

CHAPITRE VIII

Le signal-tracer

BUT ET COMPOSITION DU SIGNAL - TRACER

Le novice qui s'initie à la technique du dépannage de radio ou d'amplificateur et qui «sèche» parfois sur des pannes plus ou moins ardues a certainement souvent songé à une sorte d'appareil absolument parfait qui lui indiquerait d'une façon quasi automatique à quel endroit se trouve la panne récalcitrante.

Si un tel appareil n'existe pas encore, on peut dire que le signal-tracer que nous allons étudier ici s'en rapproche singulièrement.

Entendons-nous bien. Lorsqu'un appareil comporte une panne franche se traduisant par un manque de tension en un point bien déterminé, par exemple un condensateur de découplage qui est claqué, il n'est pas besoin d'un appareillage bien compliqué; un simple contrôleur suffit à déceler une telle panne. Même un novice ne «cale» pas dans un tel cas.

Mais il est des pannes plus subtiles. C'est par exemple un léger manque de puissance mal localisé, ou une audition plus ou moins déformée, ou un léger bourdonnement qui prend naissance on ne sait trop où...

De tels dérangements peuvent provoquer de longues recherches, et c'est alors que le signal-tracer peut intervenir utilement.

DEPANNAGE STATIQUE, DEPANNAGE DYNAMIQUE

La méthode de dépannage la plus couramment employée consiste à mesurer et à vérifier sur un montage les tensions existant en certains points bien déterminés, les courants parcourant divers circuits, et la résistance de différents éléments.

On mesure essentiellement des tensions continues, des tensions d'alimentation, des tensions «**qui ne bougent pas**»... C'est pourquoi cette méthode a pu être appelée **méthode statique**. L'appareil ainsi traité est examiné à l'état de repos pourrait-on dire.

Or, considérons ce qu'est en réalité un poste de radio pris dans son ensemble.

C'est un appareil qui reçoit une émission, une oscillation sur son antenne. Cette émission traversant successivement les différents étages du récepteur y subit différentes transformations. Elle se trouve :

- transformée par changement de fréquence,
- amplifiée par amplification moyenne fréquence,
- transformée à nouveau par détection,
- amplifiée deux fois par amplification B.F. de tension et de puissance.

Il semblerait par conséquent beaucoup plus logique et plus rationnel de mesurer cette oscillation dès son entrée dans le poste, de la suivre, de la mesurer à nouveau au cours de ses diverses transformations et au besoin de l'entendre.

Et si à un moment donné elle n'a plus l'allure ou l'amplitude qu'elle doit normalement avoir, c'est que la panne est là.

Une telle méthode de détection et de localisation ne vous semble-t-elle pas plus normale ? On l'appelle **méthode dynamique** car vous sentez bien qu'ici on mesure quelque chose « **qui bouge** », qui se déplace, de vivant pourrait-on dire.

On a appelé ce procédé **signal-tracing**, nom qui dit bien ce qu'il veut dire car en fait, on suit un signal à la trace, le signal reçu par l'antenne est suivi partout dans le récepteur. Et c'est le **signal-tracer** qui permet d'appliquer ce procédé, et par la même occasion il nous fournira encore d'autres possibilités.

CARACTERISTIQUES DU SIGNAL-TRACER ST.3

Cet instrument est essentiellement constitué par un amplificateur Basse Fréquence, muni de son haut-parleur, comme tout amplificateur normalement constitué. Il peut donc déjà prélever les oscillations de Basse Fréquence dans les étages B.F. d'un poste et nous les faire entendre.

Mais il doit également être capable d'intervenir dans les étages de Haute Fréquence, avant détection. Il est donc muni d'un **étage détecteur** qui est incorporé dans une **sonde détectrice H.F.** Nous pouvons de cette façon prélever des signaux H.F. et M.F., les détecter et les entendre dans notre amplificateur.

Il comporte en sortie un appareil de mesure, un galvanomètre. Nous disposons ainsi d'un contrôle visuel qui s'ajoute au contrôle sonore constitué par le haut-parleur et qui permet des comparaisons, des mesures quantitatives dans le cas suivant :

- Une tension alternative est appliquée sur la base d'un transistor amplificateur, tension que nous retrouvons par conséquent dans le circuit de collecteur dûment amplifiée. En les mesurant successivement, nous connaissons le gain de cet étage et pourrons savoir si le fonctionnement est correct.

