



# PRATIQUE

COURS DE BASE  
ELECTRONIQUE

## 1 - MESURES DE RESISTANCES

Les contrôleurs universels permettent d'effectuer habituellement des mesures en courant continu ainsi que des mesures de tensions continue et alternative, et des mesures de résistance.

Les leçons précédentes ont montré que pour obtenir un ampèremètre pour courant continu de différents calibres, ou mieux encore un milliampèremètre, on relie en parallèle avec l'appareil de mesure plusieurs *SHUNTS*; pour pouvoir effectuer des mesures en tension continue, on branche en série des *RESISTANCES ADDITIONNELLES*; pour les mesures des tensions alternatives, on place dans le circuit de l'appareil un *PONT* qui dans notre cas précis, comprend deux diodes au germanium.

Pour mesurer la valeur des résistances, le principe consiste à comparer la résistance dont on veut connaître la valeur avec une résistance *étoalon*.

Il existe deux techniques qui permettent de mesurer les valeurs des résistances.

Le premier système est celui du **PONT DE RESISTANCES** et le second système est appelé à **LECTURE DIRECTE**. L'un et l'autre sont couramment utilisés pour les **MESURES**.

Disons de suite que c'est le second système que l'on utilise pour les contrôleurs universels, parce qu'il a l'avantage de permettre la lecture directe de la valeur de la résistance à mesurer.

Avant de commencer le montage du circuit ohmmétrique, vous allez effectuer quelques exercices qui vous permettront de connaître les deux techniques.

Vous réaliserez tout d'abord le circuit à pont de résistances en utilisant le contrôleur de circuits par substitution.

### 1 - 1 PONT DE RESISTANCES EN C.C.

Le schéma de la *figure 1* montre le principe du circuit à pont de résistances qui est appelé aussi *PONT DE WHEATSTONE*.

Le pont est formé par quatre résistances et il est alimenté par un *GENERATEUR*, source de force électromotrice, raccordé entre les deux points B et D.

Un dispositif appelé *DÉTECTEUR D'EQUILIBRE* du pont, est raccordé entre les points A et C.

Les points B et D (entre lesquels est reliée la source d'alimentation) constituent la *DIAGONALE D'ALIMENTATION*; les points A et C (entre lesquels est connecté le détecteur) constituent la *DIAGONALE DE DETECTION*.

Nous supposons que le générateur est constitué par une pile et le détecteur par un milliampèremètre; si nous établissons une différence de potentiel entre les points A et C, le courant peut parcourir le milliampèremètre; si par contre ces mêmes points ont un potentiel équivalent, le courant ne passe pas à travers l'appareil; dans ce cas on dit que le pont est *EQUILIBRE*.

Les conditions d'équilibre du pont sont obtenues chaque fois que s'établit une relation donnée entre les résistances. Par exemple, les conditions d'équilibre sont obtenues toutes les fois que les quatre résistances constituant le pont sont de même valeur entre elles.

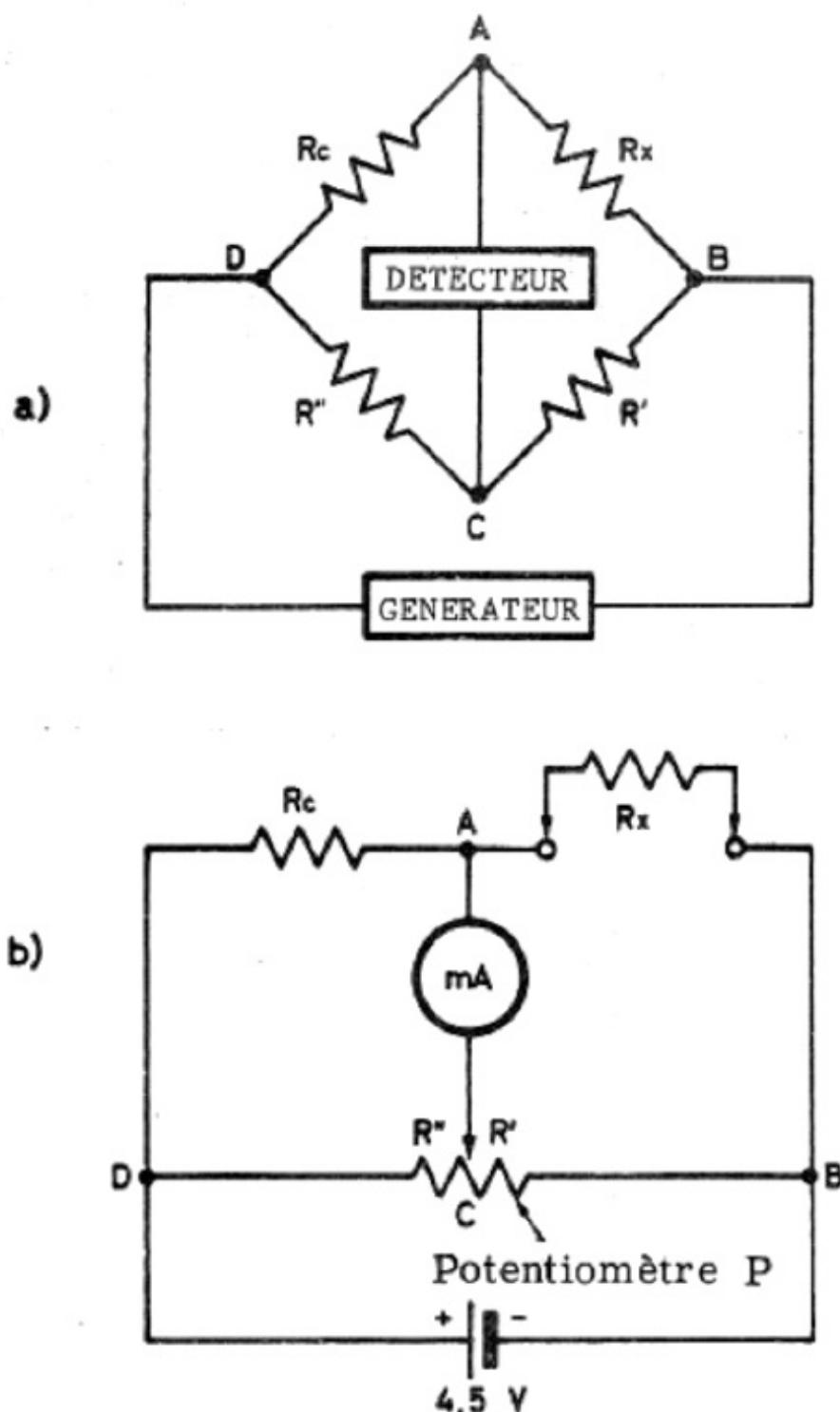
Par suite du rapport qui existe entre les résistances du pont, si l'on connaît la valeur des trois résistances on peut facilement évaluer celle de la quatrième.

C'est ce que nous expliquerons avec le prochain exercice.

La *figure 1 - b* montre le schéma de principe du circuit à réaliser.

A première vue, ce circuit peut vous paraître différent du pont de la *figure 1 - a* mais si vous l'examinez de plus près, vous constaterez que la résistance  $R_x$  est toujours reliée entre les deux points A et B et la résistance  $R_c$  est également reliée entre les points A et B, dans un cas comme dans l'autre.

La résistance  $R_c$  est appelée *RESISTANCE ETALON*; si l'on veut effectuer des mesures suffisamment précises il faut que la résistance étalon n'ait pas une résistance trop différente de celle à mesurer ( $R_x$ ). Pour cette raison, on choisit pour  $R_c$  une résistance de valeur approximative à celle de  $R_x$ .



## CIRCUITS A PONT DE RESISTANCES

Figure 1

On obtient les résistances  $R'$  et  $R''$  en insérant du côté BC une partie de la résistance du potentiomètre P, et en insérant du côté CD l'autre partie de la résistance du même potentiomètre P. Le curseur du potentiomètre sépare les deux résistances  $R'$  et  $R''$  et constitue le point C du pont.

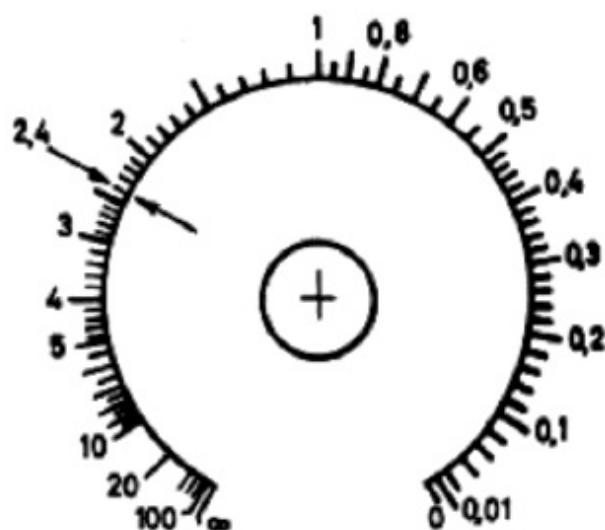
De cette façon, lorsqu'on déplace le curseur vers l'extrême B,  $R'$  diminue de valeur et  $R''$  augmente de valeur ; inversement en déplaçant vers D le curseur,  $R''$  diminue et  $R'$  augmente de valeur.

Si à chaque position du curseur correspond une valeur déterminée, le rapport  $R'/R''$  permet de déterminer facilement la valeur de la résistance  $R_x$  inconnue.

L'échelle des rapports  $R'/R''$  montrée *figure 2* est la même que l'échelle graduée sur le panneau du contrôleur de circuits autour du potentiomètre.

La lecture de l'échelle, la première à l'extérieur du panneau, ne présente pas de difficulté.

Si l'équilibre du pont est obtenu en portant le bouton du curseur sur



ECHELLE DES RAPPORTS  $R'/R''$

Figure 2

la quatrième graduation à gauche après le chiffre 2. Dans cette position, on obtient, d'après le rapport  $R'/R''$ , la valeur de  $R_x$  de 2,4, valeur qui est de 2,4 fois plus élevée que celle de la résistance étalon  $R_c$  ; nous vous expliquerons ce point en détail plus loin.

Le circuit à pont (*figure 1 - b*) peut se réaliser facilement en utilisant de manière appropriée le contrôleur de circuits par substitution.

On peut réaliser le circuit *figure 3* qui est identique à celui de la *figure 1 - b*, en effectuant des raccordements entre les différentes douilles du contrôleur de circuits et en plaçant les boutons dans les positions appropriées.

On place d'abord la résistance  $R_x$  inconnue dont on veut déterminer la valeur, entre les douilles N et G du contrôleur de circuits ; l'alimentation est fournie au pont par une pile de 4,5 V disposée entre les douilles R et G ; entre les douilles N et V, on raccorde le détecteur constitué par un circuit milliampermétrique à deux calibres qui doivent être placés dans un inverseur ; vous comprenez maintenant la raison pour laquelle on utilise deux calibres.

Un côté du pont est formé par la résistance  $R_x$  dont on veut déterminer la valeur ; les trois autres côtés sont constitués par la résistance  $R_c$  placée à l'intérieur du contrôleur de circuits, et par le potentiomètre P1 du contrôleur de circuits.

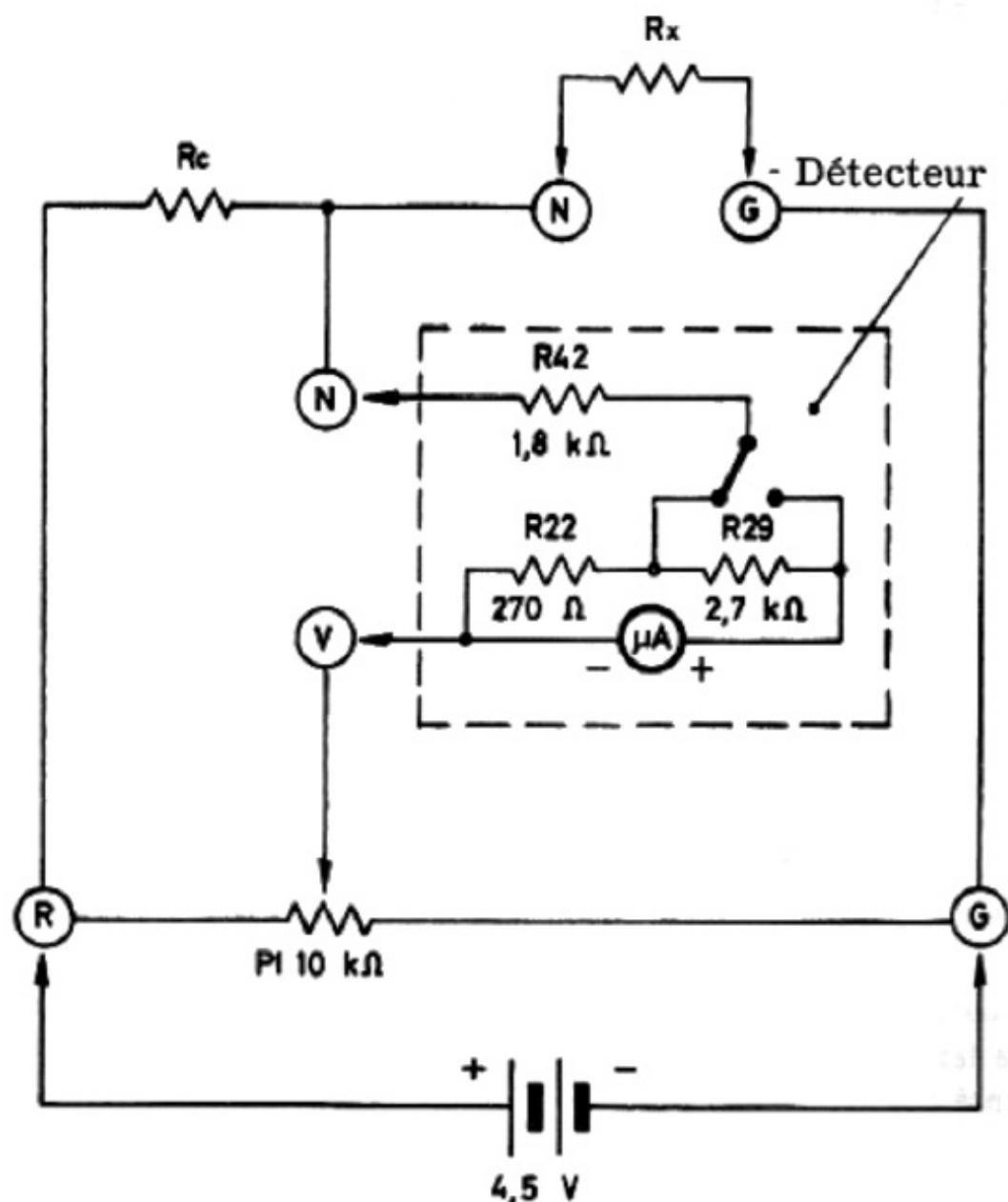
Vous pouvez maintenant commencer la préparation du circuit à pont des résistances.

#### Premier exercice

Prenez la plaquette à 34 cosses sur laquelle vous devrez réaliser le circuit détecteur ; dessoudez toutes les résistances et les raccordements disposés entre les différentes cosses pendant l'exercice précédent de la *Pratique 11*, excepté :

- Les deux douilles (rouge et noire) ;
- Le fil noir isolé disposé entre la cosse de la douille rouge et l'oeillet de la cosse CA34 ;
- Le fil isolé noir raccordé entre les oeilllets des cosses CA10 et CA17.

Rangez avec soin les résistances et les fils souples récupérés ; nettoyez soigneusement les cosses de la plaquette, en vous aidant du fer à souder pour éliminer les traces de soudure.



CIRCUIT ELECTRIQUE DU PONT DE RESISTANCES EN CC

Figure 3

Redressez les languettes des cosses CA2, CA3 et CA4.

Ces opérations préliminaires effectuées, la plaquette aura l'aspect montré sur la *figure 4*.

