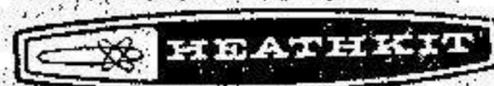


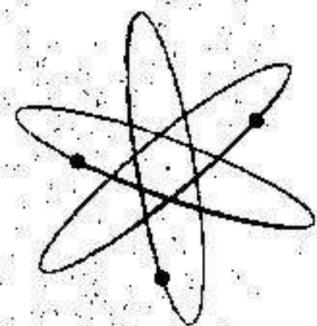
HEATHKIT[®]

MANUEL D'ASSEMBLAGE



Voltmètre - Électronique

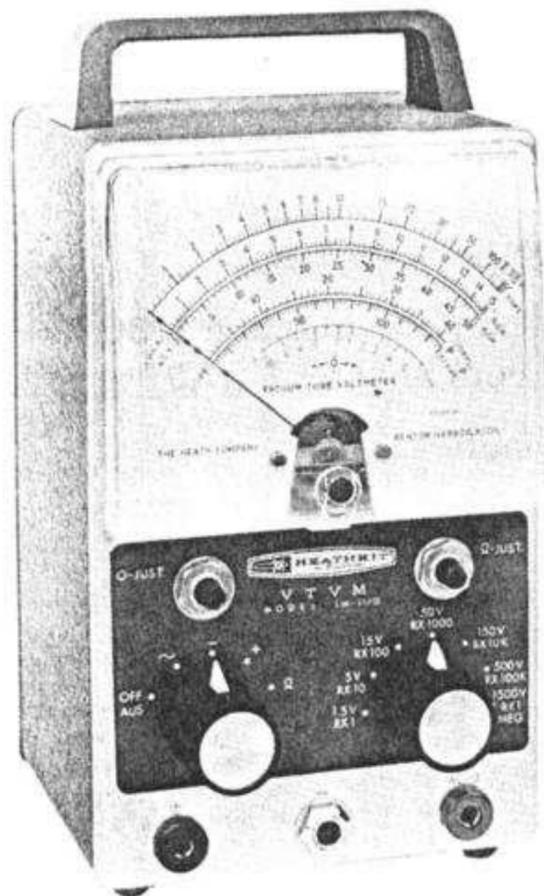
IM-11 D



Assemblage et mode d'emploi du Voltmètre Électronique



IM-11 D



HEATHKIT-GERÄTE
GmbH

6079 Sprendlingen bei Frankfurt
Robert-Bosch-Straße Nr.32-38
Tel. 06103· 68971,68972,68973

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| Caractéristiques techniques | 2 |
| Introduction. Schéma de Principe | 3 |
| Principe de fonctionnement..... | 4 |
| Conseils de construction | 5 |
| Nomenclature et Inventaire des pièces..... | 6 |
| Conseils pour souder correctement | 8 |
| Méthode d'assemblage par étapes | 12 |
| Montage étape par étape | 13 |
| Câblage du Selecteur de Gammes | 13 |
| Montage et câblage du Panneau Avant..... | 17 |
| Montage et câblage du Circuit Imprimé..... | 20 |
| Préparation du Câble de liaison..... | 25 |
| Préparation de l'Etrier en U | 26 |
| Montage du Galvanomètre | 26 |
| Câblage final | 28 |
| Essais préliminaires | 29 |
| Préparation des Cordons de Mesure..... | 29 |
| Essais et étalonnage..... | 31 |
| En cas de difficultés..... | 32 |
| Emploi du Voltmètre électronique..... | 33 |
| Mesure des tensions continues..... | 34 |
| Mesure des tensions alternatives | 34 |
| Mesure des résistances..... | 36 |
| Mesure des niveaux | 36 |
| Interprétation des Lectures | 37 |
| Précision des Lectures | 37 |
| Maintenance | 38 |
| Accessoires | 39 |
| Informations Générales | 40 |
| Remplacements | 41 |
| Garantie | 42 |

Tous les prix sont sujets à changements sans préavis. La Compagnie Heath se réserve le droit d'interrompre la fabrication de ses modèles ou d'apporter des modifications aux modèles existants, à n'importe quel moment, sans qu'elle soit tenue pour autant de modifier ou faire modifier les appareils déjà vendus.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

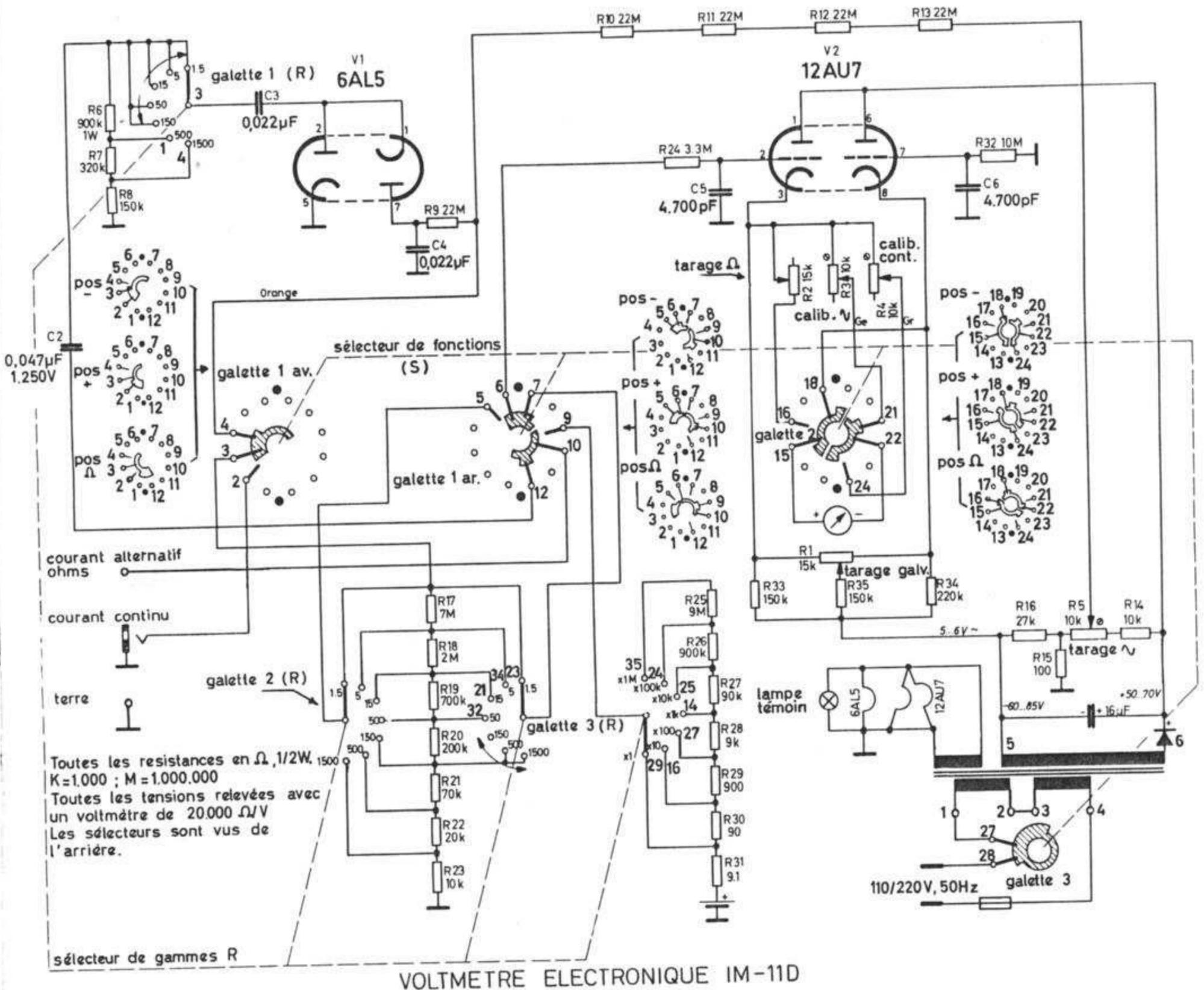
| | |
|---|---|
| 7 gammes de mesures de tensions continues | : 0... 1,5-5-15-50-150-500-1500 V. |
| Résistance d'entrée | : 11 M Ω (1 M Ω dans la sonde) |
| Sensibilité | : 7 333 333 Ω /V. dans la gamme 1,5 V. |
| Circuit | : Pont symétrique (push-pull) avec double triode |
| Précision | : \pm 3 % de la déviation totale |
| 7 gammes de mesures de tensions alternatives (V. eff.) | : 0... 1,5-5-15-50-150-500-1500 V. |
| 7 gammes de mesures de tensions alternatives (V. crête-à-crête) | : 0... 4-14-40-140-400-1400-4000 V _{cc} . |
| Réponse en fréquence (gamme 5 V.) | : \pm 1 dB de 42 Hz à 7,2 MHz (à 600 Ω) |
| Précision | : \pm 5 % de la déviation totale |
| 7 gammes de mesures de résistances | : R X 1, X10, X100, X1000, X10K, X100K, X1MEG Mesure de 0,1 Ω à 1000M Ω avec pile incorporée |
| Instrument de mesure | : 200 μ A, boîtier en polystyrene |
| Résistances du pont de mesure | : Précision 1 % |
| Câblage | : Circuit Imprimé sur Super-Pertinax |
| Tubes | : Double triode 12AU7, pont de mesure ECC82 Double diode 6 AL 5, redresseur EAA91 |
| Pile | : 1 élément de 1,5 V étanche |
| Alimentation | : 110/220 V, 50 Hz, 10 W |
| Dimensions du boîtier | : 18,7 cm x 11,8 cm x 11,5 cm |
| Poids | : 2 kg |

INTRODUCTION

Le Voltmètre à lampes universel HEATHKIT IM-11/D est devenu de nos jours un "outil" indispensable pour l'électronique industrielle, le service et le laboratoire. Il permet d'effectuer toutes les mesures de tensions continues positives et négatives, tensions alternatives efficaces et crête-à-crête, rapports de tensions, mesures de résistances etc. Ces mesures sont faites avec une grande sensibilité et une sta-

bilité exceptionnelle.

