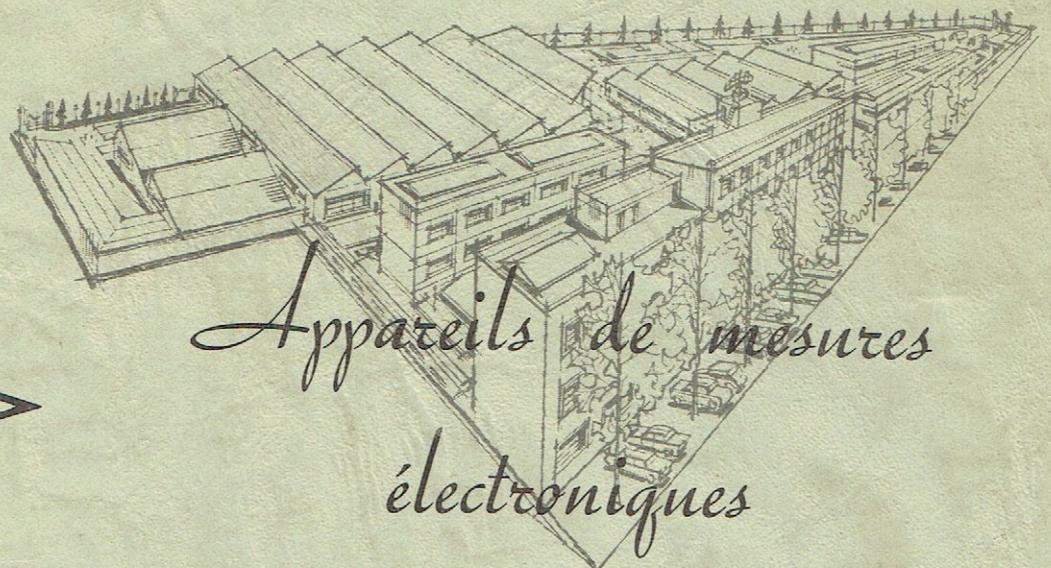


DOSSIER TECHNIQUE

MILLIVOLTMETRE "EFFICACE"

Type A 501



*Appareils de mesures
électroniques*



CONTROLE MONTLUÇON
MÉTROLOGIE

DOSSIER TECHNIQUE



MILLIVOLTMETRE "EFFICACE"

Type A 501

COLLECTION
PATRICK
BINOM

18, Avenue P.-Vaillant-Couturier
78 - TRAPPES France

Adresse Télégraphique : FERI-TRAPPES
TÉL. 462-88-88 * TÉLEX 95 705

VOLTMETRE " EFFICACE " TYPE A 501

Additif à la notice pour les appareils à partir du n° 215

Modifier :

- sur circuit Z 3

R. 8	en	510 Ω	02 02 175 3510 0456
R. 47	en	330 Ω	02 02 175 3330 0456
R. 51	en	33 Ω	02 02 175 2330 0456
C. 19	en	33 μ F 25 V (T)	03 01 210 6330 0367

- sur circuit Z 4

R. 4	en	47,5 k Ω 1 %	02 02 624 5475 0442
R. 11 ^(*)	en	3,3 k Ω	02 02 175 4330 0456
R. 17	en	390 Ω	02 02 175 3390 0456
R. 24	en	36 k Ω	02 02 175 5360 0456

- sur ensemble Z 0

C. 10	en	0,1 μ F 10 % 630 V (MY)	03 05 023 4100 0367
-------	----	-----------------------------	---------------------

(*) R11/Z4 n'est plus connecté au - 15 V, mais à la masse.

Ets GEFROY & Cie



S. A. Cap. 13.153.000 F
18, Av. PAUL VAILLANT-COUTURIER
78 - TRAPPES
Tél: 462.88.88
Télex: 25705

NOTICE TECHNIQUE

UTILISATION - ENTRETIEN

du

MILLIVOLTMETRE "EFFICACE"

Type A 501

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I - INTRODUCTION

<i>I - 1 - Description générale</i>	1
<i>I - 2 - Caractéristiques</i>	2
<i>I - 3 - Accessoires</i>	3

CHAPITRE II - MISE EN SERVICE ET UTILISATION

<i>II - 1 - Description des commandes et des connecteurs</i>	5
<i>II - 2 - Installation</i>	6
<i>II - 3 - Mise en service</i>	6
<i>II - 4 - Utilisation</i>	6
<i>II - 4 - 1 - Mesure d'une tension alternative</i>	6
<i>II - 4 - 2 - Mesure d'une puissance ou d'un rapport de puissances</i>	7
<i>II - 4 - 3 - Remarques diverses relatives à l'utilisation de l'appareil</i>	7
<i>II - 4 - 4 - Sortie pour enregistreur</i>	9

CHAPITRE III - PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT

<i>III - 1 - Principe général</i>	11
<i>III - 2 - Fonctionnement détaillé</i>	11
<i>III - 2 - 1 - Etages d'entrée</i>	11
<i>III - 2 - 2 - Amplificateur HF et thermocouples</i>	12
<i>III - 2 - 3 - Amplificateur de courant continu</i>	13
<i>III - 2 - 4 - Alimentations</i>	13

CHAPITRE IV - MAINTENANCE

<i>IV - 1 - Généralités</i>	15
<i>IV - 2 - Accès aux organes intérieurs de l'appareil</i>	15
<i>IV - 2 - 1 - Démontage des plaques de protection</i>	16
<i>IV - 2 - 2 - Identification des circuits</i>	16
<i>IV - 3 - Localisation des pannes</i>	16
<i>IV - 4 - Contrôle des performances et réétalonnage des circuits</i>	17
<i>IV - 4 - 1 - Circuit d'alimentation Z1</i>	17
<i>IV - 4 - 2 - Adaptateurs d'entrée Z2</i>	18
<i>IV - 4 - 3 - Circuit amplificateur HF Z3</i>	18
<i>IV - 4 - 4 - Circuit amplificateur continu Z4</i>	18
<i>IV - 4 - 5 - Thermocouples</i>	19
<i>IV - 5 - Réétalonnage de l'appareil - Réglage de la courbe de réponse en fréquence</i>	19
<i>IV - 5 - 1 - Montage utilisé</i>	19
<i>IV - 5 - 2 - Réglage des gammes en entrée directe</i>	20
<i>IV - 5 - 3 - Réglage du diviseur d'entrée</i>	20
<i>IV - 6 - Réglage de la réponse au facteur de forme</i>	21

CHAPITRE I

INTRODUCTION

I - 1 - DESCRIPTION GENERALE

Le millivoltmètre type A 501 FERISOL permet la mesure de la valeur efficace des tensions alternatives comprises entre 1 mV et 300 V (valeur pleine échelle) et dont la fréquence peut varier entre 10 Hz et 20 MHz.

La mesure de l'énergie est effectuée dans un thermocouple dont on sait qu'il délivre un courant continu proportionnel à l'énergie fournie à son élément chauffant ; ce courant continu, très faible, est transformé par un «chopper» en courant alternatif que l'on peut aisément amplifier et que l'on applique ensuite (après démodulation) à l'élément chauffant d'un deuxième thermocouple apparié au précédent. Le courant continu délivré par le second thermocouple, appliqué en contre réaction automatique au premier, fait que le courant continu à amplifier est alors égal à la différence entre les courants continus délivrés par les deux thermocouples. Cette différence est proportionnelle à l'énergie entrée sur le premier thermocouple.

L'utilisation de thermocouples permet ainsi la mesure de toutes formes d'ondes alternatives avec le millivoltmètre A 501, cela dans les limites de la réponse en fréquence et de la réponse au facteur de forme de l'appareil.

L'appareil comporte :

- douze calibres de mesure,
- trois échelles de lecture dont deux graduées en tensions et une graduée en décibels,
- une sortie pour le raccordement à un enregistreur.

Le millivoltmètre A 501 est présenté en coffret de table équipé d'une béquille escamotable. L'appareil peut être monté dans un rack au standard 19", sans transformations, à l'aide d'un châssis spécial de 4 unités de haut. Ce châssis peut recevoir deux instruments aux dimensions du A 501.

I - 2 - CARACTERISTIQUES

Plage d'utilisation - Tension	: 1 mV eff. à 300 V eff. pleine échelle en 12 calibres : 1, 3, 10, 30, 100, 300 mV eff. et 1, 3, 10, 30, 100, 300 V eff.
- Fréquence	: 10 Hz à 20 MHz.
Classification	: l'appareil répond à la valeur efficace des si- gnaux d'entrée alternatifs.
Facteur de forme admissible	: 30 au tiers de l'échelle. 10 à pleine échelle.
Plage d'utilisation en décibels	: - 58 dB à + 52 dB pleine échelle. Référence 0 dB : 1 mW/600 Ω (0,775 V).
Echelles de lecture du galvanomètre	: 2 échelles linéaires de tensions graduées de 0,1 à 1 et de 0,3 à 3,15. 1 échelle en dB graduée de - 12 dB à + 2 dB.
Précision d'étalonnage	: ± 3 % de la déviation pleine échelle ± 30 μ V, à la fréquence F = 400 Hz.
Réponse en fréquence pour la déviation pleine échelle (référence 400 Hz)	: $\pm 0,5$ dB de 30 Hz à 2 MHz quel que soit le calibre. ± 1 dB de 20 Hz à 10 MHz quel que soit le calibre. ± 2 dB de 10 Hz à 20 MHz pour les calibres 1 mV à 30 V.
Plage de température	: la précision est donnée pour une température ambiante de 25° C \pm 5° C. Coefficient de température de 10° à 20° C et de 30° à 40° C : $\leq 0,25$ % par °C.
Temps de réponse	: 2 secondes environ pour 98 % de la position d'équilibre lorsque l'aiguille se déplace dans le sens croissant de l'échelle de lecture, et 5 secondes dans le sens décroissant.
Impédance d'entrée	: équivalente à une résistance R en parallèle sur une capacité C telles que : R ≥ 10 M Ω à 1 kHz C ≤ 45 pF pour les calibres 1 à 300 mV à 100 kHz. C ≤ 25 pF pour les calibres 1 à 300 V à 100 kHz.
Surcharge maximum admissible	: 40 dB au dessus du calibre, tant que la ten- sion à l'entrée ne dépasse pas 600 V crête.

Sortie «Enregistreur»	: F.E.M. délivrée pour la déviation pleine échelle 0,5 V environ, quel que soit le calibre (polarité négative par rapport à la masse). Impédance interne : 1 k Ω environ.
Connecteurs utilisés	: type BNC femelle.
Alimentation secteur	: Tension : 115 V ou 230 V \pm 15 %. Fréquence : 50, 60 ou 400 Hz \pm 5 %. Consommation : 5 VA environ.
Dimensions hors tout	: 214 x 162 x 295 mm (l x h x p). Possibilité de montage en rack standard à l'aide d'un châssis spécial de 4 unités de haut. Ce châssis peut recevoir deux appareils aux dimensions du A 501.
Poids	: 5 kg environ.

I - 3 - ACCESSOIRES

DESIGNATION	N° Réf. FERISOL
1 cordon secteur : 3 conducteurs - prise/fiche Philips long. 1,20 m environ.	111 023
1 cordon d'entrée : impédance 50 Ω - fiche BNC mâle/2 fiches bananes - long. 1,20 m environ	A 19 371 + 105 234
1 dossier technique	-

1 - Accessoires fournis

DESIGNATION	N° Réf. FERISOL
Cordon d'entrée : impédance 50 Ω - connecteurs BNC mâles long. 1,20 m environ.	A 22 798
Accessoires pour montage en rack standard (19")	A 44 447

2 - En supplément

CHAPITRE II

MISE EN SERVICE ET UTILISATION

II - 1 - DESCRIPTION DES COMMANDES ET DES CONNECTEURS

Les organes de mise en service, de réglage et d'interconnexions du millivoltmètre A 501 sont identifiés sur les vues photographiques données à la PLANCHE N° 1. Les fonctions respectives des éléments repérés sont les suivantes :

PANNEAU AVANT

- ① Interrupteur et voyant SECTEUR

Une pression sur cet interrupteur à poussoir permet la mise «en service» ou «hors service» de l'appareil, le voyant incorporé étant respectivement allumé ou éteint suivant le cas.

- ② Connecteur d'«ENTREE» du signal à mesurer

- ③ Galvanomètre de lecture

Ce galvanomètre à miroir antiparallaxe comporte trois échelles de lecture :

- les deux échelles linéaires de tension, graduées de 0,1 à 1 et de 0,3 à 3,15 permettent une lecture directe de la tension mesurée en tenant compte de la sensibilité à pleine échelle affichée par le commutateur (5). La valeur lue s'exprime en $V_{eff.}$ ou en $mV_{eff.}$
- l'échelle en dB, graduée de -12 à + 2 dB, permet d'effectuer des mesures comparatives de puissance aux bornes d'une même valeur d'impédance. La lecture est directe, en dBm, lorsque cette valeur est égale à 600Ω (référence 0dB : $1 \text{ mW}/600 \Omega$, soit $0,775 \text{ V.}$)

- ④ Réglage du zéro mécanique du galvanomètre

La position de ce réglage est correcte lorsque l'aiguille coïncide avec le trait situé à gauche de la zone rouge des échelles, *l'appareil n'étant pas sous tension.*

- ⑤ Commutateur de sensibilités

Ce commutateur permet d'adapter la sensibilité du voltmètre à l'amplitude du signal appliqué sur l'entrée (2). Il comporte douze positions correspondant aux douze calibres de l'appareil. L'intervalle entre deux calibres consécutifs correspond à 10 dB.

