

nach der herkömmlichen Löttechnik mit anderen, verzinnnten Metallteilen verlötet werden. Bei grossen Chassisflächen empfiehlt es sich,

eine Lötfläche durch einen U-förmigen Laubsägeschnitt thermisch vom restlichen Blech zu isolieren.

Crossmodulation, transmodulation, intermodulation

Werner Tobler, HB9AKN, Chemin du palud 4, 1800 Vevey

Il me semble utile de revenir sur ces notions apparemment tombées en désuétude, chez les amateurs qui ont grandi avec les semis conducteurs et, qui n'ont par conséquent pas le recul des aînés qui ont commencé avec des équipements à tubes électroniques.

Pour ceux qui ont connu les deux, force est de constater que certains équipements modernes n'apportent pas en réception la satisfaction que l'on est en droit d'attendre. J'en ai pour preuve les essais que j'ai effectués avec un transceiver commercial entièrement à semis conducteurs et dont l'écoute, spécialement sur 40 mètres le soir, n'était pas du tout satisfaisante. En effet, le S-mètre déviait à fond d'échelle sur toute l'étendue de la gamme 7 – 7,1 MHz. Impossible d'entendre des signaux corrects, même en télégraphie, malgré des filtres CW à 300 Hz. De plus, les nombreux intrus dans notre bande en AM à ces heures-ci n'étaient même pas correctement réceptionnés et, c'est le comble, en tout cas moins bien que sur un quelconque récepteur de qualité pour auditeur de radio-diffusion. Il faut tout de même rappeler qu'avec un équipement soigné, en dehors de la sous-bande télégraphique, on trouve sur 40 mètres le soir 3 à 4 fréquences absolument dégagées pour lesquelles le S-mètre tombe à SI. Rien de tel avec le transceiver de grande marque de ci-dessus. Par contre, celui-ci se comportait d'une façon normale sur cette même bande en matinée en l'absence de signaux puissants. Autre expérience: il existe des expositions où sont présentés divers récepteurs à couverture générale jusqu'à 30 MHz et où tout semble mis en oeuvre pour convaincre l'auditeur moyen des possibilités actuelles de réceptions mondiales. Si l'on s'approche du stand, même en abandonnant pour un temps ses critères d'amateur-radio, on est régulièrement déçu des réceptions qu'on vous propose. Ou bien on opte pour l'antenne verticale incorporée avec tout le festival de parasites présents dans n'importe quelle exposition ou bien, il existe une antenne extérieure bonne à tout faire et on retrouve les problèmes décrits plus haut.

On comprend que dans ces conditions beaucoup d'auditeurs potentiels renoncent définitivement à l'écoute des ondes courtes et disent, que décidément, elles ne servent à rien sur un récepteur.

Troisième exemple: On essaie un récepteur nu-

mérique avec lequel, grâce à son antenne télescopique, on a des réceptions convenables d'émetteurs très lointains. Comme on dispose d'une antenne extérieure en bonne et due forme, on la branche à la prise prévue à cet effet pour écouter les amateurs ou bien la radio-diffusion, en cas de mauvaise propagation. On retrouve les problèmes ci-dessus avec en plus le bruit particulièrement élevé des récepteurs numériques, mais ce sujet fera l'objet d'un autre article. Pourquoi toutes ces déceptions et que se passe-t-il dans ces cas? C'est le phénomène de cross modulation, appelé aussi transmodulation ou intermodulation. A cela s'ajoute l'effet dû à une dynamique de l'étage d'entrée HF insuffisante, c'est-à-dire l'amplitude maximale admissible des signaux d'entrée. Au delà de ce maximum, l'étage ne travaille plus dans une zone linéaire et alors la cross modulation commence à sévir. Ces effets se feront sentir avec des signaux de grande amplitude comme c'est souvent le cas le soir sur 40m. Il est peut-être bon de rappeler ce qu'est la cross modulation. Tout d'abord la transmodulation dite de type A se manifeste lorsque 2 émissions de fréquences différentes F 1 et F 2 donnent naissance après passage dans l'étage HF d'entrée à des fréquences résultantes $F 1 + F 2$ et $F 1 - F 2$ qui se trouvent dans la bande de réception considérée. L'étage HF préamplificateur se comporte alors comme un étage mélangeur changeur de fréquence ce qui n'est pas ce qu'on attend de lui.

