

# LA BANDE LATÉRALE UNIQUE

*Avant toute chose, il est nécessaire d'expliquer théoriquement qu'est-ce que la BLU.*

Michel FABRI

**E**n fait, si nous étions moins paresseux, nous devrions appeler ce type de modulation ; Modulation d'Amplitude à Bande latérale et à porteuse supprimée.

C'est clair, la BLU est une modulation d'amplitude !

Nous savons tous que le principe de modulation est employé pour transporter des informations sur plusieurs centaines, voire plus, de kilomètres. Le type d'information transportée est multiple, nous nous intéressons ici au type d'information phonique, entendons par là la parole.

Dans la C.B.\*, le spectre utilisé est identique à celui du téléphone qui va de 300 Hz à 3 kHz, spectre grandement suffisant pour une bonne intelligibilité d'un message parlé.

Enfin, pour pouvoir comprendre les phénomènes de modulation, il est nécessaire ici d'introduire la notion mathématique d'analyse de Fourier en termes complexes. N'ayez pas peur, nous ne détaillerons pas dans cet article cet outil mathématique, mais simplement pour comprendre qu'il est intéressant, à un moment donné, de travailler avec les fréquences dites « négatives ». Ces fréquences n'existent pas bien sûr, mais vont nous simplifier grandement la compréhension du processus de modulation d'amplitude.

Voyons voir. Le spectre basse fréquence (ou bande de base pour les chevronnés) a été tout simplement translaté autour de la fréquence porteuse. La même translation doit s'effectuer du côté négatif

La modulation n'est qu'une translation en fréquence du signal modulant.

Si nous voulons moduler en amplitude de façon classique, il nous suffira de garder le spectre figure 1b et de rajouter la fréquence porteuse.

Pour la modulation en bande unique, il suffira de supprimer la bande inutile.

Dans le cas, par exemple, d'une modulation en bande latérale supérieure, le spectre résultant sera (voir figure 1c).

Maintenant, voyons la réalité :

L'utilisation des hautes fréquences, dans les circuits électroniques posent quelques problèmes pour le concepteur. En effet, le moindre fil devient une antenne, deux pistes de cuivre trop rapprochées se comportent comme des

capacités. Bref, dès que cela sera possible, on préférera « descendre » la fréquence sur laquelle on veut travailler.

C'est le cas des fréquences intermédiaires en réception, le 27 MHz est translatée en 10.7 MHz qui lui même l'est en 455 kHz.

En émission, on agira de même. La basse fréquence sera translaté autour du 10.7 MHz qui sera ensuite translaté vers le 27 MHz.

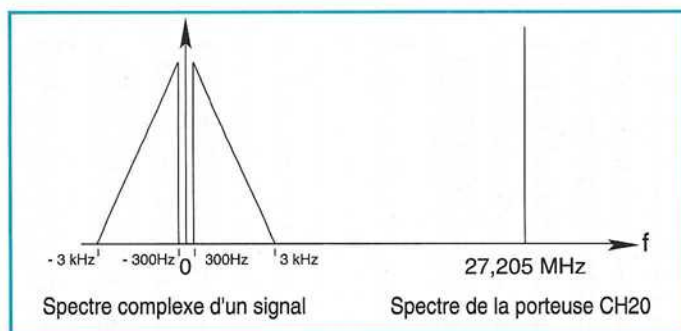


Figure 1a.

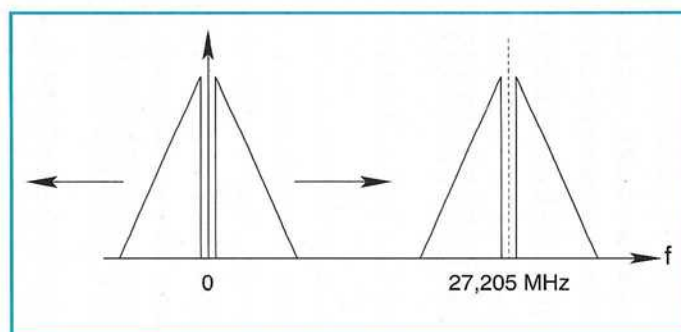


Fig. 1b. Après modulation, voilà ce qui se passe.

