

PHILIPS



**Appareil de mesure
de transistors
PM 6505 A**

66 404 23.2.32

1/1165/03/04

Notice d'emploi et d'entretien

PHILIPS



Appareil de mesure de transistors PM 6505 A

66 404 23.2.32

1/1165/03/04

Table de matières

GENERALITES

I. Introduction	7
II. Description des sources d'alimentation	9
A. Source de tension continue	9
B. Source de courant de base et de tension de base	9
C. Source de tension demi-onde	10
D. Oscillateur et amplificateur	10
E. Commutation des instruments de mesure	10
III. Caractéristiques techniques	11
A. Instruments indicateurs	11
B. Source de tension continue	12
C. Source de courant de base et de tension de base	12
D. Source de tension demi-onde	13
E. Mesure des paramètres h_{ie} et h_{fe}	13
F. Alimentation secteur	14
G. Caractéristiques mécaniques	14
IV. Accessoires	14

MODE D'EMPLOI

V. Mise en service	15
A. Adaptation à la tension secteur locale	15
B. Mise à la terre	16
C. Branchement sur le secteur	16
D. Dispositions à prendre pour protéger les transistors et pour éviter des erreurs de mesure	16
VI. Maniement	18
A. Aperçu des fonctions des boutons, des douilles, etc.	18
B. Mise en marche	21
C. Préparatifs pour les mesures	21
D. Mesures	22
1. Essai de court-circuit SC	22
2. Courants résiduels I_{CEO} , I_{CBO} , I_{EBO}	23

3. Impédance d'entrée de court-circuit h_{ie}	23
4. Coefficient d'amplification h_{fe} du courant alternatif	25
5. Etablissement des caractéristiques statiques de $I_C = f(I_B)$ pour V_{CE} constant	25
6. Etablissement des caractéristiques statiques de $I_C = f(V_{BE})$ pour V_{CE} constant	25
7. Mesure de la tension de coude V_{CEK}	26
8. Mesures dynamiques et caractéristiques de disruption	26

DOCUMENTATION DE SERVICE

VII. Description du circuit	29
A. Source de tension continue	29
B. Source de courant de base et de tension de base	23
C. Source de tension demi-onde	33
D. Amplificateur et oscillateur	35
VIII. Description des circuits de mesure	39
A. Essai de court-circuit SC	39
B. Mesure des courants résiduels I_{CEO} , I_{CBO} , I_{EBO}	39
C. Impédance d'entrée de court-circuit h_{ie}	40
D. Gain de courant alternatif h_{fe}	42
E. Etablissement de la caractéristique de $I_C = f(I_B)$	42
F. Etablissement des caractéristiques de $I_C = f(V_{BE})$	44
G. Mesure de la tension de coude V_{CEK}	44
H. Etablissement des caractéristiques de disruption (CE-D, CB-D, EB-D)	46
IX. Entretien et service	48
A. Ouverture du coffret	48
B. Remplacement des fusibles	48
C. Enlèvement des boutons	48
D. Enlèvement du panneau avant	49
E. Nettoyage du coffret	49
F. Entretien des pièces mécaniques	50
G. Remplacement des pièces	50

X. Contrôle du fonctionnement et des gammes de mesure	54
A. Essai du fonctionnement de l'appareil	54
B. Contrôle des gammes de mesure des instruments indicateurs	58
XI. Réglages	61
A. Amplificateur	61
B. Oscillateur	61
C. nA-mètre électronique	61
D. Réglages de R2 et de R3	62
E. Contrôles des sources de courant de base et de tension continue	63
XII. Aperçu des organes de réglage	65
XIII. Défauts de fonctionnement	66
XIV. Nomenclature	68
A. Nomenclature mécanique	68
B. Nomenclature électrique	70
XV. Explication des symboles principaux	112

IMPORTANT!

Dans votre correspondance se rapportant à cet appareil, veuillez indiquer le no de série figurant sur la plaquette d'identification.

Liste des figures

1	Principe d'alimentation	8
2	Commutation des instruments de mesure par SK5	8
3	Vue arrière	15
4	Symboles	21
5	Quelques types de transistors	22
6	Quelques types de diodes semi-conductrices	22
7	Montage pour des mesures dynamiques et caractéristiques de disruption	27
8	Figure obtenue sur l'écran de l'oscilloscope lors de la mesure du courant de crête de la diode	28
9	Schéma de principe de la stabilisation	29
10	Schéma de principe de la limitation de courant	30
11	Schéma de la tension continue 30 . . . 60 V	31
12	Schéma de principe de la stabilisation de courant	32
13	Circuit de Darlington	33
14	Schéma de la source de tension demi-onde	34
15	Schéma de principe de l'amplificateur	35
16	Schéma de principe de l'oscillateur	36
17	Schéma de principe du nA-mètre électronique	38
18	Schéma de principe du "chopper"	38
19	Schéma pour l'essai de court-circuit SC	39
20a	Schéma pour la mesure directe des courants résiduels	39
20b	Schéma pour la mesure des courants résiduels avec le nA-mètre électronique	40
21	Schéma pour la mesure de l'impédance d'entrée (sortie en court-circuit)	41
22	Choix du point de fonctionnement du courants continu	41
23	Schéma pour l'établissement de la caractéristique de $I_C = f(I_B)$	42
24	Caractéristiques d'un transistor OC 72	43
25	Schéma pour l'établissement de la caractéristique de $I_C = f(V_{BE})$	44
26	Schéma pour la mesure de la tension de coude V_{CEK}	44
27	Caractéristique de tension de coude d'un transistor OC 76	45

28	Tensions de déviations verticale et horizontale pour l'établissement des caractéristiques de disruption	46
29	Image obtenue sur l'oscilloscope	46
30	Schéma pour la connexion du transistor à examiner	47
31	Démontage des boutons	49
32	Réglages de R2 et de R3	63
33	Vue avant avec numéros de position	75
34	Vue arrière	76
35	Vue de dessous	76
36	Vue de dessus (panneau arrière rabattu)	77
37	Vue de gauche (panneau arrière rabattu)	78
38	Galettes du commutateur SK3-U3	79
39	Galettes du commutateur SK5-U10	81
40	Galette universelle	81
41	Galettes de SK1, SK1A, SK2 et SK4	82
42	Combinateur à touches SK6-7-8	83
43	Platine de câblage imprimé U1 de droite	84
44	Platine de câblage imprimé U1 de gauche	84
45	Platine de câblage imprimé U6	85
46	Platine de câblage imprimé U7	86
47	Platine de câblage imprimé U8	87
48	Schéma du circuit de courant, mesure SC	88
49	Schéma du circuit de courant, mesure I_{CE0}	91
50	Schéma du circuit de courant, mesure h_{ie}	92
51	Schéma du circuit de courant, mesure h_{fe}	97
52	Schéma du circuit de courant, mesure $I_C = f(I_B)$	98
53	Schéma du circuit de courant, mesure $I_C = f(V_{BE})$	103
54	Schéma du circuit de courant, mesure V_{CEK}	104
55	Schéma du circuit de courant, mesure CE-D	109
56	Vue avant avec désignation des organes de commande et des instruments de mesure	114
57	Schéma PM 6505A	121

GENERALITES

Introduction



L'appareil de mesure de transistors PHILIPS, type PM 6505A, a été conçu pour les mesures de précision à effectuer sur les transistors et les diodes semi-conductrices, pour l'emploi dans les laboratoires, ateliers de dépannage, etc.

L'appareil permet de mesurer facilement les divers paramètres. Du point de vues commutation et construction, des dispositions ont été prises pour limiter au minimum les erreurs de commande et de mesure. En principe, la commutation s'effectue au moyen d'un sélecteur de régime.

Pour l'alimentation des transistors à contrôler, l'appareil comprend une source réglable de tension continue, un générateur de courant de base, un oscillateur accordé ainsi qu'une source réglable de tension demi-onde. Il peut être commuté sur des mesures de transistors PNP ou NPN; la position de commutation est indiquée par des lampes témoins. Pour comparer ou sélectionner les transistors d'une manière simple, on a doté l'appareil de deux bornes de connexion, qui sont enclenchées, selon les besoins, au moyen de touches.

Les transistors de puissance assez élevée ou ceux à enveloppe différente peuvent être placés dans l'adaptateur de transistors fourni.

L'appareil permet de contrôler les courts-circuits, ainsi que les courants directs ou résiduels de toutes sortes de diodes semi-conductrices. En outre, il est possible d'établir des caractéristiques d'arrêt, au moyen d'un oscilloscope cathodique approprié.

Pour la mesure des faibles courants résiduels l'appareil est doté d'un nA-mètre électronique sélectif.

Le contrôleur peut également être utilisé comme source de tension continue stabilisée et ce dans des buts les plus divergents. Il y a cependant lieu de remarquer que la puissance de sortie de l'appareil n'est pas illimitée. Les charges maximales des diverses sources de tension sont données sous l'en-tête "Caractéristiques techniques". Dans cette notice d'emploi et d'entretien, l'explication des symboles principaux est donnée au chapitre XV.

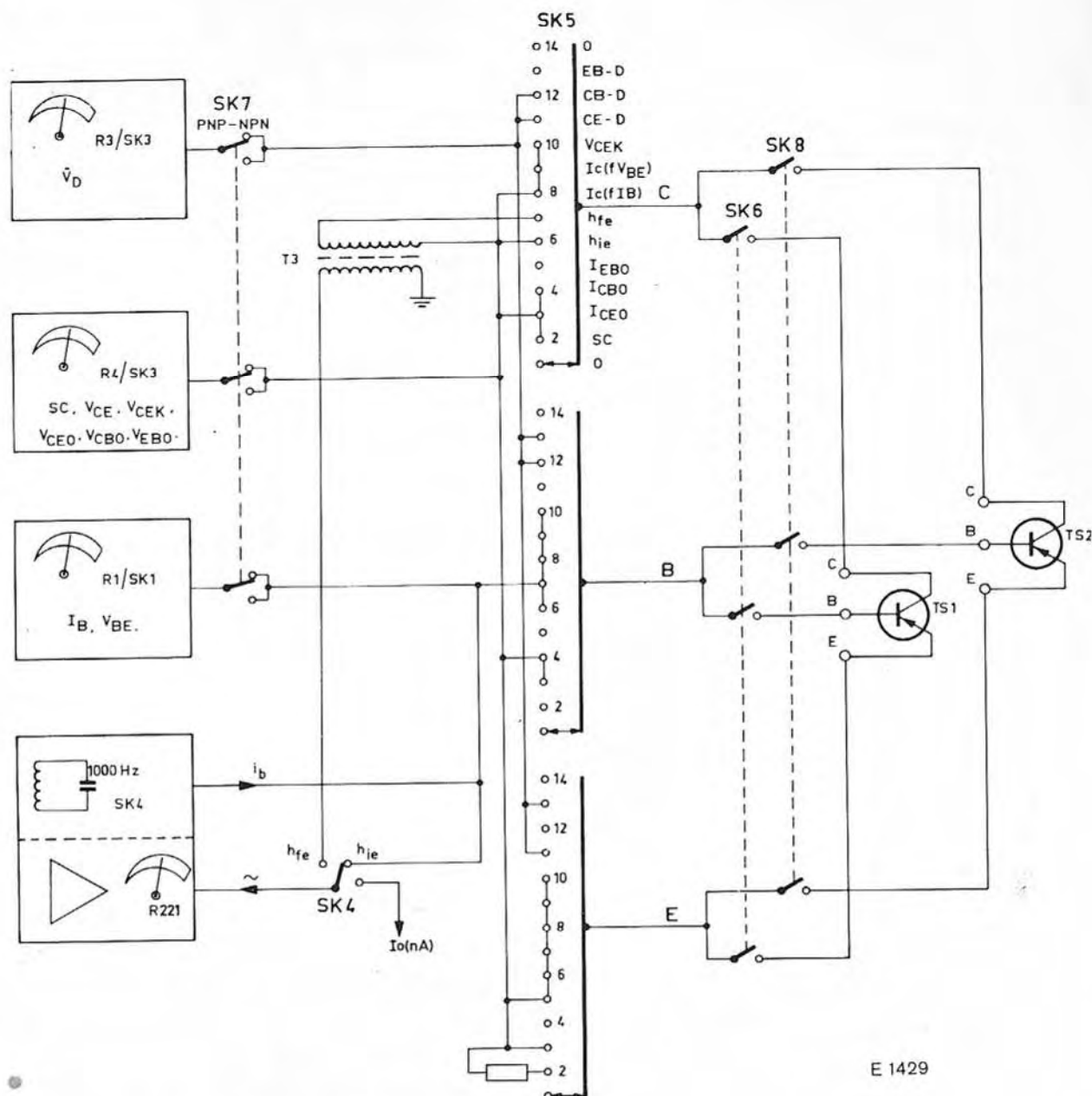


Fig. 1. Principe d'alimentation

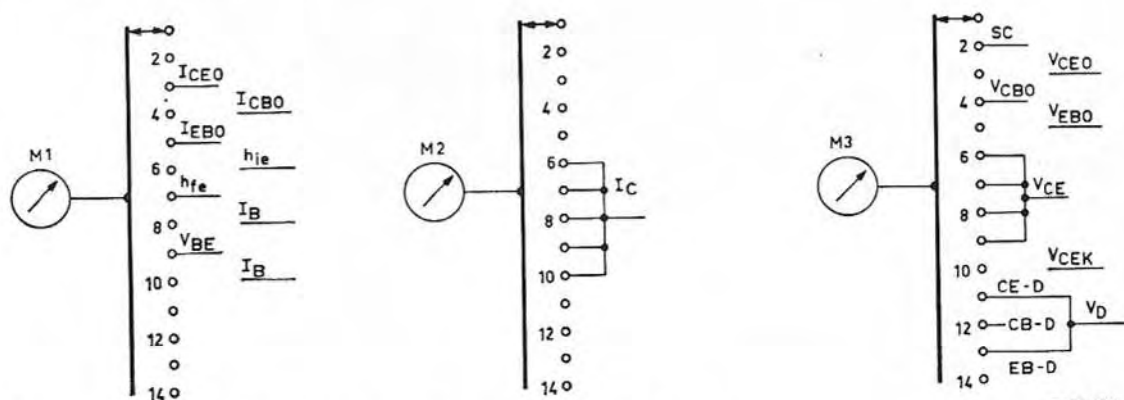


Fig. 2. Commutation des instruments de mesure par SK5

PEM 1317
E 1428

Description des sources d'alimentation

II

Le schéma de la fig. 1 représente les diverses variantes d'alimentation des bornes de mesure C, B et E du transistor. Le choix du régime (de la méthode de mesure) s'effectue au moyen du sélecteur SK5; dans chaque position de ce dernier, les sources de tension utilisées dans la méthode de mesure choisie sont mises en circuit. Les instruments indicateurs sont commutés en même temps, au moyen des galettes correspondantes du sélecteur.

A. SOURCE DE TENSION CONTINUE

La source de tension continue est choisie avec SK3; elle convient à deux méthodes de mesure différentes.

1. Gammes des tensions continues V_{CE} , V_{CB} , V_{EB}

0–60 V, subdivisées en 6 parties, réglables avec R3. Cette tension s'utilise pour les positions de commutation ci-après:

SC, I_{CEO} , I_{CBO} , I_{EBO} , h_{ie} , h_{fe} , $I_C = f(I_B)$, $I_C = f(V_{BE})$.

2. Gamme de la tension continue V_{CEK}

0–2 V, subdivisée en 3 parties réglables avec R3 et utilisées pour les mesures de V_{CEK} .

Le choix s'effectue avec SK1.

B. SOURCE DE COURANT DE BASE ET DE TENSION DE BASE

1. Gamme de courants de base I_B

Cette gamme est subdivisée en 6 parties de 0–10 μA ... 0–500 mA. Chaque gamme est progressivement réglable au moyen de R1. SK1A permet d'enclencher trois gammes supplémentaires de 0–10 nA, 0–100 nA et 0–1 μA pour la mesure du courant résiduel. SK5 permet de choisir le courant de base pour les positions de commutation h_{ie} , h_{fe} , $I_C = f(I_B)$ et V_{CEK} .

2 Tension V_{BE} entre la base et l'émetteur

0–2 V est subdivisée en 3 gammes de tension. Cette tension est destinée à $I_C = f(V_{BE})$ et elle est réglable au moyen de R1.

C. SOURCE DE TENSION DEMI-ONDE

Cette source est choisie au moyen de SK3 et elle a une gamme de 0-300 $\bar{V}$, subdivisée en 3 gammes réglables au moyen de R2. Cette source de tension est destinée aux mesures de la tension de disruption des caractéristiques CE-D, CB-D et EB-D.

D. OSCILLATEUR ET AMPLIFICATEUR

L'oscillateur s'utilise pour les mesures de h_{ie} et de h_{fe} . La fréquence est de 1000 Hz. Un courant alternatif constant est appliqué simultanément avec le courant de base.

Dans les mesures de h_{ie} , la tension alternative v_{be} , qui se produit entre la base et l'émetteur, est une mesure de la résistance différentielle h_{ie} entre la base et l'émetteur. Elle est mesurée par l'intermédiaire de l'amplificateur à 2 étages. La mesure de h_{fe} est analogue à celle de h_{ie} , mais elle est effectuée sur le circuit de collecteur (du côté de sortie), par l'intermédiaire du transformateur de courant T3. La position "CAL." permet l'étalonnage à la déviation totale (100).

E. COMMUTATION DES INSTRUMENTS DE MESURE

La fig. 2 donne un aperçu des courants et des tensions, indiquées par le trois instruments indicateurs, utilisés dans les diverses méthodes de mesure parmi lesquelles il faut choisir. La commutation des instruments indicateurs est couplée au sélecteur de régime SK5; il suffit donc de choisir la gamme de mesure appropriée.

Caractéristiques techniques



Les caractéristiques exprimées en valeurs numériques accompagnées d'une tolérance sont garanties par l'usine. Les valeurs numériques sans tolérance correspondent aux caractéristiques d'un appareil moyen et ne sont données qu'à titre indicatif. (Sauf mention contraire les valeurs numériques se rapportent à des tensions nominales du secteur.)

A. INSTRUMENTS INDICATEURS

1. Instrument M1

a. Gammes de mesure

Courant de base I_B

Courants résiduels I_{CEO}	10 μ A, 100 μ A, 1 mA,	10 nA	} $\pm 10\%$
I_{CBO}	10 mA, 100 mA, 500 mA	100 nA	
I_{EBO}	Déviati on maximale $\pm 2\%$	1 μ A	

b. Tension base/émetteur V_{BE}

200 mV, 500 mV, 2 V
Déviati on maximale $\pm 2\%$

c. Impédance d'entrée dynamique de court-circuit h_{ie}

100 Ω , 300 Ω , 1 k Ω , 3 k Ω , 10 k Ω , 30 k Ω

d. Coefficient d'amplification h_{fe} du courant alternatif

10, 30, 100, 300, 1000

2. Instrument M2

Gammes de mesure

Courant de collecteur I_C

1 mA, 3 mA, 10 mA, 30 mA, 100 mA,
300 mA, 1 A, 3 A.
Déviati on maximale $\pm 2\%$

3. Instrument M3

a. Gammes de mesure

Tension collecteur/émetteur	V_{CE}	} 2 V, 6 V, 12 V, 24 V, 30 V, 60 V Déviati on maximale $\pm 2\%$
Tension collecteur/émetteur	V_{CEO}	
Tension collecteur/base	V_{CBO}	
Tension émetteur/base	V_{EBO}	

b. Tension de coude collecteur/émetteur V_{CEK}

200 mV, 600 mV, 2 V
Déviati on maximale $\pm 2\%$

c. Tension de disruption

$$\left. \begin{array}{l} V_{CE-D} \\ V_{CB-D} \\ V_{EB-D} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 12 \hat{V}, 60 \hat{V}, 300 \hat{V} \\ \text{(Tension de crête demi-onde)} \end{array}$$

B. SOURCE DE TENSION CONTINUE

La puissance maximale de cette source est de 10 W environ et l'intensité maximale est de 3 A alors que le courant qu'on peut prélever est constant dans les limites d'une gamme de tensions. Pour la gamme de 60 V une seconde tension stabilisée est branchée en série. Pour la protection contre la surcharge on a prévu le fusible VL2.

Réglage de la tension et limitation du courant

<i>Gamme</i>	<i>Tension comprise entre</i>	<i>Intensité maximale</i>	<i>Limitation du courant</i>	<i>Tension de bruit</i>
2 V	0 – 2 V	3,0 A	3,3 A	<20 mV
6 V	2 – 6 V	1,66 A	1,75 A	
12 V	6 – 12 V	0,83 A	0,9 A	
24 V	12 – 24 V	0,41 A	0,48 A	
30 V	24 – 30 V	0,33 A	0,38 A	
60 V	30 – 60 V	0,17 A	fusible VL1 ~0,5 A	<100 mV

Résistances internes

Contribution à la tension constante, mesurée pour 3 A, 2 V	50 mΩ env.
Instrument M2 (gamme de mesure de 3 A)	50 mΩ
Conducteur d'alimentation, commutateur, bornes,	250 mΩ env.
Résistance primaire du transformateur de courant T3	100 mΩ

La source de tension continue s'utilise également pour mesurer la tension de coude V_{CEK} .

A cette fin, on peut disposer des
3 gammes suivantes

0–200 mV, 0–600 mV, 0–2 V

C. SOURCE DE COURANT DE BASE ET DE TENSION DE BASE

Gammes	10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 500 mA
Chute de tension maximale à la sortie, entre B et E	5 V

Stabilité de la source de courant Pour les tensions base/émetteur, de 0 à 2 V, la déviation maximale du courant de base est de 1 % dans toutes les gammes. L'injection sur la connexion de base correspond à un bruit de fond d'environ 1 μA (50 Hz).

<i>Gammes</i>	<i>tension de sortie maximale à vide</i>	<i>Intensité maximale</i>
200 mV	1,2 V	100 mA
500 mV	1,2 V	100 mA
2 V	5 V	500 mA

Résistance interne de la source de tension de base 12 Ω

D. SOURCE DE TENSION DEMI-ONDE

La valeur de crête du courant demi-onde est de 20 mA au maximum. Protection contre la surcharge par le fusible automatique VL3 (80 mA). Mesure de la tension de crête au moyen de M3 (valeur moyenne arithmétique, étalonnée en valeur de crête). Déviation maximale des mesures de tension: 5 %.

Gammes de mesure 0-12 $\hat{V}$, 0-60 $\hat{V}$, 0-300 $\hat{V}$
Tension de référence pour la tension nominale primaire 200 $\hat{V}$
Résistance de comparaison minimale 10 k Ω
Protection contre la surcharge par VL2 (80 mA)

E. MESURE DES PARAMETRES h_{ie} ET h_{fe}

Fréquence de mesure 1000 Hz
Tension de mesure 0,3 V ou 3 V
Gamme de courants continus de base réglable de 0-10 μA , 100 μA , 1 mA, 10 mA, 100 mA, 500 mA
Courant alternatif de base selon la gamme de mesure 0,025 μA_{eff} - 25 μA_{eff}
Déviation maximale de mesure pour la tension nominale et une température constante $\pm 5\%$
Erreur additionnelle pour h_{fe} (jusqu'à $I_C = 1 \text{ A}$) $\pm 1\%$

F. ALIMENTATION SECTEUR

Adaptable aux tensions secteur de 110, 125, 145, 200, 220 et 245 V

Fréquence du secteur 40 – 60 Hz

(<50 Hz uniquement la tension nominale)

Puissance absorbée environ 60 W au maximum

à vide environ 30 W

G. CARACTERISTIQUES MECANIKES

Dimensions Hauteur 330 mm

Largeur 400 mm

Profondeur 290 mm

Poids 19 kg environ

Accessoires

IV

1 Cordon secteur

1 Notice d'emploi et d'entretien

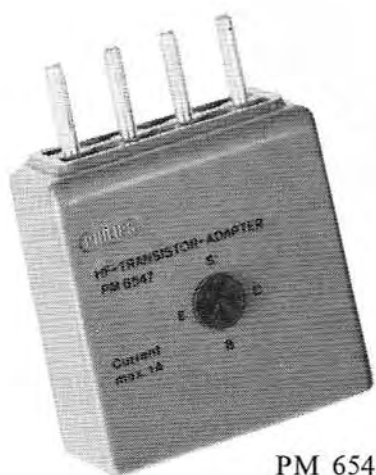
2 Adaptateurs pour les transistors de capacité TO3 et TO6 et pour les transistors avec socles miniatures.

L'adaptateur PM 6547 convient pour des buts h.f.

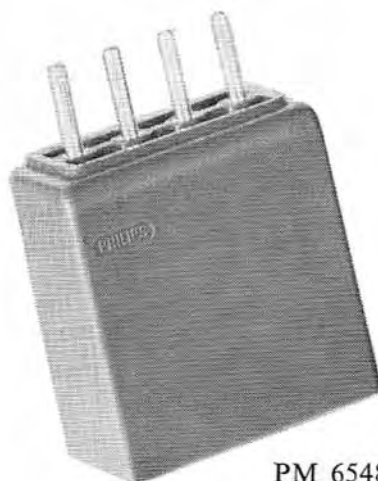
L'adaptateur PM 6549 convient pour des buts l.f.

Livrable sur demande: Adaptateur PM 6548.

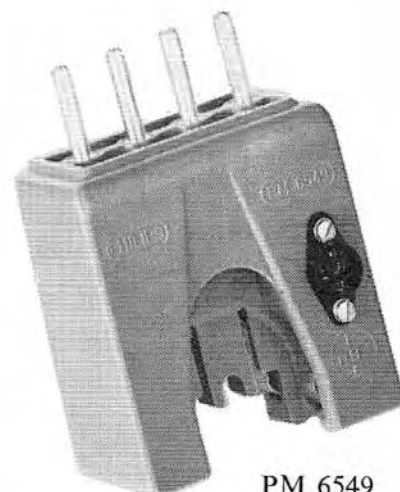
C'est un manchon vide qui peut être utilisé pour des buts d'encastrement.



PM 6547



PM 6548



PM 6549

MODE D'EMPLOI

Mise en service



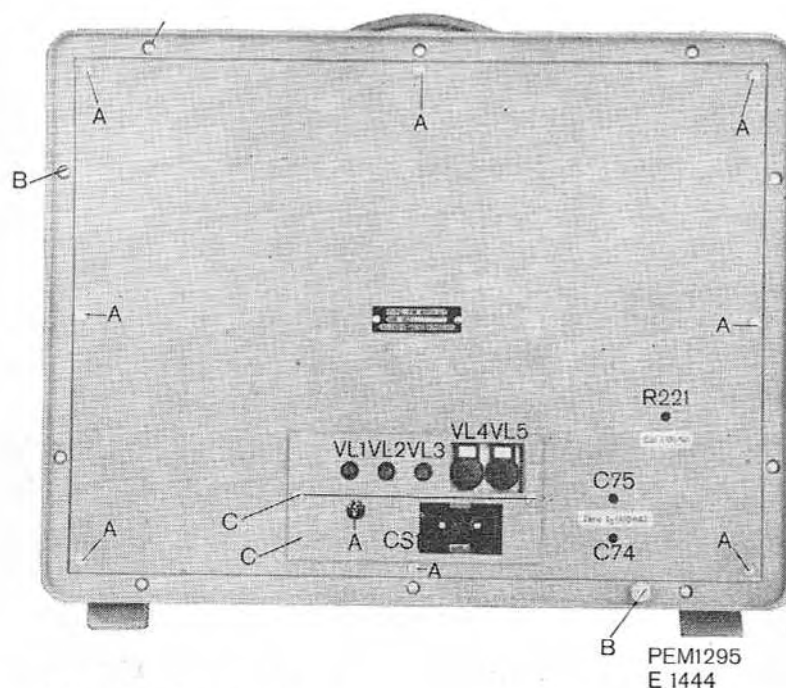
A. ADAPTATION A LA TENSION SECTEUR LOCALE (fig. 3)

A l'aide de l'adaptateur de tension, l'appareil peut être adapté à des tensions secteur de 110, 125, 145, 200, 220 et 245 V.

La valeur de la tension se lit à travers l'ouverture circulaire A ménagée dans le panneau arrière de l'appareil.

L'adaptation à une tension secteur différente s'effectue de la manière suivante:

- Desserrer la vis "C" et enlever la plaquette de fermeture "C".
- Tirer légèrement au dehors l'adaptateur de tension, le tourner jusqu'à ce que la valeur de la tension requise soit en haut et le réenfoncer.
- Pour une tension secteur locale comprise entre 110 et 145 V, les porte-fusible VL4 et VL5 doivent être munis d'un fusible de 1 A et pour une tension secteur de 220 V, d'un fusible de 500 mA.
- Remonter la plaquette de fermeture.



VUE AV P114

Fig. 3. Vue arrière

B. MISE A LA TERRE

Mettre l'appareil à la terre conformément aux prescriptions de sécurité locales. Ceci peut se faire :

- à l'aide de la vis de masse B (fig. 3) montée à l'arrière de l'appareil
- à l'aide de la douille de masse ($\equiv$) à l'avant de l'appareil, ou
- à l'aide du cordon secteur, si celui-ci comporte trois conducteurs et une fiche avec contact de terre.

Les doubles mises à la terre peuvent provoquer un bruit de fond et doivent donc être évitées.

C. BRANCHEMENT SUR LE SECTEUR

1. Contrôler si l'adaptateur se trouve réglé sur la tension secteur appropriée (voir le chapitre A).
2. S'il a fallu commuter l'adaptateur, contrôler les fusibles VL4 et VL5.
3. Mettre l'appareil à la terre (voir le chapitre B).
4. Ouvrir l'interrupteur secteur (l'amener dans sa position inférieure).
5. Brancher sur le secteur la prise avec contact de terre au moyen du câble fourni.

D. DISPOSITIONS A PRENDRE POUR PROTEGER LES TRANSISTORS ET POUR EVITER DES ERREURS DE MESURE

1. Dans le cas de mesures sur des transistors sensibles, par exemple sur les types à alliage diffusé, il est recommandable d'ajuster toujours la tension V_{CE} sur la valeur désirée à partir du minimum de la gamme de tension en question. Ainsi les impulsions de courant d'enclenchement sont atténuées de manière que le transistor à mesurer ne risque plus d'être détérioré.

Observation

Pour la mesure en série de ces types on peut utiliser un circuit séquentiel si l'ajustage de la tension de gamme minimale sur la valeur désirée est jugé inefficace. Au moment de l'enclenchement de la tension collecteur/émetteur la base doit d'abord être court-circuitée avec l'émetteur et ensuite interrompue.

2. Ne jamais placer le transistor dans un circuit sous tension. Il faut donc toujours couper la tension secteur.

3. Pour réduire au minimum l'échauffement des transistors, on doit prendre des dispositions particulières avant de procéder au soudage de leurs connexions. Pour évacuer la chaleur, tenir les fils, pendant le processus de soudage, avec une pince plate.
En principe, le soudage s'effectue rapidement avec un fer à souder pas trop chaud.
4. S'il faut souder dans des appareils mis à la terre, dans lequel sont montés des transistors de faible puissance (en particulier, les transistors HF du type OC 170, etc.) on retirera la fiche du fer à souder. Les courants éventuellement provoqués par un couplage capacitif, peuvent endommager les transistors.
5. L'examen d'un circuit au moyen d'un ohmmètre pourra, dans certains cas, également aboutir à la détérioration des transistors. Ceux-ci doivent alors être enlevés et examinés séparément.
6. Les transistors sont souvent détruits imperceptiblement au toucher de leurs connexions, par suite de charges électrostatiques dans le corps humain.
En contre-mesure il est recommandable, avant de toucher le circuit à transistors, de toucher d'abord, à la main ou avec l'outil à utiliser, le châssis mis à la terre ou le point de masse du circuit, de sorte que la charge soit dérivée. Lorsqu'on porte des souliers avec des semelles en matériau isolant ou du linge en nylon, la charge électrostatique sera favorisée et aussi lorsque l'air dans l'atelier de travail est chaud et sec.
7. Bien que des bobines self HF aient déjà été insérées dans l'appareil de mesure pour supprimer l'oscillation naturelle, l'oscillation pour des transistors HF sensibles ne peut toujours être suffisamment supprimée. La capacité entre les fils de connexion et leur inductivité peut provoquer des oscillations HF très élevées, de sorte que des erreurs de mesure prennent naissance. Afin d'éviter ces oscillations, des manchons en ferrite peuvent être glissés sur les fils de connexion de l'objet à mesurer. Ces manchons en ferrite ne doivent pas se toucher et il y a lieu de les envelopper d'une gaine isolante.

Maniement



A. APERCU DES FONCTIONS DES BOUTONS, DES DOUILLES, ETC.

Voir la figure 56.

R1 - Régulateur continue

pour le réglage fin de la tension ou du courant dans la gamme qui a été choisie avec le commutateur à plots SK1. L'échelle de ce régulateur ne sert qu'à titre d'orientation et ne se rapporte pas aux valeurs de mesure.

