

Présentation élégante et originale du tuner FM CICOR. On voit à peine les deux molettes de commande (accord et volume) sous le bord inférieur du panneau avant.

Pourquoi un tuner à transistors ?

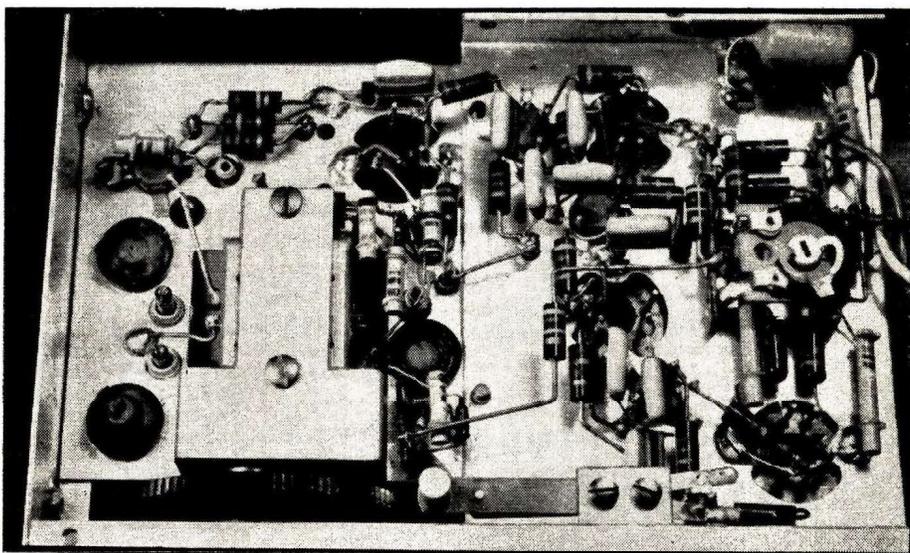
L'apparition des transistors « grand public » a bouleversé le marché et, à l'heure actuelle, un nombre de plus en plus grand d'appareils sont équipés de semi-conducteurs. Le récepteur portable a marqué la première étape de la transistorisation du récepteur commercial, tandis que la fabrication en série, associée à une connaissance plus précise des propriétés des semi-conducteurs, ont permis un abaissement appréciable du prix de ce nouvel élément amplificateur.

La fréquence de coupure, autrement dit la limite des fréquences « amplifiables », étant repoussée de plus en plus loin chaque jour, il est normal de voir apparaître des récepteurs de télévision, des préamplificateurs d'antenne, des récepteurs FM et des appareils de mesure entièrement transistorisés. La fiabilité de ces ensembles s'améliore de jour en jour et leurs prix deviennent « compétitifs » avec les montages classiques équipés de tubes électroniques.

Sans parler d'encombrement, les semi-conducteurs offrent l'avantage d'un rendement excellent, d'un échauffement négligeable et d'une alimentation réduite le plus souvent à sa plus simple expression. L'échauffement étant très faible, les variations des différentes capacités parasites seront réduites et la stabilité en fréquence, notamment, sera excellente.

Les semi-conducteurs ne demandant aucun chauffage, les appareils qui en sont équipés sont immédiatement en état de fonctionner, ce qui présente un avantage dans de nombreux cas.

De plus, il est prouvé que la plupart des montages amplificateurs V.H.F. équipés de transistors ont un bruit propre nettement inférieur aux montages analogues équipés de tubes électroniques. Enfin, dernier argument (et de taille !) : les semi-conducteurs sont pratiquement indestructibles (nous ne parlons pas des erreurs grossières de branchement, bien entendu) et, avec un minimum de précautions, les risques de pannes se trouvent très réduits.



TUNE

A CINQ TRANSISTORS
AUTOMATIQUE DE FRÉQUENCE

Le tuner FM décrit ci-après est équipé de cinq transistors. Il couvre la gamme s'étendant de 87,5 à 108 MHz, l'accord étant réalisé au moyen d'un condensateur variable. Il est alimenté par deux piles de 4,5 V du type « lampe de poche », montées en série, et choisies à cause de leur grande capacité et de la facilité que l'on a à se les procurer. De plus, la consommation très réduite de ce montage (11 mA) donne une assurance de pouvoir garder très longtemps un jeu de piles.