La sonde détectrice est fixée à l'extrémité d'un fil souple et peut aller explorer tous les circuits se trouvant entre l'antenne et la détection pour nous faire entendre ce qui s'y passe. Ensuite une simple pointe de touche nous permet d'explorer dans les mêmes conditions tous les circuits de Basse Fréquence, entre détection et haut-parleur.

La figure 99 donne l'aspect du signal-tracer ST.3 avec ses accessoires, dont un multivibrateur dont nous allons voir l'utilité.



Figure 99. - Le signal-tracer ST.3 avec le multivibrateur et la sonde détectrice.

LE MULTIVIBRATEUR

Pour pouvoir suivre un signal dans le poste, il faut l'injecter à l'entrée dans la douille « Antenne ». On peut utiliser pour cela tout simplement une émission de la radiodiffusion sur laquelle on règle le poste; mais à l'usage ce n'est pas très commode, car les fluctuations continuelles de la parole et de la musique gênent les mesures comparatives.

On peut aussi se servir de l'hétérodyne modulée. Celle-ci étant réglée sur une fréquence quelconque, on relie son fil blindé à la douille « Antenne » du poste, qu'on accorde sur la même fréquence. Mais lorsque le récepteur à examiner est en panne et totalement muet, ce n'est pas non plus très commode.

On peut d'autre part vouloir examiner les étages fréquence intermédiaire du poste, il faut donc pour cela y injecter de la F.I. avec l'hétérodyne. Mais en dépannage, la valeur de la F.I. du poste est dans la plupart des cas assez mal déterminée...et le poste muet...

C'est pour éviter ces inconvénients et faciliter l'emploi du Signal-Tracer qu'on met en jeu un **multivibrateur**.

Ce dispositif consiste en un petit générateur, qui n'émet pas uniquement sur une seule fréquence à la fois, mais bien sur toutes les fréquences couramment pratiquées. Branché à l'entrée d'un récepteur, on l'entend

sur toute la gamme des petites ondes; on peut tourner le condensateur variable du poste sur toute l'étendue du cadran, on perçoit toujours l'émission du multivibrateur.

On l'entend également sur toute la gamme des grandes ondes et en ondes courtes. On l'entend encore sur toutes les valeurs de moyenne fréquence et en Basse Fréquence, c'est extrêmement commode...

On conçoit en effet combien cet appareil combiné avec le Tracer va nous permettre un travail aisé.

Aussi désaccordés que puissent être des circuits F.I. ou H.F., aussi peu sensible que puisse être un récepteur, l'émission du multivibrateur passe toujours et permet le dépannage au Tracer. Après cela, il est toujours temps si besoin est de régler et de réaligner les circuits avec le générateur étalonné qu'est l'hétérodyne.

Le schéma de base de ce dispositif est donné en figure 100.

Il est essentiellement constitué par deux triodes fonctionnant alternativement. Lorsque l'une est **bloquée** (c'est-à-dire qu'aucun courant ne parcourt son circuit anodique), l'autre est **conductrice** (c'est-à-dire que son circuit anodique est parcouru par un courant).

Puis par le jeu des condensateurs branchés entre grilles et anodes, le cycle s'inverse. On recueille en définitive aux bornes de la résistance de sortie une oscillation ayant l'allure de la courbe (si l'on peut dire...) de la figure 101.

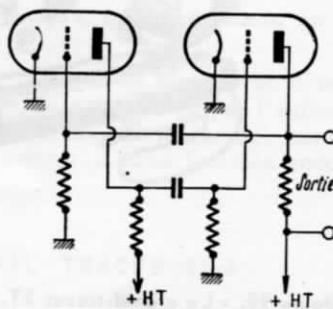


Figure 100. - Principe de base d'un multivibrateur.

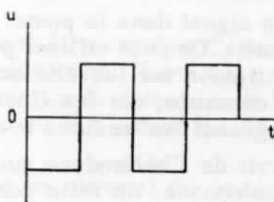


Figure 101. - Allure de l'onde délivrée par le multivibrateur.

C'est une onde rectangulaire. Or une telle onde peut être considérée comme une onde sinusoïdale de fréquence fondamentale F à laquelle s'ajoutent ses harmoniques de fréquence $2F$, $3F$, $4F$, $5F$, etc. Et ce sont toutes ces fréquences harmoniques que nous fait entendre notre multivibrateur, et c'est pourquoi il balaye littéralement toutes les gammes d'un récepteur, toutes les fréquences, sur tous les étages.

