

étude et réalisation d'un récepteur de trafic 144 MHz perfectionné

par Gérard BEAUDIN

Introduction

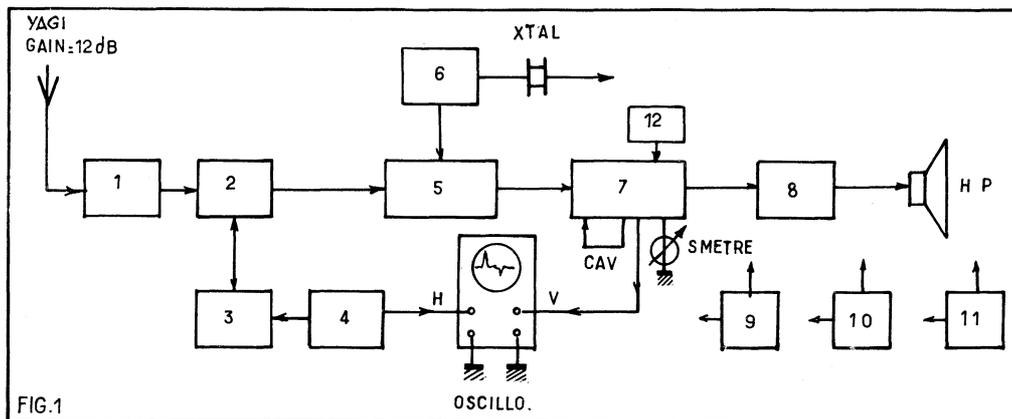
Cette étude ne s'adresse pas aux novices de la radio, mais aux personnes connaissant bien les bandes décimétriques et ayant un peu de pratique sur les V.H.F.

J'ai voulu réaliser un récepteur complet, c'est-à-dire possédant les derniers perfectionnements de la technique ; mais aussi très sensible et sélectif. C'est pourquoi tous les circuits ont été très étudiés.

Vue générale sur le récepteur

Chaque partie du récepteur a été construite dans un boîtier en laiton fermé (donc très blindé). Les entrées d'alimentations se font par perles de verre ou à défaut par by-pass de 1500 pF. Les entrées et sorties H.F. se font par l'intermédiaire de prises péréna mâles ou femelles pour châssis. Les châssis sont ensuite vissés sur une plaque d'aluminium et reliés ensemble par fils et coaxiaux.

Le récepteur est constitué (Fig. 1) par un pré-ampli 144-146 MHz à 2 tubes ; un mélangeur à 2 tubes, d'un oscillateur local à un tube à fréquence variable commandé à distance par varicap. La 1^{re} est à 30 MHz et comprend 2 tubes plus un mélangeur. Le second oscillateur local est à quartz à 2 tubes (avec quadrupleur de fréquence). L'ampli 2^e MF est à 1 600 kHz et comprend 3 étages. Il est muni d'un C.A.V., d'un B.F.O., d'un détecteur et anti-parasites, d'un S-mètre, d'un système de réception panoramique, d'un squelch-circuit et d'un ampli BF à 2 tubes. Il y a une alimentation filaments (6,3 V), une alimentation stabilisée pour les oscillateurs (150 V) et une alimentation H.T. (250 V) pour le reste des tubes.



1. préampli 144-146 MHz - tubes : ECC88 - EC86 - gain : 10 dB. — 2. mélangeur 144-146 → 30 MHz - tubes : EC86 - EC86 - gain : 5 dB. — 3. oscillateur local à ligne 114-116 MHz - tube E86C et varicap BA109. — 4. commande de fréquence de l'oscillateur et relaxateur pour balayage de l'oscilloscope. — 5. ampli MF 30 MHz + mélangeur 30 MHz → 1 600 kHz - tubes 2×EF80 et ECC 88 - gain : 60 dB. — 6. oscillateur local à quartz (7,9 MHz) et quadrupleur : (31,6 MHz) - tubes : ECC 88 - EC 86. — 7. ampli MF 1 600 KHZ - tubes EF189 - 2×EF80 - 6AL5 - gain :

60 dB. — 8. ampli BF + squelch - tubes 12AX7 - EL84 - 3 W modulés. — 9. alimentation filaments 6,3 V - 6 A. — 10. alimentation régulée 150 V - 100 mA (tube VR150). — 11. alimentation HT 250 V - 200 mA (pont de diodes). — 12. oscillateur BFO 1 601 KHZ - tube ECC81.

Il comporte 3 tubes amplificateurs : EF189, deux EF80 et un tube détecteur et antiparasites : 6AL5.

La sortie S-mètre sera connectée à un voltmètre 0-30 V (R = 1 MΩ) et aux plaques de déviation verticale d'un oscilloscope cathodique.

Cet amplificateur a été réalisé dans un coffret en laiton de dimensions : longueur : 20 cm, largeur : 6 cm, hauteur : 4 cm.

L'impédance du circuit d'entrée de l'EF189 est telle qu'elle puisse être connectée

L'antenne utilisée est une yagi à 5 éléments orientable. Le feeder est un coaxial 75 Ω.

Nous allons tout d'abord étudier l'ampli 1 600 kHz (n° 7).

Amplificateur MF 1 600 kHz (n° 7)

Son schéma est donné à la figure 2.