Platine H.F.

Elle comprend tout d'abord un étage amplificateur V.H.F. monté à base commune. Les résistances constituant le pont de base (R_2 et R_3) ainsi que la résistance d'émetteur (R_1) sont calculées pour un débit de 2 mA et une stabilisation satisfaisante.

Le bobinage d'entrée L_1 permet, grâce à un pont capacitif (C_2 - C_3) et à un enroulement primaire, d'adapter l'impédance d'antenne à l'impédance d'entrée du transistor, tout en assurant une bande passante suffisante. Le circuit d'accord est disposé dans le collecteur de ce premier transistor, et la valeur des éléments L_2 , C_4 , T_1 et C.V.1 est déterminée de façon que la course du C.V. permette de couvrir toute la gamme 87,5-108 MHz.

Changement de fréquence

En partant du collecteur AF 124, le signal reçu attaque l'émetteur du transistor changeur de fréquence AF 125, à travers une capacité très faible ($C_4 = 2,2$ à $3,3$ pF). Un circuit réjecteur, accordé sur la fréquence intermédiaire (10,7 MHz) est disposé entre l'émetteur et la masse, et contribue à éliminer les résidus de fréquence intermédiaire apparaissant sur l'émetteur, ce qui conduit à une augmentation du gain de conversion de 3 dB environ.

Le bobinage oscillateur est disposé entre la masse et le collecteur du transistor

A gauche : Câblage, très simple, du tuner. On aperçoit à droite la résistance ajustable R_{21} du détecteur de rapport.

A droite : Schéma général du tuner. Les bobinages L_2 et L_1 ne sont pas couplés contrairement à ce que pourrait faire croire le dessin.

R FM

S ET STABILISATION
 UENCE PAR DIODE BA 102

Réalisation CICOR

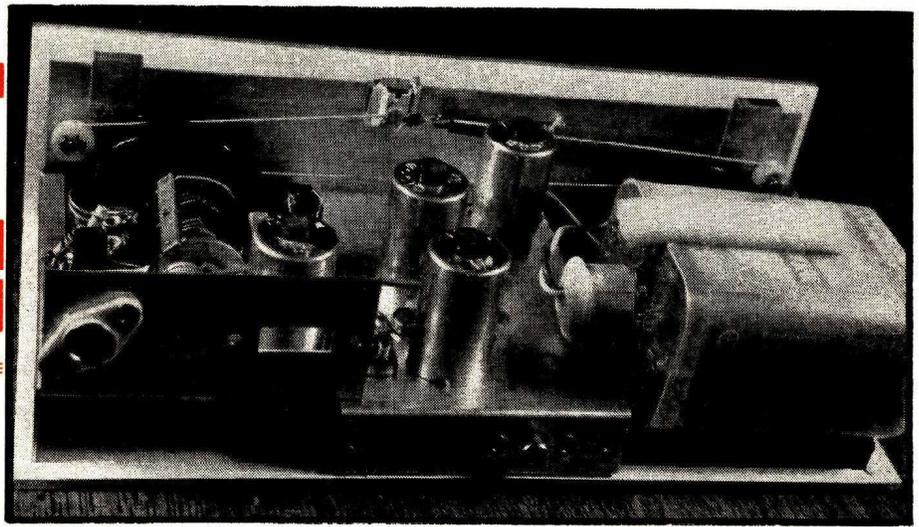
changeur de fréquence, le condensateur de liaison C_6 (47 pF) servant en même temps de capacité accordant le primaire du premier transformateur F.I.

Le bobinage oscillateur L_3 comporte en parallèle, outre les capacités C_{11} , T_2 et C.V.2, un circuit comprenant C_{12} en série avec la diode BA 102, dont la capacité varie en fonction de la tension continue fournie par le détecteur de rapport, ce qui réalise le dispositif de commande automatique de fréquence (C.A.F.).

L'oscillateur fonctionne sur une fréquence supérieure à celle du signal incident, et couvre, par conséquent, la plage de 98,2 à 118,7 MHz. L'entretien de l'oscillation s'effectue de façon classique, au moyen du condensateur de réaction de 1,5 pF (C_7), placé entre l'émetteur et le collecteur (à travers C_6).