SK1 - Commutateur à plots

permettant de choisir la gamme désirée de I_B , de I_0 (0–500 mA) ou de V_{BE} (0–2 V).

Le courant I_B est livré par la source de courant de base et la tension V_{BE} par la source de tension de base. La source de tension continue fournit le courant I_0 .

SK1A - Commutateur rotatif

sert à enclencher les gammes de courants résiduels 10 nA – 1 μ A.

M1 - Instrument de mesure

Celui-ci a deux échelles.

Sur ces deux échelles on peut lire h_{fe} et h_{ie} . Les courants I_B , I_0 et la tension V_{BE} sont indiqués également par cet instrument sur l'échelle linéaire.

A - Vis de correction

pour le réglage au zéro des instruments montés dessus lorsque l'appareil n'est pas connecté.

R221 - Régulateur continu (à l'arrière)

pour l'étalonnage de l'instrument M1. Avant que les valeurs de h_{ie} ou h_{fe} soient lues, on met SK4 en position "CAL.", et avec R221 l'on ajuste l'aiguille de M1 à 100, si nécessaire.

M2 - Instrument de mesure

Celui-ci indique l'intensité du courant de collecteur I_C dont la gamme a été choisie avec SK2.

SK2 - Commutateur à plots

avec lequel est choisie la gamme du courant de collecteur. Le courant de collecteur est livré par la source de tension continue.

R2 et R3 - Régulateurs continus

Ces potentiomètres sont montés sur un seul axe et servent au réglage fin des tensions choisies avec SK3. L'échelle de ce régulateur ne sert qu'à titre d'orientation et ne se rapporte pas aux valeurs de mesure.

M3 - Instrument de mesure

pour mesurer les tensions indiquées au commutateur SK3 (V_{CE} , V_{CB} , V_{EB} , V_D ou V_{CEK}).

SK3 - Commutateur à plots

pour choisir la gamme désirée de V_{CE} , V_{CB} ou V_{EB} (0-60 V) ainsi que celle de V_{CEK} (0-2 V). Ces tensions sont livrées par la source de tension continue.

La gamme désirée de V_D (0-300 V) aussi est choisie avec SK3. V_D est livrée par la source de tension demi-onde.

BU4 - Douilles de connexion

Six douilles ont été prévues dont 4 peuvent être utilisées pour la connexion d'un oscillographe (les douilles " $\frac{\perp}{\equiv}$ " et les douilles "X" et "Y"). Les deux autres douilles " $\underline{\text{E}}$ " servent de connexion d'une résistance de comparaison.

Attention: Il existe toujours aux douilles " $\underline{\text{E}}$ " une tension de 200 V.

KL1 - Borne de masse**SK4 - Commutateur à plots**

avec lequel la gamme désirée pour h_{fe} (0-1000) et pour h_{ie} (0-30 k Ω) peut être choisie. Les valeurs de h_{ie} et h_{fe} peuvent être lues sur M1. Pour raison de sûreté on connecte la gamme la plus haute pour chaque mesure. Lorsque la déviation de l'aiguille de M1 est inférieure à 30 %, on commute à la gamme antérieure.

Dans la position "CAL", l'instrument M1 peut être étalonné. Voir à cet effet les données du régulateur continue R221.

B3 et B4 - Lampes-témoin

Lorsque l'appareil est mis en marche l'une de ces lampes s'allume, et l'on voit pour quel type de transistors PNP ou NPN l'appareil est ajusté. La commutation peut être effectuée avec SK7.

SK6 - Touche TS1

avec laquelle un transistor connecté aux barrettes BU1 ou BU3a (TS1) est intercalé dans le circuit de mesure.

BU1 - Douilles de connexion TS1

pour la connexion d'un transistor à examiner.

SK7 - Touche

avec laquelle l'appareil est ajusté pour des transistors PNP ou NPN. L'ajustage est indiqué par une lampe témoin B3 ou B4.

BU3 - Barrette de connexion

Les 8 douilles (2×4) conviennent pour la connexion des transistors pour grande puissance. C'est parce que ceux-ci ont des dimensions plus grandes et ne peuvent pas être connectés à BU2. La moitié de gauche (BU3a) a la même fonction que BU1.

La moitié de droite (BU3b) a la même fonction que BU2.

BU2 - Douilles de connexion TS2

pour la connexion d'un transistor à examiner.

SK8 - Touche TS2

avec laquelle un transistor connecté aux barrettes BU2 ou aux douilles BU3b (TS2) est intercalé dans le circuit de mesure.

SK5 - Commutateur à plots

avec 14 positions dont deux sont des positions de repos. La position "0" de droite correspond à la position de déplacement et alors les instruments de mesure M1 et M2 sont court-circuités. Les 12 autres correspondent aux mesures de contrôle les plus importantes qui peuvent être effectuées à des transistors.

L'exécution est telle que pour chaque position entre autres la source de tension nécessaire et l'instrument de mesure correct sont intercalés dans le circuit de mesure.

Pour la commande de l'appareil dans les différentes positions de SK5, voir le paragraphe D "Mesures".

La description des circuits de mesure qui prennent naissance alors a été donnée dans la documentation de service, chapitre VIII.

SK9 - Interrupteur secteur

B. MISE EN MARCHÉ

Avant de mettre l'appareil en marche, contrôler la remise à zéro mécanique des instruments indicateurs. Au besoin, on pourra la corriger en tournant la vis noire en matière plastique, montée au dessous des instruments. L'appareil doit se trouver dans sa position horizontale. Le mettre en circuit avec l'interrupteur secteur SK9. Le temps de préchauffage de l'appareil est d'environ 3 minutes.

C. PREPARATIFS POUR LES MESURES

1. Amener les boutons dans les positions indiquées sur la fig. 56.
2. Placer l'objet à essayer (transistor, diode) dans l'une des pinces de mesure prévues (fig. 5 et 6).
3. Choisir la polarité "PNP" ou "NPN". La position de commutation est indiquée par la lampe témoin en jeu.

S'il faut également étudier des caractéristiques de disruption, on connectera un oscilloscope approprié aux douilles " $\equiv$ ", "X" (déviations horizontales) et "Y" (déviations verticales) et une résistance de comparaison aux prises latérales " $\square$ ". Pour la connexion des résistances de comparaison, il faut agir avec précaution: $\pm 200 \text{ V}$.

Il est conseillé de déclencher l'appareil avec l'interrupteur secteur SK9 avant de connecter sur le secteur.

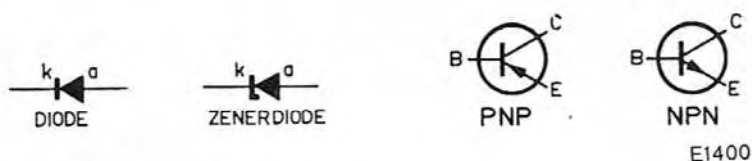


Fig. 4. Symboles

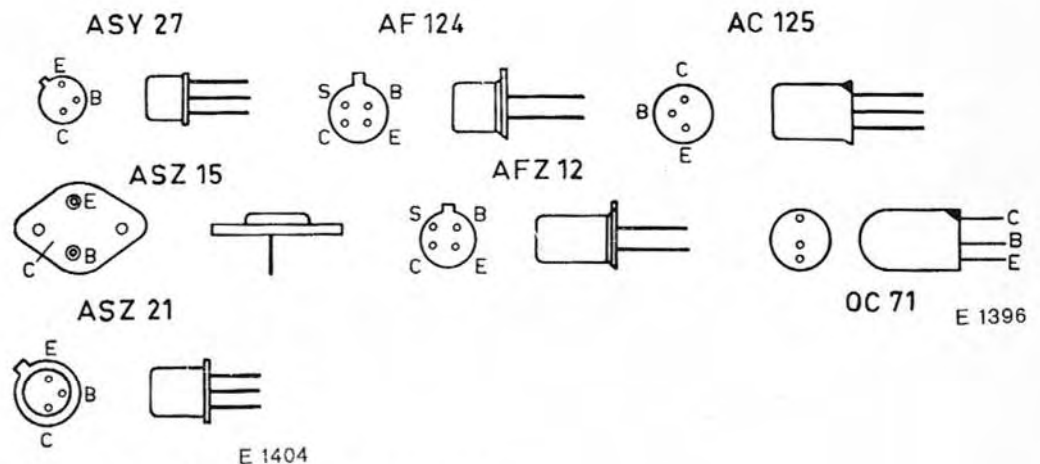


Fig. 5. Quelques types de transistors

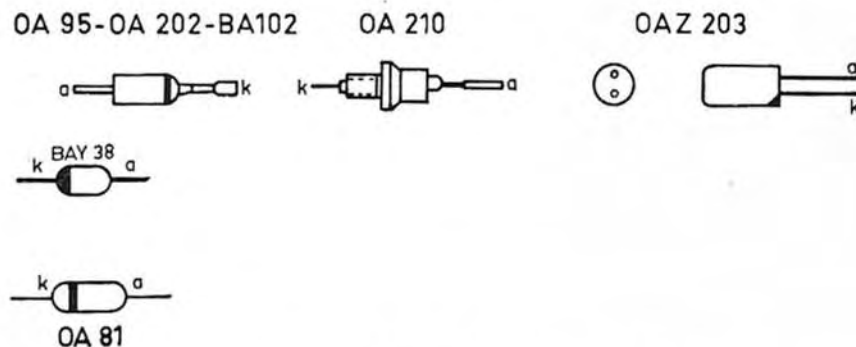


Fig. 6. Quelques types de diodes semi-conductrices

D. MESURES

La description suivante est limitée au maniement de l'appareil dans les diverses mesures. Pour la description technique des circuits de mesure, veuillez consulter la documentation de service, chapitre VIII.

Les transistors sont placés dans les pinces TS1 et TS2 qui leur sont réservées et ils sont mis en circuit à l'aide de la touche correspondante. Après chaque mesure, réenfoncer la touche pour la mettre hors circuit.

1. Essai de court-circuit SC

- SK5 en position "SC", SK1A en position "mA".
- SK3 en position "2 V" (gamme V_{CE} ; les autres gammes de tension ne peuvent être réglées).
- Avec R3, régler l'instrument indicateur M3 de façon qu'il donne la déviation totale (2 V).
- Enfoncer la touche TS1 ou TS2, selon les besoins. Si l'aiguille de l'instrument M3 indique une valeur en - de ça de 1 V, ceci pourra avoir les causes ci-après:

Courant de fuite très élevé, en cas de gros transistors par exemple. Court-circuit entre le collecteur et l'émetteur du transistor à essayer. Si l'on constate un court-circuit, aucune mesure ne doit plus être effectuée.

2. Courants résiduels I_{CEO} , I_{CBO} , I_{EBO}

En général, les transistors à diffusion et les transistors à alliage par diffusion présentent une faible tension maximale V_{EB} dans le sens d'arrêt. Pendant cet essai, il faut donc agir avec beaucoup de précaution.

Dans toutes les mesures de courant résiduel, il faut faire attention à la grande influence des variations de la température. La chaleur qui se dégage de la main et qui est transmise lors de la mise en place de petits transistors peut entraîner une augmentation de la température du cristal et par conséquent, des erreurs de mesure.

- a. SK5 en position I_{CEO} (I_{CBO} , I_{EBO}).
- b. Réglage dégrossi de la tension avec SK3, réglage fin avec R3.
- c. La gamme de mesure de l'instrument indicateur M1 est réglée avec SK1 (prérégler sur une gamme suffisamment large).
 1. SK1A, μA , mA = indication noire
Gammes 10 μA . . . 500 mA
 2. Si les courants résiduels sont inférieurs à 1 μA , il convient d'amener SK1A en position "nA μA " (indication bleue).
Gammes 10 nA . . . 1 μA .
A des tensions de mesure plus élevées, il est possible que l'instrument de mesure M1 accuse une déviation préliminaire.
Dans la gamme 10 μA , cette déviation préliminaire peut être réduite au minimum au moyen du potentiomètre "ZERO I_0 (10 nA)" qui est disposé à la face gauche de l'appareil.
- d. Enfoncer la touche TS1 ou TS2.

3. Impédance d'entrée de court-circuit h_{ie}

a. Choix du point de fonctionnement

1. SK5 en position " h_{ie} ".
2. SK1 en position "10 μA ", R1 à fond vers la gauche.
3. SK1A en position "mA".

4. SK3 et R3 permettent de régler la tension de collecteur V_{CE} entre 0 et 60 V. Indication par l'instrument M3.
5. Régler SK2 sur la gamme désirée de courants de collecteur (1 mA – 3 A). Indication par l'instrument M2.
6. Amener SK4 dans la position "CAL." (étalonnage); avec R221 régler l'instrument M1 sur 100, si besoin est. Ce potentiomètre se trouve à l'arrière de l'appareil et est noté "CAL. (100 %)".
7. Enfoncer la touche TS1 ou TS2.
8. Tourner R1 (réglage du courant de base) à droite de façon à obtenir le courant de collecteur désiré. Si cela est impossible, ramener R1 à gauche et régler SK1 sur la gamme plus élevée voisine. Passer à un nouveau réglage avec R1.

b. Mesure

Régler SK4 sur h_{ie} 30 k Ω . Si la valeur est en-deçà de 30 % de la déviation maximale, commuter sur la gamme voisine (10 k Ω). La lecture s'effectue sur la gamme marquée h_{ie} de M1.

Les mesures du paramètre h s'effectuent uniquement dans les gammes $I_B = 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 500 mA$.

<i>Gamme h_{ie}</i>	<i>Courant alternatif de base</i>	
30 k Ω	0,083 μA_{eff}	La charge maximale de courant alternatif est donnée par la formule de puissance $P = i_b^2 \cdot h_{ie}$
10 k Ω	0,25 μA_{eff}	
3 k Ω	0,83 μA_{eff}	
1 k Ω	2,50 μA_{eff}	
300 Ω	8,30 μA_{eff}	
100 Ω	25,00 μA_{eff}	

Aux extrémités de gamme correspond une tension alternative efficace de 2,5 mV environ. Pour atteindre la partie linéaire de la caractéristique les intensités du courant continu de base de transistors doivent être au moins 2 fois plus élevées que celles des courants alternatifs efficaces.

Pour mesurer le courant continu de base, il faut amener SK5 en position $I_C = f(I_B)$; l'intensité de ce courant est indiquée par l'instrument M1. Ici la gamme de mesure est réglée avec SK1 et l'intensité du courant de base, avec R1. Après contrôle, ramener SK5 en position h_{ie} .

4. Coefficient d'amplification h_{fe} du courant alternatif

a. Choix du point de fonctionnement

1. SK5 en position h_{fe}
2. Pour choisir le point de fonctionnement, procéder de la manière décrite au chapitre 3a (voir page 23).

b. Mesure

SK4 sur $h_{fe} = 1000$, pour des valeurs inférieures à 300, commuter sur la gamme voisine.

<i>Gamme h_{fe}</i>	<i>Courant alternatif de base</i>	<i>Courant continu minimal de base</i>
1000	0,025 μA_{eff}	0,5 μA
300	0,083 μA_{eff}	0,5 μA
100	0,25 μA_{eff}	1 μA
30	0,833 μA_{eff}	2 μA
10	2,5 μA_{eff}	5 μA

Le coefficient d'amplification h_{fe} se lit sur les deux échelles supérieures de M1.

5. Etablissement des caractéristiques statiques de $I_C = f(I_B)$ pour V_{CE} constant

Pour plus d'efficacité, l'établissement des caractéristiques statiques commence par des intensités de courant de base et des tensions de collecteur minimales, ces valeurs étant augmentées au cours de la mesure. Si l'on procède dans l'ordre inverse, on risque de surcharger le transistor à examiner.

- a. SK5 en position $I_C = f(I_B)$.
- b. Avec SK3 et R3, régler la tension entre le collecteur et l'émetteur. 0–60 V. Indication par M3.
- c. Avec SK2, choisir la gamme de courant de collecteur. Indication par M2.
- d. Avec SK1 et R1, choisir le courant de base, 0,1 μA – 500 mA. Indication par M1.
- e. Mettre le transistor en circuit.

6. Etablissement des caractéristiques statiques de $I_C = f(V_{BE})$ pour V_{CE} constant

Attention: Le courant de collecteur dépend de la tension base/émetteur. La caractéristique indiquant ce rapport est fortement non linéaire. Il

faut donc manoeuvrer le régulateur de tension R1 avec beaucoup de précaution, pour éviter la surcharge du transistor à examiner.

- a. Régler SK5 sur $I_C = f(V_{BE})$.
- b. Avec SK3 et R3, régler la tension entre le collecteur et l'émetteur entre 0 et 60 V. Indication par M3.
- c. La gamme de mesure du courant de collecteur est choisie avec SK2. Les intensités se lisent sur M2.
- d. Avec SK1, on peut choisir 3 gammes de 0–2 V pour la tension base/émetteur. La tension est réglée avec R1 et se lit sur M1.
- e. Mettre le transistor en circuit.

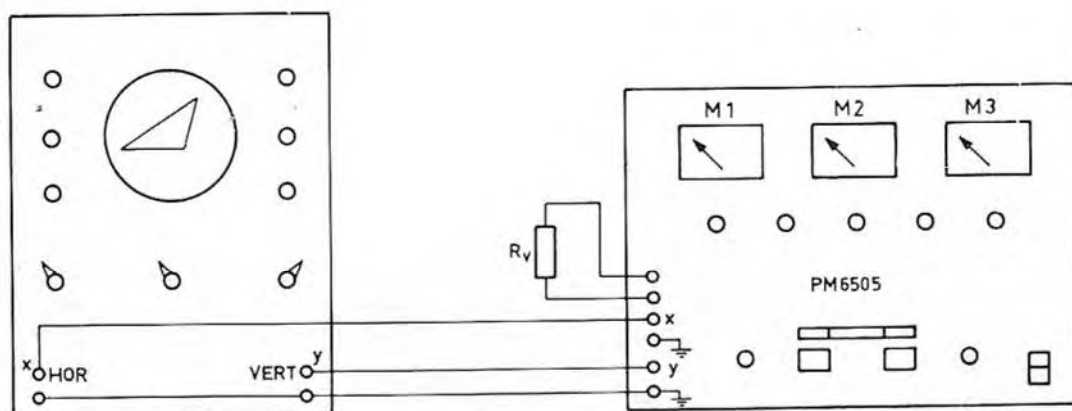
7. Mesure de la tension de coude V_{CEK}

- a. SK5 sur V_{CEK} .
- b. Avec SK3, on peut choisir la tension collecteur/émetteur dans 3 gammes de 0–2 V; cette tension est réglée avec R3. Les valeurs sont indiquées par M3.
- c. La gamme du courant de collecteur est choisie avec SK2. L'intensité se lit sur M2.
En cas de petites intensités du courant de collecteur (dans les gammes de 1 mA, 3 mA et 10 mA), il ne faut pas perdre de vue que l'instrument M2 mesure également l'intensité du courant du voltmètre M3.
- d. La gamme de courants de base est choisie préliminairement avec SK1 et réglée avec R1. Lecture sur M1.
- e. Mettre le transistor en circuit.

8. Mesures dynamiques et caractéristiques de disruption

- a. Avec SK5, on choisit les positions de commutation ci-après:
CE-D = caractéristique d'arrêt de la transition collecteur-émetteur.
CB-D = caractéristique d'arrêt de la diode collecteur/base.
EB-D = caractéristique d'arrêt de la diode émetteur/base.
La première lettre de la notation abrégée indique en même temps l'électrode qui se trouve le plus près de la connexion de terre.
- b. SK3 sert au choix de la gamme de tension de disruption V_D , réglable avec R2 dans les 3 gammes: 0–12 $\hat{V}$, 0–60 $\hat{V}$ et 0–300 $\hat{V}$. L'instrument M3 indique la valeur de crête de la tension dans le trajet à examiner.
- c. Pour mesurer la caractéristique de disruption, un oscilloscope cathodique approprié, l'oscilloscope PHILIPS GM 5601, GM 5606 ou

GM 5639 par exemple, est connecté aux douilles " $\frac{1}{\text{E}}$ ", "X" et "Y" de la manière montrée sur la fig. 7*.



E 1415

Fig. 7. Montage pour des mesures dynamiques et caractéristiques de disruption

Comme il existe toujours à la douille " $\frac{1}{\text{E}}$ " une tension de 200 V, il est recommandé de déclencher l'appareil avec l'interrupteur secteur SK9 avant de connecter la résistance de comparaison.

Les valeurs exigées pour la résistance de comparaison R_v sont données par le tableau ci-après.

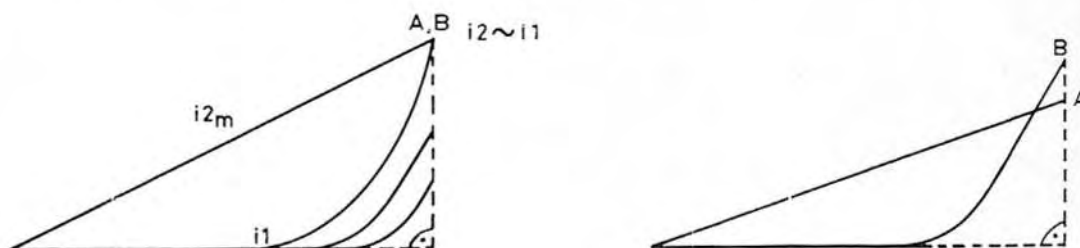
Courant résiduel maximal	Résistance de comparaison optimale	
1 mA	220 k Ω	0,5 W
2 mA	100 k Ω	0,5 W
5 mA	47 k Ω	0,5 W
10 mA	22 k Ω	0,5 W
20 mA	10 k Ω	1 W

Mesures

Lors de l'augmentation de la tension de diode, la tension de disruption est graduellement atteinte. La droite horizontale s'infléchit plus ou moins. Si l'on fait alors en sorte que les points terminaux, respectivement A et B, de la droite inclinée et de la ligne incurvée coïncident, la diode sera

* Il faut satisfaire aux conditions suivantes: Amplificateur X: sensibilité minimale 5 V/cm. Amplificateur Y: sensibilité minimale 100 mV/cm. Couplage direct.

traversée, à ce point, par un courant de crête qui correspond à la résistance de comparaison choisie (voir fig. 8).



E 1414

Fig. 8. Figure obtenue sur l'écran de l'oscilloscope lors de la mesure du courant de crête de la diode

Si l'on dispose d'un oscilloscope étalonné, les courants de crête pourront également être calculés à partir de la chute de tension se produisant dans la résistance de mesure R_{130} ($100\ \Omega$ (douilles de transistor "C", "E" et " $\frac{1}{3}$ ").

En cas de plus fortes intensités du courant résiduel, la chute de tension dans la résistance de mesure doit être déduite des valeurs indiquées par l'instrument M3.

La pente de la caractéristique de disruption ne correspond pas à la résistance différentielle réelle de la diode, car, pour mesurer cette résistance, il faudrait enregistrer tant l'intensité du courant traversant la diode que la chute de tension dans cette dernière. La méthode utilisée offre un avantage: La déviation de l'amplificateur horizontal reste constante de sorte que les setouches de réglage fréquentes sont superflues.

DOCUMENTATION DE SERVICE

Description du circuit

VII

A. SOURCE DE TENSION CONTINUE

Principe de la stabilisation (fig. 9)

La tension à l'enroulement S5A...E du transformateur est redressée par GR3...GR6 et filtrée par L1, C23 et C24 (V_1). Les tensions auxiliaires V_2 et V_3 sont prélevées sur un second enroulement. La tension V_1 est alors stabilisée et réglée au moyen d'un circuit de réglage, qui fonctionne comme suit:

Une partie de l'amplificateur différentiel constitué par TS3 et TS4 reçoit, comme signal d'entrée une tension de référence V_R , stabilisée par la diode Zener GR17.

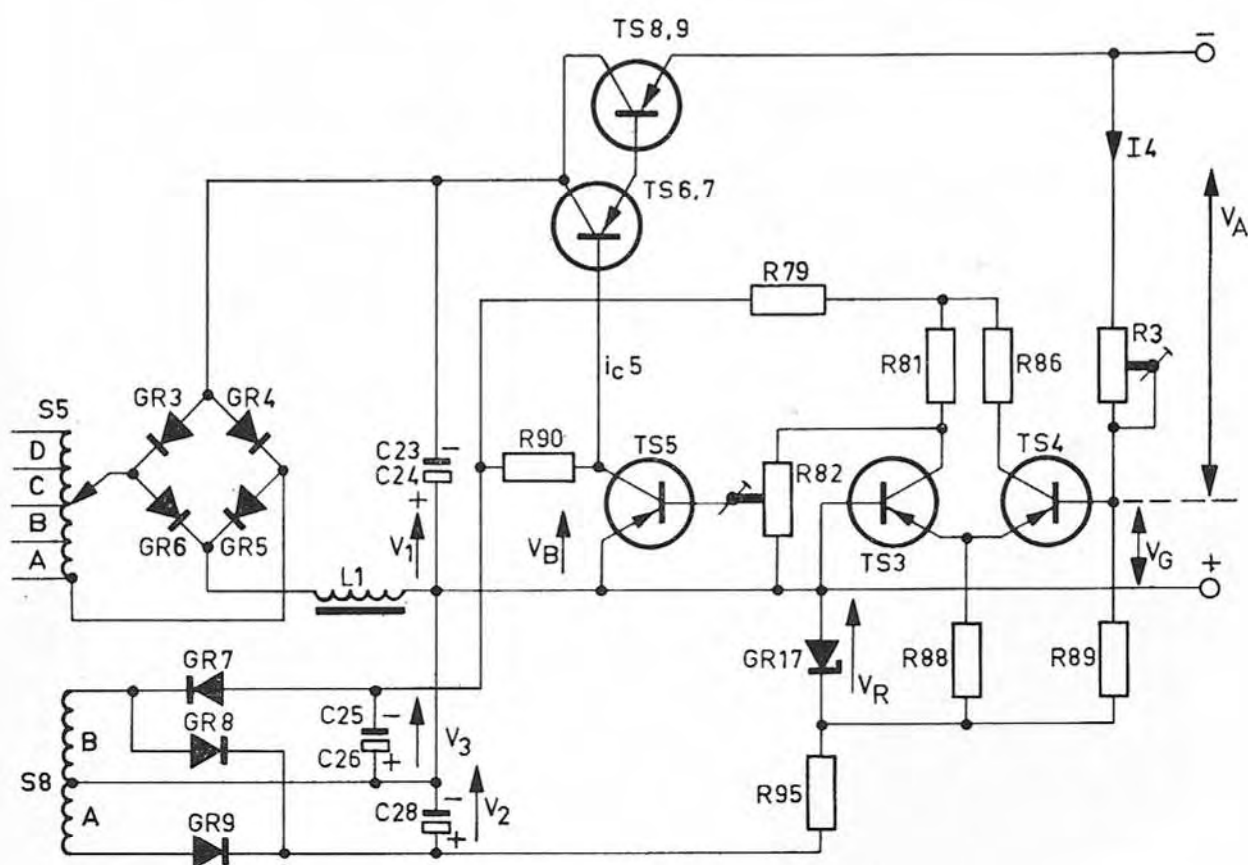


Fig. 9. Schéma de principe de la stabilisation

Les résistances R3 et R89 sont traversées par un courant qui correspond à la somme des tensions V_A et V_G . La différence des tensions V_R et V_G commande l'amplificateur différentiel.

Exemple. Lorsque le courant de TS4 devient plus intense, la tension aux bornes de R88 augmente légèrement de sorte que le courant collecteur/émetteur de TS3 diminue. De ce fait, le courant traversant R88 reste pratiquement constant, car la diminution de courant aux bornes de TS3 est déplacée vers TS4. Par suite de la diminution de courant aux bornes de TS3, la tension de collecteur ainsi que la tension aux bornes de R82 et celle à la base de TS5 augmentent. De ce fait, le courant collecteur/émetteur de ce transistor augmente de nouveau. La tension de base aux bornes de TS6 diminue et règle les transistors TS6 . . . TS9 de façon que la tension V_G soit égale à la tension de référence V_R . Le courant I_4 reste constant et la chute de tension dans R3 est proportionnelle à la tension de sortie V_A . On peut alors régler la tension de sortie en modifiant la résistance du potentiomètre R3. De cette façon, ce circuit compense automatiquement les variations de la charge et celles de la tension secteur alors que la tension de sortie peut être réglée en même temps.

Principe de la limitation de courant (fig. 10)

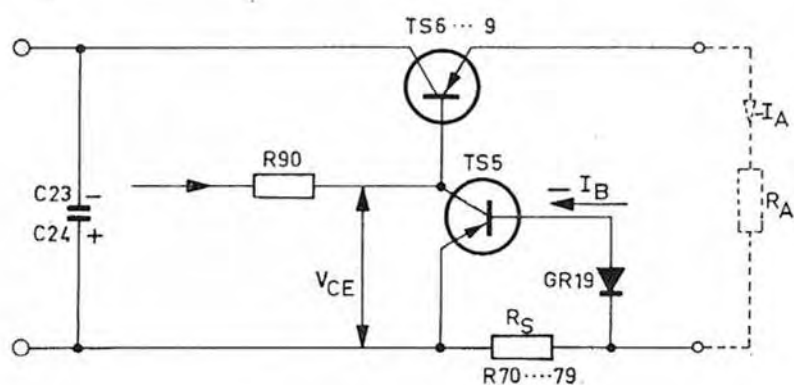


Fig. 10. Schéma de principe de la limitation de courant

Le courant de sortie I_A provoque une chute de tension dans la résistance de protection R_S . Lorsque l'intensité du courant de sortie dépasse une valeur déterminée, un courant plus intense est lancé dans la base du transistor TS5, à travers la diode GR19. La tension entre le collecteur et l'émetteur diminue, tout comme la tension de base de TS6. De ce fait, l'intensité I_A du courant de sortie est limitée à une valeur déterminée.

par l'intermédiaire des transistors TS6 ... TS9. (Se référer au tableau à la page 12.)

Pour obtenir la tension continue de 60 V, une tension constante est appliquée en série avec la tension variable V_A . Comme tension supplémentaire, on utilise la tension auxiliaire V_2 (Fig. 11) alors qu'un fusible automatique VL1 est prévu pour empêcher la surcharge.

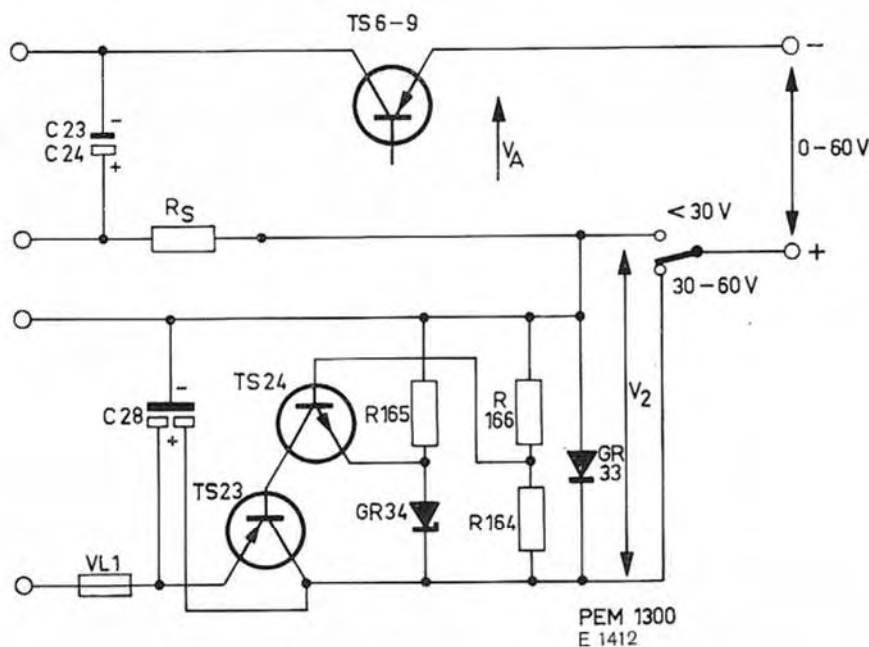


Fig. 11. Schéma de la tension continue 30 ... 60 V

La diode Zener GR34 stabilise la tension émettrice de TS24. Le diviseur de tension R164/R166 fournit la tension de base pour TS24.

Si la tension de sortie change par suite de variations de charge, la tension différentielle résultant à GR34 et à R164 commande TS24 qui rétouche à son tour TS23.

La diode GR33 protège le condensateur C28 contre la tension opposée à travers V_A en cas de court-circuits externes.

