

# PRATIQUE

**COURS DE BASE  
ELECTRONIQUE**

## 1 - LE VOLTMETRE

On peut mesurer une tension de différentes façons, suivant les appareils dont on dispose ; on utilise le plus souvent un appareil sensible par exemple le galvanomètre à bobine mobile.

Dans cet appareil, le déplacement de l'aiguille sur le cadran est régi par une loi déterminée, suivant la valeur du courant qui parcourt la bobine mobile ; cet appareil permet donc de mesurer un courant, mais pas une tension ; en d'autres termes c'est un ampèremètre et pas un voltmètre. Néanmoins il est possible de transformer un ampèremètre en voltmètre en y raccordant en série une résistance d'une certaine valeur.

De cette façon, l'appareil en indiquant le courant qui le parcourt permettra de connaître la valeur de la tension aux bornes du circuit par l'effet de la loi d'Ohm que vous avez déjà étudiée.

En partant de la loi d'Ohm, il suffit de multiplier la valeur du courant indiquée par l'aiguille, par la résistance totale du circuit ; la résistance est constituée par la valeur de résistance interne de l'instrument, éventuellement par des shunts pour les calibres ampèremétriques, et par la résistance extérieure reliée en série au galvanomètre ; on obtient ainsi la valeur de la tension appliquée au circuit.

En graduant le cadran de façon appropriée, on arrive pratiquement à lire directement la valeur de tension sans qu'il soit nécessaire de passer par la valeur du courant et sans avoir à effectuer des multiplications.

La résistance qui est placée en série avec le galvanomètre et qui permet d'effectuer les mesures de tension est appelée **RESISTANCE ADDITIONNELLE** ; sa valeur exprimée en ohms est calculée de façon appropriée en fonction de la valeur de tension en fin d'échelle du voltmètre que l'on désire obtenir.

En plaçant convenablement différentes résistances additionnelles, on peut obtenir différentes valeurs en fin d'échelle, donc différents calibres voltmétriques.

## 1 - 1 LE VOLTMETRE A DIFFERENTS CALIBRES

Comme nous l'avons déjà mentionné pour réaliser un voltmètre, on peut relier en série une résistance additionnelle de valeur appropriée à un appareil de mesure du courant.

Le premier exercice de cette leçon consiste dans la transformation d'un milliampèremètre en voltmètre, en y adjoignant simplement une résistance reliée en série.

La *figure 1 - a* montre le schéma électrique d'un circuit milliampèremétrique permettant de mesurer le courant jusqu'à une valeur de 1 mA. C'est-à-dire que si l'on fait parcourir un courant de 1 mA dans le circuit, l'aiguille du galvanomètre se déplacera exactement jusqu'au bout de l'échelle du cadran.

Ce même circuit milliampèremétrique peut se transformer en un circuit voltmétrique avec un calibre de 10 V, en ajoutant une résistance de 10 k $\Omega$  en série (*figure 1 - b*).

Maintenant si on applique une tension de 10 V aux pôles du voltmètre, un courant de 1 mA parcourt le circuit, en vertu de la loi d'*Ohm* ; 1 mA est précisément la valeur du bout de l'échelle du circuit milliampèremétrique.

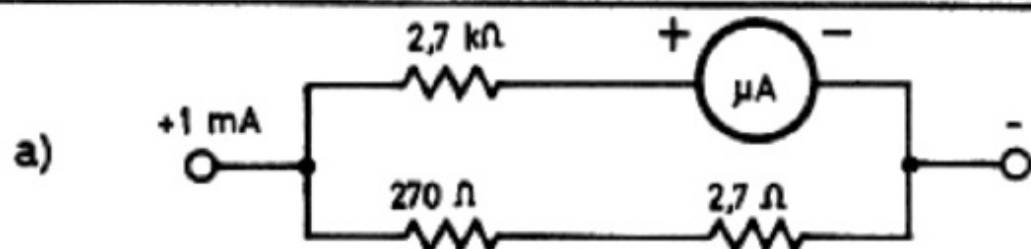
En augmentant la valeur de la résistance additionnelle et en la portant par exemple à 100 k $\Omega$  (*figure 1 - c*) on pourra mesurer des tensions jusqu'à 100 V ; en effet c'est seulement lorsqu'on applique une tension de cette valeur (100 V) que le courant sera de 1 mA dans le circuit milliampèremétrique ce qui portera l'aiguille de l'instrument au bout de l'échelle.

Par conséquent il suffit d'*augmenter la valeur de la résistance additionnelle pour que le calibre du voltmètre soit augmenté.*

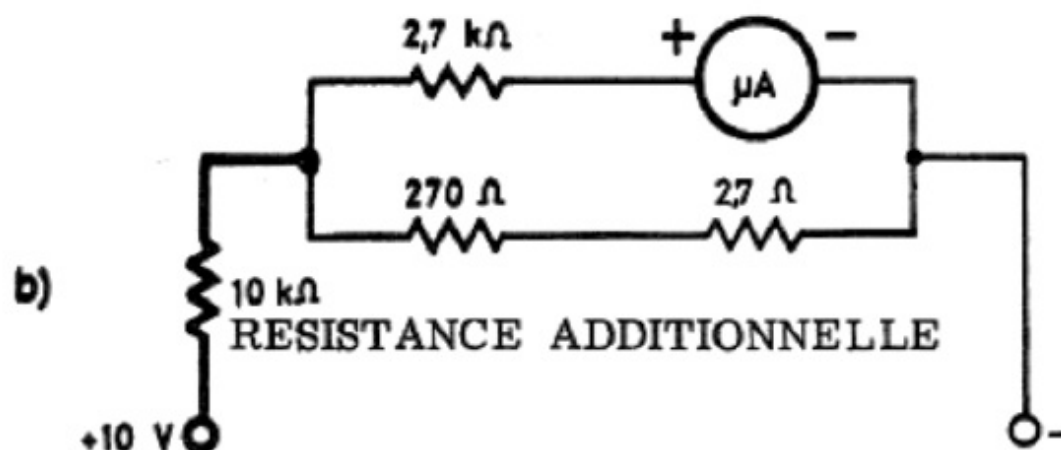
### *Premier exercice*

Le premier exercice consiste à réaliser d'abord un voltmètre de 10 V et ensuite un voltmètre de 100 V ; vous constaterez ici l'utilité de pouvoir disposer de différents calibres.

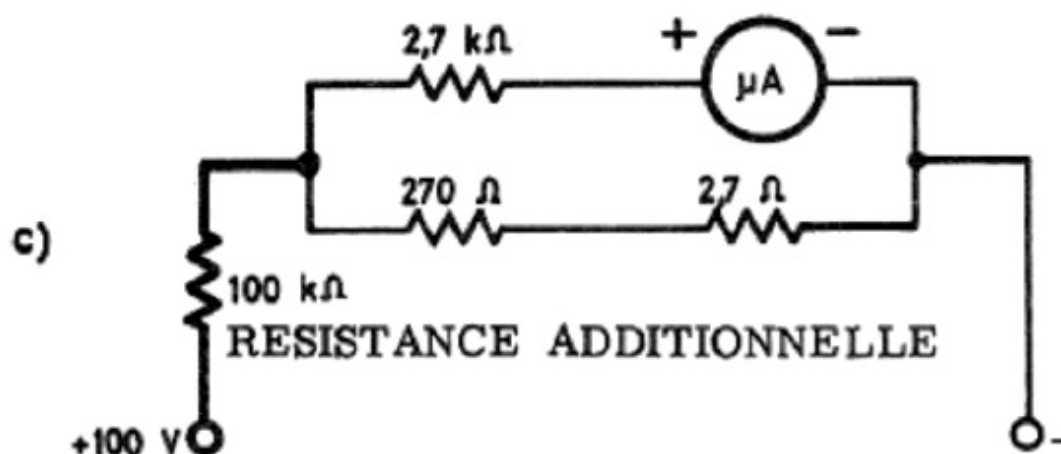
Le montage du circuit du voltmètre est réalisé sur la plaquette à 34 cosses que vous devrez préparer au préalable.



CIRCUIT MILLIAMPEREMETRIQUE CALIBRE 1 mA



CIRCUIT VOLTMETRIQUE CALIBRE 10 V



CIRCUIT VOLTMETRIQUE - CALIBRE 100 V

TRANSFORMATION D'UN MILLIAMPEREMETRE EN  
VOLTMETRE

Figure 1





Commencez maintenant le montage du circuit du voltmètre en procédant de la façon suivante :

a) Coupez un morceau de fil noir isolé de 8 cm et disposez-le entre les oeillets des cosse CA10 et CA17 ; effectuez la soudure sur les deux points.

b) Coupez un morceau de fil isolé noir de 4,5 cm et soudez-le entre l'oeillet de la cosse CA11 et la cosse de la douille noire.

c) Coupez un morceau de fil de cuivre étamé nu d'environ 2 cm ; pliez ses extrémités à angle droit sur 4 mm environ et réalisez de cette manière un pontet.

d) Insérez les deux extrémités du pontet dans les oeillets des cosse CA27 et CA28 ; soudez sur les deux points.

e) Disposez entre les languettes des cosse CA17 et CA34 la résistance R29 de  $2,7\text{ k}\Omega$  - tolérance 10 % , 1/2 W (rouge-violet-rouge, argent) après avoir raccourci ses bornes sur 12 mm de chaque côté, soudez sur les deux cosse.

f) Disposez entre les languettes des cosse CA11 et CA28 la résistance bobinée R24 de  $2,7\ \Omega$  - tolérance 1 % , 1/2 W ; soudez sur les deux points.

g) Disposez entre les languettes des cosse CA10 et CA27 la résistance R22 de  $270\ \Omega$  - tolérance 10 % , 1/2 W (rouge-violet-marron, argent) ; soudez sur les deux points.

h) Soudez sur l'oeillet de la cosse CA11 l'extrémité du morceau de fil souple noir muni d'une pince crocodile.

Le montage du circuit sur la plaquette est terminé ; effectuez maintenant les raccordements.

i) Insérez la fiche banane rouge reliée à la borne positive de l'appareil de mesure dans la douille rouge de la plaquette ; insérez la fiche banane noire, reliée à la borne négative de l'appareil dans la douille noire de la plaquette.

j) Prenez maintenant le contrôleur de circuits par substitution (appelé aussi boîte de substitution) et insérez la fiche banane d'un cordon noir dans la douille noire (N), et la fiche banane d'un cordon rouge dans la douille rouge (M).

k) Serrez avec la pince crocodile du cordon noir la languette de la cosse CA17 (vous n'avez pas à utiliser maintenant la pince crocodile du cordon rouge).

l) Placez le commutateur S1 du contrôleur en position 10 k $\Omega$  et l'interrupteur en position S ; de cette façon une résistance additionnelle de 10 k $\Omega$  reste reliée en série au circuit milliampèremétrique.

Vous avez réalisé de cette manière un voltmètre d'un calibre de 10 V. Vous pouvez vous exercer à l'emploi du voltmètre en relevant quelques valeurs de tension continue.

Reliez à l'aide du pontet les deux piles en série ; c'est-à-dire vous devez serrer le pôle positif d'une pile (B1) par une pince crocodile du pontet (par exemple la pince rouge) ; avec l'autre pince serrez le pôle négatif de la seconde pile (B2).

De cette manière, vous aurez une tension continue de 9 V environ, entre le pôle négatif de B1 et le pôle positif de B2.

Pour pouvoir effectuer correctement les mesures de tension continue il faut toujours repérer exactement les polarités de l'instrument de mesure et des points à mesurer.

C'est-à-dire que dans ce cas il faut relier la pince crocodile rouge du cordon provenant du contrôleur de circuits (qui correspond au pôle positif de l'instrument) au pôle positif de la pile B2 ; il faut relier la pince crocodile noire provenant de la cosse CA11 (correspondant au pôle négatif du galvanomètre) au pôle négatif de la pile B1.

La *figure 3* montre le schéma pratique des raccordements de même que le schéma électrique.

Si tous les raccordements sont corrects, l'aiguille de l'appareil se déplacera sur le cadran et se portera à proximité du 9 sur la seconde échelle à partir du haut.

La position que devra prendre l'aiguille est montrée sur la *figure 4 - b* ; l'échelle est soulignée par un trait noir plus appuyé.

C'est cette échelle qui est l'échelle de mesure des tensions continues comme l'indique l'inscription V-mA CC des deux côtés de l'échelle sur le cadran.

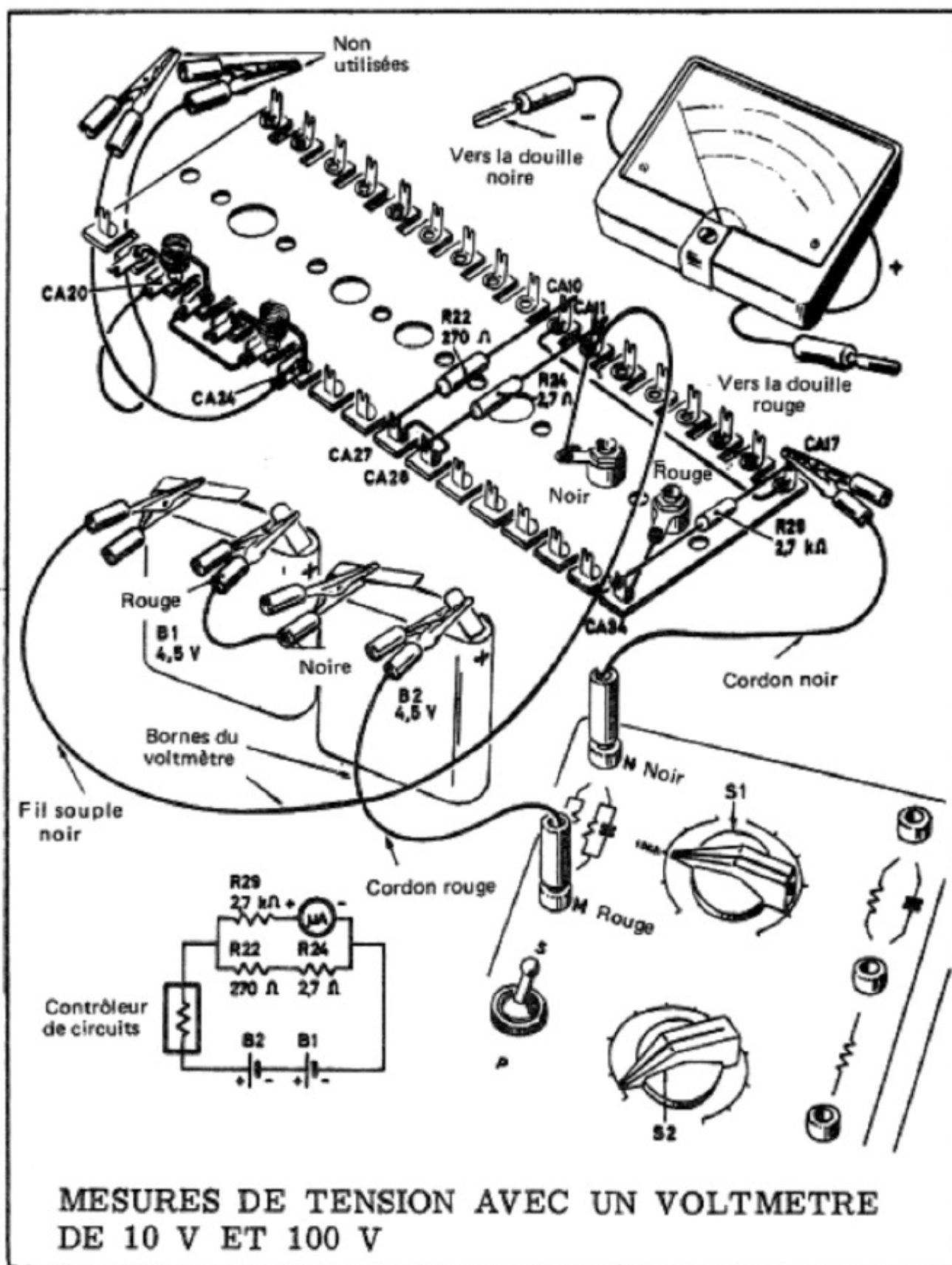


Figure 3

Comme le calibre en fin d'échelle est de 10 volts, les lectures sur cette échelle s'effectuent directement ; par conséquent, si l'aiguille s'arrête en position 9, on en déduit que la tension indiquée par l'appareil est de 9 V.