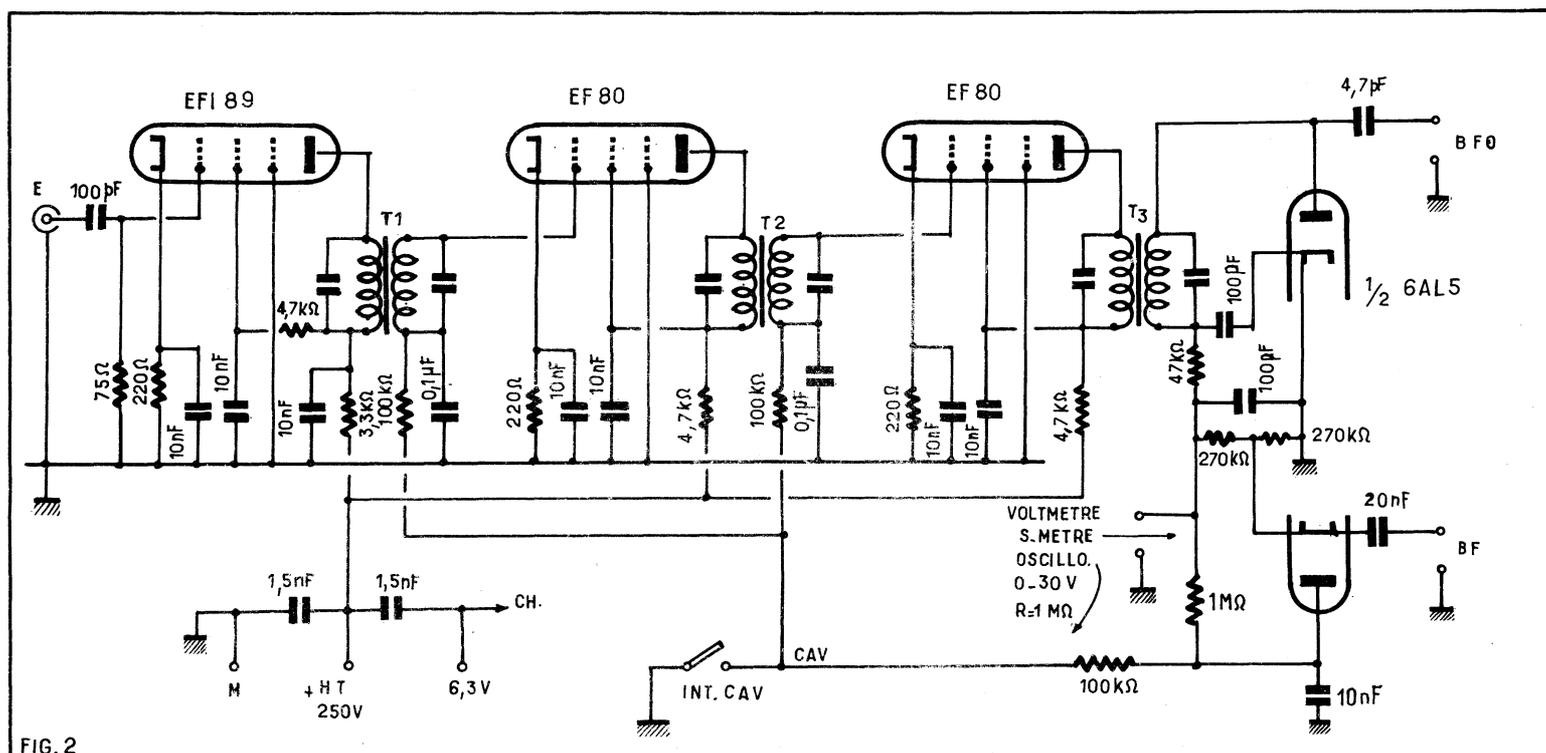
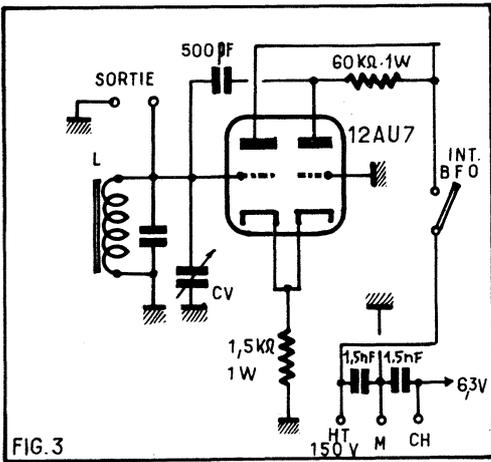


FIG. 2

Platine ampli 30 MHz (N° 5) fig. 4



tée à un câble 75 Ω qui reliera cet ampli au mélangeur que le précède. Les circuits amplificateurs sont tout à fait classiques.

Les transformateurs MF du type miniature sont accordés sur 1 600 kHz.

Les connexions seront courtes et les tubes auront un blindage.

Attention aux réactions inter-étages occasionnées éventuellement par le grand gain des tubes employés (surtout de l'EF189 qui a un gain double de l'EF80).

La sélectivité est de 5 kHz environ.

Le gain de cet amplificateur est de 60 dB.

La mesure a été faite avec un générateur « métrix ».

Pour 1 mV modulé 30 % à l'entrée, la tension détectée est de 1 V.

L'étage tend à se saturer pour une tension > 2 mV à l'entrée.

La prise d'entrée, de BFO, de mesures et BF sont des prises pérena coaxiales.

L'oscillateur de battement (B.F.O.) N° 12
(Voir fig. 3)

Afin de recevoir les signaux de télégraphie entretenue et télémesure des satellites, voici le BFO. (Il sera branché à la prise BFO de l'ampli MF à 1 600 kHz).

Le BFO est monté dans un boîtier en laiton de dimensions = 6 × 6 × 4 cm. La sortie se fait par prise coaxiale pérena. La liaison au détecteur se fera par coaxial 75 Ω du type T.V.

Le BFO sera connecté à l'alimentation stabilisée en 150 V afin que la note musicale soit stable.

l'adaptation correcte avec le coaxial de liaison (75 Ω).

Le circuit grille est accordé sur 1 600 kHz par le transfo T₁.

