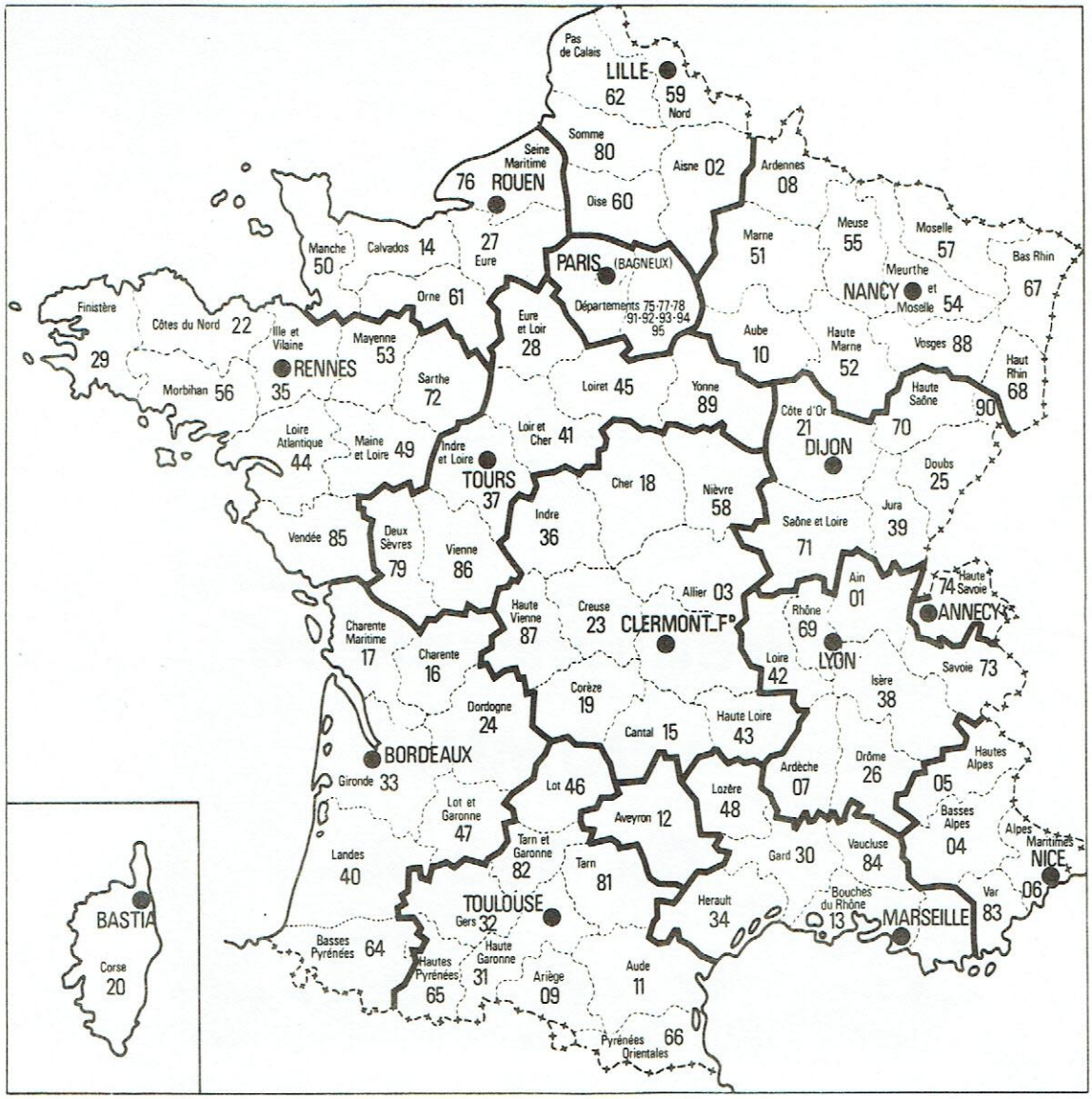
183

# Fréquencemètre
# 20 MHz
# DX 443 A

metrix

# Fréquencemètre
# 20 MHz
# DX 443 A

Edition MAI 1971




# AGENCES

METRIX-PARIS
1, avenue Louis Pasteur
92223 - BAGNEUX
tél. 253.31.39 - Télex 26925

METRIX-BASTIA
c/o Ets Lecocq
Immeuble Anjou - Lupino Gare
20200 - BASTIA
tél. (95) 31.28.15

METRIX-BORDEAUX
102, cours Gambetta
33400 - TALENCE
tél. (56) 91.17.67

METRIX-CLERMONT-FERRAND
Z.I. de Cournon - BP. 49
63002 - CLERMONT-FERRAND CEDEX
tél. (73) 92.14.77 — Télex 39926

METRIX-DIJON
32, rue de la Houblonnière
21000 - DIJON
tél. (80) 32.53.67

METRIX-LILLE
Centre Vauban - 201, rue Colbert - Porte A2
59000 - LILLE
tél. (20) 51.44.60

METRIX-LYON
47, avenue Paul Santy
69008 - LYON
tél. (78) 74.22.49

METRIX-MARSEILLE
90, rue Saint Savournin
13001 - MARSEILLE
tél. (91) 47.34.34

METRIX-NANCY
Bâtiment Claude - Z.I. d'Heillecourt
Cidex 926
54044 - NANCY CEDEX
tél. (28) 53.63.56

METRIX-NICE
42, rue du Maréchal Joffre
06000 - NICE
tél. (93) 88.00.93

METRIX-RENNES
114, boulevard Villebois Mareuil
35000 - RENNES
tél. (99) 50.95.30

METRIX-ROUEN
68, quai Cavelier de la Salle
76100 - ROUEN
tél. (35) 73.06.37

METRIX-TOULOUSE
9, route de Launaguet
31200 - TOULOUSE
tél. (61) 47.51.12

METRIX-TOURS
52, rue Calmette "La Mésangerie"
37100 - SAINT-CYR/LOIRE
tél. (47) 53.44.80 (le matin)

# D X 4 4 3 A

## ADDITIF AU MODE D'EMPLOI

### UTILISATIONDDU PHASEMETRE.

La fonction phasemètre est complétée par un inverseur à deux positions situé à l'arrière de l'appareil (180° automatique ou manuel) permettant d'obtenir l'inversion automatique ou manuelle d'une voie par rapport à l'autre. Ceci permet pour les mesures de phases voisines de zéro ou de 180° , de contrôler manuellement l'affichage 180° .

### MISE EN OEUVRE.

Se reporter au paragraphe 2.2.8.2. de la notice.

(A) Vérification : Effectuer la vérification, l'interrupteur 180° situé à l'arrière de l'appareil étant sur "AUTOMATIQUE".

(B) Mesure du déphasage :

1/ Mesure des phases peu différentes de zéro.

- Placer l'interrupteur 180° situé à l'arrière de l'appareil sur "MANUEL".
- Mettre les commandes "CHRONO A" (12) et "CHRONO B" (13) , l'une sur front montant, l'autre sur front descendant ; le voyant 180° s'allume.
- Effectuer la mesure de déphasage en appliquant les signaux : l'un en A ~
  l'autre en B ~

Selon la fréquence des signaux, mettre :

(2) Base de temps sur l'une des positions correspondant à θ 1 - 1 000 Hz ou θ 0,1 - 100 kHz .

En fonction des besoins, agir sur les commandes :

(2) Base de temps.
(6) Délai.
(11) Mémoire.

Lire directement la valeur exprimée en degrés sur les tubes d'affichage.

2/ Mesure des phases quelconques.

- Placer l'interrupteur 180° situé à l'arrière de l'appareil sur "AUTOMATIQUE"
- Injecter les deux signaux sur lesquels porte la mesure : l'un en "A ~ "
  l'autre en "B ~ "

Selon la fréquence des signaux, mettre :

(2) Base de temps sur l'une des positions correspondant à θ 1 - 1 000 Hz ou θ 0,1 - 100 kHz .

En fonction des besoins, agir sur les commandes :

(2) Base de temps.
(6) Délai.
(11) Mémoire.

Lire directement la valeur exprimée en degrés. Lorsque le voyant "+ 180°" est allumé, ajouter "+ 180°" à la valeur lue sur les tubes d'affichage.

Pour des phases voisines de 180° , il est recommandé d'éteindre le voyant + 180° en commutant les commandes "CHRONO A" et "CHRONO B" sur un même front (voyant 180° sur manuel). Lire directement la valeur exprimée en degrés sur les tubes d'affichage.

Nota : Pour supprimer les effets de bruit sur les signaux à mesurer, on peut utiliser des sondes d'oscilloscope 10 x ou 100 x . Ces sondes seront réglées comme indiqué par leur constructeur. On s'assurera de leur réglage en vérifiant que l'on obtienne le même affichage lorsque l'on effectue une mesure de phase nulle avec ou sans sonde (la mesure de phase nulle étant réalisée comme indiqué au paragraphe vérification du phasemètre (paragraphe 2.2.8.2. de la notice).

3/ Mesure de phase avec pilote externe.

La mesure de phase peut être optimisée en utilisant un pilote externe ; ceci permet d'obtenir la durée de mesure la plus courte possible. Dans ce cas de mesure, on mettra obligatoirement le commutateur base de temps sur la position correspondant à la gamme 0,1 - 100 kHz , quelle que soit la fréquence des signaux d'entrée.

4/ Application du principe de la double pesée.

La précision de mesure en phasemètre peut être améliorée en faisant une double pesée. Cette méthode de mesure consiste à effectuer deux mesures successives en croisant les fils d'entrée sur les voies A et B .

Soit $\phi 1$ : valeur mesurée à la première mesure

$\phi 2$ : valeur mesurée à la deuxième mesure

$\phi'1$ et $\phi'2$ les valeurs exactes correspondantes

et $\varepsilon$ : décalage de phase entre les voies A et B .

En valeur algébrique $\phi'1 = - \phi'2$

ce qui se traduit en valeur arithmétique par :

(1) $\phi'1 = 360° - \phi'2$ ou $\phi'1 + \phi'2 = 360°$

Ce qui se traduit en valeur arithmétique par :

(1) $\phi'1 = 360° - \phi'2$ ou $\phi'1 + \phi'2 = 360°$

Les relations entre valeurs mesurées et valeurs exactes sont par définition les suivantes :

(2) $\phi 1 = \phi'1 + \varepsilon$

(3) $\phi 2 = \phi'2 + \varepsilon$

En faisant la somme des équations (2) et (3) et en tenant compte de l'équation (1) on obtient :

$$\phi 1 + \phi 2 = \phi'1 + \phi'2 + 2\varepsilon = 360° + 2\varepsilon$$

d'où : $$\varepsilon = \frac{\phi 1 + \phi 2}{2} + 180°$$

Ce qui nous donne la valeur exacte de la phase :

$$\phi'1 = \phi 1 - \varepsilon = \frac{\phi 1 - \phi 2}{2} + 180°$$

Les deux mesures successivement donnent :

Exemple : $\phi 1 = 47°$

$\phi 2 = 317°$

La phase réelle est alors :

$$\phi'1 = \frac{47° - 317°}{2} + 180° = 45° \quad (\text{donc } \varepsilon = + 2°)$$

# D X 4 4 3 A

## ADDITIF N° 2 (HA1014)

Au titre des accessoires livrés sur demande, nous avons inclus le HA1014.

Cet accessoire est un filtre passe-bas double destiné à être utilisé avec le phasemètre de l'appareil. Ce filtre permet notamment d'éliminer les fréquences parasites industrielles et de rendre ainsi la mesure de phase indépendante des perturbations pouvant être ramenées par les câbles de mesure.

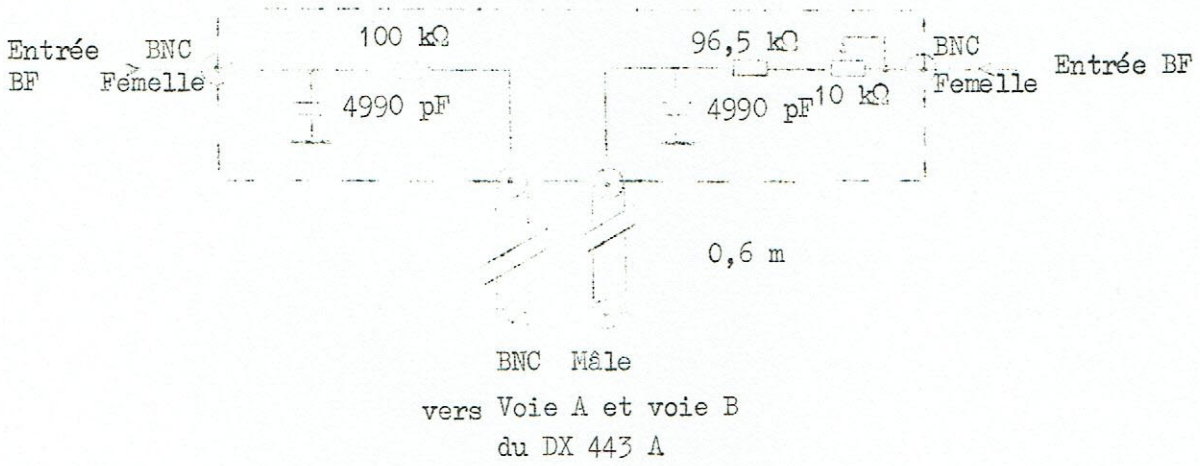
Cet accessoire peut également être utilisé pour la mesure des basses fréquences en fréquencemètre à brancher sur une seule voie.

### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence de coupure : 300 Hz

Tension de surcharge : 600 V

### Schéma de Principe :



# ERRATUM

Pages 1–3 et 2–16 : Niveau sorties imprimante :

lire Niveau 0 ≠ 0 à 0,4 V
Niveau 1 ≠ 4,5 à 5 V

Page 1–4 : Paragraphe e) :

lire 7 gammes de $999{,}999 \cdot 10^{-3}$ à $99{,}9999 \cdot 10^{3}$

Paragraphe f) :

lire Précision à $\pm 1$ digit pour des niveaux d'entrée $\rangle$ 250 mV eff.

NT–70–11

# SOMMAIRE

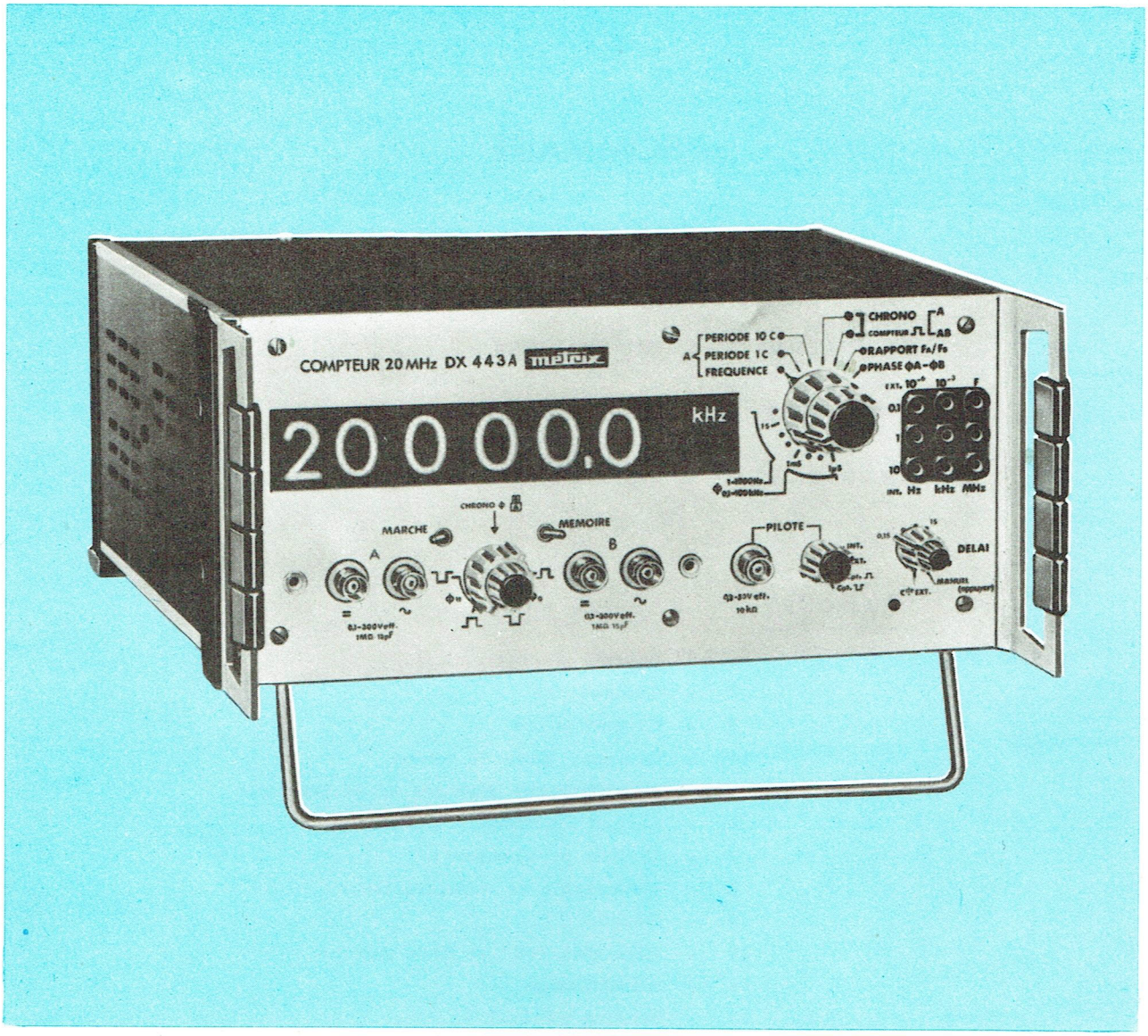
CHAPITRE 1 - GENERALITES

CHAPITRE 2 - MODE D'EMPLOI

CHAPITRE 3 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

PLANCHES :

1 - Schéma d'interconnexions
2 - Contacteurs
3 - Circuit pilote
4 - Diviseur Base de temps
5 - Amplificateur d'entrée et déclencheur
6 - Circuit fonction
7 - Circuit programme
8 - Monostable et multivibrateur
9 - Décade
10 - Détection 180° et hors gamme
11 - Alimentation
12 - Schéma général


COMPTEUR 20 MHz DX 443 A
metrix
20000,0
kHz
PERIODE 10 C
PERIODE 1 C
FREQUENCE
CHRONO
COMPTEUR
RAPPORT Fa/Fb
PHASE ΦA-ΦB
MARCHE
MEMOIRE
PILOTE
DELAI
INT. Hz kHz MHz

# CHAPITRE 1

# GENERALITES

## 1.1. - BUT :

Le DX 443 A est un fréquencemètre à compteur électronique. Ce type d'appareil très précis, souple d'emploi et dont les possibilités sont multiples permet notamment de réaliser les fonctions suivantes :

- Fréquencemètre
- Périodemètre
- Chronomètre
- Quotientmètre
- Phasemètre

## 1.2. - PRESENTATION :

Réalisé en coffret métallique au standard Métrix l'appareil entièrement transistorisé abrite sous une forme très compacte 110 circuits intégrés logiques et 125 transistors.

Une béquille orientable permet de disposer l'appareil en position inclinée. Cet appareil est du type digital et présente les particularités suivantes :

- L'affichage est à 6 chiffres.
- Le déplacement de la virgule et l'affichage des unités sont réalisés automatiquement lors de la sélection de la fonction désirée.
- La lecture maximum obtenue est 999 999.
- En pilote interne on dispose sur la face avant du 1 MHz et de ses sous-multiples de $10^{-1}$ en $10^{-1}$ jusqu'à 0,1 Hz.
- En pilote externe on disposera de la fréquence "F" de ce pilote et de ses sous-multiples de $10^{-1}$ en $10^{-1}$ jusqu'à $10^{-7}$.
  Ces fréquences directement utilisables, peuvent être appliquées aux entrées A ou B permettant ainsi l'autocontrôle des différentes fonctions de l'appareil. En cas de panne, l'anomalie est relevée instantanément.
- Le déclenchement de la mesure peut être automatique, manuel ou commandé extérieurement par un interrupteur ou une impulsion.
- Une mémorisation du résultat permet de fixer sur la fenêtre de lecture la valeur de la dernière mesure effectuée.
- On dispose à l'arrière de l'appareil, d'une prise permettant d'enregistrer le résultat de la mesure sur une imprimante

Les différentes fonctions réalisées permettent d'effectuer les mesures suivantes :

"Fréquencemètre" : mesure en kHz de la fréquence d'un signal appliqué à l'entrée "A".

"Périodemètre" : mesure de la période d'un signal appliqué à l'entrée "A". La valeur affichée en ms, seconde, ou $10^3$ secondes est calculée soit sur une période du signal (position 1 cycle) soit sur 10 périodes du signal (position 10 cycles).

"Chrono A ou compteur ⎍ (A)": En chrono A, mesure de l'intervalle de temps entre les fronts montant ou descendant d'un même signal, la mesure est exprimée en ms, seconde, et $10^3$ secondes. En compteur d'impulsions, les impulsions appliquées à l'entrée "PILOTE EXTERIEUR" sont comptées pendant le temps d'ouverture et de fermeture d'une porte appliquée en "A" ; la mesure est exprimée en puissance positive de 10 soit $10^3$, $10^6$ et $10^9$.

"Chrono AB ou compteur ⎍ (AB) : En chrono AB, mesure de l'intervalle de temps entre les fronts montants ou descendants de deux signaux appliqués aux entrées A et B, la mesure est exprimée en ms, seconde, et $10^3$ secondes. En compteur d'impulsions, les impulsions appliquées à l'entrée "PILOTE EXTERIEUR" sont comptées pendant les temps d'ouverture et de fermeture appliqués respectivement aux entrées A et B ; la mesure est exprimée en puissance de 10 soit $10^3$, $10^6$ et $10^9$.

"Quotientmètre FA/FB" : mesure du rapport de fréquence entre deux signaux appliqués aux entrées A et B ; la mesure est exprimée en $10^{-3}$, directement et $10^3$.

"Phasemètre ØB - ØA" : mesure permettant de chiffrer en degrés la différence de phase existant entre deux signaux de même fréquence appliqués aux entrées A et B.

## 1.3. - PRINCIPE GENERAL :

C'est un compteur numérique utilisant le principe de comptage d'impulsions pendant un intervalle de temps exactement déterminé.

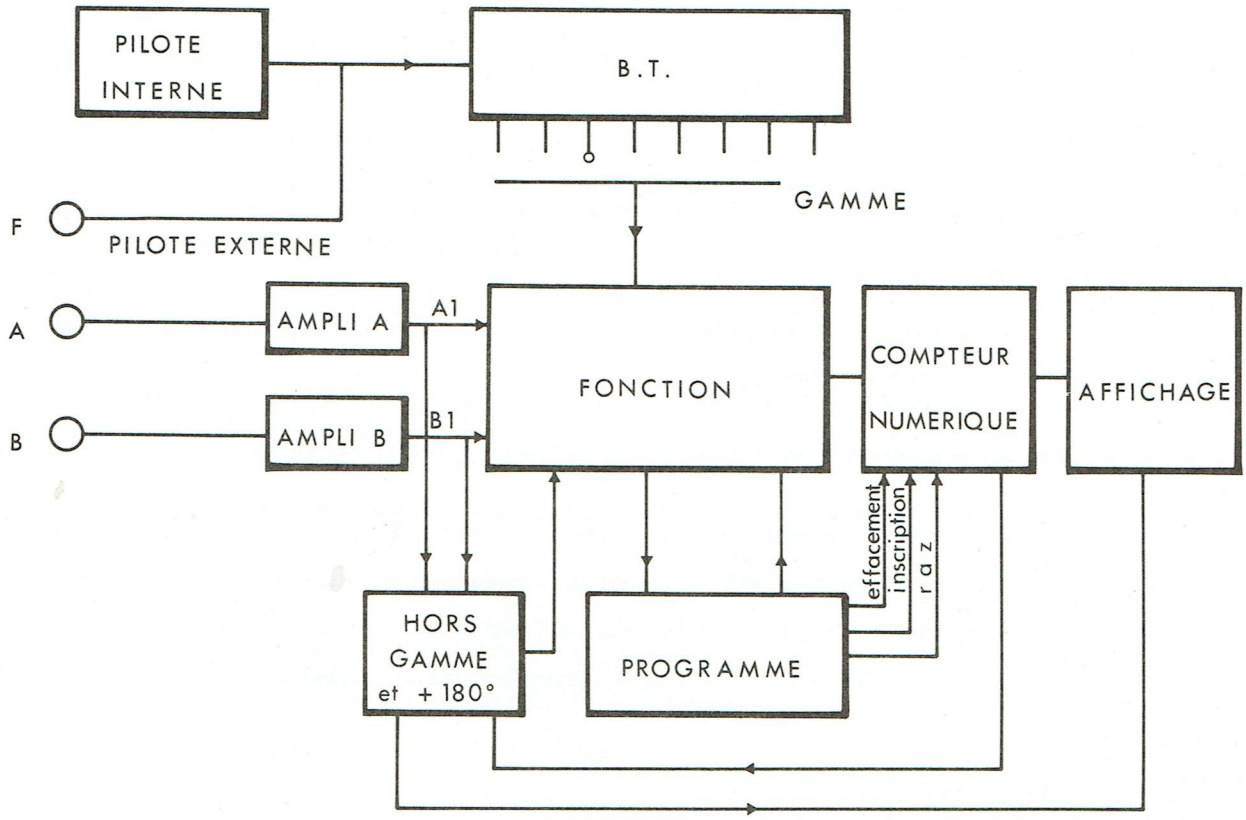
Il se compose :

- d'une base de temps ou horloge qui détermine les intervalles de temps.

704

- de deux circuits d'entrées voies A et B qui transforment les signaux en impulsions (atténuateurs écrêteurs automatiques).
- d'un circuit programme qui définit les séquences convenables pour exécuter les mesures répétitives.
- d'un compteur numérique qui compte les impulsions et convertit les informations binaires en informations décimales.
- d'un circuit de fonctions qui achemine par des voies convenables le ou les signaux à mesurer, ainsi que le signal d'horloge.

Le schéma synoptique ci-après donne la composition de l'appareil.




La fréquence pilote est envoyée dans la base de temps, qui est, en fait, une suite de diviseurs. Le commutateur de gamme choisit la division qui convient et envoie le signal correspondant sur le bloc fonction, où arrivent, également, les signaux à traiter A1 et B1 . Ceux-ci proviennent des atténuateurs écrêteurs automatiques des voies A et B.

Le choix manuel d'une fonction (fréquencemètre, périodemètre, chronomètre, compteur d'impulsions,quotientmètre, phasemètre) permet de disposer à la sortie de la porte P du bloc de fonction d'un certain nombre d'impulsions ; celles-ci aiguillées vers le compteur y sont comptées. Le résultat est affiché sur des tubes indicateurs lumineux.

Du bloc fonction part une information fermeture de porte vers le bloc programme. Dès que ce signal apparaît, le bloc programme établit les signaux d'effacement, d'inscription, de remise à zéro, destinés au compteur. Ceci étant, le bloc programme arrête le processus ou le relance au bout d'un certain temps.

Un bloc annexe indique le hors gamme et donne des informations pour le fonctionnement particulier du phasemètre.

## 1.4. - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES A 25° C :

1) Affichage :

Nombre de chiffres : 6
Capacité : 999 999
Affichage automatique de la virgule et des unités.
Affichage mémorisé ou non par simple commutation.

Sécurité de mesure : par indicateur "Hors Gamme".

2) Entrées voies A et B :

Entrées continues :
0 - 20 MHz voie A
0 - 10 MHz voie B
Entrée alternative : coupure BF : - 3 dB à 0,16 Hz
Impédance d'entrée : 1 MΩ//15 pF
Sensibilité : 10 mV eff. jusqu'à 1 MHz
50 mV eff. jusqu'à 10 MHz
250 mV eff. jusqu'à 20 MHz (voie A seulement)
Atténuateur d'entrée automatique à seuils permettant les mesures jusqu'à 300 V eff. sans aucune commutation.

3) Entrée "PILOTE" :

Entrée alternative fréquence maximum :
10 MHz - coupure BF : - 3 dB à 3 Hz
Impédance d'entrée : 10 kΩ//10 pF
Sensibilité en alternatif : 250 mV eff. jusqu'à 1 MHz
1 V eff. jusqu'à 10 MHz
Sensibilité en impulsions : 1 V crête pour 100 ns
2 V crête pour 50 ns.

4) Pilote interne :

Fréquence : 1 MHz issu d'un quartz 4 MHz à boîtier verre non thermostaté.
Précision : fréquence recalable à mieux que $10^{-7}$
Stabilité : - à court terme : sur 1 heure après une durée $\geqslant$ t0 (t0 = 30 mn) : meilleure que $1.10^{-6}$
- à long terme : sur 7 jours après une durée $\geqslant$ à 8 heures : meilleure que $1.10^{-7}$
- en température : meilleure que $1.10^{-5}$ entre 0 et 50°C meilleure que $3.10^{-7}$°/C

5) Diviseur de fréquence :

Matrice sur face avant délivrant la fréquence du pilote (1 MHz) et tous ses sous-multiples décimaux jusqu'à 0,1 Hz.
En pilote externe : F x 1 à F x $10^{-7}$.

