197

Enertec Instruments

NOTICE TECHNIQUE N° 6990 064

Oscilloscope

5277

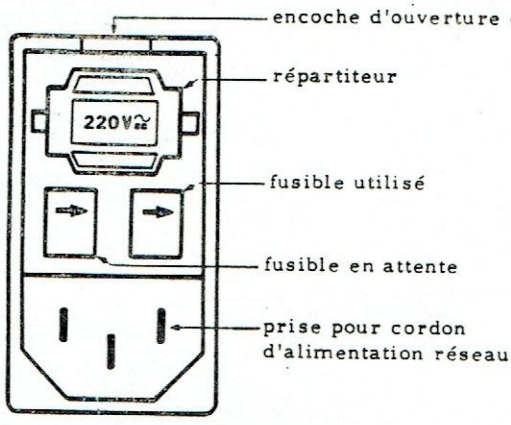
N° A A 006990 064

ENERTEC
Schlumberger

5277

RECTIFICATIF

A partir de l'appareil n° 396 le répartiteur secteur situé à l'arrière de l'appareil est le suivant :



ATTENTION

Pour modifier la position du répartiteur **les consignes ci-après doivent être respectées impérativement.**

. Ouvrir la porte d'accès en glissant un tournevis dans l'encoche supérieure

. **Ne jamais tenter de faire tourner le répartiteur dans son logement sous peine de détruire le mécanisme**; le retirer auparavant de son emplacement (au besoin avec des brucelles)

. Orienter le répartiteur (une fois sorti) en position convenable, puis le remettre en place et refermer la porte.

Les deux porte-fusibles situés sous le répartiteur doivent être retirés et inversés chaque fois que l'on passe de 110 - 127 V à 220 - 240 V ou inversement. Celui de couleur noire (fusible 0,63 A, type D1TD) convient pour 220 V ou 240 V ; celui de couleur blanche (fusible 1,2 A, type D8TD) convient pour 110 V ou 127 V. Le fusible sélectionné doit être dans le logement de droite, celui de gauche non branché est en position d'attente.

TABLE DES MATIERES

	PLANCHES
P1	Vues avant et arrière
P2	Vue de dessous
P3	Vue de droite
P4	Vue de gauche
P5	Circuit Z1
P6	Circuit Z2
P7	Circuit Z3
PAGES	**1.- SPECIFICATIONS TECHNIQUES**
1	1.1 .- Généralités
2	1.2 .- Tube cathodique
	1.2.1 .- Caractéristiques
	1.2.2 .- Modulation du faisceau par signal extérieur
3	1.3 .- Mémoire
	1.3.1 .- Modes de fonctionnement
	1.3.2 .- Modes d'enregistrement
	1.3.3 .- Modes d'effacement
4	1.3.4 .- Vitesse d'inscription
5	1.4 .- Déviation verticale
	1.4.1 .- Modes de fonctionnement
	1.4.2 .- Sensibilité et bande passante
6	1.4.3 .- Entrées
7	1.5 .- Déviation horizontale
	1.5.1 .- Modes de fonctionnement
	1.5.2 .- Base de temps B1
8	1.5.3 .- Synchronisation de B1
10	1.5.4 .- Base de temps B2
11	1.5.5 .- Synchronisation de B2
12	1.5.6 .- Mode XY
	1.6 .- Commandes de fonctions
	1.7 .- Mesure de tensions continues
	1.7.1 .- Entrée
13	1.7.2 .- Lecture
	1.7.3 .- Sensibilités
	1.8 .- Mesure de temps
	1.8.1 .- Principe de la mesure
14	1.8.2 .- Lecture
	1.8.3 .- Sensibilités
	1.9 .- Sorties diverses
	1.9.1 .- Réglage sonde
	1.9.2 .- Créneaux B1 et B2
15	1.9.3 .- Alimentation sonde
	1.10.- Alimentation
	1.11.- Conditions d'environnement

PAGES	
16	1.12 .- Encombrement - Masse
	1.13 .- Accessoires
17	1.14. - Règles de sécurité
	Annexe 1 - Temps de montée
	2.- EMPLOI
18	2.1 .- Mise en service
	2.1.1. - Poignée
	2.1.2. - Mise sous tension
19	2.2 .- Fonction des organes de commande et des bornes d'entrée et de sortie
	2.2.1 .- Mise sous tension - Réglage de la trace - Calibrateur
	2.2.2 .- Clavier de commande
24	2.2.3 .- Mémoire
27	2.2.4 .- Déviation verticale
28	2.2.5 .- Déviation horizontale
29	2.2.6 .- Mesure de tension continue et de temps différentiel - Affichage numérique
30	2.2.7 .- Panneau arrière
31	2.3 .- Mode opératoire en oscilloscope conventionnel
	2.3.1 .- Mise en marche
	2.3.2 .- Choix des fonctions et réglage de la trace
32	2.3.3 .- Utilisation des voies verticales
33	2.3.4 .- Utilisation et synchronisation du balayage B1
34	2.3.5 .- Utilisation du mode "XY"
	2.3.6 .- Utilisation du balayage retardé B2
35	2.3.7 .- Sauvegarde du panneau avant à l'arrêt
	2.3.8 .- Utilisation des mémoires de fonctions M1 et M2
36	2.3.9 .- Mesure des tensions continues
	2.3.10.- Mesure de temps différentiel
38	2.4 .- Mode opératoire en oscilloscope mémoire
	2.4.1 .- Enregistrement monocoup d'un phénomène lent
39	2.4.2 .- Utilisation du mode visu et stockage
	2.4.3 .- Utilisation du mode RAPIDE en persistance variable
	2.4.4 .- Utilisation du mode R + L
	2.4.5 .- Autostockage