Vue de dessus de la platine (fig. 5)

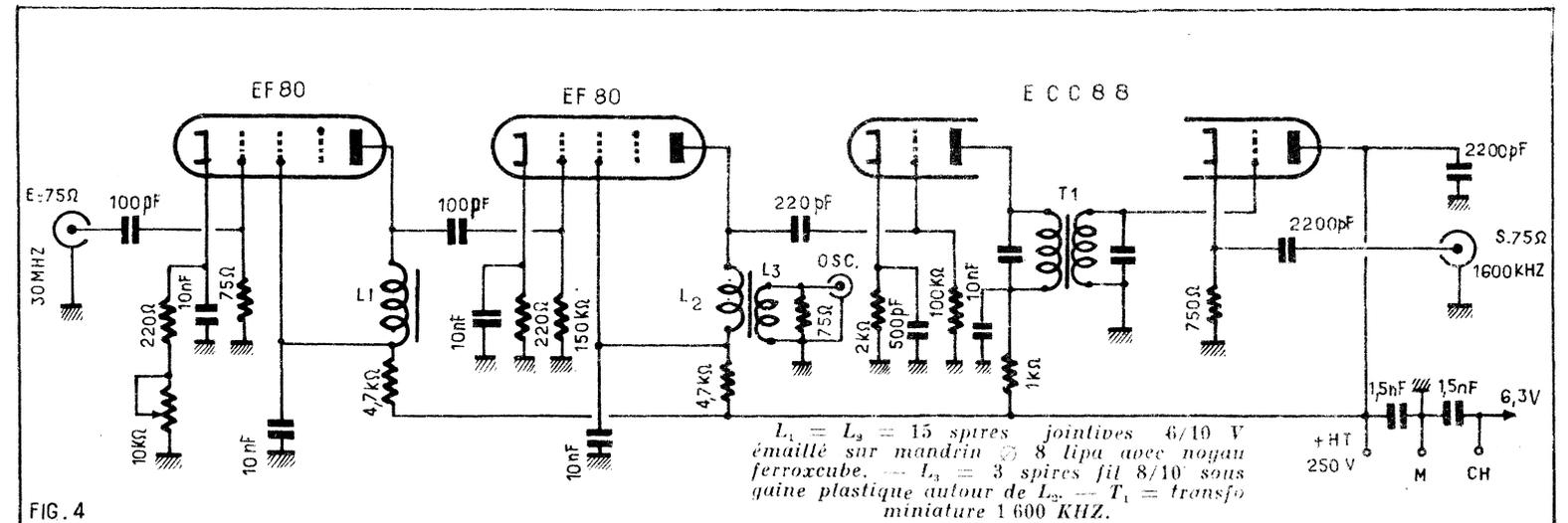
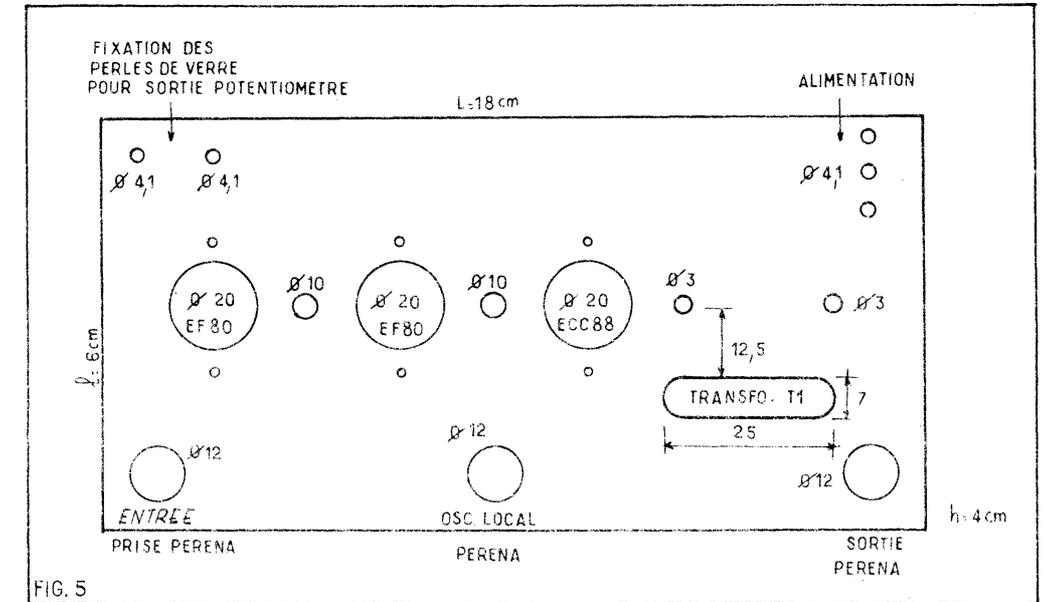
Cette platine est en laiton (blindage parfait aux rayonnements parasites).

Pour régler ces étages, procéder comme suit :

Si l'on possède un vobuloscope type « métrix », on peut accorder le transfo MF 1600 kHz en réglant le générateur sur cette fréquence modulée en fréquence ΔF = 0,5 MHz et en injectant ce signal à l'entrée oscillateur local et en plaçant une sonde détectrice à la sortie S. On règle l'ampli 30 MHz en plaçant le géné sur la fréquence (ΔF = 0,5 MHz) et la sonde détectrice à la prise oscillateur local (L₁ et L₂ ont d'abord été dégrossies à l'onde-mètre).

Si l'on ne possède pas de vobuloscope ; employer un générateur HF « Métrix » ou autres étalonné en niveau de sortie, confectionner une sonde détectrice (fig. 6) et mesurer la tension de sortie avec un voltmètre = (20 000 Ω/volt). Le procédé sera le même.

La mesure de gain a été effectuée avec le générateur modulé à 30 % sur 30 MHz avec l'oscillateur local connecté. Le gain mesuré est de 60 dB.



