

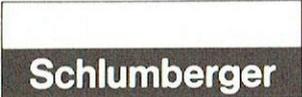
documentation technique

ES/EL/AC

Schlumberger

datelec

NE 0204



Schlumberger

SCHLUMBERGER INSTRUMENTS ET SYSTEMES
CENTRE DE VILLACOUBLAY
1 RUE NIEUPOURT - 78-VELIZY-VILLACOUBLAY
TEL. : 946-96-50 TELEX : SISVIL 69 201 - 69 225
ADRESSE TELEGRAPHIQUE : INSTRUMERGER VELIZY
ADRESSE POSTALE : CEDEX 38 75-PARIS-BRUNE

NOTICE TECHNIQUE

MULTIMETRE NUMERIQUE

Type VM 1240

EDITION JUIN 1972

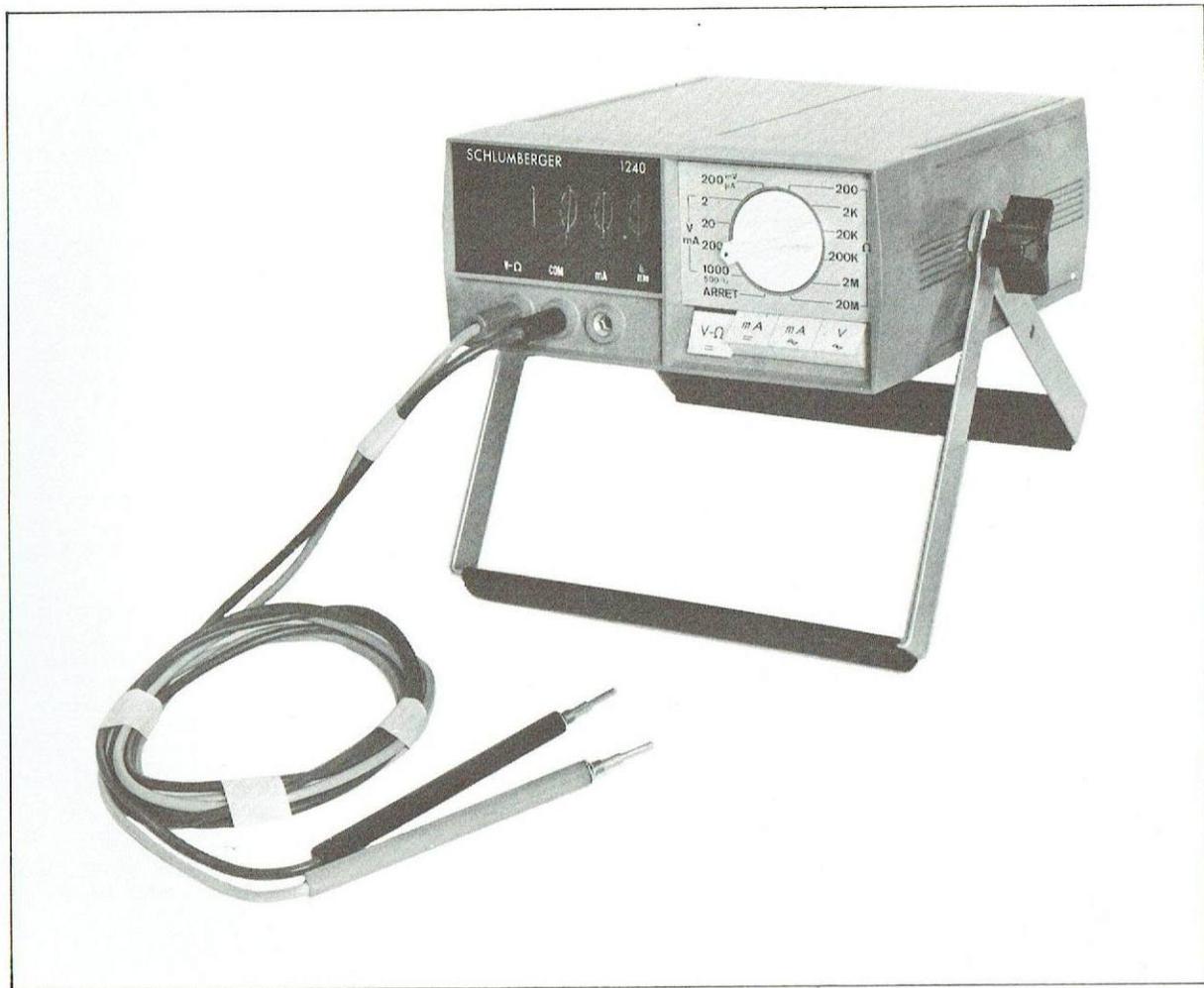


TABLE DES MATIERES

1 - GENERALITES	6		
1-1 Principe de réalisation	6	3-4 Mesure des résistances	18
1-2 Présentation	6	3-5 Convertisseur courant continu	20
1-3 Caractéristiques	6	3-6 Convertisseur alternatif/continu	21
1-3-1 Caractéristiques générales	6	3-7 Alimentation	23
1-3-2 Caractéristiques électriques	7		
1-3-2-1 Fonction voltmètre	7	4 - MISE EN SERVICE - UTILISATION	
1-3-2-2 Fonction ohmmètre	7	4-1 Utilisation sur table	23
1-3-2-3 Fonction ampèremètre	8	4-2 Montage sur panneau	23
		4-3 Utilisation avec bloc batterie	25
2 - DESCRIPTION	8	4-4 Protection des entrées contre les surcharges	25
2-1 Face avant	8	4-5 Mesure des tensions continues	25
2-2 Face arrière	11	4-6 Mesure des résistances - Fonction ohmmètre	26
		4-7 Mesure en courant continu	27
3 - FONCTIONNEMENT	11	4-8 Mesure en courant alternatif	27
3-1 Convertisseur analogique - numérique	11	4-9 Mesure des tensions alternatives	28
3-2 Section logique	11		
3-2-1 Synchronisation	11	5 - MAINTENANCE	28
3-2-2 Affichage de la polarité	13	5-1 Appareils de mesure nécessaires au contrôle et réglage du voltmètre	29
3-2-3 Commande des courants de référence	13	5-1-1 Vérification de la précision en voltmètre continu	29
3-2-4 Croisement zéro	13	5-1-2 Vérification de la précision en ohmmètre	30
3-2-5 Ordre d'affichage	13	5-1-3 Vérification de la précision en courant continu	30
3-2-6 Indication de dépassement et de surcharge	16	5-1-4 Vérification de la précision en voltmètre alternatif	31
3-2-6-1 Dépassement du plein calibre	16	5-1-5 Vérification de la précision en courant alternatif	32
3-2-6-2-Surcharge	16	5-2 Calibrage	33
3-3 Section analogique	16		
3-3-1 Circuit intégrateur à haute impédance d'entrée	16		
3-3-2 Réglage de l'offset	17		
3-3-3 Atténuateur d'entrée	17		
3-3-4 Circuit des courants de référence	18		

1-GENERALITES

L'appareil Schlumberger type VM 1240 est un multimètre numérique, de dimensions réduites, spécialement étudié pour permettre une utilisation aisée.

Il est muni de 26 calibres répartis comme suit :

- cinq gammes de tensions continues et alternatives
- cinq gammes de courants continus et alternatifs
- six gammes ohmmètre.

L'ensemble est logé dans un boîtier plastique moulé, particulièrement résistant.

1 - 1 PRINCIPE DE REALISATION

Le circuit de base est un convertisseur analogique numérique bipolarité, à grande impédance d'entrée. L'utilisation du principe de la double rampe confère à l'appareil une excellente précision et une grande stabilité à long terme.

Les gammes de base : 200 mV et 2 V, ont une précision de $\pm 0,1$ % de la lecture et $\pm 0,05$ % de la pleine échelle. Tous les paramètres sont convertis en une tension continue, mesurable dans l'une de ces deux gammes de base.

Les mesures de tensions continues peuvent être effectuées jusqu'à 1 000 V (avec un coefficient de tension inférieur à 0,01 % à 1 000 V) par l'emploi d'un atténuateur spécial à couches minces.

En surcharge pour les tensions continues, il est possible de lire jusqu'à 50 % de la pleine échelle (2 000 points).

La conversion des tensions alternatives en tensions continues calibrées par rapport à la valeur efficace est réalisée au moyen d'un redresseur actif, sensible à la valeur moyenne, qui permet des mesures pleine échelle depuis 200 mV jusqu'à 500 V.

Les courants, de 0,1 μ A à 2 A, sont mesurés par la chute de tension créée aux bornes d'une résistance shunt de précision. En courant continu, la mesure est directe. En courant alternatif, la tension obtenue est convertie comme précédemment. La chute de tension est de 200 mV à la pleine échelle sur tous les calibres.

Les résistances sont mesurées par la tension continue recueillie à leurs bornes lorsqu'on injecte un courant continu calibré. Les calibres, dans la fonction ohmmètre couvrent une gamme s'étendant de 200 Ω à 20 M Ω , avec, sur calibre 200 Ω seulement, un courant de mesure maximal de 1 mA.

1 - 2 PRESENTATION

L'appareil est présenté sous la forme d'un boîtier parallélépipédique de dimensions réduites. Ce boîtier est muni de poignées amovibles remplissant deux fonctions :

- Transport de l'appareil
- Supports à inclinaison réglable pour utilisation sur table.

Sans aucune adaptation particulière le voltmètre type VM 1240 peut être monté en tableau.

En outre, des accessoires tels que batterie assurant une autonomie de fonctionnement de 6 heures, et housse de transport, sont fournis sur option.

1 - 3 CARACTERISTIQUES

1-3.1. Caractéristiques générales

- Affichage par tubes décimaux à gaz
- Indication automatique de surcharge «S» au-delà de 1999 et blocage de l'affichage pour 50 % de dépassement de la pleine échelle, soit 3 000 points
- Indication de polarité + ou -
- Vitesse de lecture : 5 par seconde, sans clignotement (temps d'intégration 200 ms)
- Point décimal incorporé dans les tubes d'affichage

- Alimentation : 115 ou 230 V + 15 % 50 à 400 Hz
- Consommation : 6 W nominal - 10 %
- Température : utilisation 10 °C à 40 °C
référence 25 °C ± 1 °C
- Masse : 1,9 kg environ
- Dimensions : hauteur 76 mm
largeur 176 mm
profondeur 200 mm
- Isolement secteur : ± 500 V

1-3.2 Caractéristiques électriques

1.3.2.1 Fonction voltmètre

A - Voltmètre continu

Calibre	Impédance d'entrée	Précision nominale	Protection
200 mV	> 100 MΩ	± 0,1 % lecture ± 1 digit	350 V
2 V	> 1000 MΩ		350 V
20 V	10 MΩ		1000 V
200 V	10 MΩ		1000 V
1000 V	10 MΩ		1000 V

- Possibilité de dépassement : 20 % minimum (avec possibilité d'une limite due à la surcharge)
- Résolution : 100 μV
- Réponse à un échelon égal à la pleine échelle : 2 secondes pour atteindre les précisions spécifiées.
- Courant parasite d'entrée : 10 nA max. (aux conditions de référence)
- Influence de la température d'utilisation : ± 0,005 % de la lecture °C ± 0,1 digit par °C
- Réjection de mode série : 35 dB mini. à 50 Hz
- Réjection de mode commun : 80 dB mini (avec 1 kΩ de déséquilibre) à 50 Hz.

Cette dernière caractéristique est encore améliorée lorsque l'appareil fonctionne sur batterie.

B - Voltmètre alternatif

L'appareil est sensible à la valeur moyenne, calibrée en valeur efficace.

Calibre	Impédance d'entrée	Protection
200 mV	} 1 MΩ avec 150 pF	250 V eff.
2 V		250 V eff.
20 V		500 V eff.
200 V		500 V eff.
500 V		500 V eff.

- Précision : ± 0,5 % de la lecture ± 1 digit de 40 Hz à 10 kHz

± 1 % de la lecture ± 1 digit de 10 kHz

à 20 kHz.

- Résolution : 100 μV

- Réponse à un échelon égal à la pleine échelle : 5 secondes à la pleine échelle

- Influence de la température :

± 0,05 % de la lecture par °C ± 0,1 digit par °C de 40 Hz à 10 kHz

± 0,1 % de la lecture par °C ± 0,2 digit par °C de 10 kHz à 20 kHz.

1.3.2.2 Fonction ohmmètre

Calibre	Courant d'injection	Précision nominale	Protection (1)
200 Ω	1 mA	± 0,5 % lecture ± 1 digit	250 V eff.(1)
2 kΩ	100 μA	± 0,25 % lecture ± 1 digit	250 V eff.(1)
20 kΩ	10 μA	± 0,25 % lecture ± 1 digit	250 V eff.
200 kΩ	10 μA	± 0,25 % lecture ± 1 digit	250 V eff.
2 MΩ	1 μA	± 1 % lecture ± 1 digit	250 V eff.
20 MΩ	100 nA	± 1 % lecture ± 1 digit	250 V eff.

(1) par fusibles et diodes

- Résolution : 0,1 Ω
- Réponse à un échelon égal à la pleine échelle : 2 secondes sur les calibres Ω et $k\Omega$
10 secondes sur la gamme 10 $M\Omega$
- Influence de la température : $\pm 0,05$ % de la lecture $^{\circ}C$
 $\pm 0,1$ digit $^{\circ}C$
- Possibilité de dépassement : 20 % minimum

1.3.2.3 Fonction ampèremètre

A - Ampèremètre continu

Calibre	Chute de tension (1)	Précision
200 μA	0,2 V	$\pm 0,25$ % lecture ± 1 digit
2 mA	0,2 V	$\pm 0,2$ % lecture ± 1 digit
20 mA	0,2 V	$\pm 0,2$ % lecture ± 1 digit
200 mA	0,2 V	$\pm 0,3$ % lecture ± 1 digit
2 A	0,2 V	$\pm 0,5$ % lecture ± 1 digit

(1) nominale

- Résolution : 100 nanoampères
- Protection contre les surcharges : 3 A sur toutes les gammes par fusibles et diodes

B - Ampèremètre alternatif (40 Hz à 10 kHz)

Calibre	Chute de tension (1)	Précision
200 μA	0,2 V	$\pm 0,75$ % lecture ± 1 digit
2 mA	0,2 V	$\pm 0,70$ % lecture ± 1 digit
20 mA	0,2 V	$\pm 0,70$ % lecture ± 1 digit
200 mA	0,2 V	$\pm 0,8$ % lecture ± 1 digit
2 A	0,2 V	± 1 % lecture ± 1 digit

(1) nominale

- Résolution : 100 nA
- Protection contre les surcharges : 3 A sur toutes les gammes par fusibles et diodes.

