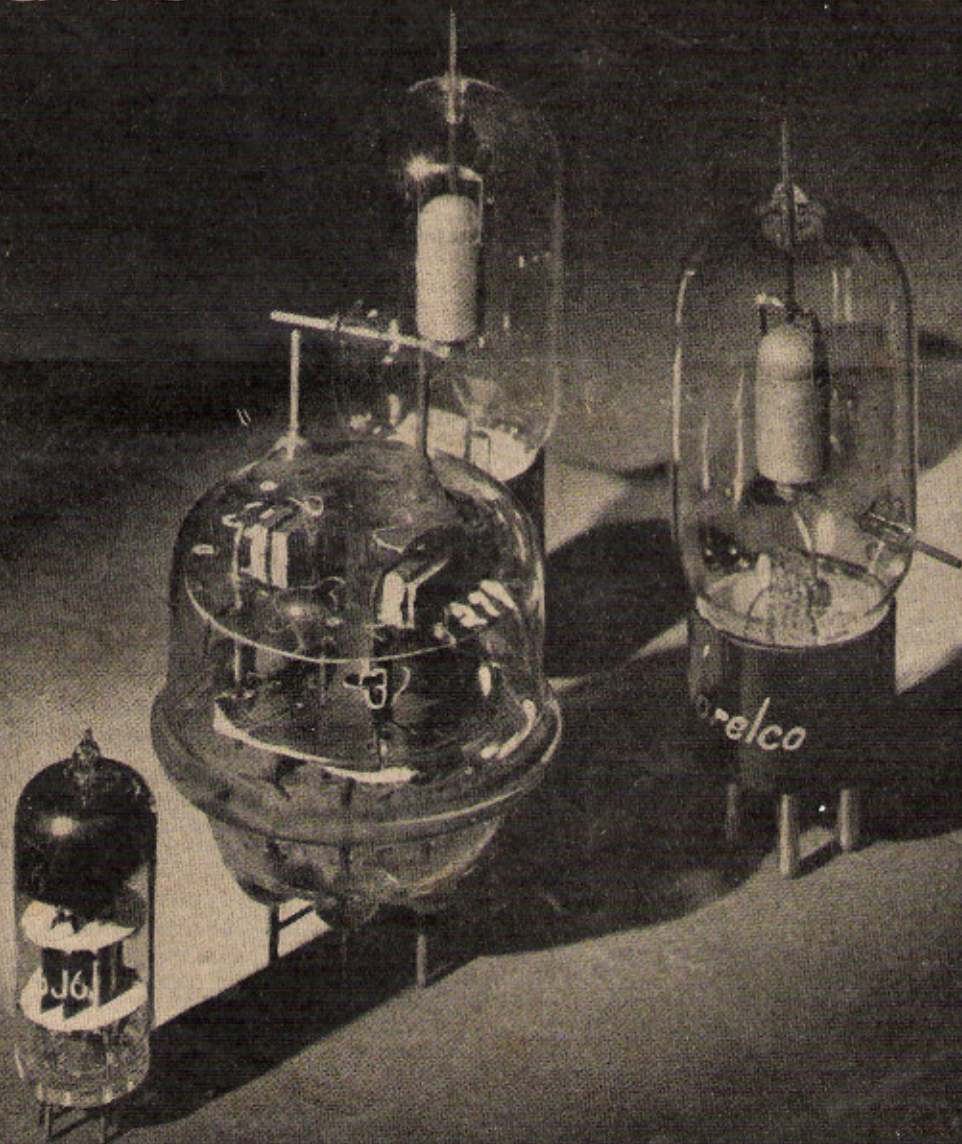


N° 1
Novembre 1951
75 Fr.

ondes courtes

la revue des amateurs



ANALYSES

ANTENNES

Le « Folded Dipole »

S. Gould (G3ASP) (Short Wave Magazine, Sept. 1951)

L'impédance d'un dipôle, qui est normalement comprise entre 70 et 80 ohms, et qui s'abaisse considérablement dans le cas d'aériens pourvus de réflecteurs et de directeurs, peut être augmentée, en faisant usage du folded dipole, pour adapter son impédance à celle de la ligne de transmission. Un dipôle replié dont les deux conducteurs sont de même diamètre, a une impédance 4 fois plus grande qu'une demi-onde ordinaire. On peut encore l'augmenter dans de plus grandes proportions en utilisant, pour le brin non coupé, un conducteur de plus gros diamètre. L'auteur donne une théorie simple du folded dipole et indique en terminant, qu'à puissance d'alimentation égale, il donne des résultats en tout point identiques à ceux du dipôle ordinaire.

EMETTEURS

Emetteur-Récepteur portatif

M. Kirchhoff (W2FAR) et D. Bulkley (W2QUJ)
(Rad. & Tel. News, Sept. 1951)

Ensemble portatif couvrant les bandes 80, 40, 20 et 10 m. Le récepteur est un super 7 tubes miniatures à selfs interchangeable, montage classique, sans HF. L'émetteur comporte un pilote (6AQ5) et un ampli-doubleur équipé de deux 6AQ5. Modulation plaque par deux 6AQ5 push-pull, préamplificateur 2 étages. Alimentation en alternatif, sans transformateur HT, par doubleur de tension avec redresseurs secs.

Exciter pour 7 bandes

Vernon Chambers (W1JEQ) (QST Août 1951)

Équipé de quatre tubes 5763, pentodes à grande pente, cet appareil de conception classique, comporte un étage pilote Xtal, pouvant être attaqué par un VFO, un étage doubleur ou quadrupleur et un étage amplificateur (doubleur sur 50 Mcs) équipé de deux 5763. La sélection des 7 bandes (3,5 à 50 Mcs), se fait par des contacteurs individuels (un par étage), de même chaque étage est accordé séparément par un petit variable. (Pas de commande unique qui aurait augmenté le prix de revient). Blindage intégral, procurant une excellente protection contre les interférences en Télévision.

MODULATION

Triplez la puissance de votre Phonie pour cinq dollars

F. Everett (WOYTY) (Rad. & Tel. News, Sept. 1951)

L'auteur décrit un écreteur simple équipé d'une double triode 6SL7 et de deux IN34, permettant un taux d'écrêtage de 10 à 15 db. Ce dispositif peu coûteux permet, si l'amplificateur de modulation est bien conçu (dans le cas de la modulation plaque), de tripler la puissance utile de l'émetteur en téléphonie en augmentant, sans risque de surmodulation, le taux moyen de modulation.

Retour sur la « Clamp Modulation »

J. Spittle (G3GFF) (Short Wave Magazine, Sept. 1951)

La modulation par la lampe de protection (lampe insérée dans le circuit d'écran d'une pentode d'émission pour éviter sa détérioration en cas de coupure de l'excitation) appelée « Clamp tube » par les Anglo-Saxons, permet d'obtenir des résultats intéressants avec des moyens très simples. C'est un procédé idéal pour le graphiste qui veut de temps en temps, tâter de la phonie; pour le débutant qui ne peut s'offrir le luxe d'un modulateur important; pour les émetteurs portatifs, enfin, où la place et la consommation sont strictement limitées. On peut utiliser comme lampe de protection une 6V6 ou une 6L6, cette dernière donnant un meilleur résultat. Le PA doit être réglé et le couplage antenne ajusté comme pour la graphie. Sous l'effet de la modulation, le courant plaque moyen doit atteindre environ 2/3 du courant en régime télégraphique. Une 807, alimentée sous 500 volts peut donner ainsi une puissance moyenne de 30 à 35 watts.

PROPAGATION

Le mois de Juin sur 144 Mcs

E. Brown (W2PAU) (CQ, Sept. 1951)

La soirée du 10 juin a été excellente pour le DX sur 144 Mcs. W5AJG, de Dallas (Texas) a pu établir une liaison en phonie, vers 19 heures 40, avec W6ZL de Glendale (Californie), à une distance de 2000 kms. (Report Q5, S6 à 7). W5QNL put également contacter W6WSQ et W6ZL (record mondial 2250 kms).

Quel était le type de propagation ayant permis ces records ? A noter que la bande des 50 Mcs était également « ouverte », et que l'on constatait une distorsion des bandes latérales de modulation, ainsi qu'une région favorable au DX très nettement délimitée, les stations en dehors de cette zone n'entendant aucun signal. Ces phénomènes sont caractéristiques de la propagation ionosphérique et, bien que les conditions troposphériques paraissent être également favorables, l'auteur pense que cette propagation exceptionnelle a été causée par une intense ionisation locale de la couche E; les conditions troposphériques favorables, ayant pu, en outre, accentuer ces effets.

Le DX sur 50 et 144 Mcs

E. Tilton (W1HDQ) (QST, Août et Sept. 1951)

Après avoir annoncé les liaisons de W5QNL, W6WSQ, W6ZL, ... ayant eu lieu durant le mois de juin, l'auteur indique que l'ionisation de la couche E sporadique était extrêmement intense et étendue. Les signaux étaient affectés du fading caractéristique bien connu des DX-men sur 50 Mcs; en outre, un violent orage sévissait pendant cette période. Cet ensemble de faits porte à croire que les ondes étaient réfléchies par la couche E. D'autre part on signalait une importante inversion entre 1800 et 2700 mètres d'altitude. La disparition de cette inversion a coïncidé avec la fin de la période du DX. A vous de conclure !

Pendant le mois de juillet, l'intense ionisation locale de la couche E, s'est à nouveau manifestée. En particulier, on a pu constater que le cycle de 27 jours, ramenait le 9 juillet, les conditions favorables rencontrées lors des premiers DX du 11 juin. Des liaisons à des distances aussi courtes que 350 kilomètres, ont pu être effectuées sur 50 Mcs par réflexion sur la couche E, ce qui démontre l'intensité de l'ionisation rencontrée. Les sondages ionosphériques ont donné des échos à la verticale sur la couche E jusqu'à une fréquence de 24 Mcs, indiquant ainsi que le DX sur 2 mètres était possible.

Pendant la nuit du 1^{er} juillet une importante aurore boréale permit d'entendre sur 50 Mcs des stations distantes de 1500 kms et plus. Les signaux étaient puissants et stables sans la distorsion caractéristique de cette propagation. Sur 144 Mcs, l'aurore ne fit sentir son effet que vers minuit, soit près de 6 heures plus tard que sur 50 Mcs. La propagation exceptionnelle ne dura d'ailleurs qu'une heure, tandis que sur 50 Mcs, elle se manifesta jusqu'au lever du jour.

RÉCEPTEURS

Une double triode à faible souffle

E. Tilton (W1HDQ) (QST, Août 1951)

La 6BQ7 a été conçue spécialement pour être utilisée comme amplificatrice HF à faible souffle à des fréquences supérieures à 30 Mcs.

Bien que ce tube puisse être utilisé dans n'importe quel montage classique (Cascode, amplificateur à entrée sur la cathode et grille à la masse, amplificateur push-pull), un nouveau circuit plus simple peut être utilisé (fig. 1).

Il comprend un étage amplificateur triode couplé à un étage avec grille à la masse. C'est le principe du « Cascode », mais la simplification réside dans le fait que le couplage grille-cathode est direct. Les deux lampes se trouvent ainsi montées en série. Certaines précautions sont à prendre :

Minimum de capacités parasites dans le circuit plaque-cathode.

(Suite page 16)

ONDES COURTES

la revue des amateurs

Éditée par
le Service
de Documentation Technique
S.A.R.L. au Capital de 100.000 francs
7, Rue Jacques-Bounin à NICE

Prix du Numéro : 75 fr.

ABONNEMENTS :

UN AN (11 N ^{os})	700 fr.
SIX MOIS	400 fr.
Etranger (UN AN)	1.000 fr.
C.C.P. Marseille N° 94.225	

N° 1 — NOVEMBRE 1951

SOMMAIRE

Le Cœur de l'émetteur VHF (6J6 - 832 - 24G)	Couverture
Analyses	2
Appel général	3
Le récepteur de trafic	4
La modulation	7
La propagation des VHF	10
La super-modulation	12

« ONDES COURTES » traite de tous les
problèmes concernant les O.C.

(Photos P.-L. THIESSARD)

Appel général...

Tel l'OM à son premier CQ, c'est avec anxiété, avec espoir aussi, que nous nous adressons aujourd'hui à vous tous : OM., SWL, Amateurs et Techniciens de la Radio.

Nous espérons que notre voix, encore mal assurée, arrivera tout de même à percer le QRM et éveillera en vous ce bienveillant intérêt qui encourage les initiatives et permet le développement de toute entreprise, aussi imparfaite soit-elle à ses débuts.

Suivant en cela la tradition de la grande famille des amateurs, nous désirons, à l'occasion de ce premier numéro, nous présenter à vous et nous entretenir familièrement de nos buts et de nos projets d'avenir.

Vouloir créer en France une revue indépendante, *entièrement* consacrée à l'émission et à la réception des ondes courtes, l'idée paraît hasardeuse en raison du petit nombre d'amateurs intéressés par ces questions. Nous sommes, en effet, moins de deux mille amateurs-émetteurs ; il y a, sans doute, autant de candidats à l'émission, de SWL ou de techniciens intéressés par la technique ou le trafic sur OC ; soit, en tout, une audience possible de quatre à cinq mille personnes, ce qui est peu pour faire vivre un périodique. Et pourtant, nous croyons, qu'à l'exemple des pays étrangers, il est nécessaire qu'un tel organe spécialisé, largement diffusé et accessible à tous par son prix modique, répande parmi tous les amateurs de radio et les jeunes générations, le goût pour ces techniques particulières et des expériences passionnantes qu'elles permettent.

« Ondes Courtes » veut être cet agent de diffusion ; elle veut, chaque mois, par ses études, ses réalisations pratiques, ses compte rendus d'essais, apporter à tous cette indispensable documentation sans laquelle il est difficile de progresser dans une science sans cesse en évolution.