PAGES	3.- DESCRIPTION DES CIRCUITS
41	3.1 .- Alimentation basse tension
42	3.2 .- Haute tension - Allumage
	3.2.1 .- Convertisseur
	3.2.2 .- Tension de cathode et régulation
	3.2.3 .- Concentration et astigmatisme
	3.2.4 .- Post-accélération
43	3.2.5 .- Polarisation du Wehnelt
44	3.2.6 .- Autres tensions
	3.2.7 .- Amplificateur d'allumage
	3.2.8 .- Limitation du courant de faisceau
	3.3 .- Clavier de commandes
45	3.4 .- Logique de choix des fonctions
	3.4.1 .- Bande passante 20 MHz
	3.4.2 .- Expansion x10
	3.4.3 .- Mode X
46	3.4.4 .- Filtre synchro B1
47	3.4.5 .- Alterné - Commuté
	3.4.6 .- B2 Libre ou Synchronisé
	3.4.7 .- Automatique - Déclenché - Monocoup
48	3.4.8 .- Mode Y
	3.4.9 .- Alimentation - Sauvegarde du panneau avant et des mémorisations M1 et M2
49	3.5 .- Logique de commutation des voies Y
	3.5.1 .- Programmes de commutation
	3.5.2 .- Modes de commutation
50	3.5.3 .- Calibrateur
	3.6 .- Logique de synchronisation
	3.6.1 .- Choix de la source synchro B1
	3.6.2 .- Commutation des voies de synchronisation
51	3.6.3 .- Choix et commutation de la source synchro B2
	3.7 .- Mémorisation des commandes
52	3.8 .- Commutateur et amplificateur de synchronisation
	3.8.1 .- Synchro B1
53	3.8.2 .- Synchro B2
	3.9 .- Préamplificateur voies A, B ou C
	3.9.1 .- Liaison d'entrée
	3.9.2 .- Atténuateurs haute et basse impédance
54	3.9.3 .- Etages d'amplification
	3.9.4 .- Signal de synchronisation
	3.10.- Amplificateur final Y
55	3.11.- Synchronisation de B1
	3.11.1.- Filtres synchro
	3.11.2.- Mise en forme et polarité
56	3.11.3.- Fonctionnement du SEUIL en Automatique et en Déclenché

PAGES

3.12.- Synchronisation de B2
3.13.- Base de temps B1
3.13.1.- Générateur de dent de scie
57 3.13.2.- Commande du balayage
58 3.13.3.- Circuit de temps mort
3.13.4.- Bascule automatique
60 3.13.5.- Monocoup
3.14.- Base de temps B2
3.14.1.- Retardateur
3.14.2.- Générateur de dent de scie
61 3.14.3.- Commande du balayage
3.14.4.- Balayage B2 libre ou resynchronisé
3.14.5.- Tension d'appui de B2
62 3.15.- Commutation de mode X
63 3.16.- Amplificateur horizontal
3.17.- Fonction voltmètre et Δt
3.17.1.- Principe de la mesure
64 3.17.2.- Choix "Volt" ou "Δt"
3.17.3.- Convertisseur analogique/numérique
65 3.17.4 .- Recherche automatique de gamme
66 3.17.5 .- Entrée en mode "VOLT"
3.17.6 .- Mode "Δt"
67 3.17.7 .- Affichage
68 3.18.- Mémoire : principe de fonctionnement du tube "TRANSFERT"
3.18.1 .- Mode "LENT"
70 3.18.2 .- Mode "RAPIDE"
71 3.18.3.- Mode transfert "R + L"
74 3.19.- Mémoire : Circuits fonctionnels
3.19.1 .- Sélection du mode mémoire
3.19.2 .- Sélection du mode d'enregistrement
3.19.3 .- Amplificateur de commande de G'7
75 3.19.4 .- Amplificateur de commande de G'6
3.19.5 .- Amplificateur de commande de G'2
3.19.6 .- Amplificateur de commande de G'5
76 3.19.7 .- Amplificateur de commande de G'3
3.19.8 .- Circuit d'effacement automatique
3.19.9 .- Commande "VISU", Stockage, et "LUM. STOCK"
77 3.19.10.- Commande d'autostockage
3.19.11.- Horloge 1 kHz et impulsions de rééquilibrage
3.19.12.- Générateur de rampe
3.20.- Mémoire : Enchainement des signaux de commande
78 3.20.1 .- Signaux sur G'7 (grille lente)
79 3.20.2 .- Signaux sur G'6 (grille rapide)
80 3.20.3 .- Signaux sur G'2 (grille accélératrice
3.20.4 .- Signaux sur G'5 (collecteur)
81 3.20.5 .- Signaux sur G'3 (collimateur)
3.20.6 .- Commande de K'2 (cathode d'arrosage)

PAGES

4.- MAINTENANCE

82 — 4.1 .- Entretien de la platine
4.2 .- Accès aux organes internes
4.2.1 .- Démontage des capots et de la poignée
4.2.2 .- Démontage du sous-ensemble Y
83 — 4.2.3 .- Démontage du sous-ensemble X
84 — 4.2.4 .- Démontage du sous-ensemble Alimentation
85 — 4.2.5 .- Démontage du tube cathodique
86 — 4.3 .- Matériel nécessaire pour le dépannage et le réglage
4.4 .- Réglage de l'oscilloscope en mode "Conventionnel"
4.4.1 .- Alimentation
87 — 4.4.2 .- Tube cathodique
4.4.3 .- Base de temps
88 — 4.4.4 .- Déviation verticale
89 — 4.4.5 .- Voltmètre
91 — 4.4.6 .- Mesure de temps Δt
4.5 .- Réglage de l'oscilloscope en fonction mémoire
4.5.1 .- Mode "ENREG." "LENT"
92 — 4.5.2 .- Mode "RAPIDE"
4.5.3 .- Mode "R + L"
93 — 4.5.4 .- Mode "R + L" en longue attente
4.5.5 .- Mode "R + L" "AUTOSTOCK"

