

UN VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE SIMPLE ET EFFICACE

Le voltmètre électronique constitué, après le contrôleur universel, l'appareil de mesure le plus indispensable pour la mise au point ou le dépannage de toutes sortes de montages électroniques. En raison de sa résistance interne trop faible, un contrôleur universel ne permet pas des mesures précises sur des circuits de haute impédance, c'est-à-dire à résistance élevée et parcourus par des courants faibles. La consommation de courant du contrôleur universel commuté sur la position voltmètre est en effet trop importante par rapport au courant traversant le circuit examiné.

La résistance interne d'un voltmètre électronique étant beaucoup plus élevée, l'appareil n'emprunte pour son fonctionnement qu'un courant très réduit au circuit à mesurer et il permet ainsi de réaliser des mesures exactes sur des circuits de haute impédance, tel qu'une ligne de commande automatique de gain. De plus, avec le voltmètre électronique on peut, avec l'adjonction d'une sonde, faire des mesures de tensions haute fréquence et vérifier ainsi, par exemple, le gain d'un étage amplificateur haute fréquence, en examinant les tensions d'entrée et de sortie, ou la tension d'oscillation d'une lampe oscillatrice.

Le voltmètre électronique décrit ci-dessous est caractérisé par une grande simplicité de réalisation. Il assure toutefois, avec toute la précision utile, la fonction de voltmètre alternatif ou continu. Par adjonction d'un dispositif extérieur, il peut être utilisé en ohmmètre et mesurer des résistances dans une étendue de valeurs beaucoup plus grande que celle d'un contrôleur universel commuté sur la position « ohmmètre ».

La figure 1 montre l'aspect extérieur de l'appareil, avec l'une de ses sondes détectrices. Toutes les commandes sont groupées sur le panneau avant du coffret dont les dimensions sont de 27x20x13 cm. Le montage de tous les organes de l'appareil est fait sur le châssis et sur le panneau avant. Ceux-ci sont fixés ensemble et rentrent par l'avant dans le coffret métallique.

Le galvanomètre sur lequel se font les lectures comporte une fenêtre de grande visibilité (80 x 44 mm), éclairée au moment de la mise en route. L'échelle de lecture est à 15 divisions. Les valeurs choisies pour les différentes sensibilités sont : 3 - 15 - 30 - 150 - 300 - 750 V, c'est-à-dire des multiples de 15, ce qui permet une conversion rapide. Les coefficients de lecture, ou chiffres par lesquels il faut multiplier la valeur lue sur le cadran suivant la sensibilité

choisie, sont d'ailleurs inscrits sur le panneau avant en regard des chiffres de sensibilité.

Toutes les indications se rapportant aux boutons de commande (arrêt-marche, gammes, douilles de mesure, polarité et tarage) sont imprimées directement sur le panneau avant par procédé sérigraphique.

L'impédance d'entrée du voltmètre électronique est de 10 MΩ sur toutes les sensibilités. Les mesures concernent les tensions positives à l'aide de cordons de raccordement avec pointes de touches et les tensions alternatives, avec deux sondes détectrices, l'une pour la haute fréquence, l'autre pour la basse fréquence.

L'alimentation s'effectue sur alternatif par transformateur 115 à 245 V.

par le commutateur de sensibilité est appliquée à la grille de la première partie triode de la double triode ECC/12AU7 par l'intermédiaire d'un filtre composé d'une résistance série de 2,2 MΩ et d'un condensateur de 22 000 pF.

La haute tension obtenue après filtrage est appliquée aux deux anodes par l'intermédiaire d'un potentiomètre de tarage de 5 000 ohms. Entre les deux cathodes se trouve branché notre galvanomètre

même potentiel, l'équilibre est rompu.

Un courant va donc circuler dans le microampèremètre, courant qui est donc proportionnel à la tension appliquée à la grille.

Le potentiomètre d'ajustage de 5 000 ohms est à régler une fois pour toutes au moment de la mise au point, il est disposé à l'intérieur sur le châssis, et non sur le panneau avant ; nous en reparlerons plus loin.

