



NOTICE D'EMPLOI DU TRANSISTORMETRE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

**NOTICE D'EMPLOI DU
TRANSISTORMETRE – DIODEMETRE**

Avec ce fascicule, nous allons apprendre à utiliser le **TRANSISTORMETRE – DIODEMETRE** et en même temps nous examinerons le fonctionnement des circuits, en fonction des contrôles à effectuer.

I - SIGNIFICATION DES SYMBOLES ET ABREVIATIONS UTILISES

Avant de passer aux essais de fonctionnement, voyons la signification des inscriptions, gravées sur le panneau avant du transistormètre-diode-mètre.

1) Nous avons les lettres **E - B - C - K** et **A**.

Les trois premières (**E - B - C**) se rapportent aux électrodes des transistors, c'est-à-dire l'**EMETTEUR**, la **BASE** et le **COLLECTEUR**.

E correspond au fil souple **NOIR**

B correspond au fil souple **VERT** et

C correspond au fil souple **ROUGE**.

Les lettres K et A se rapportent aux électrodes des diodes, c'est-à-dire la CATHODE et L'ANODE.

K correspond au fil souple NOIR (également utilisé pour l'émetteur des transistors) et A au fil souple ROUGE (servant aussi pour le branchement "collecteur" des transistors).

2) SYMBOLE 

Ce signe, relatif à P2 indique le TARAGE.

En effet, c'est en agissant sur la commande P2 que l'on peut faire coïncider l'aiguille de l'instrument de mesures avec le début de l'échelle de lecture.

Il s'agit de la MISE A ZERO, avant la mesure du coefficient β (bêta) d'un transistor.

3) SYMBOLE 

Ce symbole, relatif à P1, désigne aussi un TARAGE.

La commande de P1 permet d'amener l'aiguille en fin d'échelle. Nous verrons tout à l'heure l'utilité de cette manoeuvre.

4) ABREVIATIONS RELATIVES AU COMMUTATEUR

Le commutateur peut occuper cinq positions successives, auxquelles correspondent SEPT FONCTIONS : deux pour le contrôle des diodes, quatre pour le contrôle des transistors NPN et PNP, une pour l'interruption générale des circuits.

En outre, deux touches spéciales, ayant la fonction d'interrupteur, permettent de choisir l'échelle appropriée, pour la mesure du coefficient β .

Les touches sont utilisées de la façon suivante :

TOUCHE A (première à droite), désignée par les inscriptions β et NPN.

Cette touche doit être enfoncée pour la mesure du COEFFICIENT β , des transistors NPN.

TOUCHE B (seconde à droite), désignée par les inscriptions I_{CBO} , I_d et NPN.

Cette touche doit être enfoncée pour la mesure du COURANT INVERSE I_{CBO} d'un transistor NPN ou le COURANT DIRECT I_d d'une diode.

TOUCHE C (troisième à droite), désignée par le symbole d'un interrupteur ()

La mise HORS SERVICE des circuits est obtenue en appuyant sur celle-ci.

TOUCHE D (quatrième à droite), désignée par I_i , I_{CBO} et PNP.

Cette touche doit être enfoncée pour la mesure du COURANT INVERSE d'une diode ou pour la mesure du COURANT INVERSE I_{CBO} d'un transistor PNP.

TOUCHE E (cinquième à droite), désignée par β et PNP.

Cette touche doit être enfoncée pour la mesure du coefficient β des transistors PNP.

TOUCHE F (sixième à droite), désignée par 500 et β .

Cette touche doit être enfoncée pour obtenir la valeur de fin d'échelle, égale à 500, c'est-à-dire, la plus grande portée dans la mesure du coefficient β .

TOUCHE G (septième à droite), désignée par 250 et β .

Cette touche doit être enfoncée pour obtenir la valeur de fin d'échelle, égale à 250, c'est-à-dire, la plus petite portée dans la mesure du coefficient β .

Nous connaissons maintenant la signification de toutes les inscriptions gravées sur le panneau avant et nous pouvons commencer le contrôle fonctionnel de l'appareil.

Toutefois, auparavant, il convient de mettre en place les trois piles de 1,5 volt.

APPUYEZ à fond sur la touche **INTERRUPTEUR GENERAL**. De cette façon, même avec les piles en place, les circuits ne sont pas alimentés.

Sur le **SUPPORT DE PILES**, les signes + correspondent aux pôles "plus" des piles.

INTRODUISEZ une pile, entre les **CONTACTS 1 et 4 (+ vers 1)**.

INTRODUISEZ une seconde pile, entre les **CONTACTS 2 et 5 (+ vers 5)**.

INTRODUISEZ enfin une troisième pile, entre les **CONTACTS 3 et 6 (+ vers 3)**.

Les piles en place dans le support, sont représentées sur le **Tableau 1 - hors-texte de la Pratique 25**.

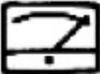
II - ESSAIS DE FONCTIONNEMENT

Les instructions concernant les essais de fonctionnement, sont valables comme INSTRUCTIONS GENERALES POUR L'UTILISATION DU TRANSISTORMETRE-DIODEMETRE.

II - 1 - TARAGE EN FOND D'ECHELLE

Cette opération doit être répétée chaque fois que l'on utilise l'appareil.

1) RELIEZ la pince crocodile du fil souple ROUGE avec celle du fil souple NOIR.

2) TOURNEZ vers la gauche le bouton P1, désigné par le symbole .

3) ENFONCEZ la touche B ($I_d - I_{CB0}$ - NPN) ou enfoncez la touche D ($I_i - I_{CB0}$ - PNP).

L'aiguille de l'instrument de mesures doit dévier vers la droite.

Dans le cas contraire, vérifiez les contacts des piles et la position de celles-ci.

4) AGISSEZ sur le bouton de commande de P1 pour placer l'aiguille exactement en fin d'échelle (voir figure 1).

5) APPUYEZ sur la touche C (.

