

Réalisation du générateur BF Heathkit AO-1



Fig. 1. - Présentation du générateur BF Heathkit AO-1 avec son panneau avant gravé.

Le générateur basse fréquence est un appareil indispensable pour la mise au point des amplificateurs et de la partie basse fréquence des récepteurs radio dès que l'on recherche des performances spéciales tenant dans des spécifications chiffrées bien déterminées. Il en est ainsi de tous les dispositifs de contre-réaction sélective, connecteurs de tonalité, correcteurs de courbe de lecture, etc...

Le générateur, pour répondre à tous les besoins, devra couvrir tout le spectre des fréquences audibles, c'est-à-dire pratiquement de 20 à 20 000 Hz. S'il peut délivrer des signaux sinusoïdaux ou rectangulaires à volonté, il devient un outil d'investigation dont il semble difficile de se passer.

Ce sont là les performances du générateur Heathkit AO-1 que nous allons décrire.

Le générateur basse fréquence Heathkit AO-1 est un générateur utilisant les propriétés sélectives des circuits à résistances-capacités, dans le cas présent celle du circuit en pont de Wien.

On sait que ce circuit, quand les résistances et capacités des branches série et parallèle sont faites égales,

possède une tension maximum sur la branche parallèle égale au tiers de la tension aux bornes de l'ensemble pour la fréquence de pseudo-résonance et que pour cette fréquence le déphasage est nul.

On met à profit cette propriété pour constituer un oscillateur sinusoïdal en utilisant ce circuit pour la réinjection

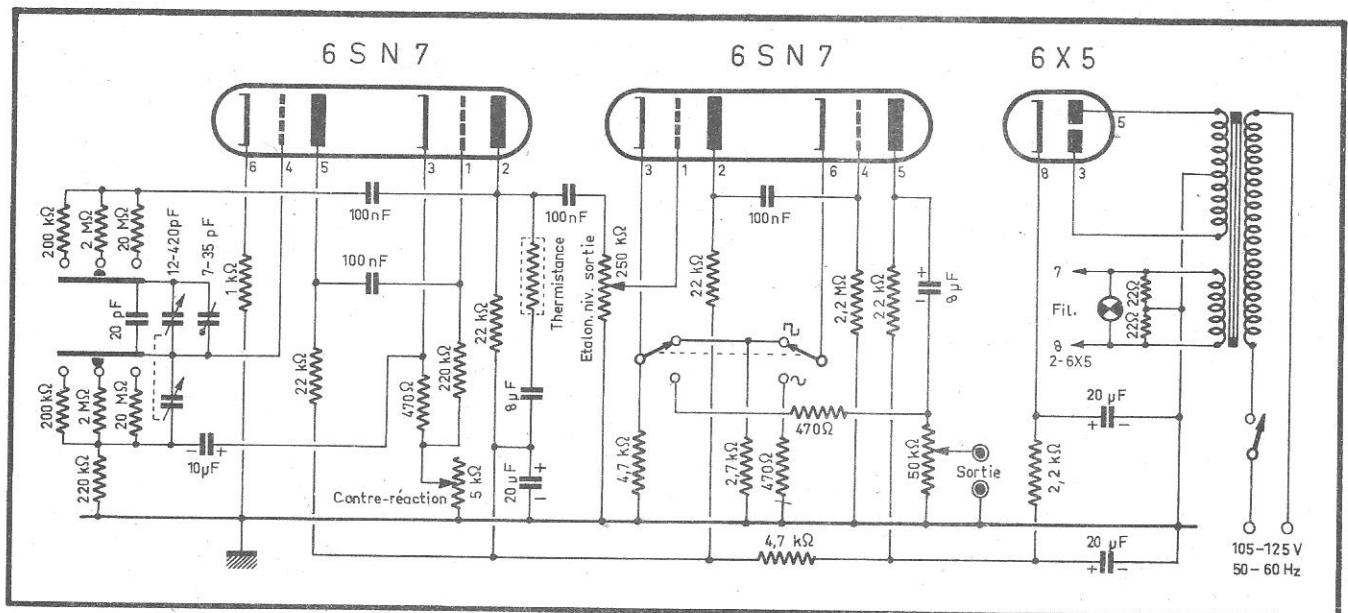


Fig. 2. - Schéma de principe du générateur.

