

LE VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE HEATHKIT IM 38

LES multimètres courants, contrôleurs universels ou voltmètres électroniques ordinaires, ne permettent pas de mesurer des tensions alternatives inférieures à un ou deux volts efficaces car les redresseurs employés dans ces appareils, généralement des diodes au germanium, ne fonctionnent pas correctement aux faibles niveaux.

Dans de nombreux montages basse fréquence et notamment dans les amplificateurs il est souvent nécessaire de mesurer des tensions alternatives, ou pour employer un autre terme, des tensions basse fréquence, bien inférieures au volt.

Ces mesures sont réalisables avec un millivoltmètre alternatif électronique. Cet instrument est un voltmètre alternatif classique, couplé à un amplificateur qui élève les signaux à mesurer depuis des niveaux très bas, quelques millivolts, à une valeur suffisante, quelques volts, pour que le voltmètre alternatif puisse fonctionner sans erreur.

C'est pourquoi les millivoltmètres alternatifs sont aussi appelés voltmètres amplificateurs pour courant alternatif.

Le voltmètre amplificateur IM-38

La firme Heathkit propose dans sa gamme d'appareils de mesure le voltmètre amplificateur pour courant alternatif IM-38.

Comme les multimètres déjà mentionnés, ce voltmètre permet de mesurer des tensions basse fréquence relativement élevées : jusqu'à 300 V efficaces. Mais il a l'avantage sur les premiers de permettre également la mesure de tensions alternatives très faibles puisque sur la plus sensible des gammes une tension de 10 millivolts efficaces provoque une déviation totale de l'aiguille. Outre cette sensibilité poussée le voltmètre IM-38 possède une impédance d'entrée très élevée : 10 M Ω shuntés par 12 ou 22 pF (contre 1 M Ω shunté par 40 pF dans les voltmètres alternatifs électroniques sans amplificateur). Cette haute impédance garantit que la perturbation apportée par le voltmètre dans le fonctionnement du circuit à tester sera négligeable, du moins dans la plupart des cas.

La bande passante de l'appareil s'étend de 10 Hz à 500 kHz et couvre donc largement le domaine des audiofréquences de 20 Hz à 20 kHz.

Voici d'ailleurs les caractéristiques complètes du voltmètre IM-38 communiquées par Heathkit :

Caractéristiques techniques

Réponse en fréquence : 10 Hz à 500 kHz à ± 1 dB sur toutes les gammes.

Gammes : dix gammes graduées en volts et en décibels : 10 — 30 — 100 — 300 millivolts efficaces et sinusoïdaux.

1 — 3 — 10 — 30 — 100 — 300 volts efficaces et sinusoïdaux ;
— 40, — 30, — 20, — 10, 0, + 10, + 20, + 30, + 40, + 50 dB.

Zéro décibel correspond à 1 mW dans 600 Ω .

Impédance d'entrée : 10 M Ω shuntés par 12 pF sur les gammes de 10 V à 300 V ; 10 M Ω shuntés par 22 pF sur les gammes de 0,01 V à 3 V.

Précision : meilleure que ± 5 % de la pleine échelle.

Alimentation : par le secteur 50 ou 60 Hz 105-125 et 210-250 V, 10 W.

Présentation

La figure 1 représente le voltmètre IM-38. Il est contenu dans un boîtier métallique

mesurant 188 x 118 x 105 mm. Le poids total est d'environ 1,7 kg. La face avant comporte un grand galvanomètre gradué directement en volts efficaces ou en décibels et dont l'échelle mesure 10 cm. En dessous est visible la commande unique de l'appareil : le bouton du commutateur de gamme qui tourné à fond vers la gauche coupe l'alimentation secteur. Sous le bouton sont disposées les prises d'entrées. Le potentiomètre ajustable de tarage est accessible à l'arrière.

La couleur crème du boîtier et la forme du bouton de gammes correspondent à l'esthétique actuelle des appareils de mesure Heathkit.

Organisation interne

La figure 2 schématise l'organisation interne du voltmètre IM-38.

