

MILLIVOLTMETRE HF

5 Hz - 20 MHz

MODELE 9300F

FABRICATION FRANCAISE

Niveau 10 μV à 300V
Bruit résiduel inférieur à 10 μV
Excellente protection électro-magnétique



RACAL-DANA
la maîtrise du signal

VOLTMETRE EFFICACE VRAI

9300 F

NOTICE DE MAINTENANCE

RACAL-DANA INSTRUMENTS S.A.

**18, Avenue Dutartre, 78150 Le Chesnay, France
Téléphone : 39 55 88 88, Télec : 697 215 F**

Tout ou partie de cette notice ne peut être reproduit sous quelque forme que ce soit sans autorisation expresse de Racal-Dana Instruments S.A.

CIRCUITS MOS

Cet instrument contient des circuits MOS. Toutes les précautions doivent être prises pour les protéger contre les décharges d'électricité statique qui entraînent leur destruction.

TABLE DES MATIERES

PAGE

1° PARTIE	SPECIFICATIONS TECHNIQUES	
2° PARTIE	DESCRIPTION, UTILISATION ET MAINTENANCE	
CHAPITRE 1	GENERALITES	
	Introduction	1-1
	Facteur de crête	1-1
	Principes de fonctionnement	1-1
	Commande à distance	1-2
	Maintenance	1-2
CHAPITRE 2	MISE EN SERVICE ET UTILISATION	
	Alimentation secteur	2-1
	Raccordement d'un autre appareil de mesure	2-2
	Démontage des panneaux	2-2
	Interface de commande à distance	2-3
	Kit de montage en rack (option) type 11-1126	2-6
	Utilisation	2-7
	Description des commandes, indicateurs et connecteurs	2-8
CHAPITRE 3	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT	
	Introduction	3-1
	Changement de gamme	3-1
	Boucle de contre-réaction	3-1
	Annulation du bruit et des offsets	3-2
	Période d'échantillonnage	3-3
	Interface de commande à distance	3-3
	APPENDICE 1	
	Fonctionnement de la boucle de contre-réaction	3-7
CHAPITRE 4	DESCRIPTION TECHNIQUE	
	Introduction	4-1
	Circuit d'entrée	4-1
	Amplificateur à gain variable	4-1
	Boucle de contre-réaction	4-2
	Galvanomètre et sortie continue	4-4
	Zéro automatique	4-5
	Prévention du blocage de la boucle	4-6
	Option interface de commande à distance	4-6
CHAPITRE 5	MAINTENANCE	
	Introduction	5-1
	Procédure de réglage	5-1
	Tests de performances	5-5
	Démontage et remontage de l'appareil	5-14

PREMIERE PARTIE

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

TABLE DES MATIERES (suite)

3° PARTIE LISTE DES PIÈCES DÉTACHÉES, SCHEMAS, IMPLANTATION DES COMPOSANTS

Panneaux avant et arrière	Pièces détachées 1
Circuit imprimé principal 19-0980	Pièces détachées 2
Option interface de commande à distance	Pièces détachées 8
Implantation des composants, carte mère 19-0980	Fig. 1
Schéma général	Fig. 2
Implantation des composants, interface 19-1003	Fig. 3
Schéma de l'interface 19-1003	Fig. 4

FIGURES

N°		Page
T.S.1	Niveaux d'entrée efficaces maximaux	Spécifications 2
T.S.2	Précision de la tension continue de sortie	Spécifications 2
2.6	Plan pour le kit de montage en rack 11-1126	2-6
3.1	Schéma synoptique	3-4
3.2	Boucle de contre-réaction	3-5
4.1	Multiplicateur	4-3
5.1	Vérification de la calibration des tensions élevées et de la surcharge de l'entrée	5-10
5.2	Vérification de la réponse en fréquence (> 20 MHz)	5-11
5.3	Vérification du facteur de crête	5-12

TABLEAUX

N°		Page
1	Brochage de la prise de commande à distance	2-4
2	Codage des lignes de commande	2-5
3	Appareillage de mesure nécessaire	5-2
4	Mesure des résistances du transformateur d'alimentation	5-3
5	Vérification de la linéarité des échelles	5-6
6	Vérification de la linéarité du galvanomètre	5-7
7	Vérification de la calibration	5-8
8	Vérification de la calibration en large bande	5-9
9	Réponse en fréquence au-dessus de 20 MHz	5-11
10	Vérification de l'interface de commande à distance	5-13

CHAPITRE 1

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

1. MODE DE FONCTIONNEMENT

Mesures effectuées : Mesures des tensions efficaces vraies.

2. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Gammes de mesure : 30 μ V à 316 V en 14 demi-décades commutables.

Gamme de fréquence : 5 Hz à 20 MHz.

Impédance d'entrée :
Gamme 1 V et au-dessus : 1 M Ω en parallèle sur 30 pF.
Gamme 300 mV et au-dessous : 1 M Ω en parallèle sur 40 pF.
La prise CINCH, présente avec l'option interface de commande à distance, ajoute 45 pF à ces valeurs.

Isolement de l'entrée :
Le corps de la prise d'entrée (masse) est isolée du châssis par deux diodes montées tête-bêche. La différence de tension permise est de 0,5 V et le courant traversant les diodes ne doit pas dépasser 5 A. Un interrupteur permet de relier directement la masse de la prise au châssis de l'appareil.

Niveaux d'entrée max. :
La composante continue + la crête du signal ne doivent pas dépasser 500 V sur toutes les gammes. Les niveaux efficaces d'entrée ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées à la figure T.S.1.

Précision :
La figure T.S.2. donne la précision de la tension continue de sortie entre 10 % et 110 % de la gamme choisie, pour une entrée sinusoïdale calibrée à une température ambiante comprise entre 18 °C et 28 °C.

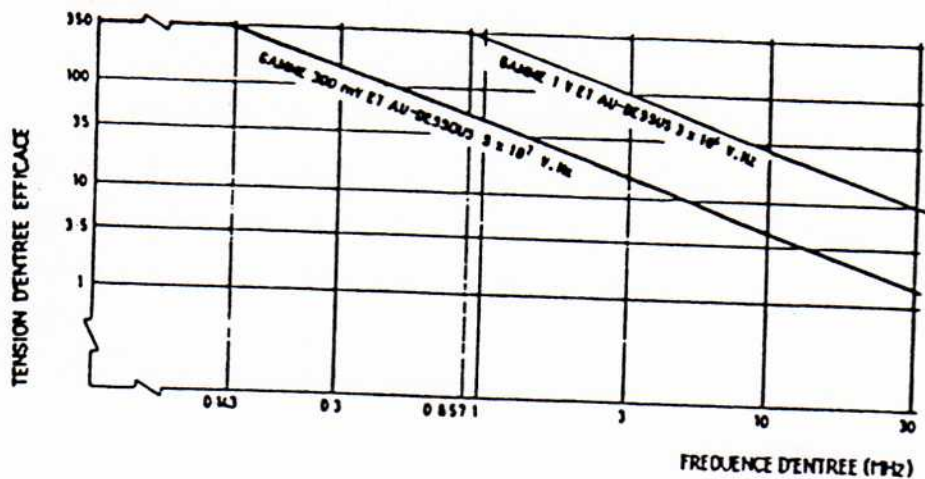


Figure T.S.1. Niveaux d'entrée efficaces maximaux.

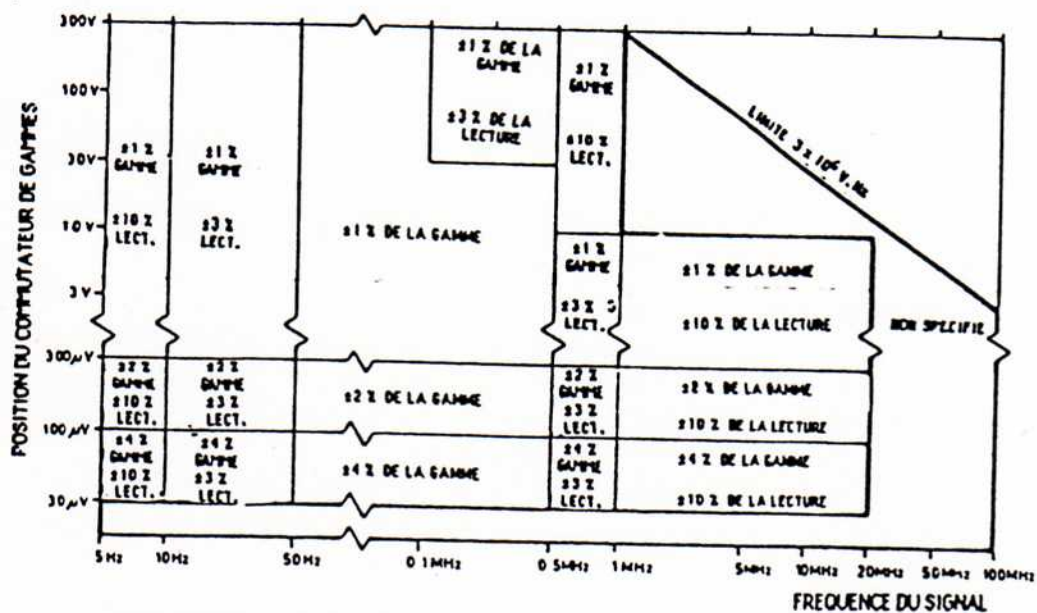


Figure T.S.2. Précision de la tension continue de sortie

Coefficient de température :	Une erreur de 0.04 % doit être ajoutée aux valeurs de la figure T.S.2. si l'appareil est utilisé à une température ambiante inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C.
Facteur de crête :	Pour les mesures de signaux rectangulaires ayant des facteurs de crête dépassant 4:1, une erreur de 0,5 % de la lecture doit être ajoutée aux valeurs de la figure T.S.2. Pour un signal provoquant une déflexion pleine échelle, le facteur de crête maximal admissible est 7. Le facteur de crête maximal admissible est inversement proportionnel à la déflexion. Lors de la mesure de signaux de formes complexes contenant des harmoniques de rang élevé, d'autres erreurs peuvent apparaître, dues à une proportion importante de l'énergie du signal qui ne peut être prise en compte, car hors de la bande de l'appareil.
Bruit résiduel :	Avec les entrées court-circuitées, le bruit résiduel est inférieur à 10 µV.
Non-linéarité :	La non-linéarité de l'appareil est maximale à la moitié de l'échelle et tombe à zéro pour le zéro et la pleine échelle. La non-linéarité maximale ne dépasse pas ±1 % de la valeur pleine échelle.
Echelles :	Les deux échelles de tension sont jaunes. Elles sont graduées de 0,1 à 1 et de 0,3 à 3, mais sont utilisables jusqu'à 1,1 et 3,5. La valeur la plus élevée indiquée correspond à la position du commutateur de gammes utilisée. L'échelle pour les dBm est blanche. Elle est graduée de +3 dBm à -12 dBm dans 600 Ω. La valeur totale est obtenue en ajoutant algébriquement la lecture de l'échelle à la position en dBm du commutateur de gammes utilisée.
Mesure du temps de réponse :	L'appareil donne une lecture avec la précision spécifiée deux secondes après l'application du signal à mesurer.
Sortie continue :	Une sortie continue pour voltmètre électronique externe est disponible sur une prise du panneau arrière.
Sensibilité de la sortie cont. :	1 V. correspond à un signal d'entrée donnant une lecture de 1 ou 3.16 suivant l'échelle utilisée.
Impédance de sortie :	1 kΩ ± 2 %

- Installation :** Cette option peut être installée par l'usine avant la livraison de l'appareil ou fournie en kit pour être montée par l'utilisateur.
- Possibilités :** Commande à distance des gammes par quatre lignes.
Commande de maintien de la sortie à moins de 1 % pendant trois secondes.
Deuxième sortie continue proportionnelle à la valeur efficace du signal d'entrée.
Connecteur BNC sur le panneau arrière en parallèle sur l'entrée du panneau avant.
- Isolement :** Les lignes de commande sont isolées par des photo-coupleurs .
- Alimentation :** Tension continue de 5 V sous 5 mA pour les photo-coupleurs.
- Connecteur :** Prise à 9 broches sur le panneau arrière pour l'entrée des lignes de commande. Un connecteur adapté (Cinch R43 81044 avec capuchon R43 81960, numéros de commande Racal-Dana 23-3214 et 23-3216), est fourni avec le kit.
- Niveaux logiques d'entrée :** *0* logique entre -15 V et +0,8 V.
1 logique entre +2,4 V et + 15 V.

DEUXIEME PARTIE

DESCRIPTION,

UTILISATION ET MAINTENANCE

CHAPITRE 1

GENERALITES

INTRODUCTION

1. Le 9300^F est un voltmètre électronique à large bande. Il permet de mesurer avec une précision exceptionnelle la tension efficace vraie des signaux ayant un facteur de crête élevé. Un zéro automatique spécial et des circuits d'annulation de bruit permettent les mesures jusqu'à 30 μ V efficaces.
2. L'appareil est léger et portable. Il fonctionne avec des tensions secteur de 90 à 132 V et de 198 V à 264 V.
3. La masse de l'entrée est isolée du châssis par deux diodes montées tête-bêche qui permettent une différence de tension $\pm 0,5$ V. Un commutateur permet de relier la masse au châssis si nécessaire.
4. L'indication donnée par l'appareil est analogique, mais une tension continue proportionnelle à la tension efficace mesurée est disponible sur une prise du panneau arrière et peut être utilisée pour lire la valeur efficace vraie sur un voltmètre numérique. Sa valeur est de +1 V pour un signal d'entrée amenant l'aiguille sur 1 ou 3.16 suivant l'échelle. La masse de la sortie est reliée à la masse de l'entrée ; cette masse est isolée du châssis mais le commutateur ISOLEE permet de la relier directement au châssis.

FACTEUR DE CRETE

5. Sur toutes les gammes, pour un signal donnant une déflexion pleine échelle, le facteur de crête maximal admissible est 7. Ceci croît en raison inverse de la déflexion. Des erreurs apparaîtront si le signal mesuré contient des harmoniques situés hors de la bande de l'appareil.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

6. Le circuit utilise une boucle de contre-réaction, contenant un système différentiel de multiplication du signal d'entrée et un intégrateur, pour produire une tension continue égale à la valeur efficace du signal mesuré. Les signaux injectés dans la boucle sont utilisés pour corriger l'erreur d'offset de sortie due aux offsets de l'entrée du multiplicateur, et pour annuler l'erreur de zéro due au bruit de l'entrée et aux offsets de l'entrée du multiplicateur. Le signal d'annulation de l'erreur de zéro est obtenu automatiquement en échantillonnant périodiquement la sortie pendant que la signal d'entrée est déconnecté.