Commencez maintenant le montage :

a) Coupez un morceau de fil noir isolé de 8,5 cm ; disposez-le entre les œillets des cosses CA34 et CA27 ; soudez sur les deux points.

b) Coupez un morceau de fil isolé noir de 3 cm ; disposez-le entre l'œillet de la cosse CA29 et la cosse de la douille noire ; soudez sur les deux points.

c) Dessoudez le fil noir isolé de l'œillet de la cosse CA10 ; réduisez sa longueur d'environ 2,5 cm ; disposez l'extrémité du fil raccourci dans l'œillet de la cosse CA12 ; n'effectuez pas de soudure maintenant.

d) Coupez un morceau de fil noir isolé de 5,5 cm ; dis-

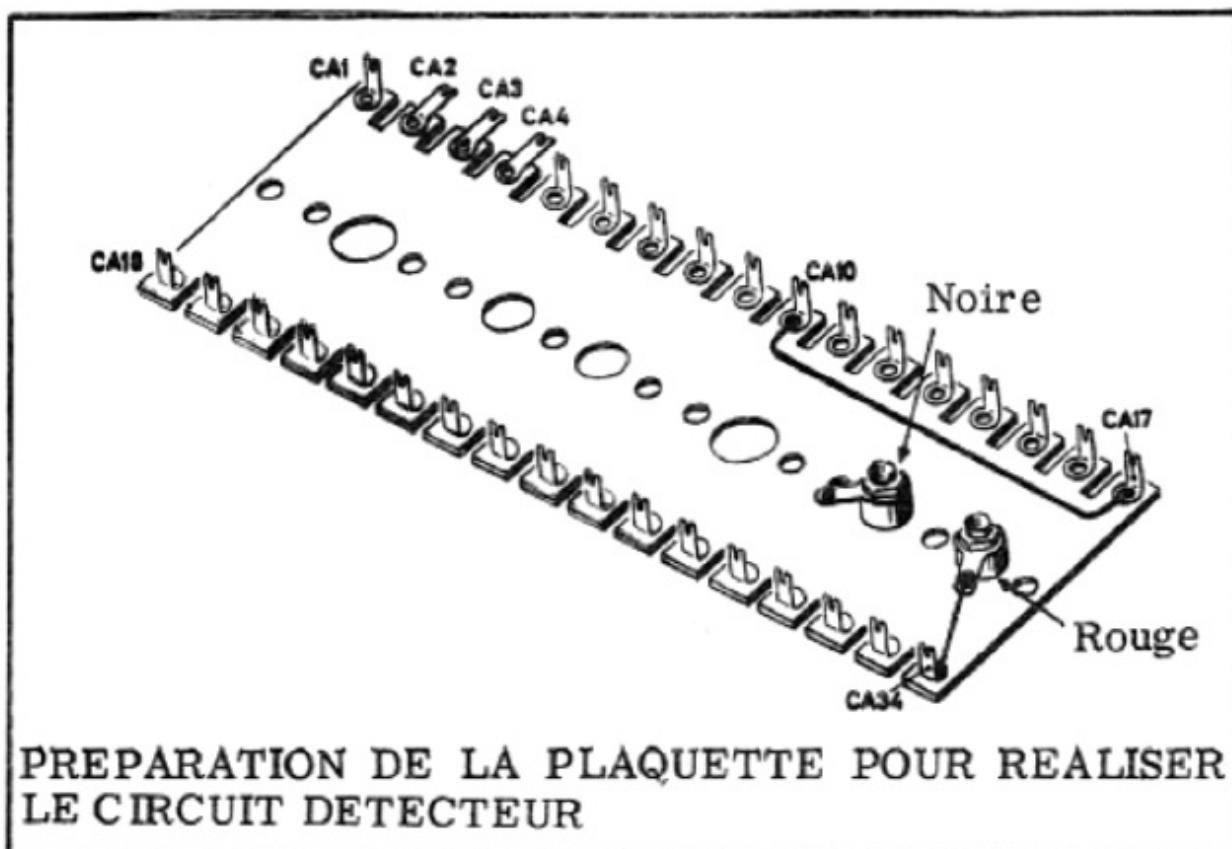


Figure 4

posez-le entre les oeillets des cosses CA12 et CA28 ; soudez sur les deux cosses en bloquant ainsi en même temps le fil noir isolé partant de la cosse CA17.

e) Coupez un morceau de fil noir isolé de 3 cm ; disposez-le entre les oeillets des cosses CA9 et CA11 ; soudez sur les deux points.

f) Coupez un morceau de fil de cuivre étamé nu, de 6,5 cm ; pliez-le à angle droit à 3 ou 4 mm d'une extrémité ; vous aurez réalisé une touche que nous appellerons T1, semblable aux touches réalisées au cours des précédentes leçons.

g) Introduisez l'extrémité pliée de la touche T1 dans l'oeillet de la cosse CA11 ; disposez l'extrémité opposée entre les languettes des cosses CA27 et CA28 ; soudez sur la cosse CA11.

Cette touche fonctionnera comme levier pour l'inverseur du détecteur.

h) Disposez entre les languettes des cosses CA9 et CA26 la résistance R42 de  $1,8\text{ k}\Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (marron-gris-rouge, argent) ; soudez sur les deux points.

i) Disposez entre les languettes des cosses CA12 et CA29 la résistance R22 de  $270\text{ }\Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (rouge-violet-marron, argent) ; soudez sur les deux points.

j) Disposez entre les languettes des cosses CA17 et CA34 la résistance R29 de  $2,7\text{ k}\Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (rouge-violet-rouge, argent) ; soudez sur les deux points.

k) Dessoudez les deux morceaux de fil souple avec fiche banane , des bornes de l'instrument de mesure.

l) Soudez l'extrémité libre du fil rouge, muni à l'autre extrémité d'une fiche banane de même couleur, sur l'oeillet de la cosse CA26.

m) Soudez l'extrémité libre du fil souple noir muni à l'autre extrémité d'une fiche banane de même couleur, sur l'oeillet de la cosse CA29.

n) Soudez à une extrémité du morceau de fil souple rouge , que vous avez récupéré pendant la préparation de la plaquette, une pince crocodile rouge.

o) Soudez l'extrémité opposée du fil souple rouge sur la cosse de la borne positive de l'appareil de mesure. En effectuant la soudure veillez à ne pas endommager la boîte en matière plastique qui protège l'appa-

reil, avec la panne chaude du fer ou bien en y faisant couler de la soudure.

p) Soudez sur la cosse de la borne négative de l'appareil de mesure, le morceau de fil souple noir muni d'une pince crocodile, récupéré après les exercices de la leçon précédente.

Vous avez terminé ici le montage du circuit détecteur ; il ne vous reste plus qu'à monter sur la plaquette un support de lampe et une résistance de  $100\ \Omega$ .

q) Disposez entre les oeillets des cosses CA2 et CA4 un des deux supports de lampe ; soudez sur les deux cosses. Vissez une des petites lampes à fond sur le support de lampe.

r) Disposez entre les languettes des cosses CA6 et CA23 la résistance R1 de  $100\ \Omega$ , tolérance 20 % - 1 W (marron-noir-marron) ; soudez sur les deux points.

s) Soudez à une des extrémités du morceau de fil noir souple, récupéré au cours de la leçon précédente, une pince crocodile noire.

t) Soudez l'extrémité opposée du morceau de fil noir sur l'oeillet de la cosse CA23.

Les raccordements effectués sur la plaquette sont montrés *figure 5*.

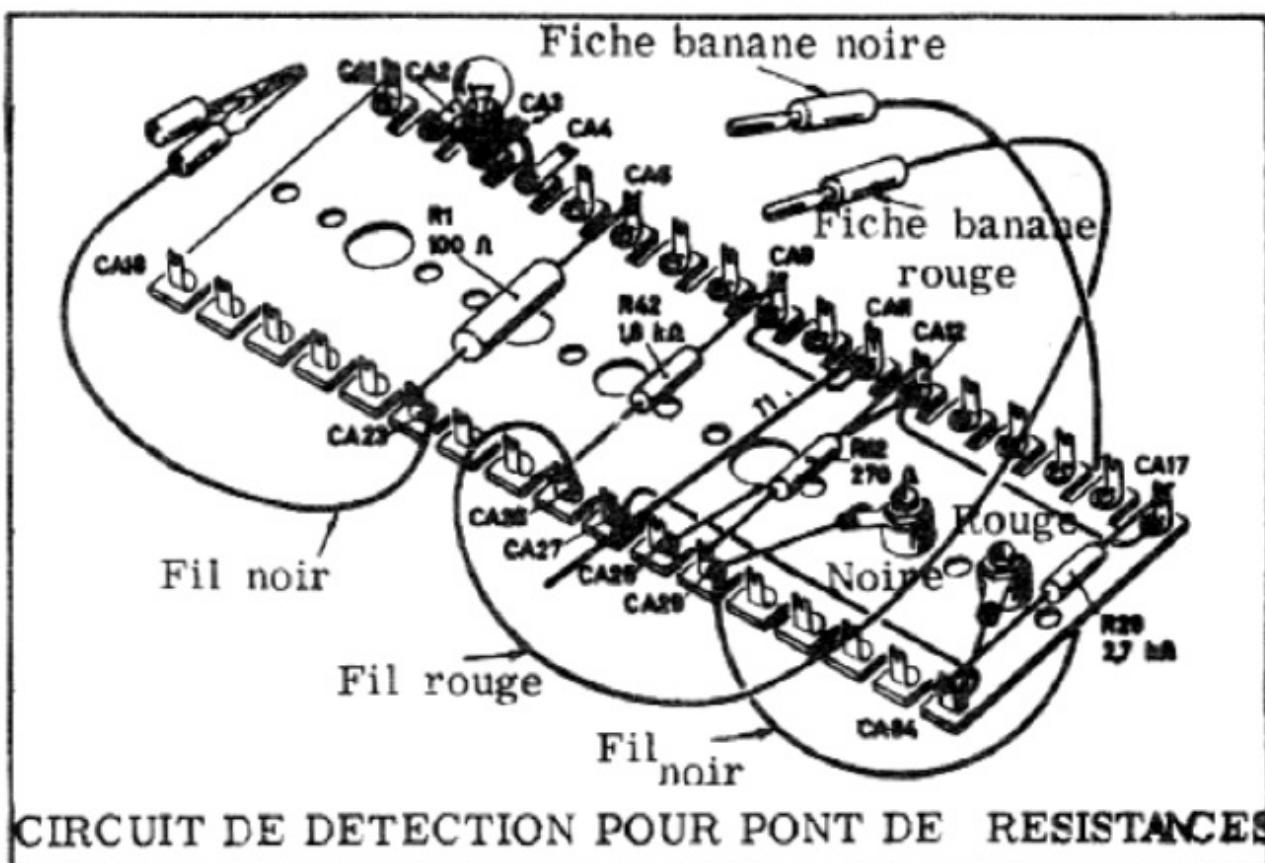
L'exercice à effectuer consiste à mesurer avec le pont de résistances, alimenté en CC, la résistance opposée par une lampe, qu'elle soit éteinte ou bien allumée, et de mesurer également la valeur de l'une des résistances en votre possession.

Pour réaliser le pont de résistances, vous devez raccorder au contrôleur de circuits la plaquette à 34 cosses, sur laquelle a été monté le circuit détecteur et l'une des piles.

a) Préparez le contrôleur de circuits en insérant dans la douille noire (I) la fiche banane d'un connecteur noir et dans la douille jaune (H) la fiche banane d'un connecteur rouge.

b) Mettez le commutateur S1 sur la position  $100\ \Omega$  et le commutateur S2 en position P ; mettez le levier de l'interrupteur en position S.

c) Tournez à moitié le bouton flèche du potentiomètre P1 de manière que la pointe se trouve sur le chiffre 1 de l'échelle graduée.



**Figure 5**

De cette manière, trois des côtés du pont sont prêts.

d) Serrez la languette de la cosse CA3 de la plaquette, avec la pince crocodile du cordon rouge provenant de la douille jaune (H) ; serrez la languette de la cosse CA4 avec la pince crocodile du cordon noir provenant de la douille noire (I).

C'est là le quatrième côté du pont, qui porte la résistance  $R_x$  dont vous devez déterminer la valeur.

e) Serrez le pôle négatif de l'une des deux piles avec la pince crocodile du fil noir provenant de la cosse CA23.

Maintenant il faut appliquer à la diagonale d'alimentation du pont la tension de fonctionnement fournie par la pile.

f) Insérez la fiche banane d'un cordon noir dans la douille jaune (E) du contrôleur de circuits et la fiche banane d'un cordon rouge dans la douille rouge (F).

g) Serrez le pôle positif de la pile avec la pince crocodile du cordon rouge provenant de la douille rouge (F) ; serrez la languette de la cosse CA6 avec la pince crocodile du cordon noir provenant de la douille jaune (E).

La résistance R1 de  $100\ \Omega$  reliée à la pile a pour fonction de réduire la tension fournie au pont.

Pour compléter le circuit, il faut raccorder à la diagonale de détection du pont, le circuit détecteur.

h) Insérez la fiche banane du fil souple rouge, provenant de la cosse CA26 dans la douille noire (D) du contrôleur de circuits ; insérez la fiche banane du fil souple noir provenant de la cosse CA29 dans la douille verte (C) du contrôleur de circuits.

i) Il ne reste plus qu'à raccorder l'appareil de mesure à la plaquette, en serrant avec la pince crocodile noire, qui est reliée à la borne négative de l'instrument, la cosse de la douille noire de la plaquette et avec la pince crocodile rouge, reliée à la borne positive de l'appareil, la cosse de la douille rouge.

Les raccordements effectués sont montrés *figure 6*.

Vous devez maintenant effectuer les opérations nécessaires, pour mesurer avec le pont, la valeur de la résistance opposée par le filament de la lampe.

Portez d'abord la touche T1 (qui agit dans ce cas comme un levier de l'inverseur du circuit détecteur) en contact avec la cosse CA28 ; faites-la chevaucher sur la languette de la cosse même, de façon à garder la liberté de vos mouvements.

Si les raccords effectués sont corrects, vous constaterez que l'aiguille de l'appareil se place à gauche de la position zéro.

En tournant ensuite lentement vers la droite le bouton du potentiomètre P1, l'aiguille de l'appareil de mesure se portera vers la droite. La condition d'équilibre du pont s'obtient quand l'aiguille de l'appareil se trouve exactement sur la position zéro (à gauche sur le cadran).

Pour obtenir maintenant plus de précision dans le réglage de l'équilibre du pont, portez la touche T1 en contact avec la cosse CA27 en la faisant chevaucher sur la languette de cette cosse.

Si, maintenant, l'aiguille dépasse de nouveau le point zéro, actionnez

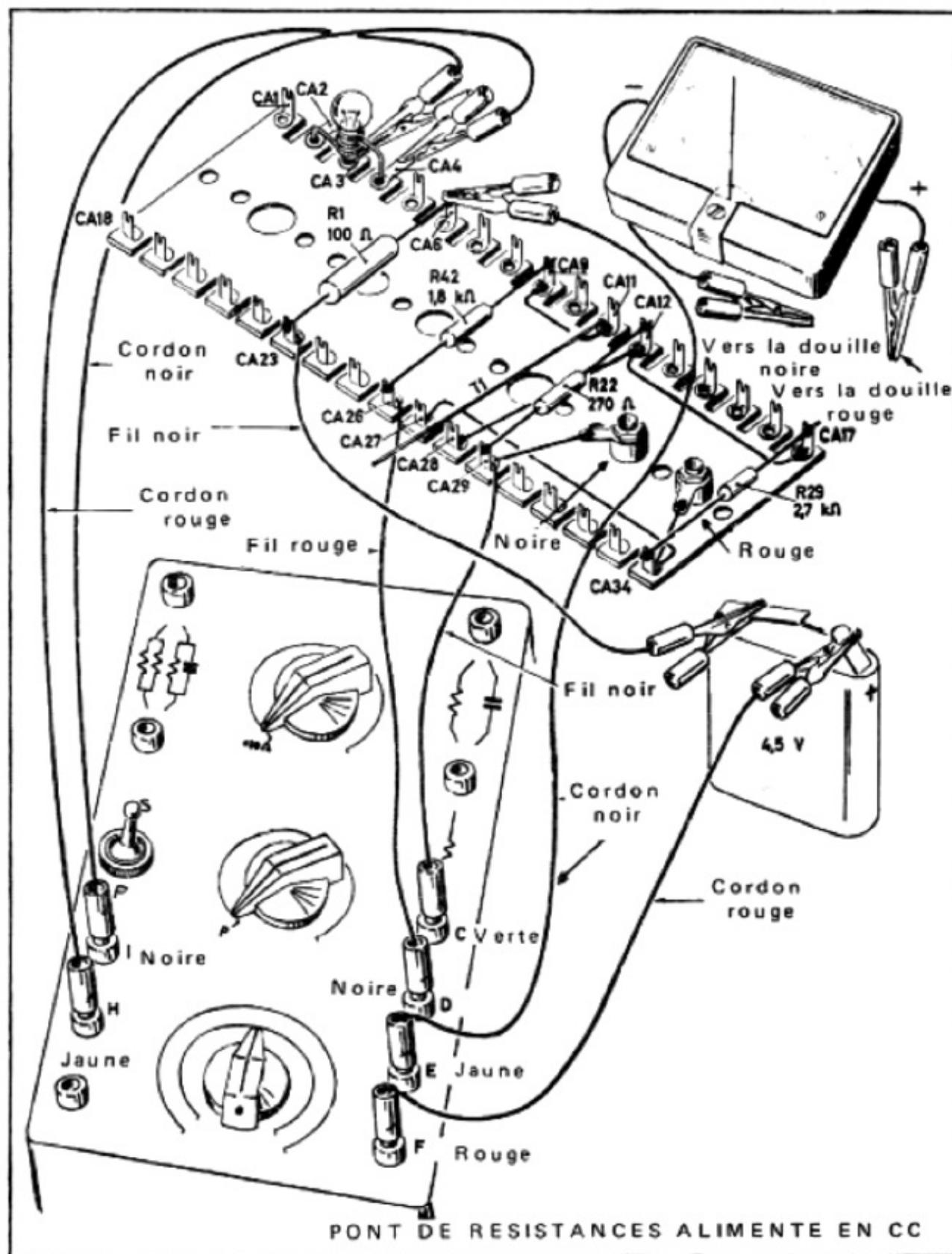


Figure 6

le bouton du potentiomètre P1 jusqu'à ce que l'aiguille de l'instrument se retrouve de nouveau sur la position zéro.

