

LE HAUT-PARLEUR

2^F 50

8 fr. marocains
2,85 dinars

Décembre 1965

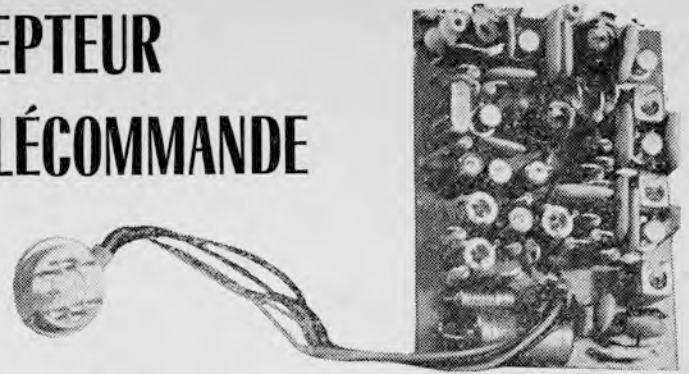
RADIO
TELECOMMANDE
DE MODELES
REDUITS



RÉALISATION D'UN RÉCEPTEUR SUPERHÉTÉRODYNE POUR TÉLÉCOMMANDE

POURQUOI CHOISIR

LE RÉCEPTEUR SUPERHÉTÉRODYNE ?



DEPUIS quelque temps la tendance du récepteur de télécommande semble résolument s'orienter vers le type superhétérodyne. Pourquoi cette orientation ? Sans aucun doute, pour obtenir une sélectivité telle qu'il soit possible de faire évoluer plusieurs modèles, en même temps, sur le même terrain, et tout en restant dans la bande commerciale des 27 MHz.

En effet, le récepteur du type à superréaction a une sélectivité très médiocre et tout émetteur de télécommande, puissant, et la 26 à 28 MHz est reçu par un tel récepteur accordé sur 27 MHz.

Nous avouons que sur le terrain habituel de nos essais, nous n'avons jamais connu ces « embouteillages » de fréquences, mais cela arrive paraît-il aux abords des grandes villes !

Quelle est donc la raison qui m'amena, moi aussi, à réaliser un superhétérodyne ? Elle est en réalité tout à fait différente. Mon émetteur de télécommande, puissant, et la recherche d'une sécurité maximum, m'obligea en effet à écarter, assez fortement les différents canaux BF de façon à éviter un mélange des ordres, à proximité du point de commande. Ainsi, les fréquences que je recommandais (H.-P. n° 1032) étaient : 650 Hz, 1 150 Hz, 1 750 Hz, 3 000 Hz avec commande de la direction et de la profondeur (2 fréquences par gouverne).

Pour adjoindre la commande des ailerons et des gaz, il faut donc 4 fréquences supplémentaires : 4 500 Hz, 6 500 Hz, 8 500 Hz, 11 000 Hz en gardant 2 000 Hz environ entre chaque voie.

Or, dans ces conditions la superréaction laisse apparaître un gros défaut : les fréquences élevées de la modulation passent mal. Cette propriété est due au principe même du fonctionnement : rappelons que l'étage détecteur travaille alternativement en émetteur et récepteur, ce qui permet de placer périodiquement le montage au maximum de sensibilité (juste avant l'entrée en accrochage). Cette alternance est provoquée par une oscillation à fréquence relativement basse (voi-

oscillation ultra-sonore est appliquée à l'entrée BF du récepteur et son amplitude est telle, que l'ampli BF est saturé et inapte à amplifier normalement la modulation utile. Il est donc indispensable d'éliminer cette oscillation : on y parvient en utilisant un filtre éliminant les fréquences élevées (fig. 1).

Malheureusement, encore une fois, les fréquences les plus hautes de modulation sont par la même occasion, fortement atténuées.