PANNEAU ARRIERE

- ⑥ Répartiteur «SECTEUR»

- ⑦ Fusibles «SECTEUR»

- ⑧ Embase pour le raccordement au «SECTEUR»
- ⑨ Borne de masse
- ⑩ Connecteur de «SORTIE» du signal destiné à la commande d'un «ENREGISTREUR»

II - 2 - INSTALLATION

Le millivoltmètre A 501 est livré en coffret utilisable sur table. Il peut également être monté en rack standard de 19" de large, sans aucune transformation, à l'aide d'un châssis fourni en supplément (voir référence page 3). Ce châssis a une hauteur de 4 unités standard, et l'appareil occupe la moitié de sa largeur.

II - 3 - MISE EN SERVICE

a) Adaptation à la tension secteur

Le millivoltmètre A 501 est prévu pour fonctionner avec des tensions d'alimentation secteur nominales de 115 V (110/127 V) ou 230 V (220 V) - Fréquence 48 à 420 Hz.

Le commutateur (6) à deux positions, situé sur le panneau arrière, permet d'adapter l'appareil à l'une de ces valeurs.

Mode opératoire : à l'aide d'un tournevis adapté, orienter l'index du répartiteur en regard de la tension secteur nominale la plus voisine de la tension d'alimentation dont on dispose.

Lorsque la tension secteur s'écarte en permanence de $\pm 10\%$ de la valeur nominale sélectionnée par le commutateur (6), il est indispensable pour obtenir un fonctionnement normal d'utiliser un autotransformateur réglable permettant de ramener la tension appliquée à l'appareil à cette valeur.

b) Raccordement au secteur

Raccorder l'appareil au réseau alternatif à partir de l'embase (8) du panneau arrière, par l'intermédiaire du cordon d'alimentation livré avec le millivoltmètre.

c) Mise sous tension

Pour mettre l'appareil sous tension, appuyer sur l'interrupteur à poussoir (1). Le voyant incorporé à ce bouton doit s'éclairer, indiquant la mise sous tension.

d) Préchauffage

Laisser l'appareil en préchauffage pendant 15 minutes environ avant utilisation. Prolonger cette durée lorsque le millivoltmètre n'a pas été utilisé pendant plusieurs mois.

II - 4 - UTILISATION

II - 4 - 1 - MESURE D'UNE TENSION ALTERNATIVE

Appliquer la tension à mesurer sur la prise d'entrée (2) et rechercher une déviation exploitable de l'aiguille du galvanomètre (3) à l'aide du commutateur de sensibilité (5).

Lire la tension exprimée en volts ou millivolts efficaces sur l'une des deux échelles linéaires 1 ou 3 (couleur noire) situées de part et d'autre du miroir antiparallaxe du galvanomètre, en tenant compte de la sensibilité à pleine échelle affichée par le commutateur (5).

II - 4 - 2 - MESURE D'UNE PUISSANCE OU D'UN RAPPORT DE PUISSANCES

La mesure relative d'une puissance par rapport au niveau 0 dB (1 mW/600 Ω) est possible en utilisant l'échelle du galvanomètre graduée en dB. Le niveau en décibels est égal à la somme algébrique de l'indication du galvanomètre (sur l'échelle rouge des dB), et de celle du commutateur de sensibilités (marquage de couleur rouge en dB).

Toutefois, pour que la lecture soit directe, il est impératif que la mesure soit effectuée aux bornes d'un circuit présentant une impédance caractéristique de 600 Ω. Le cas échéant on calculera la puissance à partir de la formule :

$$P = \frac{V^2 \text{ eff.}}{R}$$

la grandeur V eff. étant lue sur l'une des échelles de tension.

Une mesure comparative entre plusieurs puissances est possible, cela quelle que soit l'impédance de charge des circuits à mesurer, mais à condition que cette impédance de charge soit égale et constante pour tous les circuits. En effet, la relation indiquée ci-dessus permet d'écrire :

$$X \text{ (dB)} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 10 \log_{10} \frac{\frac{V_1^2 \text{ eff.}}{R}}{\frac{V_2^2 \text{ eff.}}{R}} = 20 \log_{10} \frac{V_1 \text{ eff.}}{V_2 \text{ eff.}}$$

II - 4 - 3 - REMARQUES DIVERSES RELATIVES A L'UTILISATION DE L'APPAREIL

a) *Déviaton de l'aiguille du galvanomètre en l'absence de tension appliquée à l'entrée*

Sur la sensibilité la plus grande (1 mV) lorsqu'aucune tension n'est appliquée sur la borne d'entrée (2), l'aiguille du galvanomètre peut s'écarter de façon sensible du zéro. Ce phénomène, dû au gain de l'amplificateur et à la haute impédance d'entrée de l'appareil est provoqué par des tensions parasites au voisinage du voltmètre. Le bon fonctionnement de l'appareil ne sera pas perturbé si l'on prend la précaution d'utiliser un câble blindé pour effectuer la mesure. Cette précaution est d'autant plus nécessaire que l'impédance interne de la source est plus élevée.

Toutefois, la capacité d'entrée du millivoltmètre se trouve augmentée d'une valeur égale à la capacité du câble utilisé, ce qui peut introduire des perturbations sur les circuits testés.

b) *L'aiguille du galvanomètre ne dévie pas en présence de tension appliquée à l'entrée*

- la position du commutateur de sensibilité n'est pas correcte
- l'amplitude du signal appliqué à l'entrée du voltmètre est trop faible
- la fréquence du signal à mesurer se situe en dehors de la plage de fonctionnement du voltmètre
- la liaison d'entrée est défectueuse.

c) *L'aiguille du galvanomètre reste bloquée à droite*

- la position du commutateur de sensibilité n'est pas correcte

- l'amplitude du signal appliqué à l'entrée du voltmètre est trop élevée.

d) Influence de la composante continue - Principe de mesure du Millivoltmètre A 501

La valeur efficace totale d'un signal comportant une composante continue satisfait à la relation suivante :

$$V_{\text{eff.}} = \sqrt{V_{\text{cc}}^2 + V_{\text{ca}}^2}$$

dans laquelle V_{cc} représente la composante continue et V_{ca} la composante alternative (en valeur efficace).

Le millivoltmètre A 501 mesure uniquement la composante alternative du signal appliqué à son entrée. Pour connaître la valeur efficace totale du signal analysé, la valeur de la composante continue devra être mesurée séparément avec un voltmètre pour tensions continues et introduite dans la formule indiquée ci-dessus.

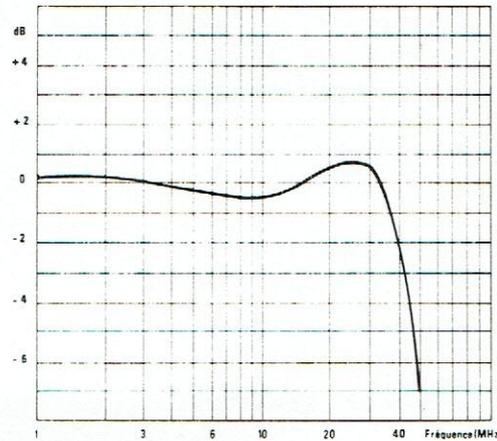
Cependant, en aucun cas, la tension crête à l'entrée (composante continue + composante alternative) ne doit dépasser 600 V sous peine de détériorer l'appareil.

e) Influence des harmoniques

Le millivoltmètre A 501 mesure la valeur efficace de la tension alternative d'entrée indépendamment des harmoniques qu'elle contient, tant que ceux-ci se situent à l'intérieur de la bande passante en fréquence de l'appareil.

L'erreur due à la présence d'harmoniques situés en dehors de la plage nominale 10 Hz à 20 MHz, dépend à la fois de l'énergie contenue dans ces harmoniques et de la réponse en fréquence du millivoltmètre.

En fait, la courbe de réponse de l'appareil s'étend au-delà de 20 MHz comme l'indique la courbe typique donnée ci-contre.



Exemple de réponse en fréquence
- calibre 10 mV -

f) Influence du facteur de forme - Signaux impulsionnels

Lorsque la tension alternative mesurée présente une valeur de crête grande devant la valeur efficace, l'indication de l'appareil est encore valable, cela dans les limites de la réponse du détecteur (thermocouples) et de l'amplificateur.

Le rapport des deux grandeurs précédentes définit le facteur de forme :

$$F = \frac{V_c}{V_{\text{eff.}}}$$

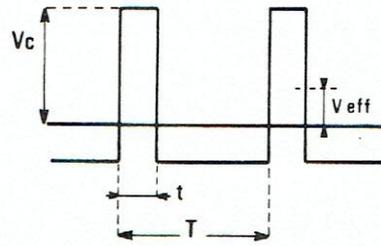
avec V_c : valeur de crête de la tension alternative.

$V_{\text{eff.}}$: valeur efficace de la tension alternative.

Le millivoltmètre A 501 admet un facteur de forme égal à 30 au tiers de l'échelle et à 10 à pleine échelle (dans les limites de la surcharge admissible).

Exemple : Dans le cas d'impulsions rectangulaires la relation indiquée ci-dessus peut s'écrire :

$$F = \frac{V_c}{V_{eff.}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{t}{T} \left(1 - \frac{t}{T}\right)}}$$



Ainsi un facteur de forme de 10 correspond à un rapport t/T égal $1/100$.

II - 4 - 4 - SORTIE POUR ENREGISTREUR

La prise SORTIE ENREGISTREUR située sur le panneau arrière délivre une tension continue, négative par rapport à la masse, proportionnelle à la déviation de l'aiguille du galvanomètre, et cela quelle que soit la sensibilité sélectionnée par le commutateur (5).

F.E.M. délivrée pour la déviation pleine échelle : 0,5 V env.

Impédance interne : 1 k Ω env.

Impédance de charge : quelconque (courant max. délivré : $\leq 0,5$ mA).

Cette sortie permet de raccorder un enregistreur au millivoltmètre.

CONSIDERATIONS RELATIVES AU PRINCIPE
DE MESURE DU MILLIVOLTMETRE TYPE A 501

RAPPEL THEORIQUE - VALEUR EFFICACE D'UNE TENSION PERIODIQUE

La valeur efficace d'une tension périodique en fonction du temps est définie par la relation suivante :

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [v(t)]^2 dt} \quad (1)$$

T représentant la période.

D'une façon générale le développement de l'expression sous le radical permet d'écrire :

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{V_{\text{cc}}^2 + V_{\text{ca}}^2} \quad (2)$$

avec V_{eff} : valeur efficace totale,

V_{cc} : valeur de la composante continue,

V_{ca} : valeur efficace de la composante alternative.

MESURE EFFECTUEE AVEC LE MILLIVOLTMETRE TYPE A 501

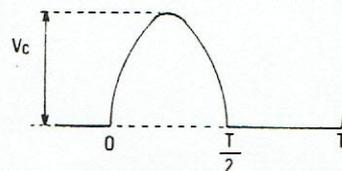
Le millivoltmètre A 501 ne mesure que le terme V_{ca} . Lorsque le terme V_{cc} n'est pas nul, c'est à dire lorsque la tension à mesurer comporte une composante continue, pour connaître la valeur efficace totale de cette tension il faut mesurer séparément le terme continu (voltmètre continu) et le terme alternatif (millivoltmètre A 501) puis effectuer la sommation quadratique des deux termes.

EXEMPLES : INDICATION DONNEE PAR LE MILLIVOLTMETRE A 501 POUR DES FORMES D'ONDE COURANTES

a) *Tension sinusoïdale redressée en monoalternance*

- valeur efficace totale : $V_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{c}}}{2}$

- composante continue : $V_{\text{cc}} = \frac{V_{\text{c}}}{\pi}$



- composante alternative : $V_{ca} = 0,385 V_c$

NOTA - Le terme V_{ca} se déduit de la formule (2). Il peut également se calculer à partir de la décomposition en série de Fourier de la fonction représentative de la tension.

Application numérique : redressement monoalternance d'une tension sinusoïdale de 100 volts efficaces - $V_c = 141$ volts.

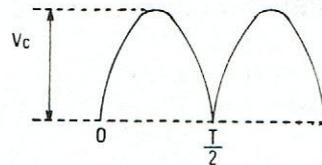
- valeur efficace totale : 70,5 volts
- terme continu : 45 volts
- terme alternatif (indiqué par A 501) : 54 volts.

b) Tension sinusoïdale redressée en bialternance

- valeur efficace totale : $V_{\text{eff}} = \frac{V_c}{\sqrt{2}}$

- composante continue : $V_{cc} = \frac{2 V_c}{\pi}$

- composante alternative : $V_{ca} = 0,308 V_c$



Application numérique : redressement bialternance d'une tension sinusoïdale de 100 volts efficaces - $V_c = 141$ volts.

- valeur efficace totale : 100 volts
- terme continu : 90 volts
- terme alternatif (indiqué par A 501) : 43,6 volts.