L₁ = L₂ = 15 spires jointives 6/10 V émaillé sur mandrin Ø 8 lipa avec noyau ferrocube. — L₃ = 3 spires fil 8/10 sous quine plastique autour de L₂. — T₁ = transfo miniature 1 600 KHZ.

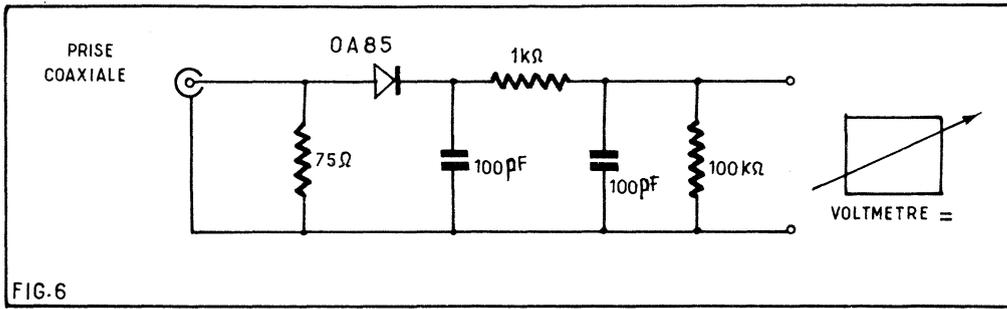


FIG. 6

(Niveau $U_e = 1 \text{ mV}$ - niveau $U_s = 1 \text{ V}$). En plaçant à la suite de cette platine, l'ampli 1 600 kHz, le gain de l'ensemble est de 120 dB (mesuré dans les mêmes conditions) (niveau $U_e = 1 \text{ } \mu\text{V}$ - niveau $U_s = 1 \text{ V}$).

L'oscillateur 31,600 MHz (fig. 7)

L'oscillateur est monté lui aussi dans un boîtier en laiton afin de réduire son rayonnement parasite.

Il est composé par une ECC88 dont une partie de ce tube est un oscillateur-doubleur dont le couplage de réaction est produit par l'enroulement compris entre le quartz et la prise HT sur L_1 . — L_1 comprend 25 sp. de fil émaillé 6/10 prise à 5 sp. côté quartz. Le \varnothing du mandrin lipa utilisé est de 8 mm avec noyau ferroxcube. Les spires sont jointives. Le quartz est sur la fréquence de 7 900 kHz et L_1 double cette fréquence donc est accordée sur 15 800 MHz. Il faut préalablement accorder les selfs à l'ondemètre.

La seconde partie de l'ECC88 est un doubleur. La self L_2 est donc accordée sur 31 600 MHz et comprend 12 sp. de fil émaillé 6/10 jointives sur un mandrin lipa \varnothing 8 avec un noyau ferroxcube.

En troisième position nous avons un tube amplificateur EC86 à cathode follower ce qui permet d'avoir une impédance faible de sortie. Ce montage ne rayonne pas d'harmoniques si le courant grille est nul.

Le circuit L_3 -C est accordé sur 31 600 MHz et comporte les mêmes caractéristiques que L_2 .

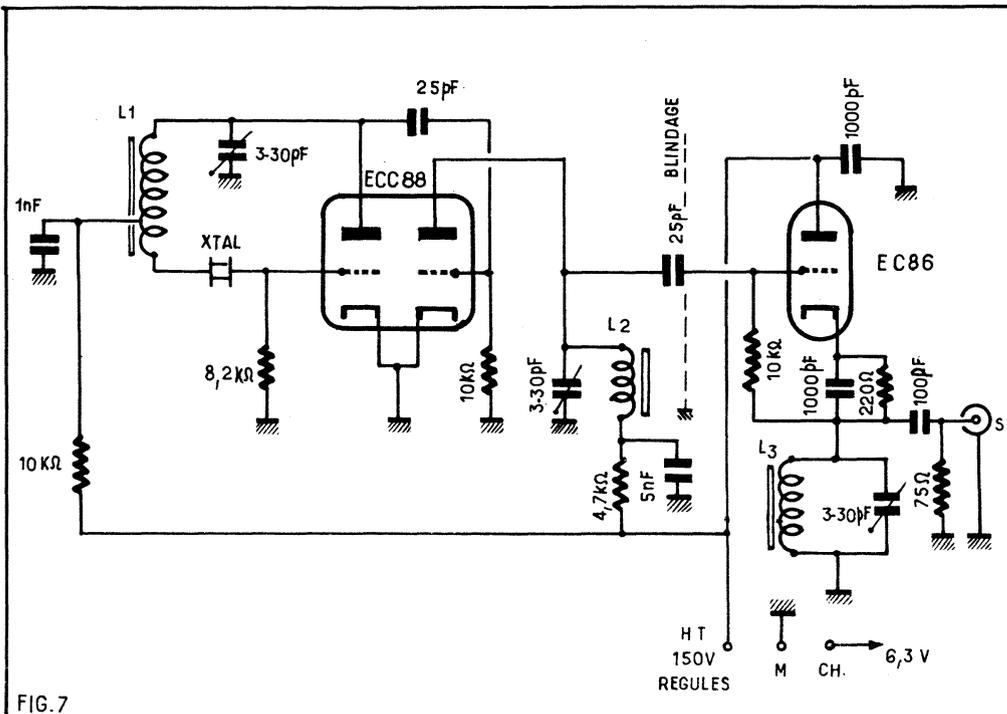


FIG. 7

plaque est accordé sur 145 MHz (milieu de la bande).

