

Schlumberger

328

COMPTEUR UNIVERSEL

FM 2501

Société d'Instrumentation

**Schlumberger**

10, RUE NIEUPORT - 78 VÉLIZY - VILLACOUBLAY  
Tél. 946 96 50 ■ Télex SIS VIL 69 201

Adresser toute correspondance à CEDEX 38-75 PARIS BRUNE

# NOTICE TECHNIQUE

COMPTEUR UNIVERSEL

FM 2501

EDITION 1-71



Société d'Instrumentation Schlumberger

### COMPTEUR UNIVERSEL FM 2501

dépass:  
compt.

0 2 5 0 1

FRÉQUENCE

fx  
1MHz  
100  
10  
1kHz  
10  
1Hz

FONCTION

p<sup>te</sup> man.  
per  
100ms  
10ms  
1s  
1ms  
freq  
chrono.c  
chrono.ab

m mémoire cadencement sensibilité normal a sans manuel période fx filtre chrono.c

- TABLE DES MATIERES -

	<u>Pages</u>
1 -. <u>GENERALITES</u>	1 - 1
1 - 1. Présentation	1 - 1
1 - 2. Caractéristiques générales	1 - 1
1 - 3. Possibilités de mesure	1 - 2
1 - 3.1. Fréquencemètre	1 - 2
1 - 3.2. Périodemètre	1 - 2
1 - 3.3. Quotientmètre	1 - 2
1 - 3.4. Chronomètre AB	1 - 2
1 - 3.5. Chronomètre C et porte manuelle	1 - 2
1 - 3.6. Autres possibilités	1 - 2
1 - 4. Principe	1 - 3
1 - 4.1. Fréquencemètre	1 - 3
1 - 4.2. Périodemètre	1 - 4
1 - 4.3. Chronomètre	1 - 4
1 - 5. Caractéristiques particulières	1 - 5
1 - 5.1. Entrée fx	1 - 5
1 - 5.2. Entrée période	1 - 5
1 - 5.3. Précision des mesures en fréquencemètre et en périodemètre	1 - 6
1 - 5.4. Entrées chronomètre AB	1 - 6
1 - 5.5. Entrée chrono C	1 - 6
1 - 5.6. Entrée 1 MHz extérieur	1 - 6
1 - 5.7. Entrée remise à zéro externe	1 - 6
1 - 5.8. Base de temps interne	1 - 6
1 - 5.9. Sorties numériques codées	1 - 7
1 - 5.10. Alimentation	1 - 7
1 - 5.11. Gamme de température	1 - 7
1 - 5.12. Caractéristiques mécaniques	1 - 7
2 -. <u>DESCRIPTION</u>	2 - 1
2 - 1. Face avant	2 - 1
2 - 2. Face arrière	2 - 1
2 - 3. Vue de dessus	2 - 2
3 -. <u>FONCTIONNEMENT</u>	3 - 1
3 - 1. Commutateur fonction S7	3 - 1
3 - 2. Commutateur fréquence S8	3 - 1
3 - 3. Pilote 1 MHz interne ou externe	3 - 1
3 - 4. Diviseurs décimaux	3 - 2
3 - 5. Sélecteur de fréquences à compter et sélecteur de temps de comptage	3 - 2
3 - 6. Entrées chronomètre AB et sélecteur chronomètre ou périodemètre-fréquencemètre	3 - 2
3 - 7. Formeur-basculeur-porte	3 - 2
3 - 7.1. Formeur - porte	3 - 2

3 - 7.2. Basculeur	3 - 3
3 - 8. Compteur	3 - 3
3 - 8.1. Décades de comptage	3 - 4
3 - 8.2. Mémorisation	3 - 4
3 - 8.3. Décodage	3 - 4
3 - 8.4. Affichage	3 - 4
3 - 9. Automatisme	3 - 4
3 - 10. Entrée fréquence	3 - 6
3 - 11. Entrée période	3 - 7
4 -. <u>MISE EN SERVICE ET UTILISATION</u>	4 - 1
4 - 1. Mise en service	4 - 1
4 - 2. Vérification	4 - 1
4 - 3. Utilisation	4 - 2
4 - 3.1. Positionnement des commutateurs	4 - 2
4 - 3.2. Cadencement et mémoire	4 - 2
4 - 3.3. Mesure d'une fréquence	4 - 2
4 - 3.4. Mesure d'une période	4 - 3
4 - 3.5. Dualité des mesures en fréquencemètre et en périodemètre	4 - 3
4 - 3.6. Mesure d'un rapport de deux fréquences	4 - 5
4 - 3.7. Mesure d'un intervalle de temps	4 - 5
4 - 3.8. Mesure des temps de fermeture	4 - 6
4 - 3.9. Emploi en simple compteur	4 - 6
4 - 3.10. Pilotage extérieur de la base de temps	4 - 6
4 - 3.11. Pilotage extérieur du cadencement et mise en série de deux appareils	4 - 6
4 - 3.12. Transcription positive	4 - 7
5 -. <u>MAINTENANCE</u>	5 - 1
5 - 1. Alimentation	5 - 1
5 - 2. Bases de temps - compteur	5 - 1
5 - 3. Amplificateurs	5 - 2
5 - 3.1. Entrée fx	5 - 2
5 - 3.2. Entrée période	5 - 2
5 - 4. Automatisme	5 - 2

GENERALITES

## 1 - GENERALITES

L'appareil FM 2501 est un compteur universel à affichage mémorisé, réalisé en circuits intégrés TTL série 74.

Il possède les fonctions de base suivantes :

- Fréquencemètre 10 Hz à 20 MHz - Edt : (1, 10 100 ms et 1s)
  - Chronomètre AB -
  - Chronomètre C
  - Périodemètre, - Mesure sur 1 période
  - Quotientmètre
  - Porte manuelle
- } Comptage  
de  
1 Hz à 1 MHz  
ou  
fx

Il est équipé d'une base de temps pilotée par un oscillateur à quartz dont la dérive mensuelle est  $\leq 5 \cdot 10^{-6}$ .

Cet appareil fait partie de la série FM 2500 qui comprend en outre :

Le FM 2502, compteur universel ayant les mêmes performances que le FM 2501, et qui possède en plus un diviseur base de temps prédéterminé à 3 chiffres et deux normalisateurs chronométriques à seuils de déclenchement réglables.

Le FM 2503, fréquencemètre 12,5 MHz non mémorisé équipé d'une base de temps secteur.

### 1 - 1. Présentation

L'appareil type FM 2501 est présenté en coffret portable de forme parallélépipédique. Deux béquilles escamotables permettent de surélever l'avant de l'appareil, ce qui facilite la lecture des tubes indicateurs et donne une meilleure utilisation des commandes du panneau avant.

### 1 - 2. Caractéristiques générales

- Capacité de comptage : 5 décades
- Affichage numérique en ligne
- Affichage mémorisé ou non mémorisé
- Durée d'affichage réglable entre 0,5 et 5 s environ ou cadencement manuel.
- Positionnement automatique de la virgule et détermination de l'unité par gravure en rouge autour des commutateurs S7 et S8.

en fréquencesmètre : Hz et kHz sur le commutateur "fonction" S7  
 en périodesmètre - chronomètre - porte manuelle : s, ms et  $\mu$ s sur  
 le commutateur "fréquence" S 8.

- indication de la phase de comptage et du dépassement de capacité du compteur.
- Sorties numériques codées ( en option).

### 1 - 3. Possibilités de mesure

#### 1 - 3.1. Fréquencesmètre

Mesure d'une fréquence

Entrée utilisée : fx

Temps de comptage : 1 ms à 1 s par multiples décimaux

Précision de la mesure :  $\pm 1 \pm$  précision de la base de temps

Possibilité d'un filtre passe-bas (environ 50 kHz) par inverseur sur face avant S1.

Réglage de sensibilité.

#### 1 - 3.2. Périodesmètre

Mesure d'une période

Entrée utilisée : période

Précision de la mesure :  $\pm 1 \pm$  précision de la base de temps

$\pm$  erreur de déclenchement du trigger

#### 1 - 3.3. Quotientsmètre

Mesure d'un rapport de fréquence :  $\frac{F(fx)}{F(\text{période})}$  ou  $\frac{F(fx)}{F(\text{Bdt ext})} \times 10^3$  à  $10^6$

par multiples décimaux

Entrées utilisées : fx et période ou fx et 1 MHz ext

#### 1 - 3.4. Chronomètre AB

Mesure d'un intervalle de temps

Entrées utilisées : chr. A et chr. B

#### 1 - 3.5. Chronomètre C et porte manuelle

Mesure d'un temps

Entrée utilisée : chrono C ou position du commutateur sur "porte manuelle"

#### 1 - 3.6. Autres possibilités

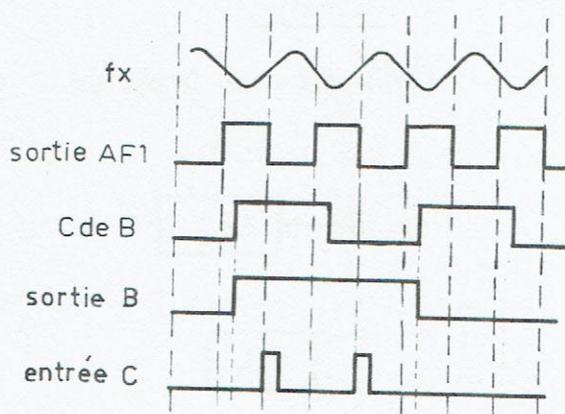
- Pilotage de la base de temps par un signal extérieur
- Utilisation d'une remise à zéro extérieure, ou au contraire, sortie de la remise à zéro interne permettant de piloter le cadencement d'un second appareil.
- Sortie du compteur permettant d'accroître la capacité de comptage de l'appareil en le mettant en série avec un second appareil.



La fréquence à mesurer, appliquée sur  $f_x$ , et mise en forme par "AF1", est envoyée sur la porte P. Celle-ci est commandée par le creneau de comptage élaboré par le basculeur B attaqué par l'un des diviseurs de base de temps.

Le compteur C est donc attaqué par un train d'impulsions de récurrence  $f_x$  et pendant un temps  $t$ . (fig. 2)

FIG. 2



### 1 - 4.2. Périodemètre

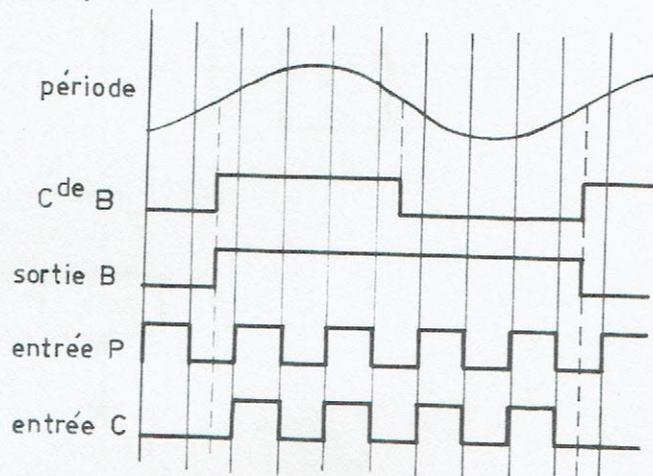
La mesure d'une période s'apparente à la mesure de fréquence mais alors qu'en fréquemètre, on effectue un comptage d'impulsions de récurrence inconnue pendant un temps connu, en périodemètre, on effectue un comptage d'impulsions de récurrence connue pendant un temps inconnu.

On intervertit donc simplement les rôles respectifs du signal et de la base de temps.

Si ( $f$ ) est la fréquence de la base de temps, ( $n$ ) le nombre de période lu sur le compteur, la période mesurée est :

$$P = \frac{n}{f}$$

FIG. 3



Les inverseurs de la fig 1 sont alors placés dans les positions suivantes :

I, II et III en 2  
IV en 1

La fréquence de base de temps est envoyée sur la porte P. Celle-ci est commandée par le créneau de comptage, élaboré par le basculeur B attaqué par l'amplificateur AF2 recevant la période à mesurer.

Le compteur C est donc attaqué par un train d'impulsions de récurrence  $f_0$  et durant un temps P; (fig. 3)

### 1 - 4.3. Chronomètre

Le principe d'une mesure en chronomètre est semblable à celui d'une mesure en périodemètre. Le départ et l'arrêt de la bascule B ne sont plus provoqués par le début ou la fin d'une période, mais par les 2 signaux dont on veut mesurer l'écart.

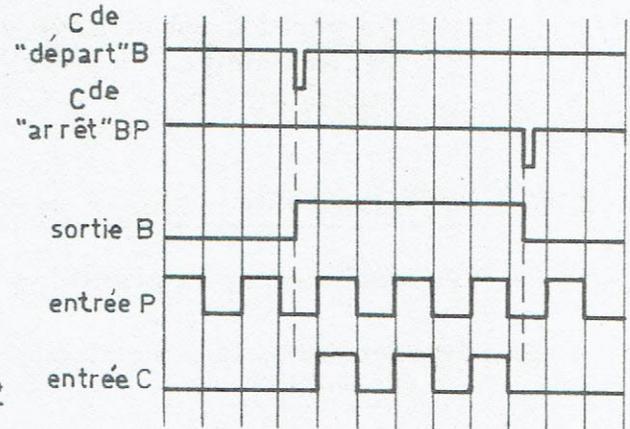
Si ( $f$ ) est la fréquence de base de temps, et ( $n$ ) le nombre lu sur le compteur, le temps mesuré est :

$$t = \frac{n}{f}$$

Les inverseurs de la fig 1 sont alors placés dans la position 2

La fréquence de base de temps est envoyée sur la porte "P" commandée par le basculeur B.

