

# ADAPTATEURS DU TFX3:

## capacimètre inductancemètre multimètre



(2<sup>e</sup> partie)

(Suite voir n° 1670)

— II —

### Réalisation

Conçu pour être utilisé avec le TFX3, notre ensemble d'adaptateurs est mécaniquement étudié pour une installation aisée. Nous avons donc dessiné un coffret de même surface horizontale, un peu moins haut que le TFX3. Ce dernier se pose sur le bloc, ses pieds s'encastrant dans le couvercle pour une bonne rigidité.

Si pour des raisons personnelles, cette disposition ne vous convenait pas, vous auriez alors à reconcevoir un habillage adapté à vos besoins. A noter que le multimètre peut sembler inutile à certains possédant déjà un appareil de ce type. Cependant, le montage décrit permet de passer à 10 000 points et par conséquent est intéressant même dans ce cas. Penser aussi aux mesures des tensions efficaces vraies. A notre avis, il serait dommage de se priver de ce complément.

Nous allons d'abord passer en revue les travaux pénibles : à savoir la fabrication du boîtier et des circuits imprimés.

#### 1. Préparation mécanique

##### a) Le boîtier. Voir fig. 9

A découper dans de l'aluminium de 10/10. Percer tous les trous. Plier.

Le couvercle, figure 10 est également en aluminium de 10/10. Ces blindages sont fixés sur le fond du coffret à l'aide de vis à tôle de 2 mm, têtes à l'extérieur. Noter le petit élément de blindage de 30 X 15 mm sur le blindage du multimètre. Il est fixé par un boulon de 2 mm et passe entre le commutateur de gammes et la sortie BNC.

La figure 9 indique les positions des CI dans le coffret. Notons que dans les figures 14 et 19 les trois CI sont dessinés à l'écartement exact qu'ils doivent occuper dans le coffret. La figure 11 montre que les trous des entretoises avant de ces CI doivent être percés à 10 mm de la paroi avant.

Peindre le coffret comme celui du TFX3.

##### b) Décor de face avant. Voir fig. 13

A réaliser en Scotchcal 8005 de 3M. Ce décor dûment développé et verni est à coller avec tout le soin nécessaire sur la face avant. Découper directement les trous, après collage, à l'aide d'un cutter à lame étroite et pointue (n° 11 de X. Acto). Signaler le boîtier complet et décor de face avant sont disponibles, prêts à l'emploi, chez Selectronic à Lille.

##### c) Les circuits imprimés

Ils sont tous en simple face 15/10. Matériau : Epoxy. On trouvera figure 14 les trois CI principaux, figure 15 le petit CI du commutateur de gammes du multimètre, figure 16, le CI de l'alimentation.

On réalisera les CI par méthode au choix ! Ne pas négliger l'étamage après gravure. Ne pas craindre de vérifier les pistes à l'ohmmètre. Nous avons dernièrement dépanné

plusieurs réalisations dont les propriétaires étaient absolument sûrs des circuits imprimés. Pourtant ces circuits étaient bel et bien coupés !

Percages à 8/10 en général. 10/10 pour les commutateurs à touche, 12/10, pour les résistances ajustables et CV, 25/10 pour les trous d'angles des entretoises.

On se servira des CI pour tracer les trous de fixation sur le fond du coffret. Percer ces trous à 20/10. Les trois CI principaux sont montés sur des entretoises les amenant à 18 mm de haut. Voir figure 11. Attention, l'emplacement des CI est critique, car il faut que les commutateurs à touche apparaissent bien à l'endroit correspondant de la face avant, tant horizontalement que verticalement. Souder les entretoises. La fixation sur le boîtier peut se faire, soit avec de petites vis parker de 2 mm, forcées dans les entretoises, soit en taraudant les entretoises à 2 mm et en utilisant des vis à métaux.

Poser immédiatement les

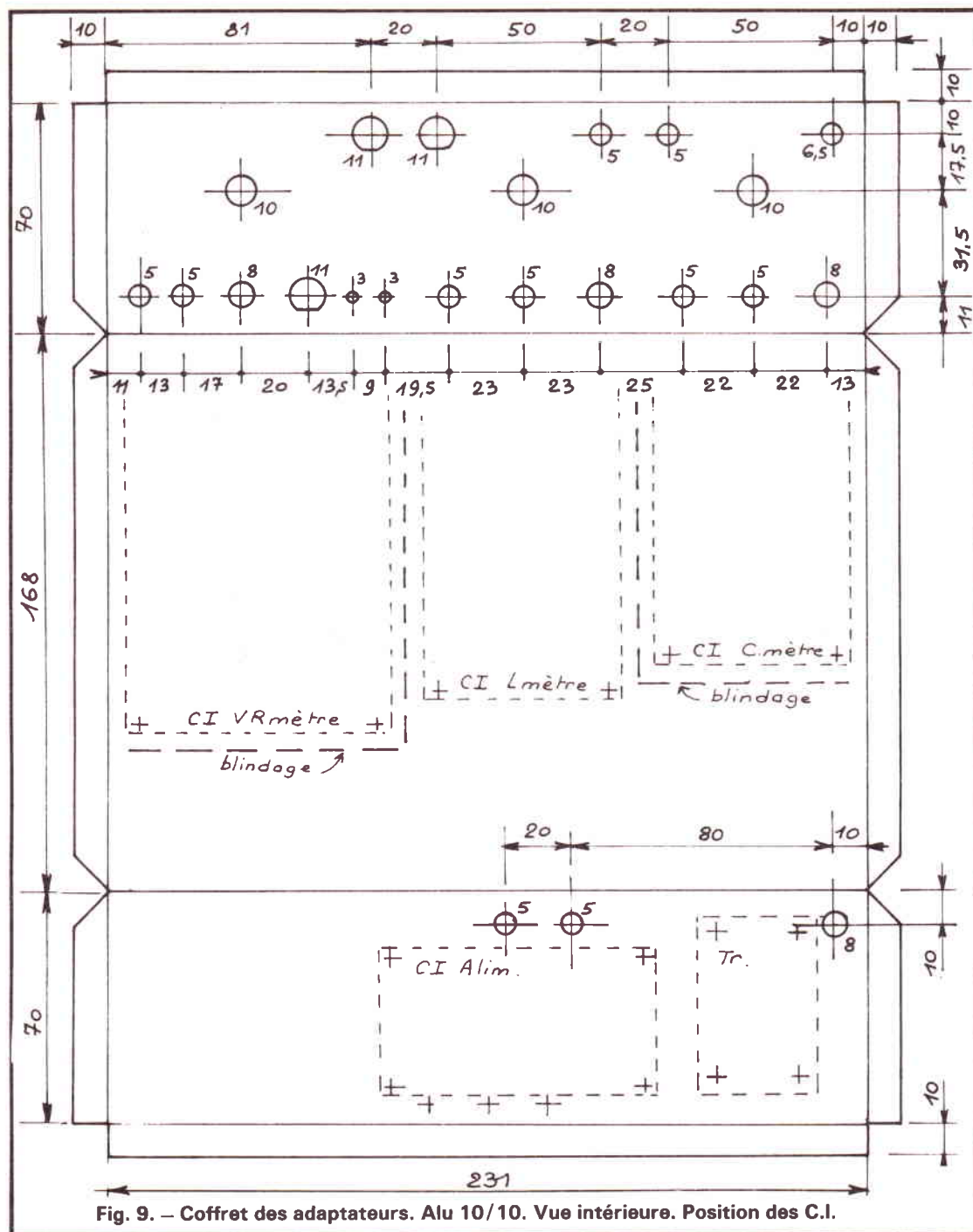


Fig. 9. - Coffret des adaptateurs. Alu 10/10. Vue intérieure. Position des C.I.

Résistances 5 %, 1/4 W

- 2 10 kΩ
- 1 47 kΩ
- 1 100 kΩ
- 1 180 kΩ

Résistances 1 % 1/4 W

- 1 909 Ω
- 1 909 kΩ

Condensateurs

- 1 4,7 nF MKH
- 1 22 nF MKH
- 1 0,1 μF MKH
- 1 2,2 μF MKH
- 1 47 pF styroflex
- 1 470 pF styroflex
- 1 6/60 pF RTC
- 3 10 nF cér.
- 2 0,12 μF cér.
- 2 470 pF cér.

Divers

- 1 bouton Elcey Ø 23 mm gris : cabochon noir + index cache-écrou
- 3 douilles bananes de 2 mm + fiches
- 1 circuit imprimé spécial
- 3 supports DIL 8 broches
- 1 support DIL 14 broches

#### b) Inductancemètre

- 2 BF173
- 1 BC559C
- 1 74LS90
- 2 1N4148

Résistance 5 % 1/4 W

- 1 33 Ω
- 1 470 Ω
- 1 560 Ω
- 2 680 Ω
- 1 1 000 Ω
- 1 2 200 Ω
- 2 4 700 Ω
- 2 10 kΩ
- 2 22 kΩ
- 1 33 kΩ
- 1 100 kΩ
- 1 129 kΩ

Condensateurs

- 1 4,7 nF MKH
- 1 0,15 μF MKH
- 1 10 nF 0,5 %
- 1 10 pF cér.
- 1 22 pF cér.
- 3 0,12 μF cér.
- 3 4,7 μF 25 V ch.
- 1 47 μF 25 V ch.