Nous avons à l'entrée de ce tube un piège accordé sur 30 MHz qui a la propriété d'absorber les signaux de cette fréquence recueillis par l'antenne. La réjection est d'au moins 40 dB. L_1 comporte 12 sp. fil 6/10 émaillé jointif sur mandrin lipa \varnothing 8 avec noyau ferroxcube. L'impédance d'entrée est ramenée à 75 Ω afin de faire une liaison par coaxial 75 Ω . Il n'y a pas lieu de placer une self de choc en série avec la résistance de 150 Ω car j'ai constaté lors de différentes expérimentations que les résistances faibles du type carbone ont un léger effet de self en série

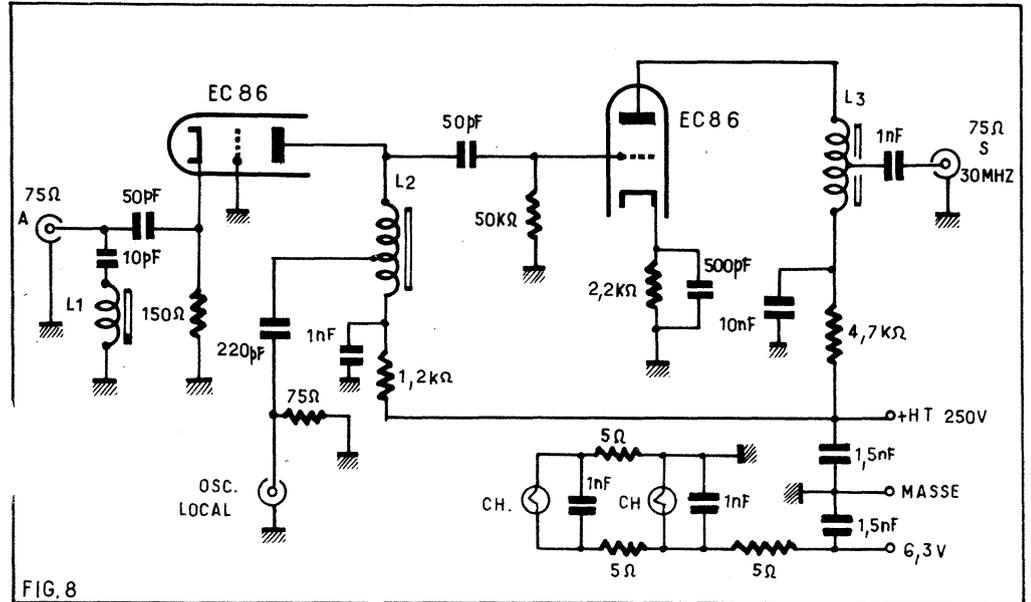


FIG. 8

La puissance de cet oscillateur est de l'ordre du watt. Ce qui est plus que suffisant.

Mélangeur VHF N° 2 (fig. 8)

Cette platine comprend un tube HF à grille à la masse EC86 et un tube mélangeur EC86 dont le circuit plaque est accordé sur 30 MHz.

Le tube amplificateur EC86 à grille à la masse est à bande large. Son circuit

dont la valeur est suffisante pour servir de self de choc au-delà de 100 MHz. Cet effet se fait sentir sur les résistances d'une valeur inférieure à 220 Ω . On peut aussi employer des résistances bobinées. La self L_2 est accordée sur 145 MHz et comprend 5 spires de fil 10/10 étamé sur toute la longueur du mandrin lipa \varnothing 8 avec noyau laiton. L'injection du signal oscillateur-local se fait par une prise à 1 spire à partir de la base de la bobine (côté HT).

Les signaux arrivent sur la grille de la seconde EC86 montée en détectrice. Il en résulte un battement sur la fréquence de 30 MHz sur laquelle est accordée la self L_3 qui comprend 12 spires de fil 6/10 émaillé jointives sur mandrin lipa \varnothing 8 mm avec noyau ferroxcube. Le signal est recueilli sur L_3 par une prise faite à 3 spires à partir de la base de la bobine (côté HT). La liaison à l'amplificateur 30 MHz est faite par câble coaxial.

Les filaments sont alimentés en 6,3 V à travers des selfs de choc (résistances bobinées de 5 Ω) et découplés par des condensateurs mica de 1 nF.

Réglages du mélangeur

Il faut employer la sonde détectrice déjà décrite et un générateur sur 30 MHz et un VHF. On dégrossit d'abord les réglages en accordant les selfs au grid-dip. On accorde d'abord L_3 en plaçant le générateur à l'entrée oscillateur local (tubes sous tension) en le mettant sur 30 MHz. On détecte avec la sonde en S et l'on agit sur le noyau de L_2 jusqu'à l'obtention de la tension maximale de sortie.

Ensuite on accorde L_2 en plaçant un générateur 145 MHz en A et en détectant à la prise oscillateur local. On agit sur L_2 pour avoir la tension de sortie maximale.

