



IT-10

TRANSISTORMÈTRE  
simplifié

et

IM-30

TRANSISTORMÈTRE  
**ANALYSEUR**  
perfectionné

Deux transistormètres figurent au catalogue HEATHKIT. Le premier, le type IT-10, est un appareil très simplifié, uniquement destiné à une vérification rapide de l'état d'un transistor : détection des courts-circuits possibles et indication approximative du gain. Cet appareil a été décrit en détail dans le numéro 176 (février 1962) de notre revue sœur *Radio Constructeur*. Nous en condensons l'essentiel dans la figure 1.

Le second transistormètre, qui a pour numéro de référence IM-30, est beaucoup plus important et complexe et l'on pourrait dire qu'il est, pour les triodes à cristal, ce qu'était le lampemètre analyseur pour les tubes à vide. Nous verrons en effet qu'il est possible, avec le IM-30, d'étudier de façon statique à peu près n'importe quel transistor, et par conséquent de vérifier si un transistor déterminé présente des caractéristiques correspondant aux valeurs officielles annoncées par le constructeur, de s'assurer qu'un transistor stocké depuis un certain temps est toujours pleinement utilisable (rappelons que la plupart des spécialistes pensent qu'en règle générale, un semiconducteur vieillit plus vite sur l'étagère que sous tension). Le IM-30 permettra encore de relever les caractéristiques d'un transistor inconnu, de reconnaître si un transistor est du type *p-n-p* ou *n-p-n*, enfin, de prédéterminer les meilleures conditions d'utilisation d'un transistor donné dans un quelconque schéma.

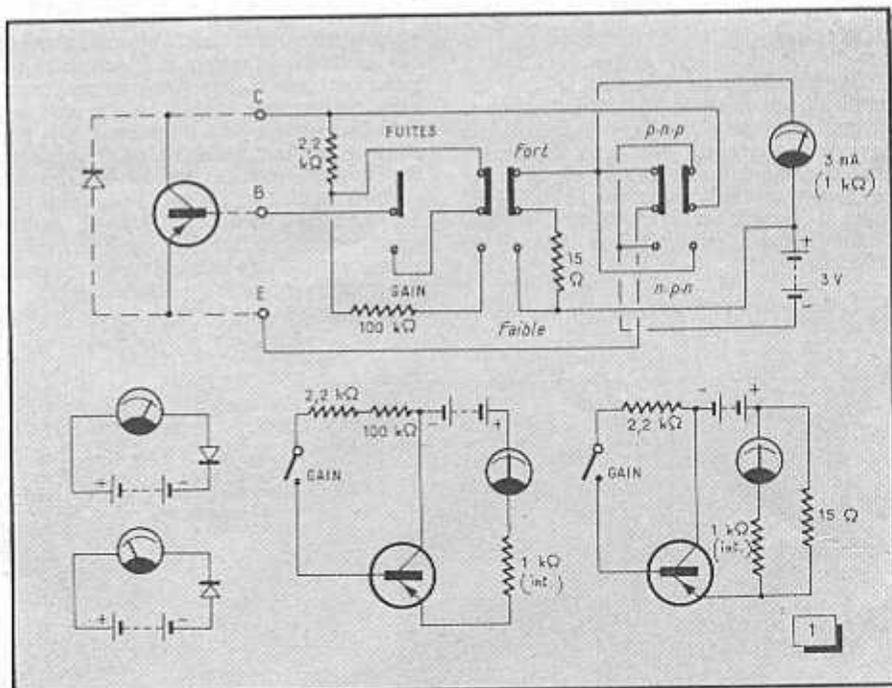


Fig. 1. — Le transistormètre Heathkit IT-10 permet une vérification grossière des courants direct et inverse d'une diode, du courant de fuite collecteur à émetteur d'un transistor (la lecture ne doit pas dépasser le premier quart de l'échelle) et du gain : lorsqu'on manœuvre l'interrupteur correspondant, la lecture du courant de fuite doit être augmentée d'une unité.

Notons encore que le transistormètre IM-30 permet aussi le contrôle des courts-circuits et les mesures des courants directs et inverses des diodes et autres redresseurs secs.

Nul appareil n'étant universel, nous allons, pour éliminer toute ambiguïté, passer en revue les caractéristiques principales du transistormètre.

## Caractéristiques

### MESURES

**Gain :** l'appareil mesure les gains  $\alpha$  et  $\beta$  en courant continu, en deux gammes, par lecture directe après manœuvre d'un potentiomètre et lecture du retour à zéro du galvanomètre. Les deux gammes correspondent respectivement à 0 à 0,993 et 0 à 0,9966 (gain  $\alpha$ ); 0 à 150 et 0 à 300 (gain  $\beta$ );

**Courts-circuits :** collecteur à émetteur;  
**Courants de fuite :** collecteur à émetteur et collecteur à base;

**Diodes :** courants direct et inverse.

Les grandeurs suivantes peuvent être déterminées par un calcul simple à partir de deux ou plusieurs mesures :

Gain de courant en alternatif;  
Pente en courant continu;  
Pente en courant alternatif;  
Résistance en courant continu;  
Résistance en courant alternatif.

### ALIMENTATIONS

En version autonome, l'IM-30 est alimenté par sept grosses piles torches de 1,5 V incorporées qui, par le jeu de contacteurs, permettent d'appliquer aux électrodes les tensions suivantes :

Tension de collecteur et tension de fuites : 1,5 à 9 V par bonds de 1,5 V;  
Polarisation : 0 à 1,5 V, réglable par potentiomètre.

Trois paires de bornes permettent l'alimentation par des tensions extérieures. La première paire, au centre de la rangée (les trois bornes de gauche sont destinées aux électrodes des transistors qui ne pourraient s'embrocher dans le support placé sous le galvanomètre) est destinée à la source de polarisation (tension maximale 5 V). Le contacteur à glissière placé près de ces bornes donne le choix entre polarisation par la pile intérieure ou par la source extérieure. La seconde paire de bornes est destinée à la source de tension de collecteur, tension maximale 50 V; la sélection est faite cette fois par le contacteur rotatif de tension de collecteur, dont la première partie de la course correspond aux piles intérieures, et dont les quatre dernières positions raccordent la source extérieure en même temps que le galvanomètre est transformé en voltmètre de sensibilités 50-15-5-1,5 V. Enfin, la troisième paire de bornes reçoit la source destinée aux essais de fuite : tension maximale : 150 V. C'est le contacteur correspondant qui, dans les quatre dernières positions de sa course, commute cette source extérieure et transforme en