COMMANDE A DISTANCE

7. Une interface optionnelle de commande à distance peut être fournie. Elle peut être installée en usine avant la livraison de l'appareil ou livrée sous forme de kit pour montage par l'utilisateur. Cette option permet la commande à distance de la gamme de mesure au moyen de quatre lignes isolées utilisant un codage binaire. Elle possède une sortie continue isolée qui, utilisée en conjonction avec une ligne HOLD (ligne de maintien), permet de maintenir une lecture pendant 3 secondes. Ces diverses possibilités permettent d'incorporer directement le 9300 dans les systèmes de test automatique.

MAINTENANCE

8. Il est vivement recommandé d'utiliser les services d'étalonnage et de maintenance des agences de Racal-Dana Instruments.

CHAPITRE 2

MISE EN SERVICE ET UTILISATION

ALIMENTATION SECTEUR

Réglage de la tension secteur

1. La sélection de la tension secteur s'effectue en changeant la position de la molette gravée située sur le panneau arrière, sous le fusible secteur. La tension sélectionnée peut être vue directement sur la face arrière.
2. Pour changer la tension secteur, procéder comme suit :
 - (a) Arrêter l'instrument et débrancher le cordon secteur.
 - (b) Dégager la plaque de protection vers le haut à l'aide d'un tournevis.
 - (c) Tourner la molette jusqu'à ce que la tension d'alimentation voulue soit en position.
 - (d) Mettre un fusible de la valeur voulue dans le support du fusible.
 - (e) Remettre la plaque de protection et s'assurer qu'elle est bien bloquée.
Rebrancher le cordon secteur.
 - (f) S'assurer que la tension sélectionnée est bien visible à l'arrière de l'appareil.

FUSIBLE SECTEUR

3. Vérifier que la valeur du fusible correspond à la tension secteur disponible. Le fusible, de type retardé, se présente sous la forme d'une cartouche en verre de 5 X 20 mm. Les numéros de commande pour les fusibles de rechange sont :

pour une tension secteur de 90 à 132 V, fusible 250 mA
pour une tension secteur de 198 V à 264 V, fusible 100 mA

4. Le cordon secteur doit être raccordé à une prise secteur adaptée en respectant le code des couleurs standard suivant :

	Européen	Américain
Phase	Brun	Noir
Neutre	Bleu	Blanc
Terre	Vert/Jaune	Vert

RACCORDEMENT D'UN AUTRE APPAREIL DE MESURE

5. Le 9300F fournit une tension continue proportionnelle à la valeur efficace du signal mesuré. Cette tension est disponible sur la prise sortie analogique du panneau arrière sur laquelle on peut raccorder un autre appareil de mesure. On doit se souvenir que la tension sur cette prise est de 1 V pour un signal d'entrée amenant l'aiguille sur 1 ou 3.16 suivant l'échelle utilisée, et qu'il est nécessaire d'apporter une conversion appropriée à la valeur indiquée par l'autre appareil de mesure. Si le 9300F est utilisé avec la masse de son entrée isolée de celle du châssis, l'entrée de l'autre appareil de mesure doit être également isolée.

DEMONTAGE DES PANNEAUX

AVERTISSEMENT : ON S'EXPOSE A DES TENSIONS ALTERNATIVES DANGEREUSES QUAND L'APPAREIL EST RACCORDE AU SECTEUR AVEC LES PANNEAUX ENLEVES.

- (a) Arrêter l'appareil et débrancher le cordon secteur.
- (b) Sur le dessus et le dessous de l'appareil, ôter les quatre vis qui fixent les capôts. Mettre l'appareil sur le côté et le pencher d'un côté puis de l'autre pour dégager les deux capôts.
- (c) Les panneaux sont remis en place de la manière inverse.

Préchauffage

11. Brancher l'appareil au secteur et mettre l'interrupteur secteur sur M. Vérifier que le voyant M/A est allumé. Un préchauffage de 10 minutes est nécessaire pour que les mesures atteignent le maximum de précision.

M/A Sélection d'une gamme

12. La gamme de mesure est sélectionnée au moyen du commutateur rotatif, GAMMES. Les mesures de tension sont effectuées sur l'échelle jaune correspondant à la gamme sélectionnée. Le nombre le plus élevé marqué sur l'échelle correspond à la tension indiquée par le bouton du commutateur.
13. Utiliser l'échelle blanche pour les mesures en dBm. Le niveau d'entrée en dBm est égal à la somme algébrique de la lecture et du nombre de dBm indiqué par le bouton du commutateur. 0 dBm correspond à 0,775 V eff.
14. On devra se souvenir que le facteur de crête maximal admissible du signal mesuré augmente quand la déflexion de l'aiguille diminue. Avec des signaux de facteur de crête élevé, la position la plus élevée du commutateur RANGE permettant une lecture précise devra être utilisée.

Raccordement des signaux à mesurer

15. Si le 9300F est équipé de l'interface de commande à distance, les signaux BF à mesurer seront branchés sur la prise ENTREE du panneau avant ou sur la prise CINCH du panneau arrière. L'impédance d'entrée est de $1\text{ M}\Omega$ en parallèle sur 95 pF. Les signaux HF seront branchés sur la prise CINCH et la prise entrée du panneau avant sera munie d'une charge de 50Ω . La prise CINCH présentera alors une charge de 50Ω . Ceci doit être fait même si l'appareil n'est pas utilisé en commande à distance.
16. Si le 9300F n'est pas équipé de l'interface, ou si la prise CINCH n'a pas été reliée à la prise ENTREE du panneau avant (voir le paragraphe 9 (f)), le signal à mesurer sera branché directement à cette dernière. L'impédance d'entrée est de $1\text{ M}\Omega$ en parallèle sur 40 pF. Les signaux HF entreront sur la prise ENTREE via un té dont l'autre branche sera munie d'une charge de 50Ω .

Isolément de la masse

17. L'appareil peut fonctionner avec la masse de l'entrée et de la sortie isolée du châssis en positionnant le commutateur ISOLEE sur ISOLEE. La différence de tension autorisée est de $\pm 0,5$ V.

NOTE : On doit se souvenir que les seuls branchements possibles avec la masse isolée du châssis sont ceux effectués sur les prises ENTREE prise CINCH, sortie DC et sur la sortie continue de la fiche 9 broches.

Commande à distance

18. Pour fonctionner en commande à distance, positionner le commutateur de gamme sur TELECOMMANDE.

DESCRIPTION DES COMMANDES, INDICATEURS ET CONNECTEURS

Organes du panneau avant

19. Commutateur M/A : Applique la tension secteur.
- Voyant M/A : Ce voyant à DEL est allumé quand l'appareil relié au secteur et mis sur M.
- Galvanomètre : A cadre mobile. Donne une indication analogique de la valeur efficace du signal mesuré. Est muni de trois échelles.
Deux échelles de tension (jaunes), correspondant aux tensions indiquées sur le commutateur de gamme.
Une échelle en dBm (blanche) graduée de +3 dBm à -12 dBm dans 600 Ω . La valeur totale en dBm est obtenue en ajoutant algébriquement la lecture de l'échelle au nombre de dBm indiqué par le commutateur de gamme.
- Commutateur GAMMES : Permet de sélectionner une des 14 bandes d'un demi-octave ou la télécommande. Si cette dernière est sélectionnée et si l'appareil n'est pas muni de l'interface correspondante, l'échelle 300 V est sélectionnée.

Commutateur ISOLEE : Ce commutateur est ouvert dans la position ISOLEE, les embases des prises BNC ENTREE et SORTIE DC (masse des signaux) sont alors isolées du châssis. Quand le commutateur est fermé, cette masse est reliée au châssis. Ce commutateur commande aussi l'isolement de la prise CINCH et de la sortie continue de la prise 9 broches quand l'interface de commande à distance est installée.

Prise ENTREE:

Prise BNC d'entrée du signal à mesurer.
Son impédance est égale à :

- (1) 1 M Ω en parallèle sur 30 pF pour les gammes 1 V et supérieures.
- (2) 1 M Ω en parallèle sur 40 pF pour les gammes 300 mV et inférieures.

La prise CINCH de l'interface de commande à distance ajoute 45 pF à ces valeurs.

NOTE : Avec l'option interface de communication installée, les signaux à mesurer seront branchés à la prise CINCH du panneau arrière. La prise ENTREE du panneau avant devra être chargée par 50 Ω pour que l'impédance présentée soit de 50 Ω .

Organes du panneau arrière

20. Prise CINCH : Prise existant uniquement si l'option interface de commande à distance est installée. Elle est câblée en parallèle sur la prise ENTREE du panneau avant.

NOTE : Quand cette prise existe, elle doit être utilisée de préférence à celle du panneau avant pour la mesure des signaux HF. La prise ENTREE du panneau avant devra être chargée par 50 Ω pour que l'impédance présentée soit de 50 Ω .

Prise de commande à distance :	Cette prise à 9 broches est présente uniquement si l'option interface de commande à distance est installée. Elle permet le raccordement des quatre lignes de commande, de la ligne de maintien, de la masse et du +5V pour l'alimentation des photo-coupleurs. Deux lignes, branchées en parallèle sur la prise SORTIE DC fournissent une tension continue proportionnelle à la valeur efficace du signal mesuré.
Fusible secteur :	Fusible retardé en cartouche de verre de 5 x 20 mm
Sélecteur de la tension secteur :	Permet de choisir entre quatre valeurs de tension secteur. La tension sélectionnée est visible à l'arrière de l'appareil.
Entrée secteur :	L'entrée secteur est filtrée. Aucun autre filtrage extérieur n'est nécessaire.
SORTIE DC :	Délivre une tension continue proportionnelle à la valeur efficace du signal mesuré. Le niveau est de +1 V pour un signal d'entrée donnant une lecture de 1 ou 3.16 suivant la gamme utilisée.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

INTRODUCTION

1. Se référer au schéma synoptique de la figure 3.1 pour suivre les explications des principes de fonctionnement données dans ce chapitre. Les descriptions détaillées des circuits utilisés sont données au chapitre 4. Les schémas des circuits, l'implantation des composants et la liste des pièces détachées sont regroupés dans la troisième partie de cette notice.

CHANGEMENT DE GAMME

2. Une série d'atténuateurs commutés par relais peuvent être insérés dans l'entrée de l'appareil pour permettre au signal mesuré d'attaquer le multiplicateur avec le niveau convenable. Ces atténuateurs (60 dB, 40 dB, 20 dB et 10 dB) permettent une atténuation de 0 dB à 130 dB par bonds de 10 dB. L'insertion des atténuateurs est commandée par le commutateur GAMES ou par des signaux provenant de l'interface de commande à distance, si elle existe. Quand aucun atténuateur n'est inséré dans l'entrée, l'appareil donne une indication pleine échelle pour un niveau de 100 μ V sur la prise ENTREE Ainsi, les niveaux d'entrée, pour une indication pleine échelle, vont de 100 μ V à 316 V.

BOUCLE DE CONTRE-REACTION

3. Les éléments fondamentaux de la boucle de contre-réaction sont le multiplicateur différentiel, l'intégrateur, l'amplificateur et l'inverseur. Si V_{ox} et V_{oy} sont les signaux d'offset de l'entrée et V_n le signal de bruit, et si on néglige les signaux de correction injectés dans la boucle, les signaux entrant dans le multiplicateur sont $V_S + V_R$ et $V_S - V_R$, dans lesquels V_S est le signal à mesurer et V_R la tension continue de sortie.

La sortie du multiplicateur, V_o , est

$$\begin{aligned} V_o &= (V_S + V_R)(V_S - V_R) \\ &= V_S^2 - V_R^2 \end{aligned}$$

4. La sortie du multiplicateur est appliquée à l'intégrateur, dont la sortie est le niveau moyen de l'entrée, $\sqrt{V_S^2 - V_R^2}$. Si l'amplificateur a un gain de A, sa sortie est $A \sqrt{V_S^2 - V_R^2}$.

et

$$\begin{aligned} \therefore V_R &= A \sqrt{V_S^2 - V_R^2} \\ \frac{V_R}{A} &= \sqrt{V_S^2 - V_R^2} \end{aligned}$$

5. Si le gain de l'amplificateur est important, V_R/A tend vers zéro une fois la boucle établie, quand

$$\overline{V_S^2} = \overline{V_R^2}$$

Comme V_R est une tension continue, $\overline{V_R^2} = V_R^2$ et

$$V_R = \sqrt{\overline{V_S^2}} \text{ est la valeur efficace de } V_S.$$

6. Si V_S est représentée par $V \sin \omega t$, la sortie du multiplicateur est égale à

$$\begin{aligned} V_S^2 - V_R^2 &= V^2 \sin^2 \omega t - V_R^2 \\ &= \frac{V^2(1 - \cos 2\omega t) - V_R^2}{2} \end{aligned} \quad (1)$$

La valeur moyenne de $V^2 \cos 2\omega t$ est zéro, aussi la sortie de l'intégrateur est

$$\begin{aligned} \overline{V_S^2 - V_R^2} &= \frac{\overline{V^2} - V_R^2}{2} \\ \text{où } V_R &= \sqrt{\frac{\overline{V^2}}{2}} \text{ comme ci-dessus, si } A \text{ est grand.} \end{aligned}$$

L'expression (1) montre que pour chaque composante sinusoïdale du signal d'entrée, il existe une composante de fréquence double dans la sortie du multiplicateur.

7. Une analyse plus complète du fonctionnement de la boucle, tenant compte du bruit et des offsets d'entrée du multiplicateur est donnée en appendice à la fin de ce chapitre.

ANNULATION DU BRUIT ET DES OFFSETS

8. Le bruit du système, par rapport à l'entrée du multiplicateur, entraîne une erreur de zéro à la sortie de l'amplificateur. Ceci peut être corrigé en injectant un signal d'amplitude convenable dans la boucle. Ce signal est obtenu en déconnectant périodiquement le signal à mesurer, et en échantillonnant la sortie de l'amplificateur. Durant la période d'échantillonnage, la sortie du circuit échantillonneur est injectée dans la boucle, le système se stabilisant quand la sortie de l'amplificateur, et par conséquent l'entrée du circuit échantillonneur, passe par zéro. L'entrée de ce circuit est déconnectée de la sortie de l'amplificateur avant que le signal à mesurer soit connecté à nouveau, mais sa sortie reste connectée à la boucle pour annuler l'erreur de zéro pendant la période de mesure suivante.
9. Les offsets d'entrée du multiplicateur contribuent à l'erreur de zéro présente en sortie de l'amplificateur et y ajoutent un offset dont la grandeur est indépendante de la gamme utilisée. Ces deux effets peuvent être corrigés en injectant des signaux convenables dans la boucle. L'erreur de zéro de la sortie due aux offsets des entrées du multiplicateur est corrigée par le même circuit qui corrige l'erreur de zéro due au bruit, car c'est la combinaison de ces deux erreurs de zéro qui est appliquée au circuit échantillonneur pendant la période d'échantillonnage de la sortie.

L'offset de sortie ou aux offsets de l'entrée du multiplicateur est corrigé en injectant en permanence un signal, obtenu via un potentiomètre, qui est ajusté au cours de l'étalonnage du 9300F.