La tension alternative à mesurer est appliquée, directement ou après division par 1 000 dans un atténuateur, à un étage adaptateur d'impédance qui réalise sans perte la liaison entre la très haute impédance d'entrée du voltmètre, 10 M Ω , et l'impédance beaucoup plus réduite, 30 k Ω , de l'atténuateur suivant.

Le signal est ensuite renforcé par un amplificateur à deux étages avant d'être redressé dans un pont de diodes dont la branche à courant continu est reliée à un galvanomètre.

Les deux atténuateurs sont commandés par un même bouton selon le tableau 1.

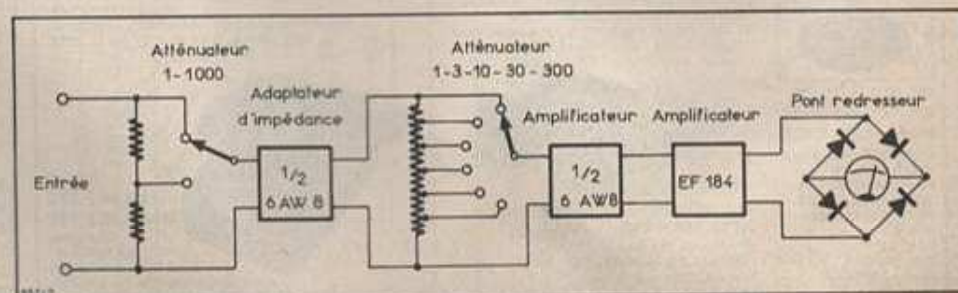


Fig. 2. — Organisation interne du voltmètre.