Chaque graduation de l'échelle correspond dans ce cas à deux dixièmes de volt (0,2 V) ; par conséquent, on admet que les graduations de cette échelle sont identiques à celles étalonnées de 0 à 1 sur les divisions de l'échelle de la *figure 4 - a*.

Maintenant détachez la pince crocodile du cordon rouge qui provient du contrôleur de circuits du pôle positif de la pile B2 et reliez-le au pôle positif de la pile B1 ; de cette façon le voltmètre est relié aux pôles d'une seule pile.

Vous constatez que l'aiguille de l'appareil se déplace sur le cadran et s'arrête sur environ la moitié de l'échelle, c'est-à-dire près de 4,5 V (*figure 4 - c*) qui est précisément la valeur de tension fournie par une seule pile.

*Il se pourrait que pendant ces relevés de tension et les suivants vous obteniez des valeurs légèrement différentes de celles que nous mentionnons ; ne vous en inquiétez pas ; ces différences peuvent résulter soit de la décharge partielle des piles qui ont déjà été utilisées pour de nombreux exercices, soit provenir des résistances placées dans le circuit du voltmètre.*

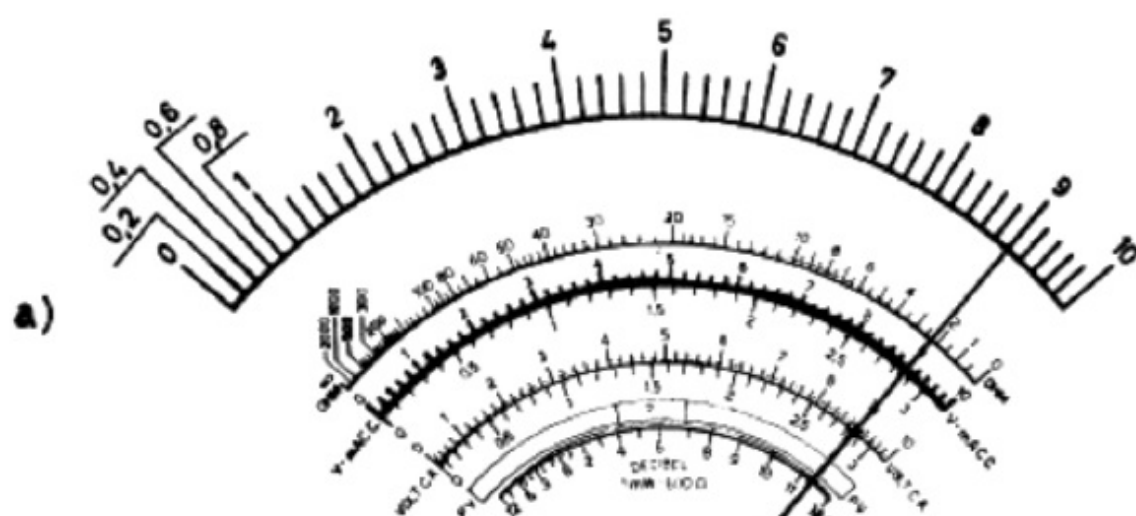
On utilise, en effet, pour ces exercices, des résistances de fabrication courante qui ne sont pas d'une précision rigoureuse ; par la suite, lorsque vous réaliserez le circuit du contrôleur universel, vous monterez des résistances de précision qui fourniront des indications de tension plus précises.

Pour augmenter le calibre d'un voltmètre et le porter de 10 V à 100 V, c'est-à-dire pour augmenter de 10 fois la tension nécessaire pour atteindre le bout de l'échelle, il faut augmenter la valeur de résistance additionnelle de 10 fois, c'est-à-dire la porter de 10 k $\Omega$  à 100 k $\Omega$ .

Placez maintenant le bouton du commutateur S1 du contrôleur de circuits sur la valeur correspondant à 100 k $\Omega$ .

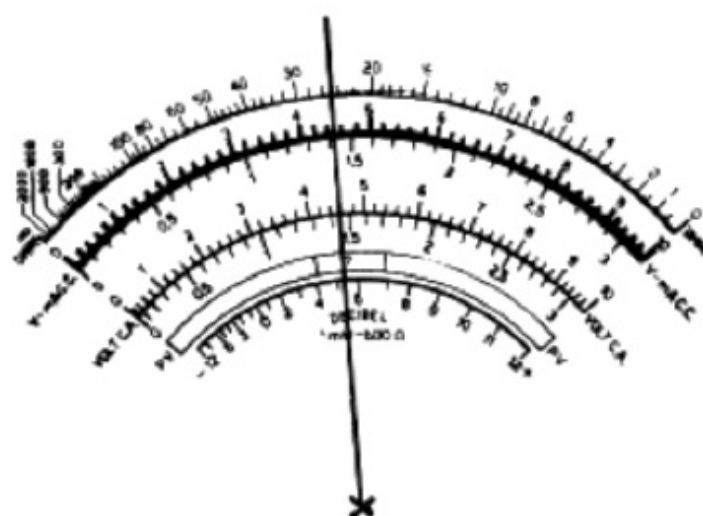
Vous constaterez que l'aiguille de l'appareil se déplace de la position précédente (c'est-à-dire du milieu de l'échelle) et se place à deux divisions environ du début de l'échelle (*figure 5 - b*).





b)

TENSION MESUREE AUX EXTREMITES  
DE DEUX PILES RELIEES EN SERIE



c)

TENSION MESUREE AUX POLES D'UNE  
SEULE PILE

MESURE DE TENSION CONTINUE AVEC UN  
VOLTMETRE D'UN CALIBRE DE 10 V

Figure 4

Comme maintenant le calibre du voltmètre est de 100 V, chaque subdivision de l'échelle correspond donc à 2 V.

En se rapportant à la mesure précédente, lorsque le voltmètre avait un calibre de 10 volts, il faut multiplier par 10 la valeur indiquée sur l'échelle graduée ; l'échelle du voltmètre serait donc identique à celle de la *figure 5 - a*.

L'aiguille de l'instrument marque toujours 4,5 V mais dans ce cas, la lecture est assez difficile parce que l'on ne peut pas voir avec précision la position de l'aiguille par rapport aux graduations de l'appareil, donc la mesure est ici moins précise que celle qui a été obtenue avec le voltmètre de 10 V.

Détachez maintenant la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits du pôle positif de la pile B1 et serrez-la sur le pôle positif de la pile B2 ; la tension fournie par les deux piles, reliées en série sera ainsi mesurée par le voltmètre.

Vous constaterez que l'aiguille de l'appareil se déplace sur le cadran et se porte à proximité immédiate de la valeur 1 (toujours sur la seconde échelle en commençant par le haut) *figure 5 - c*. Si la tension des deux piles est bien de 9 V l'aiguille devra se trouver à 4,5 divisions à partir du commencement de l'échelle ; cette position correspond à la valeur de 9 puisque dans ce cas chaque division correspond à 2 V ( $4,5 \times 2 = 9$ ).

Dans ce cas également la lecture de la tension s'avère assez difficile.

Il faut donc admettre que certaines valeurs de tension pourraient se lire plus aisément si l'échelle de l'appareil était d'un calibre de 10 V.

En revanche le calibre de 100 V est plus adapté pour lire des mesures de tension qui sont supérieures à 10 V mais qui ne dépassent pas les 100 V.

De ce qui précède, nous déduisons que pour pouvoir effectuer avec une exactitude raisonnable des mesures de tension dans un champ relativement étendu, il serait utile de pouvoir disposer de calibres différents.

Cet exercice est terminé : détachez les piles de la plaquette et du contrôleur de circuits ; enlevez le pontet qui les relie en série.

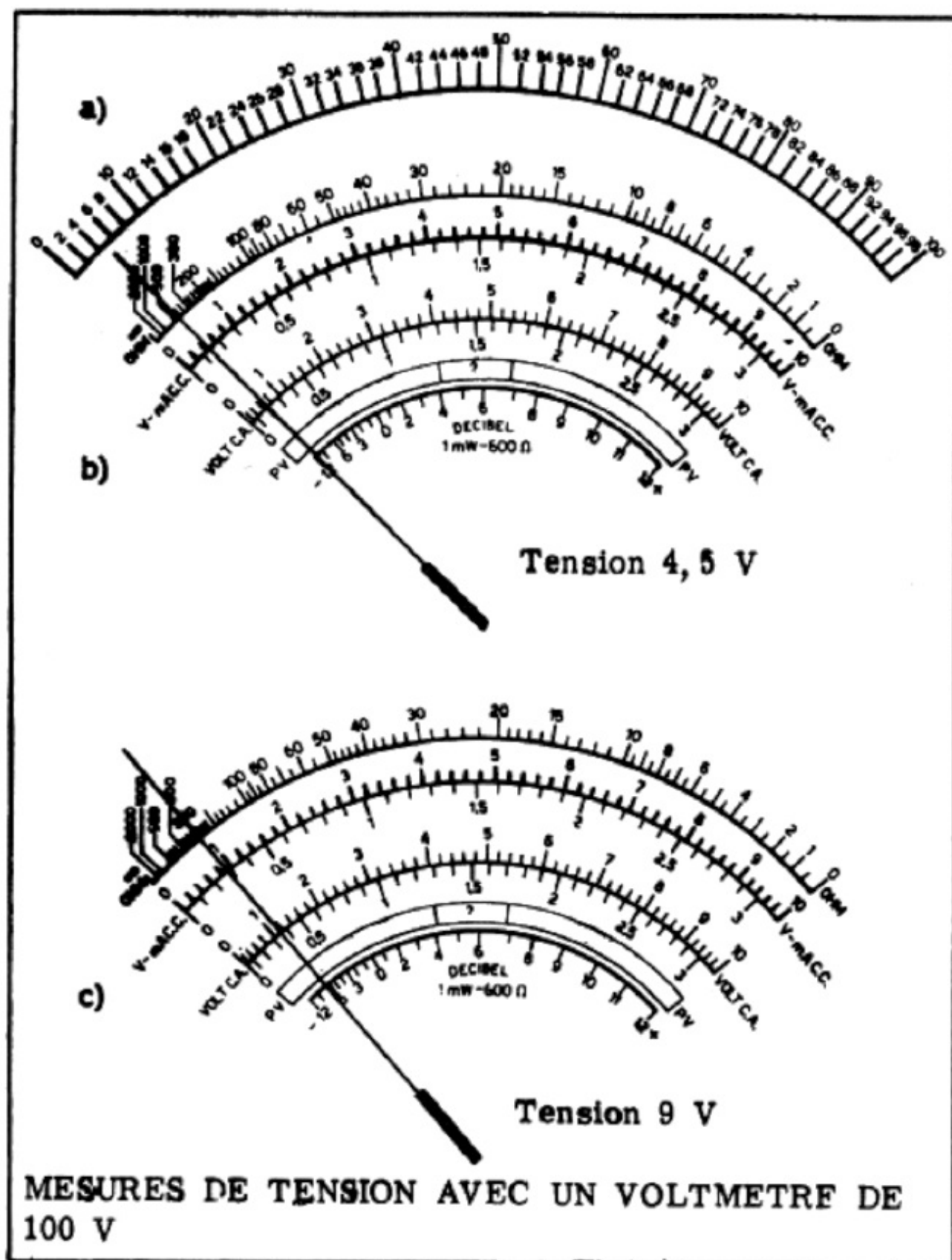


Figure 5

## 1 - 2 SENSIBILITE D'UN VOLTMETRE

Vous avez pu constater avec ces exercices, que la valeur en fin d'échelle d'un voltmètre est en rapport direct, soit avec la valeur de la résistance additionnelle reliée en série au milliampèremètre, soit avec le bout de l'échelle du milliampèremètre lui-même.

Il est donc possible d'obtenir le même calibre du voltmètre avec un milliampèremètre ayant plusieurs valeurs en fin d'échelle ; il suffit dans ce cas, d'adapter à chaque calibre une résistance additionnelle de valeur appropriée.

C'est ce que vous pourrez analyser avec le second exercice en modifiant le circuit milliampèremétrique, de manière à pouvoir avoir un calibre de 100 mA ; vous pourrez également mesurer ainsi une tension de 10 V, en changeant aussi la résistance additionnelle.

Comme vous l'avez déjà vu, lorsqu'on place en série sur un circuit milliampèremétrique de calibre 1 mA, une résistance de 10 k $\Omega$  l'on obtient un voltmètre d'un calibre de 10 V ; vous pourrez obtenir cette même valeur en fin d'échelle, en plaçant en série sur le circuit milliampèremétrique de 100 mA une résistance de 100  $\Omega$  seulement.

Les deux voltmètres obtenus de cette manière semblent en apparence être de valeur égale, mais ils ont chacun d'eux des **SENSIBILITES DIFFERENTES**.

En effet, la sensibilité d'un appareil s'exprime par le rapport : *ohm par volt* ( $\Omega/V$ ) ; plus ce rapport est élevé, plus grande est la sensibilité de l'appareil.

Lorsque le circuit est parcouru par un courant de 1 mA, la fin d'échelle de 10 V est obtenue par une résistance de 10.000  $\Omega$  ; la sensibilité est donc de  $\frac{10.000}{10} = 1.000 \Omega/V$ .

Dans le cas du circuit parcouru par un courant de 100 mA, le même bout de l'échelle de 10 V est obtenu avec seulement 100  $\Omega$  : la sensibilité est donc de  $\frac{100}{10} = 10 \Omega/V$ .

L'importance d'une sensibilité élevée est très utile pour mesurer

certaines tensions. En fait, si l'on doit mesurer la tension d'une pile avec deux instruments de sensibilité différente (ce sera l'objet de notre prochain exercice) on ne relève pas de différence sensible dans les mesures ; mais si l'on doit, par exemple, mesurer la tension donnée par un diviseur à résistances, on peut relever des différences parfois sensibles entre les valeurs de tension mesurées dans les deux cas.

En effet, un appareil à basse sensibilité, tel un appareil de  $10\Omega/V$ , absorbe un courant important et par conséquent il influence le circuit auquel il est relié, ce qui modifie les valeurs mesurées.

Vous pourrez constater ce fait dans le prochain exercice ; en mesurant avec un voltmètre de  $10\Omega/V$  la tension d'un circuit donné, il en résultera une valeur différente de celle plus précise que vous obtiendrez en mesurant la même tension avec un voltmètre de  $1.000\Omega/V$  ; ce dernier instrument absorbe un courant bien inférieur et par conséquent, il influe moins sur le circuit à mesurer.

### *Second exercice*

Cet exercice a pour but de mesurer les tensions fournies à deux petites lampes, reliées en série entre elles et alimentées par une pile en les mesurant avec deux voltmètres, l'un de  $1.000\Omega/V$  et l'autre de  $10\Omega/V$  seulement.