Le départ et l'arrêt de celui-ci sont commandés par les 2 signaux rentrés sur chrono A et B et mis en forme par AF3 et AF4.



FIG\_4

En chronomètre C et porte manuelle, le principe est le même qu'en chronomètre AB, mais le basculeur est directement commandé par un état provenant de l'entrée "chrono C" ou du commutateur pour "porte manuelle".

## 1 - 5. Caractéristiques particulières

### 1 - 5.1. Entrée fx

Couplage alternatif

Sensibilité réglable sur face AV (atténuation  $> 20$  dB environ)

Sur position : "NORMAL"

Sensibilité

50 mV eff de 10 Hz à 12,5 MHz

100mV eff. de 12,5 MHz à 20 MHz

Impédance d'entrée :  $Z = 200 \text{ k}\Omega // 30 \text{ pF}$  (pour  $f_x \geq 50 \text{ Hz}$ )

Tension d'entrée maximale : 150 V eff pour  $f \leq 60 \text{ Hz}$

20 V eff pour  $60 \text{ Hz} < f \leq 1 \text{ kHz}$

10 V eff pour  $f > 1 \text{ kHz}$

Sur position : "FILTRE"

fréquence de coupure  $\approx 50 \text{ kHz}$

atténuation  $\approx 12 \text{ dB}$  par octave

Impédance d'entrée :  $Z = 200 \text{ k}\Omega // 1000 \text{ pF}$  (pour  $f_x \geq 50 \text{ Hz}$ )

Tension d'entrée maximale : 50 V eff pour  $f \leq 50 \text{ kHz}$

Les impédances d'entrée ne sont valables que pour la portion du signal non écretée (environ  $\pm 1\text{V}$ ).

L'entrée fx est utilisée pour les mesures en :

- . Fréquencemètre
- . Quotientmètre
- . Chronomètre AB
- . "Chrono" C et porte manuelle

### 1 - 5.2. Entrée période

couplage continu

Sensibilité : 200 mV eff

Erreur au déclenchement :  $\left\{ \begin{array}{l} \leq 0,3 \% \text{ à } 200 \text{ mV eff} \\ \leq 0,1 \% \text{ à } 500 \text{ mV eff} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{pour un rapport} \\ \text{Signal} \\ \text{Bruit} \geq 40 \text{ dB} \end{array} \right.$

Bande passante : 0,1 Hz à 500 kHz

Impédance d'entrée :  $Z = 100 \text{ k}\Omega // 50 \text{ pF}$

Tension d'entrée maximale : 150 V eff

L'entrée période est utilisée pour les mesures en :

- . périodemètre
- . quotientmètre

### 1 - 5.3. Précision des mesures en fréquencemètre et en périodemètre

En fréquencemètre, la précision de la mesure est :  $\pm 1 \pm$  précision de la base de temps

En périodemètre, la précision de la mesure est :  $\pm 1 \pm$  précision de la base de temps  $\pm$  erreur au déclenchement

### 1 - 5.4. Entrées chronomètre AB

Entrée sur "logique T. T. L."

Déclenchement sur fronts montants 0 à + 3 V

Temps de montée  $\leq 150 \text{ ns}$

Niveau 0 capable de 1,6 mA

Niveau + 3 V capable de 40  $\mu\text{A}$

Temps minimum mesurable : 1  $\mu\text{s}$

Tension max. admissible :  $\pm 10 \text{ V}$

### 1 - 5.5. Entrée chrono C

Fonctionnement par court-circuit

Résistance parasite maximale du court-circuit : 100  $\Omega$

Consommation  $\leq 5 \text{ mA}$

Temps minimum mesurable : 1  $\mu\text{s}$

Tension sur la borne en circuit- ouvert  $\neq + 6 \text{ V}$

### 1 - 5.6. Entrée 1 MHz extérieur

Sensibilité : 500 mV eff

Impédance d'entrée :  $Z = 25 \text{ k}\Omega // 150 \text{ pF}$

Gamme de fréquence admissible pour fonctionnement en quotientmètre

200 kHz à 1 MHz : 500 mV eff

50 kHz à 200 kHz : 2 V eff

### 1 - 5.7. Entrée remise à zéro externe

Fonctionnement par court-circuit

Résistance parasite maximale de court-circuit : 100  $\Omega$

Consommation  $\leq 10 \text{ mA}$

Durée minimale : 5  $\mu\text{s}$

Tension en circuit ouvert : +400 mV

### 1 - 5.8. Base de temps interne

Oscillateur à quartz 1 MHz

Précision et stabilité  $\leq \pm 5 \cdot 10^{-6}$  / mois à 23°C

Dérivé en température :  $\leq 5 \cdot 10^{-5}$  de 0 à 50°C

Plage de réglage : environ  $10^{-4}$  par condensateur ajustable interne.

1 - 5.9. Sorties numérique codée

Code D.C.B. 1.2.4.8.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		X		X		X		X		X
2			X	X			X	X		
4					X	X	X	X		
8									X	X

FIG. 5

- niveaux :  $\underline{1.2.4.8} = +2,4 \text{ V min. } Z \neq 2 \text{ k}\Omega$   
 $\underline{1.2.4.8} = +0,4 \text{ V max. } Z \neq 2 \text{ k}\Omega$

- signal de transcription : front négatif +6V à 0 Z  $\neq 1 \text{ k}\Omega$

Possibilité de front positif par câblage interne (cf paragraphe 4 - 3.12)

1 - 5.10. Alimentation

110 - 220 V eff  $\pm 10 \%$  (par câblage interne) 50 à 400 Hz  
 consommation :  $\sim 28 \text{ VA}$

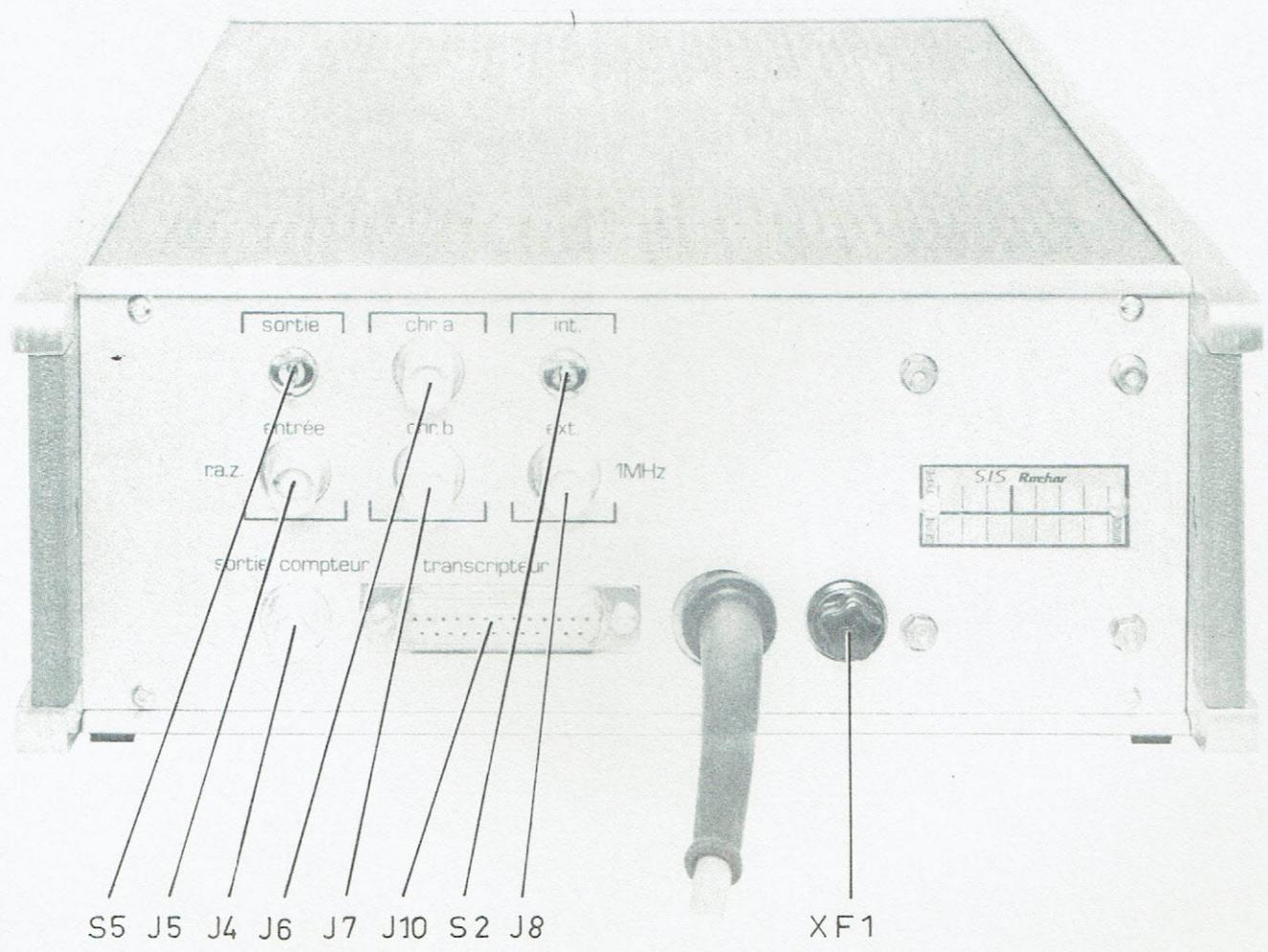
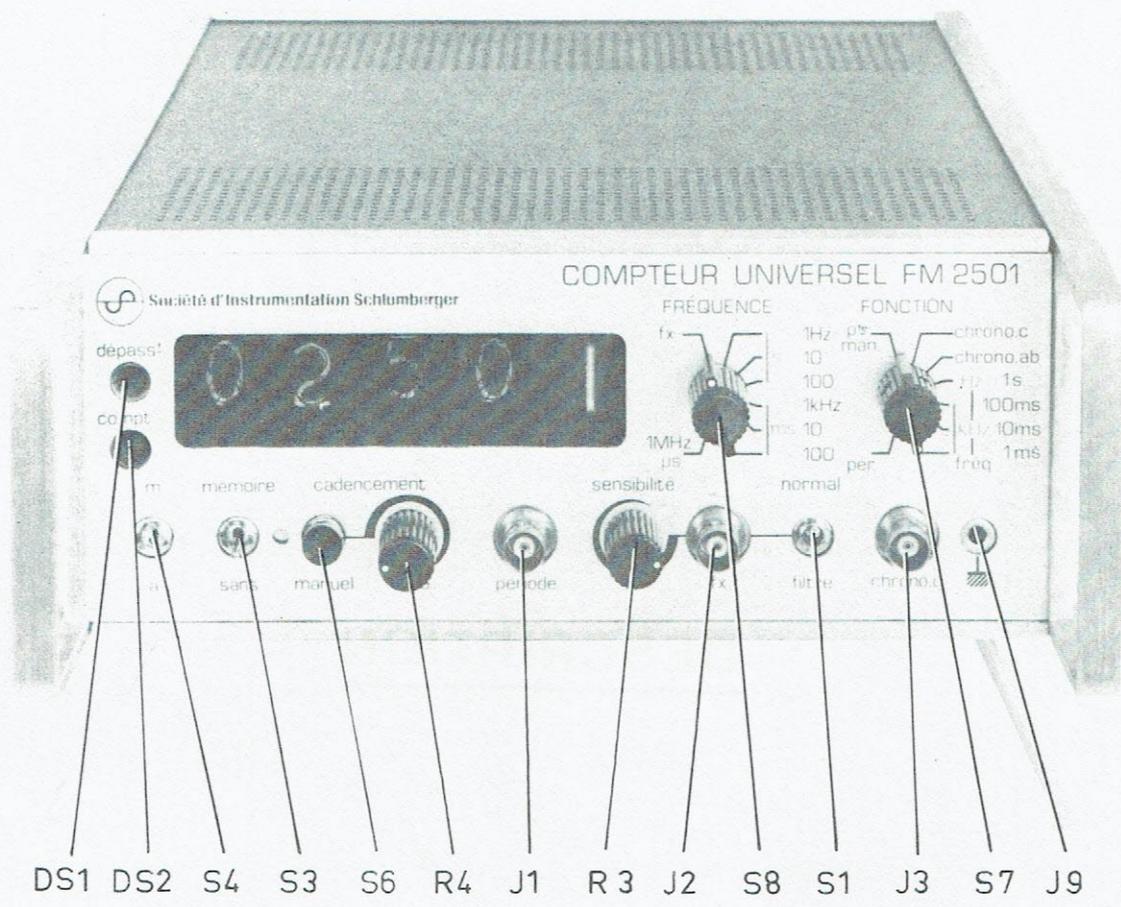
1 - 5.11. Gamme de température

0°C à 50°C

1 - 5.12. Caractéristiques mécaniques

Dimensions hors tout : Hauteur : 89 mm  
 Largeur : 234 mm  
 Profondeur : 363 mm  
 Masse : 4,1 kg

