



La compression de modulation

Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud 4, 1800 Vevey

Sprachkompression

Nach einer längeren Einführung in die Technik der Sprachkompression, wird eine einfache Schaltung vorgestellt. Sie besteht im Wesentlichen aus einem Operationsverstärker und 2 Transistoren. Die Schaltung wird der Einfachheit halber auf einer Leiterplatte mit Lötlagen aufgebaut und in eine Aluminiumgehäuse eingebaut. Nach Angabe des Autors kann mit dem beschriebenen Sprachkompressor eine Erhöhung der Sendeausgangsleistung um den Faktor 10 erreicht werden!

1. Introduction

Les sons émis par les cordes vocales sont ensuite soumis à l'action de la langue qui module la durée des pressions exercées sur l'air ambiant, ainsi que leurs amplitudes et leurs formes. Le résultat de ces actions conjointes est la formation d'ondes acoustiques qui se propagent en utilisant l'air ambiant comme support. La vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air est de l'ordre de 340 mètres par seconde. Une membrane de microphone recueillant une telle onde transmettra mécaniquement ses vibrations à un transducteur qui transformera la vibration mécanique en tension électrique. Cette tension analogique sera l'exacte reproduction électrique de l'onde acoustique dont elle est issue.

La voix étant constituée entre autres de consonnes et de voyelles, pour une conversation normale, de grandes différences de valeurs de pressions apparaîtront sur la membrane du microphone. Par conséquent, il en résultera de grandes différences de valeurs de la tension électrique analogique correspondante. C'est ainsi que si nous fixons arbitrairement le niveau de la voyelle A à 10, les voyelles E et I, auront un niveau comparatif de 5, alors que les trois dernières O, U, et Y, auront un niveau de 2. Ces valeurs relatives sont approximatives, car d'autres paramètres interviennent, tels que la distance du microphone, la puissance de la voix, la tessiture de la voix de l'opérateur, et bien d'autres choses encore.

Chacun peut vérifier ces valeurs de tension en branchant son microphone à l'entrée d'un oscilloscope. On remarquera que ces mesures ne sont pas faciles à faire. Les valeurs de pointe sont très rapides et fugaces, alors que le niveau moyen est relativement facile à déterminer.

Fort heureusement, une méthode simple et suffisante existe pour déterminer approximativement les valeurs des tensions électriques, dans la gamme des signaux présents à la sortie d'un microphone. Syntonisez un bon récepteur FM sur la station «France info» (101 MHz) et ajustez au mieux la réception. Pourquoi France info? Parce que c'est une des seules stations qui ne fait que de parler avec quelques rares apparitions musicales! Placez votre microphone à une distance correspondant à un niveau de parole normal, compte tenu du niveau de sortie du récepteur qui doit, lui aussi être ajusté au mieux. Vous pourrez alors examiner et mesurer votre signal microphonique sur l'oscilloscope avec toute l'attention voulue. Si vous utilisez un microphone à haute impédance (micro cristal, piézo, céramique), vous pouvez vous brancher directement à l'entrée verticale (1 MOhm). Si, au contraire vous utilisez un microphone à basse impédance (dynamique, etc.) branchez une résistance équivalente à l'entrée de l'oscilloscope. Notez la tension pointe-pointe extrême atteinte par moment, de même que la tension moyenne pointe-pointe, celle qui forme le ruban de base du signal. Cette plage de niveaux possibles d'une onde de parole, est appelée la dynamique du signal microphonique. On voit que celle-ci atteint un rapport de tension de 5, soit 14 décibels.

Il est évident que, dans une salle de concert, on atteint une dynamique beaucoup plus élevée que l'on ne peut pas restituer intégralement avec une émission modulée en amplitude, mais que l'on peut restituer en modulation de fréquence.

