

# TP 02 : Simulation d'un amplificateur classe A

*TP Outils de simulations*

Dr. Lezzar

# Table des matières



<b>Objectifs</b>	3
<b>Introduction</b>	4
<b>I - Partie théorique</b>	5
1. Étude théorique .....	5
<b>II - Manipulation</b>	8
1. Étude statique .....	8
2. Étude dynamique .....	9
3. Étude fréquentiel .....	9

# Objectifs

Le but de ce TP est d'étudier un amplificateur de tension de faible puissance en classe A. En mode statique, dynamique et fréquentiel, en utilisant le transistor classique NPN 2N2222.

# Introduction



Les amplificateurs de classe A sont les amplificateurs linéaires les plus fidèles, c'est-à-dire présentant le taux de distorsion harmonique le plus faible, même en l'absence de réaction négative.

En fonctionnement classe "A", il faut attendre que le transistor fonctionne tout le temps dans la région active. Le courant collecteur circule donc durant les  $360^\circ$  d'un cycle alternatif.

Le montage en émetteur commun est sans aucun doute le montage fondamental ; il réalise la fonction d'amplification, essentielle en électronique. C'est ce montage que nous allons brièvement étudier.

La mise en œuvre d'un transistor requiert :

- Une alimentation continue  $V_{cc}$ , qui fournit les tensions de polarisation et l'énergie que le montage sera susceptible de fournir en sortie ;
- Des résistances de polarisation. En effet, le transistor ne laisse passer le courant que dans un seul sens, comme une diode : il va donc falloir le polariser, à l'aide de résistances, pour pouvoir y faire passer du courant alternatif (la composante alternative du courant étant petite devant la composante continue).
- Le signal  $B_f$  à amplifier.

# Partie théorique

I

## 1. Étude théorique

Pour réaliser le montage de l'émetteur commun le transistor doit être polarisée avec une tension continue à travers des résistances de polarisation (pond de base) c'est le mode statique figure 1.

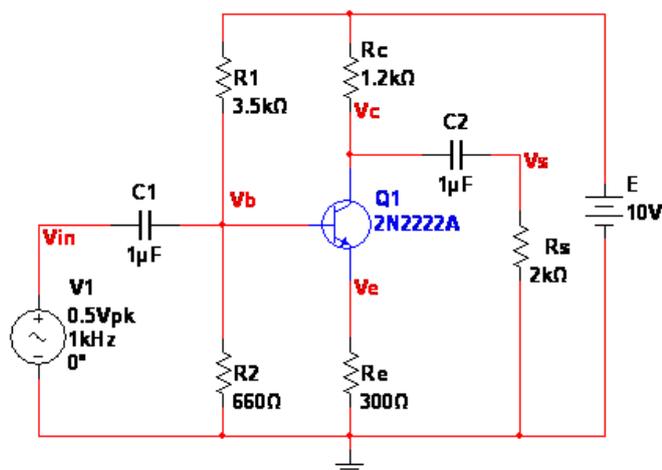


Figure 7 : Montage amplificateur classe A

### Complément

La polarisation permet d'obtenir le point de fonctionnement A dans une zone où ses caractéristiques sont linéaires, pour cela le potentiel entre le collecteur et l'émetteur devra être à  $E/2$  figure 2.