PERIODE D'ECHANTILLONNAGE

10. La période d'échantillonnage du système de correction de l'offset de zéro est commandée par un astable, et dure environ 1 ms toutes les secondes.

11. Au départ de chaque période, les actions suivantes se produisent :

- (1) La valeur de la sortie continue de la boucle est conservée dans un circuit échantillonneur-bloqueur pour maintenir la sortie à cette valeur pendant la période d'échantillonnage.
- (2) Le signal à mesurer est déconnecté de l'entrée du circuit de mesure. Cette déconnexion s'effectue après passage du signal dans l'atténuateur de 60 dB pour que la commutation se fasse à faible niveau, même si les signaux d'entrée sont forts. Une partie des circuits d'entrée de l'appareil n'est donc plus utilisée pendant l'échantillonnage, et un circuit simulant le bruit propre à ces circuits est alors introduit.
- (3) Le fonctionnement de l'intégrateur de boucle est suspendu.
- (4) La tension résiduelle en sortie de l'amplificateur est connectée au circuit échantillonneur-bloqueur.

12. A la fin de cette période, l'appareil revient au mode mesure.

INTERFACE DE COMMANDE A DISTANCE

13. Cette interface permet la commande à distance des gammes via quatre lignes de commande isolées par des photo-coupleurs. Les sorties des photo-coupleurs agissent sur les circuits de commande de l'atténuateur d'entrée via le commutateur de gamme du panneau avant qui doit être sur la position TELECOMMANDE.

14. Il existe une possibilité de maintien de la lecture . En appliquant un "1" logique à l'entrée appropriée, la tension de sortie demeurera constante, à moins de 1 %, pendant 3 secondes. Ceci est possible avec l'interface installée et même si le commutateur GAMES n'est pas sur TELECOMMANDE. La commande de cette possibilité est isolée par un photo-coupleur situé dans l'interface.

15. Une prise d'entrée et une prise de sortie supplémentaires sont prévues avec l'interface. La nouvelle entrée est câblée en parallèle sur la prise ENTREE du panneau avant et la nouvelle sortie sur la prise SORTIE DC du panneau arrière.

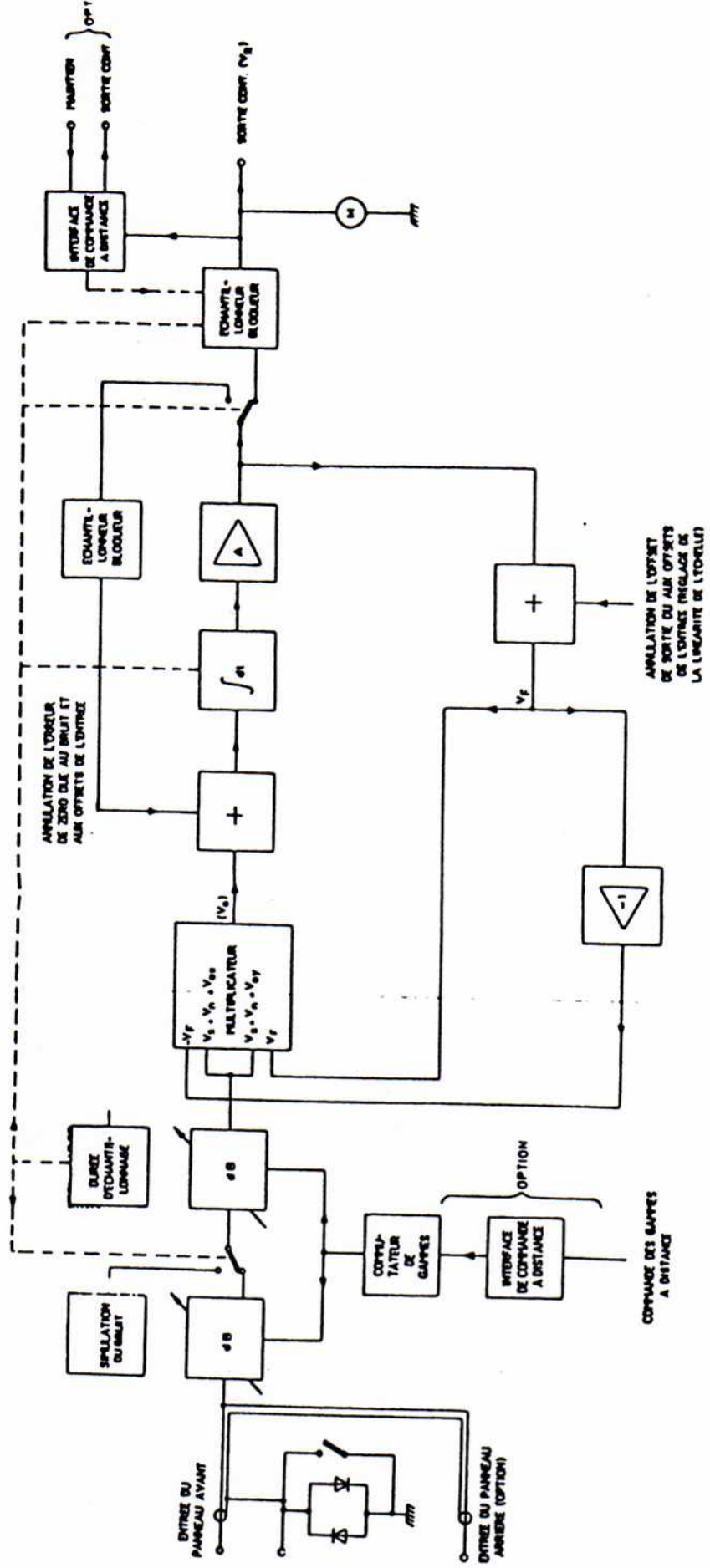


Figure 3.1 Schéma synoptique



FONCTIONNEMENT DE LA BOUCLE DE CONTRE-REACTION

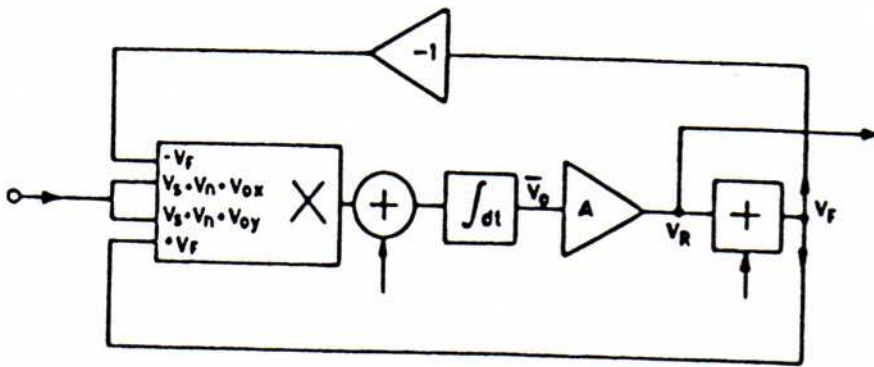


Figure 3.2 Boucle de contre-réaction

1. Le schéma de la figure 3.2 permet d'écrire :

$$\begin{aligned}
 V_0 &= [V_s + V_n + V_{ox} + V_F] [V_s + V_n + V_{oy} - V_F] \\
 &= [V_s + V_n + V_{ox}] [V_s + V_n + V_{oy}] - V_F [V_s + V_n + V_{ox}] + \\
 &\quad V_F [V_s + V_n + V_{oy}] - V_F^2 \\
 &= [V_s + V_n]^2 + [V_s + V_n] [V_{ox} + V_{oy}] + V_{ox} V_{oy} - \\
 &\quad V_F [V_{ox} - V_{oy}] - V_F^2
 \end{aligned}$$

$$\therefore \overline{V_0} = \frac{V_s^2 + V_n^2 + 2V_s V_n + [V_s + V_n] [V_{ox} + V_{oy}] + V_{ox} V_{oy} -}{V_F [V_{ox} - V_{oy}] - V_F^2}$$

zéro. Leur valeur moyenne est égale à

$$\therefore \overline{V_0} = \frac{V_s^2 + V_n^2 + V_{ox}V_{oy} - V_F[V_{ox} - V_{oy}] - V_F^2}{2}$$

Les valeurs moyennes peuvent être maintenant écrites sans la barre :

$$V_F = AV_0, \text{ et si } A \text{ est grand } V_0 \approx 0$$

$$\therefore V_F^2 + V_F[V_{ox} - V_{oy}] - [V_s^2 + V_n^2 + V_{ox}V_{oy}] = 0$$

$$\therefore V_F = \frac{-[V_{ox} - V_{oy}] \pm \sqrt{[V_{ox} - V_{oy}]^2 + 4[V_s^2 + V_n^2 + V_{ox}V_{oy}]}}{2}$$

$$= -\frac{V_{ox} - V_{oy}}{2}$$

$$\pm \frac{1}{2} \sqrt{4V_s^2 + 4V_n^2 + 4V_{ox}V_{oy} + V_{ox}^2 - 2V_{ox}V_{oy} + V_{oy}^2}$$

$$= -\frac{V_{ox} - V_{oy}}{2}$$

$$\pm \frac{1}{2} \sqrt{4V_s^2 + 4V_n^2 + V_{ox}^2 + 2V_{ox}V_{oy} + V_{oy}^2}$$

$$= -\frac{V_{ox} - V_{oy}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{4V_s^2 + 4V_n^2 + [V_{ox} + V_{oy}]^2}$$

$$= -\frac{V_{ox} - V_{oy}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{4 \left[V_s^2 + V_n^2 + \left[\frac{V_{ox} + V_{oy}}{2} \right]^2 \right]}$$

$$= -\frac{V_{ox} - V_{oy}}{2} \pm \sqrt{V_s^2 + V_n^2 + \left[\frac{V_{ox} + V_{oy}}{2} \right]^2}$$

Il est nécessaire que $V_R = \sqrt{V_s^2}$, ce qui peut être obtenu en ajoutant deux signaux de correction.

2. Le premier d'entre eux est une correction d'offset, $-\frac{V_{ox} - V_{oy}}{2}$ qui est

injectée dans la boucle de telle sorte que la valeur de V_R augmente pendant que V_F , signal renvoyé en contre-réaction au multiplicateur, reste le même. Un point d'injection convenable est montré sur la figure 3, indiqué par un rectangle marqué +. L'injection du signal de correction en ce point affecte les deux entrées de contre-réaction de manière égale, mais il est possible de ne l'appliquer que sur un seul trajet pour produire l'offset désiré entre les entrées du multiplicateur.

3. La correction étant apportée,

$$V_R = \sqrt{V_s^2 + V_n^2 + \left[\frac{V_{ox} + V_{oy}}{2} \right]^2}$$

L'expression $\sqrt{V_n^2 + \left[\frac{V_{ox} + V_{oy}}{2} \right]^2}$ représente l'erreur de zéro

qui apparaît quand V_s est égale à zéro. Ceci aussi peut être corrigé en injectant un signal dans la boucle. Un système automatique est utilisé pour déconnecter V_s et générer la correction nécessaire à partir de la valeur résiduelle de V_R . Ce signal de correction est injecté dans la boucle au point repéré ⊕.

CHAPITRE 4

DESCRIPTION TECHNIQUE

INTRODUCTION

1. Ce chapitre explique en détail le fonctionnement des divers circuits utilisés par le 9300F. Les principes de fonctionnement donnés au chapitre 3 doivent avoir été bien compris avant d'aborder l'étude de ce chapitre.
2. La majorité des circuits du 9300F sont montés sur le circuit imprimé 19-0980. Un circuit imprimé complémentaire, 19-1003, est utilisé pour l'interface de commande à distance. Les schémas, l'implantation des composants et la liste des pièces détachées sont regroupés dans la troisième partie de cette notice.

CIRCUIT D'ENTREE

3. La prise d'entrée est montée sur le panneau avant de l'appareil. Le signal est amené à la broche 7 du circuit imprimé par un câble coaxial. Le corps de la prise est relié à la masse du circuit imprimé (masse du signal) mais est isolé de celle du châssis par deux paires de diodes montées tête-bêche, contenues dans le pont D2. La masse du signal peut être mise à la masse du châssis, si nécessaire, en fermant le commutateur ISOLEE.

AMPLIFICATEUR A GAIN VARIABLE

5. Un amplificateur à gain variable permet de faire varier la sensibilité de l'appareil. Il est constitué d'un atténuateur et d'un amplificateur séparateur, suivis de quatre atténuateurs séparés par des amplificateurs à contre-réaction. Les atténuateurs sont insérés dans le trajet du signal au moyen de signaux de commande provenant du commutateur de gamme GAMES ou de l'interface de commande à distance, si celle-ci est installée. Les lignes de commande doivent passer à 0 V pour enlever un atténuateur du circuit.

Atténuateur 60 dB

6. La commutation de l'atténuateur 60 dB est assurée par les relais RLA, RLB et RLC. Quand l'appareil est à l'arrêt, tous les contacts des relais sont ouverts et l'entrée est en circuit ouvert. Quand l'appareil est en fonctionnement et que la ligne de commande de l'atténuateur 60 dB est portée à 15 V via R16, Q1 devient passant et bloque Q2. Ceci met RLA et RLC en position travail et RLB en position repos, et le signal passe à travers l'atténuateur. Quand la ligne de commande revient à 0 V, RLA et RLC reviennent en position repos, l'atténuateur est complètement isolé du trajet du signal, qui passe maintenant par RLB, R6, R7, et C8.

7. Le facteur de l'atténuateur aux hautes fréquences peut être ajusté par C3.

8. Le signal à mesurer est appliqué à l'amplificateur séparateur contenant Q5 et Q6 via le photo-coupleur IC1. Pendant la période de mesure, IC1 conduit. La variation de tension à l'entrée du photo-coupleur est limitée par les jonctions base/émetteur de Q3 et Q4, qui agissent comme des diodes zener à faible capacité ; ces jonctions sont reliées dos-à-dos et placées entre le fil du signal et le 0 V. C10 permet un réglage fin d'étalonnage aux hautes fréquences sur les bandes les plus sensibles.

Atténuateur 40 dB

9. L'atténuateur 40 dB est constitué de deux atténuateurs 20 dB commutés simultanément. Chaque atténuateur est suivi d'un étage amplificateur à contre-réaction.
10. La commutation de l'atténuateur 40 dB est effectuée par RLD et RLE. Quand la ligne de commande de cet atténuateur est portée à +15 V via R16, les trois transistors dans IC5 qui commandent les relais se mettent tous dans l'état passant. Les relais passent tous en position travail et les atténuateurs sont insérés dans le trajet du signal. Les transistors passent à l'état bloqué et remettent les relais en position repos, quand la ligne de commande est ramenée à 0 V.
11. La résistance variable R19 dans le premier atténuateur permet d'ajuster la valeur de l'atténuateur. La résistance variable R29 dans la ligne de contre-réaction du deuxième amplificateur permet d'ajuster le gain total de la chaîne signal lors des étalonnages.