La transmodulation dite de type B se manifeste de la façon suivante: Supposons un récepteur accordé sur une certaine émission de fréquence F. Supposons qu'il existe d'autre part une émission voisine de fréquence F 1 distante de 40 kHz à 60 kHz ou plus. Supposons d'autre part que la station indésirable de fréquence F 1 n'est pas audible en l'absence du signal F. On constate les phénomènes suivants:

Si F apparaît, on entend également F 1, donc les deux modulation en même temps.

Si F se réduit à une porteuse pure sans modulation, on entend toujours la modulation de F 1.

Si F disparaît, on n'entend plus rien, comme déclaré ci-dessus. On notera bien que l'augmentation de la sélectivité moyenne fréquence, par l'adjonction de filtres à quartz ou autres ne changera rien au problème, ce qui prouve que le phénomène est localisé dans les étages précé-

dents, soit essentiellement dans le préamplificateur HF.

Pourquoi F 1 devient-elle audible lorsque F apparaît? Tout le problème est là et c'est pourquoi il n'est pas simple d'élaborer de bons étages d'entrée HF à semis conducteurs. On constate que le terme transmodulation est le plus explicite puisqu'il y a transfert de la modulation F 1 sur le signal F. On expliquerait le phénomène en constatant que le gain de l'étage amplificateur HF varie en fonction du signal F 1. Ces variations du gain, au rythme de la modulation de F 1 provoquent une modulation de F.

Le taux de modulation Mk qui exprime le rapport de l'amplitude de signal de modulation de F1 à celle de F est proportionnel au carré de la tension de l'onde F1 et au taux de modulation de celle-ci. On appelle facteur de transmodulation K, le rapport du taux de modulation Mk imprimé par F1 à F à celui Mf de l'onde porteuse F, lorsque les taux de modulation de F et F1 sont identiques, ce facteur vaut:

$$K = \frac{Mk}{Mf}$$

Il existe une courbe permettant de déterminer, pour un facteur de transmodulation de 1%, l'amplitude admissible de la tension perturbatrice d'entre F1, en fonction de l'amplification de l'étage HF. Et ceci pour chaque type de transistors fet. Il faut rappeler que tous ces phénomènes se produisent lorsque l'amplitude des signaux est telle qu'on sort de **la zone linéaire** d'utilisation de l'étage HF. C'est pourquoi certains constructeurs de récepteurs ont tout simplement ajouté un atténuateur commutable à l'entrée du récepteur. Mais cela implique que les stations d'amateurs qui sont reçues avec des différences de niveau de facilement 30 db par rapport aux stations de broadcasting seront inaudibles. Cela est spécialement gênant sur 40 mètres le soir où, en hiver avec des étages d'entrée étudiés, le S-meter doit tomber à 1 à 3 ou 4 endroits de la bande autorisant alors les plus beaux DX.

Après ce tour d'horizon très général voyons ce qui caractérise un préamplificateur HF.

- a) le gain en tension
- b) le facteur de bruit; sensibilité utilisable
- c) la linéarité
- d) la gamme dynamique d'entrée

Examinons dans l'ordre ces caractéristiques.

Le gain en tension

Il est défini par le rapport des tensions $\frac{V_e}{V_s}$

V_e = tension d'entrée, V_s = tension de sortie

Exprimé en décibels (db) si les impédances sont les mêmes par

$$v \text{ (db)} = 20 \log \frac{V_e}{V_s}$$

A première vue, on aurait intérêt à le faire le plus grand possible, mais il faudra prendre garde de ne pas saturer les étages suivants. Un gain convenable paraît être de l'ordre de 20 db, soit un rapport de tension de 10. De plus, le souffle propre au préampli sera lui aussi amplifié. Nous reviendrons dans un autre article sur cet important problème du bruit et nous verrons alors l'importance du préamplificateur HF à cet égard. Il ne faut pas oublier que l'étage qui suivra notre préamplificateur aura lui-même ses propres caractéristiques d'entrée et qu'il ne faudra pas le saturer non plus sous peine de déplacer le problème.