On accorde L_1 en plaçant un générateur 30 MHz en A et en détectant sur la prise

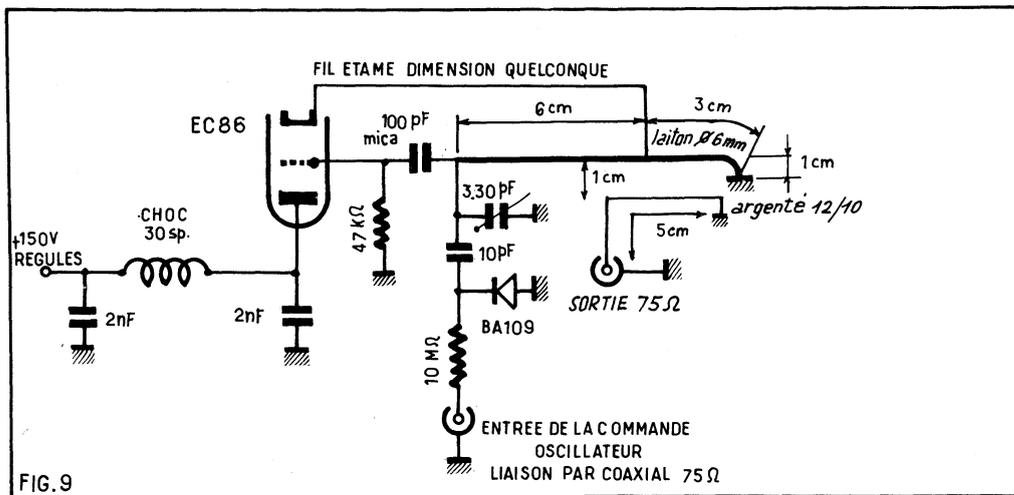


FIG. 9

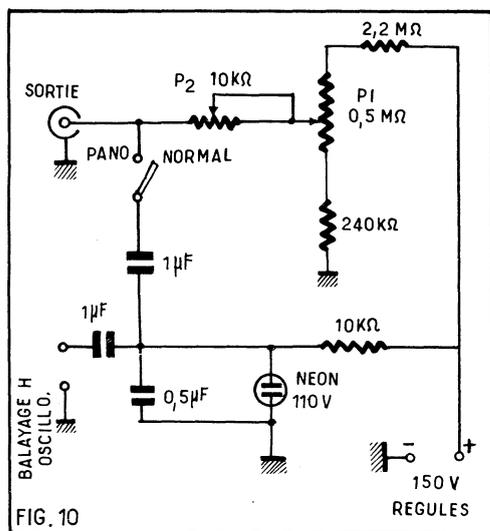


FIG. 10

oscillateur local et en ajustant L_1 pour obtenir la tension de sortie minimale (niveau générateur au maximum et volt-mètre au maximum de sensibilité pour avoir plus de précision sur le minimum de tension de sortie, donc la plus grande réjection). On pourrait placer un réjecteur sur la fréquence image de la même façon (accordé sur 85 MHz). Mais cela s'est révélé inutile car l'amplificateur VHF précédent cet étage est suffisant pour limiter la bande 144-146 MHz. La mesure de gain effectuée avec un générateur « Métrix » modulé à 30 % a donné pour résultat 5 dB. La bande passante de cet étage est de ≈ 5 MHz.

L'oscillateur Local 114-116 MHz N° 3 (fig. 9)

Cet oscillateur est du type à ligne. Après différents essais d'oscillateurs, c'est celui-ci qui a été retenu. Je l'ai basé sur le principe de l'E.C.O. J'ai remplacé la self par une ligne pour avoir une plus grande stabilité mécanique.

Nous pouvons constater que la variation de fréquence est faite par variation de capacité de la BA109 placée en parallèle sur le condensateur d'accord de la ligne. Cette variation de capacité est provoquée par une variation de tension à ses bornes.

Nous pouvons ainsi commander l'oscillateur à distance ce qui est très appréciable dans certains cas, à partir d'une boîte de commande.

La tension de sortie de cet oscillateur est de l'ordre de 3 V sur 75 Ω ce qui fait

une puissance de l'ordre de 120 mW, donc suffisante pour attaquer le mélangeur.

On accorde cet oscillateur par un lecher ou un ondemètre, mais seulement après avoir raccordé cet oscillateur au boîtier de commande qui provoque un décalage en fréquence dû aux capacités parasites.

Le boîtier de commande N°4 (fig. 10)

Le boîtier de commandes comprend d'abord un pont diviseur qui permet la variation de fréquence de l'oscillateur de 114 à 116 MHz par l'intermédiaire du potentiomètre de 0,5 MΩ sur lequel on placera un cadran gradué en fréquence. J'ai placé en série un autre potentiomètre de 10 kΩ qui sert de réglage fin et fait une variation de quelques dizaines de kHz autour de la fréquence repérée par P1.

Lorsque l'interrupteur est en position « pano », le récepteur devient panoramique du fait que la seconde partie du boîtier comprend un oscillateur à relaxation dont la tension en dents de scie est appliquée à l'oscillateur local et à l'oscilloscope. La totalité de la bande (144-146 MHz) se trouve alors balayée en fréquence et l'on peut voir les stations apparaître sur l'écran de l'oscilloscope (fig. 11).

Préampli VHF N° 1 (fig. 12)

Le premier tube est monté en amplificateur cascade neutrodyné par capacité (2 pF). La self d'accord L_1 est centrée sur 145 MHz. Elle comprend 5 spires de fil 10/10 étamé bobiné sur la longueur d'un mandrin Lipa $\varnothing 8$ avec noyau laiton. La prise est faite à 1 spire à partir de la masse. L'impédance du coaxial doit être de 75 Ω.

L_2 comprend 6 spires de fil 10/10 étamé bobiné sur la longueur d'un mandrin Lipa $\varnothing 8$ avec noyau de laiton. La prise est faite à 5 spires à partir de la plaque du tube.

Ensuite nous avons un tube E86C ou EC86 monté en cathode-follower. La sortie se fait donc par la cathode et le pré-ampli qui peut-être situé près de l'antenne et relié au reste du récepteur par un coaxial 75 Ω.

La bande passante de ce préampli est supérieure à 3 MHz et est accordée sur 145 MHz (mesuré au wobuloscope Métrix).

Le gain est de 10 dB (générateur VHF Métrix modulé à 30 % en A et détection avec la sonde décrite en S).

Si le niveau du générateur $U_g = 10$ mV on trouvera $U_s = 30$ mV. Le préampli est monté dans un boîtier en laiton, donc est très blindé.