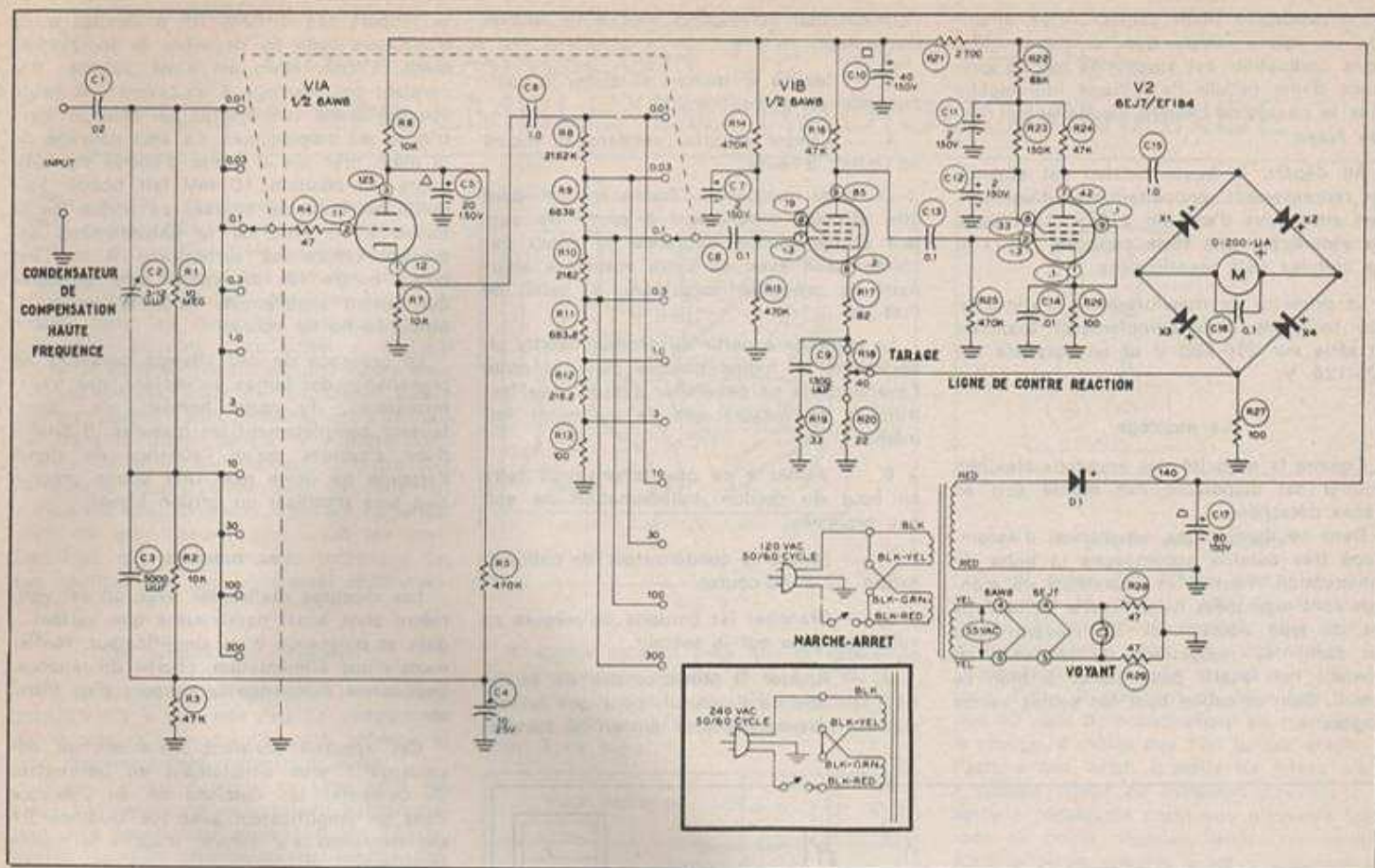


Fig. 3. — Les tensions indiquées dans le signe ovale ont été relevées entre le point

indiqué et la masse avec un voltmètre de 11 MΩ de résistance interne, le commu-

teur étant en position 300 V et les bornes d'entrée en court-circuit.

Gamme	Position des atténuateurs		Affaiblissement total
	Atténuateur d'entrée	Atténuateur intermédiaire	
10 mV	1	1	1/1
30 mV	1	3	1/3
100 mV	1	10	1/10
300 mV	1	30	1/30
1 V	1	100	1/100
3 V	1	300	1/300
10 V	1 000	1	1/1 000
30 V	1 000	3	1/3 000
100 V	1 000	10	1/10 000
300 V	1 000	30	1/30 000

Tableau 1

Par la combinaison des deux atténuateurs incorporés une gamme dynamique importante est atteinte. Des tensions dans un rapport de 1 à 30 000 peuvent être mesurées. Ce chiffre correspond aux - 40 dB à + 50 dB annoncés précédemment, soit à une variation totale de 90 dB.

Le schéma (fig. 3)

L'atténuateur d'entrée est compensé en fréquence pour élargir la bande de fréquence d'utilisation du voltmètre.

La compensation est obtenue par la mise en parallèle sur R1 et R2 des condensateurs C2 et C3 respectivement.

Après avoir, ou non, selon la gamme, traversé l'atténuateur d'entrée le signal est appliqué à un étage cathodyne équipé de la partie triode V1A d'un tube 6AW8. Ce circuit à très haute impédance d'entrée est stabilisé par une contre-réaction en continu à travers R5 qui sert également d'élément du diviseur R5-R3 de polarisation grille de la triode.

Le signal prélevé sur la cathode est ensuite divisé dans l'atténuateur intermédiaire avant d'être appliqué à l'amplificateur proprement dit.

Cet amplificateur comporte deux étages à tubes pentodes (partie pentode V1B de la 6AW8, et EF184 V2).

Le signal amplifié est ensuite redressé dans un pont de diodes X1 à X4 et le courant continu obtenu traverse un galvanomètre M de 200 μA directement gradué en volts efficaces.

L'une des entrées alternatives du pont est reliée à la masse à travers une faible résistance R27. Il existe donc aux bornes de

cette résistance une légère tension alternative qui est appliquée à un potentiomètre ajustable R18 inséré dans la chaîne de résistances de la cathode du premier étage amplificateur ce qui provoque une contre-réaction globale importante.

Cette contre-réaction globale stabilise l'amplificateur. La manœuvre du potentiomètre R18 permet de faire varier le degré de contre-réaction et, par là, le gain de l'amplificateur; d'où l'utilisation de ce potentiomètre pour les opérations de calibrage du voltmètre.