DESCRIPTION

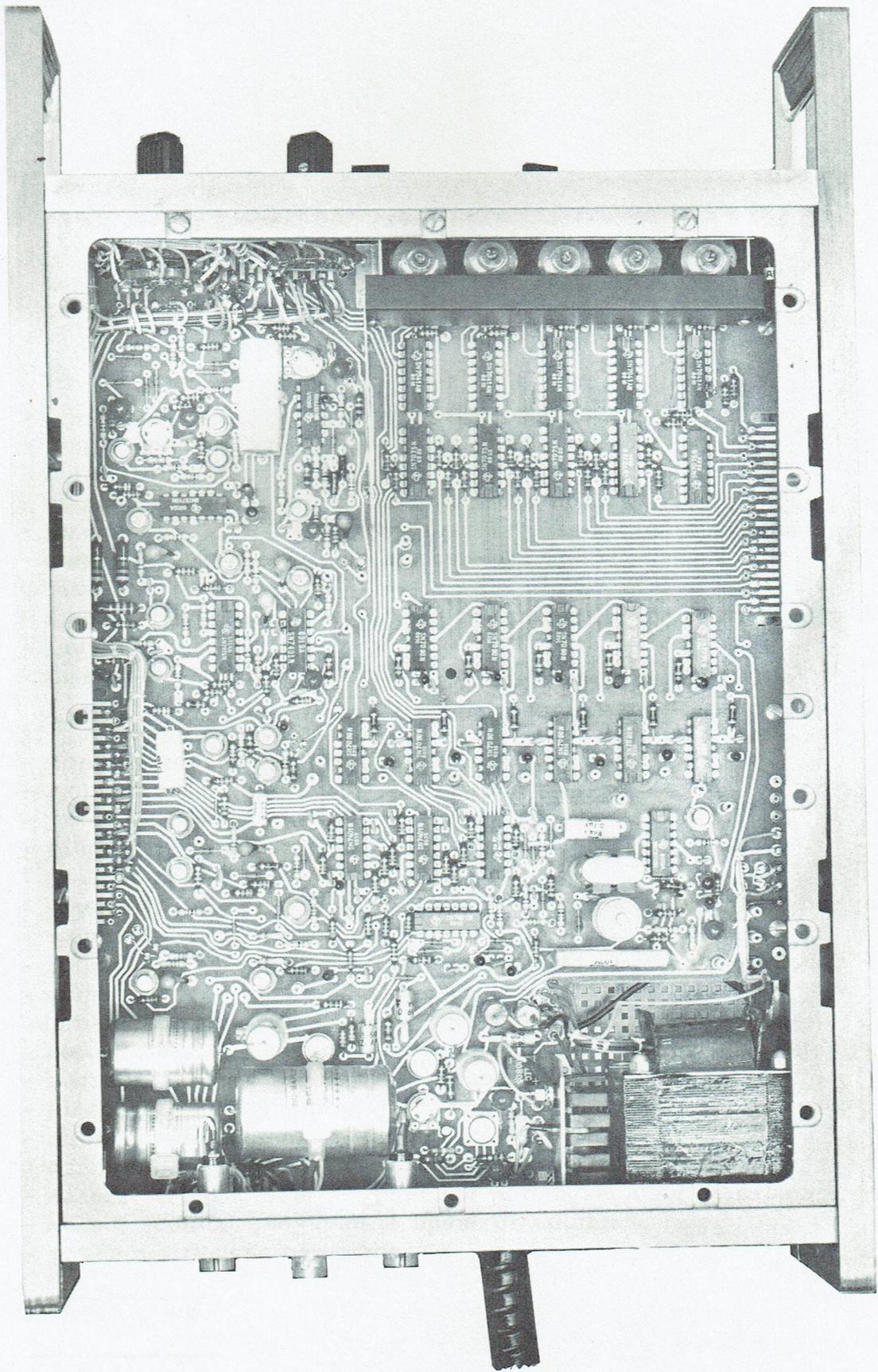


2 - . DESCRIPTION2 - 1. Face avant

- Tubes d'affichage numérique V 1 à V5
- voyant "compt" indiquant la phase de comptage DS2
- voyant "dépassement" indiquant le dépassement de capacité du compteur DS.1
- interrupteur secteur "a-m" S4
- inverseur avec "mémoire" et "sans" S3
- poussoir de RAZ "manuel" (cadencement) S6
- potentiomètre "cadencement" "auto" R4 permettant de régler la répétition des mesures avec une position enclenchée pour RAZ manuelle
- embase BNC entrée "période" J1
- potentiomètre de réglage de la "sensibilité" R3 de l'entrée fx
- embase BNC J2 entrée fréquence "fx".
- inverseur "FILTRE", "NORMAL" S1, mettant en action ou non le filtre sur l'entrée fx
- Embase BNC entrée "chrono C" J3
- Borne de masse J9
- Commutateur fonction S7
- Commutateur fréquence S8

2 - 2. Face arrière

- inverseur "sortie" "entrée" S5 définissant la fonction de :
- l'embase "RAZ" J5
- embase BNC "sortie compt" J4 permettant d'utiliser le signal de sortie du compteur
- embases BNC "chr A" J6 et "chr. B" J7
- inverseur "int" "ext" S2 définissant le mode de fonctionnement du pilote
- embase BNC "1MHz" J8 permettant le pilotage extérieur de l'appareil
- prise transcription J 10
- fusible secteur XF1 0,3 A pour utilisation sous 220 V  
0,6 A pour utilisation sous 110 V



### 2 - 3. Vue de dessus

Pour avoir accès à l'intérieur, il faut enlever l'habillage du flasque (gauche ou droit) en le faisant glisser vers l'arrière. Quatre vis sont ainsi découvertes et permettent le démontage du flasque et l'enlèvement du capot (supérieur ou inférieur).

Une fois le capot supérieur enlevé, on distingue :

- à l'avant et à droite les commutateurs "fonction" et "fréquence"
- à l'arrière et à gauche le transformateur d'alimentation T
- le circuit général 540 930 "Z1" comportant :
  - à l'avant et à droite les entrées période et fx
  - à l'arrière et à droite la partie d'alimentation
  - à l'avant et à gauche, la partie comptage et les tubes d'affichage
  - à l'arrière gauche le pilote

# FONCTIONNEMENT

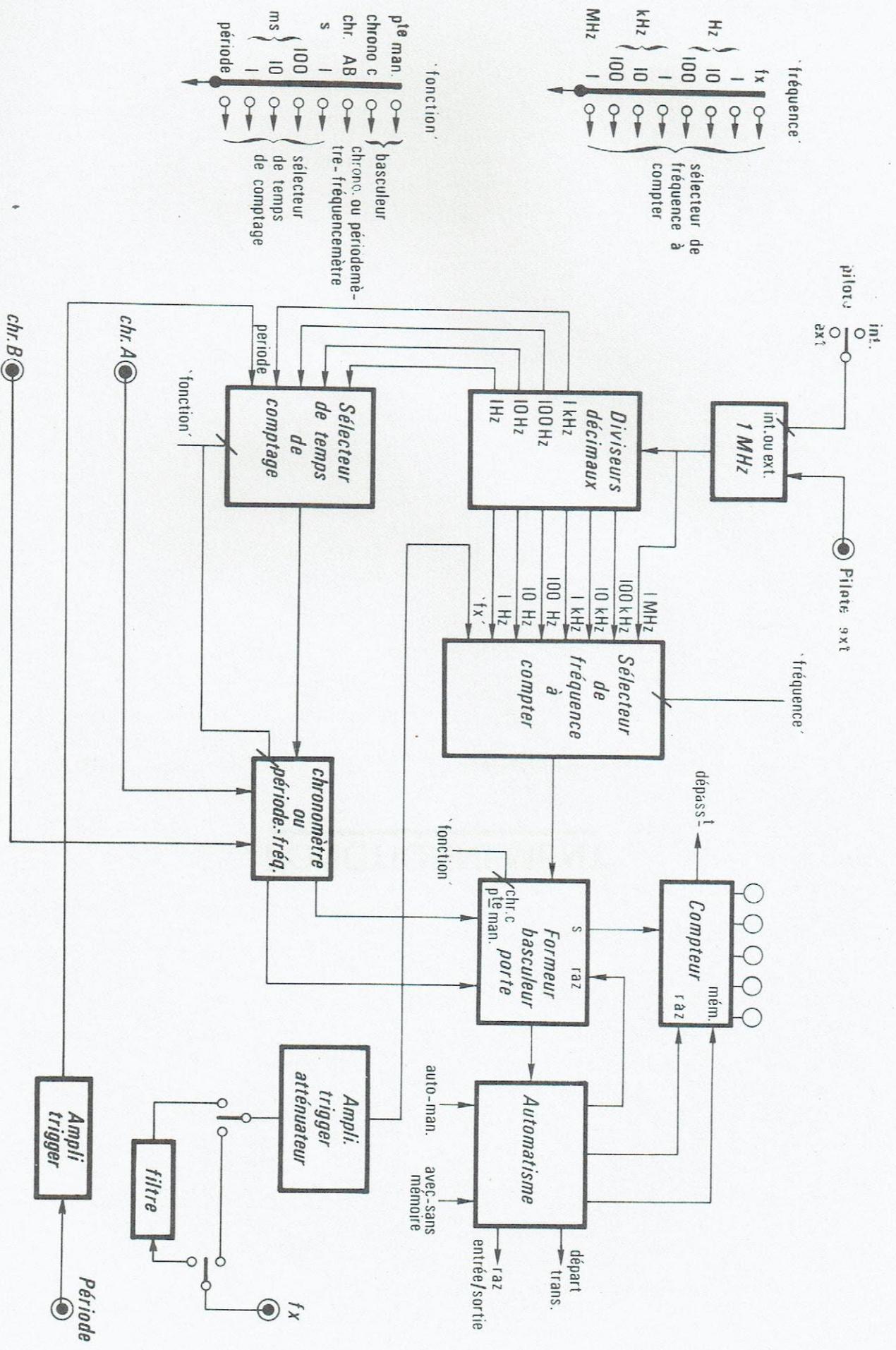


FIG. 6

### 3 - FONCTIONNEMENT

Schéma synoptique de l'appareil : voir Fig 6

#### 3 - 1. Commutateur fonction S 7

- En position "pte man.", le basculeur est inactif, et la porte est maintenue ouverte. D'autre part, la remise à zéro et la mémoire sont inhibées
- En position "chr C", le fonctionnement est identique au précédent, mais l'ouverture de la porte est commandée par court-circuit de l'entrée "chrono C".
- En position "chr AB", le sélecteur "chronomètre ou périodemètre, fréquencemètre" est aiguillé sur "chronomètre".

Les deux signaux provenant des entrées chr A et B sont donc mis en forme et vont déclencher le basculeur.

- En position "FREQ. 1s", "100ms", "10ms", "1ms", et "période", le commutateur "fonction" commande le sélecteur de temps de comptage. Celui-ci délivre un signal issu, soit des diviseurs décimaux, soit de l'entrée période après mise en forme, signal qui va ensuite déclencher le basculeur.

Le commutateur "fonction" commande donc:

- le sélecteur de temps de comptage
- le sélecteur "chronomètre ou périodemètre, fréquencemètre"
- le basculeur
- l'inhibition de la remise à zéro et de la mémoire
- le positionnement de la virgule.

#### 3 - 2. Commutateur fréquence S8

Le commutateur "fréquence" commande le sélecteur de fréquence à compter, qui délivre un signal issu, soit de la base de temps ou des diviseurs décimaux, soit de l'entrée fréquence après mise en forme.

Le signal, après passage dans le formeur et dans la porte, vient attaquer le compteur.

Le commutateur "fréquence" commande également le positionnement de la virgule.

#### 3 - 3. Pilote 1 MHz interne ou externe

L'oscillateur utilise un quartz 1 MHz, coupe AT.

Ce quartz est placé dans la boucle de réaction d'un amplificateur, constitué par le circuit intégré IC 7. La fréquence d'oscillation est ajustée par un condensateur série C5.

Ce même circuit intégré, monté en Trigger de Schmitt permet la mise en forme du signal de base de temps externe.

Le passage d'un fonctionnement à l'autre se fait par la commutation de tension continue.

### 3 - 4. Diviseurs décimaux

Ils sont constitués de 6 décades IC1 à IC 6 commandées par le signal de 1 MHz issu de la base de temps, et délivrent :

- les fréquences 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz destinées au sélecteur de fréquence à compter.

- les fréquences 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz et 1 Hz destinées au sélecteur de temps de comptage.

Chaque diviseur décimal est monté en cycle de 5, suivi du diviseur par 2, de façon à obtenir un signal de sortie symétrique.

### 3 - 5. Sélecteur de fréquences à compter et sélecteur de temps de comptage

Ils sont constitués de portes appartenant aux circuits intégrés IC10, IC11, IC 12 et IC 31. Chaque porte est attaquée :

- sur une des entrées par un signal de base de temps ou un signal en provenance des entrées fréquence ou période.

- sur l'autre entrée par une tension de commande continue en provenance des commutateurs "fonction" ou "fréquence".

Les sorties sont reliées respectivement à l'entrée du formeur et à l'entrée du sélecteur "chronomètre ou périodemètre, fréquencemètre".

### 3 - 6. Entrée chronomètre AB et sélecteur "chronomètre ou périodemètre fréquencemètre"

Cet ensemble est constitué par les 4 portes du circuit intégré IC13 commandées par des tensions de commande issues du commutateur fonction.

Il assure :

- La mise en forme des signaux provenant des entrées chrono A et B
- L'aiguillage de l'entrée du basculeur sur :
  - . les entrées chr A et B pour le fonctionnement en chronomètre
  - . la sortie du sélecteur de temps de comptage pour le fonctionnement en fréquencemètre ou en périodemètre.

### 3 - 7. Formeur basculeur porte (voir Fig 7)

#### 3 - 7.1. Formeur - porte

Cet ensemble est formé du transistor Q 7, monté en différentiateur, du transistor Q 6 et d'une porte faisant partie du circuit- intégré IC 12.