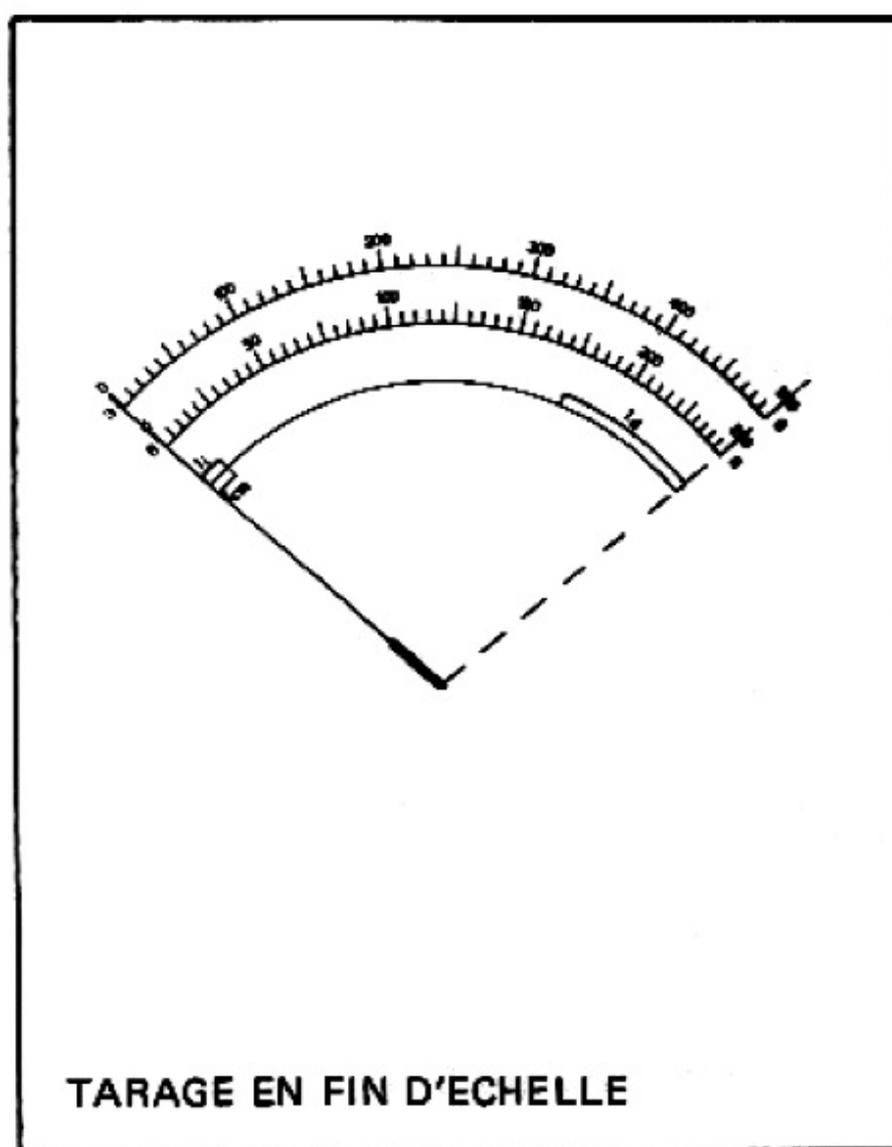


Figure 1

Vous pouvez alors procéder aux contrôles d'une diode ou d'un transistor.

II - 2 - CONTROLE D'UNE DIODE

Pour cet essai, utilisez une diode quelconque au germanium.

1) RELIEZ la pince crocodile **NOIRE**, correspondant à la lettre **K**, à la **CATHODE** de la diode.

2) RELIEZ la pince crocodile **ROUGE**, correspondant à la lettre **A**, à l'**ANODE** de la diode.

3) ENFONCEZ la touche **Id** du commutateur.

L'aiguille de l'instrument de mesures doit dévier vers la droite.

SI LA DIODE EST EN BON ETAT, l'aiguille doit se trouver dans le **SECTEUR REPERE PAR Id** (voir figure 2).

Par contre, si l'aiguille n'atteint pas ce secteur, ou si elle ne se déplace pas de sa position de repos, la diode est défectueuse.

4) APPUYEZ sur la touche **Ii** (sans modifier le branchement des pinces crocodiles).

L'aiguille de l'instrument de mesures doit revenir vers le début d'échelle et s'arrêter dans le secteur repéré par **Ii** (dessin en pointillé de la figure 2).

Le déplacement de l'aiguille, de sa position de repos à la position **Ii** est à peine perceptible ; le courant inverse est en effet, comme vous le savez, extrêmement faible.

Par contre, si l'aiguille reste vers le fond de l'échelle, la diode est défectueuse (en court-circuit plus ou moins franc).

5) ENFONCEZ la touche interrupteur. L'essai de la diode est terminé.

A) CONTROLE DU COURANT I_{CBO}

1) RECOMMENCEZ LE TARAGE EN FIN D'ECHELLE, comme précédemment.

2) RELIEZ la pince crocodile NOIRE à l'EMETTEUR du transistor, la pince crocodile ROUGE au COLLECTEUR et la pince crocodile VERTE à la BASE (voir figure 3).

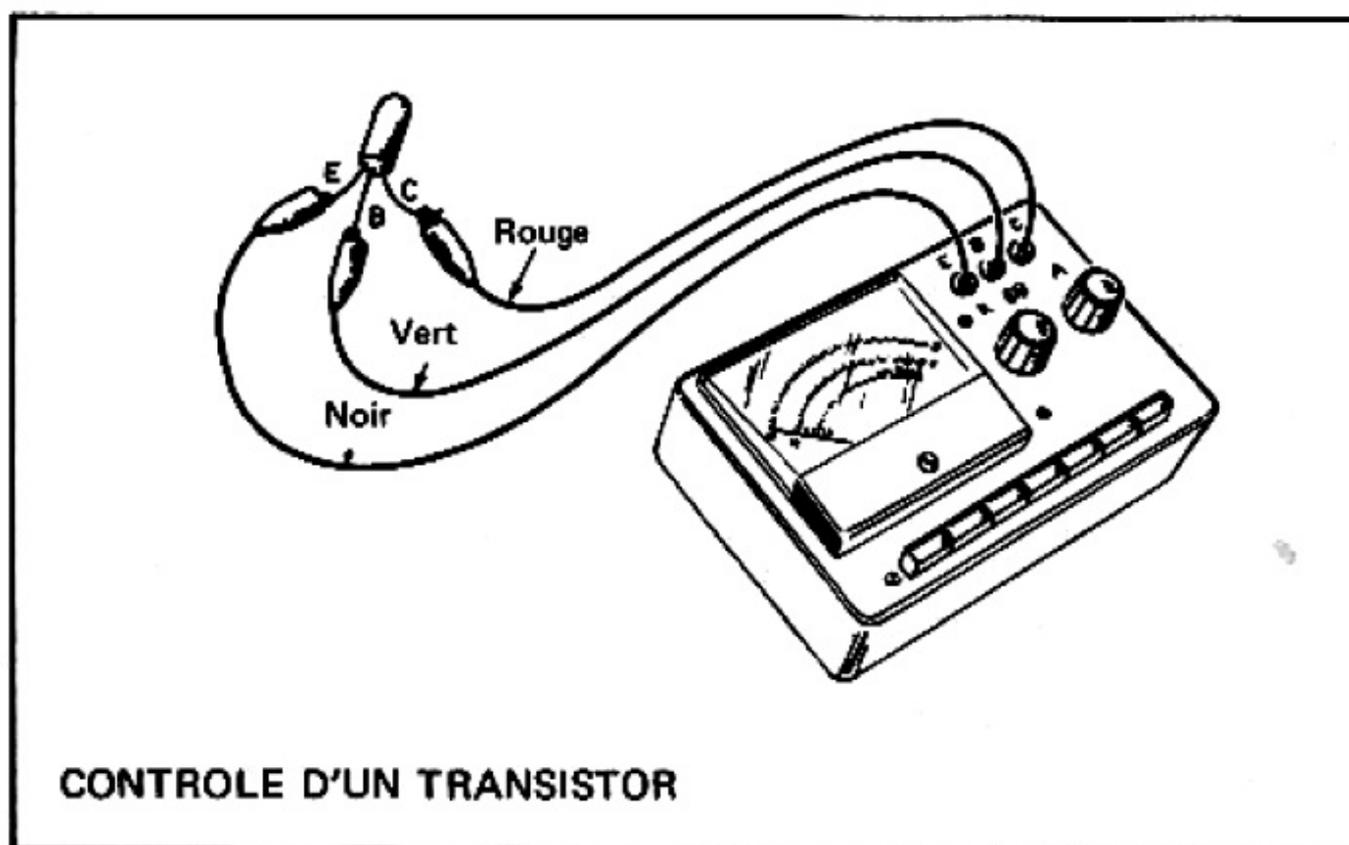


Figure 3

3) ENFONCEZ la touche I_{CBO} PNP du commutateur.