B. SOURCE DE COURANT DE BASE ET DE TENSION DE BASE

Principe de la stabilisation de courant (fig. 12)

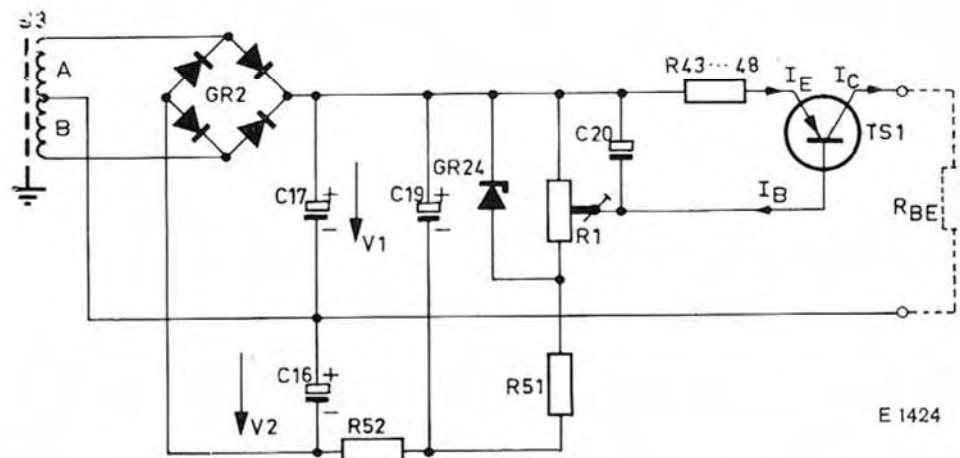


Fig. 12. Schéma de principe de la stabilisation de courant

Le redresseur GR2 fournit à C17 et à C16 des tensions V_1 et V_2 . Ces tensions servent à engendrer, par l'intermédiaire du filtre d'uniformisation R52, C19, R51, une tension stabilisée au moyen de la diode Zener GR24. La tension partielle aux bornes du potentiomètre R1 est convertie par TS1 en un courant I_E aux bornes de la résistance d'émetteur R43...48 (alimentation par la tension V_1). Dès que le courant d'émetteur I_E est pratiquement égal au courant de collecteur I_C , une variation de la résistance externe R_{BE} provoque une variation négligeable du courant de collecteur I_C (la réaction de la tension de collecteur sur la base étant négligeable). Dans la méthode de commutation utilisée, la résistance interne du générateur de courant est de beaucoup plus élevée. La commutation des résistances R43 à R46 donne les étages de courant de 10 μA , 100 μA , 1 mA et 10 mA. Pour les gammes de 100 mA et de 500 mA, on utilise les résistances R47 et R49, alors que les transistors TS1 et TS2 constituent un circuit de Darlington (fig. 13).

Les résistances R48 et R50 portent la base du transistor TS2 à un potentiel défini. En cas de commutation extérieure erronée (court-circuit

des connexions entre la base et le collecteur), la diode GR15 empêche la détérioration de la source de courant, en bloquant les réactions de tension positives. Grâce à l'insertion de la résistance R63 dans le circuit de collecteur, la source de courant de base devient une source de tension de base. Ce genre de commutation augmente la résistance interne de la source de tension. Cette résistance exerce une grande influence, tout particulièrement au cas d'une forte non-linéarité de la diode base/émetteur.

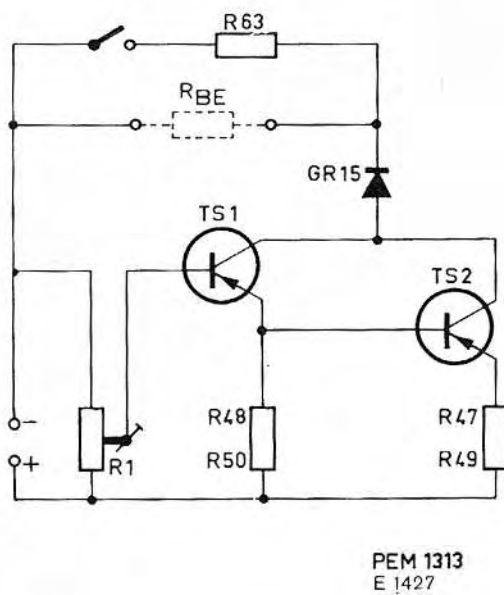


Fig. 13. Circuit de Darlington

C. SOURCE DE TENSION DEMI-ONDE

Pour déterminer la caractéristique de disruption, on dispose de deux tensions demi-onde v_1 et v_2 ainsi que d'une tension sinusoïdale redressée v_3 . La tension v_1 est fournie par l'enroulement S4 et la diode GR25; le circuit en question est protégé par VL3. La tension v_2 est déphasée de 180° par rapport à la tension v_1 ; elle est fournie par l'enroulement S2 et la diode GR10. La protection est assurée par VL5. La tension sinusoïdale redressée v_3 se produit aux enroulements de transformateur S8A-B et aux diodes GR8 . . . GR9, le circuit est protégé par VL1 (fig. 14).

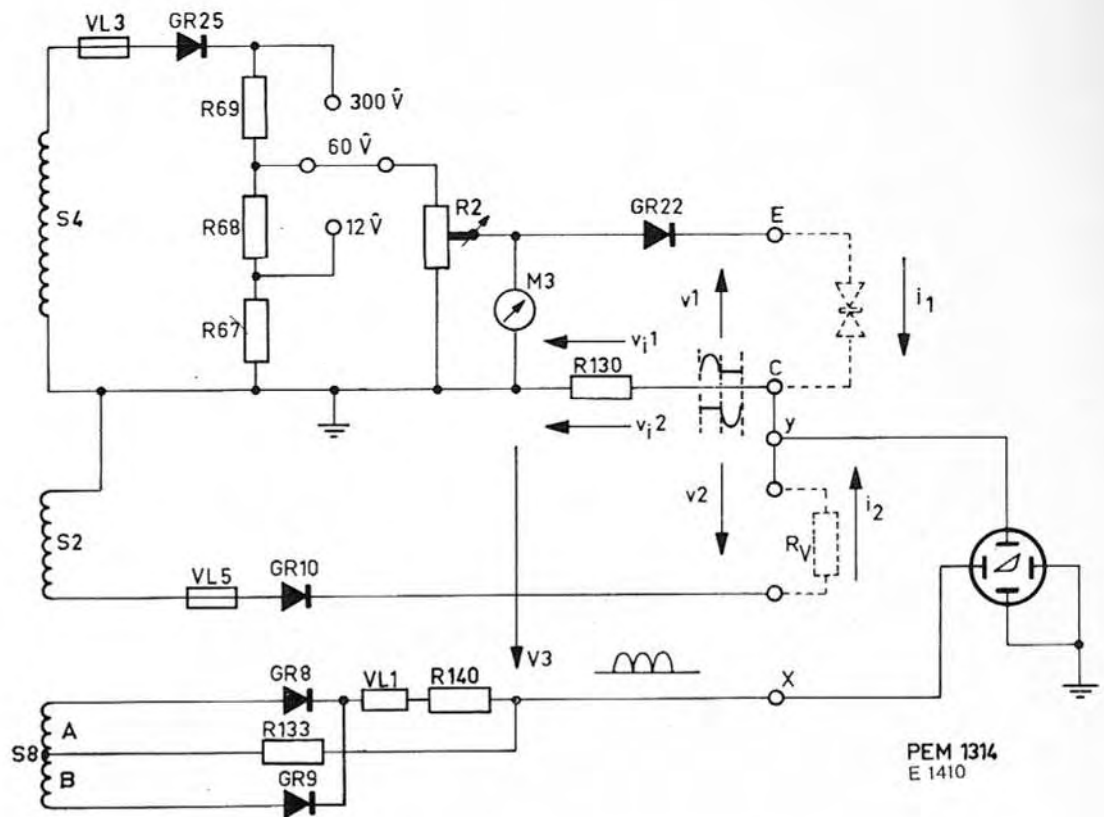


Fig. 14. Schéma de la source de tension demi-onde

La tension v_1 provoque, dans le transistor à examiner un courant i_1 , qui dépend du trajet.

La tension v_2 , déphasée de 180° , entraîne un courant i_2 aux bornes de la résistance de comparaison.

Ces courants provoquent dans la résistance de mesure R130 les chutes de tension v_{i1} et v_{i2} . La diode GR22 empêche que le transistor à examiner ne soit traversé par un courant lorsqu'une chute de tension v_{i2} se produit dans la résistance R130 (R2 étant tourné à fond vers la gauche). L'obtention de l'image sur l'écran a été décrite au chapitre H.

D. AMPLIFICATEUR ET OSCILLATEUR

1. Amplificateur

Le voltmètre électronique se compose d'un amplificateur sélectif et de l'étage final de celui-ci pour l'instrument indicateur (fig. 15).

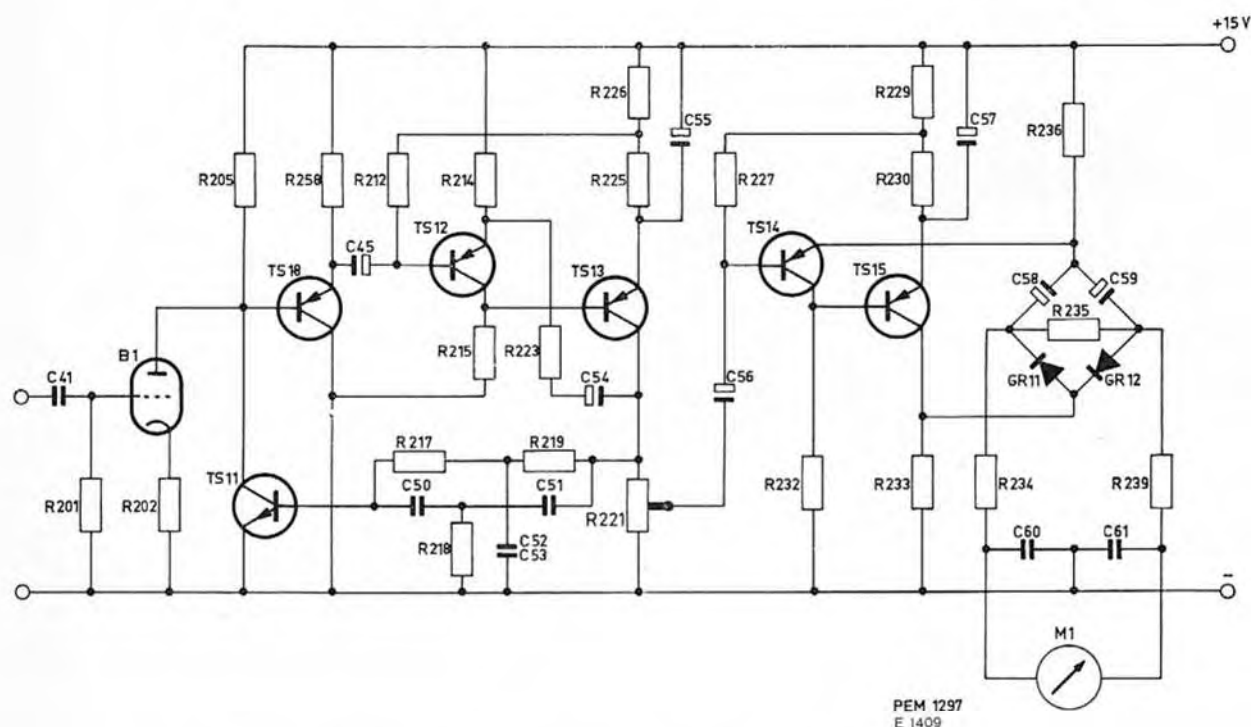


Fig. 15. Schéma de principe de l'amplificateur

L'amplificateur sélectif fonctionne comme suit :

Le signal d'entrée est adapté par le transformateur d'impédance B1 et TS18 pour commander l'amplificateur à deux étages en montage de contre-réaction TS12 et TS13. A la sortie de l'amplificateur est raccordé un réseau en double T. Cette combinaison de montage laisse passer toutes les fréquences à l'exception de la fréquence de résonance :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R.C.}, \text{ où } R \text{ et } C \text{ représentent les membres longitudinaux,}$$

c'est-à-dire R217, R219, C50 et C51 et $\frac{R}{2}$ et 2C les

membres transversaux, c'est-à-dire R218, C52 et C53.

Le montage du réseau "en double T" couplé à contre-réaction, assure qu'à l'exception de la fréquence de résonance toutes les autres fréquences sont fortement couplées à contre-réaction. Par conséquent la seule fréquence fondamentale f_0 est amplifiée, tandis que les autres fréquences sont supprimées.

Le signal de sortie de TS13 s'amène à l'étage final en passant par R221 et C56. Dans la branche de contre-réaction de cet amplificateur à deux étages se trouve le pont redresseur constitué par les diodes GR11, GR12 et les condensateurs C58 et C59. Par la résistance, dépendant de la tension des diodes, la contre-réaction est modifiée de manière que le courant traversant l'instrument M1 est proportionnel à la tension d'entrée.

2. Oscillateur (fig. 16)

Une tension V_1 prélevée du circuit oscillateur S2/C69 alimente un pont formé avec le conducteur à froid B2, S1 A-B et R248. Aux points 5 et 7 du pont se crée une tension qui est amplifiée par les transistors TS17 et TS16 et qui est ramenée au circuit oscillateur. L'effet de réglage du pont est de telle sorte qu'une diminution de la tension V_1 provoque une diminution de la résistance du conducteur à froid.

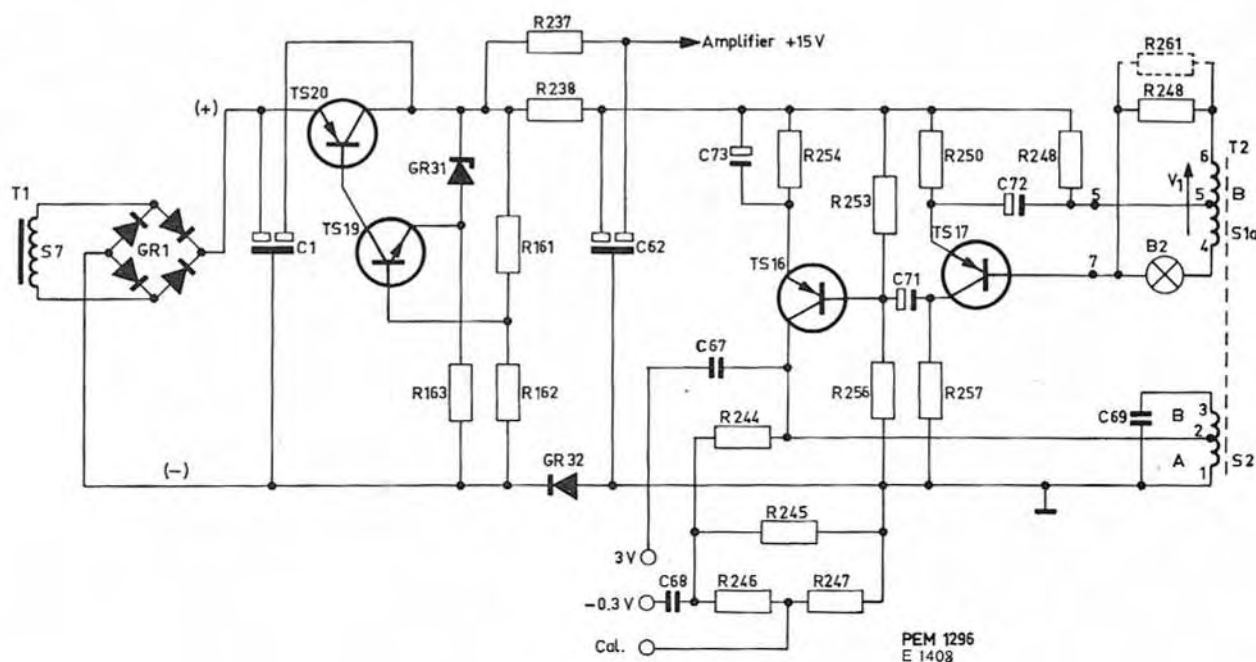


Fig. 16. Schéma de principe de l'oscillateur

De ce fait, la tension diagonale aux points 5 et 7 augmente. Amplifiée par le transistor, elle provoque une amplitude oscillatrice plus grande du circuit oscillateur, de sorte que la tension V_1 monte de nouveau. La stabilisation d'amplitude qui en résulte assure une tension oscillatrice constante aux enroulements S2A et B. L'on a choisi une fréquence de 1 kHz pour la tension oscillatrice de sorte qu'il est même encore possible de mesurer des transistors à puissance élevée dans la partie qui dépend de la fréquence, tandis que la distance à la fréquence secteur est encore suffisamment grande.

3. Alimentation (fig. 16)

L'alimentation pour l'amplificateur et l'oscillateur est fournie par une source d'alimentation stabilisée. Cette source d'alimentation se compose essentiellement de GR1, C1, TS19 et TS20, GR31 de même que du diviseur de tension R161/R162. Les principes de commutation et de fonctionnement sont exactement les mêmes que ceux pour la source de tension continue pour la gamme de 30–60 V V_{CE} , V_{CB} , V_{EB} . Le découplage de l'amplificateur et de l'oscillateur est assuré par deux filtres C62, R237 et R238. La tension auxiliaire pour le point 0 des gammes de courants résiduels 10 nA – 1 μ A est fournie par la diode GR32.

4. nA-mètre électronique (fig. 17)

Le nA-mètre électronique incorporé pour la mesure de très petits courants résiduels est basé sur deux transistors qui constituent un "Chopper" (vibreur). Celui-ci assure que le signal d'entrée est transformé en une tension alternative qui s'amène alors via C41 à la grille de commande de B1 et qui est ensuite amplifiée par l'amplificateur sélectif pour être indiqué après par l'instrument indicateur M1. Le nA-mètre est mis en circuit par le relais RE1, qui à son tour est mis en circuit et verrouillé par les organes de commande SK1, SK1A et SK5.

Mode de fonctionnement du transistor vibreur (fig. 18)

L'oscillateur alimente, par l'intermédiaire du transformateur T2, la diode base-collecteur des transistors TS21 et TS22 montées en équilibre. Par conséquent un transistor est conducteur et l'autre bloqué d'après la fréquence oscillatrice.

Ainsi la polarité de la tension d'entrée est inversée au même rythme de sorte qu'un signal de courant alternatif prend naissance qui s'achemine vers la grille de commande de B1 et qui est amplifié.

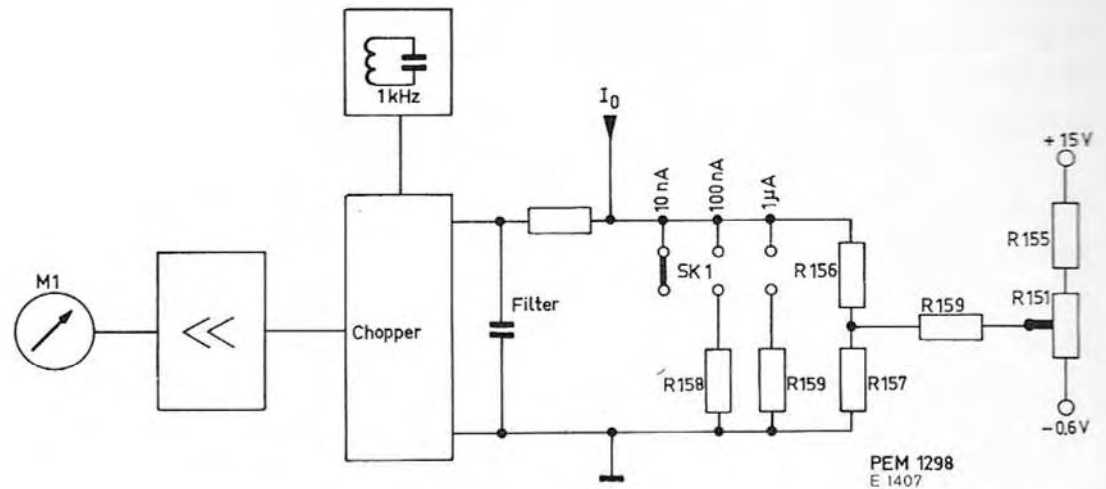


Fig. 17. Schéma de principe du nA-mètre électronique

Les trimmers C74 et C75 permettent d'ajuster à un minimum le point zéro de l'instrument M1 dans la gamme de 100 nA et potentiomètre de réglage R151 dans la gamme de 10 nA. Le potentiomètre de réglage R151 permet aussi de ramener à une déviation minimale les influences éventuelles provoquées par les courants d'isolement à des tensions de service élevées, qui provoquent une déviation préliminaire dans la gamme de 10 nA.

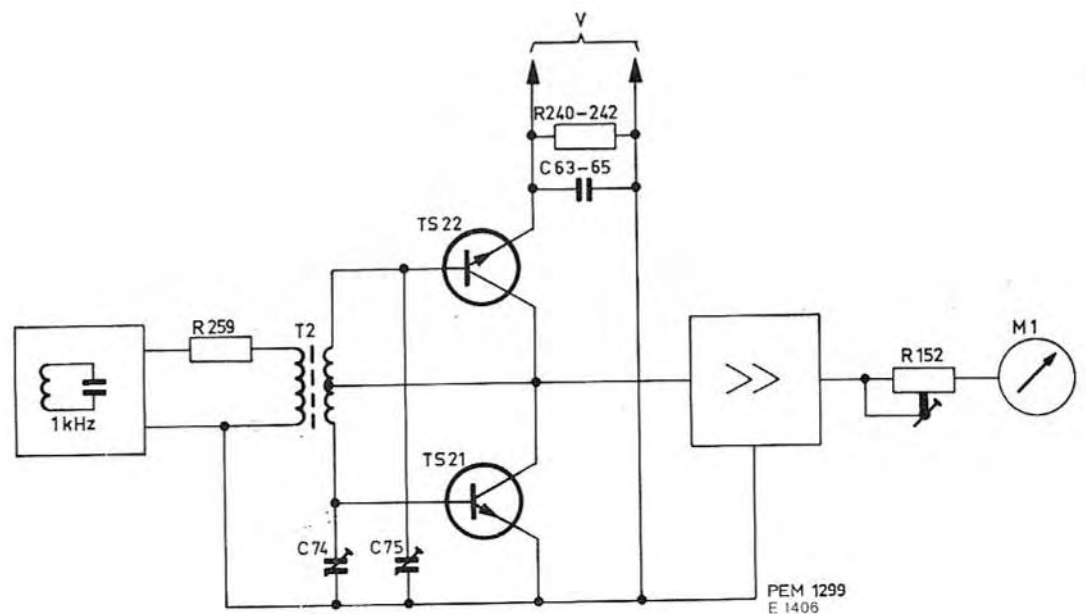


Fig. 18. Schéma de principe du "chopper"

Description des circuits de mesure

VIII

A. ESSAI DE COURT-CIRCUIT SC (fig. 19)

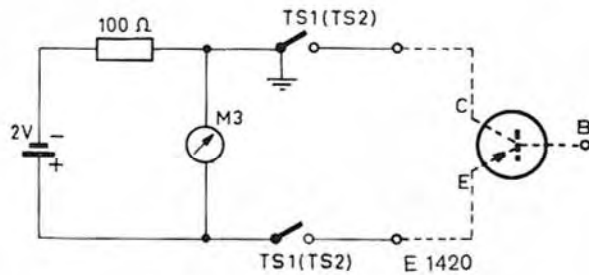


Fig. 19. Schéma pour l'essai de court-circuit SC

La tension étant réglée sur la valeur maximale de l'instrument de mesure M3, le transistor à examiner est mis en circuit au moyen de la touche TS1 ou TS2. Si ce transistor présente un court-circuit, la tension aux bornes de l'instrument M3 baisse brusquement.

Entre les valeurs extrêmes de l'échelle de M3 (déviations totale et déviation nulle) sont situées toutes les résistances comprises entre l'infini et zéro. A une résistance de $100\ \Omega$, l'aiguille indique une tension de 1 V.

B. MESURE DES COURANTS RESIDUELS I_{CEO} , I_{CBO} , I_{EBO} (fig. 20a)

a. Mesure directe

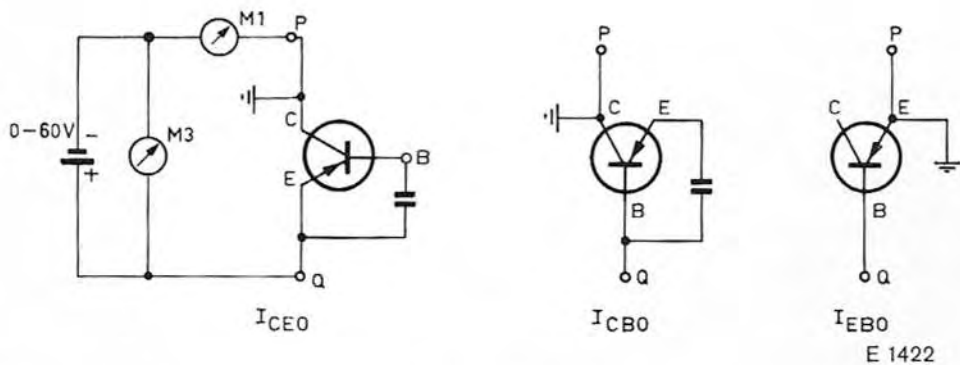
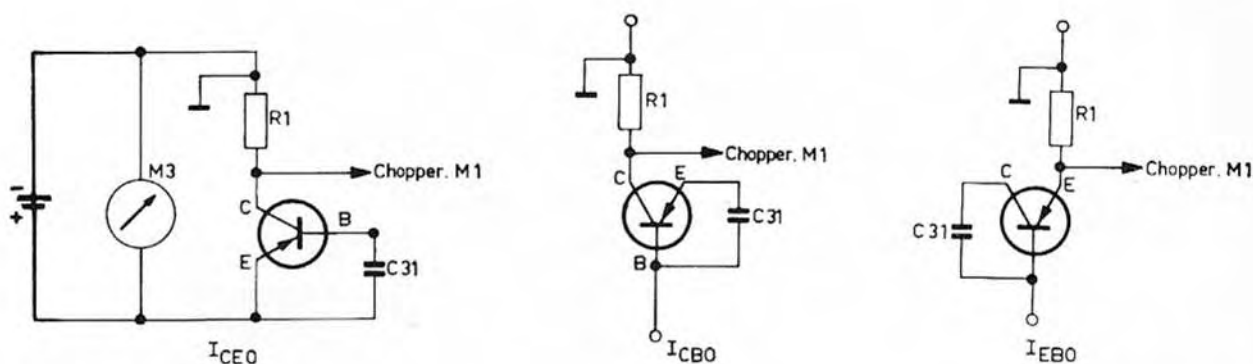


Fig. 20a. Schéma pour la mesure directe des courants résiduels

Le courant résiduel se lit sur M1 et la tension continue à la diode, sur M3.

b. Mesure avec le nA-mètre électronique (fig. 20b)

La commutation sur le nA-mètre électronique s'effectue par excitation du commutateur SK1A dans les gammes 10 nA, 100 nA et 1 μ A. La résistance de mesure R_I est alors connectée en série avec l'électrode mise à la terre. La chute de tension à R_I est de 7 mV environ pour la pleine déviation. Le condensateur C31 ou C32 connecté entre B et C empêche un entremêlage capacitif sur l'électrode libre.



E 1397 PEM 1336

Fig. 20b. Schéma pour la mesure des courants résiduels avec le nA-mètre électronique

C. IMPEDANCE D'ENTREE DE COURT-CIRCUIT h_{ie} (fig. 21)

Un courant constant i_b est envoyé dans la base du transistor qui est court-circuité en régime. La tension alternative v_{be} qui se produit entre la base et l'émetteur, est une mesure de la résistance différentielle h_{ie} entre la base et l'émetteur. Une position "Calibration" permet d'étalonner l'oscillateur et l'amplificateur au moyen du potentiomètre R221. Ce potentiomètre se trouve à l'arrière de l'appareil et est désigné "CAL. (100%)".

D. GAIN DE COURANT ALTERNATIF h_{fe}

Pour mesurer le gain h_{fe} en courant alternatif, un courant alternatif constant i_b est envoyé dans la base du transistor à examiner. Le courant alternatif, amplifié par ce dernier, circulera dans le circuit de collecteur. Le transformateur de courant T3 convertit le courant i_c en i_c' . La tension qui se produit aux bornes de R64 est mesurée à l'aide de l'amplificateur et indiquée par l'instrument M1. L'étalonnage de l'amplificateur de mesure s'effectue de la manière décrite au point C. Dans ce circuit, l'émetteur est connecté à la borne de masse.

E. ETABLISSEMENT DE LA CARACTERISTIQUE DE $I_C = f(I_B)$ (fig. 23)

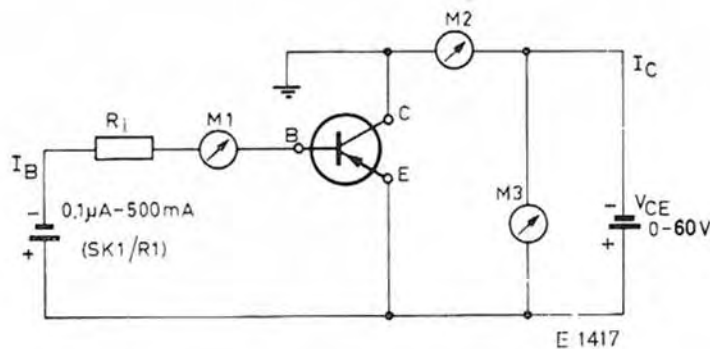


Fig. 23. Schéma pour l'établissement de la caractéristique de $I_C = f(I_B)$

Dans ce circuit, la connexion de collecteur est mise à la masse. Dans l'établissement des caractéristiques statiques, l'instrument M1 mesure le courant de base I_B , l'instrument M2 mesure le courant de collecteur I_C et l'instrument M3, la tension entre le collecteur et l'émetteur.

Le courant de collecteur I_C est donc mesuré en fonction du courant de base I_B , pour une tension entre le collecteur et l'émetteur V_{CE} constante. La fig. 24 donne, à titre d'exemple, les caractéristiques d'un transistor du type OC 72, l'influence de $I_C = f(I_B)$ étant représentée sur le quadrant supérieur.

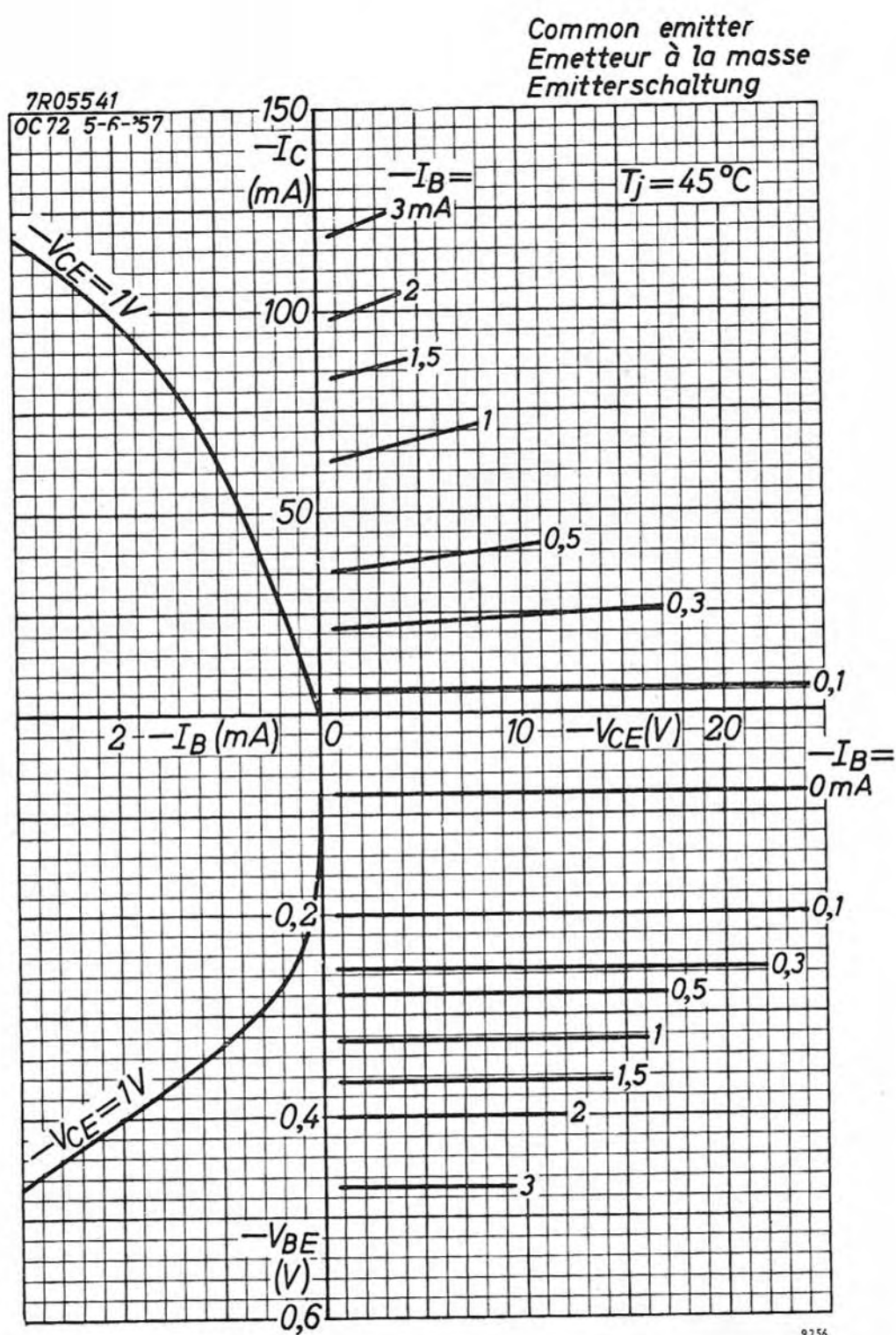


Fig. 24. Caractéristiques d'un transistor OC 72

F. ETABLISSEMENT DES CARACTERISTIQUES $I_C = f(V_{BE})$ (fig. 25)

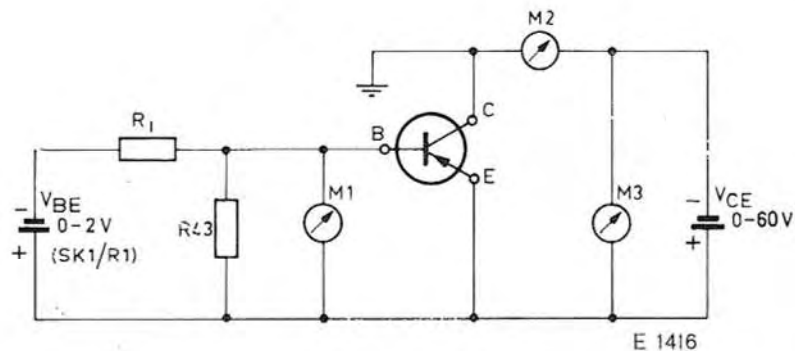


Fig. 25. Schéma pour l'établissement de la caractéristique $I_C = f(V_{BE})$

Pour cette mesure, le collecteur est mis à la masse. Pour l'établissement des caractéristiques $I_C = f(V_{BE})$, le courant de collecteur I_C est mesuré en fonction de la tension V_{BE} existant entre la base et l'émetteur (V_{CE} étant constant). L'instrument M1 indique la tension entre la base et l'émetteur; les deux autres instruments assument la même fonction que pour $I_C = f(I_B)$.

