

Le Coq

DOCUMENTATION
TECHNIQUE

MILLIVOLTMETRE ELECTRONIQUE

TYPE R 1312

CONTINU - ALTERNATIF

**CHAUVIN
ARNOUX**

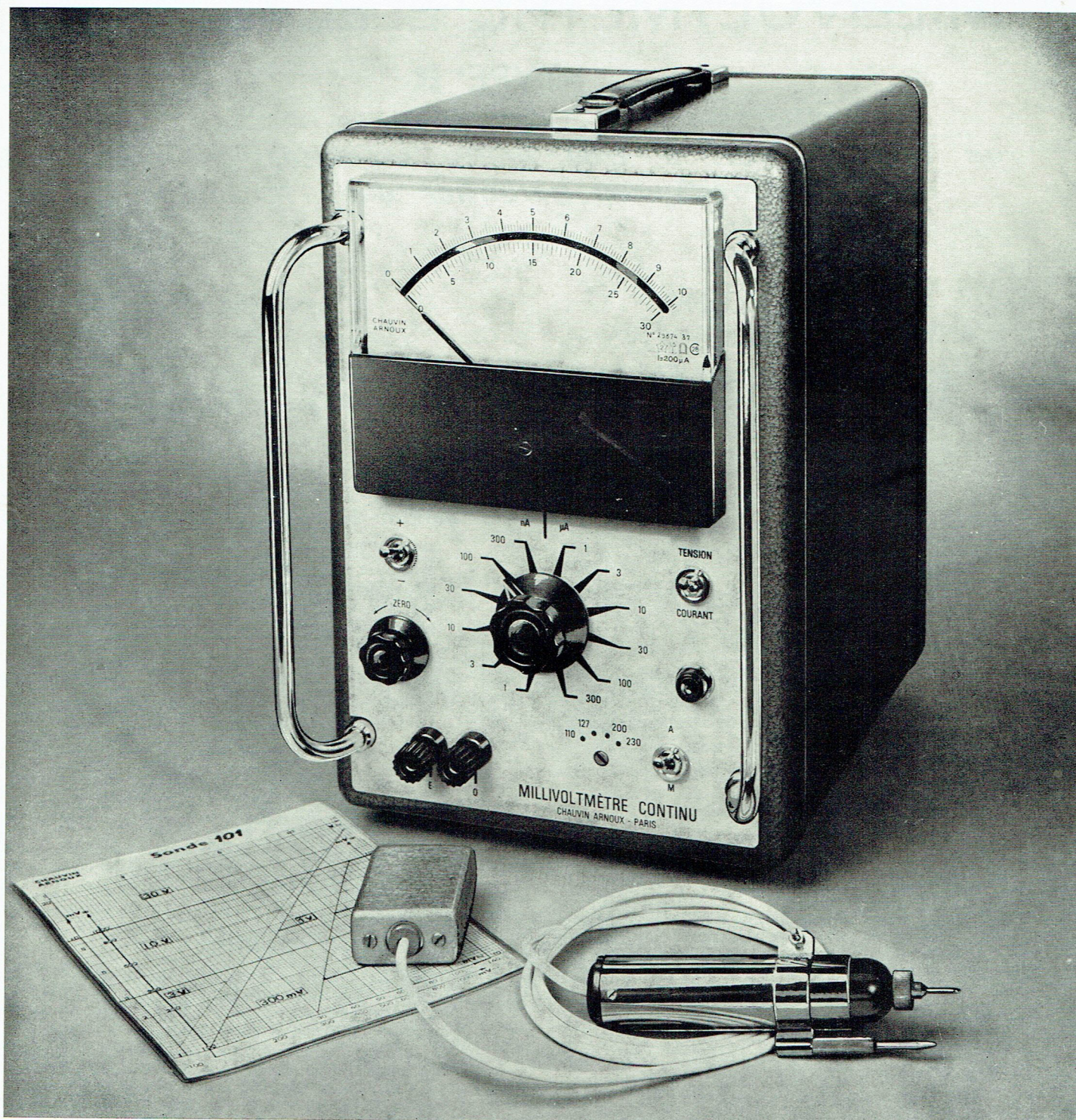
MILLIVOLTMETRE ELECTRONIQUE

TYPE R 1312

CONTINU - ALTERNATIF

Document
6961

MILLIVOLTMÈTRE ELECTRONIQUE "R"



CHAUVIN ARNOUX 190 rue Championnet - PARIS-18^e - Tél. : 627 73-89 20 Lignes

NOTICE R 53

Précision et stabilité... avec le nouveau...

MILLIVOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE

TYPE R

un appareil sûr, à très haute stabilité, qui vous offre les meilleures garanties dans le temps

EN CONTINU

A PARTIR DE :

50 μ V ET **50** μ A

EN HF ET VHF

A PARTIR DE :

JUSQU'À :

3 mV **800** MHz

CALIBRES CONTINUS

MILLIVOLTS	:	1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 mV
Rés. d'entrée	:	1 - 1 - 1 - 3 - 10 - 30 M Ω
VOLTS	:	1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 V
Rés. d'entrée	:	100 - 100 - 100 - 100 - 100 - 100 M Ω
NANOAMPÈRES	:	1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 nA
Rés. d'entrée	:	1000 - 1000 - 300 - 100 - 30 - 10 k Ω
MICROAMPÈRES	:	1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 μ A
Rés. d'entrée	:	3000 - 1000 - 300 - 100 - 30 - 10 Ω

Branchement sur **2** bornes communes à tous calibres.

Choix de polarité du pôle par inverseur.

Capacité d'entrée inférieure à **25 pF** sur tous calibres.

Lecture directe sur galvanomètre de 144 mm à fenêtre moulée **panoramique**, sans ombres portées.

Précision : $\pm 2\%$ du maximum de chaque calibre.

ZÉRO FIXE

Réglage rapide **et très précis**, par 2 potentiomètres, dont l'un est réservé au réglage fin. Un circuit spécial assure la **fixité rigoureuse du zéro** électrique lors du changement de calibre.

ALIMENTATION

Sur réseau 50/60 Hz, sélecteur 110 - 127 - 200 - 230 V, placé sur la **face avant** afin de prévenir les oublis.

Protection par fusibles sur la face arrière.

Consommation extrêmement faible, n'excédant pas 17 VA
Variations de tension admises: $\pm 15\%$, avec influence $\leq 0,3\%$.

EMPLOI EN ALTERNATIF

Mesure directe des tensions efficaces, de **3 mV à 15 V**, à l'aide d'une sonde à cristal étudiée pour les fréquences très élevées, atteignant **800 MHz**.

Traduction du résultat par courbe d'étalonnage, fournie avec la sonde, et donnant les valeurs correspondantes en courant continu.

IMPÉDANCE D'ENTRÉE

Équivalente à une résistance de 100.000 Ω , shuntée par une capacité inférieure à 2 pF.

FRÉQUENCE D'EMPLOI

5 kHz à 800 MHz, avec une influence inférieure à 1 dB dans la gamme de 5 kHz à 400 MHz.

LIGNES COAXIALES

Un **Té** de mesure est fourni sur demande, adaptable sur la tête de la sonde pour toutes mesures sur lignes coaxiales. Impédance nominale : 50 Ω .

PRINCIPE DE MESURE

L'appareil opère par comparaison de 2 tensions, successivement mises en circuit par un vibreur électromagnétique. L'une est la tension d'entrée, l'autre est la tension aux bornes d'une résistance de contre réaction.

Le signal obtenu est reçu par un amplificateur-détecteur de phase à gain élevé. Il détermine, suivant son sens et son amplitude, une variation convenable du courant de contre réaction, en sorte que celui-ci se trouve finalement **asservi** à la tension d'entrée, dont il donne une mesure directe sur le cadran du galvanomètre.

Boîtier métallique avec poignée de transport.
Casier sur la face arrière, avec couvercle et fixations pour le cordon réseau, la sonde, et le Té de mesure.

Dimensions : 190 x 287 x 316 mm

Masse : 8 kg

TABLE DES MATIERES

Pages

CHAPITRE I - DESCRIPTION GENERALE

I . GENERALITES	1
II . CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	2

CHAPITRE II - MISE EN OEUVRE

I . ROLE ET EMPLACEMENT DES DIFFERENTES COMMANDES	3
II . UTILISATION	3
A - Contrôles préliminaires	3 - 4
B - Mise sous tension, réglages	4
C - Mesures (continu - alternatif)	4 à 6

CHAPITRE III - PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT DETAILLE

I . PRINCIPE	7
II . FONCTIONNEMENT DETAILLE	7 à 16

CHAPITRE IV - MAINTENANCE

I . GENERALITES	17
II . DEMONTAGE ET REMONTAGE DE L'APPAREIL	17
III . LOCALISATION DES PANNES	18
IV . CAS COMPLEXES DE DERANGEMENT	18 à 20
V . REGLAGES ET CONTROLES POSSIBLES	21 à 23

CHAPITRE V - NOMENCLATURE ET PLANCHES

I . NOMENCLATURE DES COMPOSANTS ELEMENTAIRES	24 - 25
----------------------------------------------------	---------

PLANCHE I Face Avant de l'appareil

PLANCHE II Circuits imprimés

PLANCHE III Schéma général

MILLIVOLTMETRE ELECTRONIQUE

TYPE R 1312

CHAPITRE I

DESCRIPTION GENERALE

I - GENERALITES -

Le Millivoltmètre électronique type R 1312 est destiné à la mesure en courant continu de tensions et intensités très faibles : 1 mV à 300 V et 1 nanoampère à 300 microampères avec une précision de $\pm 2 \%$ du maximum de chaque calibre.

