

Fig. 2

# UNE HÉTÉRODYNE D'ATELIER

Il est un certain nombre d'appareils de mesure qui sont à peu près indispensables à quiconque veut s'occuper de radio. Le contrôleur universel, qui permet d'effectuer toutes les mesures possibles de tension et d'intensité en continu et en alternatif sur un poste récepteur, est maintenant entré dans les mœurs. L'hétérodyne est déjà moins courante. C'est là, à notre avis, une grave erreur. Les services qu'elle peut rendre sont immenses.

Tout d'abord, qu'est-ce qu'une hétérodyne ? C'est un générateur d'oscillations haute fréquence étalonné, c'est-à-dire dont on connaît toujours la valeur de la fréquence du signal produit. En somme, il s'agit d'un petit émetteur, que l'on peut faire fonctionner sur une gamme très étendue de fréquence connue. Il existe pourtant une différence essentielle avec un émetteur. Un émetteur est associé avec une antenne conçue de telle sorte que le maximum de puissance soit rayonnée. Au contraire, dans une hétérodyne, on cherche à ce qu'aucune oscillation HF ne soit rayonnée, mais soit transmise intégralement au récepteur sur lequel on travaille par l'intermédiaire d'un câble appelé antenne fictive. On appelle ce dispositif de transmission antenne fictive, parce que sur les générateurs de précision il est constitué de telle sorte qu'il possède toutes les caractéristiques d'une antenne véritable (self, capacité et résistance). Pour une hétérodyne d'atelier, il n'est pas utile que la liaison avec le récepteur soit si perfectionnée, et un simple cordon blindé suffit amplement. Pourquoi cherche-t-on à

éviter si soigneusement le rayonnement d'une hétérodyne ? Nous allons le comprendre aisément. Tout d'abord, il ne faut pas que cet appareil soit une gêne pour les récepteurs du voisinage. D'autre part, pour certains réglages, on donne au signal une valeur déterminée à l'aide d'un dispositif appelé atténuateur. Si le générateur rayonne de l'énergie autrement que par l'antenne fictive, l'action de l'atténuateur est faussée. Encore une fois, pour l'hétérodyne d'atelier, l'importance de ce rayonnement parasite n'est pas primordiale, car on ne cherche pas à faire des mesures de précision au point de vue amplitude, mais pour les générateurs de laboratoire, il en est tout autrement. Avec un tel appareil, on doit pouvoir connaître très exactement la tension HF transmise au récepteur et il est absolument indispensable que les fuites HF soient pratiquement nulles. C'est là un des plus difficiles problèmes qu'ont à résoudre les techniciens qui veulent établir une hétérodyne de précision. Fort heureusement, nous n'avons pas cette prétention qui pour l'usage que nous voulons en faire, serait absolument superflue.

Nous nous attacherons plutôt à obtenir une grande précision et une grande stabilité en fréquence.

Voyons un peu, pour justifier l'utilité de cet appareil de mesure dans un atelier de construction ou de dépannage, les services qu'il peut rendre. En premier lieu, signalons l'alignement des circuits accordés d'un récepteur. Un super-hétérodyne possède des transformateurs MF accordés sur 472 Kc,

ou, ce qui maintenant se généralise en raison du nouveau standard, sur 455 Kc. Grâce à l'hétérodyne, ce réglage peut se faire avec précision et rapidité. En effet, comment procéder autrement qu'en injectant un signal de cette fréquence à l'amplificateur MF du poste ? En accordant ce dernier sur une station quelconque et en retouchant les noyaux ou les condensateurs ajustables des transformateurs MF jusqu'à ce qu'on obtienne le maximum de puissance d'audition ? C'est un procédé barbare. En effet, on a les plus grandes chances pour tomber à côté des 472 ou des 455 Kc. Dans ces conditions, les transformateurs MF qui ont été établis pour ces fréquences, fonctionnent dans des conditions déplorables. Ils ne donnent pas le maximum de sensibilité et de sélectivité. Leur bande de transmission est trop étroite ou trop large, ou encore répartie inégalement de part et d'autre de la fréquence d'accord. On admettra sans peine que le récepteur ne donnera pas le maximum de ses possibilités.