Amplificateur F.I.

Les trois transistors F.I. sont montés



Vue du châssis dégagé de son « habillage ». A droite on distingue les deux piles d'alimentation réunies en un bloc compact. La sortie B.F. se trouve au centre et l'entrée d'antenne à gauche.

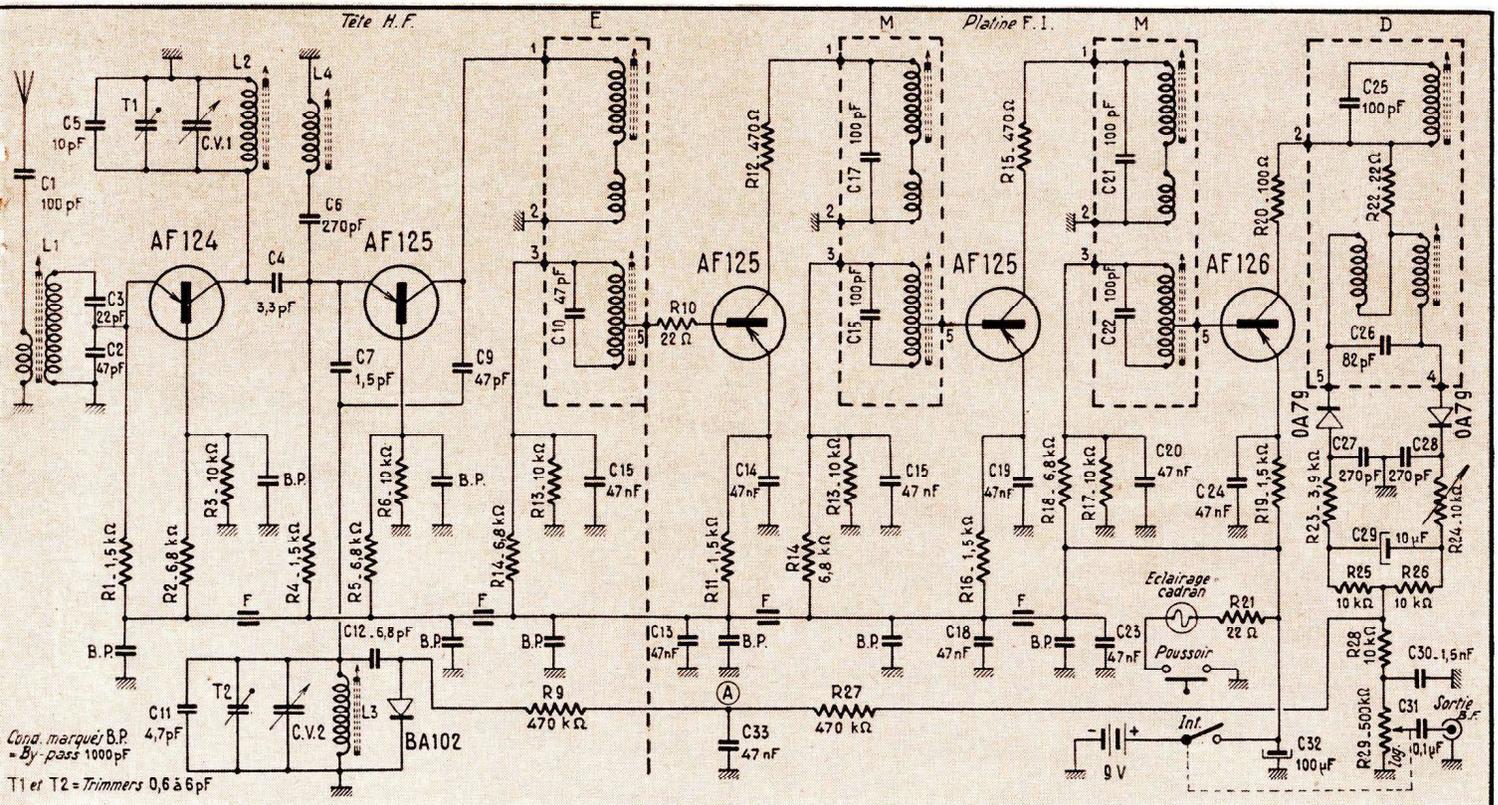
de façon similaire. Le montage est du type à émetteur commun, avec une résistance de 1,5 kΩ découplée par 47 nF dans le circuit de chaque émetteur. Chaque secondaire possède une prise, afin d'adapter le mieux possible les impédances, et la base du transistor qui suit est réunie à cette prise.