Créée par des amateurs, indépendante à l'égard de tout groupement ou organisme, « Ondes Courtes » sera la revue des amateurs, des « purs », de ceux dont le principal passe-temps consiste à construire, expérimenter et améliorer sans cesse leur matériel.

Une revue ! direz-vous, quelle appellation prétentieuse pour ces quelques pages bien modestes. De grâce, ne nous jugez pas trop hâtivement ; tenez compte des difficultés actuelles et de l'étroitesse du marché français. Nous aurions voulu, certes, une présentation luxueuse, un nombre de pages plus important, réfléchissez toutefois aux aléas que présente le lancement d'un périodique pour lequel aucune publicité efficace ne peut être faite. Notre développement sera fonction de la faveur que nous rencontrerons auprès de vous ; notre force, nous la puiserons principalement dans le nombre de nos abonnés, dans celui de nos lecteurs aussi, puisque notre revue est mise en vente au numéro dans les kiosques à journaux.

D'aucuns, parmi vous, regretteront certainement que ce premier numéro ne contienne aucune réalisation pratique et ne traite que de problèmes généraux. Nous leur ferons remarquer que tout ne saurait être parfait dès le début, qu'il faut en principe, poser les problèmes avant de tenter de les résoudre et, qu'en outre, il n'est pas inutile de rappeler certains principes avant de passer à des réalisations concrètes. Mais rassurez-vous et faites-nous confiance, notre intention est de vous présenter, chaque mois, plusieurs études pratiques, abondamment illustrées de photographies et de dessins, sur des montages *effectivement* réalisés dans notre laboratoire et essayés « sur l'air ». Chacun de vous pourra ainsi, trouver dans nos pages, la description d'appareils ayant fait leurs preuves et pouvant convenir à tous leurs besoins.

Vous voulez également une revue qui soit vivante, pour cela votre collaboration nous est indispensable. Vos suggestions, vos critiques (surtout si elles sont constructives), sont nécessaires pour nous guider. « Ondes Courtes » sera, pour une large part, ce que vous voudrez qu'elle soit. C'est vous, en particulier, qui donnerez la vie à certaines rubriques, celles du DX, des SWL, des VHF, des Modèles Télécommandés...

Nous faisons largement appel à vous, votre soutien nous est indispensable. Si notre initiative, dont personne ne peut prendre ombrage, vous intéresse ; si vous voulez que nous puissions continuer à servir une cause qui nous est chère, aidez-nous. Abonnez-vous, faites-nous connaître à vos amis, pour que, notre tirage augmentant, il nous soit possible d'accroître rapidement le nombre de nos pages et de faire d'Ondes Courtes une des grandes revues de la Radio.

APPEL GENERAL..., c'est un faire-part de naissance en même temps qu'une demande d'audience...

Puisse-t-il être entendu par tous

F. V.

LE RECEPTEUR DE TRAFIC

Le récepteur est la pièce maîtresse d'une station d'amateur, c'est un lieu commun de le dire, mais encore faut-il qu'il soit adapté au rôle important qu'il est appelé à jouer. Pour remplir sa fonction, qui est de rendre perceptible à notre ouïe, l'onde ténue du DX recherché, il doit posséder des qualités nombreuses et surtout se maintenir identique à lui-même dans le temps.

Combien paraît simple l'étude et la réalisation d'un émetteur, au regard de celle du moindre récepteur de trafic digne de ce nom. Côté émission, la puissance disponible est assez considérable, on la voit se créer, s'amplifier à chacun des étages et si on en perd un peu en route, le malheur n'est pas bien grand. A la réception, par contre, quelques malheureux microvolts venus des antipodes se présentent timidement à l'entrée. Passe encore s'ils étaient seuls, mais les voici accompagnés d'hôtes indésirables récoltés en cours de route. Comme votre hospitalité n'est pas assez large pour recueillir ces intrus, il faut vous débarrasser d'eux et ne garder, si possible, que ce DX faible et instable que vous convoitez, l'amplifier dix millions de fois et plus pour qu'enfin il vous soit révélé par votre oreille. Ajoutez à tout cela les crachements provoqués par une seule soudure défectueuse, les ronflements et parasites de toutes sortes, un peu de glissement de fréquence de l'oscillateur local et le DX si longuement recherché aura disparu avant d'avoir pu être contacté.

Nous avons le désir, au cours des prochains mois, de vous présenter diverses réalisations de récepteurs, susceptibles de répondre aux besoins et aux possibilités de chacun, mais auparavant, dans un article d'une portée générale, nous voudrions dégager les principales caractéristiques que nous devons nous efforcer d'obtenir; en un mot, nous allons établir ci-dessous le « cahier des charges » d'un récepteur de trafic type.

Des diverses études publiées par les techniciens des Radio communications et des expériences des amateurs en la matière, il résulte que les principales qualités requises peuvent être classées dans l'ordre ci-dessous.

- 1° Sélectivité.
- 2° Sensibilité utile maximum et VCA efficace.
- 3° Stabilité.
- 4° Constance et précision de l'étalonnage.
- 5° Facilité d'utilisation et universalité si possible.
- 6° Minimum de bruits parasites propres au récepteur.
- 7° Indicateur d'accord permettant un bon réglage sur la porteuse.

I. — LA SELECTIVITE

Il apparaît nettement, qu'à l'heure présente, une sélectivité poussée et, plus encore, adaptée aux divers types de réceptions rencontrées sur nos bandes, soit la qualité première requise d'un bon récepteur. Il suffit d'ailleurs de lire le nombre important d'articles publiés sur ce sujet pour s'en convaincre (Nos lecteurs s'étant sans doute convaincus d'eux-mêmes par expérience). Sur ce point particulier, l'amateur qui construit son récepteur peut facilement surclasser les meilleures productions de l'industrie, et bien souvent les meilleurs récepteurs du commerce doivent être rendus plus sélectifs par l'adjonction de ce que les américains appellent un « Q5-er ».

Pour tenir compte des divers cas possibles de réception, il y a lieu de prévoir au minimum 3 largeurs différentes de la bande passante MF (figure I).

- 1° Position graphie — largeur de bande 500 cycles, ou moins, pour un affaiblissement de 6 db.
- 2° Position phonie DX — réception de la porteuse et d'une seule bande latérale, largeur 2,5 à 3 kilocycles.
- 3° Position recherche de station, ou trafic local, ou trafic VHF — largeur de bande 6 à 8 kilocycles.

L'utilisation d'un filtre à quartz en moyenne fréquence n'est pas indispensable, les nouveaux montages permettant d'obtenir de meilleurs résultats pour un réglage plus facile.

Il va sans dire que les transformateurs MF doivent être d'excellente qualité et être capables de conserver leur réglage dans le temps.

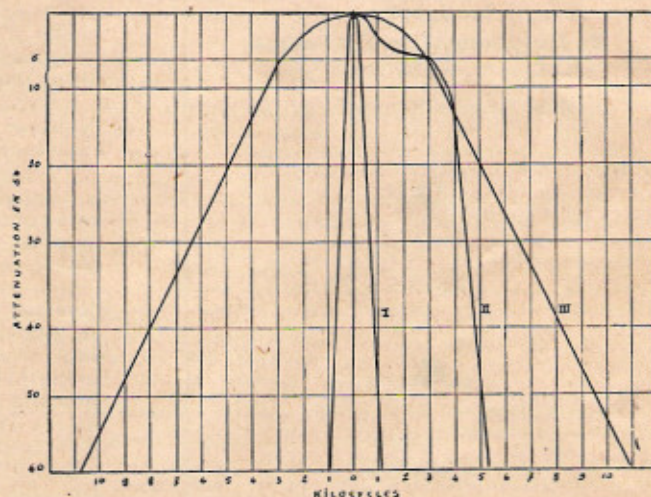


Fig. 1. — Courbes de sélectivité.

II. — SENSIBILITE UTILE MAXIMUM ET VCA EFFICACE.

La sensibilité utile d'un récepteur se mesure en général par le nombre de microvolts nécessaires à l'entrée du récepteur pour donner un rapport signal-bruit de fond de 10 db. (Tension du signal 3 fois plus élevée que celle du bruit). Cette sensibilité varie d'ailleurs avec la fréquence de réception et le degré de sélectivité employé.

Nous nous sommes servis du terme « bruit de fond », car il est plus général que le terme « souffle », auquel nous donnerons une signification bien déterminée.

En effet, le bruit de fond se compose de deux parties distinctes :

a) Une partie inévitable, le « souffle », qui est inhérent à la nature même des choses, étant causé par l'agitation désordonnée, sous l'effet de la température, des milliards d'électrons présents dans les lampes et les circuits.

b) Une partie que l'on peut éviter, tout au moins dans de grandes proportions, ce sont les ronflements d'induction, les crachements causés par une résistance de mauvaise qualité, les soudures défectueuses...

Le souffle.

1° du circuit d'entrée : Il est absolument inévitable et, à moins de refroidir le circuit jusqu'au zéro absolu, il ne peut disparaître. On définit d'ailleurs le « récepteur parfait », comme étant celui dont la tension de bruit provient uniquement du souffle du circuit d'antenne. Ce récepteur parfait (qui est une pure fiction), sert de référence et on dit que le facteur de bruit d'un récepteur donné est, par exemple de 6 db à 28 Mcs, au dessus de cette référence.

2° de la lampe d'entrée : Il est causé par l'irrégularité de l'émission électronique de la cathode, qui fait que le courant plaque varie à tout instant autour d'une valeur moyenne. Toutes les lampes ne produisent pas la même tension de souffle, en particulier les triodes en donnent en moyenne 4 fois moins que les pentodes, d'où leur emploi généralisé aux UHF. On peut dire que, toutes choses étant égales par ailleurs, plus une lampe aura une pente élevée, meilleur sera le rapport signal-souffle de l'étage. Un étage changeur de fréquence, par exemple, dont la lampe a une pente de conversion 4 fois plus faible que si elle était utilisée en HF, ne doit pas, en règle générale, constituer l'étage d'entrée d'un récepteur de trafic.

Ces deux souffles s'ajoutent pour donner le souffle total de l'étage d'entrée du récepteur. En conclusion, pour obtenir un rapport signal-souffle élevé, il faut disposer au moins d'un étage HF équipé d'une lampe à forte pente. De plus, cette lampe devra fonctionner avec sa pente maximum tant que le niveau du signal reçu n'aura pas une valeur au moins 30 fois plus élevée (30 db) que la tension de souffle. En d'autres termes, le VCA ne devra pas être appliqué sur cet étage, sauf précautions spéciales. (Réglage de son seuil d'action de telle sorte qu'il n'agisse que lorsque les signaux ont la valeur requise).

Le volume contrôle automatique.

Le rôle du VCA est important puisqu'il est chargé de régulariser les conditions de réception et de donner au récepteur la sensibilité optimum dans tous les cas. Son étude et son réglage sont délicats et ne peuvent être abordés pour l'instant.

Le VCA, amplifié de préférence, doit agir principalement sur les étages à fréquence intermédiaire. Il possèdera un seuil, réglé pour lui permettre de commencer son action dès qu'un signal d'une intensité supérieure au bruit de fond est reçu.

Nous étudierons par la suite ces divers problèmes et en particulier celui de la « constante de temps », mais nous pourrions dès à présent examiner en détail le graphique de la figure 2, qui donne la courbe caractéristique du VCA type.

Un tel graphique, donné par I. Forbes Simpson, dans « Electronic Engineering » de novembre 1946, est extrêmement intéressant en ce qu'il fournit un maximum de renseignements sur un récepteur. Nous y voyons, portés en abscisses, les tensions du signal d'entrée et, en ordonnées, le nombre de décibels en dessous du niveau maximum de sortie du récepteur pris égal à 0 db. Trois courbes sont tracées, une courbe en trait plein donnant la variation de la puissance de sortie en fonction de la tension du signal; une courbe en points et tirets donnant la valeur de la puissance développée par le souffle du premier étage; une courbe en pointillés (confondue sur une partie avec la précédente) donnant la valeur totale du bruit de fond.

Disons tout de suite, que le récepteur ayant servi au tracé de ce graphique est excellent; en effet nous voyons qu'il donne son output maximum pour un signal d'entrée de l'ordre de 2 microvolts et que l'output reste constant par la suite. De même, sa sensibilité utile (pour un rapport signal-bruit de 10 db), est de l'ordre de 1.2 microvolts (dans la gamme considérée).

L'action du VCA se traduit par deux résultats :

- 2° le bruit de fond diminue régulièrement quand la tension signal augmente.

Le bruit de fond du récepteur, nous l'avons vu plus haut, se compose de deux parties distinctes, le souffle du premier étage HF et les bruits parasites divers créés par le récepteur (ronflements en particulier). Nous voyons ceci nettement sur la figure 2. En effet, tandis que pour une faible valeur du signal, le bruit de fond est constitué, pour sa plus grande partie, par le souffle du premier étage; nous constatons que vers 10 microvolts, alors que le souffle du premier étage diminue toujours très rapidement, sous l'effet du VCA (désensibilisation des étages HF et MF), le bruit de fond total diminue moins rapidement et atteint son niveau le plus bas vers -65 db. Cette limite est constituée en général, par les bruits parasites du récepteur que nous examinerons plus loin. Plus ce niveau sera bas, meilleure sera la sensibilité utile.

Autre remarque, ces caractéristiques ont été relevées pour un signal modulé à 30 %. Un autre enseignement remarquable peut être tiré de ce diagramme : à savoir : si nous augmentons la profondeur de modulation du signal, la sensibilité utile du récepteur sera améliorée et notre signal mieux reçu.