L'aiguille doit se déplacer très légèrement dans le secteur I_{CBO} de l'échelle.

L'état du transistor est d'autant plus satisfaisant que ce déplacement est petit.

4) ENFONCEZ la touche interrupteur. L'essai du courant I_{CBO} est terminé.

B) MESURE DU COEFFICIENT β

1) BRANCHEZ le transistor comme précédemment.

2) APPUYEZ sur la touche β - PNP. L'aiguille de l'instrument de mesures doit dévier plus ou moins légèrement vers la droite ou vers la gauche.

Pour un transistor du type NPN, il faudrait évidemment appuyer sur la touche β - NPN.

REMARQUE :

La plage de déplacement de l'aiguille dans le secteur I_{CBO} et I_i , est très restreinte car le courant correspondant est toujours très faible, quel que soit le type du transistor ou de la diode à contrôler.

La plage de déplacement de l'aiguille dans le secteur I_d est relativement importante, car le courant direct, peut prendre des valeurs très différentes selon les diodes.

3) RAMENEZ l'aiguille à zéro (début d'échelle) en agissant sur le bouton de commande de P2.

NOTE :

Dans certains cas, il n'est pas possible, même en manoeuvrant P2, de remettre l'aiguille à zéro.

Si les piles ne sont pas épuisées, le fait provient de l'échauffement du transistor, que vous pouvez avoir tenu assez longtemps entre vos doigts, ou encore à la température ambiante, supérieure à 30°C.

Laissez par conséquent refroidir le transistor. Après quelques minutes, la mise à zéro est alors possible.

Cependant, si l'échauffement est dû à la température ambiante (donc impossibilité de laisser refroidir le transistor), notez la position de l'aiguille et corrigez la lecture du coefficient β , selon les instructions que nous donnons dans la suite de ce contrôle.

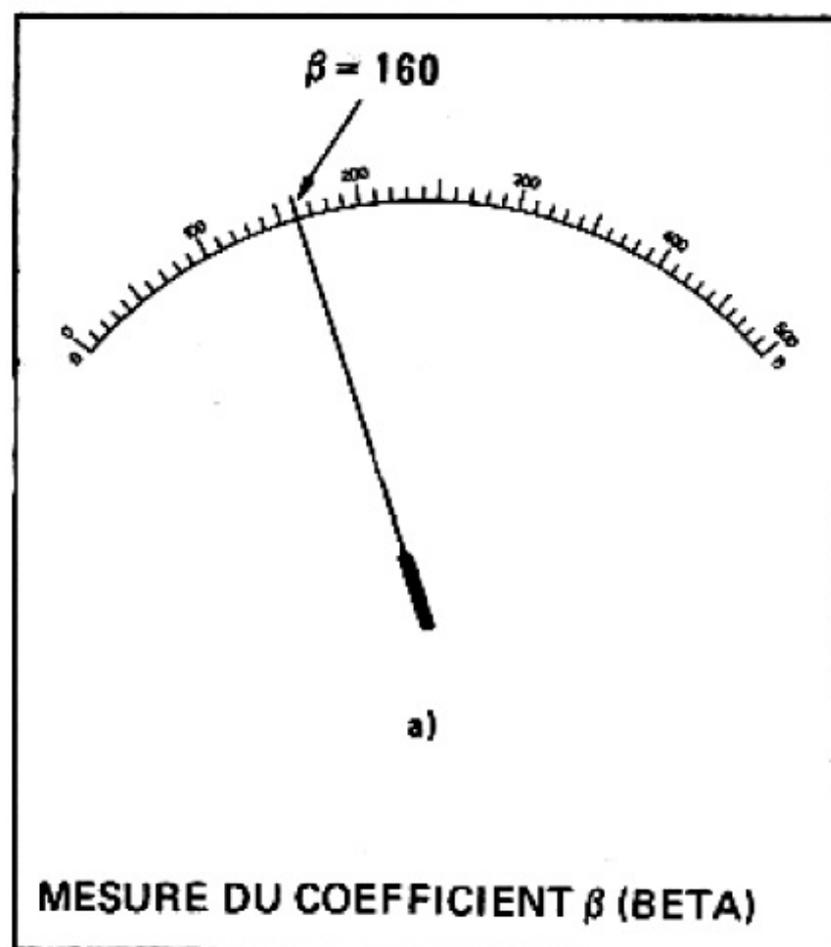


Figure 4-a

4) APPUYEZ sur la touche du commutateur, désignée par le nombre 500.

L'aiguille dévie vers la droite et la lecture se fait directement sur l'échelle reproduite figure 4-a.

Avec cette échelle, chaque graduation est égale à 10 (il y a en effet 50 graduations entre 0 et 500).

1er CAS - VOUS AVEZ OBTENU LA MISE A ZERO DE L'AIGUILLE

La valeur du coefficient β est alors de 160 dans l'exemple illustré figure 4-a.

2ème CAS - VOUS N'AVEZ PAS PU OBTENIR LA MISE A ZERO et l'aiguille est restée sur le 20 de l'échelle (2 graduations).

Vous devez retrancher cette valeur de la lecture, soit $160 - 20 = \beta 140$.

Dans les deux cas, LA MESURE DU COEFFICIENT β ETANT INFÉRIEURE A 250, IL FAUT CHANGER D'ECHELLE et passer sur 250.

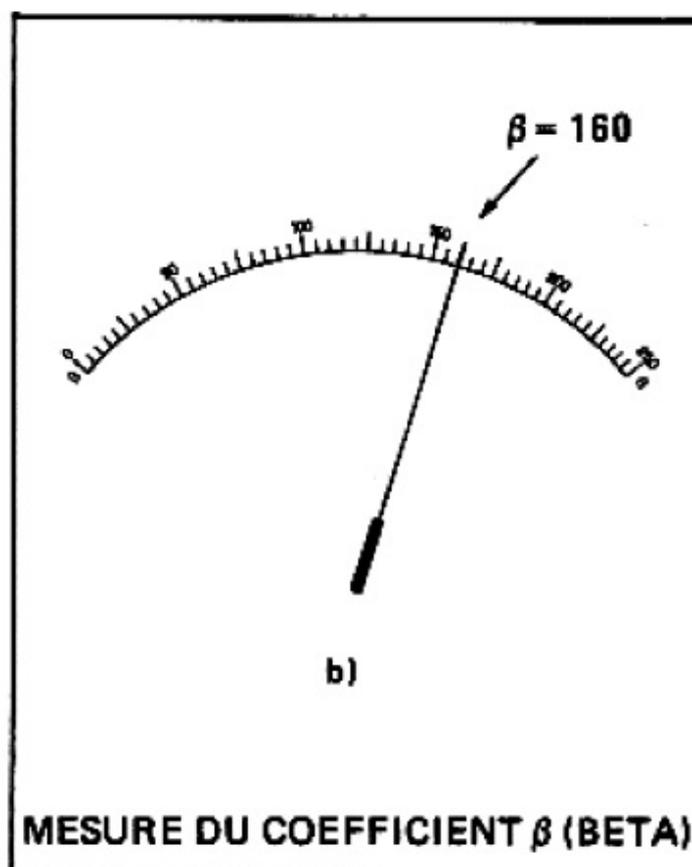


Figure 4-b

Pour cela, il suffit d'appuyer sur la touche 250. La lecture se fait alors directement sur l'échelle reproduite figure 4-b.