CHAPITRE III

PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT

III - 1 - PRINCIPE GENERAL

Les signaux injectés à l'entrée du voltmètre sont appliqués à un étage diviseur de tension afin d'obtenir un niveau exploitable sur les douze calibres de l'appareil, puis amplifiés par un dispositif à large bande pour commander l'élément chauffant d'un premier thermocouple. La différence entre la température développée dans le thermocouple et celle de sa jonction de référence produit un courant continu proportionnel à la puissance chauffante. Ce courant continu est amplifié par un circuit intégré, amplificateur opérationnel à chopper stabilisé, qui commande simultanément :

- une sortie pour enregistreur,
- un galvanomètre de lecture,
- un deuxième thermocouple apparié au premier.

Le courant continu délivré par le deuxième thermocouple est appliqué en contre-réaction classique au premier. La résultante est une tension continue variant linéairement en fonction de la puissance des signaux à mesurer : c'est elle qui sera amplifiée par le circuit intégré et qui, par conséquent, commandera le galvanomètre, l'enregistreur et la contre-réaction.

Deux alimentations fournissent, à partir du secteur, les tensions continues nécessaires au fonctionnement de l'ensemble.

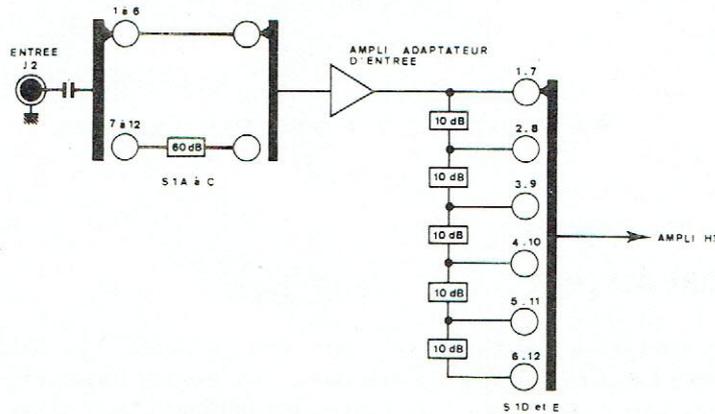
III - 2 - FONCTIONNEMENT DETAILLE

La description suivante se réfère aux schémas électriques donnés aux planches n° 3 à 7. Le découpage en circuits Z1, Z2,... apparaissant sur ces schémas correspond à la répartition mécanique des sous-ensembles dans l'appareil.

III - 2 - 1 - ETAGES D'ENTREE (Z0 - Z2, planches n° 3 et 5)

Le signal appliqué à l'entrée du voltmètre type A 501 attaque l'amplificateur d'entrée soit directement pour les faibles niveaux (positions 1 à 6 de S1) soit à travers un atténuateur de 60 dB pour les niveaux plus élevés (positions 7 à 12). L'impédance du circuit vue de l'entrée du voltmètre est égale à 10 M Ω quelle que soit la sensibilité sélectionnée par le contacteur S1.

L'amplificateur d'entrée se compose d'un transistor à effet de champ Q1 (2N 4416), qui a pour avantage d'avoir un grand gain en courant tout en ayant une impédance d'entrée très grande (plusieurs milliers de $M\Omega$). Le drain de ce transistor commande la base du transistor Q2 (2N 2907 A) dont la charge collecteur, commune avec la charge source de Q1, introduit une contre-réaction totale, ce qui confère une grande stabilité au montage.



Cet étage d'entrée Q1 - Q2 commande l'amplificateur HF (§ III-2-2) à travers un ensemble d'atténuateurs 10 dB à basse impédance, montés en série et commutés par S1 D - E.

III - 2 - 2 - AMPLIFICATEUR HF ET THERMOCOUPLES (Z3, planche n° 6)

Cet amplificateur à large bande comporte trois étages. L'entrée s'effectue sur les transistors Q1 - Q2, ce dernier appliquant au précédent une contre-réaction dosée par R9.

Le collecteur de Q2 commande le dispositif Q3 - Q4 - Q5, ce dernier monté en collecteur commun afin d'obtenir sur son émetteur une impédance assez basse, permettant d'assurer la commande simultanée d'une boucle de contre-réaction vers Q3 et celle de l'étage suivant Q6, sans détérioration de la courbe de réponse aux fréquences élevées.

Le transistor Q6 commande l'amplificateur symétrique Q7 - Q8 fonctionnant en classe B. Une contre-réaction est appliquée à Q7 à travers C30 - C31. Par R46 et R50 l'on règle le recoupement des signaux délivrés aux collecteurs de Q7 et de Q8. Ceux-ci sont simultanément symétriques de même signe, d'égale amplitude ; la dynamique de l'ensemble est telle que le facteur de forme est égal à 10 en bout d'échelle de lecture du galvanomètre.

Ces signaux commandent l'élément chauffant du premier thermocouple.

THERMOCOUPLES - Les thermocouples portent application de l'effet Seebeck dont on sait qu'il définit la différence de potentiel qui apparaît aux bornes d'un fil conducteur métallique soudé à ses extrémités à deux fils d'un autre métal, lorsque les deux soudures sont à des températures différentes.

L'énergie à mesurer chauffe l'une des soudures cependant que l'autre tient lieu de référence.

En annulant par un deuxième thermocouple (monté en contre-réaction sur le premier) la différence de potentiel engendrée, l'on mesure les variations successives de l'énergie et l'on réalise le tarage automatique de l'appareil.

III - 2 - 3 - AMPLIFICATEUR DE COURANT CONTINU (Z4, planche n° 7)

Le courant continu délivré par le premier thermocouple est évidemment très faible. Son amplification est obtenue à partir d'un circuit intégré Z4 - 1, amplificateur opérationnel comportant un chopper stabilisé afin de réduire au minimum les glissements de tension et de courant. L'amplificateur commande simultanément, par l'intermédiaire des émettodynes Q1 et Q2 :

- le galvanomètre de lecture après intégration par les cellules R.C. qui le précèdent,
- la sortie «Enregistreur» à travers R 21 (1 k Ω),
- l'élément chauffant du deuxième thermocouple, après dosage par R8.

Le courant continu délivré, proportionnel à l'énergie des signaux à mesurer, est appliqué en contre-réaction classique à celui du premier thermocouple duquel il se soustrait ; la résultante, dont les variations sont ainsi linéarisées, commande en définitive l'amplificateur Z4 - 1 ; elle reproduit fidèlement les variations de l'énergie HF appliquée au premier thermocouple.

III - 2 - 4 - ALIMENTATIONS (Z1, planche n° 4)

Deux alimentations à régulation série fournissent respectivement les tensions + 15 V et - 15 V nécessaires au fonctionnement de l'appareil. Toutes deux reposent sur le même principe et sont construites autour d'un circuit intégré régulateur de tension type LM 300 (Z1 - 1 et Z1 - 2).

La tension alternative issue d'un secondaire du transformateur T1 est redressée par les diodes CR 1 - CR 2 et filtrée par C1 ; elle est délivrée à la sortie de l'alimentation à travers un transistor ballast Q1 dont le débit est déterminé par le courant fourni à sa base. Ce dernier est élaboré par le circuit régulateur Z1 - 1 à partir des variations de la tension de sortie. La régulation s'établit autour de la tension réglée sur la chaîne potentiométrique R2 - R3 - R4 et appliquée à l'entrée différentielle 6 du circuit régulateur.

Une diode Zener CR 5 assure une pré-stabilisation de la tension non régulée fournie à l'émetteur de Q1 ainsi qu'à l'entrée non régulée du circuit.

CHAPITRE IV

MAINTENANCE

IV - 1 - GENERALITES

Ce chapitre contient les instructions relatives à l'entretien et au dépannage éventuel de l'appareil. On y trouvera les données suivantes :

- démontage du coffret et identification des circuits,
- localisation des pannes,
- contrôle des performances des circuits, réétalonnage et réajustement de la courbe de réponse en fréquence.
- note pour le remplacement du galvanomètre.

La notice comporte en annexe des vues repérées et des schémas électriques destinés à faciliter une éventuelle intervention sur les circuits.

Pour effectuer le contrôle et le réétalonnage du millivoltmètre A 501, il est nécessaire de disposer des appareils suivants :

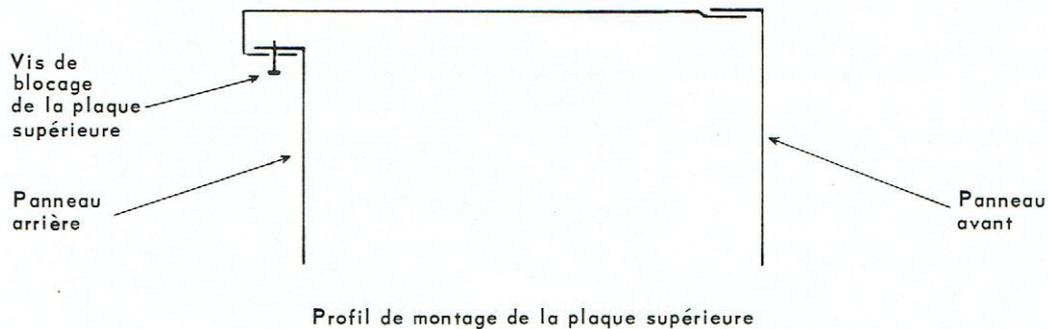
- un voltmètre électronique pour tensions continues, résistance d'entrée $100\text{ M}\Omega$ (type A 207)
- un voltmètre amplificateur (type A 404),
- un voltmètre différentiel (voltmètre étalon),
- un ou deux générateurs couvrant la gamme 10 Hz à 20 MHz, distorsion inférieure à 1 % (types GBT 516 et L 400),
- un générateur d'impulsions, amplitude 1 V - durée $10\ \mu\text{s}$ - récurrence 1000 Hz (type P 310)
- un oscilloscope dont la calibration est symétrique en positif et en négatif,
- un atténuateur étalon,
- un amplificateur de puissance HF (100 kHz à 20 MHz),
- deux tés coaxiaux et deux résistances de charge,
- un autotransformateur réglable autour de l'une des tensions secteur nominales de l'appareil et de puissance supérieure à 10 VA.

IV - 2 - ACCES AUX ORGANES INTERIEURS DE L'APPAREIL

Le millivoltmètre A 501 est composé d'un châssis en acier inoxydable formant armature sur lequel sont fixés les panneaux avant et arrière. Les plaques inférieures et supérieures ainsi que les flasques viennent s'y adapter, les premières maintenues dans des gorges et bloquées par une

vis, les seconds fixés par quatre vis.

IV - 2 - 1 - DEMONTAGE DES PLAQUES DE PROTECTION



- plaque de dessus : desserrer la vis située au milieu du rebord arrière de la plaque, et tirer vers l'arrière cette plaque qui coulisse dans des gorges.
- flasques : dévisser les 4 vis tête fraisée qui les fixent au châssis.
- plaque de dessous : agir de la même façon que pour le démontage de la plaque supérieure. Pour dégager les pieds en plastique, soulever leur bord extérieur puis les pousser vers l'intérieur de l'appareil jusqu'à ce que les ergots soient dégagés.

IV - 2 - 2 - IDENTIFICATION DES CIRCUITS

Les sous-ensembles du voltmètre sont réalisés sur des plaquettes à circuit imprimé. Chacune de ces plaquettes est désignée par la lettre «Z» suivie d'un chiffre qui caractérise le sous-ensemble.

La codification utilisée est indiquée dans le tableau ci-après :

CIRCUITS	DESIGNATION	PLANCHES
Z1	Alimentations	n° 4
Z2	Adaptateur d'entrée	n° 5
Z3	Amplificateur HF	n° 6
Z4	Amplificateur Continu	n° 7

Les éléments non câblés sur circuits imprimés constituent le sous-ensemble Z0.

Tous les circuits sont montés dans des boîtiers métalliques formant blindage ; des orifices pratiqués sur leur face supérieure rendent accessibles les organes de réglage prévus dans l'appareil.

IV - 3 - LOCALISATION DES PANNES

Voir page suivante.

a) Vérifications préliminaires

Lorsque l'on constate un défaut ou une panne dans le fonctionnement du millivoltmètre, avant d'intervenir sur les circuits il est conseillé d'effectuer deux contrôles préliminaires :

- **vérification des conditions d'utilisation** : s'assurer que l'alimentation secteur est correcte, que les connexions d'entrée sont convenablement réalisées, que les signaux à mesurer se situent dans la plage nominale d'utilisation de l'appareil,...
- **examen d'aspect** : démonter les plaques de protection comme il est indiqué au § IV-2-1, puis les blindages pour examiner l'intérieur de l'appareil. Vérifier qu'aucun élément n'est endommagé ou dessoudé qu'il n'y a pas de mauvais contacts, de liaisons défectueuses, etc...