Cet appareil est l'un des premiers voltmètres à lampes à être livré en boîte de construction avec un circuit imprimé, facilitant ainsi le câblage tout en lui assurant une présentation professionnelle. En plus du gain de temps réalisé, l'utilisation d'un circuit imprimé permet d'éliminer totalement les risques d'erreurs.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le Galvanomètre de 200 μ A de sensibilité est inséré dans le circuit cathodique d'une double triode 12AU7. Le réglage du zéro crée un état d'équilibre entre les deux moitiés de la double triode, de telle sorte qu'en l'absence de tension à la grille de commande de la triode gauche, les chutes de tension sur les deux cathodes sont égales et aucun courant ne circule dans le Galvanomètre.

Si une tension continue est appliquée à la grille de commande de la triode de gauche, le courant cathodique de cette triode se modifie et déséquilibre le pont. Il circule maintenant un courant dans le Galvanomètre auquel correspond un déplacement de l'aiguille. Le rapport entre la tension appliquée à la grille de commande et le courant passant dans l'instrument de mesure est linéaire, d'où l'obtention d'une division linéaire des échelles. L'avantage d'un tel circuit de voltmètre à lampe réside dans le fait que la tension à mesurer n'est pas appliquée directement à un instrument de mesure de faible résistance interne mais au contraire à un tube intermédiaire ayant une résistance d'entrée élevée. Du fait que le courant cathodique ne peut fournir qu'un courant limité, le Galvanomètre est électriquement protégé contre toute surcharge. La tension de mesure maximale apparaissant à la grille de commande du tube 12AU7 s'élève à 1,5 V. Les tensions plus élevées sont réduites à cette valeur par un diviseur de tension précis comportant une résistance totale de 10 M Ω . Une résistance supplémentaire de 1 M Ω est logée dans la sonde de mesure de tensions

continues, de telle sorte que les points de mesure testés ne soient pas influencés d'une manière notable par des charges capacitives.

Dans le cas de mesures de tensions alternatives, la double diode 6AL5 est utilisée comme redresseuse afin d'obtenir à partir de la tension alternative appliquée, une tension continue proportionnelle à la tension à mesurer. Cette tension continue est appliquée à la grille du tube 12AU7 en passant par le diviseur de tension mentionné précédemment et est indiquée par le Galvanomètre de la même manière que celle déjà décrite. De même, des valeurs efficace et crête-à-crête peuvent être lues directement. Dans les positions 1,5, 5, 10, 15, 50 et 150 V. du Sélecteur de Gammes la pleine valeur de la tension à mesurer est appliquée à l'entrée de la partie redresseuse comprenant la 6AL5. Dans les positions 500 V et 1500 V, un diviseur réduit la tension afin de limiter la tension appliquée à la 6AL5. Le courant de charge de la diode de mesure (1/2 6AL5) est compensé par le deuxième système (1/2 6AL5). Des étalonnages distincts permettent un calibrage individuel pour chaque fonction.

Pour la mesure des résistances, une pile de 1,5 V est reliée à la résistance à mesurer en passant par une chaîne de résistances montées en série. Ces résistances et la résistance inconnue constituent un diviseur de tension parcouru par le courant débité par la pile. La chute de tension aux bornes de la résistance inconnue est alors mesurée.

NOMENCLATURE ET INVENTAIRE DES PIECES

REFERENCE QUANTITE DESIGNATION

Résistances (⁺ 10 % de tolérance et 1/2 W, sauf indication contraire)

| | | |
|--------|---|--|
| 01-3 | 1 | 100 Ω (brun-noir-brun) |
| 01-20 | 1 | 10 K Ω (brun-noir-orange) |
| 01-23 | 1 | 27 K Ω (rouge-violet-orange) |
| 01-27 | 2 | 150 K Ω (brun-vert-jaune) |
| 01-29 | 1 | 220 K Ω (rouge-rouge-jaune) |
| 01-35 | 1 | 1 M Ω (brun-noir-vert) |
| 01-38 | 1 | 3,3 M Ω (orange-orange-vert) |
| 01-40 | 1 | 10 M Ω (brun-noir-bleu) |
| 01-70 | 5 | 22 M Ω (rouge-rouge-bleu) |
| 02-9 | 1 | 70 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-13 | 1 | 700 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-16 | 1 | 7 M Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-24 | 1 | 90 Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-29 | 1 | 900 Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-35 | 1 | 9 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-38 | 1 | 20 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-41 | 1 | 90 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-48 | 1 | 9,1 Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-50 | 1 | 10 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-51 | 1 | 900 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-52 | 1 | 9 M Ω 1/2 W, ⁺ 2 % |
| 02-54 | 1 | 200 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-55 | 1 | 2 M Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-86 | 1 | 150 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02-87 | 1 | 320 K Ω 1/2 W, ⁺ 1 % |
| 02A-28 | 1 | 900 K Ω 1 W, ⁺ 1 % |

1M

Condensateurs

| | | |
|--------|---|----------------------------|
| 021-27 | 2 | 4700 pF/500 V |
| 021-31 | 2 | 0,022 μF/380 V |
| 023-91 | 1 | 0,047 μF/1250 V |
| 025-5 | 1 | Electrolytique 16 μF/150 V |

Potentiomètres et Contacteurs

| | | |
|-------|---|---|
| 10-38 | 3 | Potentiomètre ajustable de 10 K Ω, linéaire |
| 10-78 | 2 | Potentiomètre ajustable de 15 K Ω, linéaire |
| 63-79 | 1 | Contacteur 3 galettes 7 positions |
| 63-80 | 1 | Contacteur 3 galettes 5 positions |

REFERENCE QUANTITE DESIGNATION

Tubes et Lampes - Galvanomètre

| | | |
|---------|---|---------------------------|
| 0411-25 | 1 | Tube 12AU7/ECC82 |
| 0411-40 | 1 | Tube 6AL5/EB91 |
| 0412-4 | 1 | Lampe témoin 6,3 V - 0,1A |
| 407-62 | 1 | Galvanomètre 200 μ A |

Supports - Boutons - Pieds

| | | |
|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 0434-47 | 1 | Douille de lampe témoin |
| 0434-79 | 1 | Support de Tube à 9 broches |
| 0434-112 | 1 | Support de Tube à 7 broches |
| 462-139 | 2 | Boutons |
| 463-27 | 2 | Index de bouton |
| 261-1 | 4 | Pieds caoutchouc |

Tôlerie

| | | |
|------------------------------|---|--------------------------------|
| 090-195 | 1 | Boîtier |
| 0203-278F/) 601-602-603) | 1 | Panneau Avant |
| 0258-7 | 1 | Ressort de Pression de la pile |
| 0214-2 | 1 | Cuvette de guidage de la pile |
| 0204-M230 | 1 | Etrier |
| 0204-M84 | 1 | Entretoise |