Atténuateur 20 dB

12. L'atténuateur 20 dB fonctionne de la même manière qu'un des étages de l'atténuateur 40 dB. Sa commutation est assurée par RLF, qui est commandé par deux transistors de IC8. La réponse en fréquence de la chaîne de contre-réaction peut être réglée au moyen de C34, ce qui permet d'ajuster le gain de la chaîne signal aux fréquences élevées lors des étalonnages.

Atténuateur 10 dB

13. L'atténuateur 10 dB est formé par R62 et R63 à l'entrée de l'étage multiplicateur. La commutation est effectuée par RLG, qui est commandé par deux transistors de IC12.

BOUCLE DE CONTRE-REACTION

Multiplicateur

14. Le multiplicateur utilisé est du type à transconductance linéarisée. Son schéma est donné à la figure 4.1 de la page suivante.

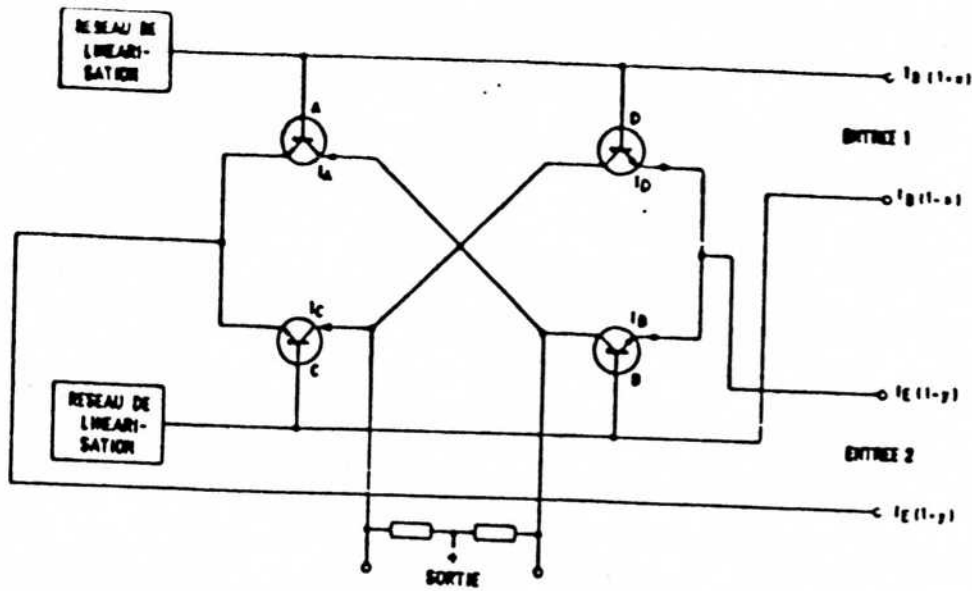


Figure 4.1 Multiplicateur

Les entrées sont les courants différentiels traversant les entrées 1 et 2. La propriété de ce circuit est que le rapport des courants collecteur en A et C et le rapport des courants collecteur en B et D sont les mêmes que le rapport des courants dans les réseaux de linéarisation. (La démonstration de cette propriété n'est pas du domaine de cette notice).

15. Si les courants à l'entrée 1 avec un signal nul sont I_B , les courants avec un signal $2x$ seront $I_B(1+x)$ et $I_B(1-x)$. Ces courants ont une différence, le signal $2x$, et un rapport, $1+x/1-x$. De la même manière, les courants à l'entrée 2 avec un signal $2y$ seront $I_E(1+y)$ et $I_E(1-y)$.

16. Les courants collecteur des transistors des multiplicateurs sont :

$$\begin{array}{l}
 I_A = \frac{1}{2} I_E (1+y)(1+x) \\
 I_C = \frac{1}{2} I_E (1+y)(1-x) \\
 I_D = \frac{1}{2} I_E (1-y)(1+x) \\
 I_B = \frac{1}{2} I_E (1-y)(1-x)
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} I_A \\ I_C \\ I_D \\ I_B \end{array}} \right\}
 \begin{array}{l}
 \text{Deux courants de somme} \\
 I_E(1+y) \text{ et de rapport} \\
 (1+x)(1-x) \\
 \\
 \text{Deux courants de somme} \\
 I_E(1-y) \text{ et de rapport} \\
 (1+x)(1-x)
 \end{array}$$

17. La sortie du multiplicateur est le courant différentiel à la sortie, donné par $(I_A + I_B) - (I_C + I_D)$, et égal à :

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{2} I_E [(1+y)(1+x) + (1-y)(1-x) - (1+y)(1-x) - (1-y)(1+x)] \\
 &= \frac{1}{2} I_E [1+x+xy+1-x-y+xy-1+x-y+xy-1+y-x+xy] \\
 &= \frac{1}{2} I_E \quad 4 \times y \\
 &= \frac{1}{2} I_E \quad 2x \cdot 2y
 \end{aligned}$$

Le courant de sortie différentiel est donc le produit des signaux d'entrée, corrigé par la valeur du courant de l'entrée 2 pour un signal nul.

18. Les transistors du multiplicateur sont contenus dans IC10. L'utilisation de transistors en boîtier plutôt que des éléments discrets permet d'obtenir des caractéristiques entre transistors plus serrées. IC10 est spécialement sélectionné pour obtenir le degré d'adaptation nécessaire. Les réseaux de linéarisation du multiplicateur sont formés par les transistors d'IC9. Ce C.I. est aussi spécialement sélectionné pour obtenir le degré d'adaptation nécessaire. Les jonctions base/émetteur de ces transistors servent de charge aux courants d'entrée venant des broches 8 et 14 de IC11. Elles réalisent une relation exponentielle entre les courants d'entrée et les tensions appliquées aux broches 4, 9, 2 et 6 qui compense les non-linéarités similaires dans les transistors de IC10.

19. Les entrées du multiplicateur sont attaquées par des transistors de IC11, pour former une paire d'amplificateurs différentiels. Une bonne adaptation de ces transistors est essentielle, et IC11 est spécialement sélectionné pour cela. Quand les signaux à mesurer ont un facteur de crête élevé, le signal différentiel à l'entrée des amplificateurs devient important et les crêtes du signal risquent d'être tronquées par les transistors, entraînant des non-linéarités. Cet effet est éliminé au moyen des diodes D8 et D9 qui conduisent quand le signal est important, réduisant la valeur de la résistance de couplage de l'émetteur et augmentant ainsi le gain de l'amplificateur.

Moyennage et trajet de la boucle de contre-réaction

20. La sortie du multiplicateur est amenée à l'amplificateur opérationnel IC6b. Pendant la période de mesure, Q9 est maintenu dans l'état de haute impédance, et la liaison via IC6a n'est pas établie. Par contre, Q10 est dans l'état de basse impédance établissant une liaison de contre-réaction via C41, de telle sorte que IC6b fonctionne en intégrateur, sa sortie étant la valeur moyenne de l'entrée alimentée par le multiplicateur.

21. La sortie de IC6b est renvoyée au multiplicateur par la broche 2 de IC11, après inversion par la broche 12. Les réseaux C47/R71 et C48/C75 permettent de maintenir ces entrées au niveau de la masse du signal.

22. La tension à injecter dans la boucle pour annuler l'effet de l'offset de l'entrée du multiplicateur est réglée par R73. Cette tension est injectée uniquement dans l'entrée de contre-réaction inversée.

GALVANOMETRE ET SORTIE CONTINUE

23. La tension en sortie de l'intégrateur IC6b est la valeur efficace du signal appliqué au multiplicateur. Elle est donc utilisée pour alimenter le galvanomètre et pour fournir une tension continue proportionnelle à la valeur efficace du signal mesuré.

24. La sortie de l'intégrateur passe par Q11, qui est dans l'état de basse impédance pendant la période de mesure, et charge C49. Le potentiel de C49 est transmis à l'amplificateur suiveur IC6c dont la sortie alimente le galvanomètre via R83 et R82. R82 permet d'ajuster la sensibilité du galvanomètre.

25. La sortie de IC6c est également appliquée au diviseur de tension R84/R85 dont la sortie alimente la prise SCRTIE DC du panneau arrière. Si l'interface de commande à distance est installée, une sortie supplémentaire de la tension continue est disponible sur deux broches du connecteur de commande à distance. Ces sorties continues sont données par rapport à la masse du signal. Le commutateur ISOLEE permet d'isoler ou non la masse du signal de la masse du châssis.

ZERO AUTOMATIQUE

26. Pendant la période d'échantillonnage de 1 ms toutes les secondes, l'erreur de zéro du système, due au bruit et aux offsets des entrées du multiplicateur, est utilisée pour générer un signal de correction. Ce signal est maintenu et injecté dans le système pendant la période de mesure suivante pour annuler l'erreur de zéro.
27. La durée de la période d'échantillonnage est commandée par un circuit d'horloge astable comprenant IC7a. Quand la sortie de IC7a est au niveau haut, C36 se charge lentement via R45 jusqu'à ce que la broche 2 soit plus positive que la broche 3. Quand cette sortie est commutée au niveau bas, la broche 3 de IC7a devient négative par rapport à la broche 2. Une décharge rapide de C36 s'effectue alors via D1 et R46, et la tension de la broche 2 chute, se rapprochant de celle de la broche 3. Quand la broche 2 est devenue plus négative que celle de la broche 3, la sortie de IC7a et la broche 3 sont commutées à nouveau au niveau haut, et le cycle recommence.
28. La sortie de l'horloge est appliquée à l'entrée inverseuse de IC7a et à l'entrée non inverseuse de IC7d. Les sorties sont des impulsions de 1 ms, positives au point test 11 et négatives au point test 5. Quand la période d'échantillonnage de 1 ms commence, les actions suivantes se produisent :
- (1) La sortie vers le galvanomètre et la sortie continue sont déconnectées de la sortie de l'intégrateur quand Q11 passe à l'état de haute impédance. Comme l'entrée de IC6c est à haute impédance, la charge de C49 ne varie pas beaucoup pendant 1 ms, et la lecture du galvanomètre ainsi que la sortie continue sont maintenues pendant la durée de la période d'échantillonnage.
 - (2) Le photo-coupleur IC1 passe à l'état de haute impédance, déconnectant le signal à mesurer. Le photo-coupleur IC2 passe à l'état de basse impédance, connectant au circuit le bruit généré en C12, C11 et R11. Ceci compense la baisse du bruit dû à la déconnexion du circuit entre l'entrée du signal et IC1.
 - (3) L'intégration normale produite par IC6b est arrêtée par Q10 passé à l'état de haute impédance.
 - (4) Le signal résiduel en sortie de IC6b est connecté à l'intégrateur IC6a quand Q9 est commuté à l'état de basse impédance. La sortie de IC6a est ramenée à IC6b, et produit un offset d'entrée qui réduit la tension au point test 10 à une valeur proche de 0 V. Quand la tension en ce point atteint 0 V, l'action d'intégration de IC6a cesse.

27. L'impulsion négative en sortie de IC7d met Q7 dans l'état de haute impédance, insérant C43 dans le trajet du signal. Ceci entraîne un effet de filtre passe-haut, laissant passer toutes les fréquences du spectre de bruit de l'appareil, sauf les plus basses, vers l'entrée de la boucle de contre-réaction, et réduisant rapidement à zéro les tensions des fréquences basses.

29. A la fin de la période d'échantillonnage le système repasse dans le mode mesure. L'entrée de IC6a est déconnectée du signal car Q9 revient à l'état de haute impédance, mais la tension de correction de l'erreur de zéro à la sortie de IC6a reste connectée à l'entrée de IC6b. Ceci permet la correction du zéro pendant la période de mesure.

PREVENTION DU BLOCAGE DE LA BOUCLE

30. Lors du fonctionnement de l'appareil sans signal à l'entrée, la sortie de IC6b a tendance à devenir de plus en plus négative. Cet effet est cumulatif et si on lui permettait de continuer, la boucle de contre-réaction serait complètement bloquée. Mais la diode D7 polarisée par IC6b ouvre, quand elle devient négative, la liaison vers la boucle de contre-réaction. Au même moment, la diode grille/canal de Q8 conduit, permettant au circuit de zéro automatique de fonctionner et de corriger la dérive indésirable.

OPTION INTERFACE DE COMMANDE A DISTANCE

31. L'interface de commande à distance permet de commander les atténuateurs déterminant les gammes au moyen de signaux externes arrivant sur un connecteur du panneau arrière. Ces signaux sont ensuite amenés sur le circuit imprimé additionnel 19-1003, en SK5. Chaque ligne est appliquée à un photo-coupleur, qui passe à l'état de basse impédance quand la tension du signal externe devient inférieure au niveau logique TTL "0". Cette opération relie la ligne interne associée au 0 V en SK4, ce qui retire l'atténuateur correspondant du trajet du signal, lorsque le commutateur **GAMMES** est sur la position **TELECOMMANDE**.

32. Le raccordement d'une ligne externe de commande de maintien de la lecture est prévu. Quand cette ligne est au niveau logique TTL "0", la ligne de commande interne est à -15 V. Cette tension est appliquée à la broche 3 de SK3 du circuit imprimé principal entraînant le passage de Q11 à l'état de haute impédance. La charge de C49, et par conséquent l'indication du galvanomètre et les sorties continues, est maintenue à moins de 1 % pendant trois secondes, quelles que soient les variations du signal d'entrée.

33. L'interface fournit une sortie continue supplémentaire. Le signal est pris sur les broches 1 et 2 du circuit imprimé principal et passe par les selfs de choc du circuit imprimé 19-1003 avant d'arriver sur la prise de commande à distance du panneau arrière.

34. Une prise d'entrée supplémentaire, SK6, câblée en parallèle sur la prise **ENTREE** du panneau avant (câble coaxial 50 Ω), peut être montée sur le panneau arrière.

CHAPITRE 5

MAINTENANCE

INTRODUCTION

1. Ce chapitre est divisé en trois parties qui décrivent :
 - (1) La procédure à suivre pour le réglage des circuits de mesure : ce réglage doit être effectué après chaque réparation de l'appareil ou quand les performances obtenues ne sont plus conformes aux spécifications.
 - (2) Des tests permettant de vérifier que les performances de l'appareil sont conformes aux spécifications.
 - (3) Des instructions pour le démontage et le remontage de l'appareil afin de pouvoir effectuer les réglages et les réparations éventuelles.
2. La liste des appareils de mesure nécessaires à la maintenance du 9300F est donnée au tableau 3. Les procédures de réglage pourront être quelque peu différentes si l'appareillage de mesure utilisé n'est pas le même que celui indiqué.

PROCEDURE DE REGLAGE

Introduction

3. S'assurer que le 9300Fa été correctement préparé suivant les instructions données au chapitre 2. Les tests de vérification décrits aux paragraphes 4 à 16 devront être effectués dans l'ordre donné avant d'effectuer le réglage des circuits de mesure décrit au paragraphe 17.