Il peut également mesurer les tensions alternatives dans les gammes HF - VHF - UHF à l'aide d'une sonde séparée depuis 3 mV jusqu'à 15 V eff dans l'intervalle de fréquence 5 kHz - 400 MHz. D'autre part, la conception de la sonde permet d'opérer sur circuit superposant une tension continue inférieure ou égale à 250 V.

L'ensemble est contenu dans un boîtier métallique de couleur gris clair, une poignée est prévue pour le transport.

.../...

II - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES -

Calibres Millivolts Résistance d'entrée	1 3 10 30 100 300 mV continu 1 1 1 3 10 30 Mégohms
Calibres Volts Résistance d'entrée	1 3 10 30 100 300 V continu 100 100 100 100 100 100 Mégohms
Calibres Nanoampères Résistance d'entrée	1 3 10 30 100 300 nA continu 1000 1000 300 100 30 10 k.ohms
Calibres Microampères Résistance d'entrée	1 3 10 30 100 300 μ A continu 3000 1000 300 100 30 10 ohms
Capacité d'entrée	Inférieure à 25 pF sur tous les calibres continus
Précision	$\pm 2 \%$ du maximum de chaque calibre
Calibres "alternatif"	De 3 mV à 15 V eff par sonde à cristal, séparée Traduction par tableau d'étalonnage.
Impédance d'entrée	R = 100.000 ohms C < 2 pF
Réponse en fréquence	± 1 dB entre 5 kHz et 400 MHz. L'appareil peut au-delà de 400 MHz servir d'indicateur jusqu'à 800 MHz.
Alimentation	Réseau alternatif 110 - 127 - 200 - 230 V 48 à 62 Hz.
Consommation	< 20 VA
Protection	Par fusible 110 V 0,5 A et 220 V 0,25 A
Température limite de fonctionnement	- 10° à + 55°C
Tubes et cristaux utilisés	1 x 12 AX7S 1 x 12 AT7WA 2 x 15 P2 1 x OA 79 1 x 6,5 V - 0,1 A
Encombrement	190 x 320 x 290 mm
Masse	7,5 kg sans sonde ni Té de mesure

CHAPITRE II

MISE EN OEUVRE

I - ROLE ET EMPLACEMENT DES DIFFERENTES COMMANDES

La planche I annexée représente la face Avant de l'appareil où se trouvent localisées les différentes commandes correspondant aux utilisations ci-après indiquées.

Seuls, les fusibles, la prise d'alimentation et le potentiomètre de zéro électrique (1ère définition) se trouvent sur la face Arrière.

Rôle des différentes commandes

- S1 : Interrupteur Arrêt-Marche
- S2 : Inverseur assurant le choix de la mesure tension ou intensité.
- S3 : Commutateur de calibres à 12 positions, 4 circuits qui, selon le calibre utilisé, met en service une portion plus ou moins importante du diviseur potentiométrique d'entrée.
- S4 : Inverseur de polarités, permettant en continu d'inverser le sens de la mesure électrique sans avoir à permuter les cordons. Il permet sur position +, de mesurer une tension positive par rapport à la masse, et sur -, une tension négative.
- S5 : Répartiteur de tension adaptant l'alimentation au réseau utilisé.
- M : Galvanomètre de mesure, 2 graduations 0 - 10 et 0 - 30 avec miroir antiparallaxe et remise à zéro mécanique.
- R47 : Potentiomètre de réglage du zéro électrique (grande définition).
- DS : Témoin de mise sous tension devant s'allumer dès que S1 est en position "Marche".

Bornes: Bornes d'entrée de l'appareil.
E-O

II - UTILISATION

A - Contrôles préliminaires

Lorsque l'appareil a été l'objet d'un transport lointain ou lorsqu'il a changé d'affectation ou de titulaire, il est utile d'en faire un examen général d'aspect.

.../...

- Vérifier la présence des accessoires enfermés dans le panneau Arrière : sonde avec son cordon et sa fiche blindée, Té de mesure, tableau d'étalonnage.
- A la livraison, le répartiteur de tension doit être en position 230 V, il peut être positionné pour les tensions réseau suivantes : 110 - 127 - 200 - 230 V, et doit être placé sur la position la plus voisine de la tension dont on dispose.

B - Mise sous tension - Réglages

- Avant toute mesure, l'appareil étant débranché, vérifier le zéro mécanique du galvanomètre, éventuellement le corriger par la vis noire située sur la collerette.
- Placer le sélecteur de tension réseau comme indiqué au paragraphe précédent.
- Relier le cordon d'alimentation au réseau et mettre l'interrupteur S1 sur "M", le voyant rouge doit s'allumer.
- Attendre environ 15 minutes, passer sur le calibre le plus bas, mettre les bornes de sortie en court-circuit et régler le zéro électrique en agissant sur le potentiomètre "zéro".
- S'assurer en commutant l'inverseur de polarités S4 que l'aiguille reste immobile, sinon refaire le réglage.
Le réglage doit être vérifié et éventuellement retouché après mise en régime de l'appareil (environ 15 minutes).
- Lorsque le réglage du zéro électrique n'est plus possible par le potentiomètre "zéro", agir sur le potentiomètre de 1ère définition situé sur la face Arrière du boîtier, afin de recentrer convenablement la plage de réglage.

C - Mesures

En continu

- Placer l'inverseur S2 (tension-courant) sur la position voulue.
- Placer le commutateur de calibres sur le calibre désiré.
- Placer l'inverseur de polarités "+" en fonction de la polarité de la tension mesurée par rapport à la masse.
- Relier les deux bornes au circuit mesuré (en dérivation ou en série suivant le cas), et lire directement le résultat sur l'une des échelles 0 - 10 ou 0 - 50 en fonction du calibre choisi et tenir compte des coefficients de lecture devant être éventuellement appliqués.
- Pour des mesures prolongées, vérifier de temps en temps le zéro électrique et le corriger le cas échéant.

.../...

En alternatif

- Utiliser la sonde de mesure fonctionnant jusqu'à 15 V eff.

Ne jamais dépasser cette tension maximum et ne jamais opérer sur un circuit superposant une tension continue supérieure à 250 V.

- Placer le commutateur "Tension-Courant" sur TENSION
- Placer l'inverseur de polarités sur -.
- Relier la sonde aux bornes de l'appareil en s'assurant que la fiche blindée a son repère "masse" sur la borne "0" du millivoltmètre.
- Passer sur le plus petit calibre, court-circuiter l'embout de la sonde et régler le zéro électrique.
- Passer sur le calibre désiré, après avoir consulté la courbe d'étalonnage.
- Relier la sonde au circuit étudié, la pointe centrale devant être reliée au point "chaud" du circuit.

Toujours avoir soin d'effectuer une connexion "masse" la plus courte possible.

- Lire le résultat en "mV ou V continu" sur le cadran de l'appareil de mesure, puis traduire en mV ou V efficaces à l'aide de la courbe.

Cette courbe n'est valable qu'avec des signaux sinusoïdaux dans un intervalle de fréquence compris entre 5 kHz et 400 MHz.

Toute mesure effectuée sur un circuit délivrant des signaux carrés, impulsions, dents de scie, signaux composites, se révèle fausse. En présence d'un tel cas il est nécessaire d'appliquer le facteur de forme correspondant.

Utilisation de la courbe d'étalonnage de la sonde de mesure

1er Exemple : L'opérateur utilise le calibre 100 mV, le galvanomètre affiche 8 (80 divisions).

- Prendre l'ordonnée noire graduée 100 mV =
- Pointer le niveau 8
- Prendre sur la courbe 100 mV (noire) l'abscisse correspondant à ce point, en se reportant sur l'abscisse noire graduée en mV ~.

Le chiffre lu (100 mV environ à la dispersion près) représentera le nombre de mV ~ mesurés.

.../...

2e Exemple : L'opérateur utilise le calibre 10 V, le galvanomètre affiche 6 (60 divisions).

- Prendre l'ordonnée rouge graduée 20 V =
 - Pointer le niveau 6
 - Prendre sur la courbe 10 V (rouge) l'abscisse correspondant à ce point, en se reportant sur l'abscisse rouge graduée en V ~.
- Le chiffre lu (4,5 V environ à la dispersion près) représentera le nombre de V ~ mesurés.

Mesure d'une tension alternative sur un coaxial 50 ohms

L'appareil étant prêt pour les mesures alternatives :

- Dévisser la pointe de touche de la sonde et remettre la rondelle support.
- Enlever le collier support de la pointe de masse.
- Brancher la ligne coaxiale aux extrémités du Té de mesure 50 Ω.
- Enfoncer la sonde bien à fond dans le Té.
- Ne pas oublier de boucler la ligne sur 50 Ω.
- Effectuer la lecture et convertir.

.../...

CHAPITRE III

PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT DETAILLE

I - PRINCIPE -

L'ensemble opère par comparaison de deux tensions, successivement mises en circuit par l'intermédiaire d'un "chopper" alimenté à partir du réseau.

