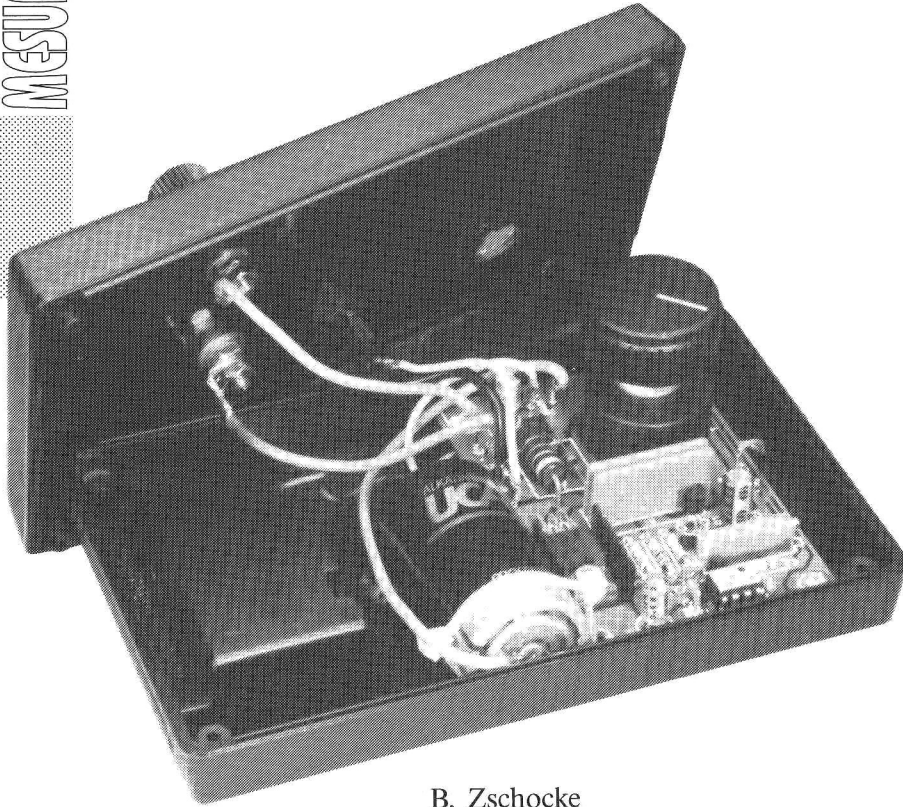


module milli- Ω -mètre pour multimètre

mesure de résistances avec une résolution de $100 \mu\Omega$



B. Zschocke

Le prix de bon nombre de multimètres numériques est devenu aujourd'hui si abordable qu'on les trouve, non seulement dans tous les laboratoires d'électronique professionnelle mais aussi sur la majorité des tables d'expérimentation des amateurs en la matière. La miniaturisation de l'électronique s'est de plus traduite par une multiplication des fonctions proposées, qui vont de la mesure de grandeurs «classiques» telles que courants, tensions et résistances, à celle de caractéristiques plus «exotiques» telles que capacités et fréquences. Et pourtant ce n'est pas sans raison qu'il existe une loi dite de Murphy qui dit, excusez la traduction quelque peu libre, «on a toujours tout à sa disposition sauf bien évidemment ce dont on a besoin à cet instant précis pour une application donnée».

Caractéristiques techniques :

- Peut être utilisé avec n'importe quel multimètre «de poing» standard ayant un calibre de 200 mV en courant continu
- Calibres de mesure : 0,2, 2 et 20 Ω
- Résolution : 0,1, 1, 10 m Ω
- Erreur de mesure : 0,1, 0,2, 0,5% (en fonction de la tolérance du multimètre)
- Technique de mesure : à 4 points.

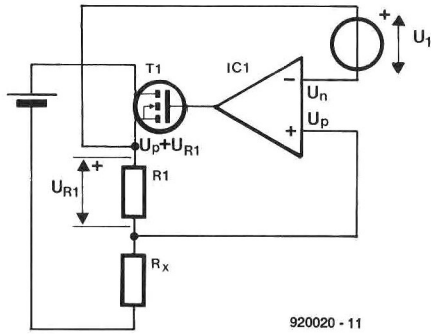


Figure 1. Le synoptique du module milli- Ω -mètre comporte principalement une source de courant constant réglée pouvant envoyer dans la résistance à mesurer un courant allant jusqu'à 1 A.