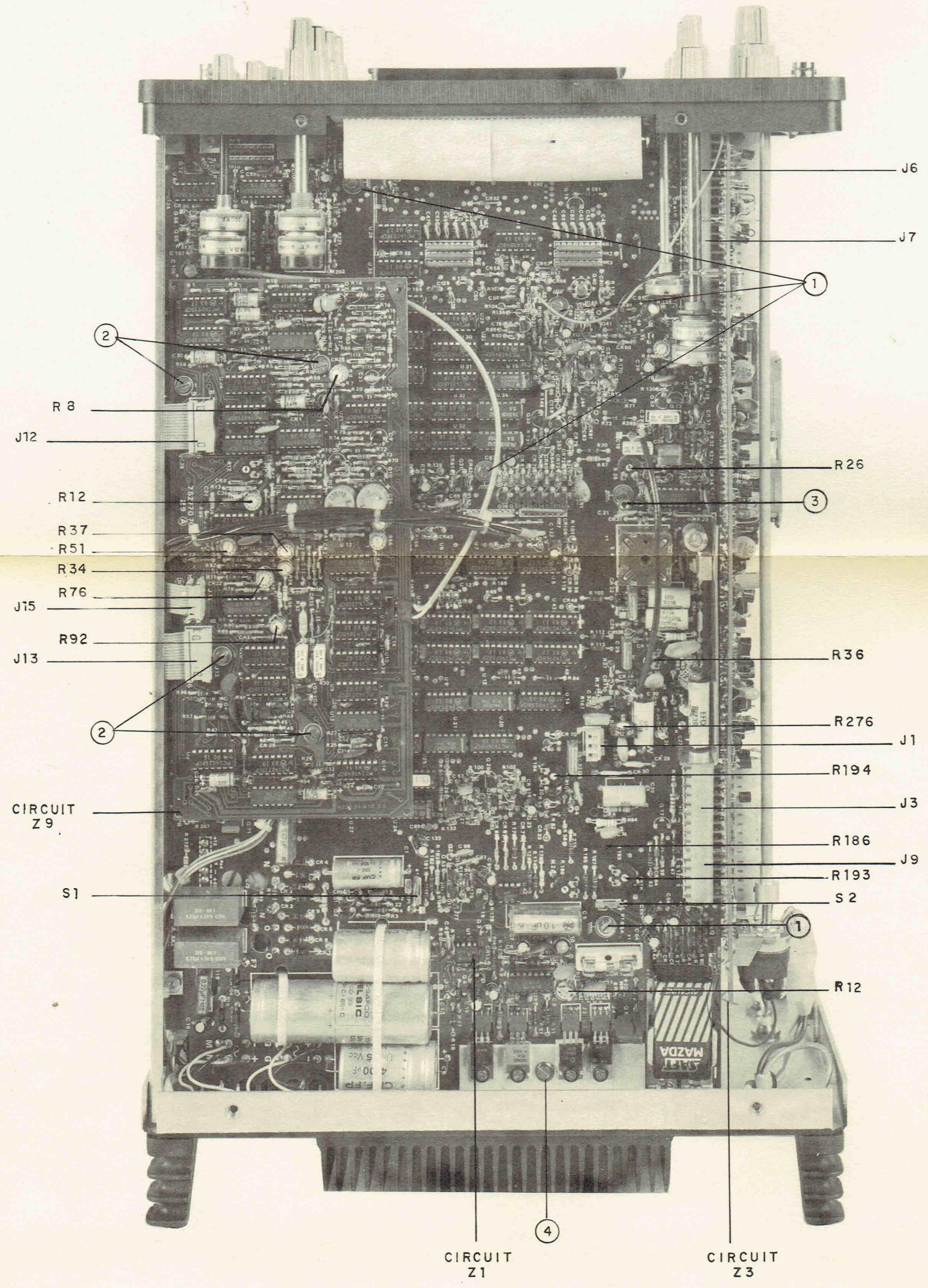
FIG.

5.- SCHEMAS

1 — Interconnexion
2 — Alimentation Basse tension
3 — Haute tension allumage
4 — Clavier de commandes (+ circuit Z6)
5 — Logique de commande
6 — Logique Y
7 — Logique synchro
8 — Mémorisation des commandes
9 — Amplis de synchro B1 - B2
10 — Préampli Y (voies A, B, C) (+ circuit Z7)
14 — Ampli final Y
15 — Synchro B1
16 — Synchro B2
17 — Commutateur Durée/div. B1
18 — Commutateur Durée/div. B2
19 — Base de temps B1
20 — Base de temps B2
21 — Commutation X
22 — Amplificateur horizontal
23 — Voltmètre - Δt
24 — Mémoire (I)
25 — Mémoire (II) (+ circuit Z9)
26 — Mémoire (III) (+ circuit Z12)