Divers

- 1 cellule TJM 2RT + bouton rond gris
- 1 CV miniature 500 pF
- 1 BNC UG 625/U
- 3 douilles bananes de 2 mm + fiches
- 1 bouton rond Elcey Ø 23 mm gris + cabochon noir + index mince

commutateurs à touche. Petite difficulté, les cellules se fixent sous les CI, côté cuivre et les soudures sont difficiles d'accès. Il est indispensable de choisir un fer à panne fine et assez longue. Ne faire d'abord que deux points de soudure sur des picots extrêmes. Présenter le CI et vérifier la position correcte. Retoucher si besoin est. La bonne position trouvée, faire toutes les autres soudures.

NB. Sur le CI inductancemètre, souder avant la cellule, le picot masse de L<sub>2</sub>. Voir photo D et figure 19.

Le CI d'alimentation est également sur entretoises maintenant un écartement de 10 mm. Ce CI porte 4 picots de 13/10 que l'on soudera tout de suite.

Pour tous les autres CI, nous avons fait des picots à souder avec des morceaux de fils étamés provenant de queues de résistances. Prendre 10 mm environ. Couder 2 mm à angle droit à l'une des extrémités, à souder côté cuivre. Les 8 mm restant traversent l'époxy. Côté composants, faire une petite boucle à la pince ronde. Voir détail

sur les différentes photos des CI terminés. Ces picots économiques facilitent beaucoup le câblage final.

## 2. Liste des composants

### a) Capacimètre

- 3 ICM7555
- 1 74LS86
- 1 cellule TJM 2RT + bouton rond gris.
- 2 ajustables multi-tours, genre T19S, 1 de 220 Ω et 1 de 220 kΩ
- 1 ajustable VA05H de 47 kΩ
- 1 pot. type P<sub>11</sub> de 47 kΩ, loi A

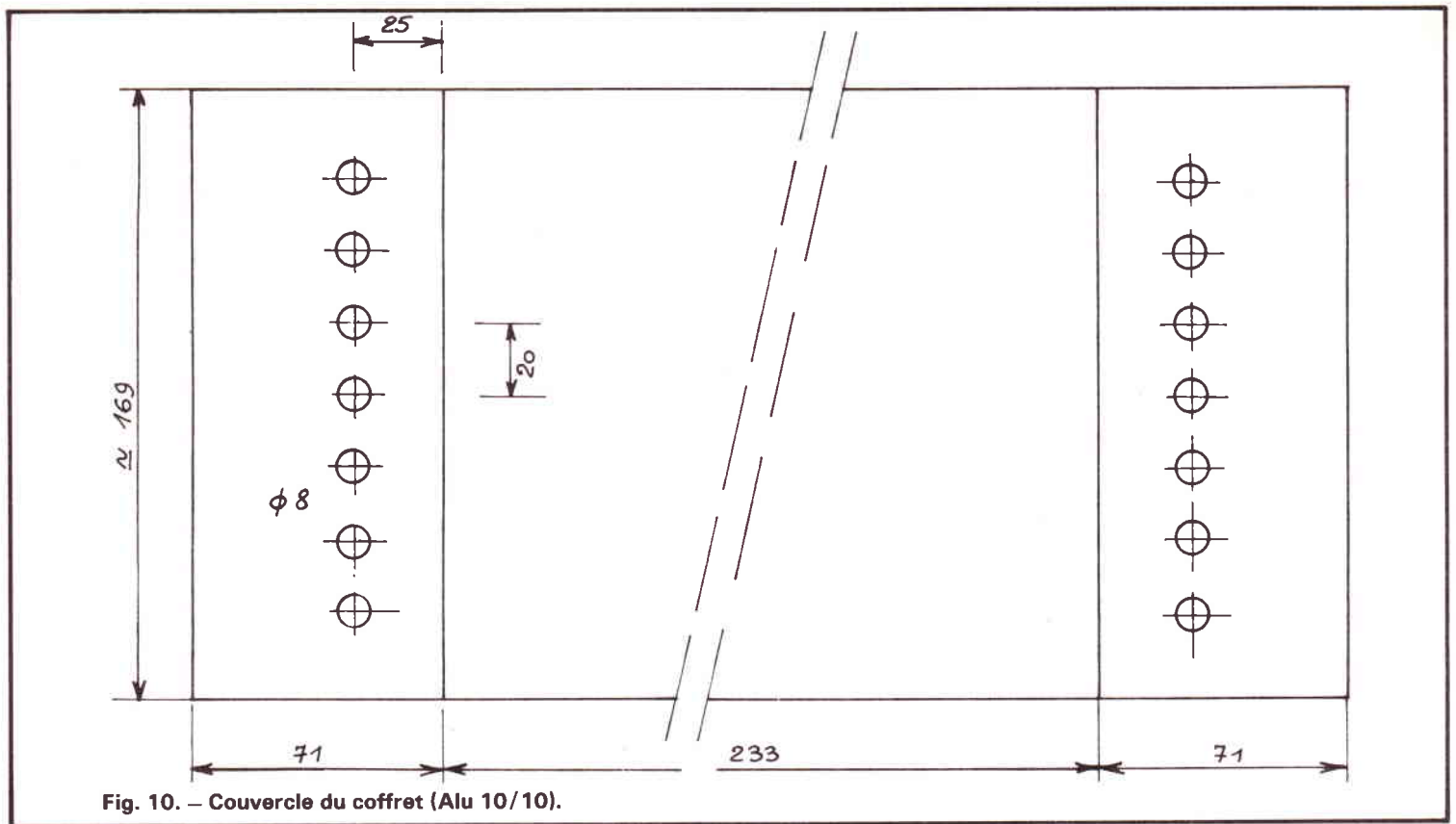


Fig. 10. - Couvercle du coffret (Alu 10/10).

- 1 inductance réglable de 10  $\mu$ H
- 1 circuit imprimé spécial
- 1 support DIL 14 broches

**c) Multimètre**

- 4 LF356 N/A+
- 1 LM308N
- 1 LM231AN ou à défaut LM331AN
- 4 1N3595
- 11 1N4148
- 1 1N4002
- 1 LM334Z

**Résistances 5 % 1/4 W**

- 1 100  $\Omega$
- 1 470  $\Omega$
- 3 1 000  $\Omega$
- 1 2 200  $\Omega$  1 4 700  $\Omega$
- 6 10 k $\Omega$
- 1 100 k $\Omega$
- 1 220 k $\Omega$
- 2 470 k $\Omega$
- 1 M $\Omega$

**Résistances 1 % 1/4 W**

- 1 221  $\Omega$
- 1 1 500  $\Omega$
- 1 1 000  $\Omega$
- 1 2 210  $\Omega$
- 1 6 810  $\Omega$
- 1 10 k $\Omega$
- 1 12,1 k $\Omega$
- 2 13,7 k $\Omega$  appairées à 0,1 % près
- 2 100 k $\Omega$
- 2 1 M $\Omega$

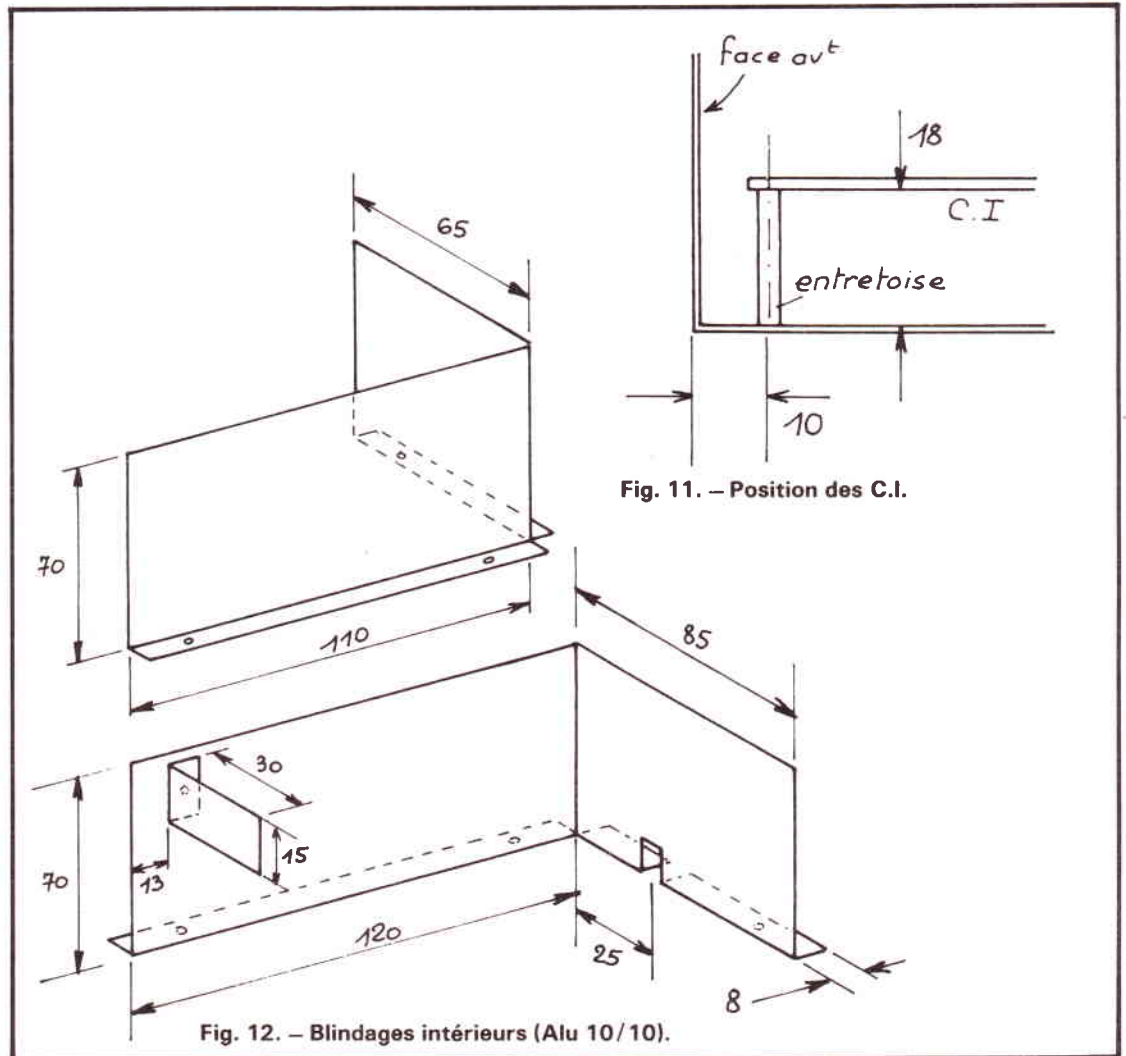


Fig. 11. - Position des C.I.