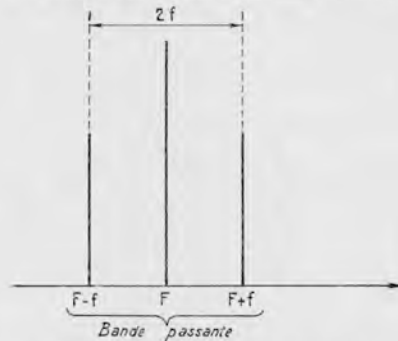


FIG. 2. — Les bandes latérales

En définitive, on peut dire, qu'un récepteur à superréaction a une bande passante assez étroite, jointe à une sélectivité médiocre (deux caractéristiques pourtant contradictoires, comme on le verra, un peu loin) ; il se

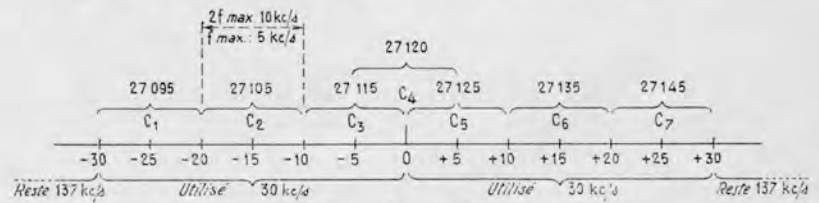


FIG. 3. — Les sept canaux

rachète par une grande sensibilité obtenue avec une remarquable simplicité de moyens.

On pourrait s'étonner, en lisant ces lignes, de trouver pourtant dans le commerce, des réalisations utilisant la superréaction avec des canaux atteignant 6 000, voire 10 000 Hz en BF (Varioton, Télécont...). La raison en est que ces ensembles travaillent en tout ou rien et utilisent au récepteur, un amplificateur BF à gain surabondant, et tel que la fréquence la plus élevée, donc la plus défavorisée, atteigne à la sortie un niveau suffisant pour un fonctionnement correct. Dans ces conditions, les fréquences basses sont écrêtées à l'amplitude maximum délivrée par le montage. Il se pratique un nivellement permettant un fonctionnement correct.

Cette méthode est valable tant que l'on n'utilise pas systématiquement les commandes simultanées et, dans la mesure (dans ce dernier cas) où, la disproportion entre les niveaux de modulation extrêmes n'est pas trop importante. Dans le cas contraire, par exemple en envoyant en même temps la note

650 Hz et la note 11 000 Hz, l'ampli BF sera saturé par la note 650 Hz, très forte et défavorisera la 11 000 Hz ; le fonctionnement deviendra aléatoire. L'idéal serait d'utiliser un récepteur à LARGE BANDE PASSANTE : par ex. de 500 à 20 000 Hz ce qui nous garantirait un niveau constant à l'entrée BF pour notre gamme de notes allant de 650 à 11 000 Hz.

Le superhétérodyne sera-t-il la solution de ce problème ?

Oui ! Mais nous allons voir dans quelles conditions. Pour cela, il va falloir faire un retour vers la théorie de la modulation d'amplitude :

Lorsque l'on module une porteuse HF de fréquence F par une tension BF de fréquence f , il se crée de chaque côté de cette porteuse, des bandes latérales $F - f$ et $F + f$. L'émetteur, en fonctionnement, couvre donc une zone de fréquence allant de $F - f$ à $F + f$ (fig. 2).

Il est évident, que pour retrouver, à la réception, la modulation f il faut un montage laissant passer, non seulement la fréquence centrale F , mais aussi les bandes latérales, donc toutes les fréquences allant de $F - f$ à $F + f$ y compris ces limites, avec un débordement suffisant : c'est ce que nous avons appelé, tout à l'heure, la bande passante du récepteur.

On comprend, alors pourquoi SELECTIVITE et BANDE PASSANTE sont deux caractéristiques contradictoires :

— Un récepteur infiniment sélectif à une bande passante nulle.

— Un récepteur très sélectif à une large bande passante.

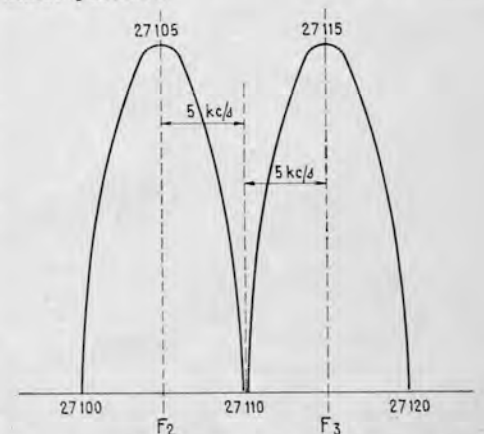


FIG. 4. — Bandes de deux récepteurs évitant toute interférence (f max : 5 kHz)

