

TP 04 : Simulation d'un amplificateur à entrées différentielles

TP Outils de simulations

Dr. Lezzar

Table des matières



Objectifs	3
Introduction	4
I - Étude théorique	5
1. Mode statique	5
2. Mode différentiel	5
3. Mode commun	6
4. Mode symétrique et asymétrique	7
II - Manipulation	8
1. Étude statique	8
2. Étude dynamique	10
2.1. <i>Mode différentiel</i>	10
2.2. <i>Mode commun</i>	11
2.3. <i>Mode symétrique et asymétrique</i>	11
3. Étude fréquentiel	12

Objectifs

Le but de ce TP est d'étudier un amplificateur à entrées différentielles en mesurant le gain différentiel et le gain commun.

Introduction



L'amplificateur différentiel est un dispositif électronique à 2 entrées et 2 sorties (figure 1). Il s'agit d'un bloc fonctionnel actif, il est alimenté ; en général l'alimentation continue est symétrique $\pm V_{cc}$.

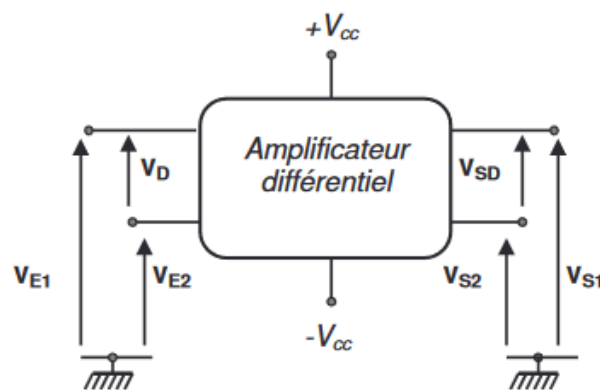


Figure 1 : Schéma bloc d'un amplificateur à entrées différentielles

Les 2 entrées et les 2 sorties sont « flottantes ». Le montage peut être attaqué indifféremment entre ces 2 entrées ou entre une entrée et la masse ; on peut prélever d'autre part un signal de sortie entre les 2 sorties ou entre une sortie et la masse.

L'alimentation symétrique permet d'obtenir des potentiels d'entrée de repos nuls. On n'a donc pas besoin d'insérer des condensateurs de liaison à l'entrée, ce qui permet de traiter des signaux continus ou bien variables dans le temps.

Étude théorique

I

1. Mode statique

Mode statique

La résistance R reliant le point commun d'émetteur à la tension d'alimentation négative assure la polarisation des transistors.

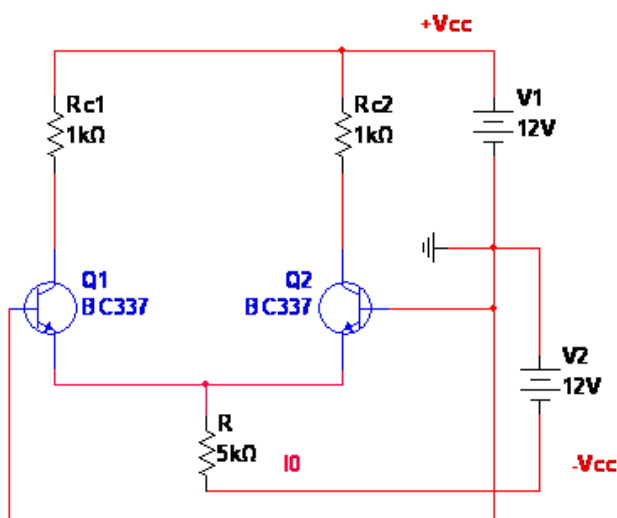


Figure 2 : Amplificateur différentiel mode commun

✂ Méthode

Pour obtenir le point de repos des transistors, on relie les bases B1 et B2 à la masse de telle manière que la tension différentielle d'entrée V_{ED} soit nulle nous avons donc :

$$I_{c1} = I_{c2} = I_0/2$$

$$R = (V_{cc} - V_{be}) / I_0$$

2. Mode différentiel

Le système doit amplifier la différence de potentiel entre ses 2 entrées, soit $V_d = V_{e1} - V_{e2}$, ont différence de potentiel de sortie $V_{sd} = V_{s1} - V_{s2}$; V_d est appelée tension différentielle d'entrée et V_{sd} est appelée tension différentielle de sortie. On attend idéalement $V_{sd}/V_d = A_d$. A_d est appelée amplification mode différentielle.