Corriger les défauts ainsi mis en évidence avant de poursuivre l'analyse.

b) **Pour localiser l'étage défectueux**, procéder au contrôle des performances des circuits du voltmètre dans l'ordre suivant :

- alimentations,
- adaptateur d'entrée,
- amplificateur HF,
- amplificateur continu.

c) **Réétalonner les circuits hors caractéristiques** à l'aide des éléments ajustables prévus dans l'appareil.

d) **Remplacer les composants défectueux** lorsque le réétalonnage est impossible.

e) **Réétalonner les circuits équipés de composants neufs.**

REMARQUES

- 1 - *Il est nécessaire de vérifier que l'élément de remplacement se situe à l'intérieur des tolérances prévues par le constructeur, et qu'en particulier il satisfait à la spécification indiquée dans la liste des composants établie au chapitre V.*
- 2 - *Pendant le dépannage il est recommandé de ne pas laisser l'appareil sous tension car toute fausse manoeuvre ou court-circuit interne accidentel peut entraîner la destruction d'un ou plusieurs semi-conducteurs.*
- 3 - *Les tensions continues de polarisation indiquées dans le texte ou sur les schémas sont données à titre indicatif pour faciliter la recherche des pannes. Toute valeur mesurée s'écartant de plus de 10 à 20 % de la valeur mentionnée peut permettre l'identification d'un composant défectueux.*

IV - 4 – CONTROLE DES PERFORMANCES ET REETALONNAGE DES CIRCUITS

IV - 4 - 1 – CIRCUIT D'ALIMENTATION Z1

Contrôler la tension délivrée par les alimentations + 15 V et - 15 V en branchant un voltmètre successivement entre la sortie de chaque alimentation et la masse.

Lorsque le ronflement résiduel est excessif, tester les diodes redresseuses ou les condensateurs de filtrage.

Réajuster éventuellement les tensions à leur valeur nominale à l'aide des potentiomètres R4 (+ 15 V) et R8 (- 15 V). Si le réétalonnage s'avère impossible, s'assurer que la tension filtrée est suffisante : environ 24 V aux bornes de C1 et 21 V aux bornes de C5.

Vérifier ensuite l'efficacité de la régulation, qui doit être meilleure que 1 %, pour une variation de la tension secteur de ± 15 % par rapport à la valeur nominale.

Pour effectuer les contrôles et les réglages précédents brancher l'appareil sur un auto-transformateur réglable autour de l'une des tensions secteur nominales.

IV - 4 - 2 - ADAPTATEUR D'ENTREE Z2

Vérifier que les tensions d'alimentation + 15 V et - 15 V sont présentes sur les bornes 1 et 3 du circuit.

Contrôler les tensions de polarisation du transistor à effet de champ Q1 (2N 4416) : environ + 10 V sur le drain et + 2,3 V sur la source (réglage par le potentiomètre R8).

Injecter un signal sinusoïdal (fréquence 400 Hz) à l'entrée du voltmètre A 501 de façon à obtenir une tension de 300 mV sur la borne 5 du circuit adaptateur d'impédance. La tension au point 2 de ce circuit doit être approximativement égale (275 à 300 mV) : gain de l'étage voisin de 1.

Observer avec un oscilloscope la forme du signal à la sortie de l'adaptateur. Le taux de distorsion ne doit pas excéder 1 %.

NOTA - le réglage de R8 agit simultanément sur les tensions de polarisation et sur la tension alternative.

IV - 4 - 3 - CIRCUIT AMPLIFICATEUR HF Z3

Vérifier que la tension d'alimentation + 15 V est présente sur la borne 23 du circuit.

Contrôler les tensions de polarisation des transistors, et en particulier :

- + 9,5 V sur l'émetteur de Q5
- + 7,5 V au point commun de R49 - R50.

Injecter un signal sinusoïdal de fréquence 400 Hz à l'entrée du voltmètre A 501 de façon à obtenir une tension de 1 mV sur la borne 21 du circuit amplificateur HF. La tension mesurée au point test situé à l'extrémité de R53 doit être de l'ordre de 210 mV (réglage par R9).

IV - 4 - 4 - CIRCUIT AMPLIFICATEUR CONTINU Z4

Vérifier que les tensions + 15 V et - 15 V sont présentes sur les bornes 29 et 32 du circuit.

Injecter un signal sinusoïdal de fréquence 400 Hz à l'entrée du voltmètre A 501 de façon à obtenir une tension de 210 mV à la sortie de l'amplificateur HF (mesure au point test sur R 53). La tension continue sur l'émetteur du transistor Q2 du circuit amplificateur continu doit être égale à - 500 mV environ (réglage par R8).

Dans ces conditions l'aiguille du galvanomètre doit dévier à pleine échelle. La sensi-

bilité du galvanomètre peut être ajustée en agissant sur R19.

Pour une variation de 20 dB sur le signal d'entrée, l'indication du galvanomètre doit passer de la pleine échelle au 1/10ème de l'échelle.

IV - 4 - 5 - THERMOCOUPLES

Les thermocouples sont des éléments très fragiles. Plusieurs pannes peuvent se produire et se manifester de la façon suivante :

- pour la sensibilité normale de l'ampli HF la tension de sortie de l'ampli HF est 2 à 3 fois plus élevée.
CAUSE : filament du thermocouple HF coupé (l'ampli n'est plus chargé par le thermocouple).
- l'ampli continu sature et la constante de temps est très importante.
CAUSE : filament du thermocouple de contre-réaction coupé.
- variation de la sensibilité et augmentation de la constante de temps.
CAUSE : fuite entre filament et couple. C'est généralement le thermocouple HF qui est en cause, il est nécessaire de le remplacer.

A la suite d'un changement des thermocouples, le réglage de l'amplificateur continu doit être repris. La constante de temps dépend en effet des thermocouples et de la constante de temps propre de l'amplificateur.

L'ensemble C3 - C10 sert à retarder la descente et à éviter les oscillations parasites.

L'ensemble C7 - C8 freine la montée et évite un dépassement trop important.

IV - 5 - REETALONNAGE DE L'APPAREIL - REGLAGE DE LA COURBE DE REPONSE EN FREQUENCE

Le réglage pour obtenir une courbe de réponse en fréquence correcte de 10 Hz à 20 MHz a été effectué dans les laboratoires du constructeur, lors de la mise au point de l'appareil.

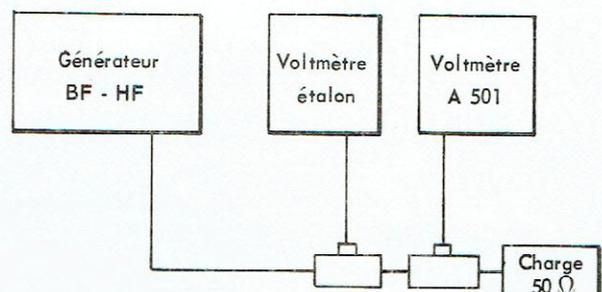
Un réajustement est nécessaire à la suite d'un changement des transistors de l'amplificateur HF ou du remplacement des thermocouples. Cette opération sera toujours précédée de la vérification de l'étalonnage de l'appareil à la fréquence 400 Hz.

NOTA : pendant les réglages de réponse en fréquence les blindages des circuits doivent être en place.

IV - 5 - 1 - MONTAGE UTILISE

Le montage de base indiqué ci-contre convient pour le réglage des gammes intermédiaires : 300 mV à 3 V.

Pour régler les gammes inférieures et supérieures insérer respectivement un atténuateur et un amplificateur à la suite du générateur.



Dans l'un ou l'autre cas on veillera à ce que l'impédance de charge du générateur soit égale à son impédance nominale d'utilisation.

IV - 5 - 2 - REGLAGE DES GAMMES EN ENTREE DIRECTE (1 mV à 300 mV)

a) Vérification de l'étalonnage à 400 Hz

Placer le commutateur de sensibilité sur la position 100 mV, et appliquer à l'entrée de l'appareil un signal BF de 100 mV à 400 Hz.

Mettre les potentiomètres R9 et R46 de l'amplificateur à mi-course.

Effectuer les réglages dans l'ordre suivant :

- Régler R9 pour obtenir une tension de 210 mV à la sortie de l'amplificateur HF (sur le filament du thermocouple HF).
- Retoucher R8 de l'amplificateur continu pour obtenir une tension de - 0,5 V = à la sortie de cet amplificateur (émetteur de Q2)
- Retoucher R19 de l'ampli continu pour obtenir la déviation pleine échelle de l'aiguille du galvanomètre.

Atténuer le signal d'entrée de 20 dB ; l'indication du galvanomètre doit passer au 1/10ème de l'échelle. Ce point est ajusté par R10 de Z4.

b) Réponse en fréquence de 400 Hz à 10 Hz

Positionner le commutateur de sensibilité sur 100 mV, et appliquer à l'entrée de l'appareil la tension nécessaire pour lire 0 dB sur le galvanomètre.

Faire varier la fréquence du signal injecté de 400 Hz à 10 Hz en maintenant constant le niveau à l'entrée du voltmètre A 501, et observer les variations d'indication sur ce dernier (Référence : 0 dB - 400 Hz). Un écart hors tolérance vers 10 Hz peut être corrigé en modifiant la valeur de C19/Z3 placé en contre réaction.

c) Réponse en fréquence de 400 Hz à 20 MHz

Relever la courbe de réponse sur les gammes 100 mV, 10 mV et 1 mV, en opérant comme précédemment :

- sensibilité 100 mV : la correction est assurée par C23/Z3 pour les fréquences supérieures (20 MHz).
- sensibilité 1 mV : la correction est assurée par la résistance R13 de l'atténuateur basse impédance.

On pourra prendre comme points de mesure les fréquences suivantes : 100 kHz, 300 kHz, 1 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 10 MHz, 15 MHz et 20 MHz.

IV - 5 - 3 - REGLAGE DU DIVISEUR D'ENTREE (1 V à 300 V)

a) Vérification de l'étalonnage à 400 Hz

Placer le commutateur de sensibilité sur la position 1 V, et appliquer à l'entrée de l'appareil un signal BF de 1 V à 400 Hz.

Régler le potentiomètre R5 de manière à obtenir la déviation pleine échelle de l'aiguille du galvanomètre.

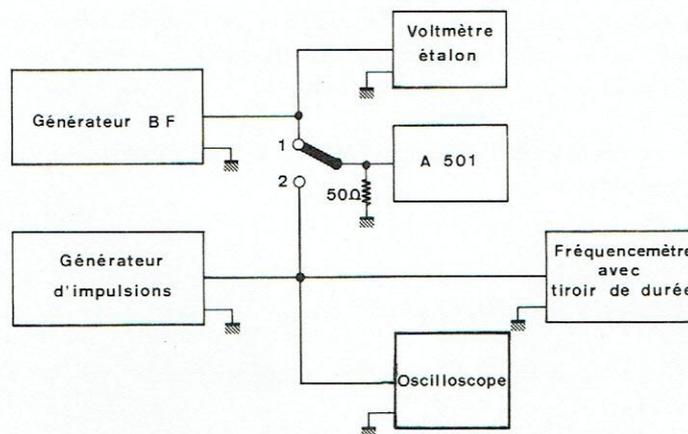
b) Réponse en fréquence

Opérer comme il est indiqué aux § IV-5-2 b et c pour les sensibilités 1 V, 3 V, 10 V, et 30 V.

La compensation vers les hautes fréquences est réalisée par C3 et R4* de l'atténuateur haute impédance. Le réglage de C3 s'effectue généralement vers 100 kHz.

IV - 6 – REGLAGE DE LA REPONSE AU FACTEUR DE FORME

IV - 6 - 1 – MONTAGE UTILISE



IV - 6 - 2 – MESURES A EFFECTUER

1 - Signal de référence

La réponse de l'amplificateur HF au facteur de forme est réglée avec une impulsion rectangulaire de caractéristiques suivantes :

- fréquence de récurrence : 1 000 Hz
- durée de l'impulsion : 10 μ s
- amplitude crête de l'impulsion : 900 mV

Cette forme d'onde correspond approximativement à un facteur de forme de 10. La fréquence de récurrence et la largeur de l'impulsion seront mesurées à l'aide du fréquencemètre avec tiroir de durée. L'amplitude du signal sera mesurée avec l'oscilloscope préalablement étalonné en tension au voltmètre différentiel. Pour effectuer le réglage avec la précision requise il est indispensable que cet oscilloscope présente une calibration symétrique en positif et en négatif.

2 - Ordre des réglages

a) Placer le commutateur de sensibilité sur 100 mV

b) Vérifier le réglage de l'amplificateur HF en sinusoïdal avec une tension de 90 mV à 1000 Hz appliquée à l'entrée du millivoltmètre A 501. Cette tension sera mesurée avec le voltmètre étalon (position 1, schéma précédent).

c) Appliquer à l'entrée de l'appareil une impulsion positive, puis une impulsion négative. Régler le potentiomètre R50 de manière à ce que les valeurs efficaces des deux impulsions soient égales.

d) Effectuer le recouplement sinusoïdal - impulsion en agissant sur R46.

- si la valeur efficace de l'impulsion «retarde» par rapport à celle en sinusoïdal, retoucher légèrement R46 de sorte que la valeur efficace de l'impulsion tende à retarder davantage. Appliquer un signal de 100 mV à 400 Hz puis agir sur R9 pour obtenir le bout d'échelle. Si la concordance entre la valeur efficace de l'impulsion et celle en sinusoïdal n'est pas obtenue, recommencer le même processus.