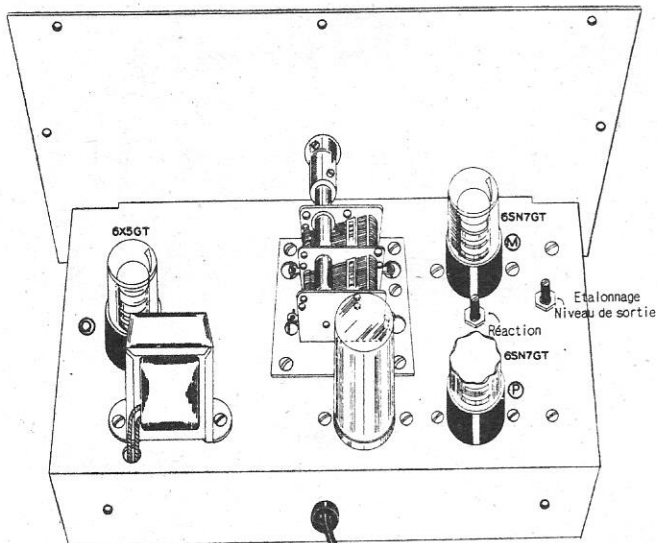


Fig. 3. - Disposition des éléments sur le châssis.

du signal de sortie à l'entrée d'un amplificateur à deux étages et à liaison par résistances-capacités. On conçoit que si les éléments de liaison entre étages sont établis pour être considérés comme apériodiques dans toute la gamme des fréquences utiles et si le gain de la boucle amplificateur et circuit de réinjection est rendu égal à l'inverse de l'atténuation apporté par le pont, le circuit oscillera sur la seule fréquence préférentielle qui est celle du filtre; pour toute autre fréquence le gain sera insuffisant pour amener l'accrochage de l'oscillation.

La réduction du gain et des caractéristiques apériodiques du circuit à travers une large bande peuvent être obtenues par l'utilisation d'une contre-réaction apériodique de taux élevé tendant à ramener à trois le gain des deux étages de façon à compenser l'atténuation du circuit de Wien.

En fait la sélectivité du circuit de Wien est très faible et ce sont particulièrement ses propriétés déphaseuses qui sont mises à profit bien que les deux effets soient simultanés et concordants.

C'est sur ce principe qu'est basé le générateur AO-1. L'examen du schéma de principe de la figure 2 permet de reconnaître les éléments de base signalés : l'amplificateur à deux étages constitués par les deux triodes d'un tube 6SN7, le circuit de réaction positive constitué par le pont de Wien et le circuit de réaction négative dont la tension prise sur la cathode de la triode du second étage est ramenée à la base du pont de Wien et réduit à trois le gain plaque second étage à grille premier étage.

Il est évident que le gain ne peut être absolument stable de 20 à 20 000 Hz et que des variations apparaîtront. Il deviendra alors nécessaire, pour conserver l'oscillation de fixer le gain à trois au minimum. Mais dans les zones où il croîtra anormalement il amènera une déformation de la forme d'onde. On peut pallier cette difficulté en stabilisant le gain au moyen d'une thermistance en parallèle sur la résistance de charge du second étage qui viendra

la réduire et avec elle le gain quand la tension de sortie aura tendance à croître.

La variation de fréquence est obtenue en agissant sur les capacités du pont constituées par des condensateurs variables. En utilisant des condensateurs possédant la courbe de variation habituelle nécessaire à la réception radio et en choisissant un rapport des capacités maximum à maximum de 10 l'échelle de fréquence en fonction de l'angle de rotation des condensateurs est sensiblement logarithmique.

Pour une telle variation de capacité et si les résistances et capacités du pont sont faites égales, la fréquence d'oscillation est déterminée par la relation

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot RC}$$

Les deux capacités variables doivent être constamment de valeurs identiques. Or l'élément de la branche série présente une capacité parasite importante avec la masse, laquelle se trouve en parallèle avec la capacité variable de la branche RC parallèle. Aussi, place-t-on une capacité ajustable en parallèle avec le condensateur variable de la branche série pour faire la compensation. En ajustant cette capacité, les condensateurs variables étant ouverts, on établit une correction dont l'action relative est extrêmement sensible. Le réglage de l'ajustable se fera donc au maximum de fréquence de la gamme la plus défavorisée, c'est-à-dire celle des fréquences les plus basses où les résistances sont de valeurs élevées et les capacités parasites d'influence sensible.