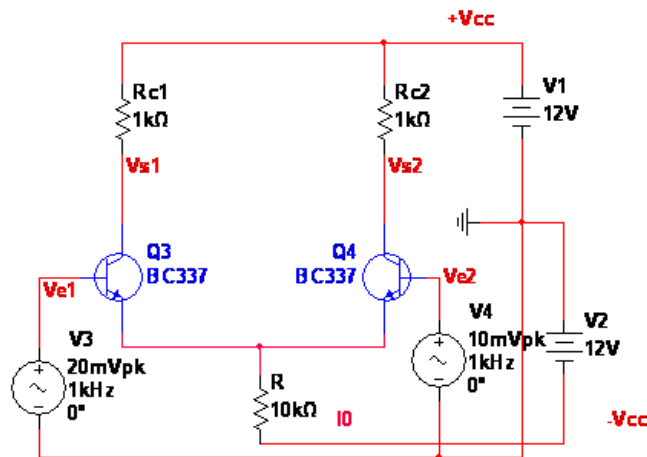


Figure 3 : Amplificateur différentiel mode différentiel

Pour des tensions V_d comprises entre -25 mV et 25 mV, la figure 4 indique que les courants I_{c1} et I_{c2} sont sensiblement proportionnels à V_d (pour V_d nulle on retrouve les courants I_c repos). L'expression représentative de cette linéarité est :

$$I_{c1} = \frac{I_0}{(4 * V_T)} * V_d + \frac{I_0}{2} = - I_{c2}$$

Nous avons aussi $V_{sd} = V_{s1} - V_{s2} = (V_{cc} - R_c I_{c1}) - (V_{cc} - R_c I_{c2}) = -R_c (I_{c1} - I_{c2})$.

Donc $V_{sd} = \frac{-(R_c * I_0)}{(2 * V_T)} * V_d$ $A_d = \frac{-(R_c * I_0)}{(2 * U_T)}$ Avec $V_T = 0.026$ V

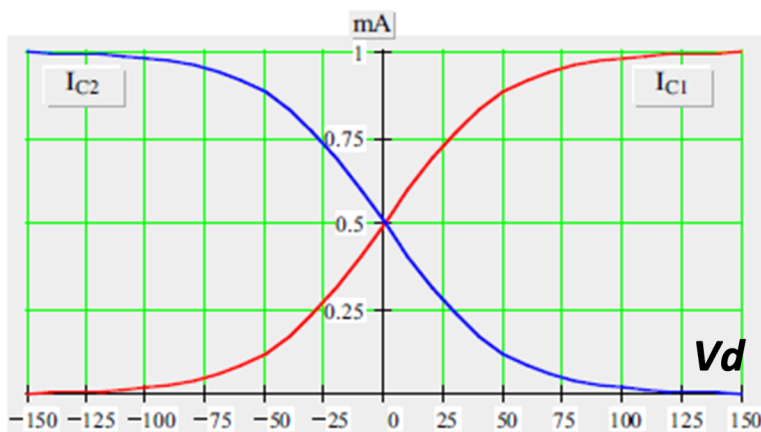


Figure 4 : Graphe des courants des collecteurs en fonction de V_d

3. Mode commun

Cependant, par suite d'inévitables imperfections, cet étage est également sensible à la somme des potentiels de ses 2 entrées, $V_c = (V_{e1} + V_{e2})/2$, $V_{sc} = (V_{s1} + V_{s2})/2$; V_{sc} est appelée tension de sortie en mode commun et V_c est appelée tension d'entrée en mode commun. On attend idéalement $V_{sc}/V_c = A_c$, A_c est appelée amplification de mode commun.