6) Autocontrôle :

Possible pour toutes les fonctions (sauf compteur d'impulsions) en appliquant les sorties diviseur de fréquence aux entrées A ∾ ou B ∾.

7) Sorties pour imprimante :

En code B.C.D. 1-2-4-8. Logique DTL : Niveau 0 # 0 à 4 mV
Niveau 1 # 4,5 à 5,5 mV
Durée de l'impulsion de commande d'imprimante : 10 ms environ. Cette durée peut être modifiée à la demande.

8) Déclenchement de mesure (délai) :

a) Interne :
Automatique : réglable de 0,1 à 10 s (2 ms à la demande)
Manuel : par bouton poussoir.
b) Extérieur : par impulsion de + 5 V.

9) Fonctions :

a) Fréquencemètre :
Entrée voie A
Ouverture de porte : 1 ms , 10 ms , 100 ms , 1 s , 10 s.
Unité : kHz
Résolution : 0,1 Hz
Précision : ± 1 unité ± base de temps.

b) Périodemètre :
Entrée voie A
Mesure d'une période ou de la valeur moyenne prise sur 10 périodes.
7 gammes de 999,999 ms à 9 999,99.$10^3$s en périodemètre 1 cycle. Résolution 1 µs.
7 gammes de 99,9999 ms à 999,999.$10^3$s en périodemètre 10 cycles. Résolution 100 ns.
Unités : ms, s et $10^3$s avec virgule mobile.
Précision : ± 1 unité ± base de temps
± 0,25.$10^{-3}$ de la mesure
(nombre de périodes comptées) x (V eff. entrée en volts).

c) Chronomètre :

- Caractéristiques communes des chronos voies A et B :
Seuil de déclenchement : + ou - 60 mV environ suivant polarité choisie.

Possibilité d'appliquer extérieurement un seuil continu (0 à 300 V) aux entrées A = et B =, tout en appliquant le signal à mesurer aux entrées A ≈ et B ≈.
7 gammes de comptage de 999,999 ms à 9999,99.$10^3$s
Résolution : 1 µs. Peut être amenée à 100 ns à l'aide d'un pilo.e externe 10 MHz
Unités : ms, s, et $10^3$s avec virgule mobile.
Précision : ± 1 unité ± base de temps.

- Chrono voie A :
  Mesure la durée entre deux fronts de même sens de deux impulsions consécutives de même polarité. Choix du front et de la polarité par un commutateur à quatre positions associé à la voie A.

- Chrono A B :
  Mesure la durée entre un front de "départ" sur voie A et un front "arrêt" sur voie B. Choix des fronts et polarités indépendants pour A et B par deux commutateurs associés respectivement aux voies A et B. Permet la mesure de largeurs d'impulsions en attaquant les voies A et B en parallèle.

d) Compteur d'impulsions :
Entrée des impulsions sur voie "Pilote". Sélection de polarité par commutateur. Ouverture et fermeture de porte sur voie A, ou sur voies A et B, comme en chronomètre.
Capacité de comptage :
$10^{13}$-1 impulsions en 7 gammes de 999,999.$10^3$ à 9999,99.$10^9$ impulsions.
Affichage en $10^3$, $10^6$ et $10^9$ avec virgule mobile.

e) Quotientmètre :
Mesure FA/FB
FA : voie A
FB : voie B
7 gammes de 999,999.$10^3$ à 99,9999.$10^3$
Affichage en $10^3$, lecture directe, $10^{-3}$ avec virgule mobile.

f) Phasemètre :
Mesure : ØB - ØA
ØB : phase du signal voie B
ØA : phase du signal voie A
2 gammes suivant la fréquence : 1 à 1.000 Hz
100 Hz à 100 kHz.
Précision :

| | |
|---|---|
| 1 - 10 Hz ± 0,1 ° ± 1 % de la lecture<br>10 Hz - 500 Hz ± 0,1 ° ± 0,1 % de la lecture<br>500 Hz - 1 kHz ± 1 ° ± 0,1 % de la lecture<br>pour niveau d'entrée > 250 mV eff. | gamme 1 Hz - 1.000 Hz |
| 100 Hz - 1.000 Hz ± 0,1 ° ± 1 % de la lecture<br>1.000 Hz - 10 kHz ± 1 ° ± 1 % de la lecture<br>10 kHz - 1.00 kHz ± 3 ° ± 1 % de la lecture | gamme 0,1 à 100 kHz |

Affichage en degrés. Résolution : 0,1 degré. Possibilité d'extension vers les fréquences basses à l'aide d'un pilote externe (générateur BF de qualité courante par exemple).

10) Extension en fréquence :
Par adjonction du diviseur 120 MHz D1 443 A livré sur demande.

11) Gamme de température de fonctionnement :
0 à 50° C.

12) Alimentation : 110/115 - 127 - 220/230 V ± 10 % 50 à 400 Hz

13) Consommation : 25 VA.

14) Dimensions : Largeur : 297 mm - hauteur : 132 mm - profondeur : 317 mm.
Masse : 6,8 kgs.

1.5. - ACCESSOIRES :

| Livrés avec l'appareil | | | Livrés sur demande | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Housse vénigant | AE0109 | 1 | Adaptateur 120 MHz | D1 443 A |
| 1 | Clé | GH0028 | 1 | Jeu d'équerre pour montage en rack : équerre droite | GA 309 |
| 1 | Fiche enregistreur | AA1147 | | équerre gauche | GA 310 |
| 1 | Capot pour fiche enregistreur | AA1140 | | | |
| 1 | Adaptateur BNC/banane | AA1130 | | | |
| 2 | Fusibles 0,4 A rapides | AA0920 | | | |
| 2 | Fusibles 0,8 A rapides | AA1156 | | | |
| 2 | Fusibles 2 A rapides | AA0921 | | | |
| 1 | Câble BNC BNC 50 Ω long. 1,20 m | HA0517 | | | |
| 1 | Câble BNC banane 50 Ω avec cordon banane-banane | AG0138<br>AG0068 | | | |

NT 70 6

# CHAPITRE 2

# MODE D'EMPLOI

## 2.1. - DESCRIPTION DES COMMANDES :

Sur la vue avant et arrière, les différentes commandes sont repérées à l'aide d'un numéro d'ordre suivi du repère topologique correspondant à la position de l'élément considéré dans le schéma de principe.

### 2.1.1. - Vue avant :

(1)-Panneau d'affichage à tubes indicateurs.
Capacité 6 chiffres. Inscription maximum 999 999 . Sur le côté droit de la fenêtre des indications donnent l'unité de mesure :
kHz - s - ms - $10^3$s - $10^{-3}$ - $10^3$ - $10^6$ - $10^9$.
Le voyant "+ 180°" indique en phasemètre ØB - ØA qu'il faut ajouter 180° à la lecture pour avoir la valeur du déphasage.
Le voyant "HORS GAMME" indique que la mesure dépasse la capacité du compteur sans pour autant affecter le résultat. Le hors gamme peut être utilisé pour avoir une plus grande résolution.

(2)-Commutateur base de temps (S103). 8 positions de 1 microseconde à 10 secondes ; permet de sélectionner la durée d'ouverture de porte, l'unité de mesure et de déplacer la virgule.

(3)-Choix des fonctions (S102) 7 positions :
1-FREQUENCE.
2-PERIODE 1 c.
3-PERIODE 10 c.
4-CHRONO A COMPTEUR ⎍.
5-CHRONO A B COMPTEUR ⎍.
6-RAPPORT FA/FB.
7-PHASE ØB - ØA.

(4)-Panneau de fréquence correspondant à la sortie du signal d'horloge. Ce panneau permet :
- de recueillir en différents points de la base de temps les fréquences sous-multiples décimaux de la fréquence pilote.
  En pilote interne sous-multiples décimaux de 1 MHz (de $10^{-1}$ en $10^{-1}$ jusqu'à 0,1 Hz).
  En pilote externe sous-multiples décimaux de la fréquence pilote externe (de $10^{-1}$ en $10^{-1}$ jusqu'à $10^{-7}$).
- de contrôler le bon fonctionnement de l'appareil en autocontrôle.

Ce panneau est à utiliser de la façon suivante :
en pilote interne :
L'intersection d'une ligne et d'une colonne (partie inférieure du panneau Hz kHz MHz) définit la valeur de la fréquence du signal de sortie.
Exemple : Ligne 0,1 colonne MHz donne en ce point : 0,1 MHz
en pilote externe :
L'intersection d'une ligne et d'une colonne (partie supérieure du panneau $10^{-6}$ $10^{-3}$ F) définit la valeur de la fréquence du signal.
Exemple : Ligne 10 colonne $10^{-6}$ donne en ce point : (fréquence pilote) . $10^{-5}$
Ligne 0,1 colonne F donne en ce point : (fréquence pilote) . 0,1

Nota : La borne noire du panneau est un point de masse.

(6)-DELAI (S106). Cette commande permet de régler le temps séparant la fin d'une mesure et le déclenchement de la suivante. 9 positions :
0,1 s 0,2 s 0,5 s 1 s 2 s 5 s et 10 s
Une position "MANUEL" permet de commander ce déclenchement par bouton poussoir (5).
Une position "Cde EXTERIEURE" permet le déclenchement de la mesure soit :
a) par l'intermédiaire d'une imprimante reliée à la prise arrière "IMPRIMANTE"
b) par une impulsion de "+ 5 V" appliquée à la borne 34 de la prise imprimante.
c) en utilisant un inverseur branché aux bornes 34 et 33 de la prise imprimante comme indiqué paragraphe 2.2.11.

(5)-MANUEL (S107) est en fonction lorsque le contacteur (6) DELAI est sur la position "Manuel". En appuyant puis en relâchant le bouton on commande le déclenchement de la mesure.

(7)-PILOTE (S101) permet de sélectionner le pilote :
- Pilote INT. - c'est l'oscillateur qui est utilisé.
- Pilote EXT. - c'est un générateur extérieur relié à la borne (8) qui sert de pilote.
- Compteur ⎍ Compteur ⎍ - ces positions sont utilisées pour compter des impulsions appliquées à l'entrée (8) lorsque la commande (3) est sur chrono A compteur ⎍ ou chrono A B compteur ⎍.

(8)-PILOTE (J110) prise d'entrée pour pilote extérieur et impulsions à compter.

(9)-B ∿ (J112) prise d'entrée alternative de la voie B .

(10) B = (J111) prise d'entrée continue de la voie B .

(11) MEMOIRE (S108) - Lorsque l'interrupteur est sur MEMOIRE, l'affichage est permanent si la valeur mesurée est stable. Si la valeur mesurée change, l'affichage change instantanément sans défilement. En position gauche, sans MEMOIRE, le comptage défile.

(12) CHRONO A (S105) permet en fonction chronomètre A , chronomètre A B ou compteur ⎍ d'effectuer le comptage à partir des fronts de montée ou de descente positifs ou négatifs du signal de A .

(13) CHRONO B (S104) même fonction que chrono A .

(14) MARCHE (S901) interrupteur Marche arrêt

(15) A ∿ (J113) prise d'entrée alternative de la voie A .

(16) A = (J114) prise d'entrée continue de la voie A .

2.1.2. - Vue arrière :

(17) Fusible secteur (F901)

(18) Sélecteur de tension secteur (S902)

(19) Prise imprimante

(20) "PILOTE" (C202) accès au réglage de la fréquence du pilote interne.

## 2.2. - UTILISATION :

### 2.2.1. - Généralités :

Nous rappelons brièvement l'action des différentes commandes nous permettant de jouer sur l'affichage proprement dit.

(6) "DELAI". Le déclenchement automatique de la mesure se produit au choix toutes les 0,1 s ou 0,2 s ou 0,5 s ou 1 s ou 2 s ou 5 s ou 10 s.

Sur la position "MANUEL" l'opérateur peut déclencher la mesure à la demande en appuyant sur le bouton poussoir (5) , puis en le relâchant.

Sur la position "Cde EXTERIEURE" le déclenchement s'effectuera à distance.

(11) "MEMOIRE". Cette commande permet de mémoriser le résultat de la mesure qui reste affiché en permanence. Si la valeur change, le résultat affiché indique la nouvelle grandeur instantanément sans défilement.

Nota : 1) Le voyant "HORS-GAMME" s'allume lorsque les impulsions comptées dépassent la capacité du compteur. Mais il est important de signaler que la mesure n'est pas fausse lorsque le Hors-gamme est allumé. L'opérateur peut travailler en hors-gamme afin d'augmenter la résolution. Pour obtenir éventuellement les premiers chiffres significatifs, agir sur la commande base de temps.

2) L'emploi d'atténuateurs écrêteurs automatiques, au lieu d'atténuateurs mécaniques, rend l'utilisation des voies A et B très pratique dans tous les cas de mesure. Il suffit d'injecter le signal à mesurer sur les entrées A ou B , tout en respectant les niveaux maxima indiqués sur chaque entrée. Dans certains cas très particuliers, l'entrée continue peut être utilisée pour injecter une tension continue réglable, permettant de déplacer le seuil de déclenchement de l'amplificateur d'entrée (voir l'application paragraphe 2.2.6.1.).

### 2.2.2. - Opérations préliminaires :

A l'arrière de l'appareil :

- S'assurer que le sélecteur de tension (18) est sur la position correspondant au réseau local.
- En utilisation sur secteur 110 V mettre le fusible de 0,8 A livré avec l'appareil, celui de 0,4 A est pour le 220 V.

A l'avant de l'appareil s'assurer que :

(14) "MARCHE" est sur arrêt (interrupteur à droite).

(11) "MEMOIRE" est hors service (interrupteur à gauche).

(7) "PILOTE" sur INT.

(6) "DELAI" sur une des positions : 0,1 s à 10 s.

Brancher l'appareil au secteur et mettre :
14 sur "MARCHE". Les tubes d'affichage s'allument et après quelques secondes indiquent zéro.

Afin de se familiariser avec l'appareil, il est conseillé, lors des premières manipulations, d'utiliser le déclenchement manuel de la mesure. Pour cela mettre (6) sur "MANUEL", appuyer sur (5) et relâcher.

De même, pour éviter le défilement des chiffres sur les tubes d'affichage, on peut utiliser la fonction mémoire (11).

Le temps de préchauffage, pour que l'appareil soit conforme aux caractéristiques énoncées, est de 30 minutes.

Nota : Avec ou sans signal appliqué aux entrées, il est normal que le dernier chiffre à droite passe alternativement de 0 à 1 ; ceci est dû à la précision à ± 1 digit.

### 2.2.3. - Utilisation en fréquencemètre :

#### 2.2.3.1. - Principe de la mesure :

Le signal d'entrée "A" dont on veut mesurer la fréquence, est mis en forme par l'intermédiaire d'un atténuateur écrêteur automatique et appliqué au compteur à décades à travers le circuit "PORTE" (Figure 1). Le compteur compte ainsi le nombre d'impulsions du signal "A" qui lui est appliqué.

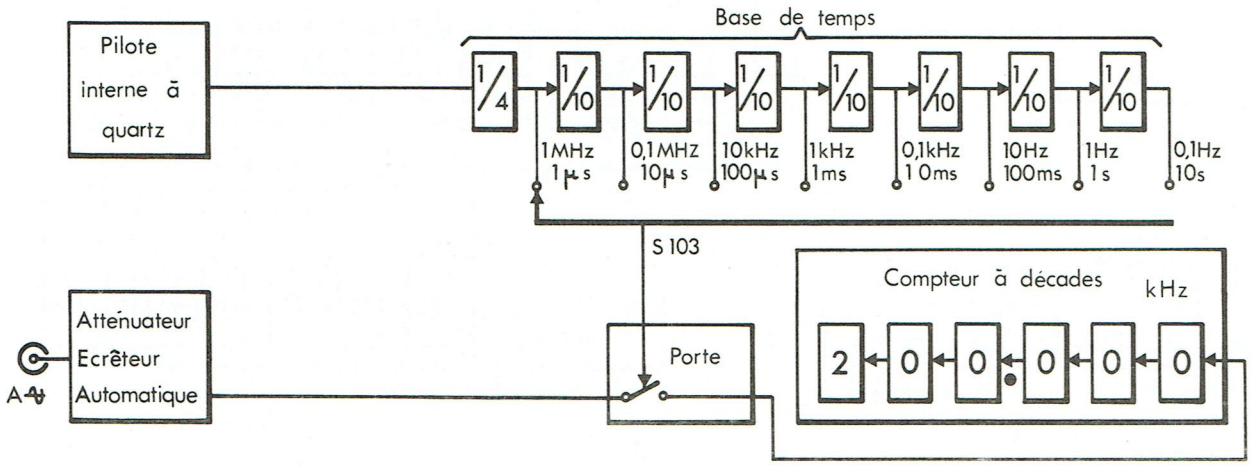



**Fig 1**

La durée d'ouverture de la porte est commandée par la base de temps. On mesure ainsi la fréquence moyenne du signal "A" durant l'ouverture de la porte. La base de temps délivre à partir du pilote à quartz interne 5 impulsions de durées différentes à savoir 1 ms, 10 ms, 100 ms, 1 s et 10 s. Par le commutateur base de temps (gamme), on sélectionne la durée de la porte en même temps que l'on positionne la virgule et que l'on affiche l'unité employée.

2.2.3.2. - Mise en oeuvre :

Effectuer les opérations préliminaires :

A) Vérification :

(3) sur Fréquence.

(7) sur "Pilote Interne".

(11) à gauche sans mémoire.

(2) sur l'une des positions comprise entre 1 ms et 10 s.
Sur les positions en dessous de 1 ms, l'unité kHz n'est pas affichée, la mesure de fréquence n'est pas réalisable.

A l'aide de l'adaptateur BNC banane (AA 1130) fourni avec l'appareil, appliquer à l'entrée "A ∿" l'une des fréquences disponibles aux douilles du panneau de fréquence (4). Nous rappelons que l'intersection d'une ligne : 0,1 - 1 - ou 10 avec une colonne Hz, kHz ou MHz donne la valeur de fréquence en ce point.

Nota : 1) La borne 0,1 Hz ne peut être utilisée.
2) La borne noire du panneau (4) est une prise de masse.

En fonction des besoins agir sur les commandes :

2 Base de temps.
La lecture est faite directement en kHz.

B) Mesure de fréquence :

- Déconnecter "A ∿" du panneau de fréquence (4).
- Brancher le signal dont on veut mesurer la fréquence sur la voie "A ∿" (15).
- Effectuer les mesures comme indiqué précédemment.
- La lecture est faite directement en kHz.

2.2.4. - Utilisation en périodemètre :

2.2.4.1. - Principe de la mesure :

La mesure de Période est l'inverse de la mesure de fréquence ($T = \frac{1}{F}$). En conséquence les commandes d'ouverture et de fermeture de la "PORTE" sont inversées (Figure 2). Le signal d'entrée "A" dont on veut mesurer la période commande la durée d'ouverture de la porte ; tandis que l'on applique au compteur les impulsions issues de la base de temps. La mesure peut s'effectuer au choix : 1) sur un cycle du signal appliqué en "A". 2) sur 10 cycles du signal appliqué en "A". Dans ce cas un diviseur par 10 est inséré dans le circuit.

NT 706

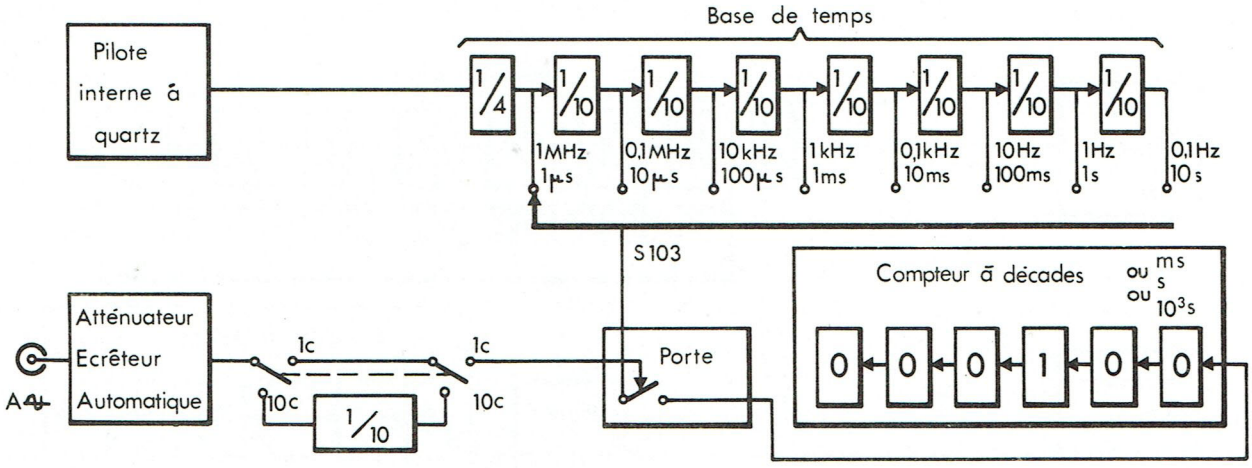



**Fig 2**

La fonction périodemètre est intéressante, notamment en basse fréquence où l'on obtient une précision plus élevée qu'en fréquencemètre. En effet, la période en basse fréquence est plus longue qu'aux fréquences élevées. Il en résulte que le nombre d'impulsions délivrées par la base de temps au compteur est plus important ; d'où une résolution et une précision meilleures. Nous donnons figure 3 la comparaison de l'erreur entre les fonctions périodemètre et fréquencemètre.

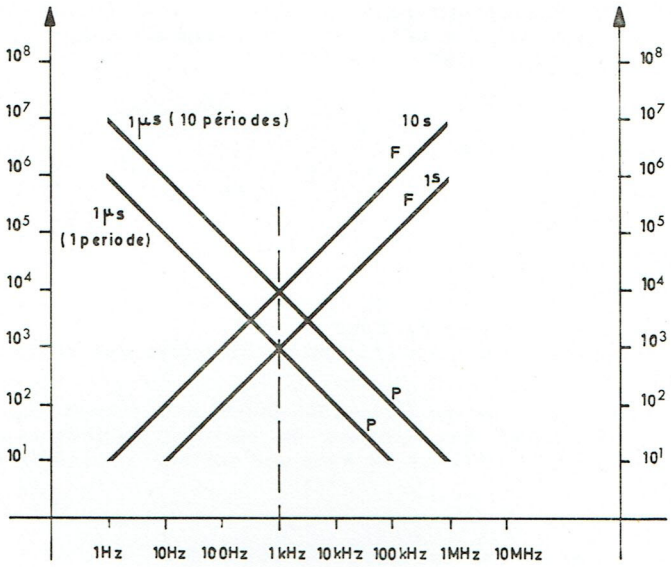



**Fig 3**

2.2.4.2. - Mise en oeuvre :

Effectuer les opérations préliminaires :

A) Vérification :

Mettre les commandes :

(3) sur PERIODE 1 cycle ou sur PERIODE 10 cycles.

(7) sur PILOTE interne.

(11) à gauche sans MEMOIRE.

(2) sur l'une des positions comprise entre 1 µs et 10 s.

Opérations :

- Réunir l'entrée "A ~" (15) à l'une des douilles du panneau de fréquence (4) sauf sur 0,1 Hz.
- En fonction des besoins, agir sur les commandes :

(2) Base de temps.

NT 70 6

(6) DELAI.
(11) MEMOIRE.

Sur PERIODE 1 c :

La valeur de la période est lue :
- en ms pour les positions 1 µs et 10 µs de la commande Base de temps (2).
- en s pour les positions 100 µs à 10 ms de la commande Base de temps (2).
- en $10^3$s pour les positions 100 ms à 10 s de la commande Base de temps (2).

Sur PERIODE 10 c :

La valeur de la période est lue :
- en ms pour les positions 1 µs à 100 µs de la commande Base de temps (2).
- en s pour les positions 1 ms à 100 ms de la commande Base de temps (2).
- en $10^3$s pour les positions 1 s et 10 s de la commande Base de temps (2).

B) Mesure de PERIODES :

- Déconnecter "A ∿" du panneau de fréquence (4).
- Brancher le signal dont on veut mesurer la période sur la voie "A ∿" (15).
- Procéder comme indiqué précédemment.

La position PERIODE 10 c est utilisée pour mesurer la période avec une plus grande précision. En effet, on évalue la valeur moyenne de la période sur 10 cycles au lieu d'effectuer la mesure à partir d'une période du signal.

2.2.5. - Utilisation en "CHRONO A" ou "COMPTEUR D'IMPULSIONS VOIE A" :

Deux possibilités sont offertes sur la position "CHRONO A" :
- une utilisation en chronomètre Voie A, permettant de compter la durée espaçant deux fronts de montée ou de descente d'un signal appliqué en "A".
- une utilisation en compteur d'impulsions permettant de compter le nombre d'impulsions d'un signal appliqué à l'entrée "PILOTE" EXT., la commande de déclenchement et d'arrêt du comptage étant réalisée par un signal appliqué en "A".

2.2.5.1. - Principe de la mesure :

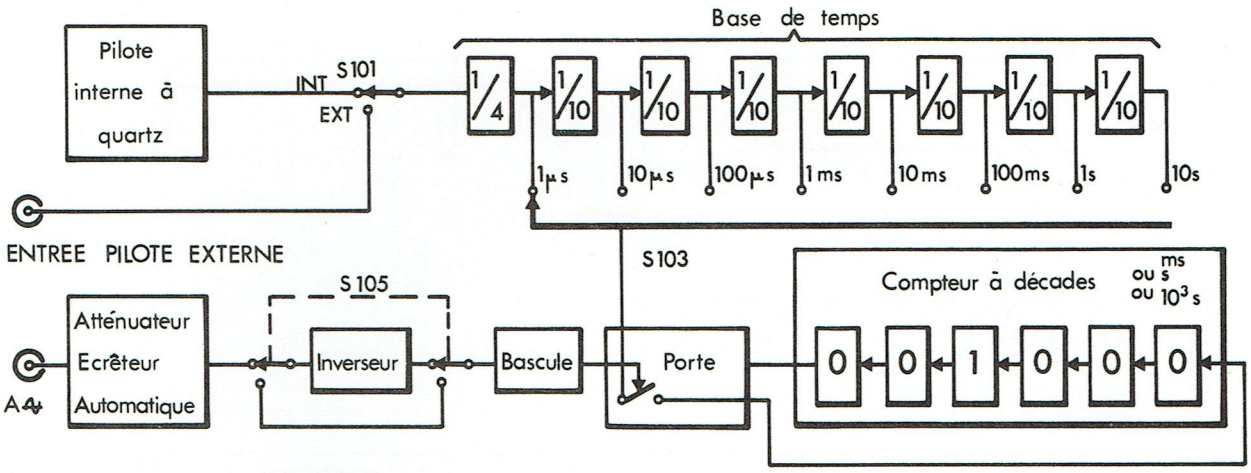



Fig 4

NT704

CHRONO "A" :

Cette mesure consiste en fait en une mesure d'un intervalle de temps. Le signal dont on désire mesurer la durée, soit entre deux fronts de montée, soit entre deux fronts de descente, commande la durée d'ouverture de la porte tandis que l'on applique au compteur les impulsions de la base de temps. La sélection des fronts est effectuée par l'intermédiaire d'un inverseur et d'une bascule sensible aux fronts négatifs. (Figure 4).

Compteur d'impulsions :

La mesure est identique à la précédente. Le pilote Interne est mis hors service. Les impulsions à compter sont appliquées à la base de temps sur l'entrée "Pilote Externe". Le signal de commande d'ouverture et de fermeture étant appliqué à l'entrée "A ∿".

2.2.5.2. - Mise en oeuvre :

A) CHRONO "A" :

Vérification :

Mettre les commandes : (Figure 6)

(3) sur CHRONO "A".

(7) sur "PILOTE INTERNE".

(11) à gauche sans MEMOIRE.

(2) sur l'une des positions comprise entre 1 µs et 10 s.

Opérations :

- Réunir l'entrée "A ∿" (15) à l'une des douilles du panneau de fréquence (4).
  Les différentes positions du contacteur (12) CHRONO "A" permettent de mesurer les durées entre :
  2 fronts de montée d'un signal positif Fig. 5a
  2 fronts de descente d'un signal positif Fig. 5b
  2 fronts de montée d'un signal négatif Fig. 5c
  2 fronts de descente d'un signal négatif Fig. 5d

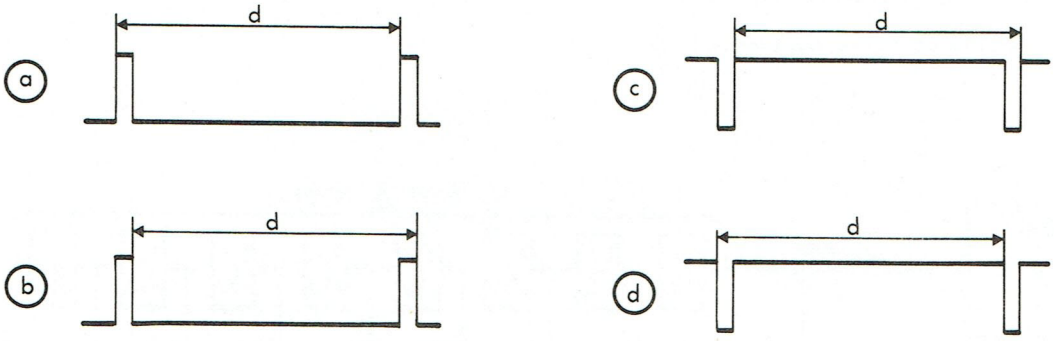



**Fig 5**

En fonction des besoins agir sur les commandes :

(2) Base de temps.