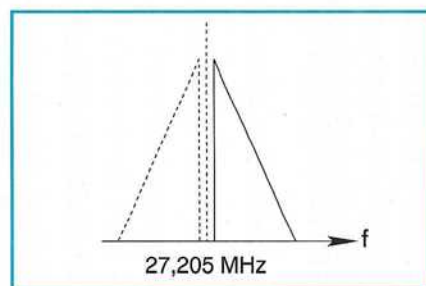


Figure 1c.

mais étant donné leur symétrie nous nous intéressons qu'à un seul côté.



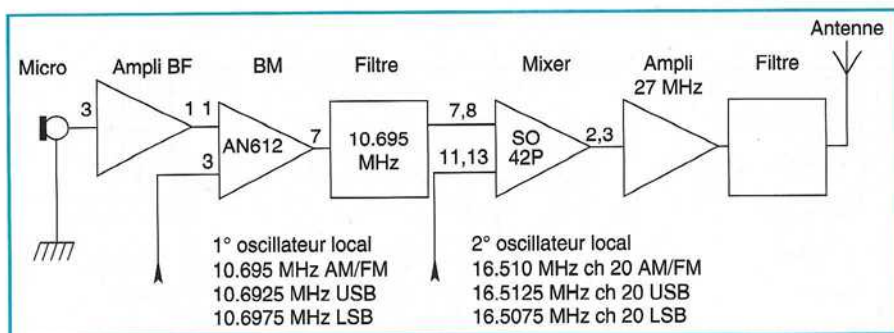


Figure 2. Schéma simplifié du circuit BLU sur le modèle CB Grant.

Mais voyons cela de plus près (figure 2). Tout d'abord il ne faut pas perdre de vue qu'une modulation sert à véhiculer une information. Celle-ci part du micro, c'est la voix de l'opérateur(trice). Ce signal audio est filtré, car n'oublions pas que la bande BF en CB est comprise entre 300 Hz et 3 kHz, et qu'il est inutile de transmettre les bruits ambiants captés par le micro, qui en général possède une large bande passante, surtout s'il est de type électret. Suite à ce traitement, le signal est amplifié. La sortie de cet ampli est reliée au système « compresseur » circuit qui évite les surmodulations en AM classique.

Notre signal BF est donc fin prêt pour être modulé. Le circuit modulateur sera un AN612 qui est un BM de Balanced Modulator en anglais, modulateur équilibrée en français. Ce modulateur équilibré utilise des transistors dans leur partie non linéaire. La caractéristique de transfert de tous systèmes non linéaires peut se remettre sous la forme  $y(t) = a_1 x(t) + a_2 x^2(t) + a_3 x^3(t) + \dots + a_n x^n(t)$

Si l'on pose comme signal modulant  $\cos \Omega t$  et comme signal porteur  $\cos \omega_0 t$  les deux bandes latérales s'obtiennent par une multiplication ;

$$\cos \Omega t \cdot \cos \omega_0 t = \frac{1}{2} [\cos (\omega_0 - \Omega) t + \cos (\omega_0 + \Omega) t]$$

pour la bande latérale supérieure.

Si maintenant on pose  $x(t) = \cos \Omega t + \cos \omega_0 t$  et que l'on élève  $x(t)$  au carré, cela devient  $x^2(t) = \cos^2 \Omega t + \cos^2 \omega_0 t + 2 \cos \Omega t \cdot \cos \omega_0 t$ .

Le dernier terme est une multiplication contenant nos deux bandes latérales.