Pour couvrir la bande 20 à 20 000 Hz avec une variation des fréquences extrêmes de chaque sous-gamme de l'ordre de dix, trois sous-gammes sont nécessaires.

Le signal délivré par l'oscillateur est appliqué aux étages amplificateurs par l'intermédiaire d'un réglage d'amplitude qui sera ajusté pour qu'à la sortie on trouve la tension souhaitée de 10 volts efficaces. Les deux étages de cet amplificateur travaillent comme un amplificateur conventionnel avec un taux de contre-réaction élevé qui accroît les possibilités de l'amplificateur et réduit la dis-

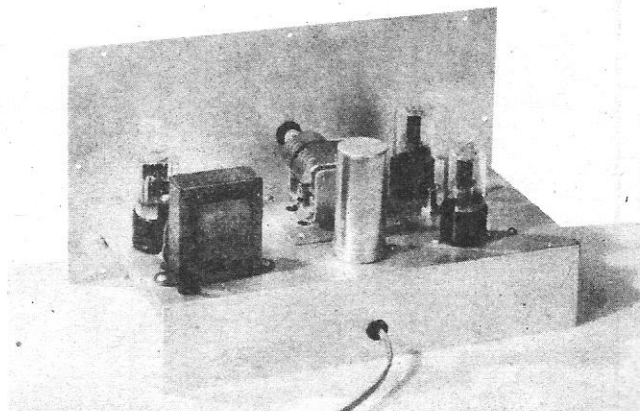


Fig. 4. - Une vue de l'anatomie interne du générateur.