Le facteur de bruit

N'importe quel dispositif électronique génère, de part sa constitution, un souffle ou bruit, qui sera présent accompagnant le signal utile. Ce souffle atteignant un certain niveau, le signal utile devra naturellement être supérieur à ce niveau d'où la notion de **sensibilité utilisable** qui est la valeur nécessaire du signal utile pour que celui-ci domine le souffle de 10 db pris comme base conventionnellement. Cette notion de facteur de bruit sera développée dans un autre article.

La linéarité

C'est la fidélité de l'amplificateur, c'est-à-dire l'exacte reproduction amplifiée en sortie des signaux appliqués à l'entrée. Si la linéarité était théoriquement parfaite et la dynamique infinie la transmodulation type A et B n'existerait pas. On sait que le fonctionnement le plus linéaire est fourni par la classe A pour laquelle le point de fonctionnement correspond au milieu de la zone linéaire. On sait aussi que tout signal périodique non sinusoïdal se décompose en une somme infinie de sinusoïde et cosinussoïde (théorie de Fourier) appelées harmoniques. Si l'on n'applique une sinusoïde absolument pure à l'entrée de l'amplificateur et que celle-ci soit très peu déformée, alors les harmoniques apparaissent. L'amplitude respective de ces harmoniques dépendra de la forme du signal périodique déformé. Les fréquences des harmoniques seront des multiples entiers de l'onde sinusoïdale fondamentale appelée harmonique de rang 1, de même fréquence que l'onde déformée à étudier.

Comment chiffrer cette linéarité?

Avec l'aimable autorisation de Radio REF, je reproduis la figure 1 qui montre des signaux d'entrée et de sortie d'un préamplificateur.

On chiffre la linéarité en mesurant le point d'interception. Ce point d'interception est le point théorique pour lequel l'amplitude des raies de troisième ordre est égale à celles des signaux utiles F1 et F2.

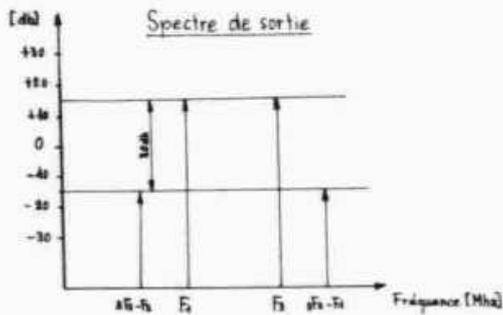
Cela veut dire qu'on augmente à l'entrée de l'ampli, l'amplitude des signaux utiles F1 et F2 jusqu'à ce que les signaux du troisième ordre les aient rejoints en amplitude.

(1) $P_{ie} = \frac{1}{2}(P_s - P_3) + P_e$
 avec P_e = niveau à l'entrée. P_s = niveau à la sortie. P_3 = niveau raies troisième ordre.
 On a P_{ie} (point d'interception à l'entrée)

$$P_{ie} = \frac{32 \text{ db}}{2} - 5 = 11 \text{ db}$$

(voir photos 1 et 2)