L'une de ces deux tensions est la tension ou le courant mesuré, l'autre représente la tension développée aux bornes d'une résistance de contre-réaction.

La conception de la chaîne électronique fait que le signal à mesurer se trouve appliqué suivant la gamme choisie à un commutateur de calibres, puis est filtré, découpé (afin de faciliter l'amplification), quadruplement amplifié par deux tubes : 12 AX7 et 12 AT7, démodulé et réinjecté à l'entrée de la chaîne pour être comparé au signal d'entrée.

II - FONCTIONNEMENT DETAILLE (cf Planche III)

L'ensemble Millivoltmètre et sa sonde comprennent 10 circuits principaux qui sont :

- Le diviseur d'entrée et son commutateur de calibres S3
- Le filtre d'entrée
- Le chopper (X1)
- L'étage amplificateur d'entrée équipé d'une double triode 12 AX7S (V1)
- L'étage amplificateur final équipé d'une double triode 12 AT7-WA (V2)
- L'étage démodulateur équipé de deux diodes 15 P2 (CR1 - CR2)
- Le circuit de mesure équipé du galvanomètre M avec ses shunts
- Le circuit de contre-réaction
- L'alimentation statique
- La sonde alternative R 991

.../...

II - 1. Schémas de base

Les possibilités de mesure offertes par le Millivoltmètre et sa sonde conduisent à décomposer électriquement l'appareil en 8 ou 9 schémas de base suivant les calibres utilisés :

Mesure "tension continue"	1 mV	3 mV	10 mV à 300 V
Mesure "intensité continue"	1 nA	3 nA à 3 µA	10 µA à 300 µA
Mesure "tension alternative"	1 mV	3 mV	10 mV à 30 V

II- 2. Fonctionnement des différents circuits

II - 2.1 Diviseur d'entrée et commutateur S3

Les intensités ou tensions à mesurer sont appliquées au diviseur d'entrée par l'intermédiaire du commutateur de calibres S3 et du commutateur de fonction S2.

Le diviseur d'entrée comprend un ensemble résistif de précision R1 à R18 sélectionnable par le jeu d'un commutateur 4 circuits - 12 positions.

En fonction de la position de S2, cet ensemble représente :

lorsque S2 est en position TENSION

un diviseur potentiométrique : R1 à R11 sélectionné par S3A - S3B

lorsque S2 est en position COURANT

une chaîne de résistances : R5 à R11, à laquelle viennent s'ajouter R12 à R15, l'ensemble se trouvant sélectionné par S3C.

La résistance d'asservissement R16 est en permanence dans le circuit, les résistances R17 - R17A et R18 sélectionnées par S3D sont les résistances additionnelles de l'appareil de mesure.

Suivant les différentes positions occupées par les dispositifs de gammes et de calibres, on arrive à décomposer le Millivoltmètre en 8 ou 9 circuits de base, qui sont :

Mesure "tension continue"

Calibre 1 mV : Utilisation du diviseur R5 à R11

R17 - R17A sont en série avec le galvanomètre.

.../...

Calibre 3 mV : Utilisation du diviseur R5 à R11
R17 - R17A sont en série avec le galvanomètre

Calibres 10 mV : Utilisation de tout ou partie du diviseur R1
à 300 V à R11
R18 est en série avec le galvanomètre

Mesure "tension alternative"

Calibres 3 à
10 mV eff : Identique au calibre 1 mV continu

Calibres 10 mV : Identique aux calibres "continu" compris
à 15 V eff entre 3 mV et 30 V.

Mesure "intensité"

Calibre 1 nA : Utilisation de la chaîne R5 à R11
R17 - R17A sont en série avec le galvanomètre

Calibres 3 nA : Utilisation de tout ou partie de la chaîne R5
à 3 μ A à R11.
R18 est en série avec le galvanomètre.

Calibres 10 μ A : Utilisation des résistances R12 à R15
à 300 μ A R18 est en série avec le galvanomètre

Remarques

Quelle que soit l'utilisation de l'appareil (tension ou intensité), on revient toujours à mesurer une tension continue applicable à l'ensemble électronique.

Les valeurs des circuits du diviseur d'entrée sont prévues pour donner sur le maximum de chaque calibre une tension continue de 3 mV, à l'exception toutefois des calibres 1 mV et 1 nA où cette tension sera de 1 mV.

Exemple

- Calibre 10 μ A : R12 est en circuit, soit : 300 ohms
Parcouru par 10 μ A, la tension aux bornes sera de :

$$1 \times 10^{-5} \times 3 \times 10^2 = \boxed{3 \times 10^{-3} \text{ V soit } 3 \text{ mV}}$$

.../...

- Calibre 30 mV : R1 et R5 à R11 sont en circuit soit : 3 Mégohms
L'intensité traversant le diviseur sera de :

$$\frac{3 \times 10^{-2}}{3 \times 10^6} = 1 \times 10^{-8} \text{ A}$$

Il existera donc entre la masse et le point chaud de R6 qui est le point de prélèvement de la tension appliquée à la chaîne électronique, une tension de :

$$1 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^5 = \boxed{3 \times 10^{-3} \text{ V} \text{ soit } 3 \text{ mV}}$$

Ces deux exemples se vérifient dans tous les cas de fonctionnement (exception faite des calibres 1 mV et 1 nA), cette tension de 3 mV représente la limite maximale pour la déviation totale du galvanomètre; c'est elle qui est appliquée au contact "haut" du chopper à travers le filtre d'entrée.

II - 2.2 Filtre d'entrée

Le filtre d'entrée reçoit du diviseur les tensions de mesure ramenées au niveau adéquat d'attaque (0 à 1 mV ou 0 à 3 mV suivant le calibre).

Il comprend les condensateurs C1 - C2 et les résistances R21 - R23 formant la branche filtre de la tension à mesurer, le condensateur C3 et les résistances R22 - R24 assurant le filtrage de la tension de contre réaction.

Le rôle de cet étage est d'éliminer la fréquence 50 Hz, multiples et sous multiples, susceptibles d'être présents à l'entrée, provoquant ainsi une surmodulation du signal mesuré.

L'efficacité de ce filtre est très grande, sa fréquence de coupure est très basse : 2 Hz, sa pente de - 12 dB par octave. La sortie du filtre est appliquée aux contacts du chopper par l'intermédiaire de deux coaxiaux.

II - 2.3 Chopper

Le rôle de cet étage est de découper la tension continue à mesurer en tension alternative, plus facilement amplifiable par les moyens conventionnels.

L'excitation du chopper s'effectue à partir de l'enroulement secondaire 6,3 V du transformateur T1. On peut l'utiliser entre 48 et 62 Hz, de manière à prendre les éléments fréquence et phase du réseau comme références (enroulement symétrisé 2 x 20 V de T1).

Cette méthode permet de simplifier dans une certaine mesure les réglages et confère au montage une très grande stabilité.

.../...

L'opération de mise en phase du chopper s'effectue à l'aide de R46, cette procédure étant décrite au Chapitre Maintenance. Son but est de permettre la synchronisation du signal rectangulaire produit avec la tension issue du secondaire 2 x 20 V du transformateur alimentant le comparateur de phase.

Afin d'éviter toute perturbation extérieure, le signal est ensuite appliqué à la grille de V1 par l'intermédiaire d'un coaxial.

II - 2.4 Étage d'entrée V1 12 AX7 - S

Cet étage est équipé d'un tube amplificateur 12 AX7 - S dont les parties triodes sont montées en cascade.

Le signal provenant du chopper est appliqué à la grille de la première triode par le condensateur C4.

Ce tube est polarisé normalement par R27 B et C4 A, mais son faible débit conduit à prévoir une résistance d'appoint (R27 A) afin d'augmenter la polarisation. La résistance d'entrée du tube s'en trouve donc augmentée et le diviseur de mesure moins "amorti".

La liaison avec la deuxième partie triode s'effectue par C5, on notera toutefois la présence de C6 dont le rôle de contre-réaction limite la bande passante à 120 Hz pour 6 dB d'atténuation.

Le souffle de l'étage, étant proportionnel à la racine carrée de la bande passante, celui-ci diminue, cette action étant complétée par le sous-chauffage du tube V1 : 5 V (au lieu de 6,3 V), ce qui améliore notablement le rapport $\frac{\text{signal}}{\text{bruit}}$.

Par ailleurs, la polarisation de la seconde partie triode est assurée par courant inverse de grille et les résistances R27 - R28 de forte valeur permettent d'obtenir de l'étage un grand gain : (environ 4000).

Remarques technologiques sur l'étage d'entrée

- a) L'étage d'entrée est monté sur une plaquette, équipée d'une perle de verre qui ne sert que d'anneau de garde, et dérive à la masse le potentiel continu provenant de la fuite des différents points de branchement de la HT à-travers l'isolant du circuit imprimé. Sans cette précaution particulière, une tension parasite supplémentaire serait susceptible d'apparaître sur le contact de la lame mobile du chopper, et fausserait la mesure.

.../...

- b) Le condensateur C8 et la résistance R30 faisant partie du circuit "Etage final" constituent en fait un filtrage supplémentaire de la HT de l'étage d'entrée, afin d'en augmenter la stabilité.

II - 2.5 Etage final V2 12 AT7 - WA

L'étage final comprend un tube amplificateur 12 AT7 - WA dont les parties triodes sont montées en cascade.