La différentiation est nécessaire pour éviter une information supplémentaire, lors de la transition de la porte.

L'ouverture de la porte se fait par l'intermédiaire du transistor Q 6, qui commande l'émetteur du transistor Q7.

La fermeture se fait directement par le circuit intégré IC 12, dont l'une des commandes est reliée à la sortie de la bascule 2.

### 3 - 7.2. Basculeur

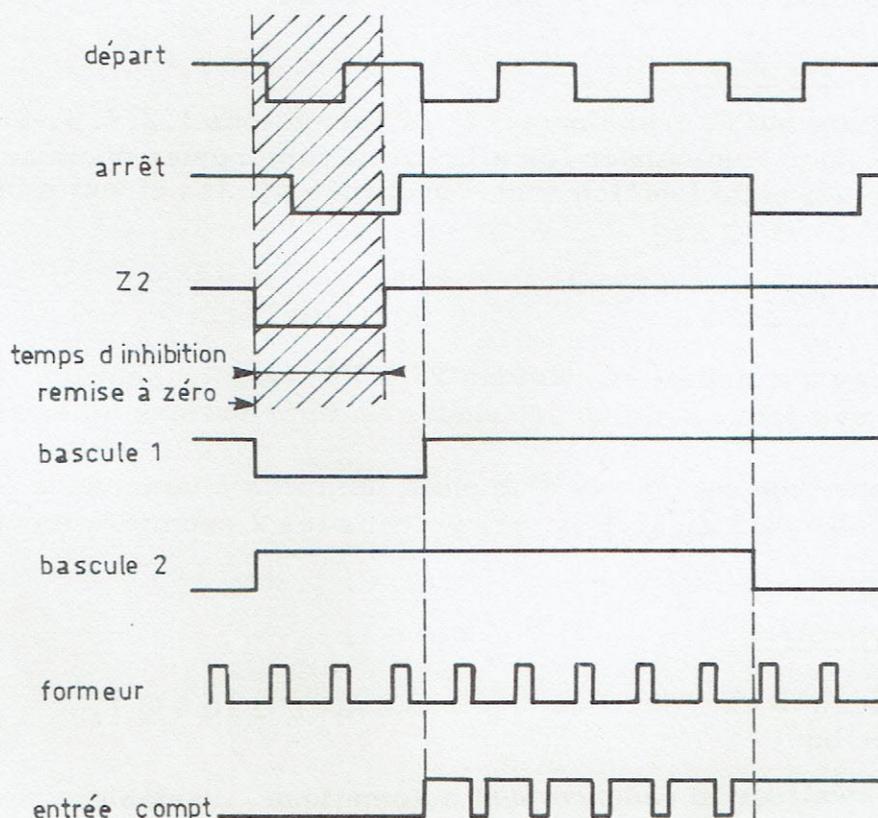
Il est constitué de 2 bascules J-K "maître-esclave" en circuit intégré (IC14).  
Après remise à zéro, seule la bascule 1 est armée. Quand survient un signal de départ de comptage, la bascule 1 change d'état et vient, d'une part ouvrir la porte, d'autre part armer la bascule 2. Celle-ci change donc d'état lors de l'arrivée du signal arrêt de comptage et vient fermer la porte. Elle délivre alors un signal fin de mesure pour commander l'automatisme (mémoire, transcription, cadencement remise à zéro). Le signal Z2 de remise à zéro, délivré par les circuits de cadencement, met les sorties des 2 bascules à zéro, tout en inhibant les entrées d'horloge.

Les sorties des 2 bascules commandent également un circuit d'indication de phase de comptage par l'intermédiaire d'un transistor monté en porte "non-et".

En position "chrono C" et "porte manuelle", la bascule 2 est maintenue dans l'état assurant l'ouverture de la porte par une remise à zéro permanente.

La bascule 1 est alors maintenue en état d'ouverture

- en permanence pour la position porte manuelle
- par la mise à la masse de l'entrée chrono C pour la position chrC



FIG\_7

### 3 - 8. Compteur

Il est constitué de quatre parties.

#### 3 - 8.1. Décades de comptage

Cinq décades en cascade réalisent la division décimale suivant le code 1.2.4.8. -(circuits intégrés IC 17, IC 20, IC 23, IC 26 et IC 29).

Chaque décade comporte deux entrées :

- Une entrée comptage, attaquée par le signal d'horloge à compter. La mesure est déclenchée par le front négatif de l'information.

- Une entrée de remise à zéro où est appliqué le signal Z1.

La sortie de la dernière décade : - est envoyée sur la sortie compteur  
- va commander le circuit d'indication de dépassement par l'intermédiaire d'un bistable constitué de 2 portes intégrées (circuits IC12)

#### 3 - 8.2. Mémorisation

Aux sorties 1.2.4.8 d'une décade, est associé un ensemble de 4 bascules-mémoire dont les sorties ne représentent l'état de la décade, que si l'on applique un potentiel positif à ses entrées horloge. En l'absence de ce potentiel, les sorties des bascules mémoire restent constantes quels que soient les signaux appliqués aux entrées. Cette mémorisation est assurée par les 5 circuits intégrés IC 16, IC 19, IC 22, IC 25 et IC 28.

#### 3 - 8.3. Décodage

Il a pour but de transformer les informations 1.2.4.8. en 10 informations de 0 à 9 pour commander les afficheurs numériques décimaux. Les 5 décodeurs remplissant cette fonction sont constitués par les circuits intégrés IC15, IC18, IC 21, IC 24 et IC 27.

#### 3 - 8.4. Affichage

5 tubes d'affichage numérique V1 à V5 transforment les 10 informations électriques provenant des décodeurs en informations optiques.

Chaque tube est pourvu d'un point lumineux à commande électrique. Ce point est exploité pour figurer la virgule dans les 2 premiers tubes, en partant de la droite.

### 3 - 9. Automatisme

Cet ensemble est constitué des transistors Q 10 à Q 17

Il a pour but :

- de réaliser le cadencement automatique variable
- de délivrer les signaux de remise à zéro, en fonctionnement automatique et manuel.

- de générer les signaux de début transcription et de transfert mémoire.

la figure 8 représente synoptiquement le fonctionnement des circuits d'automatisme et le diagramme des phases prises en des points fondamentaux.

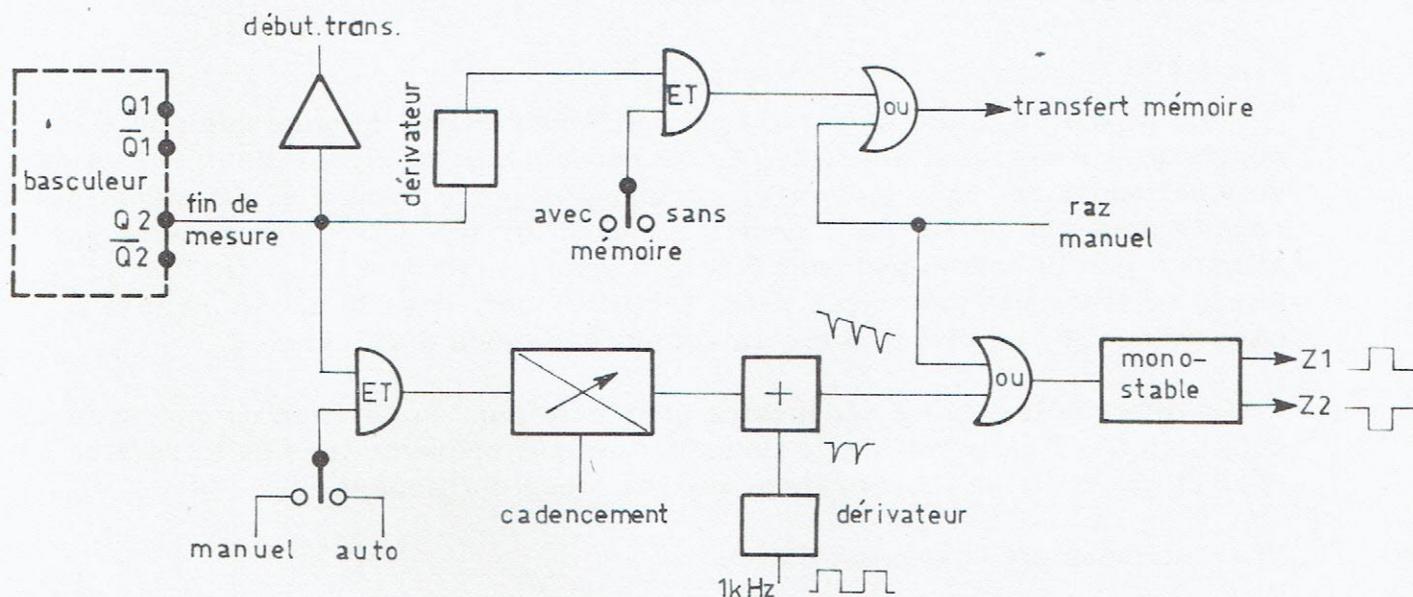


FIG. 8

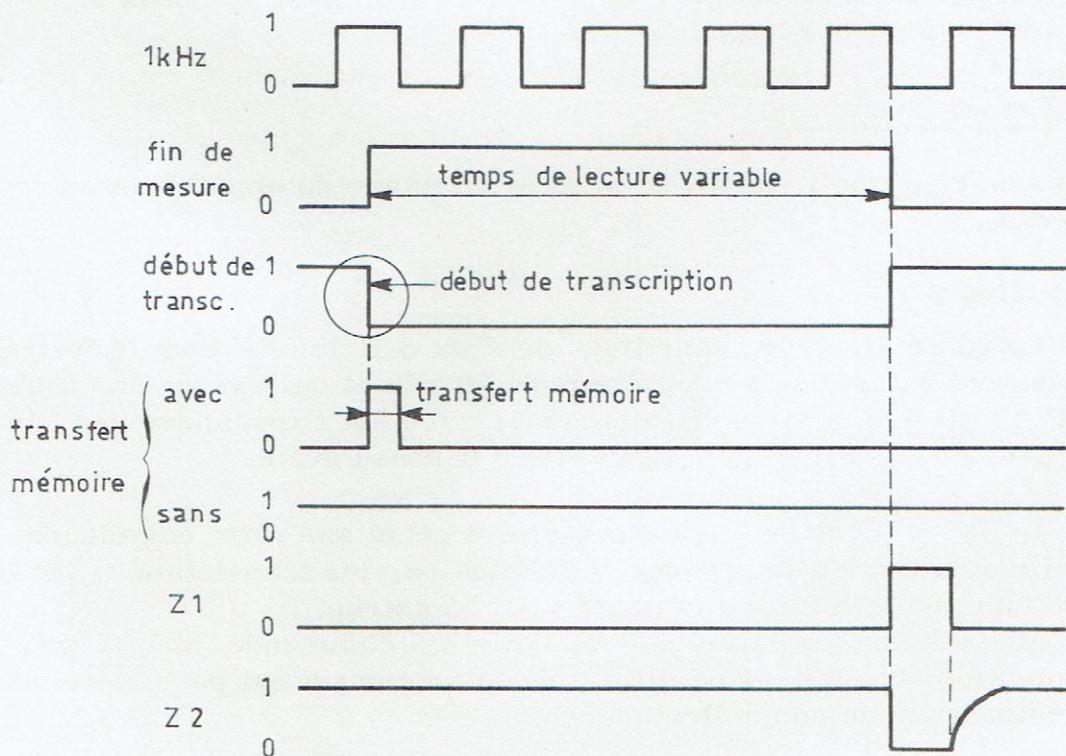


FIG. 9

L'ensemble automatisme, commandé par le signal fin de mesure issu de la sortie Q2 du basculeur, se divise en trois parties.

#### 1) - Transcription.

Le signal de fin de mesure, amplifié par les transistors Q 10 et Q 12, fournit le front de début de transcription. Ce front peut être choisi positif ou négatif par déplacement d'un strap.

#### 2) - Mémoire

Le signal de fin de mesure, après différentiation, attaque une porte "et" constitué par le transistor Q 16. Cette porte inhibe le signal d'entrée, en cas de fonctionnement sans mémoire, chrono C et porte manuelle. Le signal passe ensuite dans une porte "ou", constituée du transistor Q 15, commandée par ailleurs par le bouton poussoir S 6 RAZ manuel, et dont la sortie fournit le signal de transfert mémoire. Cette porte permet, dans le cas de remise à zéro manuelle, de visualiser celle-ci sur les tubes d'affichage.

La différentiation est nécessaire pour éviter qu'en position de cadencement automatique, l'autorisation de transfert ne soit présente lors de la remise à zéro et que celle-ci n'apparaisse sur les tubes d'affichage.

#### 3) - Cadencement et remise à zéro

Le signal de fin de mesure est envoyé sur une porte "et" constitué par le transistor Q 12 qui reçoit d'autre part la commande "manuel-auto" puis sur un intégrateur formé d'une cellule RC, qui délivre une rampe de pente négative. Après sommation avec la dérivée de la fréquence étalon 1 kHz, le signal passe dans une porte "ou" à diode, qui permet de choisir la commande de zéro manuelle ou automatique, puis attaque un monostable. Celui-ci est constitué par les deux transistors Q 13 et Q 14 et délivre les deux signaux Z 1 et Z 2 de remise à zéro.

### 3 - 10. Entrée fréquence

Elle assure l'amplification et la mise en forme du signal dont on veut mesurer la fréquence.