Quand l'ensemble est correctement étalonné le taux de contre-réaction est environ de 19 dB. Par sécurité, la saturation de l'amplificateur survient avant qu'une surcharge à l'entrée ne puisse provoquer une coupure de l'enroulement, cadre du galvanomètre.

L'alimentation est particulièrement soignée. Pour éviter que des ronflements parasites issus des cathodes chauffées par du courant alternatif ne viennent fausser les mesures le câblage des filaments des tubes est assuré par une ligne à deux conducteurs électriquement symétriques par rapport à la masse. Cet état est obtenu en réalisant avec R28 et R29 un point milieu artificiel sur l'enroulement de chauffage du transformateur d'alimentation.

La haute tension appliquée aux électrodes des tubes ne doit comporter aucune ondu-

lation résiduelle sinon celle-ci serait amplifiée en même temps que le signal utile. Cette ondulation est supprimée par la présence d'une cellule de filtrage individuelle dans le circuit de chaque plaque et de chaque écran.

Au départ, la haute tension est obtenue par redressement monoalternance d'une tension alternative d'environ 110 V. Le filtrage est assuré par une forte capacité (C17) et les cellules déjà mentionnées.

Le primaire du transformateur d'alimentation comporte deux enroulements branchés en série sur 210-250 V et en parallèle sur 105-125 V.

Le montage

Comme la majorité des appareils Heathkit celui-ci est disponible soit monté soit en pièces détachées.

Dans ce dernier cas, un manuel d'assemblage très détaillé accompagne la boîte de construction. Toutes les opérations de montage sont expliquées dans l'ordre. Le câblage est de type traditionnel. En suivant point par point les indications du fabricant un amateur non averti peut mener à bien ce travail. Soit et calme sont les seules vertus exigées !...

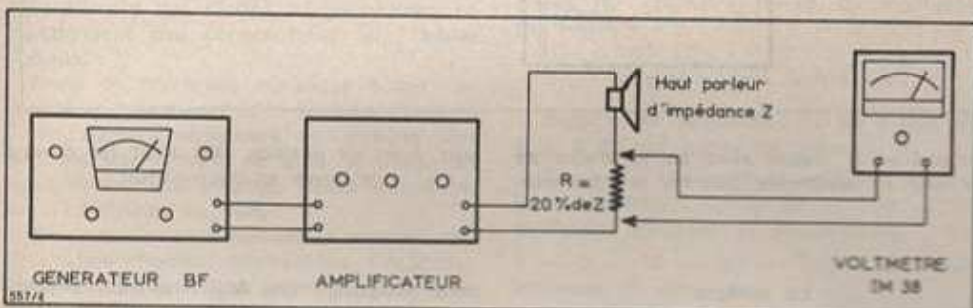


Fig. 4. — Recherche de la fréquence de résonance d'un haut-parleur.

La formule de construction Heathkit a d'ailleurs souvent été évoquée dans ce journal.

Comme dans beaucoup d'appareils de cette firme le changement de tension 110-220 V n'est pas obtenu par un répartiteur mais par la soudure en série ou en parallèle des deux enroulements primaires du transformateur d'alimentation. De plus l'accès à ce transformateur n'est pas possible sans un démontage partiel du châssis... Il faudra donc au cours de l'assemblage du voltmètre choisir un câblage correspondant à la tension secteur sous laquelle sera alimenté le plus souvent l'appareil, quitte à utiliser un petit autotransformateur 110-220 V dans les autres cas.

Mise en service et réglages

Ces opérations sont évidemment décrites dans le manuel de l'appareil.

Elles se résument ainsi :

1. — Revoir le câblage...
2. — Brancher le voltmètre sur le secteur après s'être assuré que le câblage de

l'alimentation correspond bien à la tension du secteur.

3. — Mettre en marche et laisser le commutateur sur le calibre 300 V.

4. — Laisser chauffer pendant au moins un quart d'heure.

La suite concerne l'étalonnage. Il peut être effectué simplement à partir du secteur utilisé comme référence ou mieux par comparaison avec un autre voltmètre alternatif de précision supérieure à celle de l'IM-38.