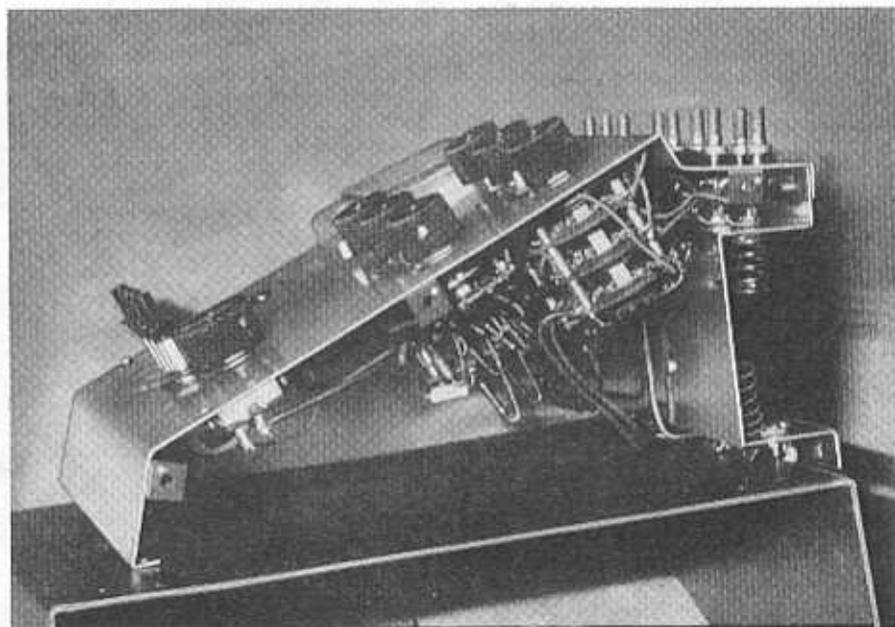
même temps le galvanomètre en voltmètre de 150-50-15-5 V.

### GALVANOMETRE

L'appareil, à zéro médian, dévie à fond à droite ou à gauche pour 10  $\mu$ A, soit une résistance de 100 k $\Omega$ /V. Sa résistance interne est de 5 k $\Omega$ , et il possède deux échelles de graduations : 15-0-15 et 50-0-50.

Par le jeu des différents contacteurs, il se trouve transformé pour la mesure des tensions de collecteur et de fuite, en voltmètre, les tensions correspondantes

n'est pas au centre, mais à droite des trois, de façon que les diodes essayées puissent être raccordées entre les deux premières bornes en partant de la gauche, l'anode de la diode à la borne *collecteur* et sa cathode à la borne *émetteur*. Un petit dessin et des inscriptions très claires interdisent d'ailleurs toute erreur. Quant aux pinces crocodiles, elles consistent en deux modèles normaux prolongés de deux fiches bananes, donc s'embrochant verticalement dans les bornes de collecteur et d'émetteur. La connexion de base est réalisée au moyen d'un fil souple d'une dizaine de centimètres, terminé par une pince crocodile miniature.



La tôlerie comprend trois parties principales : le panneau avant, qui supporte la quasi-totalité des organes ; un châssis arrière, qui forme le grand montant du pupitre et renfermera les piles ; un fond, dont les prolongements relevés forment les flancs de l'appareil.

ayant été précisées au chapitre des alimentations : pour les mesures de courants de fuite, il est connecté en micro, milli ou ampèremètre de 15  $\mu$ A à 1,5 A par bonds décimaux. Pour la mesure des courants de collecteur, il est de la même façon commuté par progression décimale de 150  $\mu$ A à 15 A.

### SUPPORT

Le transistormètre est muni d'un support universel à cinq broches, dont trois seulement sont actives : la broche inférieure est reliée à la broche centrale (base) ; la broche supérieure n'est pas connectée. Les trois broches actives sont reliées respectivement aux trois bornes universelles placées à gauche de la rangée. On pourra donc connecter indifféremment le transistor à l'essai dans le support ou au moyen des pinces crocodiles fournies pour être utilisées avec les bornes en question. Attention : la borne correspondant à la base

### DIMENSIONS ET POIDS

Le transistormètre IM-30 mesure 28 cm de large, 26 cm de profondeur et 14,5 cm de hauteur hors tout, pinces crocodiles non montées. Il pèse 3,6 kg.

### Quelques détails

La « philosophie » de l'engin est en gros la suivante : dans un premier temps, les mesures sont préparées au moyen des cinq contacteurs rotatifs groupés à droite du galvanomètre. Le premier est un simple sélecteur *p-n-p* ou *n-p-n* ; en position médiane, il court-circuite le cadre du galvanomètre de façon à le rendre moindre vulnérable lors d'un transport éventuel. Les deux suivants concernent le choix de la tension de collecteur et la mesure du courant correspondant ; les deux derniers portent sur le choix de la tension de fuite et sur la mesure du cou-

rant correspondant. Le sixième bouton de ce groupe est celui du potentiomètre de polarisation ; nous verrons plus loin son réglage.

Pendant toute cette prédétermination de tensions et de courants à mesurer, aucune tension n'a été appliquée au transistor et aucun courant n'a parcouru le galvanomètre. Pour passer aux essais réels, il faudra agir sur les quatre sélecteurs placés sous le galvanomètre, étant entendu qu'on ne manœuvrera qu'un sélecteur à la fois. Ces sélecteurs sont à trois positions et se trouvent normalement en position centrale, inactive. Toutes les positions actives sont à rappel ; autrement dit, les leviers sont ramenés au centre dès qu'on abandonne les manettes. Une telle disposition se révèle très pratique et surtout très sûre : dès que, dans le cas d'une fausse manœuvre, on voit le galvanomètre partir en butée d'un côté ou de l'autre, il suffit — et c'est instinctif — de lâcher le sélecteur dont la manœuvre a provoqué l'incident pour que tout rentre dans l'ordre et que l'on puisse réfléchir à loisir sur les corrections à apporter aux prédéterminations de tensions ou de courant (ou à l'inversion possible  $p-n-p$  /  $n-p-n$ ).

Le premier sélecteur permet de mesurer, en position haute, le courant de base et en position basse, le gain ; le deuxième, vers le haut, mesure les tensions de collecteur et, vers le bas, les courants correspondants ; le troisième mesure, vers le haut, les tensions utilisées pour les essais de fuite et, vers le bas, permet de détecter un court-circuit collecteur-émetteur avant l'essai de fuite ; le quatrième, vers le haut, mesure, soit les diodes, soit le courant de fuite collecteur à émetteur  $I_{EEO}$  ; vers le bas, il permet la mesure du courant de fuite collecteur à base ( $I_{CBO}$ ).

Enfin, le grand cadran circulaire devant lequel se déplace un index transparent solidaire du bouton central est celui qui permettra la lecture des gains, le gain  $\alpha$  sur l'échelle de plus petit diamètre, et le gain  $\beta$ , le plus usité, sur l'échelle extérieure. On a dit que les mesures de gain s'effectuaient en deux gammes. C'est le contacteur à glissière, placé à droite du cadran des gains, qui permet, lorsque les échelles se révèlent trop courtes (position faible, soit, en anglais, *low*) de passer sur l'autre gamme (position « élevée » : *high*).