Un super-hétérodyne possède encore d'autres circuits accordés, qui sont les circuits accord et oscillateur local des différentes gammes couvertes. Ces circuits doivent aussi être réglés d'une façon aussi précise que possible, si on veut obtenir le maximum de sélectivité et de sensibilité, si on veut que des sifflements d'interférence ne se superposent pas aux réceptions et, enfin, si on veut que la réception des stations se fasse lorsque l'aiguille du cadran coïncide avec l'indication de la station portée sur la glace du cadran. On peut

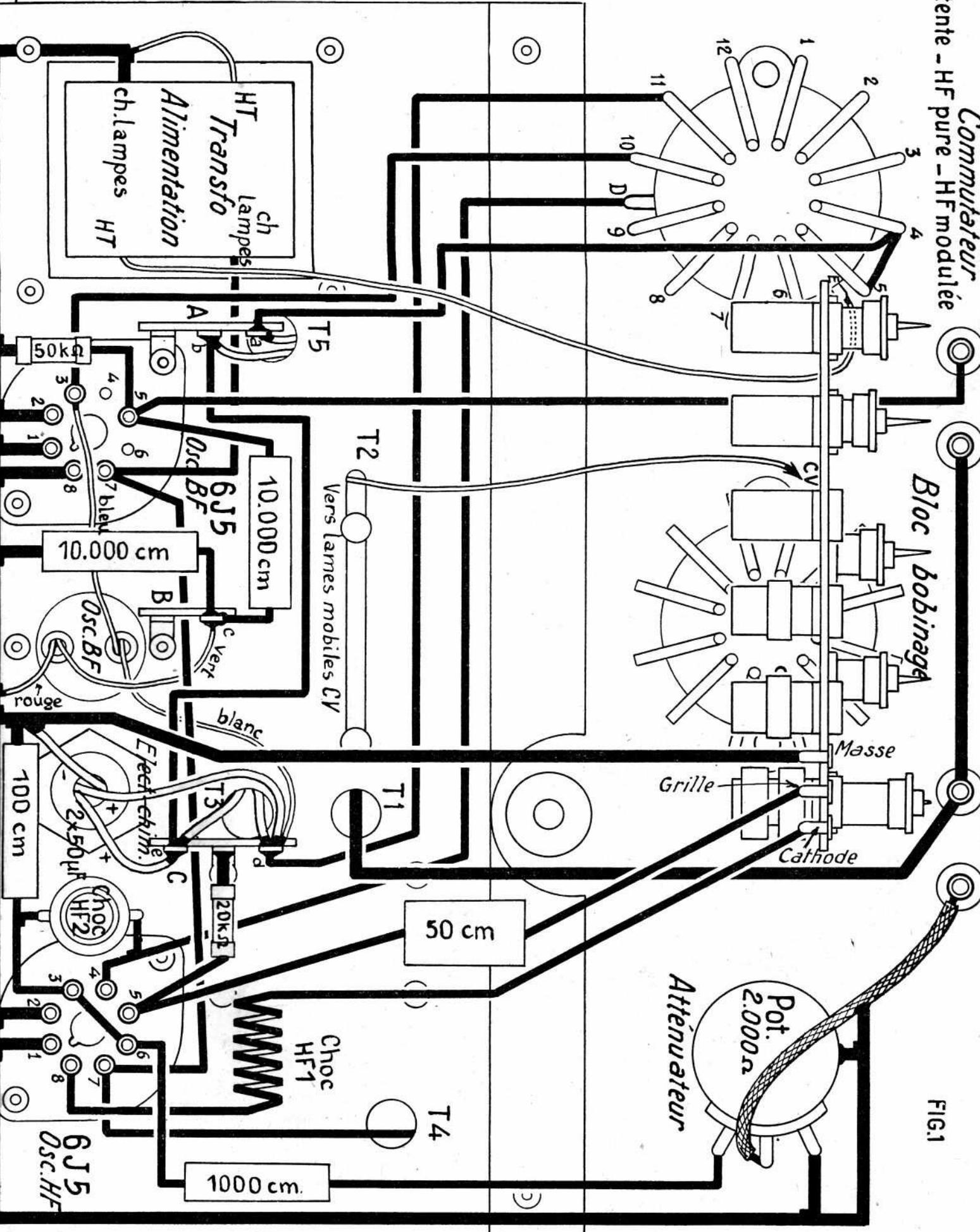
Commutateur  
Attente - HF pure - HF modulée

Sortie BF

Bloc bobinage

Sortie HF

FIG.1



encore, à la rigueur, utiliser des émissions dont on connaît la fréquence. Mais est-on assuré de les trouver au moment où on le désire, car les émetteurs ne fonctionnent pas en permanence.