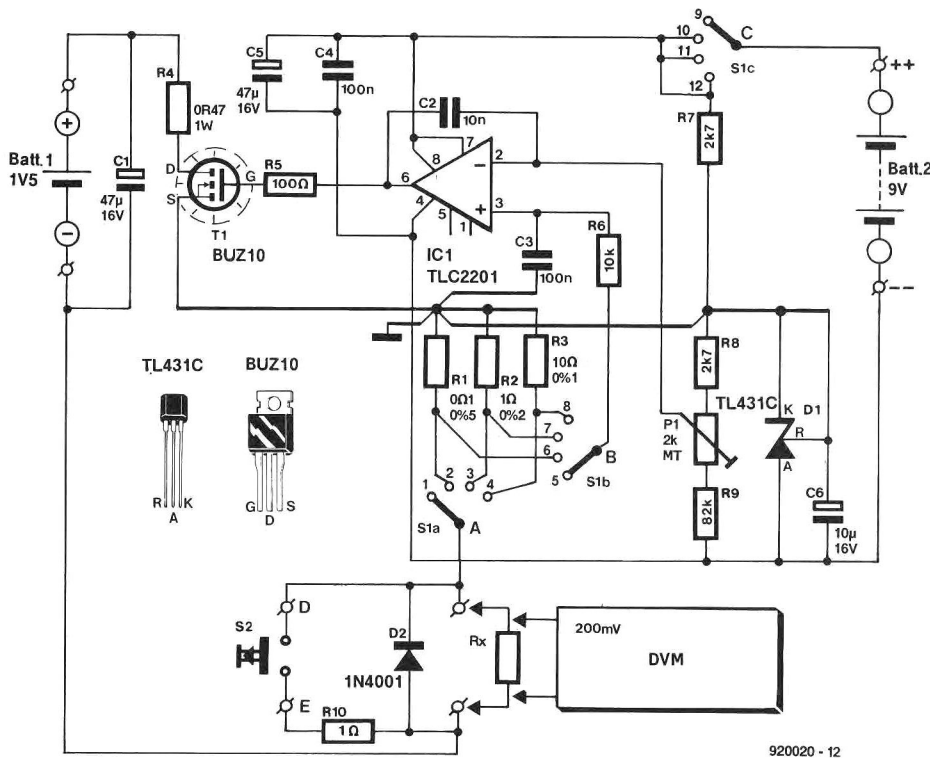


Figure 2. Comparée au synoptique de la figure précédente, l'électronique complète du module adaptateur s'est vue ajouter une source de tension de référence et un circuit de commutation de calibre.

Liste des composants

Résistances :

- R1 = 0Ω 0,5%
- R2 = 1Ω 0,2%
- R3 = 10Ω 0,1%
- R4 = 0Ω 47 1W
- R5 = 100Ω
- R6 = $10\text{ k}\Omega$
- R7, R8 = $2\text{ k}\Omega$
- R9 = $82\text{ k}\Omega$
- R10 = 1Ω
- P1 = $2\text{ k}\Omega$ ajustable multitour horizontal

Condensateurs :

- C1, C5 = $47\mu\text{F}/16\text{ V}$ radial
- C2 = 10 nF
- C3, C4 = 100 nF
- C6 = $10\mu\text{F}/16\text{ V}$ radial

Semi-conducteurs :

- D1 = TL431C (Texas Instruments)
- D2 = 1N4001
- T1 = BUZ10 (Siemens, Telefunken)
- IC1 = TLC2201 (Texas Instruments)

Divers :

- Batt.1 = pile 1,5 V, «BABY» (R14) avec son support
- Batt.2 = pile 9 V (6F22) avec son connecteur à pression
- S1 = commutateur rotatif, 3 circuits/4 positions
- S2 = bouton-poussoir à contact travail
- 1 embase universelle rouge
- 1 embase universelle noire
- 1 radiateur pour T1 (tel que Fischer FK231)
- coffret 145 x 90 x 30 mm, tel que PAC-TEC HP9VB par exemple

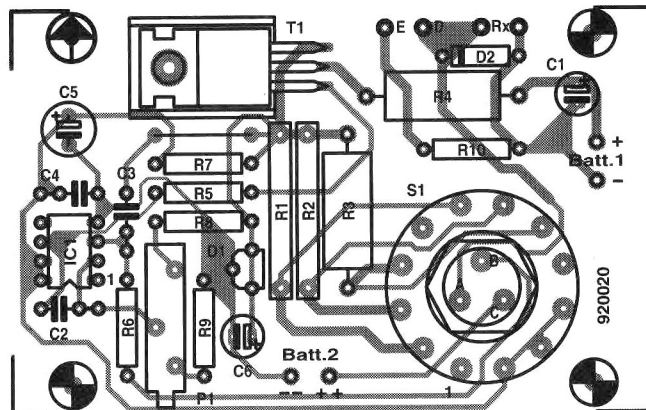


Figure 3. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine dessinée à l'intention de cette réalisation. Comme il s'agit d'un simple face, il est relativement aisé de le fabriquer soi-même à l'aide du dessin «en miroir» représenté dans les pages «service».

Réalisation et étalonnage

Nos spécialistes du dessin de circuits imprimés vous proposent, comme à l'accoutumée, le dessin d'une platine simple face dont la **figure 3** représente la sérigraphie de l'implantation des composants.