Supposons qu'au lieu de moduler, en moyenne, à 30 %, nous modulons ce même signal à 75 %. La tension de sortie BF du détecteur sera 2,5 fois plus grande et, par suite, pour obtenir le même output du récepteur, nous devrons agir sur le contrôle de volume pour diminuer la sensibilité de l'amplificateur BF. Pour un récepteur soigné, il est évident que le bruit de fond diminuera dans la même proportion, soit de 8 db. En l'absence de signal, notre courbe de bruit de fond total (points et tirets de la figure 2), sera donc au niveau -8 db, au lieu de 0 db. La courbe signal ne changera pas (nous n'avons pas

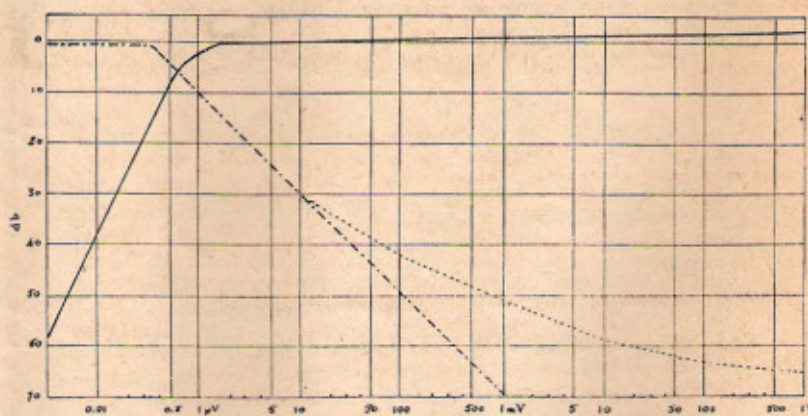


Fig. 2. — Caractéristiques du V.C.A.

touché à la sensibilité HF et MF) et, en conséquence, nous verrons que la sensibilité utile pour 10 db, sera de 0,5 microvolt, au lieu de 1,2 pour le même signal modulé à 30 %. Ainsi un signal de 0,5 microvolt modulé à 75 % sera aussi bien reçu qu'un signal de 1,2 microvolt modulé à 30 %. Cela confirme, une fois de plus, l'intérêt qu'il y a, d'avoir un taux de modulation moyen, aussi élevé que possible.

III. — LA STABILITE.

La nécessité pour les récepteurs d'être de plus en plus sélectifs, entraîne comme corollaire un accroissement de leur stabilité; plus précisément, de la stabilité du ou des oscillateurs locaux. Les émetteurs d'amateurs actuels sont stables, ou tout au moins peuvent être conçus dans ce but; dans toutes les revues, des pages entières sont consacrées à cette question et toutes les formes de pilotes, quartz ou VFO, sont étudiées en vue d'assurer une stabilité de fréquence et une précision d'éta-lonnage aussi bonnes que possible.

Prend-on autant de précautions pour l'oscillateur du récepteur ? On se contente, bien souvent, de monter un oscillateur local qui permette de couvrir la bande désirée, sans d'ailleurs se préoccuper de la valeur et de la constance de la tension HF injectée à la changeuse de fréquence, et ensuite on se laisse aller à la dérive (en fréquence, bien sûr), se bornant à retoucher au réglage, si le correspondant a tendance à s'en aller tout doucement d'un côté ou de l'autre.

Examinons la stabilité requise d'un oscillateur en supposant, pour mettre les choses au mieux, que le récepteur soit utilisé avec sa bande passante maximum, soit 8 kilocycles.

Avec une telle largeur de bande, nous pouvons tolérer une variation de fréquence de ± 2 kcs. Si nous écoutons dans la bande des 3,5 Mcs, notre oscillation locale sera, en général, de l'ordre de 4 Mcs et la stabilité devra être de l'ordre de 1/1.000^e. Moyennant quelques précautions, il nous sera possible d'atteindre assez facilement un tel ordre de grandeur.

Par contre, dans la bande des 30 Mes, la stabilité, pour un même résultat, devra être 10 fois plus grande. Le problème se complique encore si nous désirons employer une sélectivité meilleure.

La stabilité d'un oscillateur est affectée par divers facteurs, les uns sont électriques et les autres, mécaniques ou climatologiques. Du point de vue électrique, les facteurs agissants sont les variations de la tension de chauffage et de la haute tension. A la mise en route, sous l'effet de la variation de température causée par le chauffage des lampes (ou des résistances), la fréquence peut varier pendant plusieurs minutes, jusqu'à ce que la température d'équilibre soit atteinte. Pour limiter au maximum cet effet, le circuit oscillant sera placé dans un endroit aéré et le plus éloigné possible de toutes sources de chaleur. La haute tension sera stabilisée pour éviter toutes variations pouvant modifier la pente du tube et, par suite, sa capacité d'entrée. La bobine d'accord sera montée sur une carcasse rigide constituée par un isolant peu sensible aux variations de la température et de l'humidité. L'ensemble sera absolument rigide et, en aucun cas, les connexions ne devront vibrer sous l'effet d'un choc. Ce sont, en somme, les

règles que tout le monde applique lors de la construction d'un VFO, mais que bien peu respectent lors de la construction d'un récepteur.

Il est, en outre, possible d'annuler la variation de fréquence due aux écarts de température, en plaçant aux bornes du circuit oscillant de l'oscillateur, un condensateur correcteur à coefficient de température positif ou négatif suivant les cas.

Pour la même raison, le VCA ne devra pas être appliqué sur l'étage changeur de fréquence, si la lampe de cet étage comporte en elle l'élément oscillateur (avec cathode commune évidemment). Des précautions seront prises pour que la tension de VCA appliquée sur les étages MF, ne provoque pas une variation de la valeur de la fréquence intermédiaire.

IV. — PRECISION ET CONSTANCE DE L'ÉTALONNAGE.

Un récepteur de trafic moderne doit posséder un grand cadran étalonné directement en kilocycles. Pendant longtemps, l'amateur s'est contenté d'utiliser un cadran gradué en 100 ou 180 divisions égales et il déterminait la fréquence reçue sur telle ou telle graduation, en se reportant à une courbe d'étalonnage. Ce procédé, disons-le, est archaïque et ne se justifie plus. Un récepteur est un appareil de prix, il doit servir pendant plusieurs années et on ne saurait apporter trop de soins à sa réalisation, tout en s'efforçant de le rendre agréable à utiliser et même à regarder. Il ne coûte pas plus cher de prévoir un grand cadran, demi-circulaire ou horizontal, peu importe, et à tracer des échelles bien lisibles sur lesquelles on pourra immédiatement retrouver la fréquence d'écoute. Ce sont des détails de ce genre qui feront de votre récepteur un appareil de classe, équivalent, et même supérieur, aux meilleures productions de l'industrie.

Prévoir, donc, un grand cadran de bonne qualité, avec le minimum de jeu; divers modèles s'offrent à nous qui sont excellents et permettent de tracer des échelles d'une longueur moyenne de 30 cm; leur démultiplication est douce et réversible.

Quelle sera la précision de lecture des fréquences (étant entendu que l'étalonnage sera aussi rigoureux que possible). Dans le cas d'un récepteur de trafic, couvrant en six gammes la bande des fréquences s'étendant de 2,5 à 32 Mcs, la gamme la plus basse couvrira de 2,5 à 4 Mcs, soit 1,5 Mcs; l'opérateur pouvant lire facilement des graduations distantes de un millimètre, nous aurons 300 divisions, une tous les 5 kilocycles, ce qui est parfait. Par contre, la gamme la plus élevée ira de 20 à 32 Mcs, soit 12 Mcs, les divisions seront donc distantes de 40 kcs, ce qui est beaucoup trop. Il faudra donc prévoir un condensateur d'étalement des bandes et dans ce cas l'étalonnage sera douteux (il est en effet nécessaire de placer le condensateur principal exactement sur la même division à chaque fois, et une erreur d'un demi-millimètre, provoquera une erreur de 20 kcs sur la fréquence); ou, encore, utiliser la graduation auxiliaire parcourue par une aiguille trotteuse, et nous devrons nous livrer à un petit calcul d'interpolation ou recourir à des courbes pour retrouver la fréquence exacte.

Fort heureusement, dans le cas de l'amateur qui désire principalement recevoir au mieux les bandes de fréquences qui lui sont allouées, une solution peut être facilement trouvée, qui résout, tout à la fois, tant le problème de la stabilité, que celui de la précision de la lecture et de l'étalonnage. Il suffit de recourir à un double changement de fréquence, tel qu'il sera étudié par ailleurs dans cette revue.

Autre point important : le nombre de kilocycles explorés pour un tour du bouton d'accord. On estime comme étant très satisfaisante une variation de 1 ou 2 kilocycles par degré de rotation du bouton de commande. Adoptons le chiffre de 1 kilocycle, soit 360 kilocycles par tour complet du bouton. Si une gamme de fréquences à recevoir, s'étend sur 2 Mcs par exemple, il faudra prévoir son exploration complète en 6 tours de bouton, soit (le condensateur variable ne tournant que de 180°) un rapport de démultiplication de 1/12. Si nous balayons par contre une gamme de 12 Mcs, la démultiplication devra être six fois plus grande, soit de l'ordre de 1/80. A noter, enfin, que, pour éviter toute fatigue de la main, il convient de prévoir un bouton d'accord de grand diamètre, 5 cms environ.

V. — FACILITE D'UTILISATION ET UNIVERSALITE.

Chaque opérateur ayant sa manière personnelle d'opérer et, d'autre part, les conditions de réception pouvant être très variables, il importe de prévoir un nombre de contrôles suffisant. Outre ceux déjà mentionnés : 1° accord et 2° sélectivité, il faut prévoir :

3° Un trimmer d'antenne; petit condensateur variable d'appoint sur le circuit d'entrée, permettant un réglage optimum de ce circuit en tenant compte des diverses antennes pouvant être utilisées et des défauts d'alignement des circuits.

4° Réglage de la sensibilité HF, pour éviter dans certains cas la « cross-modulation ».

5° Réglage de la sensibilité MF, pouvant être utilisé pour la réception de la télégraphie.

6° Réglage du BFO.

7° Mise en service du limiteur de parasites, avec seuil réglable ou non.

8° Réglage de la sensibilité BF.

9° Possibilité de coupure des basses et des aigües, ou filtre 1000 c/s, ou « Select-o-Jet ».

10° Interrupteur « Stand-by » coupant la haute tension.

Universel, un récepteur ne le sera que tout autant qu'il permettra de recevoir toutes les bandes de fréquences mises à notre disposition et tous les types d'émissions actuellement utilisés. (Amplitude, NBFM, bande latérale unique). Un tel récepteur sera évidemment compliqué, mais en adoptant une méthode de construction progressive et, commençant tout d'abord par l'indispensable, en prévoyant la place sur le châssis ou les prises nécessaires pour y adjoindre les compléments, l'amateur pourra en peu de temps posséder un ensemble de réception complet.

VI. — MINIMUM DE BRUITS PARASITES PROPRES AU RECEPTEUR.

Certains de ces indésirables peuvent résulter d'un câblage ou d'une conception mécanique défectueuse. C'est pourquoi, l'emplacement des pièces doit être choisi avec soin et le câblage effectué judicieusement pour éviter toute induction. Le filtrage sera suffisamment poussé pour éviter tout ronflement résiduel. La construction mécanique sera rigide, ce qui implique l'utilisation pour le châssis et le panneau avant d'un métal suffisamment épais. Il faut enfin enfermer le récepteur dans un coffret métallique qui doit avoir pour effet, de protéger les circuits contre tout rayonnement extérieur.

D'autres, parmi ces bruits indésirables, sont provoqués par un mauvais réglage ou une mauvaise conception de certaines parties du récepteur. Ce sont, en particulier, les harmoniques d'un BFO trop puissant ou mal blindé, qui peuvent réagir sur les circuits HF; l'auto-oscillation d'un étage HF ou MF; la réaction du haut parleur sur les lames trop minces des condensateurs variables (cause de l'effet Larsen)...

Tous ces « parasites » qui, en définitive, diminuent la sensibilité utile du récepteur, en augmentant le bruit de fond, peuvent être éliminés par une construction soignée.

VII. — INDICATEUR D'ACCORD.

Un tel indicateur est surtout utile pour se régler avec précision sur l'émission reçue. Il est nécessaire en effet, lorsque l'on utilise une sélectivité poussée, de se « caler » exactement sur la porteuse pour éviter de couper involontairement une des bandes latérales. L'indicateur d'accord, un milliampèremètre de préférence, peut être avantageusement étalonné et devient alors un « S-mètre ». La valeur de l'intensité du signal indiqué par le S-mètre est toute relative (même si l'étalonnage a été effectué à l'aide d'un générateur HF). Les indications fournies sont toutefois utiles, surtout pour donner des contrôles comparatifs.

Nous avons ainsi passé en revue les principales qualités requises d'un bon récepteur de trafic. Il est bien évident que, suivant les cas particuliers, il sera utile de monter un limiteur de parasites très efficace (du type Lamb, par exemple). De même en ce qui concerne l'amplificateur BF, chaque amateur a ses préférences; certains se contentent d'une écoute au casque, avec une simple 6C5 en sortie; d'autres, au contraire, veulent un amplificateur donnant 10 watts modulés. Cela importe peu et n'a pas à entrer dans le cadre de cette étude.

Les clauses de ce « cahier des charges » auront pu paraître sévères à certains pourtant, il sera de plus en plus nécessaire de s'en rapprocher si l'on veut faire réellement du trafic.