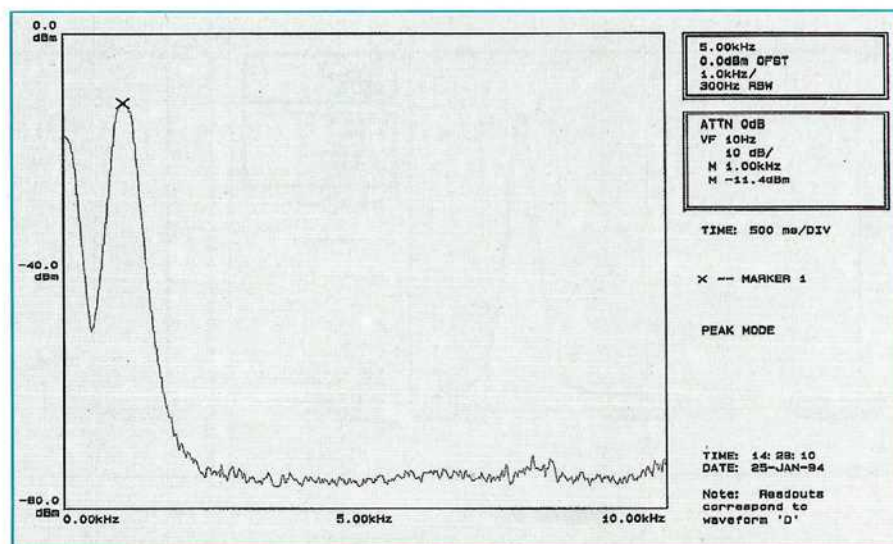
L'élévation au carré est un procédé de modulation. C'est ce terme là qui nous intéresse et que l'on utilise dans les systèmes non linéaires.

Les autres fréquences produites aussi par les autres termes seront éliminées par filtrage, en précisant tout de même que les coefficients  $a_1, a_2, a_3, \dots$  diminuent très rapidement.

Dans la pratique le coefficient  $a_3$  atténue considérablement déjà le terme au cube.

Ayant compris cela, revenons à votre AN612.

Prenons par exemple comme signal modulant une fréquence fixe de 1 kHz (graphe 1). Pour être plus précis et donc plus clair, pour la bonne compréhension nous allons travailler avec les fréquences des oscillateurs pour le canal 20 qui est, rappelons-le, à la fréquence 27.205 MHz.



Grappe 1

Le signal que nous allons suivre sera pour le mode BLS.

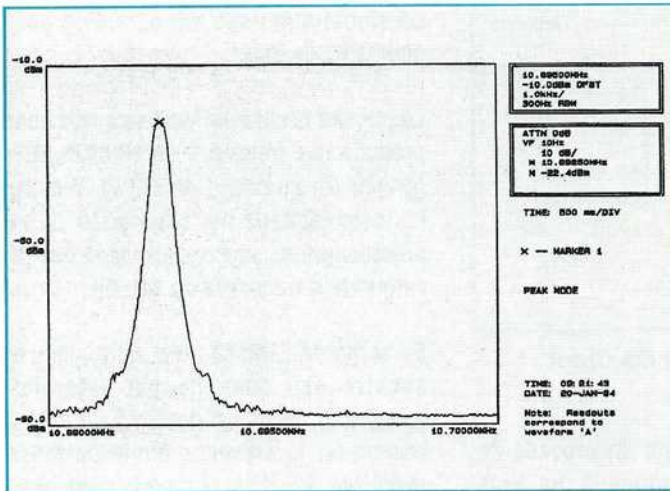
Le premier oscillateur local sera calé pour produire une fréquence de 10.6925 MHz (graphe 2). Le circuit AN612 va moduler les deux signaux ou, comme on l'a vu précédemment, va traduire le signal BF autour de la fréquence du 1er O.L.

En sortie de l'AN612 nous retrouvons le spectre des deux bandes latérales (graphe 3). Nous devons tout de même remarquer la présence d'une porteuse résiduelle. En effet, la théorie c'est bien, la pratique c'est autre chose. La multiplication parfaite n'existe pas. Bien que ce circuit ait été étudié spécifiquement à cet usage, il n'empêche que l'élimination d'une fréquence, tombant de plus pile entre les deux bandes latérales, est impossible à effectuer totalement. De plus, si l'on se rapporte à l'équation d'un système non linéaire, le premier terme reste tout de même entier.