Avec cette échelle, chaque graduation est égale à 5 (il y a en effet 50 graduations entre 0 et 250).

Dans l'exemple de la figure 4-b, on lit $\beta = 160$.

Si la mise à zéro s'est avérée impossible et que l'aiguille soit restée sur 10 (deux graduations après le zéro) par exemple, la correction sera :

$$160 - 10 = 150$$

5) APPUYEZ sur la touche interrupteur. Le contrôle du transistor est terminé.

VOUS DEVEZ ENFIN SAVOIR QUE L'ON DOIT CONSIDERER COMME EN BON ETAT :

a) les transistors HF dont le β est de 40 environ (valeur minimum).

b) les transistors BF et FI dont le β est de 30 environ (valeur minimum).

Bien entendu, on peut trouver des valeurs de coefficient β supérieur.

Enfin, DANS LE CAS DE TRANSISTORS D'UN TYPE NOUVEAU, LA SOLUTION LA PLUS SIMPLE ET LA PLUS EFFICACE POUR UN CONTROLE, EST DE TESTER UN ELEMENT NEUF EN BON ETAT ET DE NOTER LA VALEUR DE LA MESURE (TOLERANCE DE ± 30 environ).

Si votre transistormètre - diodemetre fonctionne normalement, vous pouvez fixer le panneau avant sur le boîtier.

A cet effet :

PLACEZ le panneau sur le boîtier, en veillant à ce que les entretoises de fixation, coïncident avec les trous, sous le dessous du boîtier.

FIXEZ le panneau, à l'aide de deux vis "tête fraisée" de 3 X 10 mm.

III - OBSERVATIONS RELATIVES A L'UTILISATION DU

TRANSISTORMETRE - DIODEMETRE

1) Lorsque les extrémités du transistor (sorties) sont assez courtes, vous pouvez utiliser le SUPPORT pour transistor, au lieu des pinces crocodiles.

La figure 5, illustre cet emploi (cas d'un transistor à quatre sorties.)

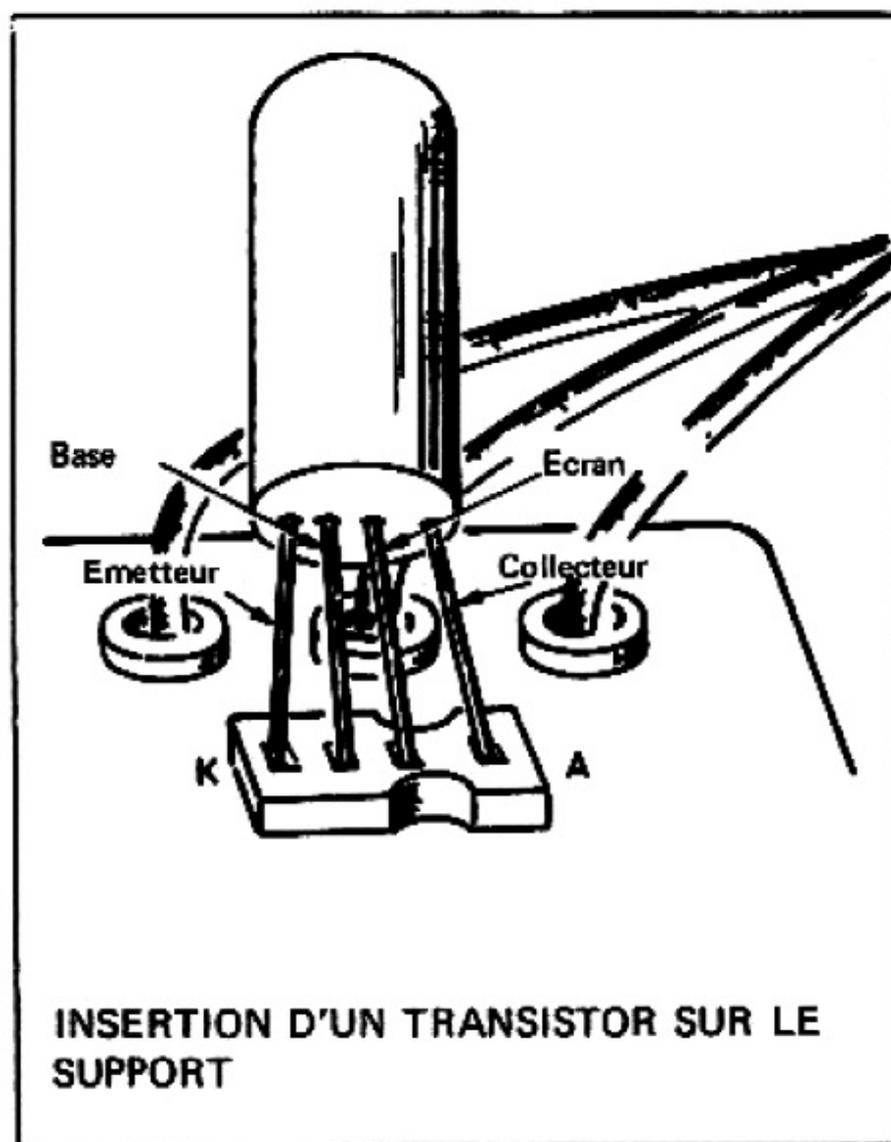


Figure 5

La quatrième sortie correspond au blindage relié au boîtier de protection du transistor.

POUR CONTROLER CE TYPE D'ELEMENT EN UTILISANT LES PINCES CROCODILES, IL CONVIENT DE RELIER ENSEMBLE L'EMETTEUR ET LE BLINDAGE.

2) Si, lors du TARAGE en fin d'échelle, il devient impossible de régler l'aiguille, il faut vérifier les piles et éventuellement les remplacer.

Assurez-vous d'autre part que les contacts du support de piles sont parfaitement propres (l'oxydation des contacts ayant pour effet de recouvrir ceux-ci d'une mince couche isolante).

IV - CIRCUITS ET FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL

Le tableau 2 hors - texte , de la pratique 25, représente les circuits électriques du transistormètre - diodemètre.

Eliminons tout d'abord la touche C du commutateur.

Celle-ci n'a qu'une fonction : la mise en service ou hors service des piles.

Cette interruption évite une usure prématurée des piles, dans le cas où deux pinces crocodiles seraient en contact accidentel, pendant les périodes où l'appareil n'est pas utilisé.

Voyons pour commencer le circuit de l'appareil de mesures. L'indicateur a une sensibilité de $800 \mu\text{A}$ (0,8 mA). Pour faciliter la lecture des échelles, la valeur en fin d'échelle a été portée à 1 mA.

Le schéma de la figure 6, illustre le montage adopté à cet effet.

Le courant de 1 mA se divise au point A, en deux parties : une partie circule à travers la résistance de 360Ω et l'autre partie parcourt la résistance de 40Ω et traverse l'instrument de mesures.

La résistance de celui-ci est de 50Ω . Le circuit a donc une résistance de $50 + 40 = 90 \Omega$.