G. MESURE DE LA TENSION DE COUDE V_{CEK} (fig. 26)

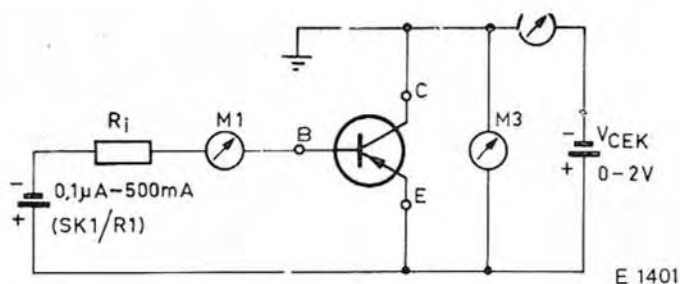


Fig. 26. Schéma pour la mesure de la tension de coude V_{CEK}

Pour cette mesure, le collecteur est mis à la masse. La tension de coude est mesurée avec M3, le courant de base est indiqué par M1 et le courant de collecteur par M2. La fig. 27 donne la caractéristique de tension de coude d'un transistor du type OC 76.

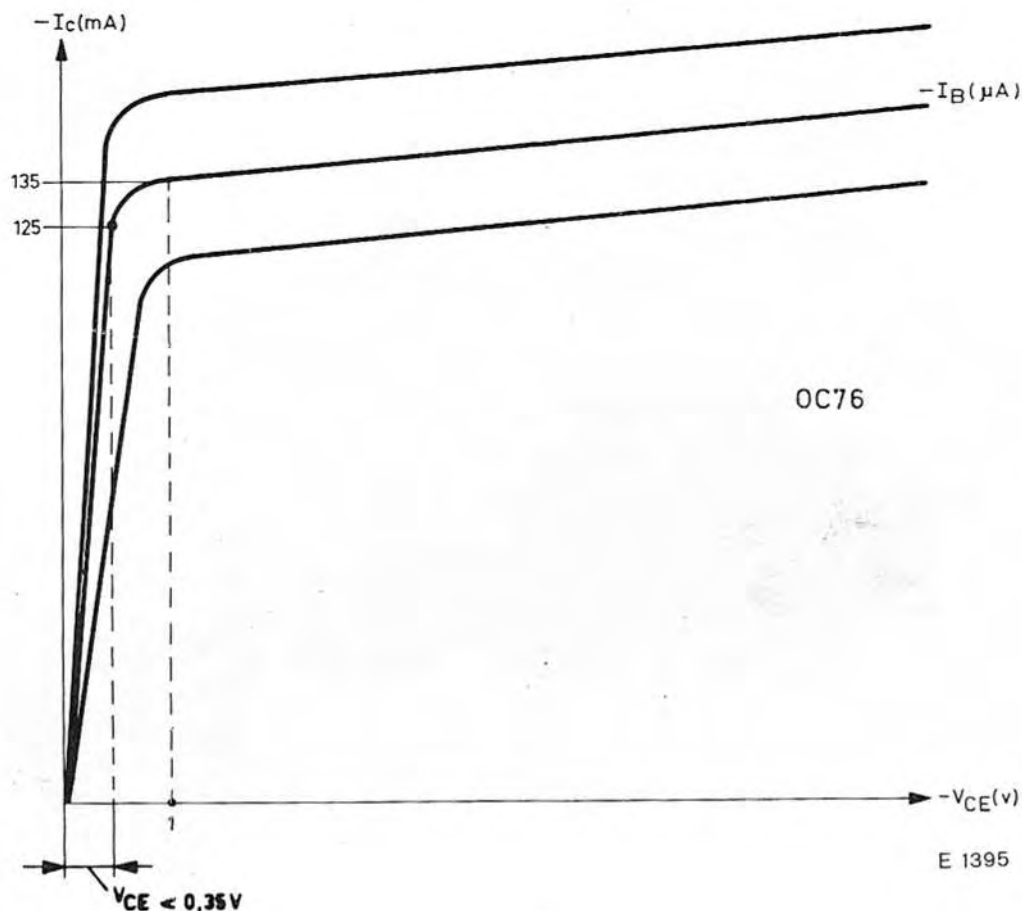


Fig. 27. Caractéristique de tension de coude d'un transistor OC 76

La détermination de la tension de coude dépend toujours d'un courant de collecteur déterminé, à choisir selon le point de fonctionnement, car la tension au coude de chaque caractéristique est différente.

Définition de la mesure:

I_C est choisi selon le transistor à examiner, pour $V_{CE} = 1 \text{ V}$. I_B reste constant. I_C est réduit de 10%, alors que V_{CE} est diminué. La tension pour laquelle $I_C \sim 90\%$ correspond à V_{CEK} .

Définition ultérieure de la tension de coude:

Ajuster un courant de base déterminé, de par exemple 1 mA.

Maintenant V_{CEK} est augmenté à partir de zéro, jusqu'à ce que $I_C = 40 \text{ mA}$ par exemple; lire maintenant la tension V_{CEK} .

H. ETABLISSEMENT DES CARACTERISTIQUES DE DISRUPTION (CE-D CB-D, EB-D)

Pour connecter le PM 6505A à un oscilloscope cathodique, nous nous référons au mode d'emploi (fig. 7). La caractéristique de disruption d'une transition semi-conductrice est représentée, de la manière décrite ci-après, sur l'écran d'un oscilloscope cathodique (schéma de montage, fig. 14). La tension de disruption v_1 provoque, en combinaison avec la tension demi-onde v_{i2} déphasée de 180° , des chutes de tension dans la résistance de mesure R_{130} . La courbe qui résulte des deux tensions v_{i1} et v_{i2} (fig. 28) détermine la déviation verticale (Y) de l'oscilloscope. La déviation horizontale (X) est provoquée par la demi-onde sinusoïdale redressée.

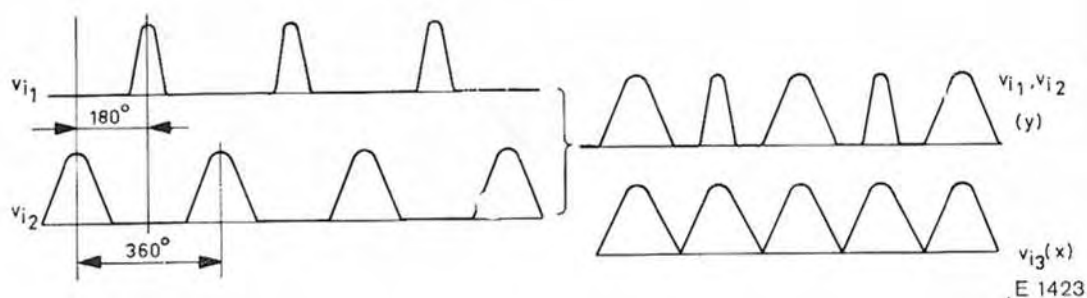


Fig. 28. Tensions de déviations verticale et horizontale pour l'établissement des caractéristiques de disruption

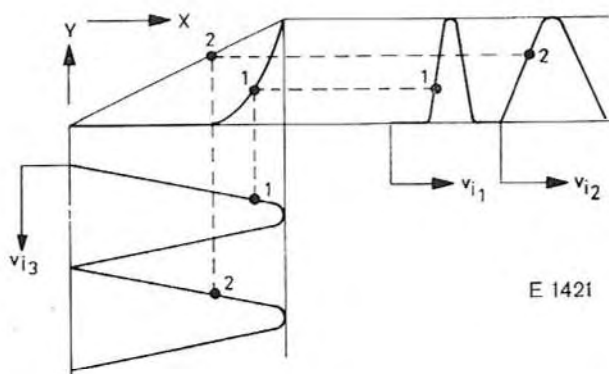


Fig. 29. Image obtenue sur l'oscilloscope

La fig. 29 représente la production de l'image sur l'écran de l'oscilloscope. Evidemment, la forme de la courbe diffère selon le transistor examiné. La tension de crête est mesurée avec l'instrument M3, qui mesure la valeur moyenne arithmétique de la tension v_{i3} , mais indique la valeur de crête d'une demi-onde sinusoïdale. Si la courbe s'écarte de la forme sinusoïdale, il se produira des erreurs de mesure dont il faut tenir compte en cas de courants de crête intenses.

Connexion du transistor à examiner (fig. 30)

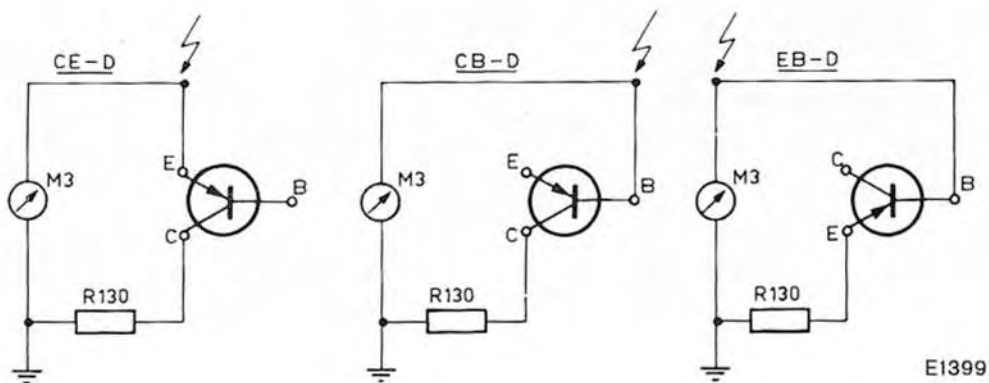


Fig. 30. Schéma pour la connexion du transistor à examiner

La première lettre de l'abréviation indique l'électrode mise à la masse par l'intermédiaire de R130.

On en tiendra compte avant de toucher le transistor à examiner.

Attention: "Danger à 300 V!"

Entretien et service

IX

A. OUVERTURE DU COFFRET

Le coffret se compose de 5 plaques, qui peuvent être enlevées séparément.

1. Plaque arrière (fig. 3)

Page 15

Desserrer les 7 vis marquées "A", après quoi on peut enlever la plaque arrière.

2. Plaques latérales, de dessus et de fond

- Desserrer les 2 ou 3 vis "B" appartenant à chaque plaque (fig. 3).
- Faire glisser la plaque vers l'avant et l'enlever par l'arrière du cadre. Pour plus d'efficacité, ne pas desserrer les vis "B" immédiatement à fond, pour pouvoir glisser la plaque vers l'avant en appuyant sur le tournevis. Après avoir sorti les vis, enlever la plaque. Pour enlever la plaque de dessus, il faut en outre défaire la poignée.

B. REMPLACEMENT DES FUSIBLES (fig. 3)

Les porte-fusibles pour VL4 et VL5, ainsi que les sécurités automatiques VL1, VL2 et VL3 se trouvent à l'arrière de l'appareil. Voici les intensités de courant valables pour ces fusibles:

<i>Tension secteur</i>	<i>VL1</i>	<i>VL2</i>	<i>VL3</i>	<i>VL4</i>	<i>VL5</i>
200-245 V	500 mA	80 mA	80 mA	500 mA	500 mA
110-145 V	500 mA	80 mA	80 mA	1 A	1 A

Le fusible VL6 se trouve sur le transformateur d'alimentation (fig. 36).

C. ENLEVEMENT DES BOUTONS (fig. 31)

- Enlever le capot "A".
- Desserrer de quelques tours la vis (ou l'écrou) "B"
- Tapoter légèrement sur la vis; le cône de serrage et le bouton se dégageront alors et peuvent être retirés de l'axe.

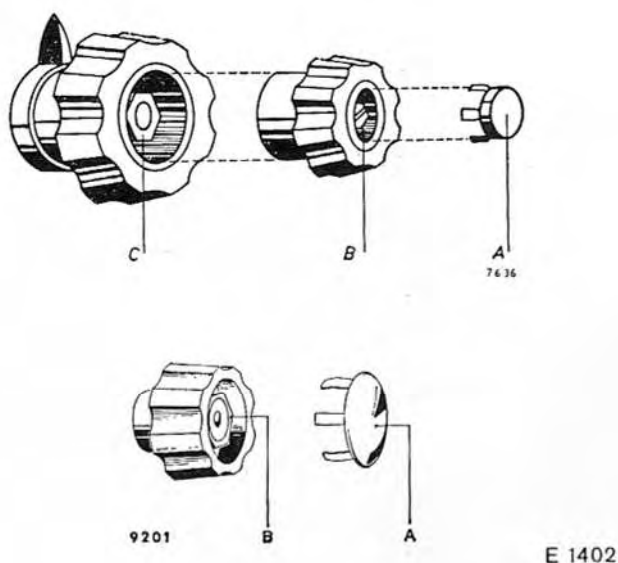


Fig. 31. Démontage des boutons

D. ENLEVEMENT DU PANNEAU AVANT

Pour des réparations et pour le remplacement des commutateurs, des pinces de mesure ou du panneau avant, on pourra enlever ce dernier de la façon ci-après :

1. Enlever les plaques latérales, de fond et de dessus, de la manière décrite au chapitre III.A.
2. Enlever les boutons de commande seulement après avoir repéré les positions des boutons à flèche pour que ceux-ci puissent être remontés dans leur position initiale.
3. Dessouder les liaisons des instruments de mesure.
4. Enlever les 8 vis "D" (fig. 36) placées aux angles du cadre.
5. Sortir vers l'avant l'ensemble du cadre et du panneau avant.

E. NETTOYAGE DU COFFRET

Si les plaques plastifiées du coffret se sont encrassées, les nettoyer à l'eau et au savon. (L'enlèvement des plaques a été décrit au chapitre IX.A.)

F. ENTRETIEN DES PIÈCES MÉCANIQUES

La manière d'accéder à l'appareil a été décrite au chapitre IX. Du point de vue mécanique, l'appareil demande peu d'entretien, car il ne comprend pas de pièces mécaniques qui soient sujettes à une usure.

S'il arrive que les arrêts des commutateurs provoquent un frottement anormal, les enduire de graisse graphitée. Lubrifier les paliers d'axe avec une huile liquide (par exemple de l'huile pour machines à coudre). Lorsque, par suite d'impuretés ou de corrosion, les galettes n'assurent plus un contact parfait, les nettoyer dans la mesure du possible et les traiter à la graisse spéciale pour commutateurs (se référer à la nomenclature mécanique). Cette graisse a des propriétés nettoyantes et lubrifiantes. Après le traitement, tourner le commutateur plusieurs fois dans toutes les positions.

G. REMPLACEMENT DES PIÈCES

1. Remplacement de la sécurité thermique

La sécurité thermique VL6 (fig. 36) est montée sur le transformateur de secteur; on peut facilement y accéder après avoir enlevé la plaque de recouvrement.

Dès que la température de ce transformateur dépasse 125 °C le fusible fond de sorte que la tension d'alimentation est coupée. Avant de monter un nouveau fusible, chercher la cause de la surcharge du transformateur et y remédier.

Pour le remplacement, on n'utilisera que de nouveaux fusibles. Le soudage de fusibles défectueux est dangereux et ne peut être admis.

2. Enlèvement des instruments de mesure à cadre mobile

On peut sortir les instruments de mesure à cadre mobile sans enlever le panneau avant.

Les plaques doivent être enlevées de la manière décrite au chapitre IX.A. Pour rabattre le cadre arrière avec plaque de serrage, enlever les 4 vis "E" (fig. 34). Ceci n'est cependant pas indispensable: on peut tout aussi bien desserrer les jeux de 3 vis de fixation "F" (fig. 36) à l'aide d'un court tournevis et d'une clé fourchue de 6 mm.

Après avoir dessoudé les liaisons, on peut sortir les instruments. Pour plus d'efficacité, le réglage électrique des instruments de mesure s'effectuera hors de l'appareil, au cas où ceci serait indispensable. Toutefois il convient de signaler que l'instrument doit alors être monté dans un bidon

de fer ayant les mêmes dimensions que la baie dans le châssis de montage de l'appareil (en raison du shuntage magnétique).

Les intensités et les résistances ont les valeurs suivantes :

M1	10 μA	7500 Ω	classe 1,5
M2	500 μA	150 Ω	classe 1,5
M3	100 μA	1400 Ω	classe 1,5

Le contrôle des intensités et des tensions dans les diverses gammes de mesure s'effectue le plus facilement aux douilles de mesure des transistors, voir chapitre X, "Contrôle du fonctionnement et des gammes de mesure".

3. Remplacement des galettes de commutateur

Pour remplacer les galettes de commutateur, ouvrir le coffret et rabattre les plaques (fig. 36 et chapitre IX). Il sera utile de repérer les connexions des galettes ainsi que les fils d'alimentation, avant le démontage, au moyen de bandes à numéro de repérage par exemple. On évite ainsi des connexions erronées lors du remontage.

Commutateurs SK3 et SK5

Les ensembles commutateurs SK3 et SK5 se composent de 8 respectivement 14 plaquettes à câblage imprimé sur lesquelles les contacts de commutateur sont rivetés et soudés aux pistes conductrices. Ce mode d'exécution offre les avantages d'une disposition plus claire, d'un câblage plus favorable, d'une possibilité d'extension relativement simple des galettes de commutateur et partant des conditions plus favorables pour les travaux d'entretien.

Pour le remplacement des galettes de commutateur il convient de procéder comme suit :

Dessouder les connexions latérales des galettes à démonter. Afin que l'axe de commutateur puisse être retiré en arrière, la vis de fixation de l'axe peut être sortie près de l'arrêt. Après que les tiges filetées "G" ont été dévissées et retirées en arrière à l'inclusion de l'axe de commutateur, la plaquette à galettes dessoudée peut être sortie par le côté. Les entretoises ont été imprimées dans les plaquettes et ne peuvent pas s'en dégager.

L'ensemble des pièces de rechange qui peut être fourni par le département Service comprend trois galettes de commutateur avec les cosses à souder et entretoises y afférentes. Les galettes des commutateurs SK5 et SK3

sont différentes. De plus, le commutateur SK3 a deux galettes dont les lames de contact sont larges et qui effectuent le court-circuitage lors de la commutation.

Pour la galette à échanger il faut choisir la galette de rechange correspondante et dans celle-ci les résistances éventuellement disponibles sont à souder selon la même disposition qu'elles ont été soudées dans la galette remplacée. Il convient de mettre en forme les pistes conductrices à l'aide d'un fil de commutation et elles doivent être soudées à l'état propre.

Lors de l'insertion des cosses à souder il faut veiller à ce qu'elles soient introduites exactement de la même façon qu'elles avaient été disposées dans la galette à démonter; autrement il serait possible que la galette voisine y vint en contact. De plus, il faut faire attention que le rotor du commutateur soit disposé dans la position correcte et que les rotors des galettes de commutateurs ne soient pas détournés de 180°.

Commutateur SK1, SK1A

Défaire la plaquette à éléments, montée sur le côté extérieur du bloc commutateur, et l'écarter latéralement. A travers les trous ainsi dégagés, on pourra alors desserrer les 2 vis de la pièce de raccordement du commutateur. Desserrer également les 2 vis sans tête de l'accouplement du commutateur; l'axe peut alors être sorti vers l'avant par le bouton de commande. Les galettes sont ainsi libérées et, les connexions étant dessoudées, elles peuvent être enlevées par le haut ou par le bas. Pour faciliter lors du montage, l'introduction des pièces d'accouplement entre les galettes, il est recommandé de défaire la plaque isolante avec l'élément refroidisseur.

Commutateurs SK2 et SK4

Pour remplacer les galettes de ces deux commutateurs, enlever la culasse et l'une des barrettes d'arrêt latérales. L'axe du commutateur SK4 s'enlève par l'arrière.

4. Remplacement du tube, du transistor et des lampes témoins

Le tube peut être remplacé sans prendre des dispositions spéciales. Dans certaines conditions, la tension d'oscillateur peut varier lors du remplacement du tube stabilisateur B2 (fig. 36). Pour les corrections, se référer au chapitre XI "Réglages". Les transistors et les diodes peuvent être remplacés normalement, sans retouche, par des transistors et diodes du même type. Pour remplacer les transistors, voir aussi le mode d'emploi (Chapitre V.D.). Remplacement des lampes témoins PNP-NPN:

Celles-ci peuvent facilement être enlevées et remplacées au moyen d'un tube flexible à diamètre intérieur d'environ 5 mm. Les lampes comportent un culot à baïonnette. (Pour les numéros de type, voir la nomenclature électrique.)

Une exception doit être faite cependant pour les transistors TS21 et TS22 du vibreur, qui demandent un ajustage ultérieur au moyen de C74/C75.

Contrôle du fonctionnement et des gammes de mesure



S'il faut examiner l'appareil pour ce qui est de la fonction de commutation, il est indispensable d'essayer tous les circuits de mesure. A cette fin, on charge les douilles de mesure avec une résistance, selon le régime choisi et la valeur exigée.

Les résistances et les appareils de mesure exigés pour le contrôle figurent au chapitre XII "Aperçu des organes de réglage". Les deux chapitres ci-après décrivent les méthodes qui permettent d'essayer le contrôleur d'une manière simple, sans que celui-ci soit ouvert. Lorsqu'il faut effectuer un contrôle correspondant à l'essai d'usine, on tiendra, pour chaque circuit de mesure, compte des erreurs inhérentes à la mesure.

La description de ces mesures sort cependant du cadre de cette documentation.

A. ESSAI DU FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL

Pour le branchement, se référer au mode d'emploi (chapitre V et VI). Les désignations des commutateurs et des instruments sont indiquées sur la fig. 56

1. – Commutateur SK5 en position "SC".
 - Commutateur SK3 en position "2 V (V_{CE})".
 - Avec R3, régler l'instrument M3 sur 2 V.
 - Commutateur SK1A en position "mA".
 - Court-circuiter les douilles de mesure de BU1 pour la connexion du collecteur et de l'émetteur.
 - Enfoncer la touche SK6; l'instrument M3 doit accuser zéro, tout comme dans la position NPN. Effectuer ce contrôle également sur le socle à bornes BU2.
- 2a. – Commutateur SK5 en position " I_{CEO} ".
 - Commutateur SK3 en position " V_{CE} , 2 V" (6, 12, 24, 30, 60 V).
 - Commutateur SK1 en position " I_B , 10 mA" (10, 100, 100, 100, 100 mA).
 - Commutateur SK1A en position "mA".
 - Insérer, entre les douilles de mesure de BU1 (C et E) une résistance de 1000 Ω , 1 ... 5 %, 5 W.
 - Enfoncer la touche SK6; avec R3, régler M3 sur la valeur maximale.

- Dans les positions de commutation correspondantes de SK3 et de SK1, l'instrument M1 indique les valeurs ci-après:
2 mA (6, 12, 24, 30, 60 mA) $\pm 5\%$ (selon la résistance de charge).
Effectuer ce contrôle également dans la position NPN.
- 2b. - Commutateur SK5 en position " I_{CEO} ".
- Commutateur SK3 en position " $V_{CE} 2 V$ ".
- Commutateur SK1 sur " $1 \mu A$ ".
- Commutateur SK1A sur " nA ".
- Intercaler une résistance de $1 M\Omega$, $1 \dots 5\%$, $\frac{1}{2} W$, entre les bornes de mesure C et E de BU1.
- Enfoncer la touche SK6; ajuster 1 V avec R3.
- L'instrument M1 doit accuser 90 – 110 %.
- 3a. - Commutateur SK5 en position " I_{CBO} ".
- Commutateur SK3 sur $V_{CE} 24 V$.
- Commutateur SK1 sur 100 mA.
- Commutateur SK1A en position " mA ".
- Connecter entre les douilles de mesure C et B de BU1 ou de BU2 une résistance de 1000Ω , $1 \dots 5\%$, 5 W.
- Avec R3, régler l'instrument M3 sur 24 V.
- L'instrument M1 doit alors indiquer 24 mA $\pm 5\%$ (selon la résistance de charge).
- Effectuer ce contrôle également pour PNP et NPN.
- 3b. Comme à 2b, mais SK5 sur " I_{CBO} " et connecter aux bornes de mesure C et B.
- 4a. - Commutateur SK5 en position " I_{EBO} ".
- La mesure s'effectue de la manière décrite au paragraphe 3; ici, la résistance de charge de 1000Ω est cependant connectée aux douilles E-B.
- 4b. Mesure comme au point 2b, mais SK5 sur " I_{EBO} "; connexion à E-B.
- 5. - Commutateur SK5 en position h_{ie}
- Commutateur SK3 en position " $V_{CE} 2 V$ ".
- Commutateur SK1 sur $100 \mu A$.
- SK1A sur " mA ".
- Potentiomètre R1 pratiquement dans la position médiane (la flèche étant dirigée vers le haut).
- Commutateur SK4 en position " CAL ".
- Avec R221 régler l'instrument de mesure M1 sur 100 %.

- Connecter aux douilles de mesure E et B une décade de résistances de $100\ \Omega - 30\ \text{k}\Omega$, $\pm 5\%$.
Régler le commutateur SK4 conformément aux valeurs de résistance et contrôler la valeur indiquée par l'instrument M1. Les écarts ne doivent pas dépasser $\pm 5\%$, sauf pour la gamme de $30\ \text{k}\Omega$ où la tolérance est de $\pm 10\%$.
6. – Commutateur SK5 en position h_{fe} .
 – Commutateur SK3 sur 6 V. Avec R3, régler la tension sur 3 V environ.
 – Commutateur SK2 en position "10 mA".
 – Commutateur SK1 sur "0,1 mA".
 – SK1A sur "mA".
 – Commutateur SK4 en position "CAL".
 – Avec R221 régler l'instrument M1 sur 100%.
 – Comme objet à examiner, placer dans la borne de mesure BU1 un transistor (par exemple OC 72, OC 77 ou un type analogue).
 – Enfoncer la touche SK6.
 – Tourner R1 (réglage du courant de base) à droite de façon à obtenir un courant de collecteur de 5 mA.
 – Avec le commutateur SK4, déterminer le coefficient d'amplification pour les gammes 1000, 300, 100, 30, 10.
 Lors de la commutation, contrôler si les valeurs indiquées par M1 correspondent à la gamme choisie.
7. – Commutateur SK5 en position " $I_C = f(I_B)$ ".
 – Commutateur SK3 sur 6 V.
 – Avec R3, régler la tension V_{CE} sur 6 V.
 – Commutateur SK2 sur 0,1 A.
 – Commutateur SK1 sur 10 mA.
 – SK1A sur "mA".
 – Connecter aux douilles de mesure C et E une résistance de $100\ \Omega$, $\pm 5\%$, 1 W, et aux douilles E et B une résistance de $560\ \Omega \pm 5\%$, 1 W.
 – Pour une tension V_{CE} de 6 V, l'instrument M2 doit indiquer une intensité de 60 mA, la base n'étant pas connectée.
 – Lors de l'ajustage de R1 et de R3 observer les déviations de l'aiguille sur les instruments M1, M2 et M3.
 Il doit être possible de régler les courants I_B et I_C conformément aux gammes choisies et aux résistances de charge.

8.
 - Commutateur SK5 en position " $I_C = f(V_{BE})$ ".
 - Commutateur SK3 sur 6 V.
 - Commutateur SK2 sur 0,1 A.
 - Commutateur SK1 sur 2 V, V_{BE} . Avec R1, régler l'instrument M1 sur 1 V.
 - SK1A sur "mA".
 - Raccorder aux douilles de mesure E et B de BU1 ou de BU3 a une résistance de $12\ \Omega$, 10%, 2 W et enfoncer la touche SK6. Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b, dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.
 - L'instrument M1 doit alors indiquer 0,5 V environ.
9.
 - Commutateur SK5 en position " V_{CEK} ".
 - Commutateur SK3 sur 2 V, V_{CEK} (0,6 V, 0,2 V).
 - Commutateur SK2 sur 0,1 A.
 - Commutateur SK1 sur 10 mA.
 - SK1A sur "mA".
 - Connecter aux douilles de mesure C et E une résistance de $100\ \Omega$, $\pm 5\%$, 1 W, et aux douilles E et B, une résistance de $560\ \Omega$, $\pm 5\%$, 1 W.
 - Avec R1 et R3, régler I_B et I_C et observer les déviations de l'aiguille sur les instruments M1, M2 et M3. Le réglage doit être possible conformément aux gammes choisies et aux résistances de charge.
10.
 - Commutateur SK5 en position "CE-D".
 - Commutateur SK3 sur V_D , 300 $\hat{V}$ (60 $\hat{V}$, 12 $\hat{V}$).
 - Connecter aux douilles "X", "Y", " $\frac{\pm}{\pm}$ " de BU4 un oscilloscope cathodique du type GM 5606, GM 5639 ou GM 5656 par exemple.
 - Sensibilité pour Y = 100 mV/cm; X = 10 V/cm. Tourner R3 à fond vers la gauche.
 - Connecter aux douilles de mesure C et E une résistance de $100\ k\Omega$, 1%, 0,5 W et une même résistance aux douilles " $\frac{\pm}{\pm}$ ", de la barrette BU4.

Sur l'écran de l'oscilloscope sont représentées une ligne horizontale et une autre ligne qui forme un angle de 15° avec la première. R2 permet de faire couvrir la ligne horizontale par la ligne inclinée. Lorsque les deux lignes coïncident, M3 doit accuser $200\ V \pm 5\%$ (à la tension secteur).
11. Amener le commutateur SK5 en position "CB-D". Raccorder la résistance de $100\ k\Omega$, 1%, aux douilles de mesure C et B. Le contrôle s'effectue de la manière décrite au point 10.

12. Amener le commutateur SK5 en position "EB-D". Ici la résistance doit être connectée aux douilles E et B. La mesure s'effectue de la manière décrite au point 10.

B. CONTROLE DES GAMMES DE MESURE DES INSTRUMENTS INDICATEURS

Pour contrôler la précision d'indication des instruments de mesure, il faut disposer d'appareils de mesure de précision. La précision de ces appareils doit être d'une classe et de préférence de deux classes, plus élevée que celle des instruments incorporés. Le chapitre XII "Aperçu des organes de réglage" comprend une énumération des appareils de mesure et des auxiliaires pour le contrôle.

Avant de procéder au contrôle de la précision des instruments de mesure, il faut examiner la remise à zéro mécanique. Pour apporter des corrections, tourner légèrement la vis noire en matière moulée, placée au dessous des instruments, de façon que l'aiguille soit exactement en face du zéro. Veiller à ce que l'appareil de mesure soit en position.

1. Instrument de mesure M1

- a. Contrôle des gammes d'intensités I_B
 - Commutateur SK5 en position " $I_C = f(I_B)$ ".
 - Connecter l'appareil de contrôle (pour mesures de courants continus de 0,01 à 500 mA, déviation maximale $\pm 0,5\%$) aux douilles de mesure E et B de BU1 ou de BU3a. On peut déterminer la polarité à l'aide de la touche SK7.
 - Commutateur SK1 sur " $10\ \mu A$ ".
 - SK1A sur "mA".
 - Tourner le potentiomètre R1 à fond vers la gauche.
 - Enfoncer la touche SK6.

Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b; dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.