Et puis encore ce ne sera que de l'à peu près, car il est difficile de trouver des émissions qui coïncident exactement avec les points d'alignement préconisés par le constructeur des bobinages du récepteur. Par contre, l'hétérodyne met à notre disposition à n'importe quel moment, des signaux dont la fréquence peut être réglée exactement à la valeur désirée. Quel gain de précision et de temps !

Pour le dépannage, l'hétérodyne est aussi très utile. Comme elle possède généralement une prise permettant de prélever l'oscillation BF qui, normalement, sert à moduler le signal HF, on peut facilement se rendre compte en appliquant cette tension à l'ampli BF d'un récepteur, si le fonctionnement de cette partie est satisfaisant. En agissant de même pour l'amplificateur MF, puis pour le changement de fréquence et s'il y a lieu, pour l'étage HF, on peut de proche en proche, vérifier tout le récepteur et localiser rapidement l'endroit de la panne.

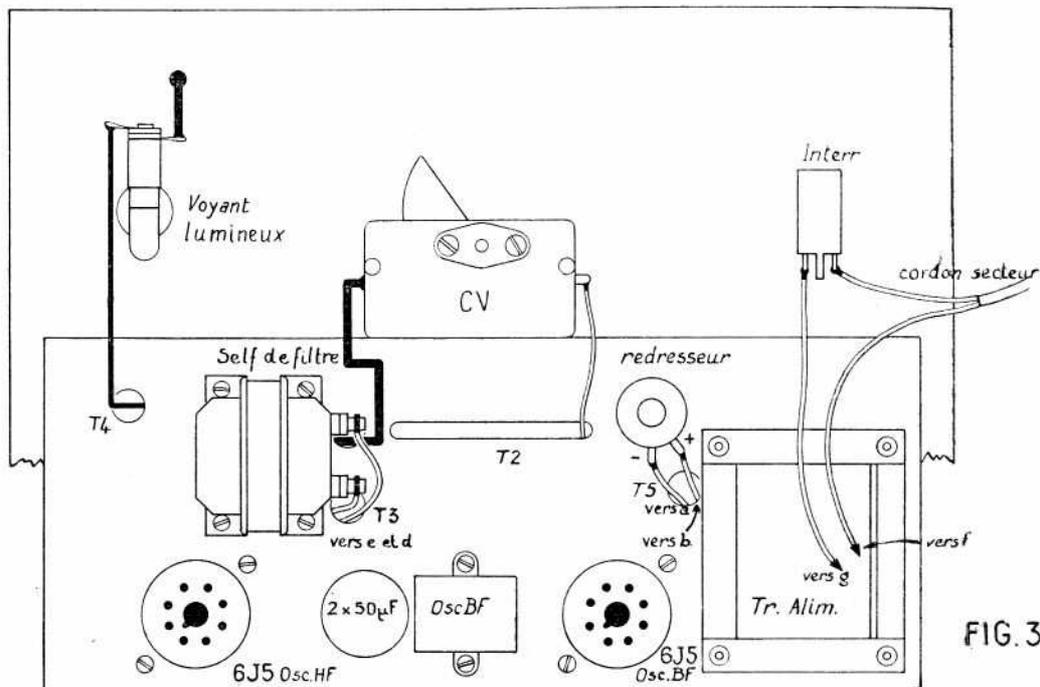
Une hétérodyne peut aussi rendre de grands services pour l'établissement de selfs, la détermination de valeur de condensateurs, l'étude de circuits anti-fading, etc.

Ce rapide aperçu montre les possibilités qu'offre un tel appareil de mesure. La question est de savoir si un amateur peut facilement le réaliser, ce qui, à coup sûr, représente une sérieuse économie. Sans hésitation nous répondons oui. Nous donnons ici une description d'hétérodyne qui permet les manipulations que nous venons d'indiquer et qui peut être montée très facilement avec toutes les chances de succès. Le matériel nécessaire revient aux environs de 8.000 francs, ce qui, avouons-le, ne représente pas une dépense excessive.