En fait sa fréquence fondamentale se situe dans la Basse Fréquence, mais ses harmoniques sont tellement nombreux qu'ils couvrent jusqu'aux ondes courtes.

CONCEPTION ET REALISATION PRATIQUE

Pour s'harmoniser avec la gamme des autres appareils de mesure étudiés ici, le Signal-Tracer ST.3 est contenu dans un coffret de dimensions $27 \times 20 \times 15$ centimètres. Un aspect plaisant et agréable n'étant pas à dédaigner, on a disposé sur le panneau avant les différents éléments de commande suivant une symétrie harmonieuse.

Tous les organes constituant le multivibrateur sont contenus dans un tube mobile qui permet d'injecter la tension délivrée immédiatement au point voulu. Cette tension est dosable par un potentiomètre se trouvant à l'arrière du tube.

Le multivibrateur s'alimente par un cordon à 4 conducteurs de longueur convenable et une prise mobile sur l'appareil lui-même. L'appareil de contrôle est un voltmètre de 150 volts électromagnétique.

Comme cet appareil est essentiellement un instrument de dépannage, nous avons prévu d'autres dispositions pour qu'il puisse nous rendre quelques services supplémentaires.

Nous avons par exemple une entrée à laquelle on peut brancher un bras de pick-up pour l'essayer, une mallette tourne-disques; on peut y brancher également un microphone, un tuner F.M. en dépannage, tout appareil nécessitant une amplification de Basse Fréquence.

Nous disposons d'une autre prise où l'on peut adapter un haut-parleur pour l'essayer, pour vérifier son bon fonctionnement.

Un voyant lumineux contrôle l'allumage de l'appareil, évitant des oublis fâcheux. Le haut-parleur est un modèle elliptique et est fixé sur le fond arrière du coffret devant une ouverture prévue à cet effet.

DESCRIPTION DU MONTAGE

Nous avons maintenant en mains tous les éléments nécessaires pour pouvoir examiner avec profit le schéma complet de notre Signal-Tracer et de ses accessoires.

Voyons tout d'abord la figure 102.

Comme nous l'avons indiqué dès le début, nous avons ici essentiellement un amplificateur B.F.: une lampe ECC82 qui comporte deux triodes montées en amplificateurs de tension successives, et une EL 84 amplificatrice de puissance.

L'amplification obtenue est importante, et toutes les précautions usuelles doivent être prises pour éviter des accrochages ou des ronflements. Citons à cet effet les fortes capacités de filtrage, les découplages énergiques dans les anodes des préamplificatrices ($32 \mu\text{F}$, et 10 à 15 $\text{k}\Omega$), la résistance anti-accrochage (1000 Ω) dans la grille de l'EL 84, les filaments alimentés par til torsadé avec mise à la masse du point milieu par résistance ajustable de 220 ohms.

Voyons l'étage de sortie. Le secondaire du transformateur de modulation peut être commuté sur trois directions:

- en position 3 on entend le haut-parleur qui est incorporé dans le Tracer; -
- en position 2 on actionne un haut-parleur qui aura été branché sur l'appareil pour essais, dont on voudra vérifier le bon fonctionnement;
- en position 1 aucun haut-parleur n'est en service, mais on met en action le voltmètre alternatif qui permet des mesures comparatives.