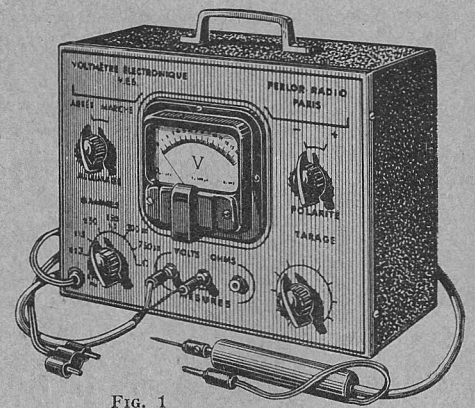


Fig. 1

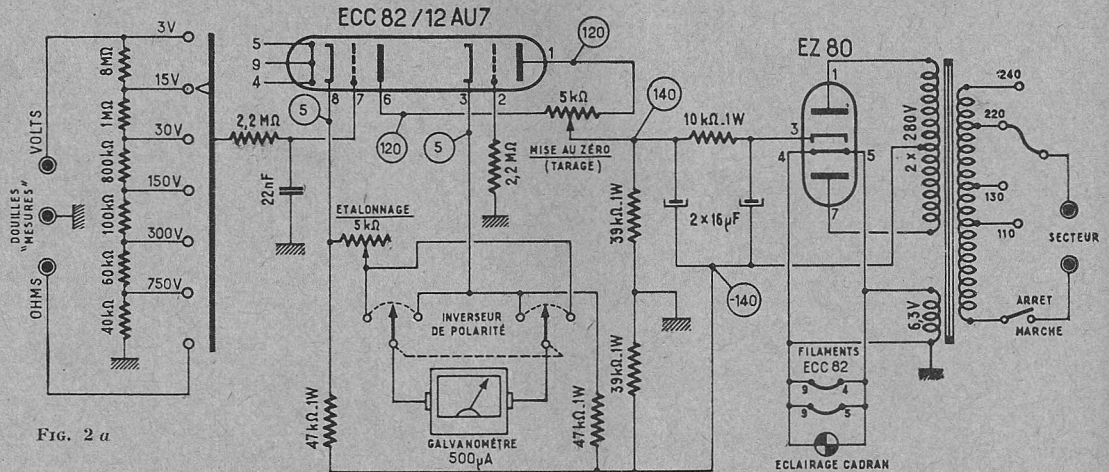


Fig. 2 a

SCHEMA DE PRINCIPE

Les figures 2 a et 2 b montrent respectivement les schémas du voltmètre électronique et des sondes HF et BF, ces dernières ne différant que par la capacité du condensateur de liaison C à la pointe de touche.

Les tensions à mesurer sont appliquées par l'intermédiaire des cordons de mesure aux bornes du diviseur de tension constitué par les résistances de 40 kΩ, 60 kΩ, 100 kΩ, 800 kΩ, 1 MΩ et 8 Ω totalisant 10 MΩ. Cette résistance se trouve toujours appliquée aux bornes du circuit à mesurer quelle que soit la sensibilité choisie. Une bonne précision est obtenue sur les six sensibilités par l'adoption de résistances de précision (tolérance 1 %) sur ce pont diviseur de tension. Une septième position du commutateur d'entrée l'appareil sur la position « ohmmètre » qui permet la mesure des résistances à l'aide d'un adaptateur extérieur.

La tension à mesurer, après avoir été divisée éventuellement

tre, qui donne sa déviation totale pour un courant de 500 microampères.

Lorsqu'aucune tension n'est appliquée à la grille de commande, on règle le potentiomètre de tarage pour que les courants anodiques dans les deux triodes soient identiques. A ce moment les deux cathodes sont au même potentiel et aucun courant ne passe dans le

Le commutateur inverseur de polarité nous permet de mesurer aussi bien les tensions négatives que les tensions positives sans avoir à inverser les cordons de mesures. En effet, celui qui correspond à la masse du voltmètre électronique doit toujours être relié au châssis du poste. Mais comme la grille va cette fois recevoir une tension négative, le

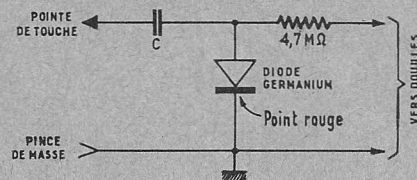


Fig. 2 b

microampèremètre. Celui-ci a donc son aiguille au zéro, et c'est pourquoi le potentiomètre est également souvent appelé **potentiomètre de mise à zéro**.

Dès qu'une tension positive est appliquée à la grille de commande, le courant dans cette triode augmente, le potentiel de cathode augmente également, les deux cathodes ne sont plus au

courant entre les deux cathodes se trouve être de sens contraire que précédemment. On agit donc sur l'inverseur de polarité et de cette façon le courant ne change pas de sens dans le galvanomètre.