Dans ces conditions le pont est équilibré. Le bouton flèche du potentiomètre P1 doit se trouver aux alentours de la graduation 0,45 de l'échelle extérieure.

En considérant que la valeur de la résistance étalon  $R_c$  est de  $100 \Omega$ , on obtient la valeur de la résistance du filament de la lampe en multipliant la valeur obtenue sur l'échelle graduée extérieure de P1 par la valeur de  $R_c$  ; c'est-à-dire dans ce cas précis :  $0,45 \times 100 \Omega = 45 \Omega$ .

La valeur de résistance de la lampe est donc de  $45 \Omega$  environ.

Il peut arriver que lorsque le pont est à zéro, le bouton du potentiomètre ne se trouve pas sur la position 0,45 mais en soit dévié, ou bien vers la valeur 0,5 ou vers la valeur 0,4 ; il ne faut pas y attacher trop d'importance ; comme nous l'avons déjà dit, il peut se faire que la résistance électrique entre le filament d'une lampe et l'autre varie, même si les deux lampes ont les mêmes caractéristiques.

Il peut aussi arriver que la mesure de résistance de la lampe a été effectuée dans des conditions telles que le courant du filament n'est pas assez élevé pour allumer le filament. Dans ce cas répétez la mesure, en faisant parcourir le filament par un courant plus élevé qui permette de faire rougir le filament.

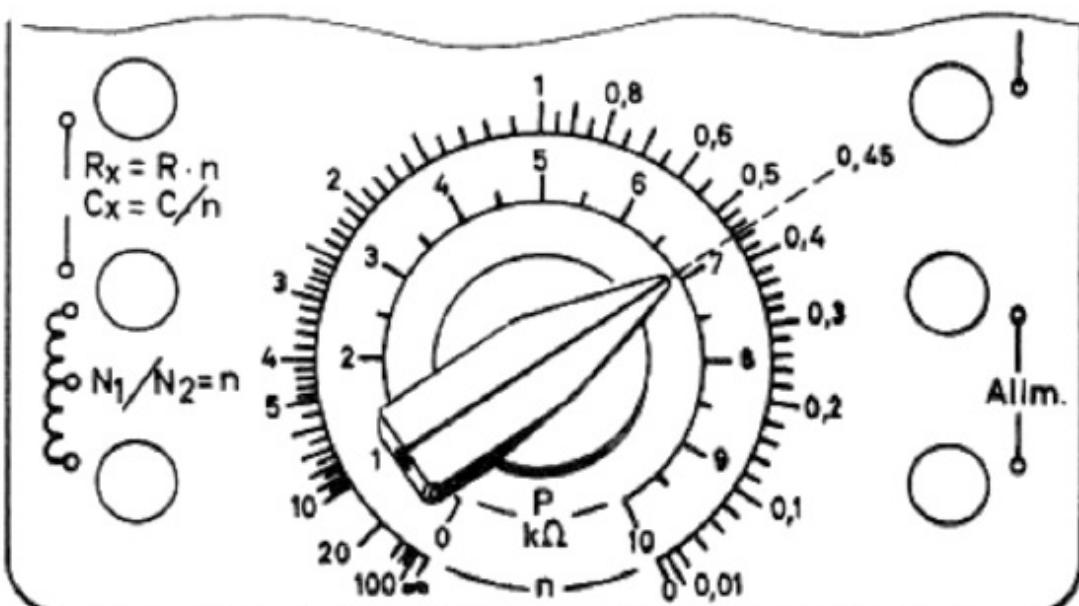
On obtient ce résultat en enlevant la résistance R1 de  $100 \Omega$  connectée en série à la pile, de manière à obtenir dans les côtés du pont un passage de courant plus élevé. Eloignez la touche T1 de la cosse CA27, en veillant à ce qu'elle ne soit pas en contact avec la cosse CA28.

Détachez la pince crocodile du cordon noir de la languette de la cosse CA6 et serrez-la sur le pôle négatif de la pile.

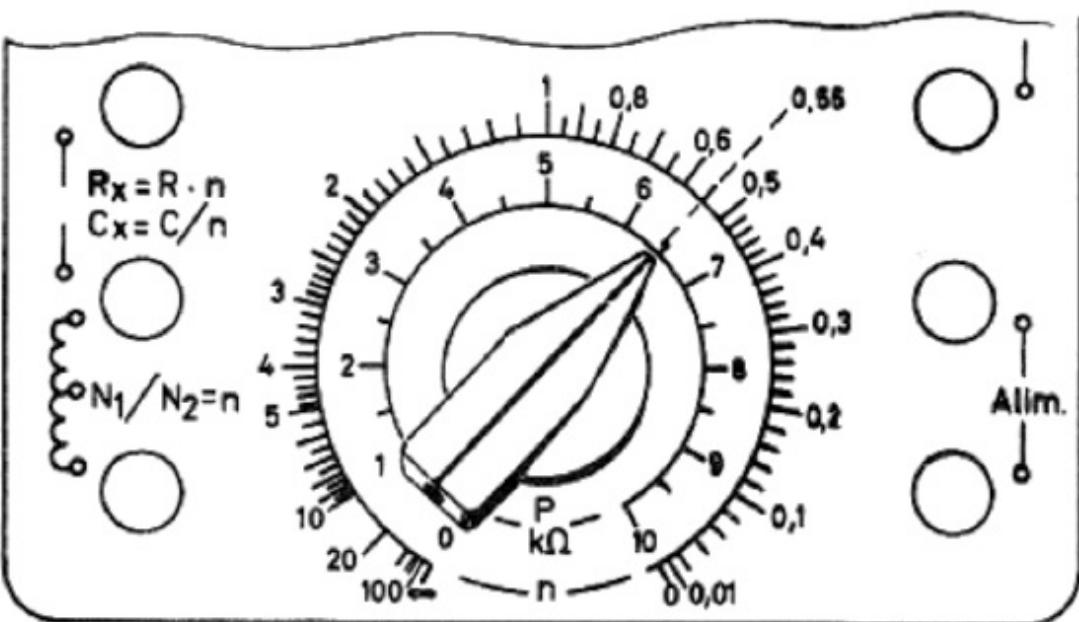
Tournez à moitié le bouton du potentiomètre P1 du contrôleur de circuits ; vous constaterez que le filament de la lampe rougit faiblement.

Faites chevaucher maintenant la touche T1 sur la languette de la cosse CA28 ; l'aiguille de l'appareil qui se trouvait sur le point zéro se déplacera de nouveau vers la gauche de l'échelle, au-delà de zéro ; tournez ensuite vers la droite le bouton du potentiomètre P1 jusqu'à ce que l'aiguille se place de nouveau exactement sur le zéro.

Pour faciliter l'opération de mise à zéro, faites chevaucher la touche



a)



b)

POSITION DU BOUTON FLECHE DU CONTROLEUR  
DE CIRCUITS PENDANT L'UTILISATION DU PONT  
DE RESISTANCES

Figure 7

T1 sur la languette de la cosse CA27 et déplacez légèrement le bouton de P1 jusqu'à ce que l'aiguille se trouve exactement sur le zéro (à gauche du cadran).

Le pont ainsi mis à zéro, la flèche du bouton du potentiomètre P1 doit se trouver orientée vers la valeur de 0,55 lue toujours sur l'échelle graduée extérieure.

Par conséquent, la valeur de résistance du filament lumineux de la lampe est dans ce cas de  $55 \Omega$ ; c'est la valeur obtenue en multipliant la valeur de la résistance intérieure  $R_c$  (qui est de  $100 \Omega$ ) par la valeur indiquée par l'échelle graduée extérieure, qui est de 0,55.

Il peut aussi arriver que le bouton P1, lorsque le pont est équilibré, se trouve dans une position intermédiaire entre 0,6 et 0,7 suivant la résistance opposée par la lampe.

Vous pouvez déduire de ces deux mesures différentes que la lampe, lorsqu'elle est allumée, possède une valeur de résistance électrique plus élevée. En d'autres termes, la résistance de la lampe augmente avec l'élévation de la température du filament, provenant de l'augmentation de l'intensité du courant qui parcourt le filament. Cette propriété est commune à tous les conducteurs métalliques.

Eloignez ensuite la touche T1 de la cosse CA27 en veillant à ce qu'elle ne vienne pas en contact avec la cosse CA28.

Maintenant vous effectuerez la mesure de la résistance R5 de  $100 \Omega$ ,  $1/2 W$  que vous avez reçue dans la seconde série de matériel ; ne la confondez pas avec la résistance  $100 \Omega - 1 W$  qui est montée actuellement entre les cosses CA6 et CA23 de la plaquette.

a) Détachez les pinces crocodiles des cordons rouge et noir des languettes des cosses CA3 et CA4 de la plaquette.

b) Serrez avec ces mêmes pinces crocodiles les bornes de la résistance R5 de  $100 \Omega$ , tolérance 10 % -  $1/2 W$  (marron-noir-marron, argent).

c) Détachez de la borne négative de la pile, la pince crocodile du cordon noir, provenant de la douille jaune (E) et serrez-la de nouveau sur la languette de la cosse CA6.

d) Tournez le bouton du potentiomètre P1 au milieu de sa course.

Le circuit est ainsi préparé pour effectuer la mesure de la valeur de la résistance R5 de  $100 \Omega$ .

Vous devez effectuer maintenant les mêmes opérations que celles que vous avez effectuées précédemment pour mesurer la résistance des lampes.

Faites chevaucher la touche T1 (qui agit toujours comme petit levier de l'inverseur du détecteur) sur la languette de la cosse CA28 ; l'aiguille de l'appareil se déplacera, soit à droite, soit à gauche du zéro, suivant la valeur effective de la résistance. En tournant le bouton de P1, placez l'aiguille sur le point zéro.

Vous pouvez ici porter l'aiguille à zéro de manière plus précise, en faisant chevaucher la touche T1 sur la languette de la cosse CA27. Tournez de nouveau le bouton du potentiomètre P1 jusqu'à ce que l'aiguille de l'appareil coïncide exactement avec le point zéro.

Dans ces conditions de réglage de la mise à zéro du pont, le bouton du potentiomètre P1 se trouvera environ sur la position 1.

Par conséquent, la valeur de la résistance  $R_x$  que vous devez mesurer est égale à la valeur de résistance étalon  $R_c$ , c'est-à-dire à  $100 \Omega$  ; en fait, comme nous l'avons déjà vu, la valeur de la résistance à évaluer est obtenue par le produit de la valeur de la résistance  $R_c$ , multipliée par le chiffre indiqué sur l'échelle graduée extérieure du potentiomètre P1, lorsque le pont se trouve équilibré.

Vous pouvez constater maintenant que même si on enlève la résistance de  $100 \Omega$  reliée en série avec la pile, c'est-à-dire que l'on augmente la valeur du courant qui passe dans la résistance à mesurer, la valeur de résistance de cette dernière ne varie pas ; c'est parce que la résistance à mesurer ne chauffe pas ou bien qu'elle est constituée par des matériaux réfractaires, la valeur de la résistance reste constante même si la température varie.

Détachez maintenant la pince crocodile du cordon noir provenant de la douille jaune (E) et de la languette de la cosse CA6 de la plaquette ; serrez-la au pôle négatif de la pile.

Déplacez la touche T1 et mettez-la en contact avec la cosse CA28 ; vous constaterez que l'aiguille de l'instrument ne se déplace pas de la position zéro.

Vous pourrez vérifier une seconde fois que le pont est pratiquement en équilibre lorsque l'on met en contact la touche T1 avec la languette de la cosse CA27.

Nous pouvons conclure que *le filament d'une lampe oppose une résistance variable*.

sistance variable suivant la variation du courant qui la traverse, alors que la résistance ne change pas de valeur, même si le courant qui la parcourt change de valeur.

Si vous disposez d'autres résistances, vous pouvez mesurer leurs valeurs avec le pont de résistances ; il ne faut pas oublier que le commutateur S1 du contrôleur de circuits, qui fournit la valeur de la résistance étalon  $R_c$  doit être placé dans la position la plus proche de la valeur de la résistance  $R_x$  à mesurer.

Par conséquent le commutateur S1 doit être placé sur la position :

- $100 \Omega$  si la valeur de la résistance inconnue  $R_x$  est comprise entre  $10 \Omega$  et  $1 k\Omega$  ;

- $1 k\Omega$  si la valeur de la résistance inconnue  $R_x$  est comprise entre  $100 \Omega$  et  $10 k\Omega$  ;

- $10 k\Omega$  si la valeur de la résistance inconnue  $R_x$  est comprise entre  $1 k\Omega$  et  $100 k\Omega$  ;

- $100 k\Omega$  si la valeur de la résistance inconnue  $R_x$  est comprise entre  $10 k\Omega$  et  $1 M\Omega$  ;

- $1 M\Omega$  si la valeur de la résistance inconnue  $R_x$  est comprise entre  $100 k\Omega$  et  $10 M\Omega$ .

Si vous ne connaissez pas l'ordre de grandeur de la valeur de la résistance inconnue, adoptez le système suivant pour le choix de la valeur de la résistance étalon  $R_c$ .

Placez le bouton du potentiomètre P1 au milieu de sa course, c'est-à-dire sur la position 1 de l'échelle graduée ; placez le commutateur S1 sur la position de résistance la plus élevée, c'est-à-dire sur  $1 M\Omega$ . Reliez la résistance inconnue  $R_x$  ; insérez ensuite l'appareil détecteur dans la diagonale de détection en mettant le levier de l'inverseur T1 en contact avec la cosse CA28, dans la position la moins sensible, pour éviter que l'aiguille n'aille buter au bout du cadran.

Si l'aiguille de l'appareil de détection se déplace vers la gauche, tournez lentement le bouton du potentiomètre P1 vers la droite.

Si vous n'obtenez pas la mise à zéro avant d'atteindre la valeur 0,1, ramenez le bouton du potentiomètre en position 1 et changez la valeur de résistance  $R_c$  en portant S1 sur  $100 k\Omega$ .

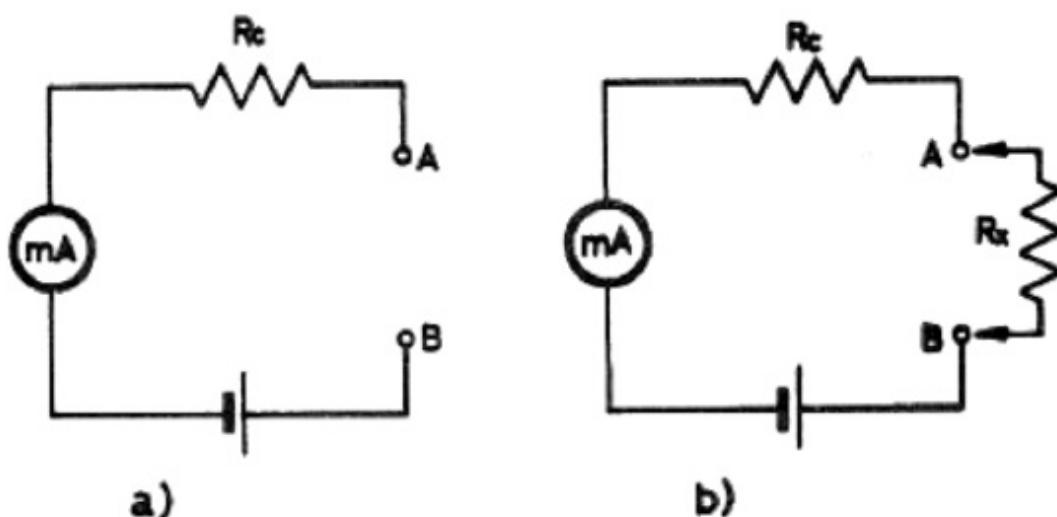
On répète les mêmes opérations successivement et si alors on n'ob-

tient pas la mise à zéro, on passe aux calibres les plus bas de S1, c'est-à-dire tour à tour sur  $10\text{ k}\Omega$ ,  $1\text{ k}\Omega$ ,  $100\ \Omega$ .

Par exemple, si l'on obtient la mise à zéro de l'appareil détecteur sur une des valeurs comprises entre 0,3 et 0,1 on peut obtenir une lecture plus précise de la valeur sur l'échelle graduée, en diminuant encore d'un cran le calibre de S1 (c'est-à-dire  $R_c$ ) en cherchant le point de mise à zéro à l'intérieur d'un angle compris entre 1 et 3. Bien entendu on ne peut plus diminuer S1 d'un cran si le bouton se trouve déjà sur la position  $100\ \Omega$ .

S'il on obtient pas la mise à zéro de n'importe quelle manière, on pourra seulement l'obtenir en agissant sur le bouton du potentiomètre en le tournant entièrement vers la droite (entre 0,01 et 0) ; cela signifie que la résistance  $R_x$  est de valeur trop réduite pour pouvoir être mesurée ou bien qu'elle est en court-circuit.

Si par contre l'aiguille reste toujours à droite et ne tend à se placer vers le zéro que lorsque l'on tourne entièrement à gauche le bouton du potentiomètre, et  $R_c$  sur la valeur la plus élevée ( $1\text{ M}\Omega$ ) cela signifie que la résistan-



SCHEMA DE PRINCIPE DE L'OHMMETRE

Figure 8

ce  $R_x$  a une valeur trop élevée pour pouvoir être mesurée ou bien qu'elle n'est plus raccordée.