### La charrue avant les bœufs

Tout auteur technique qui se respecte se doit de préciser le principe de fonctionnement d'un appareil avant d'aborder sa construction et son utilisation. De même, quiconque construit un appareil de mesure, même en « kit », devrait s'efforcer de comprendre ce qu'il fait tout au long du montage et, notamment, procéder au câblage après avoir saisi le fonctionnement de l'engin, de façon à reconnaître les circuits sur lesquels il travaille afin, en particulier, de câbler « court » lorsque la logique le veut.

Mais dans un transistormètre, comme dans un lampemètre, le gros du câblage est constitué par une multiplicité de connexions reliant, de façon assez inextricable à première vue, un assez grand nombre de gallettes de contacteurs dont les pièces de contact ont de plus, dans le cas qui nous intéresse, une découpe complexe qui rend tout repérage à peu près illusoire. Nous conseillons donc, sans joie mais sans hésitation, d'effectuer un montage « bête », c'est-à-dire en suivant pas à pas la notice, qui, comme toutes celles de la même marque, est fort bien faite, abondamment illustrée et qui procure — nous l'avons vérifié — un appareil fonctionnant parfaitement, sitôt la dernière soudure faite, si l'on a bien suivi (et coché) ligne à ligne le manuel.

Pour la même raison, nous allons donc examiner tout d'abord la construction, de façon, en particulier, que les lecteurs un peu effrayés par les textes en anglais puissent, une fois leur appareil monté, profiter de notre article pour se familiariser avec lui et comprendre la nature des essais, en même temps qu'ils apprendront les manœuvres à réaliser pour les effectuer.

### Charpente

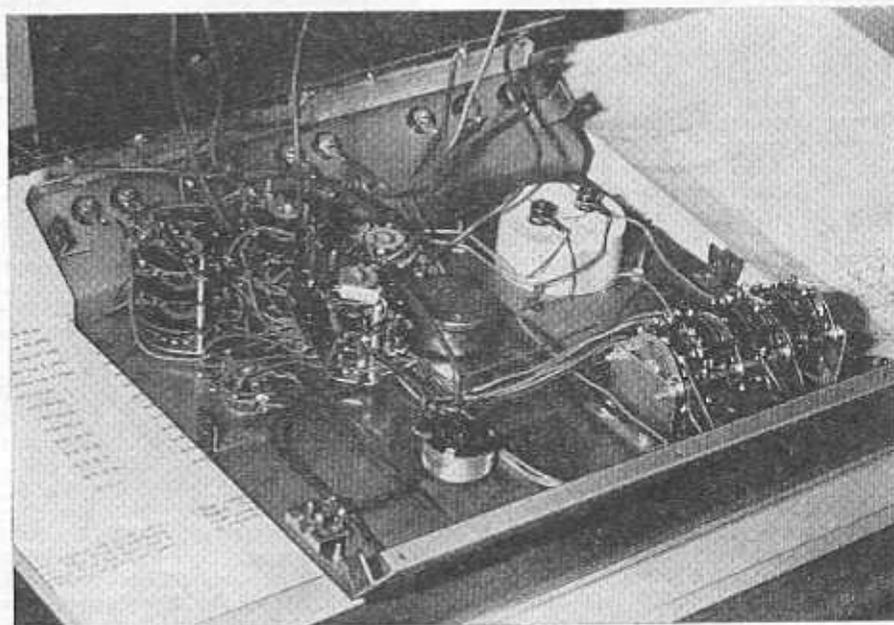
On a vu par la photographie du titre que l'appareil a la forme d'un pupitre dont le panneau oblique supporte la quasi-totalité des organes de manœuvre et de lecture. A défaut de reproduction en quadrichromie, force nous est de « raconter » les couleurs, savoir un ensemble gris foncé avec parties claires façon

aluminium satiné, boutons à corps noir, flèche ivoire et incrustation sur le dessus d'un disque d'aluminium poli. Galvanomètre à aiguille rouge et échelles noires. Cadrons de mesure de gain à échelles rouges et chiffres noirs. Trois bornes noires pour le raccordement à diodes ou transistors. Trois noires et trois rouges pour les trois sources extérieures d'alimentation.

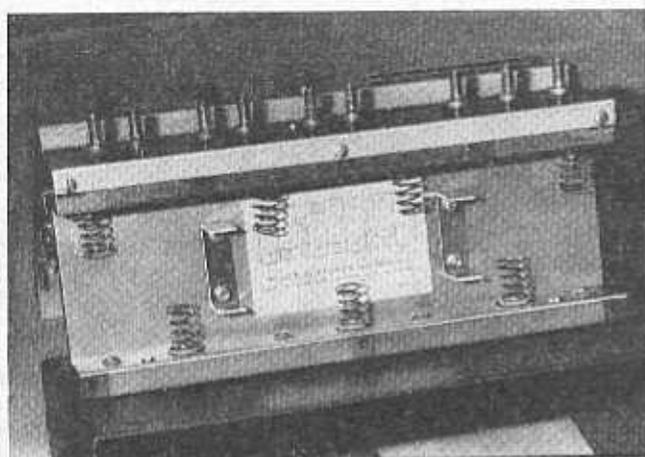
La photographie représentant l'appareil de profil au cours de sa construction nous évitera un croquis pour la charpente proprement dite. Le fond et les parois latérales sont faits d'une même tôle épaisse pliée deux fois. C'est d'ailleurs cette tôle, retournée, qui sert de support à l'appareil pour ladite photo. Le casier libre, à l'arrière, là où l'on voit des ressorts à boudin, est destiné à recevoir les sept piles.

Une autre photographie montre ce casier vu de face, autrement dit par l'arrière de l'appareil. On y voit comment se placent les piles, et notamment comment elles sont maintenues par petits groupes au moyen de deux étriers. Les piles extrêmes sont évidemment bloquées par les flancs de l'appareil lorsqu'il est terminé. Une plaquette retenue par cinq vis ferme ce casier à piles et permet leur remplacement sans autre démontage.

La photographie ci-dessous, également prise au cours du montage, montre bien la répartition des gros organes sur le panneau principal. Le petit potentiomètre qui est au premier plan est celui qui correspond aux mesures de gain. Vers le centre, un peu plus gros, le potentiomètre de réglage de polarisation. A droite, le corps du galvanomètre et, au-dessous,



Vue prise pendant le câblage, avant la fixation définitive du montant porte-piles, qui viendra masquer les cosses de raccordement de la rangée de douilles universelles que l'on aperçoit au fond.



Les piles seront installées tête-bêche dans leur compartiment, qui sera ensuite fermé par une plaquette. A droite, les trois bornes destinées aux gros transistors. Les six autres sont pour le raccordement éventuel des trois alimentations extérieures.

l'alignement des galettes dont les stators sont fixés par deux entretoises communes, mais dont les rotors sont commandés par les quatre sélecteurs plus haut mentionnés.

Les contacteurs rotatifs forment un ensemble apparemment inextricable. Mais ils ont été au préalable câblés individuellement, en même temps qu'on leur a raccordé les résistances donnant au micro-ampèremètre les différents calibres qui seront nécessaires.