Fig. 12. - Blindages intérieurs (Alu 10/10).



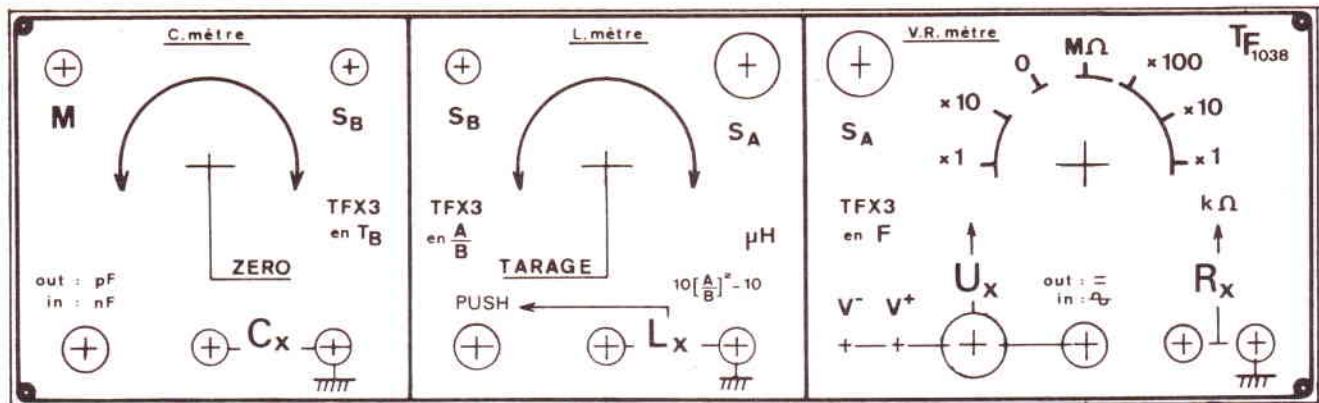


Fig. 13. – Scotchcal.

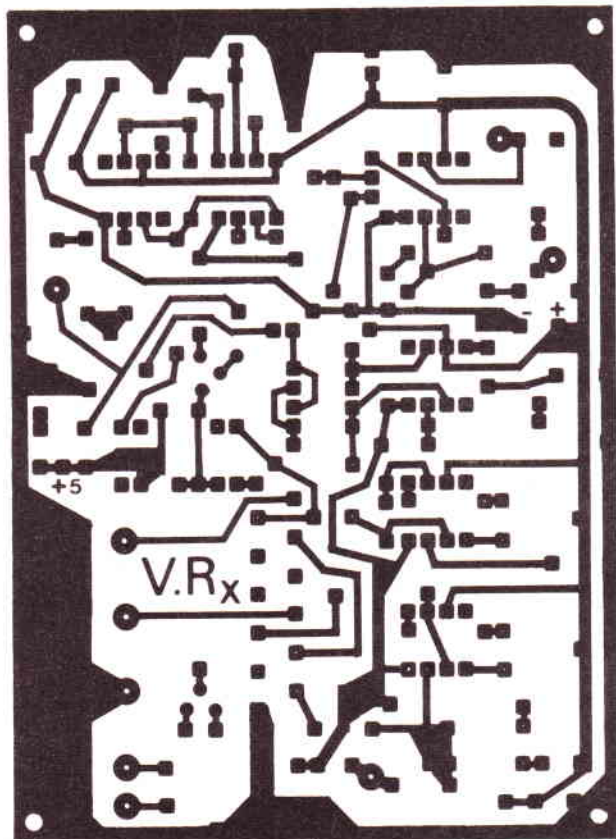


Fig. 14. – Circuits imprimés des trois adaptateurs.

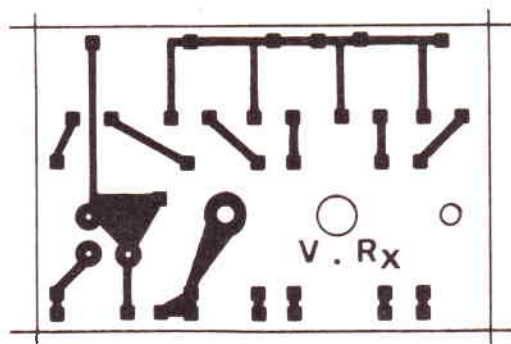
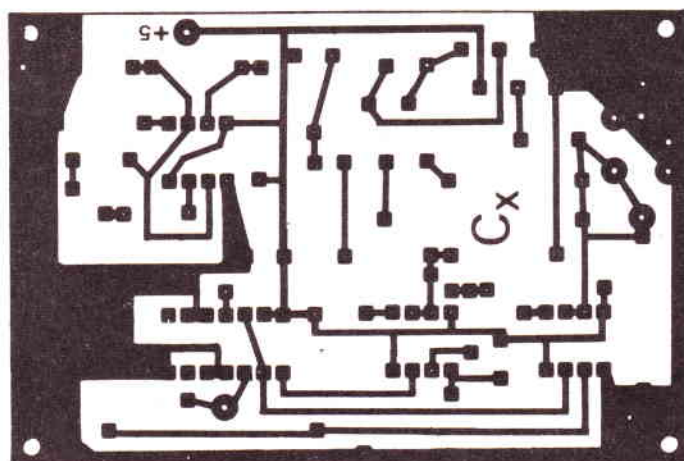
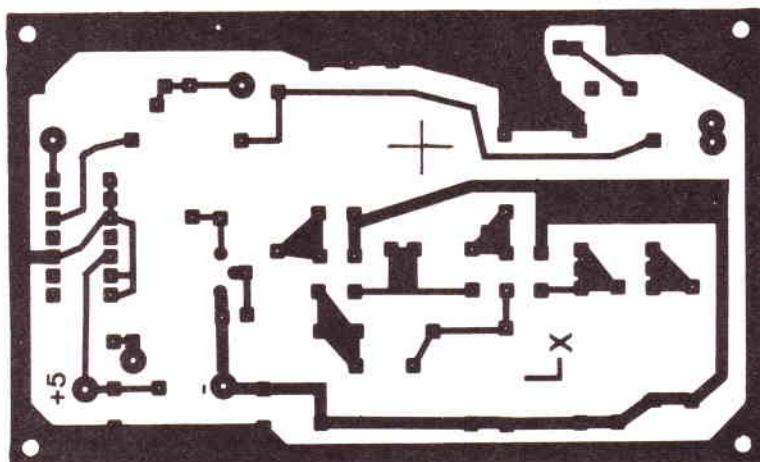


Fig. 15. – C.I. du commutateur de gammes.

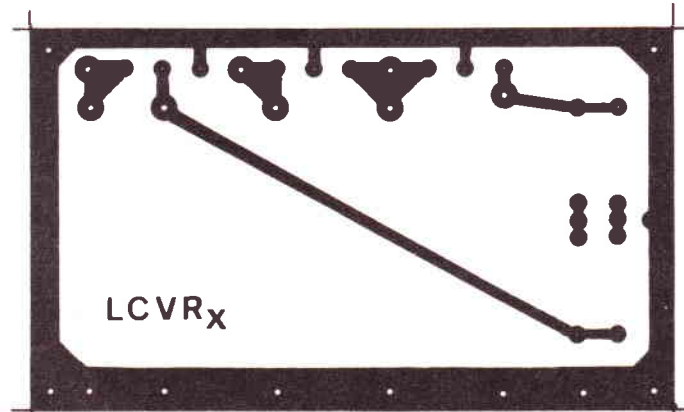


Fig. 16. – C.I. de l'alimentation.