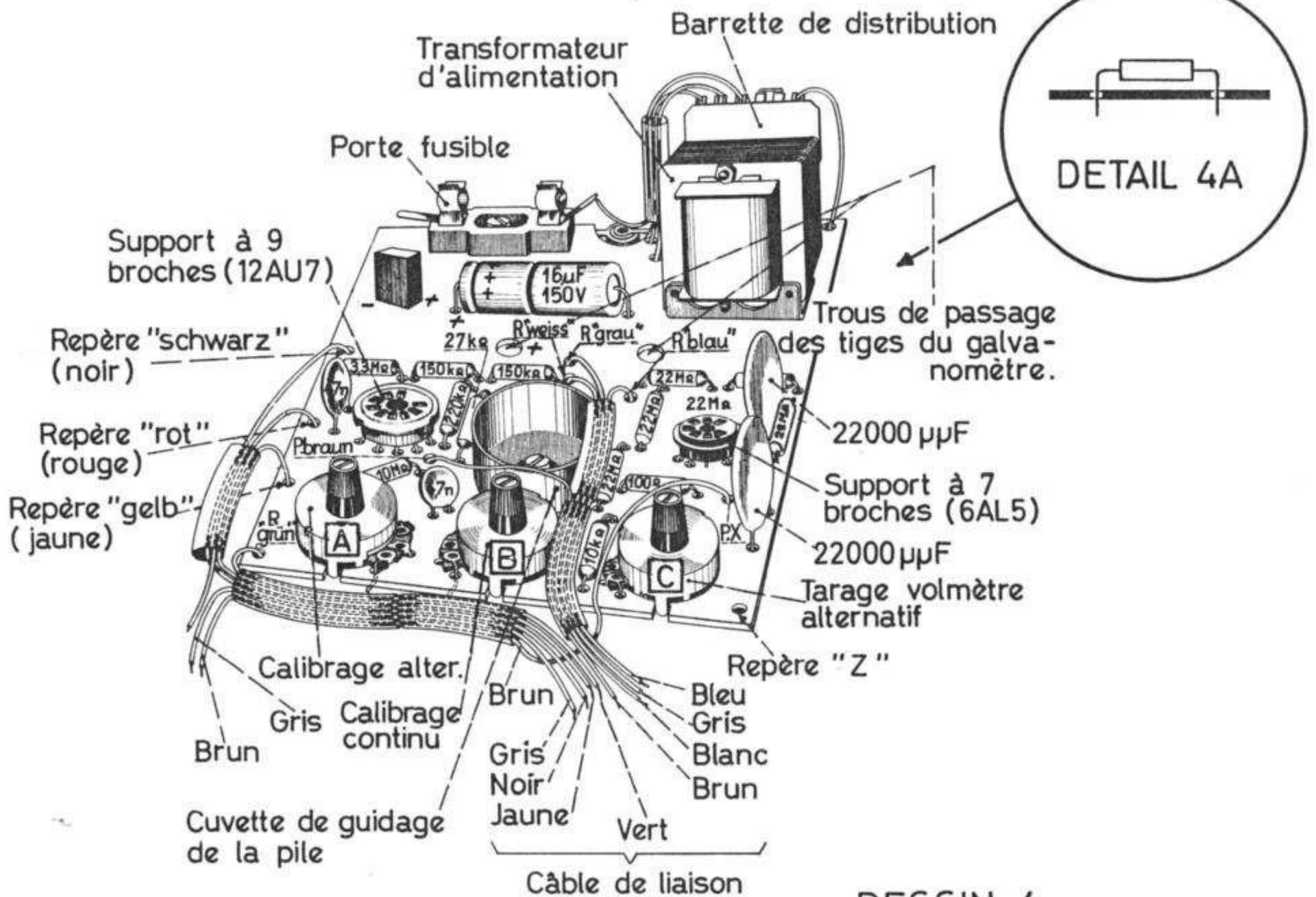
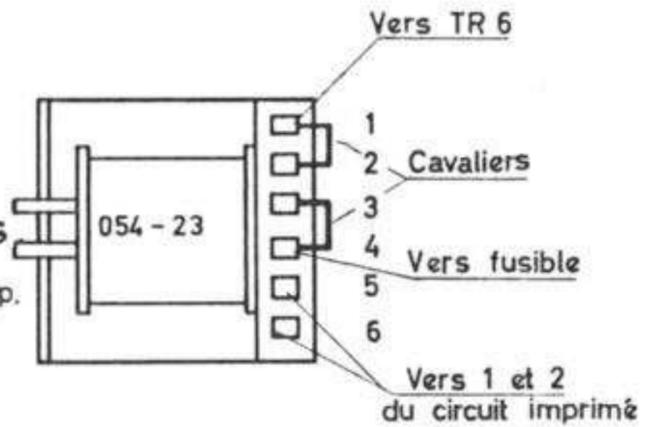
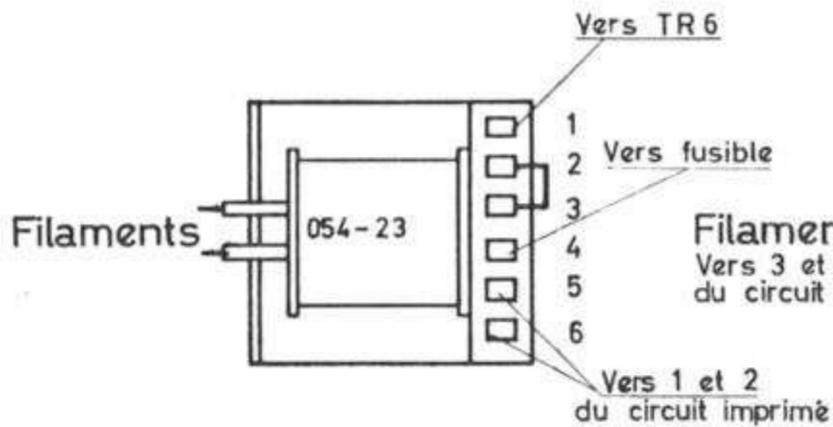
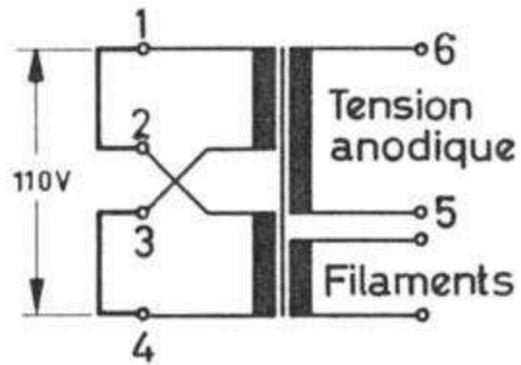
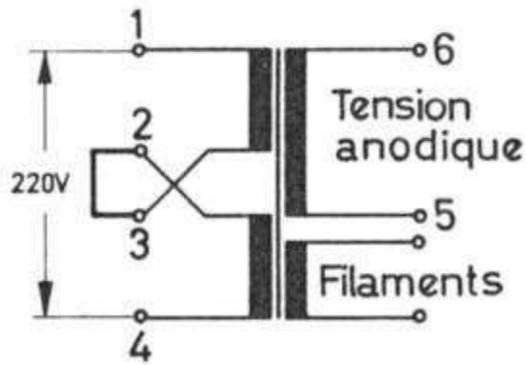
Divers

| | | |
|-----------|----|--|
| 0418-1 | 1 | Elément de Pile de 1,5 V. (Pertrix no 235) |
| 054-23 | 1 | Transformateur d'alimentation |
| 057-13 | 1 | Diode au selenium E 150 C 25 |
| 436-1U | 1 | Jack |
| 438-28 | 1 | Fiche |
| 436-503 | 1 | Douille de raccordement, rouge |
| 436-504 | 1 | Douille de raccordement, noire |
| 073-1 | 1 | Passant caoutchouc |
| 211-15 | 1 | Poignée plastique |
| 089-1 | 1 | Cordon secteur |
| 085-9F102 | 1 | Circuit Imprimé |
| 070-5 | 2 | Fiche banane, noire |
| 070-6 | 1 | Fiche banane, rouge |
| 0439-2 | 1 | Pointe de touche, noire |
| 0439-1 | 1 | Pointe de touche, rouge |
| | 28 | Fil de câblage isolé, de longueurs et couleurs différentes |
| | 13 | Fil de câblage nu, de longueurs différentes |

BRANCHEMENT DU TRANSFORMATEUR

pour 220V

pour 110V



DESSIN 4

(7) Résistance de 100 Ω
(brun-noir-brun)

(7) Résistance de 10 KΩ
(brun-noir-orange).

Cette dernière Résistance doit être légèrement déplacée sur la gauche afin de dégager les Cosses du Potentiomètre qui viendront par la suite.

(7) Vérifiez une fois encore que les Résistances sont à leur emplacement respectif et plaquées contre la face isolée du Circuit Imprimé. Aidez-vous du DESSIN 4.

(7) Soudez maintenant tous les fils des Résistances déjà en place puis coupez ensuite le fil en excès, au ras de la soudure.