On distingue :

- Le filtre d'entrée, constitué de deux cellules RC dont la fréquence de coupure est située aux environs de 50 kHz et qui assure un affaiblissement de 12 dB par octave. Sa mise en service est commandée par l'inverseur S1 "NORMAL", "FILTRE" situé sur le panneau avant.

Le filtre d'entrée est directement câblé sur cette commande.

- Un abaisseur d'impédance, constitué par les transistors Q 1 et Q 2 montés en émetteurs suiveurs et bouclés en bootstrap.

L'atténuateur, constitué du transistor Q3 commandé sur sa base par le potentiomètre R3 "sensibilité" de la face avant qui permet de faire varier l'impédance de son collecteur.

- L'amplification et la mise en forme sont assurées par le circuit intégré IC 9 monté en Trigger de Schmitt par réaction à travers le transistor de sortie Q5.

Le centrage de ce Trigger est assuré par le potentiomètre R 43.

3 - 11. Entrée période

L'amplification et la mise en forme du signal dont on veut mesurer la période sont assurées par le circuit intégré IC 8 monté en Trigger de Schmitt et bouclé en réaction à travers le transistor Q 4.

Le centrage de ce trigger est assuré par le potentiomètre R 17.

MISE EN SERVICE

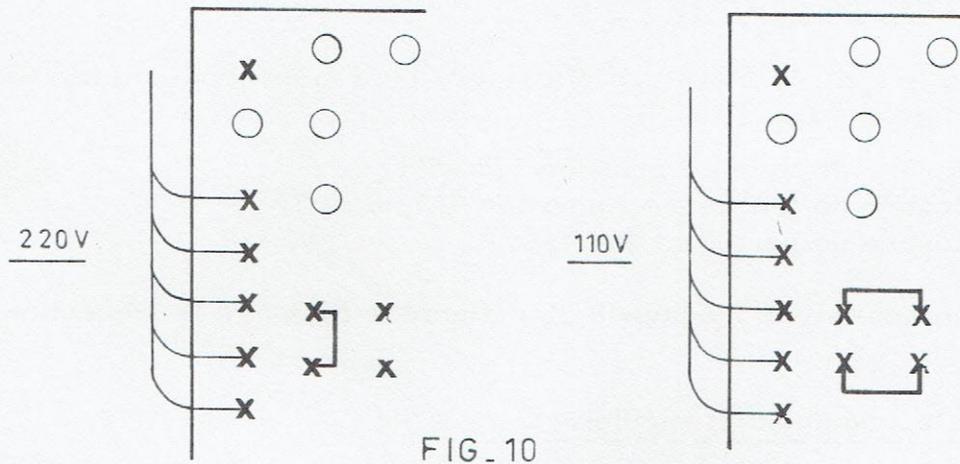
UTILISATION

## 4 -. MISE EN SERVICE ET UTILISATION

### 4 - 1. Mise en service

L'appareil est normalement livré cablé en 220V. Pour modification de cette tension, opérer de la façon suivante :

- retirer une des jaquettes latérales en la tirant vers l'arrière.
- Retirer une des poignées latérales en démontant les 4 vis qui la maintiennent.
- Retirer le capot supérieur en le faisant glisser latéralement.
- Répérer sur la partie arrière gauche du circuit imprimé les 4 plots permettant le positionnement des straps en 110 ou 220 V. Ce positionnement est le suivant :



Vérifier le calibre du fusible (0,3A et 0,6 A respectivement pour une alimentation en 220 V ou 110V).

Brancher le cordon secteur et mettre l'interrupteur secteur sur position "m". L'appareil est immédiatement utilisable avec une précision de l'ordre de  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ .

15 mn environ après la mise sous tension, la précision est celle prévue dans les caractéristiques (paragraphe 1 - 4.7.)

### 4 - 2. Vérification

- S'assurer que l'inverseur du 1 MHz "S2" "int. ext" situé à l'arrière de l'appareil est sur la position "int".
- Positionner le commutateur fonction S7 sur Fréq. 1 s.
- Mettre le réglage du cadencement R4 sur la position auto correspondant au minimum.

Vérifier :

- Qu'en explorant successivement les 7 positions du commutateur fréquence S 8, de 1 Hz à 1 MHz, le compteur affiche ces mêmes fréquences en Hz.
- Que le voyant "compt" DS2 s'allume au rythme du comptage et que le voyant "dépassement" DS1 s'allume pour les positions 100 kHz et 1 MHz.
- Que l'inverseur "mémoire" "sans" S3 permet d'observer ou non le défilement.

des chiffres sur le compteur.

- Que le bouton de réglage du cadencement R4 permet d'augmenter le temps entre chaque phase de comptage, et que le bouton poussoir "manuel" S6 permet de remettre le compteur à zéro quelque soit la position du cadencement.

- Que les positions 100 ms, 10 ms, 1 ms, du commutateur fonction S7 donnent une définition : 10 fois, 100 fois et 1000 fois plus faible et que la fréquence choisie sur le commutateur fréquence S8 s'affiche alors en kHz.

- Que sur la position "porte manuelle" du commutateur fonction S7, le compteur fonctionne en permanence, et qu'on a le même résultat sur la position "chr C" en court-circuitant l'entrée "chrono C" J3.

#### 4 - 3. Utilisation

##### 4 - 3.1. Positionnement des commutateurs

- Selon le type de mesure à effectuer, choisir le mode de fonctionnement par le commutateur "fonction" S7.

Mesure de temps : position 1, 2 et 3

Mesure de fréquence : position 4, 5, 6 et 7

Mesure de période : position 8

- Le commutateur fréquence S8 détermine toujours la fréquence appliquée au compteur.

##### 4 - 3.2. Cadencement et mémoire

Dans tous les cas de fonctionnement, excepté en "chrono C" et en "porte manuelle", le système interne de cadencement automatique, et la mémorisation de l'affichage peuvent être utilisés.

- En cadencement automatique, les mesures sont répétitives à une cadence plus ou moins rapide, déterminée par le bouton "auto" (R4).

- En cadencement manuel, la remise à zéro et la mesure suivante sont déclenchées par l'appui sur le bouton poussoir "manuel" S6. Cette manoeuvre provoque d'ailleurs la remise à zéro quel que soit le mode de fonctionnement et l'état de la mesure à ce moment.

- En position "mémoire" le compteur n'affiche la mesure qu'une fois celle-ci terminée, ce qui permet de profiter du cadencement maximal sans être gêné par le défilement des chiffres sur le compteur.

- En position sans mémoire, l'état de la mesure est affiché à chaque instant

- En fonctionnement "chrono C" et "porte manuelle", la mémoire et l'automatisme de remise à zéro ne sont pas utilisés. Les mesures sont donc cumulatives, et il est nécessaire, entre chaque mesure, d'utiliser la remise à zéro manuelle.

##### 4 - 3.3. Mesure d'une fréquence

Cette mesure s'effectue en utilisant l'entrée "fx" J2 (voir caractéristique au paragraphe 1 - 5.1.).

Placer le commutateur fréquence sur la position "fx".

Les positions 4, 5, 6 et 7 du commutateur Fonction S7 permettent alors de choisir le temps de mesure désiré, et de lire l'unité correspondante indiquée en rouge soit :

Position du commutateur fonction S7	Temps de mesure	Unité	Fréquence max, mesurable sans dépassement
4	1 s	Hz	99999 Hz
5	100 ms	kHz	999,99 kHz
6	10 ms	kHz	9999,9 kHz
7	1 ms	kHz	20000 kHz

Le filtre d'entrée (mise en service en position filtre) permet, pour la mesure de fréquence inférieure à 50 kHz, de s'affranchir des parasites.

L'atténuateur d'entrée permet de réduire la sensibilité. On peut donc par exemple, en compteur d'impulsions, extraire les impulsions utiles du bruit ou des parasites.

#### 4 - 3.4. Mesure d'une période

Cette mesure s'effectue en utilisant l'entrée "période" J1 (voir caractéristiques au paragraphe 1 - 5.2.).

Placer le commutateur "fonction" S7 sur la position période

Placer le commutateur "fréquence" S8 sur l'unité de temps désirée pour la mesure et lire l'unité correspondante inscrite en rouge soit ;

Position du commutateur fréquence S8	Unité de temps	unité	Période max, mesurable sans dépassement
2	1 s	s	99999 s
3	0,1 s	s	9999,9 s
4	0,01 s	s	999,99 s
5	1 ms	ms	99999 ms
6	0,1 ms	ms	9999,9 ms
7	0,01 ms	ms	999,99 ms
8	1 us	us	99999 us

#### 4 - 3.5. Dualité des mesures en fréquencesmètre et en périodesmètre

L'utilisateur ayant le choix pour la mesure d'un signal entre la méthode fréquencesométrique et la méthode périodesométrique, doit savoir que la précision

de mesure est meilleure en fréquences élevées et en périodemètre pour les fréquences basses.

Pour un appareil de caractéristiques déterminées, il existe une fréquence critique pour laquelle la précision est la même en périodemètre et en fréquences élevées. Cette fréquence de transition se détermine de la manière suivante :

. Erreur relative en fréquences élevées

$$\frac{\Delta F}{F} = \pm \frac{1}{Ft} \pm \epsilon$$

ou :

F = fréquence à mesurer  
t = temps de comptage  
 $\epsilon$  = précision de la base de temps

. Erreur relative en périodemètre

$$\frac{\Delta T}{T} = \pm \frac{1}{fT} \pm \epsilon \pm e$$

ou :

f = fréquence étalon  
T = période à mesurer  
 $\epsilon$  = précision de la base de temps  
e = erreur du seuil de déclenchement

La fréquence critique est donc déterminée par :

$$\frac{1}{Ft} = \pm \frac{1}{fT} \pm e \quad \text{soit :} \quad \boxed{\frac{1}{Ft} = \frac{F}{f} \pm e}$$

En faisant abstraction de l'erreur de déclenchement et pour l'appareil considéré :

$$F^2 = \frac{f}{t} \quad F = \sqrt{\frac{f}{t}}$$

$$f \text{ max.} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$t \text{ max.} = 1 \text{ s}$$

$$F = \sqrt{10^6} = 1000 \text{ Hz}$$

La figure suivante indique la précision pour différents cas de mesure et permet de déterminer la fréquence critique pour chacun d'eux.

Notons qu'à la précision donnée par ce tableau, il faut ajouter :

- En fréquencesmètre la précision du pilote
- En périodemètre la précision du pilote et l'erreur au déclenchement.

Précision

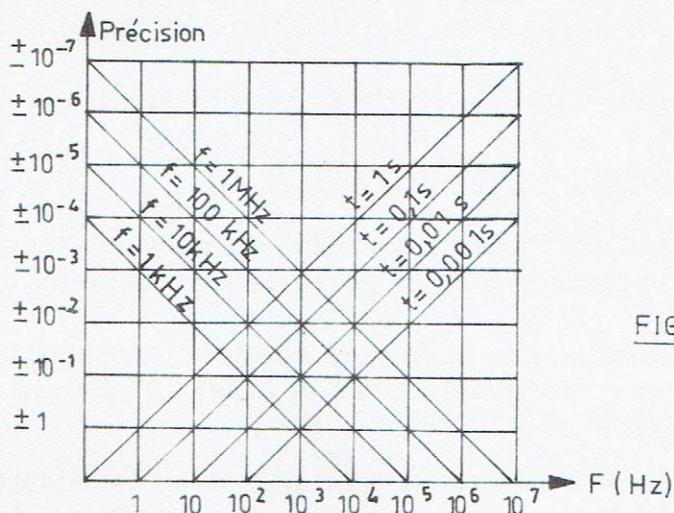


FIG. 11

#### 4 - 3.6. Mesure d'un rapport de deux fréquences

L'appareil offre deux possibilités de mesure quotientmétrique :

- On peut utiliser les entrées "fx" J2 et "période" J1 (voir caractéristiques paragraphe 1 - 5.1. et 1 - 5.2.)

La fréquence la plus basse doit alors être appliquée à l'entrée période, la plus élevée à l'entrée fréquence.

Les commutateurs fréquence et fonction sont positionnés respectivement sur "fx" et "période".

Le résultat s'affiche directement.

- On peut aussi utiliser les entrées "1 MHz ext" J5 et l'entrée "fx" J2 (voir caractéristiques aux paragraphes 1 - 5.5. et 1 - 5.1.)

Ce commutateur fréquence S3 est positionné sur "fx".

Le commutateur "fonction" S7 est positionné sur "1 ms", "10 ms", "100ms" ou "1 s".

L'appareil affiche alors le quotient affecté respectivement des coefficients  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  et  $10^6$ .

#### 4 - 3.7. Mesure d'un intervalle de temps (chrono AB)

Cette fonction consiste à mesurer le temps séparant 2 fronts positifs.

Les entrées utilisées sont :

- front de départ "chr A"
- front d'arrêt "chr B" (voir caractéristiques paragraphe 1 - 5.3.)

Placer le commutateur "fonction" sur la position "chr AB".

Placer le commutateur "fréquence" sur l'unité de temps désirée pour la mesure et lire l'unité correspondante inscrite en rouge (voir tableau au paragraphe 4 - 3.4. mesure d'une période.)

4 - 3.8. Mesure des temps de fermeture (chrono.c)

Après avoir positionné le commutateur "fonction" S7 sur "chr. C", relier le circuit de commande (interrupteur électrique, électromagnétique, ou électronique) à l'entrée "chrono C" J3. Le compteur totalise alors le temps de fermeture qui s'affiche dans l'unité choisie par le commutateur "fréquence" S8. Dans cette fonction, la mémoire et l'automatisme de remise à zéro ne sont pas utilisables et il est nécessaire de faire initialement une remise à zéro manuelle (cf paragraphe 3.9)

Voir caractéristiques de l'entrée "chrono C" au paragraphe 1 - 5.5.