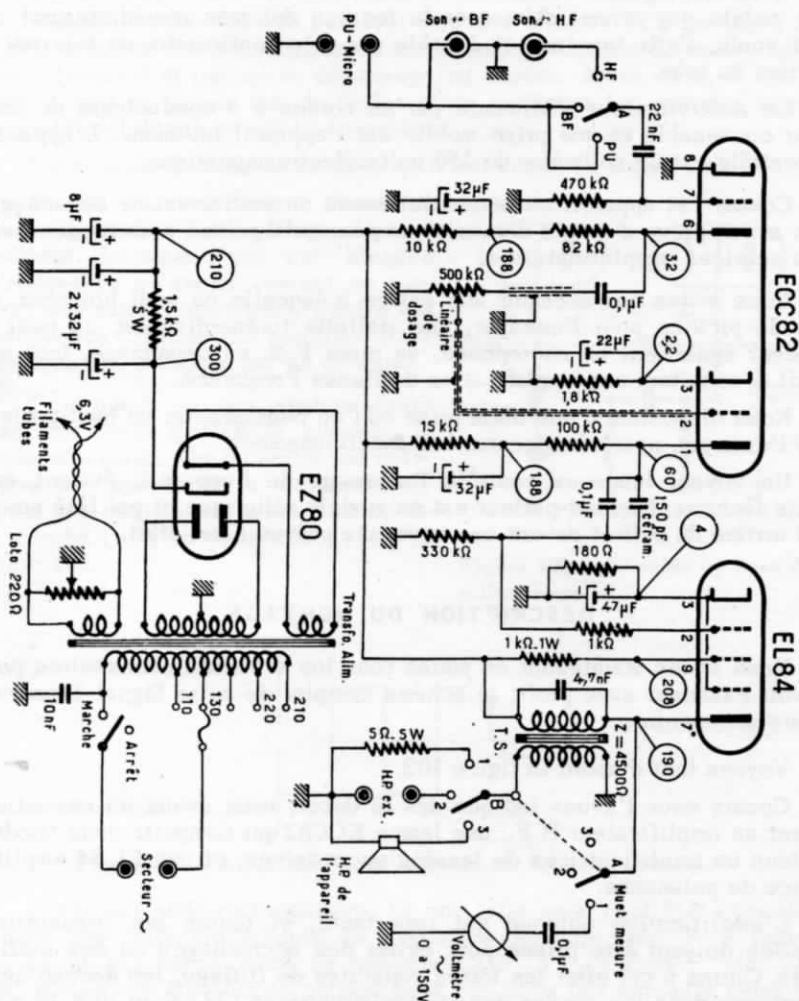


Figure 102. - Le schéma complet du signal-tracer ST.3

Le but de notre instrument étant de prélever dans les divers étages d'un récepteur des oscillations de Haute ou de Basse Fréquence, puis de les amplifier pour nous les faire entendre, nous trouvons dans la première triode de l'ECC 82 trois douilles d'entrée :

- une entrée **pick-up** ou **micro**. Nous pourrions brancher ici un pick-up ou un microphone pour essais, dont nous voudrions vérifier le bon fonctionnement, ou un adaptateur F.M.

- une entrée **son B.F.** Nous brancherons ici un simple cordon de raccordement qui nous permettra d'explorer les différents étages **Basse Fréquence** d'un poste ou d'un amplificateur Hi-Fi. Nous y injectons des oscillations B.F. qui seront ensuite normalement amplifiées et que nous entendrons à la sortie;

- une entrée **son H.F.** Nous voulons également pouvoir explorer les étages **Haute Fréquence** d'un poste. Nous allons donc au préalable détecter et filtrer les oscillations de **Haute Fréquence** du poste et ce sera le but de la sonde détectrice que nous examinerons plus loin.

Vous pouvez remarquer que ces trois entrées aboutissent par le jeu d'un commutateur à un seul circuit. Dans ce cas, pourquoi ne pas avoir utilisé une seule entrée ?

C'est que pratiquement en dépannage on est souvent amené à utiliser simultanément le cordon B.F. et la sonde H.F. Or, il est désagréable de débrancher et de rebrancher continuellement ces cordons de l'appareil, il est en pratique beaucoup plus commode et rapide de les laisser branchés en permanence et de n'avoir à actionner qu'un simple commutateur d'une seule main.

LE MULTIVIBRATEUR

Nous avons retenu en pratique le schéma donné par la figure 103. Nous y retrouvons le principe de base de la figure 100 avec les observations suivantes :

- La première triode est constituée par la cathode, la grille 1 et la grille 2, c'est-à-dire l'écran en guise d'anode.

- La deuxième triode comprend la cathode virtuelle constituée par la première triode, puis la grille 3 et enfin l'anode.

Le signal délivré par notre multivibrateur est disponible sur la pointe de touche et son amplitude peut être dosée par le potentiomètre de 500 k Ω . C'est avec la pointe que l'on touche en différents points les circuits du poste pour y injecter le signal délivré.

Le multivibrateur intégré à l'intérieur du Tracer risquerait fort de perturber ses circuits ultra sensibles et poserait de sérieux problèmes de blindages. C'est pourquoi il est très commode de le loger séparément dans un tube métallique séparé. On l'alimente par un cordon à quatre conducteurs branché par une prise au Tracer et relié aux sources d'alimentation convenables : chauffage 6,3 volts, masse et haute tension.