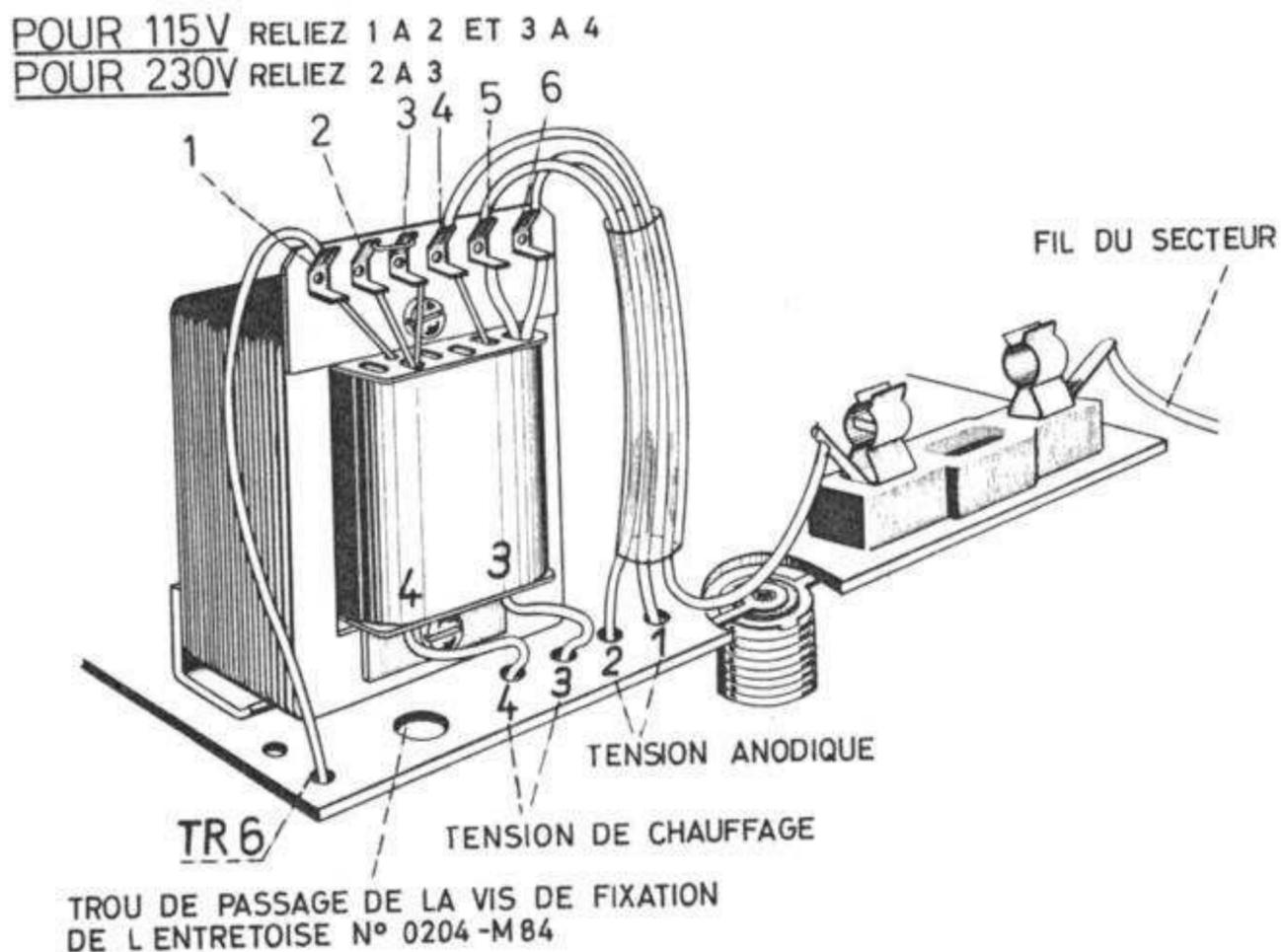
Vérifiez les soudures les unes après les autres et rechauffez-les si nécessaire.

(7) Montez les trois Potentiomètres ajustables de 10 KΩ comme indiqué au DESSIN 4. Ces derniers se montent de la même manière que les Supports de lampes en introduisant les Cosses et les pattes de fixation à leur emplacement respectif. Soudez leur extrémité sur le Circuit. Notez que les Cosses extérieures de deux Potentiomètres adjacents débouchent dans le vide et ne doivent pas être soudées.

Remarque 1. La patte de fixation extérieure du Potentiomètre de calibre alternatif passe très près du Circuit Imprimé. Ecartez-la si nécessaire.

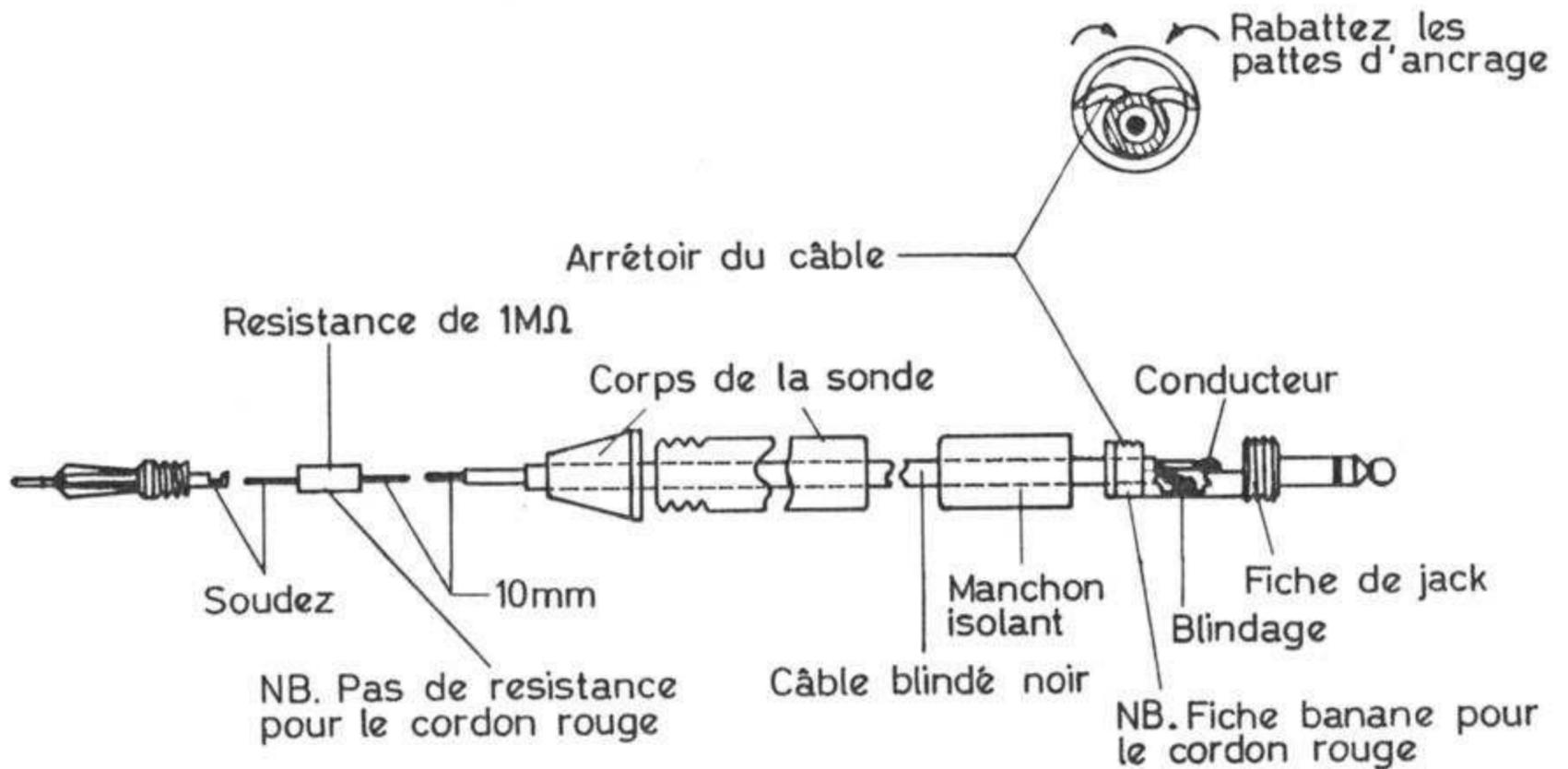
Remarque 2. Si les Cosses sont oxydées il est recommandé de les gratter légèrement pour faciliter la prise de la soudure.

(7) En veillant tout particulièrement à respecter la polarité, soudez la Diode au Selenium no E 150 C 25 à sa place marquée "GLEICHRICHTER".



DETAIL 4B

PREPARATION DU CORDON DE MESURE POUR COURANT CONTINU



DESSIN 9

- (X) Répétez cette opération à l'autre extrémité du Cordon.
- (X) Le second Cordon de Mesure des tensions continues se compose d'un câble blindé noir. Sa préparation exige une certaine attention en raison de sa fragilité.
- (X) D'un côté de ce câble enlevez la gaine de protection extérieure sur 20 mm en veillant à ne pas détériorer la tresse du blindage. A l'aide d'un outil pointu, défaites délicatement la tresse jusqu'à ce que les brins puissent être torsadés ensemble pour former un câble que vous couperez à 10 mm de l'extrémité. Dénudez maintenant le fil central sur 5 mm et torsadez les brins ensemble.
- (X) Glissez l'extrémité du câble ainsi préparé dans la Fiche de Jack de laquelle le capuchon aura été préalablement dévissé. Le fil central sera soudé à la Cosse la plus proche de l'extrémité de la Fiche et la tresse de blindage à la Cosse immédiatement derrière. Voyez le DESSIN 9.
- Rabattez l'arrêteur sur le câble afin qu'une traction sur le Cordon n'arrache pas les soudures. Revissez le capuchon sur la Fiche.
- (X) Devissez la Pointe de Touche de la Sonde puis glissez l'autre extrémité du câble blindé, non encore préparé dans l'arrière de la Sonde jusqu'à ce qu'il débouche largement à l'avant.
- (X) Enlevez la gaine isolante extérieure et le blindage sur 12 mm. Dénudez le Conducteur central sur 5 mm, puis étamez-le.
- (X) Coupez les deux fils de la dernière Résistance de 1 MΩ (brun-noir-vert) à 15 mm de longueur. Soudez un côté de cette Résistance à la Pointe de Touche. NE PAS GLISSER D'ISOLANT SUR LE JOINT.
- (X) Soudez l'autre côté de la Résistance au Conducteur central du câble blindé.
- (X) En tirant doucement sur le câble amenez la Résistance dans le corps de la Sonde jusqu'à ce que la Pointe de Touche affleure le filetage.

⊗ Vissez la Sonde sur la Pointe de Touche, en veillant à ce que le câble blindé ne tourne pas, faute de quoi la Résistance et le câble blindé pourraient être endommagés.