Le signal rectangulaire amplifié est injecté par C7 sur R29 à la grille de la première partie triode.

La polarisation est assurée par R34 découplée par C9, et R35. Une tension alternative 50 Hz provenant de l'enroulement de chauffage 6,3 V de T1 est appliquée à la cathode du tube à travers le diviseur R33 - R35. Cette tension, ajustable par le potentiomètre de définition du zéro : R 47, a pour effet de déplacer le point de fonctionnement du tube, et permet d'effectuer le zéro électrique de l'appareil dans une certaine plage.

Le gain de cette partie triode est d'environ 30, le signal résultant est transmis à la deuxième section du tube par C10 sur le diviseur de grille R36 - R37 - R38.

La deuxième partie triode de l'étage a pour but de réduire considérablement la non linéarité produite par l'ensemble de démodulation qui constitue la sortie de l'amplificateur.

A cet effet deux circuits de contre-réaction sont constitués :

En intensité, par R39 non découplée.

En tension, par C11.

L'efficacité de ces circuits est très grande (en particulier la CR d'intensité) et le gain de l'étage se trouve ramené à 1, le signal de sortie est ensuite appliqué au point milieu du secondaire 2 x 20 V de T1, alimentant le démodulateur.

En fonction des phases en présence, le signal mesuré se retrouve juxtaposé positivement ou négativement au signal 50 Hz de cet enroulement, puis est détecté et mesuré comme il est décrit ci-après.

II - 2.6 Etage démodulateur

Le démodulateur se compose du secondaire 2 x 20 V du transformateur T1, des diodes CR1 - CR2 (type 15 P2, à pointe, au silicium), des résistances et condensateurs R40 - R41 - C12 - C13; cet ensemble RC ayant pour but de limiter à une valeur acceptable le courant de pointe dans les diodes CR1 - CR2.

.../...

II - 2.7 Circuit de mesure

Le circuit de mesure sur lequel débite le démodulateur est constitué par le galvanomètre M (200 μ A).

Ce galvanomètre est du type magnétoélectrique, son cadran comporte deux échelles situées de part et d'autre d'un miroir de parallaxe :

- l'une de 100 divisions chiffrée de 0 à 10
- l'autre de 60 divisions chiffrée de 0 à 30

Le but de ce circuit est de mesurer la tension provenant du démodulateur, qui est ensuite appliquée aux résistances de contre-réaction R16 - R16 A. C'est donc la tension ayant provoqué le déséquilibre du démodulateur qui est mesurée, soit le signal rectangulaire représentant l'élément mesuré à l'entrée de l'appareil.

II - 2.8 Circuit de contre-réaction

La contre-réaction totale asservit toute la chaîne électronique, cette tension apparaît aux bornes des résistances R48 - R16 - R16 A, cette dernière étant ajustée à l'étalonnage de l'appareil. Ces résistances traversées par l'intensité provenant du démodulateur déterminent suivant le calibre utilisé une d.d.p. comprise entre 0 et 1 mV, ou 0 et 3 mV.

II - 2.9 Principe de fonctionnement des étages Démodulateur - Mesure - Contre-Réaction

a) Conditions à réaliser pour un fonctionnement correct de l'appareil

Il faut que le signal rectangulaire présent au point milieu du secondaire 2 x 20 V soit positif (mesure positive) quand celui-ci délivre une alternance positive en A; qu'un signal rectangulaire négatif (mesure négative) soit au point milieu du transformateur 2 x 20 V quand une alternance négative est en B.

Pour réaliser cette condition, il est nécessaire de procéder à la mise en phase des deux signaux, afin de les synchroniser. (Cette procédure est décrite au Chapitre IV : Maintenance).

b) Eléments en présence

- Une tension alternative d'amplitude et de fréquence connues, fournie par l'enroulement 2 x 20 V de T1.
- Une tension rectangulaire de fréquence et de phase identiques à la précédente mais d'amplitude inconnue.

.../...

Cette tension appliquée au point milieu de l'enroulement 2 x 20 V servira de référence pour bloquer ou débloquer l'une des deux branches du démodulateur et par conséquent de déséquilibrer plus ou moins fortement le circuit de démodulation en fonction de la valeur du signal mesuré.

c) Position de repos

Alimenté en permanence par un signal alternatif d'amplitude égale et de phase opposée, le démodulateur se trouve en équilibre, le point O est au potentiel zéro, aucun courant ne parcourt le circuit de mesure.

d) Fonctionnement en mesure positive

On a :

Un signal rectangulaire positif au point 6 de X1
 Un signal rectangulaire positif au point C du secondaire 2 x 20 V de T1
 Une alternance positive en A
 Le point D devient plus positif
 CR2 est "passant", et la branche a conductrice
 Rupture de l'équilibre entre D - O et masse
 Un courant fonction de l'amplitude du signal ayant provoqué le déséquilibre (signal rectangulaire, donc élément mesuré) s'écoule par R48 - R16 - R16 A où se développe la tension de contre-réaction (asservissement) réappliquée au point 1 de X1. Le circuit se referme par R16 - R48, la masse, R38 et point milieu du transformateur.

Le galvanomètre M branché en parallèle sur le circuit de contre-réaction mesure cette tension dont la valeur dépend du signal appliqué à l'entrée.

Tant que la tension de contre-réaction n'est pas égale à la tension mesurée, un signal d'erreur existe à l'entrée de la chaîne amplificatrice; celle-ci continue à traduire cette erreur jusqu'à ce que l'équilibre potentiel des points 6 et 1 du chopper soit pratiquement réalisé.

A ce moment, la mesure est faite, le galvanomètre affiche une valeur fonction de l'élément mesuré, la chaîne électronique se stabilise donc sur ce point.

e) Fonctionnement en mesure négative

Les conditions sont les suivantes :

Un signal rectangulaire négatif au point 6 de X1
 Un signal rectangulaire négatif au point C du secondaire 2 x 20 V de T1
 Une alternance négative en B
 Juxtaposition négative des deux signaux
 Le point E devient plus négatif
 CR1 est "passant", et la branche b conductrice
 Rupture de l'équilibre entre masse - O et B

.../...

A l'image du cas précédent, un courant fonction de l'amplitude du signal rectangulaire s'écoule depuis le point milieu du secondaire 2 x 20 V de T1, R 38, masse R16 - R16 A, R48, R42, CR1 et point B du transformateur.

Le détail d'explication du paragraphe précédent reste valable pour chaque cas de figure.

II - 2.10 Sonde alternative type R 991

La sonde se compose d'un ensemble de détection : OA 79 (cristal de germanium), R49 et R50.

Le cristal assure par son sens de redressement le court-circuit des alternances positives, la mesure s'effectue donc à partir des alternances négatives. L'ensemble est ramené à effectuer une mesure en tension continue négative, l'inverseur S4 doit être sur position - 0 dans le cas de l'utilisation de l'appareil en alternatif.

Le condensateur C17 permet d'opérer sur des circuits superposant une tension continue maximum de 250 V; C18 est un condensateur de "traversée" faisant office de découplage.

La gamme de fréquences couverte va de 5 kHz à 800 MHz, avec une réponse de ± 1 dB entre 5 kHz et 400 MHz.

La lecture faite est une lecture continue, il est nécessaire de traduire en mV - V efficaces à l'aide de l'abaque de correspondance.

II - 2.11 Etage alimentation

L'alimentation comprend :

- 1 Transformateur T1
- 1 Pont de redresseurs CR3
- 1 Circuit de filtrage R44 - C14 - C15, le rôle de R30 - C8 a déjà été explicité au § II - 2.4 b.

Le transformateur T1 dont le primaire est protégé par deux fusibles automatiquement mis en service : 110 V - 0,5 A ou 220 V - 0,25 A, débite sur quatre secondaires donnant les tensions suivantes :

2 x 3,15 V	0,6 A	chauffage de V2
5 V	0,3 A	chauffage de V1
2 x 20 V	3 mA	alimentation du démodulateur, symétrie des tensions assurée à 1%
280 V	13 mA	alimentation du pont de redresseurs CR3

Filtrage

La HT délivrée par l'ensemble CR3 est filtrée par une cellule en π à résistance : C14 - R44 - C15, la HT à la sortie du filtre est de 280 V pour un débit de 7,5 à 8 mA environ.

.../...

Protection contre les parasites

Par écran électrostatique relié à la masse et disposé entre primaire et secondaires.

Consommation et variation admises

La consommation n'excède pas 20 VA.

Pour une variation de la tension réseau de $\pm 15\%$, l'erreur supplémentaire de lecture ne doit pas être supérieure à $\pm 2\%$ du maximum du calibre sélectionné.

.../...

CHAPITRE IV

MAINTENANCE

I - GENERALITES -

Ce chapitre a pour but de donner aux utilisateurs les moyens d'effectuer un dépannage simple ou complexe de l'appareil, il se décompose comme suit :

- Appareils de mesure nécessaires à la maintenance
- Démontage et remontage de l'appareil
- Localisation des pannes
- Pannes simples
- Pannes complexes
- Réglages possibles

Appareils de mesure nécessaires à la maintenance

Lampemètre ou analyseur de lampes

Contrôleur universel 10.000 Ω /V.

Voltmètre électronique présentant une résistance d'entrée
> 10 Mégohms.

Boîte de résistance 1 à 2.000 Ω , précision 0,1%.