Lors de l'exercice précédent, vous avez réalisé sur la plaquette un voltmètre d'une sensibilité de  $1.000\Omega/V$  et de  $10V$  en insérant la résistance additionnelle de  $10k\Omega$  du contrôleur de circuits par substitution.

Placez de nouveau le commutateur S1 dans la position  $10k\Omega$ .

Vissez ensuite à fond sur le support de lampe raccordé aux cosses CA19 et CA21 la petite lampe appelée L1 et sur le support de lampe raccordé aux cosses CA22 et CA24 l'autre lampe (L2).

Vous devez maintenant raccorder les deux petites lampes à une seule des deux piles.

Serrez avec la pince crocodile du fil souple noir partant de la cosse CA20 le pôle négatif d'une des piles ; serrez avec la pince crocodile du fil souple rouge partant de la cosse CA24 le pôle positif. Vous constaterez que les deux petites lampes s'allument.



Le circuit ainsi que le schéma électrique du voltmètre et du circuit d'essais sont reproduits *figure 6*.

Vous pouvez mesurer avec le voltmètre, les valeurs des tensions existant aux extrémités des lampes.

Serrez avec la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA11, le pôle négatif de la pile ; mettez en contact le côté métallique de la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits sur la languette de la cosse CA21 ; le voltmètre se trouvera ainsi relié en parallèle à la lampe L1.

Vous constaterez que l'aiguille de l'appareil de mesure se déplace sur le cadran et s'arrête sur la division indiquant une valeur d'environ 2,2 V (*figure 7 - a*) puisque la moitié de la tension totale d'alimentation (4,5 V) émise par la pile se manifeste sur chacune des deux lampes.

En effet, une tension égale à celle relevée sur L1 s'établit sur la lampe L2.

Vous pouvez vérifier ce fait : détachez la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA11 du pôle négatif de la pile ; serrez avec la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits le pôle positif de la pile. Mettez en contact enfin, la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA11 avec la cosse CA23 ; à ce moment le voltmètre est relié en parallèle à la lampe L2.

Vous constaterez que l'aiguille de l'appareil se place de nouveau sur la valeur d'environ 2,2 V.

Vous pouvez maintenant en mesurant la tension de la pile vous assurer qu'elle est égale à la somme des tensions recueillies aux extrémités des deux petites lampes, c'est-à-dire qu'elle est d'environ 4,4 V.

Mettez en contact la partie métallique de la pince crocodile du fil souple noir, provenant de la cosse CA11 avec le pôle négatif de la pile : mettez ensuite en contact la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits sur le pôle positif ; l'aiguille de l'appareil se portera à environ 4,4 V (*figure 7 - b*) ce qui confirme ce que nous avons mentionné plus haut.

Vous venez d'effectuer les mesures avec le voltmètre ayant une sensibilité de 1.000  $\Omega/V$  ; vous pouvez les recommencer avec le voltmètre d'une sensibilité de 10  $\Omega/V$ .

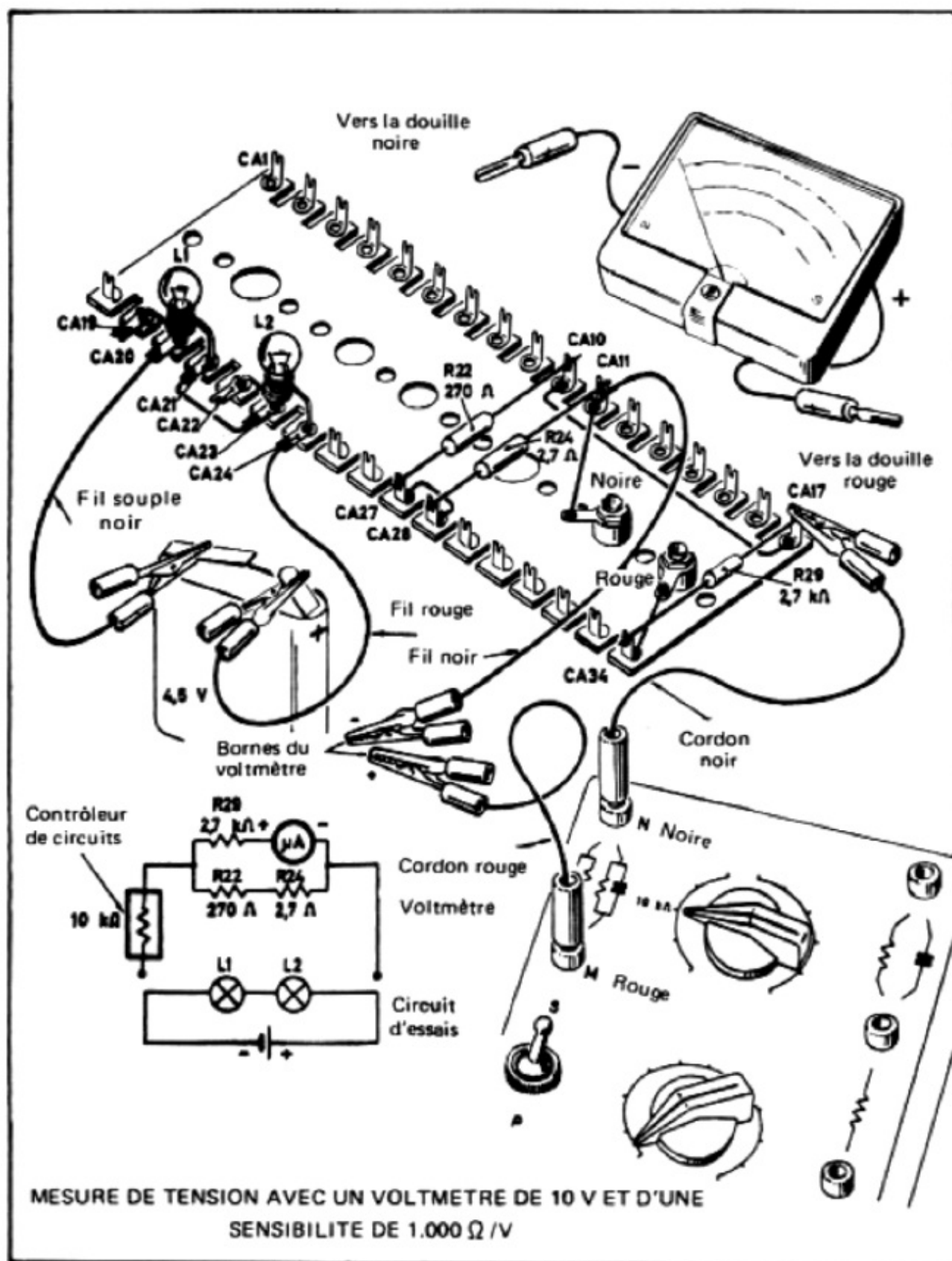
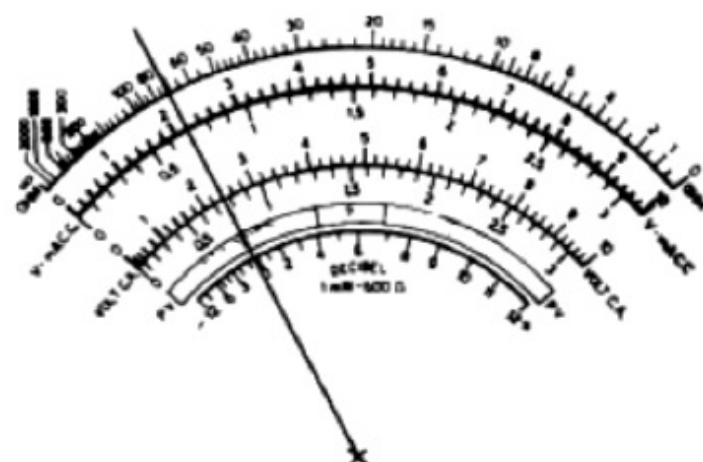
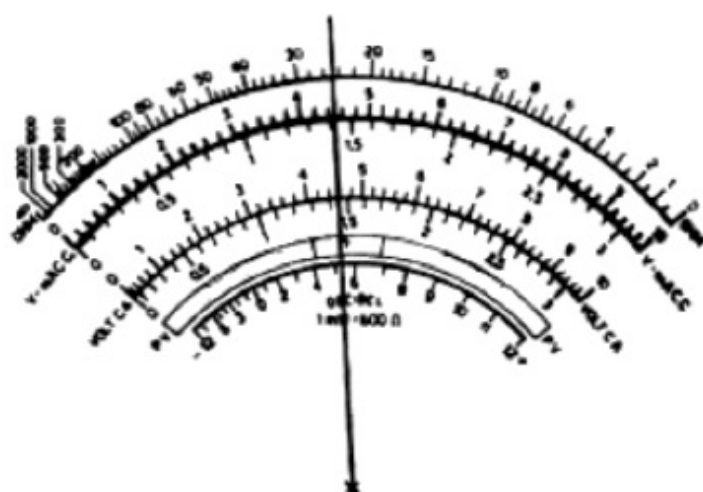


Figure 6



a)

Tension aux bornes des lampes



b)

Tension aux poles d'une pile

MESURES DE TENSION AVEC UN VOLTMETRE  
CALIBRE DE 10 V ET D'UNE SENSIBILITE 1000  $\Omega/V$

Figure 7

Pour réaliser un voltmètre de 10 V ayant une sensibilité de  $10 \Omega/V$ , il suffit de déplacer sur le circuit de la plaquette, le raccordement de la résistance additionnelle, prélevée sur le contrôleur de circuits.

Détachez d'abord de la languette de la cosse CA17 la pince crocodile du cordon noir provenant du contrôleur de circuits et serrez-la sur la languette de la cosse CA28 : quant à la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits vous n'en avez pas l'utilisation pour cet exercice.

Dans ce cas aussi la pince crocodile du cordon rouge constitue le pôle positif du voltmètre et la pince crocodile du fil souple noir, provenant de la cosse CA11, le pôle négatif.

Placez le commutateur S1 du contrôleur de circuits sur la position 100  $\Omega$  ; gardez l'interrupteur en position S ; gardez la pile reliée aux deux lampes.

Les raccordements ainsi que le schéma électrique du voltmètre et du contrôleur de circuits sont montrés sur la *figure 8*.

Répétez maintenant avec le voltmètre ayant une sensibilité de  $10 \Omega/V$  les mesures effectuées la première fois avec le voltmètre à sensibilité de  $1.000 \Omega/V$ .

Reliez la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA11 au pôle négatif de la pile et mettez en contact la partie métallique de la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits avec la languette de la cosse CA21.

Vous constaterez que la petite lampe L1 paraît presque complètement éteinte, alors que la lampe L2 s'allume avec une intensité lumineuse plus grande ; l'aiguille de l'appareil se déplace sur le cadran des tensions continues et s'arrête à environ 1,2 V (*figure 9*).

Cette faible valeur de tension qui est sensiblement inférieure à celle obtenue en la mesurant avec le voltmètre de  $1.000 \Omega/V$  doit être attribuée seulement à la faible résistance du voltmètre de  $10 \Omega/V$  qui absorbe davantage de courant, ce courant est prélevé sur le courant qui traverse la lampe L1 et cela entraîne donc une luminosité plus réduite.

Vous pouvez détacher maintenant la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA11 du pôle négatif de la pile.

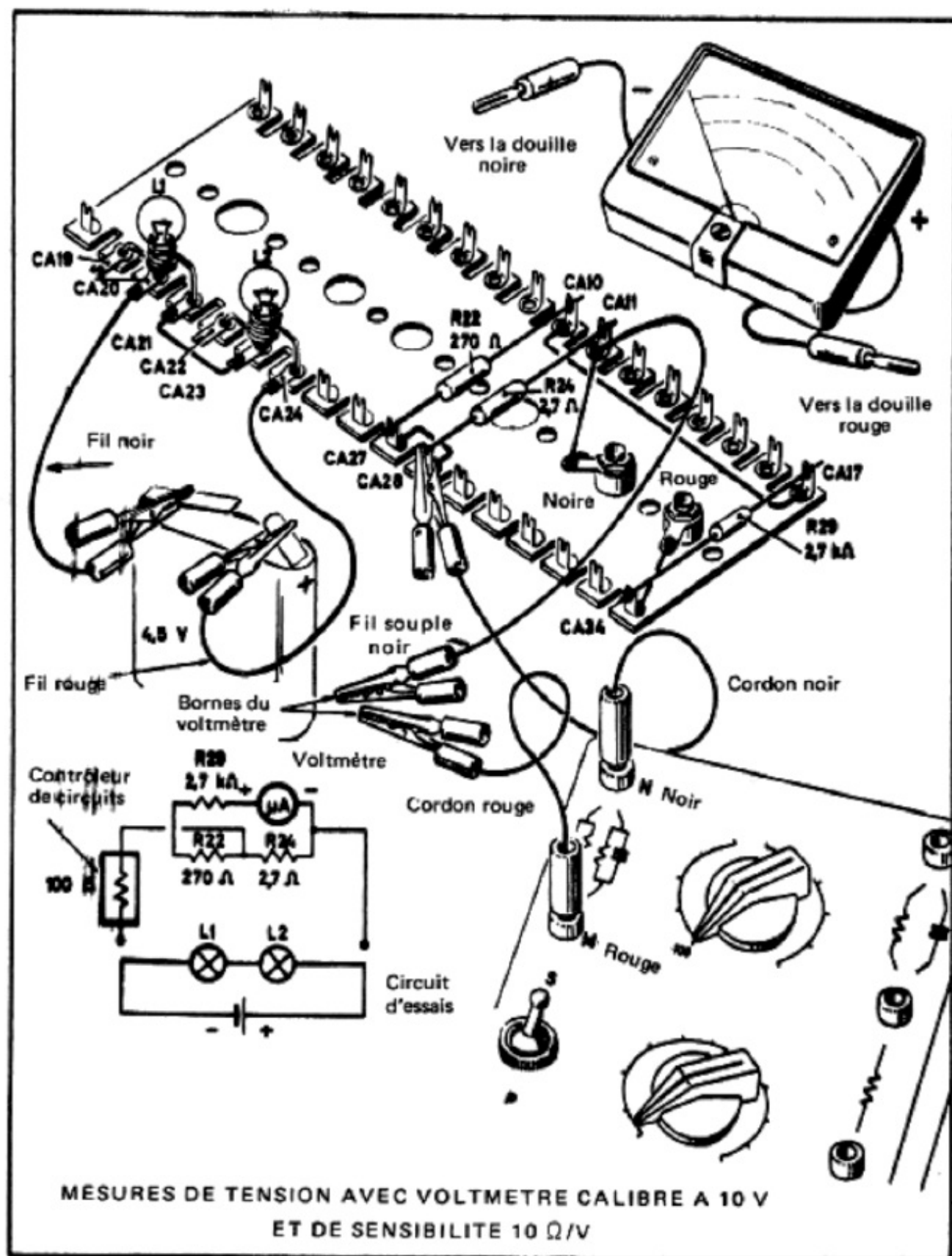
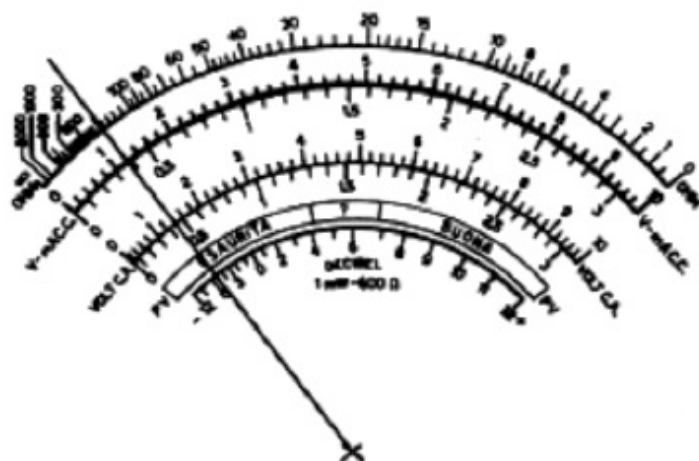


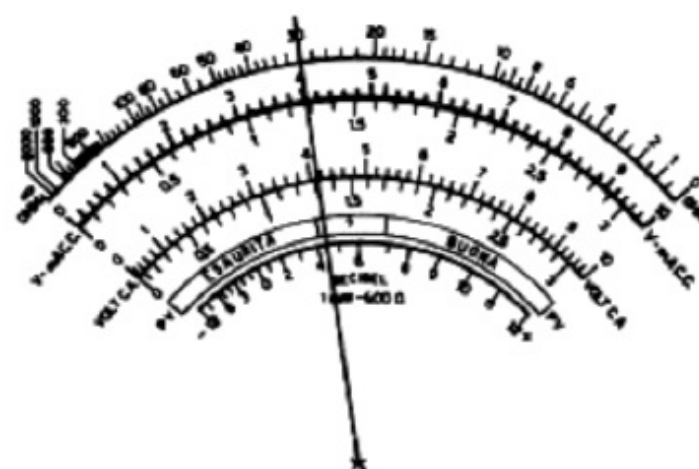
Figure 8





a)

Tension mesurée sur les lampes



b)

Tension mesurée sur les pôles d'une pile

MESURES DE TENSION AVEC LE VOLTMETRE  
CALIBRE 10 V ET D'UNE SENSIBILITE DE 10  $\Omega/V$

Figure 9

Serrez avec la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits le pôle positif de la pile ; mettez en contact la partie métallique de la pince crocodile du fil souple noir , provenant de la cosse CA11, avec la languette de la cosse CA23.