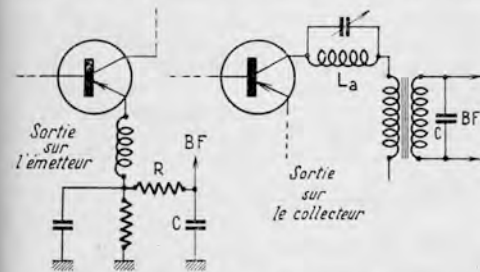


FIG. 1. — Il est nécessaire d'éliminer la fréquence de découpage dans les récepteurs à super-réaction

sine de 50 kHz) généralement engendrée par l'étage lui-même. Ce mode de fonctionnement interdit déjà le passage de fréquences de modulation voisines de cette fréquence de découpage. Sans précaution particulière, cette

Prenons un exemple tiré d'un catalogue commercial. On nous y propose 7 canaux HF dans la bande des 27 MHz (fig. 3). Prenons par exemple les canaux 2 et 3 distants de 10 kHz. Si l'on veut séparer correctement 2 émetteurs travaillant sur ces fréquences, il faut que la bande passante de ces 2 appareils soit telle

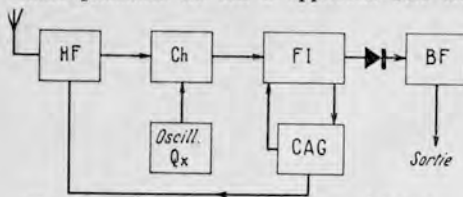


FIG. 5. — Schéma-bloc du superhétérodyne (FI = fréquence intermédiaire)

qu'il n'y ait aucun recouvrement (fig. 4). Faut de quoi, apparaîtront des interférences pouvant déclencher des manœuvres intempestives. Mais dans ces conditions 5 kHz représente la fréquence maximum absolue que les 2 ensembles passeront. Conséquence : il faudrait cantonner les divers canaux BF entre 0 et 5 000 Hz sans atteindre ces valeurs.

On peut d'ailleurs remarquer que le choix des canaux HF proposé par le catalogue est

avec une chaîne FI de circuits accordés sur cette fréquence, et cela, en diminuant les risques d'accrochage par excès d'amplification.

C'est dans cet amplificateur FI que la sélectivité désirée sera obtenue. En gros pour des montages classiques à 3 circuits bouchons on obtiendra une bande passante voisine du 1/50 de la fréquence nominale FI.

Exemple :

Avec 500 kHz environ en FI :

$$\text{bande passante} = \frac{500\,000}{50} = 10\,000 \text{ Hz,}$$

BF max 5 000 Hz.

Avec 5 000 kHz (5 MHz) :

$$\text{bande passante} = \frac{5\,000\,000}{50} = 100\,000 \text{ Hz.}$$

BF max 50 000 Hz.

Donc, avec ce genre de montage, on obtiendra la sélectivité nécessaire en choisissant en conséquence la valeur de la FI du récepteur, sans oublier que les limites supérieures calculées ci-dessus correspondent déjà au niveau 0 et que la deuxième valeur de FI (5 MHz) qui donne une limite absolue de

— 6,75 MHz pour les modèles de poche à Modulation de Fréquence.

Il va sans dire qu'il m'a été impossible de résister à la tentation d'utiliser ces petites merveilles pour monter deux récepteurs Superhets aux caractéristiques différentes, mais répondant chacun à une utilisation particulière :

1° Avec une FI de 455 kHz très sélectif bande passante étroite.

— Utilisation 1 : lames vibrantes.

— Utilisation 2 : filtres BF assez rapprochés (max. 6 000 Hz). Vols de groupe possibles.

2° Avec une FI de 7,120 MHz moins sélectif, bande passante large.

— Utilisation : Filtres BF nombreux et moins rapprochés (max. 15 à 20 kHz). Néanmoins trois à quatre canaux HF restent possibles. Ex. : 27 000 kHz, 27 080 kHz, 27 160 kHz, 27 240 kHz.

C'est ce montage qui est décrit dans les lignes suivantes.