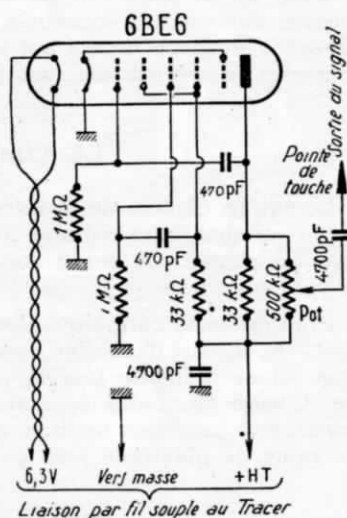


Figure 103. - Le schéma pratique retenu pour notre multivibrateur.

LA SONDE DETECTRICE

Le schéma de la sonde détectrice est illustré par la figure 104, il est fort simple comme vous pouvez le constater.

Nous voyons une diode à cristal qui est chargée de détecter les oscillations de Haute Fréquence; la tension de détection apparaît aux bornes de la résistance de 2,2 mégohms et est ensuite transmise par l'intermédiaire d'un câble coaxial à l'entrée son H.F. de l'appareil.

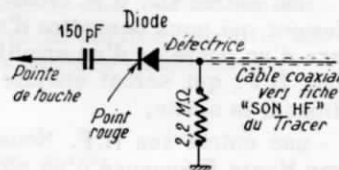


Figure 104. - La sonde détectrice Haute Fréquence

Nous disposons bien ainsi d'une sorte de «tête chercheuse», d'un élément très mobile que nous pouvons très facilement déplacer dans les divers étages d'un poste à explorer.

Le condensateur de 150 pF joue un rôle de sécurité, il permet de toucher sans danger des circuits portés à un potentiel continu plus ou moins élevé.

Pourquoi ici avoir mis ce bloc détecteur ainsi au bout d'un fil, et non pas à l'intérieur de l'appareil ?

C'est qu'en procédant de la sorte on détecte immédiatement et au voisinage des circuits examinés, on n'a plus à véhiculer ensuite que de la Basse Fréquence ce qui est toujours moins délicat. Et l'on provoque le minimum de perturbation dans les circuits soumis aux recherches.

LE CONNECTEUR B.F.

Lorsqu'on explore de la Basse Fréquence, il n'est en principe besoin d'aucun élément intermédiaire puisqu'on l'envoie dans un amplificateur Basse Fréquence. On serait donc tenté d'utiliser comme liaison de simples cordons, comme ceux que l'on emploie avec un contrôleur universel.

Pratiquement, cela provoquerait un fort ronflement à 50 périodes très gênant. On se sert donc d'un connecteur tout simplement constitué par un cordon blindé ordinaire terminé par une pointe de touche également ordinaire. Comme ce cordon sera amené à se promener souvent à l'intérieur de montages mis sous tension, nous prenons la précaution de le mettre sous gaine de plastique pour éviter des courts-circuits catastrophiques.

MONTAGE ET MISE AU POINT

Les figures 105 et 106 vous faciliteront la tâche pour vous permettre de réaliser un appareil soigné et que vous serez heureux de posséder.

Suivant la conception de tous nos appareils, le châssis et le panneau avant sont fixés ensemble et c'est sur ce support que s'effectue tout le montage.