### Le schéma.

Avant d'entreprendre le montage de notre hétérodyne, examinons son schéma, qui est donné à la figure 1. Au premier coup d'œil, nous voyons que cet appareil utilise deux lampes, deux triodes 6J5. L'une d'elles, que nous avons annotée « osc HF », produit l'oscillation haute fréquence. Avec un bloc de bobinages, elle constitue un oscillateur ECO. Ce montage a des qualités remarquables : il est très stable, c'est-à-dire que pour un accord donné le condensateur variable, la fréquence engendrée varie très peu, en fonction des diverses perturbations qui peuvent se produire (variation de tension de chauffage, de plaque de la lampe, etc.) Il donne un pourcentage d'harmoniques très faible, c'est-à-dire que l'oscillation est très pure et se rapproche beaucoup de la forme sinusoïdale idéale. Cette qualité est extrêmement précieuse, car il est très gênant d'obtenir par la manœuvre du CV plusieurs réceptions du signal de puissance presque égales. On risque ainsi de s'accorder non pas sur le signal exact (on dit la fondamentale en terme technique) mais sur une harmonique, ce qui, de toute évidence, fausse complètement la mesure. Avec notre appareil utilisant un oscillateur HF ECO, cet inconvénient n'est pas à craindre, car les quelques harmoniques qu'on ne peut éviter avec un appareil aussi simple, ont une amplitude beaucoup plus faible que la fondamentale et cette dernière est facilement repérable.

Par son principe, l'ECO est constitué par un circuit oscillant excité par une lampe. Le report de l'énergie dans le circuit oscillant qui entretient l'oscillation, est fait à l'aide d'une prise effectuée sur la self du circuit oscillant au tiers du nombre de tours comptés à partir de l'extrémité réunie à la masse. Cette prise est reliée à la cathode



de la lampe. On voit la nécessité d'utiliser pour ce montage une lampe à chauffage indirect. En somme, le bobinage d'entretien est formé par la portion de la self comprise entre la prise cathode et la masse.

Une bonne hétérodyne d'atelier doit couvrir sans trou une bande de fréquences s'étendant de 10 à 3.000 mètres de longueur d'onde. C'est le cas de notre réalisation. On utilise pour cela six bobinages oscillateurs différents, qui peuvent être sélectionnés par un commutateur. Le tout, bobinage et commutateur, se présente sous la forme d'un bloc qui facilite grandement le montage.

En réalité, la bande de fréquence que nous venons d'indiquer est divisée en 5 gammes se couvrant l'une l'autre à chaque extrémité. Mais, en plus, on a prévu une gamme étalée, comprenant les fréquences moyennes généralement utilisées sur les récepteurs super-hétérodyne. Cette gamme étalée facilite énormément les réglages qu'on effectue sur ces fréquences avec cet appareil de mesure. L'étalement est obtenu dans la position 5 du commutateur, par la mise en série avec le condensateur variable d'un condensateur fixe, que l'on distingue sur la troisième section du commutateur figuré sur le schéma.

Les gammes se répartissent de la façon suivante :

- 1° De 10 à 30 Mc, soit 30 à 10 m. de longueur d'onde ;
- 2° De 4,5 à 14 Mc, soit 66,66 à 21,43 m. ;
- 3° De 1.500 à 4.550 Kc, soit 200 à 65,93 m. ;
- 4° De 500 à 1.500 Kc, soit 600 à 200 m. ;
- 5° De 400 à 500 Kc, soit 750 à 600 m. (bande étalée) ;
- 6° De 100 à 300 Kc, soit 3.000 à 1.000 m.

On a prévu dans le circuit cathode une bobine de choc pour les très hautes fréquences, nous verrons d'ailleurs par la suite que cette bobine d'arrêt ne possède que quelques spires. Un choc plus important a aussi été prévu dans le circuit-plaque, de manière à éviter que le signal HF soit transmis au reste du montage et, en particulier, à l'alimentation. Ceci est très important, car par l'alimentation ce signal irait : u secteur par lequel il pourrait atteindre le récepteur sur lequel on opère, ce qui fausserait l'utilisation de l'atténuateur. D'autre part, ce signal pourrait de cette façon atteindre les postes du voisinage et constituer une gêne.

L'oscillation HF est prise sur la plaque de la lampe et transmise par un condensateur de 1.000 cm à l'atténuateur. Sur les appareils de grande précision, l'atténuateur est très compliqué, il est formé par des chaînes de résistances bobinées non selfiques et soigneusement cloisonnées par d'épais blindages. On peut ainsi déterminer très exactement la valeur en  $\mu V$  du signal transmis par l'antenne fictive. Nous n'avons pas besoin d'une telle précision et notre atténuateur est simplement constitué par un potentiomètre de 2.000  $\Omega$ , qui nous permet de doser l'amplitude du signal envoyé sur le récepteur.

