



TP 02 : Simulation d'un amplificateur classe A

1. Objectif du TP :

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.

2. 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° 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.

3. Partie théorique :

Pour réaliser le montage de l'émetteur commun le transistor doit être polarisée avec une tension continue à travers des résistances de polarisation (pont de base) c'est le mode statique figure 1. 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 la masse devra être à $E/2$ figure 2.

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.

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

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

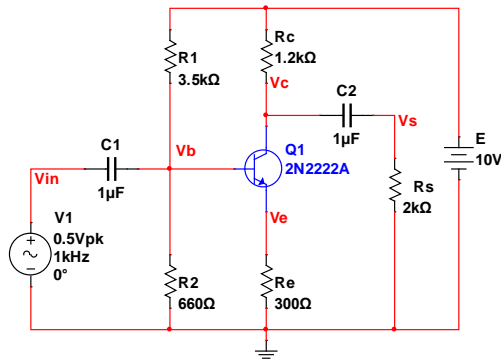


Figure 1 : Montage amplificateur classe A

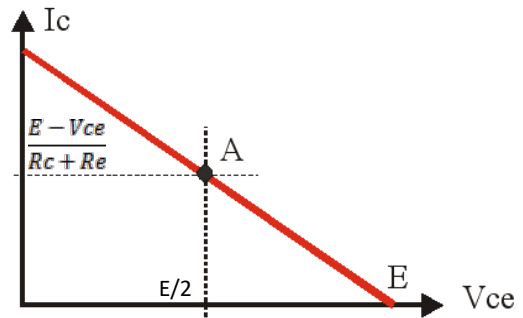


Figure 2 : Point de fonctionnement A

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.

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

$$R_e = \frac{V_e}{I_e} \quad eq(1)$$

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 :

$$R_c = 4 * R_e \quad eq(2)$$

Calcule des résistances R_1 et R_2 :

$$R_2 \leq 0.01 * \beta * R_e \quad eq(3)$$

$$R_1 = \frac{V_1}{V_2} * R_2 \quad eq(4)$$

Avec V_1 est la tension au borne de la résistance R_1 et V_2 au borne de R_2

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

$V_1 = E - V_2$.

Le calcul du gain en courant : $\beta = \frac{I_c}{I_b} \quad eq(5)$

Le calcul du gain en tension à vide : $A = \frac{V_s}{V_{in}} = -g_m * R_c = -\frac{I_c}{V_T} * R_c \quad eq(6)$

Avec $V_T = 0.026$ Volt.

Le calcul du gain en tension avec charge de sortie R_s : $A = \frac{V_s}{V_{in}} = -g_m * (R_c // R_s) \quad eq(7)$

- Concevoir un circuit de polarisation en pond de base tel que : $E = 10V$, $I_e = 5mA$ et $\beta = 220$.
- Calculer le Gain en tension à vide et avec une charge $R_s = 5k$ ohm.

4. Manipulation :

Etude statique

Réaliser le montage de la figure 1 avec Multisim en mode statique (continue).

- 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 multsim.
- Vérifier que R1 et R2 se comporte comme un pont diviseur de tension avec multsim.
- Calculer le courant qui circule dans R1 et R2, déduire I_b et β . Comparer les avec ceux de la simulation.

Etude dynamique

Réaliser le montage de la figure 1 avec Multisim sans la charge R_s .

- Relever V_{in} et V_s . Que remarquer-vous ?
- Quelle est la valeur du gain en tension ?
- Visualiser V_c et V_s en déduire le rôle de C2.
- Visualiser V_{in} et V_b en déduire le rôle de C1.
- Expliquer le fonctionnement du montage.
- Mettre $R_e=1k$ et visualiser V_c . Que remarquer-vous ?
- Mettre $R_e=100$ ohms et visualiser V_c . Que remarquer-vous ?
- Conclusion ?