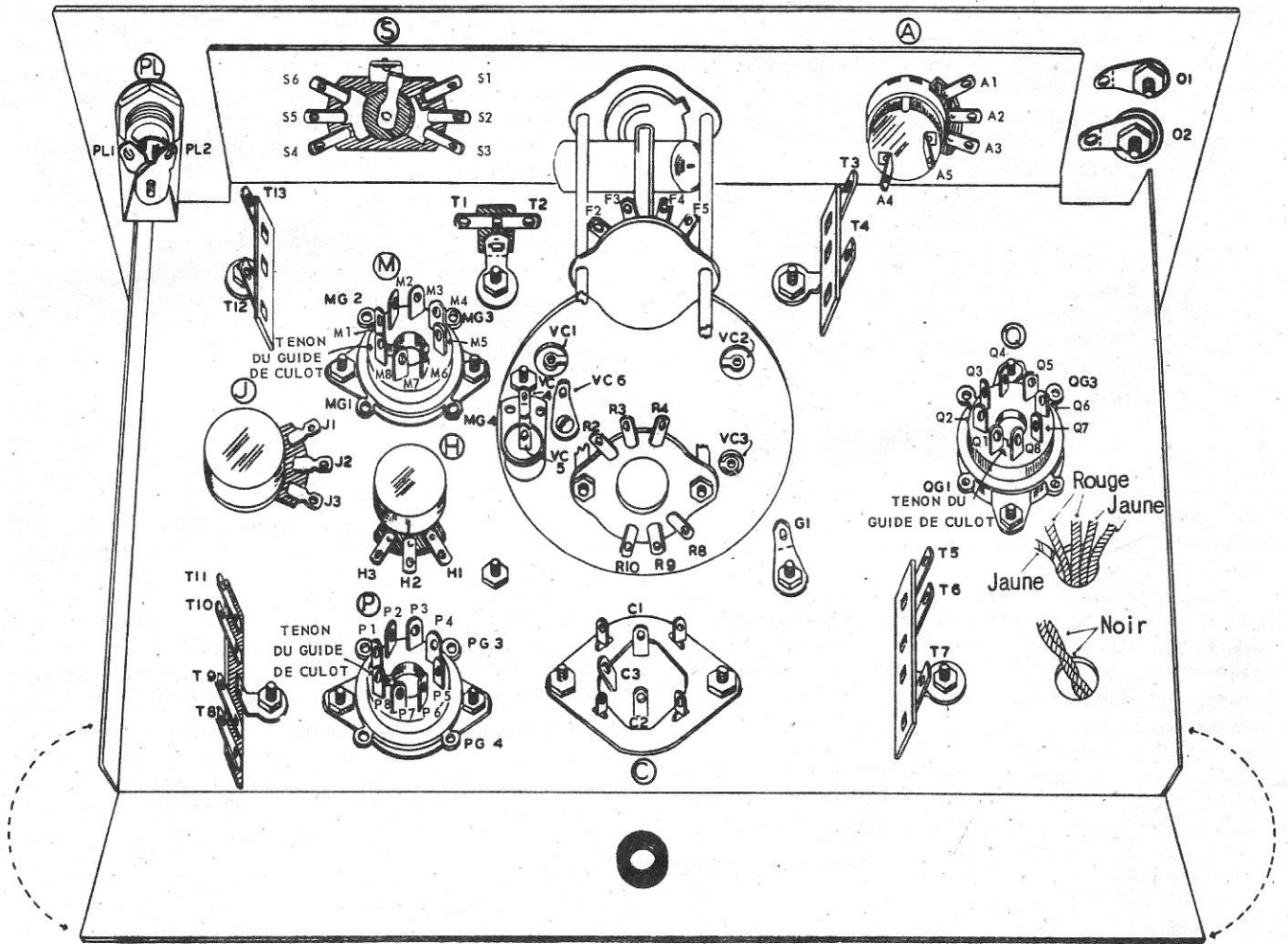


Fig. 5. - Disposition des éléments sous le châssis.

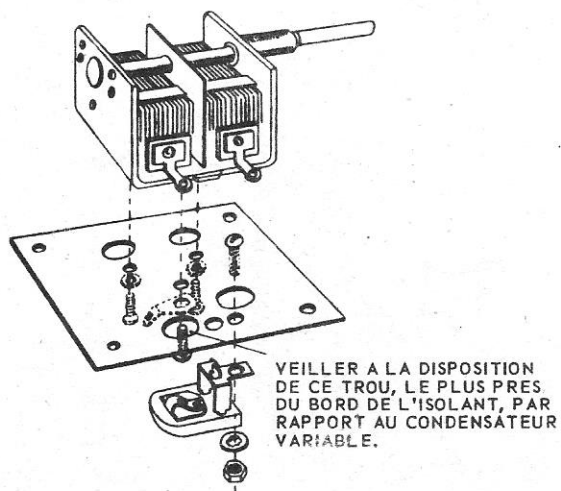


Fig. 6. - Montage des condensateurs variables de l'ajustable et de la plaquette isolante.

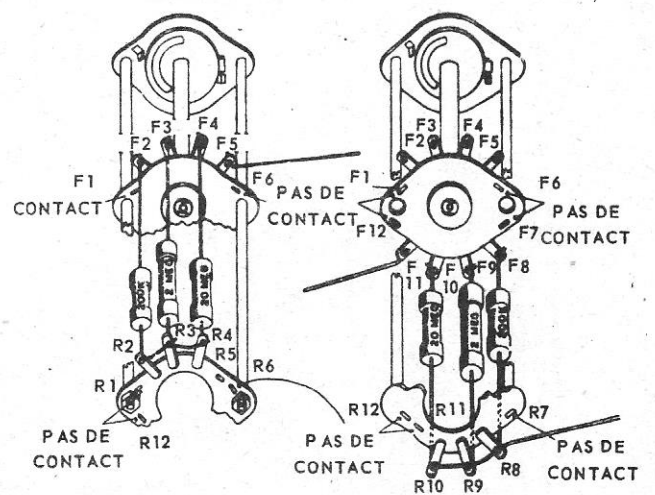


Fig. 7. - Montage du commutateur de sous-gammes.

torsion et l'impédance de sortie. La tension délivrée restera constante pour des charges assez variables.

La transformation du signal sinusoïdal en signal rectangulaire est des plus faciles. En supprimant la contre-réaction les deux étages sont saturés et écrêtent par coupure de courant plaque et par courant grille.