Si notre appareil s'arrêtait là, abstraction faite de l'alimentation qui est évidemment nécessaire, il pourrait parfaitement fonctionner, mais il ne fournirait qu'un signal HF pure, c'est-à-dire dont l'amplitude serait constante. Un tel signal est souvent très utile et nous verrons que nous nous sommes réservés la possibilité de l'obtenir. Mais dans bien des cas, il est préférable d'avoir un signal modulé à basse fréquence. Pour obtenir cette modulation, on utilise un oscillateur BF, équipé d'une autre 6J5. On voit sur le schéma que cette lampe est associée à un bobinage oscillateur BF, accordé dans le circuit-grille par un condensateur de 10.000 cm. Le montage de cet oscillateur BF est classique, on voit dans le circuit-grille un condensateur de liaison de 1.000 cm et une résistance de fuite de 50.000  $\Omega$ . Le signal BF est pris sur la plaque et transmis au circuit-plaque de la 6J5 oscillatrice HF. Un commutateur à deux sections trois positions, effectuée dans une position cette liaison. Dans la seconde position, il supprime cette liaison et on obtient alors un signal HF pur. La troisième position de ce commutateur est la position d'attente. On voit qu'elle coupe les circuits d'alimentation-plaque des lampes, on n'a

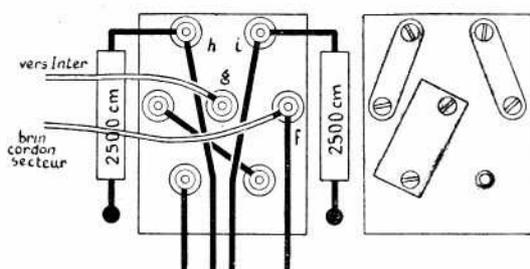


FIG. 4

mais les lampes sont toujours chauffées. On utilise cette position lorsqu'on est un moment sans utiliser l'hétérodyne. Lorsqu'on veut à nouveau en faire usage, on n'a pas besoin d'attendre que les lampes chauffent et l'utilisation peut être immédiate. Il faut aussi tenir compte que la stabilité n'est atteinte qu'après un temps de chauffage assez long. On voit le gain de temps et de précision qui en découle.

Une prise BF permet d'utiliser séparément l'oscillation BF. Nous avons dit que cela était très utile pour vérifier la partie BF d'un récepteur.

L'alimentation est constituée par un transformateur fournissant la HT et la tension de chauffage des lampes. Le redressement de la HT est fait par un redresseur sec. Le filtrage est obtenu par une cellule formée d'une self de 3,5 H et deux condensateurs électrochimiques de 50  $\mu$ F chacun.

Pour éviter la transmission du signal HF au secteur, on a prévu entre chaque extrémité du primaire du transformateur d'alimentation et la masse, des condensateurs de 2.500 cm. Enfin, une lampe témoin indique si l'appareil est ou non sous tension.

#### Réalisation pratique.

Maintenant que nous connaissons la constitution de l'hétérodyne, ses possibilités et ses avantages, nous pouvons passer à sa réalisation. Le montage dont le détail est donné sur le plan de câblage figures 2 et 3, s'exécute sur le panneau avant et sur une platine qui est fixée à l'équerre par deux boulons, à environ la moitié du panneau avant.

Sur la platine, on monte les supports de lampes, le transformateur d'alimentation, le condensateur double de filtrage, l'oscillateur BF, le redresseur sec, la self de filtrage et le condensateur variable. Sous la platine, on met un relais à 3 cosses sur un des boulons de fixation du support de la 6J5 osc BF. Un relais à 2 cosses est placé sur une des tiges de fixation de l'oscillateur BF. Un relais à 3 cosses est mis sur une vis de fixation de la self de filtre. Ces relais sont notés A, B, C sur le plan de câblage.

Sur le panneau avant, on dispose : l'interrupteur, le voyant lumineux, le potentiomètre de 2.000  $\Omega$ , le bloc de bobinage, le commutateur et les quatre prises isolées qui constituent les sorties HF et BF. On monte aussi le cadran du CV, son système de démultiplication et l'index en plexiglas. Avant de serrer le cadran sur l'axe du condensateur variable, on veillera à ce que les lampes mobiles étant complètement sorties, la graduation 0 du cadran coïncide exactement avec le trait de l'index.

