

Montage 22 : Amplification de signaux.

Par Guillaume Follet, présenté le 14 Avril 2017.

Introduction

L'amplification de signaux est le fait d'avoir un signal d'entrée de faible amplitude ou de faible puissance, on lui applique un dispositif électronique et il en ressort un signal soit de plus forte amplitude, soit de plus forte puissance. Ce procédé est utilisé dans la vie courante notamment dans les hauts parleurs afin d'amplifier le son.

On voit donc voir ici les deux types d'amplification. Tout d'abord, nous allons étudier deux amplificateurs de tension l'un composé d'un transistor et l'autre d'un amplificateur opérationnel, nous allons voir le gain et les limites de ces deux circuits. Enfin, nous allons voir un circuit d'amplificateur en puissance, nous allons donc voir également le gain et les limites.

I) Amplificateurs en tension

1) Circuit avec un transistor NPN

Nous réalisons le circuit suivant. [Circuit dans [2]]. On remarque qu'il est composé d'un transistor NPN. Avant d'étudier le circuit, il faut polariser le transistor suivant la classe d'amplification que l'on souhaite. Il existe différentes classes d'amplification, chacun ayant des avantages et des inconvénients. Ici, on choisira un amplificateur de classe A. Pour cela, on doit choisir la valeur de la résistance variable de telle sorte qu'on se trouve au milieu de la droite de charge $I_c=f(I_b)$. Pour différentes valeurs de résistance, on note les valeurs de I_B et E_C et on trace la courbe $E_c=f(I_b)$, ce qui est identique à $I_C=f(I_B)$ car $E_C=R*I_C$. Pour compléter les valeurs prises en préparation, je vais faire une mesure à 300 Ohms, on a donc $I_B = 16.86 \text{ mA}$ et $E_C = 5.162 \text{ V}$

On trace donc la courbe, on s'aperçoit qu'on a une droite jusqu'à une valeur limite de E_c puis un palier. On se place au milieu de la droite, soit au niveau du couple $I_b E_c$.

Maintenant qu'on a le couple $E_C I_B$ au point de fonctionnement, on cherche la valeur de la résistance variable pour laquelle on a ce couple là. On trouve donc $R= 430 \text{ Ohms}$

On a donc polarisé notre transistor NPN, on peut donc l'utiliser dans le cadre d'un amplificateur de classe A.

On applique une tension sinusoïdale de faible amplitude et de fréquence 7 kHz.

On a donc les signaux d'entrée et de sortie. On peut donc calculer le facteur d'amplification E_s/E_e . On a $U_e = 1.04 \text{ V}$ et $U_s = 3.28 \text{ V}$ donc $A_v = 3.15$

Parmi les limites de ce circuit, on peut dire qu'on a une amplification faible, on a également un signal de sortie qui n'est pas sinusoïdal.

On va donc étudier un autre circuit en amplification de tension, avec comme composant un amplificateur opérationnel.

2) Circuit avec amplificateur opérationnel

On réalise le circuit amplificateur opérationnel non inverseur. [Circuit dans [2]]. Le facteur d'amplification théorique de ce circuit est donc de $G=1+R1/R2$

On applique une tension sinusoïdale de 3 V pp et de fréquence 50 Hz.

Tout d'abord, on va étudier le facteur d'amplification en fonction de R1. Pour différentes valeurs de R1, on note les valeurs de Ue et Us, les tensions d'entrée et de sortie. On va donc faire une mesure. Pour R1 = 5 kOhms, on a Ue = 3.10 V et Us = 17.8 V donc un gain de G= 5.7

On trace la courbe G en fonction de R1. On trouve donc l'ordonnée à l'origine et le coefficient directeur. On retrouve ainsi la valeur de la résistance fixe R1 = 1030 Ohms

On peut maintenant étudier le comportement du signal de sortie en fonction de la fréquence. On augmente la fréquence, on voit qu'à partir de 10 kHz environ, nous avons une saturation. Cette saturation est dû à l'amplificateur opérationnel qui est alimenté en +15/-15 qui a donc une saturation à 30 V pp. On a donc une limitation en tension de notre circuit

Pour éviter la saturation, on choisit maintenant une tension d'entrée à 50 mV pp, on augmente R1 à 49 kOhms pour avoir un gain de 50.