Etude fréquentiel

- Calculer la valeur de Gain en tension et en dB.
 - Rajouter un Condensateur $C_3=1\mu F$ en parallèle avec R_e .
 - Visualiser V_s . Que remarquer-vous ?
 - Quel est la valeur du gain en tension ?
 - Relever le diagramme de bode. Que remarquez-vous ? quelle est la valeur du gain max en (dB) ?
 - Faire une analyse AC sweep, Quelle est la valeur du Gain max ?
 - Augmenter C_3 à $10\mu F$ puis $400\mu F$ et refaire l'analyse AC sweep dans les deux cas. Que remarquez-vous ?
 - Supprimer C_3 et relever le diagramme de bode. Que remarquez-vous ? Quelle est la valeur du gain max en (dB) ?
 - Faire une analyse AC sweep, Quelle est la valeur du Gain max en tension ?
 - Quel est le rôle de C_3 ?
 - Mettre une charge R_s de $2k$ puis $20k$.
 - Faire une analyse AC sweep, Que remarquez-vous ?
 - 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 V_{in} d'amplitude $0.5V$ et de fréquence $5kHz$ avec une charge R_s de $10k$.



TP 03 : Simulation d'un amplificateur classe B

1. Objectif du TP :

Le but de ce TP est d'étudier un amplificateur de tension de faible puissance à émetteurs suiveurs push-pull classe B.

2. Introduction :

Leurs circuits de polarisation étant les plus simples et les plus stables en classe A, les transistors des circuits linéaires fonctionnent souvent dans cette classe. Mais le fonctionnement en classe A d'un transistor n'est pas le plus rentable. Dans certaines applications, comme les systèmes alimentés par pile(s), le courant d'alimentation et le rendement par étage sont des éléments importants lors de la conception. Voilà pourquoi, on a mis au point d'autres classes de fonctionnement.

Par fonctionnement en classe B d'un transistor, il faut entendre que le courant collecteur ne circule que durant 180° du cycle alternatif. Donc, le point Q est voisin du point de blocage de la droite de charge statique et du point de blocage de la droite de charge dynamique. Les avantages du fonctionnement en classe B sont une puissance dissipée par le transistor plus petite et une consommation moindre de courant.

3. Partie théorique :

Un transistor classe B supprime une alternance. Donc, pour éviter la déformation que cette suppression entraîne, il faut monter deux transistors en push-pull. Alors un transistor conduit durant une alternance et l'autre conduit durant l'autre alternance. Le montage push-pull ou symétrique donne un amplificateur classe B de faible distorsion, de grande puissance de charge et de rendement élevé.

La figure 1 illustre un amplificateur à émetteurs suiveurs push-pull classe B particulier. Ce montage d'un transistor NPN à émetteur suiveur et d'un transistor PNP à émetteur suiveur est dit complémentaire, pushpull ou symétrique. Pour en comprendre le fonctionnement, analysons d'abord le circuit équivalent en courant continu. On choisit les résistances de polarisation pour placer le point Q au blocage figure 2.

Cela polarise la diode émettrice de chaque transistor entre 0,5 V et 0,7 V, juste ce qu'il faut pour bloquer la diode émetteur. $I_c=0$.

Remarquer la symétrie du circuit. Comme les résistances de polarisation sont égales, les tensions de polarisation des diodes émettrices sont égales. Donc, la moitié de la tension d'alimentation chute à chaque transistor. Donc : $V_{ce}=E/2$

Les deux transistors doivent être complémentaires. Alors, leurs caractéristiques de V_{be} , Leurs valeurs limites, etc., sont similaires. Les transistors (ici des anciens 2N3904 et 2N3906) sont complémentaires. Il existe de telles paires complémentaires pour presque n'importe quel amplificateur push-pull classe B