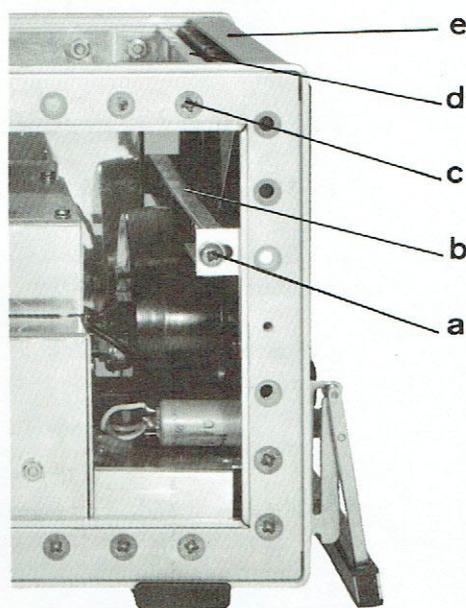
- si la valeur de l'impulsion «avance» par rapport à celle en sinusoïdal, retoucher légèrement R46 de sorte que la valeur efficace de l'impulsion tende à avancer davantage. Appliquer un signal de 100 mV à 400 Hz puis agir sur R9 pour obtenir le bout d'échelle. Recommencer le même processus si la concordance n'est pas obtenue.

e) Comparer de nouveau les résultats obtenus avec un signal de 90 mV puis les impulsions négative et positive.

IV - 7 - REMPLACEMENT DU GALVANOMETRE

Pour extraire le galvanomètre de l'appareil, procéder comme suit en se référant aux repères de la figure ci-dessous :

- enlever les flasques et la plaque de fermeture supérieure.
- enlever sur chaque côté la vis tête ronde (a) qui maintient la barre transversale (b) solidaire du galvanomètre.
- dévisser les 2 vis tête fraisée (c) qui assemblent la cornière supérieure (d) et les cadres latéraux du bâti.
- écarter légèrement les cadres latéraux pour dégager l'enjoliveur gris supérieur (e) ; le galvanomètre est libéré simultanément.
- dessouder les fils de connexions.



CHAPITRE V

LISTE DES COMPOSANTS

V - 1 - INTRODUCTION

Ce chapitre contient la liste descriptive des composants électroniques interchangeables de l'appareil.

Les éléments sont regroupés par circuits imprimés, soit :

- Z 1 ALIMENTATIONS
- Z 2 ADAPTATEUR D'ENTREE
- Z 3 AMPLIFICATEUR HF
- Z 4 AMPLIFICATEUR CONTINU

Le numéro de stock affecté à chacun de ces circuits est le numéro de la plaquette équipée.

Les composants non câblés sur circuit imprimé sont regroupés sous le sigle Z 0.

Les tableaux descriptifs utilisent les conventions suivantes :

- Résistances : tolérances non indiquées = 2 %
puissances non indiquées = 1/4 W
- Potentiomètres : loi de variation = linéaire
Tolérance non indiquée = 20 %
- Condensateurs : la tension indiquée est la tension de service
tolérances non indiquées > 10 %
Code pour la définition du type = T (Tantale) - CE (Céramique) -
E (Electrochimique) - MY (Mylar) - V (Diélectrique verre) -
MI (Mica).

La signification des autres symboles est donnée aux conventions générales page 29

V - 2 - TABLEAUX DESCRIPTIFS

Voir pages suivantes.

REPERE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
Z 1	<u>ALIMENTATIONS</u>	10 42 907 0000 0143
	RESISTANCES	
R. 1	2,4 Ω 3/4 W 5 %	02 03 267 1240 0442
R. 2	15 k Ω	02 02 175 5150 0456
R. 3	1,5 k Ω	02 02 175 4150 0456
R. 5	2,4 Ω 3/4 W 5 %	02 03 267 1240 0442
R. 6	15 k Ω	02 02 175 5150 0456
R. 7	identique à R. 3	
	POTENTIOMETRES	
R. 4	1 k Ω	01 10 899 0000 0340
R. 8	identique à R. 4	
	CONDENSATEURS	
C. 1	680 μ F 25 V (E)	03 03 195 7680 0433
C. 2	47 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0470 0367
C. 3	220 μ F 25 V (E)	03 03 149 7220 0446
C. 4	5 μ F 40 V (T)	03 01 107 5500 0273
C. 5	identique à C. 1	
C. 6	identique à C. 2	
C. 7	identique à C. 3	
C. 8	identique à C. 4	
	DIODES	
CR. 1	1 N 645	06 00 126 9000 0801
CR. 2	identique à CR. 1	
CR. 3	identique à CR. 2	
CR. 4	identique à CR. 3	
CR. 5	DZ 33 A point vert	06 00 028 0000 0800
CR. 6	identique à CR. 5	
	TRANSISTORS	
Q. 1	2 N 3741	05 00 119 0000 0800
Q. 2	identique à Q. 1	
	CIRCUITS INTEGRES	
Z1. 1	LM 300	05 10 100 0325 0802
Z1. 2	identique à Z1. 1	

REPERE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
Z 2	<u>ADAPTATEUR D'ENTREE</u>	10 42 898 0000 0143
	RESISTANCES	
R. 1	120 k Ω 2 W 5 %	02 02 137 6120 0456
R. 2	47 Ω	02 02 175 2470 0456
R. 3	2 k Ω	02 02 175 4200 0456
R. 4	identique à R. 3	
R. 5	identique à R. 2	
R. 6	1,5 k Ω 1/2 W 5 %	02 02 117 4150 0456
R. 7	200 Ω	02 02 175 3200 0456
	POTENTIOMETRES	
R. 8	470 Ω	01 10 898 0000 0340
	CONDENSATEURS	
C. 1	470 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 1470 0367
C. 2	100 μ F 25 V (E)	03 03 149 7100 0446
C. 3	5 μ F 40 V (T)	03 01 107 5500 0273
C. 4	100 μ F 25 V (E)	03 03 149 7100 0446
C. 5	identique à C. 3	
C. 6	identique à C. 5	
C. 7	identique à C. 6	
C. 8	68 μ F 25 V (T)	03 01 037 6680 0273
	DIODES	
CR. 1	1 N 914	06 00 105 9000 0801
CR. 2	identique à CR. 1	
	TRANSISTORS	
Q. 1	2 N 4416	05 00 172 0000 0800
Q. 2	2 N 2907 A	05 00 127 9000 0801
Z 3	<u>AMPLI HF</u>	10 42 903 0000 0143
	RESISTANCES	
R. 1	39 k Ω	02 02 175 5390 0456
R. 2	22 Ω	02 02 175 2220 0456
R. 3	43 k Ω	02 02 175 5430 0456
R. 5	39 Ω	02 02 175 2390 0456

REPERE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
R. 7	1 k Ω	02 02 175 4100 0456
R. 8	560 Ω	02 02 175 3390 0456
R. 10	22 Ω	02 02 175 2220 0456
R. 11	2,7 k Ω	02 02 175 4270 0456
R. 12	10 Ω	02 02 175 2100 0456
R. 13	identique à R. 7	
R. 14	identique à R. 7	
R. 15	180 Ω	02 02 175 3180 0456
R. 17	100 k Ω	02 02 175 6100 0456
R. 18	identique à R. 10	
R. 19	33 k Ω	02 02 175 5330 0456
R. 20	1,8 k Ω	02 02 175 4180 0456
R. 21	identique à R. 10	
R. 22	75 Ω	02 02 175 2750 0456
R. 24	identique à R. 7	
R. 25	10 k Ω	02 02 175 5100 0456
R. 26	identique à R. 7	
R. 27	identique à R. 10	
R. 28	1,2 k Ω	02 02 175 4120 0456
R. 29	47 Ω	02 02 175 2470 0456
R. 30	470 Ω	02 02 175 3470 0456
R. 31	identique à R. 20	
R. 32	430 Ω	02 02 175 3430 0456
R. 33	180 Ω	02 02 175 3180 0456
R. 34	identique à R. 25	
R. 35	identique à R. 10	
R. 36	7,5 k Ω	02 02 175 4750 0456
R. 39	100 Ω	02 02 175 3100 0456
R. 40	62 Ω	02 02 175 2620 0456
R. 41	5,6 k Ω	02 02 175 4560 0456
R. 42	identique à R. 20	
R. 43	identique à R. 41	
R. 44	identique à R. 39	
R. 47	390 Ω	02 02 175 3390 0456
R. 48	identique à R. 7	
R. 49	39 Ω	02 02 175 2390 0456
R. 51	identique à R. 49	
R. 52	identique à R. 7	
R. 53	identique à R. 7	
R. 54	identique à R. 10	
R. 55	330 Ω	02 02 175 3330 0456
	POTENTIOMETRES	
R. 9	100 Ω	01 10 897 0000 0340
R. 46	identique à R. 9	
R. 50	22 Ω	01 11 642 0000 0340

REPERE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
	CONDENSATEURS	
C. 1	47 μ F 10 V (T)	03 01 208 6470 0367
C. 2	1500 pF 10 % 63 V (MI)	03 04 049 2150 0367
C. 3	100 μ F 16 V (T)	03 01 213 7100 0367
C. 8	4,7 pF 250 V 5 % (MI)	03 04 051 0047 0367
C. 9	47 μ F 25 V (T)	03 01 214 6470 0367
C. 10	100 μ F 10 V (T)	03 01 110 7100 0273
C. 11	identique à C. 2	
C. 12	identique à C. 9	
C. 16	identique à C. 10	
C. 17	identique à C. 2	
C. 18	1100 pF 10 % 63 V (MI)	03 04 049 2110 0367
C. 19*	22 μ F 25 V (T)	03 01 210 6220 0367
	33 μ F 25 V (T)	03 01 210 6330 0367
C. 20	10 μ F 25 V (T)	03 01 108 6100 0273
C. 21	50 μ F 10 V (T)	03 01 110 6500 0273
C. 23*	5,6 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0056 0367
	6,8 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0068 0367
	8,6 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0086 0367
C. 24	2 μ F 25 V (T)	03 01 108 5200 0273
C. 25	470 μ F 25 V (E)	03 03 149 7470 0446
C. 27	300 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 1300 0367
C. 28	identique à C. 27	
C. 29	identique à C. 3	
C. 30	identique à C. 25	
C. 31	2,2 μ F 25 V (T)	03 01 037 5220 0273
C. 32	identique à C. 3	
C. 33	identique à C. 2	
C. 34	identique à C. 3	
C. 35	100 μ F 10 V (T)	03 01 110 7100 0273
	DIODES	
CR. 1	OA 90	06 00 173 9000 0801
CR. 3	identique à CR. 1	
CR. 4	1 N 645	06 00 126 9000 0801
	TRANSISTORS	
Q. 1	2 N 918	05 00 174 9000 0801
Q. 2	identique à Q. 1	
Q. 3	identique à Q. 1	
Q. 4	identique à Q. 1	
Q. 5	identique à Q. 1	
Q. 6	identique à Q. 1	
Q. 7	2 N 3959	05 00 020 9000 0801

REPÈRE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
Q. 8	2 N 4260 (apparié à Q. 7)	05 00 087 9000 0801
	THERMOCOUPLES	
TC. 1	5 mA nominal – filaments 90 Ω , couple 8 Ω	01 11 675 0000 0081
TC. 2	identique et apparié à TC. 1	
Z 4	AMPLI CONTINU	10 42 909 0000 0143
	RESISTANCES	
R. 1	1 k Ω 1 %	02 02 624 4100 0442
R. 2	150 Ω	02 02 175 3150 0456
R. 3	10 Ω 1 %	02 02 624 2100 0442
R. 4	47 k Ω 1 %	02 02 624 5470 0442
R. 5	35,7 Ω 1 %	02 02 624 2357 0442
R. 6	10 k Ω	02 02 175 5100 0456
R. 7	120 Ω	02 02 175 3120 0456
R. 11	15 k Ω	02 02 175 5150 0456
R. 12	13 k Ω 1 %	02 02 624 5130 0442
R. 13	1 k Ω	02 02 175 4100 0456
R. 14	13 k Ω	02 02 175 5130 0456
R. 15	3,9 k Ω	02 02 175 4390 0456
R. 16	1,3 k Ω	02 02 175 4130 0456
R. 17	360 Ω	02 02 175 3360 0456
R. 21	1 k Ω	02 02 175 4100 0456
R. 24	51 k Ω	02 02 175 5510 0456
	POTENTIOMETRES	
R. 8	100 Ω	01 10 897 0000 0340
R. 10	10 k Ω	01 10 901 0000 0340
R. 19	identique à R. 8	
	CONDENSATEURS	
C. 1	1500 pF 10 % 63 V (MI)	03 04 049 2150 0367
C. 2	identique à C. 1	
C. 3	150 μ F 16 V (T)	03 01 039 7150 0273
C. 4	47 μ F 20 V (T)	03 01 036 6470 0273
C. 5	0,22 μ F 10 % 160 V (MY)	03 05 043 4220 0367
C. 6	identique à C. 4	
C. 7	2200 μ F 16 V (E)	03 03 198 8220 0433
C. 8	1500 μ F 10 V (E)	03 03 197 8150 0433