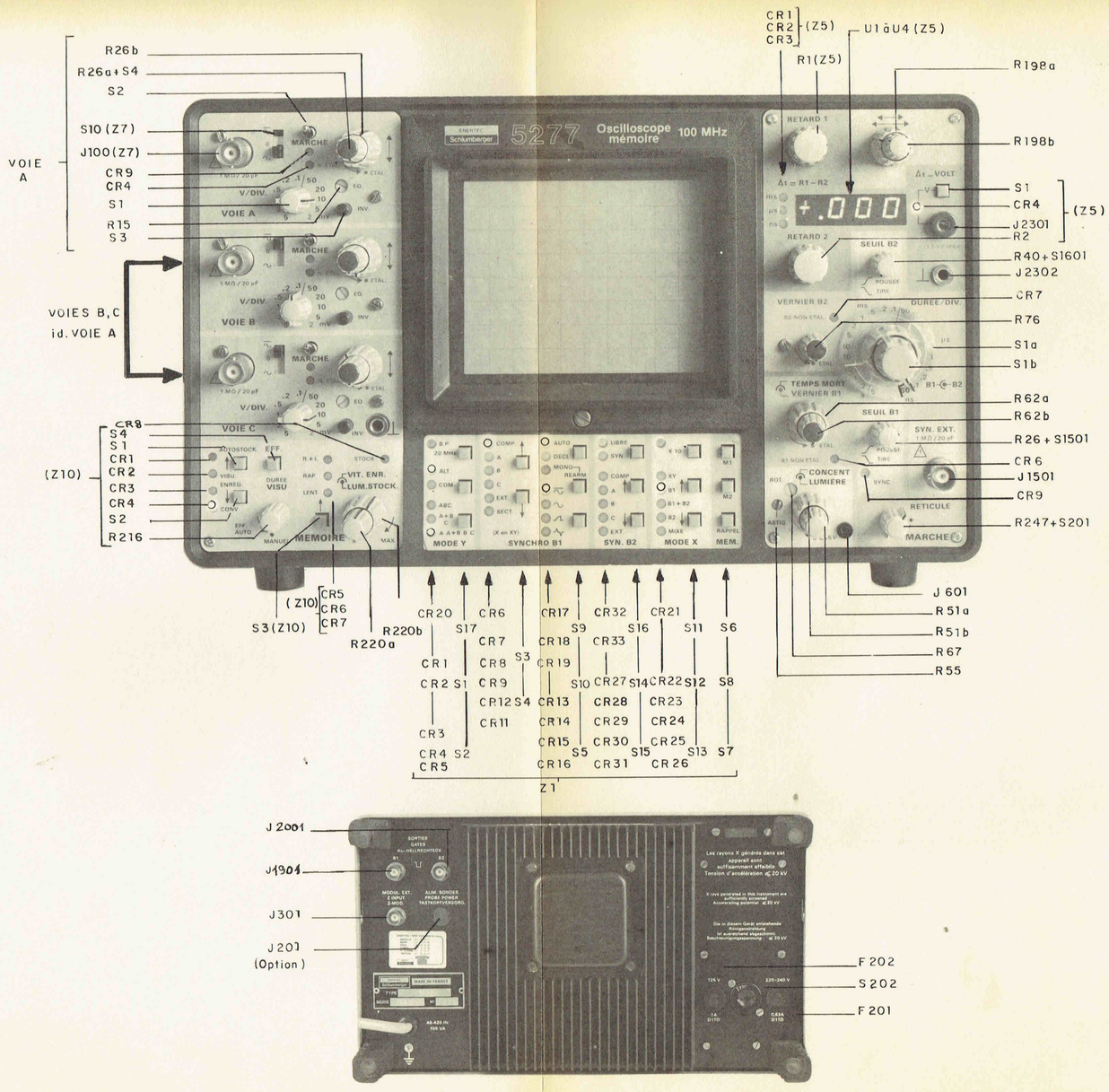
6.- NOMENCLATURE

VUE DE DESSOUS — BOTTOM VIEW



Muller 22.12.83

ENERTEC Schlumberger

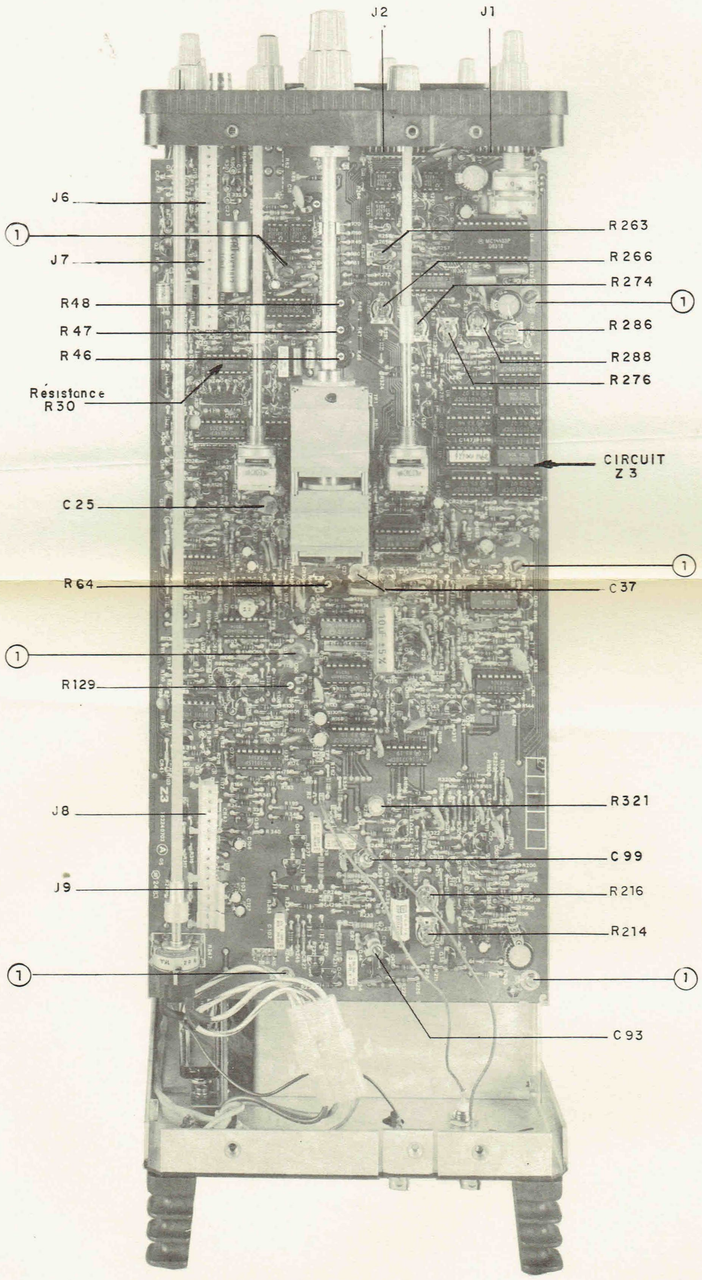


Muller
19-4-83

5277

ENERTEC Schlumberger

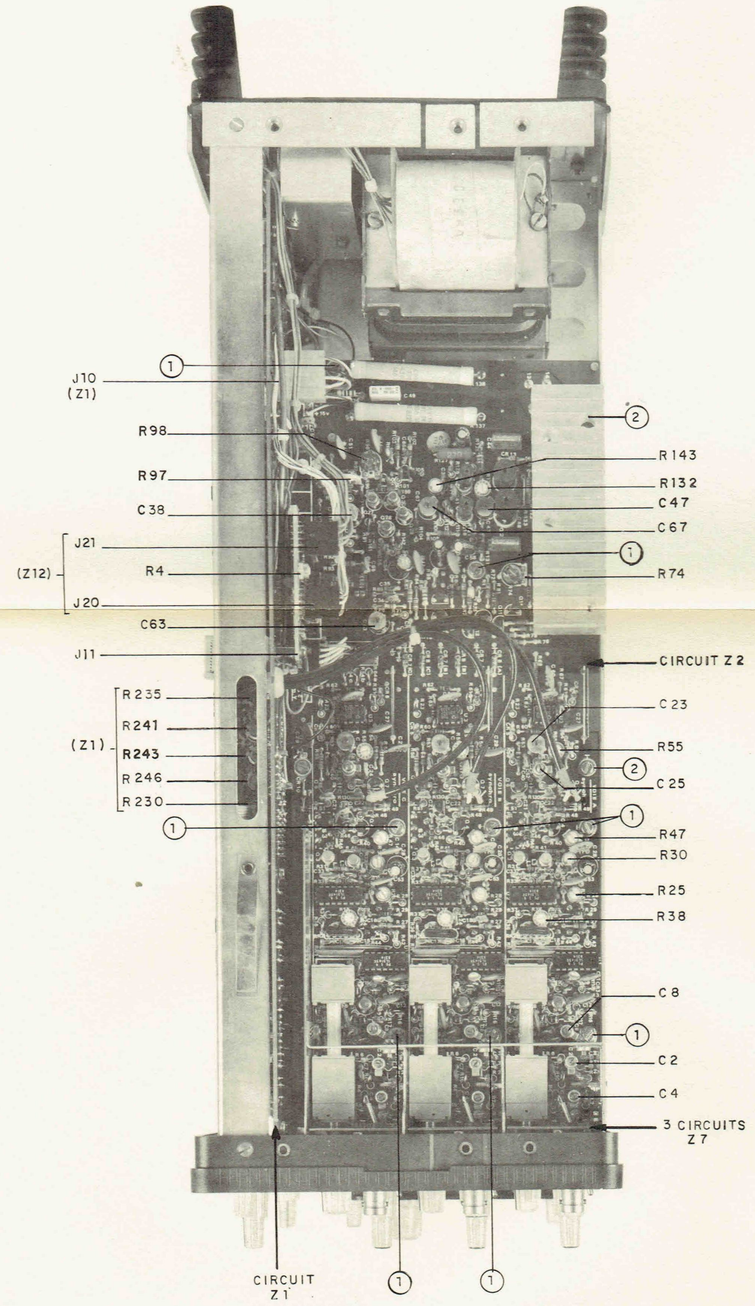
VUE DE DROITE — RIGHT VIEW



22.12.83

ENERTEC Schlumberger

VUE DE GAUCHE — LEFT VIEW