Vous constatez que la lampe L2 s'allume avec une intensité plus réduite, parce que le voltmètre est relié en parallèle ; alors que la lampe L1 a une luminosité plus forte. L'aiguille de l'appareil se place à nouveau sur l'indice de valeur d'environ 1,2 V.

Après avoir relevé les tensions aux extrémités des deux lampes il vous est possible de mesurer la tension existant entre les pôles de la pile.

Mettez en contact la pince crocodile du fil souple noir provenant de la cosse CA11 avec le pôle négatif de la pile ; la pince crocodile du cordon rouge provenant du contrôleur de circuits est serrée au préalable sur le pôle positif.

Vous constaterez que l'aiguille de l'appareil se déplace sur le cadran et s'arrête à proximité de la graduation 4 V (*figure 9 - b*).

Cette valeur de tension est sensiblement plus élevée que le total des deux tensions mesurées aux extrémités des deux lampes, puisque la somme des deux tensions est égale à seulement 2,4 V ( $1,2 + 1,2$ ).

Ces différences entre les mesures de valeur sont dues au voltmètre qui ayant une sensibilité plus basse, absorbe une partie du courant et fausse ainsi le fonctionnement normal du circuit ; les indications fournies par l'appareil sont donc faussées également.

Nous pouvons déduire que *la sensibilité du voltmètre a une importance fondamentale pour obtenir des mesures précises de tension. Il est d'autant plus facile d'obtenir des mesures exactes de tension qu'est plus élevée la sensibilité du voltmètre ; c'est-à-dire qu'est plus grande la résistance interne.*

## 2 - VOLTMETRE POUR COURANT ALTERNATIF

Vous avez effectué jusqu'à maintenant, grâce aux circuits voltmétriques que vous avez réalisés, des mesures en tension continue, en respectant les polarités du circuit.

Si l'on inverse ces polarités, le courant du circuit milliampèremétrique circule dans un sens opposé et déplace l'aiguille de l'appareil en sens contraire c'est-à-dire vers la gauche au lieu de la droite, comme vous pourrez le constater bientôt.

Si on applique à un voltmètre une tension alternative, le voltmètre qui est conçu pour mesurer des tensions continues sera parcouru à l'intérieur du circuit milliampèremétrique par un courant qui change continuellement de sens ; il en résulterait que l'aiguille se porterait tantôt à gauche tantôt à droite pour suivre le sens du parcours.

La force d'inertie de l'aiguille ne lui permettrait pas de suivre le mouvement très rapide de va-et-vient de la tension alternative ; la conséquence en serait que l'aiguille ne quitterait pratiquement pas sur le cadran sa position de départ au point zéro.

On peut donc conclure qu'un *voltmètre pour tensions continues n'est absolument pas adapté pour mesurer des tensions alternatives.*

Comme il faut aussi utiliser un galvanomètre à bobine mobile pour mesurer les tensions alternatives on utilise un système qui permet de transformer la tension alternative que l'on veut mesurer, en tension continue par l'action d'un composant spécial qui est le *REDRESSEUR*.

Il s'agit d'un élément *SEMI-CONDUCTEUR*, ce qui signifie qu'il permet le passage du courant seulement lorsqu'il suit un sens déterminé et bloque le passage du courant lorsqu'il tente de prendre le sens opposé.

Ce composant utilise certaines particularités que possèdent des matériaux tels l'oxyde de cuivre, le selenium, le silicium, le germanium.

Le composant que vous utiliserez maintenant pour vos exercices et plus tard pour le contrôleur universel, fait appel précisément à certaines caractéristiques du germanium ; pour cette raison, on l'appelle : *DIODE AU GERMANIUM*. (Ce composant sera étudié en détails dans les leçons *SEMI-CONDUCTEURS*).

La *figure 10* montre la composition d'une diode au cristal de germanium (fortement agrandie). Elle est constituée par une plaquette de germanium d'environ  $2 \times 2$  mm d'une épaisseur de 0,5 mm soudée par un procédé spécial à l'une des deux bornes ; cette plaquette forme l'*ELECTRODE NEGATIVE* appelée *CATHODE*.

L'autre électrode est l'électrode positive, appelée *ANODE*. Elle est constituée par un très mince fil d'environ 0,1 mm habituellement en bronze

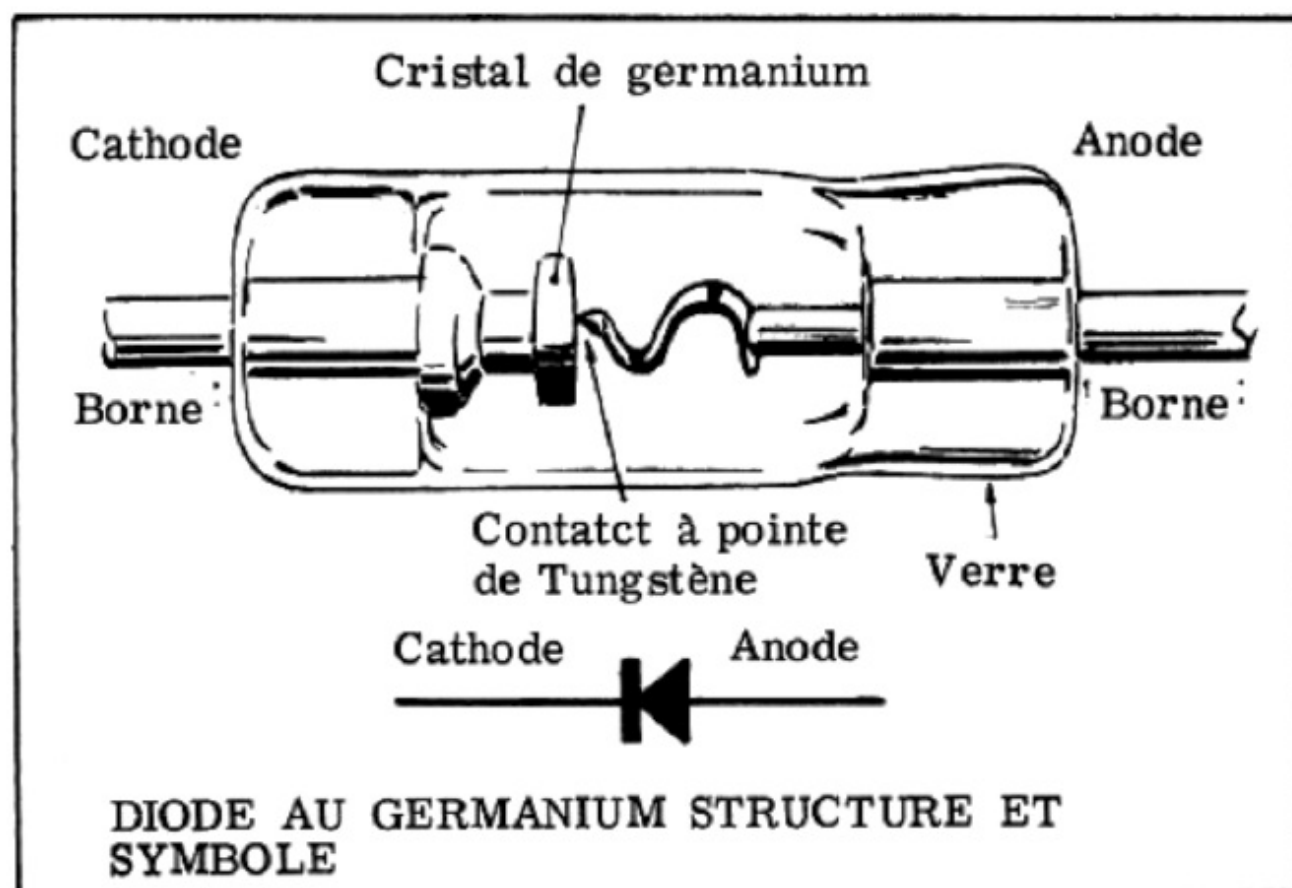


Figure 10

phosphoré ou de tungstène qui agit comme un ressort de faible pression sur la plaquette de germanium ; l'ensemble est placé à l'intérieur d'une gaine habituellement en verre qui constitue tout à la fois une enveloppe de protection et un soutien mécanique pour les deux électrodes.

En disposant ce composant dans un circuit électrique, vous constaterez qu'il permet le passage de courant électrique dans un seul sens.

### *Troisième exercice*

Cet exercice confirmera que le voltmètre pour courant continu ne peut pas mesurer des tensions alternatives ; vous étudierez aussi le fonctionnement de la diode de redressement.

Commencez par détacher de la plaquette à 34 cosses la pile et le contrôleur de circuits ; enlevez les fiches bananes de l'appareil de mesure des douilles rouge et noire.

Préparez la plaquette en dessoudant tous les composants qui ne seront pas utilisés au cours de cet exercice.

a) Dessoudez les deux supports de lampe des cosses CA 19 et CA21, ainsi que des cosses CA22 et CA24.

b) Dessoudez le morceau de fil isolé noir placé entre les languettes des cosses CA21 et CA23.

c) Dessoudez le fil souple noir muni de la pince crocodile, de la languette de la cosse CA20.

d) Dessoudez le fil souple rouge muni de la pince crocodile de la languette de la cosse CA24.

e) Pliez ensuite à angle droit les languettes des cosses CA19, CA20, CA21, CA22, CA23, CA24.

Comme d'habitude, placez en lieu sûr les composants et les fils souples munis de pinces crocodiles, récupérés de la plaquette ; nettoyez les cosses libres et éliminez toute trace de soudure sur les oeilletons et les languettes en vous servant du fer à souder.

Effectuez le montage en disposant entre les cosses de la plaquette les raccordements et les composants de la manière suivante :

f) Coupez un morceau de fil isolé noir de 3 cm et disposez-le du côté extérieur de la plaquette, entre les languettes des cosses CA9 et CA10 ; soudez sur les deux points.

g) Coupez un morceau de fil isolé noir de 4 cm et disposez-le du côté extérieur de la plaquette, entre les languettes des cosses CA24 et CA26 ; soudez sur les deux points.

h) Coupez un morceau de fil isolé noir de 5 cm et disposez-le entre les oeilletons des cosses CA7 et CA24 ; soudez sur les deux points.

i) Coupez un morceau de fil isolé noir de 4 cm ; disposez-le sur la plaquette du côté extérieur, entre les languettes des cosses CA6 et CA8 ; soudez sur les deux points.

j) Coupez deux morceaux de cuivre étamé nu d'environ 6,5 cm chaque ; pliez-les tous deux à angle droit à environ 3 mm d'une extrémité, réalisant ainsi deux touches semblables aux touches que vous avez déjà réalisées.

k) Introduisez l'extrémité pliée de l'une des deux touches, que nous appellerons T1, dans l'oeillon de la cosse CA8 ; disposez l'autre extrémité entre les cosses CA25 et CA26 ; soudez sur la cosse CA8.



l) Introduisez l'extrémité pliée à angle droit de la seconde touche (T2) dans l'oeillet de la cosse CA6 en disposant l'extrémité opposée entre les cosses CA22 et CA23 ; soudez sur la cosse CA6.

m) Disposez entre les languettes des cosses CA9 et CA26 la résistance R30 de 10 k $\Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (marron-noir-orange, argent), après avoir raccourci les bornes de 12 mm environ ; soudez sur les deux points.

Prenez une des deux diodes au germanium (OA81 ou équivalente), que vous avez reçues avec la quatrième série de matériel. Vous l'appellerez D1. Nous allons la disposer sur la plaquette.

Comme nous l'avons dit la diode permet le passage du courant dans un seul sens ; il faut s'assurer exactement de la place de chaque électrode, c'est-à-dire de la cathode et de l'anode, avant de placer la diode dans le circuit.

Le repère peut être constitué des différentes manières suivantes :

- une bande blanche ou noire continue ;
- une bande de couleur, interrompue par un point ;
- deux bandes continues de couleur différente ;
- un point rouge ou d'une autre couleur.

La figure 11 montre les différents types de repères de la cathode, pour les diodes au germanium.

Quelquefois, du côté opposé à celui indiquant la cathode, on trouve sur les étuis une marque de couleur, soit rouge, soit blanche ; c'est une marque du constructeur seulement, qu'il ne faut *pas confondre avec le repère indiquant le côté de la cathode*.

Après avoir reconnu sur la figure 11 la borne de la diode reçue indiquant l'emplacement de la cathode suivez soigneusement nos indications pour placer le composant dans le circuit.

Rappelez-vous que ce composant est très délicat : il faut tout d'abord essayer de *réduire au minimum l'échauffement de ses extrémités pendant la soudure* ; il est donc nécessaire de maintenir le composant avec des pinces, pendant la soudure (figure 12) pour atténuer l'échauffement.

Il faut par conséquent manipuler la diode avec le plus grand soin ; évitez tout heurt qui pourrait endommager l'étui en verre ou les composants à l'intérieur.