Répétons qu'il est infiniment plus sage d'effectuer le câblage en suivant la notice ligne pour ligne. Il vaut mieux passer une heure ou deux de plus à faire ce travail calmement et en vérifiant chaque opération sur les plans de câblage, plutôt que de s'arracher longuement les cheveux pour découvrir par la suite une erreur due à un montage précipité par la hâte de procéder au premier essai...

### Minute de vérité

La dernière soudure est faite. On a vérifié que toutes les cosses apparemment destinées à recevoir des connexions en étaient effectivement munies et que toutes les extrémités de conducteurs avaient bien trouvé soudure à leur pied. On élimine les chutes de soudure, les déchets possibles, surtout s'ils sont métalliques. Bref, on a la conscience tranquille.

Le montage des boutons est sans histoire, sauf, peut-être pour le bouton à grande flèche qui, dans certains kits, risque de prendre un air cambré qui l'éloignerait par trop du cadran. Il faut, si l'on en croit un papillon inséré dans la notice, démonter le bouton et cambrer doucement la flèche transparente pour la ramener dans la bonne position. Cette aiguille étant en matière plastique transparente d'apparence assez fragile, nous préférons, pour notre part, procéder à l'opération en faisant tiédir doucement la pièce, par exemple sous un faisceau infrarouge ou à défaut près d'une bonne lampe à incandescence. On installera ensuite les piles, comme demandé par les étiquettes prévues à cet effet, et en surveillant d'un oeil, à tout hasard, le galvanomètre. Mais

il faudrait, pour l'émouvoir, une grosse bêtise de câblage, d'autant plus qu'il est encore shunté par un petit ressort métallique destiné à l'amortir pendant le transport. C'est donc le moment d'enlever ce ressort, puis de s'installer face aux commandes.

S'assurer que le bouton « Polarité » (*Polarity*) est en position centrale, et vérifier un à un les quatre sélecteurs en forme de leviers, qui doivent pouvoir être levés ou abaissés facilement sans que leurs bras touchent les bords des fentes par lesquelles ils émergent du panneau avant. Centrer éventuellement à la pince les leviers dans les découpes, latéralement et vérifier une dernière fois leur liberté d'action, qui doit se concrétiser par un retour spontané à la position médiane sitôt qu'on les lâche.

Passer alors le contacteur « Polarité » sur la position PNP. Prendre le transistormètre à deux mains, et tout en maintenant son fond dans un même plan, le faire tourner alternativement à droite et à gauche en observant l'aiguille du galvanomètre. On constate que, du fait de l'inertie de l'équipage mobile, c'est littéralement le cadran qui tourne autour de l'aiguille... Noter approximativement l'amplitude de ces oscillations relatives, puis remettre le contacteur « Polarité » en position centrale et répéter le test. On doit observer que les débats de l'aiguille par rapport au cadran sont beaucoup plus réduits. En effet, dans la position centrale, d'ailleurs repérée « *Transit* », le cadre est court-circuité de façon à reconstituer l'amortissement électrique qui était effectué par le shunt sur le galvanomètre pendant le stockage. Répéter encore une fois l'expérience avec le contacteur sur la position NPN. L'aiguille doit à nouveau être « dégelée ». Ainsi se trouve vérifiée de façon dynamique toute cette partie du câblage.

La vérification va maintenant porter sur les contacteurs de tension de collecteur et de tension de fuite. Remettre le contacteur « Polarité » sur PNP. Orienter le contacteur de tension collecteur (*Collector Voltage*) sur 1,5. Pousser le deuxième levier vers l'écriture « *Collector Vol-*

*tage* » : le galvanomètre doit indiquer 15 ou un peu plus, puisque les piles sont neuves. Vérifier de même façon les cinq autres positions du contacteur de tension de collecteur : à chaque fois, l'aiguille doit indiquer, sur l'une ou l'autre échelle, la tension correspondant au chiffre porté en face du point rouge choisi pour le contacteur. Bien entendu, si l'on atteint les positions suivantes, concernant les alimentations extérieures, le galvanomètre revient à 0, tant qu'on n'a rien connecté aux bornes correspondantes.

Reprendre les essais pour l'orientation NPN du contacteur « Polarité » ; on doit retrouver les mêmes lectures, mais vers l'extrémité gauche, cette fois, du cadran.

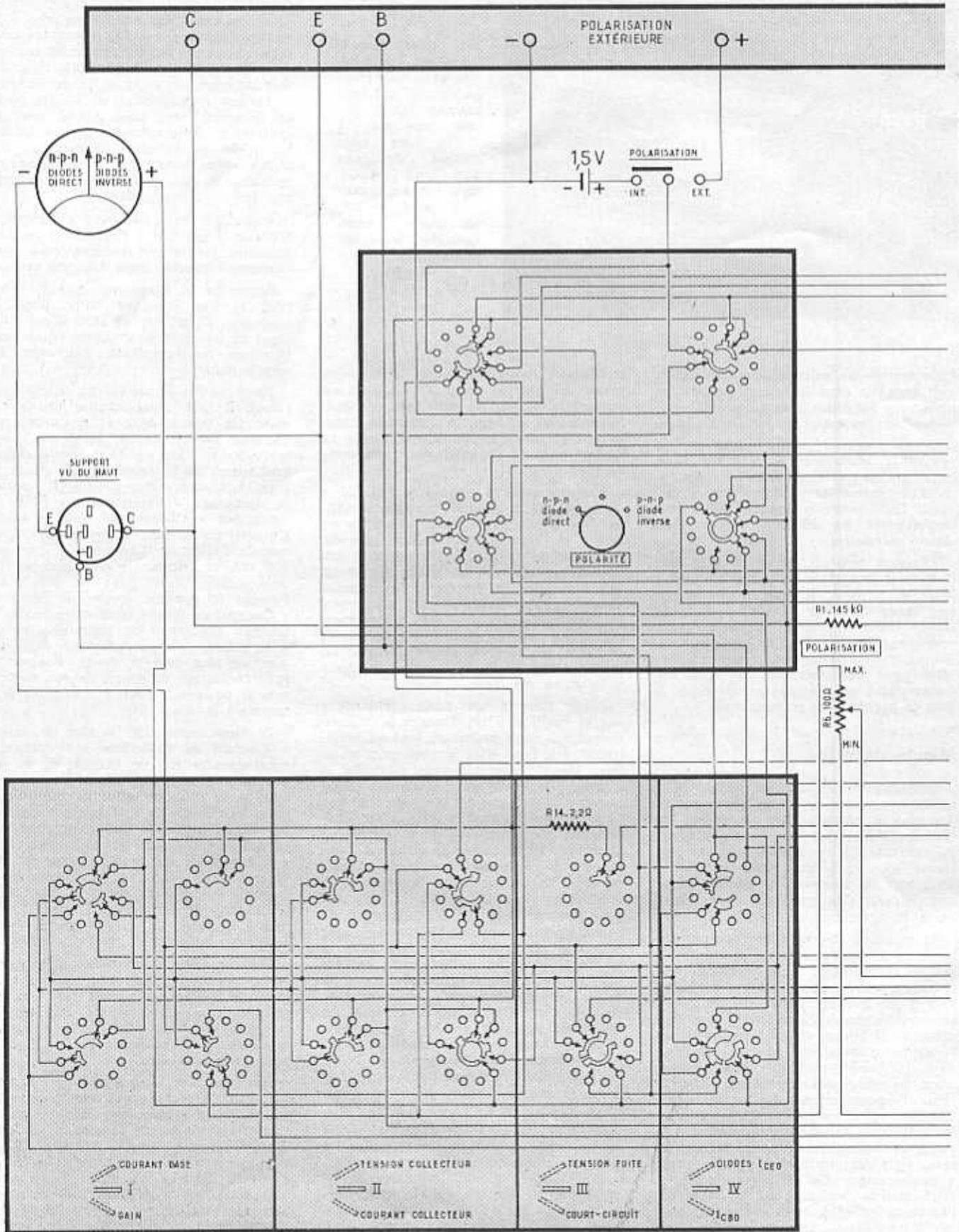
Reprendre la manœuvre, une fois sur PNP et une fois sur NPN, pour le contacteur de tension de fuite (*Leak Voltage*) en poussant le troisième levier vers l'écriture correspondante, autrement dit vers le haut.