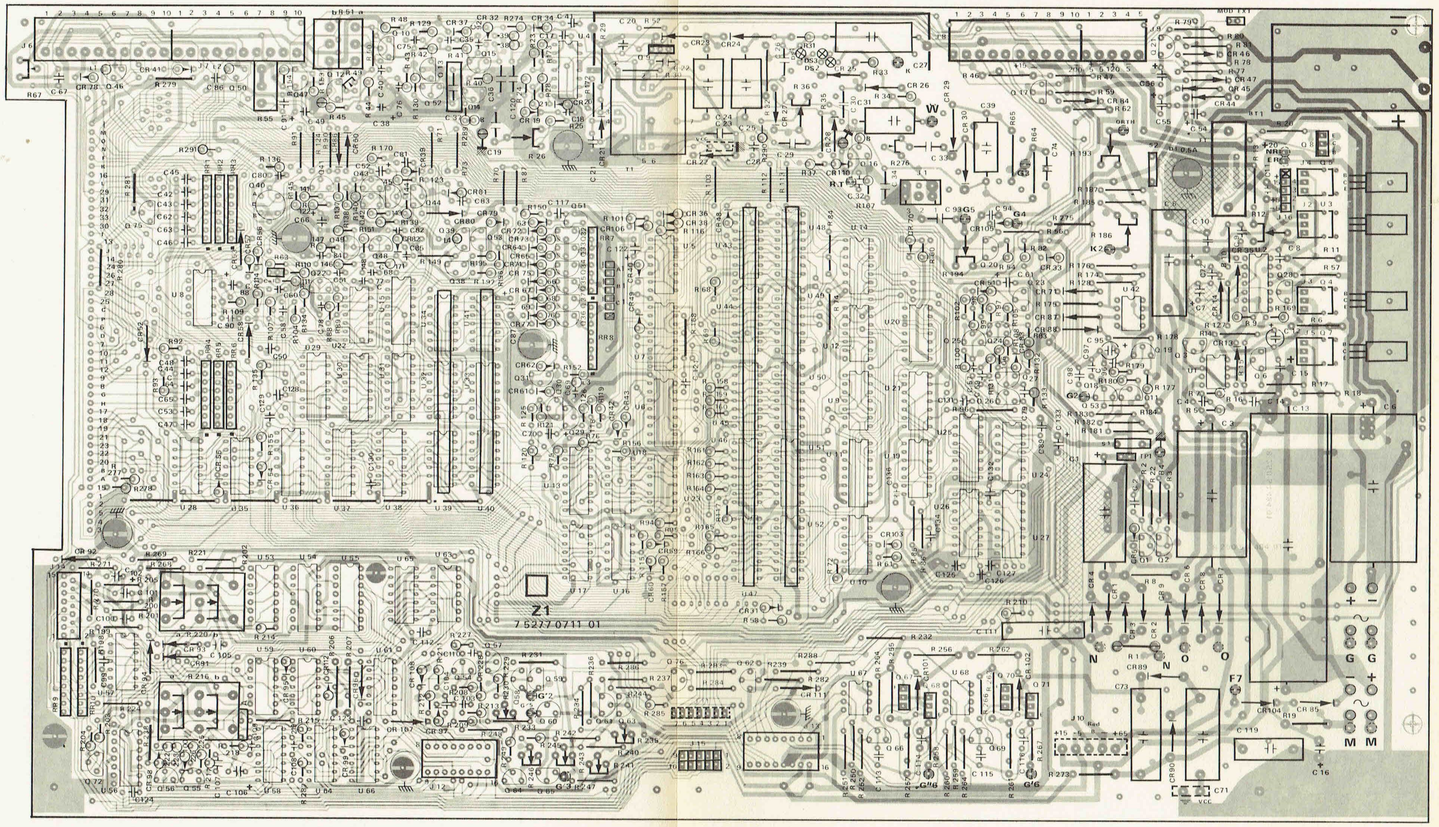


fuller
22.12.83

5277

ENERTEC
Schlumberger

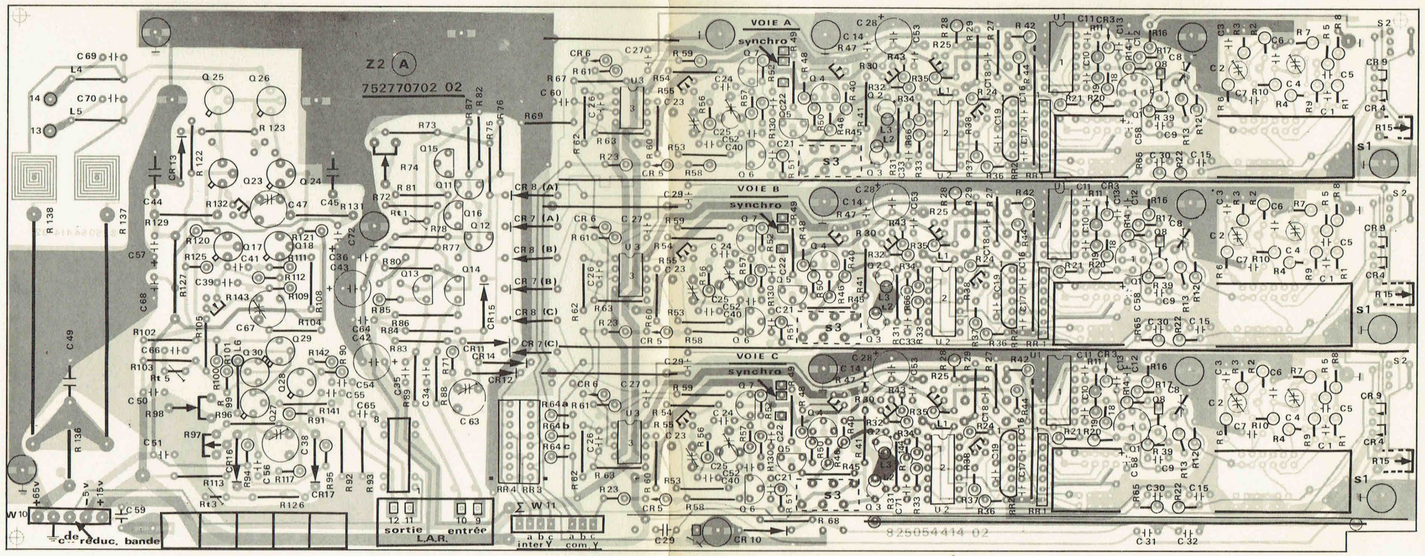
P5 CIRCUIT Z1



Muller
18-1-94

5277

ENERTEC
Schlumberger



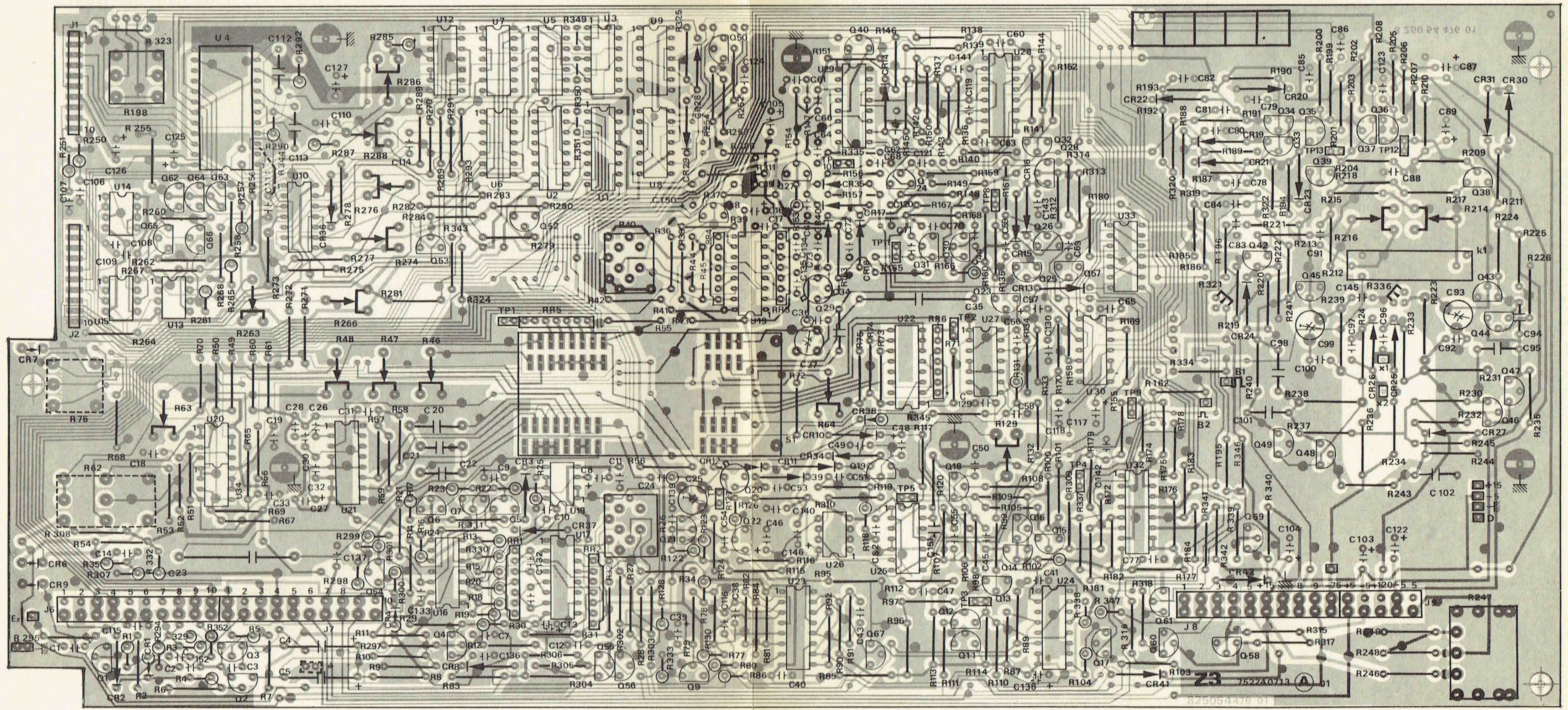
Muller
19-1-84

5277

ENERTEC
Schlumberger

P7

CIRCUIT Z3



18-1-84

5277

ENERTEC

Schlumberger

1.- SPECIFICATIONS TECHNIQUES

1.1.- GENERALITES

L'oscilloscope 5277 peut être utilisé aussi bien en oscilloscope conventionnel doté d'une double base de temps et de 3 voies verticales distinctes (bande passante 100 MHz), qu'en appareil à mémoire permettant de conserver les phénomènes en vue de leur examen direct ou de leur photographie.