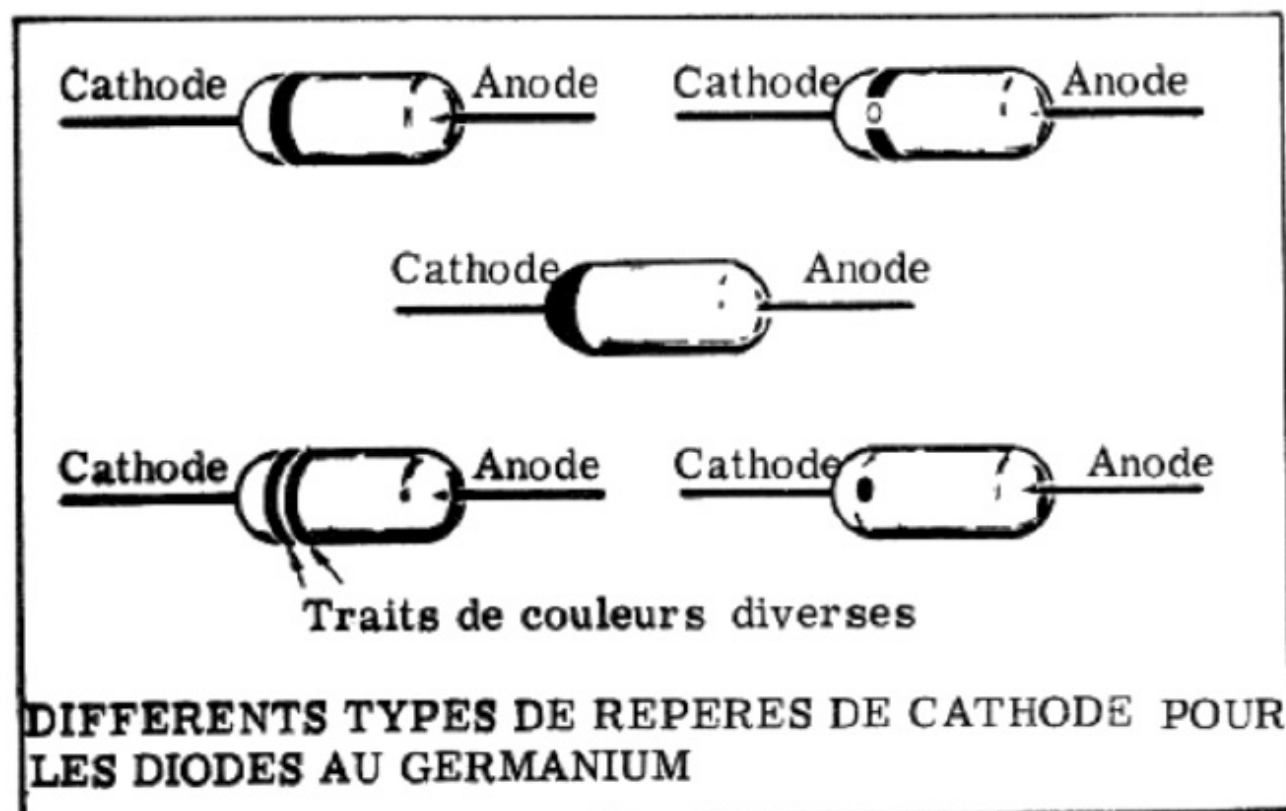


Fig. 11

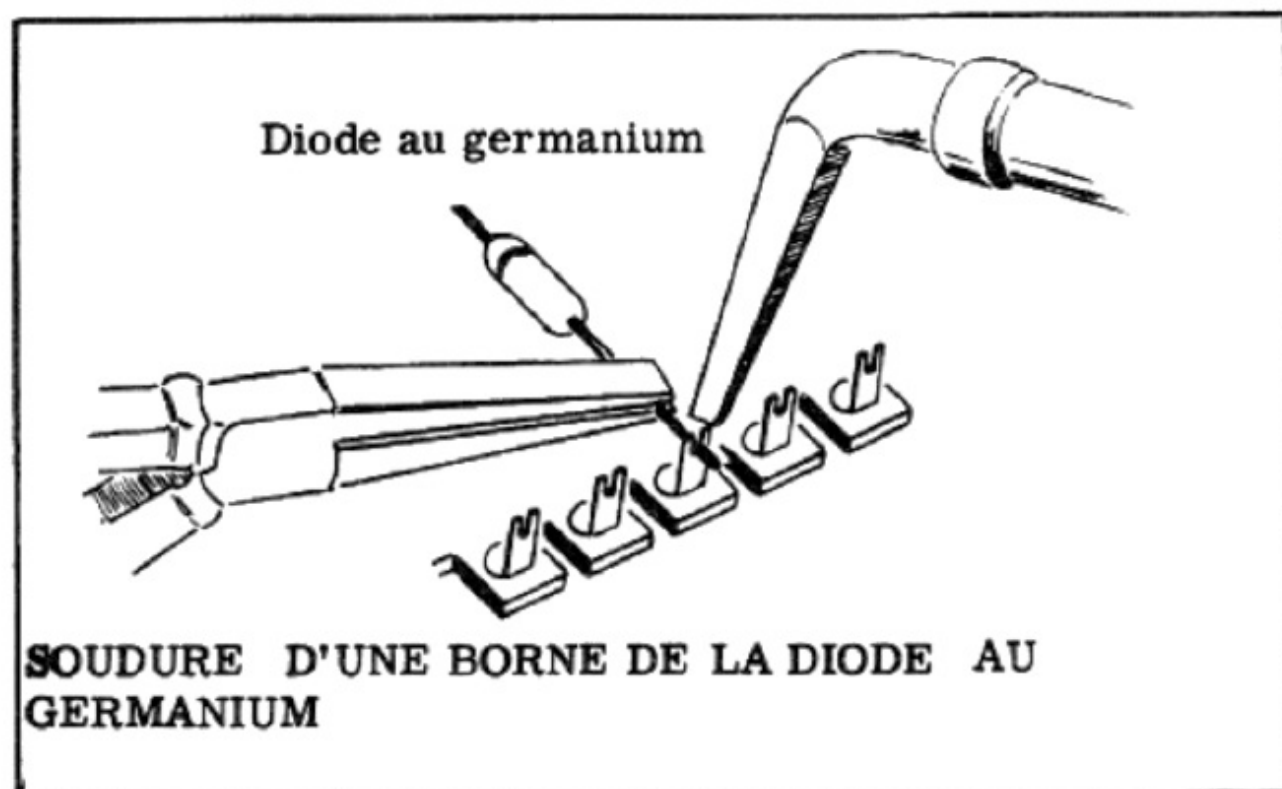


Figure 12

En ayant présentes à l'esprit ces indications, vous pouvez procéder au montage :

*n)* Disposez les bornes de la diode au germanium D1, OA81 (ou équivalente), entre les languettes des cosse CA7 et CA25, *en plaçant le côté indiquant la cathode, sur la languette de la cosse CA7 ; soudez sur les deux points.*

*o)* Soudez sur l'oeillet de la cosse CA23 l'extrémité du morceau de fil souple rouge, muni de la pince crocodile que vous avez récupéré de l'exercice précédent.

*p)* Soudez sur l'oeillet de la cosse CA22 le fil souple vert, muni de la pince crocodile non-isolée que vous avez récupéré après le dernier exercice de la *Pratique 10*.

Vous avez terminé la disposition des composants et des raccords entre les cosse de la plaquette.

*q)* Insérez la fiche banane noire, reliée à la borne négative de l'appareil dans la douille noire de la plaquette et la fiche banane rouge, qui est reliée à la borne positive, dans la douille rouge.

*r)* Reliez en série les deux piles par le pontet, en connectant le pôle positif d'une pile (que nous appellerons B1), avec le pôle négatif de la seconde pile (B2).

Il faut raccorder maintenant les deux piles à la plaquette.

*s)* Serrez avec la pince crocodile du fil souple rouge, provenant de la cosse CA23, le pôle positif de la pile B2 ; serrez le pôle négatif de la pile B1 avec la pince crocodile du fil souple vert provenant de la cosse CA22.

*t)* Enfin serrez avec la pince crocodile du fil souple noir, provenant de la cosse CA11, le pôle négatif de la pile B2 qui se trouve déjà reliée au pôle positif de la pile B1 par l'intermédiaire du pontet.

La *figure 13* montre le schéma pratique des raccordements effectués ainsi que le schéma électrique ; vous constaterez que le voltmètre a toujours un calibre de 10 V.

L'exercice consiste à relier au voltmètre une pile à polarité donnée d'abord et ensuite la polarité opposée de l'autre pile, de manière à pouvoir vérifier le comportement de l'appareil dans les deux cas.

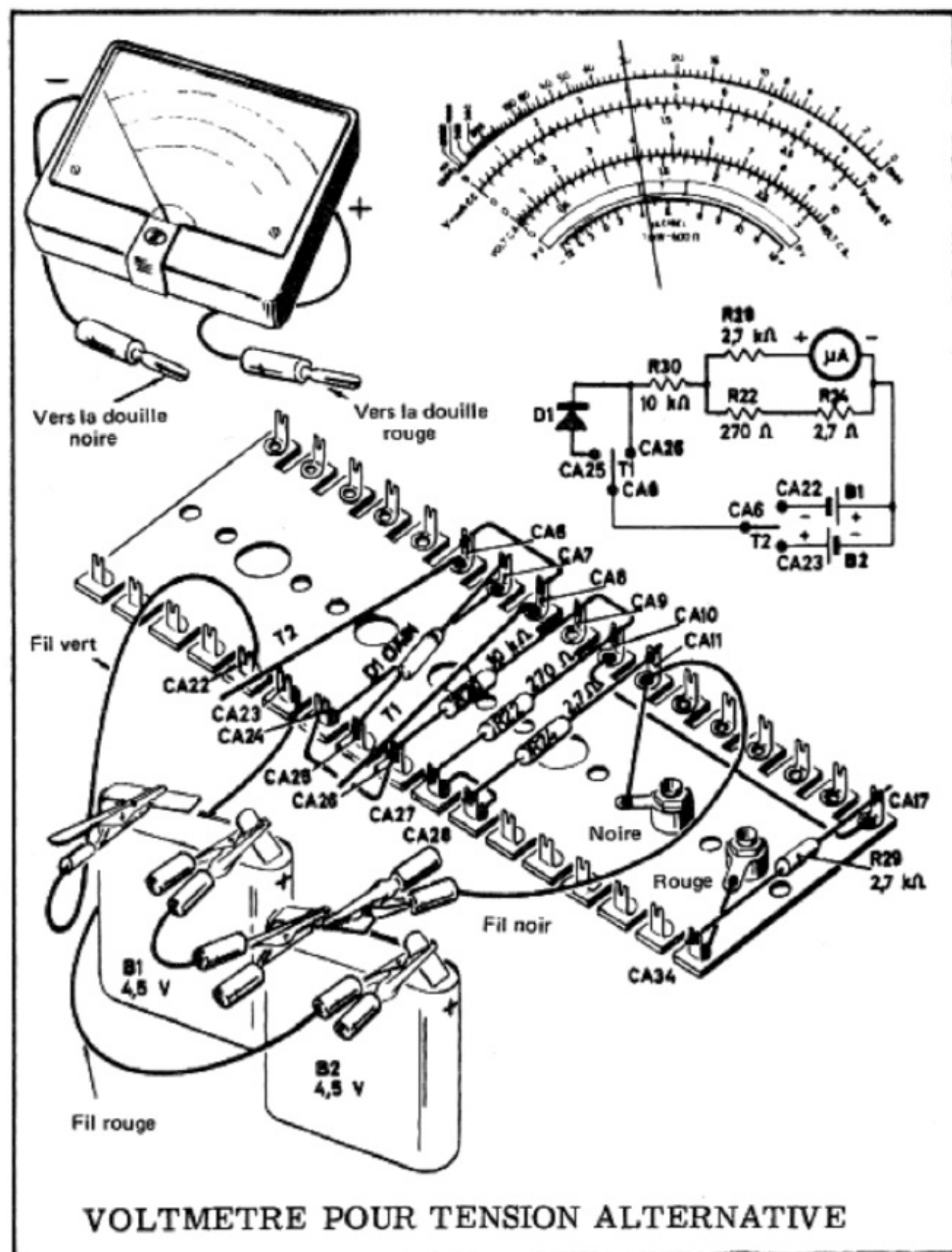


Figure 13

Mettez la touche T1 en contact avec la languette de la cosse CA26 en la faisant chevaucher sur cette dernière. Si la touche ne reste pas dans cette position, maintenez-la en posant votre main.

Maintenant, poussez avec l'autre main la touche T2 et portez-la en contact sur la languette de la cosse CA23 ; de cette manière le voltmètre est relié en parallèle à la pile B2.

Comme le montre la *figure 14-a*, les polarités des bornes de la pile B2 concordent avec les polarités de l'appareil de mesure, c'est-à-dire que la borne positive de l'appareil est bien reliée au pôle positif de la pile et la borne négative de l'appareil reliée au pôle négatif de la pile.

L'aiguille de l'appareil se porte sur l'indication de valeur d'environ 4 V (cadran du haut, *figure 13*).

Détachez maintenant la touche T2 de la cosse CA23 et mettez-la en contact avec la languette de la cosse CA22 ; le voltmètre est ainsi relié en parallèle à la pile B1 (*figure 14 - b*). Mais dans ce cas les polarités de la pile B1 ne correspondent plus à celles de l'appareil de mesure. En effet, la borne négative de l'appareil se trouve maintenant reliée au positif de la pile, donc la borne positive de l'appareil est reliée au pôle négatif de la pile.

Vous remarquerez que l'aiguille de l'appareil se déplace vers la gauche de l'échelle, dépassant le point zéro, jusqu'à la butée.

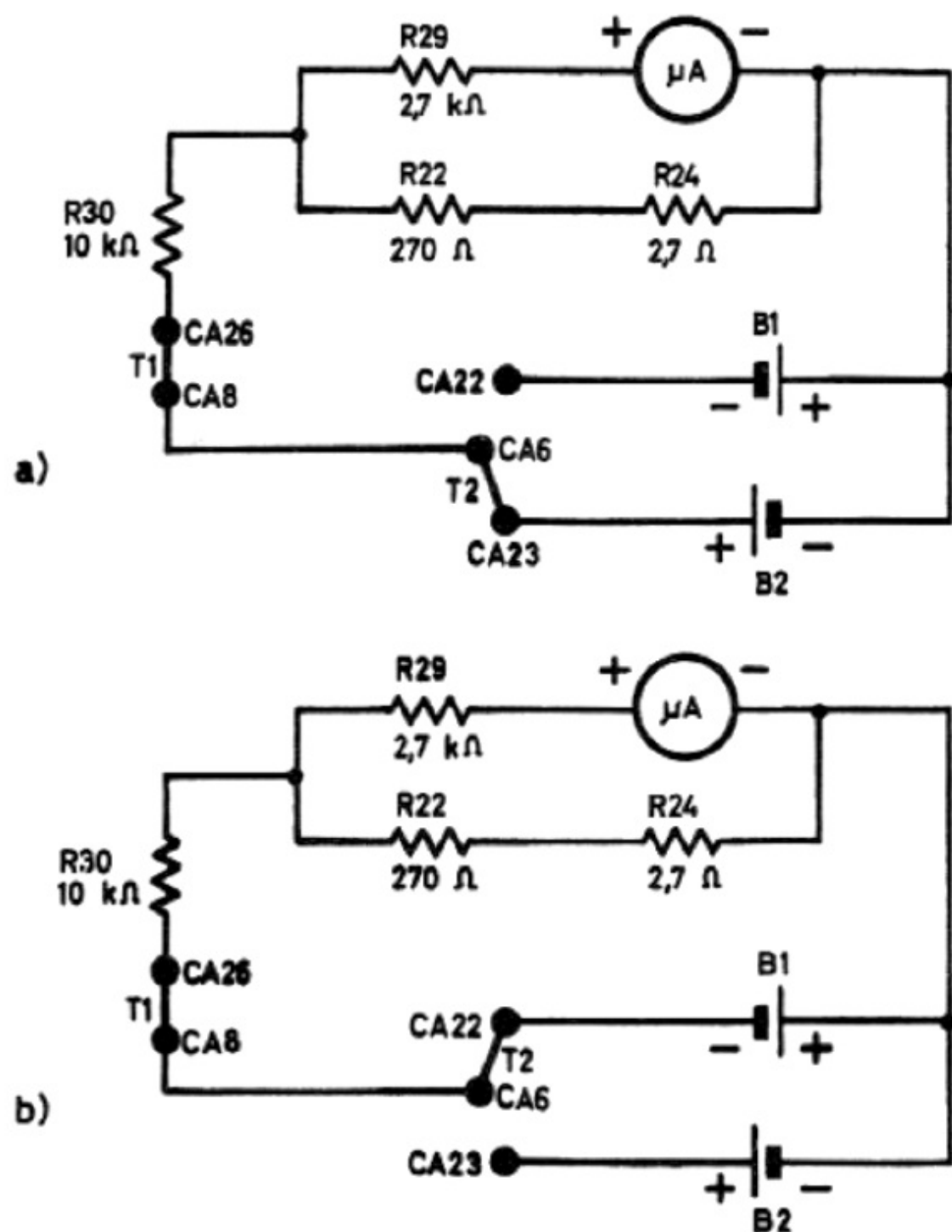
Vous pourrez constater aussi que si vous déplacez rapidement la touche T2 en va-et-vient entre les cosses CA22 et CA23, en maintenant le contact entre la touche T1 et la cosse CA26 (la tension continue de la pile est transformée ainsi en tension alternative), l'aiguille de l'instrument vibre mais ne se déplace pas ; elle se maintient toujours sur la position zéro de l'échelle.