2-DESCRIPTION

2-1 FACE AVANT

Elle comporte :

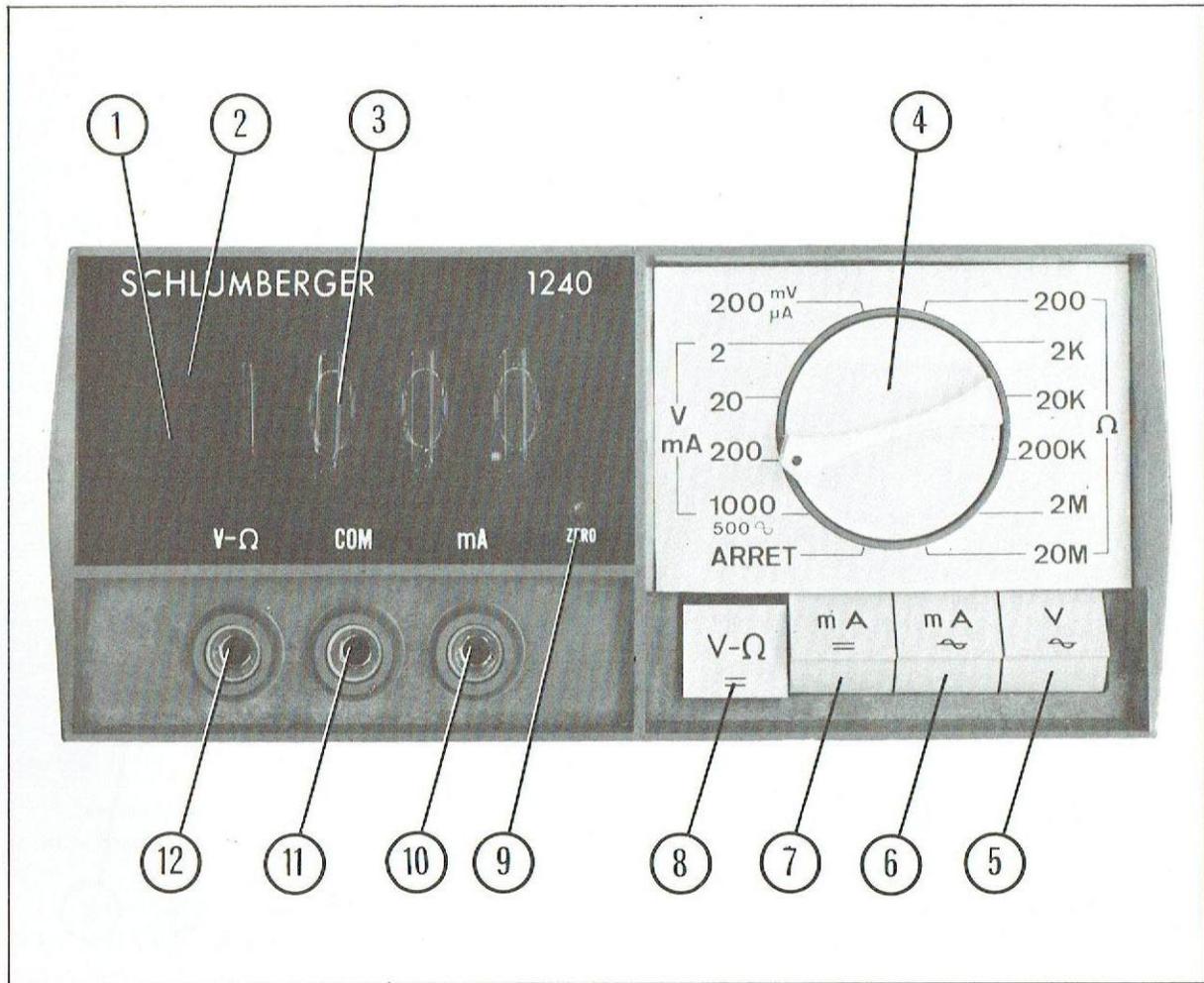
- Un ensemble d'affichage comportant :
 - 1 - Le voyant de surcharge «S» (1)
 - 2 - L'indication de polarité «+» ou «-»(2)
 - 3 - Quatre tubes (décimaux) (3)
- 4 - Un commutateur rotatif à 12 positions «S» permettant la sélection des différents calibres des cinq fonctions du multimètre et la commande de la mise sous tension. (4)
- Quatre touches de sélection des fonctions :
 - 5 - Voltmètre alternatif «S4» (5)
 - 6 - Milliampèremètre alternatif «S3»(6)
 - 7 - Milliampèremètre continu «S2» (7)
 - 8 - Voltmètre continu et ohmmètre «S1» (8)
 - 9 - Réglage du «ZERO» «R114»(9)
 - 10 - Borne d'entrée «mA» fonction ampèremètre J3 (10)
 - 11 - Borne «COM» J2 (11)
 - 12 - Borne d'entrée «V - Ω » J1 fonction voltmètre et ohmmètre (12)

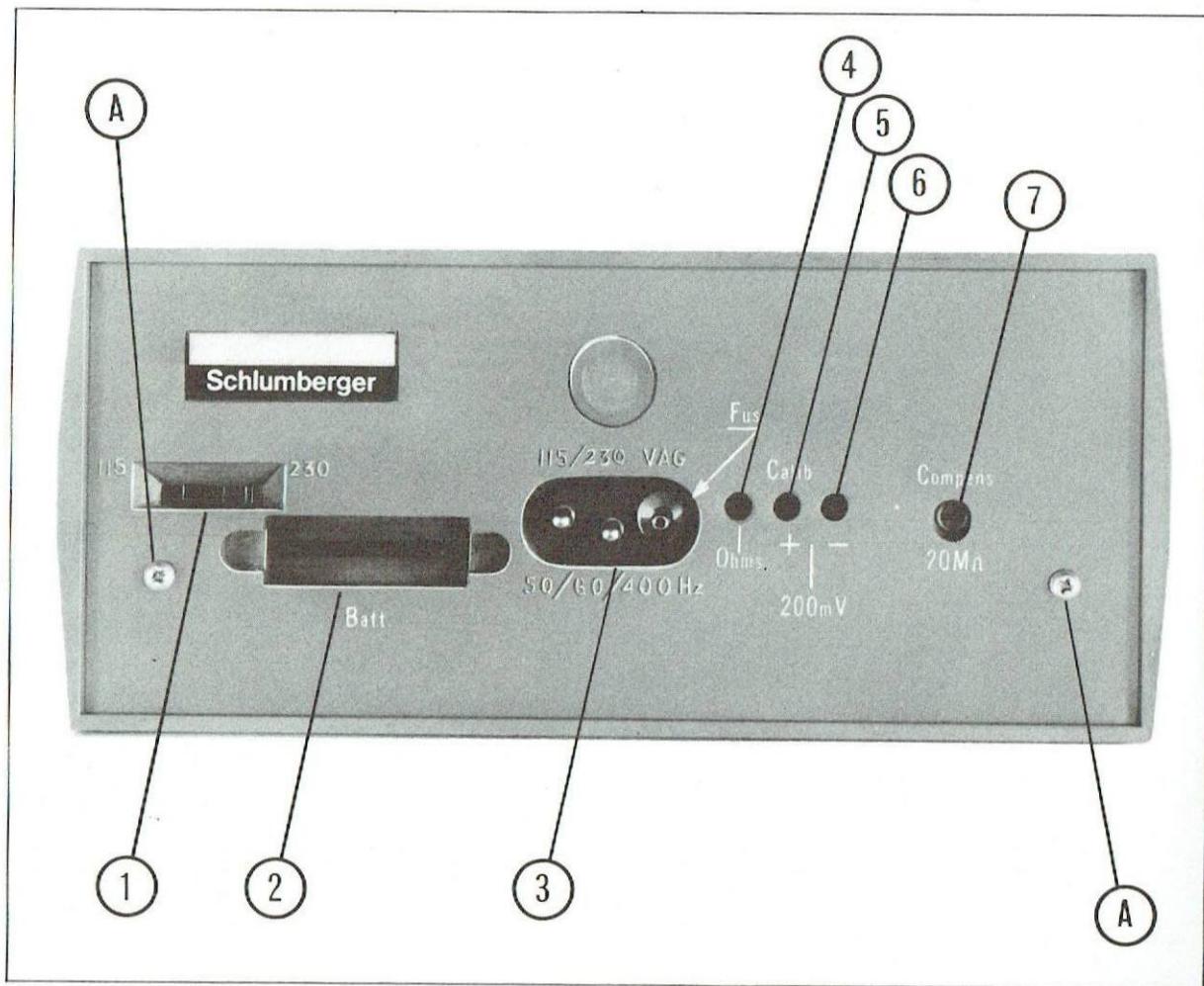
NOTA : La borne «mA» est munie d'un fusible «F 102» de 3 A et la borne V - Ω , «F 101» de 3/16 A

2-2 FACE ARRIERE

Elle comporte :

- 1 - Un sélecteur de tension d'alimentation secteur S/01 commutateur à glissière à deux positions : 115 à 230 V





- 2 - Un connecteur d'accessoires J4 prévu pour le raccordement d'un bloc batterie. Lorsque ce connecteur n'est pas utilisé, il est protégé par une plaque isolante - fournie avec l'appareil. (2)
- 3 - Une prise d'alimentation secteur J5 (3 broches) ; la broche de droite comporte un fusible, «F 301» de 0,25 A. (3)

- Quatre réglages accessibles pour les calibrations périodiques :
- 4 - R. 126 «OHMS» (4)
- 5 - R. 142 Calibrage : 200 mV + (5)
- 6 - R. 137 Calibrage : 200 mV - (6)
- 7 - R. 110 Compensation : 20 MΩ (7)

3-FONCTIONNEMENT

3-1 CONVERTISSEUR ANALOGIQUE - NUMERIQUE

L'élément principal du voltmètre VM 1240 est un intégrateur 2 V, basé sur le principe de la double rampe. Son temps d'intégration est de 200 ms, ce qui permet d'obtenir une excellente réjection à 50,60 et 400 Hz, ou à toute autre fréquence multiple de 5 Hz.

Par opposition au fonctionnement «amplitude/ temps», le système double rampe transforme l'amplitude en un rapport de deux intervalles de temps, permettant ainsi de s'affranchir de l'imprécision de l'horloge. Les formes d'ondes sont données figure 1, le schéma bloc figure 2 et l'intégrateur figure 3.

Le temps d'intégration $T = 200$ ms, est divisé en deux intervalles t_1 et t_2 .

Pendant le temps t_1 , le condensateur d'intégration C se charge d'une quantité $q = \frac{VE}{R} \cdot t_1$

Pendant t_2 , l'application du courant de référence I_{ref} , de sens opposé à $\frac{VE}{R}$ est prépondérant et le condensateur C se décharge d'une même quantité - $q = (\frac{VE}{R} - I_{ref}) t_2$

$$\text{Puisque } T = t_1 + t_2, \quad t_2 = \frac{VE T}{R I_{ref}}$$

$t_2 = n_2 f$ et $T = N_0 f$ sont mesurés à partir d'une même horloge à fréquence f . $n_2 = \frac{VE N_0}{R I_{ref}}$

N_0 : constante caractéristique du cycle de comptage égal à 8000 impulsions pour une fréquence d'horloge de 40 KHz.

$$\text{D'où } n_2 = \frac{VE N_0}{R I_{ref}}$$

On voit que la mesure ne dépend que du courant I_{ref} et de la résistance R , sans mettre en cause la stabilité de l'horloge.

Au moment du passage à zéro de l'intégrateur, une impulsion commande le transfert du nombre n_2 dans les mémoires. Le processus se répète toutes les 200 ms. Si le nouveau résultat est identique au précédent, le nombre mis en mémoire ne change pas et aucun clignotement n'apparaît.

A chaque cycle, le nombre 8000 impose le début de la séquence d'intégration t_2 . Le passage à zéro de l'intégrateur, en fin de t_2 commande le transfert vers l'affichage.

3-2 SECTION LOGIQUE

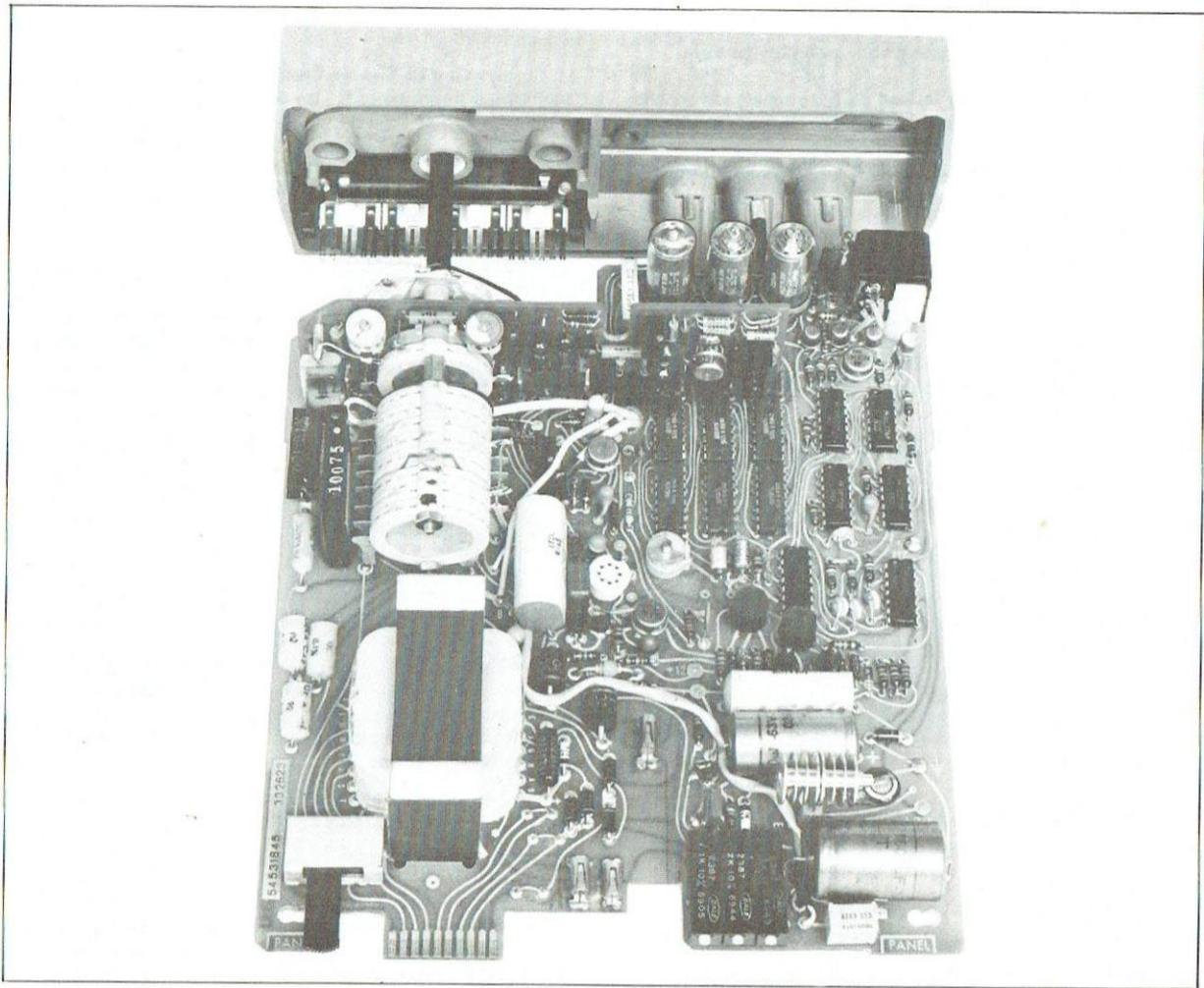
L'oscillateur de base 40 kHz alimente un cycle de comptage de 8000 impulsions composé de 3 décades Ic201, Ic202 et Ic203, et 3 diviseurs par deux : Ic 213 B et Ic 214 A et B.