Le tube mémoire comporte deux cibles : l'une permettant des vitesses d'écriture très élevées (2000 div./µs), et l'autre des vitesses d'écriture plus lentes. Le mode "R + L" assure un temps d'observation plus grand avec un excellent contraste, quelle que soit la rapidité du signal enregistré.

Les enregistrements peuvent se faire avec balayage monocoup ou répétitif. En outre un circuit spécial permet au 5277 de fonctionner en enregistreur de perturbation, pour stocker automatiquement des phénomènes aléatoires.

Les 3 voies A, B, C identiques sont utilisables séparément ou simultanément (en mode alterné ou commuté), ainsi qu'en somme algébrique (A + B), chacune d'elle pouvant être inversée.

La double base de temps (B1, B2) assure les modes de balayages suivants: B1 seul, B1 + B2 retardé en surbrillance, B2 retardé seul, B1 et B2 mixés. La synchronisation est commandée soit intérieurement à partir des voies A, B, C, ou du réseau, soit par un signal extérieur. Elle est possible au-delà de 100 MHz.

Les commandes de mode Y, de mode X, de mode synchro B1 et B2 s'effectuent sur un clavier à touches muni de diodes électroluminescentes indiquant les fonctions choisies. L'emploi de ce clavier est encore amélioré par deux mémoires de fonctions présélectionnées.

Par ailleurs l'appareil est équipé d'un affichage numérique permettant soit de mesurer des tensions continues appliquées sur une entrée "Voltmètre", soit d'afficher le temps séparant deux points quelconques d'un phénomène observé sur l'écran.

1.2.- TUBE CATHODIQUE

1.2.1.- Caractéristiques

Tube mémoire type "transfert" comportant deux cibles à persistance variable : l'une rapide permettant des vitesses d'inscription très élevées, l'autre lente ou très lente permettant, par transfert de l'inscription précédente, de disposer d'un temps de lecture plus grand avec une bonne luminosité.

- Ecran : rectangulaire, fond plat
- Réticule interne gradué 8 x 10 divisions (1 div. = 0,9 cm) avec éclairage réglable
- Couche : P31
- Tension de post-accélération : 8 kV environ
- Réglage de rotation de trace
- Vitesse d'inscription max. : 2000 div./µs
- Tube autoprotégé contre les brûlures.

1.2.2.- Modulation du faisceau par signal extérieur

- Prise coaxiale type BNC sur panneau arrière
- Extinction du spot par tension positive de 5 V environ
- Bande passante : 0 - 20 MHz
- Impédance d'entrée : 2 kΩ
- Tension maximum admissible 50 V crête à crête.

1.3.- MEMOIRE

1.3.1.- Modes de fonctionnent

CONV. : mode conventionnel, sans mémorisation, avec représentation sur couche P31.

ENREG. : mode permettant l'enregistrement des phénomènes, leur lecture immédiate, ainsi que l'effacement.

VISU : mode permettant d'augmenter le temps de visualisation d'un phénomène enregistré. Un réglage "LUM-STOCK" permet de régler la luminosité en variation inverse de la durée de visualisation. En position extrême gauche il y a mise en stockage (signalée par voyant). Le phénomène qui n'est alors plus visible est mis en réserve pour une observation future.

AUTOSTOCK : mode assurant la mise en stockage automatique dès qu'un balayage a été enregistré.

1.3.2.- Modes d'enregistrement

LENT : enregistrement sur cible lente permettant une mémorisation longue de signaux relativement lents

RAP : enregistrement sur cible rapide, permettant l'observation en persistance variable de signaux répétitifs rapides.

R + L : enregistrement monocoup sur la cible rapide, suivi d'un transfert immédiat sur la cible lente, permettant une mémorisation plus longue de phénomènes rapides.
Temps mort entre deux enregistrements successifs : 1 s environ.

1.3.3.- Modes d'effacement

Effacement manuel :

Commande par touche fugitive. Cette commande est inhibée en mode "VISU" et en stockage.

Effacement automatique

- Sur les modes LENT ou RAPIDE, le tube est utilisé en persistance variable, la cible étant soumise en permanence à des impulsions d'effacement dont on peut faire varier la durée.

- Sur le mode R + L (transfert), chaque fois qu'un balayage a été enregistré, un effacement automatique se produit après une durée de visualisation réglable (5 à 45 secondes environ).

1.3.4.- Vitesse d'inscription

La vitesse d'enregistrement est réglable par potentiomètre.

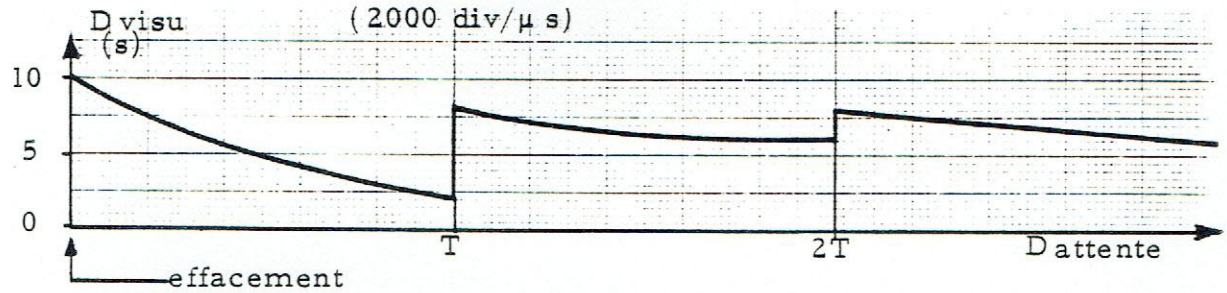
Durée de visualisation en fonction de la vitesse d'inscription
(enregistrement effectué immédiatement après effacement).