 - Tourner le potentiomètre R1 vers la droite de façon que l'appareil de contrôle indique $10\ \mu A$.
 - Lire la valeur indiquée par l'instrument indicateur M1. L'écart ne doit pas dépasser $\pm 2\%$.
- b. Contrôle des gammes de tension V_{BE}
 - Commutateur SK5 en position " $I_C = f(V_{BE})$ ".
 - Raccorder l'appareil de contrôle (pour des mesures de tensions continues de 0,2–2 V; déviation maximale $\pm 0,5\%$) aux douilles de mesure E et B de BU1 ou de BU3a.

- Commutateur SK1 sur 0,2 V (0,5 V, 2 V).
 - Tourner le potentiomètre R1 à fond vers la gauche.
 - Enfoncer la touche SK6.
- Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b; dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.
- Avec le potentiomètre R1, régler la tension nominale de la gamme en jeu de SK1 sur l'appareil de contrôle.
 - Lire la valeur indiquée par M1.
 - La déviation maximale doit être $\pm 2\%$.

2. Instrument de mesure M2

Pour contrôler les gammes d'intensités I_C , il faut disposer d'un appareil de mesure de courants continus de 1 mA ... 3A, $\pm 0,5\%$.

- Commutateur SK5 en position " $I_C = f(I_B)$ ".
- SK1A sur "mA".
- Raccorder l'appareil de contrôle aux douilles de mesure C et E de BU1 ou de BU3a.
- Commutateur SK2 sur 1 mA (3 mA ... 3 A).
- Commutateur SK3 en position " $V_{CE}, 2 V$ ".
- Tourner le potentiomètre R3 à fond vers la gauche.
- Enfoncer la touche SK6.

Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b, dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.

- Tourner le potentiomètre R3 de façon que l'appareil de contrôle indique 1 mA (3 mA ... 3 A).
- Lire la valeur indiquée par l'instrument M2.
- L'écart ne doit pas dépasser $\pm 2\%$.

3. Instrument de mesure M3

a. Contrôle des gammes des tensions V_{CE} , V_{CB} , V_{EB}

- Commutateur SK5 sur " $I_C = f(I_B)$ ".
- Commutateur SK2 sur 3 A.
- Commutateur SK3 sur 2 V (6 V ... 60 V).
- SK1A sur "mA".
- Connecter aux douilles de mesure E et C de BU1 ou de BU3a l'appareil de contrôle (voltmètre à tension continue de la classe 0,5%, pour les mesures de 2V ... 60 V).
- Enfoncer la touche SK6.

Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b; dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.

- Avec le potentiomètre R3, régler l'appareil de contrôle sur 2 V (6 V . . . 60 V).
- Lire la valeur indiquée par M3.

Remarque:

Pour ces mesures, il faut tenir compte du fait que les valeurs indiquées par M3 sont supérieures à celles données par l'appareil de contrôle. Cette différence est provoquée par la chute de tension au shunt de l'instrument M2 (voir la fig. 23).

b. Contrôle des gammes de tension V_D

La mesure de la tension de crête est contrôlée avec un voltmètre électronique à tension continue ($\pm 2\%$), du type GM 6020 par exemple. De plus, un condensateur de 2 . . . 5 μF , 350 V . . . (papier, papier métallisé ou polyester) est raccordé aux bornes d'entrée, pour permettre la mesure de la tension de crête.

- Commutateur SK5 en position "CE-D".
- Commutateur SK3 sur 12 $\hat{V}$ (60 $\hat{V}$, 300 $\hat{V}$).
- Connecter l'appareil de contrôle aux douilles de mesure C et E de BU1 ou de BU3a et monter en parallèle un condensateur de 2 . . . 5 μF , 350 V.
- Tourner le potentiomètre R2 à fond vers la gauche.
- Enfoncer la touche SK6.

Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b; dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.

- Avec R2, régler l'appareil de contrôle sur une tension de 12 $\hat{V}$ (60 $\hat{V}$, 300 $\hat{V}$). Attendre jusqu'à ce que l'aiguille soit immobile.
- Comparer la valeur lue avec celle indiquée par l'instrument M3.

c. Contrôle des gammes de tensions V_{CEK}

- Commutateur SK5 en position " V_{CEK} ".
- Commutateur SK3 sur 0,2 V (0,6 V, 2 V).
- Commutateur SK2 sur 3 A.
- Raccorder aux douilles de mesure C et E de BU1 ou de BU3a l'appareil de contrôle (pour mesures de tensions continues de 0,2 V . . . 2 V $\pm 2\%$).
- Tourner le potentiomètre R3 à fond vers la gauche.
- Enfoncer la touche SK6.

Si cela est plus facile on peut aussi faire usage des douilles de BU2 ou de BU3b, dans ce cas on doit enfoncer la touche SK8 au lieu de SK6.

- Avec R3, régler l'appareil de contrôle sur une tension de 0,2 V (0,6 V, 2 V).
- Lire la valeur indiquée par M3.

Réglages

XI

A. AMPLIFICATEUR (fig. 46)

Le réseau en T double de l'amplificateur a été accordé sur la fréquence de 980 – 990 Hz.

Si les valeurs R et C sont respectées dans le réseau, il n'est pas nécessaire de procéder à un réglage particulier.

- Commutateur SK5 en position h_{ie} .
- Commutateur SK4 en position "CAL".
- Commutateur SK3 en position " V_{CE} , 2 V".
- Commutateur SK1 sur "100 μA ".
- Avec le potentiomètre R221, régler l'instrument M1 sur environ "80".
- Déterminer le noyau de réglage de T2 de manière que l'instrument M1 donne la déviation optimale (fig. 36).
- En-deça et au-delà de la position de résonance, la déviation doit diminuer fortement.

B. OSCILLATEUR (fig. 57)

La fréquence oscillatrice est déterminée par les enroulements S2A et B du transformateur T2 et par le condensateur C 69 et elle est accordée à la fréquence de résonance de l'amplificateur.

Le noyau de réglage du transformateur T2 permet une correction éventuelle de la fréquence oscillatrice

Au point 3 (U6) la tension de sortie est de 2,8 V environ par rapport à la terre et au point 2, de 0,28 V environ. Dans certaines conditions, le remplacement du tube stabilisateur B2 peut provoquer une variation de tension. On pourra corriger la tension, en modifiant la résistance de R261. Cependant, cela ne sera nécessaire que si, dans l'étalonnage, la gamme de réglage ne suffit pas pour régler l'instrument M1 à la valeur extrême (100). (Se référer à la fig. 36.)

C. nA-METRE ELECTRONIQUE

1. Ajustage des organes de commande et réglages:

- Commutateur SK5 en position " I_{CEO} ".
- Commutateur SK3 en position " V_{CE} 2 V".
- Accorder la tension V_{CE} à 1 V à l'aide de R3.
- Commutateur SK1 en position "100 nA".
- Commutateur SK1A sur "nA".

- Ajuster l'instrument M1 à la déviation minimale (inférieure à 5 %) au moyen des trimmers C74/C75 (fig. 36). Si besoin est, remplacer les condensateurs C76 et C77 par des condensateurs d'autres valeurs.
- Amener le commutateur SK1 sur "10 nA".
- Ajuster l'instrument M1 à la déviation minimale (inférieure à 5 %) à l'aide de R151 (fig. 37).
- Amener le commutateur SK1 sur "100 nA"
- Raccorder à la borne de mesure BU1 une résistance de $10\text{ M}\Omega \pm 1\%$, $\frac{1}{2}\text{ W}$.
- Appuyer sur la touche SK6.
- L'instrument doit accuser 100 nA.

2. Ajustage des gammes 10 nA, 100 nA et 1 μA

L'ajustage indiqué ci-après ne peut être effectué que si les résistances de mesure nécessaires sont disponibles aux tolérances prescrites. Pour ces résistances de précision il convient également de respecter la dépendance de la température et de la tension.

Amener le commutateur SK3 sur la gamme V_{CE} , 12 V.

- Accorder l'instrument M3 exactement sur 10 V au moyen de R3.
 - Ajuster le commutateur SK1 sur les gammes suivantes:
- | | | | |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| aux douilles de mesure C-E | 1 μA | 100 nA | 10 nA |
| raccorder les résistances de | | | |
| mesure suivantes ($\pm 1\%$) | 10 $\text{M}\Omega$ | 100 $\text{M}\Omega$ | 1000 $\text{M}\Omega$ |
- L'instrument M1 doit accuser 100 %.
- En cas d'écart retoucher la valeur moyenne des trois gammes au moyen du potentiomètre R15 (fig. 37).
- Répéter les mesures de 10 nA; 100 nA et 1 μA , ainsi que l'ajustage "CAL." (100 %).

D. REGLAGES DE R2 ET DE R3

En cas de remplacement ou d'enlèvement des potentiomètres R2 et R3 (fig. 36) il faut effectuer l'ajustage décrit ci-après. L'angle de rotation du potentiomètre R3 dépasse celui de R2. Il doit être possible d'utiliser une partie aussi large que possible de la gamme de réglage de R3. Pour le remontage, tourner R2 à fond vers la gauche et R3 de façon qu'un ohmmètre, raccorder entre les points de connexion 1 et 2 (de R3) accuse exactement zéro (fig. 32). Au moyen des vis de réglage serrer l'accouplement; le potentiomètre R2 doit être accouplé à R3.

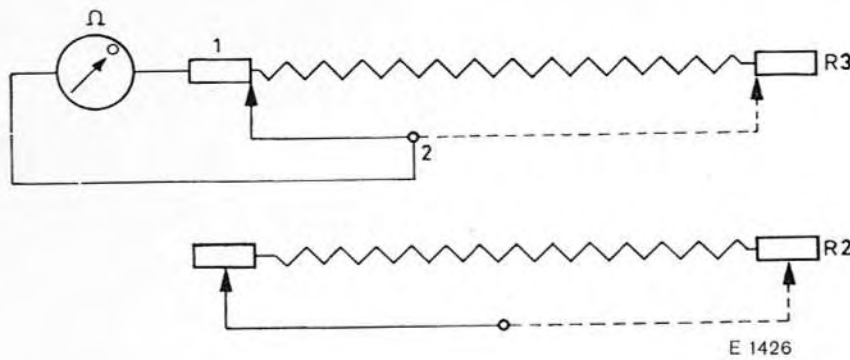


Fig. 32. Réglages de R2 et R3

E. CONTROLES DES SOURCES DE COURANT DE BASE ET DE TENSION CONTINUE

1. Contrôle du fonctionnement du générateur de courant de base (fig. 57)

- Commutateur SK5 sur " $I_C = f(I_B)$ ".
- Commutateur SK4 sur "CAL".
- Commutateur SK3 sur " $V_{CE}, 2\text{ V}$ ".
- Commutateur SK2 sur "3A".
- Commutateur SK1 sur "100 mA".
- SK1A sur "mA".
- Commutateur SK7 sur PNP.
- Enfoncer la touche SK6.
- Connecter entre les douilles de mesure B et E de BU1 ou BU3a, une résistance de $47\ \Omega \pm 5\%$, 5 W.
- Le potentiomètre R1 doit permettre le réglage du courant de base entre 0 et 100 mA (les valeurs sont indiquées par M1).
- Court-circuiter la résistance de $47\ \Omega$, et, avec R1, régler sur 100 mA.
- Le court-circuit étant supprimé, le courant de base ne doit pas tomber en-deça de 99 mA.

Si cette condition n'est pas remplie, le générateur de courant de base sera défectueux ou le gain obtenu à l'aide de TS1 et de TS2 sera insuffisant.

2. Contrôle de la source de tension continue, pour ce qui est du réglage et de la résistance interne

Le point de début de réglage est ajusté avec le potentiomètre R82 (fig. 36) monté sur la plaque de serrage du bloc U8.

- Commutateur SK5 en position " V_{CEK} ".
- Commutateur SK3 en position " $V_{CEK}, 0,2\text{ V}$ ".

- Tourner le potentiomètre R3 à fond vers la gauche.
- Tourner la résistance de réglage R82 à gauche de façon que la tension (indiquée par M3) augmente plus rapidement (le réglage s'arrête). Ensuite tourner R82 à droite de façon que la tension atteigne une valeur stable, ce qui sera le cas entre 0 et 50 mV environ.
- Après le réglage, bloquer R82 à la laque.

En cas d'une combinaison défavorable de transistors, il peut arriver que, pour de plus petites tensions et une plus grande charge, il se produise une oscillation à la sortie du circuit de réglage. Aussi est-il nécessaire d'essayer cette gamme avec diverses charges. Si une telle oscillation se produit, on pourra la supprimer en choisissant pour C27 une plus grande capacité.

Aperçu des organes de réglage

XII

ESSAI DE FONCTIONNEMENT

Résistances nécessaires	1 résistance de	1 M Ω	1— 5 %	0,5 W
	1 résistance de	10 M Ω	1 %	0,5 W
	1 résistance de	100 M Ω	1 %	0,5 W
	1 résistance de	1000 M Ω	1 %	0,5 W
	2 résistances de	100 k Ω	1 %	0,5 W
	1 résistance de	100 Ω	1— 5 %	1 W
	1 résistance de	1000 Ω	1— 5 %	5 W
	1 résistance de	12 Ω	5—10 %	2 W
	1 résistance de	560 Ω	1— 5 %	5 W

Transistor nécessaire 1 transistor OC 72, OC 77 ou d'un type analogue.

Appareils de contrôle nécessaires Décade de résistances, réglable entre 100 Ω et 30 k Ω , déviation maximale $\pm 0,5\%$.
Oscilloscope cathodique, par exemple les types GM 5606, GM 5639, GM 5656.

CONTROLES DES GAMMES DE MESURE ET DES INSTRUMENTS INDICATEURS

Appareils de mesure nécessaires Appareil de mesure de courant continu de 0,01 ... 500 mA, déviation maximale $\pm 0,5\%$.
Appareil de mesure de courant continu de 1 mA ... 3 A, déviation maximale $\pm 0,5\%$.
Appareil de mesure de tension continue de 0,2 ... 2 V déviation maximale $\pm 0,5\%$.
Voltmètre électronique à tension continue pour des mesures entre 12 et 300 V, déviation maximale $\pm 2\%$, le GM 6020 par exemple.

Condensateur nécessaire 2 ... 5 μF , 350 V..., papier, papier métallisé ou polyester.

REGLAGES DE L'OSCILLATEUR ET DE L'AMPLIFICATEUR

Points de mesure	Points 3 et 2 par rapport au point 1 (fig. 45)	} bloc U6
Organes de réglage	Condensateurs C76, C77	
	Résistance R22	
	Transformateur T2 (fig. 36)	
	Potentiomètre R221	} Bloc U1
	Potentiomètre R151	
	Potentiomètre R152	

REGLAGES DE R2 ET DE R3

Appareil de mesure nécessaire Ohmmètre

CONTROLE DU GENERATEUR DE COURANT DE BASE

Résistance nécessaire $47 \Omega \pm 5\%$, 5 W

Défauts de fonctionnement

XIII

A. GENERALITES

En cas de défauts de fonctionnement, il est conseillé d'examiner d'abord si la panne n'est pas due à un maniement erroné; à cette fin, consulter le mode d'emploi (chapitre VI).

Avant d'ouvrir l'appareil pour le dépannage, il faut déterminer si la tension secteur est appliquée et si, pour tous les fusibles, on a adopté les valeurs correctes. Il se peut également que l'un des boutons de commande se soit tourné autour de l'axe du commutateur et que la position de commutation ne soit donc plus correcte; dans ce cas, défaire le bouton et le remettre dans sa position correcte. Se référer à la documentation de service chapitre IX. C.

Pour exécuter le dépannage, il est indispensable de connaître le fonctionnement de l'appareil, pour qu'on puisse localiser rapidement les défauts et y remédier (documentation de service).

En cas de défauts de fonctionnement, on peut toujours s'adresser aux organisations de service de PHILIPS répandues dans le monde entier.

B. QUELQUES EXEMPLES DE DEFAUTS DE FONCTIONNEMENT

La tension secteur n'est pas indiquée	Contrôler la tension secteur; la lampe peut être défectueuse. Fusibles VL4, VL5 ou VL6 (sur le transformateur secteur) défectueux. Contrôler la tension aux bornes du transformateur secteur.
M3 ne donne aucune déviation en cas d'application de V_{CE}	Contrôler si une tension existe aux douilles du transistor. Défaut dans la source de tension continue.
M3 ne dévie pas, en cas d'application de V_D	VL3 hors circuit. La source de tension demi-onde présente un défaut.
Les douilles X et Y ne sont pas sous tension	VL1, VL2 hors circuit. Les cellules redresseuses GR8, GR9, GR10 présentent un défaut.
M1 ne dévie pas en cas d'application de V_{BE}	Il existe un défaut dans la source de tension de base, dans l'instrument ou dans le commutateur.
M1 ne dévie pas en cas de mesure h_{ie} et h_{fe} et SK4 dans la position "CAL."	Défaut dans l'oscillateur et dans l'amplificateur. Eventuellement le tube stabilisateur B4 ou source de tension défectueux.
M2 ne dévie pas	Instrument, commutateur, conducteur ou source d'alimentation défectueux.

Nomenclature



A. NOMENCLATURE MECANIQUE

Fig.	Pos.	Nombre	Numéro de code	Désignation	S	Stock de base min. pour				
						1	2	3	5	10 app.
33	1	1	4822 216 00357	Plaque signalétique	*	—	—	—	1	2
33	2	1	M7 076 19	Poignée	**	—	—	—	—	1
33	3	2	M7 023 08	Etrier	**	—	—	—	—	2
33	4	2	P5 560 16/14NB	Lentille	*	—	1	2	3	4
33	5	5	973/53	Bouton 30 ø	*	—	—	1	2	3
33	6	4	973/D52	Capuchon	**	—	—	—	—	1
33	7	5	973/P51	Flèche	*	—	—	1	2	3
33	8	2	973/54	Bouton 40 ø	*	—	—	1	2	3
33	9	2	973/D54	Capuchon	**	—	—	—	—	1
33	10	2	973/P52	Flèche	*	—	—	1	2	3
33	11	1	970/01AA	Interrupteur secteur	*	—	—	—	1	2
33	12	1	ZD 408 60	Barrette de connexion (BU3)	*	—	—	—	1	2
33	13	2	ZD 202 38	Support de transistor (BU1-2)	*	1	2	2	3	4
33	14	1	ZD 305 58	Combinaison de touches	*	—	—	—	—	1
33	15	1	M7 603 89	Borne de terre	*	—	—	—	1	2
33	16	4	P7 655 14	Pied en caoutchouc	**	—	—	1	2	3
33	17	1	ZD 410 63	Barrette de connexion (BU4)	*	—	—	—	1	2
33	18	1	973/59	Bouton 22 ø	*	—	—	—	1	2
33	19	1	973/DP51	Capuchon avec flèche	*	—	—	—	1	2
34	20	1	4822 216 00358	Plaquette à câblage imprimé U6		—	—	—	—	1
34	21	2	F101 AA/001	Porte-fusible	*	—	—	—	1	2
34	22	1	789/M2 × 19	Prise secteur	*	—	—	—	1	2
34	23	1	ZD 412 41	Plaquette à câblage imprimé U7		—	—	—	—	1
34	24	1	A3 228 85	Adaptateur de tension secteur	*	—	—	—	—	1
34	25	1	4822 216 00361	Plaquette à câblage imprimé U8		—	—	—	—	1

Fig.	Pos.	Nombre	Numéro de code	Désignation	S	Stock de base min. pour				
						1	2	3	5	10 app.
36	26	1	976/PW9 × 12	Support de tube noval	**	—	—	1	2	3
	27	6	4822 128 00314	Barrette à bornes	*	1	2	3	4	5
				pour SK6, 7, 8						
	28	22	4822 216 00365	Galette de commuta-	*	2	4	6	8	10
				teur universelle						
	29	2	M7 415 67	Support de lampe	**	—	—	1	2	3
30	1		R1 184 07	Passe-fil	*	—	—	1	2	3
		24	56 590 65/4B	Manchon en ferrite						
		50 gr.	SYA 9803/21	Graisse pour commutateur ¹⁾						

* Cette graisse est fournie par le Dépt. Service PTI-Hilversum.

Pièces pour les adaptateurs

PM 6547 4 Broches M7 343 57

1 Support de transistor 4822 216 00495

3 Bobines 4822 207 00275

PM 6548 4 Broches M7 343 57

PM 6549 4 Broches M7 343 57

1 Support de transistor 4822 216 00494

Explication de la colonne S

Pièces non marquées d'un astérisque

Celles-ci doivent être stockées par le département de service du pays en question ou par l'utilisateur.

Elles comprennent:

- Pratiquement toutes les pièces électriques.
- Les pièces mécaniques qui sont fragiles ou sujettes à l'usure.

Pièces marquées d'un seul astérisque

En général, ces pièces ont une durée de vie longue ou illimitée, mais elles sont essentielles pour le bon fonctionnement de l'appareil. La constitution d'un petit stock de ces pièces dépend des facteurs suivants:

- Le nombre d'appareils existant dans le pays considéré.
- La nécessité de pouvoir disposer d'un appareil qui doit être continuellement en service.
- Le délai de livraison des pièces, en tenant compte des possibilités d'importation dans le pays considéré et de la durée du transport.

Pièces marquées de deux astérisques

Ces pièces ont une durée de vie longue ou illimitée et ne sont pas essentielles pour le bon fonctionnement de l'appareil.

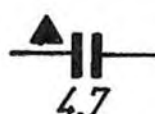
En général on ne les stocke pas sur place.

B. NOMENCLATURE ELECTRIQUE

La liste des pièces électriques ne comprend que des pièces non-normalisées. Les pièces normalisées sont repérées sur le schéma de principe et chaque repère représente un numéro déterminé.

Ce schéma est accompagné d'une liste où figurent les repères avec les numéros de code correspondants. Pour composer le numéro de commande, on procède comme suit:

 Numéro de commande 901/120K

 Numéro de commande 904/4E7

Les valeurs correctes des résistances de précision sont déterminées lors du réglage dans l'usine. Toutes les résistances sont du type au carbone vaporisé, sauf indication contraire.

Condensateurs

Nr.	Unité	Numéro de code	Valeur	Tension	Désignation
C1	U8	4822 069 00985	640 + 640 μ F	40	Electrolytique
C16, C17	U7	C 430 BL/F800	800 μ F	25	Electrolytique
C19	U7	C 435 AL/E160	160 μ F	16	Electrolytique
C20	U1	909/W125	100 μ F	10	Electrolytique
C21	U8	911/Z100	100 μ F	64	Electrolytique
C23, C24	U8	C 435 DF/H500	500 μ F	64	Electrolytique
C25	U8	909/Z20	16 μ F	64	Electrolytique
C26	U8	C 435 DF/H320	320 μ F	64	Electrolytique
C28	U2	C 435 DF/H250 + 250	250 + 250 μ F	64	Electrolytique
C42	U6	909/C25	20 μ F	16	Electrolytique
C45, C47	U6	909/W40	40 μ F	6,4	Electrolytique
C46	U6	C 426 AM/C20	20 μ F	6,4	Electrolytique
C48	U6	909/C50	50 μ F	4	Electrolytique
C50...C53	U6	905/10K	10 μ F	125	Mica
C54	U6	909/W10	10 μ F	16	Electrolytique
C55, C57	U6	909/C50	50 μ F	10	Electrolytique
C56	U6	909/X64	64 μ F	16	Electrolytique
C58	U6	909/U16	16 μ F	10	Electrolytique
C59	U6	909/U16	32 μ F	10	Electrolytique (2 en par.)
C62	U6	4822 069 01026	400 + 400 μ F	25	Electrolytique

Nr.	Unité	Numéro de code	Valeur	Tension	Désignation
C69	U6	4822 069 00696	100 μ F	100	Papier
C71	U6	909/U16	32 μ F	10	Electrolytique (2 en par.)
C72	U6	909/C25	25 μ F	4	Electrolytique
C73	U6	909/C50	50 μ F	4	Electrolytique
C74, C75	U6	908/P10E	1-10 μ F		Trimmer céramique
C76, C77	U6	904/3E9-27E	4-27 μ F	500	Condensateur de réglage

Résistances

Nr.	Unité	Numéro de code	Valeur	%	Watt	Désignation
R1		914/5K	5 k Ω	10	3	Potentiomètre
R2	U5	E 198 AB/A36A7K5	7,5 k Ω	10	25	Potentiomètre
R3	U5	914/5K	5 k Ω	10	3	Potentiomètre
R34	U4	E 003 AB/D84K	84 k Ω	1	0,125	Carbone
R39, R40	U4	4822 128 00313	4,2 M Ω	1	0,5	Oxyde métallique
R49	U1	929/F8E2	8,2 Ω	10	8	Bobinée
R54	U1	48 761 93/200 E	200 Ω	0,5	0,4	Bobinée
R55	U1	48 761 93/20E	20 Ω	0,5	0,4	Bobinée
R56	U1		1,7777 Ω			Shunt
		P 998 07	+			
R57	U1		0,4444 Ω			Shunt
R59	U1	B8 305 83E/300K	150 k Ω	0,5	0,25	Feuille métallique (2 en par.)
R60	U1	B8 305 83E/60K	30 k Ω	0,5	0,25	Feuille métallique (2 en par.)
R61	U10	B8 305 83E/10K	10 k Ω	0,5	0,25	Feuille métallique
R63	U10	938/B12E	12 Ω	10	8	Bobinée
R67	U3	900/P680E	680 Ω	5	1	Carbone
R69	U3	938/B3K9	3,9 k Ω	5	8	Bobinée
R70	U3	E 104 AA/AE15	0,15 Ω	10	2	Bobinée
R71	U3	4822 071 00682	0,22 Ω	10	2	Bobinée
R72, R74	U3	E 104 AA/AE27	0,27 Ω	10	2	Bobinée
R73	U3	E 104 AA/AE56	0,56 Ω	10	2	Bobinée
R79	U8	E 003 AG/D3K3	3,3 k Ω	5	1	Carbone
R82	U8	E 199 AA/B13B22K	22 k Ω	5	1	Potentiomètre
R95	U8	B8 305 08B/2K2	2,2 k Ω	10	2	Carbone
R106	U10	901/W5K	2,5 k Ω	0,5	0,7	Bobinée (2 en par.)
R109	U3	B8 305 83E/760K	760 k Ω	0,5	0,25	Feuille métallique

Nr.	Unité	Numéro de code	Valeur	%	Watt	Désignation
R110	U3	B8 305 83E/153K	153 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R111	U3	B8 305 83E/38K6	38,6 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R112	U3	B8 305 83E/14K	14 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R113	U3	48 064 95/4K	4 kΩ	5	0,6	Bobinée
R115	U3	B8 305 83E/300K	300 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R116 } R118 }	U3	B8 305 83E/60K	60 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R117	U3	B8 305 83E/120K	120 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R119	U3	B8 305 83E/40K	40 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R120	U3	B8 305 83E/18K6	18,6 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R121	U2	P 998 04	0,05 Ω			Shunt
R122	U2		0,1 Ω			Shunt
R123	U2		0,35 Ω			Shunt
R125	U2	48 760 95/3E5	3,5 Ω	0,5	0,4	Bobinée
R127	U2	48 760 95/35E	35 Ω	0,5	0,4	Bobinée
R151						
R152	U1	E 088 DG/10A05	22 kΩ	20	0,25	Potentiomètre
R156	U1	901/820K//901/6M8	732 kΩ	1	0,5	Carbone (2 en par.)
R159	U1	901/13K	6,49 kΩ	1	0,5	Carbone (2 en par.)
R161	U8	901/1K-1K3	1-1,3 kΩ	1	0,4	Résistance de réglage
R164	U8	901/560E-750E	560-750 Ω	5	0,25	Résistance de réglage
R217 } R219 }	U6	4822 071 00679	16,2 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R218	U6	4822 071 00679	8,1 kΩ	0,5	0,25	Feuille métallique
R221	U6	4822 071 00657	1 kΩ	20	0,1	Potentiomètre
R224	U6	901/1K8	900 kΩ	1	0,25	Carbone (2 en par.)
R261	U6	902/K1K-1K8	1-1,8 kΩ	5	0,25	Résistance de réglage

	Pos.	Unité	No. de code	Désignation
Transformateurs	T1		4822 216 00362	Transformateur secteur
	T2	U6	4822 216 00359	Transformateur
	T3	U9	4822 216 00363	Transformateur
	T4	U6	4822 216 00364	Transformateur
Bobines	L1		ZD 600 99	Bobine d'inductance secteur
	U11, U12		4822 216 00311	Bobine d'inductance HF
Relais	RE1	U6	4822 216 00389	Relais pour nA-mètre él.
Fusibles	VL1		4822 216 00367	500 mA-Fusible automatique
	VL2		4822 216 00368	80 mA-Fusible automatique
	VL3		4822 126 00368	80 mA-Fusible automatique
	VL4		974/500	500 mA-Fusible 220 V
			974/1000	1000 mA-Fusible 110 V

	<i>Pos.</i>	<i>Unité</i>	<i>No. de code</i>	<i>Désignation</i>
Lampes	VL5		974/500	500 mA-Fusible 220 V
			974/1000	1000 mA-Fusible 110 V
	VL6		974/T125	Sécurité thermique 125 °C
	B2	U6	8099 Z	Tube de stabilisation
	B3		6828	Lampe à incandescence
	B4			
Instruments indicateurs	M1		4822 075 00312	Ampèremètre à cadre mobile 10 μ A
	M2		4822 075 00275	Ampèremètre à cadre mobile 500 μ A
	M3		4822 075 00274	Ampèremètre à cadre mobile 100 μ A

Semi-conducteurs et tubes

(Ces pièces sont livrées par le Service Commercial Electronica)

<i>Nr.</i>	<i>Unité</i>	<i>Numéro de type</i>	<i>Désignation</i>
B1	U6	EF 98	Tube
GR1	U8	B 30 C400	Redresseur au sélénium
GR2		B 30 C1600	Redresseur au sélénium
GR3-6	U7	OA 31	Diode
GR7	U8	OA 202	Diode
GR8-9	U8	OA 210	Diode
GR10	U7	OA 210	Diode
GR11-12	U6	OA 5	Diode
GR15	U1	OA 210	Diode
GR16	U10	OA 200	Diode
GR17-18	U8	OAZ 203	Diode Zener
GR19	U8	OA 200	Diode
GR20-21	U2	OA 210	Diode
GR22	SK7	OA 210	Diode
GR23	U10	OA 200	Diode
GR24	U7	OAZ 203	Diode Zener
GR25	U7	OA 210	Diode
GR31	U8	BZY 60	Diode Zener
GR32	U8	OA 200	Diode
GR33	U8	BY 100	Diode
GR34	U8	BZY 62	Diode Zener
TS1	U1	BCZ 11	Transistor
TS2	U1	ASZ 17	Transistor
TS3-4	U8	OC 72	Transistor
TS5-6	U8	OC 77	Transistor
TS7	U8	ASC 17	Transistor
TS8-9		ASZ 17	Transistor
TS11	U6	BSY 11	Transistor
TS12 ... 15	U6	AF 118	Transistor
TS16	U6	AC 128	Transistor
TS17	U6	AF 118	Transistor
TS18	U6	BCZ14	Transistor
TS19	U8	ASY 29	Transistor
TS20	U8	AC128	Transistor
TS21-22	U6	BC 107	Vibreux "Chopper" (paire de transistors)
TS23	U8	ASZ 18	Transistor
TS24	U8	BF 109	Transistor