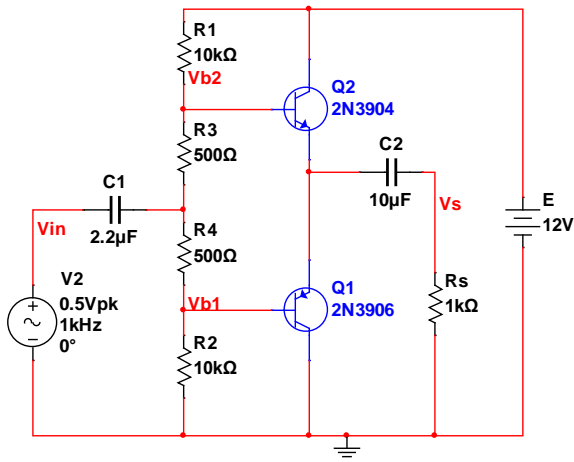


Figure 1 : Amplificateur classe B

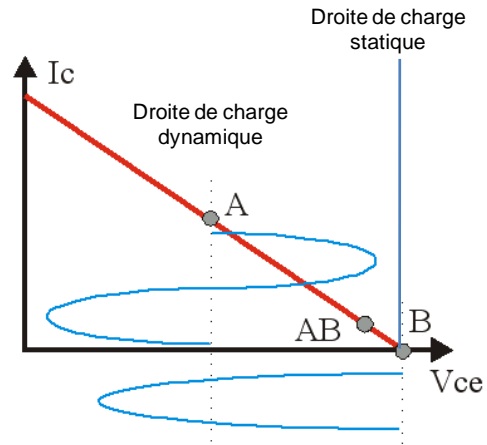


Figure 2 : Caractéristique de la droite de charge

- Donner le circuit simplifié en mode statique (continue).
- Donner les valeurs de V_{ce1} et V_{ce2} . Déduire V_e .
- Calculer V_{b1} et V_{b2} . Déduire la valeur $(V_{b2}-V_{b1})$ ainsi que V_{r3} et V_{r4} .
- Quel est le rôle de $C1$ et $C2$.

4. Manipulation :

Etude statique

- Réaliser le montage de la figure 1 avec Multisim en mode statique.
- 1. Mesurer en régime continue V_{b1} , V_{b2} , $(V_{b2}-V_{b1})$ et V_e . Comparer ces résultats avec vos calculs.
- 2. Mesurer I_c et V_{ce} pour $R1=R2= (2k \text{ et } 10k \text{ ohm})$. Selon la figure 2, quelle est la droite de charge voulue. donner votre remarque sur le courant I_c ?
- 3. Quelles sont les valeurs de $R1$ et $R2$ pour le point de fonctionnement Q de l'amplificateur classe B. (2k ou 10k) selon la droite de charge statique.

Etude dynamique

- Brancher un générateur de tension à l'entrée de la base V_{in} d'amplitude 0.5V et $f=1kHz$, une charge $R_s=1k \text{ ohm}$ à la sortie V_s . $R1$ et $R2$ sont choisies selon le point de fonctionnement B
- 4. Relever V_{in} et V_s . Donner votre remarque ?
- 5. Quelle est la droite de charge voulue ? selon la figure 2
- 6. En mesurant le courant I_c , préciser le point de fonctionnement de la droite de charge dynamique selon la figure 2.
- 7. Que devrait être la valeur de la tension $(V_{b2}-V_{b1})$ pour avoir un signal de sortie sans distorsion.
- 8. Calculer la valeur de $R3=R4= ?$ Pour obtenir un signal V_s sans distorsion. ($V_{be}=0.7V$).
- 9. En mesurant le courant I_c , préciser le point de fonctionnement de la droite de charge dynamique selon la figure 2.
- 10. Supprimer $Q1$ et visualiser V_s , supprimer $Q2$ et visualiser V_s . Quel est le rôle de $Q1$ et $Q2$.
- Replacer les résistances $R3$ et $R4$ par des diodes (1N914) en mettant leur cathode vers la masse.
- 11. Visualiser le tension de sortie V_s

12. Mesurer I_c pour $R_1=R_2= 2k$, que remarquez-vous ? Préciser la partie de la droite de charge dynamique voulue.
13. Pourquoi on a remplacé R_3 et R_4 par des diodes ?
14. Conclusion.

Etude fréquentiel

- Faire une analyse fréquentiel du Gain $=V_s/V_{in}$ (AC sweep semi-log) $R_3=R_4=1.45k$,
15. Quel est la valeur du Gain ?
 - Remplacer les résistances R_3 et R_4 par des diodes (1N914) en mettant leur cathode vers la masse.
 16. Pour les valeurs de $R_1=R_2= 10k$ et $2k$, Que remarquez-vous sur le gain ?
 17. Conclusion.