Oscilloscope BF 2 voies, ou monovoie avec commutateur électronique.

Source de tension continue 0,3 mV à 300 V, débit 1 mA.

Recommandation : Dans le cas où certaines mesures ou contrôles doivent être effectués avec l'appareil hors coffret, il est recommandé de blinder le tube d'entrée V1 (12 AX7) et l'étage filtre.

II - DEMONTAGE ET REMONTAGE DE L'APPAREIL

Mettre l'appareil sur les poignées de garde de la face Avant.

Relever ou enlever le couvercle AR.

Dévisser les deux vis de la face AR de l'appareil.

Sortir le boîtier.

Opérer en sens inverse pour le remontage.

.../...

III - LOCALISATION DES PANNES -

Avant d'entreprendre une procédure complexe de dépannage, il est recommandé de procéder à un examen général de l'appareil portant sur les vérifications suivantes :

- Inspection visuelle afin de s'assurer qu'aucun élément n'est endommagé (résistances carbonisées, claquage de condensateurs, soudures défectueuses, présence d'air dans les tubes, tubes parfaitement enfoncés dans leur support, bon contact des fusibles dans leurs supports).
- Effectuer une mise sous tension et s'assurer que les tubes chauffent, ce simple test permet dans bien des cas la localisation rapide d'une panne.
- S'assurer du bon fonctionnement des tubes en les passant au lampemètre, on ne doit pas laisser un tube présentant un écart de 30 % par rapport aux performances prévues.
- Effectuer une mesure de tension aux différents points du montage en utilisant les planches II et III.

On ne doit pas s'écarter de ces valeurs de $\pm 15\%$, ces mesures devant être effectuées avec un voltmètre électronique présentant une résistance d'entrée supérieure à 10 M Ω .

Pour effectuer ces mesures, mettre les bornes de sortie de l'appareil en court-circuit et passer sur calibre 3 mV.

IV - CAS COMPLEXES DE DERANGEMENT -

Le fusible saute à la mise sous tension

Cette panne, ne permettant aucune mesure, est due à une surintensité provenant des éléments à forte consommation (secondaires 5 V - 6,3 V, primaire en court-circuit, un des enroulements mis à la masse par le circuit magnétique).

Dans ce cas de panne, on peut éliminer à priori le circuit de HT, ce dernier ne consommant que 7,5 à 8 mA environ.

- Vérifier que le cordon secteur n'est pas en court-circuit, tester les tubes V1 - V2 en faisant attention au mauvais isolement cathode-filament.
- Contrôler le circuit "DS" (court-circuit ou défaut d'isolement dans le culot support de lampe).
- Mesurer l'isolement des différents enroulements du transformateur par rapport au circuit magnétique (faire attention à l'écran électrostatique).

.../...

- Enlever le chopper et contrôler l'isolement de l'enroulement d'excitation par rapport au boîtier. (La résistance propre de cet élément est de $150 \Omega \pm 10 \%$).
- Vérifier la consommation qui doit être de 45 mA à 6,3 V.

Le fusible saute quelque temps après la mise sous tension

- Mesurer la consommation de l'appareil qui doit être de 0,15 A sous 127 V.
- Enlever tubes et bouchon d'alimentation du chopper, on doit trouver 0,1 A environ sous la même tension.
- L'appareil au complet, mesurer la HT avant et après filtrage en s'inspirant des mesures de la planche III, une HT faiblissant progressivement est due dans la plupart des cas à l'isolement défectueux de sa ligne.
- Vérifier les condensateurs C8 - C14 - C15.
- Vérifier les tubes V1 - V2 après avoir mesuré le débit HT : 7,5 à 8 mA.
- Mesurer les résistances inverses de la branche du redresseur CR 3 donnant sur la masse.
- Mesurer la tension de ronflement à la sortie du filtre, cette tension à l'oscilloscope est d'environ 1,2 V crête à crête, soit 420 mV efficaces. Une panne due à un des condensateurs de filtrage C14 - C15 entraîne avec le temps de fonctionnement, une augmentation de cette tension.
- Appliquer en dernier ressort les opérations de dépannage du cas de panne précédent, en particulier pour le transformateur T1 dans le cas de court-circuit à chaud.

Impossibilité de tarage sur les échelles supérieures à 1 mV

- Contrôler le signal rectangulaire délivré par le chopper (voir figures de la planche III). Cette panne se traduit par un scintillement d'amplitude variable sur le front Avant du signal, correspondant à une surmodulation (Fig.4 - Planche III).

Dans ce cas, changer le chopper et procéder à sa mise en phase (§ V).

Impossibilité de tarage par le potentiomètre zéro de la face Avant mais rattrapable par le potentiomètre Arrière R 45.

- Tester le tube 12 AT7
- Contrôler les éléments de ce tube en mesurant les tensions.

.../...

- Contrôler R 47
- Contrôler R 33 - R 35
- Contrôler l'enroulement et la tension alternative 6,3 V. du secondaire de T1.

Si un défaut apparaissait sur cet élément, il s'ensuivrait un mauvais fonctionnement du chopper et l'impossibilité de tarage serait accompagnée de battements d'aiguille.

Impossibilité générale de tarage

- Tester le tube 12 AX7
- Contrôler les éléments de ce tube en mesurant les tensions (Planche III).
- Contrôler R 45
- Contrôler l'enroulement et la tension alternative 5 V.

L'appareil ne fonctionne pas en alternatif, mais fonctionne en continu

La panne provient de la sonde ou de sa fiche blindée. Etant donné l'impossibilité de démonter l'embout intérieur de la sonde, il est préférable de renvoyer cette dernière en usine, en l'accompagnant de son abaque de correspondance.

L'appareil donne des lectures fausses en continu et en alternatif

- Vérifier les tubes
- Mesurer les tensions conformément aux données de la Planche III.
- Comparer le galvanomètre avec un microampèremètre du même type (200 μ A).
- Contrôler les résistances R17 - R17 A - R18 et R16 - R16 A - R48 au pont de précision.
- Contrôler le signal du chopper à l'oscilloscope (faire attention au cas de la figure 3 - Planche III).

Battement de l'aiguille

Contrôler le signal et la mise en phase du chopper suivant les données du § V.

Cette panne se traduit par un scintillement d'amplitude variable sur le front Avant du signal carré, et par l'apparition d'un dépassement (Fig. 4 et 5 - Planche III).

Changer le chopper et procéder à la mise en phase du nouvel élément.

A noter qu'une sous-alimentation de l'enroulement d'excitation du chopper peut provoquer une panne identique.

.../...

V - REGLAGES ET CONTROLES POSSIBLES -Vérifications préliminaires

- Régler le zéro mécanique du galvanomètre.
- Mettre le répartiteur de tension sur 127 V.
- Mettre l'inverseur TENSION - COURANT sur TENSION.
- Mettre le commutateur de calibres sur 3 mV.

Contrôle de la symétrie du démodulateur

- Sortir l'appareil du coffret.
- Enlever le tube 12 AT7.
- Enlever le bouchon d'alimentation du chopper (partie supérieure).
- Relier le montage au réseau.
- Mettre sous tension.
- Manoeuvrer l'inverseur de polarité "+", la déviation du galvanomètre doit être inférieure ou égale à $\pm 5\%$ de l'échelle totale après un temps de fonctionnement supérieur à 2 minutes.
- Contrôler éventuellement la parfaite symétrie de la tension de sortie du démodulateur suivant les données de la Planche III, puis couper l'alimentation.

Mise en phase du chopper

- Court-circuiter les bornes du galvanomètre M .
- Enlever les tubes 12 AX7 et 12 AT7.
- Remettre le bouchon d'alimentation du chopper.
- Débrancher la résistance R 46.
- Appliquer une voie d'un oscilloscope bi-courbe sur la perle de verre (W7) du circuit d'entrée, qui se trouve en liaison directe avec le contact mobile du chopper.
- Appliquer l'autre voie sur le fil jaune de la plaquette à cosses disposée près du transformateur d'alimentation, celui-ci étant connecté à une des phases de l'enroulement 6,3 V de T1.
- La borne masse de l'oscilloscope est reliée à la borne 0 du millivoltmètre.
- Passer sur calibre tension de faible sensibilité afin d'obtenir une image d'amplitude convenable.
- Brancher entre les bornes de mesure de l'appareil une tension continue de 1,5 V, le pôle + de la pile devant être mis sur la borne gauche.
- Brancher une boîte de résistances variables en parallèle sur le condensateur C 16 à la place de R 46.
- Relier le montage au réseau et mettre sous tension le millivoltmètre et l'oscilloscope.

.../...

- Agir sur la boîte de résistances variables pour obtenir la concordance de phase entre le signal rectangulaire donné par le chopper et la tension sinusoïdale de l'enroulement 6,3 V de T1.
Le passage par zéro de la sinusoïde doit se trouver au milieu des bras X du signal rectangulaire. (Fig.1 - Planche III).
- Attendre 30 minutes environ, afin de contrôler la stabilité de ce réglage et éventuellement le réajuster.
- Lire la résistance donnée par la boîte, comparer avec l'ancienne R 46, cette dernière doit être changée pour un écart de 10%.
La valeur de cette résistance varie en moyenne entre 10 et 100 Ω .
- Couper l'alimentation de l'appareil et remettre celui-ci dans son coffret après avoir remplacé les tubes 12 AX7 et 12 AT7.