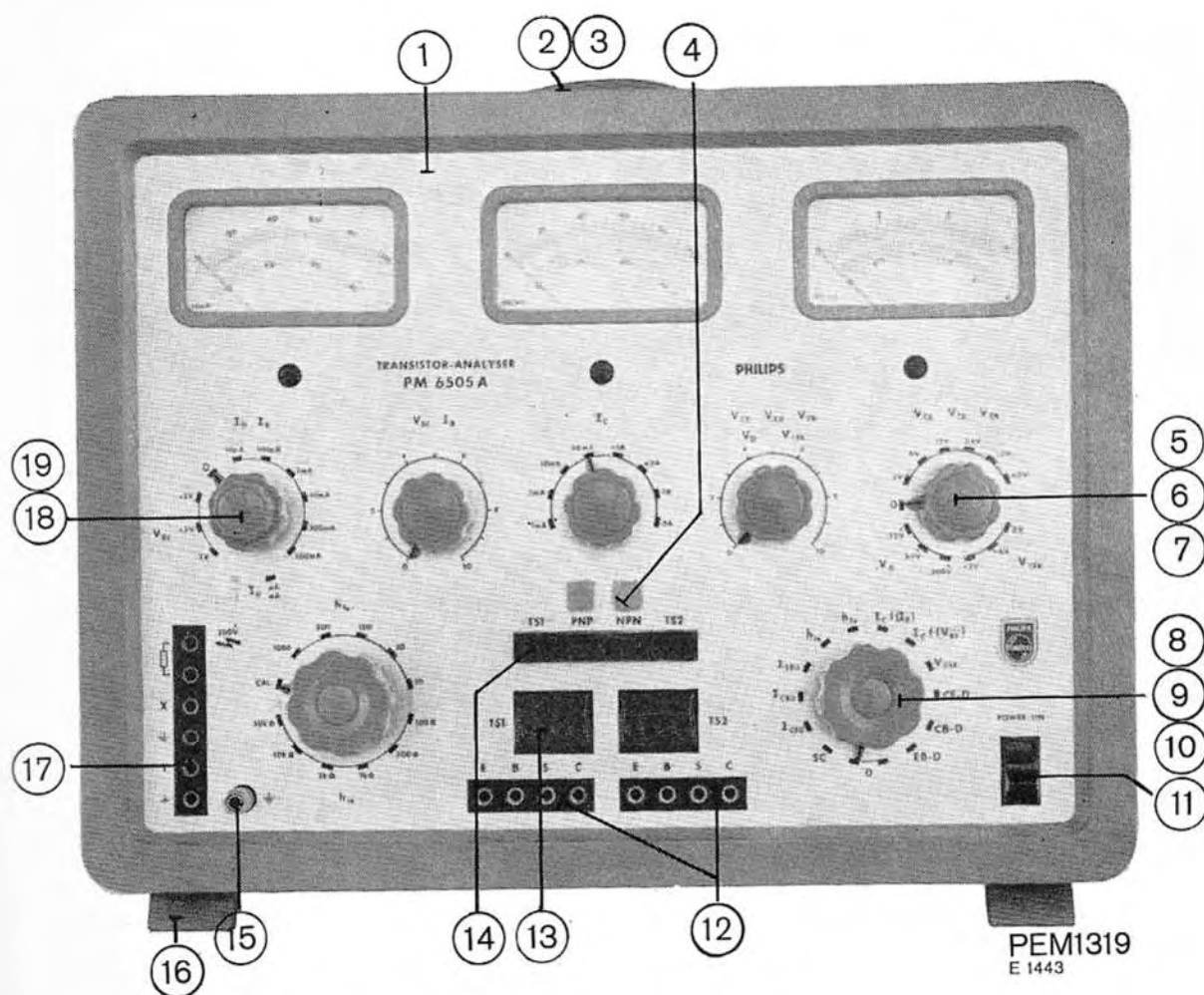


Fig. 33. Vue avant avec numéros de position

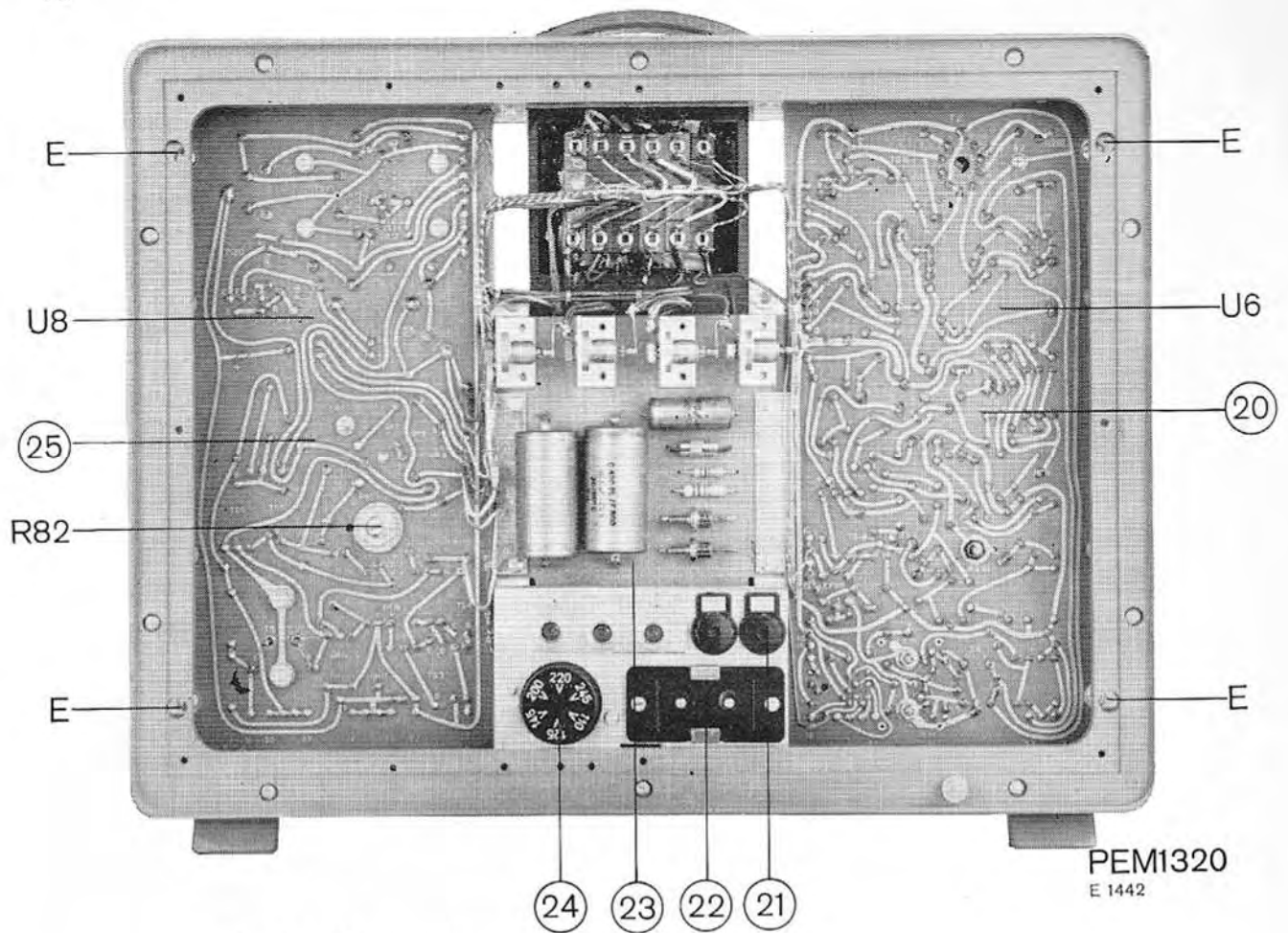


Fig. 34. Vue arrière

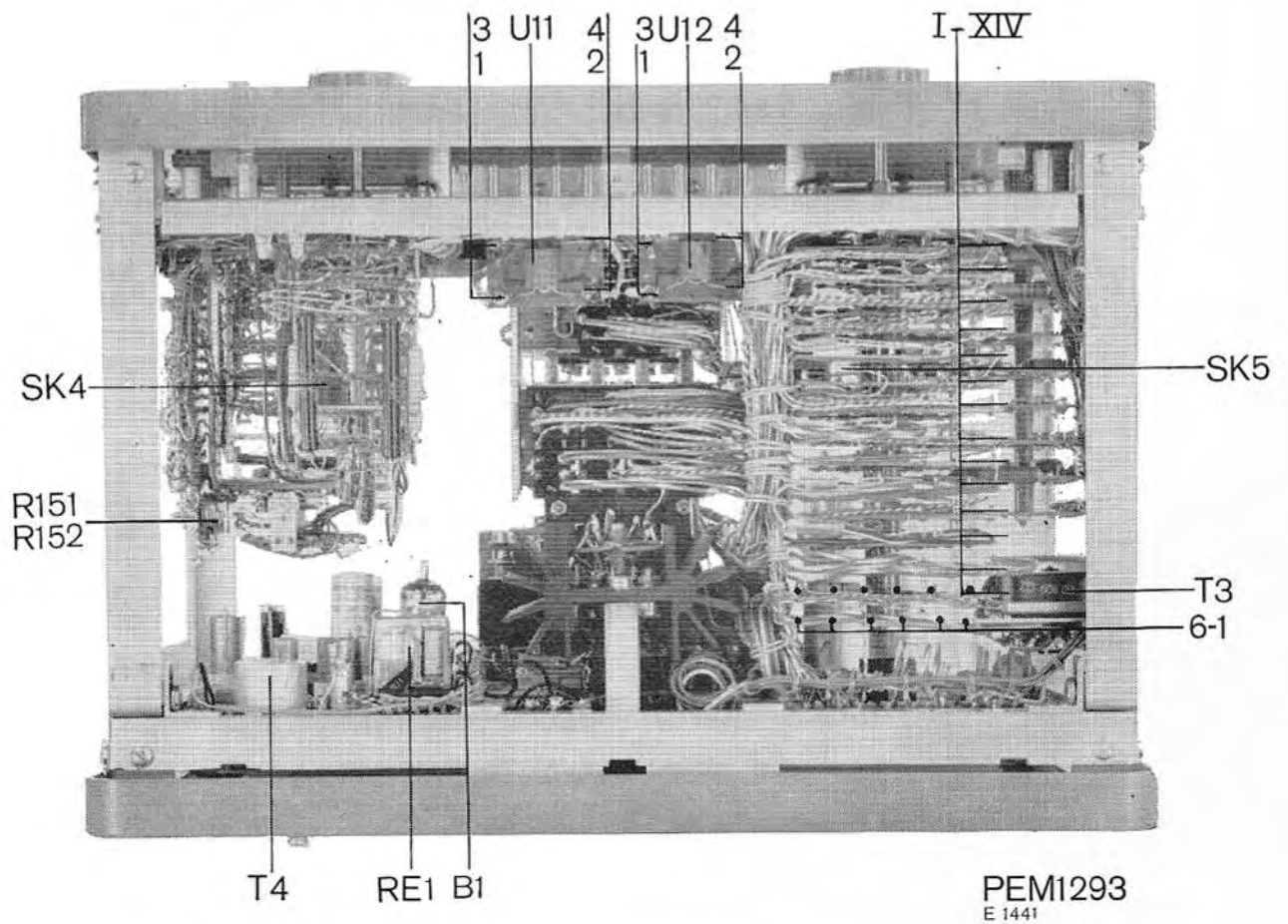


Fig. 35. Vue de dessous

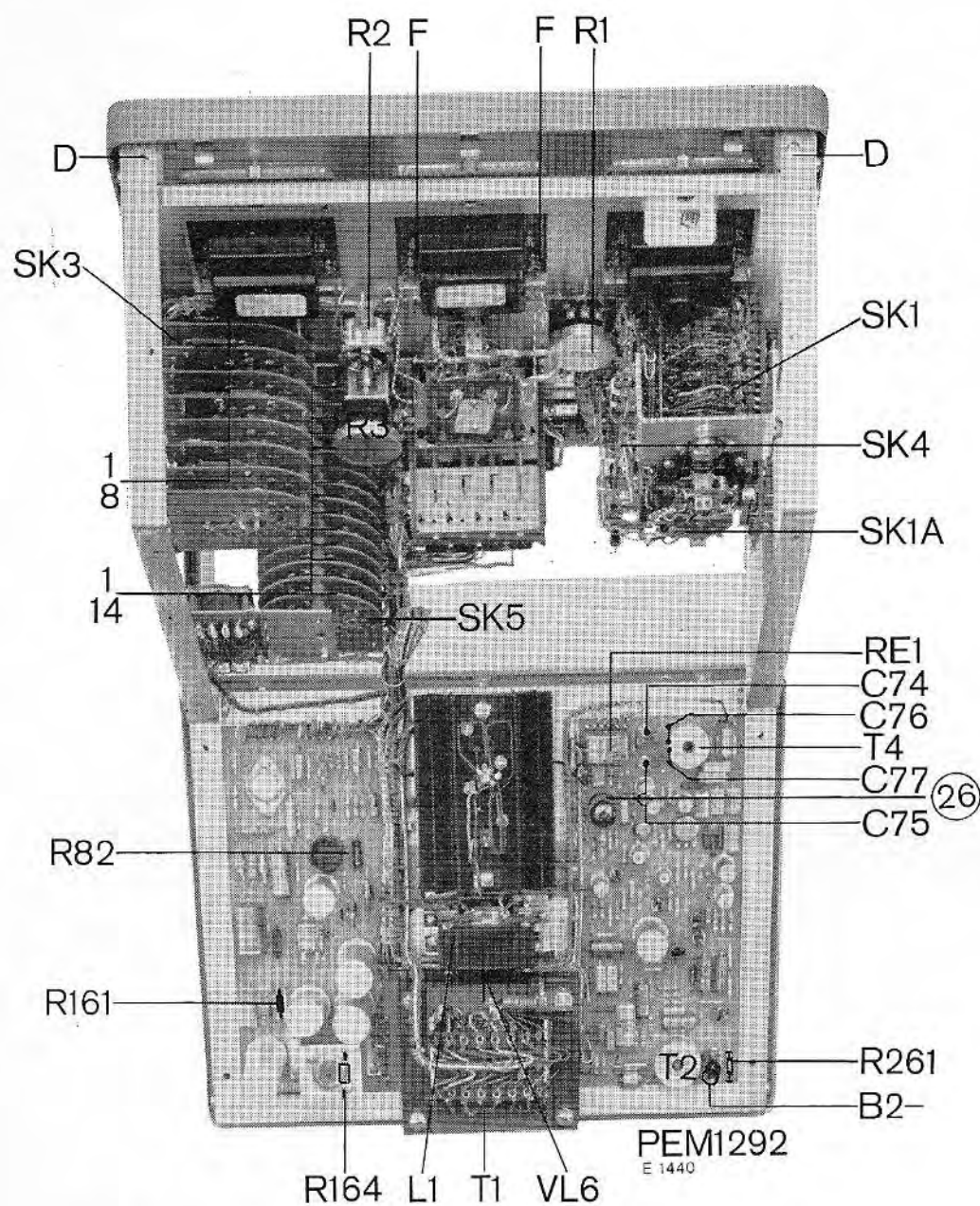


Fig. 36. Vue de dessus (panneau arrière rabattu)

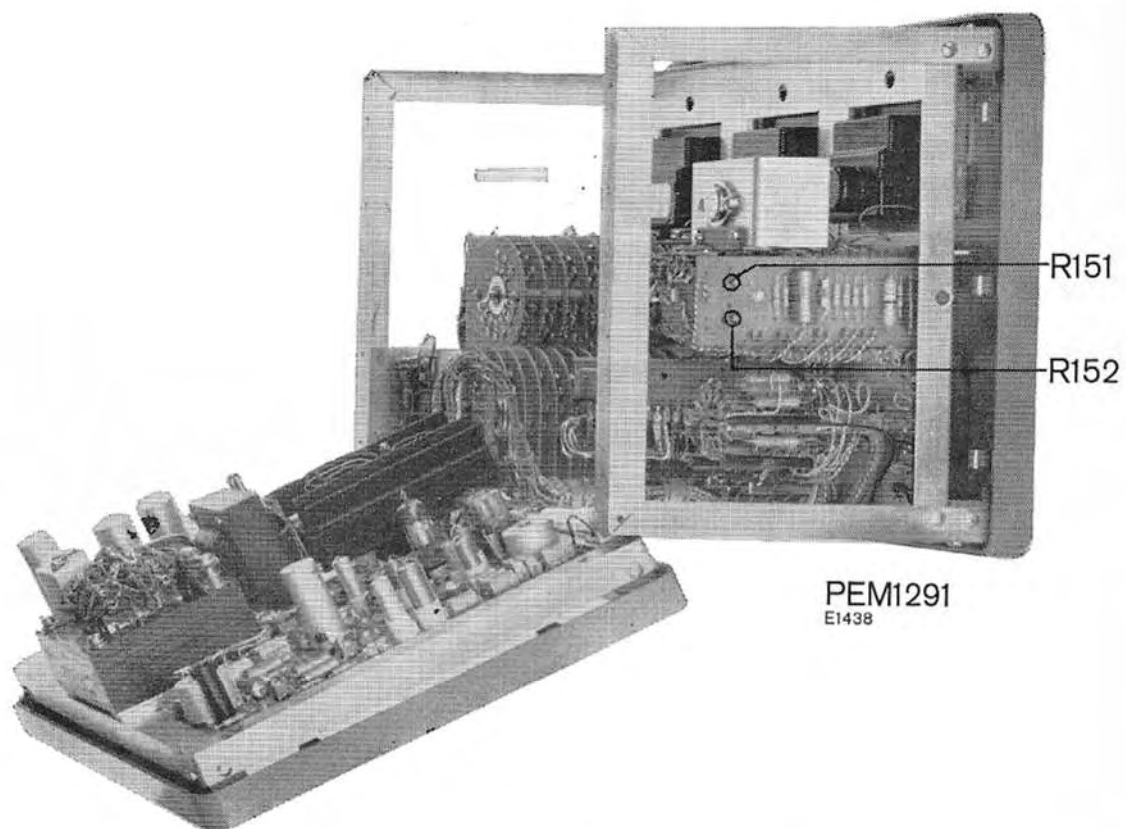


Fig. 37. Vue de gauche (panneau arrière rabattu)

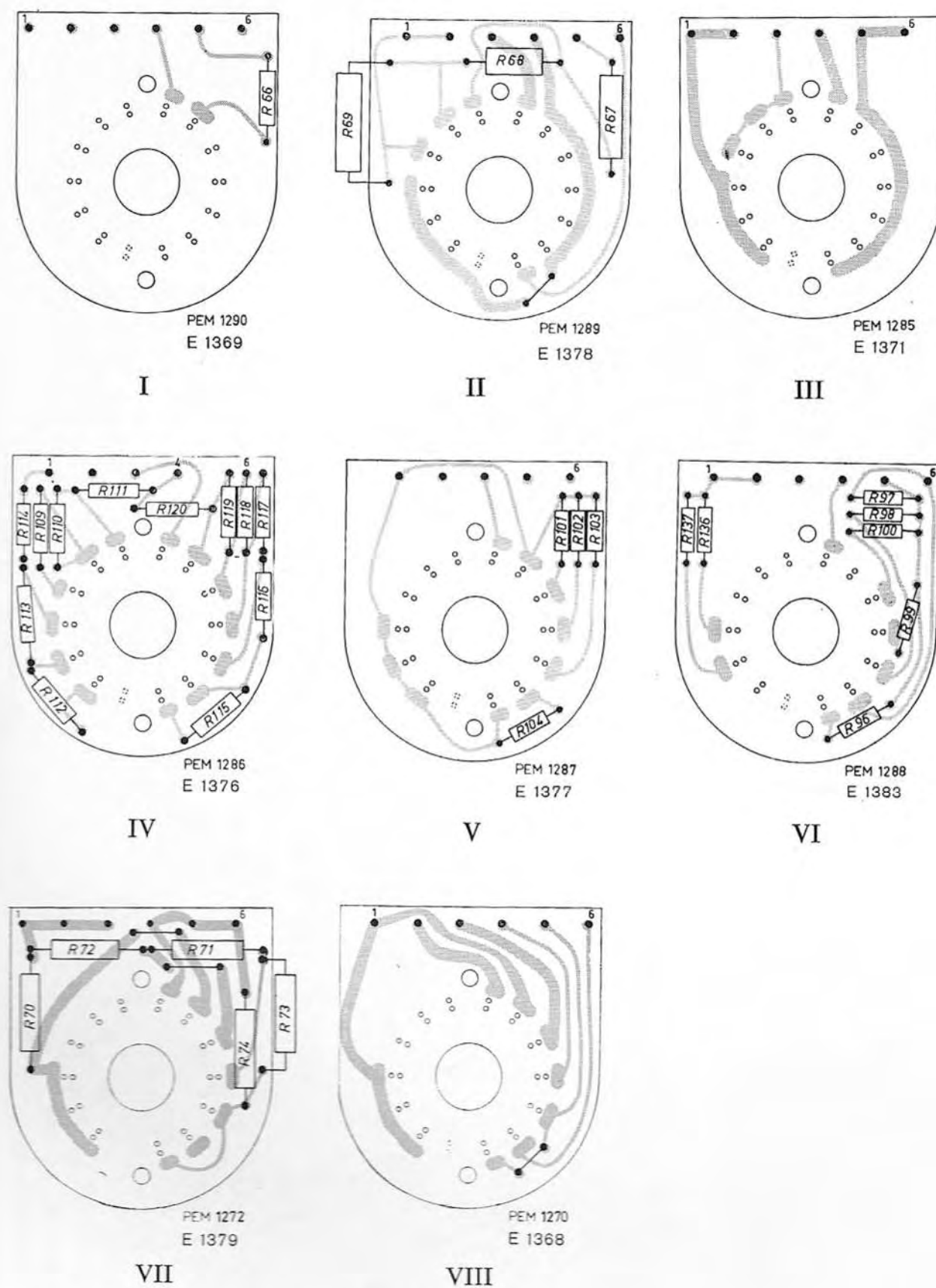
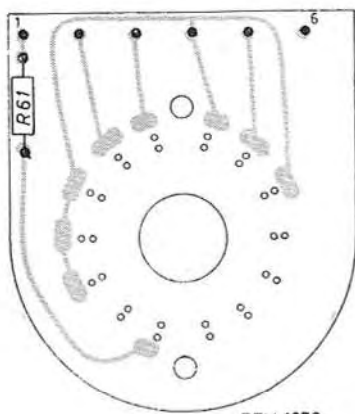
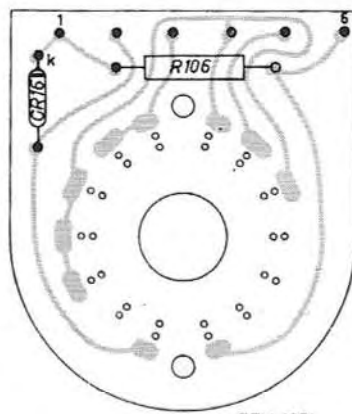