#### Câblage.

On commence par les lignes de masse. Une première ligne de masse, faite en fil nu de forte section, part d'une cosse placée sur une des tiges de fixation du transformateur. Elle court à l'arrière de la platine et atteint une des cosses extrêmes du potentiomètre de 2.000  $\Omega$ . Elle est aussi soudée sur le boîtier de ce potentiomètre. A cette ligne de masse, on réunit la cosse masse du bloc de bobinages. Une autre ligne de masse relie la fourchette du condensateur variable à une des prises de sortie HF. Cette prise HF est reliée aussi par un fil de masse à une des prises de sortie BF.

Une des extrémités de l'enroulement chauffage lampes du transformateur, est soudée à la masse. L'autre extrémité de cet enroulement est soudée sur la cosse 7 du support de 6J5 osc BF. Cette cosse 7 est réunie à la cosse de même chiffre du support de 6J5 osc HF. La cosse 7 du support de la 6J5 osc HF est reliée à une des cosses du voyant lumineux. Ce fil passe

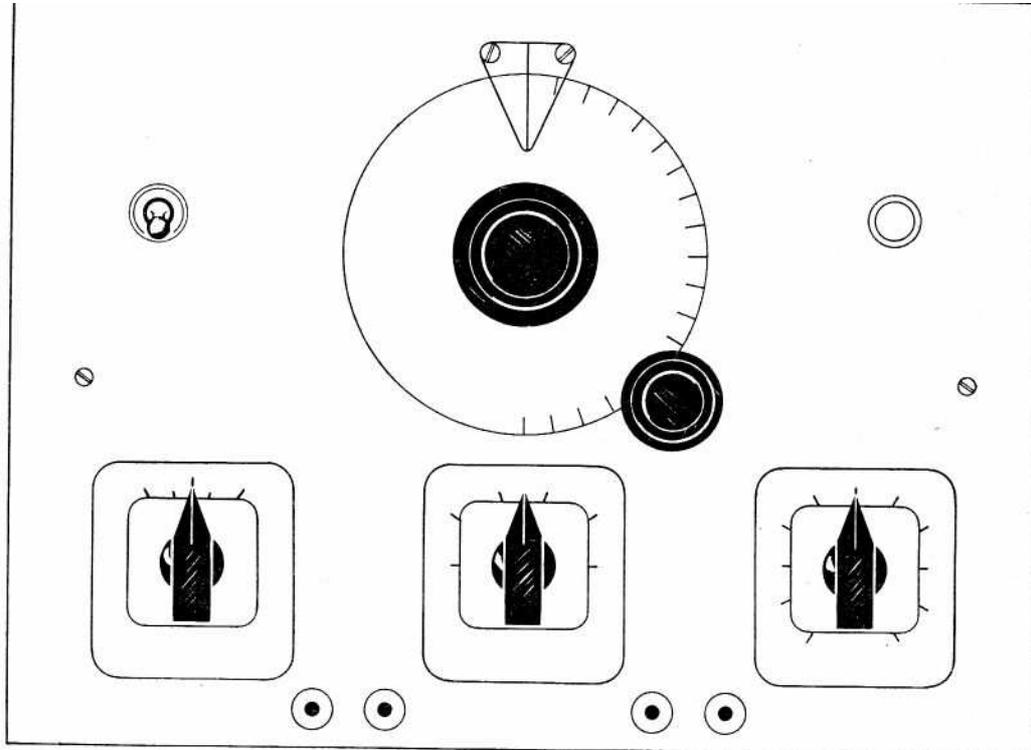


FIG. 5

*Le matériel complet nécessaire au montage de ce poste revient à moins de 9.000 fr. Nos lecteurs qui désirent le réaliser obtiendront tous renseignements supplémentaires en nous adressant une enveloppe timbrée.*