A l'audition, l'oreille humaine peut tolérer et apprécier cette dynamique plus élevée, en étant

limitée dans la partie supérieure par le seuil de douleur, et dans la partie inférieure par le seuil de sensibilité. On notera que les deux seuils dépendent de la fréquence. Le seuil de douleur maximum est à 480 Hz, et la sensibilité maximale est dans la gamme de 1000 à 2000 Hz.

En téléphonie de la parole, on peut parfaitement se contenter d'une dynamique inférieure aux 14 décibels mentionnés, sans que la qualité de la transmission s'en trouve diminuée. Beaucoup plus importante est la tessiture de la voix de l'opérateur. On appelle tessiture, l'ensemble de la plage de fréquences mises en oeuvre par la voix de l'opérateur, qui reconstitueront le timbre de la voix. Telle tessiture se comportera beaucoup mieux que telle autre à l'audition, de par son contenu spectral, et le timbre qui en résulte à certaines fréquences. De ce fait, l'intelligibilité du message surtout sur ondes courtes sera bien meilleure. C'était d'ailleurs pour moi un jeu agréable que d'admirer la tessiture du speaker annonceur de la station radio «La Voix de l'Amérique». Ainsi, il prononçait plusieurs fois: «This is the Voice of America» de façon à enclencher successivement tous les relais répartis dans le monde entier, de la même façon que l'on allume les bougies d'un arbre de Noël! Et, à chaque fois, le signal devenait plus puissant, jusqu'à la dernière annonce enclenchant le dernier relais. Une chose remarquable à relever, est la mise en synchronisme parfait des différentes porteuses émettrices des relais VOA, de façon à éviter les brouillages réciproques. Ces émissions sont naturellement en modulation d'amplitude.

En SSB, avec une dynamique microphonique de 14 dB, l'onde de sortie de l'émetteur aura elle aussi une puissance variant dans la même proportion, de sorte que la puissance moyenne de sortie sera faible. Pour parvenir à augmenter la puissance moyenne de sortie HF, un moyen très simple consiste à diminuer le rapport entre la tension microphonique de pointe, et sa valeur moyenne, donc à diminuer la dynamique du signal microphonique. La puissance HF de sortie aura ainsi, elle aussi une puissance moyenne plus élevée. C'est le rôle d'un compresseur de modulation situé avant l'entrée de la fiche microphonique de l'émetteur. Il existe d'autres procédés possibles agissant en aval du signal microphonique.

Cette possibilité est à l'opposé d'un extenseur de modulation, qui, au contraire augmente la dynamique afin de produire des effets spéciaux. Ce dispositif extenseur est présent dans les formations orchestrales de musique légère.

Dans les salles réputées de grande musique classique, comme par exemple la salle de l'opéra d'état de la ville de Vienne, au contraire, aucun dispositif électronique de quelque nature qu'il soit n'est toléré. La musique n'est générée que par les instruments et ne doit en aucun cas être modifiée. Et là, les chanteurs ont de la voix et ont intérêt à en avoir!

On comprend qu'il ne suffit pas, pour diminuer la dynamique de faire un simple diviseur de tension, puisque, dans ce cas, on aura bien une tension plus faible, mais le rapport entre la valeur de pointe et la valeur moyenne, ne sera pas modifié. En d'autres termes la dynamique restera ce qu'elle est.

D'autres moyens sont utilisables afin d'augmenter la puissance moyenne de sortie d'un émetteur SSB. Nous sommes envahis de mots anglais, de sorte qu'il n'est peut-être pas inutile de préciser la terminologie employée en anglais, et de donner la traduction en français.

A) Speech processor:

Traitement du signal électrique analogique de la parole. On ne peut pas dire à ce niveau s'il s'agit d'une simple amplification, d'une compression de la dynamique, ou au contraire d'une extension de la dynamique.

B) RF processor:

Traitement du signal électrique, mais cette fois dans sa transposition dans le domaine HF. Même remarque que ci-dessus concernant le genre de traitement.

C) Clipper AF ou RF:

Limiteur d'amplitude basse fréquence ou haute fréquence. On utilise aussi le mot écrêteur de pointes.