Ceci démontre que le voltmètre pour tension continue n'est pas apte à mesurer les tensions alternatives, du fait que l'aiguille - par suite de la force d'inertie naturelle en mécanique - ne peut pas se déplacer sur le cadran.

Vous allez maintenant vérifier le comportement de la diode.

Placez la touche T1 - en la faisant chevaucher - sur la cosse CA25 ; si la touche ne se maintient pas dans cette position, maintenez-la avec votre main ; de cette manière la diode D1 est reliée en série au voltmètre.

Mettez en contact ensuite la touche T2 sur la cosse CA23, c'est-à-dire reliez le pôle positif de la pile B2 à l'anode de la diode ; l'aiguille se déplace



TRANSFORMATION D'UN VOLTMETRE EN CC  
POUR MESURER EN C. A.

Figure 14



alors sur le cadran et s'arrête sur la graduation 4 V.

Ceci démontre que dans ces conditions de fonctionnement la diode permet le passage du courant, c'est-à-dire qu'elle agit comme un *CONDUCTEUR*.

Maintenant déplacez la touche T2 et portez-la en contact avec la cosse CA22 - en gardant toujours la touche T1 en contact avec la cosse CA25 le pôle négatif de la pile B1 est ainsi relié à l'anode de la diode. Vous constaterez que l'aiguille de l'appareil ne bouge pas.

Ceci prouve que *lorsque l'anode est raccordée à une tension négative par rapport à la cathode, la diode empêche le passage du courant, donc elle n'est pas conductrice*.

Nous pouvons conclure que la diode permet le passage du courant seulement lorsqu'une tension positive est appliquée à l'anode par rapport à la cathode.

Nous allons maintenant étudier le comportement de la diode soumise à une tension alternative en substituant aux piles, le transformateur.

Commencez par débrancher les piles de la plaquette.

#### *Quatrième exercice*

Le nouvel exercice s'effectuera de la manière suivante :

a) Dessoudez la *pince crocodile* du fil souple noir provenant de l'oeillet de la cosse CA11.

b) Dessoudez le fil souple vert de l'oeillet de la cosse CA22.

c) Dessoudez le fil souple rouge de l'oeillet de la cosse CA23.

d) Coupez un morceau de fil souple rouge de 20 cm et soudez-en une extrémité sur l'oeillet de la cosse CA6.

Il faut relier maintenant le transformateur à la plaquette et à la tension fournie par le secteur.

Le transformateur porte encore le cordon d'alimentation relié aux cosse de l'enroulement primaire correspondantes à la tension du secteur ; il ne reste qu'à raccorder un enroulement secondaire à la plaquette.

e) Soudez le fil souple rouge provenant de la cosse CA6 sur la languette de la cosse A4 du transformateur.

f) Soudez le fil souple noir provenant de la cosse CA11 sur la languette de la cosse A8 du transformateur.

La *figure 15* montre le schéma pratique et le schéma électrique de cet exercice.

La touche T2 n'est pas utilisée pour cet exercice, mais le sera avec l'exercice suivant ; gardez-la dans sa position actuelle, c'est-à-dire avec un côté soudé sur la cosse CA6 et l'autre, libre, entre les cosses CA22 et CA23.

Après vous être assuré que le montage est correct, insérez la fiche d'alimentation du transformateur dans la prise murale en suivant les précautions que vous connaissez.

Déplacez ensuite la touche T1 et mettez-la en contact sur la cosse CA25. La diode sera soumise dans ces conditions, à la tension alternative existant entre les languettes des cosses A4 et A8 du transformateur ; vous constaterez que l'aiguille s'arrête sur une valeur d'environ 2,7 V, sur la *quatrième échelle en commençant par le haut* ; cette échelle porte des deux côtés l'indication Volt CA qui est l'indication de mesure en tension alternative.

La *figure 16* montre la position dans laquelle doit se placer l'aiguille ; l'échelle est soulignée dans ce cas par un trait plus appuyé.

La valeur de tension relevée est environ la moitié de la valeur qui existe effectivement entre les languettes des cosses A4 et A8 du transformateur, comme vous le verrez plus loin ; c'est parce que la diode permet le passage du courant seulement sur une des demi-périodes de la tension alternative appliquée, c'est-à-dire lorsque la demi-période positive est appliquée à l'anode.

En déplaçant la touche T1 et en la portant en contact avec la cosse CA26, l'aiguille de l'instrument ne quitte pas le point zéro, mais se met à vibrer plus ou moins faiblement autour de ce point ; en effet, le voltmètre conçu pour les mesures de tension continue, ne peut mesurer les tensions alternatives, comme vous avez eu l'occasion de le constater plus haut.

Détachez maintenant la fiche d'alimentation du transformateur de la prise murale.

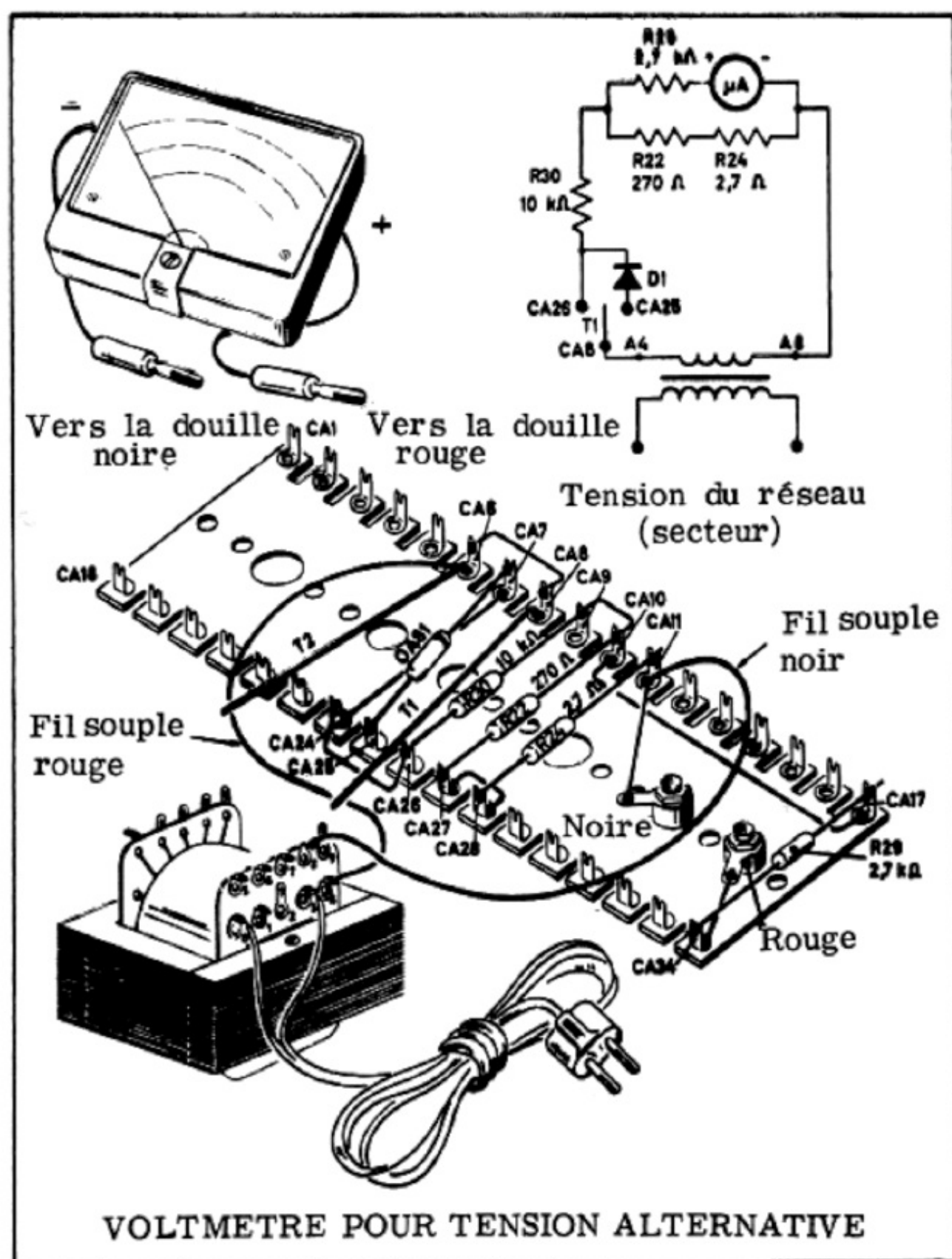


Figure 15

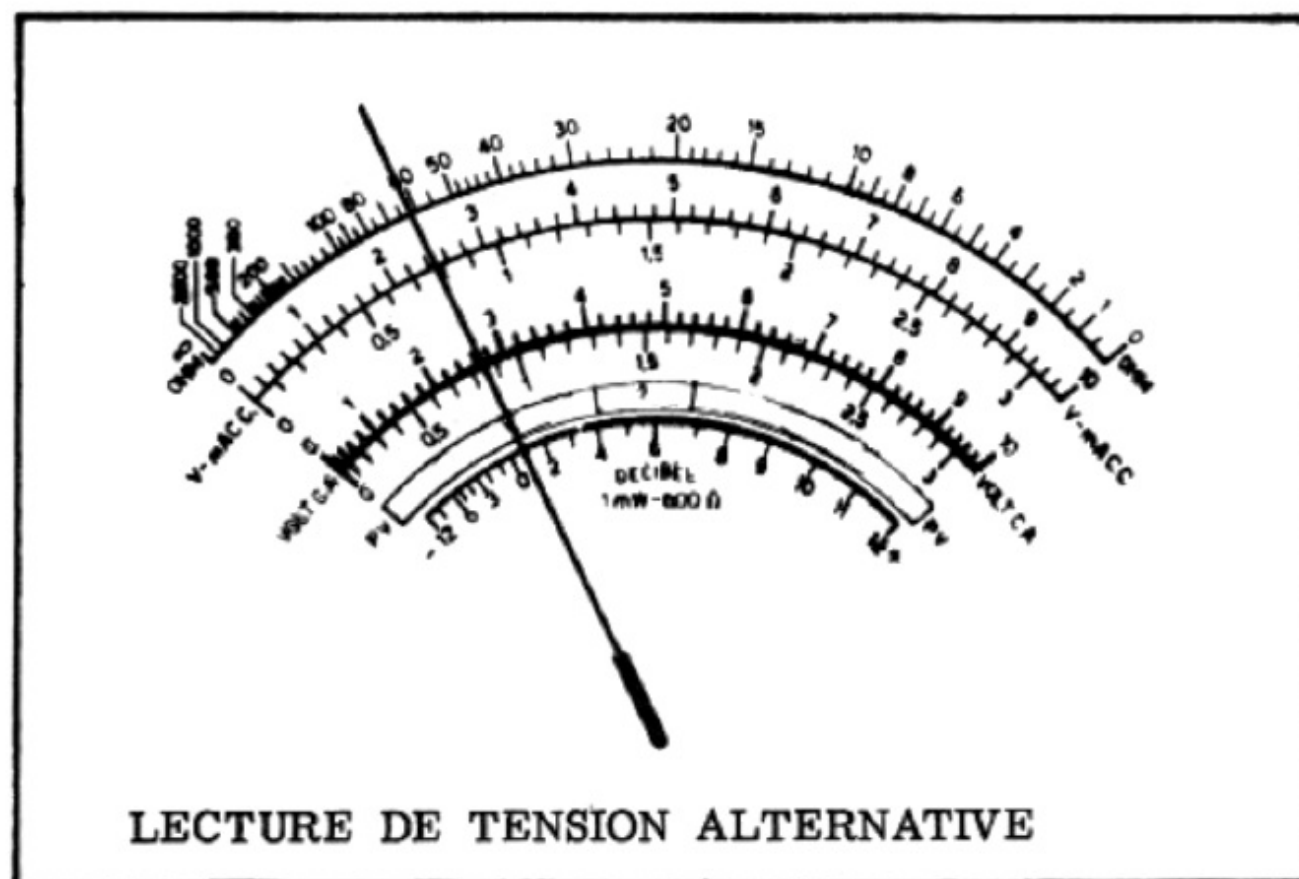


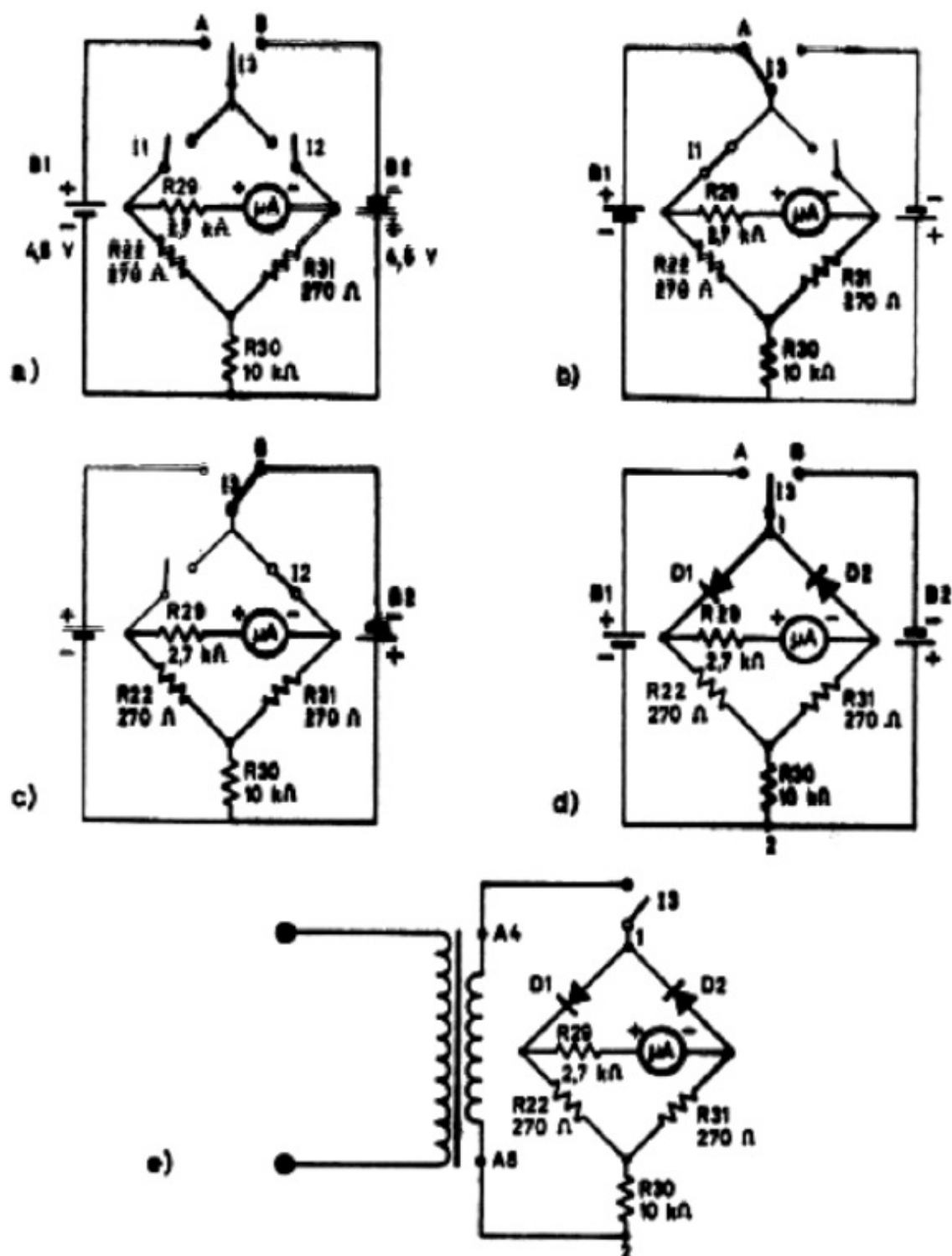
Figure 16

## 2 - 1 VOLTMETRE A PONT POUR TENSION ALTERNATIVE

Avec les dernières mesures effectuées vous avez constaté que la diode au germanium permet le passage du courant, seulement dans un seul sens ; par conséquent lorsqu'on dispose une diode dans un circuit électrique et que l'on y applique une tension alternative, l'instrument peut mesurer seulement la valeur d'une demi-période, c'est-à-dire la moitié de la valeur de la tension alternative qui est appliquée.