L'étage d'alimentation est dans l'ensemble assez classique : transformateur toutes tensions au primaire, redressement par valve, filtrage...

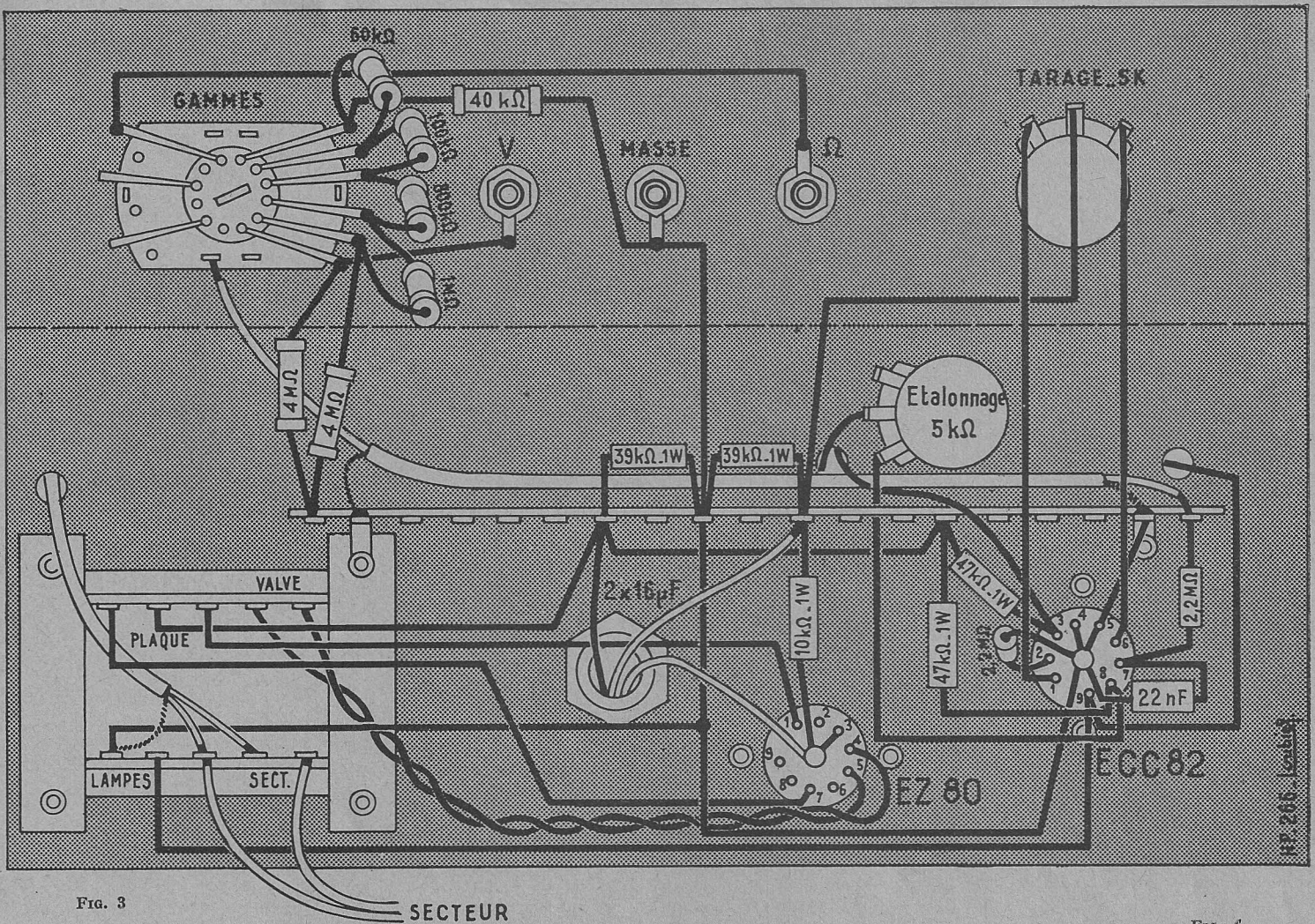


Fig. 3

SECTEUR

Un point un peu particulier sur le circuit haute tension : le négatif du condensateur de filtrage et le point milieu du secondaire haute tension ne sont pas reliés à la masse, mais à un point où aboutissent également les résistances de charge de 47 000 ohms des deux cathodes.