Les deux étages en cascade en travaillant l'un après l'autre sur les deux alternances de la sinusoïde amènent une forme rectangulaire symétrique et convenant bien à l'examen en signaux carrés des amplificateurs BF à large bande.

Bien entendu, en sortie rectangulaire, l'amplitude du signal délivré limité par la seule saturation est de trois à quatre fois plus importante qu'en sortie sinusoïdale.

L'alimentation est classique et, sur cette partie, rien de particulier n'est à signaler.

Montage et câblage

Le montage sur le châssis de tous les éléments constituant le générateur est particulièrement aisé en s'aidant des plans de montage. Les figures 3 et 4 donnent la disposition des pièces sur le châssis.

La plaquette de bakélite HF supportant les condensateurs variables peut se monter soit au-dessus soit au-dessous du châssis. Il faudra essayer la position donnant le meilleur centrage vertical de l'axe des condensateurs variables dans le trou du panneau avant. Au besoin utiliser

quelques rondelles pour amener l'axe bien au centre du trou. Le centrage horizontal sera obtenu en déplaçant légèrement le bloc de condensateurs sur lui-même, les trous de fixation étant prévus avec un jeu suffisant. Avant ce travail, on devra naturellement s'assurer que la plaquette est bien en orientation correcte. La figure 5 donne une vue détaillée du montage du bloc de condensateurs variables et de l'ajustable de 35 pF.

Pour les traversées des fils du transformateur d'alimentation, utiliser deux passe-fils qui éviteront leur cisaillement accidentel.

Procéder ensuite au montage des supports de tubes, potentiomètres, commutateurs, lampe témoin et plaquettes relais. Ces dernières sont de divers types et pour les fixer à leur emplacement exact on s'aidera de la figure 6 qui donne leur position exacte et celle des autres éléments apparaissant sous le châssis.

Avant d'installer le commutateur de sous-gammes sur le panneau avant, monter les six résistances de précision comme le montre la figure 7.

La borne de sortie O_1 ne doit pas être munie de rondelle isolante à l'arrière, pour assurer le contact de masse avec le panneau avant.

Ce travail de mise en place étant terminé, on pourra procéder au câblage qui, étant donné la simplicité du schéma, ne présente pas de difficulté. On prendra seulement la précaution de torsader la ligne de chauffage.