N.B. — Signalons que les transfo FI Philips ne se trouvent pas couramment dans le commerce. On pourra se les procurer en tant que « Pièces Service » auprès de tout dépôt

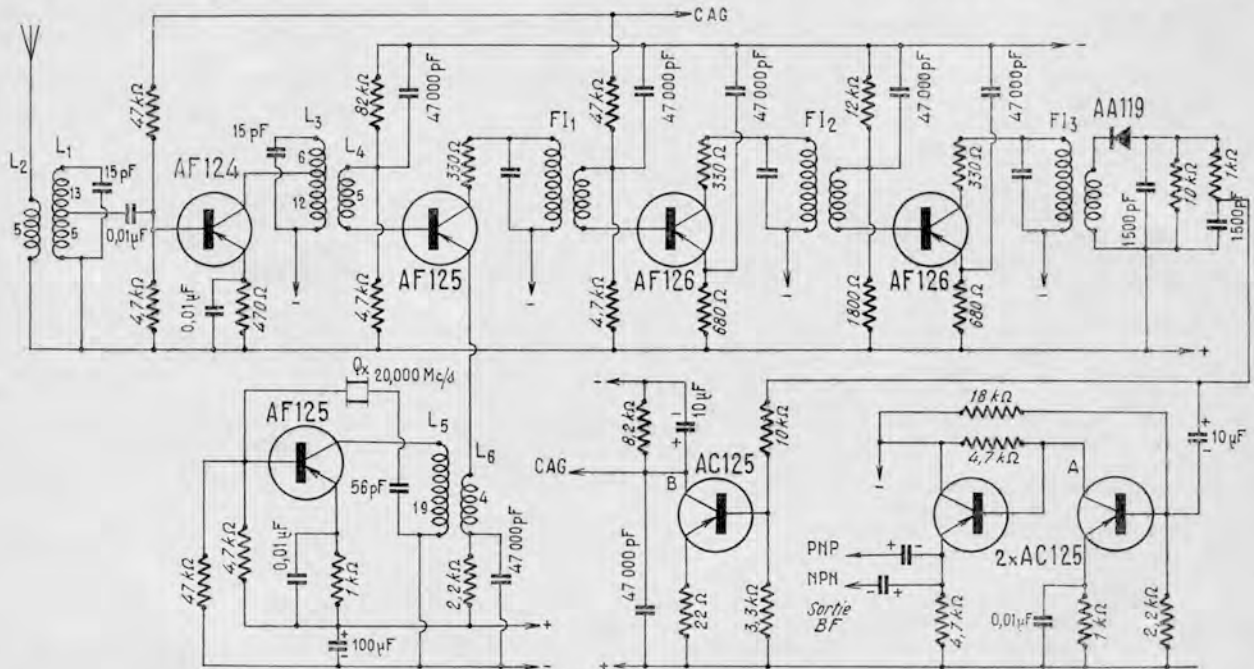


FIG. 6. — Schéma de principe du Super TF.1

peu logique (surtout au centre). Le canal 4 « bavant » obligatoirement sur ses voisins (5 kHz entre porteuses, ce qui ne laisse que 2,5 kHz en BF). On utilise fort mal les 325 kHz disponibles autour de 27,120 MHz :

$$\frac{27,120 \times 0,60}{2 \text{ fois}} = 100$$

Il serait certainement possible d'utiliser la bande allouée d'une façon plus astucieuse.

En conclusion, le superhétérodyne présente un atout majeur : il permet d'obtenir la sélectivité, donc la bande passante désirée et cela dans de très larges limites alors que, avec la superréaction on n'avait ni bonne sélectivité ni bonne bande passante.

Reste maintenant à savoir comment on peut obtenir cette modification de sélectivité. A ce propos, examinons le schéma-bloc d'un superhétérodyne (fig. 5).

Le signal capté par l'antenne et préalablement amplifié par un étage HF est changé de fréquence par l'intermédiaire d'un oscillateur (à quartz ici) : on obtient alors par battement une fréquence très inférieure (souvent 455 kHz) qu'il sera plus facile d'amplifier

50 000 Hz, laissera passer le 25 000 Hz avec une atténuation de près de 30 %.