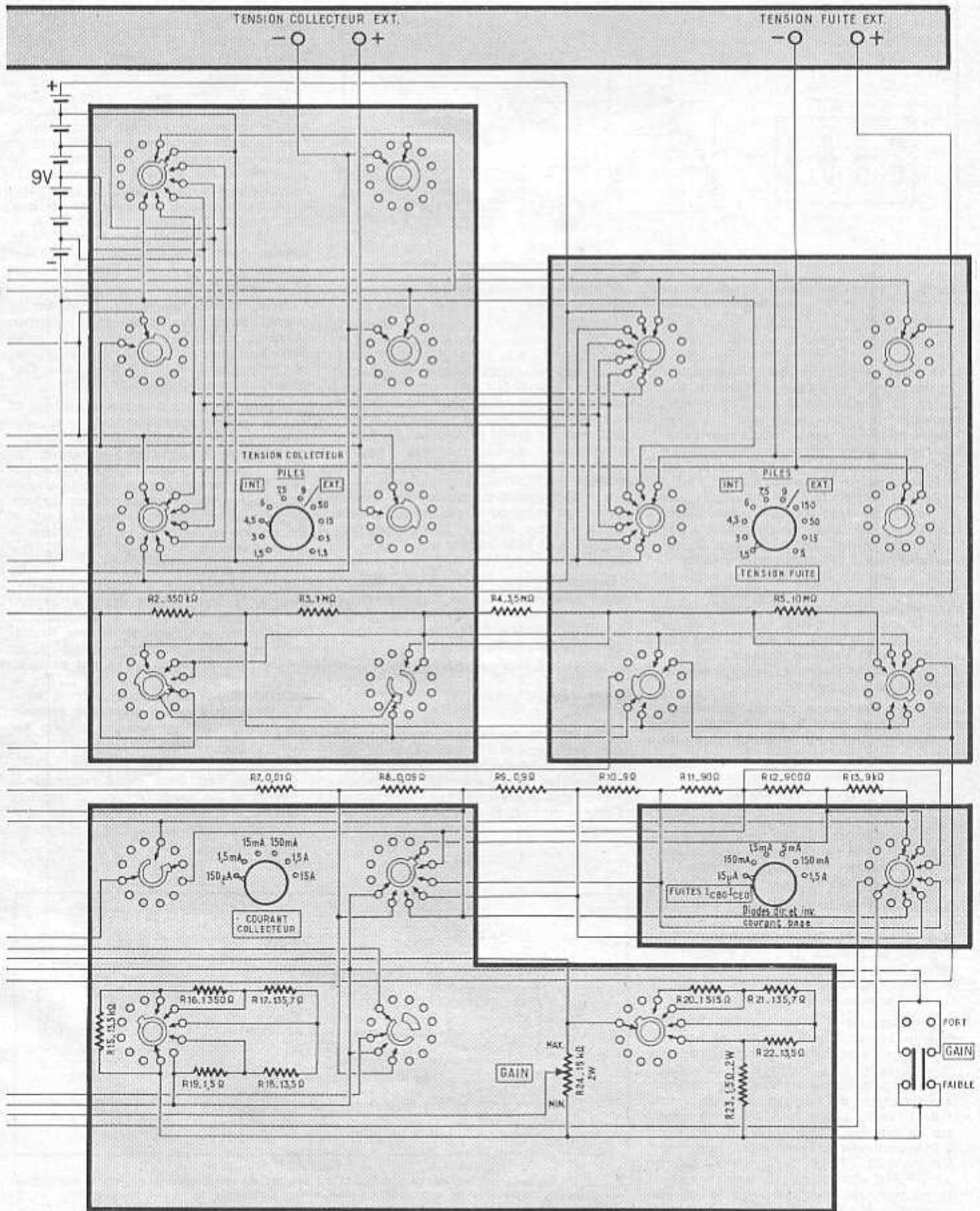
Pour vérifier le circuit de polarisation (*Bias*), il faut court-circuiter provisoirement les bornes base et émetteur, par exemple au moyen de la petite pince crocodile montée au bout des quelques centimètres de fil souple. Faire glisser le petit contacteur « *Bias* » sur INT, tourner le contacteur « Polarité » sur PNP, le contacteur « Courant de Fuite » (*Leak Current*) sur 15 mA, le contacteur « Courant de Collecteur » (*Collector Current*) sur 150 mA et orienter le potentiomètre de polarisation (*Bias*) vers le minimum. Pousser le premier levier sur l'écriture « Courant de Base » (traduction facile) et tourner doucement le potentiomètre de polarisation : le galvanomètre dévie de plus en plus vers la droite. Pousser le petit contacteur de source de polarisation vers la position « EXT » : l'aiguille doit revenir à 0.

Il faut maintenant vérifier le levier « Courant de Collecteur ». Pour cela, court-circuiter par un brin de fil sur les deux pinces crocodiles émetteur et collecteur, après avoir supprimé le court-circuit entre base et émetteur. Tourner le contacteur de « Tension de Collecteur » sur 1,5, celui de polarité sur PNP, et le contacteur « Courant de Collecteur » sur 15 A. Tirer le levier « Courant de Collecteur » : l'aiguille doit dévier ; passer le contacteur « Courant de Collecteur » sur 1,5 A ; tirer à nouveau le levier : l'aiguille doit dévier davantage.

Sans modifier le court-circuit existant, ni la tension de collecteur, tirer sur le levier de court-circuit (*Short Test*, écriture rouge), et le galvanomètre doit dévier. Supprimer le court-circuit entre émetteur et collecteur et refaire le test : l'aiguille doit rester immuable.