Fig. 38. Galettes du commutateur SK3-U3



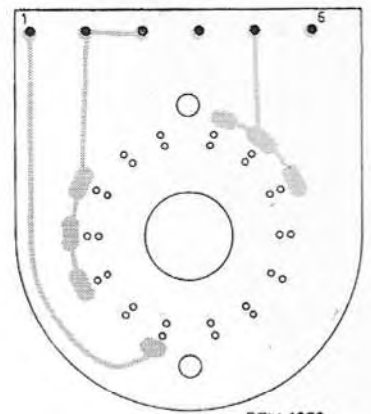
PEM 1273
E 1390

I



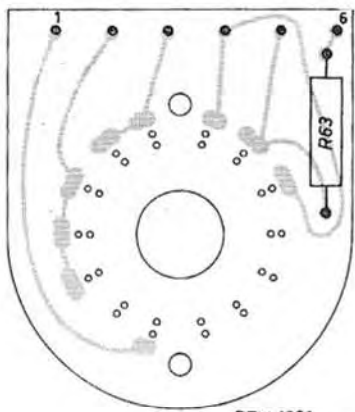
PEM 1274
E 1389

II



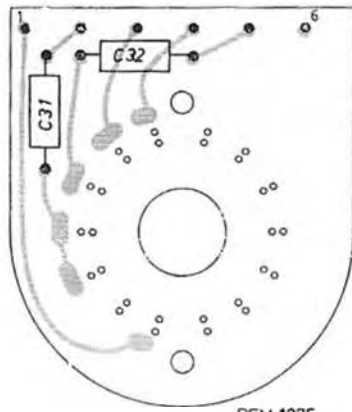
PEM 1279
E 1388

III



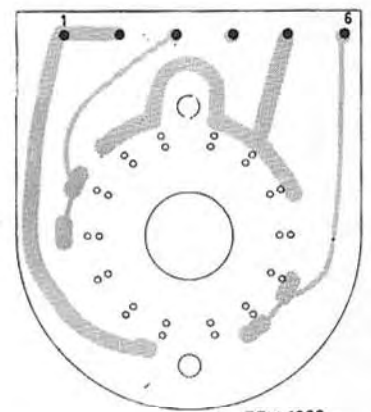
PEM 1281
E 1382

IV



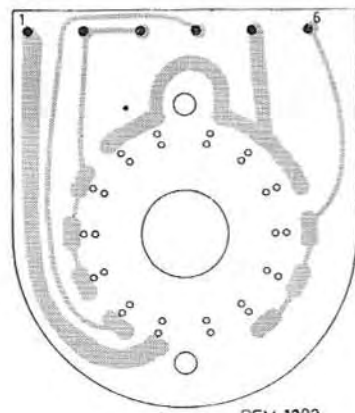
PEM 1275
E 1372

V



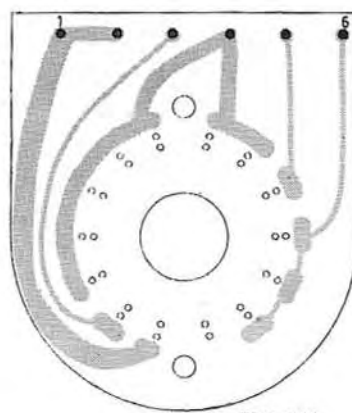
PEM 1280
E 1387

VI



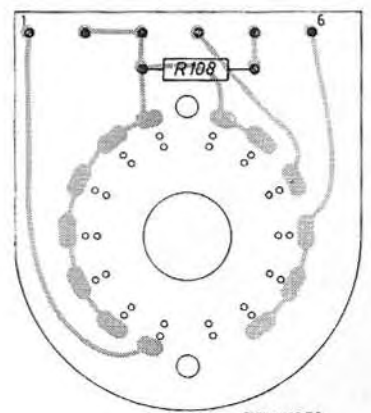
PEM 1282
E 1386

VII



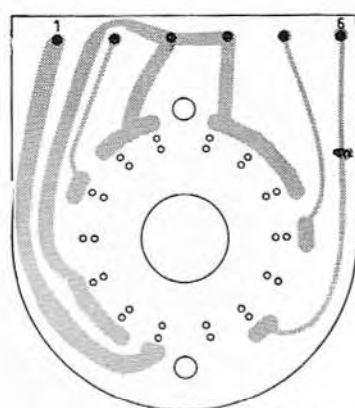
PEM 1269
E 1370

VIII



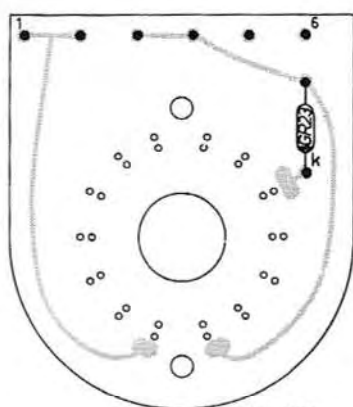
PEM 1276
E 1374

IX



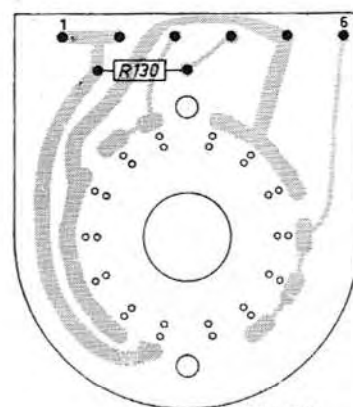
PEM 1283
E 1375

X



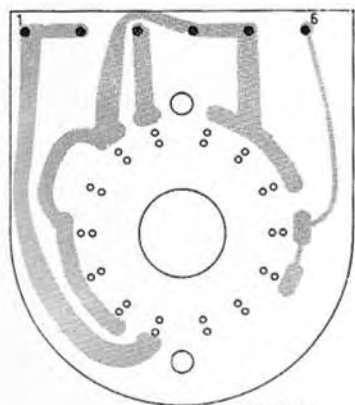
PEM 1277
E 1384

XI



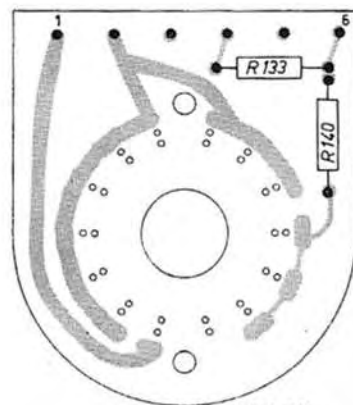
PEM 1278
E 1381

XII



PEM 1284
E 1373

XIII



PEM 1271
E 1380

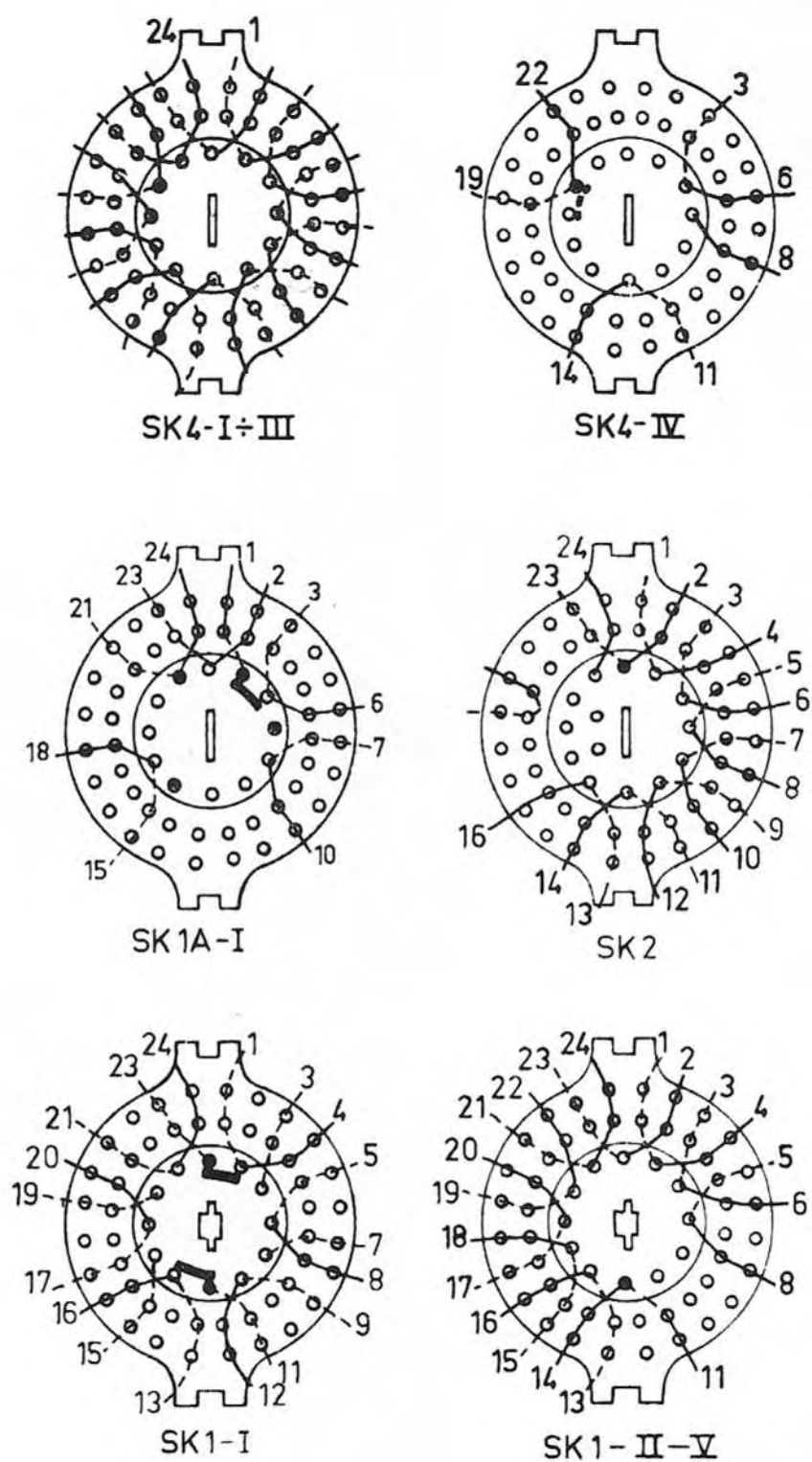
XIV

Fig. 39. Galettes du commutateur SK5-U10



PEM 1325
E 1385

Fig. 40. Galette universelle



PEM 1311
E 1446

Fig. 41. Galettes de SK1, SK1A, SK2 et SK4

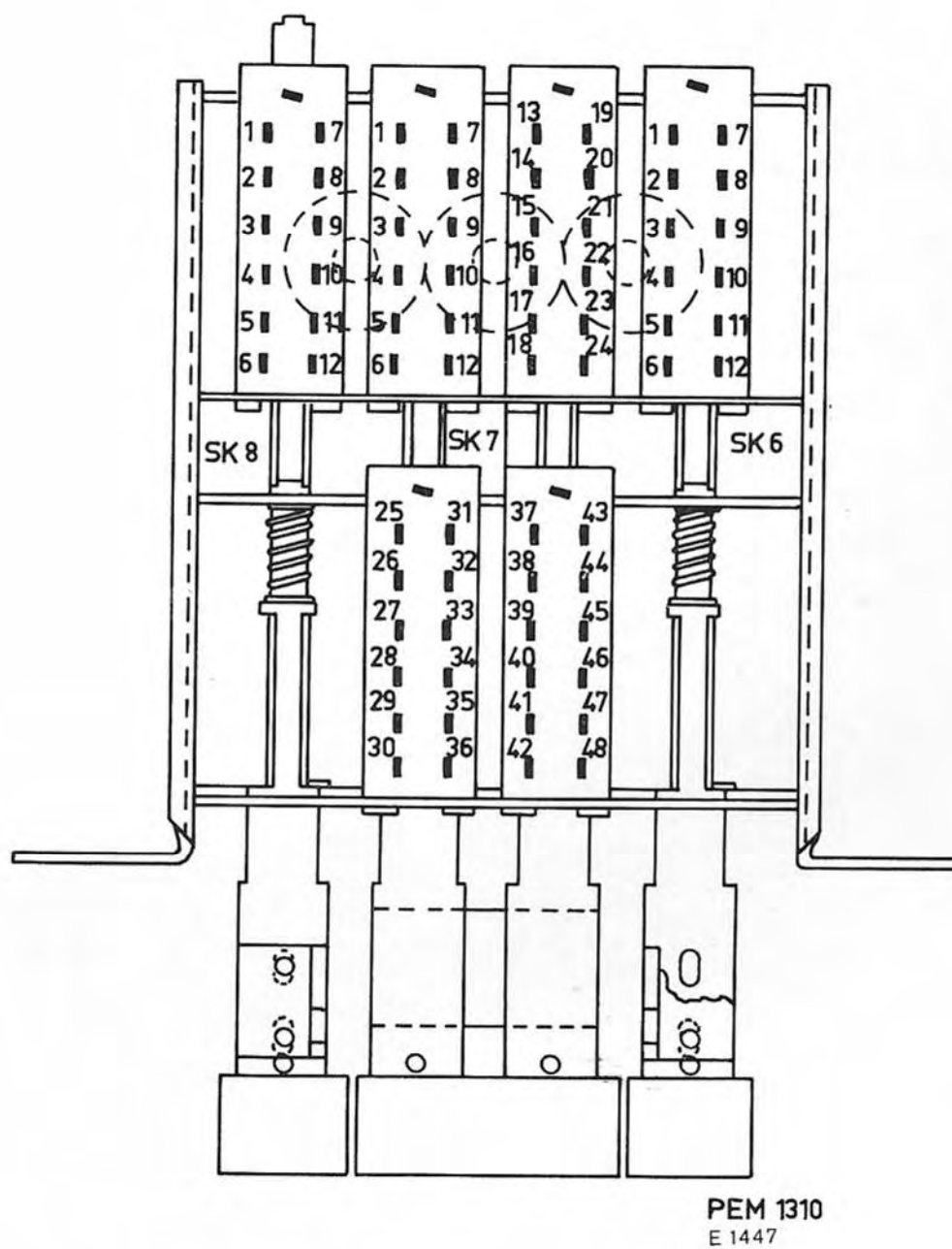


Fig. 42. Combinateur à touches SK6-7-8

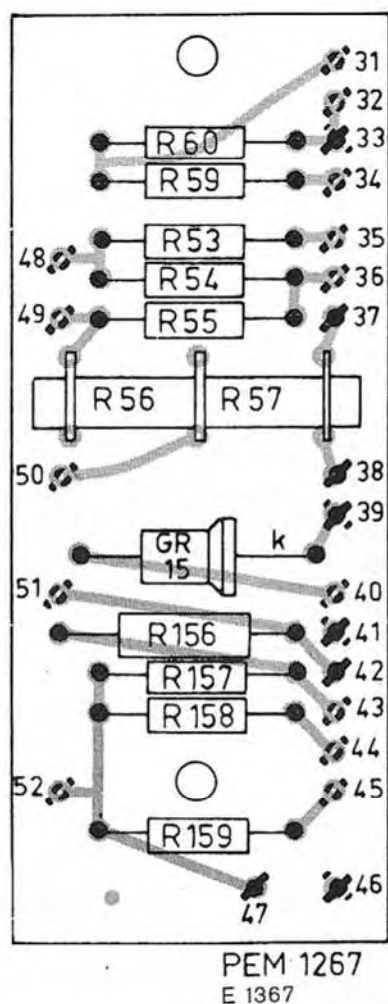


Fig. 43. Platine de câblage imprimé UI de droite

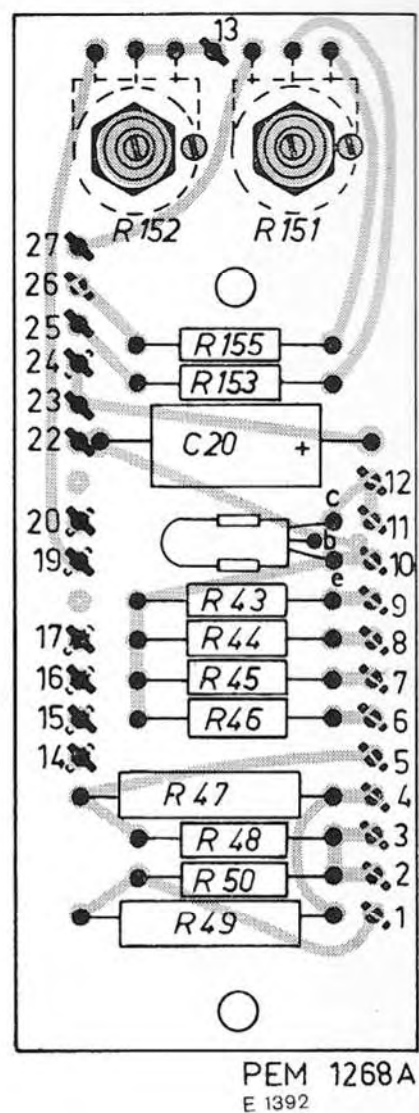


Fig. 44. Platine de câblage imprimé UI de gauche

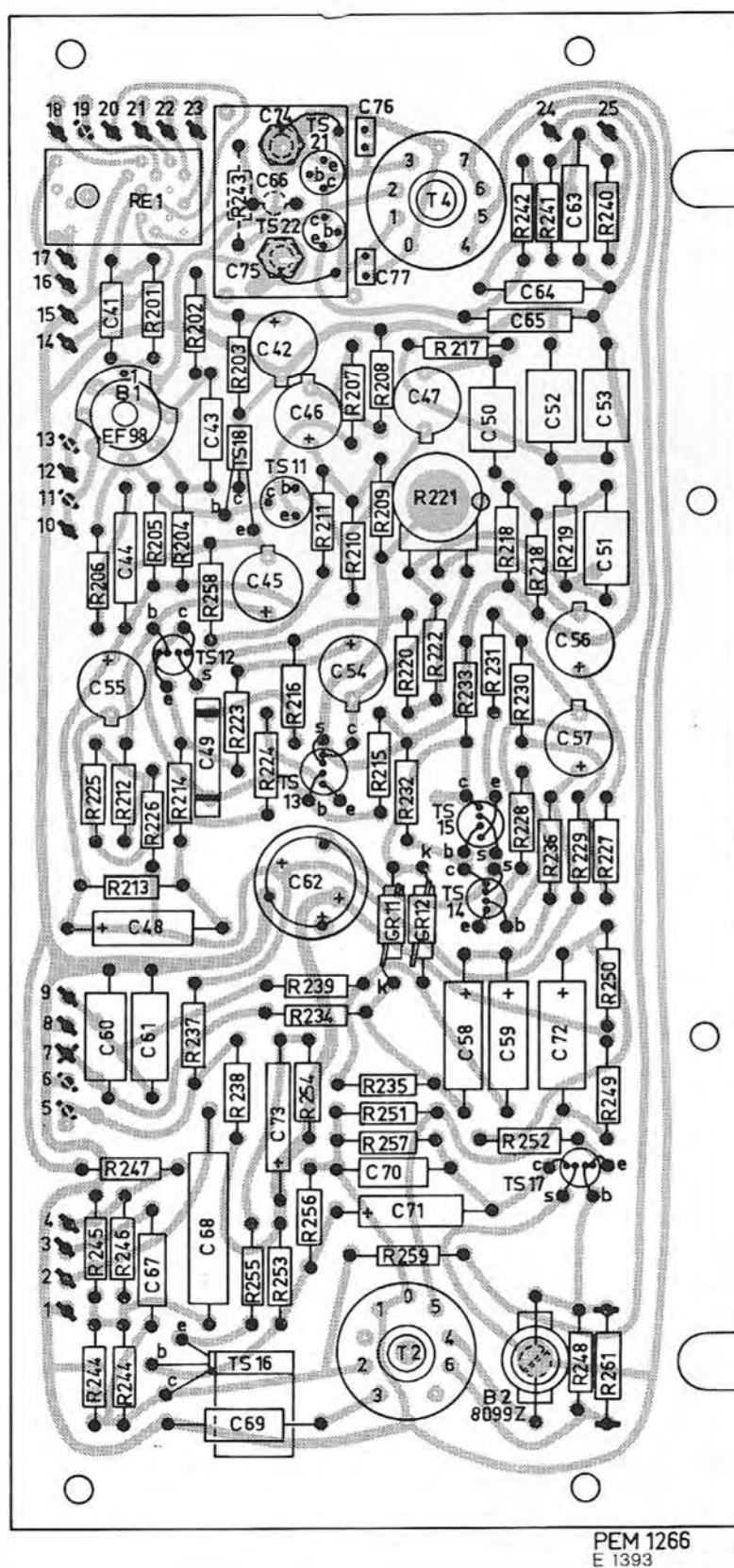


Fig. 45. Platine de câblage imprimé U6

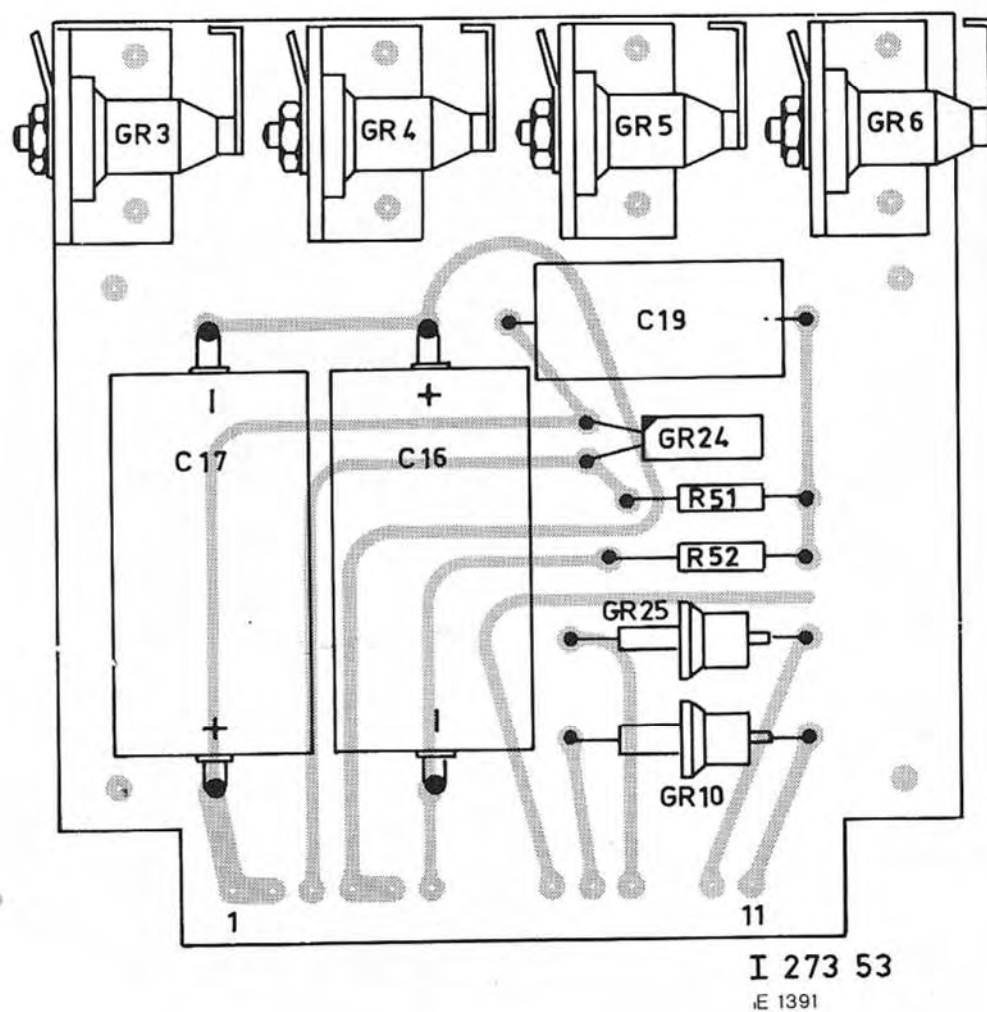


Fig. 46. Platine de câblage imprimé U7

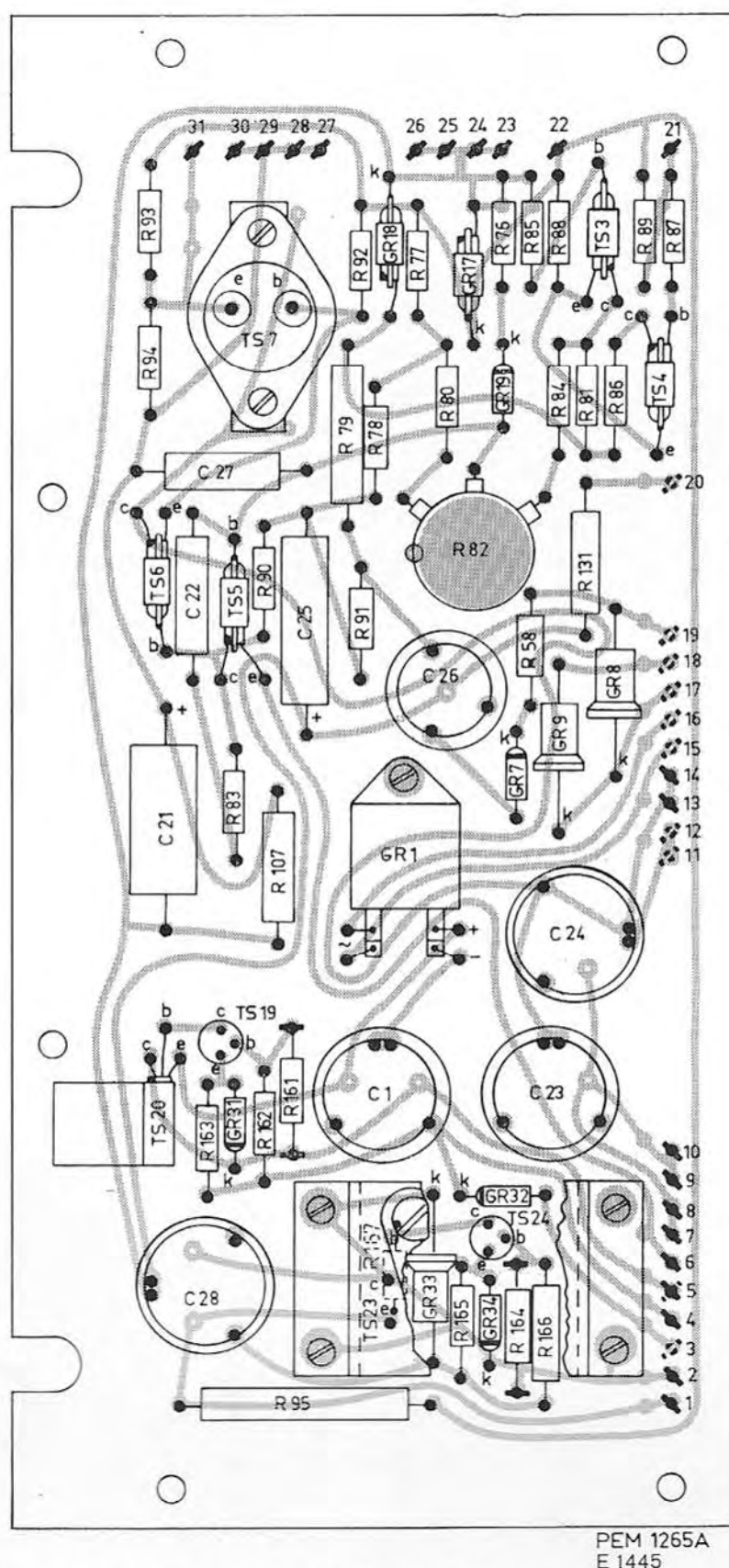


Fig. 47. Platine de câblage imprimé U8

SC

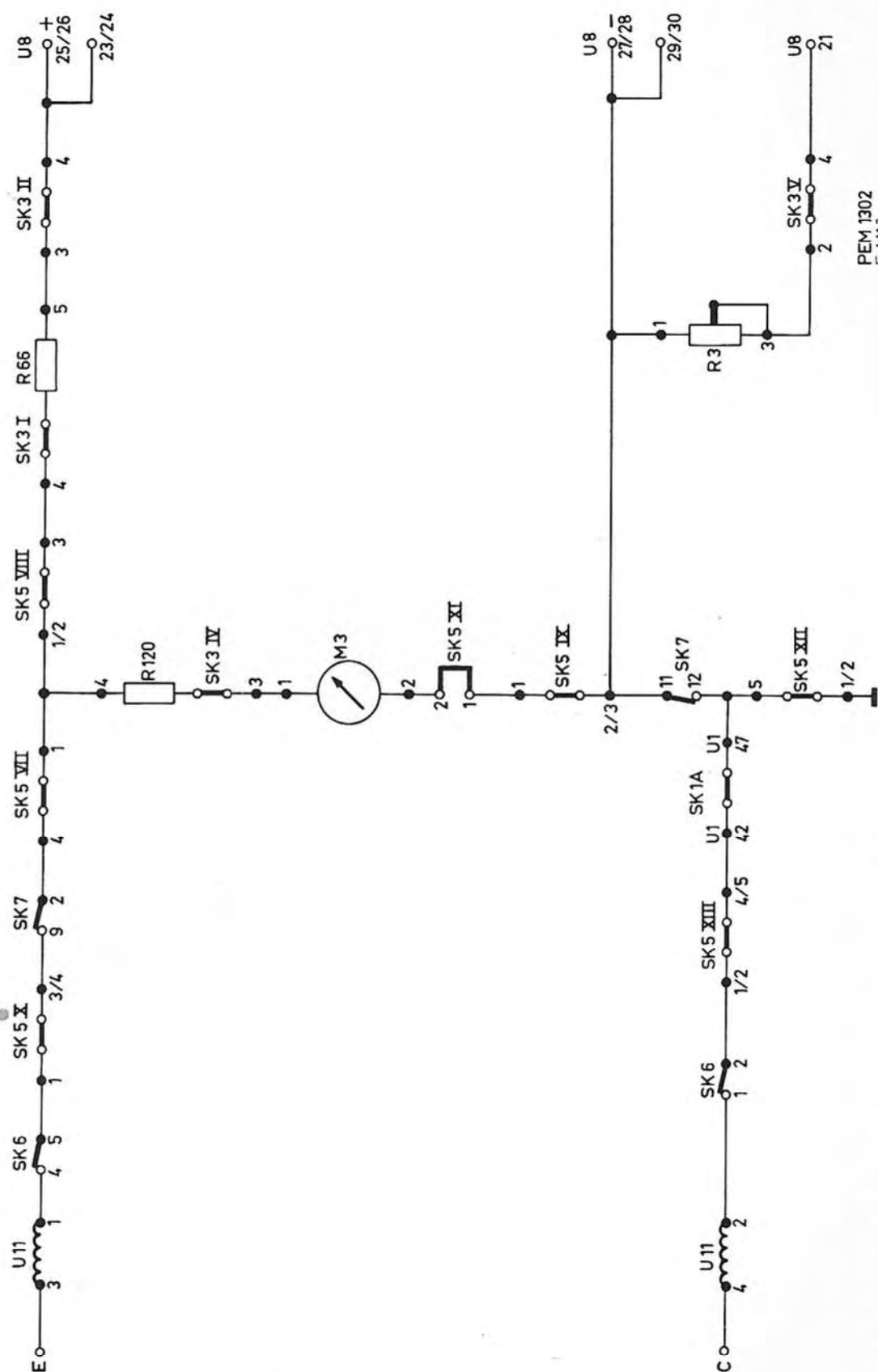
PEM 1302
E 1413

Fig. 48. Schéma du circuit de courant, mesure SC

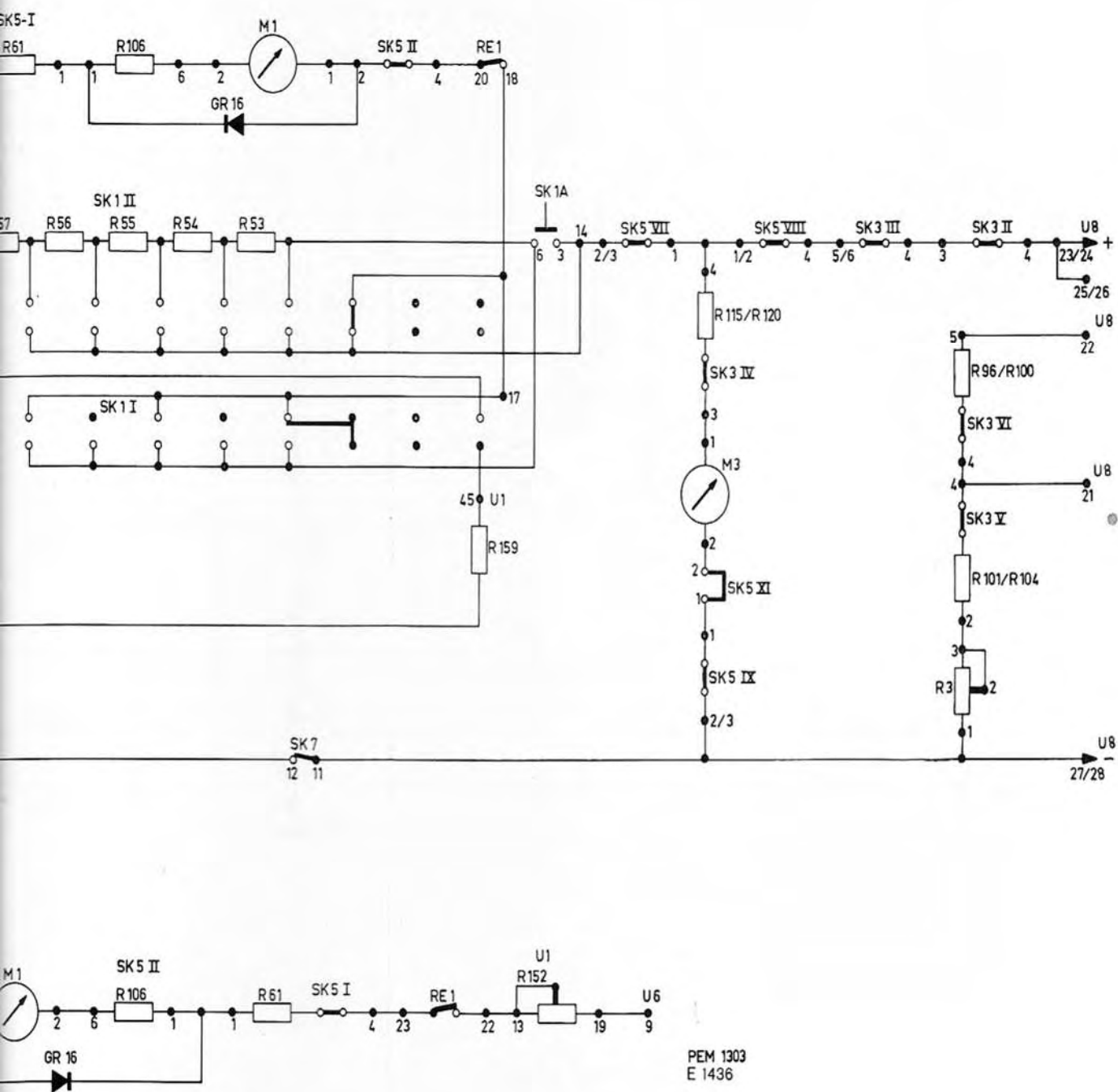
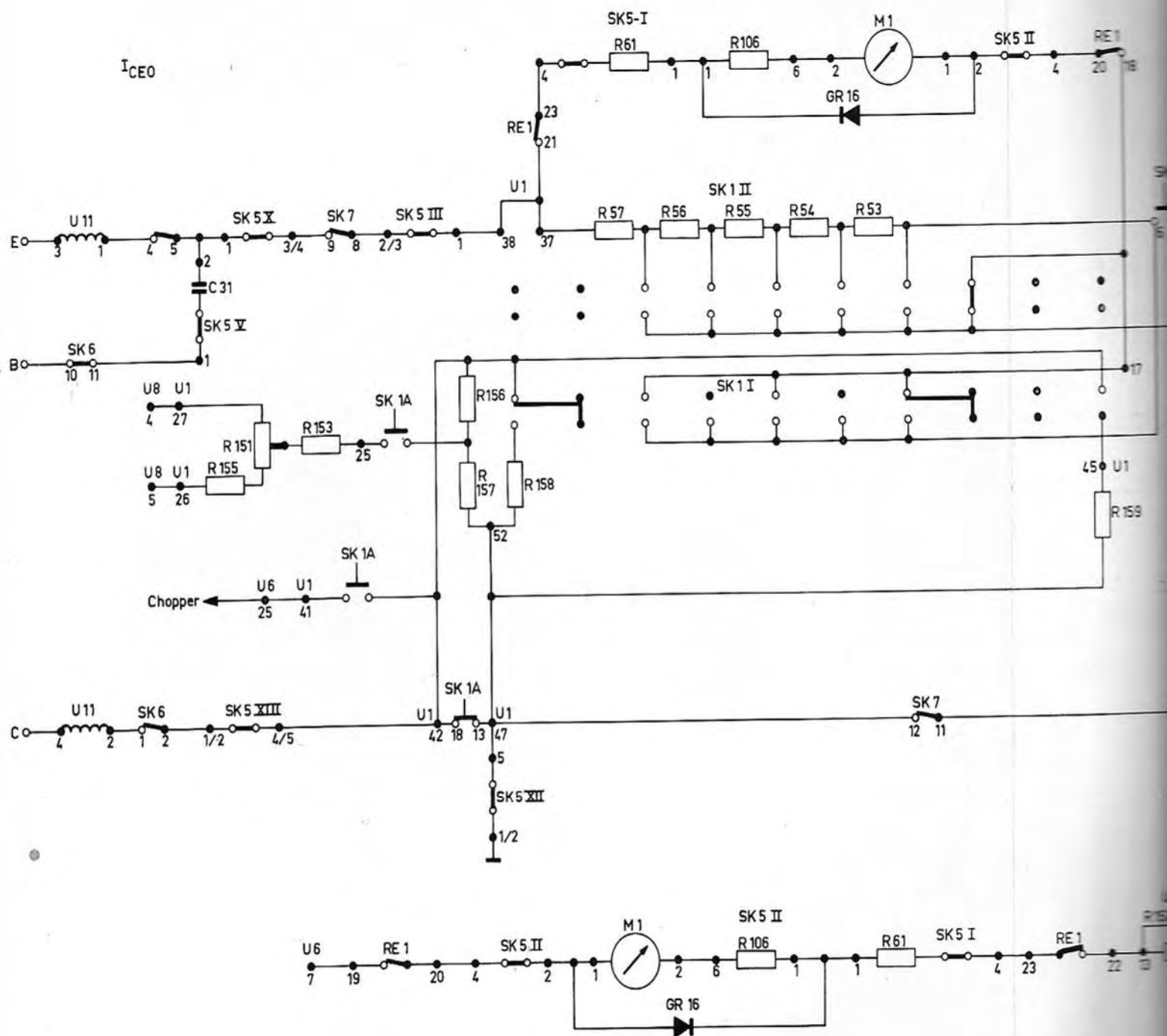
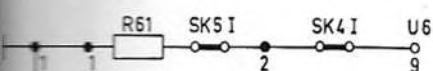
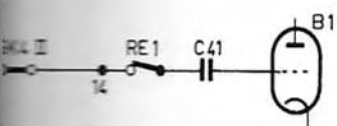
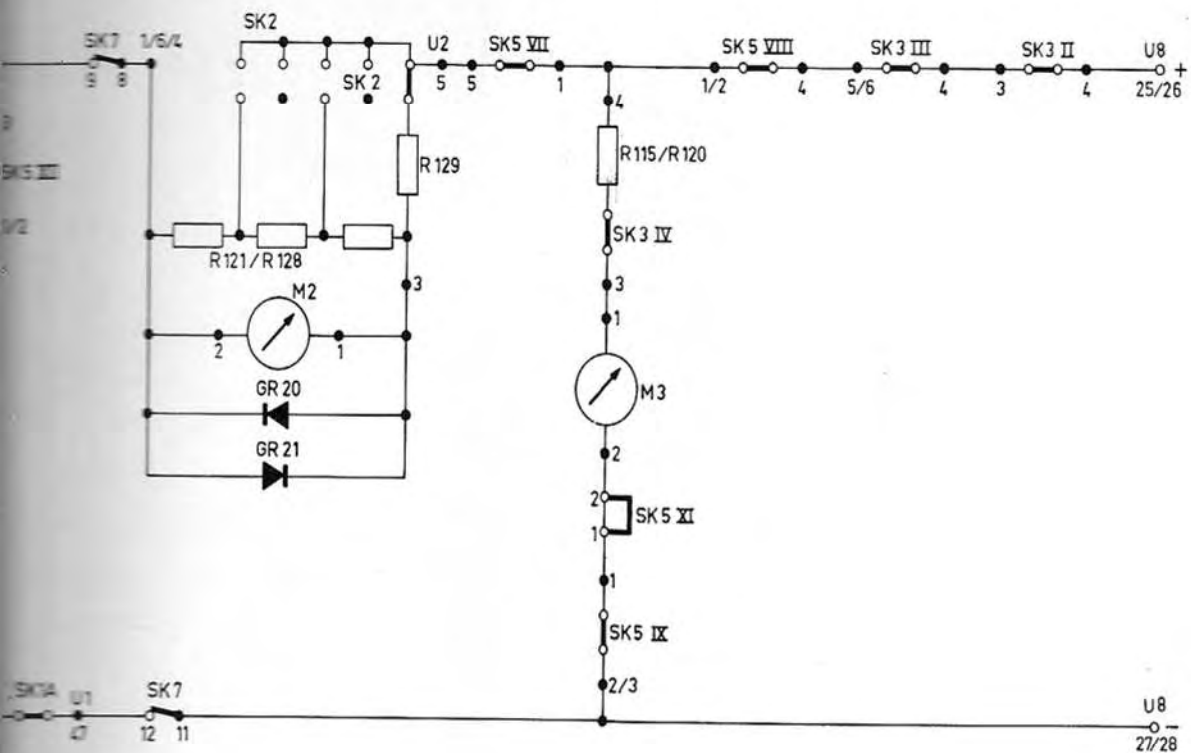