N.B. — Ces données sont approximatives et ne tiennent pas compte de l'utilisation possible de circuits décalés ou couplés.

Mais, tous ces principes théoriques, si séduisants soient-ils, ne doivent pas nous faire quitter le domaine essentiellement pratique de l'amateur. Or celui-ci n'a pas, comme les firmes commerciales, la possibilité de faire réaliser tel ou tel bobinage qui lui convienne. Le choix des FI est donc très limité : il faudra prendre ce que l'on peut trouver dans le commerce, sans compter un impératif majeur en télécommande de modèles réduits : les dimensions et le poids minimum.

Or, ayant la chance d'avoir souvent entre les mains du matériel Philips, j'ai été, depuis quelque temps, étonné par la petitesse des transfo FI utilisés par cette firme dans certains de ses récepteurs : 7 x 7 x 8 mm.

De plus, deux valeurs de fréquence sont disponibles :

— 455 kHz pour les récepteurs de poche classiques.

sitaire officiel de la marque. Celui-ci « pourra » les commander, comme il le fait normalement pour les pièces de dépannage : vous ne devez pas avoir de difficultés de ce côté. Les références seront données plus loin.

Pour terminer ce préambule, destiné à éclairer quelques principes peut-être un peu méconnus, remarquons que le récepteur idéal n'existe pas, car il est impossible de donner toutes les qualités à un seul montage. Il faut donc choisir entre la sélectivité, la bande passante, la simplicité et le prix de revient.

Mais passons à l'examen du schéma :

SUPERHETERODYNE A LARGE BANDE, TYPE TF1

Poids en ordre de marche : 42 g.

1. Le schéma. — Il est très classique dans ses grandes lignes (fig. 6) :

— Etage HF : Equipé d'un AF124 monté en émetteur commun, reçoit la HF sur sa base par l'intermédiaire du transfo d'antenne L₁ L₂. L'amortissement est évité par la prise sur L₂ ; la base est polarisée par la commande automatique de gain (CAG). Le signal amplifié par le transistor se retrouve dans le cir-

cuit accordé de collecteur L_2 pour être envoyé sur la base du changeur de fréquence.

— **Changement de fréquence** : Ce travail est confié à deux AF125, dont l'un est monté en oscillateur à quartz et fonctionne sur une fréquence de 20 MHz. Le montage en est très classique. Le courant à 20 MHz obtenu est injecté sur l'émetteur du 2^e AF125 qui reçoit comme il a été dit le signal à 27,120 MHz sur sa base. Il s'en suit un battement et l'apparition d'un courant à 27,120 - 20,000 = 7,120 MHz dans son circuit de collecteur où l'on trouve le premier transfo FI.

En fait la fréquence nominale de ces pièces est de 6,75 MHz, mais il est possible de l'amener à la valeur ci-dessus par le réglage du noyau. C'est d'ailleurs par ce moyen qu'il sera facile d'accorder le récepteur sur différents canaux de la gamme des 27 MHz, sans avoir à changer de quartz. Il m'a déjà été assez difficile de trouver un 20 MHz subminiature, sans exiger des variantes de cette valeur ! Par ailleurs, la solution est économique (un seul quartz).

— **Ampli FI** : Equipé de deux AF126 et de trois transfo identiques. Des résistances de 330 Ω placées en série dans les collecteurs évitent un accrochage. Seul le premier AF126 reçoit la tension de CAG. On remarquera, pour l'ensemble du récepteur que le retour de tous les découplages se fait vers le —. Ce



FIG. 7. — Circuit imprimé. Tous les trous de R et C sont percés à 7/10 mm. Noter les fils reliant les broches des transformateurs FI au circuit. La broche centrale du groupe de trois broches, sur ces transformateurs, est inutilisée.

mode de câblage permet d'utiliser les résistances d'émetteurs comme résistances de découplage. Comme ces résistances sont indispensables pour la compensation de température, on fait d'une pierre deux coups, en supprimant les cellules de découplage, ce qui est intéressant à la fois par économie et par gain de place.

Le secondaire du dernier transfo FI alimente la diode de détection AA119. Les tensions BF enfin disponibles sont débarrassées des résidus HF par la cellule de filtrage 1 000 Ω - 1 500 pF pour être amplifiées.