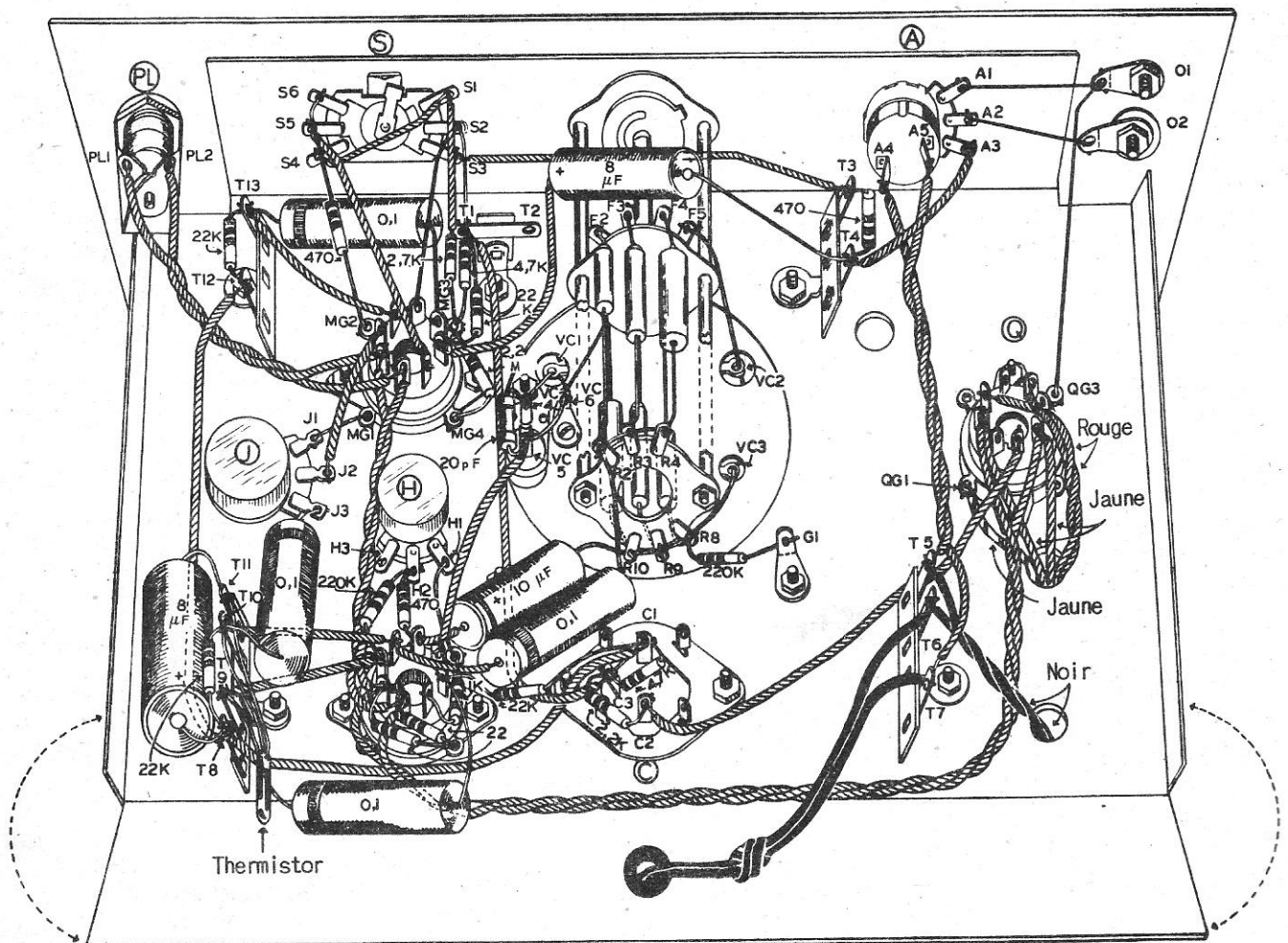


Fig. 8. - Plan de câblage du générateur.

La thermistance sera montée en dernier lieu, juste avant la mise en route. La souder avec beaucoup de précautions, cette pièce étant l'âme du générateur et son remplacement pouvant présenter des difficultés.

Mise en route et réglage

Après avoir branché et mis en route l'appareil, s'assurer que les tensions sont correctes afin de déceler immédiatement une grossière erreur de câblage. Laisser chauffer l'appareil pendant un quart d'heure.

Brancher un voltmètre aux bornes de sortie. Ce voltmètre devra être à haute impédance et posséder des échelles sur lesquelles on pourra lire 10 et 30 volts avec précision à 1000 Hz.

Mettre les boutons de réglage sur les points suivants :
Fréquence : 20
Forme d'onde : sinusoïdale.
Gammes : XI.
Tension de sortie : maximum.

Les potentiomètres de réglage interne, «contre-réaction» et «étalonnage du niveau de sortie» seront tournés au maximum dans le sens des aiguilles d'une montre. Ensuite procéder comme suit :

Tourner le potentiomètre *H* (contre-réaction) jusqu'à ce qu'une tension BF apparaisse aux bornes de sortie. A un point donné, le voltmètre indiquera brusquement une tension de l'ordre de 10 à 20 volts alternatifs. Ce point est celui où l'appareil commence à osciller. Laisser ce réglage en place et mesurer à l'aide d'un voltmètre continu à haute résistance ou avec un voltmètre à lampes la tension à la broche n°3 du support *P*, c'est-à-dire sur la cathode de la deuxième triode du tube oscillateur. Noter cette tension continue et retoucher ensuite le potentiomètre de contre-réaction *H*, de façon à obtenir une tension qui soit exactement 80 % de la tension originale au point d'accrochage.

Régler les condensateurs variables de fréquence sur le point 200 et, à l'aide du potentiomètre d'étalonnage du niveau de sortie *J*, obtenir 10 volts alternatifs aux bornes de sortie.