LA MODULATION

ETUDE CRITIQUE DES DIVERS SYSTEMES

par F. VAGLIO, F8UI

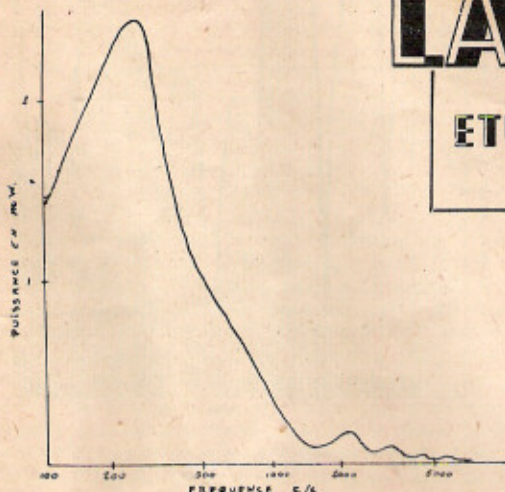


Fig. 1. — Répartition de l'énergie dans la voix.

Depuis que l'émission d'amateur existe, le chapitre de la modulation a fait l'objet des plus vives controverses. Certains d'entre nous se rappellent, sans doute, les discussions qui se sont déroulées, vers 1934-35, dans le bon vieux « J des 8 », entre les tenants de la modulation plaque sur étage final classe « C », et ceux de la modulation sur étage intermédiaire à faible puissance, avec amplification des courants modulés par un étage final classe « B ».

Actuellement les mérites respectifs de la modulation d'amplitude, de la NBFM, de la Super-Modulation, de la modulation à taux constant, etc... sont âprement discutés.

Il est toutefois curieux de constater que, si les parties en présence utilisent des arguments péremptoirs du genre de ceux-ci : « J'obtiens des résultats supérieurs en employant la NBFM, vous n'avez d'ailleurs qu'à écouter mon émission et vous jugerez... » ou encore : « Seule la modulation plaque permet d'obtenir une modulation à 100 %... », bien peu par contre ont cherché à étudier réellement l'efficacité pratique de tel ou tel type de modulation.

C'est cette étude que nous voulons entreprendre. La comparaison des divers systèmes utilisés pourra sans doute clarifier quelque peu les idées et permettra de se rendre compte, une fois de plus, que tout est relatif, et que les résultats obtenus s'expliquent souvent bien mieux en tenant compte des conditions extérieures, que par la valeur intrinsèque des divers procédés utilisés.

Tout au long de cette série d'articles, nous ferons surtout appel aux notions physiques et nous éviterons d'utiliser l'arsenal mathématique; nous estimons en effet que chacun peut raisonner en physicien, et si parfois l'exposé ne peut être extrêmement rigoureux, il a le mérite de pouvoir être compris de tous. Pour la même raison nous avons également évité, le plus possible, d'employer les décibels (cette notion pourtant commode n'étant pas toujours bien assimilée), le raisonnement sera parfois moins concis, mais nous avons cru bien faire en n'employant que des notions simples.

Le plan adopté est le suivant :

I. — INTRODUCTION

- Efficacité d'une transmission.
- Le message et ses composantes.

II. — GENERALITES

- La porteuse.
- Les bandes latérales.

III. — LA MODULATION D'AMPLITUDE CLASSIQUE

- Par la plaque.
- Par la grille de commande.
- Par la cathode.
- Par la grille-écran ou le suppressor.
- Tableau comparatif de ces systèmes.

IV. — LA MODULATION DE FREQUENCE A BANDE ETROITE.

- Principes généraux.
- Les bandes latérales et la déviation maximum.
- Efficacité de la NBFM suivant les types de récepteurs.

V. — LES MODULATIONS A HAUT RENDEMENT.

- La Super-Modulation.
- La modulation d'amplitude: à taux constant et porteuse variable.
- La modulation à bande latérale unique.

VI. — CONCLUSIONS GENERALES.

Par ailleurs, en dehors du cadre de ces articles, les divers systèmes de modulation plus récents ou moins connus en France, tels que la Super-Modulation, la modulation d'amplitude à taux constant et porteuse variable, la modulation à bande latérale unique, feront l'objet d'articles descriptifs accompagnés de réalisations pratiques.

I. — INTRODUCTION.

a) Efficacité d'une transmission.

Lorsqu'un amateur conçoit et réalise un émetteur, son but final est de transmettre le mieux et le plus loin possible des « messages ». (Etant entendu que le terme « message » est pris ici dans son sens le plus général).

De quoi se compose ce message ? A l'émission, il consiste en un certain nombre de fréquences dites « basses » qui modulent une onde porteuse à haute fréquence. A la réception, ce même message se retrouvera, après avoir été débarrassé de la haute fréquence par la détection et démodulation, sous la même forme (basse fréquence) qu'au départ, avec malheureusement en plus, du souffle, des parasites et autres interférences ramassés en cours de route. Or, pour qu'une transmission soit efficace, c'est-à-dire soit parfaitement compréhensible pour le correspondant, il faut que la tension délivrée par le détecteur soit la plus grande possible, compte tenu du récepteur utilisé, et qu'elle produise sans distorsions exagérées la forme de la tension microphonique. C'est en nous plaçant au point de vue « efficacité » qu'il nous faudra comparer les divers types de modulation, étant bien entendu que le récepteur du correspondant joue un rôle très important en ce qui concerne le rapport signal-souffle, les parasites et les interférences.

Tout ce qui précède paraît évident, mais il n'est pas mauvais de le répéter, beaucoup agissent en effet comme s'ils avaient perdu ces principes de vue. Il faut donc s'efforcer de produire, en moyenne, le plus de tension BF à la sortie du détecteur du récepteur du correspondant; or la tension de sortie étant proportionnelle à la profondeur de modulation, il faut donc s'efforcer d'obtenir une **profondeur de modulation moyenne aussi grande que possible.**

La modulation la plus « efficace » sera celle qui, toutes choses étant égales par ailleurs, donnera à la sortie du détecteur le plus de volts basse-fréquence.

Le but étant ainsi défini, examinons de plus près les éléments constitutifs du « message ».

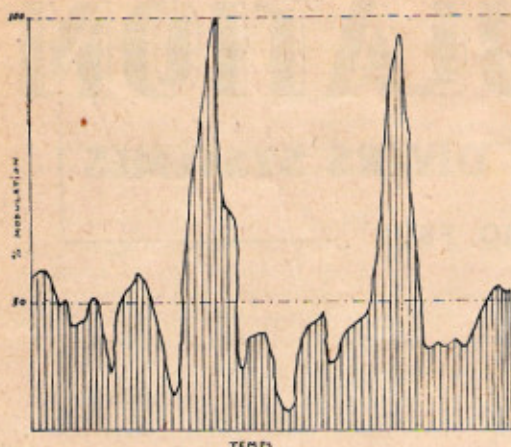


Fig. 3. — Modulation sans écrêtage.

b) Le message et ses composantes.

Nous nous bornerons à examiner le message « parole », étant entendu que le but de l'amateur n'est pas de transmettre de la musique.

Le mécanisme de la parole et du langage est extrêmement complexe et leur étude est délicate. Dans le « Bourgeois Gentilhomme », Monsieur Jourdain s'émerveillait lorsque son Maître de Philosophie lui enseignait comment les voyelles et les consonnes étaient formées. Il s'écriait : « Ah ! que n'ai-je étudié plus tôt, pour savoir tout cela ».

Eh bien, les techniciens des télécommunications ont aussi « étudié tout cela ». Depuis longtemps déjà, les ingénieurs des téléphones avaient déterminé la bande de fréquences minimum qui est requise pour transmettre correctement les conversations téléphoniques. Depuis, de nombreuses études ont été entreprises dans le but d'utiliser au mieux les liaisons par radio. Ce sont les résultats de telles études qui permettent actuellement à l'amateur d'obtenir le maximum de son émetteur. Bien que ces recherches aient été surtout faites dans les pays Anglo-Saxons, les conclusions s'appliquent aussi à notre langue.

La dynamique du langage.

La dynamique, dans ce cas particulier, c'est l'intervalle des variations d'amplitude de l'énergie-parole. A l'intérieur des niveaux extrêmes, on constate qu'au cours d'une conversation, l'énergie varie continuellement. Il est toutefois possible de déterminer une valeur moyenne (de même qu'un voltmètre à courants alternatifs donne la valeur efficace de la tension appliquée à ses bornes).

Quand nous parlons devant un microphone et que nous examinons la tension de sortie, à l'aide d'un oscilloscope cathodique par exemple, nous constatons que des pointes apparaissent, dont la valeur est 4 à 5 fois plus élevée que la valeur moyenne (12 à 15 db). — Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas de pointes provoquées par des « éclats de voix » accidentels de l'opérateur, mais qu'elles existent normalement au cours d'une conversation à niveau de voix constant.

Lorsque nous modulons un émetteur par les courants issus de ce microphone, il faut tenir compte de ces pointes et régler la modulation en conséquence, pour obtenir une profondeur de 100 % quand elles se produisent, si le taux de 100 % se trouve être dépassé, nous aurons de la surmodulation.

Il apparaît immédiatement que le rendement maximum de notre émetteur (100 % de modulation) n'est atteint que très rarement et qu'en moyenne, le taux de la modulation est de 3 fois inférieur environ, soit de 30 %. Ainsi d'une manière générale, environ les 9/10 de la puissance de notre émetteur se trouve être gardée en réserve et est pratiquement inutilisée pendant la plus grande partie du temps, au détriment de l'efficacité de notre transmission. La figure 3 représente la variation du pourcentage de modulation au cours d'une transmission.

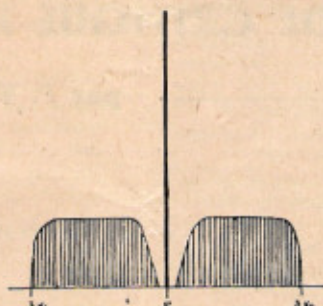


Fig. 8. — Les bandes latérales.

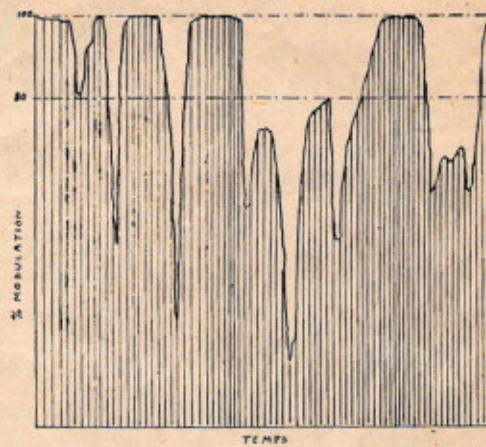


Fig. 4. — Modulation avec écrêtage.

On a déterminé que ce sont les voyelles qui produisent un voltage de crête en moyenne 4 fois supérieur à celui produit par les consonnes; ainsi les sons « voyelles » contiennent la plus grande partie de la puissance (environ 16 fois plus). La courbe de répartition de la puissance dans la bande de fréquences nécessaire à la transmission de la parole est donnée, d'une manière approximative, par la figure 1. On se rend compte immédiatement de la différence énorme des puissances.

Cette différence, entre les niveaux des fréquences basses et des fréquences élevées, est-elle nécessaire à la compréhension du message ? Non, tout au moins en ce qui nous concerne. En effet, l'intelligibilité de la parole dépend beaucoup plus des consonnes que des voyelles. Les sons « consonnes » ne donnent que peu de puissance, mais ce sont eux qui caractérisent principalement le message. Ainsi, par exemple, « rat » et « mat », « sac » et « Jac », diffèrent seulement d'une consonne et sont pourtant nettement différenciés par l'oreille. Il est vrai que vous pourriez rétorquer, au contraire dans « chat » et « chut » c'est le seul changement de la voyelle qui les différencie. D'accord, mais croyez-vous qu'il soit nécessaire, pour obtenir un même résultat, que dans ce dernier cas la voyelle absorbe 16 fois plus de puissance qu'une consonne ? Non, certes, et nous pouvons réduire sensiblement l'énergie contenue dans les sons « voyelles » (qui sont composés de fréquences basses), ce qui aura pour effet de rendre la voix moins « naturelle », mais la compréhensibilité restera bonne, meilleure même dans certains cas; en effet, les consonnes étant perçues à peu près avec la même intensité que les voyelles, l'interlocuteur paraîtra articuler ses mots avec soin.

Il est donc ainsi possible de couper les pointes, de les « écrêter », et n'ayant plus à en tenir compte, nous pourrions augmenter notre taux moyen de modulation pratiquement jusqu'à 80 %. Cet artifice simple nous aura permis d'augmenter l'efficacité de notre émetteur de façon considérable (8 à 9 fois) Avouez que le jeu en vaut la chandelle.

La figure 4 montre la variation du pourcentage de modulation pour un message identique à celui de la figure 3, mais après lui avoir fait subir un écrêtage des pointes. Les parties hachurées représentent les variations du courant haute fréquence et on se rend compte de l'accroissement important de la puissance utile, dans le cas de la figure 4, en comparant les surfaces blanches et hachurées (entre les lignes 0 et 100 %), dans les deux cas.

Comment réaliser pratiquement cet écrêtage, quels sont les inconvénients éventuels, les précautions à prendre, tout cela fera l'objet d'un article distinct qui paraîtra prochainement.

La bande de fréquences utile.

Outre la dynamique définie ci-dessus, le second point à déterminer est celui de la bande de fréquences qui doit être transmise pour assurer une bonne compréhensibilité de la parole.

Nous pourrions, les recherches récentes le prouvent, en conservant un rapport convenable entre les fréquences les plus

basses et les fréquences les plus élevées, nous abstenir de transmettre celles au dessous de 200 à 250 périodes. L'intelligibilité du message ne sera pas diminuée pour autant. Nous éliminerons également les fréquences élevées (provenant en général d'harmoniques inutiles). La bande de fréquences ainsi délimitée à ses deux extrémités, sera celle qui est strictement nécessaire à une bonne réception. Toute la puissance utile de notre émetteur ainsi concentrée en des limites étroites, notre émission n'occupera qu'une faible plage, d'où réduction sensible des interférences avec les stations voisines, mais son efficacité sera plus grande.