Nous allons voir que ce circuit se comporte comme un filtre passe bas, pour cela, pour différentes fréquences on note la tension d'entrée et la tension de sortie. On fait une mesure pour f = 36 kHz, on a Ue = 158 mV et Us = 5.36 V donc un gain de G= 33.9

On trace le gain en dB ($20\log(G)$) en fonction de la fréquence en échelle logarithmique. On a donc un diagramme de Bode en gain, on retrouve la caractéristique d'un diagramme de Bode d'un filtre passe bas. On peut chercher la fréquence de coupure qui est lorsque le gain est diminué de 3 dB par rapport au gain à basse fréquence.

Le fait qu'on a un comportement de type filtre passe bas nous donne une limitation en fréquence de notre circuit.

On peut enfin étudier une dernière limitation, la vitesse de balayage. En effet, pour passer d'une tension V1 à une tension V2, l'amplificateur opérationnel ne va pas passer instantanément de V1 à V2, il lui faut un certain temps. On appelle cela la vitesse de balayage. On peut calculer la vitesse de balayage maximum lors de la saturation. On remet la tension crête à 3 V, une fréquence de 50 Hz et un gain de 20. On est en saturation.

On mesure à l'aide des curseurs sur l'oscilloscope le temps pour passer de V1 à V2. On a donc la vitesse de balayage exprimée en V/ μ s. La documentation nous donne une vitesse de balayage entre 8 et 16 V/ μ s.

On donc vu deux circuits pour amplifier en tension. Il existe également des amplificateurs en puissance. On va donc étudier un circuit comprenant deux transistors PNP et NPN.

II) Amplificateur en puissance

On réalise le circuit Push-Pull [circuit dans [1]]. On applique une tension sinusoïdale de 5 V pp et de fréquence 50 Hz.

On a ici un amplificateur de classe C, le point de fonctionnement se situe au delà du point de blocage du transistor. On va voir que cette classe conduit à une forte distorsion.

On cherche à calculer le rendement de l'amplificateur, c'est à dire le rapport entre la puissance reçue et la puissance fournie.

Tout d'abord, calculons la puissance fournie. Pour cela on mesure U_{al} entre une alimentation et un transistor aux bornes d'une résistance pour pouvoir en déduire le courant. On a donc le courant I_{al} . La puissance d'une alimentation est donc $V_{al} I_{al}$. V_{al} est la tension qu'on amène soit 15 V. On a donc la puissance d'une alimentation. La puissance amené est 2 fois cette puissance car il y a deux alimentations.

Calculons maintenant la puissance reçue en sortie de l'amplificateur. Pour cela on mesure la tension de sortie à l'aide de l'oscilloscope.

On en déduit donc la puissance de sortie. $P = U^2/R$

On peut donc calculer le rendement de l'amplificateur. $\eta = P_{recu}/P_{amene}$.

Dans un circuit de ce type, le rendement moyen est de 65 %.

Concernant les distorsions, ils se manifestent lorsque la tension d'entrée est comprise entre -0,6 et 0,6 V, les transistors sont alors bloqués. On pourra envisager une modification du circuit pour corriger les distorsions en faisant fonctionner chaque transistor en classe B de telle sorte à avoir une sortie dès que la tension d'entrée est supérieur ou inférieure à 0 V.

Conclusion

On a donc étudié différents circuits permettant d'amplifier un signal, tout d'abord en amplifiant en tension, puis en amplifiant en puissance. On voit donc à travers ces différents circuits les avantages et les inconvénients de chacun d'entre eux, par exemple le circuit avec l'amplificateur opérationnel possède un gain très important mais a également des limites en tension et en puissance.

Le choix d'un composant ou d'un autre pour un usage réel se fera donc par compromis entre les avantages et les limites des circuits.

Bibliographie

- [1] Expériences d'électronique : agrégation de sciences physiques, Roger Duffait, Bréal.
- [2] Physique expérimentale aux concours de l'enseignement : Électricité, électromagnétisme, électronique, acoustique, Jean-Paul Bellier, Dunod.