Après avoir effectué ces mesures de résistance avec le pont, vous pouvez passer au second système de mesure ; ce système permet la lecture directe au moyen de l'**OHMMETRE**.

Détachez maintenant la pile du circuit pour éviter qu'elle se décharge inutilement.

### 1 - 2 OHMMETRE

Le principe de fonctionnement de l'ohmmètre est le même que celui du pont de résistances, c'est-à-dire qu'il est basé sur la comparaison de la résistance inconnue avec la résistance étalon.

Regardez le circuit *figure 8 - a*, il représente un milliampermètre avec une résistance  $R_c$  reliée en série, résistance dénommée étalon et une pile qui fournit l'alimentation.

Après avoir défini la valeur de tension de la pile, on choisit de manière appropriée la valeur du courant maximum de l'appareil, de sorte que l'aiguille se porte exactement sur la fin de l'échelle, lorsque les points A et B du circuit sont reliés ensemble.

L'ohmmètre est prêt maintenant pour mesurer la valeur de la résistance  $R_x$  qui doit être placée entre les points A et B (*figure 8 - b*).

La valeur du courant en fin d'échelle qui correspond au court-circuit établi entre A et B indique une valeur nulle de résistance, par contre, si l'aiguille reste au début de l'échelle, cela indique une valeur *INFINITE* de résistance, c'est-à-dire que A et B sont isolés entre eux.

Pour des valeurs de résistance qui ne soient ni le zéro ni l'infini, l'aiguille se placera sur un point déterminé de l'échelle ; si la résistance inconnue a la même valeur que  $R_c$  (c'est-à-dire  $R_x = R_c$ ) l'aiguille se portera exactement au *CENTRE DE L'ECHELLE*.

En calculant de manière appropriée les points intermédiaires, on peut réaliser l'échelle de l'ohmmètre sur lequel on lira directement la valeur de la résistance inconnue, sans effectuer des opérations annexes. (mise à zéro, calcul successif de la valeur, comme dans le cas du pont des résistances).

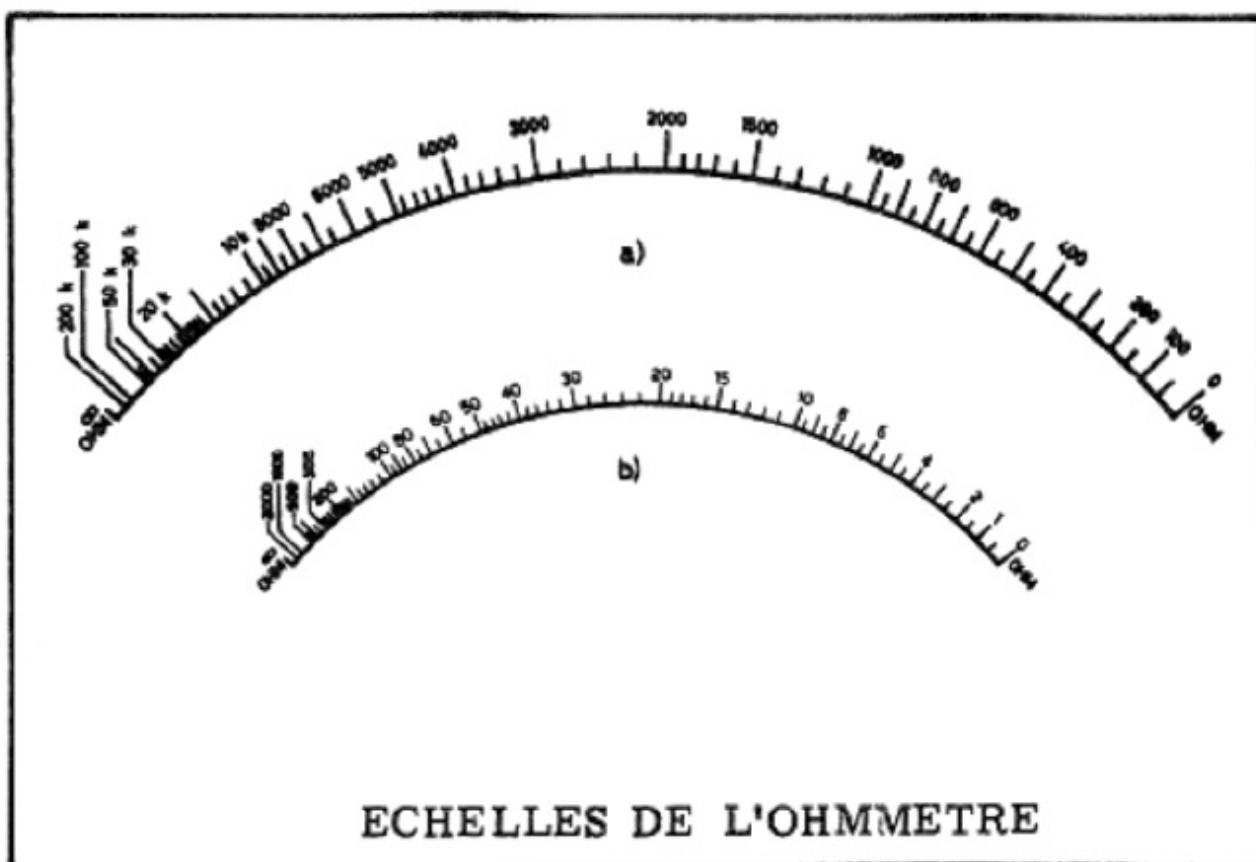


Figure 9

La figure 9 montre deux échelles ohmmétriques qui indiquent à l'extrême droite la valeur zéro et à l'extrême gauche la valeur infinie (indiquée par le sigle  $\infty$ ).

Si vous examinez l'échelle de la figure 9 - b, vous constaterez que le centre de l'échelle porte la valeur 20 ; ce qui signifie que la valeur de résistance de  $R_c$  est égale à 20 ou à des multiples de 20 (200, 2.000, etc...).

Dans le premier cas, l'échelle indique directement la valeur en ohms de la résistance, si  $R_c = 20 \Omega$ , ou en  $k\Omega$  si  $R_c = 20 k\Omega$  etc... Dans d'autres cas, les valeurs de l'échelle doivent être multipliées par 10, 100, etc...

La figure 9 - a par exemple, nous montre la façon dont on doit interpréter la même échelle de l'ohmmètre de la figure 9 - b lorsque la valeur de  $R_c$  est de  $2.000 \Omega$ .

L'échelle de la figure 9 - b permet de lire les valeurs de résistances comprises dans une certaine plage (de  $1 \Omega$  à  $500 \Omega$ ) ; en dehors de ce champ, les lectures sont difficilement lisibles.

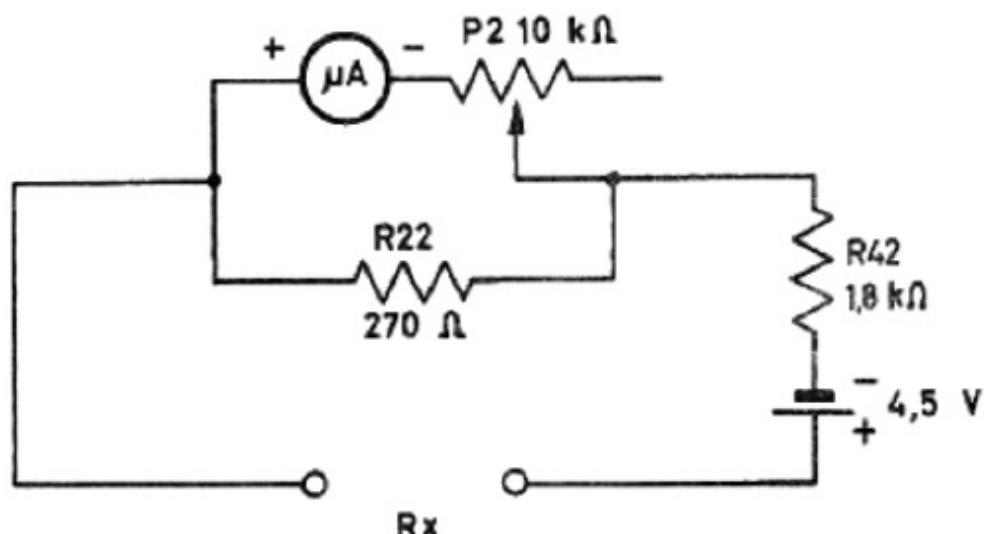
Pour pouvoir couvrir un champ étendu de valeur  $R_x$ , il faut donc pouvoir changer la valeur de  $R_c$ , c'est-à-dire disposer de plusieurs échelles.

Lorsque l'on change  $R_c$ , il faut modifier de manière appropriée le calibre du milliampermètre, pour que l'aiguille puisse de nouveau être placée exactement sur la fin de l'échelle.

Si, par exemple,  $R_c$  est 10 fois plus grand, l'aiguille de l'appareil doit se porter à la fin de l'échelle avec un courant dont la valeur sera seulement de 1/10ème de la valeur du courant utilisé précédemment.

Pour pouvoir disposer dans un ohmmètre de plusieurs calibres, il faut changer, soit la valeur de  $R_c$ , soit celle en fin d'échelle du millampèremètre ; en d'autres termes, il faut disposer pour chaque calibre ohmmétrique d'un calibre millampèremétrique approprié.

Vous allez réaliser maintenant sur la plaquette à 34 cosses un ohmmètre à calibre  $R \times 100$  ; le schéma électrique de ce calibre est montré *figure 10* ; bien qu'à première vue, il vous paraît différent du schéma de principe montré *figure 8 - b*, en réalité il est identique.



CIRCUIT OHMMETRIQUE

Figure 10

Il se compose d'une pile de 4,5 V et de la résistance R42 de 1,8 k $\Omega$  (indiqué par  $R_6$  figure 8 - b). Cette résistance reliée en série à la résistance de l'appareil, a une valeur de 2 k $\Omega$  ; par conséquent l'échelle que l'on obtiendra aura 2 k $\Omega$  pour valeur au centre de l'échelle.

Le circuit du milliampèremètre est constitué par le potentiomètre P2 de 10 k $\Omega$  et de la résistance R22 de 270  $\Omega$ .

Le réglage du potentiomètre permet de placer l'aiguille de l'appareil exactement sur la fin de l'échelle, même si la tension de la pile a légèrement diminuée du fait de son emploi continu.

Lorsque la valeur de la pile est trop basse, c'est-à-dire si la pile est complètement à plat, même si l'on ajuste le potentiomètre, on ne réussit pas à placer l'aiguille sur le zéro, c'est-à-dire que l'on ne peut placer l'aiguille à la fin de l'échelle ; il ne reste plus qu'à changer de pile.

Vous pouvez maintenant commencer le montage du circuit ohmmétrique sur la plaquette à 34 cosses.

#### *Deuxième exercice*

Détachez de la plaquette, les raccordements du contrôleur de circuits par substitution ; détachez les pinces crocodiles raccordées aux douilles rouge et noire de l'appareil de mesure.

Avant de réaliser le nouveau circuit, dessoudez tout d'abord tous les composants et les raccords disposés entre les diverses cosses au cours des exercices précédents, à l'exception :

- des deux douilles rouge et noire ;
- du fil noir isolé disposé entre les oeillets des cosses CA12 et CA17 ;
- du morceau de fil noir isolé disposé entre la cosse de la douille rouge et l'oeillet de la cosse CA34.

Il faut aussi plier à angle droit les languettes des cosses CA2, CA3 et CA4.

Après ces opérations, la plaquette aura l'aspect que montre la figure 11.

Mettez soigneusement de côté les composants et les fils souples que vous avez récupérés et commencez le montage du nouveau circuit.

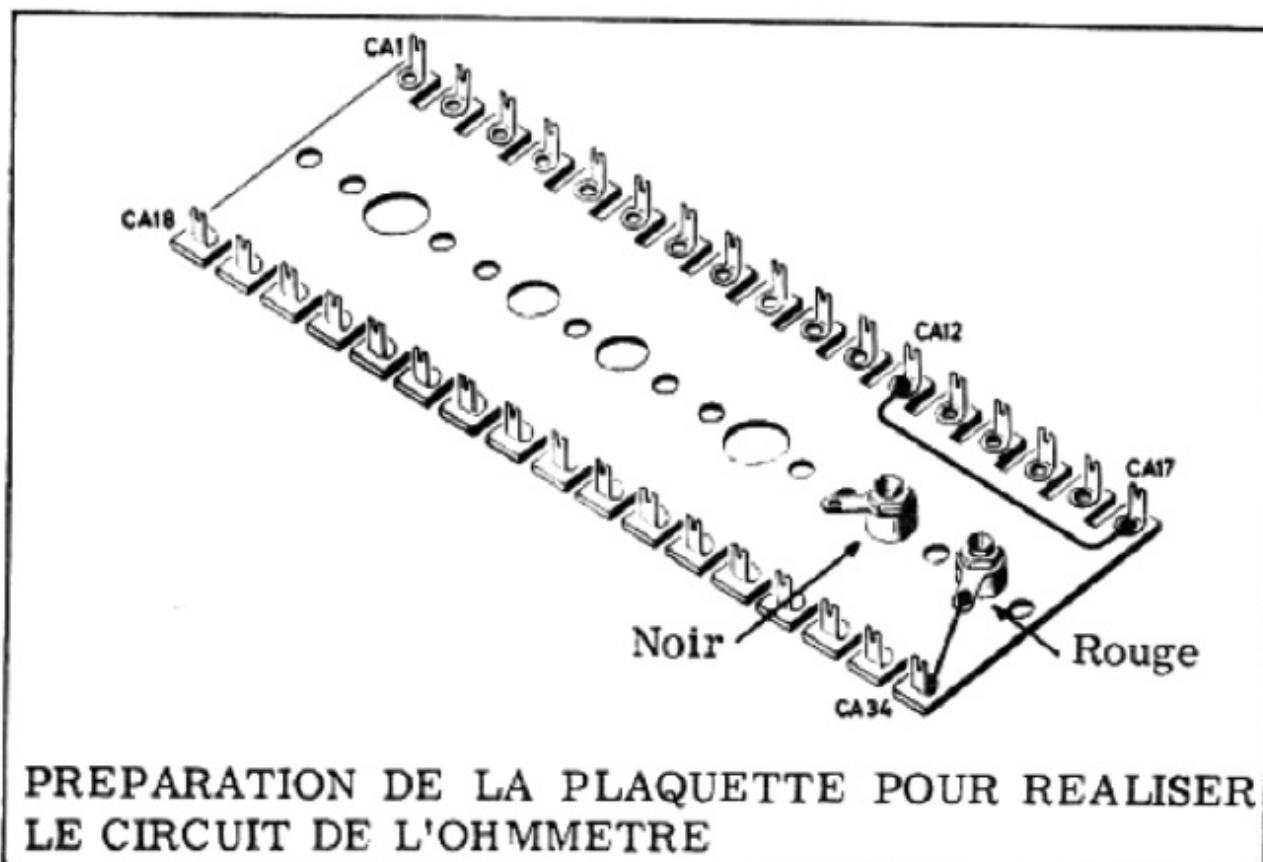


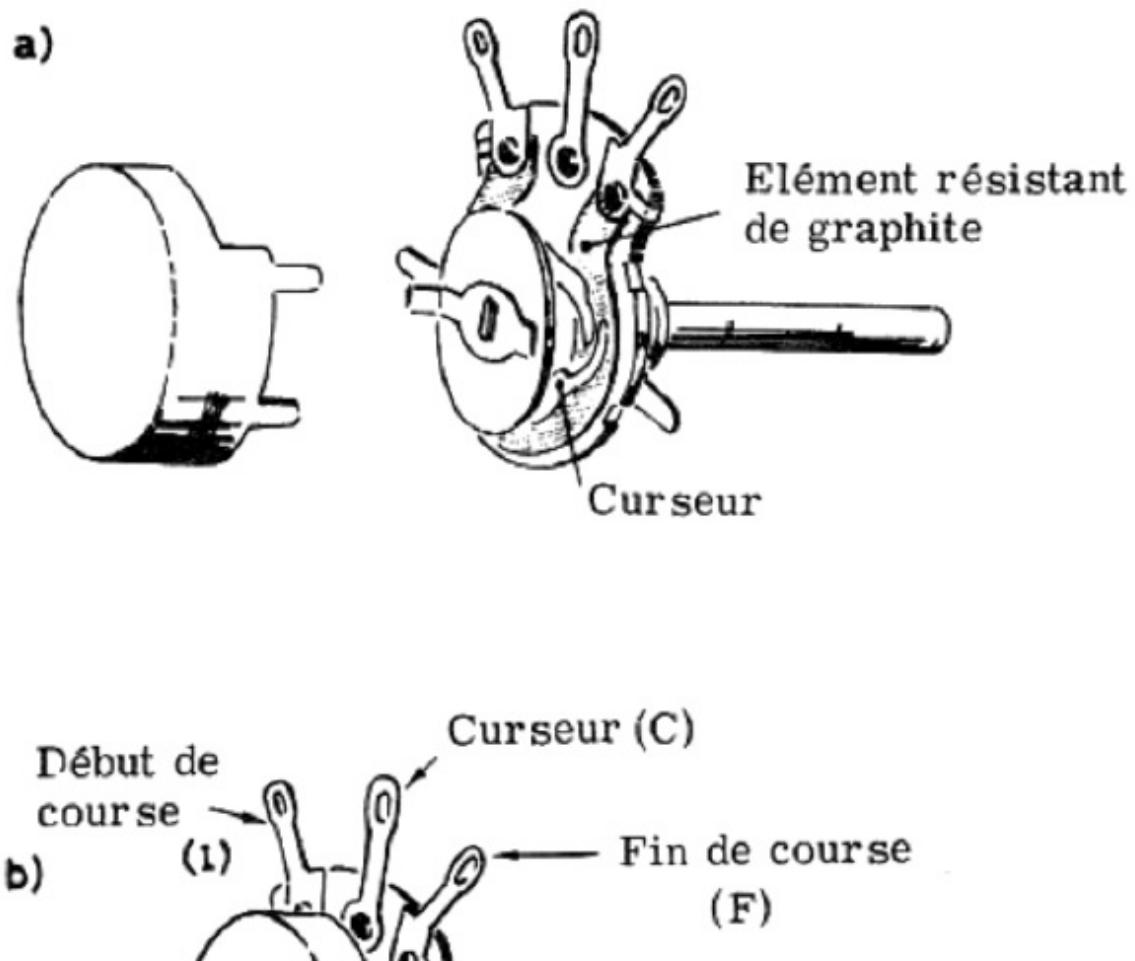
Figure 11

Il faut disposer dans l'ouverture F3 de la plaquette à 34 cosses le potentiomètre linéaire P2 à couche de graphite, de  $10\text{ k}\Omega$ . Ce potentiomètre diffère du type bobiné que vous avez monté précédemment sur le contrôleur de circuits, rien que par l'élément résistant qui est formé ici d'une couche de graphite placée sur un support isolant ; un curseur forme le point mobile, il est commandé par un petit axe (*figure 12 - a*).