Contrôle du bon fonctionnement du circuit de zéro électrique

- Mettre l'appareil sous tension.
- Mettre l'inverseur de polarité sur +.
- Passer sur calibre 1 mV.
- Agir de gauche à droite sur le potentiomètre ZERO de la face Avant, la course totale de ce dernier permettant un déplacement d'aiguille correspondant au minimum au 1/5 de l'échelle, le sens du mouvement de l'aiguille étant alors le même que le sens de rotation du potentiomètre de ZERO.
- Mettre l'inverseur de polarité sur - et répéter l'opération précédente, on devra obtenir un déplacement d'aiguille semblable, mais le sens du mouvement de cette dernière est alors inversé par rapport à celui de la commande du ZERO.

Contrôle de la sonde HF.

- Mettre sous tension le millivoltmètre et le générateur BF employé.
- Régler ce dernier pour délivrer une tension asymétrique de 15 V eff.
- Mettre l'inverseur de polarité S4 sur -.
- Mettre l'inverseur S2 sur TENSION.
- Brancher la sonde en ayant soin de respecter les polarités.
- Passer sur le plus bas calibre alternatif et faire le zéro de l'appareil en court-circuitant les bornes de la sonde.
- Passer sur calibre 30 V.
- Appliquer la sortie du générateur sur la sonde en respectant les points chaud et froid.
- Effectuer la lecture sur le galvanomètre et se reporter à l'abaque de correspondance.
- La lecture faite étant une lecture continue doit correspondre à la valeur donnée par le tableau, en face de 15 V efficaces.

.../...

Nota : Cette mesure est déterminante.

Toute sonde ne respectant pas les tolérances imparties devra être systématiquement renvoyée avec son abaque de correspondance.

Éléments dont le démontage est déconseillé

Galvanomètre - Chopper - Sonde de mesure HF.

.../...

CHAPITRE V

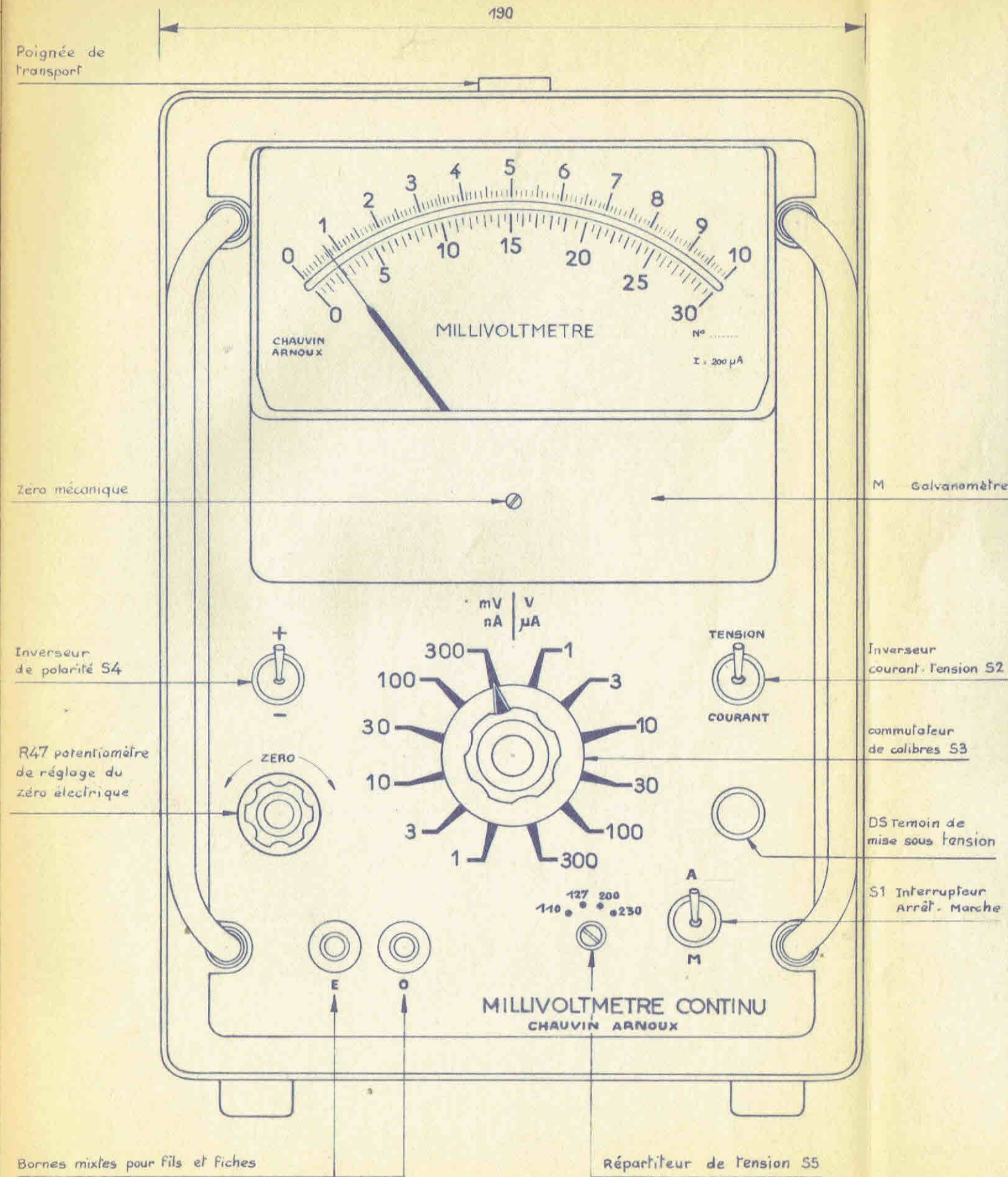
I - NOMENCLATURE DES COMPOSANTS ELEMENTAIRES -

Repère Schéma	DESIGNATION	Référence CA	Observations
	MILLIVOLTMÈTRE ELECTRONIQUE R 1312	667 999 .90	
	SONDE HF type R 991 avec abaque	364 240 .90	
	T de Mesure 50 Ω	520 832 .00	
C1-C2	Condensateur fixe 0,22 μF ± 10 % 400 V	520 898 J00	-au mylar
C3	" " 0,47 μF ± 10 % 400 V	520 733 D00	-" "
C4	" " 22.000 pF ± 10 % 400 V	520 898 V00	-" "
C4A	" " 100 μF 6 V	520 909 B00	-chimique
C5	" " 10.000 pF ± 1 % 600 V	520 733 V00	-au mylar
C6	" " 300 pF ± 5 % 630 V	520 726 R00	-Styroflex
C7-C10	" " idem à C4	520 898 V00	-au mylar
C8-C14-C15	" " 16 μF 450 V	520 737 B00	-chimique
C9	" " 25 μF 50 V	520 737 D00	-chimique
C10	" " idem à C4	520 898 V00	-au mylar
C11	" " 1 μF ± 10 % 400 V	520 733 H00	-" "
C12-C13	" " 100 μF 50 V	522 133 A00	-chimique
C14-C15	" " idem à C8	520 737 B00	-chimique
C16	" " 40 μF 63 V	520 740 .00	-au papier
C17	" " 3.300 pF 250 V	520 739 H00	-céramique
C18	" " 1.000 pF 350 V	520 739 G00	-céramique
CR1-CR2	Diode 15 P2	520 449 D00	
CR3	Redresseur, 4 éléments, SORAL BP, 350 V - 75 mA	520 779 A00	-sélénium
CR4	Diode OA 79	520 449 E00	
DS	Ensemble de voyant, complet, 127 V, rouge	522 013 C00	
E1-E2	Bornes de mesure	521 837 C00	
F1	Fusible cartouche 110 V - 0,5 A	521 634 H00	
F2	Fusible cartouche 220 V - 0,25 A	521 634 E00	
M	Galvanomètre 200 μA - 1.000 Ω	668 003 .90	
MP1	Bouton pour commutateur de calibres	521 453 A00	-bakélite
MP2	Bouton pour potentiomètre de zéro	521 987 A00	-bakélite
R1	Résistance fixe 2 MΩ ± 0,5 % 1 W	520 929 A00	-à couche
R2	" " 7 MΩ ± 0,5 % 1 W	520 932 A00	-" "
R3	" " 20 MΩ ± 1 % 1 W	520 931 A00	-" "
R4	" " 20 MΩ ± 1 % 1 W	520 931 A00	-" "
R4	" " 50 MΩ ± 2 % 1 W	520 930 A00	-" "
R5	" " 700 kΩ ± 0,5 % 1/2 W	520 933 C00	-" "
R6	" " 200 kΩ ± 0,5 % 1/2 W	520 933 B00	-" "
R7	" " 70 kΩ ± 0,5 % 1/2 W	520 933 A00	-" "
R8	" " 20 kΩ ± 0,5 % 1/4 W	520 934 B00	-" "
R9	" " 7 kΩ ± 0,5 % 1/4 W	520 655 Z00	-" "