### LISTE DU MATÉRIEL

- 1 coffret métallique avec platine.
- 1 condensateur variable.
- 1 cadran démultiplicateur avec son index.
- 1 transformateur d'alimentation avec son fusible.
- 1 redresseur sec Y15.
- 1 condensateur électrochimique 2x50 MF 150 V.
- 1 self de filtre 3,5 H.
- 1 voyant lumineux.
- 1 ampoule 6,3 V.
- 1 interrupteur.
- 1 oscillateur BF.
- 1 bloc de bobinage oscillateur HF.
- 1 potentiomètre 2.000  $\Omega$ , sans interrupteur.
- 1 contacteur 4 sections 3 positions.
- 1 self de choc HF.
- 2 supports de lampes octaux.
- 4 douilles isolées.
- 2 relais 3 cosses.
- 1 relais 2 cosses.
- 2 lampes 6J5.
- 3 plaquettes cadran.
- 1 cordon secteur.
- Fil de câblage, fil de masse, fil blindé, souplesse.
- Résistances :**
- 1 résistance 20.000  $\Omega$  1/2 W.
- 1 résistance 50.000  $\Omega$  1/4 W.
- Condensateurs :**
- 2 10.000 cm.
- 2 2.500 cm.
- 2 1.000 cm.
- 1 50 cm mica.
- Vis, écrous, rondelles, soudure, cosse's

par le trou T4. L'autre cosse de ce voyant est soudée à la masse.

Sur la cosse 8 du support de la 6J5 osc HF, on soude un fil de câblage. En enroulant ce fil sur un crayon, on effectue une petite self de 6 tours, aussi près que possible de la cosse 8. A son autre extrémité, ce fil est soudé sur la cosse cathode du bloc de bobinages. Entre la cosse grille de ce bloc et la cosse 5 du support de la lampe, on soude un condensateur au mica de 50 cm. Entre la cosse 5 et la masse, on place une résistance de 20.000  $\Omega$ . Les cosses 1 et 2 de ce support sont reliées à la masse.

Entre les cosses 3 et 4 du support de 6J5, on soude la self de choc HF2. La cosse 4 est connectée à la cosse D du commutateur. Les cosses 3 et 6 du support de 6J5 osc HF sont reliées ensemble. Entre la cosse 3 et la masse, on dispose un condensateur de 100 cm. Entre la cosse 6 et la cosse D extrême non reliée à la masse du potentiomètre, on met un condensateur de 1.000 cm. La cosse du curseur de ce potentiomètre est reliée par un fil blindé à la seconde prise de sortie HF. La gaine du fil est soudée à la masse sur le boîtier du potentiomètre.

Passons maintenant au support de la 6J5 osc BF. Les cosses 1, 2 et 8 de ce support sont réunies à la masse. Le fil bleu de l'oscillateur BF est soudé sur la cosse 3 de ce support, le fil blanc sur la cosse d du relais C, le fil rouge à la masse et le fil vert sur la cosse c du relais B. Entre cette cosse c et la masse, on soude un condensateur de 10.000 cm. Entre la cosse c du relais et la cosse 5 du support de la 6J5 osc BF, on soude un autre condensateur de 10.000 cm. Cette cosse 5 est reliée à la masse par une résistance de 50.000  $\Omega$ . Elle est aussi connectée à la seconde prise de la sortie BF.

La cosse des lames mobiles du condensateur variable est réunie à la cosse CV du bloc par un fil qui passe par le trou T2.

La cosse 3 du support de la 6J5 osc BF est reliée à la cosse 10 du contacteur. La cosse 11 de cet organe est connectée à la cosse d du relais C. Les cosses 4 et 5 de ce contacteur sont reliées ensemble et à la cosse a du relais A. Sur la cosse E du

(Suite page 29.)

## UNE HÉTÉRODYNE D'ATELIER (Suite de la page 28.)

contacteur, on soude un des fils de l'enroulement HT du transformateur. L'autre fil de cet enroulement est soudé à la masse. La cosse *a* du relais A est réunie à la cosse — du redresseur par un fil qui passe par le trou T5. Par un fil qui passe par le même trou, la cosse + de ce redresseur est connectée à la cosse *b* du relais A. Cette cosse *b* est réunie à la cosse *e* du relais C. Sur les cosses *d* et *e* du relais C, on soude un fil de la self de filtre et le fil positif du condensateur de filtrage. Les fils allant à la self de filtrage passent par le trou T3.

Un des brins du cordon secteur est soudé sur la cosse *f* du distributeur du transformateur ; l'autre brin est soudé sur une des cosses de l'interrupteur. L'autre cosse de l'interrupteur est reliée à la cosse *g* du distributeur. Entre les cosses *h* et *i* de ce distributeur et la masse, on dispose des condensateurs de 2.500 cm.

Voilà notre appareil terminé, il ne reste plus qu'à le mettre dans son coffret métallique.

A. BARAT.