Les bornes du potentiomètre au graphite sont indiquées sur les schémas de même manière que les bornes du potentiomètre bobiné P1 (suivant un accord international). Par conséquent, en disposant le potentiomètre comme le montre la *figure 12 - b* la borne de gauche sera la borne du début de course (I), la borne de droite est celle de la fin de course (F) et celle placée entre les deux extrémités est le curseur (C).

N'oubliez pas de manier avec beaucoup de précautions le potentiomètre, c'est un composant délicat qui sera utilisé par la suite pour le contrôleur universel.

Ceci mentionné, vous pouvez commencer par mettre le potentiomètre dans le trou F3 de la plaquette.



POTENTIOMETRE A COUCHE DE GRAPHITE : VUE INTERIEURE ET IDENTIFICATION DES BORNES TERMINALES

Figure 12

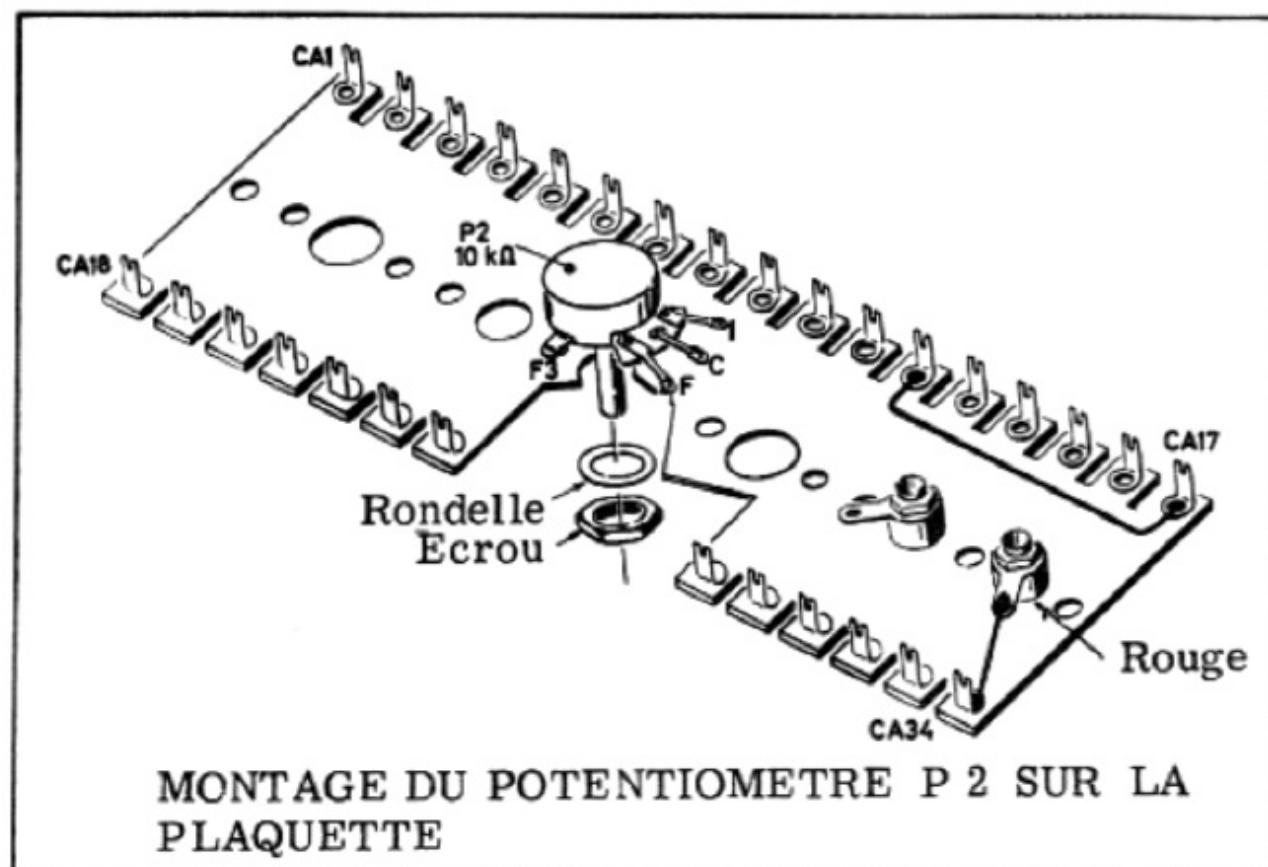


Figure 13

a) Dévissez l'écrou de la partie filetée de l'axe de commande ; retirez-en la rondelle. Introduisez l'axe dans le trou, par le côté extérieur de la plaquette, passez la rondelle et revissez à sa place l'écrou (*figure 13*) ; vous devez orienter les bornes du potentiomètre comme le montre la *figure 13*.

b) Coupez un morceau de fil noir isolé de 4 cm et disposez-le entre la borne C du potentiomètre et l'oeillet de la cosse CA12 ; soudez sur les deux points.

c) Coupez un morceau de fil noir isolé de 4,5 cm et disposez-le entre la borne F du potentiomètre et la cosse de la douille noire ; soudez sur les deux points.

d) Disposez entre les languettes des cosses CA12 et CA29 les bornes de la résistance R42 de  $1,8 \text{ k}\Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (marron-gris-rouge, argent) ; soudez sur les deux points.

e) Disposez entre les languettes des cosses CA17 et CA34 la résistance R22 de  $270 \Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (rouge-violet-marron, ar-

gent) ; soudez sur les deux points.

f) Dessoudez des cosses des bornes de l'appareil de mesure, les fils souples rouge et noir, munis de pinces crocodiles.

g) Soudez sur la cosse de la borne positive de l'appareil le fil souple rouge muni d'une fiche banane, récupéré lors de l'exercice précédent.

h) Soudez à la cosse de la borne négative de l'instrument le fil souple noir muni d'une fiche banane, récupéré également de l'exercice précédent.

i) Soudez l'extrémité libre du fil souple noir , muni d'une pince crocodile, sur l'oeillet de la cosse CA29.

j) Soudez l'extrémité libre du fil souple rouge muni d'une pince crocodile, sur l'oeillet de la cosse CA34.

k) Serrez le pôle négatif de l'une des deux piles avec la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA29.

l) Serrez le pôle positif de la pile avec la pince crocodile rouge du pontet que vous avez utilisé lors des leçons précédentes, pour relier les piles en série. L'extrémité opposée du pontet - à laquelle est raccordée une pince crocodile noire - reste libre pour le moment.

Le circuit de l'ohmmètre est terminé : placez dans la douille noire de la plaquette, la fiche banane noire provenant de la borne négative de l'appareil. Placez la fiche banane rouge provenant de la borne positive de l'appareil dans la douille rouge.

Les raccordements effectués sont montrés sur la figure 14.

La pince crocodile noire du pontet qui est reliée à l'extrémité positive de la pile, ainsi que la pince crocodile du fil souple rouge provenant de la cosse CA34, constituent les bornes de la résistance inconnue Rx, bornes placées entre les extrémités de l'ohmmètre.

Toutefois avant d'utiliser l'ohmmètre, il faut placer à zéro l'aiguille de l'instrument ; il est à noter qu'il faut effectuer cette dernière opération, quel que soit le type d'ohmmètre que l'on emploie.

Procédez de la manière suivante :

Mettez les bornes de l'ohmmètre de manière à obtenir un court-circuit ; c'est-à-dire reliez la pince crocodile noire du pontet, provenant du pôle positif de la pile, à la pince crocodile du fil souple rouge provenant de la

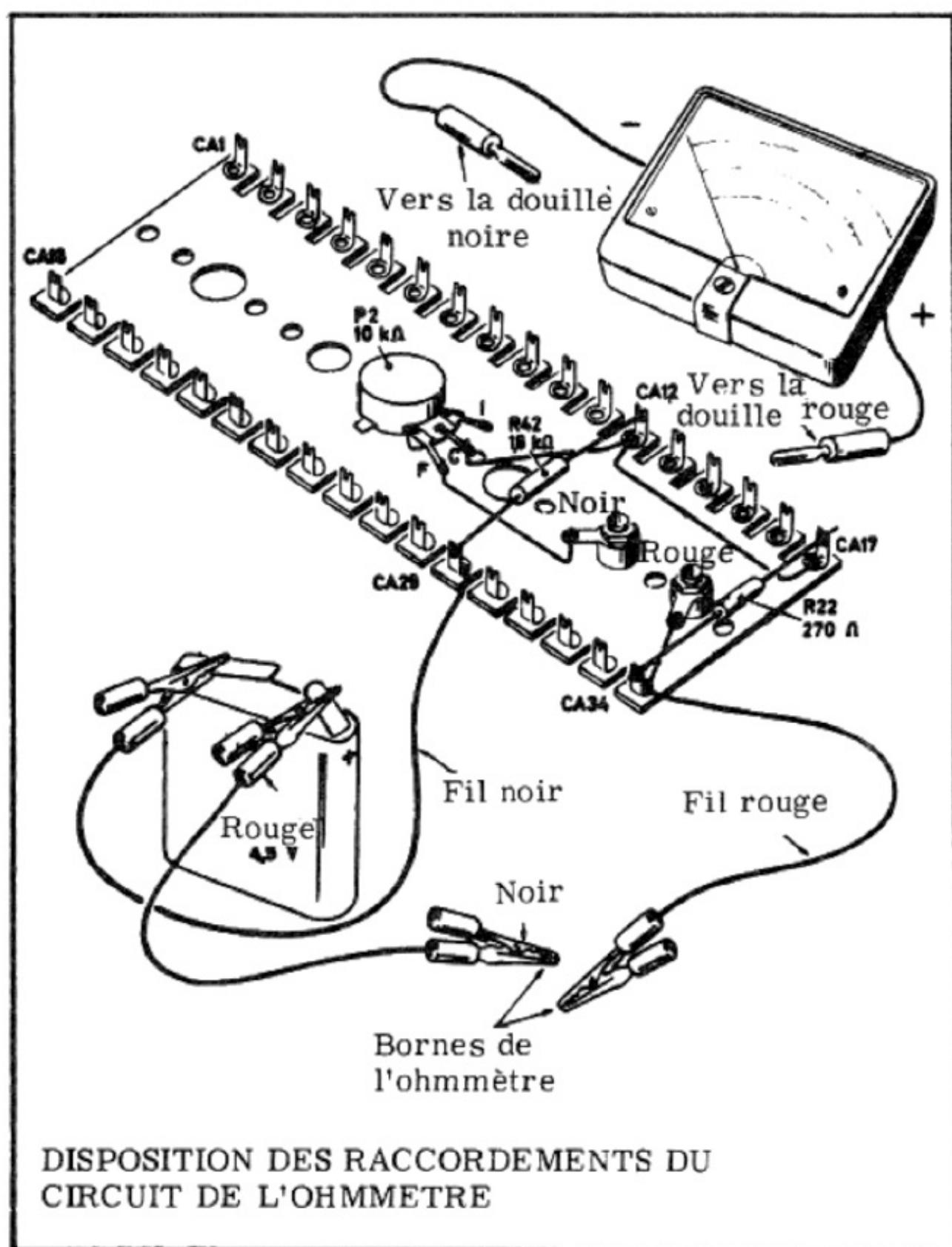


Figure 14

cosse CA34. Vous constaterez que l'aiguille de l'instrument se déplace vers la droite, c'est-à-dire en début de l'échelle en ohmmètre.

Règlez le potentiomètre P2 jusqu'à ce que l'aiguille se trouve exactement sur la position zéro ; cette indication est lue sur la première échelle en haut du cadran, échelle des mesures de résistances, et qui porte l'indication *OHM* des deux côtés.

*Lorsque l'aiguille est exactement à zéro sur la droite de l'échelle, l'appareil est calibré pour effectuer la mesure.*

Si l'aiguille, pendant cette opération, au lieu de se déplacer vers la droite, à la fin de l'échelle, tend à se déplacer vers la gauche, c'est l'indication que les polarités de la pile ont été inversées par erreur.

Si par contre, on ne réussit pas à effectuer la mise à zéro, c'est-à-dire qu'en agissant sur le potentiomètre l'aiguille n'arrive pas à zéro et s'arrête avant de l'atteindre, cela signifie que la pile est déchargée ; il faut la remplacer par une neuve.

Après avoir mis l'ohmmètre à zéro, continuez à vous exercer en effectuant des mesures de résistances ; en utilisant par exemple les résistances du contrôleur de circuits par substitution.

Prenez le contrôleur de circuits ; mettez dans la douille noire (N) la fiche banane d'un cordon noir et dans la douille rouge (M), la fiche banane d'un cordon rouge. Tournez le commutateur S1 et mettez-le en position  $100\ \Omega$  ; placez l'interrupteur en position S ; une résistance de  $100\ \Omega$  s'abîmera de cette manière entre les pinces crocodiles des cordons.

Vérifiez maintenant avec l'ohmmètre la valeur de cette résistance.

Serrez d'abord avec la pince crocodile noire du cordon du contrôleur de circuits, provenant de la douille N, la pince crocodile noire de l'ohmmètre.

Serrez avec la pince crocodile du cordon rouge du contrôleur de circuits provenant de la douille M, la pince crocodile rouge de l'ohmmètre.

Vous pourrez constater que l'aiguille de l'appareil se déplace sur le cadran et s'arrête près du chiffre 1, à droite, sur la première échelle du haut. La position sur laquelle doit se placer l'aiguille est montrée sur le cadran de la figure 15 - a.

Comme le calibre de l'ohmmètre est de  $R \times 100$ , il faut multiplier par 100 les valeurs indiquées sur l'échelle ; l'échelle du cadran de l'appareil serait identique à celle de la figure 9 - a ; par conséquent la valeur de la résis-

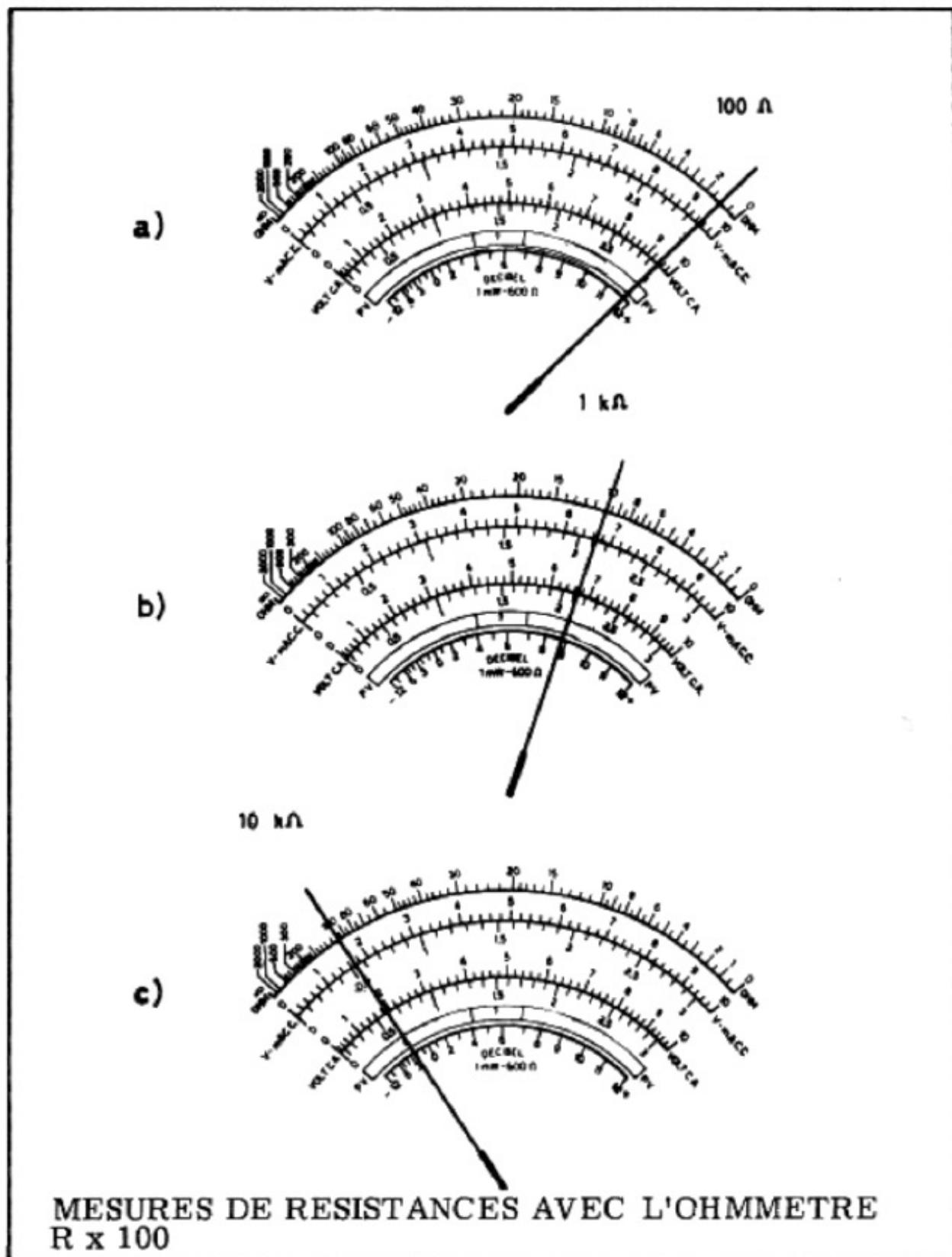


Figure 15

tance indiquée par l'ohmmètre est approximativement de  $100\ \Omega$ .