Les compteurs Ic 201, 202 et 203 accumulent 999 impulsions et alimentent trois mémoires. Les 3 diviseurs binaires enregistrant le nombre de fois 1000 coups, assurent le déclenchement du signe de dépassement et commandent les différentes opérations.

Les formes d'ondes obtenues en sortie des 3 diviseurs par deux sont représentées en ABC sur la figure 1.

3-2-1 Synchronisation

Lorsque B et C (fig. 2) passent simultanément à zéro, l'état «8000» est décelé par le détecteur de coïncidence Ic211. Cet instant de référence, qui ne se produit qu'une fois toutes les 8000 impulsions est employé au déclenchement du début de l'intervalle t_2 .



En détectant «8000», D (fig. 2) passe de 0 à 1 et le front ainsi obtenu déclenche une commande appelée «commutateur de mise en service du courant de décharge» (Ic 211 A et B). Cet organe occupe une place prépondérante dans le fonctionnement du convertisseur. Lors de la mise en service, la commande produit une impulsion négative (dont la forme est donnée sur la figure 1 en J) qui permet l'injection d'un courant de référence dans l'intégrateur, déclenchant ainsi l'intervalle de temps t_2 .

3-2-2 Affichage de la polarité

L'impulsion négative déclenche la bascule mémoire Ic 215 A, qui prend un état fonction de la polarité du signal présent à l'entrée à cet instant.

Dans l'exemple donné (sur la fig. 1 en F) une entrée positive détermine une rampe positive. Par conséquent, au moment de t_2 , F se trouve à son maximum positif. En raison de l'inversion apportée par le circuit Ic 103, «G» est négatif. Les circuits Ic 103 et Ic 210 F fournissent les signaux de contrôle de la commande d'affichage de polarité à Ic 215 A, amenant l'indicateur de polarité au signe de la tension d'entrée. L'indication de polarité restera stable, c'est-à-dire sans clignotement, aussi longtemps que la tension à l'entrée restera de même sens.

3-2-3 Commande des courants de référence

Durant t_2 , l'état 0 du circuit de commande de la décharge commute le courant de référence, permettant à l'un des deux générateurs de courant, d'injecter 400 μA au niveau du point de sommation. Le choix de la polarité du courant de référence est réalisé au niveau de la logique, sous l'influence des signaux issus des circuits Ic 103 et Ic 210 F.

Si le signal d'entrée est positif, un courant positif est injecté dans l'entrée inverseuse de Ic 101, forçant l'intégrateur vers zéro.

3-2-4 Croisement zéro

L'intervalle t_2 prend fin au moment du passage à zéro, qui provoque, en sortie du comparateur Ic 103, un front positif rapide. Le signal ainsi obtenu («G» fig. 1) est transformé en une impulsion négative en «H» (fig. 1). Si la tension d'entrée avait été négative, un front négatif en «G» aurait été traité de façon identique après passage dans l'inverseur Ic 210 F.

Quel que soit le type de remise à zéro, une impulsion négative est obtenue.

L'impulsion de passage à zéro en «H» (fig. 1) est inversée et appliquée à la remise à zéro du circuit de déclenchement de la décharge du condensateur d'intégration. Le front positif issu de D (fig. 2) est également couplé à la remise à zéro, ce qui se traduit par une inhibition d'une durée de 6 μs , évitant au circuit logique d'entrée une auto-oscillation pour une tension nulle à l'entrée.

Au moment de la mise à zéro de la commande du circuit de décharge, l'impulsion positive donnée en «J» réalise les différentes opérations suivantes : ordre d'affichage, dépassement et surcharge.

3-2-5 Ordre d'affichage

La commande est inversée par rapport à «K» et mise sous forme d'impulsion négative de forme d'onde (fig. 1 «L»). Cette impulsion commande les mémoires Ic 204, Ic 205 et Ic 206 et autorise la transcription d'une nouvelle information venant des décades. La valeur transférée à cet instant sera le nombre «n₂» (fig. 1) résultat de la mesure du temps «t₂».

Les mémoires peuvent admettre une nouvelle information dès que le signal de commande sera dans un état logique 0.

Pendant la durée de l'impulsion de commande, l'oscillateur d'horloge est momentanément bloqué, interdisant toute nouvelle impulsion à l'entrée du compteur.

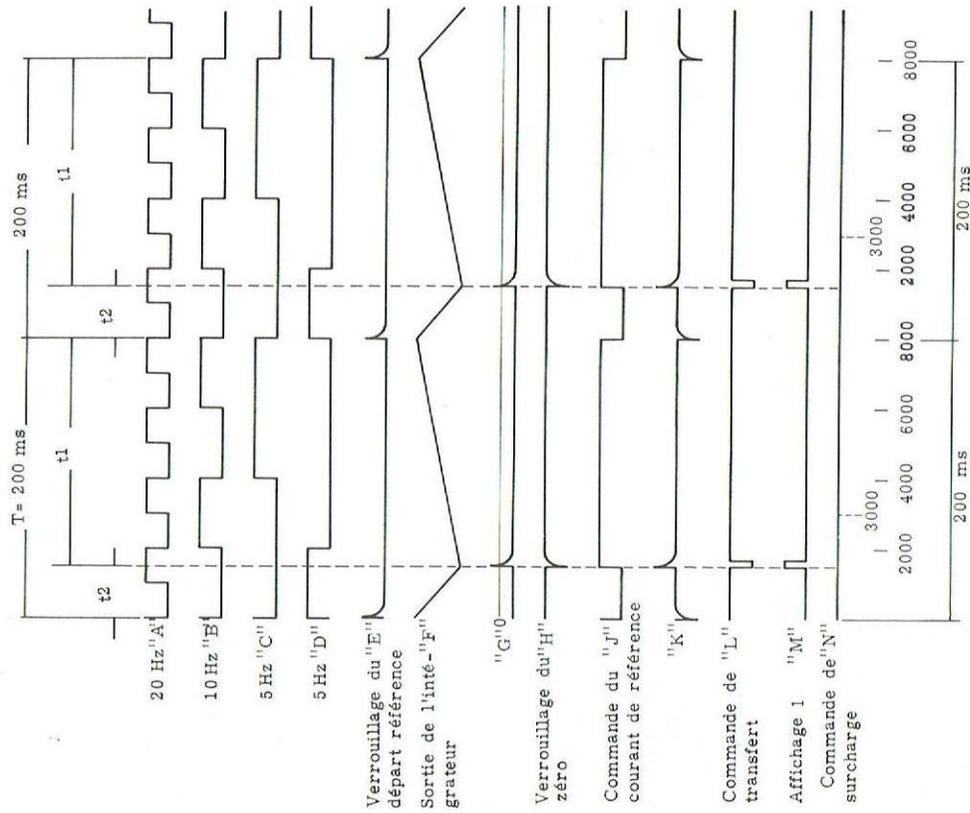


Figure 13 Forme des signaux

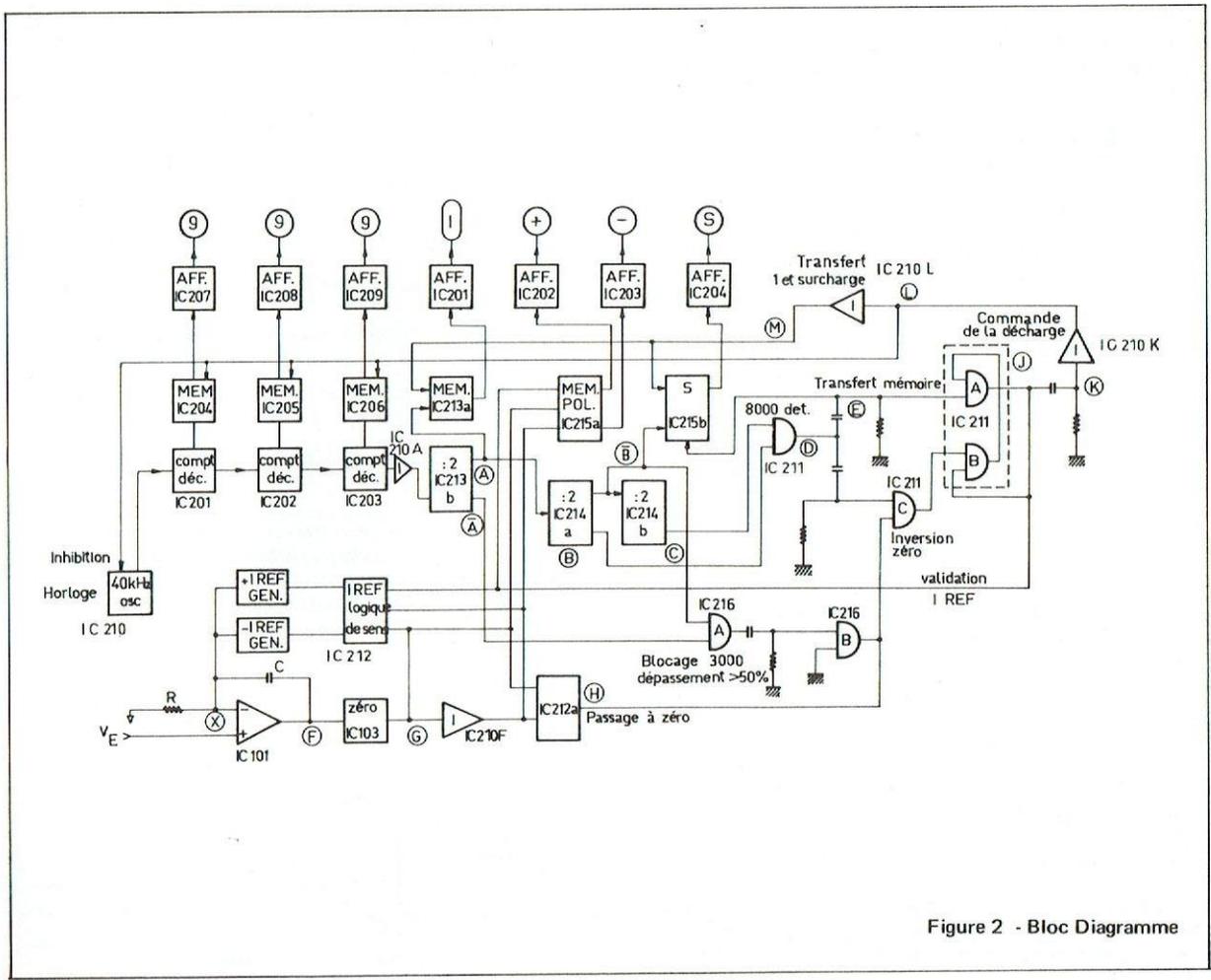


Figure 2 - Bloc Diagramme

A la fin de l'impulsion de commande de mise en mémoire «L» (fig. 1), les mémoires sont bloquées à leur nouvel état, et par l'intermédiaire des décodeurs binaires décimaux, les tubes conservent l'affichage.

Le front descendant de l'impulsion de mise en mémoire commande également deux autres fonctions :

- Le transfert de l'état 1000 du compteur Ic 213 B vers la mémoire de Ic 213 A et le déclenchement de la bascule d'indication de dépassement Ic 215 B. Ce circuit est mis à zéro (extinction du voyant 1) au commencement de la période t_2 .
- Basculement à l'état logique 1 (néon 1 allumé) au déclenchement si les 2 signaux de commande sont à l'état logique «0». Cette condition appelée «B» état logique «0» se produira entre les impulsions 2000 et 8000, seul cas de dépassement autorisé.

3-2-6 Indication de dépassement et de surcharge

3-2-6-1 Dépassement du plein calibre

Pour une valeur affichée supérieure à 1999, le voyant «S» s'allume en clignotant au rythme de 5 pulsations/seconde et la lecture est alors possible jusqu'à 3 000. L'affichage sera donc :

	1999	pour	1999
puis	→	«S»	000 pour 2000
et	→	«S»	999 pour 2999

Cette possibilité est assurée par Ic 215 B, qui lie les commandes M, B et E.

3-2-6-2 Surcharge

La porte Ic 216 A commandée par A et B fournit une impulsion à l'entrée de Ic 216 B. Cette impulsion différenciée à 3000, commande alors un croisement zéro (fig. 1 «H»).

Un transfert est alors imposé et l'affichage est bloqué à «S» 1000, avertissant l'utilisateur du mauvais choix du calibre de mesure.

Dans le cas d'une surcharge prolongée, les circuits de protection assurent leurs fonctions.

3-3 SECTION ANALOGIQUE

3-3-1 Circuit intégrateur à haute impédance d'entrée

Le circuit de base de l'intégrateur (fig. 3) se compose de deux étages :

- Un amplificateur opérationnel en configuration non inverseur, destiné à obtenir une forte impédance d'entrée.
- Des sources de courants de référence nécessaires à la décharge de la rampe.