Remarque: Les cas A) et B) peuvent être ou non complétés par le cas C)

Dans le montage que nous proposons à l'amateur, nous nous sommes limités au cas A). Le traitement que l'on fait subir au signal électrique est une compression de sa dynamique avant de l'appliquer à l'entrée du transceiver. Cela ne nécessitera aucune modification à l'intérieur du transceiver.

2. Description du schéma électrique

Il s'agit d'un amplificateur opérationnel bipolaire dont le gain varie automatiquement en fonction de la tension appliquée à son entrée. La tension de sortie ainsi compressée pourra être ajustée à volonté par le potentiomètre de sor-

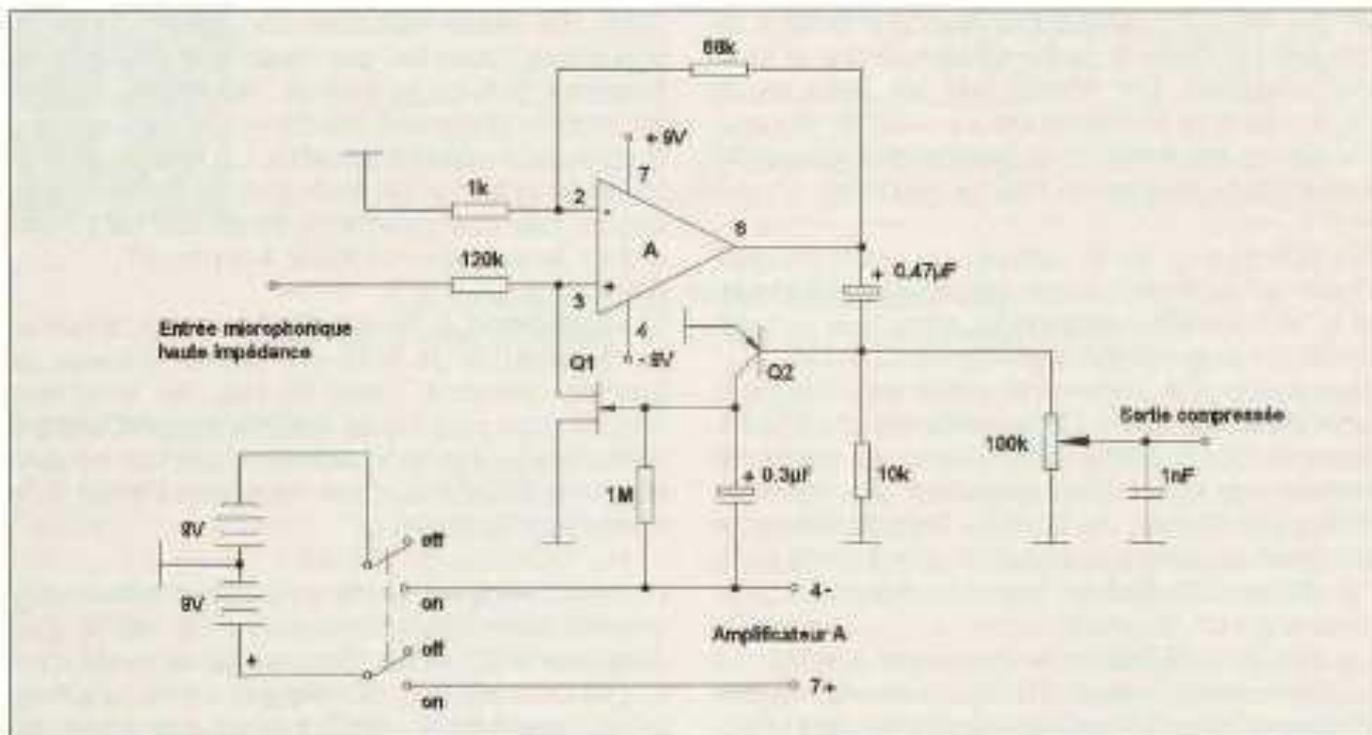


Fig. 1: Compresseur de modulation, A: 741, LF356, CA3140; Q1: 2N5458 Canal N; Q2: BC177 PNP

tie, afin d'être adaptée au niveau d'entrée requis pour la prise microphonique du transceiver.