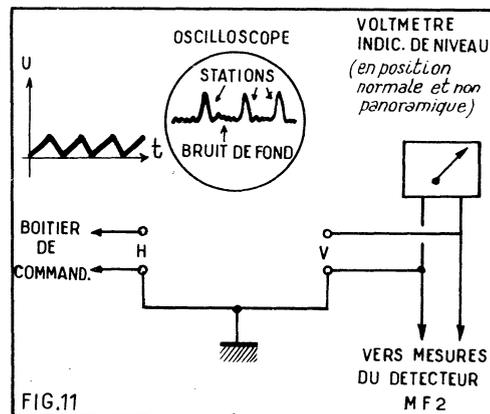


FIG. 11

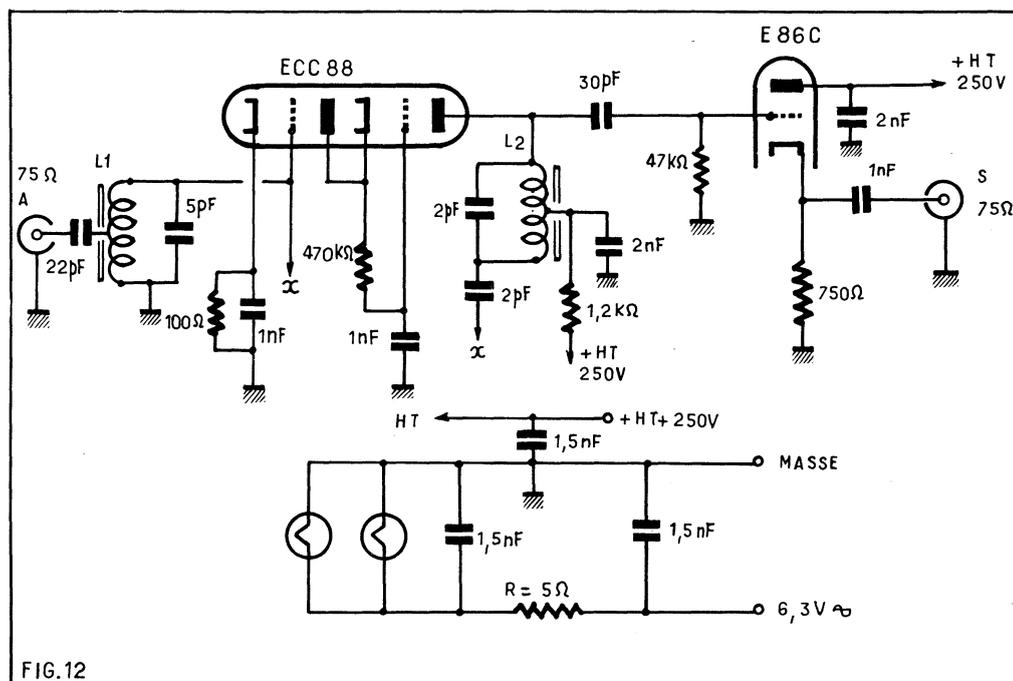


FIG. 12

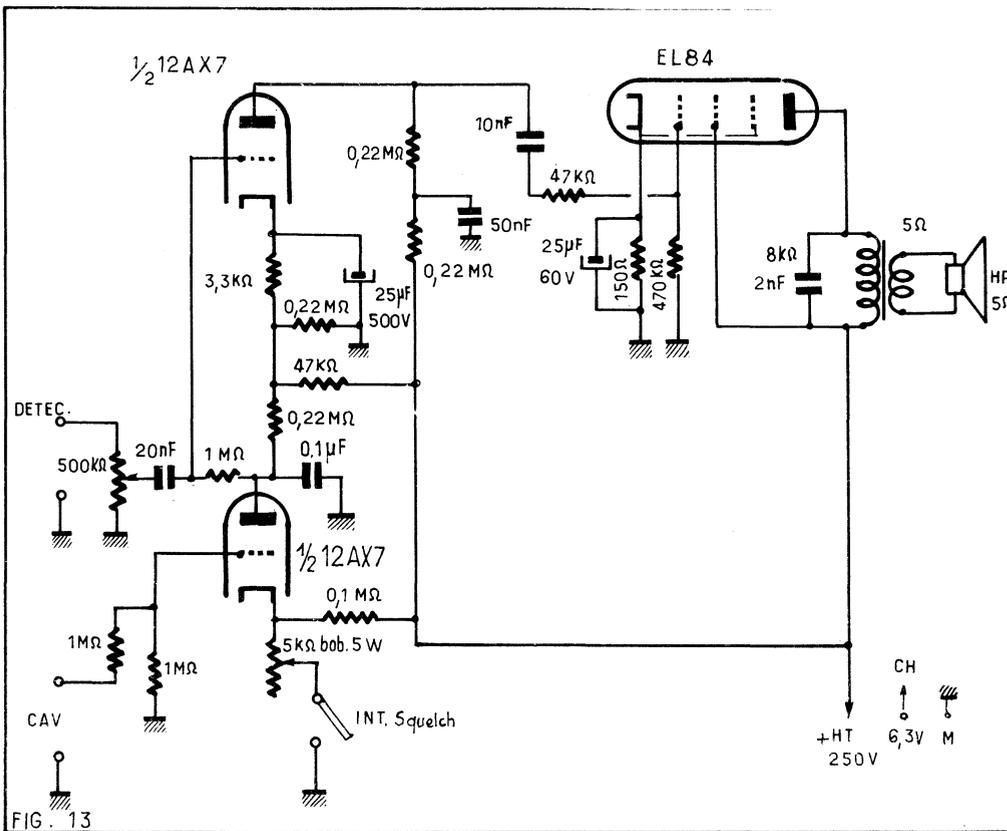


FIG. 13

Le transformateur doit être capable de délivrer une puissance de 60 VA (valeur supérieure à celle consommée par les tubes, mais qui permet d'avoir une certaine réserve pour des transformations). L'interrupteur chauffage met le transfo sous tension, mais ne permettra pas de mettre la HT avant le chauffage.

Alimentation HT 250 V non régulée (N° 10)
(fig. 15)

Lorsque le récepteur est connecté, la tension recueillie est de 250 V alors qu'à vide elle est supérieure à 300 V.