⊗ Le Cordon de Mesure rouge des tensions alternatives et des Résistances sera relié d'un côté directement à la Pointe de Touche de la Sonde rouge et de l'autre à la Fiche banane rouge. Son montage ne présente pas de difficulté.

⊗ Mettez la poignée en place sur le dessus du boîtier à l'aide de deux Vis Parker 4, 8 x 13 mm.

⊗ Glissez les Pieds en caoutchouc dans le fond du boîtier, en vous aidant d'un tournevis.

Cette étape termine le montage du Voltmètre électronique HEATHKIT IM-11/D. Les étapes qui suivent sont destinées à vous permettre de procéder vous même aux réglages.

ESSAIS ET ETALONNAGES

Pendant la préparation des Cordons de Mesure le Voltmètre électronique a eu le temps de chauffer. Ce temps de chauffage initial d'au moins 20 à 50 minutes permet aux Tubes de se stabiliser.

⊗ Arrêtez le Voltmètre (Aus/Off) puis vérifiez que l'aiguille du Galvanomètre revient au point zéro de l'échelle.

⊗ Si ce n'est pas le cas, placez l'instrument devant vous dans sa position normale d'emploi et tournez délicatement la Vis en plastique située exactement au-dessus du pivot de l'aiguille dans un sens ou dans l'autre jusqu'à ce que l'aiguille s'immobilise sur le trait zéro de la graduation.

⊗ Tournez le Selecteur de Fonction sur "+". Dans cette position, vérifiez que la manoeuvre du Potentiomètre "O" déplace l'aiguille vers le haut de l'échelle. Amenez l'aiguille sur le zéro à l'aide de ce Potentiomètre puis vérifiez que l'aiguille reste immobile lorsque le Selecteur de Fonction est sur "-" (Tensions continues négatives). Il doit être possible de trouver un réglage de "O" pour lequel la position de l'aiguille rest immuable lorsque l'on passe de la position "+" à "-". Une différence appréciable entre ces deux positions indiquerait un vieillissement insuffisant du Tube 12AU7.

Le vieillissement s'obtient en laissant l'appareil branché pendant 48 heures ou plus, ou en l'utilisant continuellement et en procédant à des réglages périodiques jusqu'à stabilisation définitive.

ETALONNAGE COURANT CONTINU

⊗ Introduisez le Cordon de Mesure noir dans la Douille noire et la Fiche dans le Jack (-).

⊗ Tournez le Selecteur de Fonction sur "+" et le Selecteur de Gammes sur 1,5 V. Reliez la Fiche banane noire au pôle négatif de la pile et la Pointe de Touche de la Sonde à son pôle positif. Réglez le Potentiomètre ajustable "B" de telle manière que l'aiguille du Galvanomètre s'immobilise exactement sur le point rouge situé à proximité du chiffre 15. Commencez ce réglage par le point 1,4 puis continuez à ajuster soigneusement le Potentiomètre jusqu'au point rouge. N'oubliez pas de mettre le Selecteur de Gammes sur 1,5 V pour ce réglage!

VERIFICATION DE L'OHMMETRE

- () Débranchez l'appareil. En repoussant le ressort vers l'Etrier, introduisez le côté positif de la Pile dans la Cuvette de guidage. Assurez-vous que les contacts de chaque côté sont parfaits et corrigez éventuellement.
- (X) Tournez le Selecteur de Fonction sur " Ω ". A l'aide du Potentiomètre " Ω " amenez l'aiguille du Galvanomètre sur la position "INF". Introduisez maintenant la Fiche banane rouge dans la Douille appropriée puis court-circuitez ensemble les extrémités des Cordons rouge et noir. L'aiguille doit revenir sur le point zéro de l'échelle (Résistance nulle).

ETALONNAGE COURANT ALTERNATIF

- (X) Pour procéder à cet étalonnage il est nécessaire de retirer la Fiche banane rouge de sa Douille. Mettez le Selecteur de Fonctions sur " \sim " et le Selecteur de Gammes sur 1,5 V. Agissez sur le Potentiomètre ajustable "C" du Circuit Imprimé (voir DESSIN 4) jusqu'à ce qu'aucun mouvement de l'aiguille ne soit décelable en passant de " \sim " à "-" et à "+".
- () Placez maintenant le Selecteur de Gammes sur 500 V et le Selecteur de Fonction sur " \sim ". Remettez de nouveau la Fiche banane rouge dans sa douille et à l'aide des Cordons rouge et noir mesurez la tension du secteur à une prise murale.

ATTENTION: La tension du réseau peut être dangereuse. Procédez avec précaution.

- () Ajustez le Potentiomètre "A" du Circuit Imprimé jusqu'à ce que l'aiguille s'immobilise sur la tension du réseau (110 ou 220 V selon le cas).

- () Une répétition de processus d'étalonnage ci-dessus est recommandée afin d'obtenir une plus grande précision. Pour l'étalonnage en tensions alternatives, il est plus commode de comparer les lectures avec celles d'un autre appareil dont la précision est connue. Un étalonnage précis des tensions alternatives peut être obtenu à l'aide d'une source de tension alternative étalonnée.
- () Le Voltmètre électronique Heathkit IM-11/D est maintenant prêt à fonctionner. Introduisez-le dans son boîtier puis vissez les deux dernières Vis Parker 3,5 x 9,5 mm au travers du dos du boîtier dans l'Etrier.

La consommation de courant de l'IM-11/D est si minime qu'il n'y a aucun inconvénient à le laisser sous tension en permanence plutôt que de l'éteindre après chaque mesure. Cette manière de procéder évite l'attente inévitable du temps de chauffage et prévient du même coup la pénétration de l'humidité à l'intérieur.

EN CAS DE DIFFICULTES

Dans le cas où l'appareil que vous venez d'achever ne fonctionnerait pas et que l'étalonnage ne pourrait pas s'effectuer de la manière indiquée, nous vous conseillons de procéder aux vérifications suivantes:

1. Vérifiez une nouvelle fois que le câblage des Selecteurs de Fonctions et de Gammes est correct et que les soudures sont satisfaisantes. La plupart des défauts proviennent d'erreurs de câblage ou de mauvaises soudures. Généralement, une erreur que vous aurez systématiquement laissée échapper, sera découverte au cours d'un premier examen par une personne qui n'a pas participé à l'assemblage.

2. Vérifiez les Tubes 6AL5 et 12AU7 en les remplaçant par d'autres dont vous êtes certain du fonctionnement. Les Tubes employés dans ce Voltmètre électronique ne requièrent pas de sélection particulière et leur remplacement ne présente pas de problème.
3. Si l'aiguille dévie à fond d'échelle et reste bloquée contre la butée de droite, le Selecteur de Fonctions étant sur (+) il y a soit une coupure, soit une résistance élevée entre la broche 2 du Tube 12AU7 et la Masse. Ce défaut peut être provoqué par une erreur de connexion, une soudure froide ou une Résistance coupée.

Si l'appareil ne fonctionne sur aucune position du Selecteur de Fonctions, il y a lieu de vérifier l'alimentation et le circuit qui s'y rapporte.

Au cas où seules les mesures de tensions alternatives (\surd) seraient affectées, vérifiez le Tube 6AL5 et son circuit.

Dans le cas où l'Ohmmètre ne réagit pas, vérifiez que la Pile fait contact avec son Support et que le diviseur de tension n'est pas coupé. Une coupure de ce diviseur se traduit par une déviation permanente de l'aiguille vers le haut de l'échelle que le réglage Ω ne peut corriger.

Remarque. Il est important d'obtenir un fonctionnement correct sur les positions "+" et "-" avant de tenter d'utiliser le Voltmètre électronique en alternatif ou en Ohmmètre.

1. Vérifiez les tensions aux points de références indiqués sur le schéma. Les tensions suivantes doivent être relevées par rapport à la Masse: côté positif du Condensateur électrolytique de 16 μ F.: + 50 à + 70 V
Côté négatif de ce même Condensateur: - 60 à - 85 V.

2. Si le défaut est localisé à la gamme des tensions continues, vérifiez le Cordon de Mesure et la Sonde. Vérifiez qu'il n'y a pas de court-circuit entre le blindage et le conducteur central du Câble blindé à l'intérieur de la Sonde et dans le Jack.
3. Vérifiez encore votre câblage il est possible que de petits morceaux de fils ou de la soudure créent des contacts indésirables. Secouez énergiquement le châssis afin d'en extraire ces corps nuisibles.

Dans le cas où le Circuit Imprimé serait fissuré en raison d'une fausse manoeuvre, il est possible de le réparer avec un peu d'habileté. Après avoir détecté la rupture soudez un morceau de fil à cheval sur la cassure en donnant au fil la même courbure que le circuit qu'il est sensé remplacer.

De telles coupures sont difficiles à détecter à moins que, l'appareil étant sous tension, vous puissiez fléchir le Circuit Imprimé, à chaque angle, sans créer de perturbation dans le fonctionnement.

Le Circuit Imprimé utilisé dans le Voltmètre électronique IM-11/D est particulièrement robuste et sa manipulation ne nécessite aucune précaution spéciale. Cependant les indications ci-dessus peuvent être utiles dans des circonstances exceptionnelles.