Quelles sont les limites de la bande de fréquences indispensable à la transmission du langage. Sans entrer dans les détails des expériences effectuées, indiquons tout de suite qu'elle doit s'étendre de 300 à 3000 cycles par seconde, (étant entendu que les tensions à 300 c/s et à 3000 c/s sont à 6 db en dessous du niveau de référence pris en général à 1000 c/s) (figure 5.)

A l'intérieur de ces limites, quelle sera la forme de la courbe de transmission. Il est à peu près d'usage général de prévoir une courbe ayant un palier horizontal assez étendu, (entre 600 et 2000 c/s, par exemple), du type de la figure 5. Or une telle courbe ne nous paraît pas être la courbe optimum.

En effet, de ce qui a été dit plus haut, il résulte que l'on a intérêt à diminuer l'intensité des fréquences basses et, si possible, à favoriser par contre les fréquences élevées. L'écrêtage a justement pour but de niveler le niveau en coupant tout ce qui dépasse du voltage donné. Toutefois il nous semble préférable de commencer à réaliser un tel nivellement en calculant les organes de liaison du préamplificateur de manière à réduire l'intensité des fréquences les plus basses et à favoriser les fréquences élevées, comme on le pratique couramment en modulation de fréquence avec la pré-accatuation. Nous pourrions utiliser à cet effet un système de résistances et capacités pour obtenir à la fréquence 2000 c/s un gain de 6 db par rapport à 500 c/s, (les tensions d'entrée étant supposées égales) (figure 6). Nous aurons augmenté sensiblement la puissance des consonnes au profit d'une meilleure intelligibilité. En outre, ce réseau correcteur étant placé avant l'écrêteur, nous pourrions prévoir une action moins brutale de ce dernier, ce qui, nous le verrons en détail, est avantageux.

L'écrêteur, par son action sur les pointes, tend à rendre les signaux carrés. Il provoque ainsi la formation de nombreux harmoniques qu'il est nécessaire d'éliminer pour éviter l'élargissement de la bande de modulation. Nous savons, en outre, que les fréquences élevées peuvent être coupées au-dessus de 3000 c/s. Un filtre passe-bas, coupant à 6 db à 3000 c/s, sera donc placé à la sortie de l'écrêteur et nous permettra d'obtenir le double résultat recherché. La courbe de réponse totale sera celle de la figure 7.

Nous en avons ainsi terminé avec cette introduction qui nous a permis, en étudiant les caractéristiques du langage, d'essayer de définir les conditions requises pour obtenir un maximum « d'efficacité » d'un système de modulation quel qu'en soit le type.

Il s'agit en somme d'un ensemble de « truquages » ayant pour but, d'adapter en quelque sorte, le message aux conditions qui prévalent actuellement sur nos bandes encombrées et étroites, et où, bien plus qu'une fidélité absolue, l'intelligibilité est la première des conditions requises.

II. — GENERALITES SUR LA MODULATION.

Revenons maintenant à notre émetteur proprement dit. Une émission modulée se compose : a) d'une porteuse, b) de bandes latérales de modulation.

a) La porteuse.

Une curieuse dualité se manifeste en elle. Elle est, suivant l'instant où on la considère, dans le processus de transmission, parfois nécessaire et parfois inutile; nuisible même.

Elle est indispensable dans les premiers étages de l'émetteur, jusqu'au point où la modulation à basse fréquence lui est appliquée; elle est inutile dans les étages de puissance de l'émetteur, dans le cas où on amplifie l'onde modulée; inutile et même nuisible dans l'espace; inutile dans les premiers étages du récepteur; elle est enfin indispensable à l'étage détecteur.

La modulation n'aurait pu quitter notre station sans avoir « impressionné » une porteuse HF, de même, elle ne peut être mise en évidence par le détecteur sans la présence de cette même porteuse.

Indispensable au début et à la fin du processus de transmission, elle est inutile en son milieu. C'est cette porteuse qui gaspille pas mal d'énergie et cause des sifflements d'interférences avec les autres stations, en définitive, si nous pouvions la supprimer, nous n'en retirerions que des avantages.

C'est d'ailleurs cette suppression, avec celle d'une des deux bandes latérales, qui permet le rendement exceptionnel de la modulation à bande latérale unique. Toutefois, ce procédé est relativement complexe et bien peu d'amateurs l'utilisent actuellement. Nous devons donc nous accommoder des systèmes classiques, essayons au moins d'en tirer le rendement maximum.

b) Les bandes latérales.

Nous touchons là à un problème qui a déchainé bien des passions parmi les techniciens, il y a plus de vingt-cinq ans. Certains, refusaient avec acharnement à admettre l'existence réelle de ces bandes latérales, prétendant ne voir qu'une pure fiction mathématique. Leur matérialité a été démontrée depuis, et personne ne songe plus à contester leur existence. Il semble même que certains techniciens, par un excès contraire, leur attribuent une autonomie qu'elles n'ont pas et en tirent des conséquences pour le moins audacieuses. (Cela semble être en particulier le cas de Taylor, voir à ce sujet l'article sur la Super-Modulation).

Quel que soit le système de modulation employé, son action sur la porteuse fait naître au moins deux bandes latérales symétriques par rapport à elle et s'étendant de part et d'autre de celle-ci sur une plage limitée par la plus haute fréquence de la modulation (figure 8). Ainsi, la fréquence pa-

(Suite page 16)

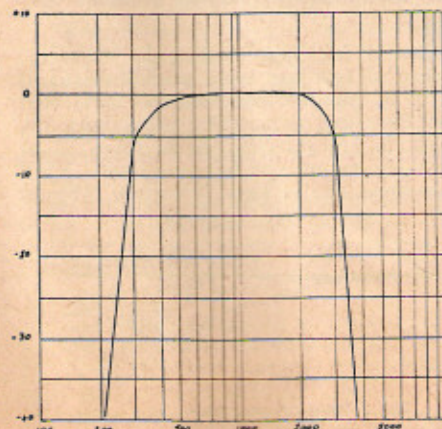


Fig. 5. — Bande des fréquences nécessaires et la transmission de la parole.

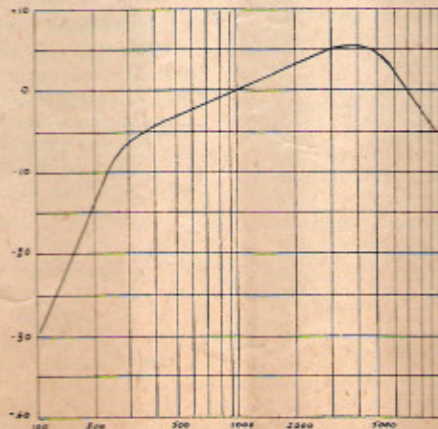


Fig. 6. — Courbe de réponse du pré-amplificateur.

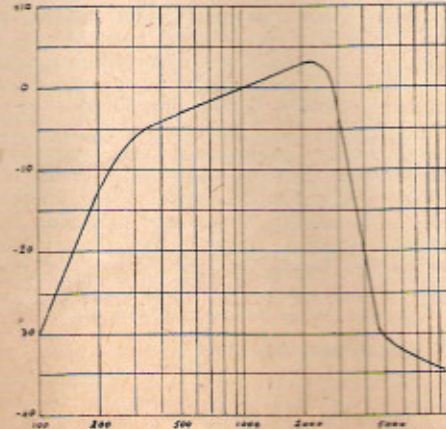


Fig. 7. — Courbe de réponse totale.

LA PROPAGATION

DES V.H.F.

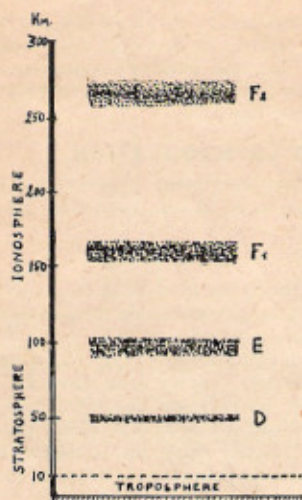


Fig. 1. — Altitude des couches ionisées.

Les récentes performances réalisées sur 144 Mcs, par un certain nombre de stations françaises de la Métropole et de l'Algérie, au cours desquelles a été établi le record européen de distance avec la liaison F8KY (Marseille)-FA8JO (Oran), (1120 kilomètres), inciteront certainement un plus grand nombre d'amateurs à s'intéresser aux VHF. Il nous paraît donc utile de faire le point des connaissances actuelles sur les conditions de propagation qui prévalent à ces fréquences et de déterminer dans quels cas, des signaux d'aussi courte longueur d'onde, peuvent permettre des liaisons à des distances de plus de 2000 kms. (Record mondial sur 144 Mcs, W5QNL-W6WSQ, 2250 kms).

L'IONOSPHERE

Les couches ionisées.

Nous savons que les ondes radioélectriques, se propagent à longue distance grâce aux réflexions qu'elles subissent sur les couches ionisées de la haute atmosphère. Ces couches de gaz ionisées sous l'effet des radiations ultra-violettes émises par le Soleil, sont situées à différentes hauteurs au-dessus de la surface de la Terre. On distingue trois et même quatre couches successives, les couches E, F1, F2, et selon certains auteurs, une couche D. La figure 1 indique les altitudes moyennes.

Ce sont les couches F1 et F2 qui jouent le principal rôle dans la propagation à grande distance des émissions effectuées sur des fréquences inférieures à 40 Mcs. La couche E, réfléchit en général, les ondes les plus longues, au-dessus de 2,5 Mcs. Toutefois cette couche est particulièrement complexe et il arrive parfois que des zones d'ionisation intense se forment au hasard dans son sein. Ce phénomène, bien connu des usagers du 50 Mcs, est désigné sous le nom de « couche E sporadique », indiquant ainsi son caractère accidentel et éphémère. Lorsqu'il se produit, il provoque des propagations exceptionnelles, dans la bande des 50 Mcs, en particulier, permettant de réaliser des liaisons à des distances de l'ordre de 2000 kms. Il arrive, quelquefois, que l'ionisation de ces zones soit suffisamment intense pour réfléchir le 144 Mcs, permettant ainsi le DX sur cette bande. Cette ionisation intense et partielle de la couche E se produit le plus fréquemment pendant les mois de Mai, Juin et Juillet; elle peut être décelée en écoutant la bande des 28 Mcs. Si la propagation sur cette bande, est « courte » (moins de 500 kms), on peut espérer du DX sur 50 et même sur 144 Mcs.

Les aurores boréales.

Un phénomène identique d'intense ionisation locale au voisinage du Pôle Nord, provoque une luminosité du ciel, connue sous le nom d'aurore boréale. Cette zone ionisée, située entre 80 et 500 kms d'altitude, peut provoquer la réflexion des VHF et de nombreux amateurs ont pu réaliser des liaisons in-

téressantes par ce moyen. L'effet est très caractéristique et ne peut être confondu avec d'autres types de réflexions normales; il faut en effet orienter les antennes approximativement vers le Nord, et non vers le correspondant, pour réussir la liaison. Cette zone ionisée est extrêmement mobile et instable; les signaux réfléchis sont affectés d'une fluctuation rapide et de distorsions. La téléphonie est incompréhensible et le trafic doit s'effectuer en graphie. Les aurores boréales sont rarement visibles à nos latitudes, elles peuvent être décelées par les perturbations qu'elles amènent sur les bandes de fréquences plus basses. Les distances qui peuvent être couvertes sont, pour 144 Mcs, de l'ordre de 300 à 800 kms. Ce phénomène, surtout important dans le nord de notre émissaire, apparaît principalement durant les mois de Février, Mars, Septembre et Octobre.

Les météorites.

Le passage d'une pluie de météorites dans la haute atmosphère provoque également une forte ionisation locale. Des réflexions peuvent se produire aux VHF, produisant un renforcement soudain des signaux. Toutefois, ces phénomènes étant trop rapides et irréguliers, ils ne peuvent favoriser des liaisons utiles.

Dans leur ensemble, les causes de propagations exceptionnelles ci-dessus mentionnées ne sont pas prépondérantes aux VHF. La plupart des DX constatés sur ces fréquences, sont provoqués par des perturbations ayant leurs sièges dans la Troposphère, qui est la partie de l'atmosphère terrestre s'étendant jusqu'à environ 10 kms au-dessus du sol.

LA TROPOSPHERE.

Les principaux facteurs qui affectent la propagation des VHF dans la troposphère sont, la réflexion, la réfraction, la super-réfraction, la diffraction et la diffusion.

Il y a lieu de distinguer deux cas :

1° Propagation en atmosphère normale, c'est-à-dire non perturbée;

2° Propagation en atmosphère perturbée ou sub-normale.

Propagation en atmosphère normale.

Réflexion.

Ne peuvent se produire, en dehors de celles mentionnées plus haut et qui ont leur siège dans l'ionosphère, que sur des obstacles et sont fonction de la topographie du terrain.

Réfraction « normale ».

Elle est provoquée par le fait que l'indice de réfraction de l'air varie avec sa densité (et par suite avec l'altitude), d'une manière régulière. Il se produit alors une courbure continue du trajet de l'onde. Pour une atmosphère sèche normale, le rayon de courbure vaut le 1/6 de celui de la terre; il se passe alors le phénomène bien connu, qui fait que l'onde VHF porte plus loin (15 % environ) que la ligne d'horizon. (figure 2).

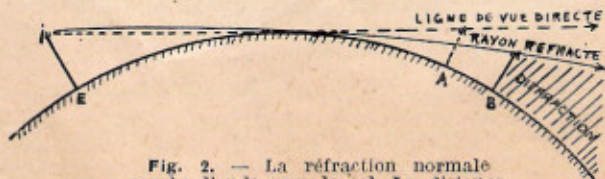


Fig. 2. — La réfraction normale. La courbe l'onde vers le sol. La distance ainsi parcourue (B) est de 15 % supérieure à celle de l'horizon (A). La zone de diffraction (partie hachurée) permet la réception de signaux à une distance 2 fois plus grande que (A).