Admettons que sur la figure 3 $R = 2 \text{ k}\Omega$, $C = 1,75 \mu\text{F}$ et $I_{\text{réf}} = 400 \mu\text{A}$.

Si par exemple, une tension de 100 mV est appliquée à l'entrée, la contre réaction entraîne une tension de 100 mV aux bornes de R et donne un courant de $50 \mu\text{A}$. En l'absence d'un courant de référence, ces $50 \mu\text{A}$ sont fournis par la charge de C109 qui se traduit par une croissance linéaire de la tension au point F.

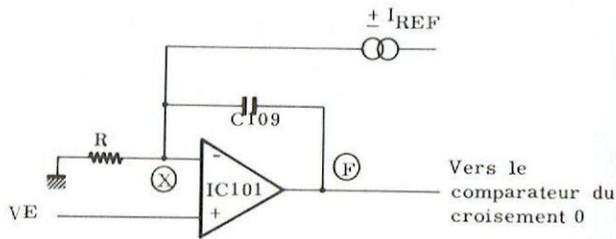


Figure : Circuit intégrateur

Lorsque le compteur arrive à l'impulsion 8000, un courant de référence de $400 \mu\text{A}$ est commuté au point X. La somme de courant fournira alors $50 \mu\text{A}$. Les $350 \mu\text{A}$ restant assureront la décharge de C 109. Le potentiel au point F reviendra alors à zéro à une vitesse 7 fois supérieure à celle de la montée et nécessitera 1000 impulsions d'horloge. L'affichage sera alors 100.0. A d'autres tensions à l'entrée correspondront d'autres temps de retour à zéro et, par conséquent, l'affichage correspondant.

Exemple.

A une tension d'entrée de 200 mV, correspond un courant dans R de $100 \mu\text{A}$. Il en résulte un rapport de 3 à 1 et l'affichage est de 200.0.

Pour obtenir une pleine échelle de 2 V, R passe à $20 \text{ k}\Omega$. Cette fois, le courant de $100 \mu\text{A}$ correspond à une tension d'entrée de 2 V. Le courant de référence n'est donc pas modifié. (Les mesures sont valables jusqu'à moins 3 V).

3-3-2 Réglage de l'offset (tension de décalage)

Les tensions de décalage du circuit Ic 101, non compensées, produisent une rampe continue au point F, même sans tension d'entrée. L'affichage se stabilise sur une lecture différente de zéro.

Pour compenser les tensions d'offset, le point froid de la résistance d'intégration est ramené à une source de tension ajustable, de basse impédance.

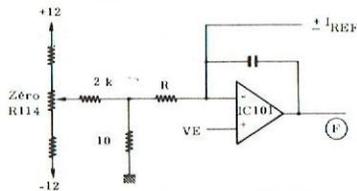


Figure 4 : Réglage de l'offset

L'élément R 114 et les résistances qui lui sont associées représentent une source d'impédance 10Ω , ajustable sur une gamme de $\pm 8 \text{ mV}$ pour s'adapter à une éventuelle tension de décalage de 8 mV de l'amplificateur.

Ce réglage d'offset est valable pour toutes les gammes et ne nécessite aucun rattrapage après un changement de calibre.

3-3-3 Atténuateur d'entrée (figure 5)

Pour les gammes 200 mV et 2 V, la tension d'entrée V_e est appliquée au circuit Ic 101 à travers une résistance de protection de $100 \text{ k}\Omega$. Cette résistance a également pour effet de garantir l'équilibre de la source.

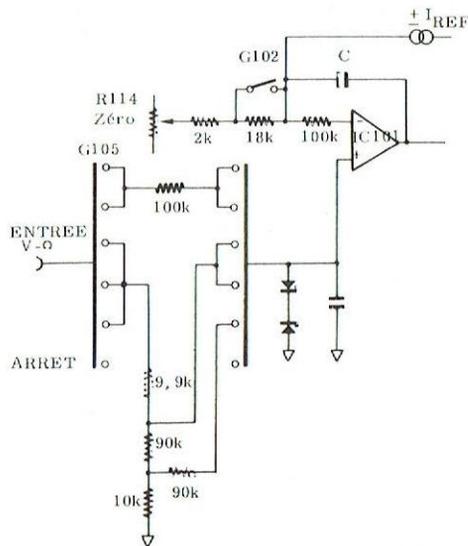


Figure 5 : Atténuateur d'entrée

Pour les gammes 20 V, 200 V et 1000 V, la tension d'entrée V_e est appliquée à un atténuateur réalisé suivant la technologie des couches minces. Cet atténuateur, d'impédance $10\text{ M}\Omega$, est étudié pour fournir à l'amplificateur des tensions de 2 V ou 200 mV.

La résistance de source étant constante sur toute les gammes, l'entrée inverseuse de l'amplificateur peut être équilibrée par une résistance fixe de $100\text{ k}\Omega$.

La commutation des gammes de tensions 200 mV et 20 V nécessite la mise en service d'une résistance de $2\text{ k}\Omega$ dans la boucle d'intégration. Pour toutes les autres gammes, la résistance insérée dans la boucle d'intégration est de $20\text{ k}\Omega$.

Cette commutation est réalisée au moyen de l'inverseur G 102 qui se ferme pour les gammes 200 mV et 20 V. Une protection contre les surcharges et une réjection complémentaire des bruits sont prévues à l'entrée de l'atténuateur. Elles sont réalisées par des diodes Zener et un condensateur.

3-3-4 Circuit des courants de référence (figure 6)

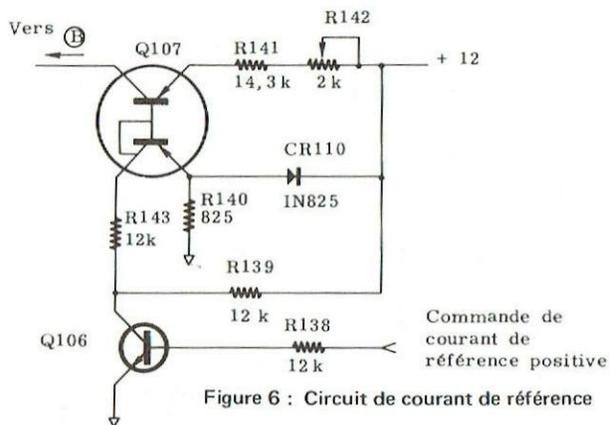


Figure 6 : Circuit de courant de référence

Les courants de référence sont délivrés par une source à courant constant constituée par un transistor Q107 monté en base commune (cas d'une source positive). Le gain élevé de Q107 permet d'obtenir une source positive à courant constant, en imposant le courant émetteur. Le courant est déterminé par R141 et R142 et par la tension de référence issue de CR 110.

Les chutes de tension des deux jonctions base-émetteur de Q 107 tendent à dériver de la même valeur en fonction de la température et le courant émetteur est sensiblement égal à la tension de Zener divisée par le pont $R\ 141 + R\ 142$. Le potentiomètre R 142 compense les tolérances des résistances et de la diode Zener et calibre le courant de référence (nominalement $400\ \mu\text{A}$) nécessaire à l'affichage de la pleine échelle, soit 2000 digits.

La résistance R 140 permet le fonctionnement de CR 110 sous un courant de 7,5 mA, point de fonctionnement recommandé pour l'obtention de la meilleure stabilité en température. Les éléments R 138, R 139, R 143 et Q 106 assurent l'arrêt de l'injection du courant de référence, par blocage de Q 106 et coupe de polarisation de Q 107.

3 - 4 MESURE DES RESISTANCES (figure 7)

La mesure des résistances est transformée en mesure de tension ; une source à courant constant appliquée dans la résistance à mesurer, détermine aux bornes de celle-ci une tension proportionnelle à sa valeur ohmique.

Les courants mentionnés sur le tableau ci-dessous ont été établis de façon à obtenir une lecture à pleine échelle de 200 mV sur les trois premières gammes et 2 V sur les trois dernières.

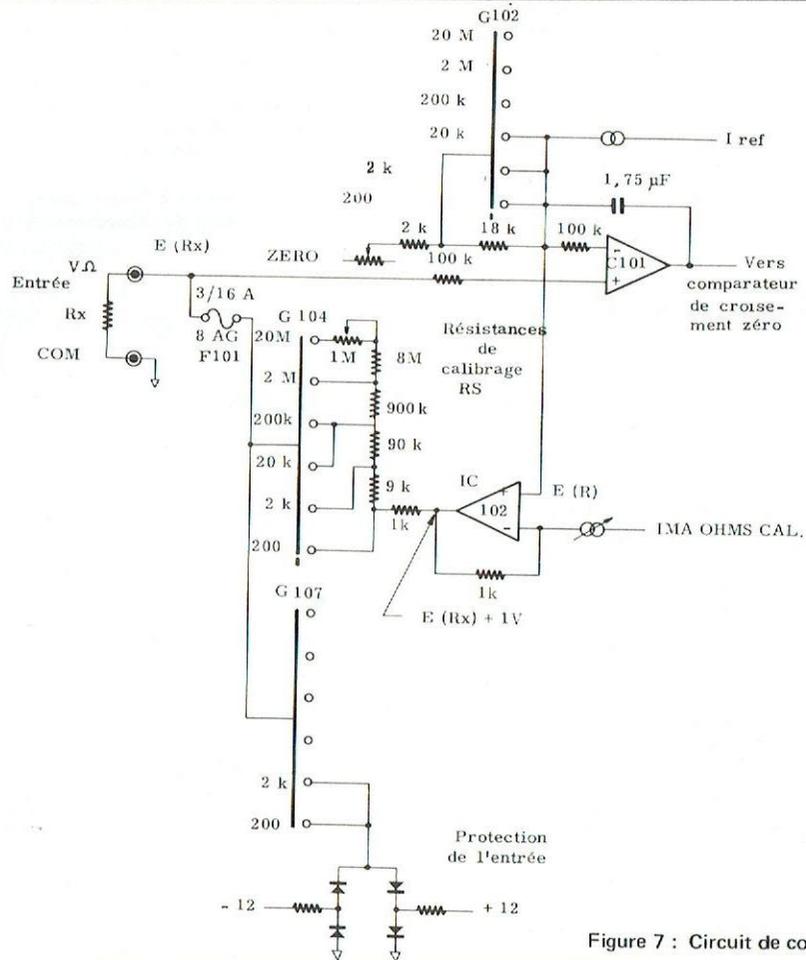


Figure 7 : Circuit de conversion ohmmètre

Calibre	I Source	Rs (R calibre)	E (Rx) Pleine Echelle
200 Ω	1 mA	1 kΩ	200 mV
2 kΩ	100 μA	10 kΩ	200 mV
20 kΩ	10 μA	100 kΩ	200 mV
200 kΩ	10 μA	100 kΩ	2 V
2 MΩ	1 μA	1 MΩ	2 V
20 MΩ	100 nA	10 MΩ	2 V

Une tension de 1 V est maintenue constante aux bornes de la résistance de calibre, sur toutes les gammes, par un montage (breveté) inséré dans le circuit entre l'intégrateur et l'amplificateur opérationnel d'injection de courant. Le principe de ce montage, consiste à appliquer la tension E (rx), obtenue aux bornes de la résistance à mesurer, à l'entrée de l'intégrateur (Ic 101) et simultanément à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur d'injection de courant Ic 102.

Un courant de 1 mA, appliqué à l'entrée inverseuse de Ic 102, permet d'obtenir, par l'intermédiaire d'une résistance de 1 kΩ, une tension additionnelle de 1 V qui, s'ajoutant à E (rx) donne E (rx) + 1 V.

Fonctionnement des calibres 200 Ω, 2 MΩ et 20 MΩ

a) 200 Ω : La valeur nominale de Rs est de 1 kΩ. Cependant, la résistance du fusible de protection d'entrée (protection de Rs contre les surcharges) est de 3,5 Ω. Pour éviter que ce fusible n'entraîne une éventuelle erreur de 0,35 % à la lecture, la résistance de calibre n'est en fait que de 996,5 Ω.

b) 2 MΩ : Le courant constant, utilisé pour la mesure de résistances sur ce calibre est de 1 μA. En raison des effets dus au courant de polarisation, il peut y avoir une erreur de 1 % à la lecture. Cette erreur ne nécessite pas de compensation mais la résistance de calibre est cependant réduite à 996 kΩ, ce qui autorise un courant d'entrée moyen autour duquel la gamme 2 MΩ conserve ses caractéristiques.

c) 20 MΩ : La résistance de calibre utilisée est de 10 MΩ, ceci afin d'obtenir un courant de 100 nA. Un courant plus élevé amènerait des tensions E (rx) trop fortes. Les 100 nA ne sont pas intégralement utilisés dans Rx. Le circuit de polarisation de Ic 101 utilise 10 nA. Pour compenser cette absorption, la résistance de calibre de 10 MΩ doit être réduite dans une gamme de 9 à 10 MΩ, elle est ajustée à l'aide d'une résistance variable de 1 MΩ.

La protection à l'entrée est assurée par un fusible F 101 et un circuit de « limitation » à diodes.

3 - 5 CONVERTISSEUR COURANT CONTINU

Les courants continus sont convertis en tensions continues par le réseau défini par la figure 8. Cinq résistances bobinées à 0,1 % sont montées en série. Un commutateur permet de sélectionner les valeurs 0,1 - 1 - 10 - 100 et 1000 Ω. Le reste du circuit assure uniquement la protection.

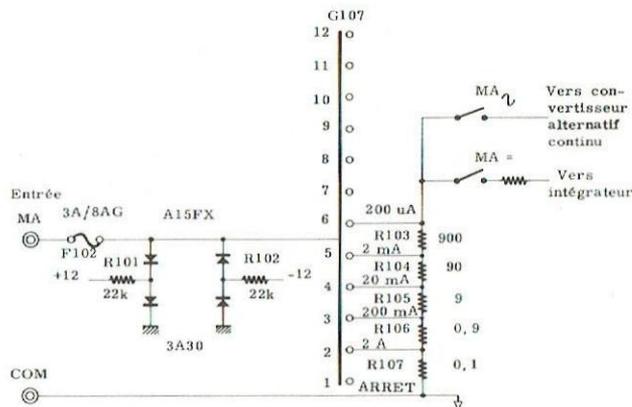


Figure 8 : Circuit de conversion des courants

Le courant injecté entre les bornes d'entrée «MA» et «COM» circule à travers l'une ou l'autre de ces résistances, (suivant la position occupée par le commutateur) définissant ainsi une tension. Compte tenu de l'accroissement par décade de la résistance de shunt et de la diminution du courant, la pleine échelle reste constante à 200 mV sur toutes les gammes.