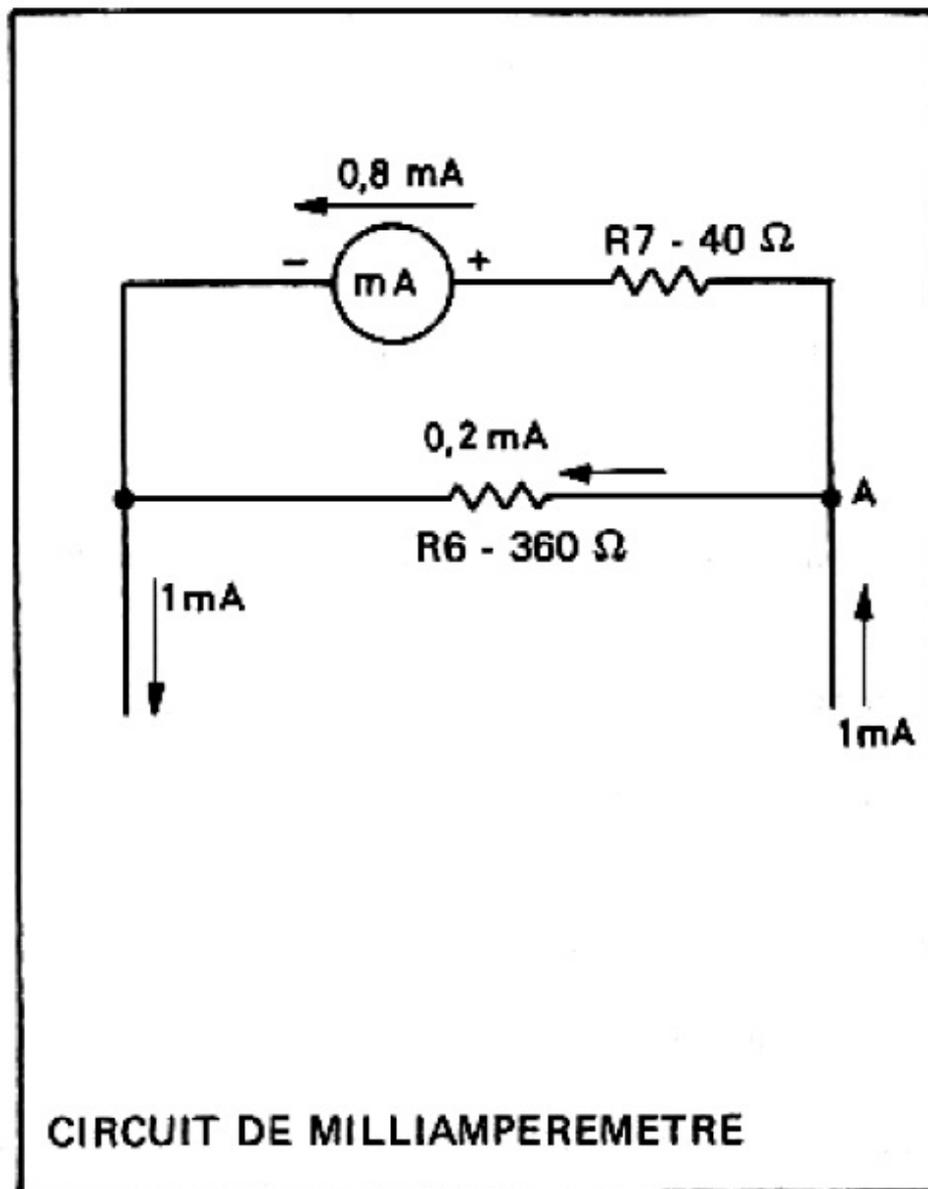


Figure 6

Cette valeur est égale au quart de la valeur du second circuit (360Ω) placé en parallèle.

Ainsi, le courant circulant dans l'instrument de mesures est quatre fois plus intense que celui traversant la résistance de 360Ω .

Au point A, nous avons donc $0,2 \text{ mA}$ dans $R6$ et $0,8 \text{ mA}$ dans le circuit du milliampèremètre.

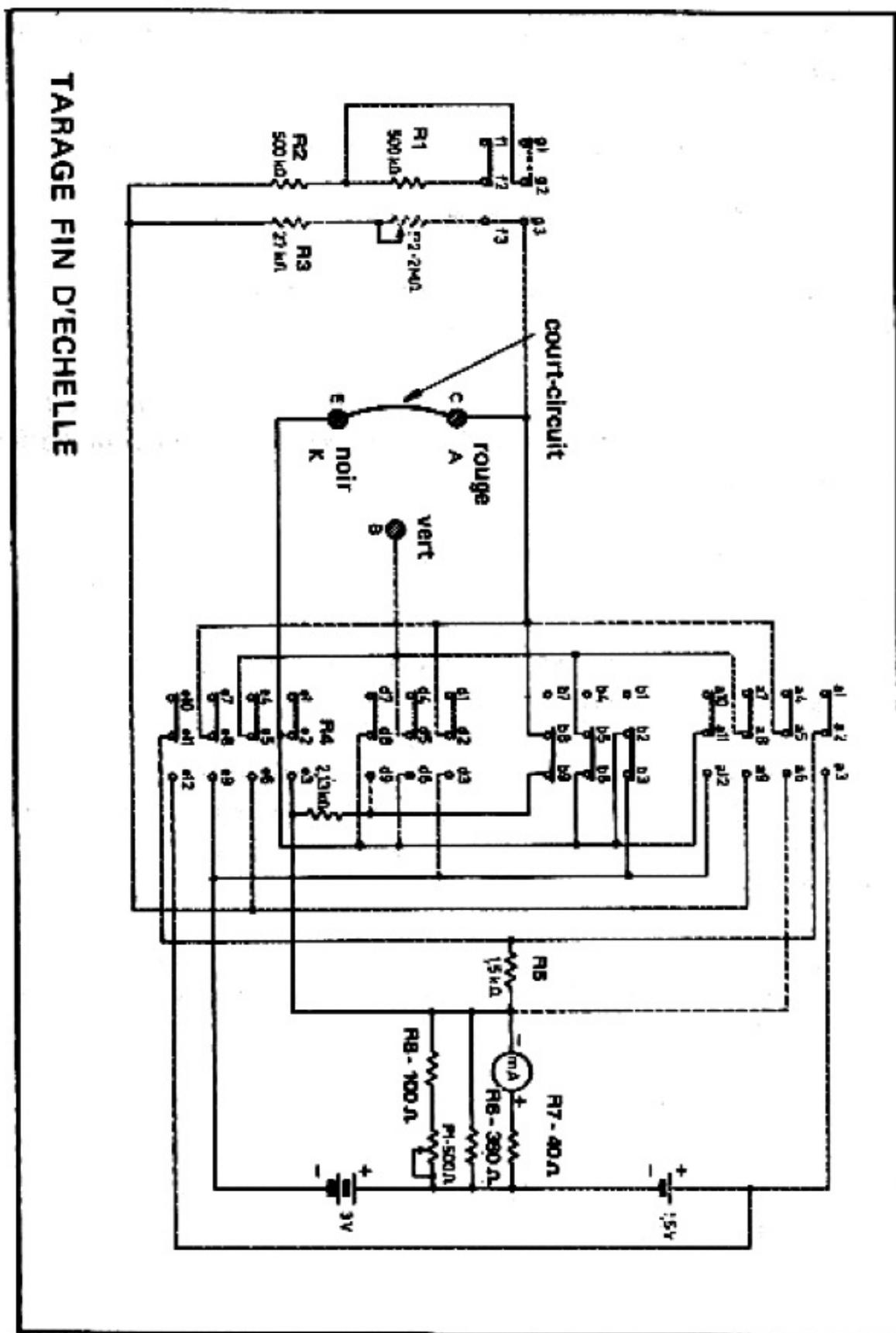


Figure 7

De cette façon, la déviation maximum de l'aiguille correspond bien à un courant de 1 mA.