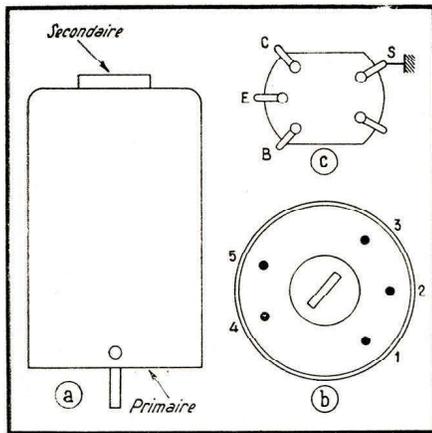
Les deux premiers transistors sont des AF 125, tandis que le troisième est un AF 126, qui possède une impédance de sortie plus élevée, et se trouve donc mieux

adapté pour attaquer le détecteur de rapport, équipé de deux diodes OA 79.

Un potentiomètre de 10 kΩ permet d'équilibrer le circuit de détection lors de la mise au point.

La sortie de la modulation s'effectue par le point milieu d'un pont formé de deux résistances de 10 kΩ (R_{25} et R_{26}), et c'est à ce même point que l'on prélève la tension de commande de la C.A.F., appliquée au circuit de la diode BA 102 à travers la cellule de filtrage R_{27} - C_{30} .





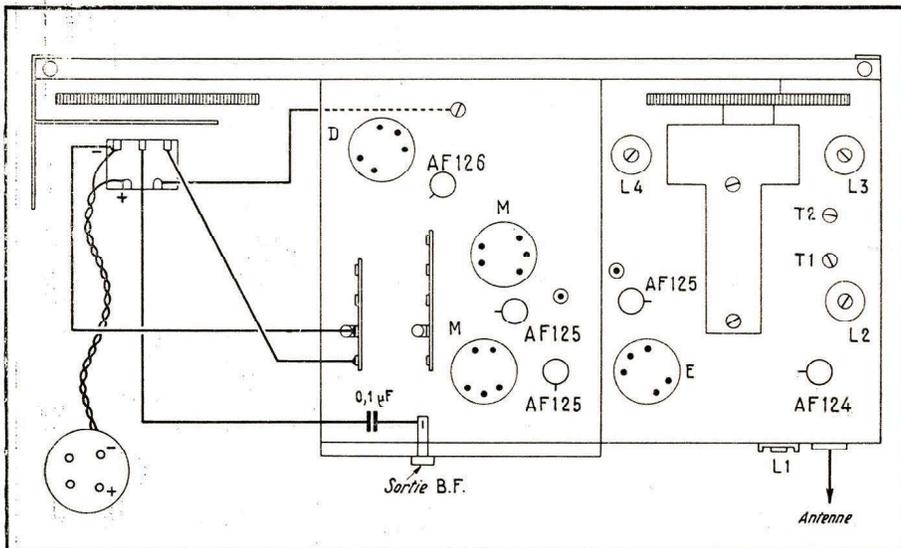
Disposition des réglages sur les transformateurs F.I. (a), des cosses de branchement sur leurs embases (b) et des cosses sur les supports des transistors (c).

La C.A.F. a été étudiée de façon que la zone de « captage » de la diode BA 102 soit suffisamment réduite, afin que le récepteur ne « saute » pas automatiquement sur la fréquence de l'émetteur le plus puissant, dans le cas d'une région couverte par deux émetteurs de fréquences très voisines. Néanmoins, cette zone de « captage » est suffisante pour que le réglage soit souple et agréable, avec une plage d'accord correspondant à une course de l'aiguille de plusieurs millimètres.

Un circuit classique de désaccentuation relie l'étage détecteur au potentiomètre régulateur de niveau R_{21} .

Une possibilité d'éclairer le cadran a été prévue. Toutefois, cet éclairage ne peut se produire qu'en appuyant sur un poussoir disposé à proximité immédiate de la molette du C.V. d'accord, ce qui permet d'éclairer le cadran pendant la recherche de la station désirée.