Court-circuiter maintenant les bornes base et collecteur, ce qui peut à nouveau être fait avec la pince crocodile miniature. Tourner le contacteur de tension de fuite (*Leak Voltage*) sur 1,5. Afficher 1,5 A avec le contacteur courant de fuite (*Leak Current*). Tirer le quatrième levier vers le bas ( $I_{00}$ ) : l'aiguille du galvanomètre part sans brutalité vers sa butée de droite, au-delà de la fin de l'échelle.





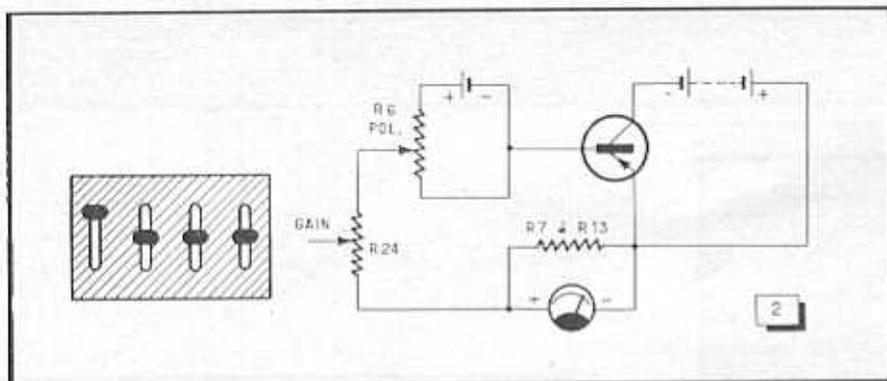


Fig. 2. — Mesure du courant de base. La chaîne des résistances  $R_7$  à  $R_{13}$  est commutée par le contacteur de courants de fuite et de base.

Il reste un dernier essai : celui du deuxième petit contacteur à glissière, qui choisit la grandeur du gain. Pour cela, supprimer le court-circuit base à collecteur et le rétablir entre base et émetteur. Orienter ainsi les différentes commandes : sélecteur de source de polarisation sur INT, contacteur de polarité sur PNP ; contacteur de courant de collecteur sur 15 mA ; sélecteur de gain sur faible (Low) ; potentiomètre de polarisation sur minimum ; potentiomètre de gain à micro-course (division 75) de l'échelle extérieure. Tirer le premier levier (position gain) et tourner légèrement le potentiomètre de polarisation (Bias) pour que l'aiguille dévie vers la gauche d'environ la moitié de sa course. A ce moment, pousser le sélecteur de gain vers le haut, position fort (High) ; la déviation de l'aiguille doit augmenter, toujours vers la gauche.

Si votre appareil a franchi victorieusement tous ces tests, il est fin prêt pour l'étalonnage, qui sera beaucoup plus vite fait.

### Mise au point

Elle ne concerne à vrai dire que deux points : le 0 du galvanomètre et le calage de la flèche du potentiomètre de gain.

La mise à 0 de l'aiguille doit être faite en agissant avec un tournevis sur la vis de nylon qui se cache entre les cannelures du motif décorant le boîtier transparent. Le sélecteur de polarité doit être pendant la manœuvre sur PNP, et il est bon de taper le galvanomètre doucement du bout des doigts pendant l'opération.

Le tarage de la fonction gain s'établit de cette façon : court-circuiter les bornes émetteur et base. Laisser le contacteur de polarité sur PNP. Tourner le potentiomètre de polarisation au minimum ; régler le contacteur de courant de collecteur pour 15 mA ; glisser le sélecteur de gain sur la position basse (Low) et amener le potentiomètre de gain sur la division 10. Tirer le premier levier sur « Gain » et tourner le potentiomètre de polarisation jusqu'à ce que le galvanomètre indique environ 5 sur l'échelle

15, ce qui se produira vers la gauche. Ramener tout à fait à gauche le potentiomètre de gain, puis, tout en tirant sur le levier correspondant, tourner doucement vers la droite le bouton du même potentiomètre, jusqu'à ce que l'aiguille commence à bouger. C'est pour cette position de l'axe du potentiomètre qu'il faut caler l'aiguille du bouton sur le zéro des quatre échelles, si elle ne s'y trouve pas déjà. Bien bloquer le bouton, puis refaire l'essai pour vérifier que le zéro du cadran correspond bien au zéro électrique.

Décourt-circuiter base et émetteur ; votre transistomètre est prêt pour le dernier essai, qui sera d'autant plus intéressant qu'il mettra cette fois en œuvre un authentique transistor.

### Essai réel

Prendre un quelconque transistor de petite puissance, et l'enficher dans le support noir, à moins qu'on ne préfère le « crocodiliser ». Orienter les commandes comme suit : potentiomètre polarisation au minimum ; sélecteur d'origine de polarisation sur INT ; contacteur de polarité

sur PNP ou NPN, suivant le transistor cobaye : tension de collecteur : 1,5 V ; tension de fuite : 9 V ; courant de collecteur : 15 mA ; courant de fuite : 1,5 mA ; gain : faible (low).

Tirer le levier de court-circuit (écritures rouges). Si l'aiguille dévie, l'essai est terminé : le transistor est mort ! Sinon, tirer le levier de courant de collecteur et tourner doucement le potentiomètre de polarisation. Noter que le courant de collecteur croît avec la tension appliquée. C'est signe que le transistor est en bon état. Arrêter la manœuvre pour un courant de collecteur de 5 mA. Vérifier la tension de collecteur au moyen du levier correspondant : elle doit être de l'ordre de 1,5 V.

Tirer le levier de gain, et tourner le potentiomètre de gain pour amener l'aiguille du galvanomètre sur la position 0. Selon le transistor essayé, on obtiendra une lecture de gain vraisemblablement comprise entre 30 et 120.

Pousser le levier de courant de base et lire le courant correspondant en se souvenant que la sensibilité est à ce moment choisie par le contacteur de courant de fuite (Leak Current). Noter également que ce contacteur doit occuper une position qui ne soit pas inférieure au dixième de la sensibilité choisie pour le courant de collecteur, sous peine de réduire le courant réel de base.

Pousser maintenant le levier tension de fuite, et vérifier que la lecture est de 9 V. Pousser le levier  $I_{co}$  et noter le courant de fuite de collecteur à émetteur. Si l'aiguille du galvanomètre dépasse l'extrémité de l'échelle, ajuster la sensibilité au moyen du contacteur de courant de fuite. Enfin, tirer le levier vers  $I_{bo}$  et lire le courant de fuite de collecteur à base. Ajuster la sensibilité si nécessaire, toujours par le contacteur de courant de fuite. On vérifiera que ce courant  $I_{bo}$  est bien plus petit que le courant de fuite  $I_{co}$ .