(6) DELAI.

(11) MEMOIRE.

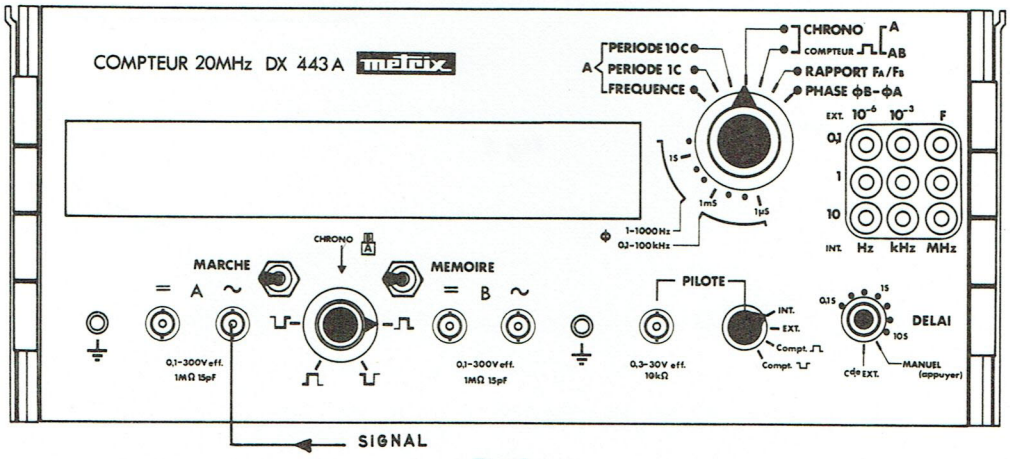



**Fig 6**



IN 1/04

La durée entre deux fronts de montée ou de descente est lue directement :
- en ms pour les positions 1 µs et 10 µs de la commande Base de temps (2).
- en s pour les positions 100 µs à 10 ms de la commande Base de temps (2).
- en $10^3$s pour les positions 100 ms à 10 s de la commande Base de temps (2).

Mesure des durées entre deux fronts : (Figure 6)

- Déconnecter "A ∾" du panneau de fréquence (4).
- Brancher le signal dont on veut mesurer la durée entre deux fronts sur l'entrée "A ∾" (voir paragraphe 2.2.6.1. l'utilisation de la voie continue).

B) COMPTEUR D'IMPULSIONS "Voie A" :

Cette fonction permet de compter des impulsions appliquées à l'entrée pilote (8) pendant un temps déterminé par un signal de déclenchement et d'arrêt appliqué à l'entrée "A ∾" (Figure 7).

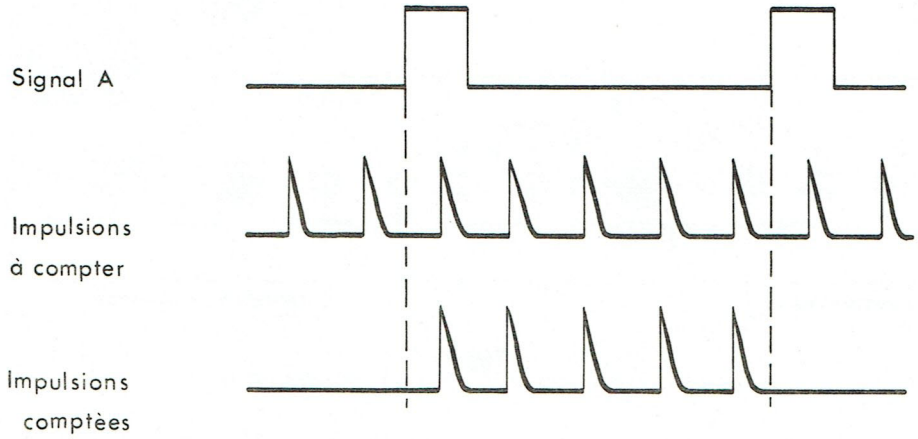



**Fig 7**

Le déclenchement et l'arrêt du comptage peuvent s'effectuer soit sur le front avant ou arrière d'un signal positif ou négatif. La sélection des polarités et des fronts est effectuée par la commande (12) CHRONO "A".

Si les impulsions à compter sont positives par rapport à la valeur moyenne du signal, sans tenir compte de la composante continue, mettre le contacteur (7) PILOTE sur "CPT ⎍".

Si les impulsions à compter sont négatives par rapport à la valeur du signal, sans tenir compte de la composante continue, mettre le contacteur (7) PILOTE sur "CPT ⎍".

Dans le cas de signaux carrés alternatifs la position du contacteur est indifférente (Figure 8).

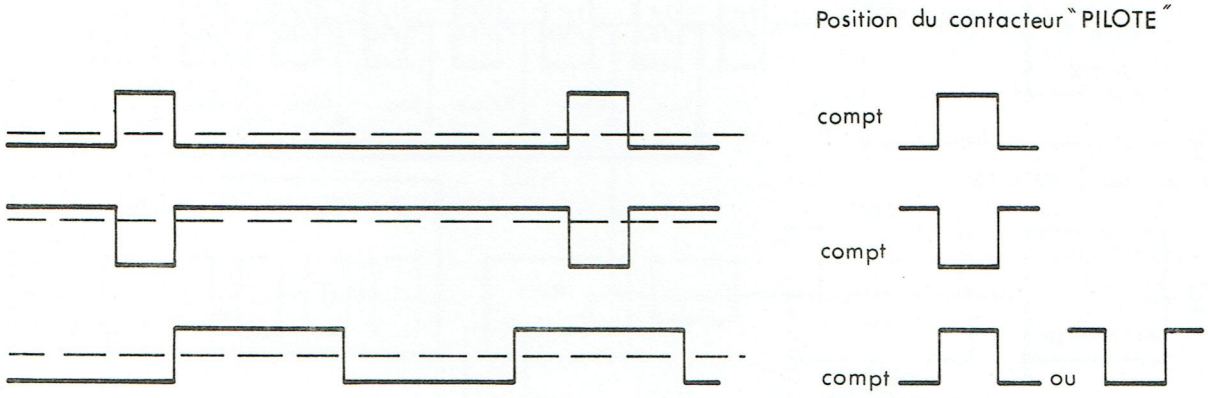



**Fig 8**

Opérations :

Il n'y a pas d'auto-contrôle pour cette fonction.
Mettre les commandes : (Figure 9)

(3) sur CHRONO "A" - Compteur ⎍.

(7) PILOTE sur "CPT ⎍" ou "CPT ⎍" suivant la polarité des impulsions à compter.

(12) CHRONO "A" sur le front désiré.

Appliquer le signal de déclenchement à la borne "A ∿" et les impulsions à compter à l'entrée "PILOTE" (8). Le nombre d'impulsions est exprimé en puissance de 10.

soit $10^3$ pour les positions 1 µs et 10 µs de la base de temps (2).
soit $10^6$ pour les positions 100 µs à 10 ms de la base de temps (2).
soit $10^9$ pour les positions 100 ms à 10 s de la base de temps (2).

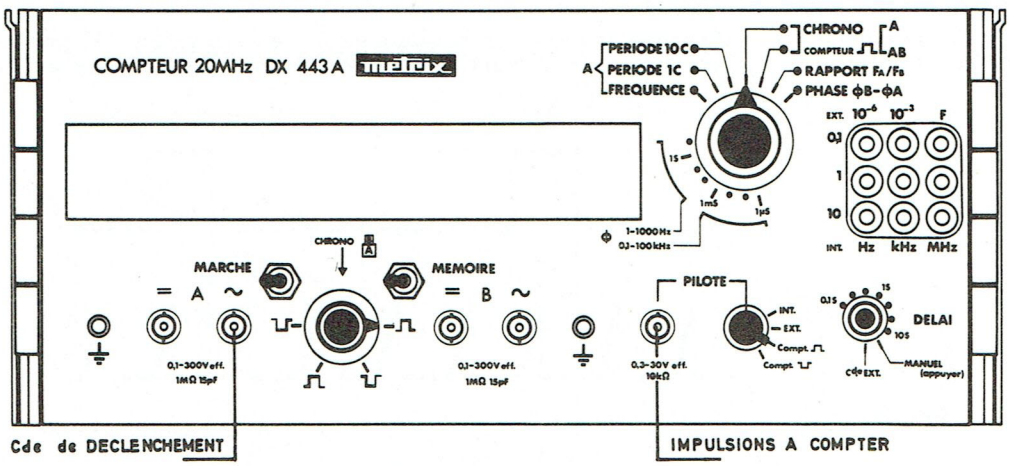



Fig 9

2.2.6. - Utilisation en "CHRONO A B" ou "Compteur d'impulsions A B":

Deux possibilités d'utilisation sont offertes sur cette position :

- Une utilisation en "chronomètre Voie A et B" permettant de mesurer la durée entre front de montée ou de descente de deux signaux indépendants appliqués aux entrées A et B (voir paragraphe 2.2.6.2.B) ou, en rebouclant la voie "A =" sur la voie "B ∿", de mesurer toutes les durées entre fronts montant ou descendant, positif ou négatif d'un signal unique (voir paragraphe 2.2.6.2.C).
- Une utilisation en compteur d'impulsions, permettant de compter le nombre d'impulsions d'un signal appliqué à l'entrée "PILOTE EXT.", les commandes de déclenchement et d'arrêt du comptage étant fournies par deux signaux indépendants appliqués l'un à l'entrée "A" l'autre à l'entrée "B".

2.2.6.1. - Principe de la mesure : (Figure 10a)

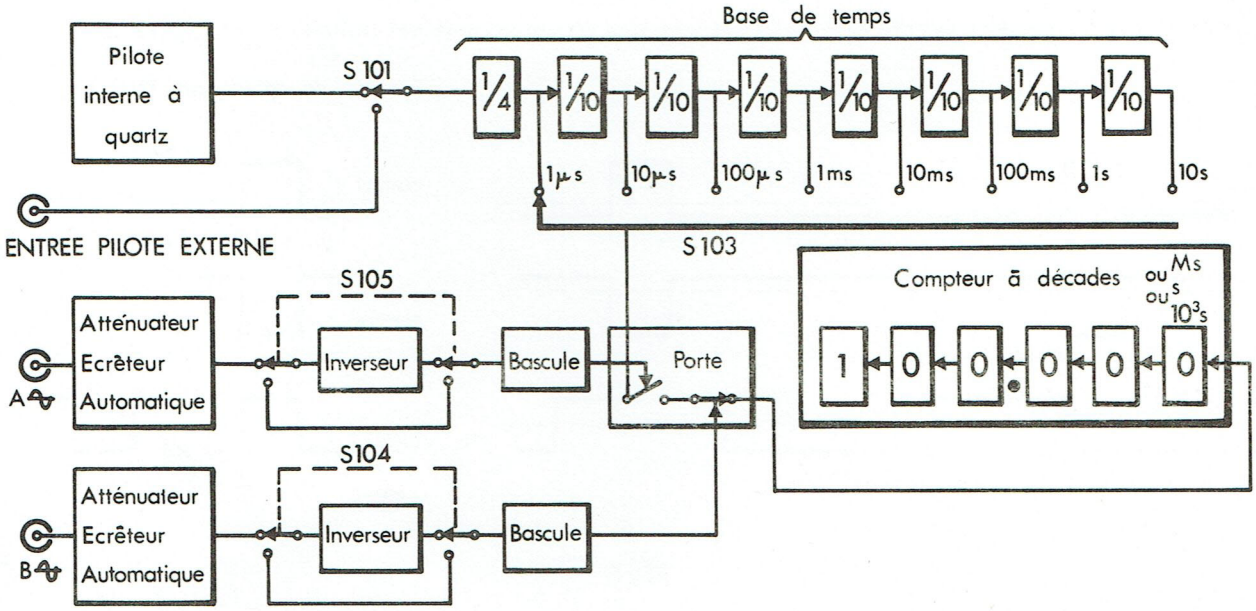



Fig 10 a

CHRONO "A B" :

Tout comme en "CHRONO A" cette mesure consiste en une mesure d'intervalle de temps. La commande d'ouverture et de fermeture de porte est assurée par les deux voies A et B. La sélection des fronts sur chaque voie est effectuée par l'intermédiaire d'un inverseur et d'une bascule sensible aux fronts négatifs (Figure 10).

COMPTEUR D'IMPULSIONS :

La mesure est identique à la précédente ; toutefois le pilote interne est mis hors service. Les impulsions à compter sont appliquées à la base de temps sur l'entrée "Pilote Externe". Le déclenchement et l'arrêt du comptage sont appliqués respectivement aux entrées A et B.

2.2.6.2. - Mise en oeuvre :

A) CHRONO "A B" : Effectuer les opérations préliminaires :

Vérification :

Mettre les commandes : (Figure 10b)

(3) sur CHRONO "A B" Compteur ⎍.

(7) sur PILOTE interne.

(11) à gauche sur sans MEMOIRE.

(2) sur l'une des positions comprise entre 1 µs et 10 s.

Opérations :

- Réunir l'entrée "A ∿" (15) à l'une des douilles du panneau de fréquence (4).
- Réunir l'entrée "A =" (16) à l'entrée "B ∿" (9) à l'aide du câble BNC BNC.
- Placer les commandes :

12 CHRONO "A" sur ⎍.

13 CHRONO "B" sur ⎍.

Nota : Eviter de mettre (12) et (13) sur le même front. Un retard de B par rapport à A peut provoquer une fermeture par B sur le même front d'ouverture de A.

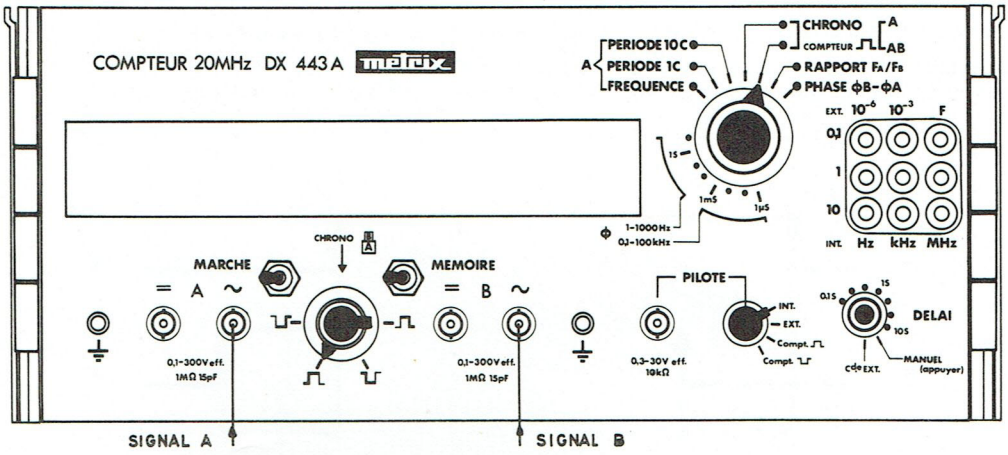



Fig 10 b

- En fonction des besoins, agir sur :

(2) Base de temps.

(6) DELAI.

(11) MEMOIRE.

La durée entre deux fronts est exprimée :

- en ms pour les positions 1 µs et 10 µs de la commande Base de temps (2).
- en s pour les positions 100 µs à 10 ms de la commande Base de temps (2).
- en $10^3$ s pour les positions 100 ms à 10 s de la commande Base de temps (2).

Important : La fréquence du panneau (4) est appliquée en A et en B. Les temps entre les différents fronts sont donnés Figure 11.

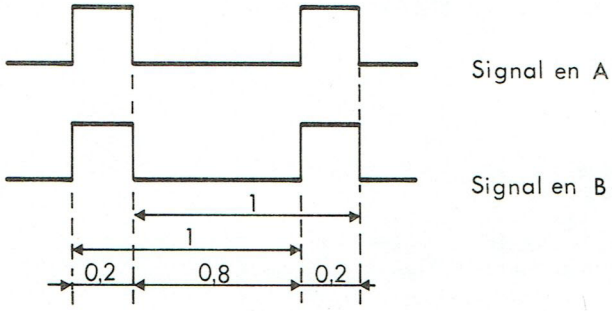



Fig 11

NT704

Pour retrouver ces valeurs, injecter par exemple sur la fréquence 1 Hz du panneau de fréquence (4).
Les résultats en fonction des contacteurs (12) CHRONO "A" et (13) CHRONO "B" sont donnés figure 12.

| B \ A | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1* | 1* | 0,2 | 0,2 |
| | 1* | 1* | 0,2 | 0,2 |
| | 0,8 | 0,8 | 1* | 1* |
| | 0 8 | 0,8 | 1* | 1* |

**Fig 12**

* Cette mesure peut être fausse pour les raisons données ci-dessus, le retard de B sur A peut conduire à un blocage de porte par le même front d'ouverture de A.

B) Mesure en CHRONO "A B" avec signaux indépendants :

- Déconnecter "A ∾" du panneau de fréquence ; "B ∾" de "A =".
- Brancher le signal de référence sur la voie "A ∾" ; l'autre signal sur "B ∾".

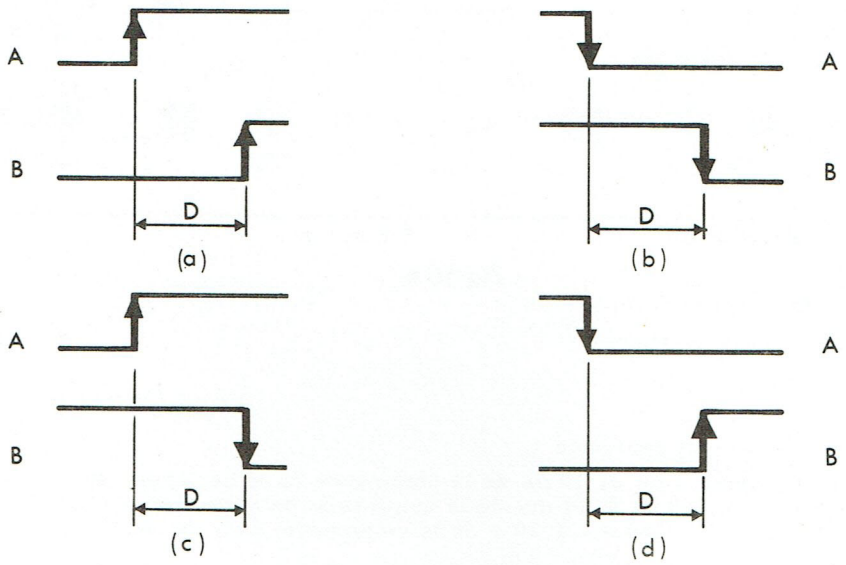



**Fig 13**

La position respective des contacteurs :

(12) CHRONO "A"

(13) CHRONO "B"

permet de mesurer les durées entre :

- 2 fronts de montée - Figure 13a
- 2 fronts de descente - Figure 13b
- 1 front de montée et 1 front de descente - Figure 13c
- 1 front de descente et 1 front de montée - Figure 13d.

NT 70 6

C) Mesure en CHRONO "A B" avec signal unique :

- Appliquer le signal sur lequel porte la mesure à la borne "A ∿".
- Relier à l'aide du cordon BNC - BNC livré avec l'appareil (HA 517) la borne "A =" à la borne "B ∿".

La position respective des contacteurs :

(12) CHRONO "A"

(13) CHRONO "B"

permet de mesurer toutes les durées entre front montant ou descendant positif ou négatif d'un même signal (Figure 14); successivement les durées d , $d_1$ , $d_2$ , et $d_3$.

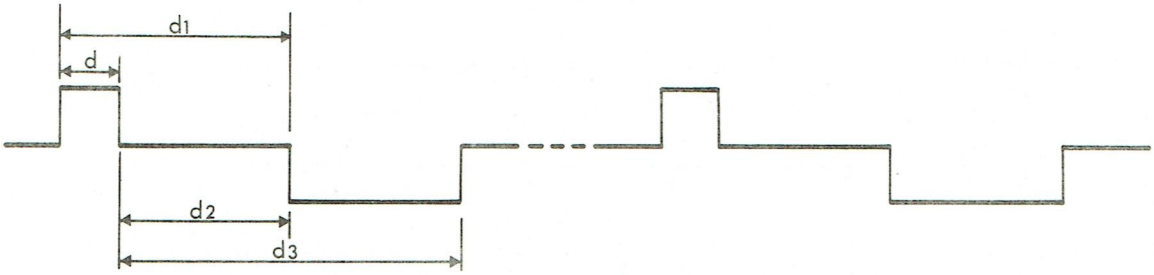



**Fig 14**

Application de mesure :

Il peut être intéressant de mesurer sur un signal de forme quelconque la durée existante entre deux fronts alignés sur la courbe, voir figure 15, durée a b ou a' b' en effectuant une translation de la figure.

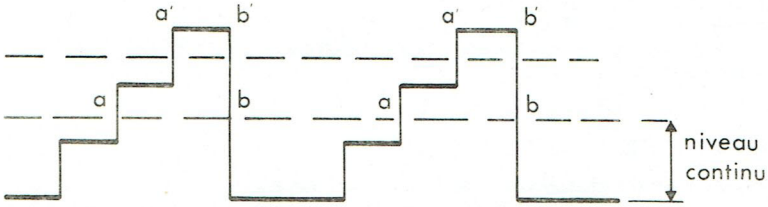
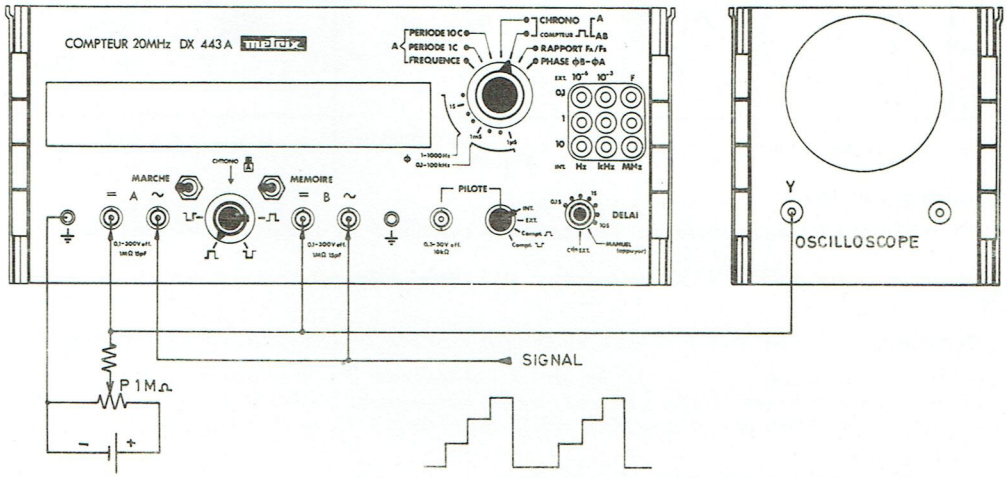



**Fig 15**

Les amplificateurs des voies A et B fonctionnent en détecteur de zéro, c'est-à-dire qu'ils donnent en sortie un signal qui débute quand le signal passe par zéro et s'arrête quand ce même signal revient à zéro.

Ainsi, on peut utiliser un artifice pour déplacer la courbe par rapport à la ligne de référence zéro. On utilise une source de tension continue dont la f. e. m. est fonction de l'amplitude du signal à mesurer et on effectue le branchement comme indiqué figure 16.



L'oscilloscope est utilisé sur la voie continue.
On règle le niveau zéro de l'oscilloscope.
Par rapport à ce niveau zéro, on déplace la courbe à l'aide du potentiomètre P et on repère les points intéressants.
Agir alors sur les commandes :

(12) CHRONO "A"

(13) CHRONO "B"

pour sélectionner les intervalles de temps.

2.2.6.3. - Compteur d'impulsions "A B" :

Cette fonction permet de mesurer le nombre d'impulsions compris entre deux signaux appliqués aux entrées A et B (Figure 17).

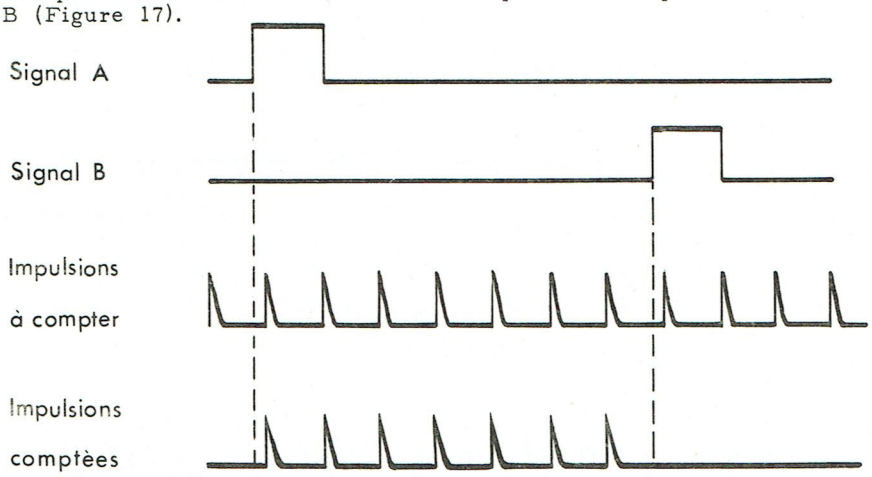



**Fig 17**

Le signal A est appliqué en "A ∿"
Le signal B est appliqué en "B ∿"
Les impulsions à compter sont appliquées sur l'entrée PILOTE (8).
Mettre les commandes : (Figure 18)

(3) sur CHRONO "A B" - Compteur "⎍".

(7) PILOTE sur "CPT ⎍" ou "CPT ⎍".

(2) sur l'une des positions comprise entre 1 µs et 10 s.

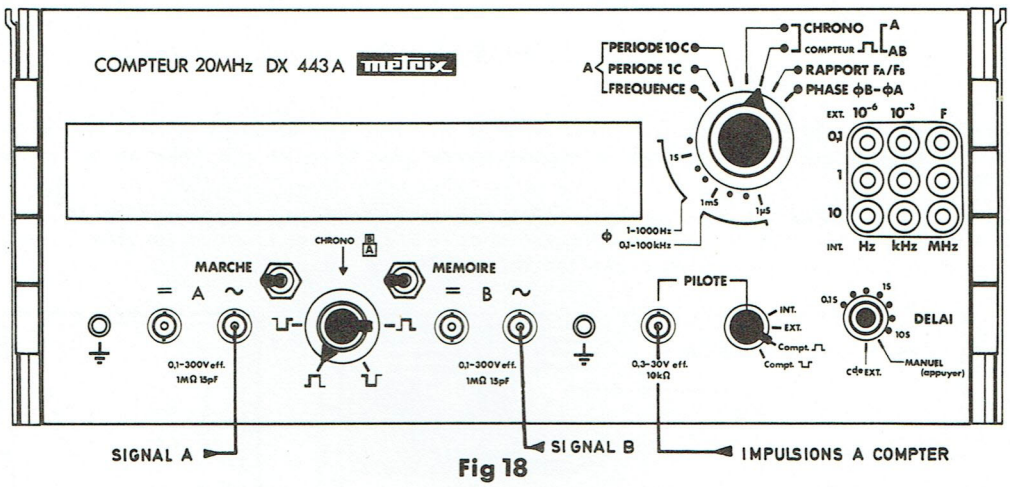



**Fig 18**

Agir sur les commandes :

(12) CHRONO "A" pour déclencher le comptage à partir d'un front montant ou descendant positif ou négatif.

(13) CHRONO "B" pour arrêter le comptage à partir d'un front montant ou descendant positif ou négatif.

Lire directement le nombre d'impulsions en tenant compte de l'indice multiplicateur qui est :

$10^3$ sur les positions 1 µs - 10 µs de la commande Base de temps (2).
$10^6$ sur les positions 100 µs - 1 ms - 10 ms de la commande Base de temps (2).
$10^9$ sur les positions 100 ms - 1 s - 10 s de la commande Base de temps (2).

2.2.7. - Fonction Rapport FA/FB :

Il n'y a pas d'auto-contrôle de la fonction FA/FB.

NT 706

Mettre :

(3) sur RAPPORT FA/FB

(7) sur PILOTE interne.

(11) à gauche sans MEMOIRE.

(2) sur l'une des positions comprise entre 1 µs et 10 s.

Appliquer les deux signaux dont on veut mesurer le rapport :

- l'un sur "A ∿"
- l'autre sur "B ∿".

Lire directement la valeur du rapport en tenant compte de l'indice multiplicateur, qui est :

$10^3$ sur les positions 1 µs 10 µs de la commande Base de temps (2).
1 sur les positions 100 µs à 10 ns de la commande Base de temps (2).
$10^{-3}$ sur les positions 100 ns à 10 s de la commande Base de temps (2).

En fonction des besoins, agir sur les commandes :

(2) Base de temps.

(6) DELAI.

(11) MEMOIRE.

Nota : Mettre la fréquence la plus élevée sur "A" de préférence.