Disposition des principaux éléments (bobinages et transistors) et des noyaux et trimmers ajustables sur le châssis.



Châssis — Démultiplicateur

Le démultiplicateur se compose d'une platine qui forme un fond sur lequel se déplace l'aiguille. L'ensemble, représenté par la pièce en L (le cadran et le fond) et par le châssis, est assemblé au coffret à l'aide de deux équerres soudées sur la platine et prenant appui sur deux tasseaux usinés faisant partie du coffret.

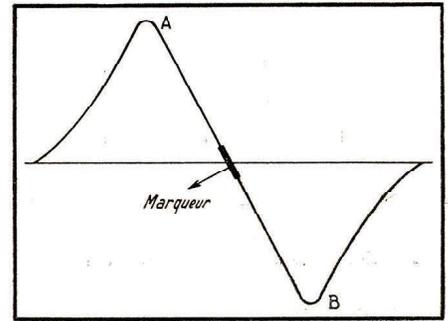
La démultiplication est réalisée avec une poulie lisse sur laquelle s'enroule le fil d'entraînement en nylon, dont le trajet est déterminé par deux poulies de renvoi. Le chariot porte-aiguille glisse librement sur la tranche supérieure de la platine avant, tout en étant isolé par un morceau de pressapahn, afin d'éviter tout crachement intempestif. Un ressort de tension assure une friction correcte du fil sur la poulie du C.V.

Le potentiomètre de volume, couplé avec l'interrupteur, est solidaire d'une petite équerre fixée sur la platine avant, et sur laquelle vient s'appliquer le flasque démontable (une vis à enlever lors du remplacement des piles), l'autre flasque étant fixé sur le côté de la platine H.F., au moyen de deux vis.

Réglage de la partie fréquence intermédiaire

Il est possible de régler tous les circuits accordés sur 10,7 MHz en n'effectuant qu'un minimum de soudures. Un condensateur de 1500 pF relie le vobulateur à l'émetteur du transistor mélangeur AF 125, la gaine du câble coaxial étant soudée à la base du condensateur de découplage du pont de base.

Ce mode opératoire évite d'intervenir dans la platine F.I. comme on le fait habituellement, en amortissant successivement tous les bobinages. Après avoir



Allure que doit présenter la courbe de réponse à la sortie du détecteur de rapport.

décalé le circuit réjecteur accordé sur 10,7 MHz, en dévissant à fond son noyau, injecter sur l'émetteur du transistor mélangeur, à travers un condensateur de 1500 pF, le signal vobulé de 10,7 MHz. Marquer la fréquence centrale (10,7) au moyen, soit d'un marqueur à quartz, soit d'un générateur calé sur 10,7 MHz en fréquence pure (signal en général insuffisant, rendant le « pip » difficilement perceptible).

