sinusoïdale de 1MHz?

La figure au bas de l'écran représente la phase. Quand elle atteint 180 (ou -180), elle fait une grande excursion à -180 (ou 180).

9. Quand le déphasage est de 180 degrés (ou -180), quel est le gain? Est-ce que l'amplificateur peut être instable? Expliquez.

Pour vérifier votre dernière réponse, vous allez faire une analyse transitoire. Remplacez votre source de tension à droite par une source de tension CA. Double-cliquez dessus et entrez les paramètres suivants :

Tension : $1\mu\text{V}$ (Donc, la tension entre les deux crêtes est de $2\mu\text{V}$)
Décalage de tension : 6V
Fréquence : 1MHz

10. Quel est le gain que vous observez?

Enlevez la source de tension du côté gauche et connectez l'entrée négative à la sortie. Cette connexion transforme notre amplificateur de haut gain en un amplificateur de gain unitaire.

Faites une simulation transitoire de 1ms .

11. Expliquez ce que vous observez.

Ajoutez un condensateur virtuel en cliquant sur l'icône montrée à la Figure 4.

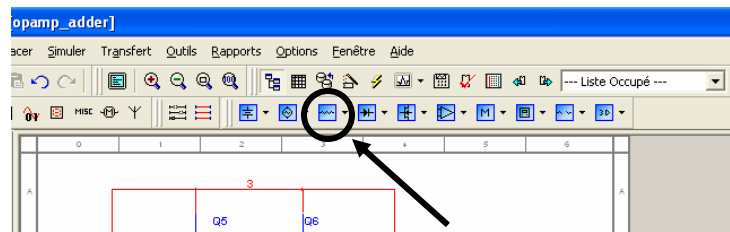


Figure 4

Ajustez la valeur de ce condensateur jusqu'à ce que vous obteniez la capacité MINIMALE pour que votre circuit opère comme un amplificateur de gain unitaire.

12. Quelle est cette valeur? (aux dizaines de pF près)

Confirmez ce résultat avec une analyse CA.

13. Quel est la fréquence à laquelle votre gain est de 1?
14. Quelle est la fréquence à laquelle votre déphasage est de 180 degrés (ou -180)?

4. Rapport

Répondez aux questions qui ont été posées tout au long du document de laboratoire. Ajoutez quelques phrases, au besoin, pour justifier vos réponses. Ajoutez une section intitulée « Conclusions » à la fin de votre rapport. Dans cette section, vous devez expliquer le lien entre les différents aspects que nous avons explorés dans le laboratoire. Expliquez la raison d'être des expériences qui vous ont été proposées (« On nous a demandé d'ajouter X au circuit pour pouvoir augmenter Y puisque ça affecte Z de telle manière»). Dans la même section, je vous demanderais de me faire part de vos commentaires. N'hésitez pas à me faire des reproches : ça ne comptera pas dans la note.

5. Barème

3 Points par question	/42
8 Points pour la section « Conclusions »	/8