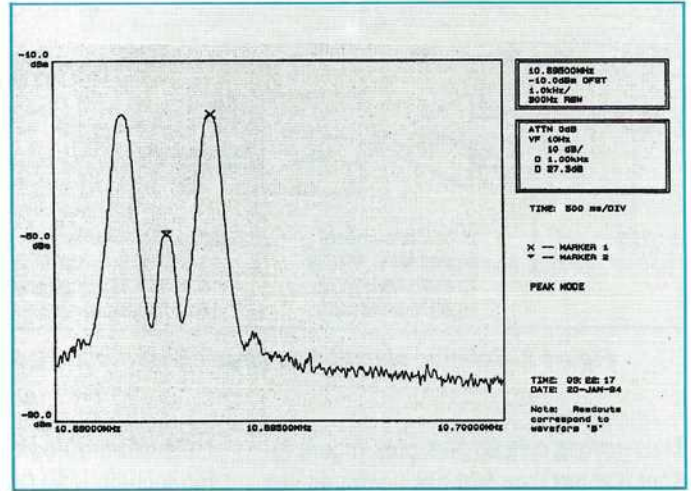
Soyons tout de même lucide et objectif : le résultat obtenu est néanmoins satisfaisant.

La prochaine étape reste l'élimination, dans notre exemple choisi de la bande latérale inférieure. Ceci s'effectuera par filtrage. Le filtre utilisé par les constructeurs du GRANT (UNIDEN) est le FLO90 dont la bande passante est représentée sur le graphe N° 4.