Alimentation HT 150V (N° 11) (fig. 16)

Le transformateur TR est du type 110-220 V/200 V, puissance 40 VA. La tension régulée sert à alimenter les oscillateurs afin d'avoir une plus grande stabilité.

Conclusion

Malgré ma situation géographique défavorable (située dans une vallée encaissée) j'obtiens avec ce récepteur des performances intéressantes : écoute des satellites radio-amateurs avec une antenne yagi 5 éléments directive; avec la même antenne qui est située à 15 m du sol l'écoute de stations situées à 300 et 400 km a pu être faite avec ce récepteur.

Je conseille donc aux amateurs voulant faire du VHF, la construction de ce récepteur dont les résultats obtenus en récompenseront la peine.

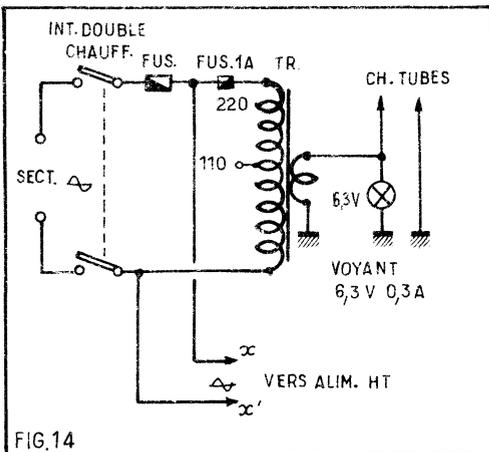


FIG. 14

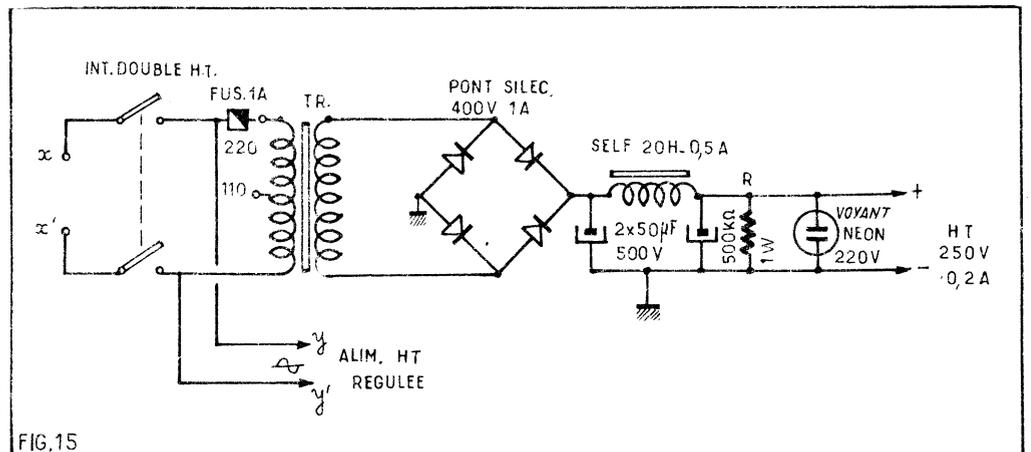


FIG. 15

Amplificateur BF et squelch-circuit (N° 12)
(fig. 13)

Alimentation chauffage des tubes (N° 9)
(fig. 14)

Il faut pour chauffer tous les tubes avoir une alimentation qui puisse délivrer une tension de 6,3 V sous 6 A environ.

Je reste à l'entière disposition des amateurs intéressés par cet article afin de leur fournir tous compléments techniques indispensables.

Gérard BEAUDIN

La première partie du tube 12AX7 est montée en triode préamplificatrice. Elle se trouve bloquée par la seconde partie du tube qui est le dispositif de squelch. En effet, ce dispositif ayant une certaine tension de CAV sur la grille, on règle le blocage par l'intermédiaire du potentiomètre de 5 kΩ après avoir fermé l'interrupteur du squelch afin de le mettre en circuit (il existe une tension de souffle quand il n'y a pas d'émission). Lorsqu'une tension supérieure à celle-ci est appliquée sur la grille (lorsqu'une station est reçue) le dispositif débloque le tube préampli qui amplifie la tension détectée et le transmet au tube EL84 qui l'amplifie en puissance afin de faire vibrer la membrane du haut-parleur.

La puissance modulée de cet ampli est de 3 W environ pour 1 ou 2 μV modulés à 30 % appliqués à l'antenne du récepteur complet.

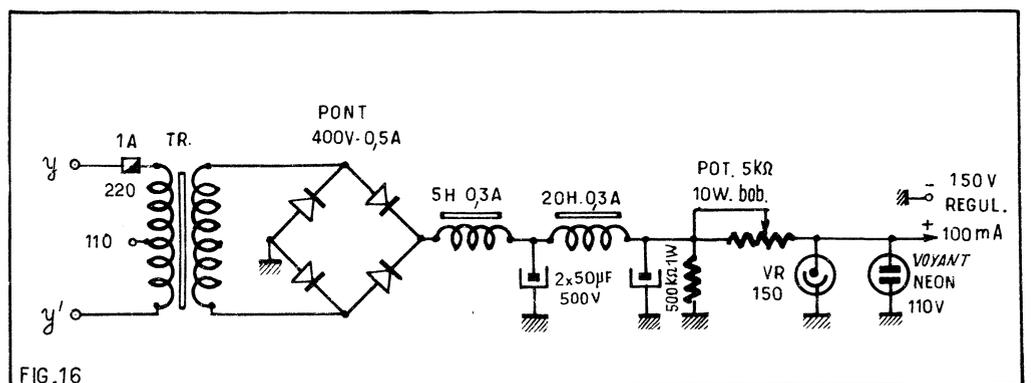


FIG. 16