Ce point est à un potentiel de - 140 volts, il est rendu négatif par rapport à la masse par la disposition des deux résistances de 39 000 ohms connectées en série avec point commun relié à la masse.

Pour le bon fonctionnement du système, il est nécessaire qu'une résistance d'assez forte valeur soit insérée dans le circuit cathodique des triodes (ici 47 000 ohms). Mais cela entraînerait une polarisation excessive, une trop forte différence de potentiel entre la cathode et la grille qui est reliée à la masse. D'où la mise en œuvre de ce dispositif qui en définitive ramène à 5 volts environ la différence de potentiel entre grille et cathode, ce qui est normal.

Pour faciliter les vérifications au moment de la mise au point, nous avons porté en chiffres encadrés les tensions mesurées par rapport à la masse.

LES MESURES EN ALTERNATIF

Les douilles de mesures de notre appareil sont reliées aux points à mesurer par des cordons de me-

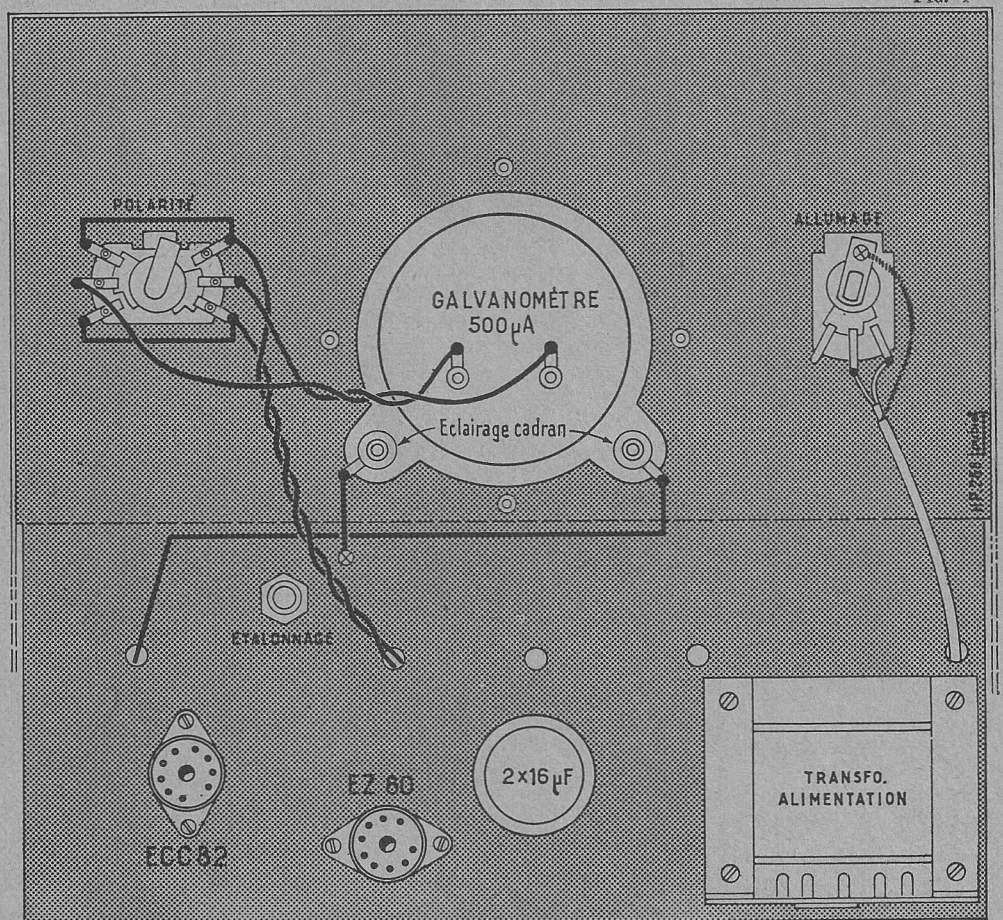


Fig. 4

sures. En continu, ces cordons peuvent être constitués par des fils quelconques, comme ceux dont on se sert avec un voltmètre ordinaire. Simplement, on emploie des fils bleu et rouge pour faciliter le repérage des négatif et positif, de même que l'on utilise ces couleurs pour les douilles de branchement de l'appareil.

En alternatif, on peut être amené à mesurer de la basse fréquence et de la haute fréquence. Pour ne pas fausser les mesures, on se sert de cordon blindé en BF et en HF de câble coaxial à faible perte comme celui qu'on utilise en télévision.