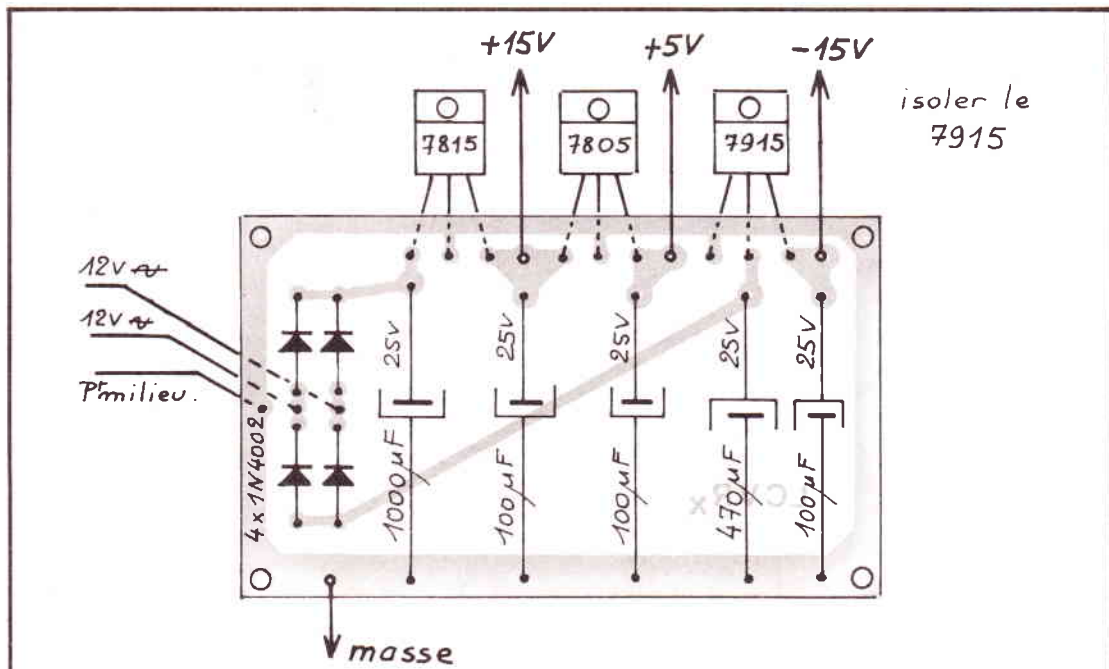


Fig. 17. - Pose des composants de l'alimentation.

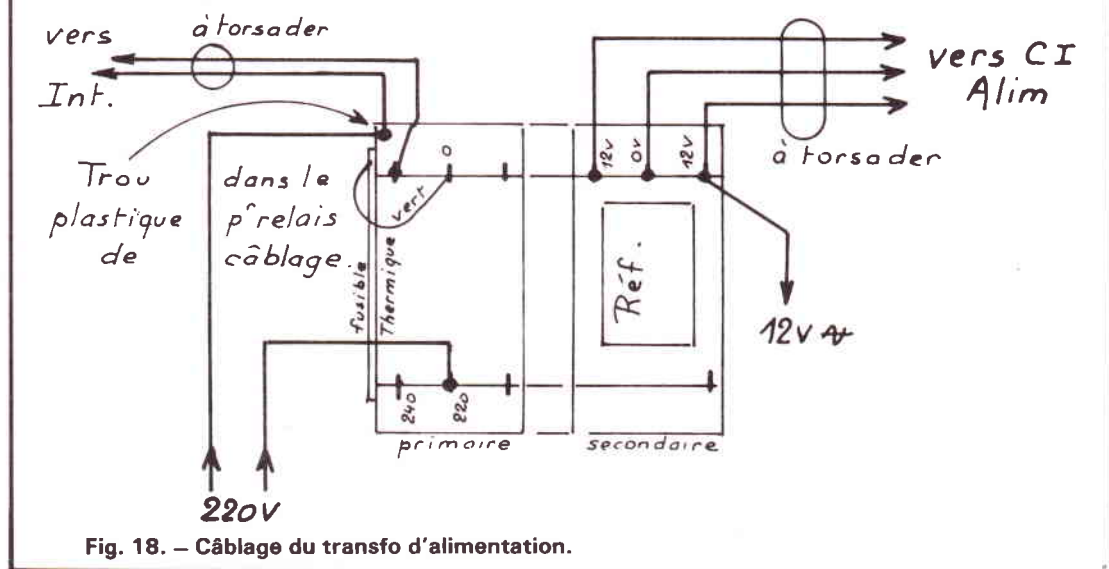


Fig. 18. - Câblage du transfo d'alimentation.

- 1 10 MΩ type VR37 de Co-géco 5 %
- Ajustables. Type VA05H
- 1 47 Ω
- 2 470 Ω
- 1 4,7 kΩ
- 2 22 kΩ
- 2 47 kΩ
- 2 220 kΩ
- Ajustable T19S : 1 de 4 700 Ω
- Condensateurs
- 5 0,12 µF sér. (type 124 k)
- 1 100 pF sér.
- 1 1 nF sér. 500 V
- 1 4,7 nF MKH
- 1 10 nF MKH
- 1 0,22 µF MKH
- 1 ajustable 22 pF vert de RTC
- 1 220 pF styroflex

- Divers
- 1 cellule TJM 4RT + bouton rond gris
- 1 encliquetage AB + 1 gallette 2 fois 9 pos.
- 1 bouton rond Elcey Ø 23 mm gris + cabochon noir + index cache-écrou
- 2 BNC UG 625/U
- 2 douilles bananes de 2 mm + fiches
- 2 LEDs de 3 mm, une rouge, une jaune
- 1 relais REED, CELDUC, 1RT, 5 V
- 2 circuits imprimés spéciaux
- 6 supports DIL 8 broches

**d) Alimentation**

- 1 7815
- 1 7915 + isolement
- 1 7805

- 1 transfo 2 x 12 V spécial
- 1 tumbler C & K type 7101
- 1 cordon secteur
- 1 passe-fil secteur
- 4 1N4002
- 3 100 µF 25 V Ch
- 1 470 µF 25 V Ch
- 1 1 000 µF 25 V Ch
- 2 douilles bananes de 2 mm + fiches

**e) Divers**

- 1 boîtier spécial avec ses blindages intérieurs
- 1 décor de face avant
- 30 vis à tôle de 2 mm
- 4 boulons de 3 mm + écrous
- 2 vis pour fixation du CV, 4 picots de 13/10 et cosses
- 20 cm de câble 50, 30 cm de tube laiton pour entretoises

3 connecteurs BNC mâles  
 Fil de câblage  
 NB. Voir le mois prochain pour l'adaptateur continu/alternatif.

Tous les composants de ces montages sont disponibles chez SELECTRONIC, 11, rue de la Clef, 59800 LILLE.

**3. Montage électrique**

**a) L'alimentation**

Monter les composants sur le CI de l'alimentation. Voir figure 17. Photo A. Les trois régulateurs doivent être soudés au verso, en pliant les fils pour avoir la disposition montrée par la photo B. Ainsi les corps des régulateurs prennent appui sur la tôle de fond, juste en dessous du rebord haut.

Souder les fils d'arrivée du transfo.

Placer le CI dans le coffret. Ne pas oublier les isolants du 7915.

Le transfo spécial se fixe par 4 boulons de 3 mm. La figure 18 donne les connexions à établir. Notons la présence sur ce transfo, d'un fusible thermique assurant la protection. Nous avons percé un trou de 10/10, dans le plastique, dans le coin gauche haut, pour faire un relais de câblage entre le fil secteur et le départ vers l'interrupteur. Ne pas oublier de torsader les fils marqués en figure 18.

Après la vérification d'usage, on pourra changer les trois sorties par des lampes 12 V/0,1 A et mettre sous tension. Mesurer les tensions obtenues qui doivent être très proches des valeurs nominales.

**b) Le capacimètre. Voir figure 19 et photo C.**

Rien de bien difficile. Commencer par poser straps et picots.

Monter les supports de IC. Poser tous les autres composants en suivant la figure. Attention à la qualité et valeur des composants. Depuis que nous avons eu de gros ennuis à cause d'une résistance marquée 33 kΩ et qui n'en faisait que 3, nous me-



urons systématiquement toutes les résistances entrant dans un montage. Il vaut mieux prévenir que guérir. Ceci est particulièrement à recommander pour les petites résistances 1 % marquées au code des couleurs et dont la lecture n'est jamais évidente. Rappelons qu'il s'agit d'un code à 5 bandes. Donnons un exemple : une résistance porte les anneaux de couleur, en partant de l'anneau d'extrémité : marron, noir, noir, jaune, marron, donc chiffres 1, 0, 0, 4, 1. Les trois premiers sont les chiffres les plus significatifs et le quatrième donne le nombre de 0, soit 1 000 000 ou 1 M $\Omega$ . Le cinquième anneau signifie 1 %.

La pose des composants terminée, régler les ajustables à mi-course.

Faire un bon nettoyage à l'acétone ou similaire.

Souder des fils de 25 mm sur les douilles d'entrée C<sub>x</sub>.

Installer le CI dans le coffret. Relier les fils de C<sub>x</sub>. Relier le potentiomètre de 0 P<sub>z</sub>, monté en 2 fils (curseur et extrémité, sens horaire).

Relier le fil S<sub>B</sub> à la borne de sortie S<sub>B</sub>.

Relier le + 5 V et le 12 V alternatif en contournant le blindage.

Vérifier le travail avec le plus grand soin.

Relier au TFX3 : S<sub>B</sub> à l'entrée « e » de l'impulsimètre. (K<sub>i</sub> sorti pour mesure des impulsions positives) gamme « 1 ». Ne pas oublier de relier les masses. Placer l'adaptateur en gamme « nF » et mettre l'ensemble sous tension.

Le TFX3 va probablement afficher un nombre voisin de 0. Régler P<sub>z</sub> au milieu de sa course et régler l'ajustable « 0 nF » pour avoir le 0 à l'affichage.