4 - 3.9. Emploi en simple compteur

Cette position "porte manuelle" du commutateur "fonction" S7 correspond à l'ouverture permanente de la porte électronique du compteur.

On peut alors, par exemple, compter une des fréquences étalon choisie par le commutateur "fréquence" S8 et ainsi afficher le temps par fraction de l'unité correspondante.

On peut aussi fonctionner en compteur totalisateur d'impulsions en positionnant S8 sur "fx" et en utilisant l'entrée "fx" J2.

4 - 3.10. Pilotage extérieur de la base de temps

Si l'on désire piloter l'appareil par un étalon extérieur, basculer l'inverseur S2 sur "ext" et appliquer un signal 1 MHz sur l'entrée J5 (voir caractéristiques au paragraphe 1 - 5.6.)

4 - 3.11. Pilotage extérieur du cadencement et mise en série de deux appareils

Si l'on désire déclencher les mesures à distance, effectuer les opérations suivantes :

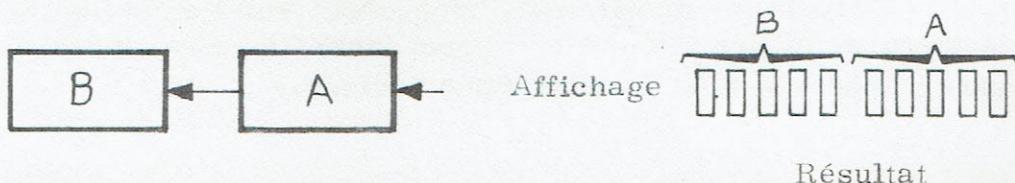
- Positionner le réglage du potentiomètre de cadencement sur "manuel" R4 (position enclenchée).
- basculer l'inverseur S5 "sortie" "entrée" RAZ située à l'arrière sur "entrée".
- La mise en court-circuit de la prise RAZ J5 située à l'arrière de l'appareil permet alors de remettre le compteur à zéro et de déclencher la mesure suivante :

Si l'on désire piloter le cadencement d'un appareil par un second appareil.

- Effectuer les opérations précédentes sur l'appareil que l'on désire piloter.
- Basculer l'inverseur S5 "sortie" "entrée" RAZ de l'appareil pilote sur "sortie".
- Relier les prises RAZ J5 des 2 appareils.
- Toute remise à zéro (automatique ou manuelle) de l'appareil "pilote" provoque alors la remise à zéro de l'appareil "piloté".

Si l'on désire mettre deux appareils en série : soit l'appareil B mis en série avec l'appareil A de base :

A de base :



- Effectuer sur les 2 appareils les opérations précédentes permettant à l'appareil A de piloter le cadencement de l'appareil B.

- Positionner sur l'appareil B :

le commutateur "fonction" S7 sur "porte manuelle"

le commutateur "fréquence" S8 sur "fx"

l'interrupteur S1 sur "FILTRE"

- Relier la "sortie compteur" J4 de l'appareil A à l'entrée "fx" J2 de l'appareil B.

L'appareil A affiche alors le résultat de la mesure effectuée sur cet appareil et tout dépassement du compteur s'affichera sur l'appareil B.

Cet ensemble équivaut donc à un compteur 10 chiffres.

#### 4 - 3.12. Transcription positive

L'appareil est prévu d'origine avec un signal de transcription négatif (front + 6V à 0V).

Il est possible d'inverser ce front en déplaçant un strap câblé à l'intérieur de l'appareil.

Pour ce faire, opérer de la façon suivante :

- Retirer une des jaquettes latérales en la tirant vers l'arrière
- Retirer le flasque latéral correspondant en démontant les 4 vis qui le maintiennent.
- Retirer le capot supérieur en le faisant glisser latéralement
- Repérer, au centre de la plaquette, le strap et les 3 plots permettant le positionnement de ce strap, à proximité des plots test J11 et J10.

Le câblage est le suivant :

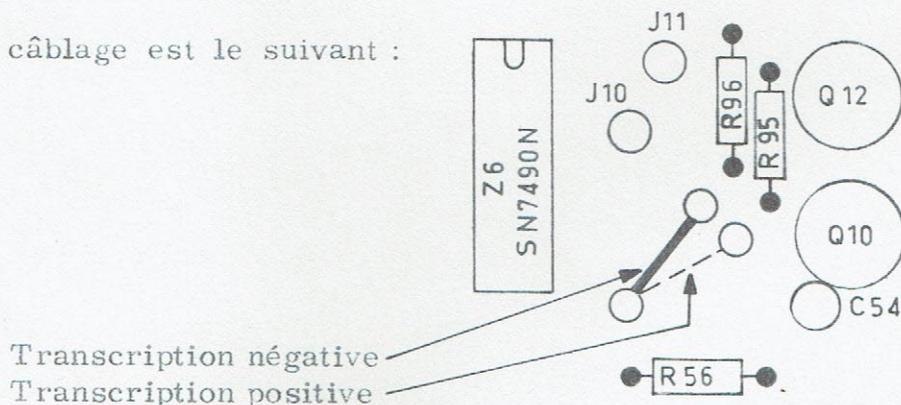


FIG. 12

**MAINTENANCE**

## 5 - . MAINTENANCE

L'utilisation des semi-conducteurs silicium et des circuits intégrés permet une bonne fiabilité de l'ensemble et évite d'effectuer un entretien préventif périodique.

Le processus ci-dessous est destiné à faciliter la localisation d'un éventuel défaut, mais ne saurait à lui seul assurer l'identification du composant défectueux. Il est nécessaire, avant tout dépannage, d'avoir préalablement pris connaissance du mode de fonctionnement de l'appareil et de disposer du matériel suivant :

- Contrôleur universel (20000  $\Omega$  /V en continu)
- générateur BF
- Générateur HF
- Oscilloscope 30 MHz
- Les cordons et câbles coaxiaux nécessaires au fonctionnement.

Les différents schémas électriques joints à la présente notice comportent de nombreux repères de signaux types afin de faciliter le dépannage.

### 5 - 1. Alimentation

Toutes les tensions régulées + 200 V, + 12 V, + 6V et - 6V sont disponibles sur des plots test situés à l'arrière gauche du circuit- imprimé 540.930.

- Aucun voyant ou tube d'affichage ne s'allume : Vérifier le fusible, l'interrupteur secteur et la continuité du cordon d'alimentation. Vérifier l'existence du + 200 V.

- Tous les chiffres des tubes d'affichage s'allument simultanément : vérifier l'existence du +6V, et en particulier le fusible F 1.

- En cas de défaut dans l'alimentation, s'assurer avant remise en route que celui-ci n'est pas dû à un court-circuit sur les sorties d'alimentation, en les testant à l'ohmmètre.

- Après dépannage régler éventuellement :

- . La valeur de la tension régulée + 6 en l'égalant à la tension - 6 par le potentiomètre R153
- . Le centrage des amplificateurs des entrées "fx" et "période" à l'aide des potentiomètres R 43 et R 17.

### 5 - 2. Bases de temps - compteur

Mettre le commutateur "FONCTION" S7 sur la position "porte manuelle"

Mettre le commutateur "FREQUENCE" S8 successivement sur les positions 1 MHz à 1 Hz.

- Le voyant comptage ne s'allume pas et les chiffres ne défilent pas sur le compteur : incriminer le basculeur

- Le voyant comptage s'allume, mais les chiffres ne défilent pas sur le compteur : incriminer le pilote ou l'ensemble "formeur-porte". Pour lever, ce doute, mettre le commutateur fréquence sur "fx", et envoyer une fréquence

sur l'entrée "fx" ce qui permet de vérifier le fonctionnement de l'ensemble "formeur-porte".

- Les chiffres ne défilent qu'à partir d'une certaine position du commutateur "fréquence."

Incriminer le diviseur de base de temps correspondant.

- Les chiffres ne défilent pas sur un des tubes d'affichage situés à gauche : incriminer la décade correspondante.

- Les chiffres ne défilent pas ou restent allumés en permanence sur un tube d'affichage quelconque : incriminer la mémoire ou le décodeur correspondant.

### 5 - 3. Amplificateurs

#### 5 - 3.1. Entrée "fx"

- Mettre le commutateur "fonction" S7 sur "porte manuelle".
- Mettre le commutateur "fréquence" S8 sur "fx"
- Injecter sur l'entrée "fx" J2 une fréquence BF de 100 mV eff. Si le compteur n'avance pas, incriminer l'amplificateur d'entrée.

#### 5 - 3.2. Entrée période

- Mettre le commutateur "fonction" S7 sur "pér".
- Mettre le commutateur "fréquence" S8 sur "1 MHz"
- Mettre l'inverseur S3 sur "sans".
- Injecter sur l'entrée "période" J1 une fréquence BF de 500 mV eff.
- Si les chiffres ne défilent pas sur le compteur, au rythme du cadencement, incriminer l'amplificateur d'entrée ou l'automatisme.

### 5 - 4. Automatisme

La remise à zéro automatique ne s'effectue pas, ou l'affichage reste constant, alors que le voyant "comptage" DS2 s'est bien éteint ; Vérifier les circuits de cadencement.

Seuls quelques notions générales de dépannage ont été données.

Le dépannage correct et complet de l'appareil nécessite une compréhension parfaite de l'ensemble ; celle-ci sera obtenue à l'aide des paragraphes "principe" et "fonctionnement" et des différents schémas.

## NOMENCLATURE

COMPOSANTS EQUIPANT L'APPAREIL FM 2501

---

Face avant

DS1	Voyant rouge		BNF2	ALCO
DS2	Voyant ambre		BNF2	ALCO
J1	Embase	BNC	UG 1094 U	OTTAWA
J2	Embase	BNC	UG 1094 U	OTTAWA
J3	Embase	BNC	UG 1094 U	OTTAWA
J9	Borne de masse		640 D	Jean Renaud
S1	Interrupteur bipolaire	"Djet"	17313	SECME
S3	Interrupteur unipolaire	"Djet"	17301	SECME
S4	Interrupteur unipolaire	"Djet"	17301	SECME
S6	Bouton-poussoir	"Djet"	17801	SECME
S7	Contacteur type SZY		444 965 (SIS)	Jean Renaud
S8	Contacteur type SZY		444 966 (SIS)	Jean Renaud
R3	Potentiomètre Loi A 10 k $\Omega$ $\pm$ 20 % axe R		P 50 A3	Sfernice
R4	Potentiomètre Loi A 4,7 M $\Omega$ axe 20 mm avec interrupteur unipolaire P 16 CN 40			Radiohm

---

Face arrière

F1	Fusible cartouche	5 x 20	0,3 A	D1TD	CEHESS
XF1	Porte fusible		704M/709		ARNOULD
J4	Embase	BNC	UG 1094 U		OTTAWA
J5	Embase	BNC	UG 1094 U		OTTAWA
J6	Embase	BNC	UG 1094 U		OTTAWA
J7	Embase	BNC	UG 1094 U		OTTAWA
J8	Embase	BNC	UG 1094 U		OTTAWA
J10	Embase femelle	25 broches	DB 25 S		CANNON
S2	Interrupteur unipolaire	"Djet"	17301		SECME
S5	Interrupteur unipolaire	"Djet"	17301		SECME

---

ELEMENTS NON AFFECTES A UN SOUS-ENSEMBLE

---

C1	Condensateur céramique II		1 nf - 250 V	
C2	Condensateur céramique II		220 pf	
Q1	Transistor 2N 3054 avec son dispositif d'isolement			
R1	Résistance 15 k $\Omega$	1/6W	5 %	
R2	Résistance 3,3 k $\Omega$	1/6W	5%	
R7	Résistance 330 $\Omega$	1/4W	5 %	
T1	Transformateur		444 967	

CIRCUIT GENERAL

540 930

Indice 100 à 1000

Résistances

R 101	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 102			
R 103	2,7 k $\Omega$	5 %	BB
R 104	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 105	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 106	47 k $\Omega$	5 %	BB
R 107	3,3 k $\Omega$	5 %	BB
R 108	680 $\Omega$ (680)	5 %	BB
R 109	1 M $\Omega$	5 %	BB
R 110	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 111	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 112	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 113	100 k $\Omega$	5 %	BB
R 114	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 115	6,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 116	220 $\Omega$	5 %	BB

Potentiomètre

R 117 1 k ajust. Vermet VA 05 H OHMIC

Résistances

R 118	6,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 119	220 $\Omega$	5 %	BB
R 120	10 $\Omega$	5 %	BB
R 121	1 M $\Omega$	5 %	BB
R 122	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 123	5,6 k $\Omega$	5 %	BB
R 124	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 125	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 126	220 $\Omega$	5 %	BB
R 127	470 $\Omega$	5 %	BB
R 128	470 $\Omega$	5 %	BB
R 129	470 $\Omega$	5 %	BB
R 130	470 $\Omega$	5 %	BB
R 131	470 $\Omega$	5 %	BB
R 132	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 133	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 134	5,1 k $\Omega$	5 %	BB
R 135	5,1 k $\Omega$	5 %	BB
R 136	100 $\Omega$	5 %	BB
R 137	4,7 k $\Omega$	5 %	BB
R 138	4,7 k $\Omega$	5 %	BB
R 139			
R 140			
R 141	5,6 k $\Omega$	5 %	BB
R 142	62 $\Omega$	5 %	BB

