

07 Neve 1073 petite explication du transistor (parcqu'il le faut !)

Soumis par Thierry

21-12-2009

Dernière mise à jour : 06-12-2014

Si c'est la suite que vous attendiez avec impatience, eh bien la voici...

Notez que pour suivre ce qui va suivre nous allons parler du Transistor (forcément...on attaque).

on va s'éloigner un peu du sujet qui nous intéresse, mais il faut bien poser quelques notions fondamentales.

Alors si vous en savez pas encore ce que c'est qu'une tension et un courant, je vous conseille d'aller réviser vite fait les "bases" d'électricité pour au moins pouvoir comprendre ce qui va suivre...

En effet, dans mes exposé précédent, je suis resté quelque peu évasif, mais c'est voulu :

ici point de formule compliqué, on va s'attacher surtout à comprendre ce qui se passe, "avec les doigts"

Mais avant cela, il va falloir détailler un peu plus le comportement d'un composant qui va nous être très utile.

Et comme il y a pas mal de choses à dire, je crois qu'on va laisser tomber (un tout petit peu rassurez vous, et pas longtemps..)

le Neve pour bien comprendre comment marche un transistor "tout seul" car dans le premier etage du Neve, il y en a quand même 3 qui se mordent la queue (enfin, je veut dire qu'il interagissent les uns avec les autres).

Donc on commence par une petite mise en situation de notre transistor :

Voici notre transistor, un NPN du même type que celui utilisé par le Neve employé dans un montage tout ce qu'il y a de plus simple.

Comme on peut le voir sur le schéma, le transistor a 3 pattes qui sont :

- La base (en gros, c'est l'entrée)
- l'emetteur (c'est la "masse")
- le collecteur (en gros, c'est la sortie)

Pour utiliser le transistor, il faut de l'énergie, et c'est pourquoi j'ai mis 2 sources de tension (2 piles quoi !).

Mais pour que ça marche, j'ai mis aussi des résistances en série sur la base et le collecteur et nous verrons plus loin pourquoi...

Comment on s'en sers ?

Eh bien nous allons fixer la tension du générateur V2 de sortie (collecteur) avec une tension constante (genre 10V) et nous allons faire varier la tension du générateur V1 (soit l'entrée du montage).

Et nous allons regarder la tension sur le collecteur du transistor (on prend un voltmètre entre le collecteur et le 0V), et tracer l'évolution de cette tension en fonction de la tension du générateur V1

Voilà le graphique que l'on obtiens :

On voit clairement que le fonctionnement se découpe en 3 zones :

- de 0V à 0,5V environ, la tension de sortie est constante et vaut 10V : le transistor ne réagit pas, il est bloqué
- de 0,5V à 4V, la tension de sortie diminue, et la courbe est presque une droite (on dit que c'est linéaire)
- de 4V à 5V, la tension de sortie a atteint 0V et ne diminue plus : on a atteint la saturation

Pour nous, en audio, on va chercher à profiter de la caractéristique "linéaire" pour que notre tension de sortie reproduise de façon fidèle l'allure de la tension d'entrée.

A ce stade, il faut d'ailleurs noter que notre ampli est inverseur : plus la tension d'entrée est grande, plus la tension de sortie est faible...

Ok, donc pour l'instant, on a démontré que l'on a une tension de sortie qui évolue linéairement avec l'entrée.

Mais nous avons 2 problèmes :

- L'amplificateur ne réagit que si la tension d'entrée est positive et supérieure à 0,5V
- L'amplificateur ne délivre que des tensions positives en sortie. (entre 0V et 10V)

Or, notre signal d'entrée est alternatif, c'est à dire qu'il varie entre, par exemple -10mV et +10mV comme dans l'exemple ci dessous :

Deuxième problème, avec 10mV en entrée, le montage ne marchera pas puisqu'il lui faut au moins 0,5V en entrée pour fonctionner.

Comment faire ? Et bien puisque notre ampli n'est pas "Centré" sur le 0V, c'est à nous de nous adapter à lui et de lui amener un signal centré sur....une valeur qui convienne.

C'est ce que l'on appelle "polariser" le transistor.

Pour cela, nous allons ajouter au petit signal alternatif (centré sur 0V) une tension continue de façon à centrer le "0" au milieu de la courbe $V(\text{collecteur}) = \text{fonction}(V(\text{entrée}))$. C'est comme ça que nous aurons la plus grande plage d'excursion possible du signal entre les deux "limites" que sont la saturation et le blocage. :

On voit qu'il va falloir régler la tension à 2,1V environ: superposons notre "signal" à la tension de polarisation en mettant en série les deux générateurs comme cela :

Voyons maintenant ce que cela donne sur la tension de sortie :

Le signal de sortie n'est pas centré sur 0V, mais sur 5,6V

Introduisons donc un 3ème générateur de tension continue pour "décaler" la tension de sortie de 5,6V :

et regardons maintenant la tension de sortie :

on est bien centré sur 0V à présent, et on voit que le signal de sortie a une amplitude de 30mV.

Le signal d'entrée avait une amplitude de 10mV: on a bien réalisé ainsi un amplificateur de gain 3.

Pour polariser notre transistor, nous avons utilisé plusieurs générateurs de tension : c'est pas vraiment pratique !

comment faire pour s'en passer ?

On va utiliser des condensateurs pour stopper le courant continu et ne laisser passer que l'alternatif.

Et on va employer un pont diviseur pour générer la tension de base.

Voici le nouveau schéma avec ces modifications :

Et voici l'allure de la tension de sortie.

Au passage, le gain est passé de 3 à 60 (on a 600mV en sortie).

Je me rend compte que j'ai oublié de vous parler d'un truc super important :

le transistor est un amplificateur de courant et pas de tension : ça veut dire que le courant de sortie (le courant de collecteur pour être précis) est égal au courant de base que multiplie une constante.

En fait, au début de l'article, j'ai dit que je mettais des résistances, mais je n'ai pas justifié pourquoi.

Eh bien voilà la raison : les résistances de bases et d'émetteur "servent" à convertir la tension en courant..

Maintenant, parlons du gain du transistor : c'est la constante I_c / I_b (notée souvent β ou H_{fe})

Cette constante, on aimerait bien la connaître avec précision mais malheureusement, ça n'est pas possible :

le constructeur indique que le gain peut prendre une valeur comprise entre 100 et 800 suivant le transistor considéré...

Autrement dit, si je prend deux transistors BC184, l'un pourra avoir comme gain 100 et l'autre 800.

la plage de variation est énorme.

On comprend tout de suite qu'il va être difficile de créer un ampli précis avec un montage aussi simple.

Mais il y a un autre problème : la stabilité thermique, en effet, plus le transistor chauffe, plus son gain augmente, et plus son gain augmente, plus il chauffe... etc.

Ce phénomène est connu sous le nom d'emballement thermique et provoque le non fonctionnement du montage puisque ça s'emballe jusqu'à ce que l'on atteigne la saturation.

Bref, en résumé et pour finir sur ce chapitre, voici ce qu'il faut retenir sur les transistors

- le transistor est un amplificateur de courant (courant de sortie = courant d'entrée x gain)
- il doit être polarisé correctement pour amplifier (polariser = fixer un certain courant continu)
- la tension continue base émetteur est constante et vaut approximativement 0,6V
- le gain en courant du transistor n'est pas connu avec précision

- le transistor est délicat à utiliser car une élévation de sa température peut rendre le montage instable.

Bien sûr, les solutions existent pour déterminer avec précision le gain du montage, et stabiliser le transistor en température.

Nous verrons cela une prochaine fois...