Repère Schéma	DESIGNATION					Référence CA	Observations
R10	Résistance fixe	2 kΩ	± 0,5 %	1/4 W	520 655 P00	-à couche	
R11	" "	1 kΩ	± 0,5 %	1/4 W	520 655 W00	" "	
R12	" "	300 Ω	± 0,5 %	1/4 W	520 655 V00	" "	
R13	" "	100 Ω	± 0,5 %	1/4 W	520 655 U00	" "	
R14	" "	30 Ω	± 0,5 %	1/4 W	520 655 T00	" "	
R15	" "	10 Ω	± 0,5 %	1/2 W	520 661 H00	" "	
R16	" "	300 Ω	± 5 %	1/2 W	521 586 D00	" "	
R16A	Potentiomètre	20 kΩ	± 20 %		521 193 F00		
R17	Résistance fixe	1200 Ω	± 5 %	1/2 W	520 996 K00	-à couche	
R17A	Potentiomètre	10 kΩ	± 20 %		521 193 E00		
R18	Résistance fixe	4700 Ω	± 5 %	1/2 W	520 996 A00	-à couche	
R19-R20	" "	220 kΩ	± 10 %	1/2 W	521 432 G00	" "	
R21-R22	" "	220 kΩ	± 10 %	1/2 W	521 432 G00	" "	
R23-R24	" "	47 kΩ	± 10 %	1/2 W	522 488 A00	" "	
R25	" "	2,2 MΩ	± 10 %	1/2 W	522 488 H00	" "	
R26	" "	10 MΩ	± 10 %	1/2 W	522 488 B00	" "	
R27-27A-28	" "	1 MΩ	± 10 %	1/2 W	521 432 L00	" "	
R27B-R38	" "	5,6 kΩ	± 10 %	1/2 W	521 432 N00	" "	
R29	" "	3,3 MΩ	± 10 %	1/2 W	522 488 G00	" "	
R30	" "	100 kΩ	± 10 %	1/2 W	521 432 D00	" "	
R31	" "	idem à R19 et R20			521 432 G00	" "	
R32-R44	" "	10 kΩ	± 10 %	1 W	521 592 N00	" "	
R33	" "	1 kΩ	± 10 %	1/2 W	522 488 D00	" "	
R34	" "	1,5 kΩ	± 10 %	1/2 W	521 432 P00	" "	
R35	" "	100 Ω	± 10 %	1/2 W	521 432 Q00	" "	
R36-R37	" "	500 kΩ	± 10 %	1/2 W	522 488 T00	" "	
R38	" "	idem à R27B			521 432 N00	" "	
R39	" "	220 Ω	± 10 %	1/2 W	521 432 B00	" "	
R40-R41	" "	47 Ω	± 10 %	1/2 W	522 488 C00	" "	
R42-R43	" "	5 kΩ	± 1 %	1/2 W	521 079 D00	" "	
R44	" "	idem à R32			521 592 N00	" "	
R45	Potentiomètre	100 Ω	± 20 %	1/2 W	520 806 A00		
R46	Résistance fixe 10 à 100 Ω		± 10 %	1 W	521 592 ... St valeur Ω	-à couche	
R47	Potentiomètre	470 Ω	± 20 %	1/2 W	520 807 A00		
R48	Résistance fixe	100 kΩ	± 5 %	1/2 W	521 586 L00	-à couche	
R49	" "	220 kΩ	± 10 %	1/4 W	521 829 A00	" "	
R50	" "	2,7 MΩ	± 10 %	1/2 W	520 889 Q00	" "	
S1-S2-S4	Inverseur bipolaire, type 17013				522 477 .00		
S3	Commutateur de calibres, 4 galettes				521 848 .59	-12 positions	
S5	Commutateur de tension réseau				521 636 .59		
T1	Transformateur 110-127-200-230 V 50-60 Hz				520 557 .69		
V1	Tube 12 AX7 - S				520 577 E00		
V2	Tube 12 AT7 - WA				520 577 F00		
X1	Chopper 6,3 V - 50 Hz				521 632 .00		
XF1-XF2	Porte-fusibles Cehess n° 23316 D1				521 633 .00		

PLANCHE I

Vue avant

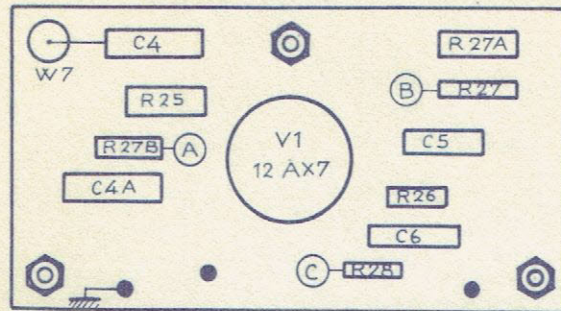


Bornes mixtes pour fils et fiches

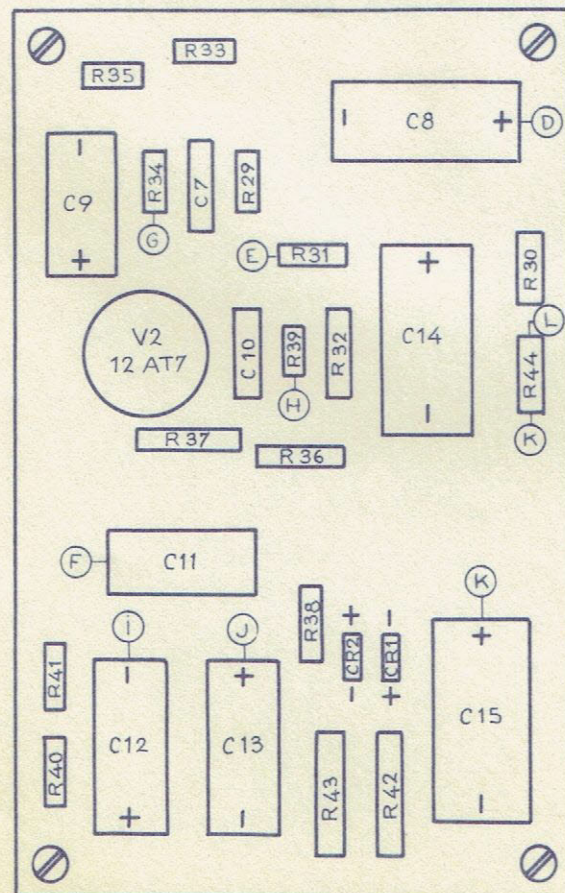
Répartiteur de tension S5

PLANCHE II
Circuits imprimés

ÉTAGE ENTRÉE



ÉTAGE FINAL



Différentes figures obtenues à partir du chopper

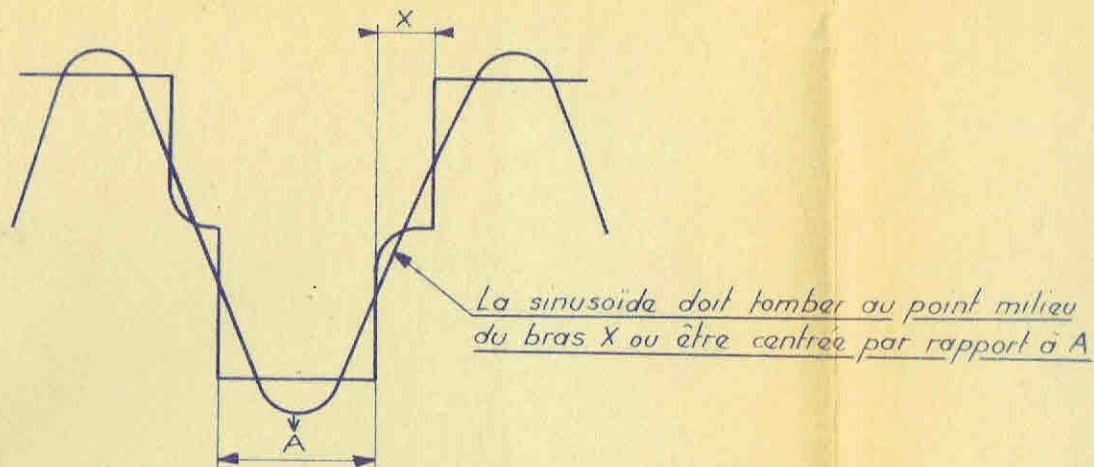


Fig. 1: Figure à obtenir à la fin de la procédure de mise en phase du chopper

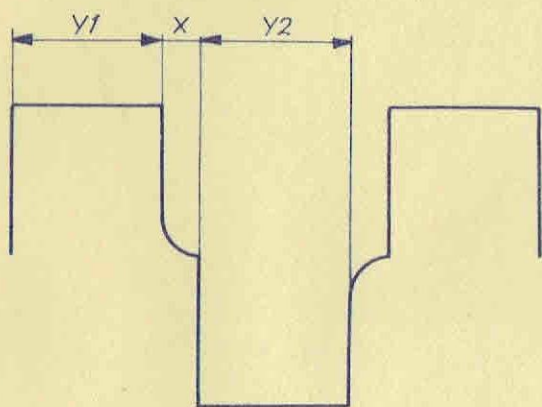


Fig. 2: Découpage correct du chopper
 $Y1 = Y2$ $X \neq \frac{1}{20} Y1$
 $\bar{a} \pm 10\%$