Attention ne pas oublier que ce 0 ne peut s'obtenir vraiment qu'en appuyant sur la touche RAZ du TFX3,

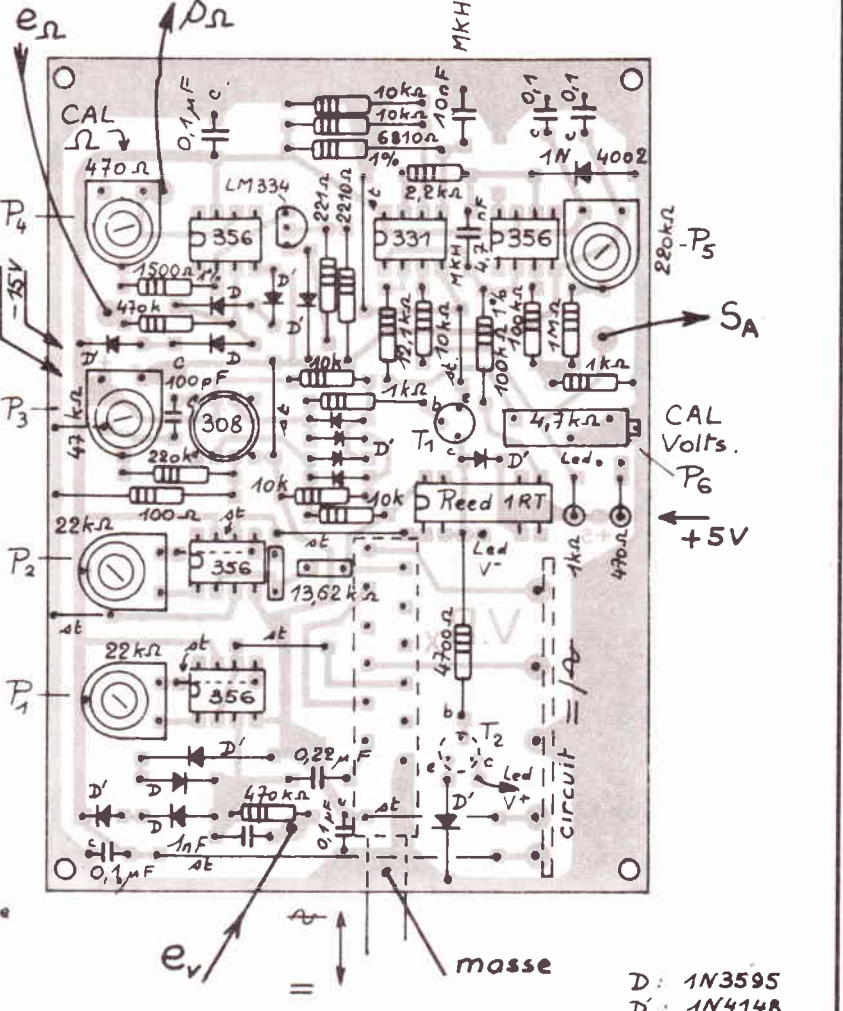
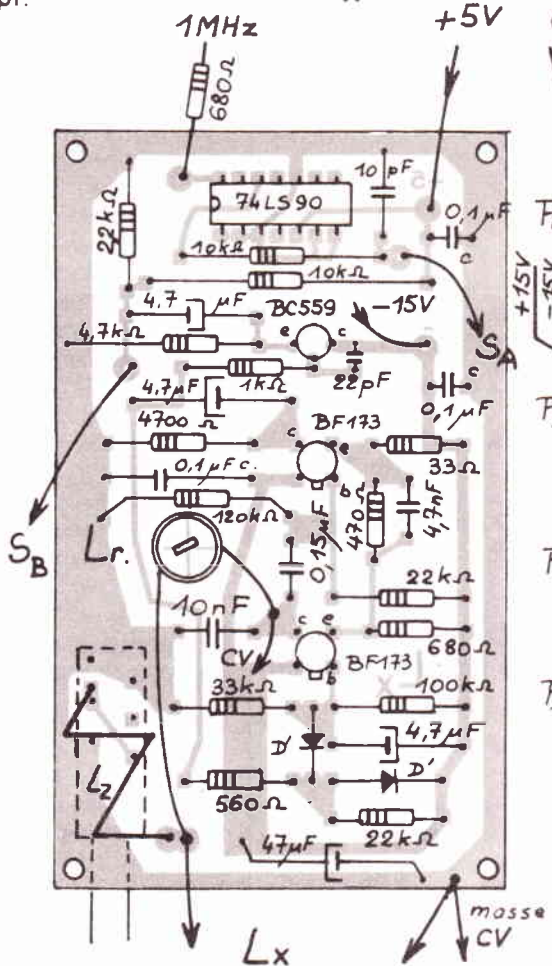
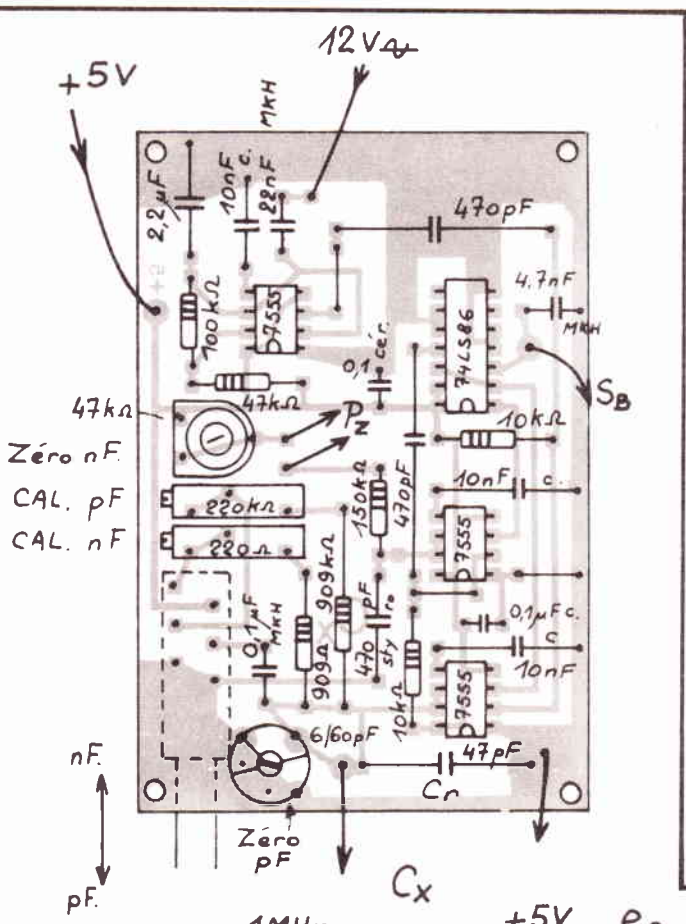


Fig. 19. - Pose des composants des trois adaptateurs-liaisons.

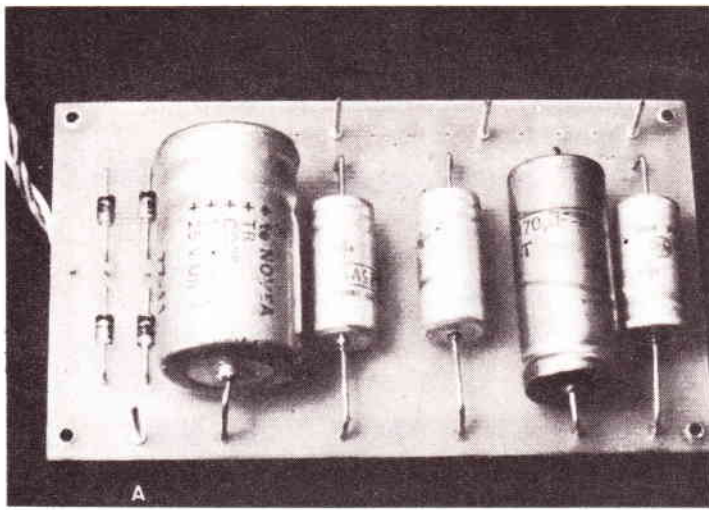


Photo A. — CI de l'alimentation.

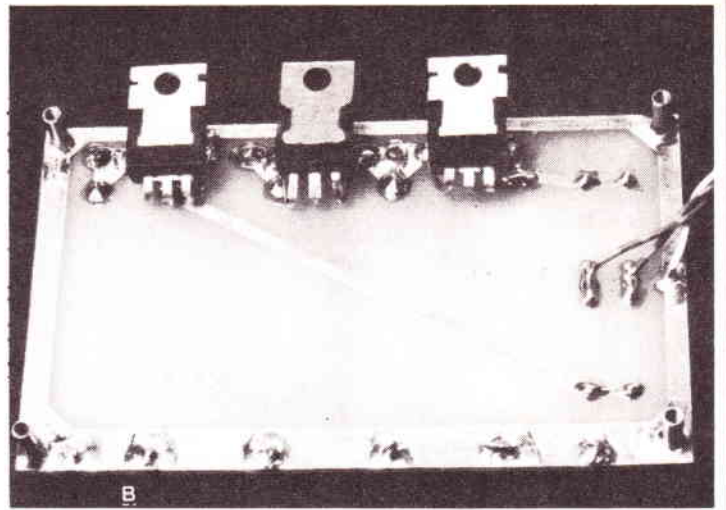


Photo B. — Alimentation. Vue montrant la manière de disposer les régulateurs.