REPÈRE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
C. 9	33 nF 10 % 160 V (MY)	03 05 059 3330 0367
C. 10	68 μ F 25 V (T)	03 01 037 6680 0273
	DIODES	
CR. 1	1 N 914	06 00 105 9000 0801
	CIRCUITS INTEGRES	
Z4. 1	232 k	01 12 027 0000 0566
	TRANSISTORS	
Q. 1	2 N 1566	05 00 034 9000 0801
Q. 2	2 N 1309	05 00 015 9000 0801
Z 0	AUTRES ELEMENTS	
	CABLES DANS	
	L'APPAREIL	
	RESISTANCES	
R. 1	33 k Ω 5 % 1/2 W	02 01 207 5330 0262
R. 2	10 M Ω 1/2 W 1 %	02 03 174 8100 0066
R. 3	10 M Ω 1/2 W 1 %	02 03 174 8100 0066
R. 4 *	2 Ω 1/2 W 5 %	02 01 027 1220 0043
	2,2 Ω 1/2 W 5 %	02 01 027 1220 0043
R. 6	9,53 k Ω 1/2 W 1 %	02 02 264 4953 0442
R. 7	277,7 Ω 1/2 W 0,1 %	02 02 051 3277 0672
R. 8	identique à R. 7	
R. 9	identique à R. 7	
R. 10	410,27 Ω 1/2 W 0,1 %	02 02 051 3410 0672
R. 11	identique à R. 10	
R. 12	identique à R. 11	
R. 13 *	160 Ω	02 02 175 3160 0456
R. 14	identique à R. 7	
R. 15	identique à R. 10	
R. 16	identique à R. 10	
R. 17	189,3 Ω 1/2 W 0,1 %	02 02 051 3189 0672
R. 18	1,5 k Ω	02 02 175 4150 0456
	POTENTIOMETRES	
R. 5	1 k Ω	01 10 899 0000 0340
	CONDENSATEURS	
C. 1 *	12 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0120 0367

REPERE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL	REPERE	DESIGNATION	N° STOCK FERISOL
	15 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0150 0367			
	18 pF 5 % 63 V (MI)	03 04 067 0120 0367			
C. 2	4530 pF 1 % 250 V (MY)	03 05 014 2453 0367			
C. 3	0,5/4,5 pF variable	01 11 072 0000 0262			
C. 6	5000 pF 300 V (CE)	03 02 076 2500 0060			
C. 7	identique à C. 6				
C. 8	identique à C. 6				
C. 9	identique à C. 6				
C. 10	0,1 μ F 630 V (PM)	03 06 057 4100 0446			
	ELEMENTS DIVERS				
DS. 3	Néon incorporé à l'interrupteur S. 3	01 10 874 0000 0275			
F. 1	Fusible 50 mA - fusion retardée	01 07 247 0050 0088			
F. 2	Fusible 31 mA - fusion retardée	01 07 247 0031 0088			
J. 1	Embase secteur	01 10 708 0000 0060			
J. 2	Embase BNC	01 11 394 0000 0400			
J. 3	identique à J. 2				
M. 1	Galvanomètre 1 mA (R. int. 50 Ω)	01 11 431 0000 0300			
T. 1	Transformateur alimentation	10 45 307 0000 0143			
S. 2	Répartiteur secteur	01 08 475 0000 0111			
S. 3	Interrupteur secteur	01 10 698 0000 1451			
	ACCESSOIRES FOURNIS				
	Voir § 1 - 3 de la notice				

CONVENTIONS ET SYMBOLES

UTILISES SUR LES SCHEMAS ELECTRIQUES

1 - DESIGNATION DES ELEMENTS

Les éléments sont présentés par des lettres (symboles) associées à un ou plusieurs chiffres. Ce groupe de chiffres représente un numéro d'ordre arbitraire.

Exemple : R 16 désigne la seizième résistance du circuit imprimé sur lequel elle est montée ; sur chaque circuit le numéro du sous ensemble est indiqué (Z 1, Z 2, ...).

Symboles utilisés

C	condensateur
CR	diode
DS	voyant de signalisation
F	fusible
J	connecteur (partie fixe)
L	self
M	organe indicateur
P	connecteur (partie mobile)
Q	transistor
R	résistance
S	contacteur ou interrupteur
	- Ce symbole associé à un chiffre seul désigne un interrupteur simple, par exemple : S3 interrupteur secteur.
	- Par contre, associé à un chiffre et une lettre, il désigne un contacteur à plusieurs galettes (ou secteurs) et plusieurs positions, par exemple : S1 A à E contacteur de sensibilités.
T	transformateur
TC	thermocouple
Z	ensemble ou sous ensemble (le symbole du sous ensemble est rappelé dans la désignation des circuits intégrés, et son numéro précède celui du C.I.)

2 - INDICATIONS PARTICULIERES

Réglage à fente de tournevis : 

Valeur ajustée : *

3 - REPERES ENCADRES



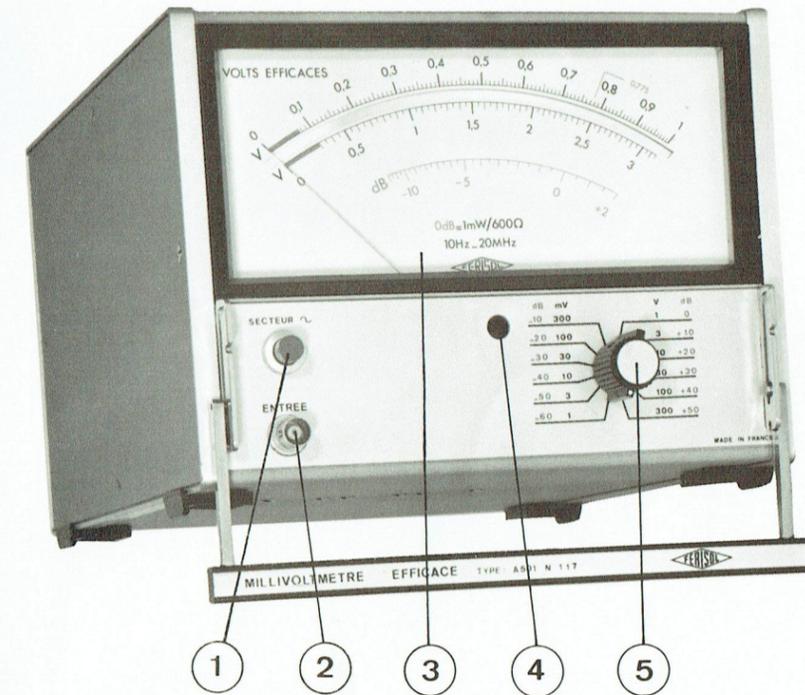
organe accessible sur le panneau avant

organe accessible sur le panneau arrière

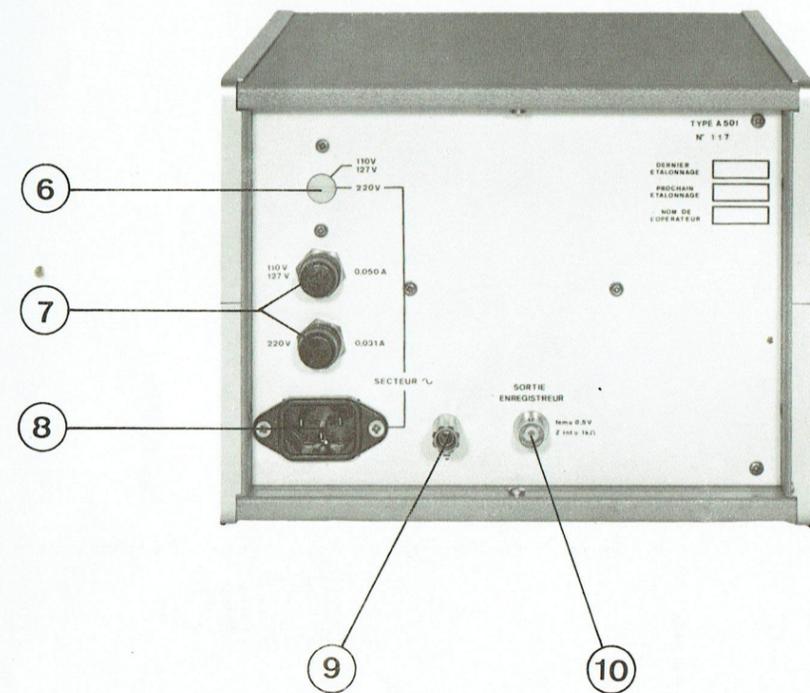
point de connexion

différentes positions d'un contacteur

COLLECTION
PATRICK
BINON



FACE
AVANT



FACE
ARRIERE

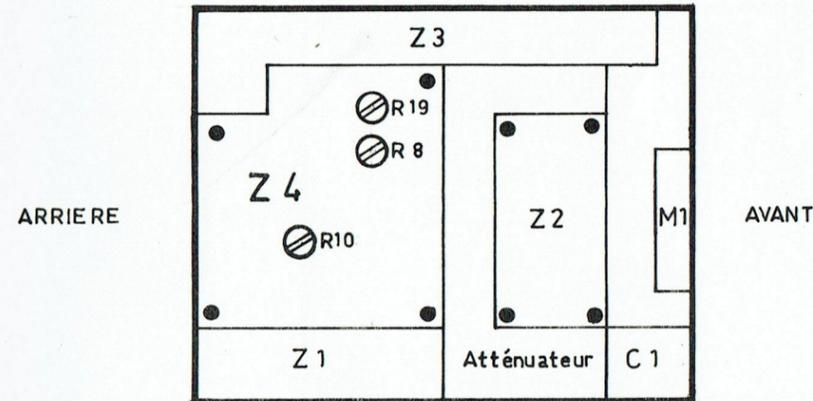


MILLIVOLTMETRE EFFICACE
Type A501
REPERAGE DES COMMANDES ET DES CONNECTEURS

21.6.71 PLANCHE N°1

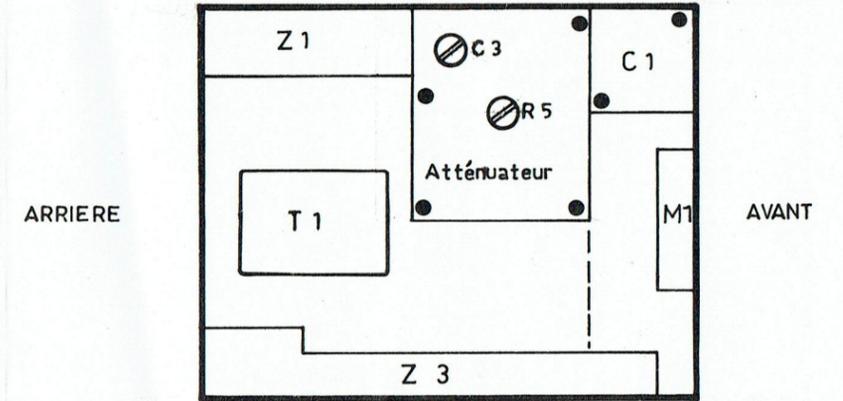
PLANCHE N°1. Repérage des commandes et des connecteurs

DESSUS



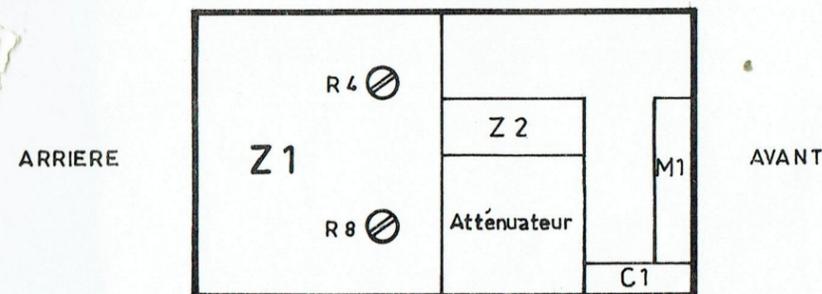
- R 8 : sensibilité ampli continu
- R 10 : réglage au 1/10ème de l'échelle
- R 19 : réglage à pleine échelle

DESSOUS



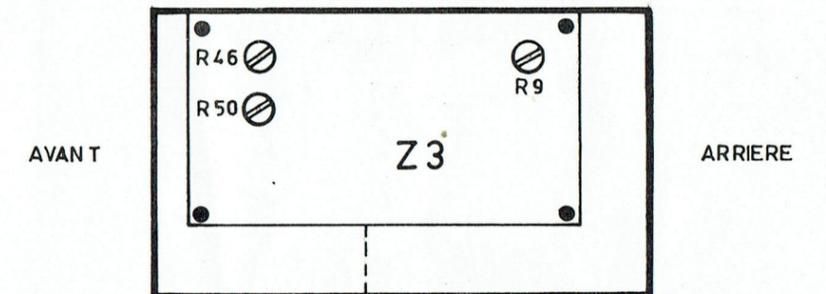
- R 5 : correction à pleine échelle
- calibres 1 V à 30 V.
- C 3 : correction HF - calibres 1 V
à 30 V.

COTE DROIT



- R 4 : réglage alimentation + 15 V.
- R 8 : réglage alimentation - 15 V.