Voyons maintenant les circuits sélectionnés par le commutateur.

A) TARAGE EN FIN D'ECHELLE

Pour ce tarage, on doit enfoncer la touche B ou D (sur le schéma figure 7, c'est la touche B qui est enfoncée).

Les contacts B2 - B3, B5 - B6 et B8 - B9, sont fermés. En court-circuitant les pinces crocodiles ROUGE et NOIRE, on obtient le circuit représenté figure 7.

On note que celui-ci est formé par R4, le milliampèremètre et la chaîne R8 - P1.

L'alimentation est assurée par une batterie de 3 volts (formée de deux piles de 1,5 V en série).

Le courant circule alors (sens conventionnel) du pôle + de la batterie au pôle -, en passant par le milliampèremètre, la chaîne R8 - P1 - R4, les contacts B8 - B9, le fil souple ROUGE et NOIR et les contacts B2 - B3.

La résistance du circuit de l'instrument de mesures est de 72Ω (90Ω en parallèle sur 360Ω). La résistance totale du circuit est donc de $2\ 202 \Omega$ ($2\ 130 + 72$).

Le courant, dans ce cas, a pour valeur :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{2202} = 0,00136 \text{ A (valeur arrondie)} = 1,36 \text{ mA}$$

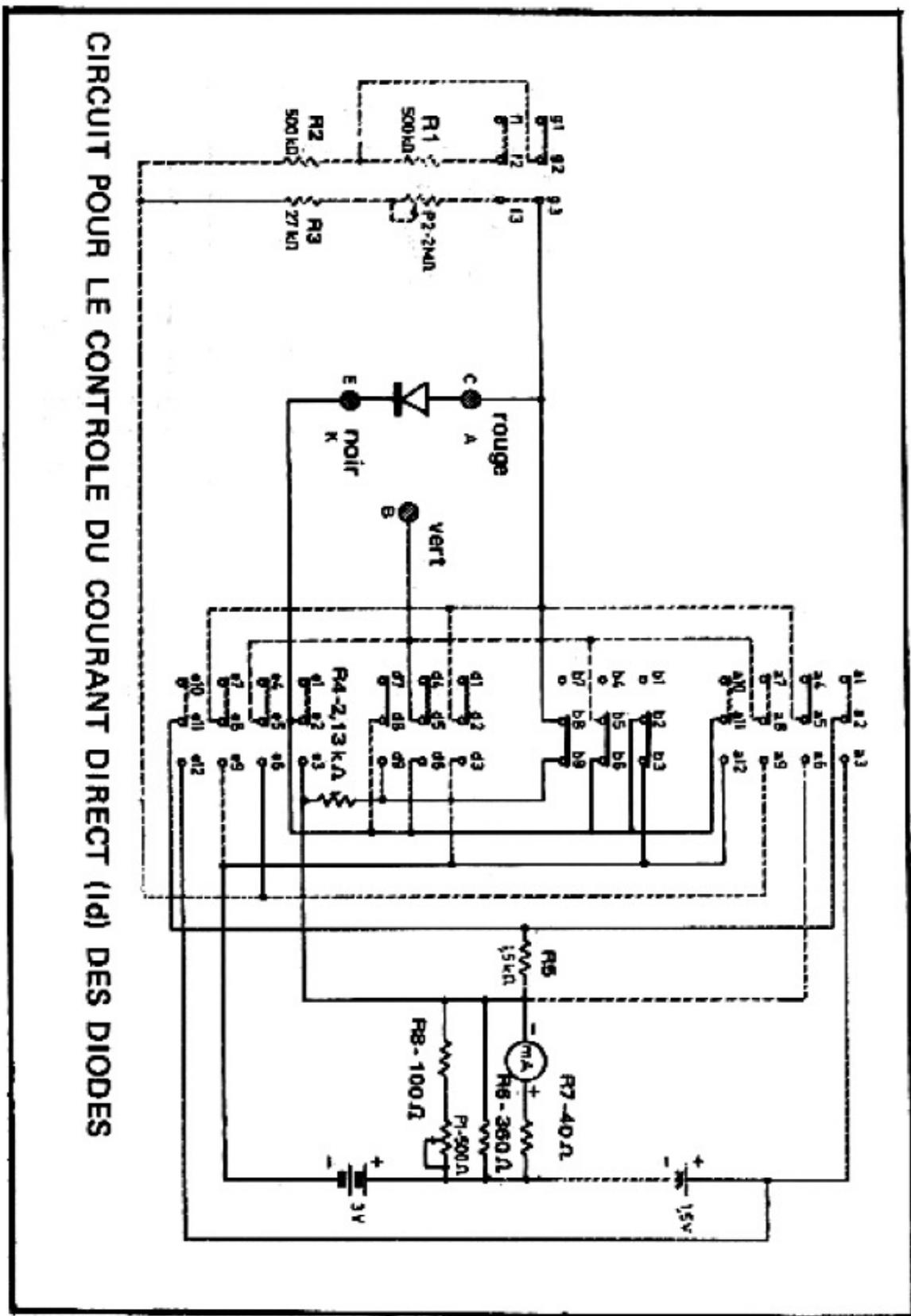
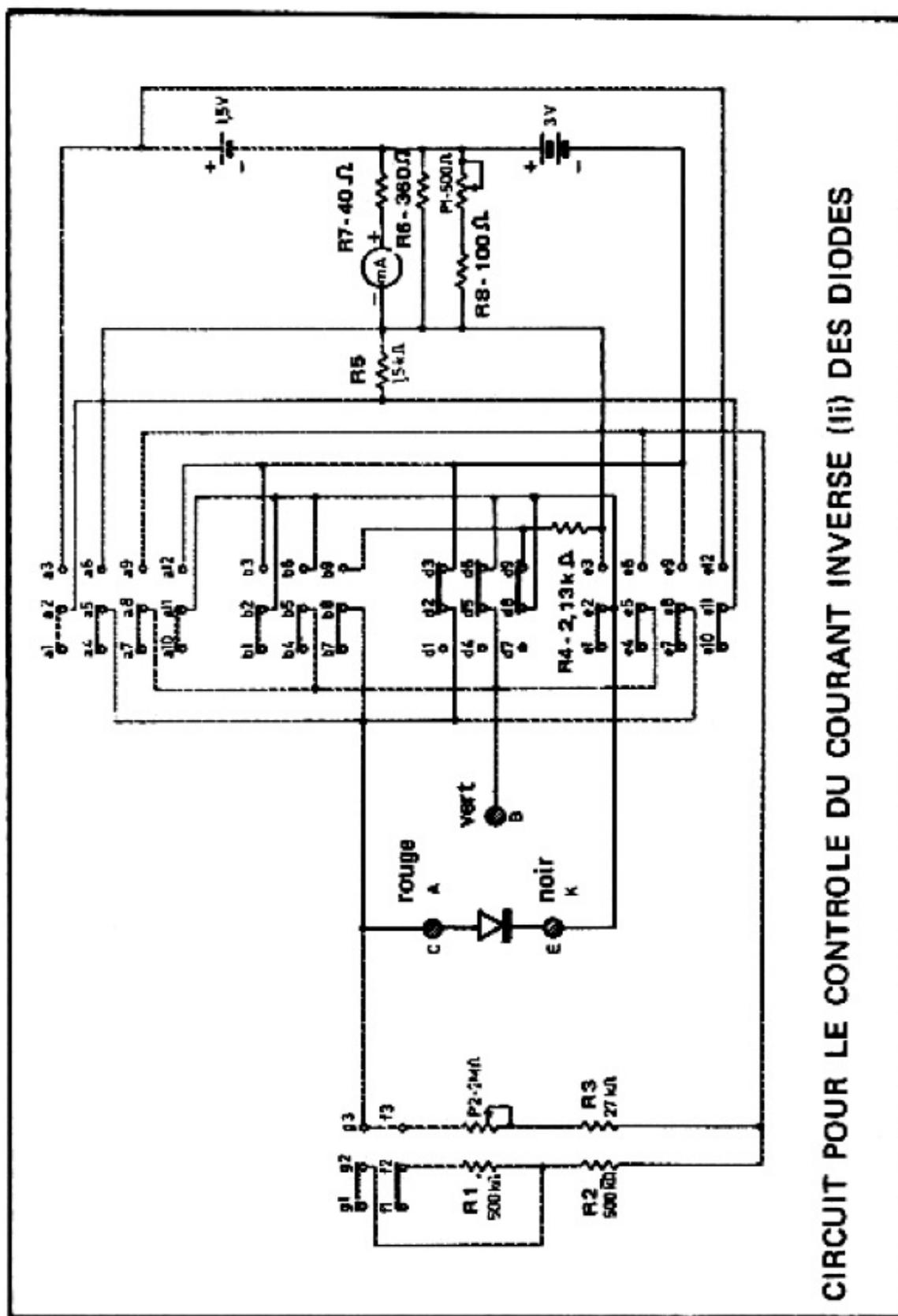