Tournez maintenant le commutateur S1 du contrôleur de circuits et placez-le en position  $1\ k\Omega$  : l'aiguille de l'appareil se déplacera sur la valeur 10, toujours lire sur la première échelle du haut (*figure 15 - b*). Multipliez par 100, la valeur indiquée par l'échelle (c'est en effet le calibre de l'ohmmètre) vous obtiendrez ainsi la valeur  $1.000\ \Omega$ , c'est-à-dire de  $1\ k\Omega$ .

Déplacez enfin le commutateur S1 sur la position  $10\ k\Omega$  : l'aiguille de l'appareil s'arrêtera approximativement en position 100 (*figure 15 - c*) ; en multipliant ce nombre par 100, on obtient ainsi  $10.000\ \Omega$  c'est-à-dire une valeur de  $10\ k\Omega$ .

En lisant les valeurs des résistances, il ne faut pas oublier la tolérance de 10 % sur la valeur des résistances utilisées dans le contrôleur de circuits et également le fait que la résistance R42 n'est pas une résistance de précision ; par conséquent en mesurant par exemple la résistance de  $1.000\ \Omega$ , l'aiguille pourra indiquer des valeurs comprises entre  $800\ \Omega$  et  $1.200\ \Omega$ .

Effectuez fréquemment l'opération de remise à zéro pour compenser les variations de tension de la pile.

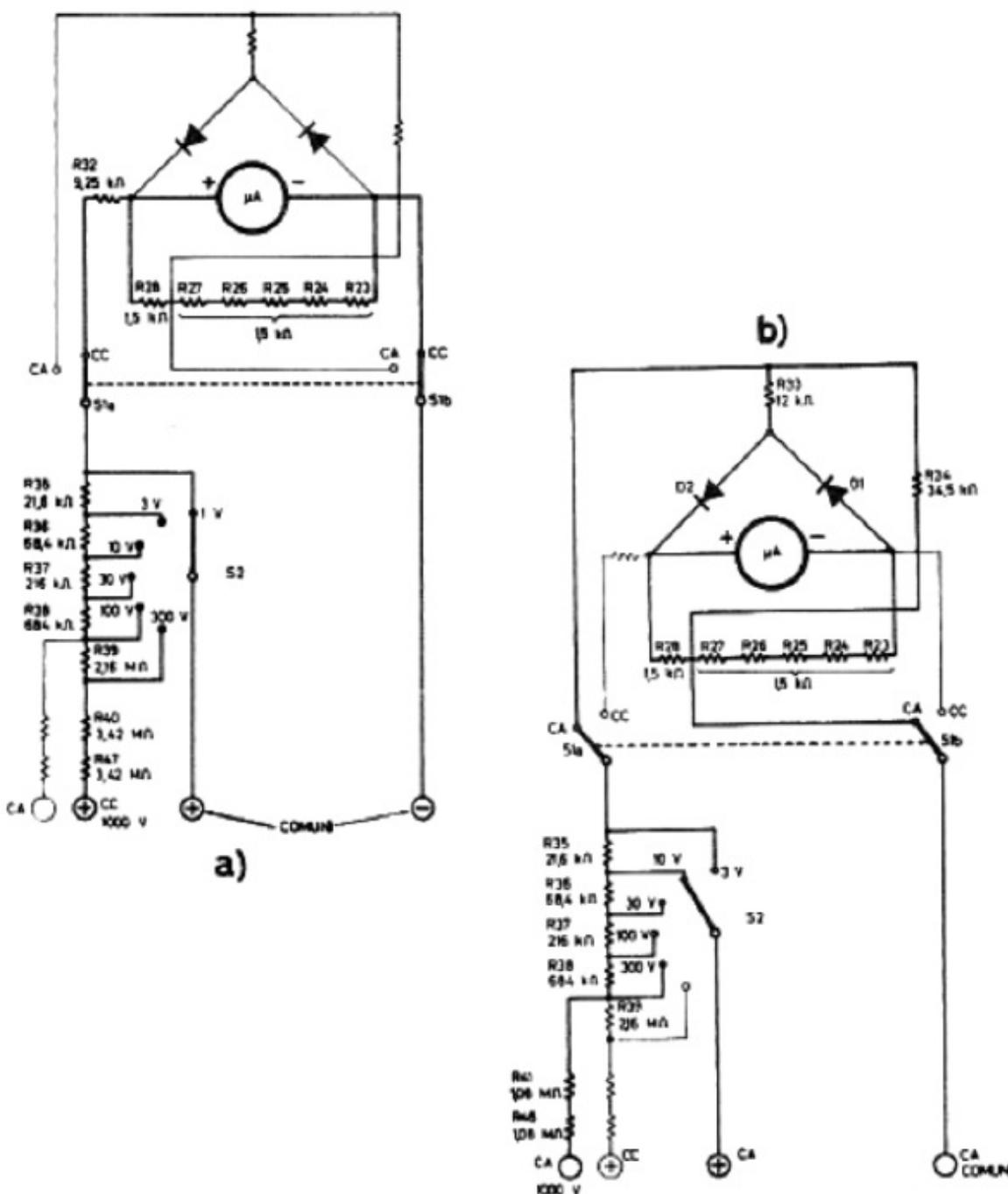
Par la suite, et pour mieux vous familiariser avec l'usage de l'ohmmètre, vous pourrez effectuer les mesures de toutes les valeurs de résistances du contrôleur de circuits par substitution ; il faut mentionner que les valeurs supérieures à  $200\ k\Omega$  ne peuvent pas être mesurées par cet ohmmètre, qui ne dispose que d'une seule échelle.

Pour cette raison, l'ohmmètre que vous allez réaliser maintenant aura deux échelles suffisantes, pour pouvoir mesurer toutes les valeurs de résistances que l'on peut normalement trouver dans les circuits radio.

## 2 - CIRCUIT DU VOLTMETRE DU CONTROLEUR UNIVERSEL

Avant de commencer le montage du circuit de l'ohmmètre proprement dit, vous devez analyser et monter le circuit voltmétrique.

Vous avez analysé au cours de la leçon précédente, comment est constitué un voltmètre en CC ou bien en CA ; nous examinerons rapidement le



SCHEMAS ELECTRIQUES DU CIRCUIT VOLTMETRIQUE  
POUR CC et POUR CA

Figure 16

circuit voltmétrique du contrôleur universel, que vous allez réaliser au cours des opérations successives de montage.

Le schéma illustré sur la *figure 16 - a*, en le soulignant par des traits plus appuyés, met en évidence le circuit des mesures en CC ; la *figure 16 - b* met en relief le circuit des mesures en CA.

En examinant le circuit relatif aux mesures en CC, vous constatez que toute la chaîne des résistances shunts formée par R23, R24, R25, R26, R27, R28 pour le fonctionnement du circuit voltmétrique, constitue en réalité une résistance shunt unique d'une valeur globale de  $3\text{ k}\Omega$  (égale à la somme des valeurs de toutes les résistances) ; ces  $3\text{ k}\Omega$ , reliés en parallèle aux  $1.000\ \Omega$  de la résistance interne de l'instrument, ont une valeur totale de  $750\ \Omega$ .

La résistance additionnelle R32 de  $9,25\text{ k}\Omega$  reliée en série aux  $750\ \Omega$  du circuit milliampermétrique, fournit pour le calibre de  $1\text{ V}$  une résistance, de  $10.000\ \Omega$ , qui permet d'avoir une sensibilité de  $10.000\ \Omega/\text{V}$ .

En plaçant en série avec cette valeur de résistance, la résistance R35 de  $21,6\text{ k}\Omega$ , on obtient le calibre de  $3\text{ V}$  ; en y ajoutant encore R36 de  $68,4\text{ k}\Omega$ , on obtient le calibre de  $10\text{ V}$  et ainsi de suite pour les calibres successifs, en ajoutant tour à tour R37, puis R38, R39 et les deux résistances de  $3,42\text{ M}\Omega$ .

Le commutateur S2 permet d'insérer les différentes résistances additionnelles, alors qu'un commutateur unique, constitué par S1a-S1b, permet de transformer le circuit voltmétrique pour CC en circuit voltmétrique pour CA, en y insérant deux diodes D1 et D2 dans le circuit classique en pont.

Deux des côtés du pont sont constitués par les deux diodes ; un troisième côté est constitué par R28 de  $1,5\text{ k}\Omega$  ; le quatrième côté est constitué par R23, R24, R25, R26 et R27 dont la valeur totale égale dans ce cas aussi  $1,5\text{ k}\Omega$ .

La résistance R33 de  $12\text{ k}\Omega$  constitue la résistance additionnelle pour le calibre de  $3\text{ V}$  en CA, alors que R35 de  $21,6\text{ k}\Omega$  avec R33 permet d'obtenir le second calibre de  $10\text{ V}$  et ainsi de suite.

La résistance R34 de  $34,5\text{ k}\Omega$  constitue par contre un shunt pour le milliampermètre, pour pouvoir disposer de la même chaîne de résistances additionnelles que ce soit en CC ou en CA.

Pour effectuer des mesures de tensions continues, le contrôleur universel dispose de cette manière de sept calibres avec  $1\text{ V}$ ,  $3\text{ V}$ ,  $10\text{ V}$ ,  $30\text{ V}$ ,  $100\text{ V}$ ,  $300\text{ V}$  et  $1.000\text{ V}$ .

Pour effectuer des mesures de tensions alternatives il y a seulement six calibres, qui sont 3 V, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V et 1.000 V.

## 2 · 1 MONTAGE SUR CIRCUIT IMPRIME

Reprenez maintenant le montage électrique du contrôleur.

Ce travail consiste à disposer sur le circuit imprimé les résistances du circuit voltmétrique et les deux diodes au germanium, en suivant le même système que pour le montage des résistances shunts au cours de la *Pratique 10*.

Pour connaître exactement les ouvertures des cosses entre lesquelles vous introduirez les bornes des composants et les raccordements, reportez-vous aux *figures 17 et 18*.

La *figure 17* montre le côté extérieur du circuit imprimé et les petites bandes de cuivre que l'on peut apercevoir par transparence sont soulignées par un trait rouge.

La *figure 18* montre le côté intérieur du circuit ; les composants que l'on peut apercevoir à contre-jour sont soulignés d'un trait rouge.

Les composants qui sont déjà montés sur le circuit imprimé sont indiqués par de petits tirets.

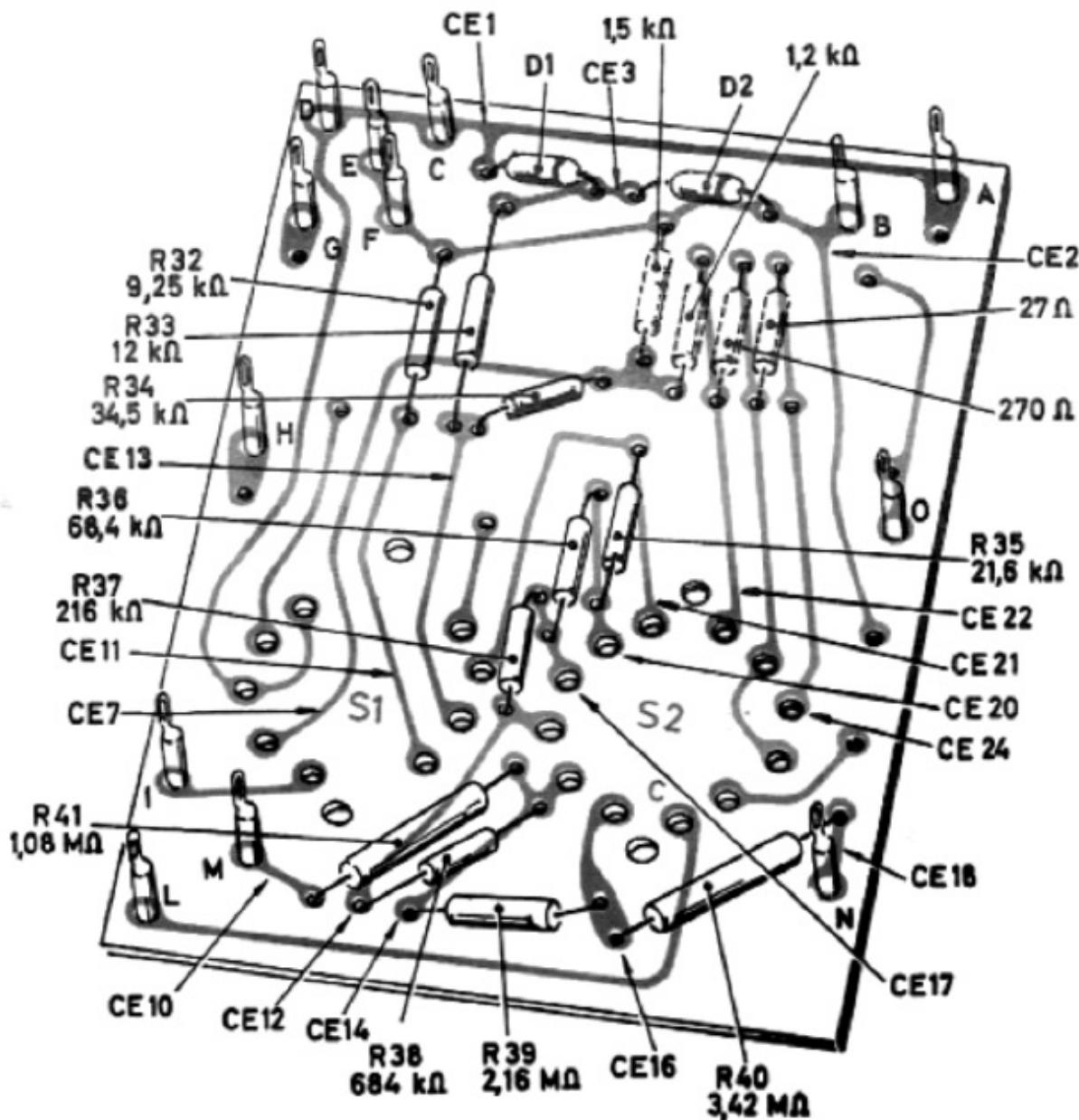
Comme d'habitude, commencez par bien nettoyez toutes les bornes des composants, avant de les insérer dans les ouvertures des cosses. Veillez aussi à ne pas trop tirer sur les bornes pendant cette opération, pour ne pas risquer de les détacher.

En dernier lieu, rappelez-vous qu'il faut disposer les résistances du côté extérieur du circuit imprimé, de manière à ce que la valeur de la résistance marquée sur les résistances soit visible ; le contrôle visuel du montage que vous effectuerez par la suite en sera facilité.

Procédez suivant la méthode indiquée, pour le montage des composants sur le circuit imprimé.

a) Introduisez dans les trous des liaisons CE2 et CE11 les bornes de la résistance à couche R32 de  $9,25\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

b) Introduisez dans les trous des liaisons CE3 et CE13 les bornes de la résistance à couche R33 de  $12\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.