EMPLOI DU VOLTMETRE ELECTRONIQUE

Le Voltmètre électronique présente plusieurs avantages sur le contrôleur universel. Le plus important est sa haute impédance d'entrée, qui permet d'effectuer des lectures plus précises dans les circuits à haute impédance, tels

qu'amplificateurs à couplage R-C, circuits "grille" d'oscillateurs, circuits d'AVC, etc...

Pour illustrer notre affirmation, considérons un étage amplificateur à couplage par Résistance, ayant une Résistance de charge de $0,5\text{ M}\Omega$ et une tension plaque de 100 V , voir page 35. Supposons que la tension d'anode soit de 50 Volts , la Lampe est donc équivalente à une Résistance de $0,5\text{ M}\Omega$.

Mesurons cette tension plaque avec un multimètre ordinaire de $1.000\ \Omega$ de résistance par Volt. Sur l'échelle 100 V , le multimètre peut être considéré comme une résistance de $100.000\ \Omega$, placée en parallèle sur le Tube. La tension d'anode est alors 14 V , valeur qui sera indiquée par le multimètre. Cet écart est dû à la faible résistance interne du multimètre mise en parallèle sur le Tube.

En utilisant l'une quelconque des échelles du Voltmètre électronique une résistance d'entrée de $11\text{ M}\Omega$ est toujours mise en parallèle sur le tube. La tension anode indiquée est alors d'environ 49 V , soit un écart de 2% seulement, sur la tension réelle. Une lecture plus précise peut donc être obtenue grâce à la haute résistance interne présentée par le Voltmètre électronique.

MESURE DES TENSIONS CONTINUES (DC)

Remarque: Avant de procéder à l'une des mesures suivantes, assurez-vous que la position de repos de l'aiguille est zéro sur " \sim " "+", "-". Si ce n'est pas le cas, la rotation du Bouton " \vec{O} " doit pouvoir ramener l'aiguille à zéro sauf en alternatif ou une modification de réglage du Potentiomètre interne "C" peut être nécessaire.

Pour mesurer les tensions continues avec le Voltmètre électronique, reliez

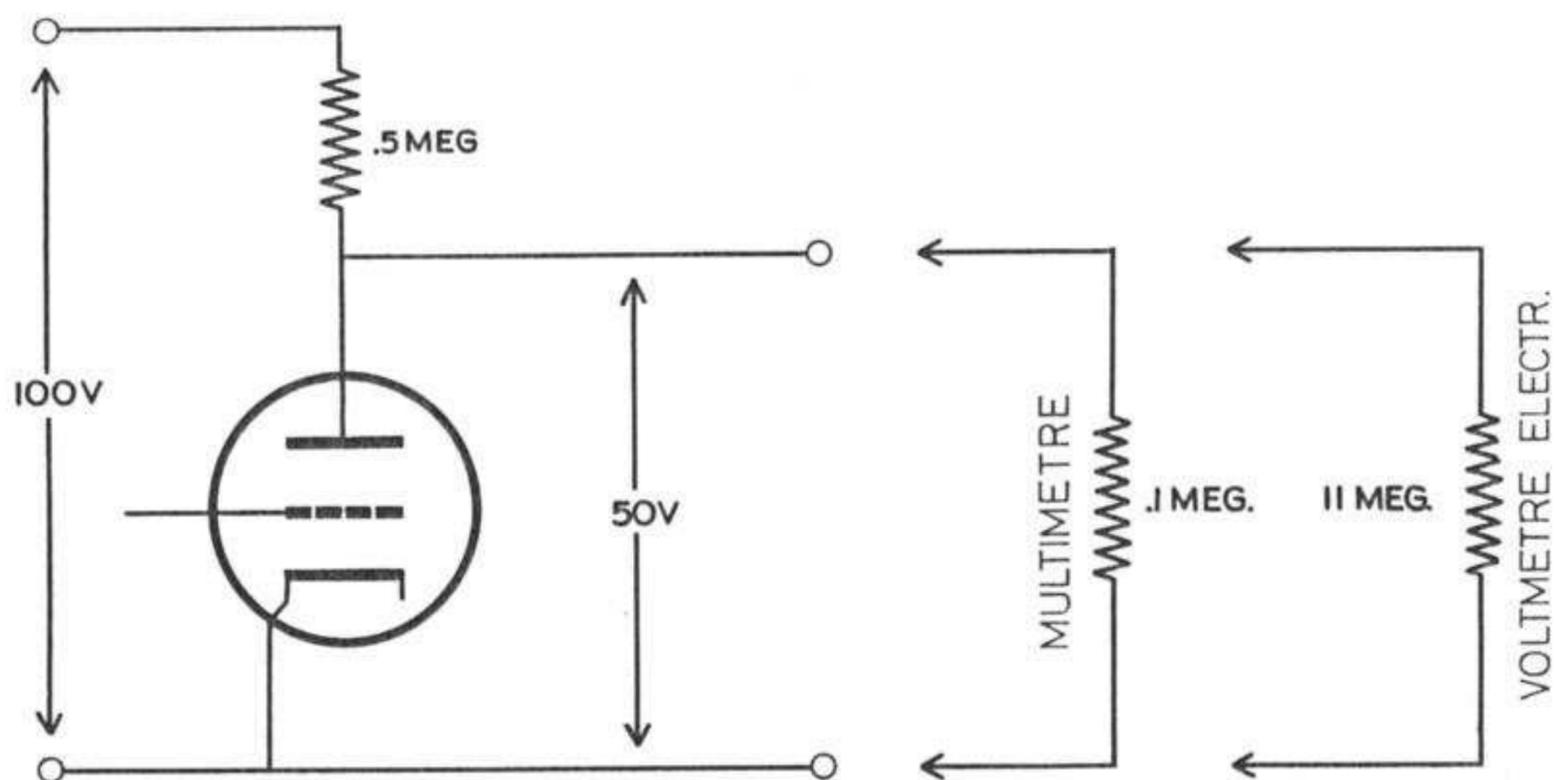
le Cordon noir (commun) au point "froid" de la tension à mesurer. Placez le Selecteur de Fonctions sur "+" ou "-", suivant la polarité, et le Selecteur de Gammes sur la position immédiatement supérieure à la tension à mesurer. Si celle-ci est inconnue commencez avec la position 1500 V . Reliez la Sonde au point "chaud" à mesurer. Si la déviation de l'aiguille se localise dans le premier tiers du Cadran, tournez le Selecteur de Gammes sur la position immédiatement inférieure, afin d'améliorer la précision de la lecture.

Les différentes sensibilités du Voltmètre électronique IM-11/D ont été choisies de façon à permettre des Mesures précises des tensions normalement rencontrées en radio et en télévision. Ainsi, la sensibilité $1,5\text{ V}$ sera utile pour mesurer les tensions continues de chauffage et de polarisation. Les sensibilités 5 V et 15 V seront également utilisées pour des Mesures de polarisation alors que les sensibilités 50 V , 150 V et 500 V seront utiles pour mesurer les tensions anodiques sur les grilles écrans et plaques des Tubes.

Les tensions continues plus élevées, comme celles développées dans les téléviseurs pourront être mesurées à l'aide de la Sonde Heathkit THT modèle 336. Celle-ci, grâce à sa résistance de précision incorporée dans la Sonde, multiplie par 100 chacune des sensibilités continues du Voltmètre électronique. 30.000 V est généralement considéré comme étant la limite supérieure de ces mesures.

MESURE DES TENSIONS ALTERNATIVES

Pour mesurer des tensions alternatives reliez le Cordon commun noir au point commun ou "froid" de la tension à mesurer. Mettez le Selecteur de Fonctions sur " \sim " et le Selecteur de Gammes sur



la position immédiatement supérieure à celle de la tension à mesurer. Si cette tension est inconnue commencez avec la position 1500 V. A l'aide de la Pointe de Touche rouge touchez le côté chaud de la tension à mesurer. Si la déviation de l'aiguille se localise dans le premier tiers du cadran, tournez le Selecteur de Gammes sur la position immédiatement inférieure. La tension maximum alternative qui peut être mesurée est de 1500 V et cette limite ne doit pas être dépassée. Les échelles du IM-11/D sont calibrées en tensions efficaces et crête-à-crête. La valeur efficace d'une tension sinusoïdale est indiquée directement et la valeur crête-à-crête correspondante est égale à 2,83 fois la tension efficace.

Exemple: Si une lecture de 10 V eff. est lue sur la sensibilité 15 V, la valeur crête-à-crête équivalente est $10 \times 2,83 = 28,3$ V qui peut être lue sur l'échelle PP (crête-à-crête). L'existence de ces deux échelles fera gagner du temps et évitera bien des calculs.

Le Voltmètre électronique Heathkit IM-11/D est un appareil extrêmement sensible capable de déceler les tensions alternatives induites dans le corps humain. Il est donc recommandé de ne pas toucher la Sonde alternative lorsque le

Voltmètre est sur la plus grande sensibilité. Le réglage du zéro devra se faire avec les Cordons en court-circuit. En raison de son extrême sensibilité sur la gamme 1,5 V, il est possible que les mesures de cette gamme soient affectées par une erreur de l'ordre de 15 % dont il devra être tenu compte. Pour les autres sensibilités l'erreur maximum possible sera de l'ordre ou inférieure à 5 %.