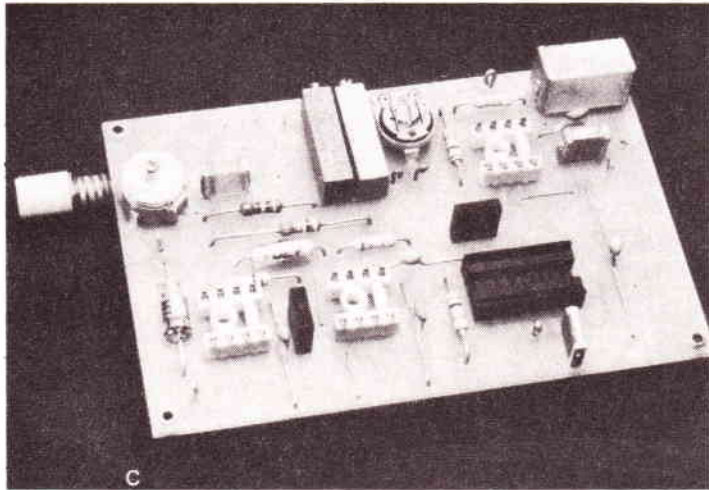


Photo C. — Le CI du capacimètre.

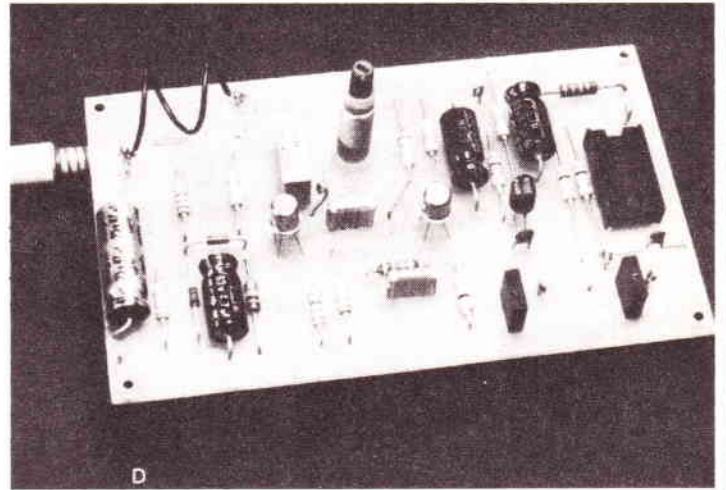


Photo D. — Le CI de l'inductancemètre. Remarquer la self  $L_z$ .

comme nous l'avons expliqué plus avant.

Normalement il doit être possible d'obtenir ce 0 avec  $P_z$  au milieu de sa course. A la rigueur on peut tolérer un certain décalage sans importance pratique. Cependant si le réglage était trop décentré, il faudrait modifier en plus ou en moins, la valeur de la résistance fixe de 150 k $\Omega$ .

Brancher maintenant un condensateur précis, 1 % ou mieux, non chimique, non céramique, mais ou mica, ou plastique, ou polycarbonate... aux bornes  $C_x$ .

Régler l'ajustable « CAL nF » pour afficher la valeur exacte. Ne pas chercher plus de 4 chiffres précis et stables. Vérifier le 0. Reprendre s'il le faut plusieurs fois le processus.

Passer en gamme « pF » avec  $C_x = 0$ .

Ajuster le 6/60 pF « 0 pF » pour avoir le 0 du TFX3 sur cette gamme, sans retoucher à  $P_z$ .

Mesurer le 10 000 pF 0,5 %, de l'inductancemètre et régler l'affichage par l'ajustable « CAL pF ».

Et le capacimètre est terminé.

N.B. : Une meilleure manière de faire le 0.

— En nF : mesurer un condensateur de 1 nF et régler pour afficher 1 nF.

— En pF : mesurer un condensateur de 1,5 pF et régler pour lire 1,5 pF.

Ne pas oublier que l'entrée  $C_x$  est à impédance élevée en gamme « PF ». Il ne faut donc pas relier par des fils trop longs. Au contraire connecter  $C_x$  directement aux bornes. On peut utiliser un fil blindé. Dans ce cas, la capacité parasite du câble peut

être compensée par  $P_z$ , si le fil n'est pas trop long !

Ne pas espérer mesurer les chimiques avec une précision importante. Ce genre de condensateur se comporte souvent plus ou moins bizarrement.

Ne pas s'étonner de trouver des valeurs différentes de la capacité, en changeant de gamme, lors de la mesure des condensateurs céramiques de forte capacité et de faible tension de service. Comme pour les chimiques, la valeur de ces condensateurs varie avec les conditions d'emploi.

### c) L'inductancemètre

Fort simple également ! Voir figure 19 et photo D.

Poser le support de IC et les picots. Il n'y a pas de strap !

Ajuster éventuellement le

trou du mandrin de  $L_R$ . Souder tous les composants passifs et terminer par diodes et transistors.

La self  $L_z$  est destinée à compenser l'inductance propre des fils de liaison à  $L_x$ .

Souder ces deux fils de liaison sur les douilles de 2 mm. Les faire aussi courts que possible : de l'ordre de 25 mm. Il faut présenter le CI dans le boîtier pour cela. Le fil de  $L_z$  sera de même nature que ces liaisons et aura une longueur égale à leur somme. (soit environ 50 mm). Ainsi en faisant le tarage de l'inductancemètre, ces fils seront pris en compte et l'on ne mesurera que l'inductance externe.

Souder  $L_z$ . Placer  $L_R$  et la raccorder à  $L_z$  et au picot central.



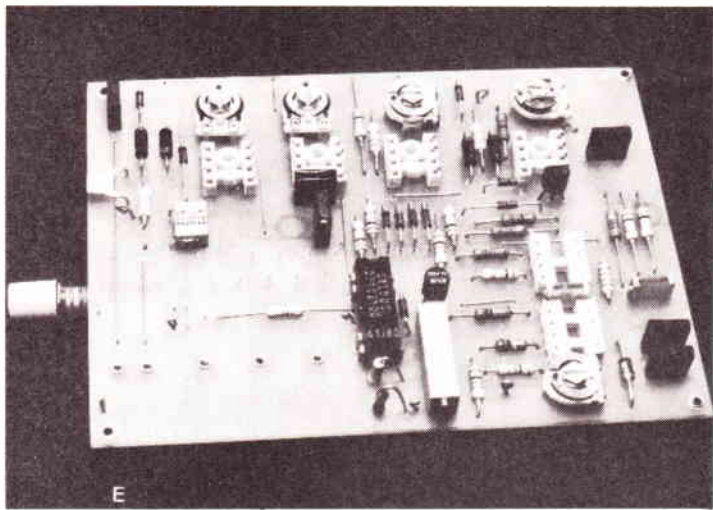


Photo E. — Le CI du multimètre.

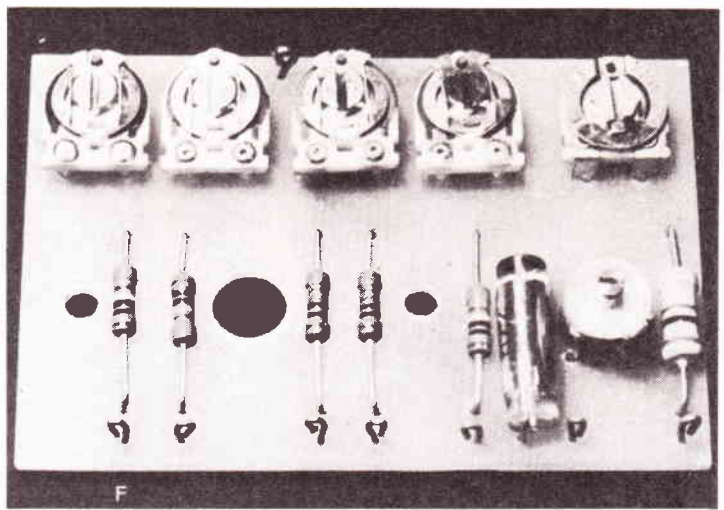


Photo F. — Le CI du commutateur de gammes.

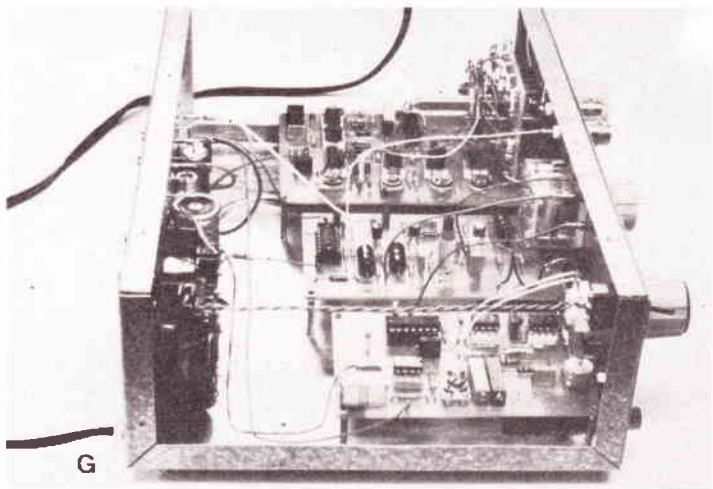


Photo G. — Vue intérieure du coffret. Les blindages ne sont pas installés.