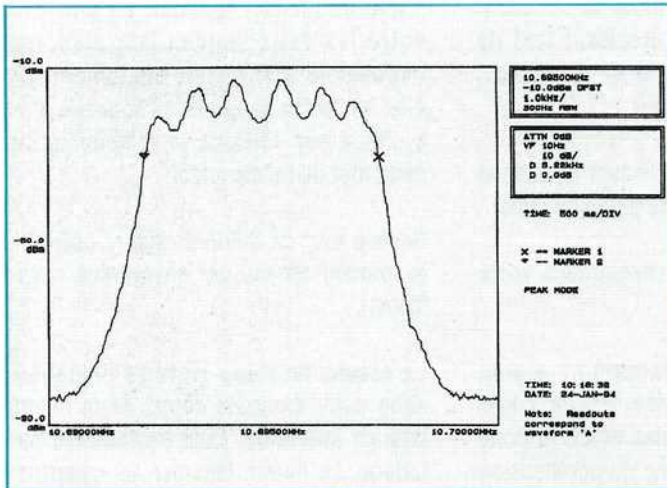




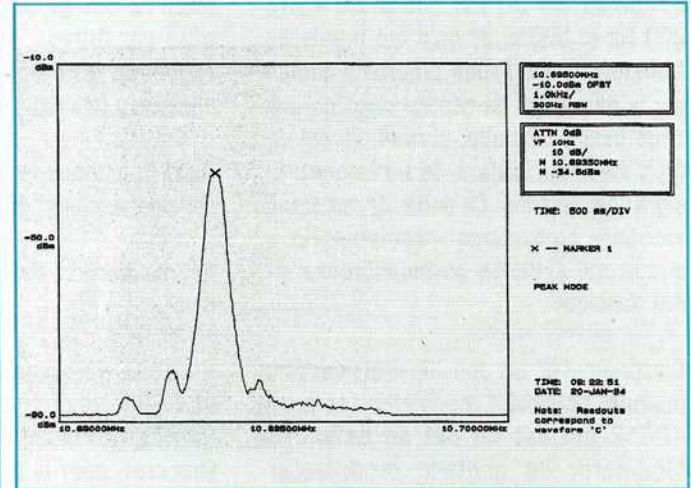
Graphe 2



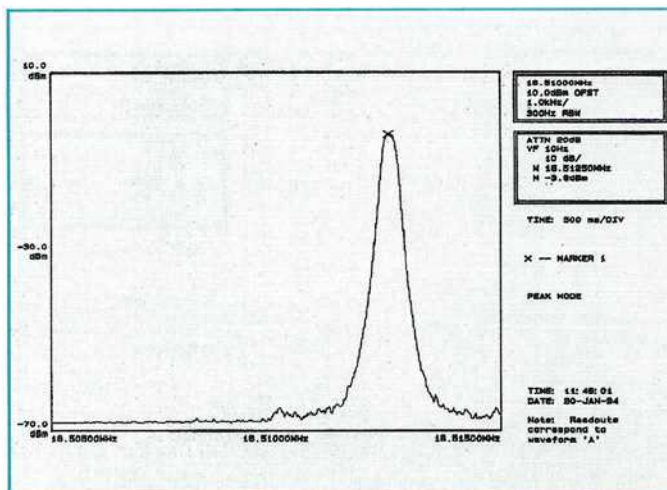
Graphe 3



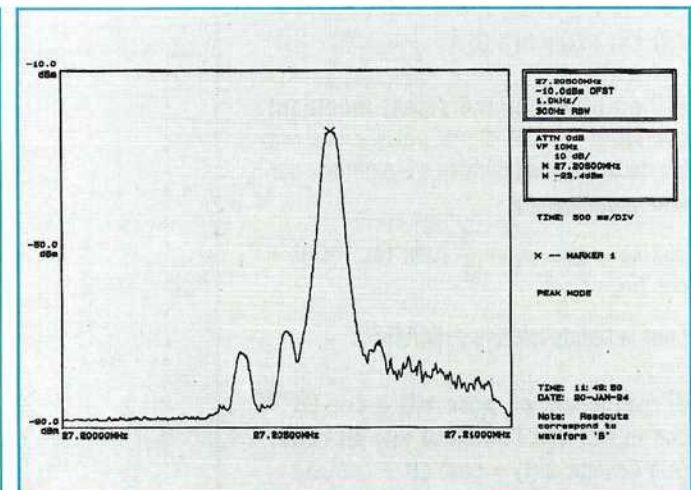
Graphe 4



Graphe 5

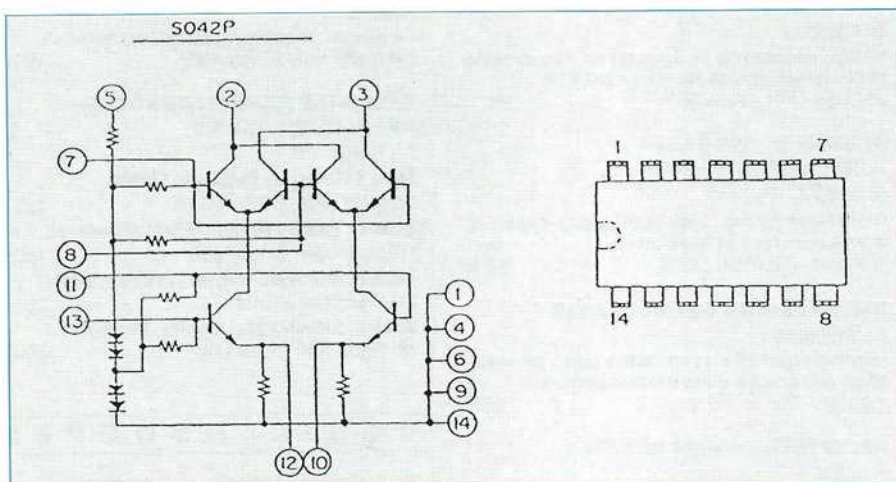


Graphe 6



Graphe 7





SO42P

C'est un filtre à quartz, à pente très raide et à bande passante étroite, environ 5 kHz, ce qui est tout de même assez spectaculaire en analogique sachant que l'on travaille avec des fréquences de l'ordre du Mégahertz.

Ce filtre est composé de quatre quartz montés en série (crystal lattice type en anglais) le tout enfermé dans un boîtier métallique, rayonnement oblige. Il sera employé comme quadripôle, soit une entrée, une sortie.

Notons toutefois l'ondulation dans la bande. En effet, dans la conception d'un filtre, un compromis doit être choisi.

Soit une bande plate, mais la pente de coupure est faible, soit une pente raide, mais alors nous devons tolérer une ondulation dans la bande transmise. Cette

ondulation provient d'une mauvaise régularité du temps de propagation de groupe. Comme dans notre cas, ce qui nous importe le plus est l'élimination d'une des deux bandes latérales, une pente de coupure très raide est obligatoire si nous ne voulons pas altérer la bande latérale restante.