2.2.8. - Utilisation en phasemètre ØB - ØA :

2.2.8.1. - Principe :

Toute différence de phase existant entre deux signaux de même fréquence, est mise en évidence en effectuant le calcul du déphasage sur un nombre de périodes élevé. On effectue donc une moyenne et non pas le calcul du déphasage instantané (Figure 19). La durée de la porte K détermine la durée de la mesure. Elle est de 0,9 s ou 90 s selon la fréquence des signaux d'entrée. Pour les fréquences de 0,1 kHz à 100 kHz la durée est de 0,9 s ; pour les fréquences de 1 Hz à 1000 Hz la durée est de 90 secondes. Ce choix est défini par la commande (2).

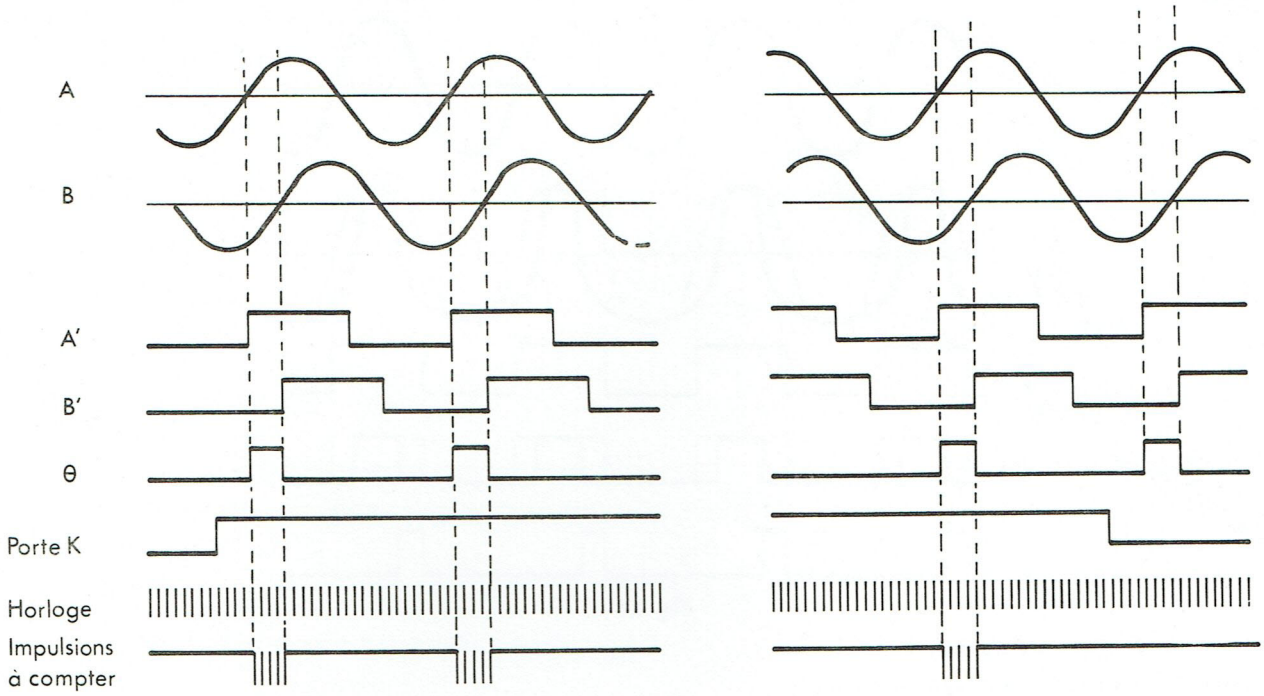



**Fig 19**

Par suite du principe ci-dessus et pour donner une grande précision à la mesure, le calcul du déphasage est réalisé pour moitié de l'intervalle de mesure à partir des fronts positifs des ondes d'entrée d'une part, tandis que durant l'autre moitié la mesure s'effectue sur les fronts négatifs. En effet, à partir des signaux d'entrée remis en forme et transformés en signaux carrés, on utilise alternativement les fronts positifs ou négatifs pour déclencher les portes de comptage (Figure 20). La porte J détermine les deux intervalles de mesure.

NT704

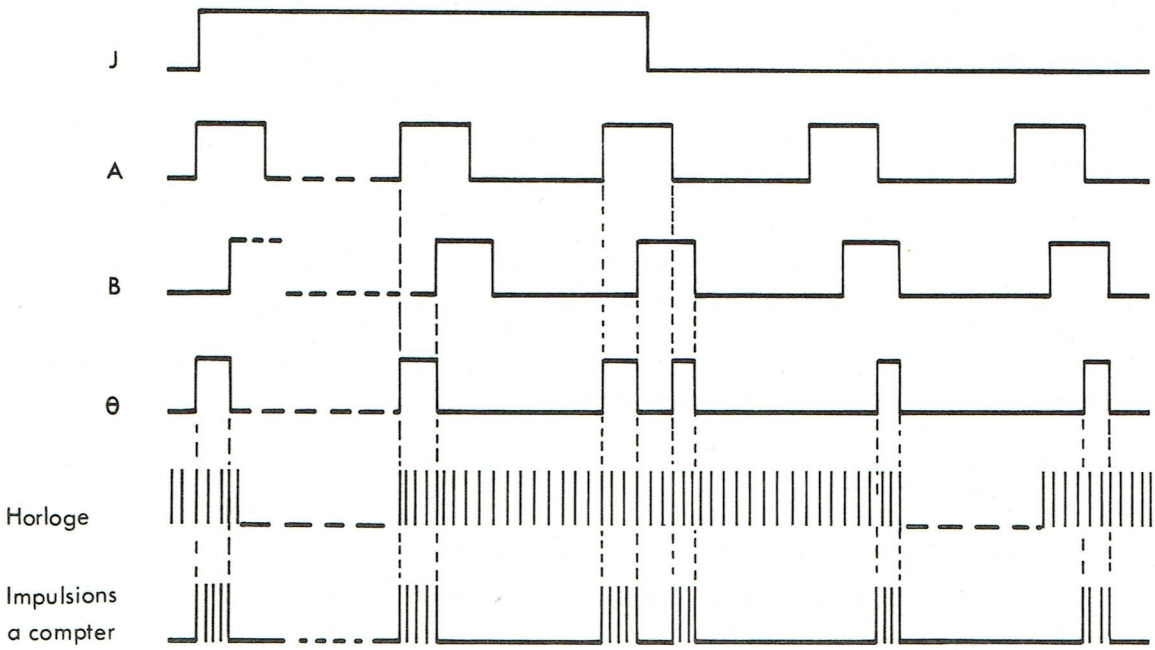



**Fig 20**

Les circuits du phasemètre sont complétés par un circuit de correction permettant de détecter toute erreur de phase due soit à une distorsion du signal d'entrée (Figure 21) soit pour les signaux présentant une phase nulle ou une différence de phase très faible. La détection de l'erreur se traduit par l'affichage "+ 180°".

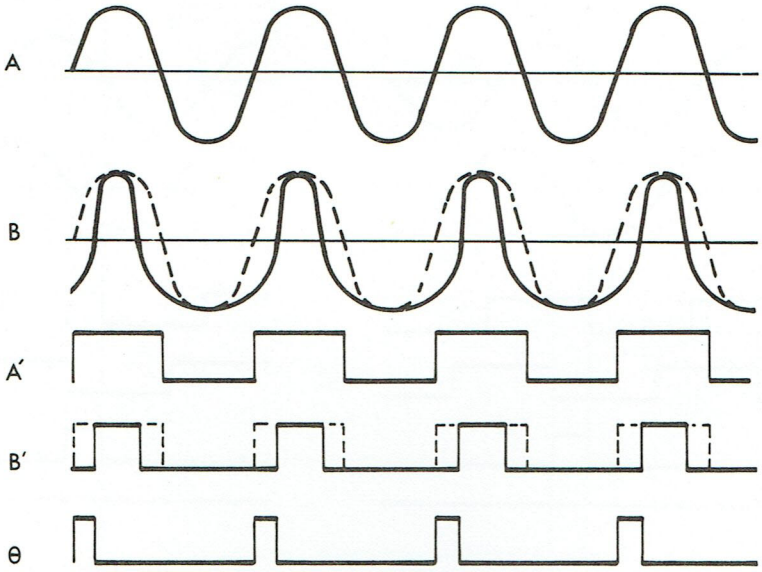



**Fig 21**

2.2.8.2. - Mise en oeuvre :

Effectuer les opérations préliminaires.
Seuls les 4 chiffres de gauche s'allument.

A) Vérification :

Mettre :

(3) sur Phase ØA - ØB

(7) sur "PILOTE INT."

(11) à gauche sans MEMOIRE.

(6) sur "Manuel"

Réunir l'une des douilles 100 Hz à 100 kHz du panneau de fréquence (4) à l'entrée "A ∿". Relier "A =" avec "B ∿" à l'aide du câble BNC - BNC fourni avec l'appareil (HA 517).

Pour les fréquences de 100 Hz à 1 kHz, mettre le contacteur (2) Base de temps sur l'une des positions correspondant à la zone Ø 1 - 1000 Hz.



N.I.704

Au delà de 1 kHz mettre le contacteur de base de temps sur l'une des positions correspondant à la zone Ø 0,1 - 100 kHz.

Lire la valeur du déphasage qui doit être de '' 180°'' affiché aux tubes d'affichage ''+ 180°'' affiché à droite de la fenêtre de lecture : 180° + 180° = 360° nous obtenons un déphasage nul. Le fonctionnement en phasemètre est correct.

B) Mesure du déphasage :

Les deux signaux dont on veut mesurer le déphasage doivent être de même fréquence.

Injecter ces signaux : l'un en ''A ∿''
: l'autre en ''B ∿''.

Selon la fréquence des signaux mettre :

(2) Base de temps sur l'une des positions correspondant à : Ø 1 - 1000 Hz ou Ø 0,1 - 100 kHz.

En fonction des besoins agir sur les commandes :

(2) Base de temps.

(6) DELAI

(11) MEMOIRE.

Lire directement la valeur exprimée en degrés. Lorsque le voyant ''+ 180°'' est allumé, ajouter ''+ 180°'' à la valeur lue sur les tubes d'affichage.

2.2.8.3. - Mesure de capacité :

Cette mesure est basée sur le principe suivant :

Un circuit RC alimenté en alternatif présente à la fréquence de coupure un déphasage entre la tension d'alimentation et la tension aux bornes du condensateur. Lorsque cette condition est réalisée, on a :

$R = \frac{1}{C\omega}$ pour la pulsation considérée,

d'où $\omega = \frac{1}{RC}$ et $F = \frac{1}{2\pi RC}$.

La période en fonction de C est : $T = 2\pi RC$.

En prenant $R = \frac{1}{2\pi} \cdot 10^n$, soit R multiple de 0,159, la mesure de capacité revient à effectuer une mesure de temps. $C = 10^n \cdot T$

Procédure :

Effectuer le montage comme indiqué figure 22.
(L'exemple est indiqué pour la mesure d'un condensateur de 0,022 µF).

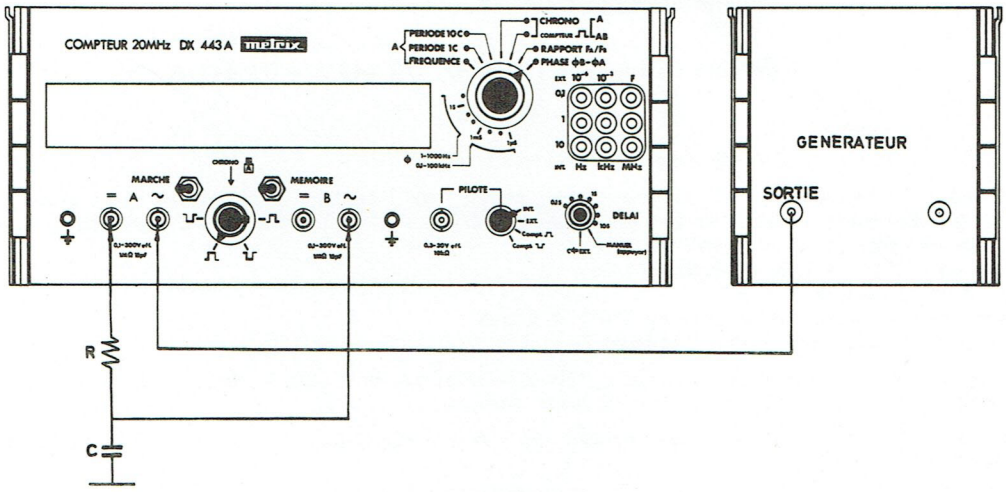



Fig 22

1) Choisir une valeur de résistance multiple de 0,159 (1,6 kΩ par exemple).

2) Utiliser la fonction phasemètre du DX 443 A.

3) En jouant sur la fréquence du générateur, amener le déphasage à 45° (F = 4600 Hz).

4) Effectuer la mesure de temps en utilisant la fonction Périodemètre ''1 C'' ou ''10 C'' du DX 443 A.
Sur "1 C" on lit 00,2200
Sur "10 C" on lit 000,220

Nota : La précision obtenue vient essentiellement de la précision en phasemètre, car il est toujours possible de prendre des résistances ''R'' de grande précision.

2.2.8.4. - Mesure de self :

Pour le principe, la mesure est identique au montage précédent (fig. 22), où L remplace C.

Cependant, le déphasage à la fréquence de coupure est de 315°. D'autre part, on a : $\frac{L\omega}{R} = 1$

d'où $L = \frac{1}{2\pi} \times R \times T$

Il faut donc prendre comme valeur de "R" des multiples de $2\pi$ soit 6,283. La mesure de self revient ainsi à effectuer une mesure de temps : $L = 10^n \times T$

La procédure de mesure est identique à celle de la mesure de capacité.

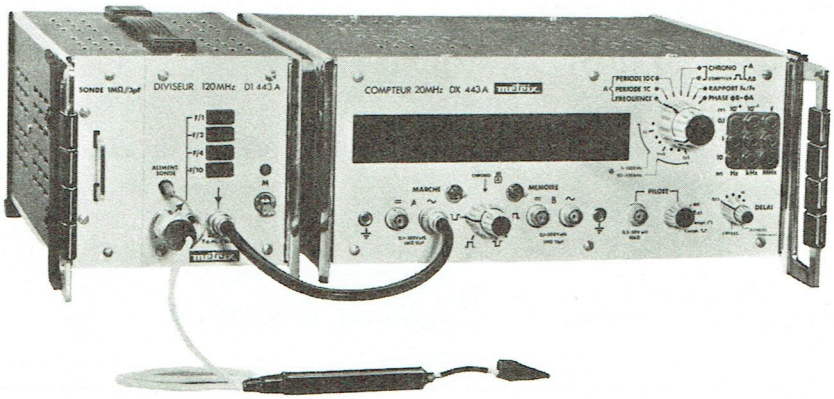
2.2.9. - Utilisation d'un Pilote extérieur :

Pour obtenir une plus grande précision de la mesure, le pilote interne peut être remplacé par un signal extérieur ayant une plus grande précision. Notamment avec un pilote externe de 10 MHz de fréquence nominale la résolution passe de 1 µs à 100 ns.

- Mettre le contacteur (7) sur "PILOTE EXT."
- Brancher la sortie du générateur à l'entrée (8) PILOTE.
- Les niveaux minima délivrés par le générateur devront être de :
  250 mV eff. jusqu'à 1 MHz, et de
  1 V eff. jusqu'à 10 MHz.
- Toutes les mesures de Fréquence, de PERIODE, de CHRONO et de PHASE s'effectueront comme indiqué aux paragraphes précédents.

2.2.10. - Extension en Fréquence :

L'utilisation du DX 443 A peut être étendue par l'adjonction d'un diviseur 120 MHz type D1 443 A disponible sur demande. Ce diviseur est équipé d'une sonde haute impédance 1 MΩ/3 pF. Un commutateur à touches permet de diviser le signal d'entrée par 10 - 4 - 2 ou 1. Cet accessoire est autonome et d'un faible encombrement. Il peut être accouplé mécaniquement au Fréquencemètre, ce qui permet d'obtenir un ensemble compact, adaptable au rack standard de 19 pouces (Fig. 23 .).




Ensemble de mesure 120 MHz DX 443 A + D1 443 A

**Fig 23**

2.2.11 - Utilisation d'une Imprimante :

Le DX 443 A possède à l'arrière une prise de sortie permettant le branchement d'une imprimante. L'information délivrée est en code 1 - 2 - 4 - 8 en logique DTL pour toutes les sorties :

soit niveau zéro = 0 à 4 mV
niveau UN = 4,5 à 5,5 mV

Résistance en niveau 1 = 6 kΩ
Courant maximum absorbé au niveau "0" = 5 mA
Le détail du brochage est donné Tableau I.

Les bornes 29 et 30 sorties des voyants "HORS-GAMME et + 180°" délivrent le niveau "0" pour les voyants allumés, le niveau "1" pour les voyants éteints.

En 31 et 32 l'impulsion de déclenchement de l'imprimante est de 10 ms environ. Cette valeur peut être modifiée à la demande.

Le déclenchement extérieur du comptage peut être réalisé de deux façons :
1) soit par une impulsion positive de + 5 V sur la borne 34.
2) soit en reliant un inverseur selon le montage ci-après aux bornes 34 et 33.

**Fig 24**

Bouton poussoir enfoncé (33 à la masse) : Remise à zéro du compteur.
Bouton relâché : déclenchement de la mesure.

- En reliant la borne 35 à la masse, la mémoire est en service.
- Le connecteur de sortie imprimante est une prise à 37 broches femelles SOCAPEX (série 70). Vu de l'extérieur, le repérage est comme indiqué Figure 25

NT 706

Détail des sorties de la prise IMPRIMANTE (J115)

| BORNES | INFORMATION | | BORNES | INFORMATION | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Poids 1 | 1° DECADE | 21 | Poids 1 | 6° DECADE |
| 2 | Poids 2 | | 22 | Poids 2 | |
| 3 | Poids 3 | | 23 | Poids 3 | |
| 4 | Poids 4 | | 24 | Poids 4 | |
| 5 | Poids 1 | 2° DECADE | 25 | Masse | |
| 6 | Poids 2 | | 26 | Masse | |
| 7 | Poids 3 | | 27 | Masse | |
| 8 | Poids 4 | | 28 | Masse | |
| 9 | Poids 1 | 3° DECADE | 29 | Hors-Gamme | |
| 10 | Poids 2 | | 30 | + 180° | |
| 11 | Poids 3 | | 31 | Déclenchement IMPRIMANTE (à la fin de la mesure) | |
| 12 | Poids 4 | | 32 | | |
| 13 | Poids 1 | 4° DECADE | 33 | Déclenchement COMPTAGE | |
| 14 | Poids 2 | | 34 | | |
| 15 | Poids 3 | | 35 | Mémoire | |
| 16 | Poids 4 | | 36 | Masse | |
| 17 | Poids 1 | 5° DECADE | 37 | | |
| 18 | Poids 2 | | | | |
| 19 | Poids 3 | | | | |
| 20 | Poids 4 | | | | |

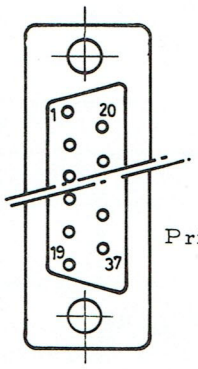



**Fig 25**

Prise Imprimante

TABLE de VERITE du code 1 - 2 - 4 - 8

| DIGIT | $2^3 = 8$ | $2^2 = 4$ | $2^1 = 2$ | $2^0 = 1$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |

2.2.12. - Fixation de l'appareil sur meuble Rack :

L'appareil peut être transformé en coffret Rack. En effet, les deux équerres noires fixées de chaque côté de la face avant sont interchangeables avec deux équerres disponibles sur demande (voir liste des accessoires). Enlever les deux équerres en place en dévissant les 4 vis situées sur les côtés de l'appareil. Présenter les nouvelles équerres comme indiqué figure 26 et les revisser sur le chassis. L'appareil peut ainsi être maintenu sur un meuble Rack à l'aide de 4 vis de fixation.

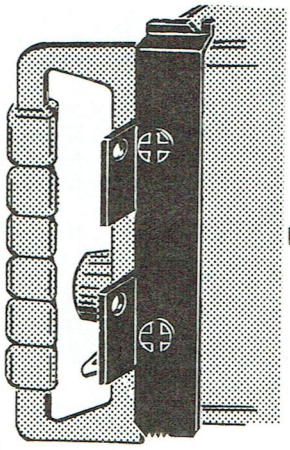


Fig 26

TABLEAU RECAPITULATIF de la POSITION de la VIRGULE et des

UNITES AFFICHEES

| FONCTION | UNITES | BASE DE TEMPS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 µs | 10 µs | 100 µs | 1 ms | 10 ms | 100 ms | 1 s | 10 s |
| FREQUENCEMETRE | kHz | | | | 000000 | 00000, 0 | 0000, 00 | 000, 000 | 00, 0000 |
| PERIODEMETRE 1 c CHRONO A CHRONO AB | ms ou s ou $10^3$s | 000, 000 | 0000, 00 | 00, 0000 | 000, 000 | 0000, 00 | 00, 0000 | 000, 000 | 0000, 00 |
| PERIODEMETRE 10 c | ms ou s ou $10^3$s | 00, 0000 | 000, 000 | 0000, 00 | 00, 0000 | 000, 000 | 0000, 00 | 00, 0000 | 000, 000 |
| COMPTEUR D'IMPULSION | $10^3$ ou $10^6$ ou $10^9$ | 000, 000 | 0000, 00 | 00, 0000 | 000, 000 | 0000, 00 | 00, 0000 | 000, 000 | 0000, 00 |
| RAPPORT FA/FB | $10^3$ ou DIRECT ou $10^{-3}$ | 000, 000 | 00, 0000 | 0000, 00 | 000, 000 | 00, 0000 | 0000, 00 | 000, 000 | 00, 0000 |
| PHASEMETRE | degré (d) | 000, 0 - - | | | | | | | |

NT 706

# CHAPITRE 3

# PRINCIPE de FONCTIONNEMENT

## 3.1. - GENERALITES :

Nos planches 2 à 11 donnent les schémas par circuit imprimé. Les numéros sur les pourtours du cadre représentent le numéro de la prise correspondante.

Sur le schéma général on distingue en plus les repères suivants :

A indique que la liaison se fait sur la carte d'interconnexion.
23 indique que ce point est la broche 23 de la prise imprimante.

Le DX 443 A comprend :
- Une horloge qui détermine les intervalles de temps.
- Deux amplificateurs d'entrée voie A et B qui transforment les signaux en impressions. (Circuit de mise en forme).
- Un circuit programme qui définit les séquences convenables pour exécuter les mesures respectives.
- Un compteur numérique qui compte les impulsions et convertit les informations binaires en informations décimales.
- Un circuit de fonction qui achemine par des voies convenables le ou les signaux à mesurer ainsi que le signal d'horloge.

Dans les explications qui suivent nous appellerons S les sorties des opérateurs porte ou bascule.

Exemple : S. Z501 = sortie directe de Z501
$\overline{S}$. Z501 = sortie complémentaire de Z501

## 3.2. - HORLOGE OU BASE DE TEMPS :

L'horloge comprend :
- Le pilote qui délivre une fréquence de 4 MHz.
- Une chaîne de diviseurs.

A) Pilote (Planche 3).

Le pilote est un oscillateur à quartz de 4 MHz comprenant le transistor Q201 . Il est alimenté en + 12 V lorsque le contacteur S101 est en position 1 INTERIEUR. Sur les autres positions de S101 , les collecteurs de Q201 et Q202 sont mis à la masse.

L'étage Q202 , émetteur suiveur, est un séparateur entre l'oscillateur et l'étage amplificateur Z210.

Le circuit intégré Z210 est un amplificateur différentiel qui fonctionne en amplificateur Trigger. Il donne donc en sortie des signaux carrés d'amplitude 0 + 4 Volts environ.

Sur la position INTERIEUR de S101 la borne 2 de Z210 est mise à la masse , en continu par R208 et en alternatif par C209 , ceci afin de réduire les dérives.

Sur la position EXTERIEUR de S101 un générateur extérieur peut être branché. La tension attaque la borne 2 de Z210 par C101 R101 C102. Les diodes CR202 et CR203 montées tête bêche écrêtent le signal lorsque son amplitude est trop importante.

Le signal à la sortie de l'amplificateur Z210 attaque le diviseur à l'aide de l'étage adaptateur Q203.

Circuit porte :

Les portes Z208a b et c ont pour but suivant la position des contacteurs S101 S102 et S103 d'aiguiller le signal requis sur le diviseur D1.

Sur les positions 1 à 6 de S102 le diviseur par 4 D1 reçoit le signal pilote interne ou externe.
Sur la position 7:ØB - ØA D1 reçoit :
- soit le signal pilote interne ou externe quand le contacteur S103 est sur l'une des positions 5 à 8 (10 ms à 10 s).
- soit un signal 40 kHz provenant du multivibrateur (planche 8) lorsque S103 est sur l'une des positions 1 à 4 (µs à 1 ms).

Suivant la position des contacteurs S101 et S102 les portes Z207a b et c sont ouvertes ou fermées, on remarque alors que :

1°/En pilote interne position 1 de S101, le diviseur par 4 D1 est en service, sa sortie attaque l'adaptateur Q209 via Z207a pour toutes les fonctions sauf sur FA/FB. Dans ce cas d'utilisation, le signal issu de la voie B attaque directement l'adaptateur Q209 par Z207c.

2°/En pilote externe compteur ⎍ ou compteur ⎍ position 2 - 3 ou 4 de S101 la sortie du diviseur D1 est bloquée. Le signal pilote est appliqué directement à l'adaptateur Q209 via Z207b , sauf sur la position FA/FB. Dans ce cas d'utilisation, c'est le signal de B qui attaque directement l'adaptateur Q209 via Z207c.

Diviseur par 4 :

La division du signal pilote est réalisée à l'aide de deux bascules Z201 et Z202. A la sortie de Z202 le signal est alors de 1 MHz. Il est appliqué par Z207a et Q204 d'une part à la borne de sortie J101 , d'autre part à l'entrée du diviseur D2.

Diviseur par 9 ou par 10 :

Cet étage comprend les bascules Z206 Z203 Z204 Z205 et les portes Z209a , b et c.
En fonction ØB - ØA cet étage fonctionne en divisant par 9 de façon à avoir avec les diviseurs par 4 et par 9 un signal pilote divisé par 4 x 9 = 36 indispensable pour le calcul du déphasage en degré.
Pour les autres fonctions cet étage divise par 10.
Le résultat de la division est appliqué :
d'une part à la borne de sortie J102
d'autre part à l'entrée des diviseurs (Planche 4).

B) Diviseur Base de temps : (Planche 4)

Cet ensemble comprend 6 diviseurs par 10 , avec quelques dispositifs particuliers.
Les portes Z327c et Z327b agissent, l'une sur les forçages des diviseurs D6 D7 , l'autre sur les forçages du diviseur D8.

L'action de ces forçages dépend de la position du contacteur de fonction S102 (Voir planche 2).

1°/Sur la position ØB - ØA la borne 6 entrée inférieure de Z327c est de 1. L'entrée commune de Z327c et Z327b reçoit les informations borne 7 venant du circuit programme:commande de forçage Z607d (Voir planche 2). En fin de comptage S. Z607d est à 1 donnant :
S. Z327c = S. Z327b = 0 , ce qui entraîne:
D8 forçé à 1001
S. Z316 = S. Z317 = S. Z320 = 1

Cette pré-position des diviseurs permet en fonction ØB - ØA de faire démarrer le comptage plus rapidement lorsque l'on est sur les positions 10 s et 1 s du contacteur base de temps.

Les signaux D7 sont décodés et appliqués en circuit / NAND Z328a et à l'inverseur Z328b. Ce signal disponible en 1 appliqué à la borne Z509c (Voir planche 2) ouvrira la porte directe ou inverse du comparateur pendant le 1er ou le 2ème intervalle de mesure (Voir paragraphe Fonctions ØB - ØA.)

2°/Sur les autres positions du contacteur de fonction la ligne 6 est à zéro les forçages de D6 et D7 sont à 1 et les diviseurs fonctionnent normalement.

Par contre, le diviseur D8 reçoit toujours l'information de forçage borne 7 qui pré-positionne D8 en position 1001 , ce qui est utile en fréquencemètre pour avoir un démarrage plus rapide lorsque l'on est en fonction Fréquence 10 s.

3°/Sur la position Période 10 c, les bornes 10 et 4 sont à 0 entraînant SZ328c = SZ327a = 1. Le signal venant de la voie A (borne 3) est alors divisé par 10 par D8 avant d'attaquer la bascule de porte Z501.

4°/Sur la position ØB- ØA le signal de phase est appliqué au diviseur par 10 D8 via Z327a. Le signal ainsi divisé attaque le compteur par la porte Z507d (Planche 2).

C) Les sorties des diviseurs par 10 sont appliquées à des portes :

Z207d pour D1
Z325a pour D2
Z325b pour D3
Z325c pour D4
Z326a pour D5
Z326b pour D6
Z326c pour D7
Z326d pour D8

Les sorties des portes sont réunies en OU câblées et attaquent la porte Z325d.