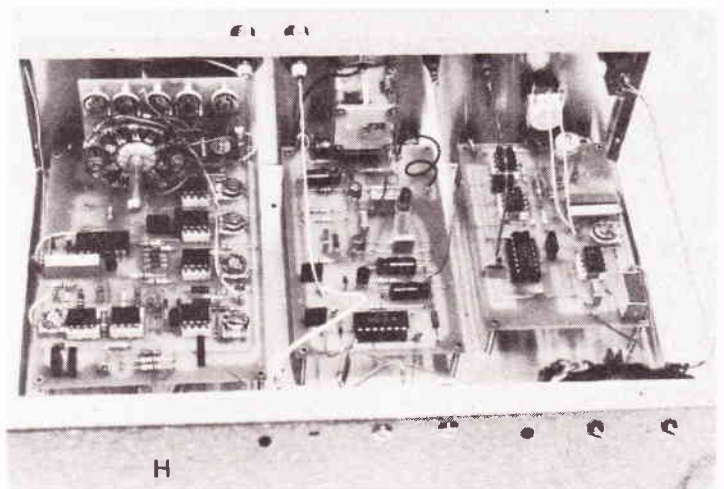


Photo H. — Vue intérieure, vers le panneau avant.

Bien vérifier le travail. Nettoyer le verso.

Monter le CI dans le coffret. Souder les liaisons  $L_x$ .

Monter le CV de 500 pF et le relier au CI.

Relier les sorties  $S_A$  et  $S_B$  à leurs douilles.

Relier au + 5 V, au - 15 V et relier l'entrée de la 74LS90 à la borne arrière par une 680  $\Omega$ . La borne voisine est reliée au picot de masse de l'alimentation.

Relier maintenant au TFX3 :  $S_B$  par un simple fil et  $S_A$  par câble 50  $\Omega$  et connecteurs BNC. Longueur hors tout de cette liaison : 18 cm. Prélever à l'arrière du TFX3, le 1 MHz et la masse pour les amener par fils simples sur les douilles arrières de l'adaptateur.

Mettre sous tension. TFX3 en fréquences, gamme 100. Nous mesurons la fré-

quence de sortie du diviseur par 2 et devons donc lire 500,000 kHz. Passer en  $P_A$  : le TFX3 donne la période du même signal, soit 2,000  $\mu s$ . Passer en  $P_B$ . Cette fois, le TFX3 mesure la période du signal de l'oscillateur variable. Nous devons lire une valeur très proche de 2  $\mu s$ . Amener exactement à 2,000  $\mu s$  par le CV de tarage de l'adaptateur. Retoucher le noyau de  $L_R$  si le besoin s'en fait sentir. Rappelons nous que la valeur idéale de C est de 10132 pF. Si le 10 nF était parfait, il suffirait donc de régler le CV sur 132 pF ! La tolérance de 0,5 % correspondant à  $\pm 50$  pF, vous ne devriez avoir aucune difficulté à être sur 500 kHz ! Il faut tout de même tenir compte des tolérances diverses sur l'ensemble du montage de l'oscillateur.

Les 2,000  $\mu s$  obtenues, passer en A/B, gamme 1000 et lire « 1,000 ». La lecture doit être stable.

#### Étalonnage

Prendre une inductance de 1 000  $\mu H$  aussi précise que possible. (Nous étudions la possibilité de fournir, par Selectronic, des inductances de cet ordre, fabriquées à la demande, mesurées avec précision et livrées avec valeur individuelle). Le tarage à 1,000 étant bon, connecter cette inductance en  $L_2$ . Appuyer sur le poussoir de mesure et lire le résultat affiché ! Pour une inductance de valeur idéalement égale à 1 000  $\mu H$ , vous devriez obtenir 10,050

$$\frac{A}{B} = \sqrt{\frac{L_2 + 10}{10}} = \sqrt{\frac{1\,000 + 10}{10}} = \sqrt{101} \approx 10,050$$

Si l'affichage est inférieur

à la valeur déterminée par ce calcul, en partant de la valeur de la bobine d'étalonnage, dévisser le noyau de  $L_R$  de 1 ou 2 tours.

Refaire le tarage puis la mesure. Procéder par retouches successives jusqu'à afficher la valeur calculée.

Si l'affichage est inférieur à la valeur prévue, visser au contraire le noyau.

#### Usage

Brancher l'inductance inconnue. Vérifier le tarage. Appuyer sur le poussoir et lire le résultat. Appliquer la formule de calcul en utilisant de préférence une calculatrice. Par exemple, nous lisons A/B = 3,247 on a alors :

$$\begin{aligned} L_x &= (3,247)^2 \times 10 - 10 \\ &= 10,543... \times 10 - 10 \\ &= 105,43 - 10 \\ &= 95,43 \mu H. \end{aligned}$$



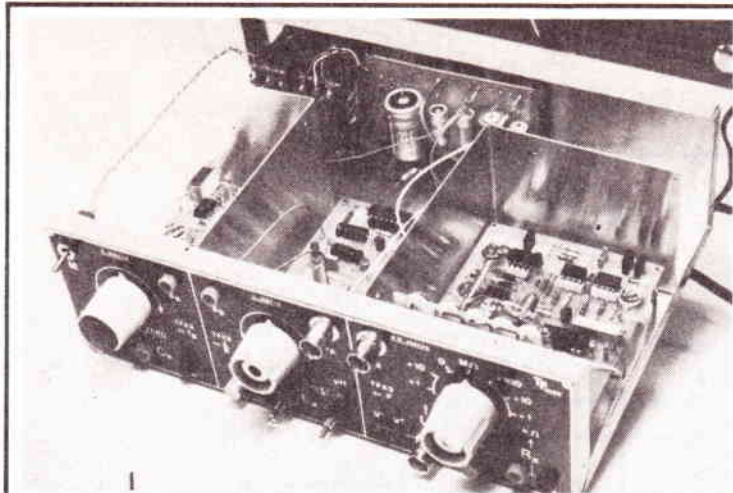


Photo I. – Les blindages sont posés.



Photo J. – C'est terminé. Vous êtes en possession, maintenant, d'un bloc de mesure de classe professionnelle !

N.B. : Le tarage est plus précis en passant sur  $P_B$  et en réglant à  $2,000 \mu s$  exactement.

#### d) Le multimètre

Voir figure 19 et photo E.

Le commutateur à touche alternatif/continu est supposé monté.

Disposer les straps, les picots et les supports de IC.

Pour l'adaptation « alternatif » nous avons soudé des douilles-cage Cambion. Mais ces douilles sont chères et nous pensons qu'il est aussi simple de souder des fils de liaison, analogues aux picots mais laissés droits, sans la boucle. Ces fils serviront à assurer la liaison entre le CI principal et le module, sans qu'il soit nécessaire de rien démonter.

Souder les ajustables. Poser le relais Reed.

Souder les composants

passifs. Enfin les diodes, les transistors et la LM334Z.

Attention, le  $1 nF$  et le  $0,22 \mu F$  d'entrée sont à disposer horizontalement. Voir la photo E. Le transistor  $T_2$  est soudé sous le CI, côté cuivre.

Procéder à une minutieuse vérification. Nettoyer le verso à l'acétone. Y souder les fils  $+15 V$ ,  $-15 V$  et  $+5 V$  assez longs pour rejoindre les picots de l'alimentation, en passant par l'échancrure ménagée dans le blindage.

Monter sur le coffret les éléments de la face avant : les 2 BNC (raccourcir à  $1,5 mm$ , le picot à souder de celle de sortie  $S_A$ ), les deux douilles avec leurs fils de liaisons présoudés. La BNC d'entrée reçoit un fil simple de  $5 cm$  environ. Les deux LED (rouge pour  $V_+$  et jaune pour  $V_-$ ) doivent s'encaster à force dans les trous de

$30/10$ . Eventuellement consolider avec un point d'araldite rapide. Relier entre elles les deux anodes et souder trois fils souples de liaison de  $10$  à  $15 cm$ . Attention, veiller à ce que le fil cathode de  $V_-$  ne s'oppose pas à la pose du CI. L'isoler au besoin. Placer le CI dans le boîtier. Souder les fils : masse de  $R_x$ , commun des LED au picot  $470 \Omega$ ,  $V_+$  près de  $T_2$  et  $V_-$  près du relais.

Relier la sortie  $S_A$  à la BNC par un fil simple logé dans l'angle intérieur du rebord de tôle. Relier les fils de l'alimentation. Placer uniquement les IC : LM331 et son voisin LF356. Relier l'entrée de la  $100 k\Omega/1\%$  à la masse par une connexion provisoire.

Relier au TFX3 en fréquence-mètre, gamme 1, sensibilité au minimum. Entrée A/10 MHz. Mettre sous ten-

sion : l'affichage doit marquer un résultat proche de 0. Au besoin retoucher  $P_5$ .

Déconnecter la  $100 k\Omega$  de la masse et injecter sur l'entrée de cette résistance une tension de  $-10 mV$ . Régler  $P_5$  pour lire 10 points.

Injecter maintenant une tension de  $-5,000 V$  et régler  $P_6$  pour afficher 5 000 points. Revenir plusieurs fois sur ces deux réglages. Il faut pour cela attendre que la période de mise en température soit écoulée, soit 5 à 10 minutes. Laisser sous tension quelque temps pour vérifier que les réglages tiennent à 1 point près pour 1 000.

Monter maintenant les 2 LF 356 d'entrée et le LM308. Les ajustables d'offset sont à mi-course. Le commutateur est en continu (touche sortie).