Sur la plus haute gamme en courant, la précision est conservée avec une résistance 4 fils de 0,1 Ω .

Un ensemble diodes et fusibles protège les résistances de shunt contre toute surcharge.

Le circuit de «limitation» est constitué de deux diodes, une pour chaque polarité de surcharge éventuelle. La diode 3A30 est un semi conducteur de puissance à usage général, polarisé en permanence à la conduction, de façon à s'opposer aux faibles courants de fuite de la diode A 15 Fx4.

La pleine échelle étant de 200 mV, la diode supérieure sera normalement polarisée à l'inverse, entre 400 et 800 mV à un niveau suffisant pour se libérer des fuites excessives, même avec le calibre 200 μ A.

Si, pour une quelconque raison (source de courant trop importante par exemple) l'intensité est supérieure à 3 A, le fusible F 102 de 3 A fond, protégeant ainsi les diodes et les résistances.

Pour les courants alternatifs, les circuits sont les mêmes. Une tension de 200 mV apparaît dans le circuit de mesure pour un courant alternatif correspondant à la pleine échelle. Cette tension alternative est envoyée à un convertisseur alternatif/continu qui la transforme en une tension continue de 2 V.

3 - 6 CONVERTISSEUR ALTERNATIF/CONTINU

La mesure des tensions alternatives est réalisée au moyen d'un redresseur opérationnel, mesurant une valeur moyenne calibrée en volts efficaces. Le circuit est composé des étages suivants :

- un atténuateur d'entrée, compensé en fréquence et un circuit suiveur à forte impédance d'entrée, isolant le redresseur opérationnel des variations d'impédance de source introduites par l'atténuateur,

- une commande de gain, introduisant le facteur de conversion de 1,11 existant entre la valeur moyenne et la valeur efficace,

- un amplificateur opérationnel, améliorant la caractéristique de commutation des diodes.

- un filtre de sortie, éliminant l'ondulation avant d'appliquer au convertisseur analogique-digital, la tension continue obtenue,

- l'ouverture du commutateur d'entrée protège le condensateur de couplage (situé sur la carte alternative), des hautes tensions qui pourraient être appliquées en mode V continu.

- le condensateur d'entrée arrête le composante qui pourrait être superposée au signal alternatif mesuré,

- l'atténuateur d'entrée est une chaîne de 1 M Ω d'impédance, comportant des prises au 1/100 et 1/1000e. La compensation en fréquence est réalisée grâce à 3 condensateurs, dont deux sont ajustables et de valeur suffisamment importante pour couvrir les capacités parasites du commutateur.

Les tensions de 200 mV et 2 V max. sont appliquées directement au circuit suiveur, alimentant le circuit redresseur. Les signaux supérieurs à 2 V sont atténués pour être ramenés à 2 V ou 200 mV pleine échelle.

- le circuit de «limitation» qui suit l'atténuateur est constitué par deux diodes à faible fuite et faible capacité. La résistance de séparation R 405 et les diodes protègent l'étage suiveur contre une éventuelle surcharge sur les gammes 2 V et 200 mV.

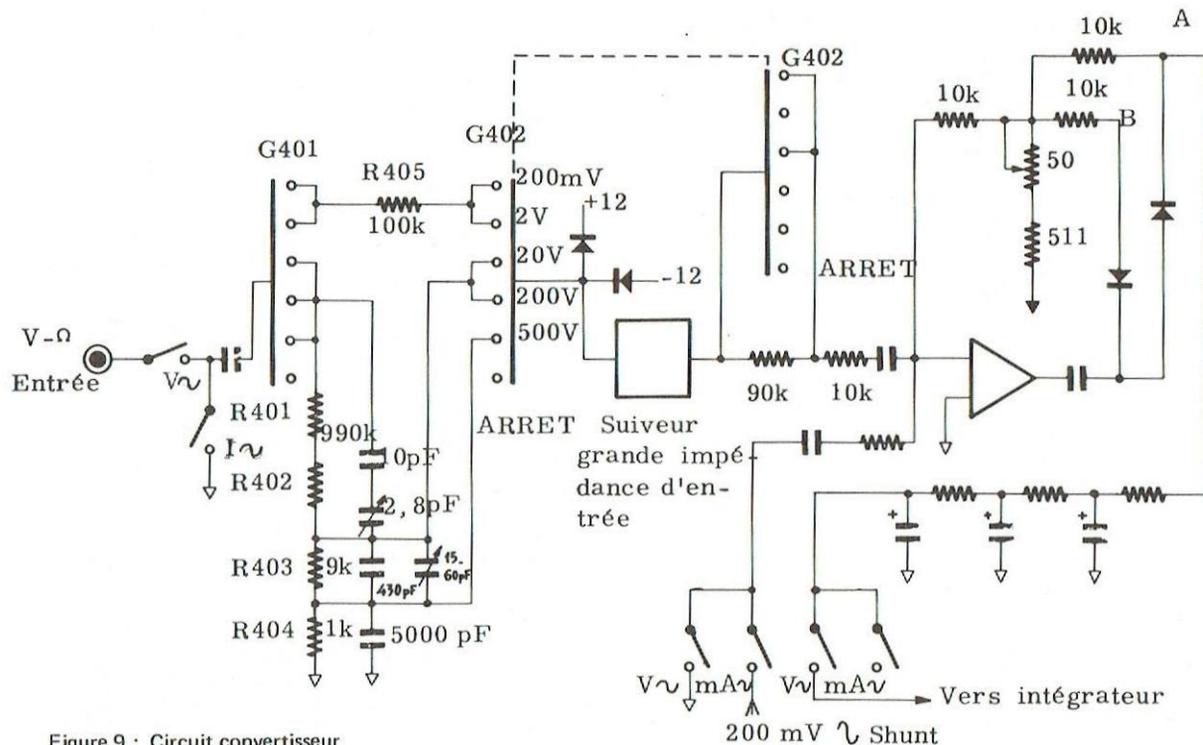


Figure 9 : Circuit convertisseur

- l'étage redresseur fait suite à l'étage séparateur. Les tensions de 2 V et 200 mV parviennent soit directement, soit par l'intermédiaire de l'atténuateur. Elles sont converties en un courant de 20 μ A efficace. La commutation d'entrée peut se faire sur deux résistances (10 k Ω et 100 k Ω) pour obtenir la pleine échelle et conserver un courant d'entrée de 20 μ A.

- un redresseur opérationnel simple alternance transforme la tension alternative d'entrée en une demi alternance négative au point B et inversement au point A.

Un filtre RC ne conserve alors que la composante continue de A. Le rapport de réaction est ajustable de façon à obtenir une tension de sortie de 6,28 V pour 20 μ A à l'entrée. La demi-sinusoïde redressée au point A est filtrée en π à 3 pôles. Elle permet de réduire l'ondulation résiduelle, sans introduire de constante de temps excessive.

Le convertisseur de tension alternative est également utilisé lors de la mesure d'un courant alternatif (touche MA enfoncée). Pour convertir ce courant, on le fait passer par les

résistances de shunt, de façon à obtenir une tension alternative de 200 mV efficace. Cette tension est appliquée à une entrée du redresseur par l'intermédiaire d'une résistance calibrée de façon à délivrer 20 μ A à pleine échelle et tenant compte de la haute impédance de source due au shunt (1000 Ω).

Pour éviter toute réaction du circuit V sur le circuit I, un dispositif assure l'élimination des bruits collectés aux entrées et aux bornes du shunt.

L'entrée V_{\sim} est mise à la masse lorsque l'appareil fonctionne en I_{\sim} et réciproquement.

3 - 7 ALIMENTATION

L'alimentation fournit des tensions réglées de + 12 V et - 12 V pour la partie analogique et les sources de référence et une tension de 3,6 V pour le circuit logique.

La tension 225 V crête nécessaire aux tubes d'affichage est fournie par un redresseur simple alternance.

Un inverseur permet d'alimenter le voltmètre sur 115 V ou 230 V, par mise en série ou en parallèle des primaires du transformateur.

Des enroulements supplémentaires sont prévus pour le fonctionnement avec convertisseur batterie. Un enroulement spécial permet la recharge des accumulateurs.

4 - MISE EN SERVICE UTILISATION

4 - 1 UTILISATION SUR TABLE

- Déballer les poignées et leurs vis de fixation (vis papillon)

- Monter les poignées sur le boîtier en fixant les vis dans les trous prévus à cet effet sur les flancs de l'appareil.

Deux positions sont prévues, suivant la hauteur sur table désirée. Pour l'une et l'autre de ces positions, veiller au bon encliquetage des poignées, afin d'assurer une bonne stabilité à l'appareil.

4 - 2 MONTAGE SUR PANNEAU

Le VM 1240 est équipé des éléments de montage permettant sa fixation sur panneau de 3,15 mm d'épaisseur. Les vis de fixation sont fournies avec l'appareil. La découpe doit être réalisée conformément à la figure 11.

La mise en place dans la découpe nécessite le démontage du voltmètre. Pour ce faire, procéder comme suit :

- 1) Placer les touches de sélection de fonction en position haute, après s'être assuré que l'appareil n'est pas branché.
- 2) Placer le VM 1240 sur sa face arrière (position verticale) et amener la poignée intérieure en position verticale comme indiqué figure 12. La « lumière » rectangulaire ménagée dans cette poignée doit alors se trouver en regard de l'encoche prévue dans le boîtier.
- 3) Insérer la lame d'un tournevis dans la lumière de la poignée et dans l'encoche, la face avant vers le haut. Avant de retirer complètement la face avant, replacer la poignée intérieure en position horizontale. Tirer ensuite la face avant bien dans l'axe, jusqu'au dégagement complet de l'axe du commutateur. Il n'est plus nécessaire de déconnecter les liaisons électriques. Si toutefois, l'utilisateur désire désolidariser complètement la face avant, repérer avec soin les liaisons avant de les déconnecter.

Sur la face arrière de l'appareil (photo 2 et planche 1) dévisser d'un demi tour les deux vis (rep. A) qui autorisent l'extraction du circuit imprimé en libérant les deux verrous.

Pour permettre le montage, le circuit imprimé doit être « avancé » d'une distance égale à l'épaisseur du panneau, soit au maximum 3,5 mm. On utilise pour ce faire les cales prévues aux extrémités de l'équerre en matière plastique de maintien des tubes d'affichage (Planche 1).

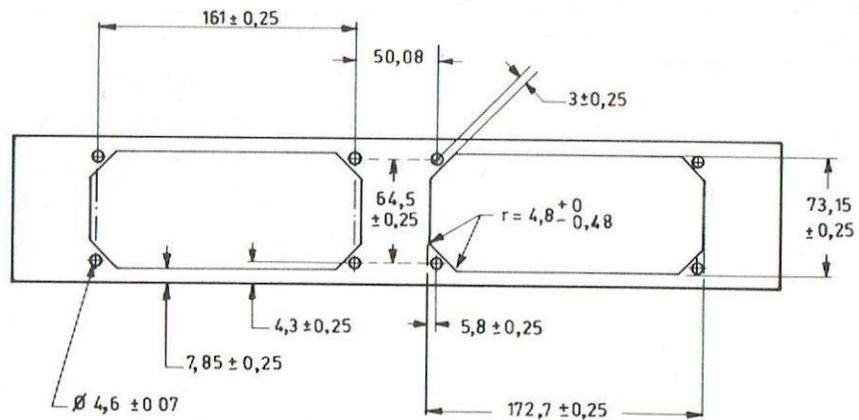


Figure 10 : Découpe sur panneau

DIMENSIONS en mm

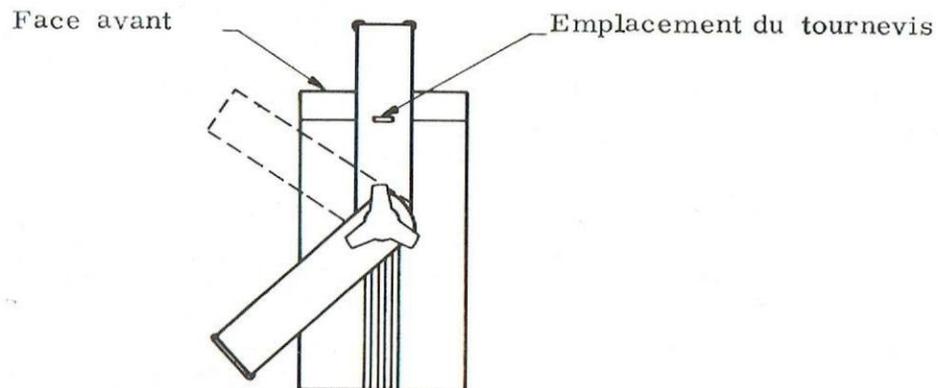


Figure 11 : Méthode de démontage

Détacher ces cales de l'équerre et les glisser à l'arrière du circuit imprimé aux endroits repérés «panel». Les orienter de telle sorte que l'ouverture soit dirigée vers le bas. Retoucher éventuellement l'épaisseur des cales pour obtenir la cote exacte (circuit imprimé avancé d'une distance égale à l'épaisseur du panneau). Fixer éventuellement les cales au moyen d'un adhésif.

Introduire le circuit dans le boîtier. En maintenant le circuit imprimé, retourner l'appareil et dévisser presque complètement les deux vis cruciformes. (A)

ATTENTION - Ne pas dévisser complètement, ce qui aurait pour effet de faire tomber les loquets de verrouillage.

Pousser au fond le circuit imprimé et le verrouiller en revissant les deux vis cruciformes. (A)

Remettre en place l'équerre de maintien des tubes d'affichage.

Remonter l'appareil en procédant dans l'ordre inverse des opérations de démontage.

NOTA. Attention à l'axe du commutateur et aux touches qui doivent être impérativement en position haute.

4 - 3 UTILISATION AVEC BLOC BATTERIE

La liaison est réalisée au moyen du connecteur situé sur la face arrière et réservé aux accessoires.

4 - 4 PROTECTION DES ENTREES CONTRE LES SURCHARGES

Outre les protections décrites au paragraphe «Fonctionnement», l'appareil est doté de plusieurs fusibles accessibles de l'extérieur du voltmètre.

La borne d'entrée V - Ω comporte un fusible F 101 de 3/16 A du type 8 AG (6,35 x 20) destiné à protéger

l'entrée de l'appareil et la source à courant constant utilisée en fonction «Ohmmètre».