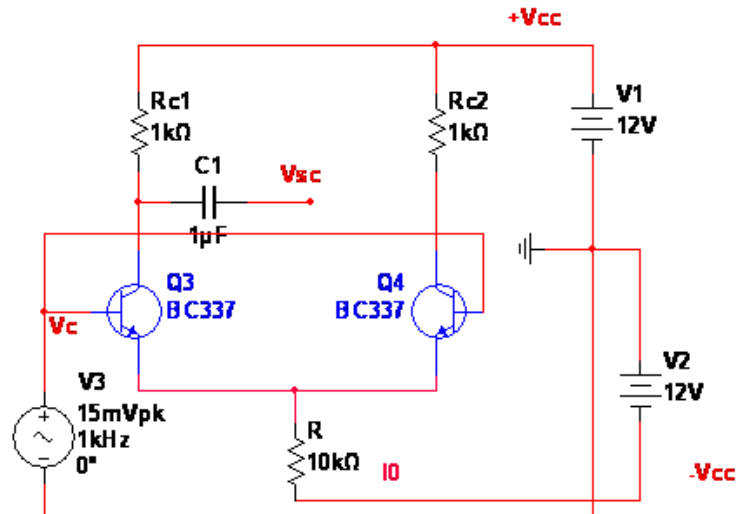


Figure 5 : Amplificateur différentiel mode commun

Dans ce cas nous avons $V_{s1}=V_{s2}=V_{cc}-R_c*(I_0/2)$ on obtient $V_{sc}=2V_{cc}-R_c*(I_0/2)$

Nous avons aussi $I_0= (V_{cc}+V_c-V_{be})/R$, il vient :

$$V_{sc}=V_{cc}-(R_c*(V_{cc}+V_c-V_{be})/2*R)$$

$$A_c = \frac{R_c}{(2 * R)}$$

Fondamental

Finalemnt, on obtient en réalité $V_{sd}=A_d*V_d+A_c*V_c$

Bien évidemment A_c reste très faible devant A_d ; on mesure la qualité d'un amplificateur différentiel par la valeur du rapport $A_d/A_c=TRMC$ Coefficient de qualité de l'ampli différentielle. Un ampli différentiel de bon qualité si $TRMC$ (db) > 80 db.

4. Mode symétrique et asymétrique

On dispose de 2 possibilités de sorties :

- Sortie flottante (entre V_{s1} et V_{s2}) ; C'est le mode symétrique, la tension V_d est amplifiée d'un facteur : $A_d=-g_m*(R_c//R_s)$. Avec $g_m=-I_c/V_T$.
- sorties référencées en opposition de phase (entre V_{s1} et masse ou entre V_{s2} et masse) ; C'est le mode asymétrique, $A_d'=A_d/2$. Avec $A_d=-g_m*(R_s//R_c)$.

Remarque

Quel que soit la sortie envisagée, la tension de sortie ne dépend que de la tension différentielle d'entrée.

Manipulation

II

1. Étude statique

Réaliser le montage de la figure avec Multisim.

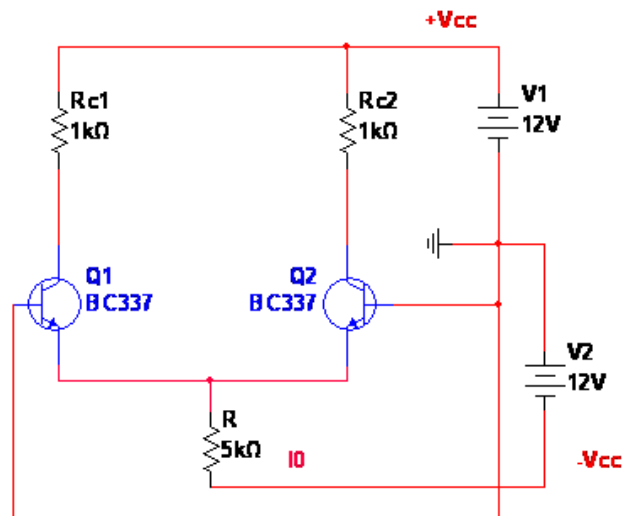


Figure 2 : Amplificateur différentiel mode commun

Simulation

Cette étude permet de visualiser les courants et les tension de sortie en mode interactif.