Si tout s'est bien passé, ramener le contacteur de polarité sur la position centrale, et terminer l'installation du transistomètre dans son coffret ; l'appareil

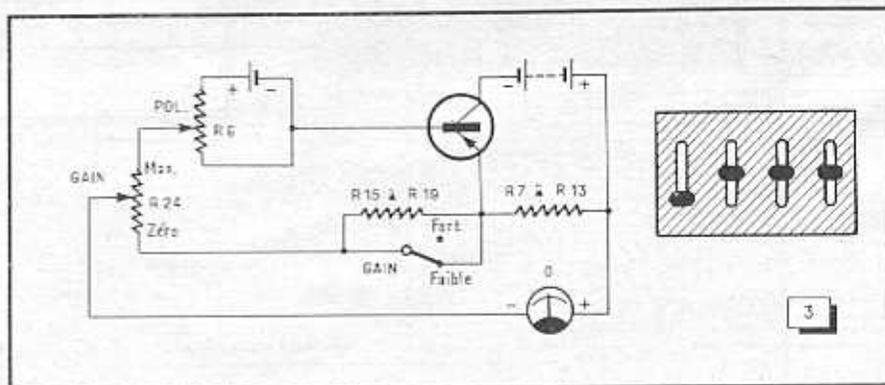


Fig. 3. — Le gain est mesuré en établissant un rapport de résistances proportionnel au rapport des courants de base et de collecteur. La chaîne des résistances  $R_7$  à  $R_{13}$  est commutée par le contacteur de courant de collecteur.

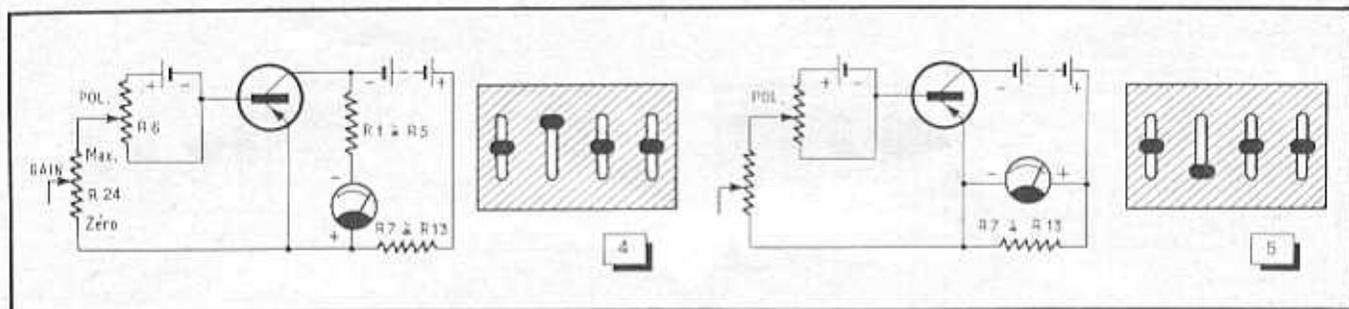


Fig. 4. — La tension de collecteur est mesurée entre collecteur et émetteur.

Fig. 5. — Mesure du courant de collecteur, par ailleurs déterminé, comme le courant de base, par le réglage du potentiomètre de polarisation.

est fin prêt, et nous allons pouvoir maintenant analyser son comportement fonction par fonction.

### Courant de base

Le montage réalisé est celui de la figure 2. Le schéma est auto-explicatif. Les shunts du galvanomètre sont commutés par le contacteur de courant de fuite. La tension de collecteur est déterminée par le contacteur correspondant, qui sélectionne les piles élément par élément, de 1,5 à 9 V. Le courant de base mesuré est fonction de la polarisation, réglée au moyen du potentiomètre  $R_6$ .

### Gain

Nous sommes cette fois en présence du montage de la figure 3. Nous voulons mesurer ce que l'on appelle le gain  $\beta$ , autrement dit le gain ou amplification de courant, en continu, autrement dit encore le nombre par lequel il faut multiplier le courant de base pour obtenir le courant de collecteur.

Le transistor est monté en émetteur commun, et le galvanomètre compare les tensions produites, par rapport à l'émetteur, d'une part par le courant de collecteur à travers la chaîne  $R_7$  à  $R_{15}$ , et d'autre part par le courant de base traversant la partie du potentiomètre de gain comprise entre le point « 0 » et le cur-

seur. Ledit curseur étant réglé par l'opérateur pour que l'aiguille du galvanomètre soit ramenée à zéro, ces deux tensions sont égales. Le rapport des deux courants, autrement dit le gain recherché, est donc égal au rapport des deux groupes de résistances. Mais la chaîne  $R_7$  à  $R_{15}$  présente une valeur constante pendant la mesure. Le gain est donc en définitive simplement proportionnel à la valeur de la partie inférieure du potentiomètre  $R_{11}$ . Ce dernier peut donc être gradué directement en valeurs de gain. C'est ce qui est fait, sur son échelle extérieure, de 0 à 150.

Si le transistor mesuré présente un gain  $\beta$  supérieur à cette valeur, il sera impossible de rétablir le zéro du galvanomètre, et il faudra pour y parvenir manœuvrer le sélecteur à glissière « Gain » autrement dit, du point de vue schéma, décourtcircuiter le groupe de résistances  $R_{10}$  à  $R_{15}$ , qui se trouve ainsi en état d'étendre la résistance active de  $R_{11}$ . Les lectures seront faites alors sur l'échelle 150-300 du potentiomètre de gain.

Les deux échelles internes de ce même potentiomètre sont consacrées à ce que l'on appelle le gain  $\alpha$ , expression assez impropre, puisque, dans le montage à base commune que concerne ce paramètre, le gain est toujours inférieur à l'unité. La grandeur  $\alpha$  serait donc plutôt une caractéristique de transfert de courant. Comme, de toute façon, on peut la déduire du gain  $\beta$  au moyen de l'égalité

$$\alpha = \frac{1}{1 + \beta}$$

il suffit de mesurer  $\beta$ , donc de conserver le montage de la figure 3, et de graduer les échelles  $\alpha$  à partir des échelles  $\beta$ . C'est ce qui a été fait, et qui donne pour ces échelles  $\alpha$  les valeurs 0 à 0,993 pour les gains faibles et 0 à 0,9966 pour les grands gains.

### Tension de collecteur

Cette mesure correspond au schéma de la figure 4. On voit que la tension lue correspond à la tension réelle entre émetteur et collecteur.

### Courant de collecteur

Montage de la figure 5. Sans commentaire.

### Tension de fuite

Cette mesure concerne simplement celle de la tension d'alimentation utilisée pour la mesure des diodes et celle des fuites de collecteur à émetteur et de collecteur à base. Voir figure 6.