2.1 Théorie de fonctionnement (Fig. 1):

Le transistor FET à canal N relie l'entrée non inverseuse de l'amplificateur, avec la masse, déterminant ainsi le gain en boucle fermée du montage. Les pointes de tension négatives à la sortie de l'amplificateur rendent conducteur le transistor bipolaire PNP qui permet ainsi la charge du condensateur C de $0,3\mu\text{F}$. Cette tension de charge aux bornes de C, déterminera la résistance de canal du transistor FET à canal N. Celle-ci peut passer facilement de 120 Ohms à 10 puissance 8 Ohms déterminant ainsi le gain instantané de l'amplificateur, correspondant à la tension présente à l'entrée à ce

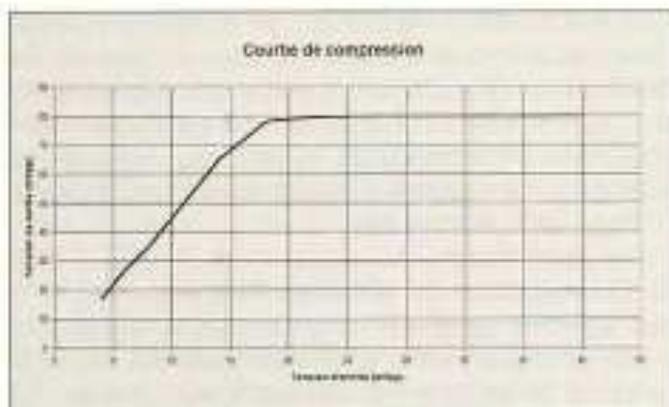


Fig. 2: Courbe de compression

moment là. Pour de forts signaux d'entrée, le gain sera ainsi diminué voir nul, alors que les faibles signaux obtiendront le gain maximum instantané. Ce gain maximum est déterminé par la pente de la partie rectiligne de gauche de la courbe de compression (voir Fig. 2).

En l'absence de signal d'entrée, le condensateur C se décharge à travers la résistance de 1 MOhm, ce qui augmente la résistance de canal du transistor FET, et le gain sera alors maximum.

En résumé, nous avons un gain commandé automatiquement par l'amplitude du signal microphonique d'entrée, d'où l'effet de compression.

Le microphone haute impédance aura une tension de sortie (donc d'entrée du compresseur), adaptée à la courbe de compression. Celle, ci-jointe, correspond à mes conditions, et est linéaire jusqu'à 30 mVpp. Au delà, le gain diminue jusqu'à s'annuler complètement. La bonne valeur de tension de sortie moyenne du microphone est celle qui correspond au milieu de la zone linéaire soit 15 mVpp. Ainsi, les pointes au delà de 30 mVpp, qui peuvent aller jusqu'à 40 mVpp voir plus seront supprimées. Ces conditions correspondent à une tension de sortie du compresseur comprise entre 35 mV et 80 mV. L'amateur aura peut être besoin de plus de tension, pour exciter le transceiver

dont il dispose. Il pourra alors retoucher le réglage du potentiomètre de sortie du compresseur. Plus le curseur se rapprochera de la tension maximale, plus la courbe de compression est translatée vers le haut, augmentant d'autant le signal à l'entrée de la prise microphonique du transceiver. Les caractéristiques d'entrée ainsi que le facteur de compression ne sont pas modifiées par ce réglage. L'amateur doit donc déterminer lui-même la bonne position du curseur du potentiomètre de sortie, selon le transceiver dont il dispose.