Vérification de l'isolement

4. Appareils de mesure nécessaire :

<u>Appareil</u>	<u>Tableau 3, appareil n°</u>
Multimètre	1

5. Débrancher le cordon secteur de l'arrivée secteur. S'assurer que la fiche du cordon secteur est bien enfoncée dans la prise secteur du panneau arrière. Régler le multimètre pour mesurer 50 k Ω , et le brancher pour mesurer la résistance entre le fil de terre du cordon secteur et le corps de la prise ENTREEdu panneau avant.

TABLEAU 3

Appareillage de mesure nécessaire

N°	Description Type préférentiel	Spécification
1	Multimètre RACAL DANA 4008	Mesure des composants.
2	Variac	Rapport de transformation de 0:1 à 1,5:1
3	Voltmètre numérique digital RACAL DANA 5007	15 V cont. avec résolution de 10 mV. 100 mV à 1,005 V cont. avec une résolution de 1 mV et $\pm 0,05\%$ de précision.
4	Millivoltmètre HF Racal-Dana 9301	Lecture en efficace vrai, avec sonde, isolateur de sonde et adaptateur isolateur pour prise BNC. Lit 1 V pour toutes les fréquences entre 30 et 100 MHz.
5	Voltmètre Efficace Vrai	Lecture en efficace vrai. Précision connue à $\pm 0,1\%$ pour les tensions de 10 V, 31,62 V, 100 V et 316,2 V à la fréquence de 50 Hz.
6	Voltmètre RACAL DANA 5002	Lecture en efficace vrai pour des signaux ayant un facteur de crête de 7.
7	Générateur de signaux Racal-Dana 9084	Gamme de 1 kHz à 100 MHz. Niveau de sortie entre 0,3 mV et 1 V.
8	Oscilloscope	Largeur de bande : 20 MHz Sensibilité X : 5 μ s/cm Sensibilité Y : 50 mV/cm
9	Générateur d'impulsions 9605	Largeur d'impulsion de 500 μ s à 20 μ s à une fréquence de répétition de 1 kHz. Amplitude d'impulsion de 200 mV à 7 V crête-à-crête.
10	Charge	Charge de passage 50 Ω , BNC
11	Court-circuit	BNC
12	Té	50 Ω , BNC
13	Alimentation RACAL DANA 9232	+5 V cont.

6. (1) Mettre le commutateur ISOLEE sur la position ISOLEE. Vérifier que la résistance indiquée par le multimètre est supérieure à 50 k Ω .
 - (2) Régler le multimètre pour mesurer des résistances de 1 Ω . Mettre le commutateur ISOLEE sur la position terre et vérifier que la résistance indiquée ne dépasse pas 1 Ω .
 - (3) Répéter (1) et (2), en faisant la mesure entre la terre du secteur et la prise INPUT du panneau arrière, si elle existe.
7. Débrancher le multimètre. Le commutateur ISOLEE doit rester sur la position ISOLEE pour les autres procédures.

Mesure des résistances du transformateur d'alimentation

8. Appareils de mesure utilisés :

Appareil

Tableau 3, appareil n°

Multimètre

1

9. Régler le multimètre pour mesurer des résistances comprises entre 75 Ω et 410 Ω , et le brancher pour mesurer la résistance entre la phase et le neutre du cordon secteur.

10. (1) Mettre l'interrupteur secteur sur M.

- (2) Sélectionner l'une après l'autre chaque gamme de tension secteur comme il est indiqué au paragraphe 2 du chapitre 2. Vérifier que la résistance indiquée par le multimètre pour chacune des gammes contient dans les limites données au tableau 4. S'assurer que la résistance pour la position 120 V est plus grande que pour la position 100 V.

- (3) Remettre en service la gamme correspondant au secteur disponible. Débrancher le multimètre et mettre l'interrupteur secteur sur A.

TABLEAU 4

Mesure des résistances du transformateur d'alimentation

Tension secteur	Résistance
100 V	60 Ω A 75 Ω
120 V	60 Ω A 75 Ω
220 V	260 Ω A 295 Ω
240 V	260 Ω A 295 Ω

Vérification des alimentations

Appareils de mesure utilisés :

<u>Appareil</u>	<u>Tableau 3, appareil n°</u>
Multimètre	1
Variac	2
Voltmètre numérique	3

12. Enlever les panneaux de l'appareil comme il est indiqué au paragraphe 6 du chapitre 2.

13. Utiliser le multimètre pour vérifier que la résistance entre la masse du signal (corps de la prise ENTREE du panneau avant) et les points suivants n'est pas inférieure à 1 k Ω (brancher le fil de la source de courant à un conducteur positif du circuit mesuré) :

(1) point test 1 sur le circuit imprimé 19-0980 (arrivée du +15 V).

(2) point test 2 sur le circuit imprimé 19-0980 (arrivée du -15 V).

14. Brancher le cordon secteur à la sortie du variac. Régler celui-ci pour un rapport 1:1 et brancher le variac au secteur.

15. (1) Mettre l'interrupteur secteur sur M Vérifier que le voyant M/A s'allume.

(2) Régler le voltmètre numérique pour mesurer 15 V continus. Vérifier que la tension au point 1 est comprise entre +14,25 V et +15,75 V, et que la tension au point 2 est comprise entre -14,25 V et -15,75 V par rapport à la masse du signal. Noter la valeur de la tension mesurée à chaque point test.

(3) Régler le variac pour augmenter sa sortie de 12 %. Vérifier que les tensions d'alimentation n'ont pas varié de plus de 150 mV par rapport aux tensions notées en (2).

(4) Répéter le point (3) avec la sortie du variac réduite de 12 %.

16. Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher les appareils de test. Débrancher le 9300 du variac, et le raccorder au secteur.

Réglage des circuits de mesure

17. Appareils de mesure utilisés :

<u>Appareil</u>	<u>Tableau 3, appareil n°</u>
Voltmètre numérique	3
Générateur de signaux	7
Charge 50 Ω	10
Té BNC	12

NOTE : Le réglage des circuits de mesure doit être effectué à une température ambiante comprise entre 21 °C et 25 °C. Une période de préchauffage de 30 minutes doit être observée avant de commencer ces réglages.

18. Brancher le voltmètre numérique à la prise SORTIE DC du panneau arrière. Pour les appareils munis d'une prise INPUT sur le panneau arrière, brancher le générateur de signaux à cette prise et charger la prise ENTREE du panneau avant par 50 Ω . Pour les autres appareils, mettre un té sur la prise INPUT du panneau avant et y brancher le générateur et la charge 50 Ω .
19. (1) Régler le zéro mécanique du galvanomètre du 9300.
(2) Mettre l'interrupteur secteur sur M, et sélectionner la gamme 3 mV.
(3) Régler le générateur pour une sortie de 3,162 mV à 1 kHz (-50 dBV).
(4) Ajuster R29 pour obtenir une lecture comprise entre 999 mV et 1.001 V sur le voltmètre numérique.
(5) Régler le générateur pour une sortie de 0,3162 mV (-70 dBV).
(6) Ajuster R73 pour obtenir une lecture comprise entre 99 mV et 101 mV sur le voltmètre numérique.
(7) Répéter les points (3) et (6) en terminant par R29, pour que les valeurs données par le voltmètre numérique soient dans les limites pour les deux niveaux.
(8) Avec un signal d'entrée de 3,162 mV (-50 dBV), ajuster R82 pour obtenir une lecture de 3,162 (1.0) sur le 9300.
(9) Régler le générateur pour une sortie de 3,162 mV à 100 kHz (-50 dBV). Ajuster C10 pour obtenir une lecture comprise entre 999 mV et 1.001 V sur le voltmètre numérique.
(10) Mettre le commutateur GAMES sur 100 mV. Régler le générateur pour une sortie de 100 mV (-20 dBV) à 1 kHz. Ajuster R19 pour obtenir une lecture comprise entre 999 mV et 1,00 V sur le voltmètre numérique.
(11) Mettre le commutateur GAMES sur 1 V. Régler le générateur pour une sortie de 1 V (0 dBV) à 100 kHz. Ajuster C3 pour obtenir une lecture comprise entre 999 mV et 1,00 V sur le voltmètre numérique.
(12) Régler le générateur pour une sortie de 3,162 mV (-50 dBV) à 20 MHz. Mettre le commutateur GAMES sur 3 mV. Ajuster C34 pour obtenir une lecture comprise entre 998 mV et 1,002 V sur le voltmètre numérique.
20. Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher les appareils de mesure. Remettre en place les panneaux de l'appareil et effectuer les tests de performances décrits aux paragraphes 21 à 48.

TESTS DE PERFORMANCES

Bruit résiduel

21. Appareils de mesure utilisés :

Appareil

Tableau 3, appareil n°

Fiche de court-circuit

11

22. (1) Brancher le court-circuit BNC sur la prise ENTREE du panneau avant.
- (2) Mettre l'interrupteur secteur sur M et passer sur la gamme 0,1 mV.
- (3) Vérifier que l'indication du galvanomètre ne dépasse pas 10 μ V.
- (4) Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher le court-circuit.

Vérification de la linéarité du galvanomètre et de ses échelles

23. Appareils de mesure utilisés :

Appareil

Tableau 3, appareil n°

Voltmètre numérique	3
Générateur de signaux	7

24. Brancher le voltmètre numérique à la sortie SORTIE DC du 9300F.
Brancher le générateur de signaux à l'entrée ENTREE du panneau avant. Le régler pour une sortie de 3,162 mV (-50 dBV) à 1 kHz.

25. (1) Mettre l'interrupteur secteur sur M
- (2) Vérifier que le voltmètre numérique donne une indication comprise entre 999 mV et 1,001 V.
- (3) Régler le générateur pour les sorties indiquées au tableau 5 en vérifiant à chaque fois que les indications du voltmètre numérique sont comprises dans les limites données dans le tableau.
- (4) Régler le générateur pour les sorties indiquées au tableau 6. Régler ensuite le niveau de sortie pour obtenir l'indication appropriée sur le galvanomètre. Vérifier à chaque fois que les indications du voltmètre numérique sont contenues dans les limites données.

TABLEAU 5

Vérification de la linéarité des échelles

Sortie du générateur de signaux	Indication du voltmètre numérique
2,846 mV	899 mV à 901 mV
2,529 mV	798 mV à 802 mV
2,213 mV	697 mV à 703 mV
1,897 mV	597 mV à 603 mV
1,581 mV	497 mV à 503 mV
1,265 mV	397 mV à 403 mV
0,949 mV	297 mV à 303 mV

TABLEAU 6

Vérification de la linéarité du galvanomètre

Sortie du générateur de signaux	Galvanomètre du 9300 lecture (éch. 1 à 10)	Indication du voltmètre numérique
2,846 mV	0,9	898 mV à 902 mV
2,530 mV	0,8	796 mV à 804 mV
2,214 mV	0,7	694 mV à 706 mV
1,897 mV	0,6	592 mV à 608 mV
1,581 mV	0,5	490 mV à 510 mV
1,265 mV	0,4	392 mV à 408 mV
0,949 mV	0,3	294 mV à 306 mV

Vérification de la calibration

27. Appareils de mesure utilisés :

<u>Appareil</u>	<u>Tableau 3, appareil n°</u>
Voltmètre numérique	3
Générateur de signaux	7

28. Brancher le voltmètre numérique à la sortie SORTIE DC.
Brancher le générateur de signaux à l'entrée ENTREEdu panneau avant.

29. Sélectionner chaque position du commutateur GAMES Pour chacune d'elles, régler la sortie du générateur aux fréquences et niveaux indiqués au tableau 7 et vérifier que l'indication du voltmètre entre dans les tolérances données.

30. Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher les appareils de mesure.

Vérification de la calibration en large bande

31. Appareils de mesure utilisés :

<u>Appareil</u>	<u>Tableau 3, appareil n°</u>
Voltmètre numérique	3
Générateur de signaux	7
Charge 50 Ω	10
Té BNC	12

TABEAU 7

Vérification de la calibration

Gamme du 9300	Générateur de signaux		Indication du voltmètre numérique
	Fréquence	Sortie	
0,1 mV	50 Hz	0,0316 mV	276 mV à 370 mV
0,1 mV	50 Hz 1 kHz 500 kHz	0,1 mV	961 mV à 1,044 V
0,3 mV	500 kHz 1 kHz 50 Hz	0,316 mV	981 mV à 1,019 V
1 mV	50 Hz 1 kHz 500 kHz	1 mV	991 mV à 1,009 V
3 mV	500 kHz 1 kHz 50 Hz	3,16 mV	991 mV à 1,009 V
10 mV	50 Hz 1 kHz 500 kHz	10 mV	991 mV à 1,009 V
30 mV	500 kHz 1 kHz 50 Hz	31,6 mV	991 mV à 1,009 V
100 mV	50 Hz 1 kHz 500 kHz	100 mV	991 mV à 1,009 V
300 mV	500 kHz 1 kHz 50 Hz	316 mV	991 mV à 1,009 V
1 V	50 Hz 1 kHz 500 kHz	1 V	991 mV à 1,009 V
3 V	500 kHz 1 kHz 50 Hz	3,16 V	991 mV à 1,009 V

32. Brancher le voltmètre numérique à la prise SORTIE DC du 9300F. Pour les appareils munis d'une prise ENTREE sur le panneau arrière, brancher le générateur de signaux à cette prise et charger la prise ENTREE du panneau avant par 50 Ω . Pour les autres appareils, mettre un té sur la prise du panneau avant et y brancher le générateur et une charge 50 Ω .
33. Sélectionner les positions du commutateur GAMMES indiquées au tableau 8. Pour chacune d'elles, régler la sortie du générateur aux fréquences et niveaux indiqués et vérifier que l'indication du voltmètre numérique entre dans les tolérances données.

TABLEAU 8

Vérification de la calibration en large bande

Gamme du 9300	Générateur de signaux		Indication du voltmètre numérique
	Fréquence	Sortie	
100 mV	5 Hz	100 mV	900 mV à 1,1 V
	10 Hz		964 mV à 1,036 V
	1 MHz		964 mV à 1,036 V
	10 MHz		900 mV à 1,1 V
	20 MHz		900 mV à 1,1 V
1 V	1 MHz	1 V	900 mV à 1,1 V
	10 MHz		
	20 MHz		

34. Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher les appareils de mesure.

Vérification de la calibration des tensions élevées et de la surcharge de l'entrée

35. Appareils de mesure utilisés :

<u>Appareil</u>	<u>Tableau 3, appareil n°</u>
Variac	2
Voltmètre numérique	3
Voltmètre	5
Té BNC	12

36. Brancher les appareils de mesure comme indiqué à la figure 5.1. Le voltmètre numérique doit être connecté à la sortie continue du voltmètre. Régler la sortie du variac à zéro. Sélectionner la gamme 10 V sur le voltmètre et le 9300F. Sélectionner la gamme 1 V sur le voltmètre numérique.