MONTAGE PARTIEL VU DU COTE EXTERIEUR  
DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 17

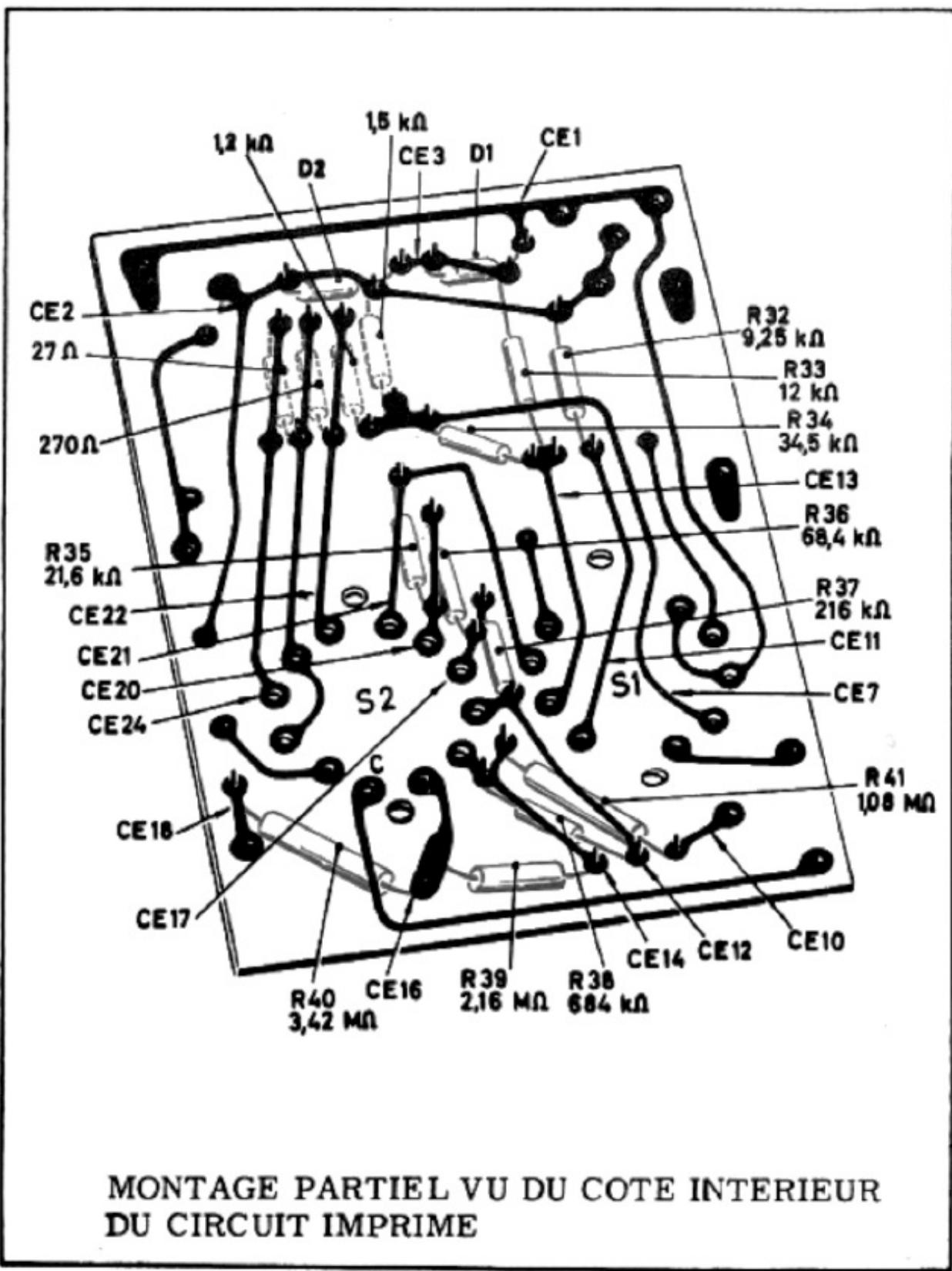


Figure 18

c) Introduisez dans les trous des liaisons CE7 et CE13 les bornes de la résistance à couche R34 de  $34,5\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

d) Introduisez dans les trous des liaisons CE21 et CE20 les bornes de la résistance à couche R35 de  $21,6\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

e) Introduisez dans les trous des liaisons CE20 et CE17 les bornes de la résistance à couche R36 de  $68,4\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

f) Introduisez dans les trous des liaisons CE17 et CE12 les bornes de la résistance à couche R37 de  $216\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/2 W ou bien 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

g) Introduisez dans les trous des liaisons CE14 et CE12 les bornes de la résistance à couche R38 de  $684\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/2 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

h) Introduisez dans les trous des liaisons CE14 et CE16 les bornes de la résistance à couche R39 de  $2,16\text{ M}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/2 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent. Veillez bien qu'une borne de cette résistance ne se trouve pas en contact avec la résistance R38 ; si nécessaire, déplacez-la vers le côté extérieur du circuit imprimé.

i) Introduisez dans les trous des liaisons CE16 et CE18 les bornes de la résistance à couche R40 de  $3,42\text{ M}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/2 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

j) Introduisez dans les trous des liaisons CE10 et CE14 les bornes de la résistance à couche R41 de  $1,08\text{ M}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/2 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

k) Introduisez dans les trous des liaisons CE1 et CE3 les bornes de la diode au germanium D1, OA81 ou l'équivalent ; rappelez-vous que la borne qui porte une marque correspond à la cathode et doit se trouver du côté CE3 ; soudez sur les deux points. Veillez à effectuer rapidement cette opération pour ne pas trop chauffer les bornes, comme nous l'avons déjà dit. Coupez ensuite les bouts qui dépassent.

1) Introduisez dans les trous des liaisons CE2 et CE3 les bornes de la diode au germanium D2, OA81 ou son équivalent ; rappelez-vous que la borne qui porte une marque correspond à la cathode et doit se trouver du côté CE2 ; soudez sur les deux points puis coupez les bouts qui dépassent.

Le travail de montage pour le circuit voltmétrique est terminé ; vous allez maintenant compléter le circuit ohmmétrique.

### 3 - CIRCUIT DE L'OHMMETRE DU CONTROLEUR

Après avoir étudié dans la première partie de cette leçon, le principe du fonctionnement de l'ohmmètre et avoir effectué les différentes mesures de résistances, vous allez maintenant examiner et effectuer le montage du circuit ohmmétrique du contrôleur.

Le schéma électrique est donné *figure 19* ; en le regardant avec soin, vous constaterez qu'il dispose de deux calibres ; l'un permet de mesurer des résistances dont les valeurs indiquées par l'aiguille doivent être multipliées par 10 ( $R \times 10$ ) ; l'autre permet de mesurer des résistances dont les valeurs indiquées par l'aiguille doivent être multipliées par 1.000 ( $R \times 1.000$ ).

Le calibre  $R \times 10$  utilise le calibre de 10 mA du contrôleur ; le calibre de  $R \times 1.000$  utilise le calibre de 100  $\mu$ A du contrôleur.

Dans le premier cas, la résistance étalon  $R_c$  du circuit ohmmétrique est constituée par la résistance R45 de 168  $\Omega$  et par la résistance de l'appareil elles forment une résistance d'une valeur totale de 200  $\Omega$  qui est la valeur au centre de l'échelle.

Dans le second cas, la résistance  $R_c$  étalon est formée par R45 de 168  $\Omega$ , par R43 de 19,45 k $\Omega$  et par la résistance de l'appareil, ce qui donne une valeur totale de 20 k $\Omega$  (valeur centrale de l'échelle). En effet, on lit au centre de l'échelle ohmmétrique la valeur 20 ; avec le calibre  $R \times 10$  il faut multiplier ce chiffre par 10 et l'on obtient 200  $\Omega$  ; pour le calibre  $R \times 1.000$  il faut multiplier par 1.000 ; il en résulte une valeur de 20.000  $\Omega$  c'est-à-dire 20 k $\Omega$  comme indiqué plus haut.

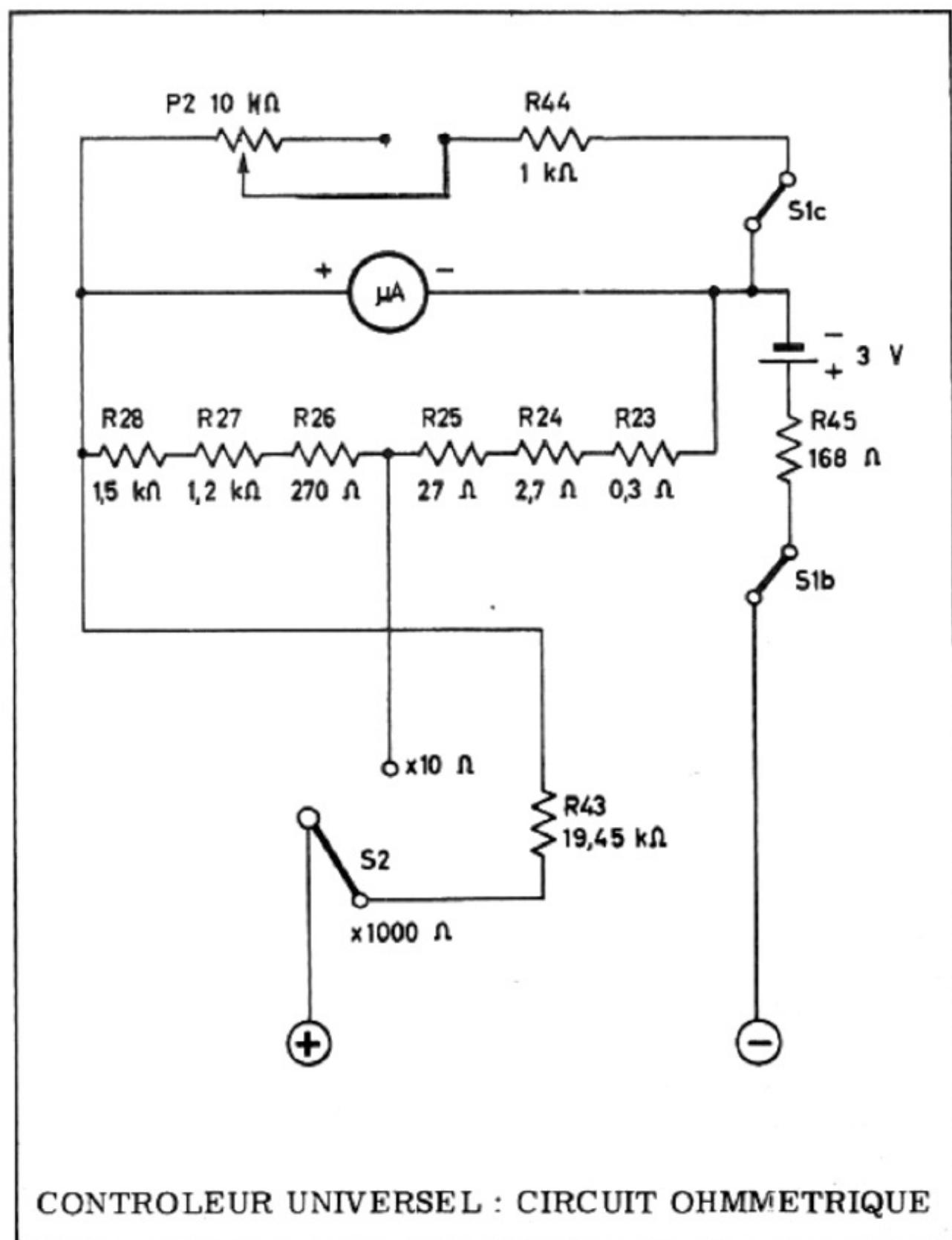


Figure 19

CONTROLEUR UNIVERSEL : CIRCUIT OHMMETRIQUE

L'opération de la mise à zéro du milliampèremètre est obtenue par le potentiomètre P2 de  $10\text{ k}\Omega$ , relié en série avec la résistance R44 de  $1\text{ k}\Omega$ ; ceci limite la plage de réglage de P2 et permet en même temps un réglage plus facile de l'aiguille en fin d'échelle.

La pile de 3 V alimente le circuit; les deux sections S1b et S1c d'un commutateur, permettent de connecter le circuit ohmmétrique; le commutateur de calibre S2 branche les calibres  $R \times 10$  et  $R \times 1.000$ .

Vous allez maintenant procéder au montage de quelques composants de l'ohmmètre sur le circuit imprimé du contrôleur.

Disposez sur la plaquette, les résistances de l'ohmmètre et les deux résistances shunts de  $0,3\text{ }\Omega$  et  $2,7\text{ }\Omega$  qui n'ont pas encore été montées.

Pour vous assurer de l'exactitude du montage, reportez-vous à la *figure 20* et à la *figure 21*; vous pourrez vérifier exactement les trous à utiliser pour la disposition des résistances. Ces dessins indiquent en traits pointillés les composants qui ont été précédemment montés sur le circuit imprimé.

a) Introduisez dans les trous des liaisons CE25 et CE24 les bornes de la résistance bobinée R24 de  $2,7\text{ }\Omega$ , tolérance 1% -  $1/2\text{ W}$ ; soudez sur les deux bornes et coupez les bouts qui dépassent. Ce câblage est bien entendu celui à effectuer si vous avez reçu une résistance R24 du type A (axial).

Si vous avez reçu une résistance R24 de  $2,7\text{ }\Omega$  du type B à plaquette suivez les indications de la *figure 22 - a* pour son montage.

Si, par contre, vous avez reçu une résistance R24 du type C à bobine, vous devez procéder de la manière suivante :

Commencez par dessouder de l'une des deux bornes, le morceau de fil de cuivre étamé nu qui y était relié auparavant; vous disposez la résistance comme il est montré sur la *figure 22 - b* et dessoudez le morceau de fil de cuivre étamé connecté à la borne de droite. La *figure 22 - c* montre la résistance, ce travail effectué.

Cette opération terminée, introduisez les bornes de la résistance dans les trous des liaisons CE24 et CE25 (*figure 22 - d*); soudez ensuite sur la bande de cuivre.

b) Introduisez dans les trous des liaisons CE1 et CE25 les bornes de la résistance bobinée R23 de  $0,3\text{ }\Omega$ , tolérance 1% -  $1\text{ W}$ ; effectuez la soudure sur les bandes de cuivre et coupez les bouts qui dépassent.