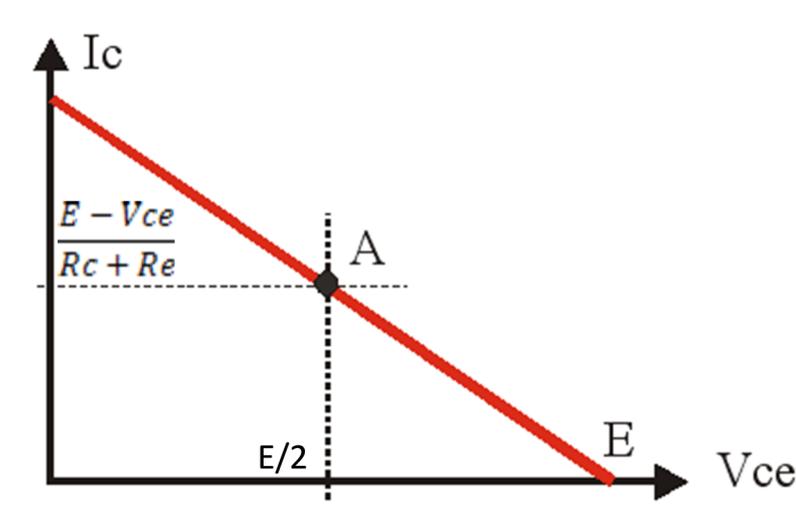


Figure 8 : Point de fonctionnement A

## Fondamental

Afin de ne pas modifier le comportement du transistor pour le régime continu, la liaison entre le signal d'entrée et le transistor est généralement capacitive ; il en est de même pour le prélèvement des signaux en sortie. C'est condensateur fonctionne uniquement en mode dynamique.

## Méthode

La tension d'entrée à amplifier est branché à la base du transistor à travers le condensateur de couplage et à tension de sortie amplifiée sera prélevée entre le collecteur et la masse.

Le montage le plus utilisé tout en étant fonctionnel est la polarisation par pont de base

## Remarque

Les résistances du pont de base vont être choisies de telle manière que le courant circulant dans ce pont soit très supérieur au courant de la base. Le calcul des résistances de polarisation s'effectue selon la résistance de l'émetteur  $R_e$  et le courant  $I_e$  souhaité.

## Méthode : Calcul des résistances

On fixe le potentiel d'émetteur  $V_e$  (au maximum à  $E/3$ , et en pratique, une valeur plus faible : 1 à 2V est une valeur assurant une assez bonne compensation thermique sans trop diminuer la dynamique de sortie). De

préférence  $V_e = 1/10E$ , Donc la résistance  $R_e$  se calcule comme suite :  $R_e = \frac{V_e}{I_e}$

Positionnons le point Q à peu près au milieu de la droite de charge statique. Dans ces cas, une tension d'environ 0,5E apparaît entre les bornes collecteur-émetteur et environ 0,4E apparaît entre les bornes de la résistance de collecteur, d'où :  $R_c = 4 * R_e$

Calcul des résistances R1 et R2 :  $R_2 \leq 0.01 * \beta * R_e$ ,  $R_1 = \frac{V_1}{V_2} * R_2$

Avec  $V_1$  est la tension au borne de la résistance R1 et  $V_2$  au borne de R2

$V_2 = V_{be} + V_e$ ,  $V_{be}$  est la tension de seuil de la diode be

$V_1 = E - V_2$ .

### *Le gain avec un condensateur en parallèle avec $R_e$*

Le calcul du gain en tension à vide :  $A = \frac{V_s}{V_i} = -g_m * R_c = \frac{-I_c}{V_T} * R_c$

Avec  $V_T = 0.026$  Volt.

Le calcul du gain en tension avec charge de sortie  $R_s$  :  $A = \frac{V_s}{V_i} = -g_m * R$  avec  $R = \frac{R_s * R_c}{R_c + R_s}$

### *Le gain avec $R_e$*

Le calcul du gain en tension à vide :  $A = \frac{V_s}{V_i} = \frac{-R_c}{R_e}$



# Manipulation

II

## 1. Étude statique

1. Réaliser le montage de la figure 7 en mode statique (continue), en supprimant le générateur AC et  $R_s$ .

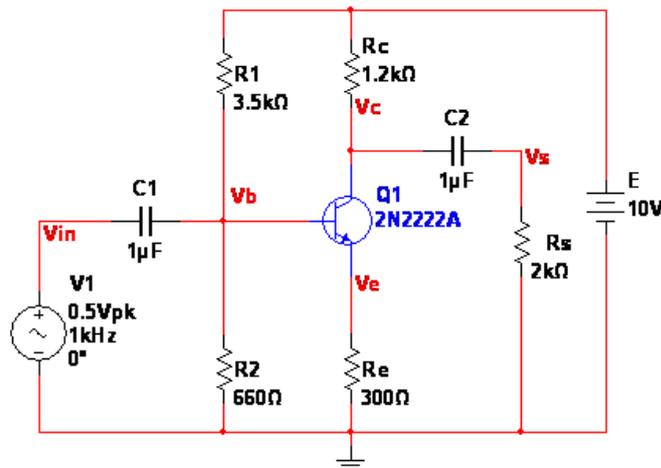


Figure 7 : Montage amplificateur classe A

### Simulation

Cette étude permet de visualiser des tensions et des courants en mode interactif.