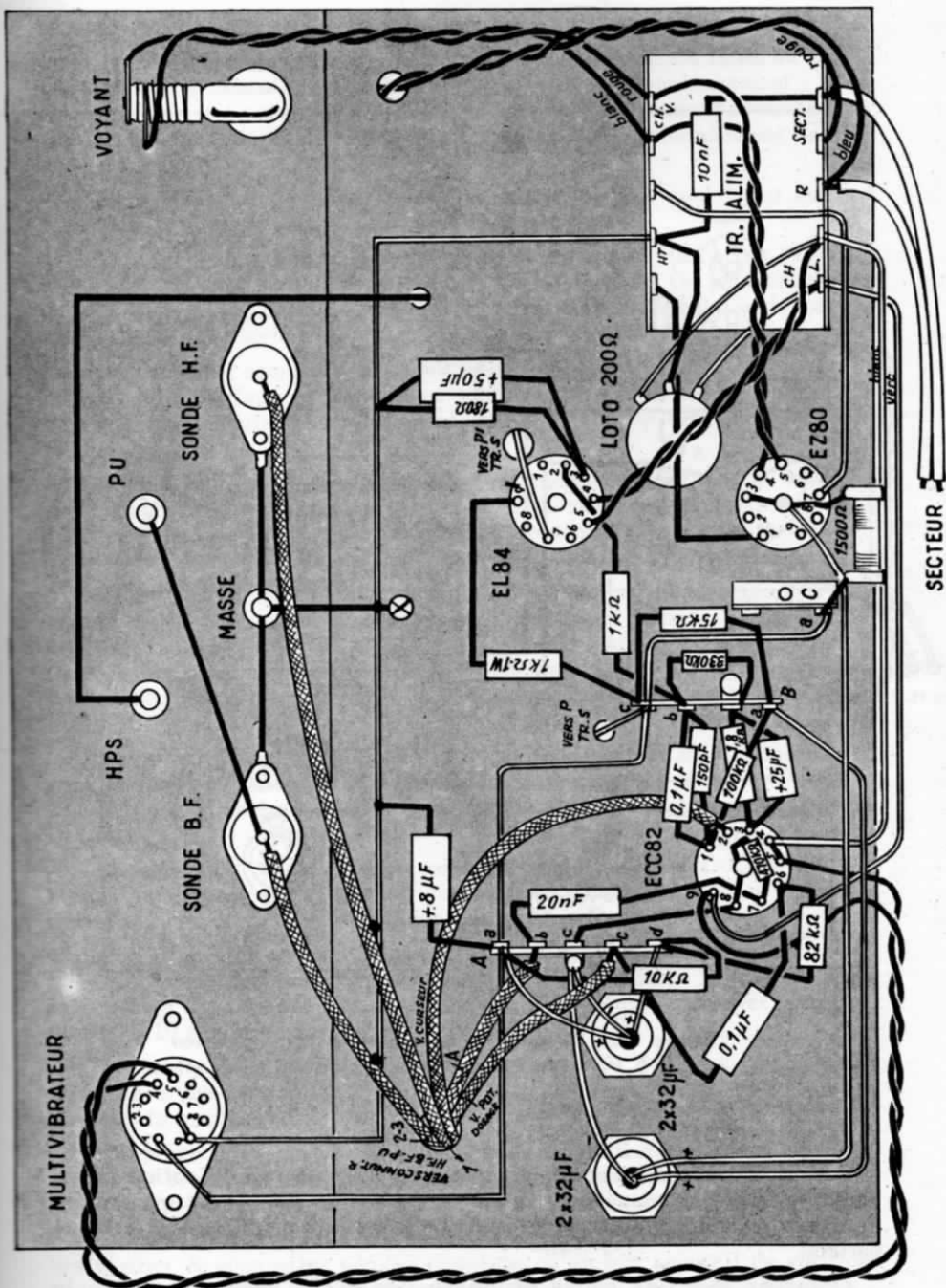


Figure 105. - Le câblage vu sous le châssis.