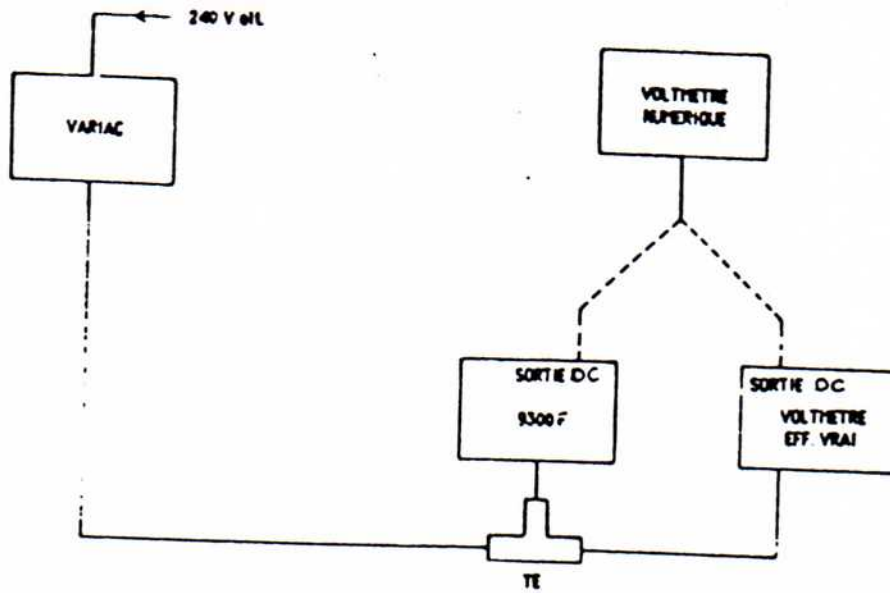


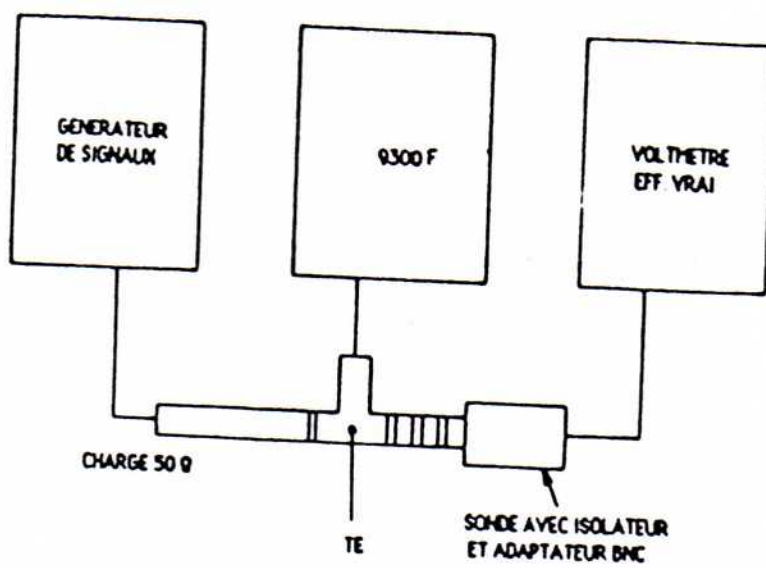
Figure 5.1 Vérification de la calibration des tensions élevées et de la surcharge de l'entrée

37. (1) Mettre l'interrupteur secteur sur M.
- (2) Augmenter la sortie du variac jusqu'à ce que la sortie continue du voltmètre numérique soit de $1\text{ V} \pm 3\%$. Noter l'indication exacte du voltmètre numérique.
- (3) Transférer le voltmètre numérique à la sortie Analogique du 9300F. Vérifier que la différence entre l'indication actuelle du voltmètre numérique et celle notée en (2) ne dépasse pas $\pm 10\text{ mV}$.
- (4) Répéter les tests décrits en (2) et (3) avec le voltmètre, le 9300F étant mis successivement sur les gammes 30 V, 100 V et 300 V.
- (5) Transférer le voltmètre numérique à la sortie continue du voltmètre. Ajuster la tension du variac jusqu'à obtenir une lecture de 1,12 V. Vérifier que le 9300F indique 354 V.
- (6) Sélectionner la gamme 100 mV sur le 9300F.
- (7) Ramener la sortie du variac à zéro. Mettre l'interrupteur secteur sur A. Déconnecter le variac du secteur et débrancher les appareils de mesure.
- (8) Vérifier la calibration du 9300F sur la gamme 1 mV à 50 Hz et 500 kHz comme indiqué dans les paragraphes 27 à 30. Vérifier que la calibration n'a pas été modifiée par l'application de la surcharge.

Réponse en fréquence au-dessus de 20 MHz

38. Appareils de mesure utilisés :

Appareil	Tableau 3, appareil n°
Voltmètre	4
Générateur de signaux	7
Charge 50 Ω	10
Té BNC	12



**Figure 5.2 Vérification de la réponse en fréquence
(au-dessus de 20 MHz)**

39. Brancher les instruments de mesure comme indiqué sur la figure 5.2. Régler le générateur sur 30 MHz avec un niveau de sortie donnant une indication de 100 mV sur le voltmètre. Sélectionner la gamme 100 mV sur le 9300.
40. (1) Mettre l'interrupteur secteur sur M.
 (2) Vérifier que l'indication donnée par le 9300F est comprise entre les limites de +3 dB et -6 dB. Régler le générateur sur les fréquences données au tableau 9 en maintenant un niveau de 100 mV. Vérifier que l'indication du 9300 est comprise entre les limites données pour chaque fréquence.
 (3) Sélectionner la gamme 1 V sur le 9300. Régler le générateur sur 30 MHz avec un niveau de sortie de 1 V, et vérifier que l'indication du 9300 est comprise entre les limites de +3 dB et -6dB.
 (4) Régler le générateur sur les fréquences données au tableau 9 en maintenant un niveau de sortie de 1 V. Vérifier que l'indication donnée par le 9300 est comprise entre les limites données pour chaque fréquence.

TABEAU 9

Réponse en fréquence au-dessus de 20 MHz

Fréquence	Limites
30 MHz	+3 dB à -6 dB
40 MHz	+3 dB à -6 dB
50 MHz	+3 dB à -6 dB
60 MHz	+3 dB à -6 dB
70 MHz	+3 dB à - dB
80 MHz	+3 dB à - dB
90 MHz	+3 dB à - dB
100 MHz	+3 dB à - dB

Vérification du facteur de crête

41. Appareils de mesure nécessaires

Appareil

Tableau 3, appareil n°

Voltmètre numérique	3
Voltmètre	6
Oscilloscope	8
Générateur d'impulsions	9
Charge 50 Ω	10
Té BNC	12

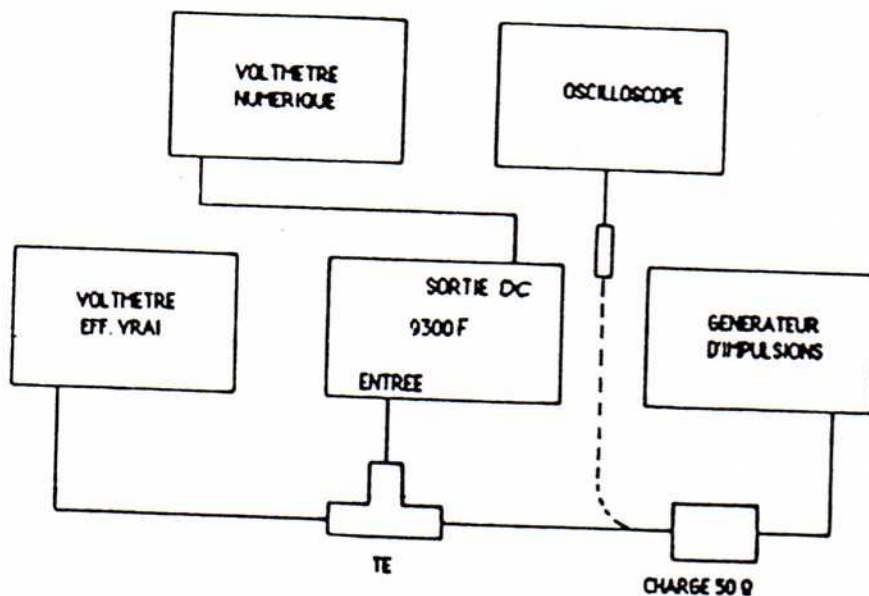


Figure 5.3 Vérification du facteur de crête

42. Brancher les appareils de mesure comme indiqué sur la figure 5.3, avec l'oscilloscope connecté via la charge 50 Ω . Régler le générateur d'impulsions pour obtenir des impulsions de 500 μ s, avec un temps de montée de 2 ns et une fréquence de répétition de 1 kHz.

43. (1) Déconnecter l'oscilloscope et entrer le signal via le té BNC chargé par 50 Ω . Ajuster l'amplitude des impulsions pour que le voltmètre indique 1,000 V.
- (2) Mettre l'interrupteur secteur du 9300 F sur M. Noter l'indication donnée par le voltmètre numérique.
- (3) Retirer la charge 50 Ω du té BNC et la remettre sur l'oscilloscope. Régler la durée des impulsions à 20 μ s.
- (4) Déconnecter l'oscilloscope et brancher le signal avec la charge 50 Ω sur le té BNC. Régler l'amplitude des impulsions pour obtenir 1,000 V sur le voltmètre.
- (5) Vérifier que l'indication du voltmètre numérique ne diffère pas de plus de $\pm 0,5\%$ de celle obtenue au point (2).
- (6) Inverser la sortie du générateur d'impulsions et vérifier que l'indication du voltmètre numérique ne diffère pas de plus de $\pm 0,5\%$ de celle obtenue au point (2).

44. Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher les appareils de mesure.

Vérification de l'interface de commande à distance

45. Appareils de mesure nécessaires

Appareil

Tableau 3, appareil n°

Voltmètre numérique	3
Générateur de signaux	7
Alimentation continue	13

NOTE: Si le système dans lequel le 9300F travaille peut fournir les signaux nécessaires, la vérification sera effectuée dans ce système. Les appareils de mesure indiqués ci-dessus ne seront donc plus nécessaires.

46. Brancher le générateur de signaux à la prise ENTREE du panneau arrière. Brancher le voltmètre numérique aux broches 8 (point chaud) et 9 de la prise de commande à distance. Si le 9300 est vérifié via le système, appliquer la tension de 5 V cont. entre les broches 4 (+ve) et 2. de cette prise.

47. (1) Mettre l'interrupteur secteur sur M.
 (2) Mettre le commutateur GAMES sur TELECOMMANDE.
 (3) Sélectionner les gammes indiquées dans le tableau 10. Ceci peut être fait via le système ou en court-circuitant les broches appropriées de la prise de commande à distance avec la broche 2.
 (4) Pour chaque gamme appliquer un signal compris entre 50 Hz et 10 MHz, au niveau indiqué. Vérifier que le voltmètre numérique indique 1 V.

TABLEAU 10

Vérification de l'interface de commande à distance

Gamme	Broches reliées au 0 V	Niveau du signal	Atténuateurs utilisés
100 μ V	1, 6, 7 et 3	100 μ V	aucun
300 μ V	1, 6 et 7	316 μ V	10 dB
1 mV	1, 6 et 3	1 mV	20 dB
10 mV	1, 7 et 3	10 mV	40 dB
1 V	6 et 3	1 V	60 dB et 20 dB

- (5) Appliquer un niveau logique "0" à la broche 5 de la prise de commande à distance via le système ou en court-circuitant les broches 5 et 2 de la prise. Amener le signal d'entrée à 0, et vérifier que l'indication du voltmètre numérique se maintient à moins de 1 % pendant au moins 3 secondes.

48. Mettre l'interrupteur secteur sur A et débrancher les appareils de mesure.

TROISIEME PARTIE

LISTE DES PIECES DETACHEES

SCHEMAS

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

COMMANDE DE PIECES DETACHEES

Il est nécessaire de donner les informations suivantes pour toute commande de pièces détachées :

- (a) Type et numéro de série de l'appareil
- (b) Référence du circuit imprimé ou de l'ensemble sur lequel la pièce commandée doit être montée (par exemple, "19-0834").
- (c) Désignation et numéro de commande Racal-Dana de chaque pièce.