Remarque: Certaines règles doivent être observées chaque fois que des tensions doivent être relevées. Au cours des mesures, ne touchez jamais la Pointe de Touche de la Sonde. Cette dernière est isolée pour supporter des tensions très supérieures à celles que vous serez appelé à vérifier. Vérifiez que la Masse du Voltmètre électronique est reliée à celle de l'équipement soumis aux essais. Il y a toujours un certain danger à vérifier un équipement électrique et il est recommandé de l'étudier soigneusement avant de procéder à des relevés de tensions. Dans un circuit en dérangement ne perdez pas de vue que des tensions anormalement élevées peuvent apparaître en des points imprévus.

Quand des mesures de haute tension doivent être faites, il est conseillé de

débrancher l'équipement à l'essai AVANT de relier les Pointes de Touches au circuit. En cas d'impossibilité, prenez bien soin de ne pas toucher les organes voisins qui pourraient constituer un retour de masse. Pour votre sécurité, nous vous conseillons de garder une main dans votre poche et de vous assurer que le sol est isolé ou recouvert d'un tapis isolant.

Les tensions dont la mesure est normalement possible avec ce Voltmètre électronique sont rarement mortelles, mais les effets secondaires peuvent être très sérieux, (chute ou blessure provoquée par une réaction involontaire).

MESURE DES RESISTANCES

Pour mesurer une Résistance avec le Voltmètre électronique, reliez la Pointe de Touche noire (commun) à l'un des côtés de la Résistance, le Selecteur de Gammes se trouvant sur une position qui permet d'effectuer la lecture dans le milieu de l'échelle.

Tournez le Potentiomètre " Ω " afin d'amener l'aiguille du Galvanomètre sur "INF" de l'échelle des Ohms. Reliez la Pointe de Touche rouge à l'autre extrémité de la Résistance ou du circuit à mesurer. La valeur en ohms de la Résistance peut alors être déterminée en multipliant la lecture de l'échelle des Ohms par le facteur indiqué en regard de la flèche du Selecteur de Gammes.

Remarque. Quoique la Pile soit nécessaire pour mesurer une Résistance, la partie électronique du Voltmètre est cependant utilisée et nécessite de ce fait son maintien sous tension. Il est recommandé de ne jamais laisser le Voltmètre électronique en position "OHMS" car des contacts accidentels entre Pointes de Touches sont toujours possibles, réduisant d'autant la longévité de la Pile.

MESURE DES NIVEAUX

Une variation de puissance sonore ne causant pas sur l'oreille une sensation proportionnelle une unité de mesure spéciale appelée "BEL" a été adoptée. Cette unité tient compte des sensations physiologiques provoquées sur l'oreille par des variations d'une puissance sonore. En règle générale, les lectures sont faites en 1/10 de Bel ou décibel. Différents niveaux sont adoptés par les fabricants pour définir le niveau 0 décibel. L'échelle dB du Voltmètre électronique Heathkit IM-11/D est basée sur le niveau zéro dB correspondant au standard de 1 milliwatt, dans une charge de 600 Ohms d'impédance, ce qui correspond à 0,774 Volts alternatifs sur l'échelle 1,5 V.

En partant de cette définition, on convertit les différentes gammes de tensions du Voltmètre alternatif en dB d'après le tableau ci-après.

| <u>Echelle Volts /</u> <u>alt</u> | <u>Echelle décibels</u> |
|--------------------------------------|-------------------------|
|--------------------------------------|-------------------------|

| | |
|----------|----------------------------|
| 0-1,5 V | lecture directe en dB |
| 0-5 V | ajoutez 10 dB à la lecture |
| 0-15 V | ajoutez 20 dB à la lecture |
| 0-50 V | ajoutez 30 dB à la lecture |
| 0-150 V | ajoutez 40 dB à la lecture |
| 0-500 V | ajoutez 50 dB à la lecture |
| 0-1500 V | ajoutez 60 dB à la lecture |

Comme le dB est un rapport de puissance ou de tension, il peut être employé sans niveau de référence. Ainsi par exemple, la courbe de réponse en fréquence d'un amplificateur peut être relevée en lui appliquant des signaux de fréquence variable mais d'amplitude constante. Avec une fréquence de 400 Hz, par exemple, on règle sa tension à un niveau déterminé, (0 dB par exemple) à l'aide du Voltmètre électronique connecté à la sortie de l'amplificateur. Les variations au-dessus et en-dessous de cette valeur sont notées pour chaque

nouvelle fréquence injectée dans l'amplificateur.

Remarque: Quand on mesure des tensions alternatives de formes complexes, tels que les ondulations, les ronflements, les signaux carrés ou déformés, l'indication utile représente 35 % de la lecture crête-à-crête.

INTERPRETATION DES LECTURES

Les tensions indiquées en regard du Selecteur de Gammes correspondent à la déviation totale pour la position considérée. L'échelle des tensions est marquée de 0 à 15 et de 0 à 50. Sur la sensibilité 1,5 V, lisez sur l'échelle 0-15 et divisez la lecture par 10. De même sur la sensibilité 5 V lisez sur l'échelle 0-50 et divisez par 10. Une lecture de 40 V dans ce dernier cas représenterait en fait un voltage de 4 V.

Sur la sensibilité 150 V lisez sur l'échelle 0-15 et multipliez la lecture par 10. Par exemple une lecture de 12 représenterait en fait un voltage de 120 V. Sur la sensibilité 500 V, lisez sur l'échelle 0-50 et multipliez par 10. Sur la sensibilité 1500 V, lisez sur l'échelle 0-15 et multipliez par 100. Par exemple une lecture de 8 sur cette sensibilité indiquerait en fait un voltage de 800 V.

Remarque: Les indications DC. V et AC. V au début de ces échelles signifient que les graduations servent aussi bien pour des tensions alternatives et continues en fonction de la position des Selecteurs de Gammes et de Fonctions.

L'échelle des Ohms correspond à la sensibilité R x1. Pour les autres sensibilités il faut ajouter le nombre approprié de zéros : 2 pour la sensibilité R x100, 4 pour la sensibilité R x10K et 6 pour R x1Meg. Sur cette dernière sensibilité, la lecture peut être effectuée directement en Megohms.

PRECISION DES LECTURES

L'erreur maximum causée par le mouvement du Galvanomètre est inférieure à 2 % de la déviation totale ce qui signifie que sur la sensibilité 1000, par exemple, l'erreur de lecture sera au maximum de 20 V en quelque point de la graduation. En position + ou -, l'erreur introduite par le multiplicateur s'ajoute ce qui donne une erreur totale de 3 %. En position \surd , le circuit redresseur augmente l'erreur possible jusqu'à 5 %. Dans les cas extrêmes, sur la position 1,5 V alternatif, la très grande sensibilité du Voltmètre électronique le rend sensible aux influences extérieures qui peuvent porter l'erreur totale à 15 %.

La précision de l'Ohmmètre dépend du Galvanomètre, des Résistances, du Multiplicateur, y compris la Résistance interne de la Pile, et de la stabilité de la tension délivrée par celle-ci. Sur la sensibilité R x1, la Résistance interne de la Pile et la tension qu'elle délivre varient toutes deux en fonction du courant circulant dans la Résistance à mesurer. Afin d'obtenir une plus grande précision, les mesures de Résistances doivent se faire rapidement en particulier pour celles de faibles valeurs. Pour les grandes sensibilités, la précision ne dépend plus pratiquement que de la précision du Galvanomètre et des Résistances du Multiplicateur et l'erreur totale ne dépasse pas 3 %. En raison du fait que l'échelle des Ohms n'est pas linéaire, la précision ne peut pas s'exprimer en pourcentage mais les lectures seront d'autant plus précises qu'elles seront faites en milieu d'échelle.

Remarque: Lors d'une comparaison de votre Voltmètre électronique avec un autre appareil ne perdez pas de vue que les erreurs possibles de lectures peuvent être en sens opposé, et par conséquent s'ajouter, l'écart total entre les deux lectures pouvant atteindre 10 %.

MAINTENANCE

Comme pour tous les appareils électroniques, il se peut que des réparations puissent s'avérer nécessaires, les indications concernant la méthode à suivre peuvent être très utiles dans ces cas. Ces indications peuvent être suffisantes pour vous éviter d'envoyer l'appareil en panne au distributeur Heathkit de votre région. Un Service de Consultations techniques dont vous trouverez les modalités d'application au chapitre INFORMATIONS GENERALES page 40 est à votre disposition pour vous aider à assembler votre kit et le dépanner. Nous vous invitons à prendre connaissance des lignes qui suivent dans lesquelles vous trouverez quelques recommandations dont vous tirerez le plus grand profit.

- GALVANOMETRE. En raison de son extrême fragilité, ne jamais tenter de réparer l'équipement mobile du Galvanomètre qui est normalement couvert par la garantie. Celle-ci deviendrait caduque dès lors que le boîtier aurait été ouvert.