Méthode : calcul de V_{s1} et V_{s2}

Pour calculer V_{s1} on utilise la maille (V_{s1} , V_{rc1} et V_1) avec $V_{rc1}=R_{c1}*I_{c1}$, et pour V_{s2} la maille (V_{s2} , V_{rc2} et V_1) avec $V_{rc2}=R_{c2}*I_{c2}$

Méthode : calcul de R_{c1} et R_{c2} pour $V_{s1}=V_{s2}=V_{cc}/2$

Pour calculer R_{c1} on utilise la loi d'ohm $V_{rc1}=R_{c1}*I_{c1}$ et la maille (V_{s1} , V_{rc1} et V_1). Pour R_{c2} on utilise la loi d'ohm $V_{rc2}=R_{c2}*I_{c2}$ et le maille (V_{s2} , V_{rc2} et V_1)

avec $I_{c1}=I_{c2}=I_0/2$

Simulation

1. Calculer I_0 , I_{c1} et I_{c2} . Vérifier les résultats avec multisim.
2. Calculer V_{s1} et V_{s2} . Vérifier les résultats avec multisim.
3. Calculer R pour un courant $I_0=1\text{mA}$. Vérifier les résultats avec multisim.

4. Calculer R_{c1} et R_{c2} pour avoir $V_{s1}=V_{s2}= V_{cc}/2$ avec $I_0=1\text{mA}$. Vérifier les résultats avec multisim

2. Étude dynamique

2.1. Mode différentiel

Réaliser le montage de la figure

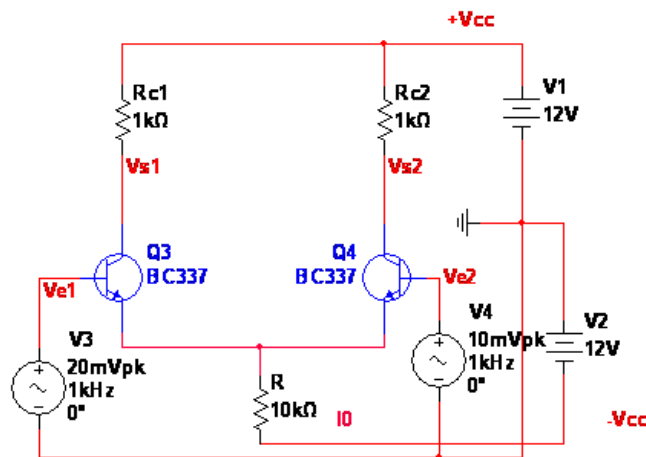


Figure 3 : Amplificateur différentiel mode différentiel

V_d est la différence de tension à l'entrée et V_{sd} est la différence de tension en sortie.

Simulation

Cette étude permet de visualiser la tension d'entrée et de sortie en mode transiant en mode différentiel.

- Afin de visualiser le gain différentiel entre la différence de tension d'entrée V_d et la différence de tension de sortie V_{sd} , ainsi que la relation entre eux.

Méthode : Variation du courant en fonction de V_d

Pour visualiser la plage ou la variation de courant I_c en fonction de V_d et linéaire. En change la différence de tension entre V_1 et V_2 entre (-200mV et 200mV) et on mesure le courant I_{c1} ou I_{c2} , enfin en traçant la courbe on déduit la plage linéaire.

Méthode : Variation de V_{sd} en fonction de V_d

Pour visualiser la plage ou la variation de la différence de tension de sortie en fonction de la différence de tension d'entrée et linéaire. En change la différence de tension entre V_1 et V_2 entre (-200mV et 200mV) et on mesure V_{sd} , enfin en traçant la courbe on déduit la plage linéaire.