La méthode à partir du secteur décrite ci-après est la moins précise mais présente l'avantage de ne nécessiter aucun autre instrument de mesure que le voltmètre lui-même :

6. — Veiller à ce que la prise de terre au bout du cordon d'alimentation ne soit pas branchée.

7. — Mettre le condensateur de compensation C2 à mi-course.

8. — Brancher les cordons de mesure au voltmètre puis sur le secteur.

9. — Ajuster le potentiomètre de tarage R18, au dos de l'appareil, pour que la tension lue corresponde à la tension du secteur.

Le voltmètre amplificateur IM-38 est prêt à l'emploi.

Précision des mesures

La précision des mesures est de $\pm 5\%$ de la déviation totale, dit la notice. Pour réduire les erreurs il faudra donc choisir la gamme qui donnera la plus grande déviation de l'aiguille.

Il est également spécifié que la réponse en fréquence est de 10 Hz à 500 kHz à ± 1 dB.

Deux tensions BF de fréquences situées dans cette plage ne pourront donc pas être comparées avec une précision supérieure à ± 1 dB. Cet écart ne devra pas être négligé notamment dans le relevé d'une courbe de réponse d'un amplificateur.

Il faut également noter que les échelles du voltmètre correspondent à des tensions efficaces et *sinusoïdales*. Pourtant, les essais devront être réalisés avec des tensions sinusoïdales pures délivrées par exemple par un générateur BF.

La très haute impédance d'entrée du voltmètre IM-38 permet de brancher celui-ci sur

la plupart des circuits BF à lampes ou à transistors sans en perturber le fonctionnement. L'observation est ainsi valable. Cependant cet avantage a un revers : la haute sensibilité aux ronflements par champs électriques ou magnétiques. Le seul passage de la main près de la borne d'entrée du voltmètre en position 10 mV fait bondir l'aiguille en bout de course, au risque de la tordre ! En effet, si le galvanomètre est protégé contre les surtensions il ne l'est guère contre les déviations trop brusques qui jettent brutalement l'aiguille contre la butée de fin de course.

La présence de ces champs parasites en provenance des lignes du secteur, des transformateurs, du corps humain, etc., peut fausser complètement les mesures. Il faudra donc s'assurer qu'en l'absence de signal l'aiguille ne dévie pas. Une bonne précaution sera d'utiliser un cordon blindé.

Les mesures

Les mesures réalisables avec un tel voltmètre sont aussi nombreuses que variées : gain et puissance d'un amplificateur, ronflement d'une alimentation, courbe de réponse, impédance, fréquence de coupure d'un filtre, etc.

Cet appareil convient également au dépannage : tout simplement en permettant de comparer les tensions BF en présence dans un amplificateur avec les tensions BF qui devraient s'y trouver d'après la notice technique.

Les numéros 1201 du 6 mars 1969 et 1300 du 18 mars 1971 du *Haut-Parleur* traitent de la métrologie BF.

Le problème de la mesure de la puissance est également exposé dans le numéro 1248 du 19 février 70 et suivant de *HIFI Stéréo*.

Pour terminer, voici comme exemple la mesure de détermination de la fréquence de résonance d'un haut-parleur placé ou non dans une enceinte acoustique.

Le banc d'essai de la figure 4 sert à cet effet.

L'amplificateur est supposé moderne, c'est-à-dire qu'une violente contre-réaction en tension y stabilise la tension de sortie quand la tension d'entrée ne varie pas. La résistance R a une valeur d'environ 20 % de la valeur de l'impédance nominale du haut-parleur. Les dispositifs correcteurs de tonalité sont mis en position neutre. La tension de sortie du générateur BF est maintenue constante et la fréquence variable entre 20 Hz et 200 Hz. La tension relevée aux bornes de R change avec la fréquence et accuse un brusque accroissement quand la fréquence du générateur correspond à la fréquence de résonance du haut-parleur.

L'utilité du voltmètre amplificateur pour courant alternatif n'est plus à démontrer. L'étude d'un amplificateur BF ne se conçoit pas sans son aide.

Il trouve sa place au laboratoire parmi les appareils de base, non loin du contrôleur universel !

F. A.