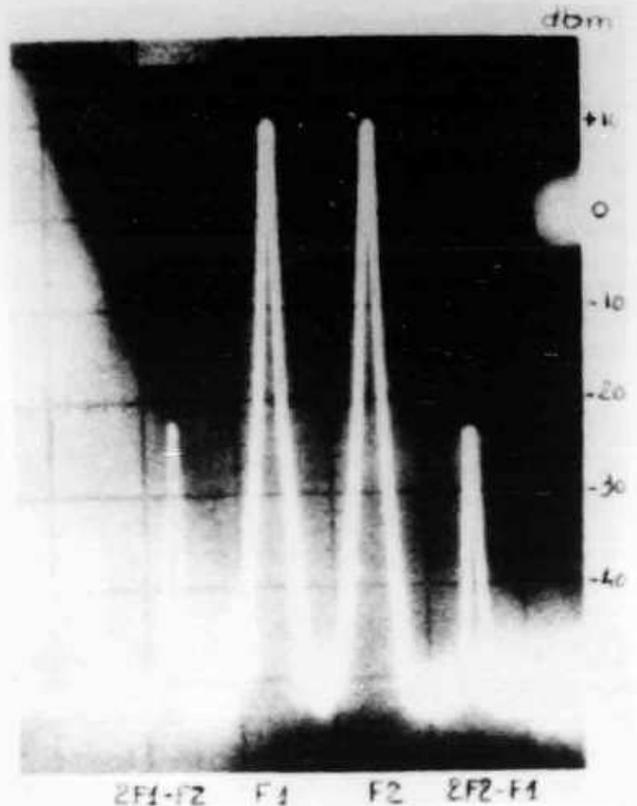
2ème Exemple:
 Amplitude de sortie



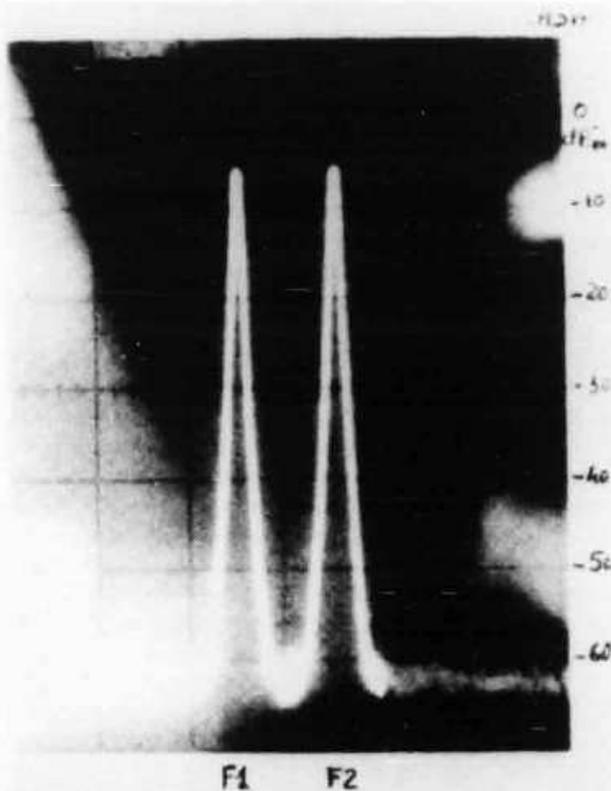
Si les signaux à l'entrée sont à + 5 db on a en appliquant (1)

$$P_{ie} = \frac{30}{2} + 5 = 20 \text{ db}$$

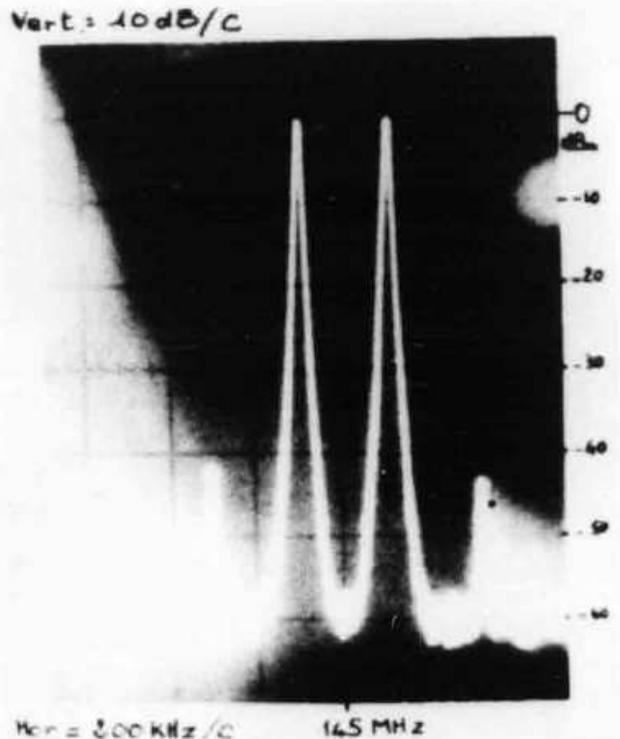
cet amplificateur est meilleur que le premier.



Ces signaux en sortie à + 10 db => gain 15 db.
 Produits d'ordre 3 à -22 db.



2 signaux d'entrée F1 et F2 à -5 db



Signaux de sortie Etage 145 MHz

Continuation à suivre