Notons enfin les données constructeur de ce filtre ; 6 dB pour une bande de 4,2 kHz, 60 dB à 7 kHz ce qui fait un facteur de forme de 1,67.

On peut aisément comprendre maintenant pourquoi notre premier oscillateur local est décalé de - 2,5 kHz en BLS par rapport à la fréquence centrale du filtre qui est 10.695 MHz. Ainsi la bande latérale supérieure « passera » à travers le filtre alors que la bande latérale inférieure sera fortement atténuée. En ce

qui concerne l'élaboration du signal BLS le décalage sera de + 2,5 kHz pour qu'ainsi la bande latérale supérieure soit cette fois-ci fortement atténuée.

Le signal en sortie du filtre (graphe 5) peut être désormais qualifié de signal BLS. Légèrement atténué par les pertes d'insertion mais débarrassé de la BLS et de la porteuse quasiment réduites au niveau du bruit mais que l'on peut toutefois encore remarquer.

Le travail d'élaboration n'est pas pour autant terminé, il nous reste encore une dernière translation sur la fréquence d'émission. Ce sera le rôle du circuit SO42P que nous appellerons ici mixer.

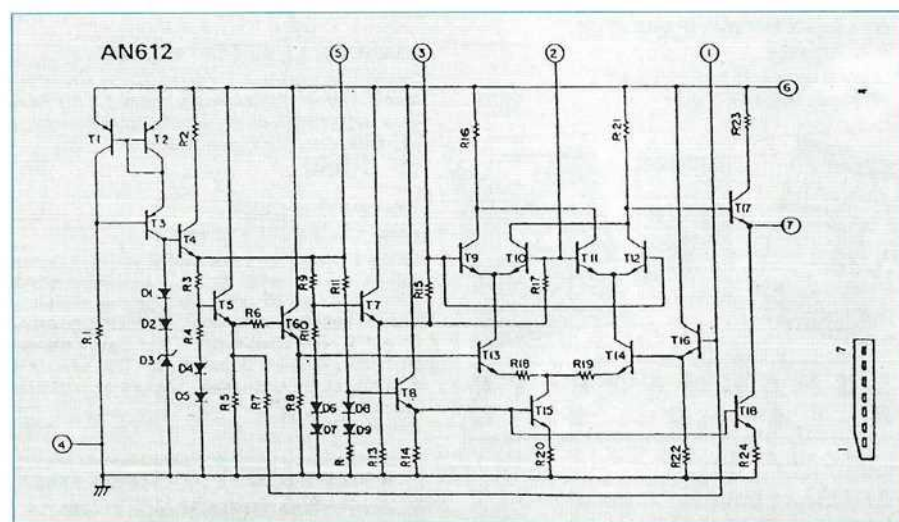
La fréquence d'émission sera sélectionnée par le deuxième oscillateur local. Jusqu'à présent les fréquences sur lesquelles nous avons travaillé sont communes à toutes celles de la bande CB. C'est ici que le choix du canal par l'intermédiaire de sa fréquence va s'opérer.

Pour le CH20 la fréquence du deuxième OL sera de 16.5125 MHz (graphe 6) on remarquera que  $16.5125 \text{ MHz} + 10.6925 \text{ MHz} = 27.205 \text{ MHz}$ . Vous l'avez compris, comme chaque mélange des deux fréquences nous donne la différence et la somme, c'est cette dernière qui sera sélectionnée (graphe 7).

Un dernier filtrage avant envoi sur antenne sera nécessaire pour éliminer les harmoniques. On retrouve notre signal de fréquence 27.206 MHz qui résulte de la fréquence porteuse plus celle du signal modulant soit  $27.205 \text{ MHz} + 1 \text{ kHz} = 27.206 \text{ MHz}$ .

Si cela vous a intéressé, n'hésitez pas à écrire au journal et si vous avez été nombreux à vous manifester je tenterai de vous expliquer le chemin inverse en réception dans un prochain article.

\* Cet intéressant article a été écrit par un amateur de CB. Tout reste valable pour les radioamateurs, évidemment.



AN612