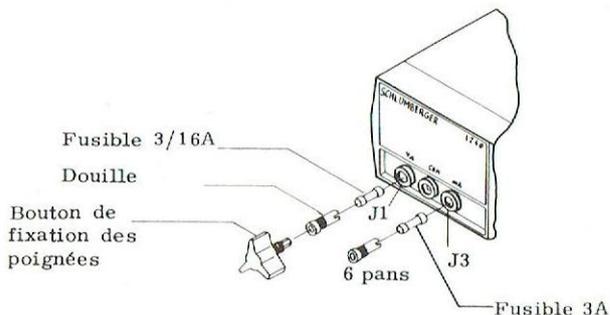


Figure 12 : Remplacement des fusibles d'entrée

L'entrée «MA» est équipée d'un fusible F 102 de 3A protégeant les shunts pour la mesure des courants.

La borne de droite de la prise secteur, repérée «FUS» est également munie d'un fusible. F 301 de 0,25 A.

Les deux premiers fusibles peuvent être extraits de leur logement au moyen d'un bouton «papillon» servant à fixer les poignées. Ce bouton est muni d'une extrémité à 6 pans qui, introduite dans la borne d'entrée, permet son extraction.

Le troisième fusible est extrait au moyen du second bouton qui lui, est muni d'une extrémité en tige creuse à 6 pans.

4 - 5 MESURE DES TENSIONS CONTINUES

- Placer le sélecteur de tension sur la position correspondant au secteur d'alimentation.

- Brancher le cordon sur la prise secteur et le raccorder au réseau.

- Placer le commutateur rotatif sur la gamme 1000 V ce qui met les circuits de l'appareil sous tension

- Enfoncer la touche «V - Ω \Rightarrow »

- Connecter les cordons de mesure aux bornes «V - Ω » et «COM».

- Court-circuiter les cordons de mesure et placer le commutateur sur 200 mV.

- L'affichage doit alors indiquer zéro et le signe de polarité doit clignoter entre le + et le -. Dans le cas contraire, retoucher le réglage du zéro.

La stabilisation en température est obtenue après quinze minutes.

NOTA- Si les cordons de mesure sont laissés en l'air sur les gammes 200 mV et 2 V, l'affichage augmente progressivement, en raison du courant parasite existant à l'entrée du circuit intégrateur. Un effet semblable se produit sur toutes les gammes, dès l'instant où les touches du commutateur de fonction sont en position haute.

- Sur les gammes 20-200 et 1000 V, la lecture doit rester à zéro.

Placer à nouveau le commutateur sur la position 1000 V et appliquer la tension continue inconnue. Si la lecture d'affichage dépasse 1000 V., déconnecter immédiatement la source de tension à mesurer car l'appareil est en surcharge. Sinon, changer la gamme jusqu'à obtention de la lecture appropriée.

Le tableau ci-après indique les lectures limites à effectuer pour chaque calibre.

Calibre	Limites des lectures à observer		
200 mV	00.0	-	199.9
2 V	.199	-	1.999
20 V	1.99	-	19.99
200 V	19.9	-	199.9
1000 V	199	-	1000

NOTA L'appareil pourra être utilisé jusqu'à 50 % de dépassement sur toutes les gammes, sauf la gamme 1000 V.

Exemple : 270 V sont à mesurer : Le commutateur est sur le calibre 200 V. L'affichage marquera : 70.0 et le signe «S» indiquant le dépassement clignotera.

ATTENTION - Ne pas appliquer une tension > 500 V entre l'appareil et la masse mécanique. Le non respect de cette prescription peut entraîner une détérioration importante du matériel.

4 - 6 MESURE DES RESISTANCES - FONCTION OHMMETRE.

- L'appareil étant correctement raccordé au secteur, placer le commutateur sur la gamme « Ω » désirée. Attendre 15 mn de stabilisation.

- Enfoncer la touche «V- Ω \Rightarrow ».

- Connecter les cordons de mesure aux bornes «V- Ω » et «COM».

- Court-circuiter les cordons de mesure. L'affichage doit indiquer «000», le signe de polarité doit clignoter entre + et -.

- Les entrées étant en l'air, l'affichage doit indiquer «S» 1000.

NOTA - Sur la gamme 200 Ω , la lecture, entrée court-circuitée, peut être différente des autres gammes. Une petite résiduelle ($< 1 \Omega$ soit 10 digits) peut être affichée. Cette résistance est due à la résistance propre des cordons de mesure.

- L'utilisateur peut : soit déduire de sa lecture la résiduelle, soit procéder à une remise à zéro par le réglage «Zéro» de la face avant. Dans ce dernier cas, le zéro doit être refait pour toutes les autres gammes.

- Relier les cordons de mesure à la résistance à mesurer et effectuer la lecture, en changeant de gamme jusqu'à obtention d'une lecture correcte.

Le tableau ci-dessous indique les limites de chaque calibre.

Calibre	Limites des lectures		
200 Ω	00.0	-	199.9
2 k Ω	.199	-	1.999
20 k Ω	1.99	-	19.99
200 k Ω	19.9	-	199.9
2 M Ω	.199	-	1.999
20 M Ω	1.99	-	19.99

NOTA - L'appareil pourra être utilisé jusqu'à 50 % de dépassement sur tous les calibres.

Exemple : 270 k Ω sont à mesurer. Le commutateur est sur la position 200 k Ω . L'affichage marquera : 70.0 et le signe «S» indiquant le dépassement clignotera.

- Le circuit ohmmètre est protégé contre l'application éventuelle d'une tension.

- Les deux premières gammes sont munies d'une limitation à 1,5-2 V et protégées par un fusible jusqu'à 250 V.

- Les quatre dernières gammes sont par définition, protégées jusqu'à 250 V continus ou alternatifs, grâce aux capacités de dissipation.

4 - 7 MESURE EN COURANT CONTINU

- L'appareil étant correctement branché, placer le commutateur sur la gamme «mA» désirée.

- Enfoncer la touche «mA= \Rightarrow »

- Connecter les cordons de mesure de la source de courant aux bornes «mA» et «COM».

Le tableau ci-après indique les limites de chaque calibre.

Calibre	Limites des lectures		
200 μ A	0	-	199.9
2 mA	.199	-	1.999
20 mA	1.99	-	19.99
200 mA	19.9	-	199.9
1000 mA	.199	-	1.999*

* Bien que la dernière lecture soit calibrée à 1000 mA, la pleine échelle, sur tous les calibres en courant est de 1999 digits.

NOTA - L'appareil pourra être utilisé jusqu'à 50 % de dépassement sur tous les calibres, excepté le calibre 2 A.

Exemple - 270 mA sont à mesurer. Le commutateur est sur le calibre 200 mA. L'affichage marquera 70.0 et le signe «S» indiquant le dépassement clignotera.

4 - 8 MESURE EN COURANT ALTERNATIF

- L'appareil étant correctement alimenté, placer le commutateur sur la gamme mA désirée.

- Enfoncez la touche «mA \sim »

- Connecter les cordons de mesure de la source de courant aux bornes «mA» et «COM».

- Le tableau ci-dessous indique les limites de chaque calibre.

Calibre	Limites des lectures		
200 μ A	0	—	199.9
2 mA	.199	—	1.999
20 mA	1.99	—	19.99
200 mA	19.9	—	199.9
1000 mA	.199	—	1.999*

* Bien que la dernière lecture soit calibrée à 1000 mA, la pleine échelle sur toutes les gammes est de 1999 digits.

4 - 9 MESURE DES TENSIONS ALTERNATIVES.

- L'appareil étant correctement alimenté placer le commutateur sur la gamme V désirée.

- Enfoncez la touche «V \sim »

- Connecter les cordons de mesure aux bornes «V Ω » et «COM»

ATTENTION - Sur la position 1000 V, ne pas appliquer une tension > 500 V. eff.

Le tableau ci-après indique les limites de chaque calibre.

Calibre	Limites des lectures		
200 mV	0	—	199.9
2 V	.199	—	1.999
20 V	1.99	—	19.99
200 V	19.9	—	199.9
500 V	199	—	500.0

NOTA - Lors de la mesure des tensions en courants alternatifs, une distorsion du signal affecte la précision de l'appareil.

5-MAINTENANCE

Outre le remplacement des tubes à gaz et des fusibles, le voltmètre VM 1240 ne nécessite aucun entretien particulier.

Le mauvais fonctionnement est en général le résultat de fausse manœuvre lors de l'utilisation.

Le tableau ci-dessous donne les principales causes de mauvais fonctionnement et les vérifications à effectuer.

Constatation	Vérification ou remède
Fusible secteur fondu	Vérifier la position du commutateur de tension, sur la face arrière.
Affichage peu lumineux sur tous les tubes	Position du commutateur de tension, pouvant être sur 230 V pour une tension secteur de 116 V.
Affichage faible ou flou sur un seul tube	Usure du tube considéré. Envisager son remplacement.
Instabilité de l'affichage	Entrée ouverte sur le convertisseur alternatif/continu. Touche non enclenchée. Entrée non chargée pour utilisation sur les calibres 200 mV et 2 V.
Fonction ohmmètre impossible	Vérifier le fusible de 3/16 A. Si celui-ci est fondu, la source de courant se trouve isolée de la résistance à mesurer, rendant la mesure impossible.

5 - 1 APPAREILS DE MESURE NECESSAIRES AU CONTROLE ET REGLAGE DU VOLTMETRE.

Appareil	But	Caractéristiques
Source de tension =	Calibrage en V =	Précision : $\pm 0,01$ % Gamme : 100 mV à 1000 V
Source de courant =	Calibrage en I =	Précision : $\pm 0,02$ % Gamme : 1 μ A à 2 A
Source de tension	Calibrage en V ∞	Précision : $\pm 0,1$ % Gamme : 100 mV à 500 V Fréquence : 40 Hz à 20 kHz
Source de courant	Calibrage en I ∞	Précision : $\pm 0,1$ % Gamme : 1 μ A à 2 A Fréquence : 40 Hz à 10 kHz
Boîte de résistances	Calibrage ohmmètre	Précision : $\pm 0,1$ % Gamme : 0,1 à 20 M Ω

5.1.1. Vérification de la précision en voltmètre continu

- 1) Ajuster le sélecteur de tension secteur sur la tension d'utilisation (115 ou 230).
- 2) Brancher le cordon secteur sur l'appareil et le relier au réseau d'alimentation.
- 3) Mettre le commutateur de gamme sur la position 200 mV.
- 4) Appuyer sur la touche du commutateur de fonctions, marquée V Ω .
- 5) Brancher les cordons de mesure aux bornes V Ω et COM. Attendre 15 minutes de chauffage (équilibre thermique.)
- 6) Les cordons de mesure étant court-circuités, régler le zéro de l'appareil, de façon à obtenir un affichage de 00.0. l'indicateur de polarité clignotant du + au -

7) Ajuster la tension de sortie de la source de tension à zéro. Brancher les cordons de mesure aux bornes + et - de la source.

8) En se reportant au tableau ci-dessous, régler la source de tension aux valeurs de tensions énumérées, et placer successivement le commutateur de gamme sur les positions demandées.

Vérifier que les lectures sont bien dans les limites indiquées. Dans le cas contraire, se reporter à la procédure de calibrage (paragraphe 5 - 2).

PRECISION EN VOLT CONTINU aux conditions de référence.

Tension d'entrée continu	Position du commutateur de gamme	Lecture mini.	Limites max.
Entrée en court-circuit $\pm 01,0$ $\pm 10,0$ $\pm 100,0$ $\pm 200,0$	200 mV	± 00.0 ± 00.9 ± 09.9 ± 99.8 ± 199.7	± 00.1 ± 01.1 ± 10.1 ± 100.2 S ± 00.3
Entrée en court-circuit $\pm 1,00$ + 2,00	2 V	$\pm .000$ $\pm .998$ ± 1.997	$\pm .001$ ± 1.002 S $\pm .003$
+ 10,00 + 20,00	20 V	± 9.98 ± 19.97	± 10.02 S ± 0.03
+ 100,0 + 200,0	200 V	± 99.8 ± 199.7	± 100.2 S ± 00.3
+ 500 + 1000	1000 V	± 499 ± 998	± 501 ± 1002

5.1.2 Vérification de la précision en ohmmètre

- 1) Ajuster le sélecteur de tension secteur sur la tension d'utilisation (115 ou 220 V).
- 2) Brancher le cordon secteur sur l'appareil et le relier au réseau d'alimentation.
- 3) Appuyer sur la touche du commutateur de fonction marquée (V Ω).
- 4) Mettre le commutateur de gamme sur la position 2 k Ω .
- 5) Brancher les cordons de mesure aux bornes V- Ω et COM, attendre 15 minutes (équilibre thermique).
- 6) Les cordons de mesure étant court-circuités, régler le zéro de l'appareil de façon à obtenir un affichage de 00.0, l'indicateur de polarité clignotant du + au -

NOTA - Lorsque l'on contrôlera la précision de la gamme 200 Ω , il sera nécessaire de refaire le zéro de l'appareil pour compenser la résistance propre aux cordons de mesure.

- 7) Relier le VM 1240 à la boîte de résistances.
- 8) En se rapportant au tableau ci-après, ajuster la boîte de résistances aux valeurs énumérées, et placer le commutateur de gamme suivant les indications.

Vérifier que les lectures tombent bien dans les limites indiquées. Dans le cas contraire, se reporter à la procédure de calibrage (paragraphe 5 - 2).

PRECISION EN OHMMETRE aux conditions de référence.

Boîte de résistances	Position du commutateur de gamme	Lecture mini.	Limites maxi.
.000 1,000 k Ω 2,000 k Ω	2 k Ω	.000 .996 1.994	001 1.004 S.006
10,00 k Ω 20,00 k Ω	20 k Ω	9.96 19.94	10.04 S.006
100,0 k Ω 200,0 k Ω	200 k Ω	9.96 199.4	100.4 S 0.6
1,000 M Ω 2,000 M Ω	2 M Ω	.989 1.979	1.001 S.021
10,00 M Ω 20,00 M Ω	20 M Ω	9.89 19.79	10.11 S0.21
00,0 100,0 200,0	200 Ω	000 99.4 198.9	001 100.6 S01.1

5.1.3. Vérification de la précision en courant continu

- 1) Ajuster le sélecteur de tension secteur, sur la tension d'utilisation (115 - 220 V)
- 2) Brancher le cordon secteur sur l'appareil et le relier au réseau d'alimentation.
- 3) Mettre le commutateur de gamme sur la position 1000 mA.
- 4) Appuyer sur la touche marquée mA = du commutateur de fonction.
- 5) Brancher les cordons de mesure aux bornes mA et COM, attendre 15 minutes (équilibre thermique).