Potentiomètre

R 143 220 ajust. Vermet VA 05 H OHMIC

Résistances

R 144	47 k $\Omega$	5 %	BB
R 145	4,7 k $\Omega$	5 %	BB
R 146	100 $\Omega$	5 %	BB
R 147	100 $\Omega$	5 %	BB
R 148	100 $\Omega$	5 %	BB
R 149	820 $\Omega$	5 %	BB
R 150	4,7 k $\Omega$	5 %	BB
R 151			
R 152	15 k $\Omega$	5 %	BB
R 153	5,6 k $\Omega$	5 %	BB
R 154	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 155	820 $\Omega$ (820)	5 %	BB
R 156	470 $\Omega$	5 %	BB
R 157	470 $\Omega$	5 %	BB
R 158	470 $\Omega$	5 %	BB
R 159	470 $\Omega$	5 %	BB
R 160	470 $\Omega$	5 %	BB
R 161	470 $\Omega$	5 %	BB
R 162	470 $\Omega$	5 %	BB
R 163	470 $\Omega$	5 %	BB
R 164	300 $\Omega$	5 %	BB
R 165			
R 166	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 167	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 168	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 169	9,1 k $\Omega$	5 %	BB
R 170	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 171	5,1 k $\Omega$	5 %	BB
R 172	220 $\Omega$	5 %	BB
R 173	15 k $\Omega$	5 %	BB
R 174	330 $\Omega$	5 %	BB
R 175	180 $\Omega$	5 %	BB
R 176	220 $\Omega$	5 %	BB
R 177	330 $\Omega$	5 %	BB
R 178	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 179	680 $\Omega$	5 %	BB
R 180	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 181	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 182	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 183	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 184	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 185	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 186	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 187	5,1 M $\Omega$	5 %	B5
R 188	330 k $\Omega$	5 %	"
R 189	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 190	620 k $\Omega$	5 %	BB
R 191	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 192	39 k $\Omega$	5 %	BB
R 193	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 194	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 195	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 196	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 197	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 198	2 k $\Omega$	5 %	BB
R 199	1,8 k $\Omega$	5 %	BB

R 1100	820 $\Omega$	5 %	BB
R 1101	220 k $\Omega$	5 %	BB
R 1102	100 $\Omega$	5 %	BB
R 1103	4,3 k $\Omega$	5 %	BB
R 1104	4,3 k $\Omega$	5 %	BB
R 1105	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 1106	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1107	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 1108	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 1109	470 $\Omega$	5 %	BB
R 1110	1,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 1111			
R 1112	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 1113	10 k $\Omega$	5 %	BB
R 1114	5,1 M $\Omega$	5 %	B5
R 1115	620 k $\Omega$	5 %	BB
R 1116	330 k $\Omega$	5 %	BB
R 1117	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 1118	43 k $\Omega$	5 %	BB
R 1119	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 1120	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 1121	2,2 k $\Omega$	5 %	BB
R 1122	33 k $\Omega$	5 %	BB
R 1123	33 k $\Omega$	5 %	BB
R 1124	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 1125	10 M $\Omega$	10 %	B5
R 1126	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 1127	10 M $\Omega$	10 %	B5
R 1128	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 1129	10 M $\Omega$	10 %	B5
R 1130	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 1131	10 M $\Omega$	10 %	B5
R 1132	22 k $\Omega$	5 %	BB
R 1133	10 M $\Omega$	10 %	B3
R 1134	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1135	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1136	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1137	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1138	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1139	30 $\Omega$	5 %	BB
R 1140	30 $\Omega$	5 %	BB
R 1141	30 $\Omega$	5 %	BB
R 1142	30 $\Omega$	5 %	BB
R 1143	30 $\Omega$	5 %	BB
R 1144	30 $\Omega$	5 %	BB
R 1145	12 $\Omega$	5 %	BB
R 1146	12 $\Omega$	5 %	BB
R 1147	12 $\Omega$	5 %	BB
R 1148	12 $\Omega$	5 %	BB
R 1149	12 $\Omega$	5 %	BB
R 1150	33 k $\Omega$	5 %	BB
R 1151	4,7 $\Omega$	5 %	BB
R 1152	3,9 k $\Omega$	5 %	BB

### Résistances

R 1154	6,8 k $\Omega$	5 %	BB
R 1155	690 $\Omega$	5 %	BB
R 1156	33 $\Omega$	5 %	B3
R 1157	470 $\Omega$	5 %	BB
R 1158	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1159	120 $\Omega$	5 %	BB
R 1160	4,7 k $\Omega$	5 %	BB
R 1161	1 k $\Omega$	5 %	BB
R 1162	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1163	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1164	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1165	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1166	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1167	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1168	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1169	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1170	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1171	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1172	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1173	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1174	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1175	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1176	1,5 k $\Omega$	5 %	BB
R 1177	510 $\Omega$	5 %	BB

### Potentiomètre

R 1153 4,7 k $\Omega$  ajust. Vermet 20 % OHMIC

## Condensateurs

C 101	0,33 $\mu$ f - 400 V	
C 102	0,1 $\mu$ f - 400 V	
C 103	10 pf - 250 V	Céramique II
C 104	10 pf	
C 105	25 pf ajustable	
C 106	20 $\mu$ f - 16V	
C 107	33 pf - 250 V	Céramique II
C 108		
C 109	1 $\mu$ f - 400 V	
C 110	50 $\mu$ f - 4 V	Tantale enrobé
C 111	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 112	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 113	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 114	20 $\mu$ f - 16 V	
C 115	20 $\mu$ f - 16 V	
C 116	1 nf - 250 V	Céramique II
C 117	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 118	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 119	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 120	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 121	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 122	20 $\mu$ f - 16 V	
C 123	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 124	22 pf - 250 V	Céramique II
C 125	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 126	20 $\mu$ f - 16 V	
C 127	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 128	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 129	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 130	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 131	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 132	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 133	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 134	2,2 nf	
C 135	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 136	22 pf - 250 V	Céramique II
C 137	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 138	47 nf - 160 V	
C 139	1 nf - 250 V	Céramique II
C 140	4700 pf - 20 + 50 %	
C 141	22 pf - 250 V	
C 142	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 143	5 $\mu$ f - 10 V	
C 144	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 145	5 $\mu$ f - 15V	
C 146	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 147	5 $\mu$ f - 10 V	
C 148		
C 149	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 150	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 151	5 $\mu$ f - 16V	
C 152	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 153	5 $\mu$ f - 16 V	
C 154	5 $\mu$ f - 10 V	
C 155	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 156	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 157	5 $\mu$ f - 10 V	
C 158	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 159	5 $\mu$ f - 10V	
C 160	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 161	5 $\mu$ f - 10 V	
C 162	5 $\mu$ f - 10V	
C 163	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 164	5 $\mu$ f - 10V	
C 165	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 166	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 167	5 $\mu$ f - 10 V	
C 168	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 169	5 $\mu$ f - 10V	
C 170	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 171	5 $\mu$ f - 10 V	
C 172	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 173	5 $\mu$ f - 10 V	
C 174	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 175	5 $\mu$ f - 10V	
C 176	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 177	5 $\mu$ f - 10 V	
C 178	5 $\mu$ f - 10 V	
C 179	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 180	5 $\mu$ f - 10V	
C 181	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 182	5 $\mu$ f - 10 V	
C 183	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 184	5 $\mu$ f - 10V	
C 185	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 186	5 $\mu$ f - 10 V	
C 187	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 188	10 nf - 20 + 50 %	Céramique II
C 189		
C 190	6,8 $\mu$ f - 100/132 V	chimique
C 191	6,8 $\mu$ f - 100/132V	chimique
C 192	4700 $\mu$ f - 16/20V	chimique
C 193	5 $\mu$ f - 16V	
C 194	0,1 $\mu$ f - 40 V	
C 195	20 $\mu$ f - 16V	
C 196	10 $\mu$ f - 16 V	
C 197	1000 $\mu$ f - 16/20V	chimique
C 198	680 $\mu$ f - 25/30V	chimique
C 199	100 $\mu$ f - 16/20 V	chimique
C 1100	1 $\mu$ f - 63 V	

## Diodes

CR 101	TF 51	
CR 102	TF 51	
CR 103	TF 51	
CR 104	TF 51	
CR 105	TF 51	
CR 106	TF 51	
CR 107	TF 51	
CR 108	TF 51	
CR 109	TF 51	
CR 110	TF 51	
CR 111	ZF 3,6	Zéner
CR 112	ZF 3,6	Zéner
CR 113	TF 51	
CR 114	TF 51	
CR 115	TF 51	
CR 116	TF 51	
CR 117	TF 51	
CR 118	TF 51	
CR 119	TF 51	
CR 120	TF 51	
CR 121	TF 51	
CR 122	TF 51	
CR 123	19Z6AF	Zéner
CR 124	25Z6AF	Zéner
CR 125	TF 51	
CR 126	19Z6AF	Zéner
CR 127	TF 51	
CR 128	TF 51	
CR 129	TF 51	
CR 130	TF 51	
CR 131	TF 51	
CR 132	Pont doubleur DD 17.100	SILEC
CR 133	Pont monophasé fermé 110.B. 0,5	SILEC
CR 134	Pont bivalve CA 17.100	SILEC

## Transistor

Q 101	2 N 2907
Q 102	BSY80
Q 103	2 N 708
Q 104	2N 2369
Q 105	2 N 2369
Q 106	2 N 708
Q 107	2 N 708
Q 108	2 N 1990 R
Q 109	2 N 1990 R
Q 110	2 N 708
Q 111	2 N 708
Q 112	2 N 708
Q 113	BSY80
Q 114	2 N 708
Q 115	2 N 708
Q 116	2 N 708
Q 117	2 N 708

Q 118	2 N 3053
Q 119	2 N 2905
Q 120	2 N 708

## Circuit intégré

Z 101	SN7490N
Z 102	SN7490N
Z 103	SN7490N
Z 104	SN7490N
Z 105	SN7490N
Z 106	SN7490N
Z 107	SN72710N
Z 108	SN72710N
Z 109	SN72710N
Z 110	SN7401N
Z 111	SN7401N
Z 112	SN7401N
Z 113	SN7401N
Z 114	SN7476N
Z 115	SN7441AN
Z 116	SN7475N
Z 117	SN7490N
Z 118	SN7441AN
Z 119	SN7475N
Z 120	SN7490N
Z 121	SN7441AN
Z 122	SN7475N
Z 123	SN 7490N
Z 124	SN7441 AN
Z 125	SN7475N
Z 126	SN7490N
Z 127	SN7441AN
Z 128	SN7475N
Z 129	DM 8530N
Z 130	MC1460G
Z 131	SN7401 N

## Tube d'affichage

V 101	ZM 1000	Radiotechnique
V 102	ZM 1000	"
V 103	ZM 1000	"
V 104	ZM 1000	"
V 105	ZM 1000	"