Diffraction normale.

C'est la déviation que subit l'onde en rasant un corps opaque et qui tend à l'incurver autour de la surface terrestre. Cet effet est assez important, la distance qui peut être ainsi franchie est le double de celle donnée par la ligne de vue directe entre les deux stations, mais les signaux sont faibles. (figure 2).

Propagation en atmosphère anormale.

La troposphère est le siège de perturbations diverses, c'est en effet en son sein que les phénomènes qui provoquent les variations du temps prennent naissance.

Il arrive parfois que la température de l'air, au lieu de diminuer régulièrement avec l'altitude, diminue moins rapidement; elle peut même augmenter jusqu'à une certaine hauteur, puis reprendre sa baisse régulière, on dit alors qu'il y a inversion. Dans certains autres cas cette inversion se produit à haute altitude et dans une zone relativement étroite. (figure 3).

Toutes ces perturbations ont un effet très important sur la propagation des ondes très courtes, car elles entraînent des réflexions et des réfractions souvent très importantes.

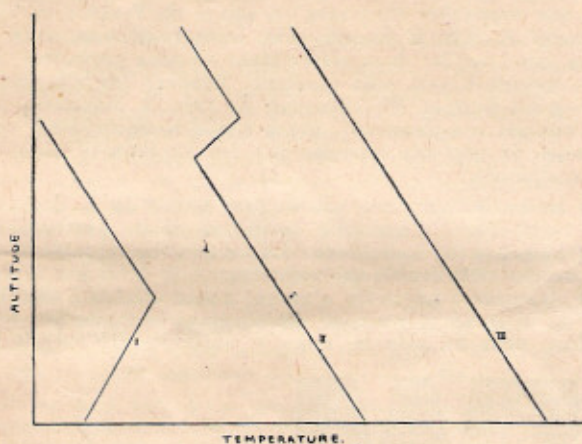


Fig. 3. — Variation de la température avec l'altitude.
I. Inversion à basse altitude.
II. Inversion locale à haute altitude.
III. Courbe de variation normale.

Les super-réfractions.

On peut désigner par ce terme les courbures très accentuées subies par les ondes à très hautes fréquences en raison des perturbations de la troposphère. Elles sont provoquées par deux facteurs agissant soit ensemble, soit séparément.

Tout d'abord, l'indice de réfraction varie beaucoup avec la teneur en vapeur d'eau de l'air traversé. On a noté dans de nombreux cas, une propagation à des distances importantes par temps très brumeux.

En outre, en raison du phénomène d'inversion de la température, des couches d'air voisines peuvent être d'indice différent. Il se produit alors, dans la zone de séparation de ces deux couches, une réfraction intense qui recourbe l'onde vers le sol, d'où elle peut être encore réfléchi vers l'atmosphère et subir un nouveau bond. Il y a en somme réflexion tout comme sur une couche ionisée, mais à une altitude bien moins élevée. (figure 4).

Cet effet peut être provoqué par un afflux d'air chaud venant du Sud et se superposant à des couches d'air froid. Ces deux couches peuvent rester distinctes pendant plusieurs jours et les ondes sont réfléchies sur leur ligne de séparation. Il peut également se produire sur la mer, ou au voisinage de celle-ci, par temps chaud. Les couches d'air situées à basse altitude se refroidissent rapidement après le coucher du soleil, tandis que les couches supérieures restent plus chaudes.

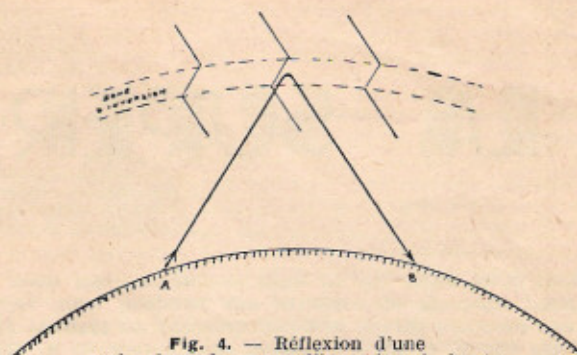


Fig. 4. — Réflexion d'une onde dans la zone d'inversion à haute altitude.

Dans le cas où l'inversion de température se produit près du sol et que la ligne de démarcation se trouve vers 2000 mètres environ, l'onde est recourbée vers le sol avant d'avoir atteint l'horizon, puis réfléchi vers l'atmosphère et ainsi le suite. Elle se trouve ainsi « conduite » par voie de réflexions successives à de très grandes distances. On a assimilé ce phénomène à l'effet que produirait un gigantesque guide d'onde, dont une des parois est formée par l'écorce terrestre et l'autre, par la ligne d'inversion. Si la distance séparant ces deux parois est convenable, le signal se propage sans presque perdre de son intensité. On a calculé que, pour une fréquence de 144 Mcs, la ligne d'inversion devait se situer à une altitude de 1700 mètres environ. (figure 5). Cette propagation anormale a été constatée maintes fois, pendant la guerre, par les opérateurs de radars en Méditerranée ou dans le Golfe Persique. Des échos provenant de points situés à des distances supérieures à 2000 kms ont été détectés sur une fréquence de 300 Mcs.

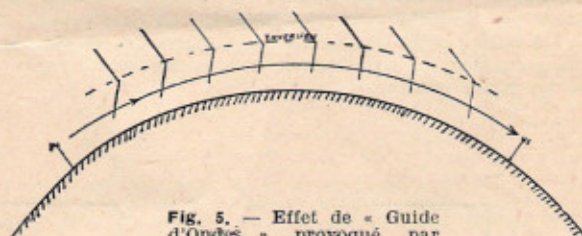


Fig. 5. — Effet de « Guide d'ondes » provoqué par l'inversion à basse altitude.

La Diffusion.

Il existe enfin un autre type de propagation aux VHF qui ne peut être expliqué par la réflexion ou la réfraction. En effet diverses observations ont montré que l'intensité du signal reçu après la ligne d'horizon, ne décroît pas aussi rapidement que le voudrait la théorie. Les signaux ainsi perçus sont faibles et affectés de fading, mais les portées réalisées sont parfois importantes. On peut expliquer cette particularité par un effet de « diffusion ». Quelle est la cause de cette diffusion ? Une nouvelle théorie propose l'explication suivante :

Chacun connaît l'existence de « trous d'air » qui sont fréquemment rencontrés par les aviateurs. Ces poches d'air sont de densité différente de celle de la masse d'air environnant et ont, par suite, un indice de réfraction différent. Ces poches ou « bulles » agissent, vis à vis des ondes très courtes qui les atteignent, comme des antennes qui diffusent le rayonnement dans toutes les directions. Pour des trous d'air de petites dimensions, nous pouvons considérer que le signal reçu à grande distance provient d'un grand nombre de dipôles placés dans l'atmosphère, entre l'émetteur et le récepteur (figure 6).

Il est évident que le signal ainsi retransmis sera en général de faible intensité, mais il pourra être reçu à grande distance, particulièrement de jour, à un moment où, en général, les autres types de propagation exceptionnelle ne peuvent se produire. La nuit, cet effet sera presque complètement masqué

(Suite page 15).

LA SUPER-MODULATION

Dans cette étude sur la super-modulation, que nous voulons aussi complète et objective que possible, nous verrons, dans une première partie, le fonctionnement du système et ses avantages tels qu'ils ont été exposés par l'auteur R. E. Taylor, dans sa demande de brevet et dans ses articles publiés dans les numéros de septembre et octobre 1948, de la revue « Radio et Télévision News ». Dans une seconde partie, nous examinerons à la lumière des principes généraux, admis en matière de modulation et en nous référant aux remarques de O. G. Villard (QST de décembre 1950), si les principales revendications de l'auteur sont effectivement fondées et nous essayerons de nous faire une opinion personnelle sur ce procédé qui paraît très séduisant. Enfin, dans une troisième partie, des émetteurs utilisant cette modulation, réalisés et expérimentés spécialement pour nos lecteurs seront décrits dans tous leurs détails.

PREMIERE PARTIE

Dans ses grandes lignes, l'émetteur comporte à son étage final deux lampes, modulées par leurs grilles de commande, délivrant leur puissance HF dans un circuit oscillant commun. Par une différenciation du mode d'attaque de leurs grilles, une des lampes fournit la porteuse et les points négatifs de la modulation, nous la nommerons pour la commodité de la description, « tube-porteuse », tandis que l'autre lampe fournit exclusivement les points positifs de modulation, c'est le « tube-points ». C'est en somme le principe utilisé depuis longtemps par d'autres auteurs (Doherty, en particulier), mais Taylor est arrivé à ce résultat en employant des moyens beaucoup plus simples et parfaitement à la portée de l'amateur, ce qui est un grand mérite.

Dessignons le schéma de principe (figure 1). Le tube A fournira la porteuse, le tube B les points positifs de la modulation. Tous deux reçoivent leur excitation HF de l'étage E, par l'intermédiaire des condensateurs C1 et C2. Ils sont tous deux modulés par leur grille de commande par l'ampli de modulation M. Supposons les deux lampes identiques.

Le tube-porteuse A reçoit une polarisation négative normale pour un fonctionnement en classe « C ». Son excitation HF est réglée par C2 pour lui faire délivrer son output maximum en l'absence de modulation. Sa grille de commande est reliée à la prise médiane du transformateur de modulation T. Lorsqu'une tension BF agira sur cette grille, les alternances positives du courant de modulation augmenteront le rendement de cet étage et son output aura tendance à augmenter; par contre son excitation diminuera en raison de l'entrée en fonctionnement du tube B (comme nous le verrons ci-dessous). Le résultat sera que, les deux effets étant de sens contraires, son output restera à peu près constant. Pendant les alternances négatives du courant BF, l'output du tube A diminuera jusqu'à s'annuler complètement. Cette lampe fournira donc, ainsi que prévu, la porteuse modulée par les alternances négatives de la modulation.

La lampe B reçoit une polarisation double de A. Son excitation HF réglée par C1 est telle qu'elle ne débite pratiquement pas en l'absence de modulation. Elle reçoit du transformateur T une tension BF double que celle fournie à A. Il est évident que les alternances négatives n'auront aucun effet sur elle. Par contre les alternances positives débloquent la lampe qui fournira alors, dans les points, toute la puissance HF qu'elle est

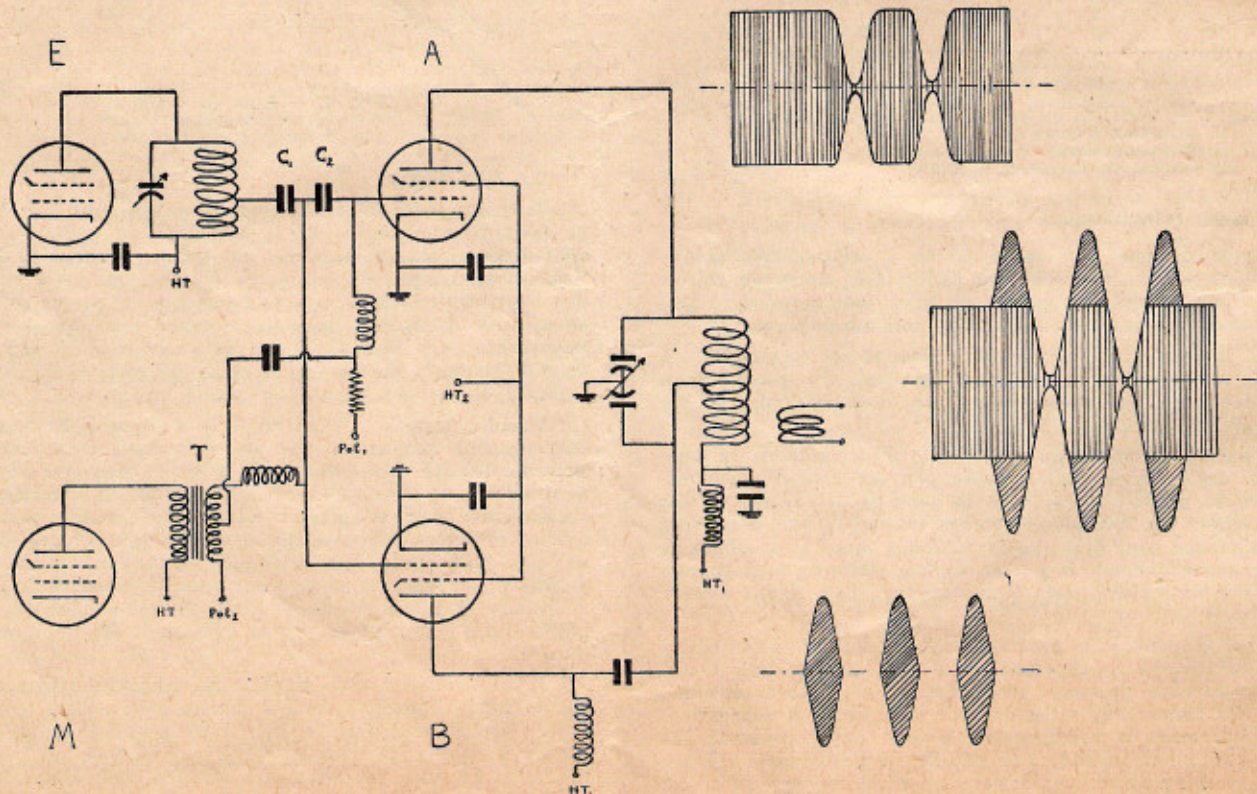


Fig. 1. — Schéma de principe d'un émetteur à Super-Modulation.

capable de produire. L'output des tubes A et B s'ajoutent dans le circuit oscillant de sortie qui leur est commun.