Remettre sous tension en injectant  $-10 mV$  à l'entrée

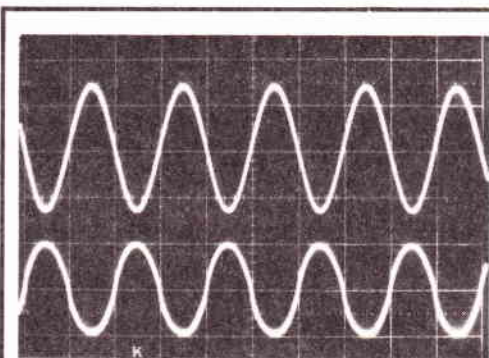


Photo K. – Inductancemètre. En haut, signal aux bornes de  $L_r$  :  $500 kHz$ ,  $50 mV/div$ . En bas, signal de sortie  $S_B$ ,  $1 V/div$ . Noter la forme particulière due à la régulation.

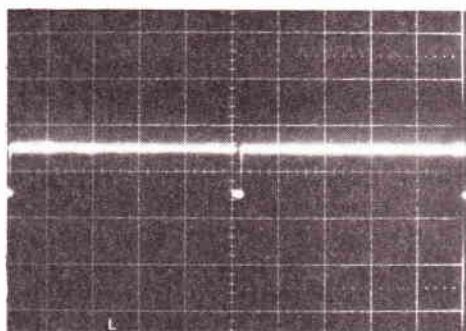


Photo L. – Sortie du multimètre. Affichage de 400 points, donc fréquence de  $400 Hz$ .

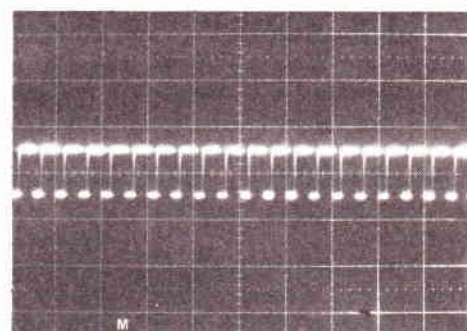


Photo M. – Même signal mais en affichage de 4 000 points. En comparant les deux oscillogrammes, on voit parfaitement que la même impulsion négative se répète dix fois plus souvent ( $0,5 ms/div$ ).

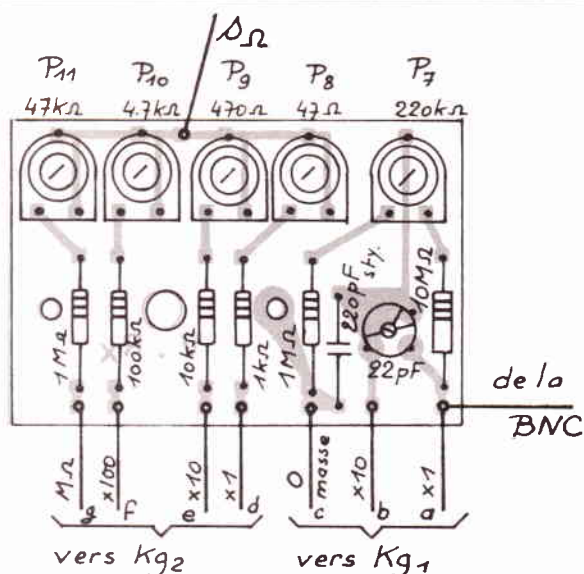
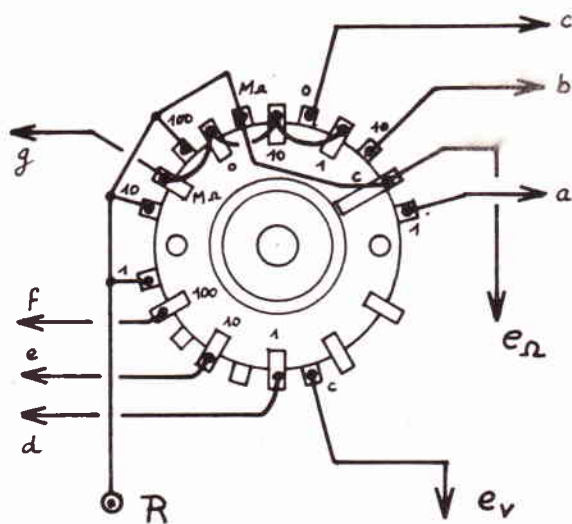


Fig. 20. — Réalisation du commutateur de gammes.



« e<sub>v</sub> » du CI. La LED V<sub>-</sub> s'allume. Retoucher P<sub>1</sub> pour lire 10.

Injecter maintenant + 10 mV. La diode V<sub>+</sub> s'allume. Retoucher P<sub>2</sub> pour lire 10.

N.B. : si les deux LF356 sont corrects, les réglages de P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> doivent se trouver à mi-course. S'il fallait régler soit P<sub>1</sub>, soit P<sub>2</sub> sur un point nettement différent, ne pas hésiter à changer le LF356 associé, car cet ampli OP aurait inévitablement une forte dérive en température. Injecter - 5 V et lire 5 000 points. Injecter + 5 V et lire également 5 000 points. Une inégalité ne pourrait provenir que d'une inégalité des valeurs des résistances appariées de 13,7 kΩ. On pourrait alors shunter la plus forte par une résistance de valeur élevée, pour parfaire la symétrie. Souder cette résistance additionnelle au verso.

Court-circuiter e<sub>v</sub> à la masse. On doit lire 0. Régler P<sub>3</sub> pour avoir juste l'allumage de la diode rouge. Dans ces conditions, il suffit de - 1 mV pour faire basculer le détecteur de 0.

Préparer maintenant le commutateur. Couper l'axe. Garder le sabre. Régler sur 7 positions en partant de la butée et en tournant dans le sens horaire. Placer les tiges filetées, coupées à 40 mm. Il faut mettre, dans l'ordre, des entretoises de 11 mm, puis

le petit CI, puis des entretoises de 10 mm, puis la galette et enfin rondelles et écrous.

Monter au préalable les composants sur le petit CI du commutateur. Voir figure 20. Photo F. Placer 8 pivots de liaison.

Monter maintenant définitivement l'ensemble commutateur et assurer les liaisons entre CI et galette. Cette dernière devant se trouver dans la position destinée figure 20. On fera les liaisons a, b... g.

Rabattre la cosse c (e<sub>v</sub>) inférieure, pour la rendre plus accessible. Etamer. Souder un fil de 4 cm sur le point e<sub>v</sub> du CI principal. Dégager le fil venant de la BNC. Monter le commutateur dans le coffret. Bloquer énergiquement.

Souder le fil e<sub>v</sub> sur « c ». Souder le fil d'entrée BNC sur le picot « a » du petit CI. Souder le fil provenant de la douille R<sub>x</sub>. Relier les points e<sub>Ω</sub> et s<sub>Ω</sub> au CI principal.

Remettre en fonctionnement en gamme x1 du voltmètre continu et vérifier que les performances précédentes sont bien retrouvées. Passer en gamme x10 et régler P<sub>7</sub> pour lire le 1/10 de la valeur gamme x1. Opérer avec une tension de 5,000 V. Passer sur « 0 » et vérifier que le 0 est bon.

Placer enfin le LF356 de l'ohmmètre. Régler P<sub>8</sub> à P<sub>11</sub> à mi-course. Commuter en Ωx1. Mesurer une résistance

de 5 000 Ω et régler P<sub>4</sub> pour lire 5 000. Passer en Ωx10. Mesurer une 50 kΩ et régler P<sub>9</sub> pour lire 5 000. Passer en Ωx100. Mesurer une 500 kΩ et régler P<sub>10</sub> pour lire 5 000. Passer en MΩ. Mesurer une 5 MΩ et régler P<sub>11</sub> pour lire 5 000.

N.B. : Nous ne tenons pas compte de la position de la virgule.

N.B. : Si, lors des réglages, l'une des résistances ajustables venait en butée, il faudrait rattraper avec P<sub>4</sub> et reprendre tout le processus de réglage en agissant cette fois sur P<sub>8</sub> en Ωx1.

Le petit blindage additionnel protège l'entrée voltmètre de l'induction du fil de sortie S<sub>A</sub>. Il ne joue un rôle qu'en alternatif. Le 2/22 pF sera réglé en alternatif.

Nous vous renvoyons au mois prochain pour la description du module alternatif.

Le multimètre ne comporte pas d'indicateur de dépassement. Bien protégé sur ses entrées, il ne les craint pas. Il faut cependant savoir que l'on risque alors de fausses lectures. Pour éviter cela et bien que le montage accepte des mesures jusque 11 000 points environ, on considérera comme fausse, toute mesure supérieure à 10 000 points. Ne pas l'oublier lors de l'utilisation.

Sur ces lignes s'achève la description du bloc des adaptateurs du TFX3. Comme

nous le faisons toujours depuis quelque temps, le prototype a été réalisé en deux exemplaires, pour permettre de juger de la reproductibilité et éventuellement faire les corrections nécessaires. Nous pouvons donc vous garantir la bonne marche des 3 montages et vous promettre le succès total... si vous travaillez soigneusement et en vous tenant de près à la description.

Si vous menez ce travail à bien, vous aurez avec le TFX3 un ensemble de mesure absolument exceptionnel et nous sommes certain que cette fois encore, les réalisateurs ne regretteront pas de nous avoir fait confiance et suivi !

Lorsque vous aurez terminé soyez assez « sympa » pour nous tenir au courant de vos résultats, faire les observations que vous pensez justifiées, signaler les difficultés rencontrées, indiquer les erreurs de la description, s'il y en a, signaler d'éventuelles améliorations. Vous rendrez ainsi service à tous et nous pourrions en faire profiter d'autres !

A l'avance merci et... à vos fers à souder !

N.B. : Il reste encore quelques accessoires du TFX3 à décrire. Cela sera fait dans les prochains numéros de la revue.

F. THOBOIS