COTE GAUCHE



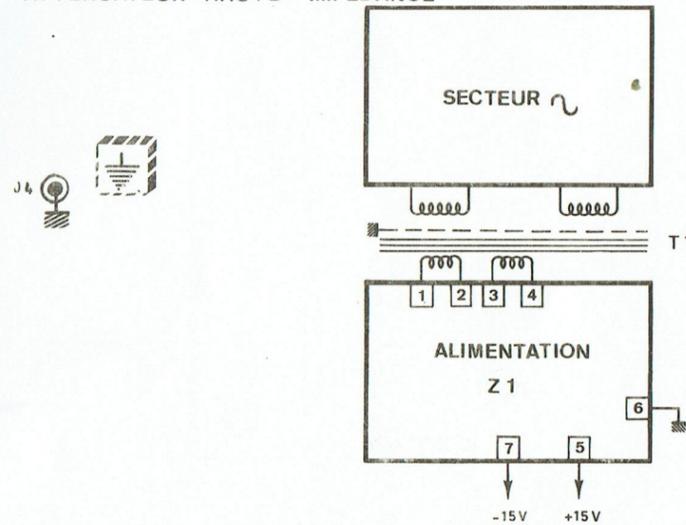
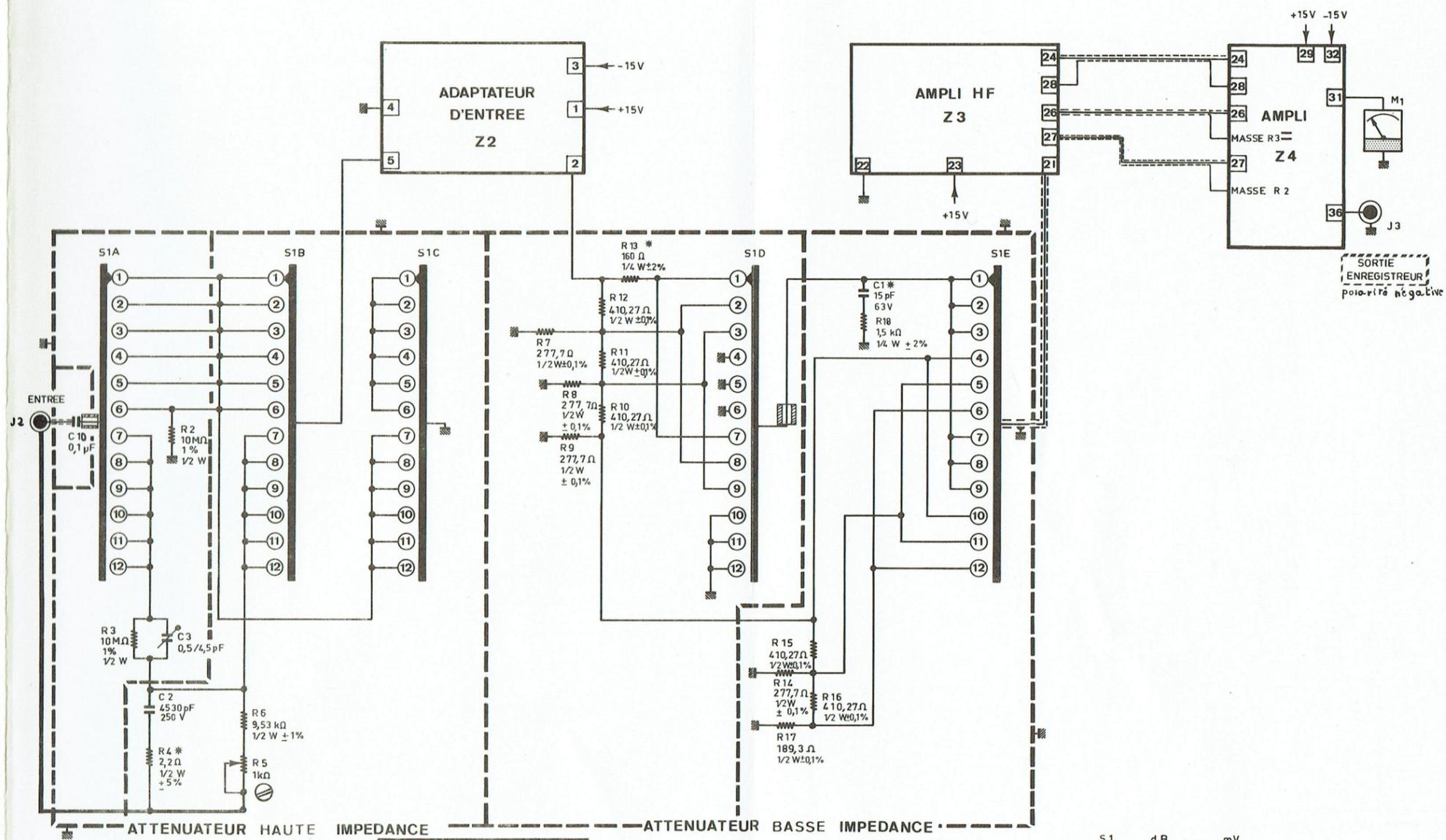
- R 9 : sensibilité ampli HF
- R 46 : recouplement sinusoïdal/impulsions
- R 50 : symétrie en impulsions



MILLIVOLTMETRE EFFICACE
Type A501
 REPERAGE ET FONCTION
 DES REGLAGES INTERNES


CONST^R PARIS
 MILLIVOLTMETRE EFFICACE
type A 501
 INTERCONNEXIONS

27.10.71
PLANCHE N° 3



S1	dB	mV
1	-60	1
2	-50	3
3	-40	10
4	-30	30
5	-20	100
6	-10	300
7	0	1 V
8	+10	3
9	+20	10
10	+30	30
11	+40	100
12	+50	300