- Afin de visualiser la répartition de la tension continue sur les différents nœuds.
- Le calcul des valeurs de résistance pour obtenir le point de fonctionnement Q ( $V_{ce}=E/2$ )

### Conseil : Calcule des courants et tensions

$V_b$  se calcule par le circuit diviseur de tension ( $R_1$ ,  $R_2$  et  $E$ ).

$V_e$  par la maille qui est composé de ( $R_2$ ,  $R_e$  et la diode BE) avec la tension au borne de  $R_2$  qui est  $V_b$  et la tension au borne de  $R_e$  qui est  $V_e$ .

### Remarque

Pour calculer les tension au borne des résistance  $R_1$  et  $R_2$  utilisé l'équation du pond diviseur de tension.

Une fois les tension calculé extraire le courant avec l'équation  $V=R*I$ .

le nœud de  $V_b$  permet de faite la somme des courant.

### Simulation

---

2. Calculer en régime continue  $V_b$ ,  $V_e$ , et  $I_e$ , déduire  $I_c$ ,  $V_{rc}$ ,  $V_{ce}$ . Comparer ces résultats avec ceux mesuré avec multisim.
3. Vérifier que R1 et R2 se comporte comme un pont diviseur de tension avec multisim.
4. Calculer le courant qui circule dans R1 et R2, déduire  $I_b$  et  $I_c$ . Comparer les avec ceux de la simulation.

## 2. Étude dynamique

5. Réaliser le montage de la figure 7 sans la charge  $R_s$ .

### Simulation

---

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

- Afin de visualiser le gain en tension.
- Comment l'augmenter en rajoutant un condensateur C3 au circuit en parallèle avec  $R_e$
- L'importance de la polarisation continue.

### Simulation

---

6. Relever  $V_{in}$  et  $V_s$ . Que remarquer-vous ?
7. Quelle est la valeur du gain en tension ?
8. Visualiser  $V_c$  et  $V_s$  en déduire le rôle de C2.
9. Visualiser  $V_{in}$  et  $V_b$  en déduire le rôle de C1.
10. Expliquer le fonctionnement du montage.
  - Rajouter un Condensateur  $C3=0.7\mu F$  en parallèle avec  $R_e$ .
11. Visualiser  $V_s$ . Que remarquer-vous ?
12. Quelle est la valeur du gain en tension ? comparez-le avec le gain sans C3.
13. Mettre  $R_e=1k$  et visualiser  $V_c$ . Que remarquer-vous ?
14. Mettre  $R_e=100$  ohms et visualiser  $V_c$ . Que remarquer-vous ?
15. Comment doit être la composante continue du signale  $V_c$  pour avoir un signale parfaitement sinusoïdale ?
16. Conclusion ?

## 3. Étude fréquentiel

### Simulation

---

Cette étude permet de visualiser la tension d'entrée et de sortie en mode AC Sweep.

- Afin de visualiser le gain en fonction des fréquence avec au sans C3, avec différente valeur de C3.
- Le rôle d'une charge  $R_s$  a la sortie du circuit

 *Attention*

---

L'axe verticale doit être linéaire

 *Simulation*

---

17. Calculer la valeur de Gain en tension.
  18. Relever le gain en mode AC sweep. Que remarquez-vous ? quelle est la valeur du gain max ?
  19. Augmenter C3 à 10 $\mu$ F puis 400 $\mu$ F et refaire l'analyse AC sweep dans les deux cas. Que remarquez-vous ?
  20. Supprimer C3 et relever le gain. Que remarquez-vous ? Quelle est la valeur du gain max ?
  21. Quel est le rôle de C3 ?
    - Mettre une charge Rs de 2k puis 20k.
  22. Faire une analyse AC sweep, Que remarquez-vous ?
  23. Que pouvez-vous conclure ?
- Pour Augmenter le Gain de la tension d'entrée sans la déformer à la sortie. Que faut-il rajouté dans le circuit de la figure 1 ? Prendre Vin d'amplitude 0.5V et de fréquence 5kHz avec une charge Rs de 10k.