Le commutateur S103b sélectionne l'une des portes, en mettant une entrée à 1 , les entrées des autres portes étant à zéro.

Par exemple : S103 est sur 1 ms l'entrée droite de Z325c est à 1, le signal de sortie de D4 passe, les autres portes ont une entrée à 0 donnant 1 en sortie, le signal peut passer.

3.3. - AMPLIFICATEUR D'ENTREE (Planche 5) :

Le DX 443 A comprend deux amplificateurs d'entrée identiques :
- l'un destiné à la voie A,
- l'autre à la voie B.

Les caractéristiques dominantes d'un amplificateur sont les suivantes :
- Impédance d'entrée élevée.
- Excellente stabilité.
- Grande sensibilité.

De plus, l'amplificateur doit délivrer en sortie des signaux rectangulaires, de même fréquence que le signal d'entrée, et dont l'amplitude est indépendante de l'amplitude du signal d'entrée.

L'amplificateur se divise en trois parties :
- une chaîne d'amplificateurs de type symétrique fortement contre-réactionnée de gain < 1.
- un amplificateur écrêteur ramenant le signal entre 0 et + 4 V environ.
- un trigger de Schmitt transformant le signal en impulsion.

3.3.1. - Amplificateur symétrique :

Il comprend les amplificateurs Q401 à Q409.

Le signal d'entrée est appliqué, soit directement à l'entrée de l'amplificateur par les signaux avec composante continue, soit par l'intermédiaire du condensateur C401. Les diodes CR401 et CR402 montées tête bêche écrêtent les signaux supérieurs à 60 V crête environ.

L'étage d'entrée est constitué d'un transistor double à effet de champ qui présente une grande impédance d'entrée. Cet étage est du type symétrique avec la porte d'un transistor à la masse et l'autre porte attaquée par le signal. Les sources des deux transistors sont couplées par R404 R405 et R406.

Le transistor Q402, étage à courant constant, a sa base polarisée par R415 CR403 R416. Le potentiomètre R406 permet de régler la symétrie des deux voies.

Les signaux sont pris sur les sources du transistor double Q401 et attaquent directement les bases du transistor double Q409. Cet étage est de même conception que le précédent avec également un étage à courant constant dans les émetteurs Q404, dont la base est polarisée par R415 CR403 et R416.

Nota : L'utilisation du transistor double dans une même enceinte permet de faire travailler ceux-ci dans les mêmes conditions de température et réduire ainsi les dérives thermiques.

Les tensions prises sur les collecteurs de Q409 attaquent l'étage séparateur symétrique Q405 Q406 montés en émetteur suiveur, qui permet d'attaquer le dernier amplificateur symétrique Q407 Q408.

La tension prélevée sur le collecteur de Q408 attaque par l'intermédiaire de l'adaptateur d'impédance Q409 la chaîne de contre-réaction et l'amplificateur écrêteur Z401.

3.3.2. - Chaîne de contre-réaction :

Deux chaînes de contre-réaction sont utilisées.

1°/Une chaîne C419 R427 de gain unité qui est utilisée pour les signaux faibles. CR404 CR405 et R426 est l'image du circuit d'entrée R402 CR401 CR402, ceci permet de conserver une impédance élevée sur les entrées.

2°/Une chaîne de contre-réaction pour les niveaux élevés.

Elle se compose des deux transistors Q410 et Q411 et des diodes zener CR406 et CR407. Les transistors Q410 et Q411 sont complémentaires. Leurs bases sont polarisées par une tension de référence donnée par R429 et CR406 pour Q410 et R430 et CR407 pour ~~CR407~~ Q411

Lorsque la tension de sortie de Q409 dépasse le seuil fixé par CR406 c'est-à-dire lorsque la tension d'émetteur est de l'ordre de + 3,4 V et plus, Q410 conduit, provoquant une chute de tension dans R432. Lorsque la tension de sortie de Q409 dépasse le seuil négatif fixé par CR407, c'est-à-dire lorsque la tension d'émetteur est de l'ordre de - 3,4 V Q410 est bloqué, Q411 conduit provoquant une chute de tension dans R432. La tension prise aux bornes de R432 est appliquée par R431 CR408 CR409 à la base (gate) de Q401. CR408 CR409 évitent de ramener en parallèle sur l'entrée de Q401 l'impédance R431 + R432 lorsque cette voie de contre-réaction ne fonctionne pas.

3.3.3. - Amplificateur écrêteur :

C'est un circuit intégré Z401 monté en amplificateur écrêteur, qui présente les caractéristiques suivantes :

Le courant entrant dans l'amplificateur est considéré comme nul (de l'ordre du nanoampère en pratique).

On remarque que les deux entrées ont des résistances égales R433 = R435. Elles "voient" alors la même impédance. Ainsi, les variations extérieures produisent le même effet sur l'étage différentiel et la dérive est plus faible.

Les courants Ib et Is sont égaux et inversés

$Ib = -Is$

ce qui entraîne : $\frac{Vc}{R433} = -\frac{Vs}{R436}$

et le gain $\frac{Vs}{Vc} = -\frac{R436}{R433} = \frac{51000}{200} = 255$ environ

La borne e + de l'amplificateur est reliée par R434 et R443 à un système de polarisation. Lorsque le commutateur de fonction S102 est sur :

Fréquence, Période 1 c, Période 10 c, Rapport FA/FB et ØB - ØA l'entrée e + de Z401 est à la masse par R435 et R434.

Lorsque le contacteur est sur Chrono compteur A ou AB la borne 8 du circuit imprimé est reliée par l'intermédiaire de S105a (pour l'ampli de voie A) ou S104a (pour l'ampli de voie B) au + 12 V ou au - 12 V.

Ce contacteur S104a ou S105 affecté pour la voie Chrono permet de polariser l'entrée e + à + 50 mV ou - 50 mV, ce qui permet en l'absence de signal appliqué à l'entrée de disposer en sortie d'un niveau 0 ou 1, ce qui fait que lorsque le signal à mesurer sera appliqué le déclenchement du trigger de Schmitt se fera sur le front sélectionné.

3.3.4. - Trigger de Schmitt :

Il comprend les transistors Q412 Q413 et Q414. C'est un étage classique avec couplage par l'émetteur résistance R438 commune et couplage collecteur de Q412 à la base de Q413 par Q414. La base de Q414 est polarisée par CR410 R439.

Lorsque le signal sortie de Z401 est de 0 volt, Q412 est bloqué, Q414 conduit, entraînant la conduction de Q413. La tension collecteur de Q414 est de l'ordre de 4 V. Lorsque le signal d'attaque de Q412 atteint le seuil de conduction de Q412, la chute de tension dans R437 bloque Q414 et Q413. La tension collecteur de Q414 est de 0 Volt.

Les deux transistors complémentaires Q415 et Q416 montés en émetteurs communs transmettent le signal au circuit de fonction, planche 6.

### 3.4. - CIRCUIT DE FONCTION : (Planche 6)

Le circuit de fonction est un ensemble de portes et de bascules qui reçoit les informations des amplificateurs d'entrée et de la base de temps et les dirige par des voies convenables à des instants précis au système d'affichage.

Cet ensemble intimement lié au commutateur de fonction et aux différents étages est la partie centrale de l'appareil. Son fonctionnement sera donc étudié fonction par fonction. Nous supposerons que l'appareil fonctionne avec pilote interne, c'est-à-dire que le contacteur S101 est sur la position 1.

#### 3.4.1. - Mesure de fréquence : (Figure 24)

Position des contacteurs :
S102 est sur 1 FREQUENCE.
S101 est sur 1 PILOTE.

Le signal A' issu de l'amplificateur voie A arrive sur la carte fonction par la borne 2 et le signal base de temps arrive sur la borne22.

Le schéma ci-après donne le cheminement des signaux.

Le signal base de temps est appliqué au diviseur par 2: Z501 par l'intermédiaire de l'inverseur Z505a. La sortie de Z501 attaque la porte Z507c par l'intermédiaire de l'inverseur Z508c. On a donc sur la sortie commune de Z507c d et Z504d les impulsions de A' qui ne passent que pendant le temps d'ouverture de Z507c. Ces impulsions sont acheminées vers le compteur par l'intermédiaire des circuits d'adaptation Q501 Q502.

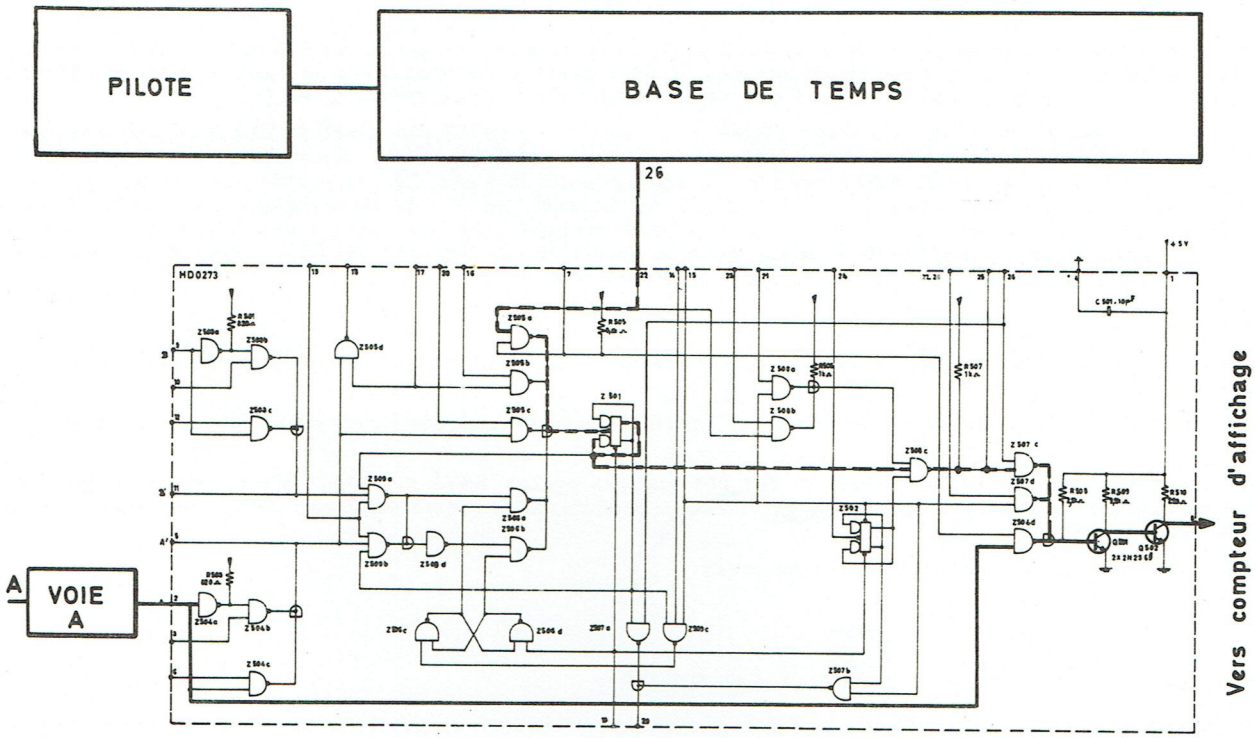



**Fig 24**

Le signal de forçage de Z501 qui est créé par le circuit programme (planche 7) est à 1 pendant le temps de la mesure (borne 19). A la fin d'une mesure, le circuit programme envoie sur le forçage de Z501 une impulsion 0 qui bloque le comptage et a pour effet de mémoriser sur les tubes indicateurs le résultat. Le temps de mémorisation étant défini par la bascule monostable du circuit programme, à la fin de ce temps le comptage reprend.

#### 3.4.2. - Mesure de période sur 1 cycle : (Figure 25)

Position des contacteurs :
S102 est sur 2 PERIODE 1 c
S101 est sur 1 PILOTE

Le signal A' issu de l'amplificateur voie A arrive sur la carte fonction par la borne 2 et le signal base de temps arrive sur la borne 22.

Sur les positions 1 et 2 de S105b, le signal A' passe par la voie directe Z504a Z504b.

Sur les positions 3 et 4 de S105b, le signal A' passe par la voie inverse Z504c.

Ceci permet de commencer un comptage à partir des fronts de montée ou de descente du signal A'.

Le signal A' commande la bascule Z501 par Z505c.

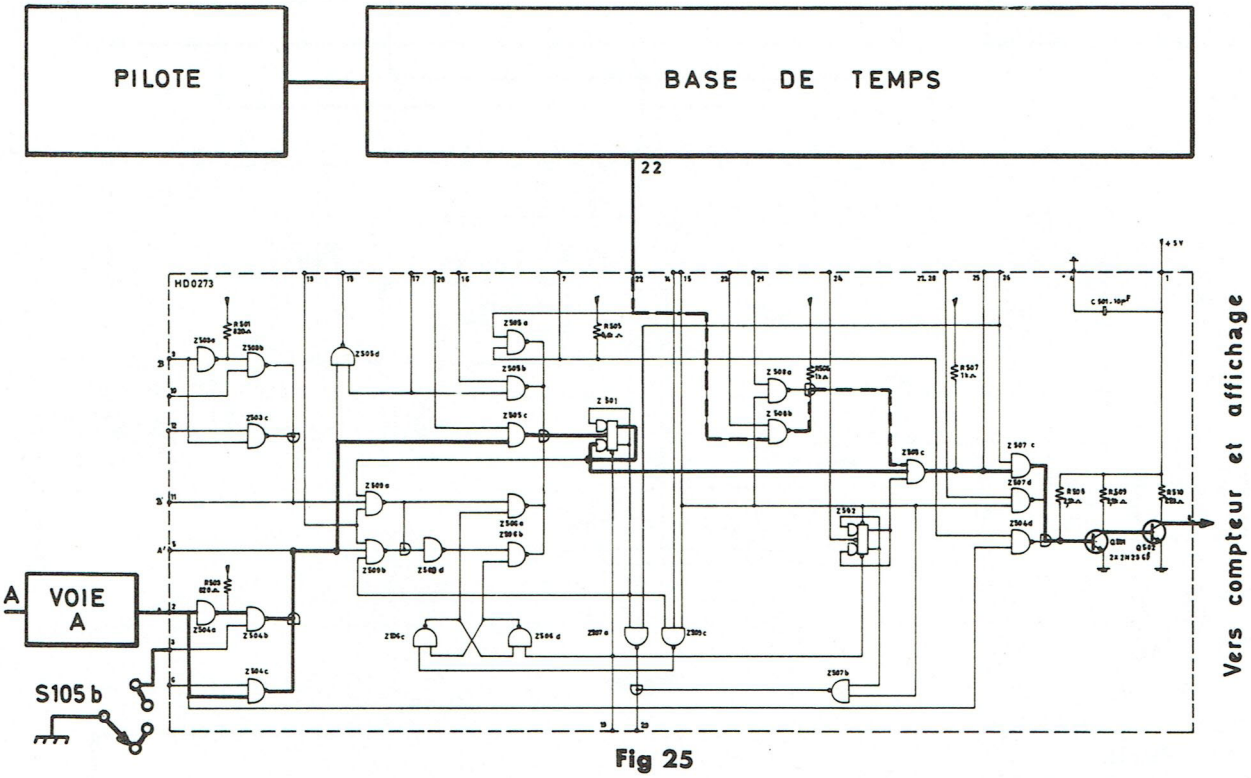



**Fig 25**

La porte Z508c reçoit le signal de commande d'ouverture de porte provenant de Z501 et le signal de base de temps sortie de Z508b.

La porte Z508c est ouverte pendant une période du signal d'entrée et laisse passer les impulsions de la base de temps qui sont acheminées au compteur par Z507c et Q501 Q502.

Comme en fréquencemètre, le forçage de Z501 remet la bascule Z501 à zéro en fin de comptage.

Pendant le temps d'ouverture de Z508c égal à KT du signal de A, il passe n périodes mt de la base de temps donc :

$$KT = n \cdot mt \quad \text{et} \quad n = \frac{KT}{mt}$$

Si K = 1 et mt = 1 µs, n = T en µs.

Les impulsions de la base de temps sont acheminées au compteur par Z507c et Q501 - Q502.

Comme en fréquencemètre le forçage de Z501 remet la bascule Z501 à zéro en fin de comptage.

3.4.3. - Mesure de période sur 10 cycles : (Figure 26)

Position des contacteurs :
S102 est sur 3 PERIODE 10 c
S101 est sur 1 PILOTE interne.

Comme dans le cas de mesure Période 1 c, le signal A' emprunte la voie directe ou la voie inverse, puis A' est dirigé sur le diviseur par 10:D8 de la base de temps par l'intermédiaire de Z505d. A'/10 commande alors la bascule Z501 par Z505b. Donc, pendant 10 cycles du signal A la porte Z508c sera ouverte laissant passer les impulsions de la base de temps provenant de Z508b.

Ces impulsions sont ensuite appliquées au compteur par Z507c et Q501 Q502.

Comme en fréquencemètre, le forçage de Z501 remet la bascule à zéro en fin de comptage.

3.4.4. - Chrono "A" Compteur d'impulsions : (Figure 27)

Cette fonction a pour but :

- de mesurer le temps entre :

  deux fronts de montée du signal, ou
  deux fronts de descente du signal.

- de compter des impulsions.

Position des contacteurs :
S102 est sur 4 CHRONO "A"
S101 est sur 1 PILOTE interne.

Comme en période 1 c ou 10 c, le signal A' emprunte la voie directe ou inverse pour commander par Z505c la bascule Z501.

NT704

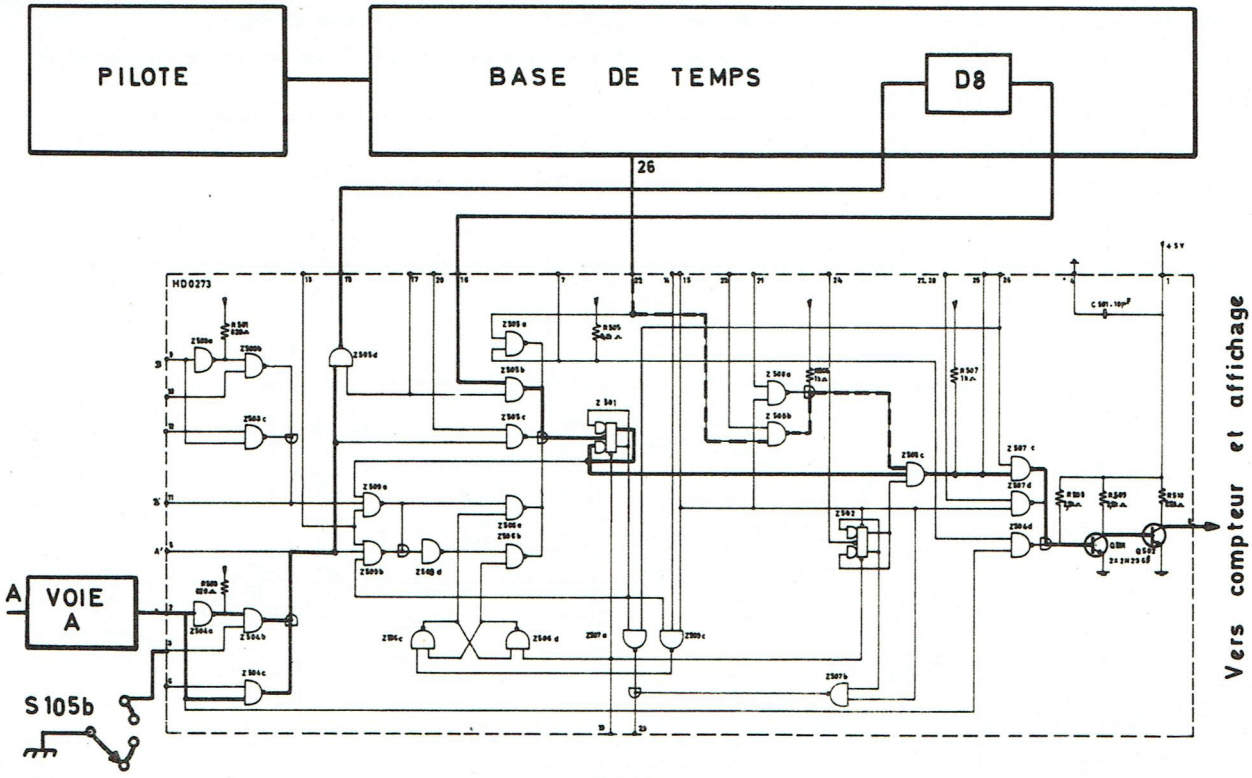



Fig 26

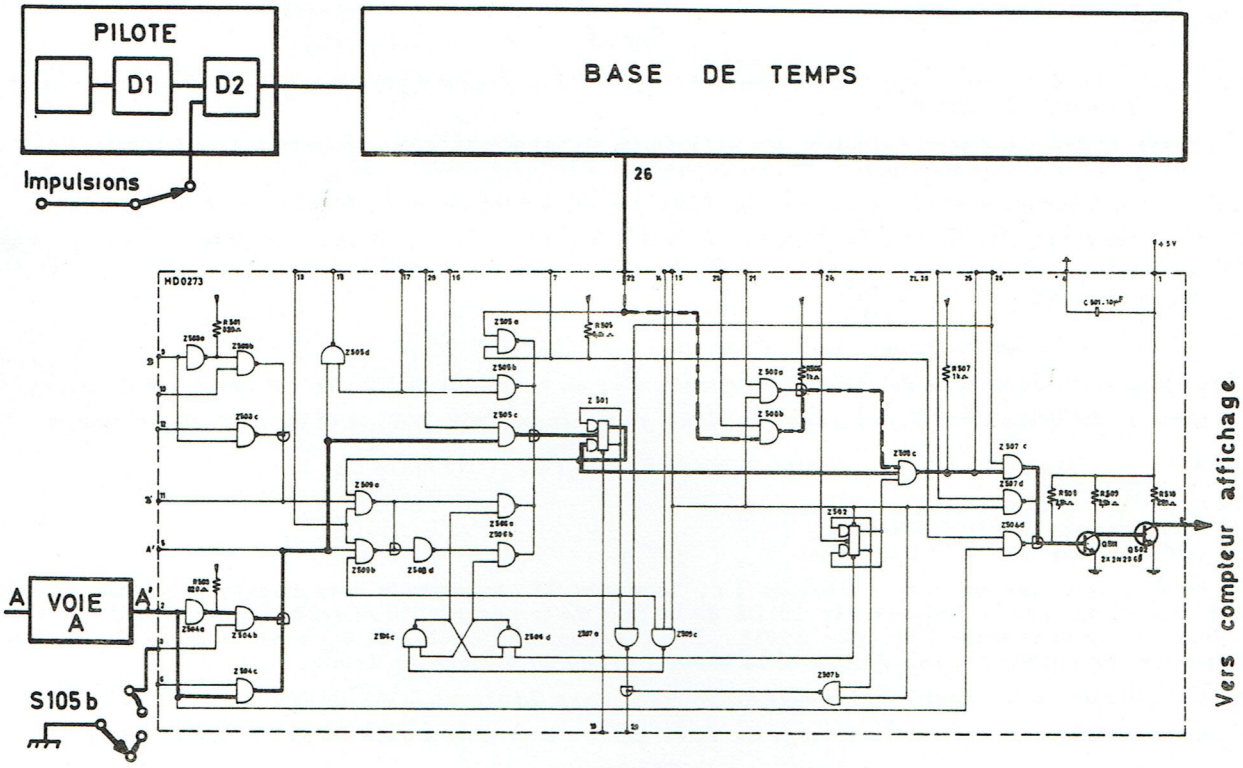



Fig 27

Lorsque A' emprunte la voie directe, c'est un front de descente du signal A' qui commande la bascule Z501. La porte Z508c sera ouverte pendant le temps séparant deux fronts de descente du signal A'.

Lorsque A' emprunte la voie inverse, c'est un front de montée du signal A' qui commande la bascule Z501. La porte Z508c sera ouverte pendant le temps séparant deux fronts de montée du signal A'.

Pendant le temps d'ouverture de Z508c les impulsions provenant de la base de temps via Z508b sont dirigées sur le compteur par Z507c et Q501 Q502.

Etant donné que les impulsions de la base de temps sont des multiples décimaux de la seconde, la lecture se fera en multiples décimaux de la seconde.

En compteur d'impulsions, le pilote est hors service, les impulsions à compter sont appliquées à l'entrée pilote externe.

Dans ce cas d'utilisation, les impulsions attaquent la base de temps par l'intermédiaire du diviseur D2. D1 n'est pas en service.

Le signal appliqué en A aura pour but de commander la bascule Z501 pour l'ouverture et la fermeture de la porte Z508c.

Comme en fréquencemètre, le forçage de Z501 remet la bascule à zéro en fin de comptage.

3.4.5. - Chrono "A B" et compteur d'impulsions : (Figure 28)

Le compteur A B a pour but de mesurer l'intervalle de temps séparant deux impulsions de deux signaux appliqués aux entrées A et B.

Position des contacteurs :
S102 est sur la position 5
S101 est sur la position 1

Les signaux d'entrée sont appliqués sur les voies A et B.

Le signal A' emprunte la voie directe Z504a b ou la voie inverse Z504c suivant la position du contacteur S105b.

Le signal B' emprunte également, soit la voie directe Z503a b, soit la voie inverse Z504c, suivant l'état des entrées borne 10 et 12 provenant du circuit de détection 180° (Voir planche 10).

Lorsque le contacteur S104b est sur les positions 1 et 2, le forçage (borne 9) de Z802 est à 0 et le forçage (borne 13) est à 1, ce qui entraîne S. Z802 = 0 S. Z802 = 1, donc la borne 14 est à 0 et la borne 10 est à 1. Dans ce cas, la voie directe Z503a et Z503b est ouverte.

Lorsque le contacteur S104b est sur les positions 3 et 4, les forçages sont tels que, 14 est à 1, 10 à 0 et la voie inverse Z503c est ouverte.

Les signaux B' sortie de Z503 et A' sortie de Z504 attaquent un circuit constitué de Z509a Z509b Z509d et Z506b.

L'entrée supérieure de Z509a est réunie à la sortie S. Z501, l'entrée inférieure de Z509b est réunie à la sortie S. Z501.

On remarque également que la bascule Z506c et Z506d est dans l'état S = 0 $\overline{S}$ = 1, c'est-à-dire que l'entrée inférieure de Z506a est à 0, celle de Z506b est à 1. Donc, le résultat à la sortie de Z509a et Z509b empruntera toujours le chemin Z509d Z506b avant d'attaquer la bascule Z501.

Au début du comptage, la bascule Z501 est dans l'état S = 0 $\overline{S}$ = 1, ce qui entraîne le blocage de Z509a, le déblocage de Z509b ; le signal A' passe par Z509b Z509d et Z506b. Le front descendant du signal A' fait basculer Z501 qui passe dans l'état S = 1 $\overline{S}$ = 0. A ce moment, Z509b est bloqué, Z509a est débloqué, laissant passer le signal B'.

On voit donc que Z501 est commandée une fois par un front montant ou descendant du signal A' (voie directe ou inverse) et une fois par un front montant ou descendant du signal B' (voie directe ou inverse).

On peut donc, en mettant en service les inverseurs des voies A et B, déclencher la bascule :

| | |
|---|---|
| sur 1 front positif de A | 1 front positif de B |
| 1 front positif de A | 1 front négatif de B |
| 1 front négatif de A | 1 front positif de B |
| 1 front négatif de A | 1 front négatif de B |

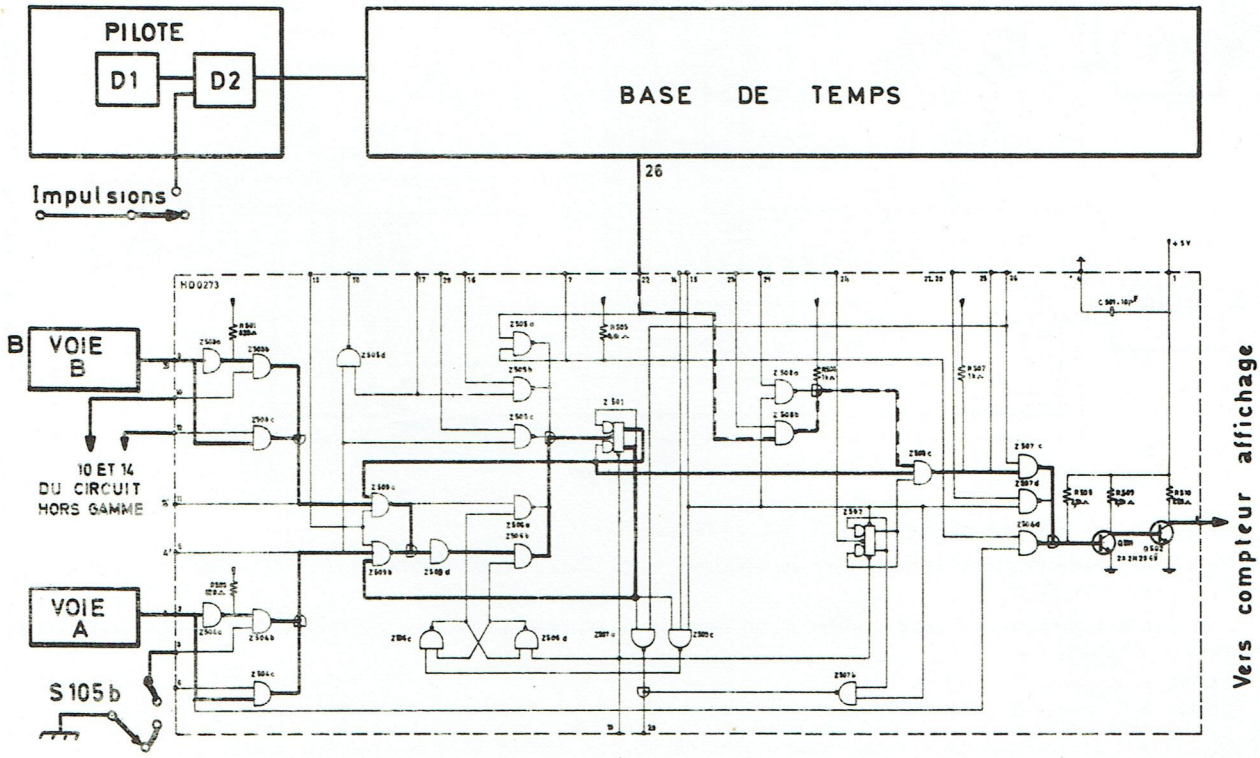



Fig 28



NT704

Dans le cas de compteur ⎍ ou ⎍ les impulsions à compter sont appliquées à l'entrée pilote externe.