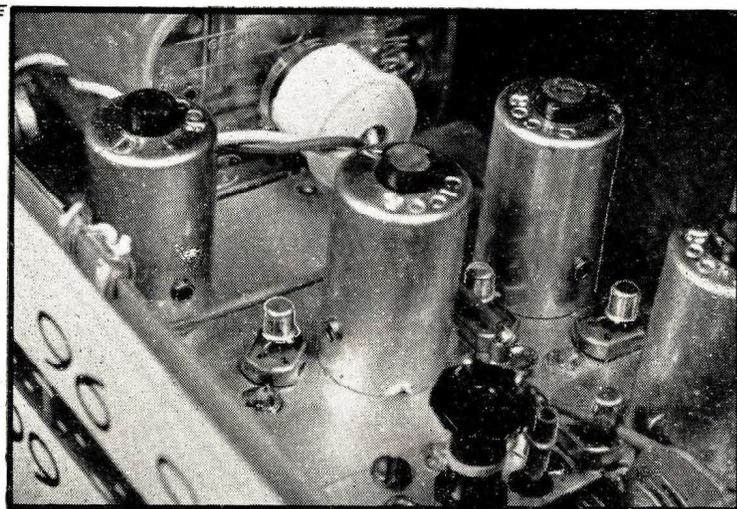
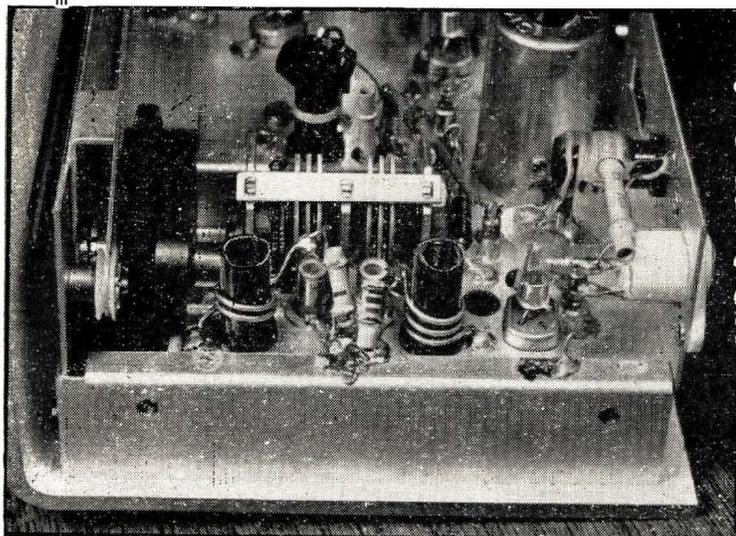
En fonction de la sensibilité verticale de l'oscilloscope (dont le gain sera toujours réglé au maximum) dont vous disposez, n'injecter que le minimum de signal sur l'émetteur du transistor mélangeur.

Le niveau d'injection étant de 10 mV, par exemple, régler le secondaire du dernier transformateur F.I. (type « D ») de façon à centrer le marqueur sur la courbe, puis remonter les étages en réglant grossièrement tous les noyaux pour obtenir un gain maximal. A mesure que la tension crête à crête visible sur l'oscilloscope augmente, diminuer l'injection. Quand un maximum semble à peu près atteint, retoucher le calage du secondaire du transformateur type « D » pour inscrire le « pip » de marquage exactement au centre de la courbe.

Equilibrer alors les diodes par le potentiomètre R_{21} , de façon à obtenir une courbe symétrique de part et d'autre de l'axe central de référence constitué par l'extinction de la trace de retour fournie par le vobulateur. Parfaire ensuite le réglage de tous les noyaux en recherchant toujours le maximum de gain. On doit disposer, en injectant une tension de 100 µV, d'un signal d'environ 1,4 V (toujours en valeur crête à crête).

Ensuite, anéantisiez tout le travail que vous venez d'effectuer, pour obtenir une courbe de pente rectiligne et parfaitement symétrique, en réglant le noyau du circuit réjecteur 10,7 MHz (L_4) de façon à obtenir un minimum d'amplitude de la courbe, ce minimum étant, bien entendu, centré pour 10,7 MHz. Ce réglage n'affecte, en réalité, en rien la courbe F.I., mais contribue, d'une part, à augmenter le gain de conversion et, d'autre part, à éliminer les résidus de 10,7 MHz pouvant apparaître lors du changement de fréquence sur l'émetteur du transistor mélangeur.

Vue partielle (ci-dessous) du châssis du côté de la « tête » H.F., où l'on aperçoit, au premier plan, les bobinages L_2 et L_3 , ainsi que le transistor AF 124.



On voit, ci-dessus, les trois transistors F.I. ainsi que les transformateurs de liaison. Au premier plan on distingue le réjecteur L_1 .

A ce stade, déconnecter le condensateur de 1500 pF d'injection sur l'émetteur et procéder au calage de l'oscillateur.

Réglage de l'oscillateur

Tout d'abord, mettre hors service la C.A.F. en reliant le point A (voir le schéma) à la masse. Il ne faut surtout pas dessouder la diode, par exemple, ce qui entraînerait un changement important dans la valeur de la capacité en parallèle sur le bobinage oscillateur et fausserait totalement le réglage.

Injecter ensuite dans l'émetteur un signal H.F. (5 à 10 μ V) de 87,5 MHz, modulé à 30 % par un son de fréquence basse (1000 Hz, en général), le tout étant fourni par votre générateur H.F. de laboratoire.

Le C.V. étant complètement fermé (en butée), régler le noyau L_3 pour obtenir sur l'oscilloscope une disparition presque complète du signal détecté, donc du 1000 Hz. en question, cette extinction devant avoir lieu entre deux maxima.