Si l'on utilise deux diodes au germanium dans un circuit spécial appelé circuit *A PONT*, il est possible de mesurer les deux demi-périodes d'une tension alternative.

Pour bien comprendre le fonctionnement de ce nouveau circuit, regardez attentivement le schéma électrique de la *figure 17 - a*. Il représente un circuit voltmétrique disposé en pont, avec R30 de 10 k $\Omega$  comme résistance additionnelle ; R22 et R31 de 270  $\Omega$  et R29 de 2,7 k $\Omega$  faisant partie du circuit milliampèremétrique.



VOLTMETRE A PONT POUR C A .

Figure 17

Deux interrupteurs I1 et I2 peuvent fermer le circuit sur l'inverseur I3 ; à son tour, ce dernier placé sur A, branche la pile B1 et lorsqu'il est placé sur B, connecte la pile B2 et fait circuler le courant dans le circuit milliampèremétrique.

Si l'on place l'inverseur en position A afin que le courant circule dans le sens exact à l'intérieur du circuit milliampèremétrique et que l'aiguille se porte vers la droite, il est nécessaire de fermer l'interrupteur I1, comme le montre la *figure 17 - b*.

Si par contre l'on place l'inverseur en position B pour que l'aiguille se déplace toujours vers la même direction, il faut fermer l'interrupteur I2 et ouvrir l'interrupteur I1 comme le montre la *figure 17 - c*.

Si l'on change les polarités des piles ou si l'on change les positions des interrupteurs, le courant circulera dans le sens opposé ; dans ce cas l'aiguille se déplacera vers la gauche.

Mais, si l'on substitue aux deux interrupteurs, deux diodes au germanium reliées entre elles comme le montre la *figure 17 - d*, l'aiguille de l'instrument se déplacera toujours vers la droite, quelle que soit la position de l'inverseur, c'est-à-dire que l'on applique une tension négative entre les points 1 et 2 (*figure 17 - d*) ou bien que l'on applique une tension positive.

Le circuit réalisé de cette manière permet de mesurer des tensions qui changent de polarités, c'est-à-dire des tensions alternatives.

En effet, en raccordant le circuit voltmétrique à la tension alternative délivrée par un transformateur (*figure 17 - e*) on peut en mesurer la valeur ; l'exactitude et la précision de cette mesure dépendent du pourcentage de tolérance des résistances employées.

### *Cinquième exercice*

Pour cet exercice préparez la plaquette de la manière suivante :

a) Enlevez les fiches bananes des douilles noire et rouge de l'appareil de mesure.

b) Dessoudez le fil souple noir de l'oeillet de la cosse CA11 et de la languette de la cosse A8 du transformateur.

c) Dessoudez le fil souple rouge de l'oeillet de la cosse CA6 et de la languette de la cosse A4 du transformateur.



d) Dessoudez la résistance bobinée R24 de  $2,7 \Omega$ , disposée entre les languettes des cosses CA11 et CA28.

e) Dessoudez la diode au germanium D1, OA81 ou son équivalent, de la languette des cosses CA7 et CA25.

f) Dessoudez le fil noir isolé disposé entre les oeillets des cosses CA7 et CA24.

g) Dessoudez le morceau de fil noir isolé disposé entre les languettes des cosses CA24 et CA26.

h) Dessoudez le morceau de fil isolé noir disposé entre les languettes des cosses CA9 et CA10.

i) Dessoudez le morceau de fil isolé noir disposé entre les languettes des cosses CA6 et CA8.

La plaquette doit être câblée conformément à la *figure 18*.

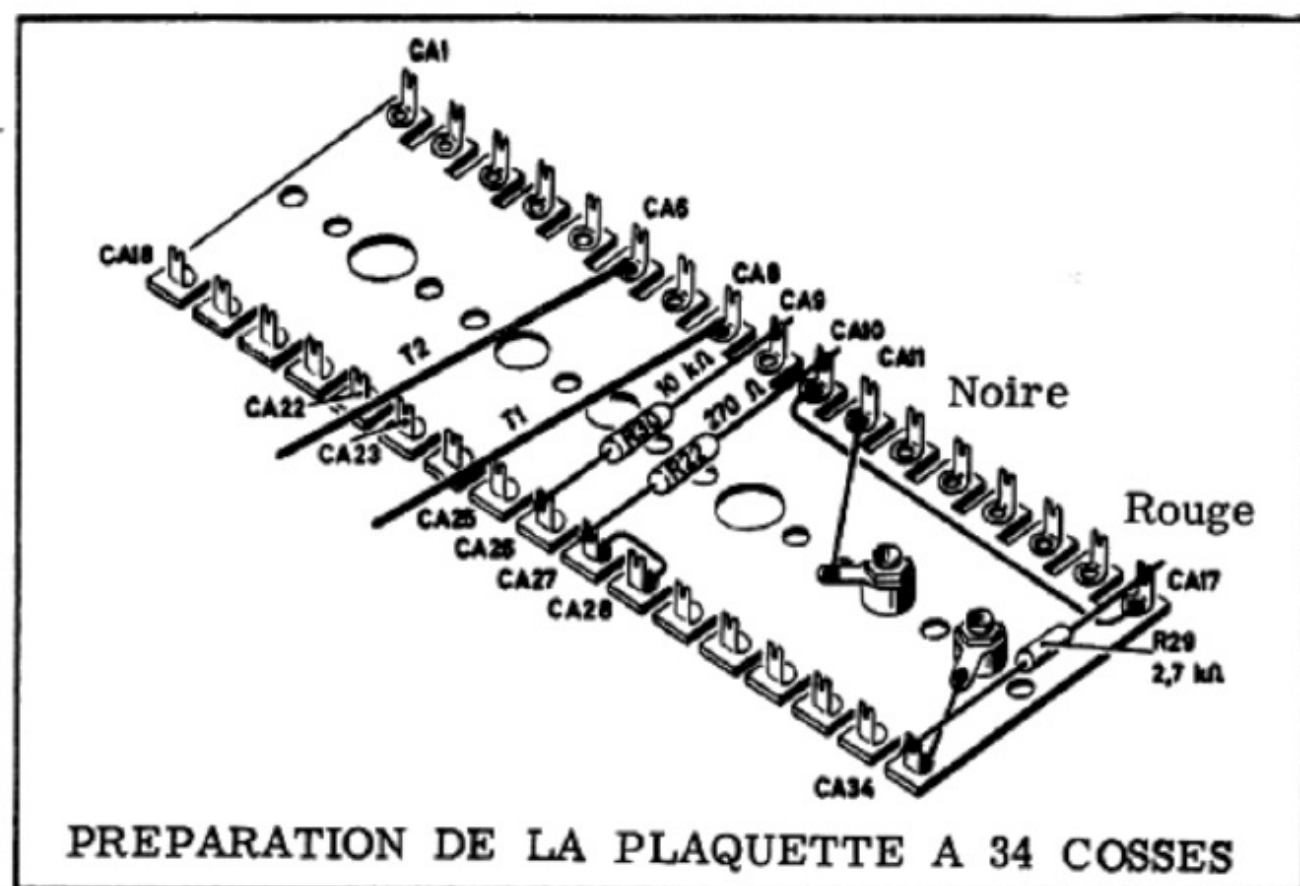


Figure 18

Mettez en lieu sûr, comme d'habitude la résistance, la diode et les fils souples récupérés sur la plaquette.

Enlevez toute trace de soudure, en utilisant le fer à souder, sur les oeillets et les languettes des cosses libres.

Ces opérations préliminaires terminées, commencez le montage du circuit à pont de la manière suivante :

j) Coupez un morceau de fil isolé noir de 3 cm et disposez-le sur l'extérieur de la plaquette entre les languettes des cosses CA26 et CA27 ; soudez sur les deux points.

k) Coupez un morceau de fil isolé noir de 4,5 cm et disposez-le sur l'extérieur de la plaquette, entre les languettes des cosses CA8 et CA10 ; soudez sur les deux points.

l) Coupez un morceau de fil isolé noir de 7 cm et disposez-le sur l'extérieur de la plaquette, entre les languettes des cosses CA6 et CA11 ; soudez sur les deux points.

m) Coupez un morceau de fil noir isolé de 4,5 cm et disposez-le entre les oeillets des cosses CA22 et CA25, en le passant sous les touches T1 et T2 ; soudez sur les deux points.

n) Coupez un morceau de fil isolé noir de 5,5 cm et disposez-le entre les oeillets des cosses CA4 et CA22 ; soudez sur les deux points.

o) Coupez un morceau de fil de cuivre étamé nu de 6,5 cm ; pliez-le à angle droit à environ 3 mm d'une extrémité, vous aurez ainsi une touche semblable à celle que vous avez déjà réalisée.

p) Introduisez l'extrémité repliée de cette touche dans l'oeillet de la cosse CA4 ; disposez l'extrémité opposée entre les cosses CA20 et CA21 ; soudez sur l'oeillet de la cosse CA4.

q) Disposez entre les languettes des cosses CA11 et CA28 la résistance R31 de 270  $\Omega$ , tolérance 10 % - 1/2 W (rouge-violet-marron, argent) après en avoir raccourci les bornes de 12 mm de chaque côté, soudez sur les deux points.

r) Disposez l'extrémité libre de la touche T1 soudée à l'oeillet de la cosse CA8, entre les cosses CA24 et CA25.

s) Soudez de nouveau à une extrémité du morceau de fil souple noir, la pince crocodile noire dessoudée lors de l'exercice précédent.

t) Soudez l'extrémité libre du morceau de fil souple noir que vous avez muni au préalable d'une pince crocodile, sur l'oeillet de la cosse CA20.

u) Soudez le fil souple rouge, muni d'une pince crocodile que vous avez récupéré de l'exercice précédent, sur l'oeillet de la cosse CA21.

v) Soudez enfin le fil souple vert, muni d'une pince crocodile non-isolée que vous avez récupéré également de l'exercice précédent, sur l'oeillet de la cosse CA9.

La disposition des raccordements sur la plaquette est terminée.

w) Insérez la fiche banane noire, reliée à la borne négative de l'appareil de mesure, dans la douille noire de la plaquette ; insérez la fiche banane rouge, reliée à la borne positive, dans la douille rouge.

x) Reliez ensuite les deux piles en série, par l'intermédiaire du pontet ; serrez avec une de ses pinces crocodiles le pôle négatif d'une pile (que nous appellerons B1) ; serrez avec l'autre pince crocodile le pôle positif de la seconde pile (B2).

Il ne reste plus maintenant qu'à relier les piles au circuit.

y) Serrez le pôle négatif de la pile B2 avec la pince crocodile noire ; serrez le pôle positif de B1 avec la pince rouge ; enfin serrez avec la pince crocodile du fil souple vert, le pôle négatif de B1, pôle qui est lui-même raccordé au pôle positif de B2 par le pontet.

Vérifiez bien tous les raccordements en vous guidant avec le schéma pratique *figure 19* (qui correspond au schéma électrique de la *figure 17 - a*) Vous constaterez que les interrupteurs I1 et I2 ainsi que l'inverseur I3 du schéma électrique sont constitués en réalité par les touches T1, T2 et T3.

Mettez ensuite la touche T1 en contact avec la cosse CA25 ; en même temps mettez la touche T3 en contact avec la cosse CA21 ; la disposition du circuit est maintenant représentée par la *figure 17 - b*.

Si tous les raccordements ont été effectués correctement, l'appareil indiquera une tension d'environ 3,5 V ; cette valeur est lue sur la seconde échelle en commençant par le haut, échelle calibre de 10 V. La position de

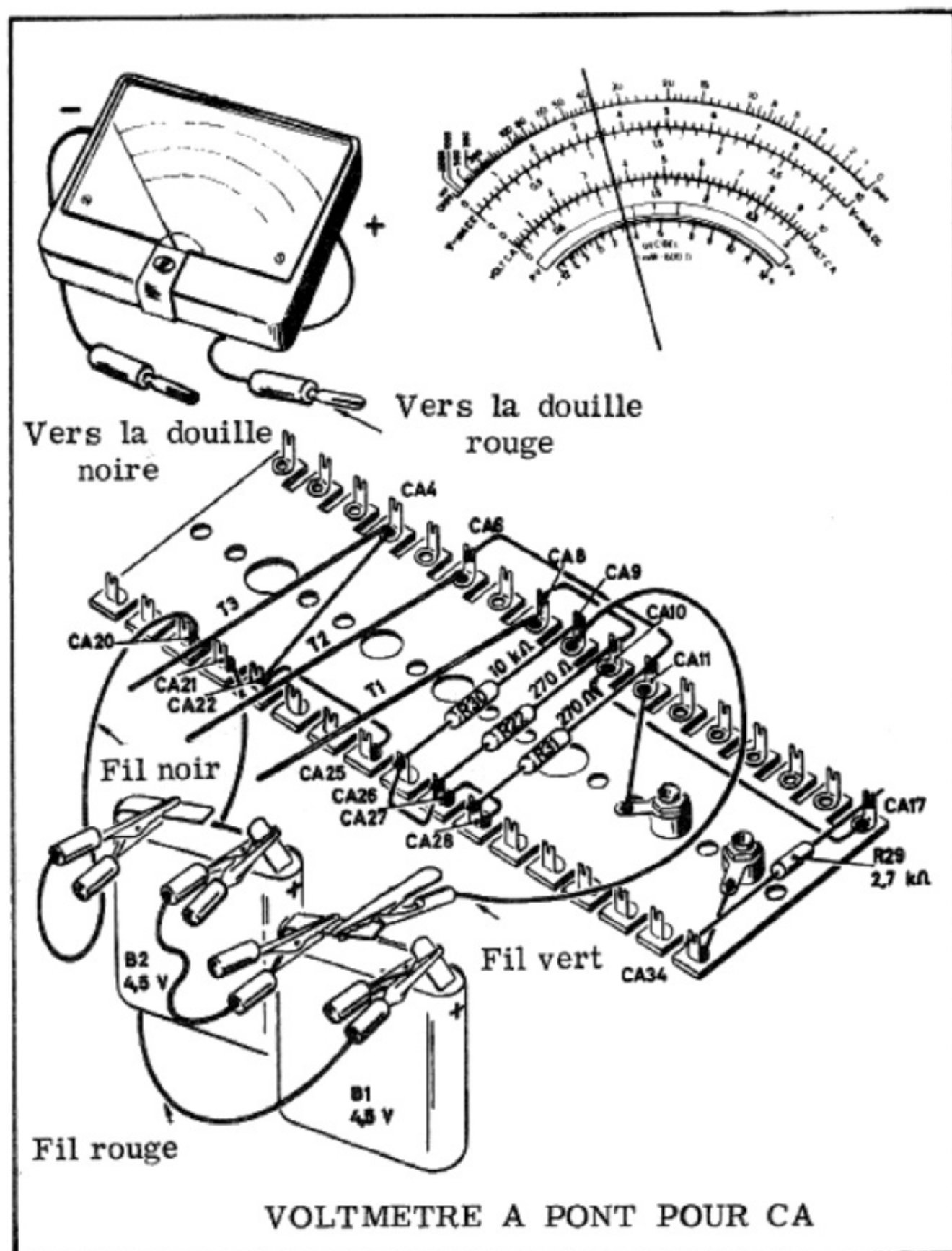


Figure 19

l'aiguille est reproduite sur la *figure 19* (sur le cadran en haut de la page).