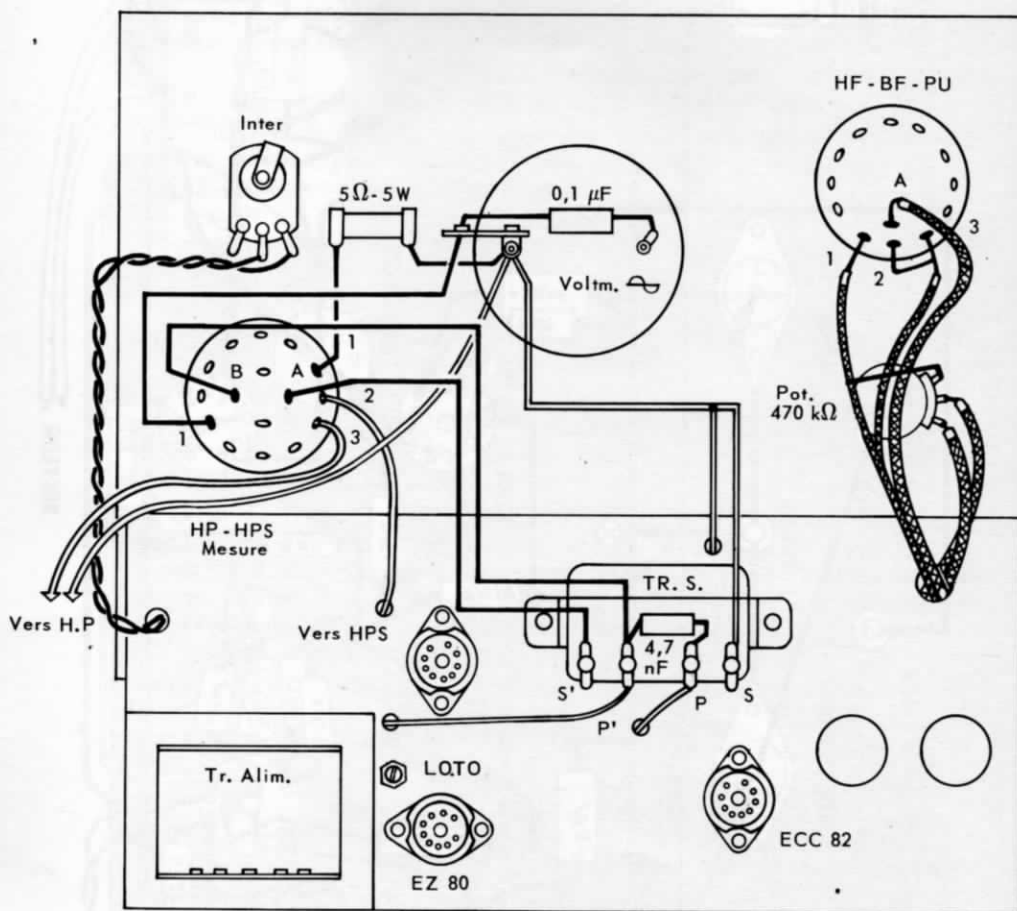


Figure 106. - Disposition des éléments sur le panneau avant et le dessus du châssis.

Pour le câblage, tenez compte que vous avez une amplification importante, et que par conséquent la moindre trace de ronflement qui entrera dans les premiers étages sera impitoyablement reproduite dans le haut-parleur.

Soignez donc les points de masse, les découplages, la mise à la masse des gaines blindées qui doivent être soigneusement plaquées dans le fond du châssis.

Évitez les vibrations. Tous les vis et écrous doivent être énergiquement serrés. Il peut parfois être nécessaire de resserrer les tôles du transformateur d'alimentation si elles font entendre un bourdonnement. Nous avons parfois constaté que certains châssis qui fonctionnent correctement lorsqu'ils sont nus et sur table, font entendre du bourdonnement dès la mise en coffret.

Ce sont alors les tôles du coffret qui vibrent, il faut caler au bon endroit avec un matériau isolant quelconque.

Le haut-parleur est fixé contre le panneau arrière du coffret, soit directement soit par l'intermédiaire d'un baffle en bois. On peut encore en cas de besoin le monter en **fixation souple** par l'intermédiaire de caoutchoucs type « passe-fil » par exemple.

Le loto 220 ohms a pour but d'éviter un éventuel ronflement dû au courant de chauffage; à la mise en route on le tourne en recherchant la position qui supprime ce ronflement, cet ajustage se fait une fois pour toutes.

Nous avons donné sur le schéma de principe les différentes tensions que l'on doit trouver aux principaux points du montage, tensions que vous vérifierez lors de la mise en route; elles ne sont d'ailleurs nullement critiques, un écart de 10 à 20 % pouvant être admis.

Pour vous assurer du bon fonctionnement de l'appareil après ces premières vérifications, vous pourrez envoyer de la musique d'un tourne-disques dans la prise « Pick-Up », actionner le potentiomètre de dosage, le commutateur à 3 positions du haut-parleur. Sur la position **mesures**, vous devez voir l'aiguille du voltmètre suivre les fluctuations de la musique.

Faites attention, ne laissez pas le commutateur sur la position 2 sans qu'un haut-parleur ait été préalablement relié à la prise; il n'est pas du tout recommandé de laisser ainsi un transfo de modulation fonctionner à vide.

La figure 107 vous aidera au montage du multivibrateur. La principale précaution à prendre est de tenir compte que le tout est entouré d'un étui métallique, donc d'éviter les risques de court-circuit.

Les éléments du câblage sont montés sur une petite plaquette de bakélite comportant des cosses rivées. Le support de la lampe est maintenu par la rigidité des fils de connexions, on peut à cet effet employer du fil de 10 dixièmes de millimètre de diamètre.

La sonde détectrice est montée en s'inspirant du même principe, on arrive là à une réalisation extrêmement simple en raison du petit nombre d'éléments employés.

Quant au connecteur B.F. nous avons vu qu'il est constitué par un simple fil blindé terminé par une pointe de touche. Sa fabrication ne présente donc absolument aucune difficulté.