## Quartz

1 MHz	Q A18 A	L19	CSF
-------	---------	-----	-----

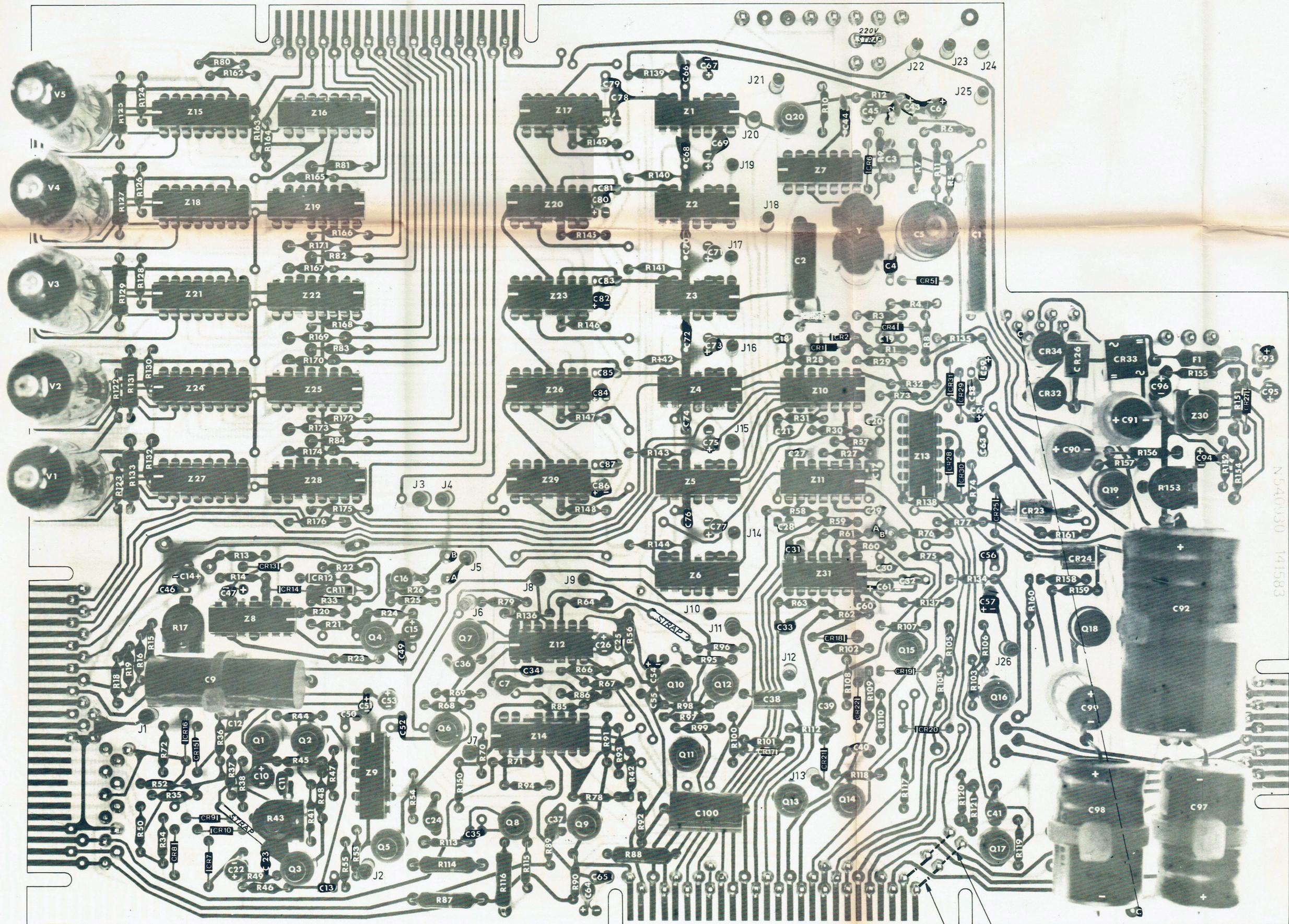
## Fusible

1,6A	DMP CEHESS
------	------------

MAIN CIRCUIT WIRING  
540930  
prefixes 100 and 1100

CABLAGE CIRCUIT GENERAL  
540930

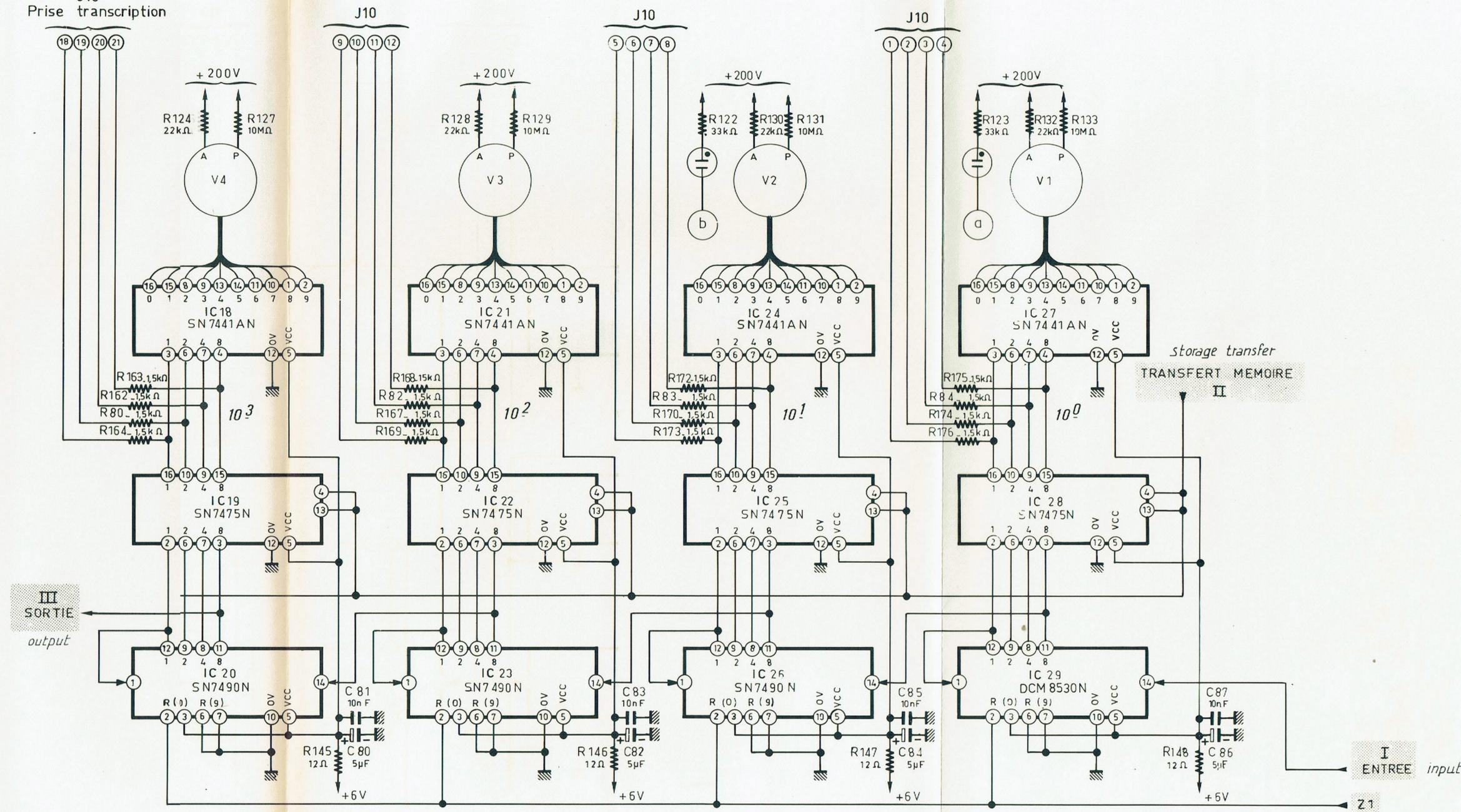
indice 100 et 1100



N540930 141583

FM 2502 FM 2501

Printout connector  
J10  
Prise transcription



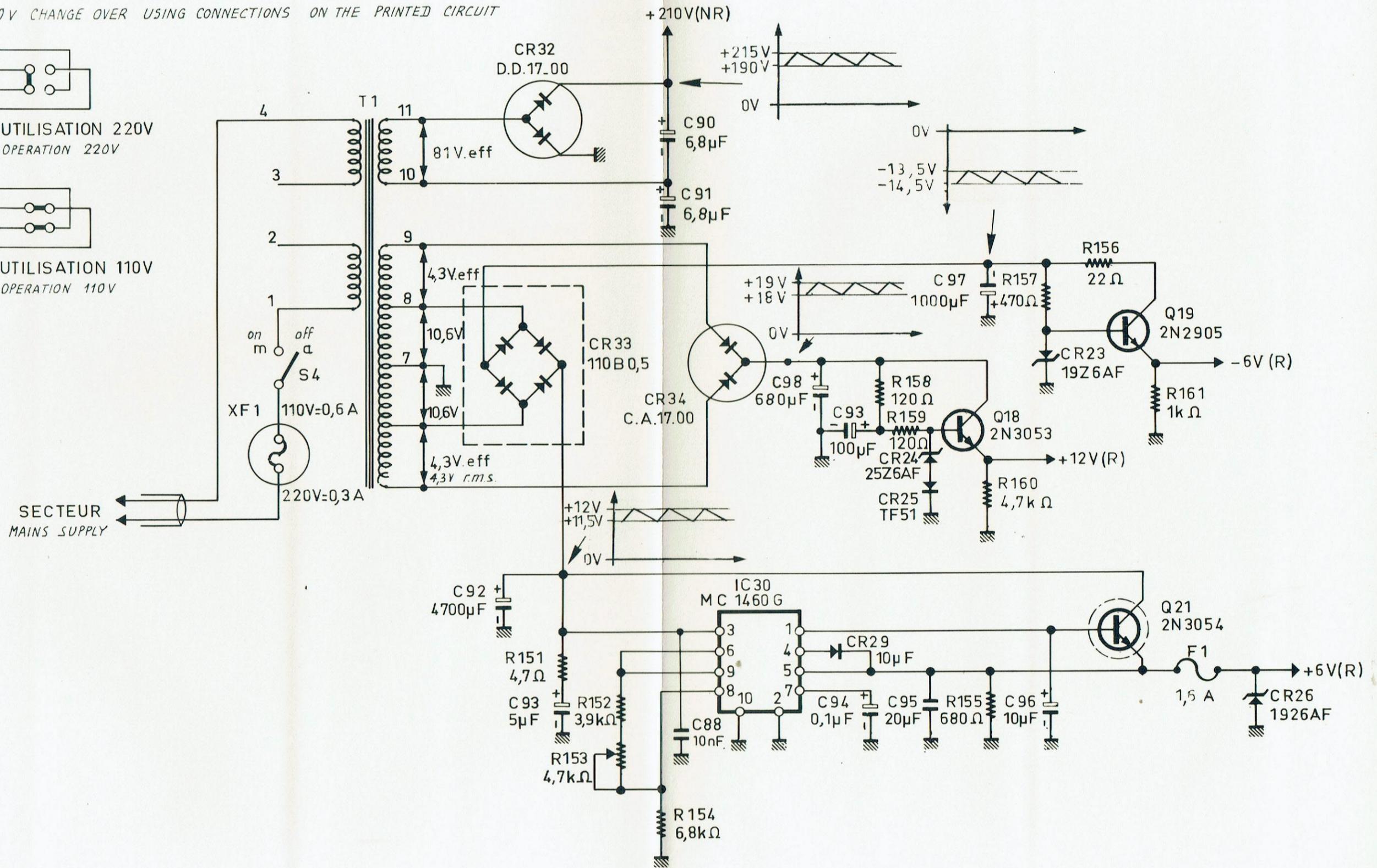
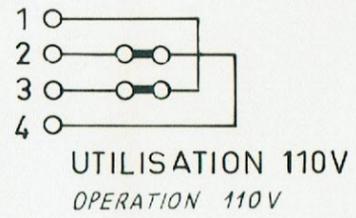
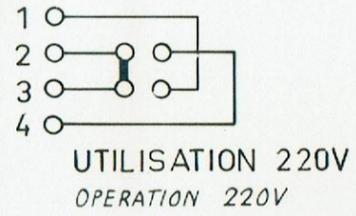
DRAWING 1

Counter sub-unit

PLANCHE 1  
Bloc compteur

COMMUTATION 110V / 220V PAR  
CONNEXIONS SUR CIRCUIT IMPRIMÉ

110V / 220V CHANGE OVER USING CONNECTIONS ON THE PRINTED CIRCUIT



DRAWING 2

Power supply

PLANCHE 2  
Alimentation



# PRINTOUT CONNECTOR WIRING CABLAGE PRISE TRANSCRIPTION

J 10

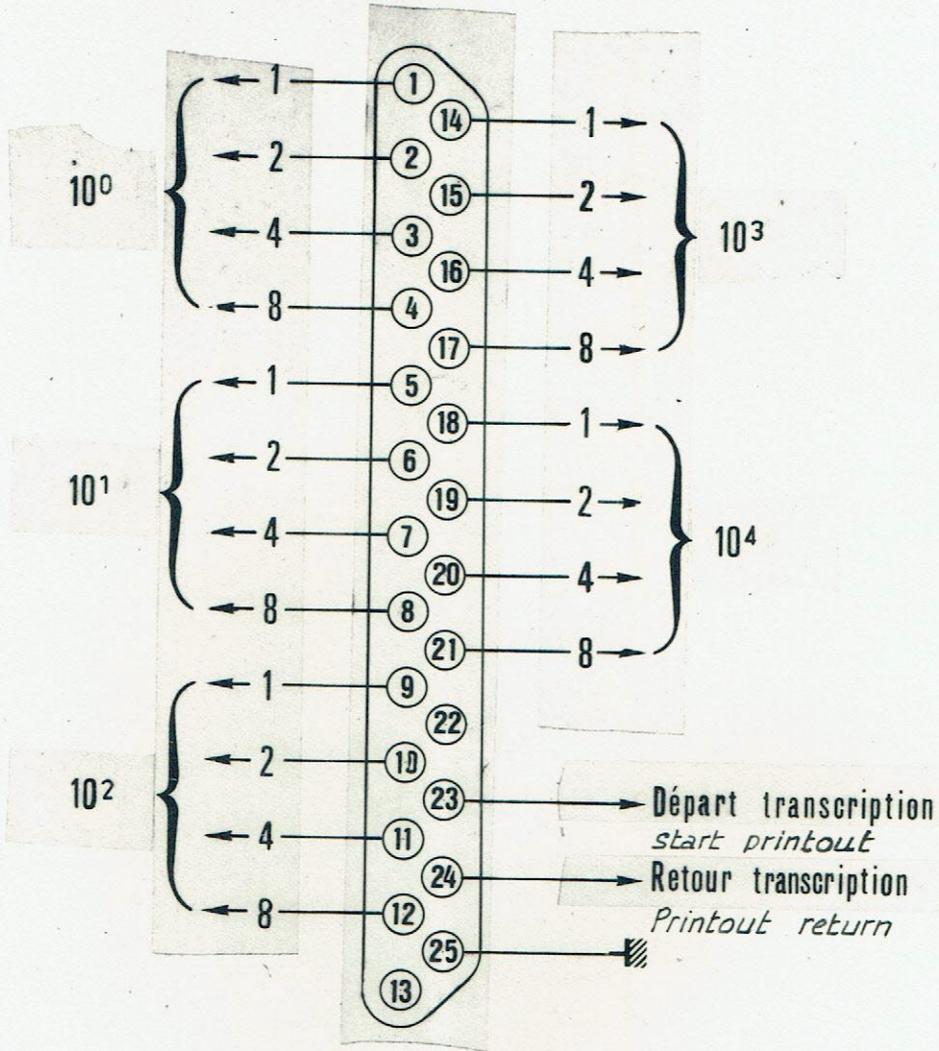


PLANCHE 4

DRAWING 4

# SELECTOR SWITCHES COMMUTATEURS

FUNCTION S7  
FONCTION S7

FREQUENCY S8  
FREQUENCE S8