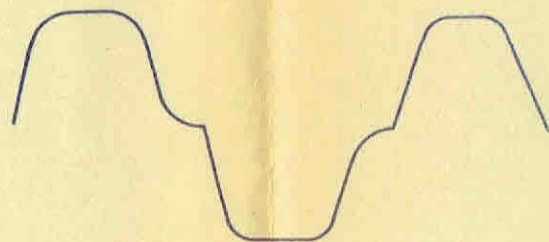


Fig. 3: Découpage incorrect du chopper dû aux contacts défectueux

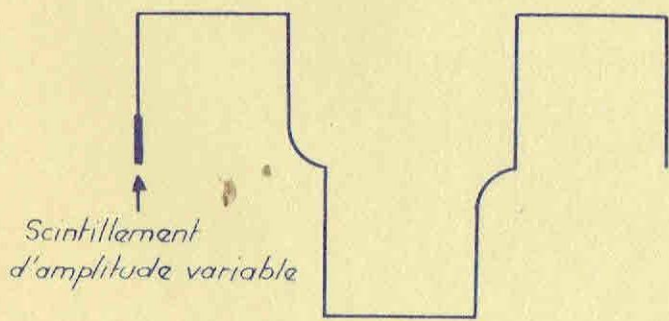


Fig. 4: Découpage correct du chopper mais présence d'un scintillement d'amplitude variable. Cas de panne signalé au para. IV du chapitre IV

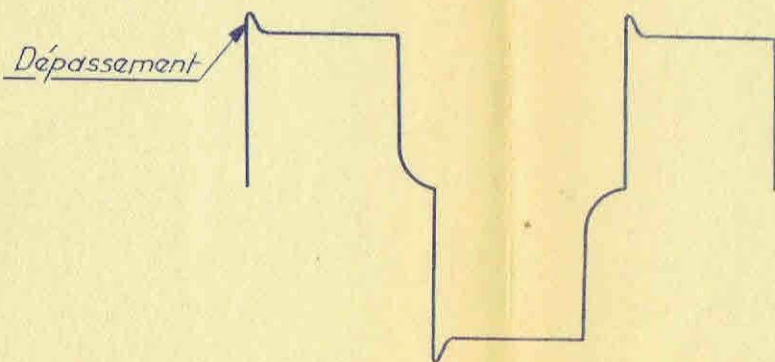
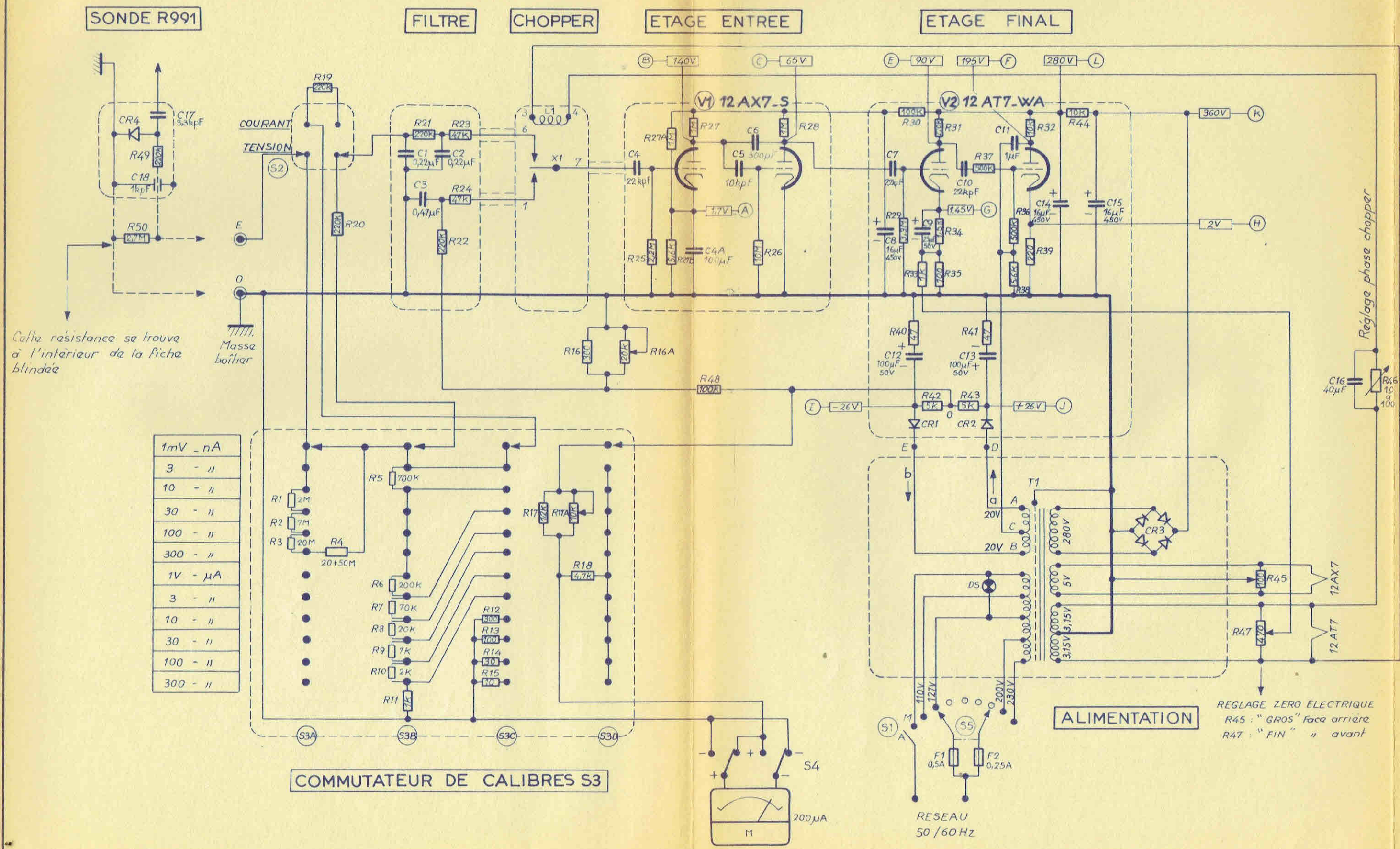


Fig. 5: Présence d'un dépassement dans le signal rectangulaire. Cas de panne signalé au para. IV du chapitre IV



Cette résistance se trouve à l'intérieur de la fiche blindée
 Masse boîtier

1mV - nA
3 - "
10 - "
30 - "
100 - "
300 - "
1V - μA
3 - "
10 - "
30 - "
100 - "
300 - "

COMMUTATEUR DE CALIBRES S3

REGLAGE ZERO ÉLECTRIQUE
 R45 : "GROS" face arrière
 R47 : "FIN" " avant

Reglage phase chopper
 C16 40μF R46 10 Ω 100

MODE D'EMPLOI
-----PRECAUTIONS GÉNÉRALES
=====

- Avant toute mesure, l'appareil étant débranché, vérifier le zéro mécanique du galvanomètre, et le corriger par la vis noire située sur la collerette.
- Placer le sélecteur de tension sur la position correspondant à la tension réseau.
- Relier le cordon d'alimentation au réseau, et mettre l'interrupteur sur " M ".
- Attendre quelques instants, puis régler le zéro électrique en mettant les 2 bornes en court-circuit, et en agissant sur le bouton "Zéro". Le réglage doit être vérifié, et éventuellement retouché, après la mise en régime de l'appareil (environ 1/4 d'heure).
- Lorsque le réglage du zéro électrique n'est plus possible par le bouton "zéro", agir sur le rhéostat à tête de vis situé sur la face arrière du boîtier, afin de recentrer convenablement la plage de réglage.

MESURES EN CONTINU
=====

- Placer le commutateur de gauche sur la position voulue (Courants ou Tensions).
Placer le commutateur central sur le calibre désiré.
- Suivant la polarité choisie pour le pôle masse, placer l'inverseur de gauche sur + 0 ou - 0.
- Relier les 2 bornes au circuit mesuré, et lire directement le résultat sur l'une des échelles 0 - 30 ou 0 - 100.
- Pour des mesures prolongées, vérifier de temps en temps le zéro électrique, et le corriger éventuellement.
- Rappel d'unités :

1 nanoampère (nA) = 1/1000 microampère (µA) = 10^{-9} ampère.

.../...

MESURE DES TENSIONS EN ALTERNATIF
=====

- Utiliser la sonde VHF, utilisable jusqu'à 15 volts efficaces. Ne jamais dépasser 15 V. eff., et 250 V. en tension continue superposée.
- Relier la fiche blindée de la sonde aux 2 bornes de l'appareil, en prenant soin de placer le pôle marqué "Masse" à droite, sur la borne zéro.
- Placer le commutateur de gauche sur la position mV/V, et l'inverseur de polarités sur la position + 0.
- Placer le commutateur central sur le calibre convenable, choisi de 1 mV. à 30 V., suivant les indications du tableau d'étalonnage fourni avec la sonde.
- Relier les embouts de la sonde au circuit étudié (fiche central reliée au point chaud)
- Lire le résultat en "mV continus" sur le cadran du galvanomètre puis traduire en mV ou V efficaces à l'aide du tableau d'étalonnage de la sonde.
- Cas d'une mesure sur ligne coaxiale VHF

Pour éviter l'introduction d'un taux d'ondes stationnaires, utiliser le Té de mesure fourni sur demande (impédance nominale 50 ohms).

Dévisser la pointe de touche de la sonde, enlever son collier masse, et introduire la tête de sonde dans le Té, bien à fond, avec son plot cylindrique terminal. Ne pas dévisser celui-ci, car il est tenu compte de sa capacité dans l'adaptation d'impédance à 50 ohms.