— **Ampli BF** : Les tensions en provenance de la détection sont assez élevées pour se satisfaire d'un seul AC125 amplificateur. Le deuxième AC125 est nécessaire pour diminuer l'impédance de sortie, de façon à pouvoir brancher plusieurs circuits à filtres BF sans faire « chuter » la tension. Par ailleurs il n'amplifie absolument pas et n'écrite rien.

— **CAG amplifié** : A proximité d'un émetteur puissant, le récepteur risque d'être saturé, ce qui a pour effet inattendu de faire

disparaître la modulation. Pour éviter cet inconvénient gênant, un AC 125 reçoit sur sa base la tension continue de détection. Celle-ci étant négative fait conduire ce transistor, de sorte que la tension prise sur son collecteur et qui était, en l'absence de réception fortement négative diminue et se rapproche du +. Comme les polarisations des deux transistors HF commandés sont prises sur ce point, au fur et à mesure que le niveau de réception augmente, ces étages perdent leur gain, ce qui stabilise le fonctionnement.

N.B. — Les deux condensateurs de sortie montés en polarité inverse l'un de l'autre sont nécessaires pour alimenter les servos n° 2 décrits dans un précédent article (Haut-Parleur n° 1 082, page 94). Les amateurs utilisant des étages à filtres ordinaires pourront n'en garder qu'un.

2. Réalisation.

a) **Le circuit imprimé** : On en trouve le dessin figure 7. Je ne reviendrai pas à nouveau sur le procédé à utiliser. Evidemment, le tracé est assez délicat : prendre une plume n° 6 et un pochoir à trous de 2 mm. Les broches des transfo FI étant très rapprochées, on se contentera de prévoir sur le circuit la soudure des pattes de fixation. Ces broches traversent la plaquette par des trous de 1 mm soigneusement percés à la demande. Les

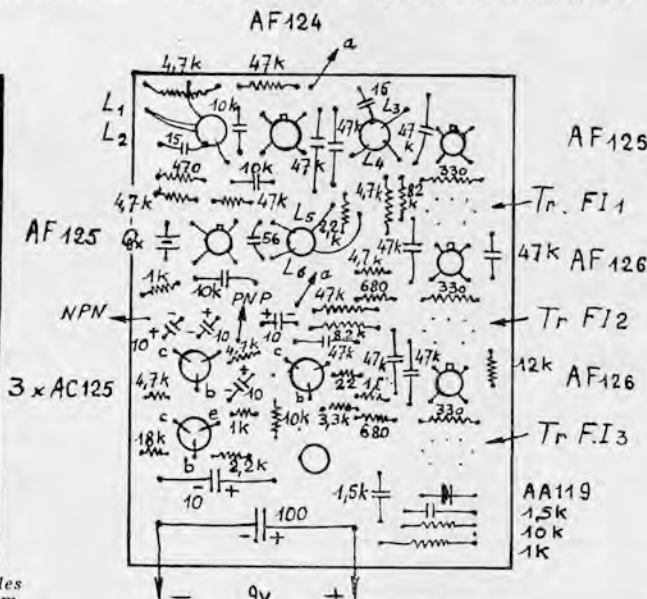


FIG. 8. — Disposition des éléments

connexions se feront avec du fil étamé très fin soudé d'une part sur la broche et d'autre part sur le circuit. Ce procédé a d'ailleurs un avantage très appréciable : il permet en cas de besoin de démonter le transfo sans le détériorer, ce qui ne serait pas le cas s'il fallait venir à bout de sept points de soudure.

b) Liste des pièces nécessaires :

Transistors : 1x AF124, 2x AF125, 2x AF126, 3x AC125, 1x AA119.

Résistances : 1x 22 Ω , 3x 330 Ω , 1x 470 Ω , 2x 680 Ω , 3x 1 000 Ω , 1x 1 800 Ω , 2x 2 200 Ω , 1x 3 300 Ω , 6x 4 700 Ω , 1x 8 200 Ω , 2x 10 000 Ω , 1x 12 000 Ω , 1x 18 000 Ω , 3x 47 000 Ω , 1x 82 000 Ω . Type SIRE 1/8 W (chez RD).