Remarque

Dans la plage de variation non linéaire de V_{sd} en fonction de V_d , l'amplification de la différence de tension qui la sinusoïdale de V_{sd} se voit contorsionné

Simulation

1. Visualiser V_d et V_{sd} . Donner votre remarque ?

2. Quel est le type du gain étudié dans cette partie différentiel ou commun ? Donner sa formulation, sa valeur par calcul et vérifier la par simulation.
3. Pour différente valeur de Vd Relever Ic1, Ic2 et Vsd. Vd (-200mV, -150mV, -125mV, -100mV, -75mV, -50 mV, -25mV, 0V, 25mV, 50mV, 75mV, 100mV, 125mV, 150mV et 200mV)
4. Tracer la courbe Ic1, Ic2 en fonction de Vd.
5. Que remarquez-Vous ?
6. Tracez Vsd en fonction de Vd
7. Quand-t-est ce que la formule $V_{sd} = -(R_c * I_0) / (2 * V_T) * V_d$ est valable ?
8. Pour une différence de tension de 150mV, visualiser Vd et Vsd. Que remarquez-vous ?

2.2. Mode commun

Réaliser le montage de la figure

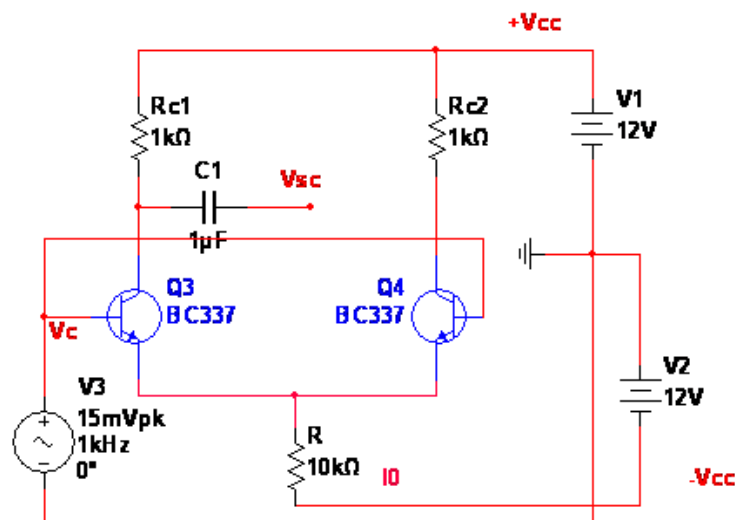


Figure 5 : Amplificateur différentiel mode commun

Vc est la tension à l'entrée mode commun et Vsc et la tension en sortie mode commun.

Simulation


Cette étude permet de visualiser la tension d'entrée et de sortie en mode transiant en mode commun.

- Afin de visualiser le gain commun entre la tension commune d'entrée Vc et la tension commun de sortie Vsd.

Simulation

9. Relever Vc et Vsc. Donner votre remarque ?
10. Quel est le type du gain étudié dans cette partie Ad ou Ac ? Donner sa formulation, sa valeur par calcul et vérifier la par simulation.
11. Donner la valeur du Coefficient de qualité de l'ampli différentielle.
12. Est-ce que notre ampli différentiel de bonne qualité ?


2.3. Mode symétrique et asymétrique

 *Simulation*

Réaliser le montage du mode différentiel

Mettre une charge $R_s=1k$ entre V_{s1} et V_{s2} , Calculer A_d et déterminé le avec la simulation.

Mettre une charge $R_{s1}=1k$ entre V_{s1} et la masse, une autre charge $R_{s2}=1k$ entre V_{s2} et la masse, Calculer A_d et A_d' et déterminé les avec la simulation


 *Simulation*

13. Mettre une charge $R_s=1k$ entre V_{s1} et V_{s2} , Calculer A_d et déterminé le avec la simulation.

14. Mettre une charge $R_{s1}=1k$ entre V_{s1} et la masse, une autre charge $R_{s2}=1k$ entre V_{s2} et la masse, Calculer A_d et A_d' et déterminé les avec la simulation.

3. Étude fréquentiel

Faire une analyse fréquentiel du Gain $=V_s/V_{in}$ pour le mode symétrique et asymétrique pour étudier le gain max

 *Simulation*

- Faire une analyse fréquentiel du Gain $=V_s/V_{in}$ pour le mode symétrique.

15. Quel est la valeur du Gain max ?

- Faire une analyse fréquentiel du Gain $=V_s/V_{in}$ pour le mode asymétrique.

16. Quel est la valeur du Gain max ?