- 6) Régler la source de courant à zéro - Relier les cordons de mesure aux bornes + et - de la source de courant.
- 7) En se rapportant au tableau ci-après, placer le commutateur de gamme sur les positions énumérées.

S'assurer que les lectures tombent bien dans les limites indiquées.

PRECISION EN COURANT CONTINU aux conditions de référence.

Courant d'entrée	Position du commutateur de gamme	Lecture mini.	Limites maxi.
00,0 + 100,0 μ A + 200,0 μ A	200 μ A	\pm 00.0 + 99.7 + 199.4	\pm 00.1 + 100.3 S+ 00.6
+ 1,000 mA + 2,000 mA	2 mA	+ .997 + 1.995	+ 1.003 S+ .005
+ 10,00 mA + 20,00 mA	20 mA	+ 9.97 + 1.995	+ 10.03 S+ 0.05
+ 100,0 mA + 200,0 mA	200 mA	+ 99.6 + 199.3	+ 100.4 S+ 00.7
+ 1000 mA + 2000 mA	1000 mA	+ 994 + 1989	+ 1006 S+ 011

5.1.4 Vérification de la précision en voltmètre alternatif

- 1) Ajuster le sélecteur de tension secteur, sur la tension d'utilisation.
- 2) Brancher le cordon secteur sur l'appareil, et le relier au réseau d'alimentation
- 3) Mettre le commutateur de gamme sur la position 1000 V.
- 4) Enfoncer la touche V \approx .

5) Brancher les cordons de mesure aux bornes mA et COM, attendre 15 minutes (équilibre thermique).

6) Régler la source de tension alternative à zéro. Relier les cordons de mesure aux bornes de la source.

7) En se reportant au tableau ci-après, ajuster la source: de tension, selon les valeurs énumérées.

Pour vérifier de façon complète, les caractéristiques en alternatif, on les mesures indiquées aux fréquences de 40 Hz, 60 Hz, 400 Hz, 10 kHz, et 20 kHz.

S'assurer que les lectures tombent bien dans les limites indiquées.

PRECISION EN VOLTS ALTERNATIFS aux conditions de référence.

Tension d'entrée \approx	Position du commutateur de gamme	Lectures limites 40 Hz à 10 kHz mini. - maxi.		Lectures limites 10 kHz à 20 kHz mini. - maxi.	
00,0 mV 100,0 mV 200,0 mV	200 mV	00.0 99.4 198.9	00.1 100.6 R01.1	00.0 98.9 197	00.1 101.1 S02.1
.200 V 1,000 V 2,000 V	2 V	.198 .994 1.989	.202 1.006 R011	.196 .989 1.979	.204 1.011 S0.21
2,00 V 10,00 V 20,00 V	20 V	1.98 9.94 19.89	2.02 10.06 R0.11	1.96 9.89 19.79	2.04 10.11 S0.21
20,0 V 100,0 V 200,0 V	200 V	19.8 99.4 198.9	2.02 100.6 R01.1	19.6 98.9 197.9	20.4 101.1 S02.1
200 V 500 V	500 V	198 496	202 504	196 492	204 508

5.1.5 Vérification de la précision en courant alternatif.

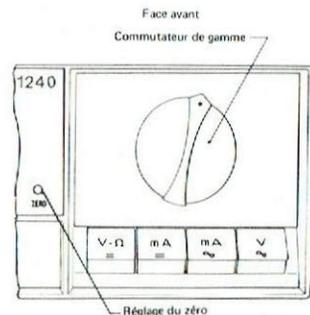
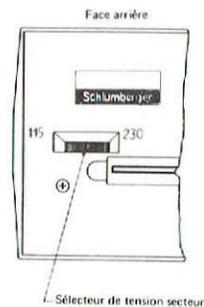
- 1) Ajuster le sélecteur de tension secteur à la tension d'utilisation.
- 2) Brancher le cordon secteur sur l'appareil et le relier au réseau d'alimentation.
- 3) Mettre le commutateur de gamme sur la position 1000 mA.
- 4) Enfoncer la touche marquée mA
- 5) Brancher les cordons de mesure aux bornes mA et COM, attendre 15 minutes (équilibre thermique).
- 6) Régler la source de courant à zéro - Relier les cordons de mesure aux bornes mA et COM et à la source de courant.

Pour vérifier de façon complète les caractéristiques en alternatif, on effectuera les mesures indiquées aux fréquences de 40, 60, 400 Hz et 10 kHz.

S'assurer que les lectures tombent bien dans les valeurs indiquées.

Courant d'entrée	Position des commutateurs de gamme	Limites des lectures 40 Hz à 10 kHz	
		mini.	maxi.
00,0 μ A 100,0 μ A 200,0 μ A	200 μ A	00.0 92.2 198.4	00.1 100.8 S01.6
1,000 mA 2,000 mA	2 mA	.992 1.985	1.008 S.015
10,00 mA 20,00 mA	20 mA	9.92 19.85	10.08 S0.15

100 0 mA 200,0 mA	200 mA	99.1 198.3	100.9 S01.7
1000 mA 2000 mA	1000 mA	989 1979	1011 S021



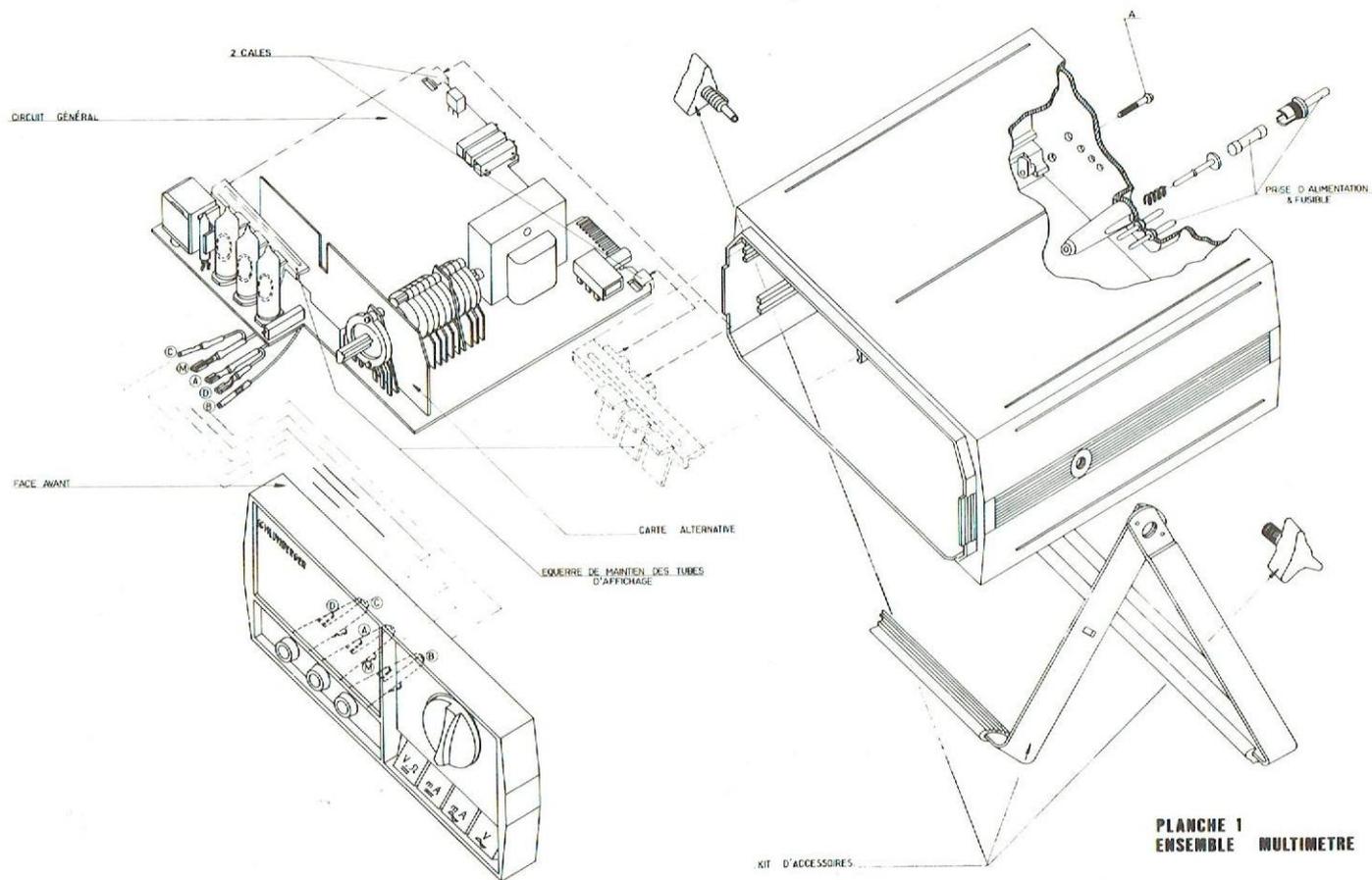
5 - 2 CALIBRAGE

Si une seule des vérifications effectuées ne correspond pas au résultat attendu, un calibrage est nécessaire.

Cette opération consiste à effectuer le réglage du zéro. Pour ce faire, il faut agir sur la gamme 200 mV = les cordons de mesure en court-circuit.

Ajuster la commande de zéro pour une lecture de 00.0, l'indication de polarité clignotant, puis procéder suivant les indications du tableau ci-contre.

Position du commutateur de gamme	Touche du commutateur de fonction	Tension d'entrée	Réglages (pages 10 et 11)
200 mV 200 mV	V - Ω = V - Ω =	+ 200 mV - 200 mV	Régler R142 Régler R137 pour une lecture de + et - 00.0, le signe de surcharge clignotant.
20 k Ω	V - Ω =	20 k Ω	Régler R126 pour lire 00.0, le dépassement clignotant.
20 M Ω	V - Ω =	20 M Ω	Régler R110 de la même façon que R126