### Court-circuit

On place (fig. 7) le galvanomètre en série entre émetteur et collecteur; on choisit une tension de collecteur au moyen du contacteur du même nom. Les résistances utilisées comme shunts pour le

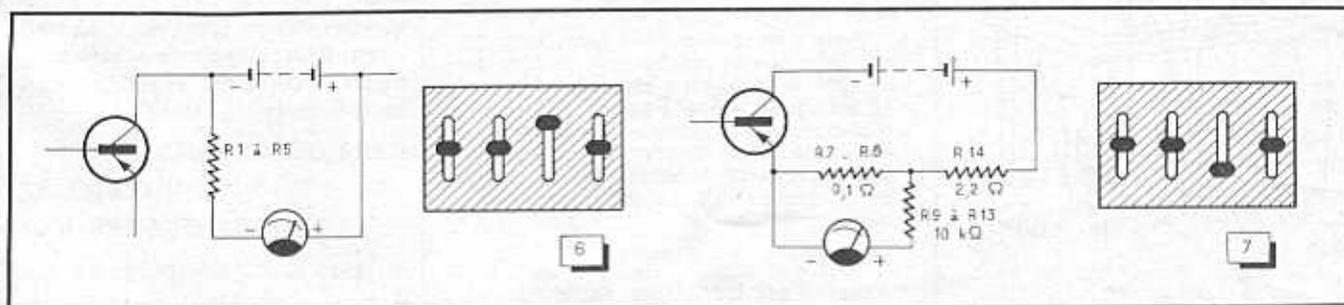


Fig. 6. — Mesure de la tension de fuite, outre ment dit de l'état des piles lorsque le contacteur de fuite est orienté sur une des positions correspondant à l'alimentation interne.

Fig. 7. — Dans l'essai de court-circuit, le galvanomètre est protégé contre toute surcharge.

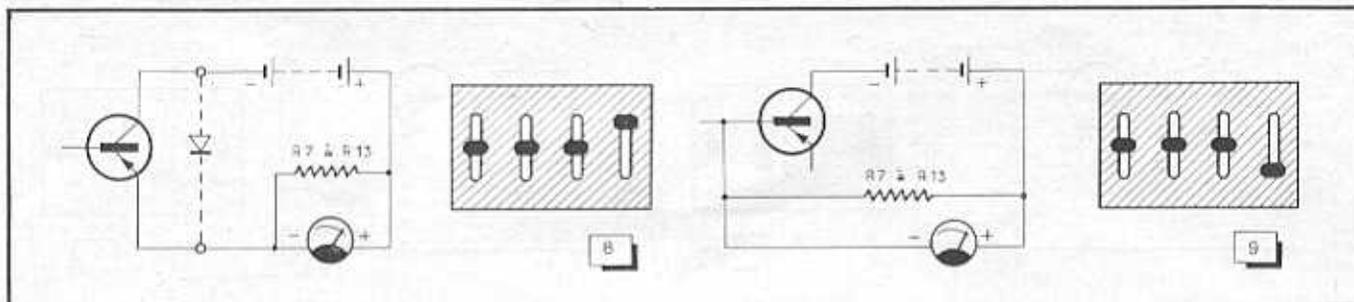


Fig. 8. — Il n'en est pas de même dans la mesure du courant de fuite collecteur à émetteur, où il faut régler prudemment la sensibilité des shunts (contacteur courant de fuite).

Fig. 9. — Mêmes précautions que dans le cas précédent, pour cette mesure du courant de fuite collecteur à base.

galvanomètre sont telles que ce dernier se trouve protégé même en cas de court-circuit franc.

### Courant de fuite de collecteur à émetteur. — Essais de diodes

L'hypothèse d'un court-circuit franc ayant été éliminée par le test précédent, il est possible de connecter (fig. 8) le galvanomètre en ampèremètre aussi sensible qu'on le désire en série entre collecteur et émetteur.

Le même schéma est réalisé pour la mesure des courants inverses de diodes. C'est encore le même schéma qui est repris pour la mesure des courants directs de diodes ; mais on actionne le contac-

teur « Polarité », de façon à inverser la tension d'alimentation, ce qui évite d'avoir à commuter les bornes de la diode. Quant au galvanomètre, du fait qu'il est à zéro central, il reste en circuit purement et simplement, les lectures s'effectuant dans la moitié gauche du cadran, ainsi que le rappellent les écritures en rouge : *diode FWD*. (FWD = *forward* = direct).

### Courant de fuite de collecteur à base

Simple variante du schéma précédent, représentée par la figure 9.

Ayant ainsi épuisé toutes les combinaisons possibles réalisées par la manœuvre des quatre leviers principaux, nous avons terminé la description de cet excellent transistormètre. En même temps, nous nous sommes familiarisé avec le rôle de ses principaux organes de commutation. Nous espérons que les lecteurs peu familiarisés avec la langue de Shakespeare ont également abandonné leurs complexes, au demeurant fort naturels lorsqu'on aborde d'emblée l'ensemble des organes et des écritures multiples qui les repèrent. Nous pourrions donc attaquer fructueusement l'étude de l'utilisation de l'appareil. Mais comme il serait dommage de la bâcler en quelques lignes, nous préférons, vu la longueur du texte qui précède, la reporter à un prochain numéro.

Nous nous contenterons donc, pour ne pas faire languir les heureux possesseurs de l'IM-30, de donner en quelques lignes la marche à suivre pour la vérification d'un transistor inconnu, ou, ce qui revient au même, d'un transistor dont on n'a pas la possibilité, le temps (ou le courage) de rechercher les caractéristiques officielles.

### Essai d'un transistor inconnu

Brancher le transistor. Orienter le contacteur « Polarité » sur « PNP », le contacteur « Tension de Collecteur » sur

1,5 V. Tirer le levier « Court-Circuit » et observer le galvanomètre. Si l'aiguille dévie au-delà de 4 sur l'échelle 15, le transistor est court-circuité.

Tourner le potentiomètre de polarisation au minimum, le contacteur « Tension Collecteur » sur 1,5 et le contacteur « Courant de Collecteur » sur 15 mA. Tirer le levier « Courant de Collecteur », puis tourner doucement le potentiomètre de polarisation ; un courant de collecteur doit prendre naissance si le transistor est du type *p-n-p*. Dans le cas contraire, reprendre l'essai en orientant le sélecteur de polarité sur « NPN ». Noter qu'il est d'ailleurs possible de reconnaître un *n-p-n* dès le départ, du fait qu'il donne lieu à un léger courant de collecteur lorsque le potentiomètre de polarisation est orienté sur « Min ».

Poursuivre l'essai, en tirant le levier « Fuites » vers l'écriture  $I_{co}$  : le courant correspondant ne doit pas dépasser 25  $\mu A$  pour une tension de fuite de 9 V.

Des transistors de puissance inconnus peuvent être vérifiés rapidement de la même façon, mais avec un réglage du commutateur de courant de collecteur de 1,5 A. Le courant de collecteur doit croître lorsqu'on tourne le bouton de polarisation ; par ailleurs, la fuite  $I_{co}$  doit être inférieure à 5 mA.

V. LIZY.

Un transistormètre indique les caractéristiques effectives d'un transistor. Pour connaître ses caractéristiques nominales, ayez toujours sous la main :

### CARACTERISTIQUES UNIVERSELLES DES TRANSISTORS

- Types B. F. faible puissance.
- Types B. F. forte puissance.
- Types H. F.

(Société des Éditions Radio.)



— Le poste principal est en bas, et il est en panne aussi !

(D'après *Radio-Electronics*.)