Lorsque tous ces différents éléments seront montés, il sera bon de les vérifier et vous allez pouvoir constater qu'en bon appareil de vérification et de dépannage, le signal-tracer commence par se vérifier lui-même..

Brancher le multivibrateur, la sonde et le connecteur B.F. puis mettez tout cela en marche. Il vous suffit d'approcher la pointe du multivibrateur de la pointe de la sonde, si tout est en ordre vous devez entendre au

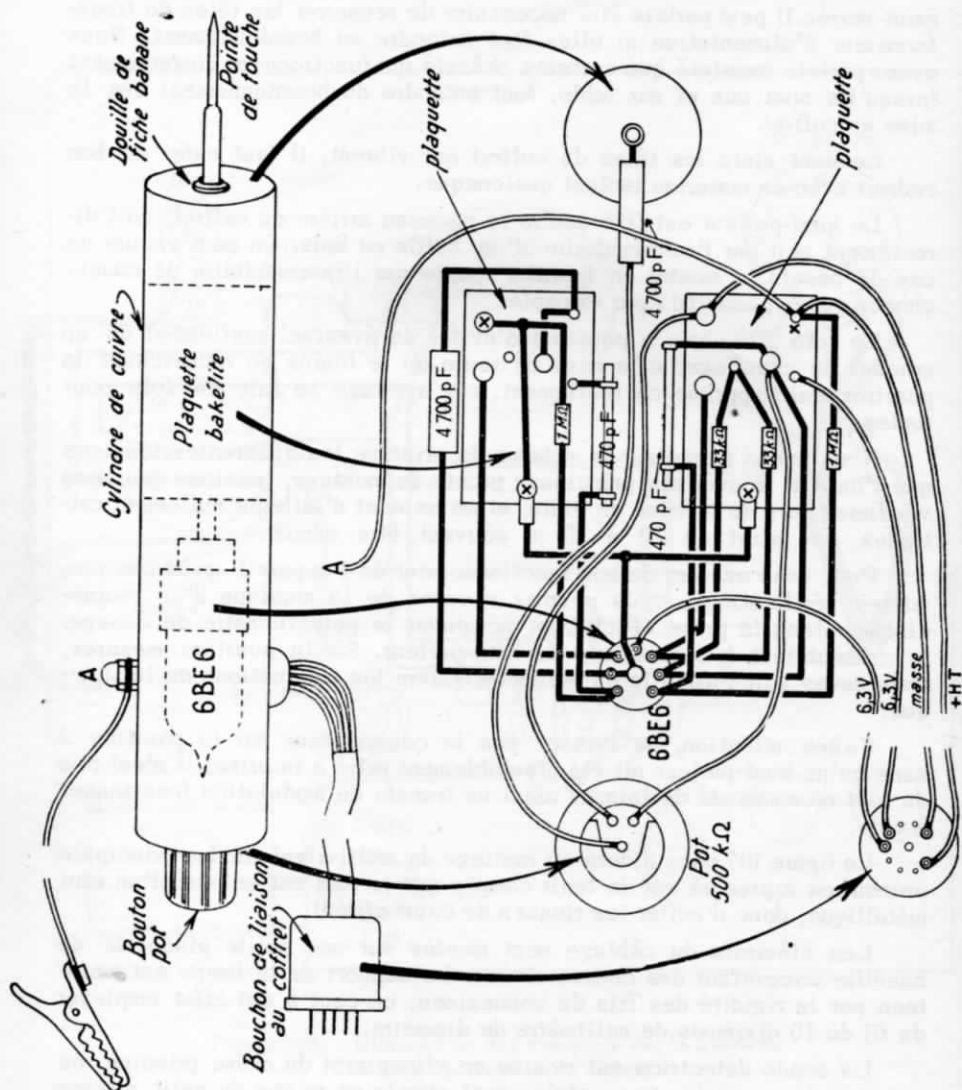


Figure 107. - Le montage du multivibrateur.

haut-parleur le son émis. Vous pouvez également l'approcher de la pointe du connecteur, il n'est même pas nécessaire de faire toucher les points, le champ émis par le multivibrateur est suffisamment important.

Parvenu à ce point, vous pouvez déjà faire une première « prise en main » de cet ensemble en actionnant le potentiomètre du « multivibrateur celui de dosage du tracer, en passant sur haut-parleur, sur mesures, etc...