Pour ce qui est de la sortie microphonique, l'amateur reprendra exactement les conditions mentionnées ci-dessus, les caractéristiques d'entrée du compresseur étant indépendantes de la position du curseur du potentiomètre de sortie. Si le microphone est trop généreux, il pourra faire un diviseur de tension potentiométrique de façon à ne pas saturer l'entrée du compresseur. Si, au contraire le microphone a un signal trop petit, il faudra prévoir un amplificateur intermédiaire.

3. Spécifications

Impédance d'entrée:

100 kOhms

Plage de tensions d'entrée microphonique:

7,5 à 40 mVpp

Plage de tensions de sortie:

0 à 1,4 Vpp (réglable)

Rapport de compression ($V_{\text{entrée}}/V_{\text{sortie}}$):

2,3

Tension d'alimentation:

2 x 9 V

Gain annoncé (et non calculé) en QSO par rapport à l'absence de compresseur 10 dB, soit 1 point S + 4 dB.

4. Réalisation pratique

Nous l'avons réalisé dans un boîtier «Jaeger» de 10 x 8 x 5 cm en aluminium. Choisir premièrement les prises d'entrée et de sortie fixées au boîtier. Nous avons choisi le modèle «Tuchel» qui se visse, mais existe-t-il toujours? De même, choisir des supports de piles 9 V adaptés à la place disponible. Le circuit sera réalisé à la main sur une plaque à circuit à pastilles en cuivre, d'un diamètre de 4 mm. Ne pas utiliser une plaque «Veroboard» qui présente des pistes de cuivre parallèles. On évite ainsi la confection d'un circuit imprimé certes plus joli, mais exigeant pas mal de matériel.

Réunir ensuite tous les composants, et étudier la meilleure disposition possible de ceux-ci, celle qui conduit aux connections les plus courtes. Pour le câblage, étirez à la pince pla-

te un fil de cuivre de 0,4 à 0,8 mm de diamètre et débitez le selon les morceaux dont vous avez besoin. L'amplificateur opérationnel 741 peut être monté ou non sur un socle.

5. Mise au point et instruments nécessaires

Si l'amateur a suivi les recommandations données dans «Théorie de fonctionnement» concernant les différents niveaux, il y a très peu de mise au point, et elle consiste uniquement à retoucher le potentiomètre de sortie, et la mise en service est immédiate. Le seul instrument vraiment indispensable est un oscilloscope. Il pourra être très simple, une bande passante de 100 kHz est amplement suffisante, mais il devra être étalonné de façon à pouvoir effectuer une mesure de tension. Effectuez toujours une mesure de tension pointe-pointe, avec le plus grand oscillogramme possible sur l'écran c'est plus facile. Cet instrument peut être emprunté dans un laboratoire industriel ou une école. Si un amateur a des problèmes avec l'utilisation d'un oscilloscope, il peut toujours me téléphoner.

6. Conclusions

Il est vraiment très facile d'augmenter notablement la puissance moyenne d'émission, sans l'adjonction d'un linéaire supplémentaire.

Si les 10 dB supplémentaires annoncés à plusieurs reprises en cours de QSO (1 point S + 4 dB) avec l'usage du compresseur, s'avèrent exactes, cela signifierait que l'on a multiplié la puissance de sortie par 10! Pas mal du tout si l'on considère la simplicité du montage.

C'est bien sûr à vérifier, mais de toute façon, il y a une grande amélioration dont on se rendra immédiatement compte.

Si nous avons pu passionner le lecteur avec ce petit montage mais aux grands effets, nous aurons atteint notre but. Nous le recommandons spécialement aux débutants constructeurs tant le résultat laisse rêveur.

Bibliographie:

- *Eleclub No 99*: Contrôle de gain automatique avec 60 dB de dynamique de B. Lanthemann
- Article lui-même repris de la revue *ELECTRONICS*, March 1977
- *Single Sideband for the Radio Amateur*, ARRL, 1970

voir: <http://plc.radioamateur.ch>
siehe: <http://plc.funkamateurl.ch>