Il est en effet impossible de repasser en modulation d'amplitude, de façon simple, avec un détecteur de rapport, ce qui permettrait de lire un maximum. Il faut donc se baser, en modulation de fréquence, sur un minimum de tension situé entre deux maxima (ce minimum, visible sur l'écran, est d'ailleurs très « pointu »).

Vérifier au passage que l'étage convertisseur travaille sur le « bon » battement, l'autre battement devant se trouver au-dessus, soit à $87,5 + 2 \text{ F.I.} = 108,9 \text{ MHz}$.

Ce réglage peut s'effectuer commodément en associant un oscilloscope et un amplificateur B.F. connecté en parallèle. Le repérage et le réglage en seront d'autant facilités.

Régler ensuite, C.V. ouvert, le trimmer T_2 en injectant une fréquence de 108 MHz. Retoucher, C.V. fermé, le noyau L_3 sur 87,5 MHz, puis, C.V. ouvert, le trimmer sur 108 MHz.

En trois ou quatre réglages successifs pour le haut et le bas de la gamme, on doit arriver, avec un peu d'habitude, à un réglage parfait des deux points extrêmes.

Réglage de l'accord

Il reste alors à régler l'accord ou plutôt à effectuer la coïncidence accord-oscillateur, pour le haut et le bas de la gamme. Le C.V. étant ouvert, à la place du signal modulé en amplitude, injecter dans l'antenne un signal vobulé (10 μ V) de fréquence 108 MHz environ et régler le trimmer T_1 pour un maximum d'amplitude du signal visible sur l'oscilloscope.

Puis, C.V. fermé, et vobulateur sur 87,5 MHz environ, ajuster le noyau L_2 pour une amplitude maximale. De la même façon dont on a opéré pour effectuer le calage haut et bas de l'oscillateur, retoucher successivement le trimmer T_1 sur 108 MHz et le noyau L_2 sur 87,5 MHz jusqu'à obtenir un maximum d'amplitude pour les deux extrémités de la gamme.

Réglage du gain en fonction de la fréquence

Il reste à régler le noyau du transformateur d'entrée L_1 pour obtenir un gain semblable en haut et en bas de la gamme. Le C.V. étant ouvert et le vobulateur étant réglé sur 108 MHz environ (10 μ V), repérer l'amplitude crête à crête du signal, soit, par exemple, 0,8 V. Repasser en bas de gamme (C.V. fermé, vobulateur sur 87,5 MHz) et régler le noyau pour obtenir une amplitude similaire.

Revenir en haut de gamme (C.V. ouvert, vobulateur sur 108 MHz) et vérifier que les amplitudes sont égales. Dans le cas contraire, retoucher de la même manière le noyau jusqu'à obtenir un gain semblable pour le haut et le bas de la gamme.

Stabilité

Le désaccord en fréquence (la C.A.F. étant hors circuit) n'atteint pas 500 kHz lorsque la tension d'alimentation tombe de 9 à 5 V. L'oscillateur ne décroche que pour une tension de 2,2 V, ce qui correspond à une usure consécutive à plusieurs mois d'écoute.

Contrôle de l'efficacité du circuit de C.A.F.

Le récepteur est prêt à fonctionner, mais il est possible de vérifier le bon fonctionnement de la C.A.F. Relier le récepteur à un bon amplificateur B.F. et connecter à la prise d'antenne... une antenne... ou un morceau de fil (selon le lieu de la réception!). Accorder le C.V. sur une station. L'accord doit être assez « pointu ». Si l'on déconnecte alors le fil que l'on a soudé au début des opérations, reliant le point A du circuit de C.A.F. à la masse, le réglage doit rester correct pour une course de l'aiguille de plusieurs millimètres. l'accord est alors beaucoup moins « pointu », dénotant ainsi un fonctionnement correct de la commande automatique de fréquence.

Il ne reste plus alors qu'à souhaiter à nos lecteurs que les émetteurs FM deviennent de plus en plus nombreux et satisfassent les goûts les plus divers, pour qu'ils puissent profiter pleinement des possibilités de ce nouvel adaptateur FM entièrement transistorisé.

R. M.