Les impulsions attaquent la base de temps par l'intermédiaire du diviseur D2 (D1 est hors service).

Les signaux de commande d'ouverture et de fermeture de porte sont appliqués respectivement à l'entrée A et à l'entrée B.

3.4.6. - Rapport FA/FB : (Figure 29)

Dans cette fonction, le pilote est mis hors service. C'est le signal de B qui est utilisé comme référence.

Position des contacteurs :
S102 est sur 6 FB/FA
S101 peut être sur n'importe quelle position.

En effet, en examinant le schéma planche 2, on constate que S101 étant sur 6 entraîne la fermeture des portes Z207a Z207b.

Le signal de B passe par Z207c, pour être divisé, ensuite, en sous-multiples de 10.

A la sortie de la base de temps, le signal B' commande la bascule Z501 par l'intermédiaire de Z505a. Le signal à la sortie S de Z501 est appliqué à Z507c via Z508c.

Le signal A passe par Z504d. Ainsi, sur la sortie commune de Z507c, d et Z504d on disposera de n impulsions de A.

Si TB est la période de B le temps d'ouverture de porte est mT avec un coefficient du diviseur. Pendant ce temps d'ouverture, les impulsions de A sont transmises par la porte P qui donne en S un signal d'attaque du circuit compteur.

On comptera donc n impulsions de périodes TA du signal de A pendant mTB secondes de B, donc :

$$nTA = mTB \quad \text{et} \quad \frac{FA}{FB} = n.\frac{1}{m}$$

Si $m = 1$, $n = \frac{FA}{FB}$

Si $m = 10$, $n = 10\,\frac{FA}{FB}$

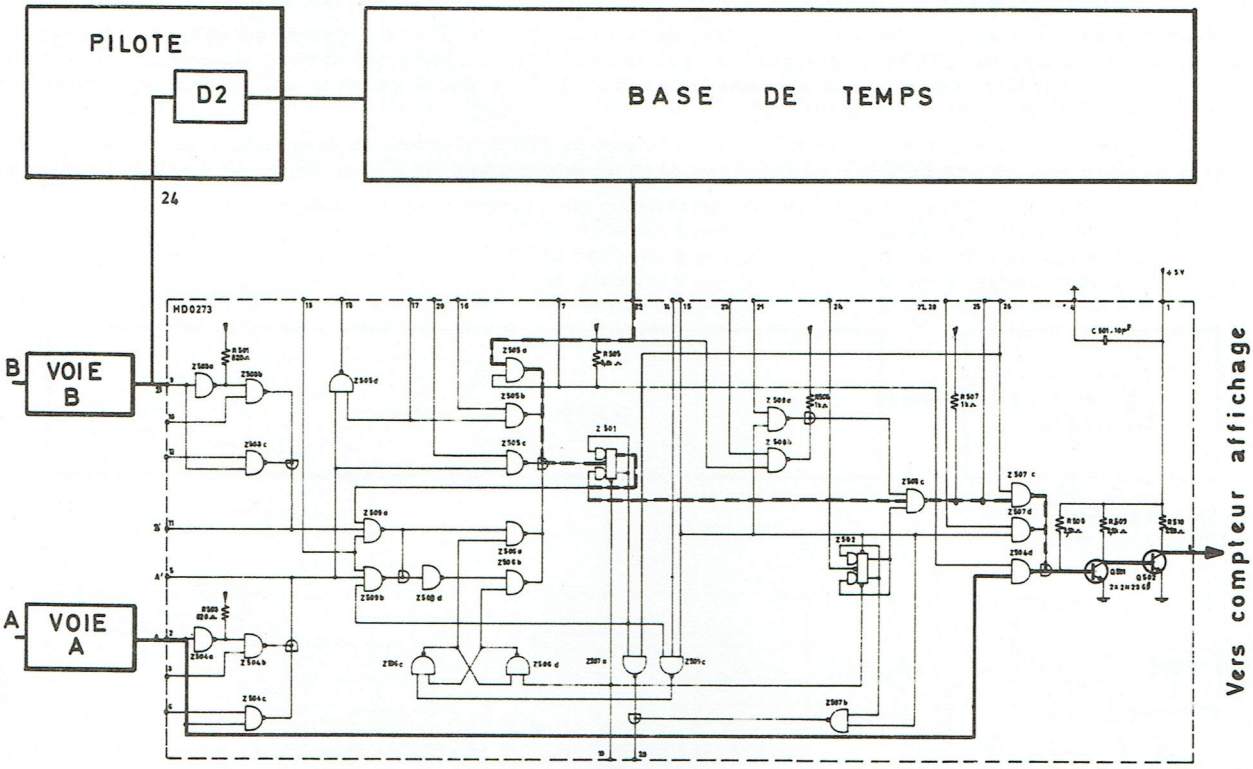



Fig 29

3.4.7. - Phasemètre ØB - ØA : (Figure 30)

Le phasemètre permet de mesurer la différence de phase entre deux signaux de même fréquence appliqués aux entrées A et B.

Ces signaux attaquent respectivement un circuit de comparaison par l'intermédiaire d'un système inverseur : Figure .

Z503a b c pour la voie B
Z504a b c pour la voie A.

Le circuit de comparaison comprend entre les portes Z509a b et la bascule Z501 :
une voie directe Z509a Z506b
une voie inverse Z506a.

Les voies directe et inverse sont commandées par la bascule Z506c d, elle-même commandée par la porte Z509c qui reçoit le signal multiple de 36 provenant du diviseur D7.

Cette bascule a pour but de bloquer la voie inverse et de débloquer la voie directe pendant le premier intervalle de mesure, afin de délivrer à la sortie de Z501 des signaux de phase à partir des fronts positifs des ondes A' et B'. Au deuxième intervalle de mesure, la voie inverse est débloquée, la voie directe bloquée. Les signaux de phase sont alors obtenus à partir des fronts négatifs des ondes A' et B'.

Ce système permet de s'affranchir des erreurs de phase dues aux distorsions des signaux d'entrée.

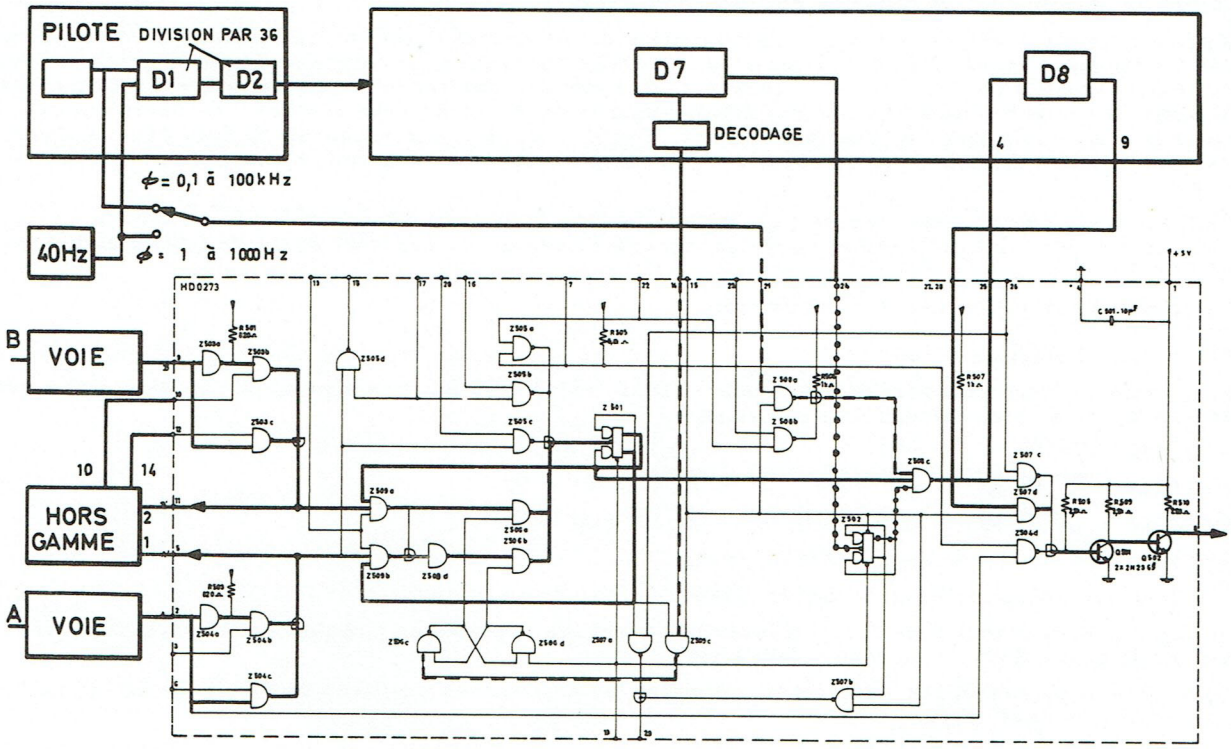



**Fig 30**

Les signaux de phase sont appliqués à Z508c.

Pour la mesure du déphasage de signaux compris entre 1 et 1000 Hz, le contacteur S103a est sur l'une des positions comprise entre 1 à 4. La porte Z208b a ses deux entrées à 1, sa sortie est donc à 0 et le signal du pilote est bloqué. La porte Z208c reçoit alors un signal de 40 kHz provenant du multivibrateur du circuit programme. Les impulsions 40 kHz sont appliquées à Z508c via Z508a.

Pour la mesure de déphasage de signaux compris entre 0,1 kHz et 100 kHz le contacteur S103a est sur l'une des positions comprise entre 5 et 8.

La porte Z208b est bloquée, provoquant l'ouverture de Z208a qui transmet alors le signal 4 MHz provenant du circuit pilote. Les 4 MHz sont appliqués à Z508c via Z508a.

La porte Z508c reçoit également le signal provenant de la bascule Z502. Celle-ci est commandée par le signal de base de temps borne 24.

Ce signal de base de temps a pour valeur $\frac{40\ \text{kHz}}{36 \times 10^5}$ ou $\frac{4\ \text{MHz}}{36 \times 10^5}$

Ainsi, Z508c reçoit :

- Les signaux de phase
- Les signaux 40 kHz ou 4 MHz
- Les signaux $\frac{40\ \text{kHz}}{36 \times 10^5}$ ou $\frac{4\ \text{MHz}}{36 \times 10^5}$

Le signal résultant à la sortie de Z508c est divisé par 10 (D8 de la base de temps) puis appliqué au compteur par Z507d Q501 Q502.

En fin de comptage, la ligne de forçage borne 19 met Z502 en S = 0, ce qui a pour effet de bloquer Z508c.

Si T est la période des ondes A et B, le nombre total d'impulsions de sortie S est :

$$n = m \frac{\theta}{T}$$

Par ailleurs, la différence de phase est exprimée en degrés, entre deux ondes de période T et décalées dans le temps de θ. Elle est égale à :

$$\varphi = 360 \frac{\theta}{T} = 360 \frac{n}{m}$$

Donc si m = 360, le nombre n d'impulsions exprime directement la différence de phase en degrés.

On peut augmenter la précision de la mesure en augmentant m. On peut exprimer la phase en millième de degré si l'on donne à m la valeur $360 . 10^3$.

On remarque que la sortie des voies directes ou inverses bornes 11 et 5 attaque le circuit de détection 180°.

Ce circuit a pour but :

1°/d'agir sur le circuit inverseur de la voie B (Z503a b c) et de mettre le signal B' dans le même sens que celui de A'.

2°/d'allumer le voyant + 180° quand la phase A = phase B, et également lorsqu'il y a erreur due à une distorsion. S'il y a distorsion, les signaux déphasés sont par rapport à un signal de phase pur, plus larges ou plus étroits. Il faut donc déceler cette erreur.

Du fait de la distorsion du signal, le front arrière de B' arrive avant le front arrière de A' alors qu'il devrait se produire après. Pendant le premier intervalle de mesure, les signaux de phase produits à partir des fronts positifs de A' et B' sont corrects. Par contre, pendant le deuxième intervalle de mesure, les signaux de phase produits à partir des fronts négatifs de A' et B' sont erronés. Ils devraient avoir pour longueur $\theta - x$, mais leur longueur est en fait : $T + \theta - x$, soit une erreur de T (une période des ondes à mesurer) pendant la moitié de l'intervalle de mesure, ce qui se traduit finalement par une erreur de $\frac{T}{2}$ soit 180°.

Ceci est également valable lorsque l'on inverse le sens de la distorsion et qu'un front arrière de B' qui devrait précéder le front arrière correspondant de l'onde A' se présente après du fait de la distorsion.

Le circuit de détection décèle cette erreur.

3.4.7.1. - Détection + 180 ° :

Examinons le fonctionnement de l'ensemble Z803a Z804d Z804c. Les signaux A' et B' y sont appliqués; soit S les sorties des différentes portes :

S. Z803a = $\overline{A'.B'}$

S. Z804d = $\overline{\overline{A'.B'}.A'} = \overline{(\overline{A'} + \overline{B'}) . A'} = \overline{A'.\overline{B'}} = \overline{A'} + B'$

S. Z804c = $\overline{\overline{A'.B'}.B'} = \overline{(\overline{A'} + \overline{B'}) . B'} = \overline{\overline{A'}\ B'} = A' + \overline{B'}$

S. Z804d commande la bascule Z805d Z804a

S. Z804c commande la bascule Z804b Z805c

Au départ, l'impulsion 0 du signal d'inscription met les bascules en position 0, c'est-à-dire que les entrées de la porte Z805a sont toutes deux à zéro.

Considérons les cas où les distorsions allongent les alternances positives de l'onde B' ou les raccourcissent comme indiqué Figure 31.

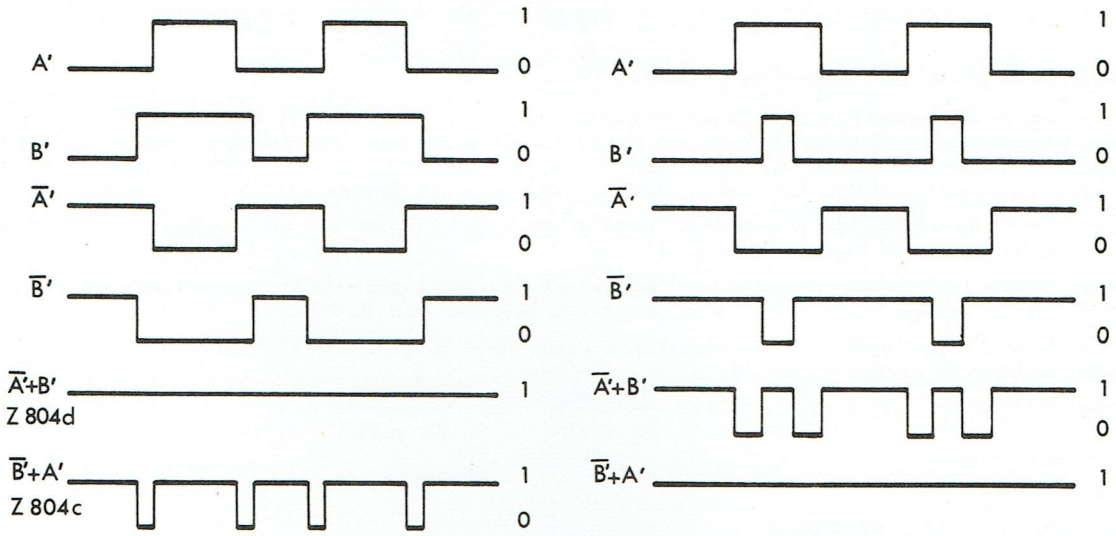



**Fig 31**

Dans le premier cas, Z804d reste toujours à 1, donc l'entrée supérieure de Z805a reste à 0, la bascule ne change pas d'état.

Par contre, Z804c passe par zéro, ce qui a pour effet de faire basculer l'ensemble Z804b Z805c qui passe à 1. Mais ceci est sans effet sur la porte Z805a qui aura sa sortie toujours à 1.

Dans le deuxième cas, l'entrée inférieure de Z805a reste toujours à 0 et sa sortie demeure à 1.

S. Z805a attaque l'ensemble Z805b Z806a et Z802.

Si au départ le voyant + 180° est éteint, c'est dire que S. Z808a est à 1, donc 1 sur les entrées inférieures de Z806c et Z805b.

S. Z805a et S. Z808a donnent 1 à l'entrée supérieure de Z806a qui va commander le C.P. de Z802.

A la fin de la mesure, le forçage borne 6 passe à 1, donc 1 à l'entrée inférieure de Z806a, ce qui entraîne :

- 0 sur le C.P. de Z. 802 qui bascule, provoquant :
  - l'éclairage du voyant + 180°
  - la commutation de la voie directe ou inverse Z503a Z503b ou Z503c.
- Le blocage du signal B' par Z803b qui a sur son entrée de gauche un niveau 0. Le signal B' passe alors par l'inverseur Z803d.

Supposons maintenant que les signaux B' et A' soient corrects. On voit les sorties S. Z804d et S. Z804c enregistrer les deux signaux A' et B', ce qui fait que les deux bascules passent en 1 et y demeurent. Ceci entraîne 0 sur l'entrée supérieure de Z806a; quand à la fin de la mesure le forçage borne 6 passe à 1 on a 1 sur le C.P. de Z802, la bascule ne change pas d'état, il n'y a pas d'erreur enregistrée.

Si par exemple en début de mesure, la position de la bascule est dans une position telle que le voyant est allumé en cours de la mesure, on voit que le signal B' emprunte la voie inverse par Z803d. Au moment de la coïncidence des signaux A' et B', les bascules Z804a et Z804b vont l'enregistrer et l'entrée de Z806a est à 1, donc à la fin de mesure le C.P. de Z802 passe à 0, il y a basculement et extinction du voyant.

Un autre cas est celui où la différence de phase est très faible. A la sortie de Z804a et Z804b sont branchés deux condensateurs C801 et C802. Si les conditions de coïncidence entre A' et B' sont réunies, la porte Z804d fournit un signal qui tend à provoquer le basculement de Z804a Z805d. La tension positive en S de Z804a doit d'abord charger le condensateur C801 et c'est seulement ensuite que la porte Z805d pourra fonctionner. Si la durée de la coïncidence $A' + \overline{B'}$ est courte, le condensateur C801 n'a pas le temps de se charger et l'ensemble Z805d Z804a n'a pas le temps de basculer, il reste donc en position 0.

Le condensateur C802 joue le même rôle à l'égard des coïncidences $\overline{A'} + B'$.

La présence de ces condensateurs permet donc de considérer une mesure comme fausse lorsque le déphasage est presque nul.

En effet, il est difficile de déterminer avec certitude les temps de propagation des signaux et les temps de fonctionnement des circuits. Il est donc nécessaire d'envisager le cas où le circuit de comparaison fournissant des signaux de phase erronés, le dispositif ne décèlerait pas cette erreur. Les condensateurs C801 et C802 en refusant des coïncidences fugitives, font que le circuit signalera une erreur de mesure même en cas de doute.

## 3.5. - CIRCUIT PROGRAMME :

### 3.5.1. - Bascule monostable : (Planche 8)

Cet ensemble est destiné à maintenir l'affichage pendant un délai déterminé. Il comprend les transistors Q607 à Q610.

En l'absence de signal de RAZ (remise à zéro) :
- Q608 est saturé. Sa base est polarisée par R110 à R105 et R614. Le courant collecteur passe par la jonction émetteur base de Q609 et R615.
- Q609 conduisant entraîne la conduction de Q610 ; son collecteur étant alors à la masse Q607 est bloqué. Le niveau de sortie borne 17 est à + 5 V.

Lorsqu'un front positif de RAZ (remise à zéro) arrive, il provoque le déblocage de Q607 par C610 et le blocage de Q609 par C608 entraînant le blocage de Q608 par C605, le blocage de Q610 par C606.

Le transistor Q607 étant débloqué est maintenu conducteur par R618 et R619. Le condensateur C605 se charge par R105 à R110 R614. Lorsque la tension aux bornes de C605 atteint le seuil de déblocage de Q608 celui-ci se sature et C605 se décharge rapidement par : base émetteur de Q608, émetteur collecteur de Q609 et la diode CR605. Q609 conduit entraînant la conduction de Q610 et le blocage de Q605.

Il faut donc un autre front positif de RAZ (remise à zéro) pour que le cycle recommence. Le temps de conduction de Q607 est déterminé par le temps de charge de C605 qui dépend des résistances R105 à R110, sélectées par S106a délais.

Pendant le temps où la bascule monostable est à 1 le fréquencemètre peut compter.

### 3.5.2. - Multivibrateur : (Planche 8)

Le multivibrateur est destiné à délivrer un signal dont la fréquence de récurrence est de 40 kHz nécessaire pour le fonctionnement du phasemètre ØB - ØA (1 à 1000 Hz).

Il est constitué des transistors Q611 à Q613.

C'est un monostable avec couplage par l'émetteur. Au départ, Q611 conduit, Q612 et Q613 sont bloqués ; le niveau est à 1 sur le collecteur de Q613. Le courant de base de Q611 passe par R627 R620. Le condensateur C611 se charge.

Quand la tension aux bornes de C atteint le seuil de blocage de Q611 celui-ci n'est plus conducteur. Q612 est conducteur entraînant le déblocage de Q613. Le condensateur se décharge alors par R621 CR602 et la jonction collecteur émetteur de Q613. Le niveau de sortie est au niveau 0.

Lorsque Q613 conduit, la tension de base de Q612 augmente du fait que R624 et R626 sont en parallèle et Q612 se trouve bloqué, ainsi que Q613. Le cycle recommence.

### 3.5.3. - Circuit programme : (Planche 7)

Le circuit programme a pour but :
- d'ouvrir en début de cycle les bascules commandes de porte du circuit de fonction.

NT704

- d'appliquer sur le compteur en fin de cycle et dans l'ordre suivant les impulsions :
  - d'effacement
  - d'inscription
  - de remise à zéro.

En début de comptage la bascule monostable est au repos, son niveau est à 1.
S. Z602 = 0 S. Z603 = 0 S. Z604 = 0
entraînant S. Z606a= 1 S. Z605d= 1

Le niveau de RAZ (remise à zéro) transmis par le séparateur Q605 Q606 est à 1.

Le niveau d'inscription transmis par l'inverseur Q604 est à 1. En effet, les entrées de Z607d sont à 1, entraînant S. Z607d = 0 S. Z607a = 1 S. Z607c = 0 à appliquer à l'entrée de CR607. Le circuit d'inscription donne 1 en sortie.

En fin de cycle de comptage :
S. Z602 = 1 $\overline{S.}$ Z602 = 0 S. Z607d = 1 S. Z607a = 0 S. Z607c = 1

Les forçages de Z603 et Z604 sont à 1. Le signal du multivibrateur commande ces bascules qui transmettent leur état de sortie au circuit de remise à zéro et d'inscription.

Le niveau d'inscription passe à 0, bloquant les portes du compteur.

Le niveau de remise à zéro passe à 0, mettant tous les compteurs à zéro.

Lorsque Z603 et Z604 basculent sous l'influence d'une nouvelle impulsion du multivibrateur le niveau de RAZ (remise à zéro) passe à 1, déclenchant la bascule monostable qui donne un niveau 0. La durée de ce niveau 0 est déterminée par la position du contacteur délais S106a.

Pendant cette durée :

S. Z602 = 0 S. Z603 = 0 S. Z604 = 0
et l'affichage au compteur subsiste.

Dès que la bascule revient à 1, il y a déblocage des bascules et un nouveau cycle recommence.

### 3.5.4. - Circuit d'effacement (Planche 7) :

Il comprend les portes Z606b c d, Z607c et la bascule Q602 Q603.

Les impulsions à compter provenant de la sortie du circuit de fonction sont appliquées à la bascule monostable d'effacement lorsque S. Z606b = 1 pendant le comptage quand S. Z607a = 1.

Au début de chaque impulsion, il y a donc effacement de la mémoire, puis remise en service. Les chiffres peuvent dont défiler.

En fin de cycle, la bascule monostable qui passe à zéro bloque le forçage des informations de Z606d. Une impulsion zéro efface les mémoires.

Les courbes de fonctionnement sont données figure 32

## 3.6. - FONCTIONNEMENT MEMOIRE : (Planche 7)

Le contacteur S108 est sur position 1 MEMOIRE, ce qui a pour effet de mettre l'entrée droite de Z607c à 0, entraînant S. Z606b à 0. Il n'y a donc pas d'effacement de mémoire pendant le comptage ; l'affichage est permanent et ne change que lorsque la mesure change.

## 3.7. - FONCTIONNEMENT EN MANUEL : (Planche 7)

Le contacteur S106b est sur la position 8 - Manuel. Le monostable est hors service, il est remplacé par la bascule Z601. L'ensemble manuel comprend le transistor Q601 et la bascule Z601 qui reçoit par l'intermédiaire de la porte Z605a l'information de remise à zéro.

Lorsque le bouton poussoir est en position repos, la borne 16 est en l'air, la borne 14 est à la masse, le transistor Q601 est bloqué, le forçage supérieur de Z601 est à 1.

Le forçage inférieur polarisé par R602 et R605 est à 1. Quand l'impulsion de RAZ (remise à zéro) arrive, S. Z601 vient au zéro, bloquant les bascules Z602 Z603 et Z604 à zéro. Le défilement s'arrête, ainsi que l'affichage.

Pour afficher un nouveau cycle de comptage la borne 16 est réunie directement à 14. Q601 conduit, mettant le forçage supérieur à 0, S. Z601 = 1. Le comptage se réalise puisqu'il y a déblocage des bascules et s'arrête en fin de cycle.

En manuel sur sans mémoire, quand on appuie sur le bouton on a une remise à zéro, quand on relâche ou déclenche la mesure et effacement.