On obtient environ la même valeur, en portant la touche T2 en contact avec la cosse CA22 et la touche T3 en contact avec la cosse CA20. Bien entendu pendant cet essai la touche T1 doit rester libre.

Ce circuit a la même disposition que celui du schéma de la *figure 17 - c*.

Cet essai montre que si l'on déplace le levier de l'inverseur pour faire circuler le courant toujours dans le même sens, il est indispensable d'agir sur l'interrupteur I1 et ensuite sur l'interrupteur I2 ; si les trois touches mentionnées ne se trouvent pas dans la position indiquée, l'aiguille se déplacera dans le sens opposé.

Si l'on remplace les deux interrupteurs par deux diodes au germanium disposées de façon appropriée, et quelle que soit la polarité de la tension l'aiguille de l'instrument se déplacera toujours vers la droite ; les diodes agissent comme des interrupteurs, elles s'ouvrent et se ferment automatiquement suivant la polarité de la tension qui leur est appliquée.

Si par contre on déplace de A à B - ou inversement - le levier de l'inverseur, la diode D1 ou la diode D2, agissent séparément comme des conducteurs ; on se trouverait alors dans le même cas que lorsqu'on agissait sur les interrupteurs I1 et I2 dans le circuit précédent.

Pour vérifier ce fonctionnement il suffit de substituer dans le circuit les deux touches T1 et T2, par deux diodes au germanium raccordées de façon appropriée, avec les précautions indiquées plus haut.

a) Dessoudez la touche T1 de l'oeillet de la cosse CA8.

b) Dessoudez la touche T2 de l'oeillet de la cosse CA6.

c) Disposez la diode D1, OA81 ou son équivalent, entre les languettes des cosses CA8 et CA25, en vous souvenant que le côté *portant l'indication de la cathode*, doit toujours être dirigé vers la cosse CA8 ; soudez ensuite sur les deux points.

d) Disposez la seconde diode au germanium D2, OA81 ou son équivalent, entre les languettes des cosses CA6 et CA22, sans oublier que l'extrémité portant un repère, indiquant la cathode, doit être placée du côté de la cosse CA22 ; soudez sur les deux points et coupez les extrémités des bornes.

Assurez-vous maintenant que la pince crocodile du fil souple noir

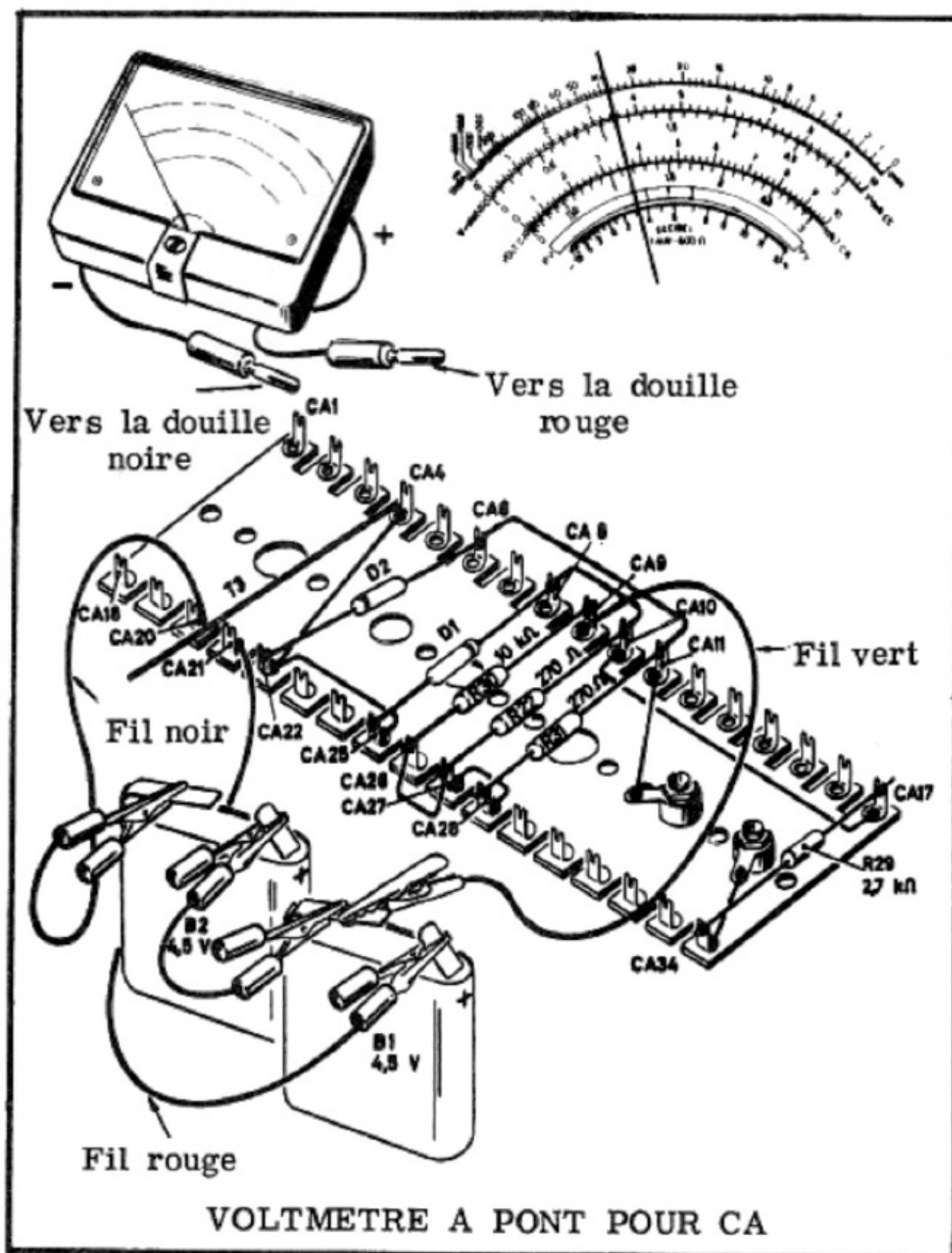


Figure 20



provenant de la cosse CA20 soit bien serrée au pôle négatif de la pile B2 et que la pince crocodile du fil souple rouge, provenant de la cosse CA21 soit toujours serrée sur le pôle positif de la pile B1.

Vérifiez enfin que la pince crocodile du fil souple vert, provenant de la cosse CA9, soit bien raccordée au pôle négatif de B1, pôle lui-même relié au pôle positif de B2 par le pontet.

Les raccordements effectués sont montrés sur le schéma pratique de la *figure 20* qui correspond au schéma électrique de la *figure 17 - d*.

En mettant en contact la touche T3 (qui fonctionne ici comme le levier d'un inverseur) avec la languette de la cosse CA20, l'aiguille de l'instrument se déplace et s'arrête sur environ 3,5 V (sur la seconde échelle en commençant par le haut, échelle de mesure des tensions continues).

Cette position est montrée *figure 20* sur le cadran, en haut de la page.

La même valeur est indiquée sur l'échelle, lorsqu'on déplace le levier de l'inverseur (c'est-à-dire la touche T3) en la mettant en contact avec la cosse CA21. Cela signifie que lorsque l'on inverse les polarités de la pile sur les pôles du voltmètre, l'aiguille se place toujours du bon côté ; en effet, lorsqu'on met la touche T3 en contact avec la languette de la cosse CA21, la diode D1, joue son rôle ; lorsque l'on met la touche T3 en contact avec la cosse CA20, c'est la diode D2 qui agit à ce moment.

Il est par conséquent possible de mesurer sur un circuit une tension à polarité variable, sur un instrument de mesure pour courant continu ; l'appareil est apte de cette manière à mesurer aussi une tension alternative.

L'exercice suivant vous permettra de le vérifier en alimentant le circuit réalisé sur la plaquette, par une tension alternative qui sera prélevée sur un enroulement secondaire du transformateur.

Effectuez cet exercice de la manière suivante :

- a) Débranchez la pile de la plaquette à 34 cosses.
- b) Dessoudez le fil souple noir provenant de l'oeillet de la cosse CA20.
- c) Dessoudez la *pince crocodile* du fil souple rouge, raccordée à l'oeillet de la cosse CA21.
- d) Dessoudez la *pince crocodile* du fil souple vert, raccordée à l'oeillet de la cosse CA9.

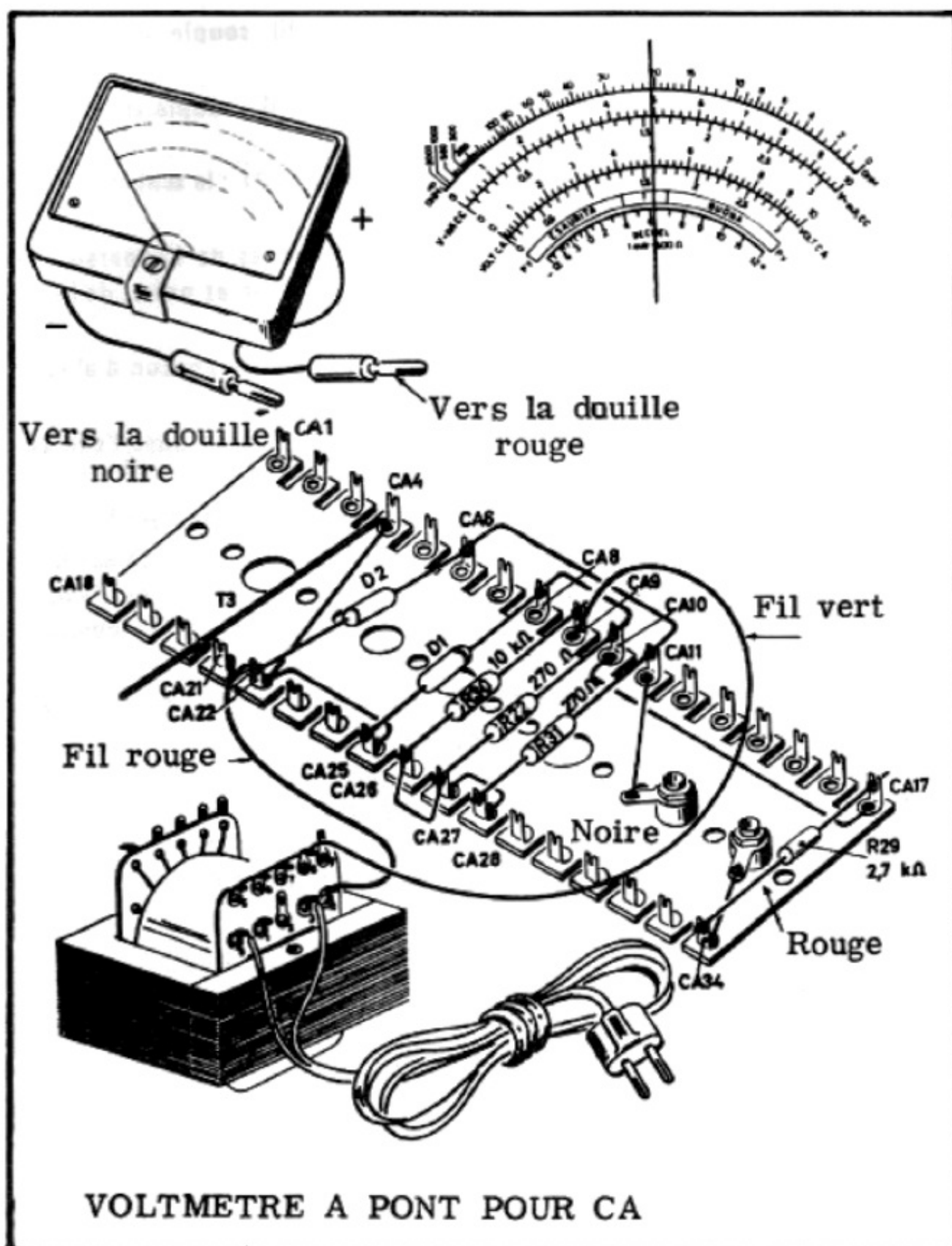


Figure 21

e) Soudez l'extrémité libre du fil souple rouge sur la languette de la cosse A4 du transformateur.

f) Soudez l'extrémité libre du fil souple vert sur la languette de la cosse A8 du transformateur.

Le circuit ainsi réalisé est montré sur la *figure 21* ; le schéma électrique est celui de la *figure 17 - e*.

Assurez-vous maintenant que les fiches bananes de l'appareil sont toujours bien insérées dans les douilles respectives, rouge et noire, de la plaque.

Si tout est correct vous pouvez brancher la fiche du cordon d'alimentation du transformateur dans la prise murale.

La touche T3 qui agissait comme levier d'inverseur dans l'exercice précédent, fonctionne maintenant comme un interrupteur.

Mettez d'abord la touche T3 en contact avec la cosse CA21.

Vous constatez ici que l'aiguille de l'instrument se déplace sur le cadran et s'arrête sur la valeur d'environ 5 V ; valeur qu'il faut lire sur l'échelle des tensions alternatives, c'est-à-dire la quatrième échelle (rouge) en commençant par le haut.

La position prise par l'aiguille est montrée sur le cadran de la *figure 21*.

Cette valeur de tension est d'environ le double de celle obtenue avec une seule diode insérée dans le circuit. C'est que dans le premier cas le milliampèremètre était parcouru par le courant pendant une demi-période seulement alors que maintenant, par le jeu des deux diodes le milliampèremètre est parcouru par le courant des deux demi-périodes de la tension alternative.

Cette leçon se termine avec cet exercice.

La prochaine leçon vous permettra d'analyser les méthodes de mesure de la résistance électrique, en réalisant *UN PONT DE RESISTANCES EN CC* et un *OHMMETRE*.

Vous complèterez également le montage du circuit imprimé du contrôleur universel, en y montant les composants du circuit du voltmètre et de l'ohmmètre.