Les trois points importants sont :

a) l'action des condensateurs de liaison C1 et C2 qui dosent, d'une manière rationnelle (pour le but poursuivi), la tension d'excitation des deux tubes. Leur réglage est délicat si on veut obtenir un bon fonctionnement.

b) les valeurs différentes des polarisations des lampes et tensions BF appliquées sur leurs grilles.

c) le branchement particulier du tube B sur le circuit oscillant de sortie. Ce point a été souvent laissé dans l'ombre, il mérite pourtant d'être signalé.

En effet, dans les pointes de modulation, le tube-pointes en délivrant son output maximum fait apparaître aux bornes du circuit oscillant une forte tension HF. Cette tension se trouve appliquée intégralement sur la plaque du tube-porteuse et rend celle-ci négative durant une partie du cycle. L'output moyen de ce tube va donc diminuer, il sera saturé. Si le tube-pointe était lui aussi branché à l'extrémité du circuit oscillant, il subirait le même effet et se trouverait saturé avant d'avoir fourni sa puissance maximum. Il faut donc éviter d'appliquer à ce tube la totalité de la tension HF, c'est la raison pour laquelle la plaque est connectée à une prise médiane du circuit d'accord. Nous verrons d'ailleurs que l'on peut éviter la saturation du tube-pointes en lui appliquant une tension plaque plus élevée.

Avantages du procédé (d'après son inventeur).

La puissance d'excitation, nécessaire au fonctionnement de l'étage final de l'émetteur, est de l'ordre de celle requise pour un fonctionnement en télégraphie, c'est-à-dire plus faible que celle nécessaire à une modulation plaque.

L'input du tube-porteuse est réduit pendant les alternances positives de la modulation, par conséquent son régime est similaire au régime télégraphique, et, à dissipation plaque égale, permet un output plus important. Le tube-pointes ne fonctionne que pendant les alternances positives, son refroidissement est donc plus largement assuré et l'output autorisé sera plus élevé.

Le système n'utilise qu'un amplificateur BF de faible puissance (comme dans la modulation grille) et le rendement est égal ou même supérieur à celui de la modulation plaque.

Mais tout ceci n'est que peu de choses au regard des principes nouveaux, que Taylor déclare avoir mis au jour et que nous exposons ci-après.

Ayant rappelé que les bandes latérales, dans les systèmes conventionnels, ne contiennent (pour 100 % de modulation) qu'une puissance égale à la moitié de celle de la porteuse, ce qui a toujours constitué un grand handicap pour les procédés usuels ; l'inventeur indique que son système permet d'augmenter considérablement la puissance des bandes latérales (de 2 à 3 fois), tandis que la porteuse peut être réduite de moitié. Si les principes qu'il développe ont été parfois mentionnés avant lui, il prétend pouvoir les mettre en application, ouvrant ainsi le champ à des recherches nouvelles.

Le raisonnement donné par l'auteur est le suivant :

En séparant réellement les alternances positives et négatives de la basse-fréquence pendant la modulation, nous pouvons à volonté augmenter ou diminuer leurs amplitudes et leurs durées d'une manière linéaire.

On réalise la séparation effective des deux parties de la porteuse HF modulée par les alternances positives et négatives, de telle sorte que l'une peut être appelée « porteuse modulée positivement » et l'autre « porteuse modulée négativement », ce qui permet leur contrôle individuel.

La semi-suppression ou « compression » de la porteuse pendant les alternances positives à un niveau déterminé, pouvant être inférieur à celui de la porteuse non modulée, devient alors possible.

La transmission d'un certain niveau de porteuse d'amplitude et de durée déterminée, pendant les alternances négatives de la modulation, évite les distorsions causées par l'écrêtage des pointes négatives à la détection. Or on sait qu'on peut utiliser avec profit un taux de modulation supérieur à 100 % pendant les pointes positives, pourvu que les pointes

négatives n'annulent pas la porteuse. Un tel procédé augmente fortement la tension à la sortie du détecteur et permet une réception plus forte, sans entraîner des distorsions inadmissibles.

L'étude comparative d'une porteuse modulée à 100 % suivant les méthodes classiques et de la même porteuse modulée avec des pointes positives plus grandes que les pointes négatives, révèle quelques résultats intéressants (d'après Taylor). Dans la figure 2, B et D représentent la forme du courant BF, après détection dans les deux cas. Nous voyons en C une plus grande puissance de bandes latérales produite par l'émetteur à super-modulation, avec comme conséquence une tension de signal plus élevée après détection en D qu'en B. Si nous traçons, dans les deux cas, la ligne de référence représentant le niveau zéro (situé à mi-hauteur entre les deux pointes), nous constatons qu'en C, ce niveau est supérieur à celui de A. Par suite, nous avons augmenté le niveau moyen de la modulation par rapport à la porteuse. Cette étude simple démontre qu'une augmentation de la puissance des bandes latérales, allant de pair avec une réduction de la porteuse (et par suite du niveau des interférences) est possible pour un réglage convenable et donne une efficacité plus grande à la modulation.

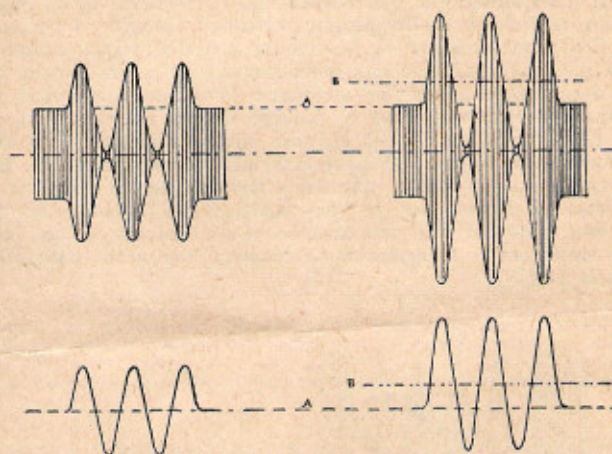


Fig. 2. — La partie gauche de la figure représente, en haut, une porteuse modulée à 100 %, et en bas, le courant détecté. La partie droite, une onde dont les pointes positives sont de plus grande amplitude que les négatives.

Poussant encore plus loin son raisonnement, Taylor indique qu'en supprimant presque totalement la porteuse, pendant les alternances positives de la modulation et en ne la rétablissant que pendant les alternances négatives ; l'énergie produite pendant le cycle positif se trouve être presque entièrement affectée aux bandes latérales. La porteuse n'absorbe ainsi aucune fraction de la puissance utile qui se trouve être entièrement disponible pour la transmission du message.

Un tel réglage de l'émetteur est possible en agissant sur la valeur des condensateurs de liaison C1 et C2 qui règlent l'excitation des deux lampes. En effet, en proportionnant convenablement leurs valeurs, il est possible d'obtenir une importante diminution de l'excitation du tube-porteuse pendant les alternances positives de modulation. Lors des alternances négatives le tube-pointes n'absorbant que peu de HF, l'excitation de l'autre lampe redevient normale.

La porteuse étant réduite, presque annulée, et les pointes ayant une grande valeur, nous obtenons une émission extrêmement « efficace », la presque totalité de la puissance émise se trouvant être contenue dans les bandes latérales qui seules nous apportent le « message ».

Il est indéniable que, si tout se passait comme l'indique Taylor, son procédé permettrait un accroissement extraordinaire de l'efficacité de la transmission, sans apporter de distorsions et entraîner un étalement de la bande de modulation.

Mais en est-il bien ainsi ?

DEUXIEME PARTIE

Tout d'abord nous pouvons admettre sans discuter certains des avantages apportés par la Super-Modulation, en particulier;

Modulation à haut rendement obtenue par des moyens simples.

Puissance d'excitation moins élevée que dans le cas d'une modulation plaque.

Possibilité d'obtenir des lampes finales plus de puissance.

Mais là où nous ne sommes plus d'accord, c'est quand l'auteur prétend que la Super-Modulation permet d'augmenter la puissance des bandes latérales de modulation, sans augmenter (et même en diminuant) la bande de fréquences occupée par l'émission et sans apporter de distorsions. Nous ne sommes pas les seuls à être sceptiques et, en particulier, le spécialiste des questions de modulation, Oswald G. Villard a fait une remarquable étude de la question.

Reprenons le raisonnement au point où Taylor nous dit que son procédé permet d'augmenter considérablement la puissance des bandes latérales.

Il mentionne que, par suite de la séparation en deux parties distinctes de la porteuse haute-fréquence, « porteuse modulée positivement » et « porteuse modulée négativement », nous pouvons contrôler ces deux parties individuellement et, en conséquence, supprimer en partie la porteuse pendant les alternances positives. Tout ce passage de son raisonnement est peu clair, mais quoi qu'il en soit on ne voit pas très bien comment cette séparation peut être effectivement réalisée. S'il est exact, sur le papier, que l'une des lampes doit fournir la porteuse et l'autre les pointes positives de modulation, qui viennent s'ajouter à la porteuse en produisant les bandes latérales destinées à transmettre le message, en est-il bien ainsi dans la réalité ?

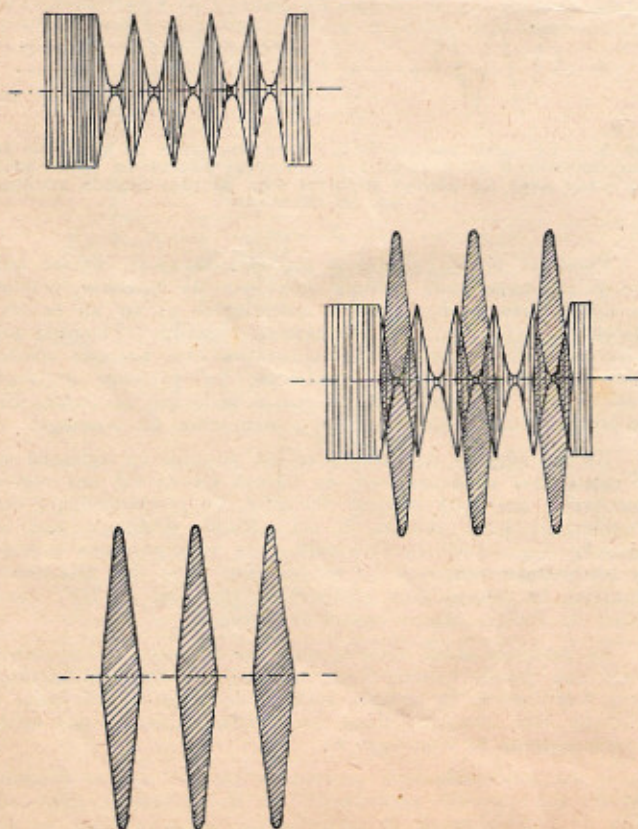


Fig. 3. — Nouveaux diagrammes de fonctionnement (à rapprocher de ceux de la figure 1).

Il faut, en effet, éviter de confondre le fonctionnement en régime moyen de celui en régime instantané. Expliquons nous. Il semble à première vue que la puissance de la porteuse soit fonction de l'input du tube A (figure 1). Cela n'est exact qu'en régime télégraphique ou en l'absence de modulation. Pendant la modulation, du fait de la forte tension HF produite, aux bornes du circuit oscillant de sortie, lors des pointes positives (apport de puissance du tube B), la tension plaque instantanée du tube porteuse, qui va osciller autour de sa valeur continue (fixée par la source d'alimentation continue), va s'annuler par instant et pourra même devenir négative. Pendant ce laps de temps, le tube porteuse ne débite pas et par suite ne produit aucune porteuse. Et pourtant il faut bien qu'il y ait une porteuse pour « porter » les bandes latérales de modulation produites au même instant par le tube-pointes. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que nous sommes en modulation d'amplitude classique; il ne s'agit pas de modulation à bande latérale unique où la porteuse est volontairement supprimée à l'émission et rétablie à la réception. Cette porteuse, que ne peut fournir le tube A sera, pendant les alternances positives de modulation, fournie par le tube B. Ainsi nous voyons qu'il n'y a pas à proprement parler de suppression de la porteuse, mais plutôt suppression du fonctionnement du tube-porteuse, ce qui est loin d'être la même chose. Le diagramme de fonctionnement donné par Taylor (partie droite de la figure 1) n'est donc pas correct. En effet, répétons-le, la lampe B ne fournit pas uniquement les pointes positives, mais également la porteuse pendant le non fonctionnement du tube A. Pour un réglage correct, la porteuse, produite alternativement par les deux lampes, garde une valeur moyenne constante et nous obtenons une profondeur de modulation de 100 %. A noter également que le tube-pointes devra fournir à lui seul, pendant les alternances positives, toute la puissance, soit quatre fois la puissance porteuse en l'absence de modulation; ce qu'il peut d'ailleurs faire aisément étant donné qu'il ne travaille que pendant la moitié du cycle de modulation.

Nous pouvons donc tracer le nouveau diagramme de modulation (figure 3) tel que nous le concevons; il diffère de celui de la figure 1, par le fait que l'output du tube-porteuse s'annule, aussi bien pendant les pointes positives que pendant les négatives. De même, le tube-pointes fournit une tension HF d'amplitude double de celle portée sur la figure 1. Le résultat final est d'ailleurs le même, nous obtenons une onde correctement modulée à 100 %. (A noter que pendant une partie du cycle, les deux lampes A et B débitent en même temps — ce sont les parties forcées du diagramme — les tensions ainsi fournies s'ajoutent et la courbe résultante est bien de la forme classique telle qu'elle est dessinée sur la figure 1.