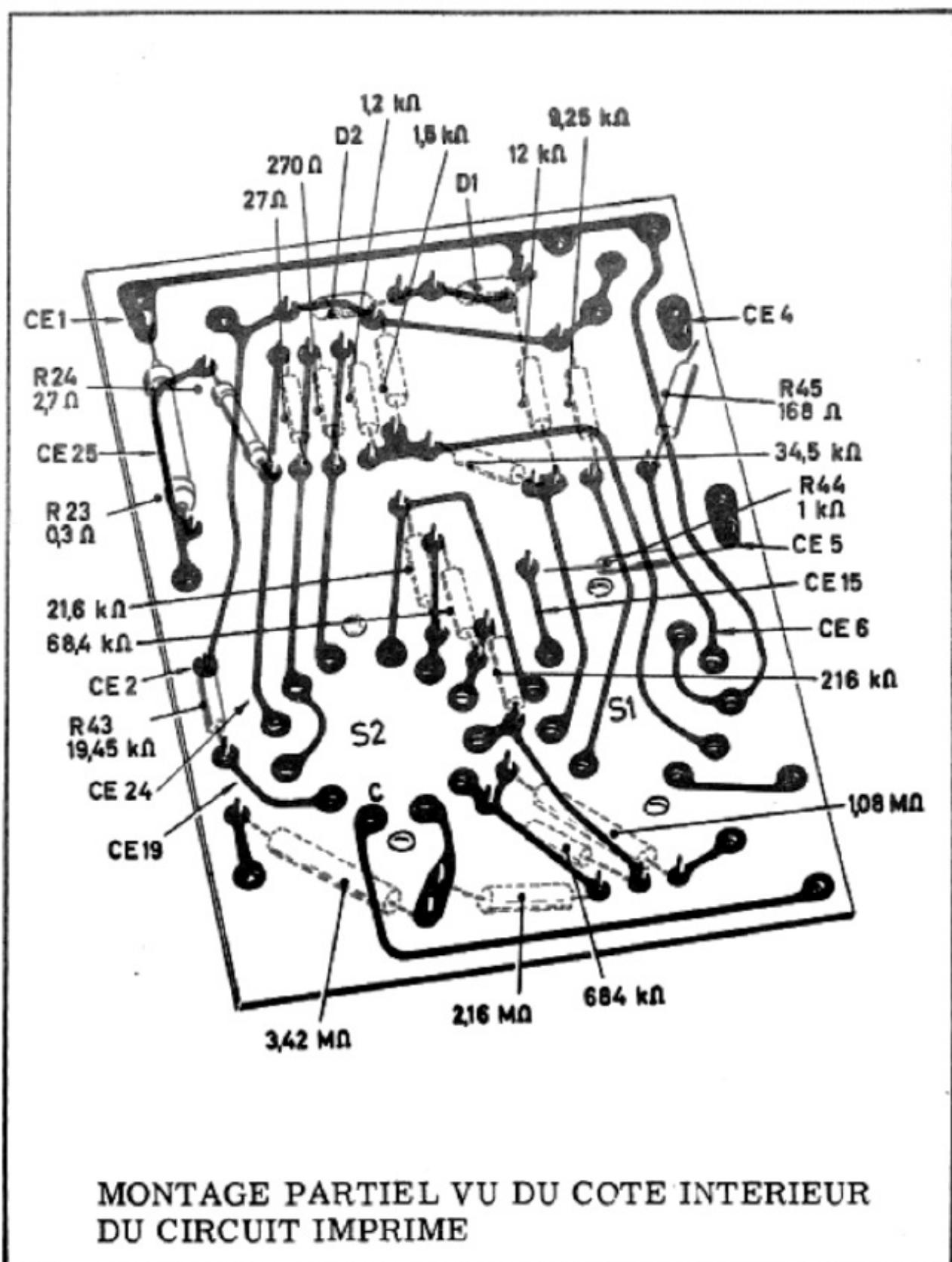
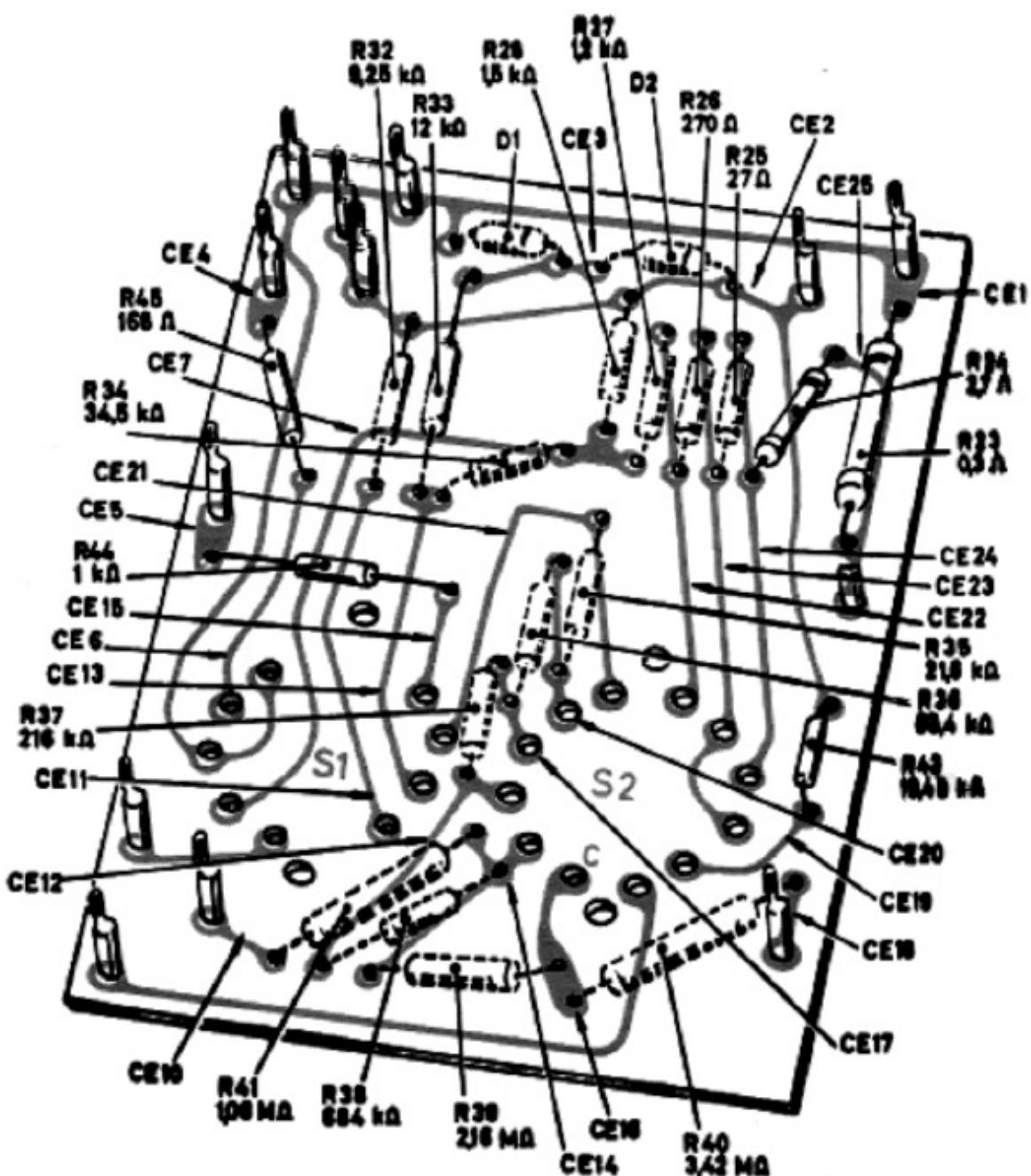


Figure 20



MONTAGE PARTIEL VU DU COTE EXTERIEUR  
DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 21

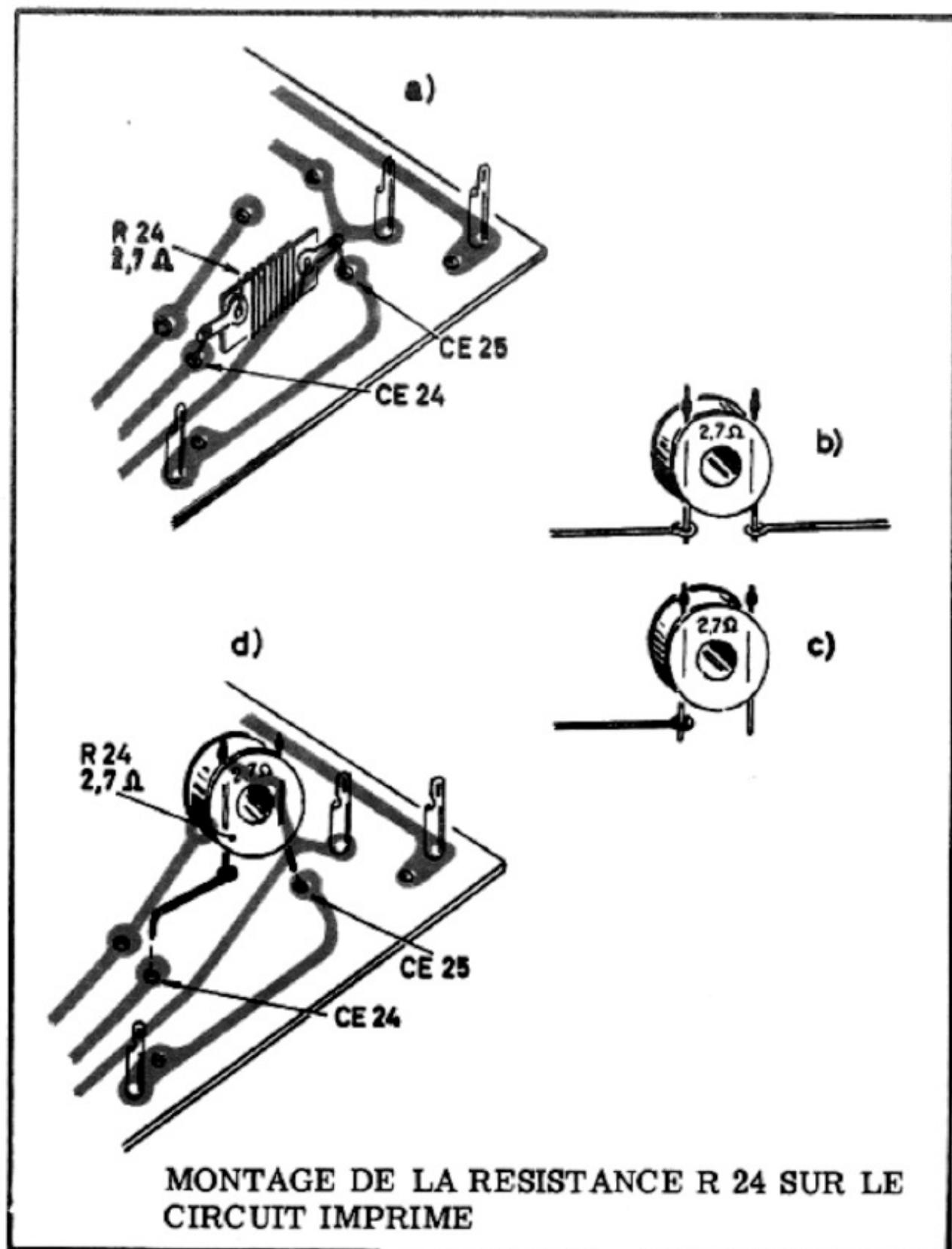


Figure 22

Nous supposons dans ce cas que la résistance montée est du type A (axial).

Si la résistance reçue est du type B à plaquette il faut la disposer comme le montre la figure 23 - a.

Si la résistance R23 reçue est du type C à bobine, vous devez commencer par la préparer en dessoudant de l'une de ses bornes le morceau de fil de cuivre étamé nu ; vous devez disposer la résistance comme montré sur la figure 23 - b ; dessoudez ensuite le morceau de fil de cuivre étamé sur la borne de gauche (figure 23 - c).

Vous introduisez ensuite les bornes de la résistance dans les trous des liaisons CE1 et CE25 (figure 23 - d) ; soudez sur les bandes de cuivre.

c) Introduisez dans les trous des liaisons CE2 et CE19 les bornes de la résistance à couche R43 de  $19,45\text{ k}\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

d) Introduisez dans les trous des liaisons CE5 et CE15 les bornes de la résistance à couche R44 de  $1\text{ k}\Omega$ , tolérance 10 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

e) Introduisez dans les trous des liaisons CE4 et CE6 les bornes de la résistance R45 de  $168\Omega$ , tolérance 1 % - 1/4 W ; soudez sur les deux points et coupez les bouts qui dépassent.

Le montage électrique des composants sur le circuit imprimé est terminé.

Pour vous assurer de l'exactitude du travail, vous devez effectuer un contrôle visuel ; cela vous aidera à relever éventuellement les erreurs commises ; reportez-vous pour vous guider dans ce contrôle à la figure 21.

Nous vous conseillons d'effectuer avec une très grande attention ce contrôle ; un défaut dans le montage, que vous ne décèleriez pas maintenant pourrait compromettre par la suite le bon fonctionnement du contrôleur.

### 3 - 1 CONTRÔLE VISUEL DES RACCORDEMENTS EFFECTUÉS

#### CE1

- La borne de la résistance R23 de  $0,3\Omega$ .
- La borne non-marquée de la diode D1, OA81 ou son équivalent.

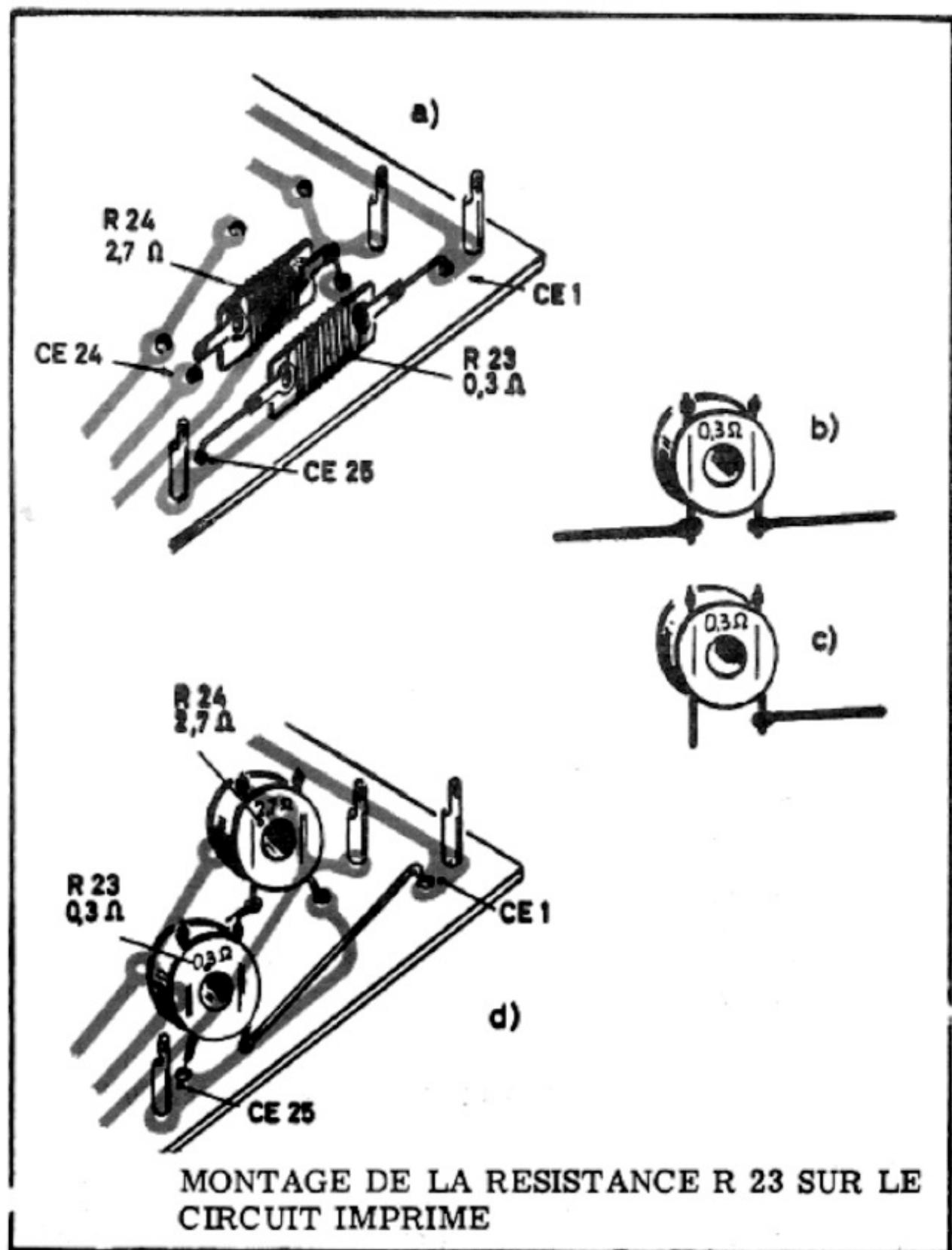


Figure 23

**CE2**

- La borne de la résistance R43 de 19,45 kΩ.
- La borne marquée (cathode) de la diode D2, OA81 ou son équivalent.
- La borne de la résistance R28 de 1,5 kΩ.
- La borne de la résistance R32 de 9,25 kΩ.

**CE3**

- La borne marquée (cathode) de la diode D1, OA81 ou son équivalent.
- La borne non-marquée de la diode D2, OA81 ou son équivalent.
- La borne de la résistance R33 de 12 kΩ.

**CE4**

- La borne de la résistance R45 de 168 Ω .

**CE5**

- La borne de la résistance R44 de 1 kΩ.

**CE6**

- La borne de la résistance R45 de 168 Ω.

**CE7**

- La borne de la résistance R34 de 34,5 kΩ.
- La borne de la résistance R28 de 1,5 kΩ.
- La borne de la résistance R27 de 1,2 kΩ.

**CE10**

- La borne de la résistance R41 de 1,08 MΩ.

**CE11**

- La borne de la résistance R32 de 9,25 kΩ.

**CE12**

- La borne de la résistance R38 de 684 kΩ.
- La borne de la résistance R37 de 216 kΩ.

**CE13**

- La borne de la résistance R34 de  $34,5\text{ k}\Omega$ .
- La borne de la résistance R33 de  $12\text{ k}\Omega$ .

**CE14**

- La borne de la résistance R39 de  $2,16\text{ M}\Omega$ .
- La borne de la résistance R38 de  $684\text{ k}\Omega$ .
- La borne de la résistance R41 de  $1,08\text{ M}\Omega$ .

**CE15**

- La borne de la résistance R44 de  $1\text{ k}\Omega$ .

**CE16**

- La borne de la résistance R39 de  $2,16\text{ M}\Omega$ .
- La borne de la résistance R40 de  $3,42\text{ M}\Omega$ .

**CE17**

- La borne de la résistance R37 de  $216\text{ k}\Omega$ .
- La borne de la résistance R36 de  $68,4\text{ k}\Omega$ .

**CE18**

- La borne de la résistance R40 de  $3,42\text{ M}\Omega$ .

**CE19**

- La borne de la résistance R43 de  $19,45\text{ k}\Omega$ .

**CE20**

- La borne de la résistance R35 de  $21,6\text{ k}\Omega$ .
- La borne de la résistance R36 de  $68,4\text{ k}\Omega$ .

**CE21**

- La borne de la résistance R35 de  $21,6\text{ k}\Omega$ .

**CE22**

- La borne de la résistance R26 de  $270\text{ }\Omega$ .
- La borne de la résistance R27 de  $1,2\text{ k}\Omega$ .

**CE23**

- La borne de la résistance R25 de 27  $\Omega$ .
- La borne de la résistance R26 de 270  $\Omega$ .

**CE24**

- La borne de la résistance R24 de 2,7  $\Omega$ .
- La borne de la résistance R25 de 27  $\Omega$ .

**CE25**

- La borne de la résistance R23 de 0,3  $\Omega$ .
- La borne de la résistance R24 de 2,7  $\Omega$ .

**Le contrôle visuel du travail effectué sur le circuit imprimé est terminé.**

**Avec la prochaine leçon, vous complèterez le montage du contrôleur et vérifierez son fonctionnement.**

A handwritten mark consisting of a horizontal line with a stylized loop or signature attached to its right side.