Nous avons vu que notre instrument ne doit recevoir que des tensions continues sur sa grille de commande. Pour mesurer de l'alternatif, nous allons donc tout simplement redresser les tensions alternatives à mesurer, et c'est là l'objet de notre sonde détectrice dont le schéma est donné en figure 2 b.

Dans un certain sens, le courant passe facilement dans le condensateur et la diode au germanium. Dans le sens inverse, la diode s'oppose au passage du courant et le condensateur se charge à la tension de pointe. Cette tension apparaît donc aux bornes de la diode, et est transmise à travers la résistance de 4,7 mégohms.

Mais on obtient ainsi une tension maximum, une tension de pointe, alors qu'on a beaucoup plus l'habitude de parler de tension efficace (tension maximum = tension efficace \times racine carrée de 2).

Le but de la résistance de 4,7 mégohms est de former avec la chaîne d'entrée de 10 mégohms un

diviseur de tension du même rapport 1,414. Cela nous permet en définitive de lire directement sur le cadran des tensions efficaces. D'autre part la résistance s'oppose au passage des résidus de détection vers l'appareil.

Le condensateur a pour but de bloquer la tension continue pouvant exister sur le circuit à mesurer, et de ne laisser passer que la composante alternative. Sa valeur est de 220 picofarads pour la haute fréquence, et de 0,1 microfarad pour la basse fréquence.

On ne doit pas mesurer des tensions supérieures à 110 volts, au delà de cette limite on risque le claquage de la diode détectrice. Cette valeur est largement suffisante pour les besoins de la pratique, vous pourrez le constater à l'usage.

Tous les éléments de la sonde sont contenus dans un étui métallique, lui-même adapté au bout d'un cordon souple. De cette façon on détecte immédiatement et au voisinage du circuit, ce qui n'y apporte pratiquement aucune perturbation. Il est ensuite moins délicat de véhiculer une tension détectée que de la haute fréquence.

MONTAGE ET CABLAGE

Les figures 3 et 4 vous aideront pour les opérations de mise en place des éléments, le montage et le câblage de votre voltmètre.

Le châssis est fixé sur le panneau avant et c'est sur ces deux pièces que se fait tout le montage. On dispose ainsi d'un bloc bien compact qui se manipule facilement, qu'il n'y a qu'à introduire dans le coffret métallique, et qui pourra toujours s'en retirer facilement.

Une rondelle isolante doit être intercalée entre le châssis et le boîtier du condensateur électrochimique de $2 \times 50 \mu\text{F}$, le négatif de ce condensateur n'étant pas relié à la masse.

Le microampèremètre comporte deux broches 6,3 volts qui alimentent l'ampoule éclairant le cadran. Cette ampoule est accessible en vue d'un remplacement éventuel.

Pour les commutateurs, veillez évidemment à ce que lorsque les boutons de commande seront fixés la flèche tombe bien sur les positions qui conviennent.

Le commutateur de sensibilité comporte une position « Ohms », et à côté des douilles « Mesures » vous avez également des douilles marquées « Ohms ». C'est à ces douilles que sera relié par un simple fil à deux conducteurs le dispositif qui permet d'utiliser cet instrument en mégohmmètre.

Le câblage proprement dit ne présente aucune particularité, aucune difficulté. Nous avons prévu une grande barrette portant des cosses-relais isolées, ce qui est très commode et donne un câblage bien rigide.

Nous avons vu que la chaîne de 10 mégohms est constituée par des résistances de précision étalonnées à 1 %. Dans cette catégorie de matériel il ne se fait pas de valeurs au-dessus de 5 mégohms et c'est pourquoi la 8 mégohms par exemple est constituée par deux de 4 mégohms en série. Les autres résistances sont des modèles ordinaires, de tolérance 10 %.

La figure 2 b montre les divers éléments constituant la sonde détectrice haute fréquence. Pratiquement, la sonde BF se différencie par le fait que le condensateur de 0,1 microfarad est plus gros que le 220 pF ; cela entraîne donc simplement un tube métallique plus gros...

Ce tube en question est relié à la gaine métallique du cordon de raccordement à l'appareil, il est bon d'autre part de prévoir une prise munie d'un fil souple terminé par une pince qui permet de le relier au châssis du poste à examiner lors des mesures.