## 3.8. - DECADES : (Planche 9)

Les décades sont placées dans l'ordre :
DA1 pour les unités
DA2 pour les dizaines
DA3 pour les centaines
DA4 pour les unités de mille
DA5 pour les dizaines de mille
DA6 pour les centaines de mille
Le chiffre maximum qui peut être inscrit est donc :
999999

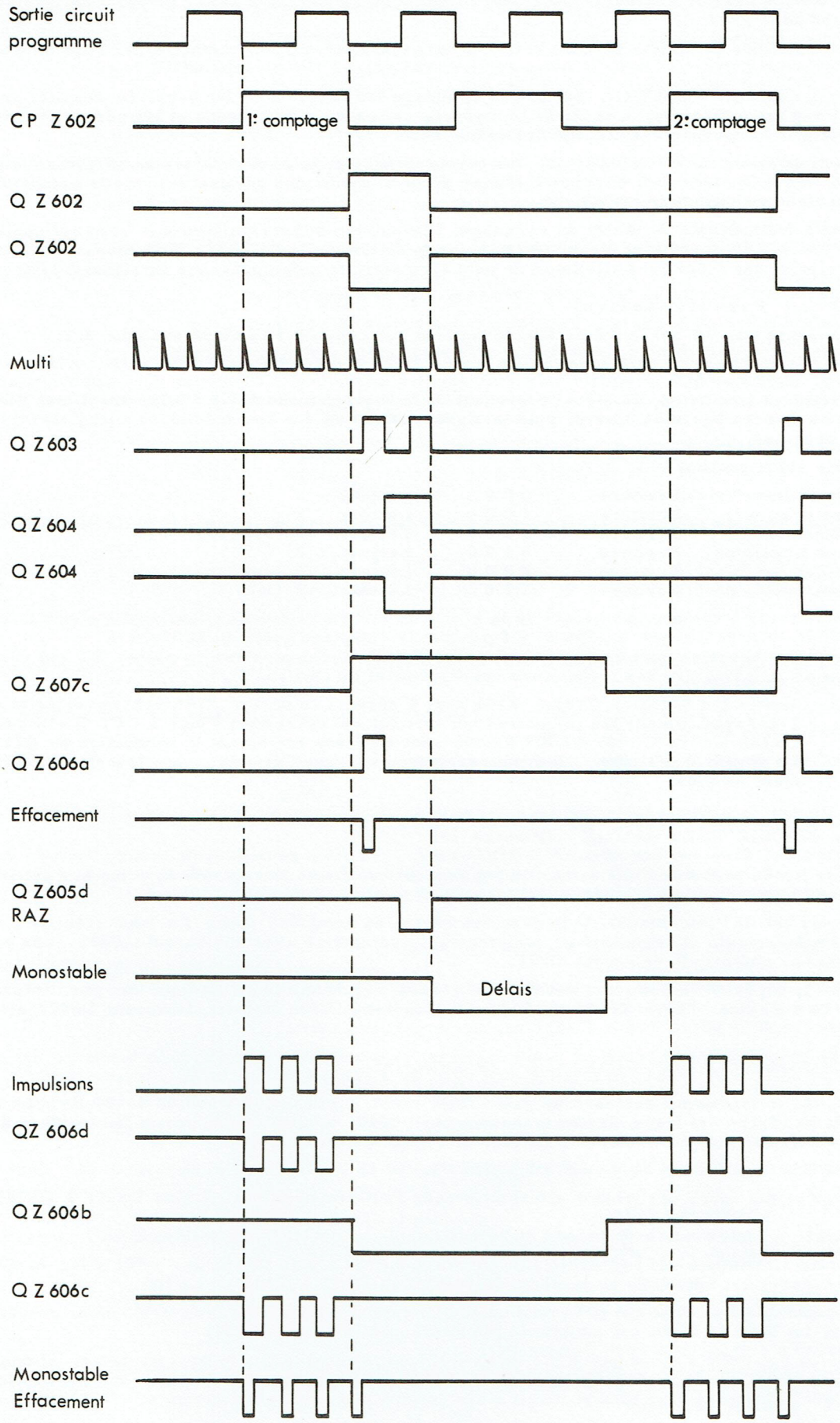

Sortie circuit programme
CP Z 602
1: comptage
2: comptage
Q Z 602
Q Z602
Multi
Q Z 603
Q Z 604
Q Z 604
Q Z 607c
Q Z 606a
Effacement
Q Z 605d
RAZ
Monostable
Délais
Impulsions
QZ 606d
Q Z 606b
Q Z 606c
Monostable
Effacement

**Fig 32**

Chaque décade comprend un diviseur par 10, constitué des bascules Z701 à Z704. Les forçages Preset de chaque bascule (borne 1) reçoivent l'impulsion de remise à zéro provenant du circuit programme (planche 8).

Les informations de chaque bascule sortie S sont transmises à une mémoire par l'intermédiaire d'une porte.

En fonctionnement MEMOIRE, pendant le comptage les portes sont fermées. Le résultat précédent est stocké sur les mémoires. A la fin de la mesure, celles-ci sont effacées et les portes sont ouvertes pour transférer le nouveau résultat sur les mémoires.

En fonctionnement SANS MEMOIRE, les portes d'inscription sont ouvertes en permanence pendant le comptage. Les mémoires sont effacées à chaque début d'impulsions qui arrivent sur le compteur. Ainsi, l'état instantané du compteur est affiché.

Sur SANS MEMOIRE, à l'arrêt du comptage, l'impulsion d'inscription niveau zéro est appliquée aux portes Z705a à Z705d qui sont bloquées. A la sortie de chaque porte apparaît un niveau 1 qui ne détruit pas l'inscription des mémoires. Celle-ci ne peut être détruite qu'en présence du signal d'effacement.

### 3.8.1. - Fonctionnement :

Les diviseurs par 10 ont le même fonctionnement que ceux décrits au paragraphe 3.2.

Les états des sorties sont appliqués via les portes Z705 aux mémoires Z707a et b, Z706a et b, Z706c et d, Z707c et d.
A la première impulsion, le signal provenant de la bascule monostable d'effacement met pendant un temps très court les bascules à zéro, puis le signal revient en 1. Les mémoires enregistrent donc les états des bascules.

Le cycle est le suivant :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Effacement | Ecriture | 0 0 0 0 | Lecture | 0 |
| 1ère impulsion | Ecriture | 1 0 0 0 | Lecture | 1 |
| Effacement | Ecriture | 0 0 0 0 | Lecture | 0 |
| 2ème impulsion | Ecriture | 0 1 0 0 | Lecture | 2 |
| Effacement | Ecriture | 0 0 0 0 | Lecture | 0 |
| 3ème impulsion | Ecriture | 1 1 0 0 | Lecture | 3 |
| | etc... | | | |

Les états des bascules sont appliqués à des matrices à diodes montées en portes ET qui commandent l'ouverture ou la fermeture des transistors correspondant au chiffre.

Exemple : Toutes les bascules Z701 à Z704 sont à zéro. Les portes Z705 sont ouvertes et un niveau 1 est appliqué sur les mémoires qui mettent celles-ci dans l'état 1 - 0. Il s'ensuit que CR702 CR703 CR704 CR705 CR707 CR706 sont bloquées entraînant la conduction de Q711 et Q701. Le voyant 0 s'allume, les autres voyants sont éteints, les transistors Q702 à Q712 étant bloqués.

## 3.9. - CIRCUIT HORS GAMME : (Planche 10)

Il a pour but de prévenir l'utilisateur que sur un calibre donné la capacité du compteur est insuffisante et qu'il faut l'augmenter.

Ce circuit reçoit l'information de la dernière chaîne du compteur DA6. La RAZ (remise à zéro), l'inscription, l'effacement. Il comprend un compteur supplémentaire avec une bascule Z801, une porte, une mémoire et une commande de voyant Q802.

Lorsque la capacité du compteur est dépassée Z801 reçoit une impulsion qui met par l'intermédiaire de Z807a la mémoire Z807b Z807d en 1 0. Le transistor Q802 conduit, le voyant DS102 s'allume.

## 3.10. - ALIMENTATION GENERALE : (Planche 11)

Le DX 443 A fonctionne sur secteur 110 - 115 - 127 - 220 - 230 V de 50 à 400 Hz. La tension alternative du réseau est transmise en transformateur T901 qui délivre en sortie les tensions alternatives nécessaires, qui après redressement, filtrage et régulation donneront :

+ 12 V, - 6 V, - 12 V, + 5 V 220 V.

Un enroulement donne une tension alternative pour l'alimentation des voyants DS901 à DS909.

### 3.10.1. - Alimentation + 12 V :

La tension alternative est redressée par CR901 à CR904, puis filtrée par R901 C901 et C902. Cette tension redressée est appliquée au système de régulation Q901 à Q903 et CR905.

C'est un circuit classique qui comprend un amplificateur différentiel Q902 Q903 avec couplage par l'émetteur. La base de Q902 est maintenue constante par R903 et CR905.

La tension de sortie divisée par R913 R914 R915 est appliquée sur la base de Q903. Si une variation de tension apparaît sur la sortie, l'étage Q902 Q903 amplifie la tension d'erreur qui est appliquée à la base de Q901. Le transistor ballast réagit alors comme une résistance variable.

### 3.10.2. - Alimentation - 12 V :

A exactement le même principe de fonctionnement que l'alimentation + 12 V. Q904 et Q905 constituent l'amplificateur différentiel. R904 et CR906 définissent la tension de référence. Le pont R918 R917 R916 est le diviseur de tension de sortie. Q906 est le transistor ballast.

3.10.3. - Alimentation - 5 V :

La tension - 12 V est divisée par R920 CR909 R919 , puis appliquée à la base de Q907 .

3.10.4. - Alimentation 220 V :

Le 220 V est obtenu par simple redressement CR910 à CR913 et filtrage C905 .

3.10.5. - Alimentation + 5 V :

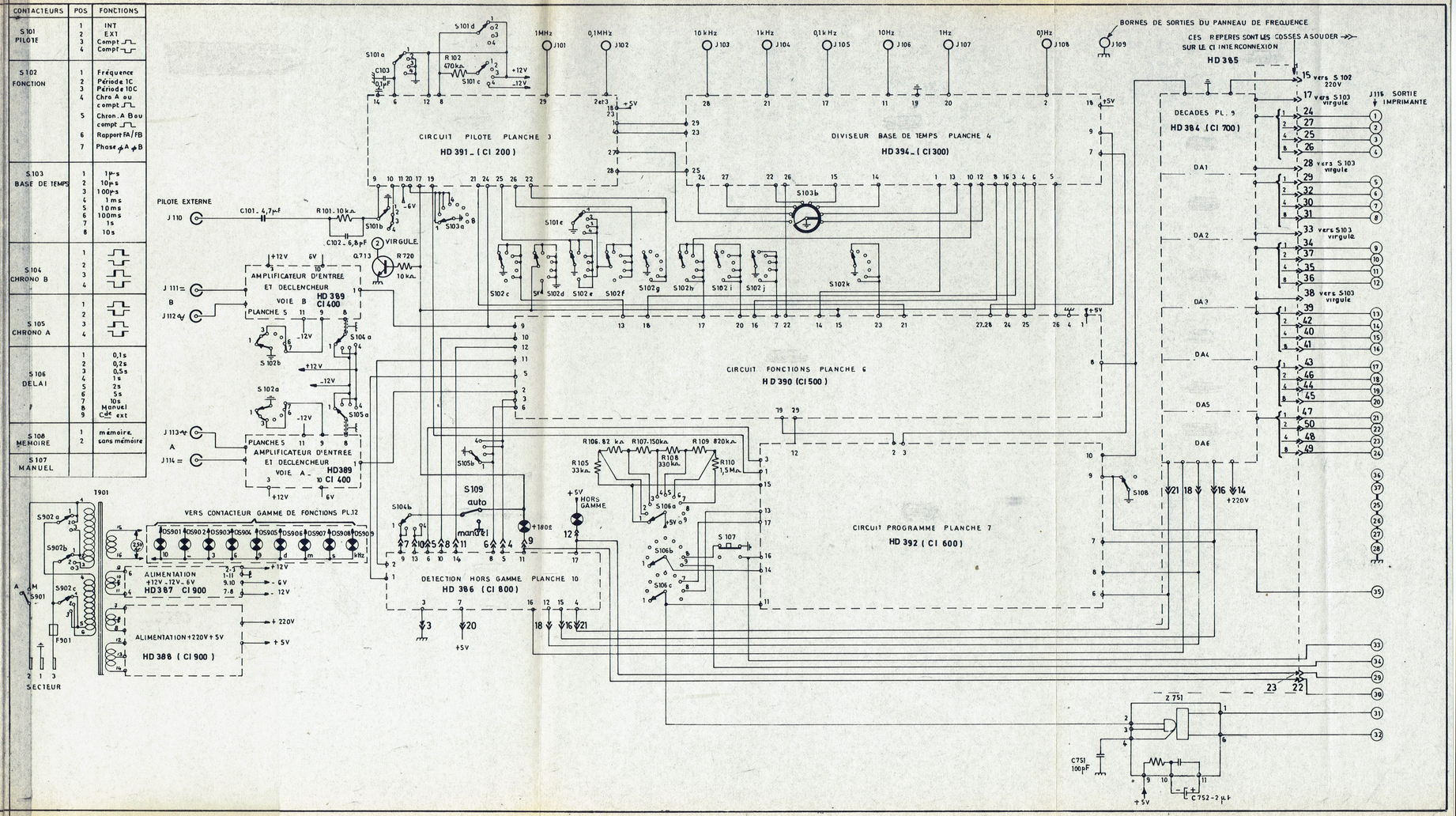
La tension alternative est redressée par CR914 CR915 , puis filtrée par C906 C911 C912 C907 .

Cette alimentation est protégée par le fusible F902 . Le circuit de régulation se compose d'un circuit type Darlington Q908 Q909 commandé par Q910 . La base de Q910 est polarisée par R922 CR916 . La tension de sortie est divisée par R925 R926 R927 .

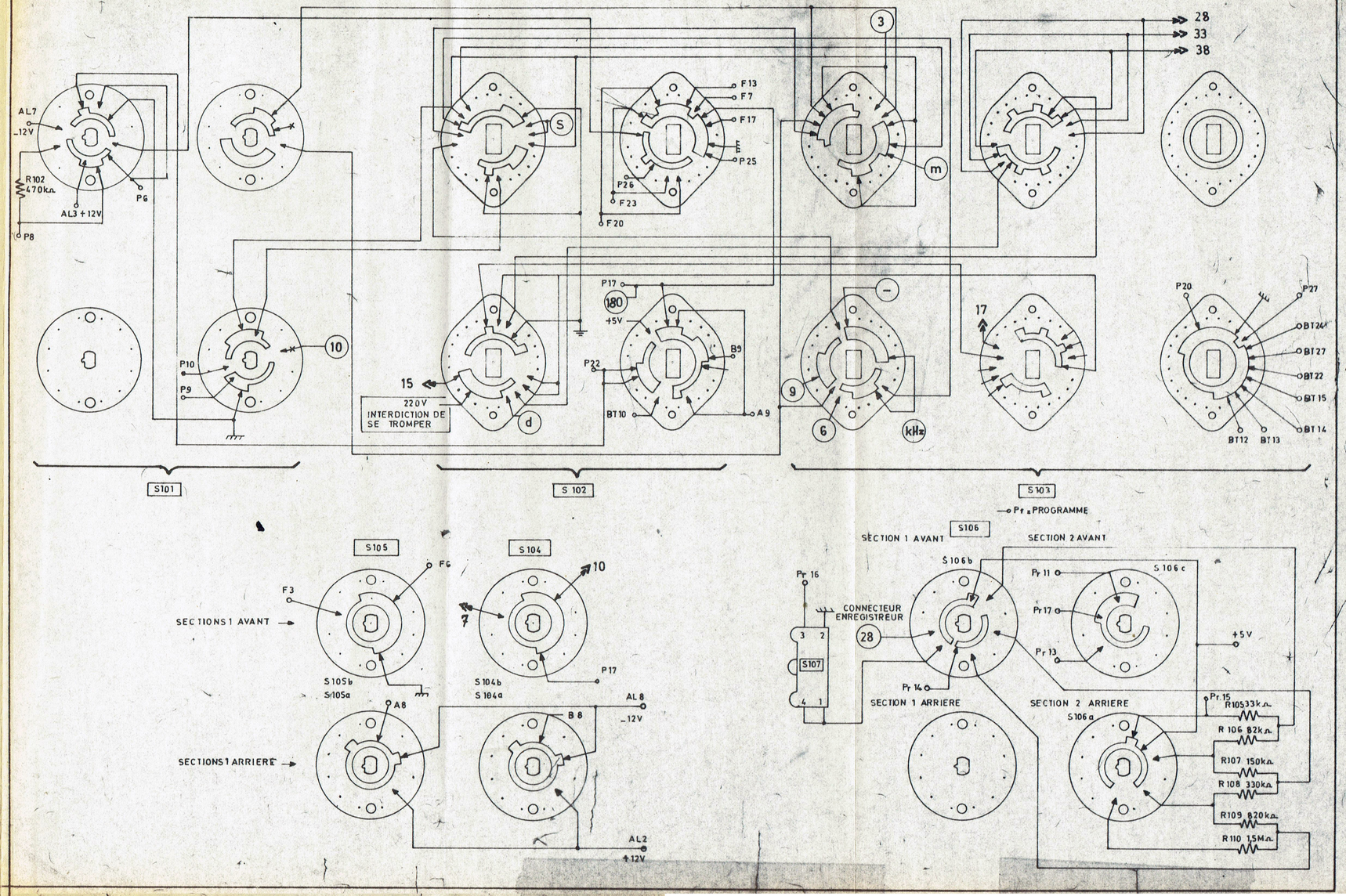
Les variations de tension de sortie entraînent une variation de courant collecteur de Q910 , entraînant une variation de tension sur les bases de Q909 et Q908 . L'ensemble Q909 et Q908 se comporte comme une résistance variable.

# FREQUENCEMETRE DX 443A SCHEMA D'INTERCONNEXIONS — PLANCHE 1

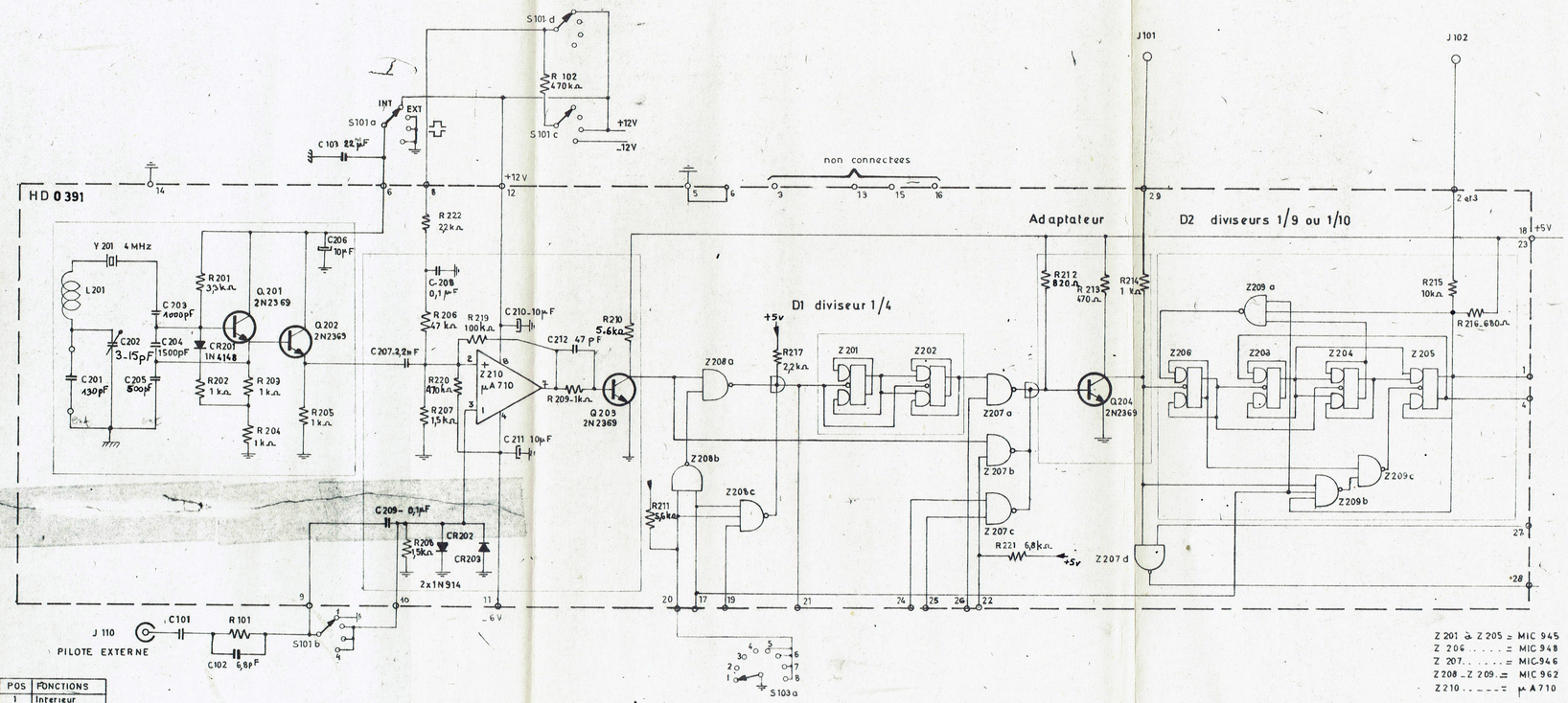
| CONTACTEURS | POS | FONCTIONS |
|---|---|---|
| S 101 PILOTE | 1 | INT |
| | 2 | EXT |
| | 3 | Compt ⊓⊔ |
| | 4 | Compt ⊓⊔ |
| S 102 FONCTION | 1 | Fréquence |
| | 2 | Période 1C |
| | 3 | Période 10C |
| | 4 | Chro A ou compt ⊓⊔ |
| | 5 | Chron. A ou compt ⊓⊔ |
| | 6 | Rapport FA/FB |
| | 7 | Phase ∢A ∢B |
| S 103 BASE DE TEMPS | 1 | 1µs |
| | 2 | 10µs |
| | 3 | 100µs |
| | 4 | 1ms |
| | 5 | 10ms |
| | 6 | 100ms |
| | 7 | 1s |
| | 8 | 10s |
| S 104 CHRONO B | 1 | ⊓⊔ |
| | 2 | ⊓⊔ |
| | 3 | ⊓⊔ |
| | 4 | ⊓⊔ |
| S 105 CHRONO A | 1 | ⊓⊔ |
| | 2 | ⊓⊔ |
| | 3 | ⊓⊔ |
| | 4 | ⊓⊔ |
| S 106 DELAI | 1 | 0,1s |
| | 2 | 0,2s |
| | 3 | 0,5s |
| | 4 | 1s |
| | 5 | 2s |
| | 6 | 5s |
| | 7 | 10s |
| | 8 | Manuel |
| | 9 | Cde ext |
| S 108 MEMOIRE | 1 | mémoire |
| | 2 | sans mémoire |
| S 107 MANUEL | | |



- COSSE A SOUDER DU CI INTERCONNECTIONS
- BORNES DE CONNECTEUR
- P. CIRCUIT PILOTE
- BT. BASE DE TEMPS
- F. FONCTION
- A AMPLI A
- B AMPLI B
- (6) VOYANTS UNITES

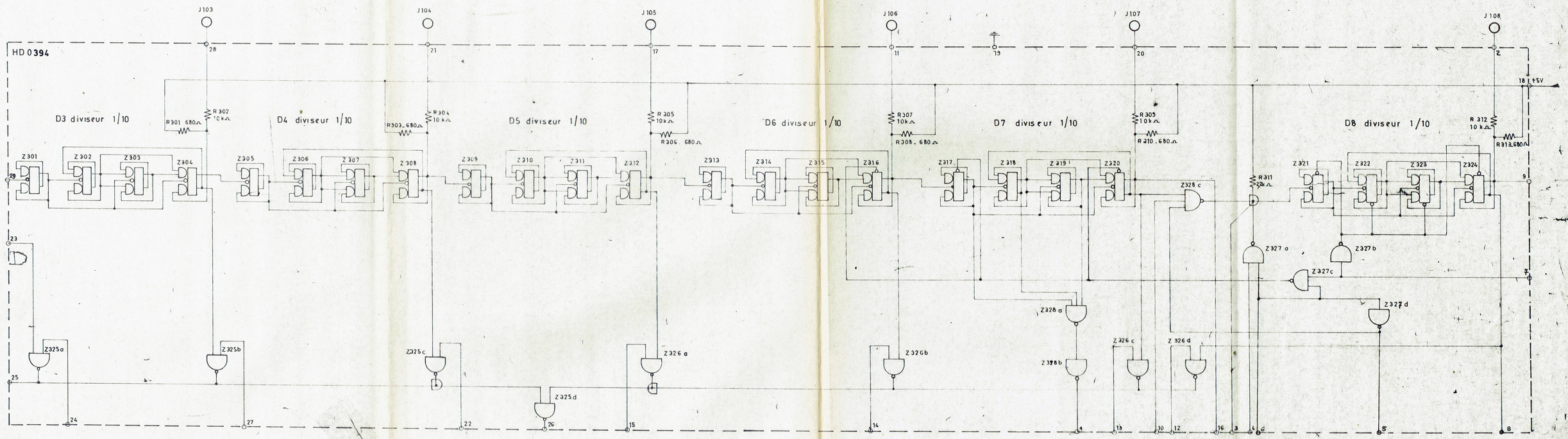



NOTA IL n'y a pas de correspondance directe entre les galettes réelles représentées ci contre et leurs homologues du schéma général planche 2.
Le schéma général permet de trouver rapidement les fonctions de commutation; pour faire l'équivalence avec le repérage se reporter aux points marqués



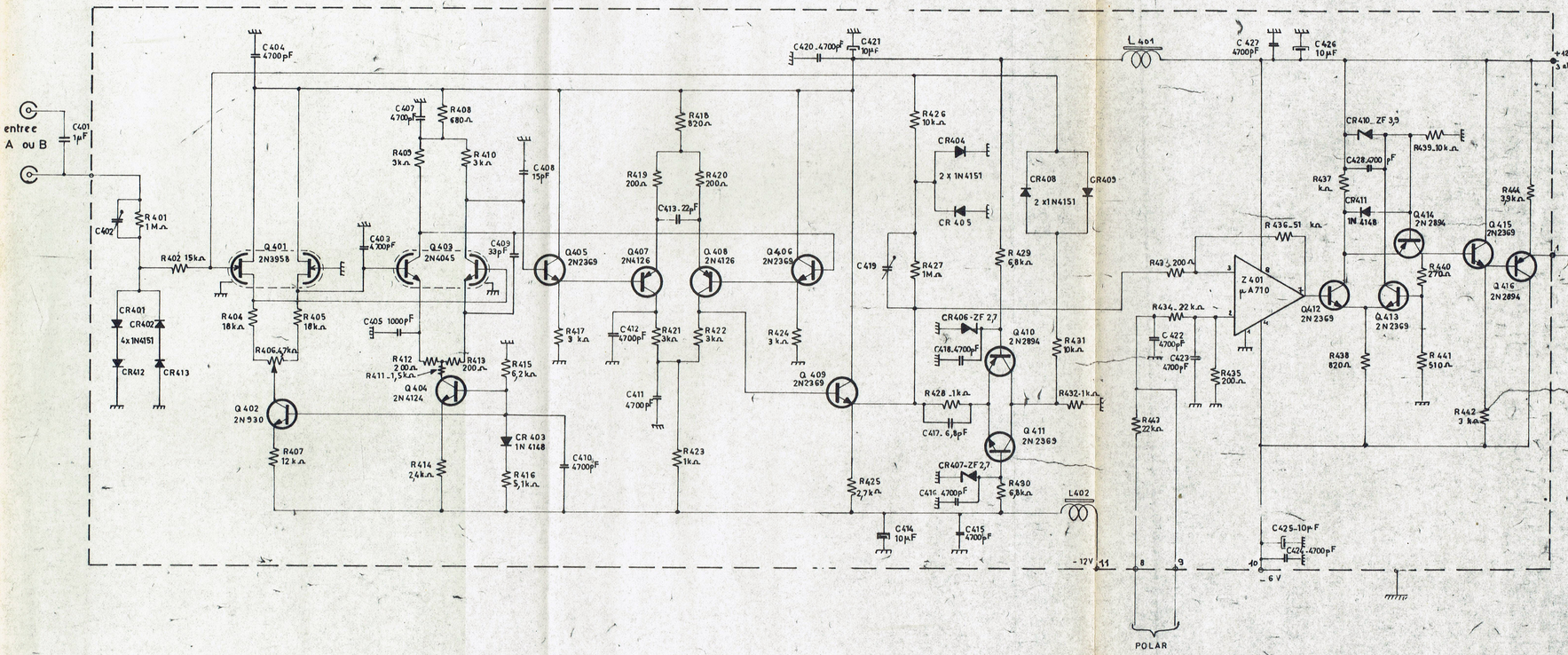

| CONTACTEURS | POS | FONCTIONS |
|---|---|---|
| S101 A | 1 | Interieur |
| | 2 | exterieur |
| | 3 | compteur ⎍ |
| | 4 | compteur ⎍ |
| S 103 | 1 | 1 µs |
| | 2 | 10 µs |
| | 3 | 100 µs |
| | 4 | 1ms |
| | 5 | 10ms |
| | 6 | 100ms |
| | 7 | 1sec |
| | 8 | 10s |