Jusqu'ici le désaccord avec la théorie de Taylor n'est pas très grave, en effet si les choses ne se passent pas exactement comme l'indique l'auteur, il n'en reste pas moins que le résultat final est le même, ou à peu près. Il n'en est plus ainsi si nous poursuivons l'analyse du raisonnement. L'inventeur nous indique que nous pouvons moduler à un taux supérieur à 100 % pourvu que les alternances négatives n'annulent pas la porteuse pendant une partie du cycle. Il propose, à cet effet, d'augmenter l'amplitude des pointes positives par rapport à celle des pointes négatives et donne (figure 2) le diagramme correspondant.

Le dessin est très beau, très régulier, mais on ne voit pas très bien comment on peut obtenir une telle symétrie des pointes de signe contraires, alors que leurs amplitudes sont différentes.

Etudions à nouveau la forme du courant modulé, en supposant que les pointes positives aient une amplitude double des pointes négatives. Nous voyons d'un seul coup d'œil (figure 4) que les alternances de modulation ne sont pas semblables. En effet, les durées des alternances négatives et positives étant égales, par définition, mais leurs amplitudes étant différentes, leurs formes ne peuvent pas être identiques. Le courant BF après détection, sera donc de forme différente du courant BF ayant modulé notre émetteur (partie de la courbe en pointillé). Il y aura distorsion par écrasement des alternances négatives. Cette distorsion entraîne la formation d'harmoniques et par suite, les bandes latérales de modulation seront étalées.

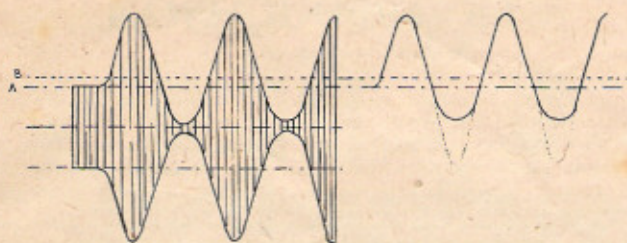


Fig. 4. — Les alternances négatives de la modulation sont aplaties, d'où distorsion du courant détecté.

Deuxième remarque, le niveau de la porteuse n'étant pas le même pendant les alternances négatives et les alternances positives, il s'établit un niveau moyen qui est plus élevé que celui donné, en l'absence de modulation, par le tube-porteuse.

En définitive, au lieu d'avoir une porteuse réduite et des bandes latérales puissantes, nous obtenons une porteuse de plus grande amplitude que celle fixée par l'input du tube-porteuse, modulée par une tension BF comportant un taux important de distorsions.

Bien que le résultat réel diffère du cas idéal prévu par Taylor, il peut sembler séduisant à certains égards, car il donne une tension BF après détection plus élevée et par suite un signal plus puissant. En outre la distorsion provoquée passe facilement inaperçue à nos oreilles, étant produite par des harmoniques paires qui ne réduisent pas dans de grandes proportions la compréhensibilité du message.

De même, l'étalement de la modulation sera bien moins considérable que dans le cas de la surmodulation ordinaire. Dans ce dernier cas, la porteuse est hachée pendant les pointes négatives et, ces coupures brusques, produisent des harmoniques situés à des dizaines de kilocycles de la porteuse; tandis que dans le cas envisagé plus haut, les harmoniques produits sont très près de la porteuse.

Il n'en reste pas moins qu'un tel fonctionnement ne doit pas être utilisé. Il entraîne de la distorsion et par suite un étalement des bandes latérales, ce que tout amateur sérieux doit éviter.

CONCLUSIONS

Pour l'amateur, la Super-Modulation de Taylor est un procédé très intéressant, permettant d'obtenir, avec des moyens simples, un excellent rendement (de l'ordre de celui de la modulation par la plaque).

Il donne une modulation profonde à la condition de régler soigneusement la puissance d'excitation, la tension BF et la charge des deux tubes.

Par contre, et jusqu'à preuve du contraire, il ne permet pas d'augmenter l'amplitude des bandes latérales au delà de celle donnée par une modulation à 100 %, sans entraîner, comme dans tous les autres systèmes, de la distorsion et de l'étalement, bien que ces deux défauts soient moins accentués et passent plus facilement inaperçus.

Nous donnerons prochainement les descriptions d'émetteurs avec tous les détails sur leurs constructions et leurs réglages.

Assurez-vous contre toutes hausses éventuelles.

ABONNEZ-VOUS !



LA PROPAGATION DES V.H.F.

(Suite de la page 11)

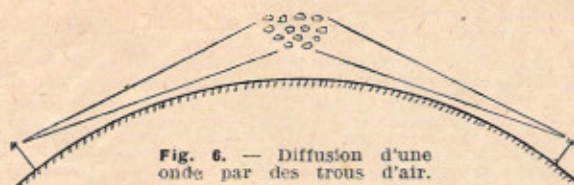


Fig. 6. — Diffusion d'une onde par des trous d'air.

par les autres phénomènes envisagés plus haut, qui sont alors prépondérants. Il se peut même que la diffusion ait pour résultat de provoquer du fading sur des signaux même rapprochés, en raison de la différence des chemins parcourus par les ondes reçues simultanément.

De cette rapide étude, nous pouvons, en conclusion, résumer les divers modes de propagation rencontrés pour des fréquences de l'ordre de 144 Mcs.

Propagation normale : Distances moyennes de 15 % supérieures à l'horizon, et diffraction permettant la réception des signaux à des distances deux fois supérieures.

Propagation DX : Super-réfraction et réflexion troposphérique.

Effet de guide d'onde.

Réflexion sur la couche E.

Aurores boréales.

Diffusion par les trous d'air.

BIBLIOGRAPHIE :

Chester B. Underhill, CQ Déc. à Fév. 1951.

Edward P. Titon, QST Fév. 1951.

W.-E. Gordon et H.-G. Booker, PIRE Avr. 1950, CQ Fév. 1951.

BULLETIN D'ABONNEMENT

A la Revue " ONDES COURTES "

NOM
(en lettres d'imprimerie).

ADRESSE

souscrit un abonnement :

d'UN AN (11 numéros), au prix de 700 fr.

de SIX MOIS, au prix de 400 fr.

à partir du mois de

Mode de règlement (rayer les mentions inutiles) :

Virement postal de ce jour au C.C.P. Marseille, 94.225. — Mandat ci-joint. — Chèque ci-joint.

Signature :

A adresser à « ONDES COURTES », 7, rue Jacques-Bouin, NICE

ANALYSES

(Suite de la page 2)

Couplage serré de l'antenne, avec toutefois un minimum de couplage capacitif entre les deux enroulements (écran de Faraday).

Les bobines d'arrêt, ainsi que le neutrodynage doivent être prévus pour la fréquence de service la plus élevée.

Le petit condensateur fixe en parallèle sur la bobine plaque est nécessaire en vue d'assurer le couplage convenable entre les deux parties de l'enroulement.

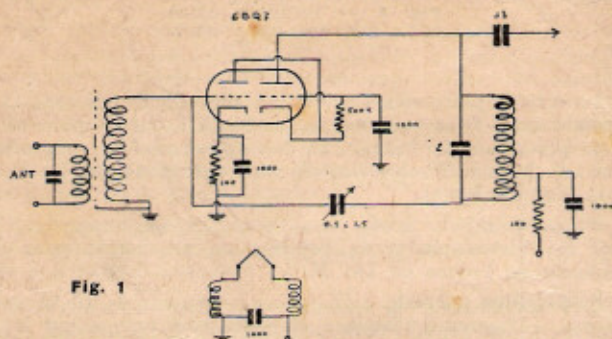


Fig. 1

Utilisation de la 6BQ7 sur 220 et 144 Mcs

E. Tilton (WIHDQ) et Vernon Chambers (WIEJQ)
(QST, Sept. 1951)

Un convertisseur utilisant la 6BQ7 est décrit. Il utilise le montage indiqué dans l'article ci-dessus analysé. Il comporte, outre cette double triode en étage HF, une 6J6 en changeuse de fréquence et un oscillateur local piloté par quartz, suivi de deux étages multiplicateurs de fréquence. Ce convertisseur, supérieur à tous ceux décrits à ce jour, est plus facile à mettre au point. L'amélioration qu'il apporte en ce qui concerne le rapport signal-souffle est peu importante sur 144 Mcs (environ 0,5 db), mais elle atteint 3 db sur 220 Mcs.

TELECOMMANDE

Proportional Radio Control

H. McEntée (W2SI) (Rad. & Tel. News, Sept. 1951)

Le système utilisé est du type dit à contrôle proportionnel, le gouvernail de l'engin télécommandé suit exactement le mouvement du levier de commande au sol. Il permet, moyennant un équipement plus complexe, un contrôle plus facile que celui donné par le système à échappement qui, en général, ne permet que trois positions, centre, gauche et droite. L'émetteur classique est équipé d'une 832. Il donne une série d'impulsions de durées variables, allant de l'absence totale à l'émission continue. A la réception, ces impulsions après détection et amplification, agissent sur un relais qui envoie le courant d'une pile dans l'un ou l'autre des enroulements d'un petit moteur, constitué par un rotor à aimant permanent et un stator comportant un enroulement à prise médiane. Ce moteur peut tourner de 180° dans l'un ou l'autre sens et actionne le gouvernail. Des détails sont donnés sur la construction du système de manipulation automatique et de ce moteur, dénommé « actuator ».

Télécommande de modèle d'avions

W. Good (W3NPS) et W. Good (W3LQE/2)
(QST, Août 1951)

Article donnant des renseignements sur les divers types de commandes utilisés par les amateurs USA. Le système à échappement est le plus populaire, le poids du mécanisme est peu élevé (15 à 30 grammes). Il donne les trois positions du gouvernail et ne nécessite qu'un seul relais. Un second système, le contrôle proportionnel est analysé ci-dessus. Enfin certains amateurs ont réalisé des systèmes plus complexes qui permettent jusqu'à 5 contrôles séparés, tout en n'utilisant qu'une seule longueur d'onde. La sélection se fait par l'émission de 5 fréquences BF, comprises entre 200 et 400 cycles par seconde. Un sélecteur à lames vibrantes est utilisé à la réception : suivant la fréquence de modulation reçue, une des lames se met à vibrer et provoque l'excitation d'un relais, qui à son tour ferme le circuit d'un petit moteur agissant sur la commande correspondante.

LA MODULATION

(Suite de la page 9)

role la plus élevée, dans le cas envisagé, étant de 3000 c/s, la bande totale occupée par notre émission est de 6 kilocycles.

Aucun système de modulation (en dehors du cas de l'émission à bande latérale unique, qui résout le problème en supprimant la porteuse et une des bandes latérales), ne peut permettre de réduire cette bande. Que l'on ne dise pas que la NBFM ou la Super-Modulation occupent une plage plus étroite que la modulation d'amplitude. Cela est inexact, en effet, pour une réception identique, la NBFM, par exemple occupera bien souvent une plage plus étendue que la modulation d'amplitude et, dans tous les cas, au moins égale. Toutefois, pour une faible valeur de la déviation, les bandes latérales auront une puissance moindre en NBFM qu'en amplitude, mais elles n'en existeront pas moins intégralement.

Il est physiquement impossible, en l'état actuel de la technique, de réduire la largeur des bandes latérales par un quelconque procédé de modulation. C'est sur la forme du courant de modulation lui-même qu'il faut agir, si nous voulons arriver à ce résultat. Il convient, ainsi que nous l'avons vu plus haut, de réduire à strict minimum la bande BF nécessaire à la transmission du message, et d'éviter toutes les distorsions BF ou HF (ne l'oublions pas), qui auraient pour effet, en créant des harmoniques, d'élargir inutilement cette bande. C'est tout ce que nous pouvons faire pour obtenir une émission « étroite », qui perce facilement le QRM, mais encore faut-il vouloir le faire.

N'y a-t-il donc aucun moyen de transmettre un message donné avec une bande moins large que celle définie plus haut ? Certainement, oui ; il existe de nombreuses méthodes qui sont utilisées pour les liaisons commerciales. Mais tous ces procédés sont, en dernière analyse, des « truquages » du message avant modulation. C'est la bande des fréquences audibles composant le message qui est comprimée, transposée... puis transmise. A la réception, il faut, pour rendre à nouveau le message compréhensible, faire les opérations inverses. C'est ce que les Anglo-Saxons appellent « chiffrer » et « déchiffrer ». Ces termes sont assez explicites et indiquent bien la complexité des procédés utilisés.

Nous pouvons d'ailleurs, à titre documentaire, donner un exemple de ce qui pourrait être réalisé assez facilement (bien que ce système ne soit pas employé pratiquement).

Nous pouvons enregistrer le message à transmettre sur un magnétophone tournant à sa vitesse normale. Faisons ensuite défiler le ruban ainsi enregistré, à une vitesse réduite de moitié et modulons notre émetteur par les courants BF ainsi produits. A la réception, cette modulation doit être enregistrée sur un autre magnétophone tournant à la même vitesse que celui de l'émetteur, puis ensuite, pour pouvoir comprendre le message, il nous faut refaire défiler le ruban à sa vitesse normale. Toutes les fréquences transmises ayant été divisées par deux lors de l'émission (en raison du fait que la vitesse était la moitié de la normale), la bande de fréquence occupée par notre émission était donc deux fois moins large. Mais quelle complication.

Notez d'ailleurs, que dans ce cas, l'émission aura duré un temps double de celui nécessaire à l'émission normale. Ayant occupé une bande réduite de moitié, pendant un temps double, nous n'aurons pas gagné grand chose, et en réalité cette émission aura provoqué autant d'interférences.

Il est bien évident qu'il existe des systèmes plus complexes permettant d'obtenir des résultats remarquables dans ce sens, mais ils sont infiniment trop compliqués pour l'amateur.

Dans notre prochain numéro, avec la III^e partie de cette étude, nous aborderons l'étude des modulations d'amplitude.