Le câblage terminé, après une dernière et minutieuse vérification, l'appareil sera mis sous tension.

Pour vous permettre des vérifications utiles, nous vous avons indiqué sur le schéma de principe les tensions relevées entre différents points des circuits et la masse.

Remarquez à ce sujet que le point milieu du secondaire HT du

transformateur est négatif de 140 volts environ par rapport à la masse. Attention, entre les cathodes et la masse vous trouverez 5 volts environ, mais aux bornes des résistances de 47 000 ohms vous trouverez bien plus, de l'ordre de 140 volts environ.

Regardez l'aiguille du microampèremètre. Comme il n'est pas possible que le potentiomètre de tarage soit réglé dès le début convenablement, l'aiguille va dévier normalement vers la droite ou tendre à dévier vers la gauche. Dans ce dernier cas inversez immédiatement le commutateur de polarité pour qu'elle puisse dévier librement vers la droite.

Agissant ensuite sur le potentiomètre de tarage, vous pourrez facilement ramener l'aiguille au zéro. Nous insistons bien sur le fait que vous devez obtenir tous ces résultats dès le début, sans aucune mise au point spéciale. Il suffit pour cela que le montage soit correctement réalisé, que tous les éléments utilisés soient sains.

Nous avons parfois observé une anomalie qui se manifeste plus particulièrement sur la sensibilité 3 volts et qui se traduit par des difficultés dans la remise à zéro, l'aiguille est instable et se déplace sans motif apparent, il faut continuellement retoucher le bouton de tarage. Cela provient uniquement de mauvaises masses, en particulier au point de masse du condensateur de 20 nanofarads. Tout rentre dans l'ordre avec un bon circuit de masses sûres.

ETALONNAGE

Cette opération se trouve extrêmement simplifiée en raison de l'emploi à l'entrée de résistance de précision, dont on est certain de la valeur réelle. La seule opération qu'il reste à exécuter est le réglage du potentiomètre d'ajustage dans le circuit du microampèremètre.

Il vous faut pour cela disposer d'une source de tension connue. Prenez par exemple une pile de 1,5 volt, commutez sur la sensibilité 3 volts et mesurez la tension de la pile.

L'aiguille doit dévier jusqu'au milieu de l'échelle, graduation 7,5 ($7,5 \times 0,2 = 1,5$). Pour parvenir à ce résultat, agissez sur le potentiomètre d'ajustage.

Vous pouvez aussi prendre par exemple une pile de 90 volts, sur la sensibilité 150 volts l'aiguille doit être ajustée sur la graduation 9.

Mais attention... Une pile neuve fait toujours un peu plus que sa tension normale. Une pile de 1,5 volt par exemple peut très bien faire de 1,7 à 1,8 volt, une pile de 3 volts peut très bien faire 3,8 volts. Vous devrez donc au préalable mesurer très exactement votre pile pour savoir de combien vous disposez réellement.

Tout l'étalonnage se résume à cela, et c'est bien peu de chose comme vous pouvez le constater, eu égard aux immenses services que peut rendre un voltmètre électronique.

DEVIS
des pièces détachées et fournitures
nécessaires au montage du

VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE VE.6

décrit ci-contre

Coffret, châssis et petits accessoires	51,50
Micro ampèremètre à cadran éclairé	78,00
Transfo d'alimentation, cond. filtrage	23,30
Potentiomètres et commutateurs	11,60
Boutons, cordons, sup. de lampes, fils et soudure, visserie et divers	11,80
Résistances et Condensateurs	9,90
Le jeu de lampes	16,10
Les sondes HF et BF	28,00

Complet en pièces détachées. Prix 230,20
Le voltmètre Electronique V E 6 livré en ordre de marche avec tous ses accessoires. 340,00
(tous frais d'envoi : 6,50 F)

VOIR NOTRE
ANNONCE GÉNÉRALE
PAGE 13

PERLOR - RADIO

25, rue Héroid, PARIS (11^e)
C.C.P. PARIS 5050-96

LA STATION SERVICE

MAGNETRONIC

EST A VOTRE DISPOSITION
POUR TOUS VOS PROBLEMES DE MAGNETOPHONES

PLATINES

SYNCHRONISATION

OCCASION

DÉFILEUR CONTINU

DEPANNAGE TOUTES MARQUES

pièces détachées adaptables aux magnétophones OLIVER

41, rue Richard-Lenoir, PARIS (11^e) - ROQ. 89-03