La mise en place des composants ne devrait pas poser de problème. Il est recommandé, de par l'importance des courants de mesure mis en jeu, d'utiliser du fil de câblage souple d'une section suffisante, 0,75 mm² au minimum, et d'éviter l'utilisation de picots et autres dispositifs de connexion de ce genre. On soudera, de préférence, les câbles directement aux points prévus sur la platine, aux douilles banane et aux contacts du porte-pile. Les bornes auxquelles sera connectée R_x pourront prendre la forme de douilles banane à trous ce qui facilitera la connexion en parallèle des sondes de mesure du multimètre.

Pour la procédure d'étalonnage on positionnera le **module adaptateur** sur son calibre le plus élevé (résistance de référence R3, sélecteur S1a en position 4) et l'on court-circuite les bornes de mesure. On branche ensuite un multimètre placé en calibre 200 mV directement aux connexions de la résistance de référence R3 et on agit sur l'ajustable P1 jusqu'à ce que l'instrument indique très exactement 100 mV.

Il est recommandé de procéder à un réétalonnage occasionnel de P1. Il est possible en principe d'effectuer l'étalonnage du **module adaptateur** sur l'un des 2 autres calibres; l'étalonnage sur le calibre 20 Ω est cependant le plus précis puisque la résistance de mesure utilisée pour ce calibre présente, avec ses 0,1%, la tolérance la plus faible. On utilisera, pour procéder à l'étalonnage, des piles neuves.

Quelques remarques en vrac. Le BUZ10 entre en conduction pour des tensions grille/source de 2,1 à 4 V. Pour avoir un courant de drain de 1 A il faut une tension grille/source de 4,5 V au maximum. Ceci implique donc une tension minimale de 7 V pour Batt.2.

La tension minimale théorique pour Batt.1 répond à la formule suivante :

$$I_{\max} \cdot (R_4 + R_1 + R_{\max}) = 1 \cdot (0,47 + 0,1 + 0,2) = 0,77 \text{ V.}$$

En pratique, Batt1 doit pouvoir fournir, compte tenu de la chute de tension aux bornes de T1 (U_{DS}), des pertes dues aux câbles et autres pistes, 1 V au minimum.

Si l'on envisage d'utiliser des câbles de connexion d'une certaine longueur, pour ne pas dire d'une longueur certaine, entre le **module adaptateur** et la résistance à mesurer, ou que l'on ait à faire face à des résistances de transfert importantes, on aura intérêt à diminuer la valeur de R4 pour la faire passer, par exemple, à 0Ω22.

Mode d'emploi

Pour déterminer la valeur d'une résistance inconnue on connecte **et** la résistance X **et** le multimètre aux douilles du **module adaptateur**. Il faut ensuite procéder à une conversion de la valeur de tension affichée par l'instrument selon les indications données dans le tableau 1 donné ci-contre :

La mesure d'inductances demande une certaine prudence. Sachant que la disparition du courant de mesure lors de la déconnexion d'une bobine des bornes de l'adaptateur peut se traduire par la naissance d'une tension de self-induction importante, on respectera le cheminement suivant : on commencera par connecter la self inconnue aux douilles du **module adaptateur** avant d'y brancher le multimètre. On applique ensuite le courant de mesure par action sur S1.

Une fois la mesure terminée, on respecte l'ordre inverse, à savoir mise hors-fonction du **module adaptateur**, déconnexion du multimètre suivie de celle de la bobine.

Dans le cas d'inductances importantes telles que transformateurs de puissance il faudra prendre la précaution, une fois la mesure terminée, de commencer par court-circuiter l'enroulement avant de le déconnecter du **module adaptateur** tout en le maintenant court-circuité. Si l'on se trouve en présence d'une résistance purement ohmique il n'est pas nécessaire de respecter un ordre d'opérations de branchement ou de débranchement quelconque.

Tableau 1.

Calibre (adaptateur)	Affichage (instrument)	Résistance (R _x)	Conversion
0,2 Ω	200 mV	200 mΩ	Affichage · 1 mΩ/mV
2,0 Ω	200 mV	2 Ω	Affichage · 0,01 Ω/mV
20,0 Ω	200 mV	20 Ω	Affichage · 0,1 Ω/mV

Remarque :

J'ai acquis cet appareil à une époque où je devais réaliser des shunts de précision pour ampèremètres, c'était donc la gamme 200 milliOhm qui m'intéressait et j'ai eu une grosse déconvenue.

Avec une pile de 1.5V alcaline type D neuve, sur la gamme 200 milliOhm, la mesure d'un shunt de 0.22 Ohm par ex. n'est pas stable, la tension de la pile chute à 1.3V. Il faut utiliser une alim stabilisée extérieure qui puisse débiter 1Adc, pour que la mesure soit correcte.