Régler le condensateur ajustable céramique de 35 pF à mi-course; la fente est alors parallèle au panneau avant. Puis procéder à l'étalonnage du cadran de fréquences. Si l'on dispose d'un oscilloscope, injecter du 50 Hz sur l'amplificateur vertical. Après l'ajustement correct des niveaux on observera les figures de Lissajous et on règlera l'ajustable de façon à obtenir la coïncidence sur la fréquence 200 Hz.

Si l'on ne dispose pas d'oscilloscope, un autre moyen est utilisable. On remarquera qu'aux fréquences 50, 100, 150 et 200 Hz, on constate un léger battement avec la fréquence du secteur. Ce battement se traduit par une instabilité du niveau de sortie de part et d'autre de la fréquence harmonique; à l'accord exact, le battement cesse.

On règlera donc l'ajustable sur 200 Hz de façon à se placer entre les deux points de battement et après s'être assuré que l'on n'est pas placé en un point éloigné de l'accord. La manoeuvre du bouton de fréquence est très significative et permet une vérification rapide.

Si le phénomène n'apparaît pas avec certitude, toucher de la main le tube 6SN7 (*P*) sans toucher le châssis pour

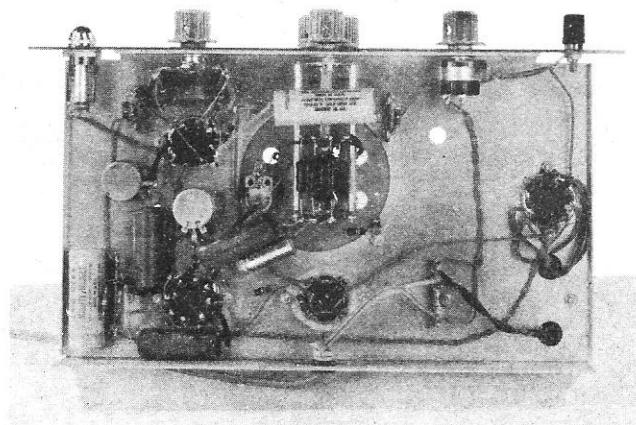


Fig. 9. - Une vue du câblage.

introduire volontairement une tension de ronflement qui facilitera l'observation.

Vérifier ensuite la coïncidence du point d'étalonnage à 25 Hz. Pour celui-ci, on sera dans l'obligation d'approcher la main du tube 6SN7. Un petit décalage pourra être rattrapé en agissant sur le canon isolant de fixation du bouton à index.

Vérifier alors la coïncidence des points d'étalonnage à 50, 100 et 150 Hz qui pourront être mis en place en agissant sur les lames extérieures des condensateurs variables, mais en se souvenant que la même intervention doit être effectuée sur les deux cases. En général cette pratique n'est pas utile et il est bon après toute retouche des lames de refaire la coïncidence sur les points 25 Hz et 200 Hz.

Si des écarts notables étaient constatés particulièrement sur les fréquences basses repérées sur les 2/3 inférieurs de l'échelle, il ne pourrait s'agir que d'un mauvais réglage des potentiomètres de contre-réaction et d'étalonnage du niveau de sortie et, avant de toucher aux condensateurs variables et à l'index, il faudra soigneusement refaire les réglages préliminaires ou suspecter la précision des mesures effectuées.

L'appareil étant étalonné en fréquence, on peut vérifier la tension de sortie à 1000 Hz et retoucher légèrement le potentiomètre de réglage de niveau *J*, afin d'obtenir exactement 10 volts. S'assurer également que cette tension est obtenue sur tous les points des trois gammes à 5 % près. Si des erreurs plus importantes sont remarquées, il est fort probable que le réglage de l'ajustable doive être retouché.

Il est en tous cas préférable de procéder par approximations successives et de refaire les réglages en se souvenant que l'on devra toujours terminer l'étalonnage en fréquence par le réglage de l'ajustable.

La tension disponible en position signaux rectangulaires est trois ou quatre fois supérieure à celle des signaux sinusoïdaux. Il n'y a aucun réglage à faire sur cette position.

Le matériel nécessaire à la construction

du générateur BF HEATHKIT AO-1

est distribué en France par le

BUREAU DE LIAISON

113, rue de l'Université
PARIS 7ème - INV 99-20 +