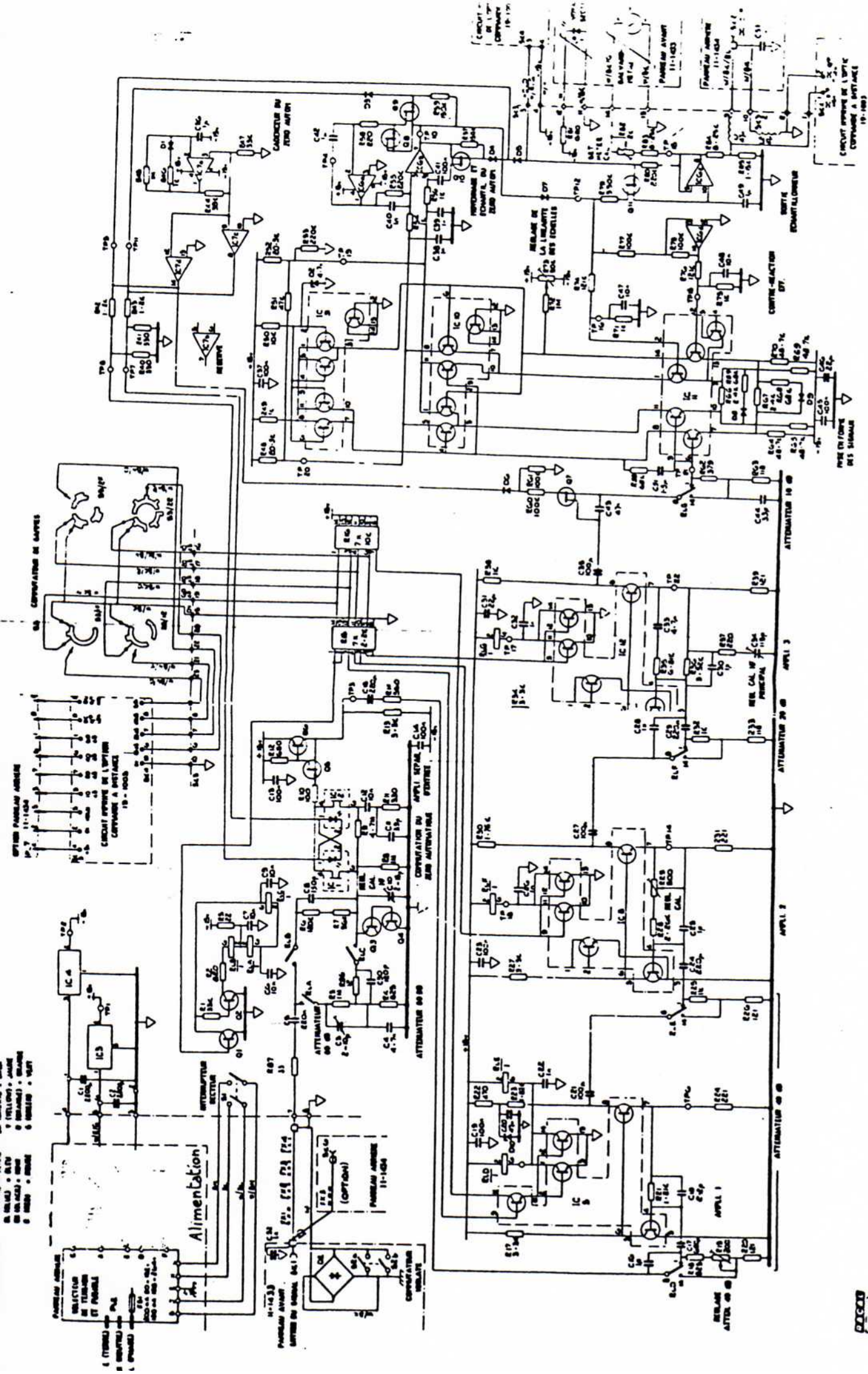


Figure 2. Schéma général 9300F



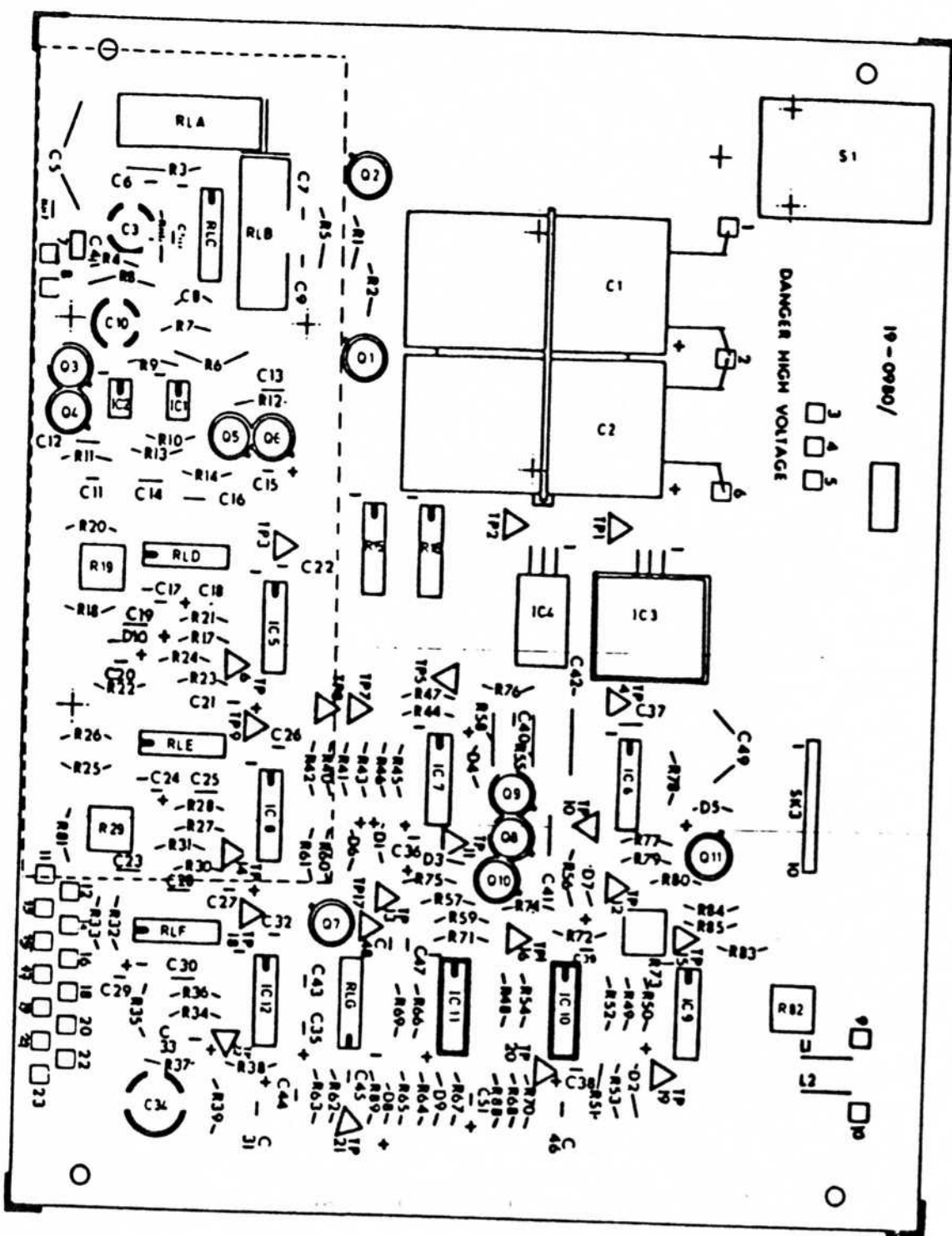
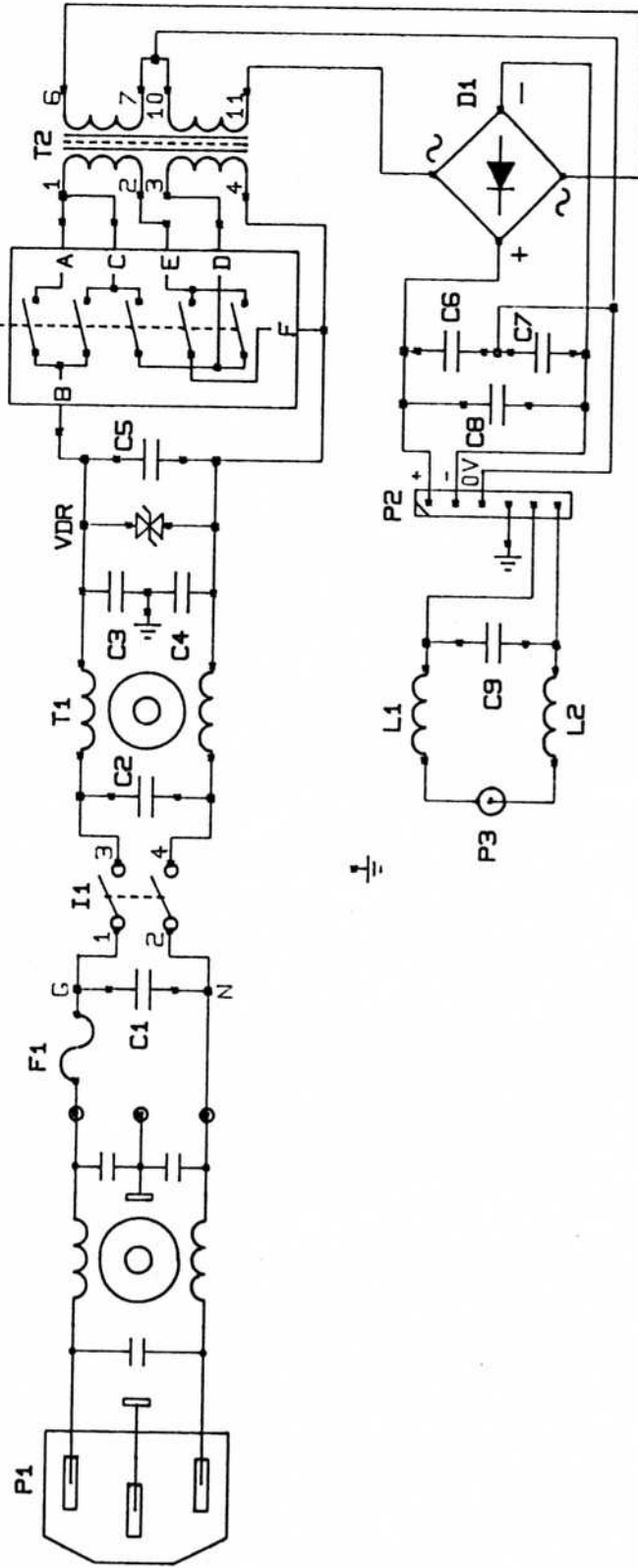


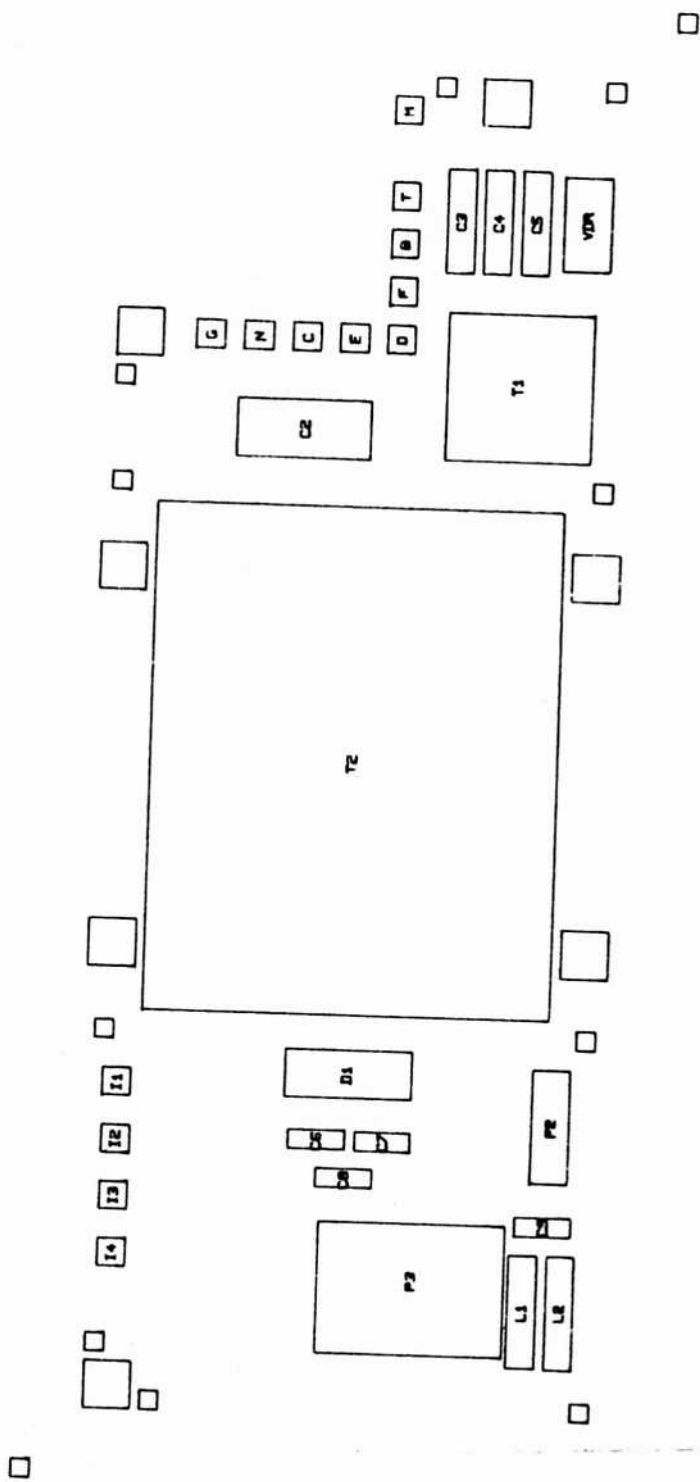
Figure 1. Implantation des composants sur la carte mère 19-0980

FILTRE SECTEUR

100/120/220/240



AUTEUR: JB-D	VERIF.:	MODIF.:	FICH.: WS3003
DATE: 07/11/89	DATE:	DATE:	ECH.:
SOUS-ENSEMBLE: SCHEMA ELECTRIQUE			FOLIO:
ENSEMBLE: 9300 F VFRSION A			SUJET: E2890101
			VERSION: <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F
			RACAL DANA *9 AV. INUTRARE 78150 LF C1F5N4V



SERIGRAPHIE DU BLOC ALIMENTATION 9300F

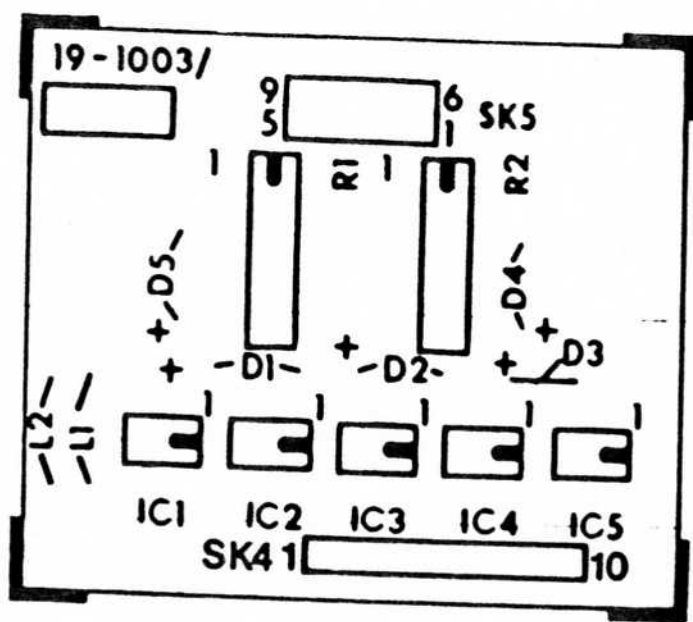
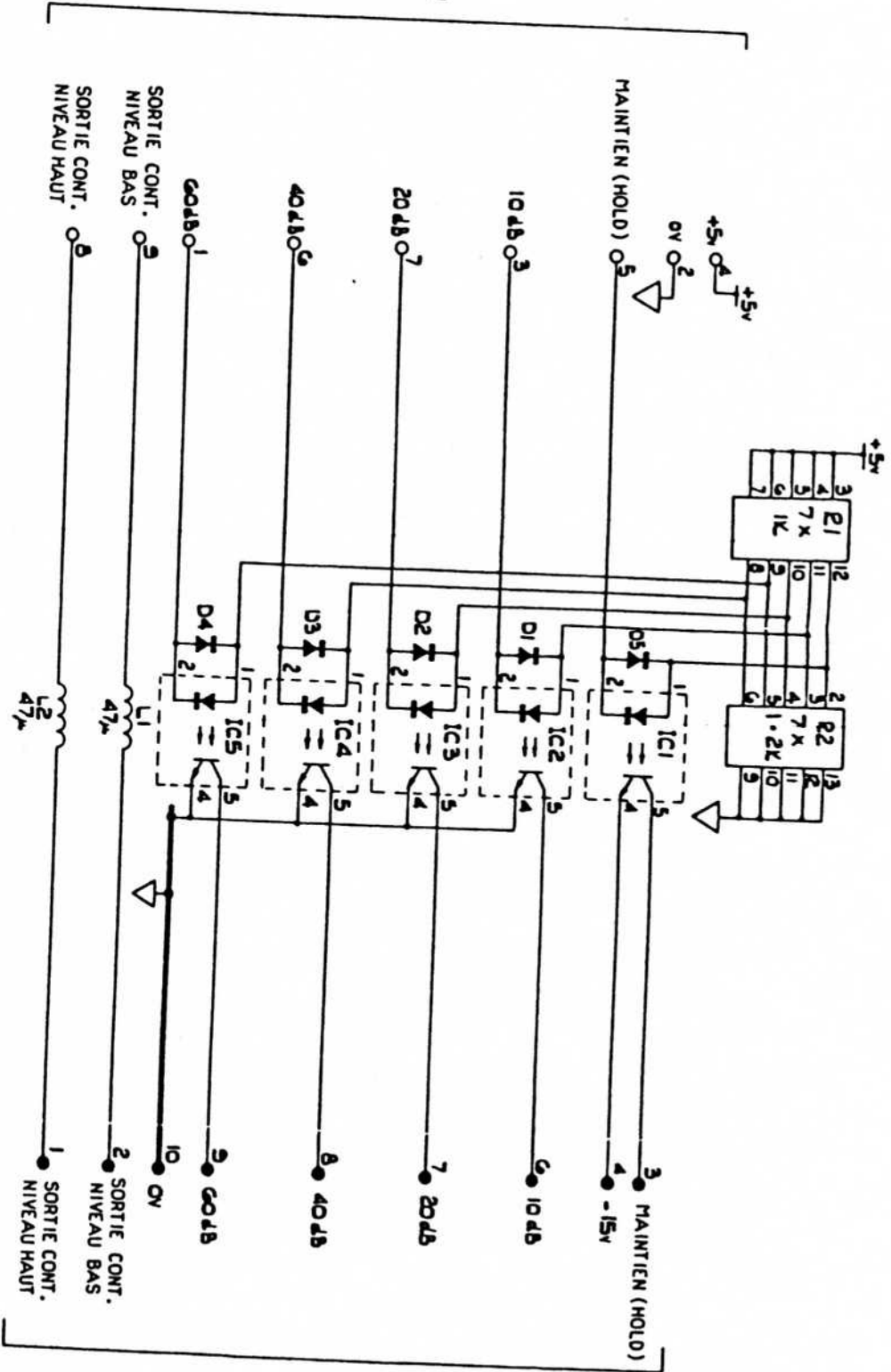