Fig. 49. Schéma du circuit de courant, mesure I_{CEO}





PEM 1308
E 1430

1, mesure h_{ie}

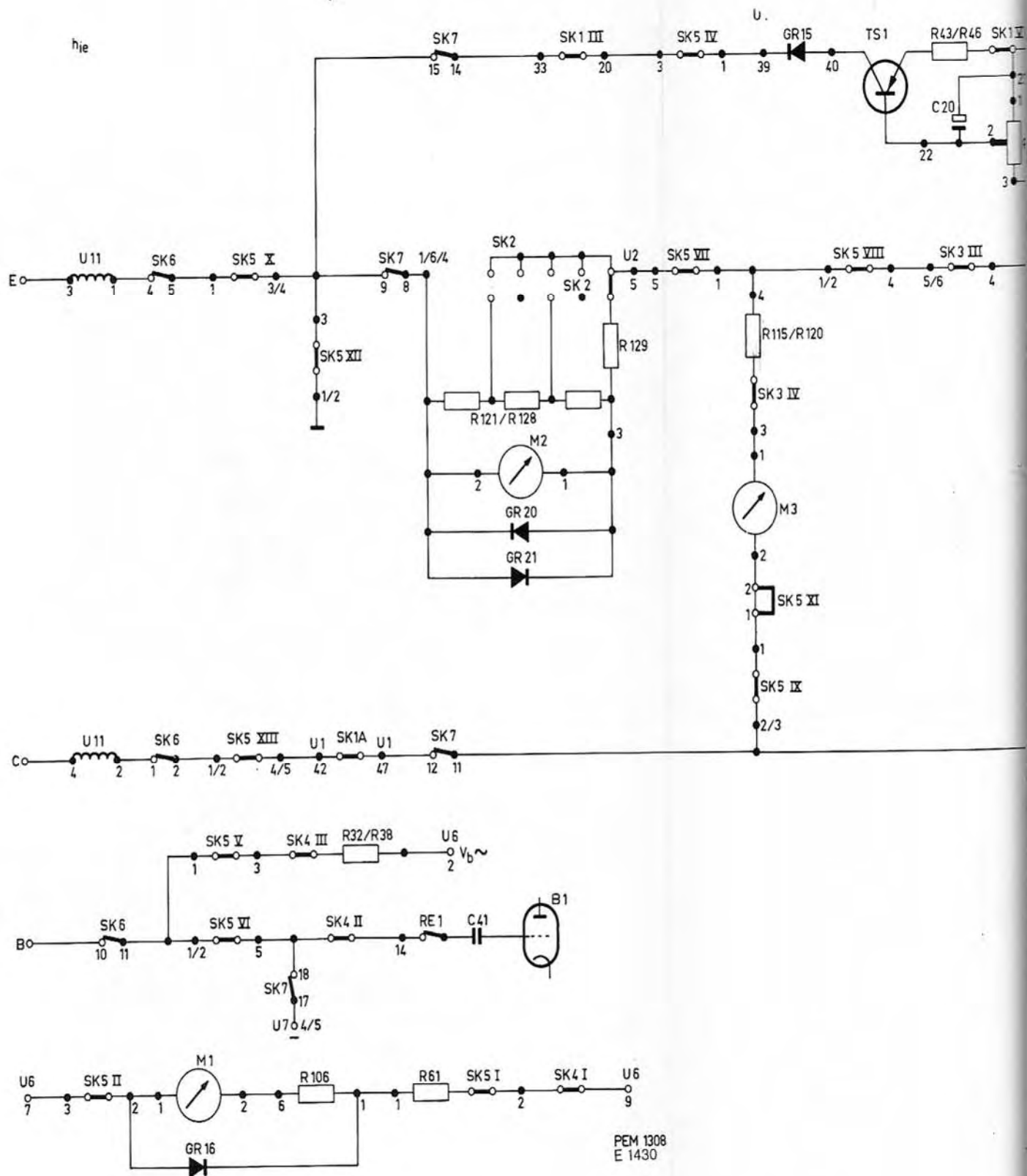


Fig. 50. Schéma du circuit de courant, mesure h_{ie}

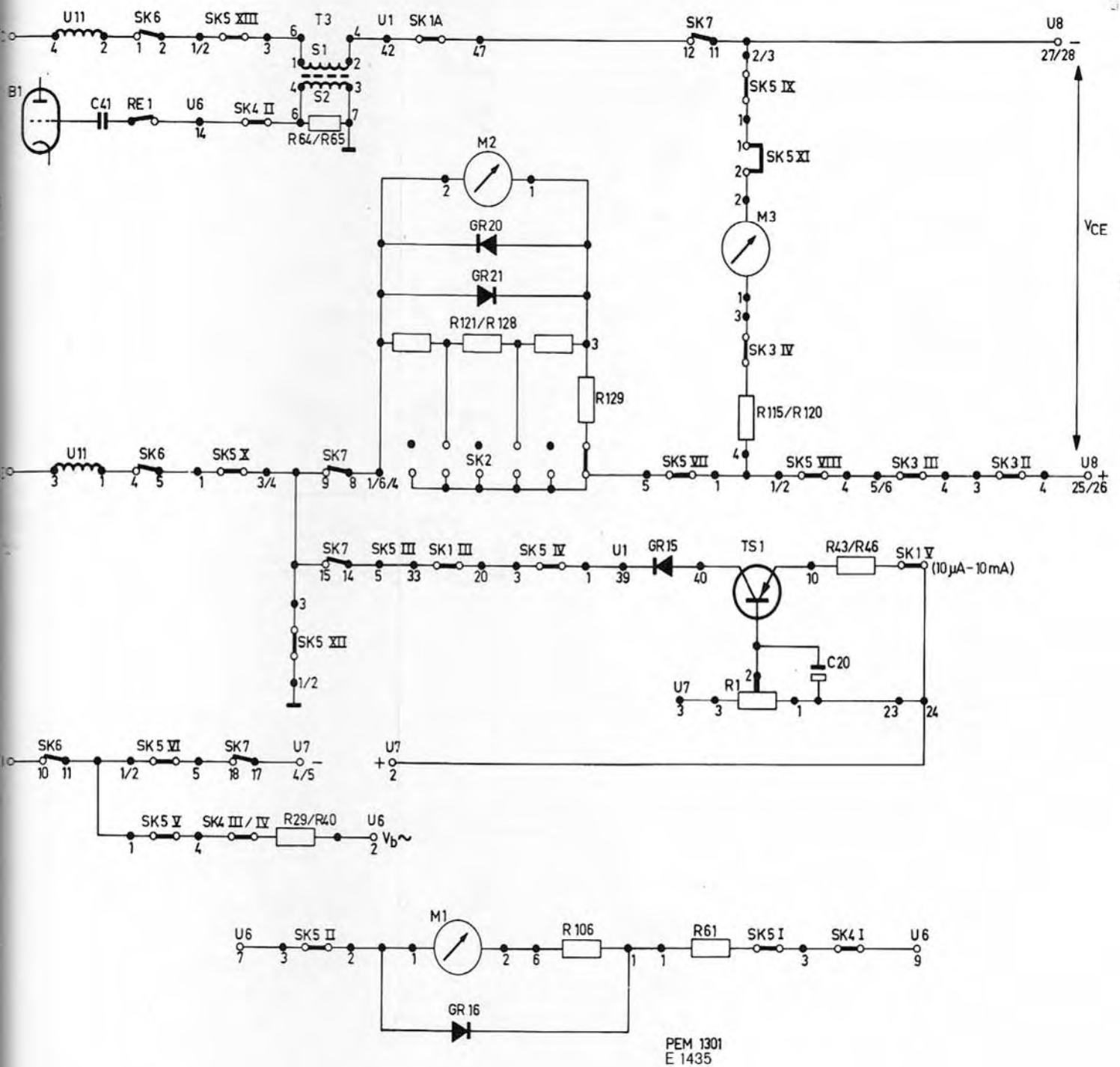
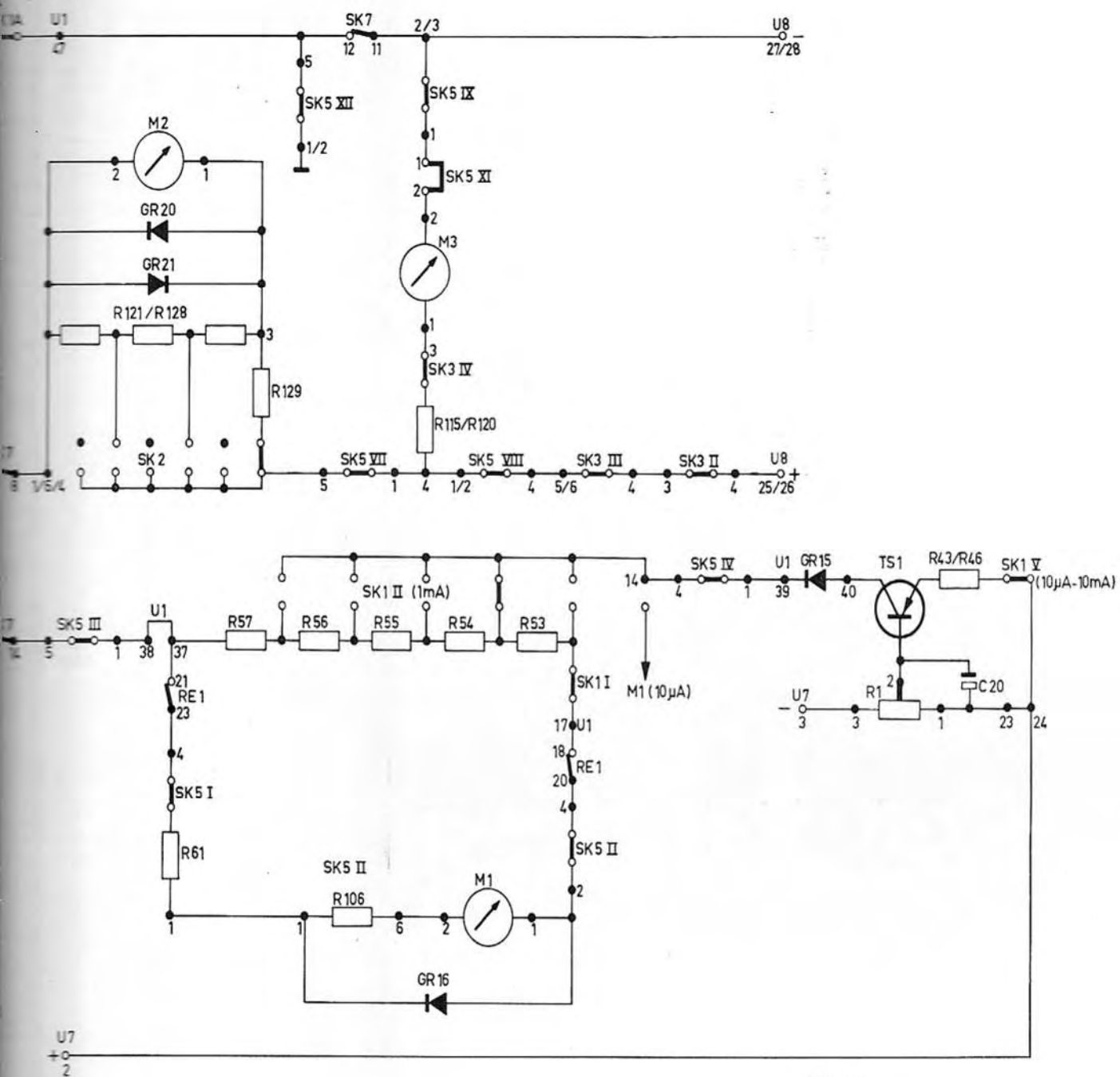


Fig. 51. Schéma du circuit de courant, mesure h_{fe}

The diagram illustrates the electrical control circuit for a crane, showing the power supply, control circuit, and motor connections. Key components include:

- Power Supply:** Transformer T3, switches SK1, SK2, SK3, SK4, SK5, SK6, SK7, SK8, SK9, SK10, SK11, SK12, SK13, SK14, SK15, SK16, SK17, SK18, SK19, SK20, SK21, SK22, SK23, SK24, SK25, SK26, SK27, SK28, SK29, SK30, SK31, SK32, SK33, SK34, SK35, SK36, SK37, SK38, SK39, SK40, SK41, SK42, SK43, SK44, SK45, SK46, SK47, SK48, SK49, SK50, SK51, SK52, SK53, SK54, SK55, SK56, SK57, SK58, SK59, SK60, SK61, SK62, SK63, SK64, SK65, SK66, SK67, SK68, SK69, SK70, SK71, SK72, SK73, SK74, SK75, SK76, SK77, SK78, SK79, SK80, SK81, SK82, SK83, SK84, SK85, SK86, SK87, SK88, SK89, SK90, SK91, SK92, SK93, SK94, SK95, SK96, SK97, SK98, SK99, SK100.
- Control Circuit:** Relays RE1, RE2, RE3, RE4, RE5, RE6, RE7, RE8, RE9, RE10, RE11, RE12, RE13, RE14, RE15, RE16, RE17, RE18, RE19, RE20, RE21, RE22, RE23, RE24, RE25, RE26, RE27, RE28, RE29, RE30, RE31, RE32, RE33, RE34, RE35, RE36, RE37, RE38, RE39, RE40, RE41, RE42, RE43, RE44, RE45, RE46, RE47, RE48, RE49, RE50, RE51, RE52, RE53, RE54, RE55, RE56, RE57, RE58, RE59, RE60, RE61, RE62, RE63, RE64, RE65, RE66, RE67, RE68, RE69, RE70, RE71, RE72, RE73, RE74, RE75, RE76, RE77, RE78, RE79, RE80, RE81, RE82, RE83, RE84, RE85, RE86, RE87, RE88, RE89, RE90, RE91, RE92, RE93, RE94, RE95, RE96, RE97, RE98, RE99, RE100.
- Motor and Protection:** Motor M1, Motor M2, fuses F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100.

Fig. 51.



PEM 1304
E 1434

mt, mesure $I_C = f(I_B)$

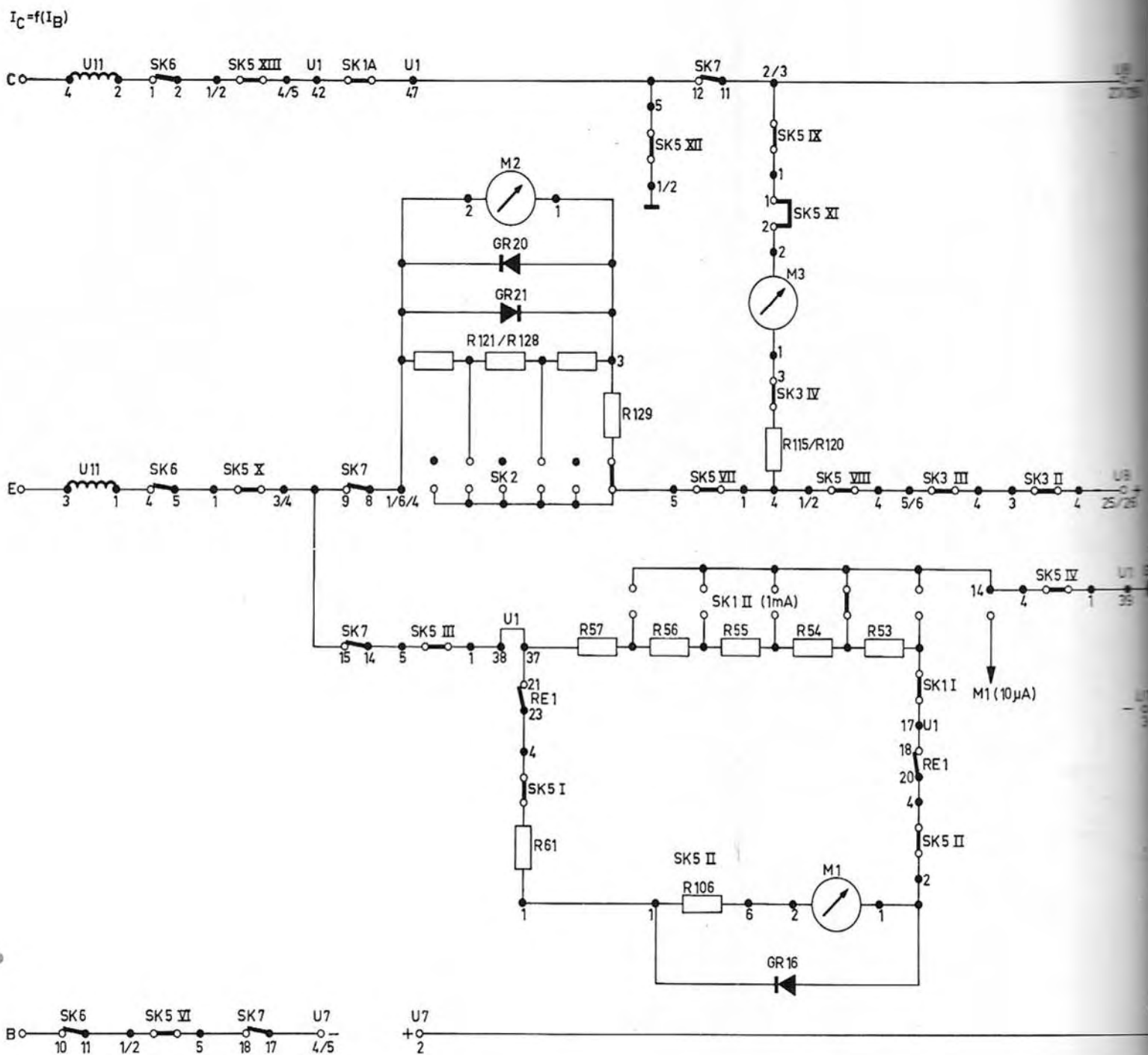
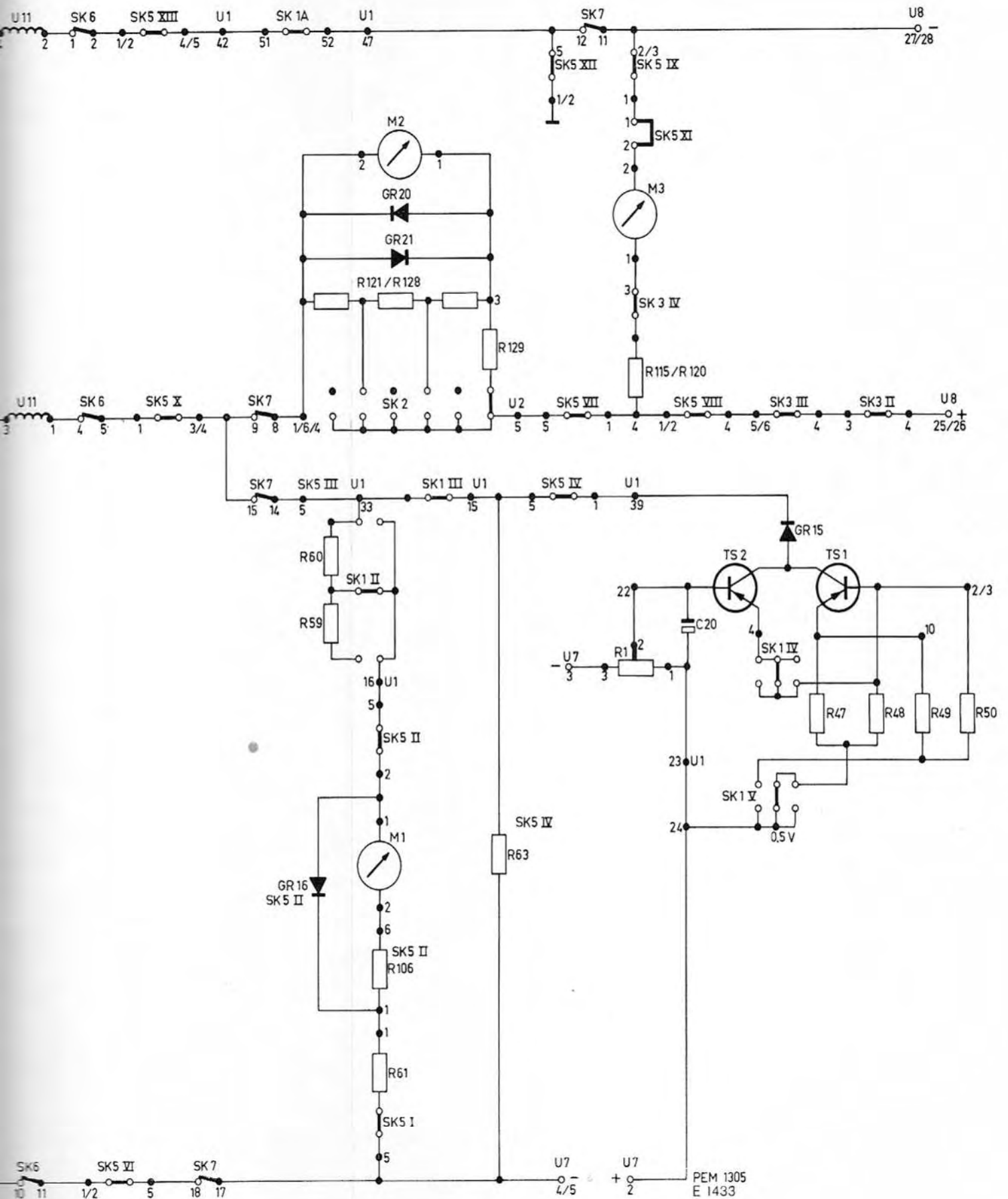
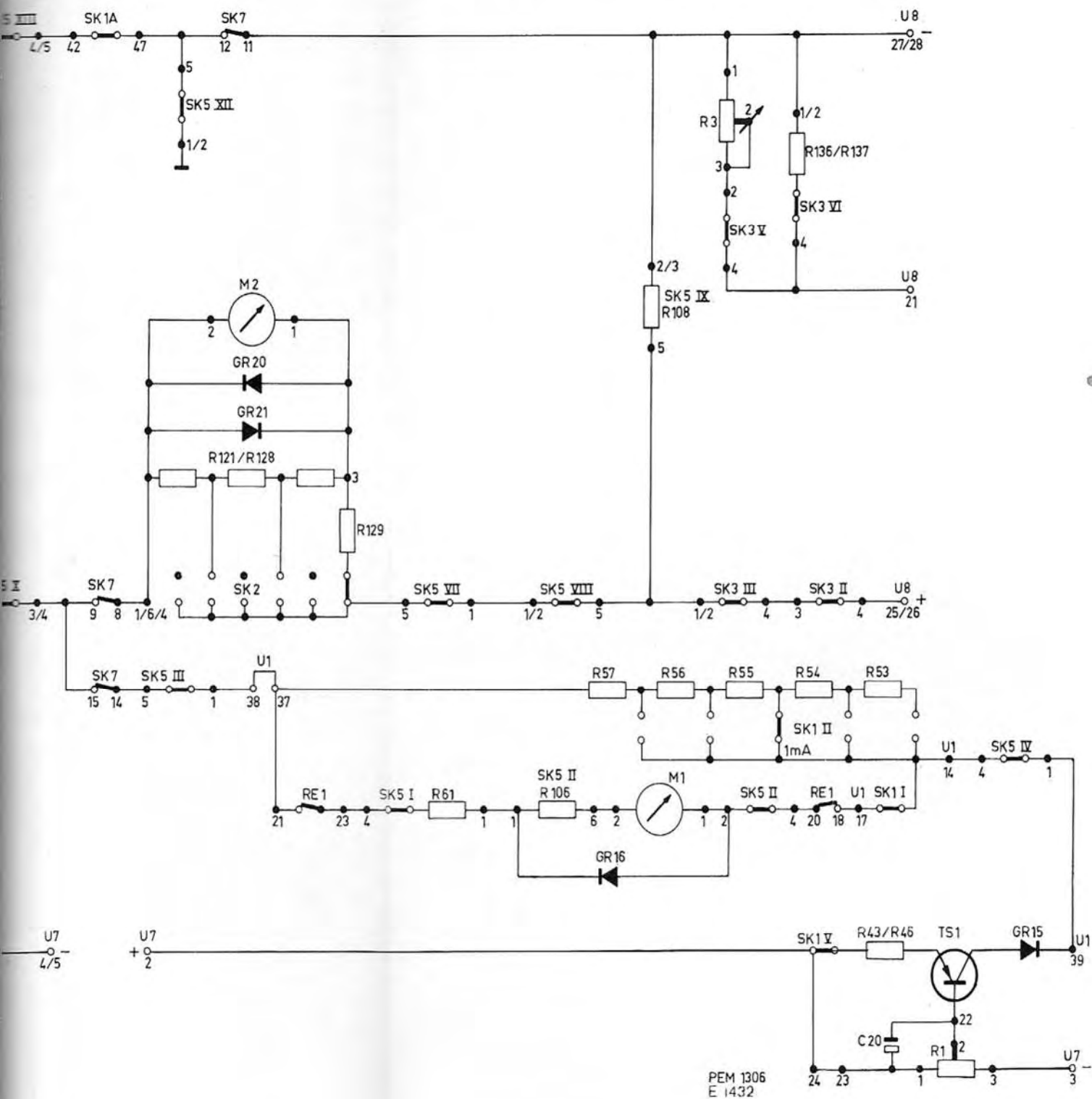


Fig. 52. Schéma du circuit de courant, mesure $I_C = f(I_B)$

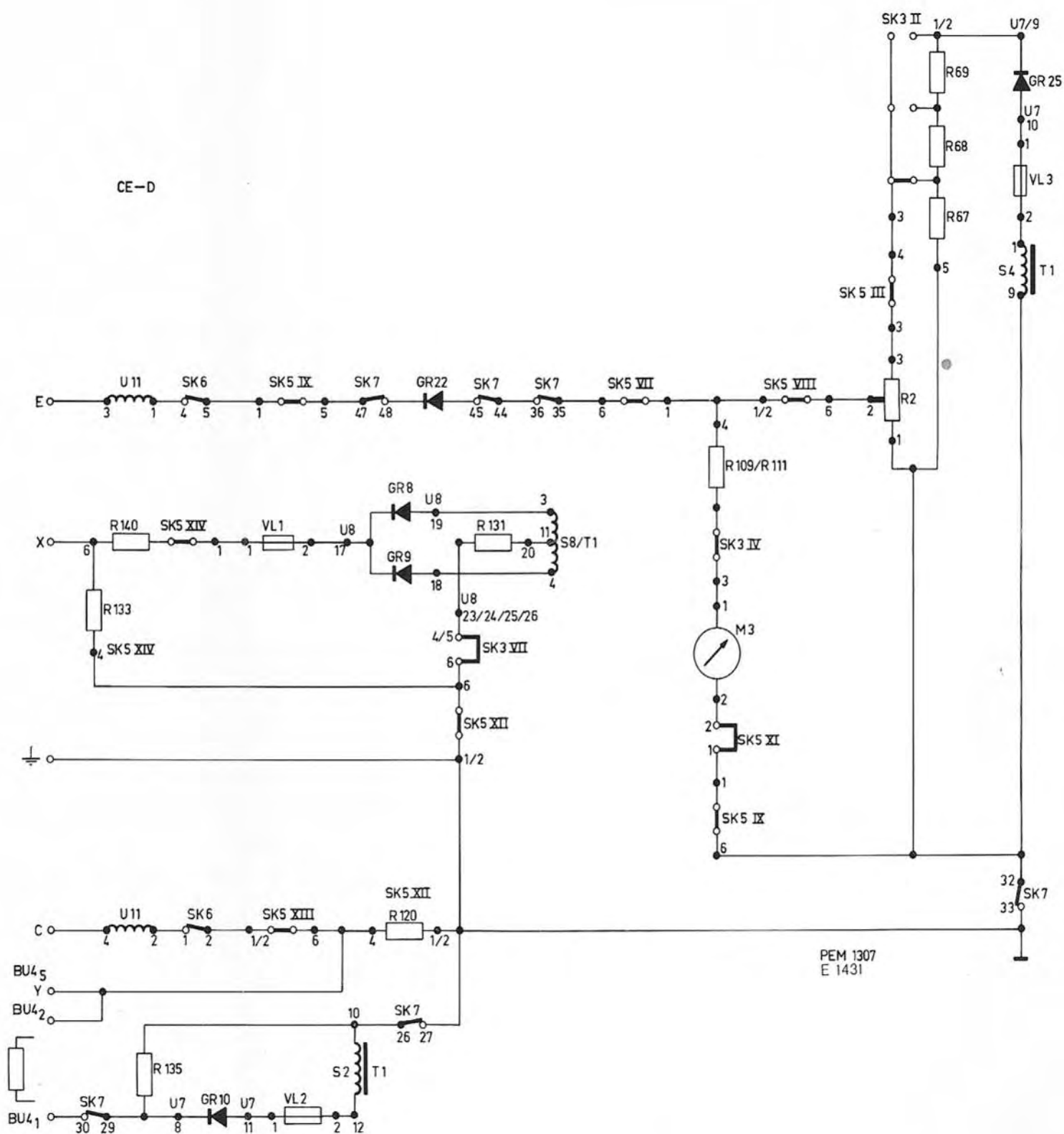
F(V_{BE})



ant, mesure V_{CEK}



Fig. 54. Schéma du circuit de courant, mesure V_{CEK}



Explication des symboles principaux

A. SYMBOLES POUR SEMI-CONDUCTEURS

I. Symboles de base

	statiques	dynamiques
Intensité de courant	I	i
Tension	V	v
Valeur de crête d'une grandeur A	A	A_s
Valeur efficace d'une grandeur A	A	A_{eff}
Diodes à cristal: Cathode	K	k
Anode	D	d
Transistors: Base	B	b
Emetteur	E	e
Collecteur	C	c

II. Tensions

Tension de base, dans le montage à émetteur commun	V_{BE}	V_{be}
Tension de collecteur, dans le montage à émetteur commun	V_{CE}	V_{ce}
Tension de coude de collecteur, dans le montage à émetteur commun	V_{CEK}	
Tension de diode	V_d	V_b
Tension alternative d'entrée		V_i
Tension alternative de sortie		V_o
Tension de disruption entre le collecteur et l'émetteur	CE-D	
Tension de disruption entre le collecteur et la base	CB-D	
Tension de disruption entre l'émetteur et la base	EB-D	

III. Courants

Courant de base	I_B	i_b
Courant de collecteur	I_C	i_c
Courant de collecteur dans le montage à base commune, pour $I_E = 0$	I_{CBO}	
Courant de collecteur, dans le montage à émetteur commun pour $I_B = 0$	I_{CEO}	
Courant d'émetteur, dans le montage à base commune, pour $I_C = 0$	I_{EBO}	

	statiques	dynamiques
Courant de diode	I_D	I_d
Courant d'émetteur	I_E	i_e

IV. Puissances

Dissipation de collecteur	P_C
Puissance de sortie du collecteur	P_c

B. AUTRES SYMBOLES

V. Résistances

Résistance dans le conducteur d'alimentation d'émetteur	R_E
Résistance dans le conducteur d'alimentation de base	R_B
Résistance dans le conducteur d'alimentation de collecteur	R_C
Résistance entre la base et l'émetteur	R_{BE}

VI. Grandeurs du quadripole (paramètre h)

Montage à émetteur commun :	
Résistance d'entrée, sortie court-circuitée	h_{11e} équivalent à h_{ie}
Réaction de tension, circuit d'entrée ouvert	h_{12e} équivalent à h_{re}
Gain de courant, sortie court-circuitée	h_{21e} équivalent à h_{fe}
	α_{fe} et β
Admittance de sortie, circuit d'entrée ouvert	h_{22e} équivalent à h_{e0}

VII. Symboles des figures

Amplificateur	$\triangleright$
Oscillateur	$\square$

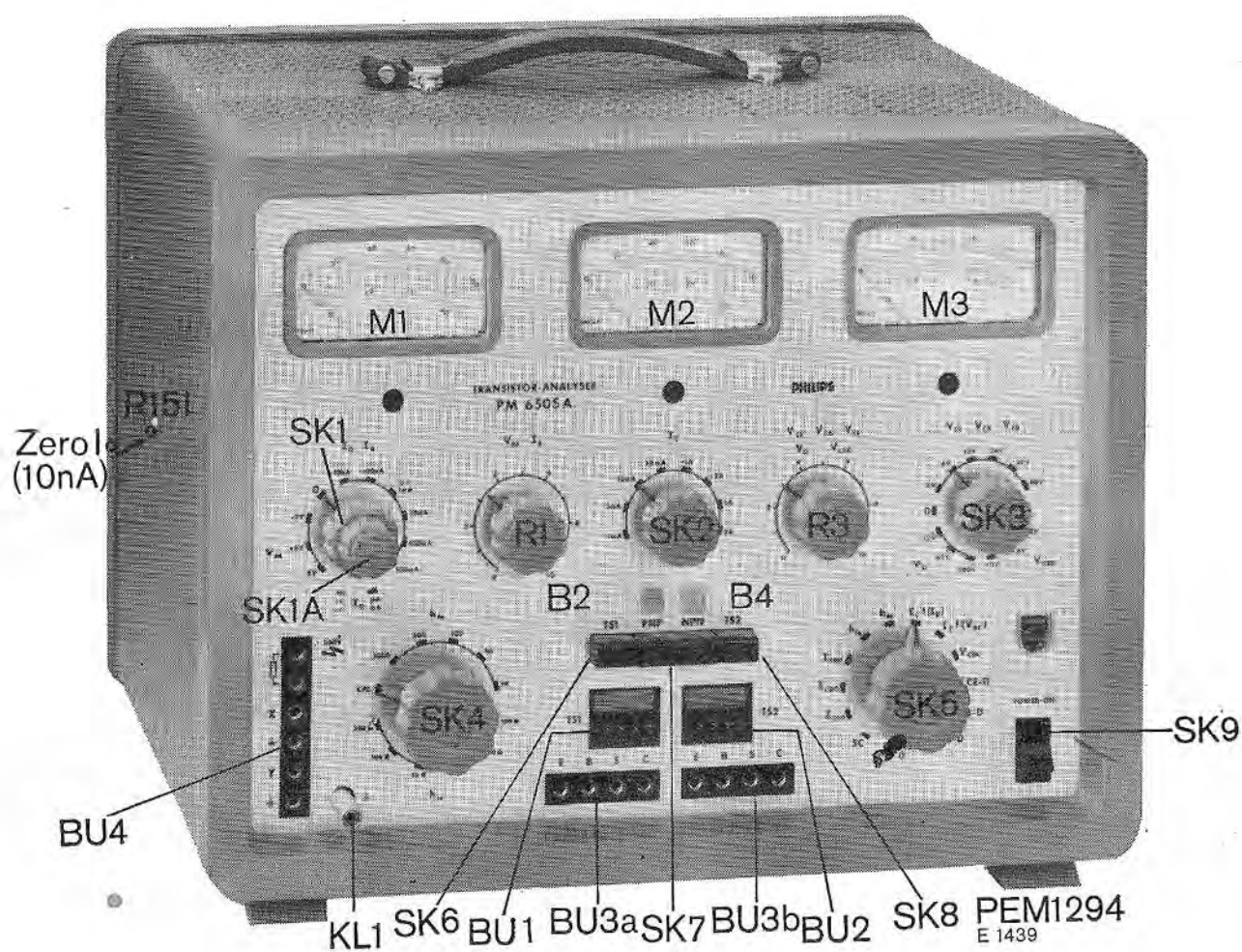


Fig. 56. Vue avant avec désignation des organes de commande et des instruments de mesure