- FENETRE EN PLASTIQUE. En cas de remplacement nécessité par son bris, la fenêtre en plastique peut être commandée séparément. Cette fenêtre peut se retirer facilement, à l'aide de la pointe d'un canif ou d'un petit tournevis délicatement introduit sous un angle du moulage. Avant d'engager une nouvelle fenêtre veillez à ce que la vis de remise à zéro de l'équipement mobile s'engage librement dans la fourchette. Si pour une raison quelconque la fenêtre en plastique doit être retirée protégez le mouvement de la poussière et des corps étrangers qui peuvent altérer le bon fonctionnement du Galvanomètre.

CHARGES ELECTROSTATIQUES. La fenêtre en polystyrène a été traitée spécialement pour prévenir l'accumu-

lation d'électricité statique. Cependant, si après un nettoyage l'aiguille se déplaçait d'une manière erratique, que le Voltmètre soit sous tension ou non, il conviendrait de passer sur l'extérieur de la fenêtre une très légère application d'un liquide détergent quelconque. La charge électrostatique accumulée disparaîtra immédiatement.

MANOEUVRES INCORRECTES. L'emploi incorrect d'un Voltmètre électronique, par exemple une tentative de mesure d'un courant alternatif ou continu alors que le Selecteur de Gammes est sur Ohms, provoquera inévitablement la destruction de la Résistance de $9,1\Omega$. Cette Résistance peut être facilement remplacée et il vous suffira de la commander à l'un de nos distributeurs. Un déplacement lent de l'aiguille vers le haut de l'échelle alors que le Selecteur de Gammes est sur Ohms peut être le symptôme certain de la destruction d'une Résistance. En ce cas la rotation du Potentiomètre " Ω " aura un effet négligeable sur la position de l'aiguille. D'autres utilisations incorrectes peuvent occasionner différents autres dégâts qui peuvent être localisés par la recherche systématique.

VERIFICATION DE LA CONTINUITÉ DU MOUVEMENT.

Si vous suspectez la bobine du Galvanomètre d'être coupée, vous pouvez vous assurer de sa continuité en observant les précautions suivantes. NE JAMAIS vérifier le mouvement d'un Galvanomètre avec un autre Ohmmètre. La quantité de courant circulant dans la bobine surchargerait celle-ci de manière anormale et risquerait de provoquer sa coupure définitive. Utilisez toujours une Résistance en série avec le Cordon de Mesure afin de limiter le courant circulant dans le mouvement. La valeur de la Résistance dépend du voltage de la Pile de l'Ohmmètre et de

la sensibilité sur laquelle l'Ohmmètre est utilisé. En règle générale, une Résistance de 10.000Ω en série avec la bobine du Galvanomètre la protégera efficacement.

Rappelez-vous que chaque fois que votre Voltmètre électronique nécessite une réparation, la localisation de la panne ne doit pas présenter de problème si vous observez les quelques précautions suivantes:

- Utilisez un autre instrument pour relever les tensions de référence indiquées sur le schéma de principe ou pour vous assurer de la continuité des circuits.

- Vérifiez soigneusement les voltages indiqués en mettant l'appareil en cause dans les conditions indiquées sur le schéma. Des variations de $\pm 15\%$ doivent être acceptées comme normales compte tenu des diverses tolérances et fluctuations du secteur.

- Assurez-vous du bon fonctionnement des Tubes en les échangeant avec d'autres de qualité connue.

En raison de leur torsion répétée, les Cordons de Mesure ne sont pas à l'abri de toute suspicion, en particulier après des années d'usage. Un Cordon peut être la cause de mesures fausses ou erratiques lorsqu'un mauvais contact apparaît au voisinage de la Résistance de $1\text{ M}\Omega$ de la Sonde ou lorsque le blindage du câble est partiellement détruit.

Votre Voltmètre électronique a été conçu pour satisfaire aux besoins d'un usage journalier. Il peut être utilisé continuellement sans dommage, même après plusieurs années de service. Il devrait de ce fait acquérir le droit

d'être traité de la même manière que tout autre équipement de prix du laboratoire d'électronique.

Position "0" en milieu de cadran. Le Voltmètre électronique IM-11/D peut également être utilisé avec le zéro dans le milieu du cadran. La déflexion de l'aiguille est obtenue à l'aide du Potentiomètre "0" sur la position "+" ou "-" du Selecteur de Fonctions. Cette particularité peut être pratique pour observer le renversement de polarité d'un signal dans un circuit ajustable.

ACCESSOIRES

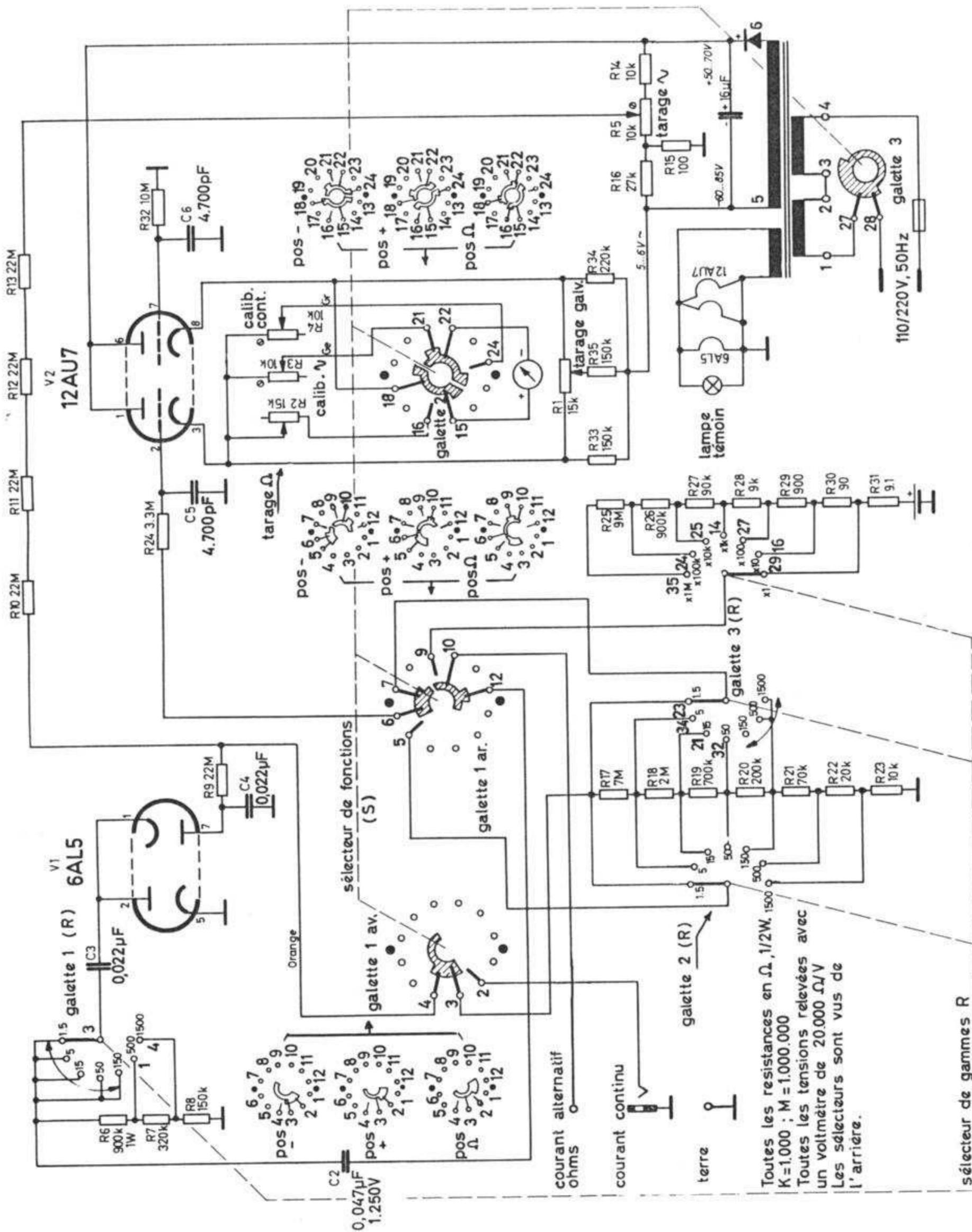
SONDE HAUTE TENSION HEATHKIT 336-C.

Une Sonde Haute Tension en pièces détachées est disponible. Cette Sonde permet de mesurer des tensions continues jusqu'à 30.000 Volts permettant ainsi d'étendre l'usage du IM-11/D aux Circuits de balayage des récepteurs de télévision.

Le corps de la Sonde est moulé dans une matière plastique rouge, prolongé d'une poignée noire dans laquelle est logée une Résistance de précision de 1.090 Megohms. Cette facilité permet de multiplier par 100 la sensibilité du IM-11/D des autres appareils d'impédance semblable.

SONDE HAUTE FREQUENCE 309-C

Une Sonde HF en pièces détachées est également disponible. Elle consiste en un Circuit Imprimé logé dans un boîtier métallique poli. Cet accessoire permet de mesurer des tensions HF jusqu'à 30 Volts de 1000 Hz à 100 MHz. Le Condensateur d'isolement de la Sonde est prévu pour supporter une tension continue de 500 Volts.



Toutes les résistances en Ω, 1/2W, 1500
 K=1.000 ; M = 1.000.000
 Toutes les tensions relevées avec
 un voltmètre de 20.000 Ω/V
 Les sélecteurs sont vus de
 l'arrière.

sélecteur de gammes R