Figure 3. Implantation de composants sur l'interface de commande à distance 19-1003 :

SK5
VERS PL7
DU PANNÉAU
ARRIÈRE



SK4
VERS SK3
DU VOLTMÈTRE

Figure 4. Schéma de l'interface de commande à distance 19-1003

LISTE DES PIÈCES DÉTACHÉES
DES PANNEAUX AVANT ET ARRIÈRE

FIGURE 2

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Rcaal
PANNEAU AVANT 11-1433					
M1		Galvanomètre			RECTA.2.0
D2		Pont de diodes			22-1662
C52	In	Condensateur céramique	500V	20	21-1532
S1		Commutateur poussoir			23-4101
S2		Commutateur à bascule			56461-U272
S3		Commutateur rotatif			17-0114
		Bouton pour 23-4101			24-0143
		Bouton pour 17-0114			234525
		Capuchon pour 16-0200			404625
SK1		Prise BNC			23-3198
FX1		Perle en ferrite			23-8029
FX2		Perle en ferrite			23-8029
FX3		Perle en ferrite			23-8029
FX4		Perle en ferrite			23-8029
LP1		DEL rouge avec douille			26-5003

PIECES DETACHEES

CIRCUIT IMPRIME PRINCIPAL

FIGURE 2

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Raca1
Résistances Ω			W		
R1	33k	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2333
R2	820	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2820
R3	1M	Couche métallique		0.1	20-4983
R4	825	Couche métallique		0.1	20-4947
R5	22	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2220
R6	120k	Oxyde	$\frac{1}{2}$	1	20-4463
R7	1k	Oxyde	$\frac{1}{4}$	1	20-4035
R8	1M	Couche métallique		0.1	20-4983
R9	4.7M	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	10	10-2475
R10	100	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2101
R11	330	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2331
R12	680	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2681
R13	3.3k	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2332
R14	560	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2561
R15	7x2.2k	Boîtier DIL			20-5518
R16	7x10k	Boîtier DIL			20-5517
R17	3.3k	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2332
R18	825	Couche métallique		1	20-4972
R19	200	Variable			20-7061
R20	121	Couche métallique		1	20-4967
R21	1.21k	Couche métallique		1	20-4974
R22	470	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2471
R23	1.82k	Couche métallique		1	20-4975
R24	221	Couche métallique		1	20-4968
R25	1k	Couche métallique		1	20-4973
R26	121	Couche métallique		1	20-4967
R27	3.3k	Couche de carbone	$\frac{1}{4}$	5	20-2332
R28	2.26k	Couche métallique		0.25	20-4931
R29	500	Variable			20-7058
R30	1.76k	Couche métallique		1	20-7516

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Racial
R31	221	Couche métallique		1	20-4968
R32	1k	Couche métallique		0.1	20-4883
R33	118	Couche métallique		0.1	20-4966
R34	3.3k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2332
R35	6.8k	Couche métallique		1	20-4977
R36	3.32k	Couche métallique		1	20-4976
R37	220	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2221
R38	1k	Couche métallique		0.1	20-4883
R39	121	Couche métallique		1	20-4967
R40	330	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2331
R41	330	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2331
R42	1.2k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2122
R43	1.2k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2122
R44	39k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2393
R45	1M	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2105
R46	1k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2102
R47	33k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2333
R48	20.3k	Couche métallique		0.25	20-4934
R49	1k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2102
R50	10k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2103
R51	47k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2473
R52	20.3k	Couche métallique		0.25	20-4934
R53	220k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2224
R54	1k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2102
R55	220k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2224
R56	1k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2102
R57	150k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2154
R58	220	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2221
R59	150k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2154
R60	100k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2104
R61	100k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2104
R62	379	Couche métallique		0.1	20-4969
R63	118	Couche métallique		0.1	20-4966
R64	48.7k	Couche métallique		0.5	20-4891
R65	48.7k	Couche métallique		0.5	20-4891

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Rcacl
R66	2.4k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2242
R67	2.4k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2242
R68	68k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2683
R69	48.7k	Couche métallique		0.5	20-4891
R70	48.7k	Couche métallique		0.5	20-4891
R71	1k	Couche métallique		1	20-4973
R72	1M	Couche métallique		0.5	20-4965
R73	50k	Variable			20-7060
R74	121k	Couche métallique		1	20-4979
R75	1k	Couche métallique		1	20-4973
R76	121k	Couche métallique		1	20-4979
R77	100k	Couche métallique		1	20-4942
R78	100k	Couche métallique		1	20-4942
R79	330k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2334
R80	220k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2224
R81	680	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2681
R82	2k	Variable			20-7059
R83	8.25k	Couche métallique		1	20-4978
R84	8.25k	Couche métallique		1	20-4978
R85	1.15k	Couche métallique		0.1	20-4903
R86	12	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2120
R87	33	Couche de carbone	0.1	5	20-1529
R88	68k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2683
R89	68k	Couche de carbone	$\frac{1}{2}$	5	20-2683

Condens. F

			<u>V</u>	
C1	2200 μ	Electrolytique	40	21-0581
C2	2200 μ	Electrolytique	40	21-0581
C3	2p-10p	Trimmer		21-6022
C4	4.7n	Boltier	100	21-1736
C5	220n	Film plastique	630	21-4562
C6	10n	Céramique	25	+80-20 21-1545
C7	10n	Céramique	25	+80-20 21-1545
C8	150p	Céramique	500	5 21-1735
C9	10n	Céramique	25	+80-20 21-1545
C10	2p-15p	Trimmer		21-6030

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Rcal
C11	39p	Céramique	500	10	21-1515
C12	10n	Céramique	500	20	21-1544
C13	100n	Céramique	25	+80-20	21-1551
C14	100n	Céramique	25	+80-20	21-1551
C15	220μ	Tantale	6.3	20	21-1054
C16	1p	Céramique	63	10	21-1618
C17	680μ	Tantale	3	20	21-1053
C18	2.2p	Céramique	63	1p	21-1672
C19	100n	Céramique	25	+80-20	21-1551
C20	47μ	Tantale	16	20	21-1045
C21	100μ	Tantale	16	20	21-1050
C22	1n	Céramique	500	20	21-1532
C23	100n	Céramique	25	+80-20	21-1551
C24	220μ	Tantale	3	20	21-1046
C25	1p	Céramique	63	10	21-1618
C26	1n	Céramique	500	20	21-1532
C27	100μ	Tantale	16	20	21-1050
C28	1p	Céramique	63	10	21-1618
C29	220μ	Tantale	3	20	21-1046
C30	1p	Céramique	63	10	21-1618
C31	22μ	Electrolytique	63		21-1657
C32	1n	Céramique	500	20	21-1532
C33	4.7μ	Tantale	35	20	21-1006
C34	10p-115p	Trimmer			21-6033
C35	100μ	Tantale	16	20	21-1050
C36	1μ	Tantale	35	20	21-1041
C37	100n	Céramique	25	+80-20	21-1551
C38	1n	Céramique	500	20	21-1532
C39	1n	Céramique	500	20	21-1532
C40	1n	Céramique	500	20	21-1532
C41	100n	Film plastique	100	20	21-4506
C42	1μ	Film plastique	100	20	21-4512
C43	47n	Céramique	12	+80-20	21-1548
C44	33p	Céramique	500	10	21-1514
C45	100n	Céramique	25	+80-20	21-1551

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Rcal
C46	22 μ	Electrolytique	63		21-0657
C47	10n	Céramique	25	+80-20	21-1545
C48	10n	Céramique	25	+80-20	21-1545
C49	1 μ	Film plastique	100	20	21-4512
C50	120p	Céramique	500	10	21-1521
C51	1.5 μ	Tantale	35	20	21-1029

Diodes

D1	Silicium (1N4149)	22-1029
D2	Régulateur de tension (BZY88C4V7)	22-1807
D3	Silicium (1N4149)	22-1029
D4	Silicium (1N4149)	22-1029
D5	Silicium (1N4149)	22-1029
D6	Silicium (1N4149)	22-1029
D7	Silicium (1N4149)	22-1029
D8	Cathode chaude (5082.2811)	22-1033
D9	Cathode chaude (5082.2811)	22-1033
D10	Régulateur de tension (BZY88C12)	22-1817

Transistors

Q1	BC109	22-6041
Q2	BC109	22-6041
Q3	2N2369	22-6017
Q4	2N2369	22-6017
Q5	BFW10	22-6092
Q6	BCY71	22-6038
Q7	J105	22-6154
Q8	BFW10	22-6092
Q9	BFW10	22-6092
Q10	BFW10	22-6092
Q11	BFW10	22-6092

Circuits intégrés

IC1		H11F2			22-7101
IC2		H11F2			22-7101
IC3		LM340T-15			22-4264
IC4		7915			22-4209
IC5		CA3046			22-4213
IC6		TL084			22-4243
IC7		TLO84			22-4243
IC8		CA3046			22-4213
IC9		CA3046 (sélectionné spécialement)			22-4246
IC10		CA3046 (sélectionné spécialement)			22-4246
IC11		CA3046 (sélectionné spécialement)			22-4246
IC12		CA3046			22-4213

Relais

RLA		Relais Reed, boîtier DIL, (NO)			23-7520
RLB		Relais Reed, boîtier DIL, (NO)			23-7520
RLC		Relais Reed, boîtier DIL, (NO)			23-7521
RLD		Relais Reed, boîtier DIL, (CO)			23-7522
RLE		Relais Reed, boîtier DIL, (CO)			23-7522
RLF		Relais Reed, boîtier DIL, (CO)			23-7522
RLG		Relais Reed, boîtier DIL, (CO)			23-7522

Selfs H

L1	47 μ	Choc, subminiature			23-7018
L2	47 μ	Choc, subminiature			23-7018

OPTION INTERFACE DE COMMANDE A DISTANCE

FIGURES 3 ET 4

Désign.	Valeur	Description	Calib.	Tol. %	Num. Rcacl
CIRCUIT IMPRIME 19-1003					
Résist. Ω					
R1	7x1k	Boîtier DIL			20-5508
R2	7x1.2k	Boîtier DIL			20-5519
Selfs H					
L1	47μ	Choc			23-7018
L2	47μ	Choc			23-7018
Diodes					
D1		Silicium (1N4149)			22-1029
D2		Silicium (1N4149)			22-1029
D3		Silicium (1N4149)			22-1029
D4		Silicium (1N4149)			22-1029
D5		Silicium (1N4149)			22-1029
Circuits Intégrés					
IC1		TIL113			22-7100
IC2		TIL113			22-7100
IC3		TIL113			22-7100
IC4		TIL113			22-7100
IC5		TIL113			22-7100
CABLE 10-2692					
					25-2003
		Câble 50 Ω			23-8032
		Tore en ferrite			
CONNECTEURS					
		Prise BNC			23-3198
		Prise 9 broches			23-3215
		Embase pour 23-3215			23-3217
		Prise adaptée à la 23-3215			23-3214
		Corps pour 23-3214			23-3216
		Connecteur souple			25-6033

CODE FF	REFERENCE	TYPE	QTE REPERE
190141410	19/R141410	PRISE BNC	2 FACE AVANT
380400016	38/PME285 47nF	COND X	1 C2
380400017	38/PME271 2,2nF	COND Y	2 C3,C4
320000009	32/6,8nF 100V	COND CER CK05	2 C6,C7
320000014	32/47nF50V	COND CER CK05	1 C8
320000104	32/1nF200V	COND CER CK05	1 C9
530000005	53/47uH 20MHz	SELFS	2 L1,L2
100600205	10/TES265	TRANSFO	1 T2
450000100	45/253-25512J	POINT BR22D	1 D1
390000001	39/V275LA10A	GENOV	1 VDR
140000011	14/47503341064X	CONN M 6CTS	1 F2
1400FN370	14/FN370-2/21	FILTRE SECT	1 FM/FACE ARRIERE
310000022	31/4,7nF/1000V	COND CER DEL51	1 C1/FACE ARRIERE
800000005	80/E8890105	SUP INTER	1 MECANIQUE
800000008	80/E8890104	BLINDAGE	1 MECANIQUE
660000002	66/ENMET19-8	ENTRETOISE	5 CO
860000005	86/M2,5	ROUD OUTUEL	13 RO
850000005	85/M2,5X6 PFM	VIS TENGECI	8 V1
850000006	85/M2,5X5 PPaZ	VIS TP	9 V2
850000007	85/M2,5X10 PFM	VIS TENGECI	4 V3
640910001	64/25009	COSSE PREISO	3 CS
880000002	88/M2,5	ECROU	7 EC
680000005	68/TR20-10-5	TORES	1
128000001	12/E5890101	CIRCUIT IMPR	1
1401FN370	14/IB-1-B3	CAPOT FN.370	1

NOMENCLATURE ALIMENTATION 9300F