NOTA RESISTANCE | PUISSANCE NON INDIQUEE 1/4 W
 TOLERANCE NON INDIQUEE ± 2%



MILLIVOLTMETRE EFFICACE

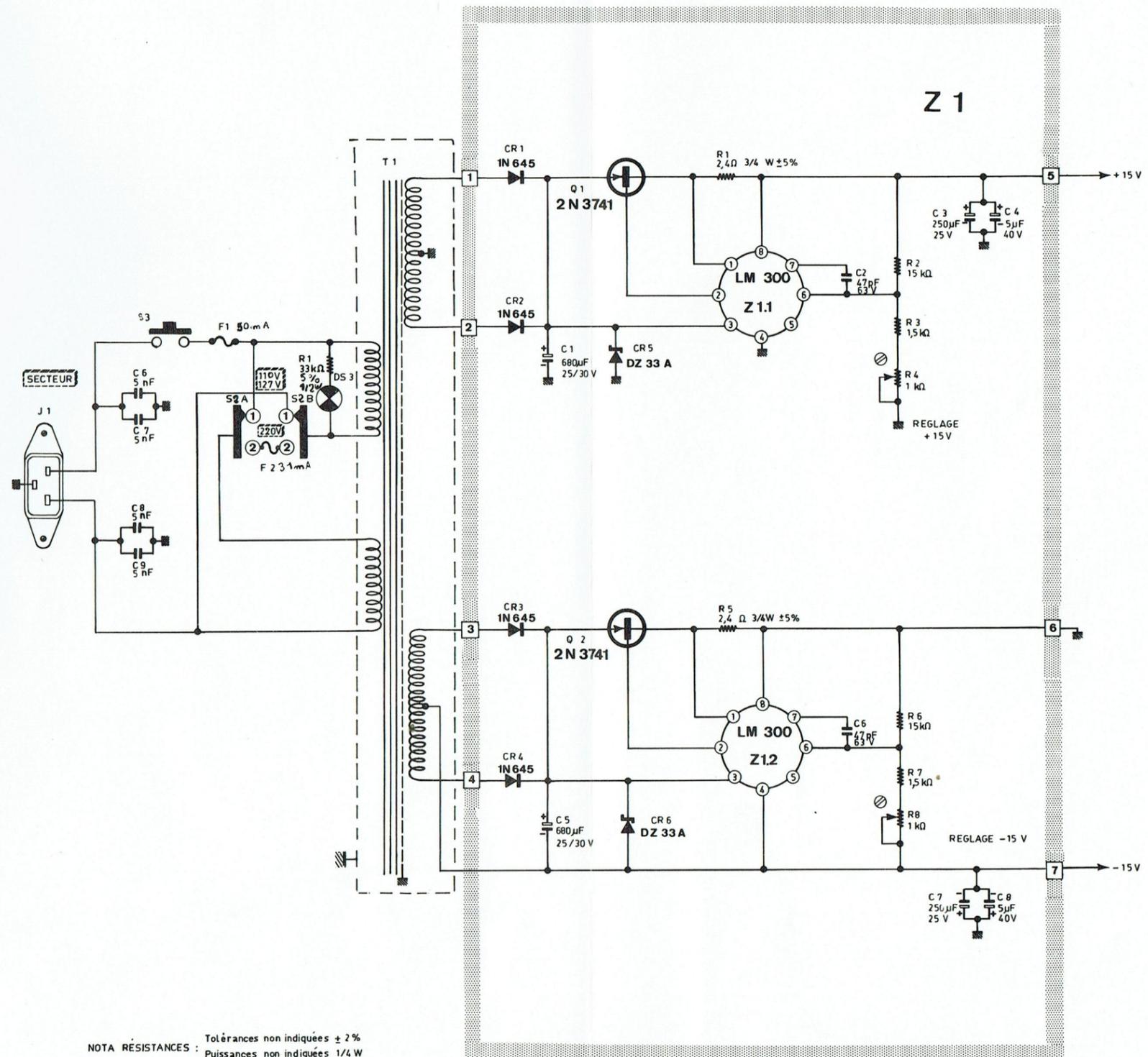
Type A 501

ALIMENTATION

Z1

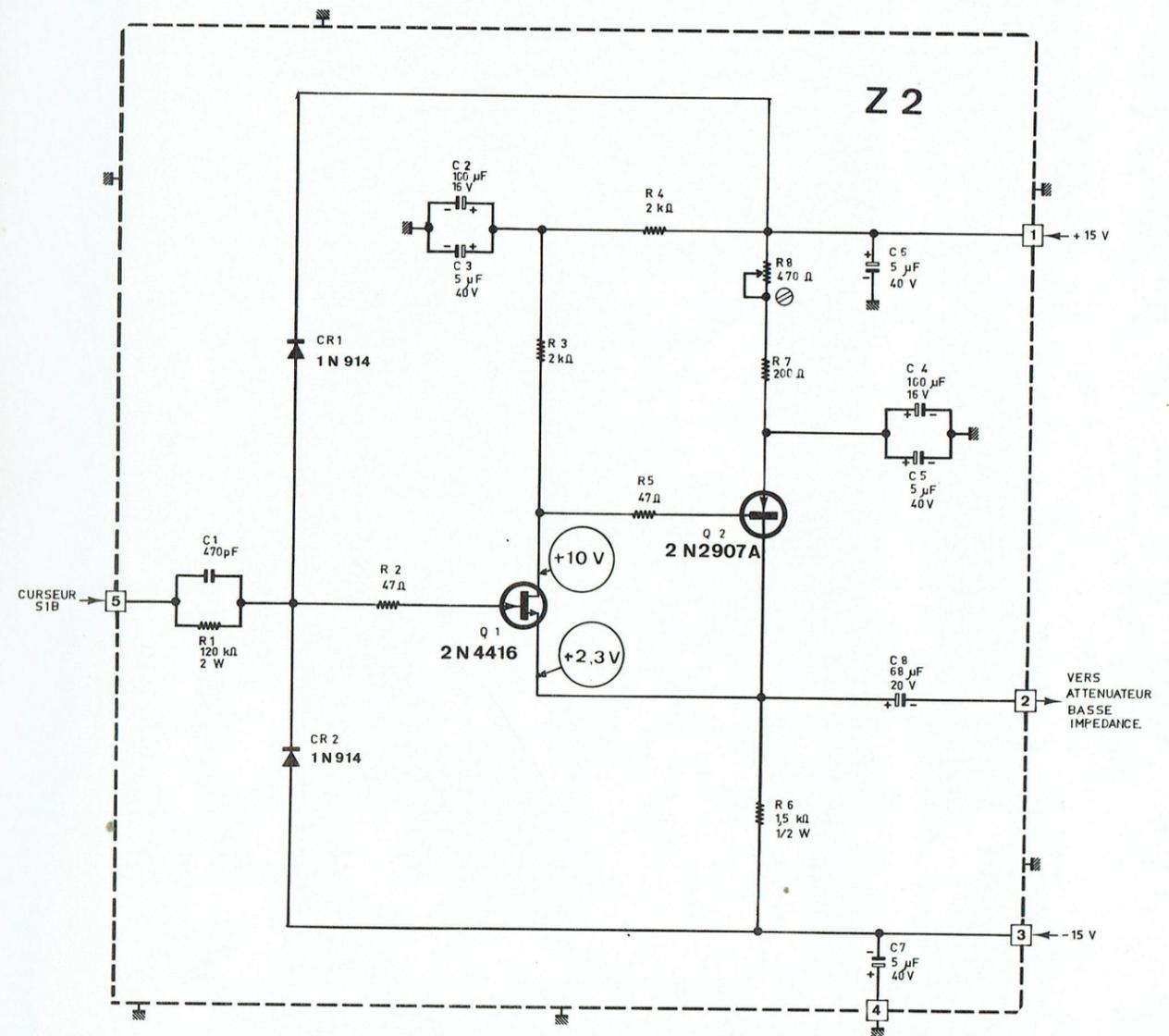
24.6.71

PLANCHE N° 4

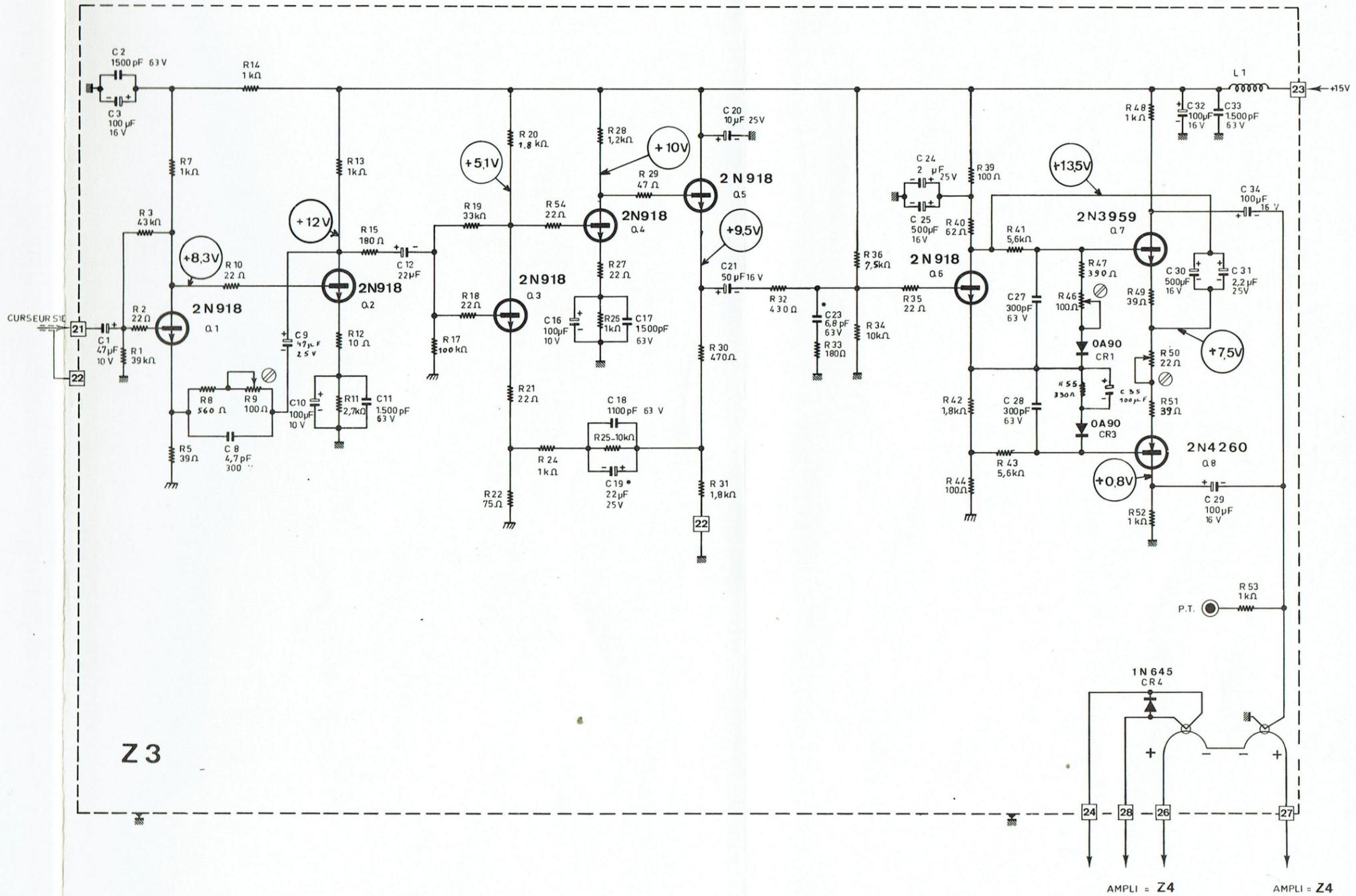


NOTA RESISTANCES : Tolérances non indiquées $\pm 2\%$
Puissances non indiquées 1/4 W


 CONST. PARIS
 MILLIVOLTMETRE EFFICACE
Type A 501
 ADAPTATEUR D'ENTREE
Z2
 25.6.71 PLANCHE N°5



NOTA : RESISTANCE | PUISSANCE NON INDIQUEE 1/4 W
 TOLERANCE NON INDIQUEE ± 2 %



Z3

NOTA: RESISTANCE | PUISSANCE NON INDIQUEE 1/4 W
TOLERANCE NON INDIQUEE 2%



CONST^R PARIS

MILLIVOLTMETRE EFFICACE

type A501

AMPLI HF

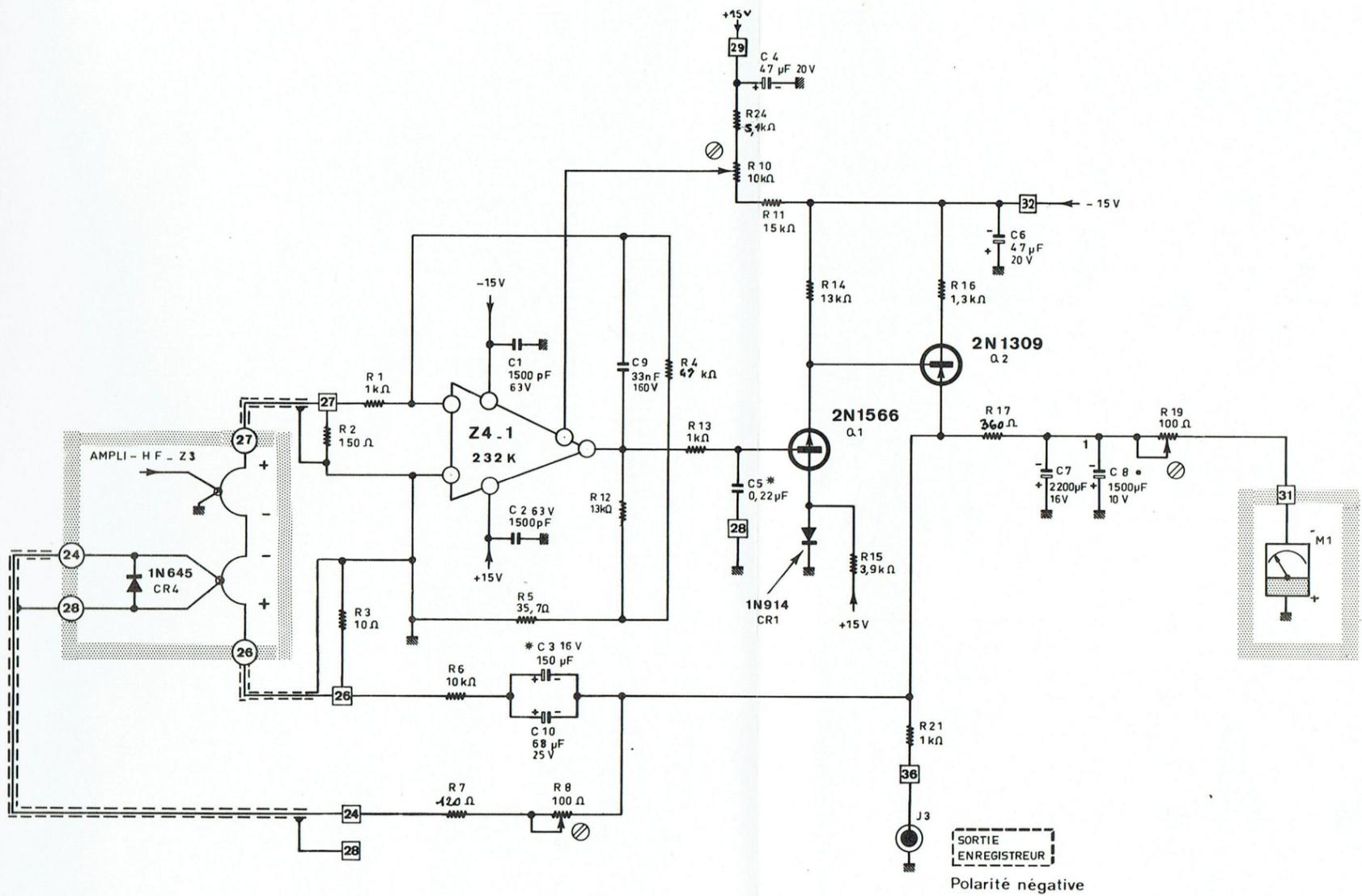
Z3

28. 9. 71
PLANCHE N°6



MILLIVOLTMETRE EFFICACE
type A501
AMPLI CONTINU

Z4



NOTA: RESISTANCES | TOLERANCES NON INDIQUEES ± 2%
 | PUISSANCES NON INDIQUEES 1/4 W

□ ← Sortie par plot

S1	dB	mV
1	-60	1
2	-50	3
3	-40	10
4	-30	30
5	-20	100
6	-10	300
7	0	1
8	+10	3
9	+20	10
10	+30	30
11	+40	100
12	+50	300



S.A. Cap. 10.230.000 F
 18, Av. PAUL VAILLANT-COUTURIER
 78 - TRAPPES
 Tél. 462.88.88
 Téléx 25705

Type A 501 n° 215

I. ESSAIS MECANIQUES

Vérification du bon fonctionnement et de la bonne tenue de tous les organes en service normal.

Potentiomètres - Interrupteurs - Contacteurs - Galvanomètres.

OBSERVATIONS

Normaux

II. ESSAIS ELECTRIQUES

- 1°) Intensité prise au réseau _____
- 2°) Rigidité diélectrique : application de 2 U + 1 000 volts alternatifs entre secteur et masse de l'appareil pendant une minute. *Normal*

Volts Secteur	110 - 127	220
I en mA	#34	#17

III. VERIFICATION DE L'ETALONNAGE

Méthode de mesure : contrôle du voltmètre en essai par application de tensions calibrées issues d'une source (Volts efficaces étalonnés en sinusoïdal)

Tensions alternatives (0 à 300 volts). F. d'essai : 400 Hz.

Gamme : 1 mV		Gamme : 3 mV		Gamme : 10 mV		Gamme : 100 mV	
Etalon	V.E.	Etalon	V.E.	Etalon	V.E.	Etalon	V.E.
0,3	0,305	1	1,00	10	10	100	99
0,6	0,5	2	2	Gamme : 30 mV		Gamme : 300 mV	
1	#1	3	3	30	30	300	246

Gamme : 1 V		Gamme : 10 V		Gamme : 100 V	
Etalon	V.E.	Etalon	V.E.	Etalon	V.E.
1	1	10	10	100	100
Gamme : 3 V		Gamme : 30 V		Gamme : 300 V	
3	3	30	30	300	#300

IV. VERIFICATION DE L'ETALONNAGE EN FONCTION DE LA FREQUENCE

Méthode d'essai : par rapport à une source dont la tension et la fréquence sont étalonnées.

Sensibilité	10 Hz	400 Hz	100 kHz	300 kHz	1 MHz	3 MHz	5 MHz	7 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
10 mV	+0,4	-40 dB	-0,1	-0,1	-0,1	-0,25	-0,45	-0,5	-0,8	-1	-1,7
1 V	+0,7	0 dB	-0,2	-0,15	-0,1	-0,05	-0,15	-0,2	-0,2	-0,9	-1,3
30 V		+28 dB	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,1	+0,2

V. CONTROLE DE LA SORTIE ENREGISTREUR

Niveau de sortie, sur charge 1 kΩ : 250 mV pour la pleine déviation du galvanomètre.

VI. MESURE DE L'IMPEDANCE ET DE LA CAPACITE D'ENTREE

F en kHz	R en Mégohms	C en picofarads
$\frac{1,59 \cdot 10^2 \cdot Q_1 \cdot Q_2}{F \cdot C_1 (Q_1 - Q_2)} = R$		$C_1 - C_2 = C$
100 kHz	Sensibilité 1 à 300 mV : 9,1 MΩ	33 pf
100 kHz	Sensibilité 0,3 à 300 V : 13,2 MΩ	18 pf

Méthode d'essai :

Amortissement d'un circuit oscillant lorsque l'entrée du voltmètre amplificateur est placée en parallèle.

VII. CONTROLE DE LA REGULATION SECTEUR

Méthode d'essai : on fait varier la tension d'alimentation du voltmètre à vérifier de ±15% par rapport à sa valeur nominale.

U étalon : 0,9 mV Variation maximale de U lue : 0,5 %

VIII. CONTROLE DU FACTEUR DE FORME

Méthode d'essai : par rapport à une source d'impulsions calibrées.

Facteur de forme	U théorique	U lue
10	0,9	0,885
30	0,3	#0,3

IX. CONTROLE DU BRUIT DE FOND

Niveau du bruit : 4 % (entrée en court circuit)

Fait à TRAPPES, le 27 septembre 1971

L'Ingénieur de l'Administration,

L'Ingénieur de la Société FERISOL,