Condensateurs 2x 15 pF cer subm., 1x 56 pF cer subm., 2x 1 500 pF cer plats, 3x 10 000 pF cer plats, 8x 47 000 pF cer plats, 5x 10 μ F Transco 16 V, 1x 100 μ F Transco 16 V.

Pièces diverses :

3 Mandrins 6 mm miniatures avec noyaux (Radio-Prim).

3 Transfo FI Philips numéro de code : G 08 007 repère bleu utilisés sur poste /L 1 W 22 T.

1 Quartz subminiature 20,000 MHz (disponible immédiatement chez RD Toulouse).

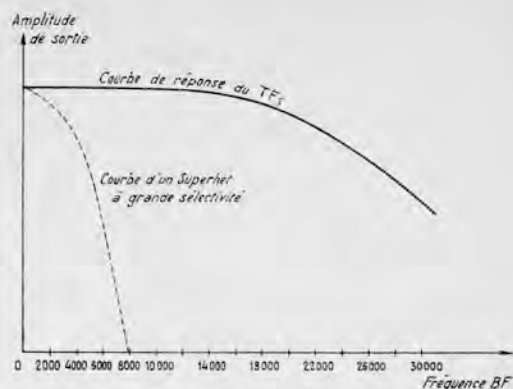


FIG. 9. — Courbe de réponse de super à large bande. N.B. : Le signal a été pris à la détection, avant le transistor AC125. Après amplification BF, la courbe est encore meilleure, en raison de la saturation. Le niveau de modulation est gardé fixe à l'émission par correcteur du niveau du signal du générateur BF et contrôlé continuellement à l'oscilloscope.

1 bouchon 7 broches et fil souple.

c) Bobinages HF.

L_1 18 spires de fil émail-soie 30/100 sur mandrin 6 mm prise à 5 spires de la base de l'enroulement. Le fil du haut de l'enroulement est enroulé sur l'une des pattes supérieures du mandrin. Y souder plus tard le 15 pF d'accord.

L_2 5 spires sur L_1 , même fil. Centrer autour de la prise intermédiaire.

L_3 18 spires, même fil, même mandrin prise à 6 tours de la base, même position du fil supérieur.

L_4 5 spires sur L_3 , centrées autour de la prise intermédiaire.

L_5 19 spires, même fil, même mandrin.

L_6 4 spires sur L_5 côté « froid ».

Remarque : Les transfo contiennent le condensateur d'accord.

d) Câblage.

Commencer le montage par la partie BF et le AC125 de CAG. Le circuit imprimé a été étudié pour placer les transistors à l'envers comme je le préconise d'habitude. Souder aussi le 100 μ F. Cette partie achevée, vérifier avec un contrôleur, la tension apparaissant au point A, piles branchées. On doit obtenir à peu près la moitié de la tension des piles. En cas d'écart important faire varier la valeur de la résistance de 18 000 Ω . Contrôler alors la tension au point B. Elle sera inférieure de quelque 2 à 3 V de celle des piles (avec les résistances de retour de base au + disposées : 10 000 + 1 000 + 10 000 Ω). Brancher un casque à la sortie BF et contrôler le bon fonctionnement en injectant le signal d'un générateur BF ou simplement en « chatouillant » l'entrée avec un tournevis.

Continuer le montage par le pilote quartz. Souder les différentes pièces et vérifier en branchant le contrôleur (sensibilité 100 à 500 μ A) avec la diode AA119 en série dans d'un des fils aux bornes de L_6 . Si l'étage fonctionne on obtiendra une nette déviation de l'aiguille. En cas d'échec, essayer de faire varier la valeur de 56 pF.

Au contraire, si tout marche bien, poursuivre par la partie FI. Disposer d'abord les petits transfo en les manipulant avec de grandes précautions car ils sont assez fragiles. Les souder comme indiqué plus haut. Placer tous les autres éléments en remontant jusqu'à L_4 . A partir de ce moment, le récepteur est capable de recevoir un signal à 27,120 MHz d'un émetteur assez proche. Le vérifier et en profiter pour régler les trois noyaux FI au maximum.

Enfin, monter l'étage HF, et noter le gain de sensibilité et le souffle d'entrée. L'antenne aura une cinquantaine de centimètres.

F. THOBIS.