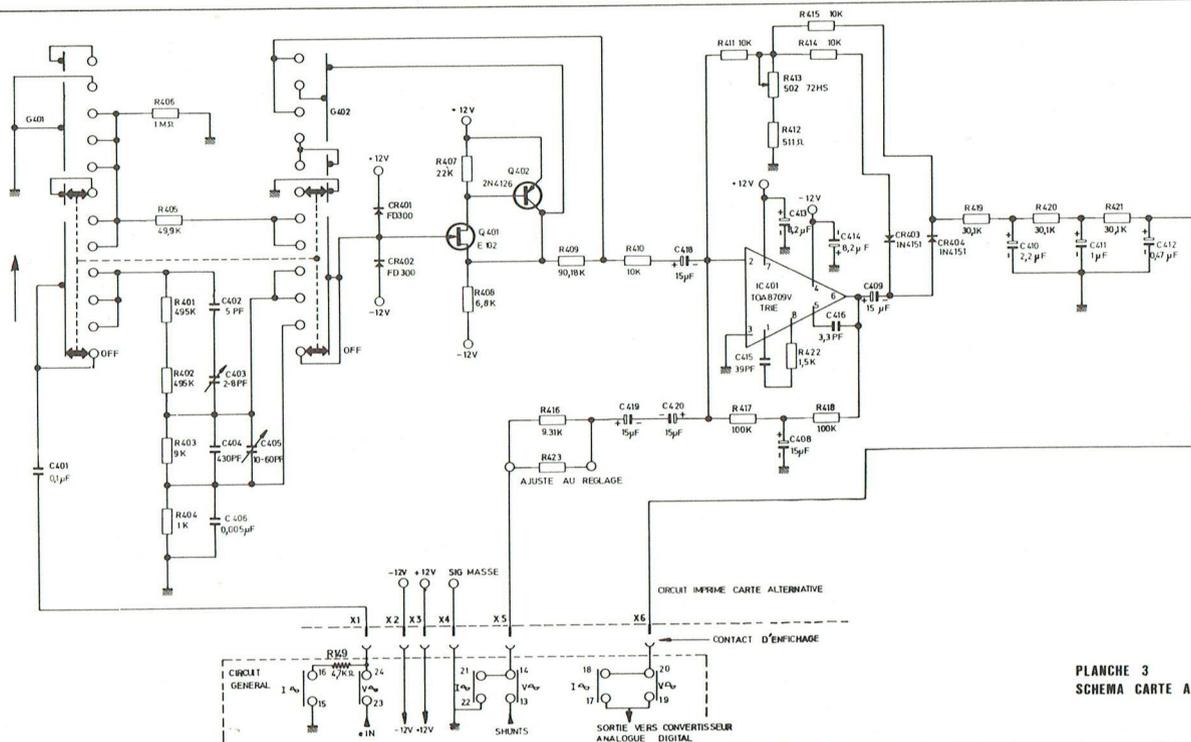


PLANCHE 3
SCHEMA CARTE ALTERNATIVE

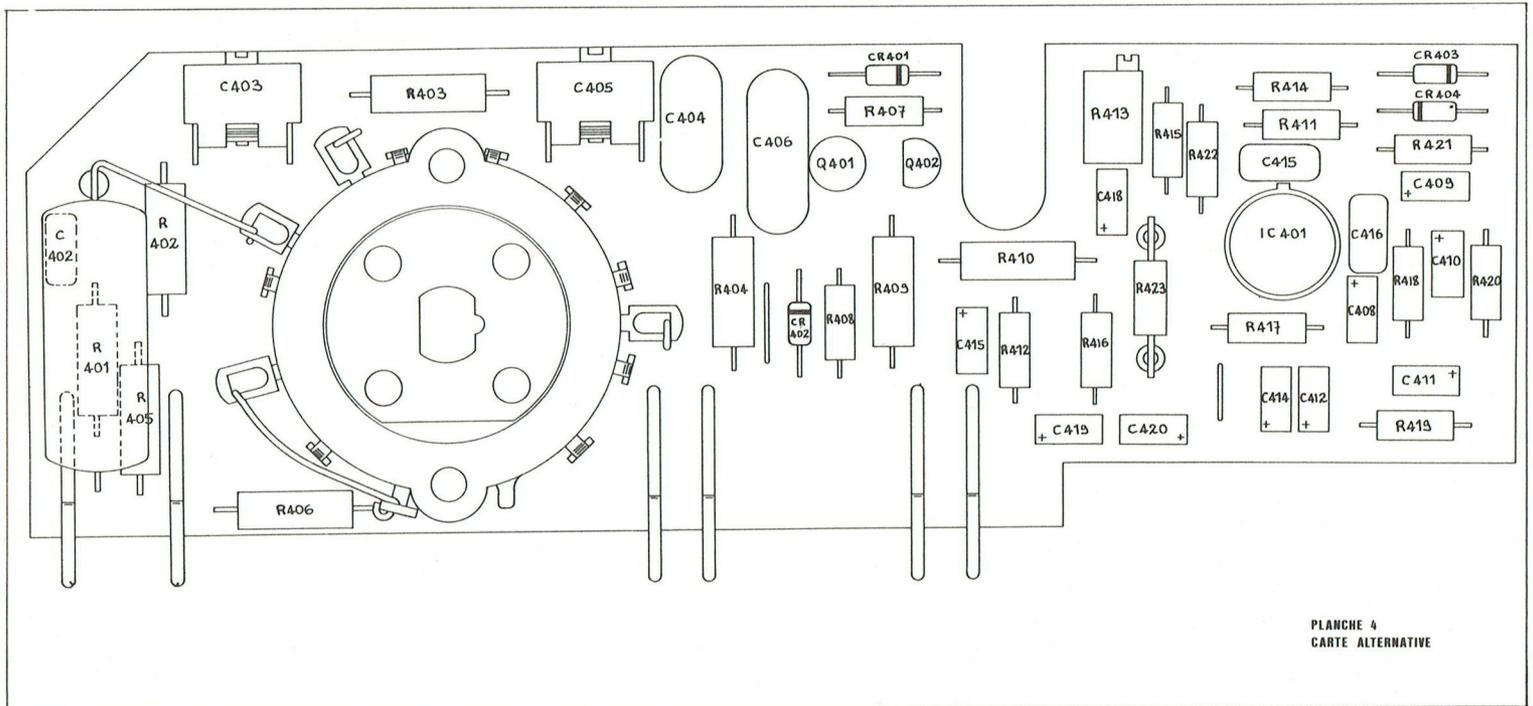


PLANCHE 4
CARTE ALTERNATIVE

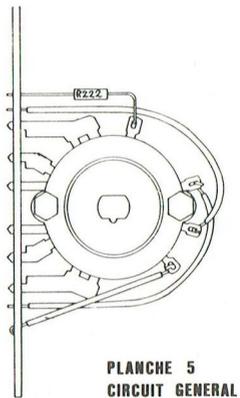
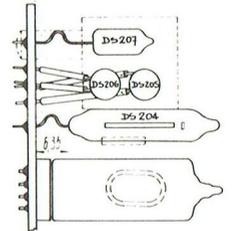
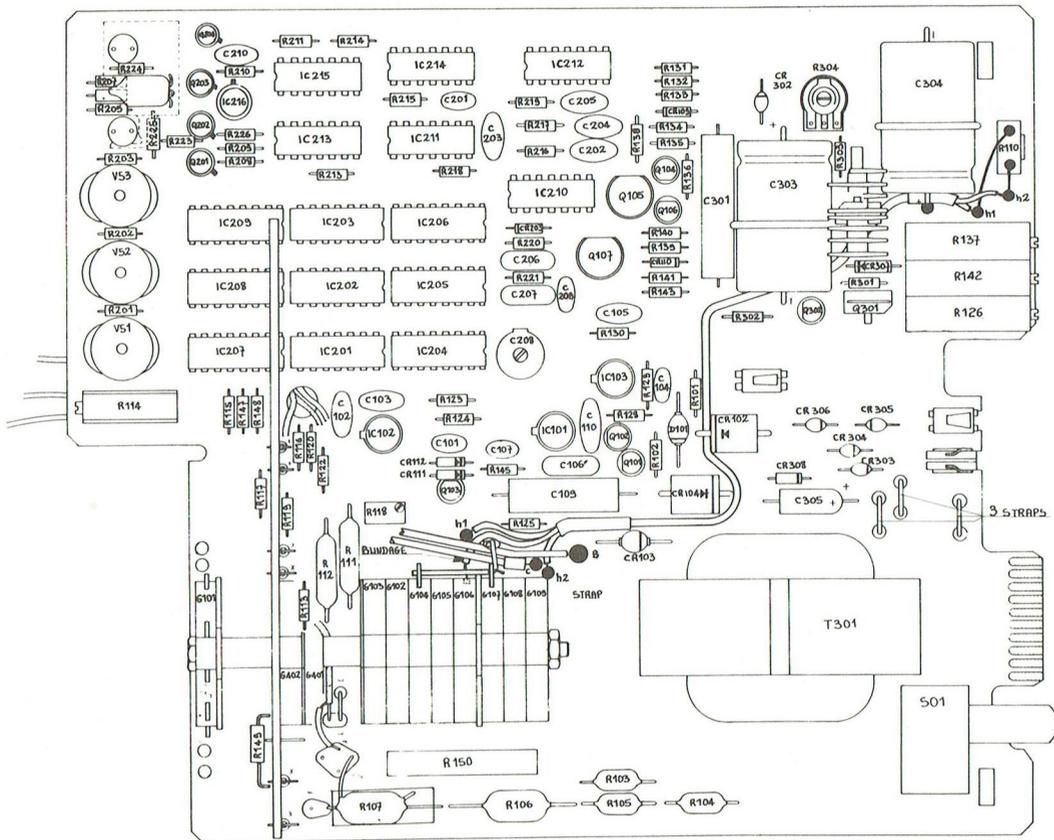


PLANCHE 5
CIRCUIT GENERAL

NOMENCLATURE DES ELEMENTS

CARTE ALTERNATIVE

CIRCUIT INTEGRE

IC 401 TOA 8709 V Trie

CONDENSATEURS

C 401 0,1 μ F 630 V

C 402 5 pF 10 %

C 403 Ajustable 2 à 8 pF

C 404 Mica 430 pF \pm 5 %

C 405 Ajustable 10 à 60 pF

C 406 0,005 μ F \pm 5 %

C 408 Tantale 15 μ F 10 V

C 409 Tantale 15 μ F 10 V

C 410 Tantale 2,2 μ F 35 V

C 411 Tantale 1 μ F 35 V

C 412 Tantale 0,47 μ F 35 V

C 413 Tantale 8,2 μ F 15 V

C 414 Tantale 8,2 μ F 15 V

C 415 39 pF \pm 2 % C 333 CB/C39E

C 416 3,3 pF 0,25 pF C 333 CB/N3E3

C 418 Tantale 15 μ F 10 V

C 419 Tantale 15 μ F 10 V

C 420 Tantale 15 μ F 10 V

DIODES

CR 401 FD 300

CR 402 FD 300

CR 403 1N 4151

CR 404 1N 4151

GALETTE COMMUTATEUR GAMME

G 401 97 192 013 SIS

G 402 97 192 012 SIS

POTENTIOMETRE

R 413 502 72 HS

RESISTANCES

R 405 49,9 k 10 % 1/4 W

R 406 1 M 5 % 1/6 W

R 407 22 k 5 % 1/6 W

R 408 6,8 k 5 % 1/6 W

R 411 10 k 1 % 1/4 W

R 412 511 1 % 1/4 W

R 414 10 k 1 % 1/4 W

R 415 10 k 1 % 1/4 W

R 416 9,31 k 5 % 1/4 W

R 417 100 k 5 % 1/6 W

R 418 100 k 5 % 1/6 W

R 419 30,1 k 1 % 1/4 W

R 420 30,1 k 1 % 1/4 W

R 421 30,1 k 1 % 1/4 W

R 422 15 k 5 % 1/6 W

R 423 240 k \pm 5 % 1/6 W

R 423 270 k \pm 5 % 1/6 W

R 423 300 k \pm 5 % 1/6 W

R 423 330 k \pm 5 % 1/6 W

R 423 390 k \pm 5 % 1/6 W

R 423 430 k \pm 5 % 1/6 W

R 423 360 k \pm 5 % 1/6 W

SACHET DE RESISTANCES

R 401 495 k

R 402 495 k

R 403 9 k

R 404 1 k

R 409 90,18 k

R 410 10 k

TRANSISTORS

Q 401 FET E 102

Q 402 2 N 41 26

CIRCUIT GENERAL

CIRCUITS INTEGRÉS

IC 101	LM 308 AH
IC 102	TOA 8709 V
IC 103	TDC 2710 V
IC 201	U6A 9958 79 X
IC 202	U6A 9958 79 X
IC 203	U6A 9958 79 X
IC 204	U6B 9959 79 X
IC 205	U6B 9959 79 X
IC 206	U6B 9959 79 X
IC 207	U6B 9960 79 X
IC 208	U6B 9960 79 X
IC 209	U6B 9960 79 X
IC 210	MC 889 P
IC 211	MC 724 P
IC 212	MC 717 P
IC 213	MC 778
IC 214	MC 778
IC 215	MC 776
IC 216	U5B 9914 29 X

COMMUTATEUR

S 01	94 541 014	SIS
G 101/G109	97 192 002	SIS

CONDENSATEURS

C 101	Céramique II	220 pF	250 V
C 102	Céramique II	0,0047 μ F	
C 103	Céramique II	0,01 μ F	
C 104	Céramique II	100 pF	250 V
C 105	Céramique II	0,01 μ F	
C 106		0,22 μ F \pm 20 %	250 Vcc
C 107	Céramique II	68 pF	250 V
C 109		1,75 μ F \pm 10 %	250 Vcc

CONDENSATEURS (suite)

C 110	Céramique II	0,01 μ F	
C 201	Céramique II	220 pF	250 V
C 202	Céramique II	0,001 μ F	
C 203	Céramique II	0,001 μ F	
C 204	Céramique II	0,001 μ F	
C 205	Céramique II	0,001 μ F	
C 206	Mica	2000 pF \pm 5 %	
C 207	Mica	2000 pF \pm 5 %	
C 208		Ajustable 5 à 60 pF	
C 209		Ajusté en usine	
C 210	Céramique II	0,001 μ F	
C 301		1 μ F \pm 20 %	250 Vcc
C 303		220 μ F	63/76 V
C 304		1500 μ F	10/12 V
C 305		Tantale 10 μ F	20 % 20 V

DIODES

CR 101	A15FX4
CR 102	3A30
CR 103	A15FX4
CR 104	3A30
CR 109	1N 827
CR 110	1N 827
CR 111	1N 4448
CR 112	1N 823
CR 203	SFD 105
CR 302	1N 4004
CR 303	1N 4004
CR 304	1N 4004
CR 305	1N 4004
CR 306	1N 4004
CR 307	1N 4742 A
CR 308	1N 4742 A

FUSIBLES

F 101 3/16 A - 97192016 - SIS
 F 102 3 A - 97192017 - SIS
 F 301 1/4 A - 97192018 - SIS

POTENTIOMETRES

R 110 1 M CTS 360S105 A
 R 114 5 k 53100 HS
 R 118 500 50200 HS
 R 126 1 k 2387
 R 137 2 k 2387
 R 142 2 k 2387
 R 304 5 k SIS

RESISTANCES

R 101 22 k 5 % 1/6 W
 R 102 22 k 5 % 1/6 W
 R 103 CAB 900 0,1 %
 R 104 CAB 90 0,1 %
 R 105 CAB 9 0,1 %
 R 106 CAB 0,9 0,1 %
 R 107 PFF 2 0,1 0,1 % 4 fils
 R 111 MBE 100 k 1 %
 R 112 MBE 100 k 1 %
 R 113 100 k 1 % 1/4 W
 R 115 2 k 1 % 1/4 W
 R 116 10 k 1 % 1/4 W
 R 117 2 k 1 % 1/4 W
 R 119 17,8 k 1 % 1/4 W
 R 120 1,5 k 1 % 1/4 W
 R 122 1 k 1 % 1/4 W
 R 123 5,1 k 1 % 1/4 W
 R 124 909 1 % 1/4 W
 R 125 5,76 k 1 % 1/4 W
 R 126 Potentiomètre 1 kΩ 10 %
 R 128 10 k 1 % 1/4 W
 R 129 10 k 1 % 1/4 W

RESISTANCES (suite)

R 130 1,5 k 5 % 1,4 W
 R 131 12 k 5 % 1/6 W
 R 132 62 k 5 % 1/6 W
 R 133 12 k 5 % 1/6 W
 R 134 825 1 % 1/4 W
 R 135 12 k 5 % 1/6 W
 R 136 14,3 k 1 % 1/4 W
 R 138 12 k 5 % 1/6 W
 R 139 12 k 5 % 1/6 W
 R 140 825 1 % 1/4 W
 R 141 14,3 k 1 % 1/4 W
 R 143 12 k 5 % 1/6 W
 R 145 100 k 1 % 1/4 W
 R 147 4,99 k 1 % 1/4 W
 R 148 4,99 k 1 % 1/4 W
 R 149 4,7 k 5 % 1/4 W
 R 150 10 MΩ Atténuateur 10075 SIS
 R 201 10 k 5 % 1/4 W
 R 202 10 k 5 % 1/4 W
 R 203 10 k 5 % 1/4 W
 R 205 39 k 5 % 1/6 W
 R 206 47 k 5 % 1/6 W
 R 207 47 k 5 % 1/6 W
 R 208 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 209 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 210 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 211 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 213 6,8 k 5 % 1/4 W
 R 214 6,8 k 5 % 1/4 W
 R 215 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 216 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 217 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 218 6,8 k 5 % 1/4 W
 R 219 2,4 k 5 % 1/6 W
 R 220 10 k 1 % 1/4 W
 R 221 10 k 1 % 1/4 W
 R 222 22 k 5 % 1/6 W
 R 223 82 k 5 % 1/6 W
 R 224 91 k 5 % 1/6 W

R 225	120 k	5 %	1/6 W
R 226	2,4 k	5 %	1/6 W
R 301	2,4 k	5 %	1/6 W
R 302	15	5 %	1/6 W
R 303	4,7 k	5 %	1/4 W

TRANSISTORS

Q 101	SPS 1317
Q 102	SPS 1317
Q 103	2N 3393
Q 104	2N 5354
Q 105	TD 101
Q 106	2N 3393
Q 107	TD 401
Q 201	2 N 1990 RS
Q 202	2 N 1990 RS
Q 203	2 N 1990 RS

Q 204	2 N 1990 RS
Q 301	2 N 492
Q 302	2 N 3393
Q 303	Assemblé. 97192007 SIS

TRANSFORMATEUR

T 301 suivant SP 231 406

TUBES D'AFFICHAGE

V51, V 52, et V 53 : B 5750

VOYANT NEON

DS 204 A 261
DS 205, 206 et 207 : GE A1B