Figure 8



CIRCUIT POUR LE CONTROLE DU COURANT INVERSE (ii) DES DIODES

Figure 9

En réglant la valeur du shunt à l'aide de P1, on peut détourner une partie du courant à travers R8 et P1, afin qu'il ne passe que 1 mA à travers R6 - R7 et l'indicateur.

On peut ainsi procéder au TARAGE en fin d'échelle.

B) CIRCUIT DE CONTROLE DES DIODES

Pour cet essai, on doit mesurer deux courants (I_d et I_i). Il suffit pour cela d'appliquer une tension entre la cathode et l'anode, puis d'inverser les polarités de cette tension.

Le circuit de fonctionnement est représenté figure 8.

Dans celui-ci la touche B (I_d) est enfoncée ; par conséquent, la cathode de la diode est directement reliée par l'intermédiaire des contacts B2 - B3, au - de la batterie.

L'anode est branchée au + à l'aide des contacts B8 - B9, de la résistance R4 et du circuit de l'indicateur. Dans ces conditions, on peut mesurer le COURANT DIRECT.

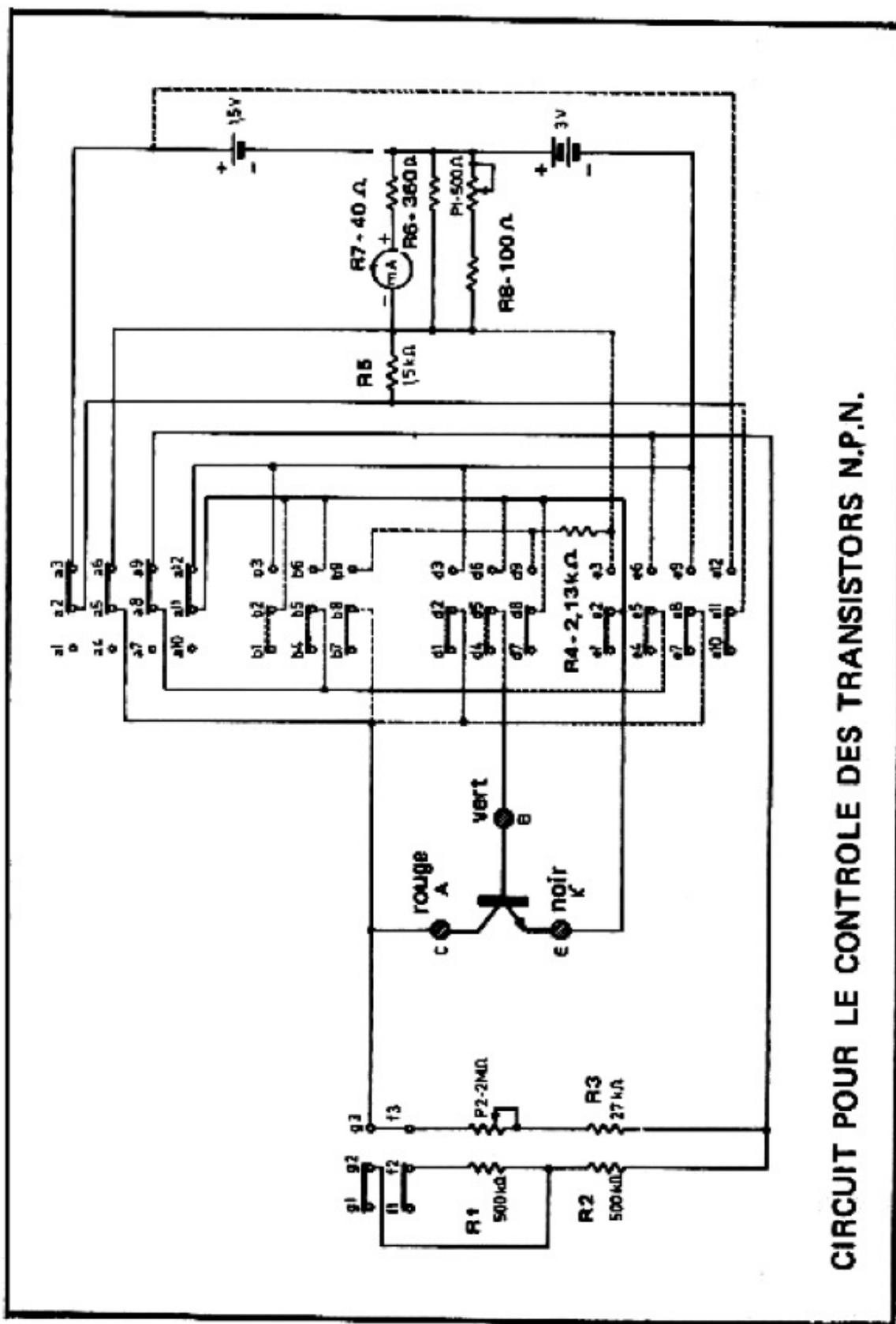
En abaissant la touche D (I_i), on inverse les liaisons du circuit d'alimentation (figure 9).

Il est alors possible de mesurer le COURANT INVERSE.

C) CIRCUIT POUR LE CONTROLE DES TRANSISTORS

Le schéma relatif aux mesures du coefficient β des transistors NPN est donné figure 10. Celui concernant les transistors PNP, est représenté figure 11.