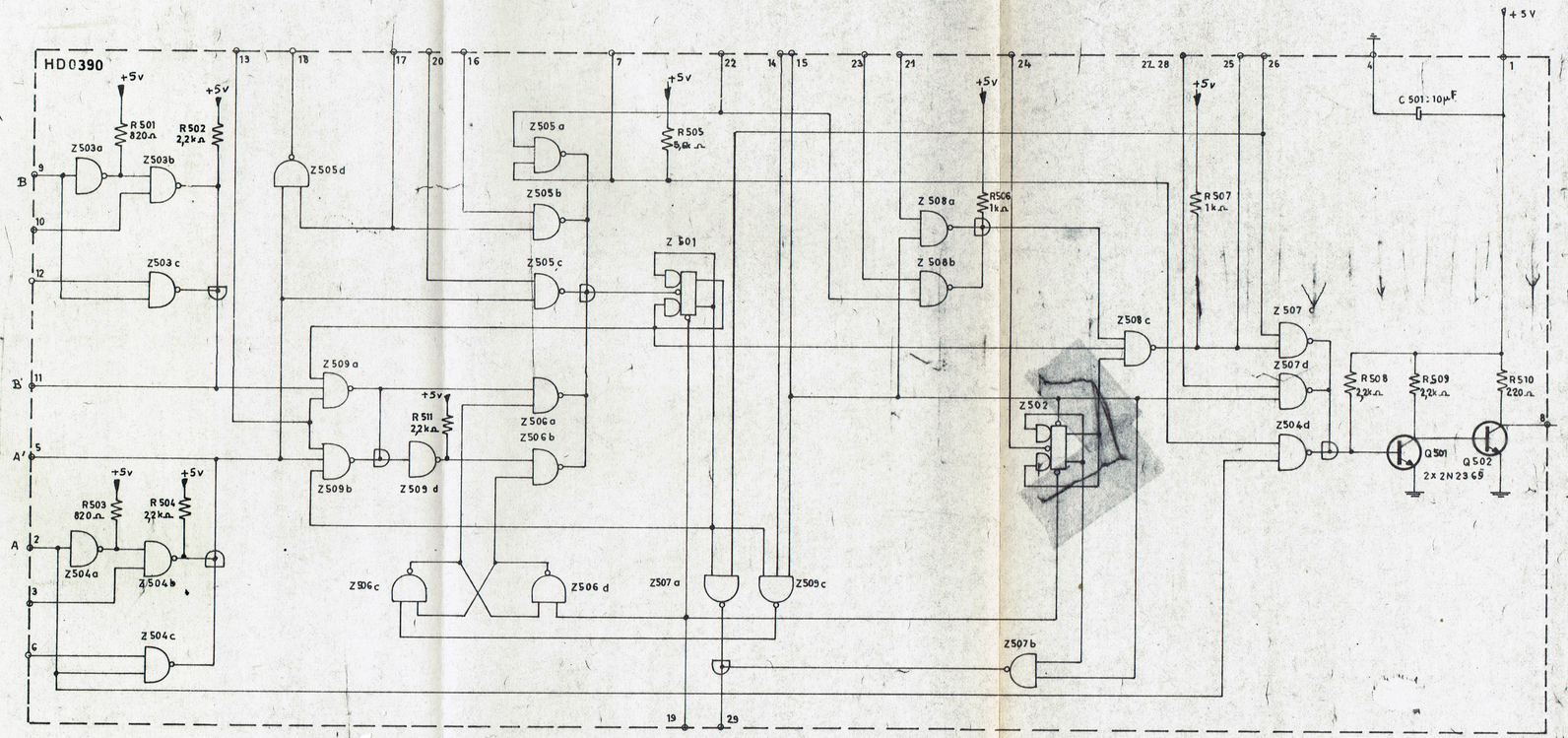
Z 201 à Z 205 = MIC 945
Z 206 . . . . . = MIC 948
Z 207 . . . . . = MIC 946
Z 208 - Z 209 = MIC 962
Z 210 . . . . . = µA 710



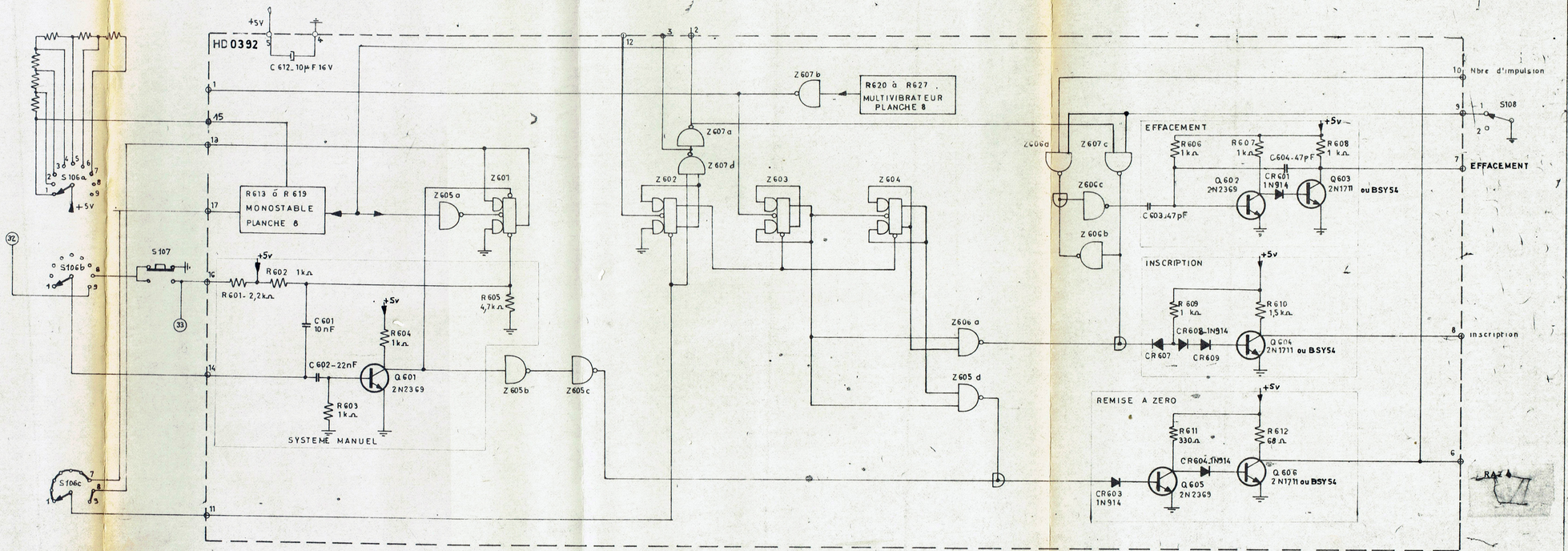

Z 301 à Z 324 = MIC 945
Z 325 ... Z 327 = MIC 946
Z 326 . . . . . = MIC 962

METRIX
DX 443 A

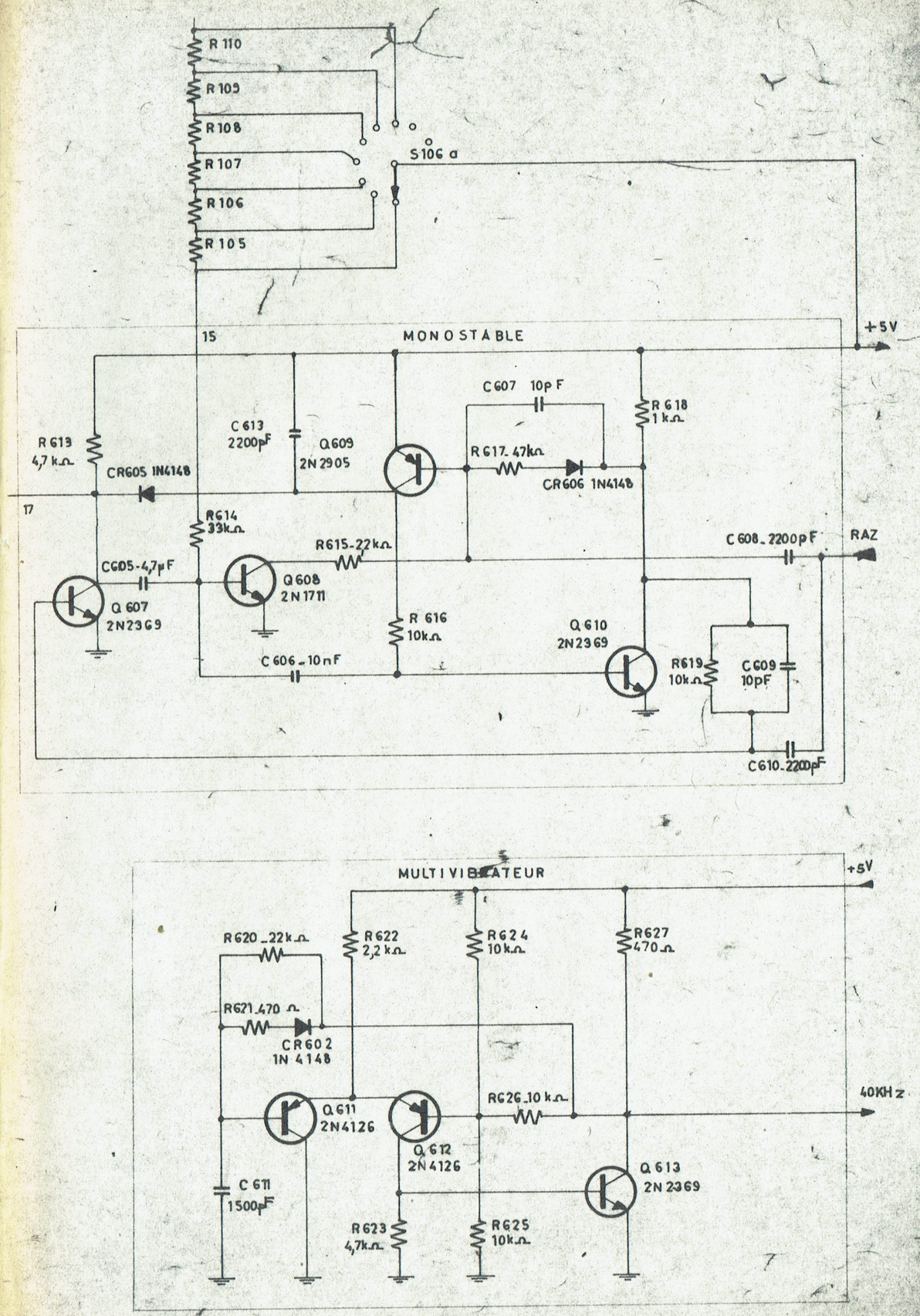

entrée
A ou B
C401 1µF
C402
R401 1MΩ
R402 15kΩ
CR401
CR402
4x1N4151
CR412
CR413
C404 4700pF
Q401 2N3958
R404 18kΩ
R405 18kΩ
R406 47kΩ
Q402 2N930
R407 12kΩ
C403 4700pF
C405 1000pF
Q403 2N4045
C407 4700pF
R408 680Ω
R409 3kΩ
R410 3kΩ
C408 15pF
C409 33pF
R412 200Ω
R411 1,5kΩ
R413 200Ω
Q404 2N4124
R414 2,4kΩ
R415 6,2kΩ
CR403 1N4148
R416 5,1kΩ
C410 4700pF
Q405 2N2369
R417 3kΩ
R418 820Ω
R419 200Ω
R420 200Ω
C413 22pF
Q407 2N4126
Q408 2N4126
C412 4700pF
R421 3kΩ
R422 3kΩ
C411 4700pF
R423 1kΩ
Q406 2N2369
R424 3kΩ
Q409 2N2369
C420 4700pF
C421 10µF
R426 10kΩ
CR404
2 x 1N4151
CR405
C419
R427 1MΩ
CR406-ZF 2,7
C418 4700pF
Q410 2N2894
R428 1kΩ
C417 6,8pF
Q411 2N2369
CR407-ZF 2,7
C416 4700pF
R425 2,7kΩ
C414 10µF
C415 4700pF
CR408
2 x 1N4151
CR409
R429 6,8kΩ
R431 10kΩ
R432 1kΩ
R430 6,8kΩ
L401
L402
C427 4700pF
C426 10µF
+12V
3 et 4
CR410 ZF 3,9
R439 10kΩ
C428 4700pF
R437 kΩ
CR411 1N4148
Q414 2N2894
R444 3,9kΩ
Q415 2N2369
Q416 2N2894
R436 51 kΩ
R433 200Ω
Z401 µA710
R434 22kΩ
C422 4700pF
C423 4700pF
R435 200Ω
Q412 2N2369
Q413 2N2369
R440 270Ω
R438 820Ω
R441 510Ω
R442 3kΩ
R443 22kΩ
C425 10µF
C424 4700pF
-12V
-6V
POLAR


HD0390
+5V
R501 820Ω
R502 2,2kΩ
R503 820Ω
R504 2,2kΩ
R505 6,8kΩ
R506 1kΩ
R507 1kΩ
R508 2,2kΩ
R509 2,2kΩ
R510 220Ω
R511 2,2kΩ
C501: 10µF
Z503a
Z503b
Z503c
Z504a
Z504b
Z504c
Z505a
Z505b
Z505c
Z505d
Z506a
Z506b
Z506c
Z506d
Z507a
Z507b
Z507c
Z507d
Z508a
Z508b
Z508c
Z509a
Z509b
Z509c
Z509d
Z501
Z502
Q501
Q502
2x 2N2369
B
B'
A'
A
C
Z501 et Z502 = MIC 945
Z503 a Z507 = MIC 946
Z508 et Z509 = MIC 962

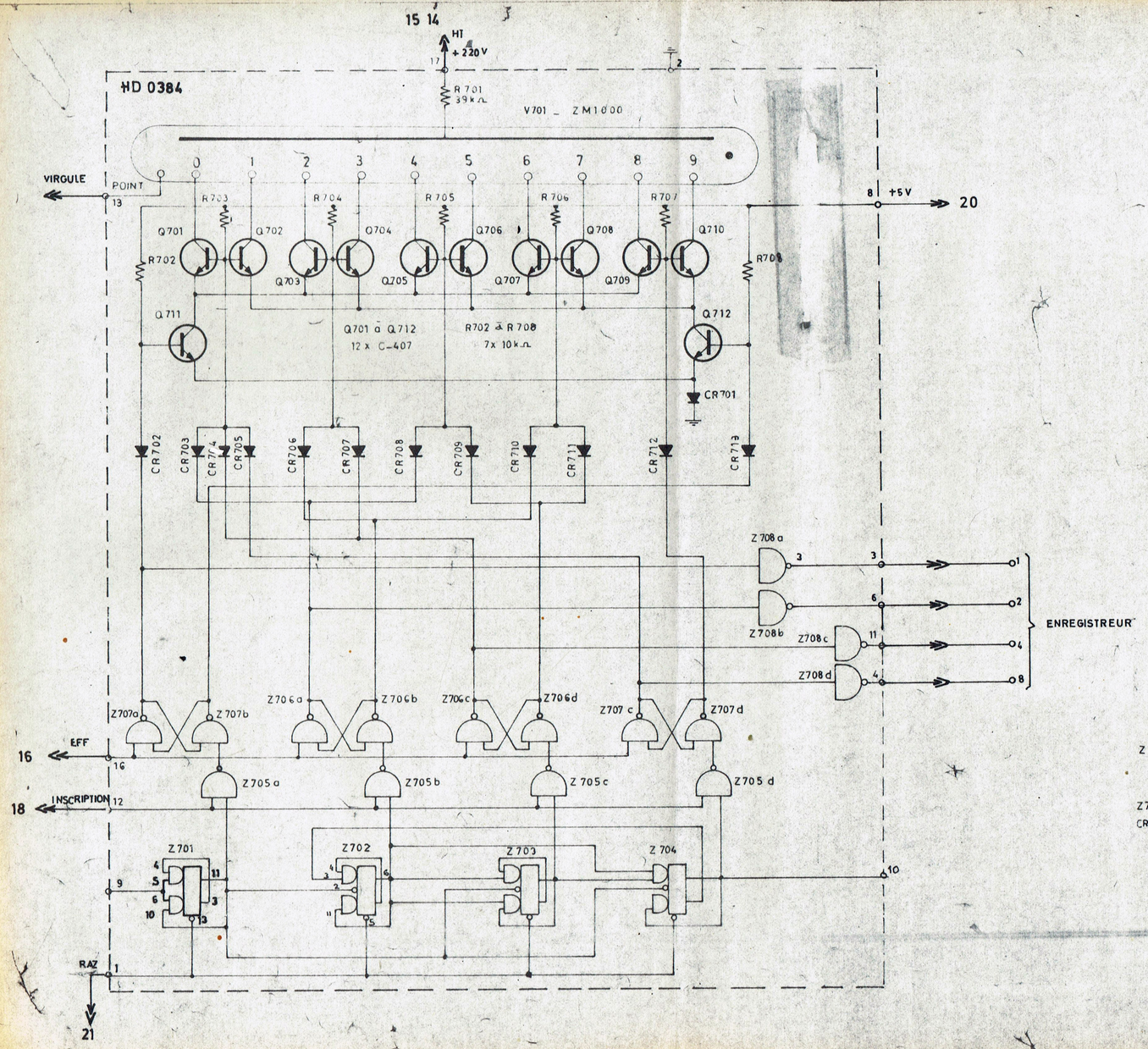
| CONTACTEURS | POS | FONCTION |
|---|---|---|
| S 108 | 1 | memoire |
| | 2 | sans memoire |
| S 106 | 1 | 0,1 |
| | 2 | 0,2 |
| | 3 | 0,5 |
| | 4 | 1 |
| | 5 | 2 |
| | 6 | 5 |
| | 7 | 10 |
| | 8 | Manuel |
| | 9 | Cde ext |



FREQUENCEMETRE DX 443A monostable et multivibrateur PLANCHE 8

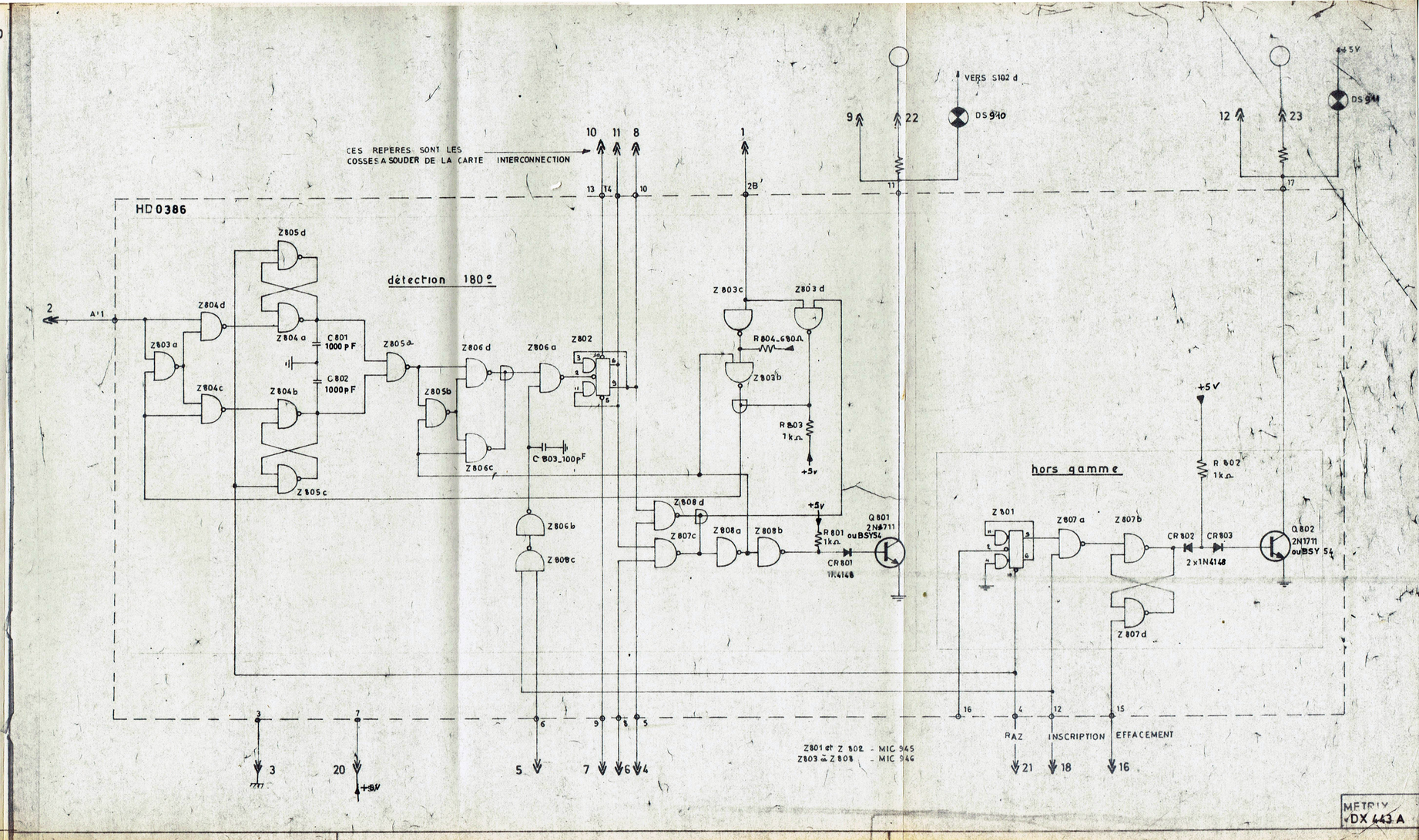


| REPERAGE DES COSSES | | A SOUDER SUR CI INTERCONNECTION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DECADES | | DA1 | DA2 | DA3 | DA4 | DA5 | DA6 |
| SORTIES ENREGISTREUR | 1 | 24 | 29 | 34 | 39 | 43 | 47 |
| | 2 | 27 | 32 | 37 | 42 | 46 | 50 |
| | 4 | 25 | 30 | 35 | 40 | 44 | 48 |
| | 8 | 26 | 31 | 36 | 41 | 45 | 49 |
| VIRGULE | | 17 | 28 | 33 | 38 | | |
| HT + 220 V | | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 |



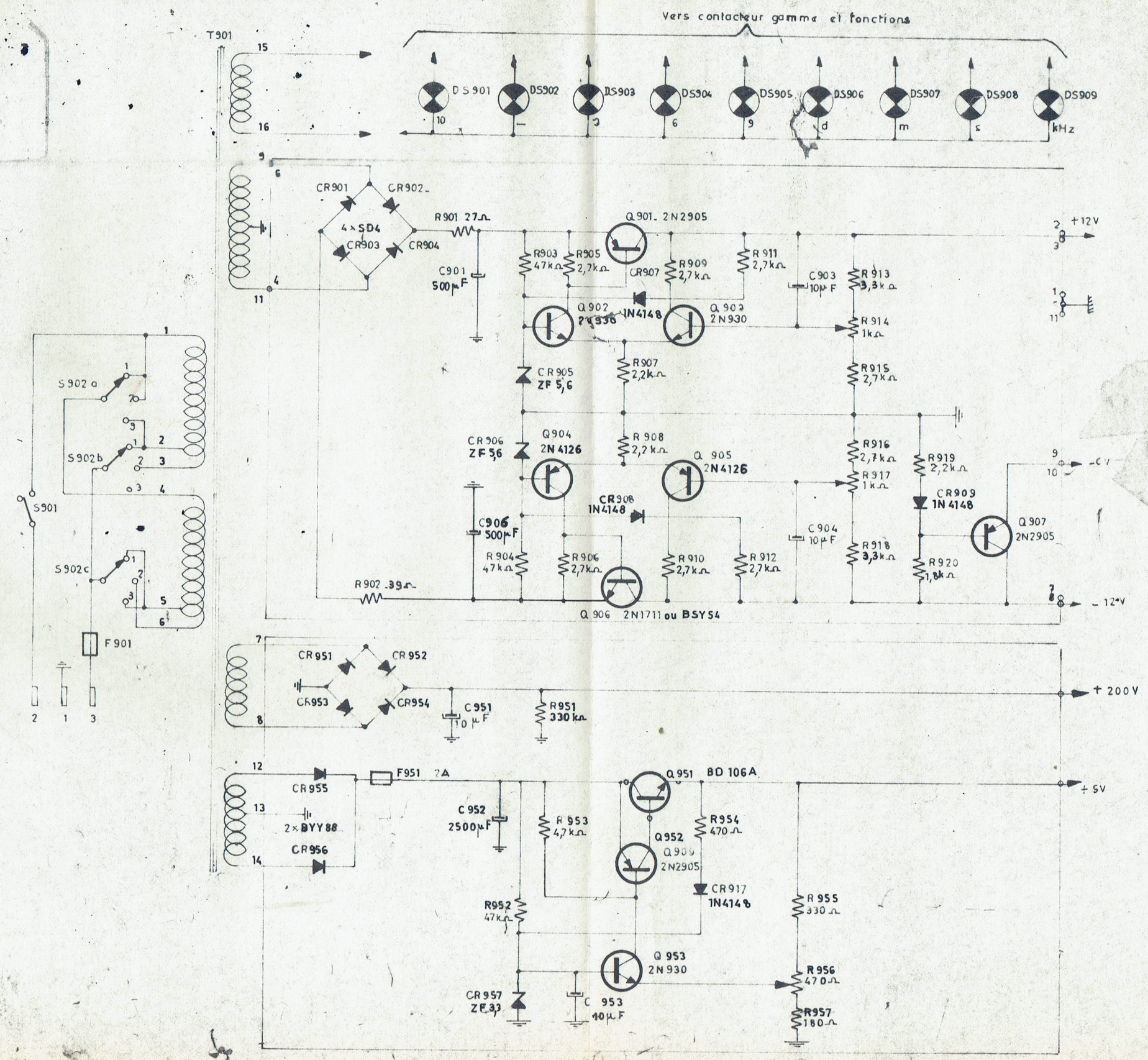

METRIX DX 443 A

FREQUENCEMETRE DX 443A détection 180° et hors gamme PLANCHE 10

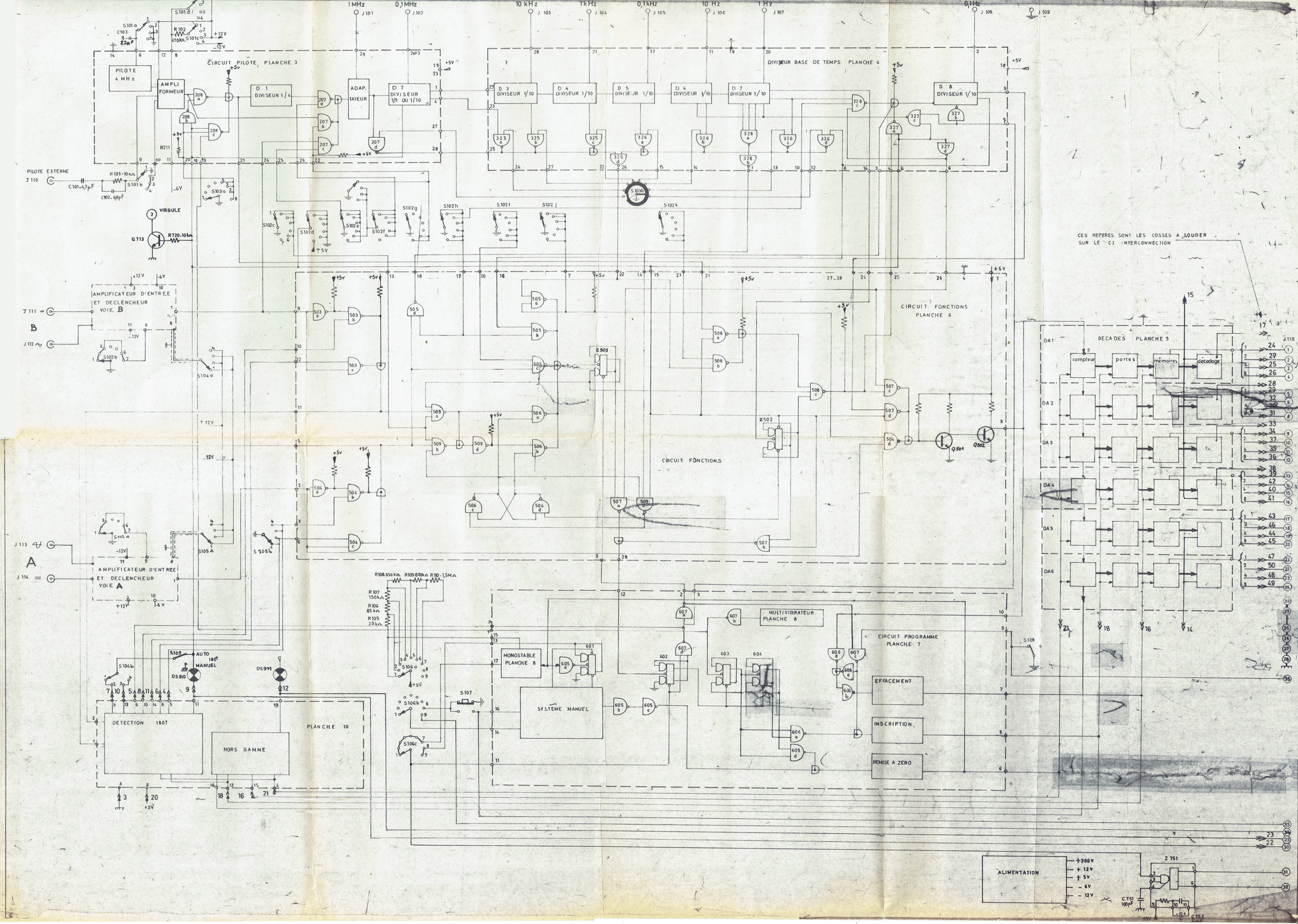



1.1121

METRIX DX 443 A




METRIX
DX 443A




DX 443A SCHEMA GENERAL PLANCHE 12

| CONTACTEURS | POS | FONCTIONS |
|---|---|---|
| S 101 | 1 | INT. |
| | 2 | EXT |
| | 3 | Compt. |
| | 4 | |
| S 102 | 1 | Frequence |
| | 2 | Periode 1C |
| | 3 | Periode 10C |
| | 4 | Chro. A ou compt |
| | 5 | Chron. A B ou compt |
| | 6 | Rapport FA/FB |
| | 7 | Phase φA φB |
| S 103 | 1 | 1 µs |
| | 2 | 10 µs |
| | 3 | 100 µs |
| | 4 | 1 ms |
| | 5 | 10 ms |
| | 6 | 100 ms |
| | 7 | 1 s |
| | 8 | 10 s |
| S 104 | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| S 105 | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| S 106 | 1 | 0,1 s |
| | 2 | 0,2 s |
| | 3 | 0,5 s |
| | 4 | 1 s |
| | 5 | 2 s |
| | 6 | 5 s |
| | 7 | 10 s |
| | 8 | Manuel |
| | 9 | CÉS ext. |
| S 108 | 1 | memoire |
| | 2 | sans memoire |

11123