Les deux circuits diffèrent dans les branchements du fil souple rouge (collecteur) et du fil souple noir (émetteur), par rapport au circuit d'alimentation.



CIRCUIT POUR LE CONTROLE DES TRANSISTORS N.P.N.

Figure 10

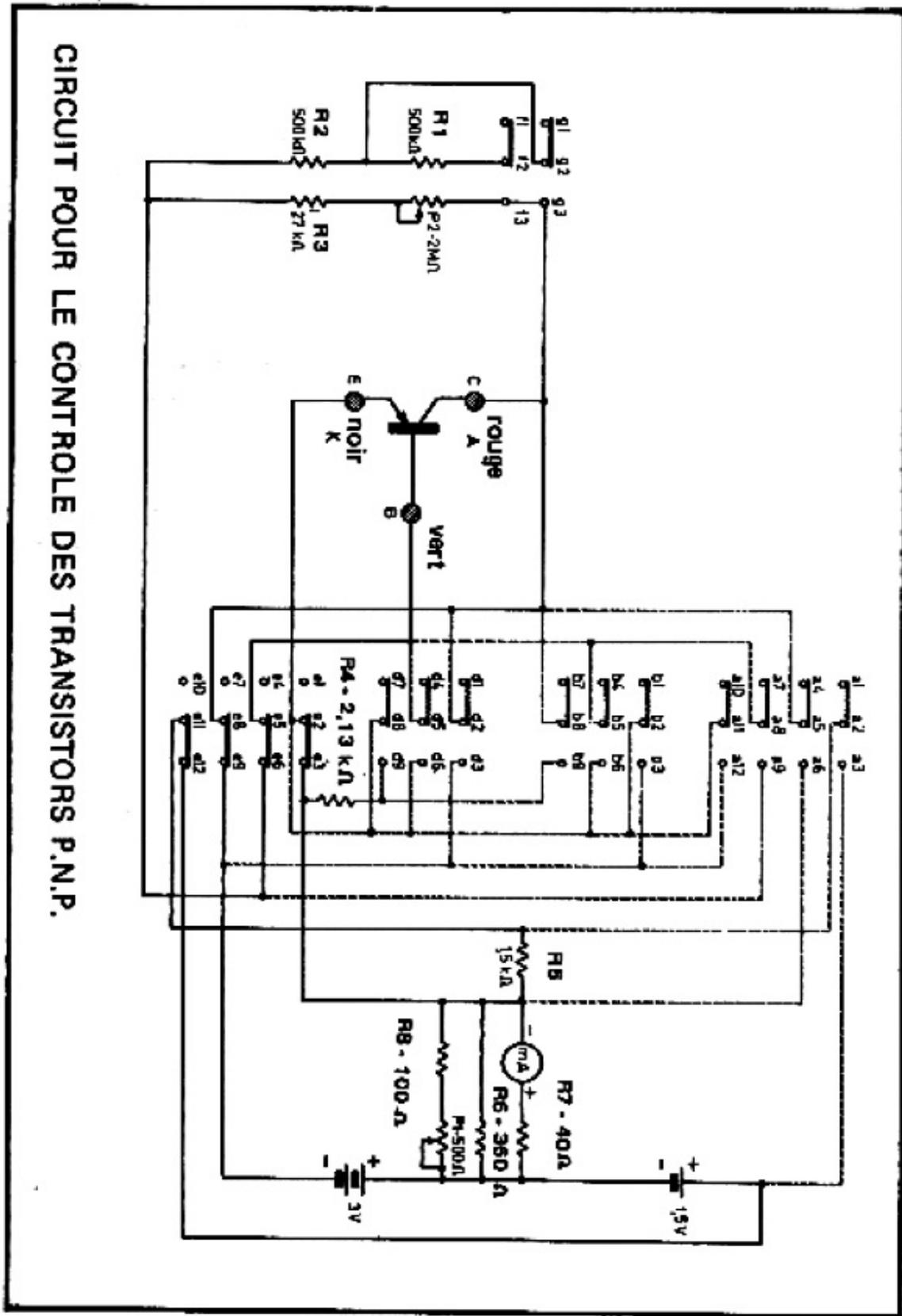


Figure 11

Avec la touche A enfoncée, la tension appliquée au collecteur du transistor est positive.

En effet, par l'intermédiaire des contacts A5 - A6 et du circuit du milliampèremètre, le collecteur est relié au + de la batterie de 3 V.

La tension appliquée à l'émetteur par l'intermédiaire des contacts A11, A12, est au contraire négative.

En abaissant la touche E, la tension appliquée au collecteur est maintenant négative, le collecteur étant directement branché au - de la batterie, par l'intermédiaire des contacts E8 - E9.

Par contre, la tension appliquée à l'émetteur est positive, car celui-ci est branché au + de la batterie, grâce au circuit E2 - E3 et indicateur (circuit du milliampèremètre).

Connaissant la différence existant entre les circuits des figures 10 et 11, toutes les indications qui suivent restent valables, pour l'un et l'autre circuits.

La BASE est alimentée par l'intermédiaire des contacts A8 - A9 (figure 10) ou E5 - E6 (figure 11), P2 et R 49.

Le potentiomètre P2 est monté en rhéostat et permet de faire varier le courant de polarisation.

En règle générale, lorsque le transistor est branché sur le circuit et avant d'appuyer sur la touche pour la mesure de β , le courant de polarisation doit annuler le courant, traversant l'appareil de mesures.

En fait, la pile de 1,5 V et R5 se trouvent reliées en parallèle sur le circuit du milliampèremètre, à travers les points A2 - A3 (figure 10) ou E11 - E12 (figure 11).

La résistance R5 a pour fonction de limiter l'intensité du courant circulant dans le circuit de l'appareil de mesures.

Ce courant neutralise le courant I_{CBO} qui fausserait la lecture directe du coefficient β . Cependant, à lui seul, il est notablement plus intense que I_{CBO} et il est presque toujours nécessaire d'augmenter le courant de sortie du transistor, pour ramener l'aiguille sur le zéro de l'échelle.

L'augmentation du courant de sortie, s'obtient en augmentant le courant de base, c'est-à-dire en diminuant la résistance de P2.

Par cette méthode, on obtient aussi la polarisation du transistor, dans des conditions typiques de fonctionnement.

La mise à zéro étant faite, il suffit, pour mesurer β , d'augmenter le courant de base, en appuyant sur la touche F (500) ou G (250).

Avec F (F2 et F3 en contact) on met en parallèle sur P2 - R3, les résistances R1 et R2.

La valeur a été calculée pour déterminer un courant de sortie, capable de provoquer la déviation de l'aiguille en fin d'échelle, dans le cas d'un transistor avec un coefficient β de 500.

De même, en abaissant la touche 250 (G2 et G3 en contact), on met en parallèle sur P2 - R3 et la résistance R2.

Il reste à examiner le circuit, pour le contrôle du courant I_{CBO} .

Quand la touche B ou D est abaissée, le circuit de la pile de 1,5 V est interrompu. Dans ces conditions, la base du transistor est branchée sur l'émetteur, par l'intermédiaire des contacts B5 - B6, ou des contacts D5 - D6.

Ainsi, pour le contrôle de I_{CBO} , on utilise les mêmes circuits que ceux employés pour le contrôle des diodes.

En effet, le courant I_{CBO} d'un transistor est semblable au courant d'une diode.