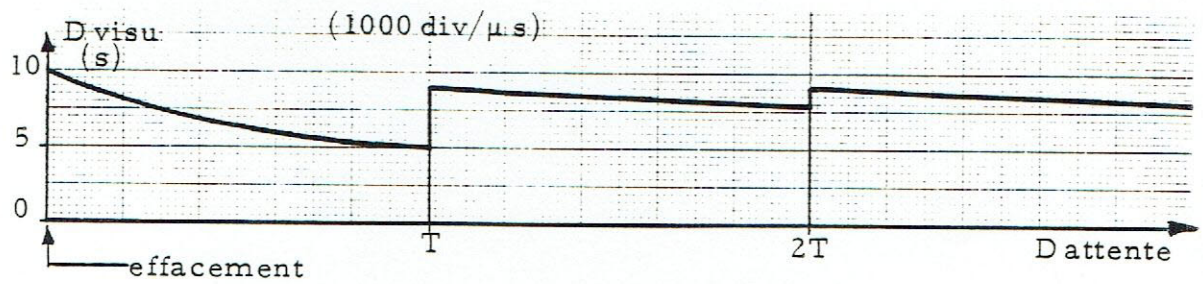
	2 div/µs	10 div/µs	100 div/µs	500 div/µs	2000 div/µs
MODE LENT	30 s sur fond noir	10 s sur fond lumineux			
MODE RAPIDE	choisir mode lent	choisir mode lent	5 s	5 s	1 s
Mode transfert (R + L)	10 mn	10 mn	3 mn	15 s sur fond noir	10 s sur fond lumineux

Si la durée d'attente après l'effacement n'est pas nulle, la durée mémoire, pour le mode "R + L", évolue de la manière suivante:

Courbes donnant la durée de visualisation (D visu) en fonction de la durée d'attente (D attente) pour le mode "R + L"
(Valeurs typiques relevées après deux heures de fonctionnement)

L'instant T, correspondant au rééquilibrage du tube, est tel que :
$10\ s \leq T \leq 20\ s$. (T est constant pour un appareil).





1.4.- DEVIATION VERTICALE

Trois voies verticales identiques et indépendantes A, B, C comportant chacune : un interrupteur de mise en service (signalée par voyant), un choix de liaison d'entrée, un commutateur de sensibilité, un vernier de gain, une commande de cadrage, et une touche d'inversion de signal.

1.4.1.- Modes de fonctionnement

Les voies en service peuvent être alternées à chaque balayage ou commutées à fréquence fixe (temps de commutation de chaque voie : 1 µs env.).

Modes fondamentaux :

. A B C : 3 représentations indépendantes : voies A, B et C.

. A + B C: 2 représentations :voie C et somme algébrique des voies A et B

. A A + B B C: 4 représentations : voies A, B, C et somme algébrique des voies A et B.

Modes dérivés

.Chaque voie A, B ou C pouvant être coupée (voyant de signalisation éteint),il est possible d'avoir 1, 2, 3 ou 4 traces. Les sources de synchronisation ne sont pas affectées par ces coupures.

.Une commande d'inversion des voies A ou B permet en représentation "A+B" d'obtenir l'addition ou la différence des signaux d'entrée.

1.4.2.- Sensibilité et bande passante

Sensibilité

- 11 gammes calibrées de 2 mV/div. à 5 V/div. en progression 1-2-5.
- Vernier de réglage progressif (rapport 2,5) avec voyant indiquant "non étalonné".
- Précision d'étalonnage (vernier en position "Etal") : ± 3% (sur la gamme 2 mV/div. : ± 5%)

Bande passante à - 3 dB(référence 50 kHz avec 6 div. d'amplitude)

- de 5 mV/div. à 5 V/div. : 100 MHz
  (temps de montée calculé : 3,5 ns; voir annexe 1)

- sur la position 2 mV/div. : 50 MHz

- touche permettant de réduire la bande passante des 3 voies à 20 MHz pour certains cas particuliers d'utilisation.

Aberrations

- sur les 50 premières ns : $\leq \pm$ 5%

- au-delà des 50 premières ns : $\leq \pm$ 2%

- ajouter $\pm$ 2% lorsque la voie est inversée

Retard apparent de la ligne à retard

20 ns environ.

1.4.3.- Entrées : embases coaxiales type BNC

Liaison d'entrée

$\overline{\sim}$: liaison directe du signal avec la composante continue

0 : déconnexion du signal et mise à la masse de l'entrée

$\sim$: élimination de la composante continue du signal
(Bande passante : 10 Hz)

Impédance d'entrée

- Sans sonde : 1 MΩ - 20 pF environ

- Avec sonde 1/10 : 10 MΩ - 12 pF environ

Tension maximum admissible à l'entrée (avec ou sans sonde)

$\pm$ 350 V continu (comprenant les crêtes des signaux superposés)
700 V alternatif crête à crête (F $\leq$ 1 kHz).

1.5.- DEVIATION HORIZONTALE

Double base de temps : balayage principal B1
: balayage retardé B2

1.5.1.- Modes de fonctionnement

. B1 : le balayage B1 fonctionne seul

. B1 + B2 : le balayage B1 est visualisé et retarde B2 qui apparaît en surbrillance.

. B2 : le balayage B2, retardé par rapport au début de B1, est seul visualisé

. Mixé : les balayages B1 et B2 sont visualisés simultanément; B2 est retardé par B1.

. XY : signal de déviation verticale choisi par le mode Y, et signal de déviation horizontale choisi par la source de synchro B1.

. x10 : Expansion par 10 de la déviation horizontale.

1.5.2.- Base de temps B1

Durées de balayage

- 22 gammes calibrées de 50 ns/div. à 0,5 s/div. en progression 1-2-5. Durée minimum portée à 5 ns/div. en expansion "x10".

- Vernier de réglage progressif (rapport 2,5) avec voyant de signalisation "B1 non étalonné".

- Précision d'étalonnage (vernier en position "Etal.") : ± 3%
Précision à majorer de ± 2% en "x10".

Temps mort

Potentiomètre "temps mort" permettant de faire varier la récurrence du balayage B1 sans modifier l'étalonnage en durée/div.

Système retardateur

- Potentiomètre 10 tours "RETARD 1" permettant de libérer le départ de B2 en un point quelconque choisi sur le parcours de B1.

- Un deuxième potentiomètre "RETARD 2" est mis en service uniquement dans le cas des mesures différentielles de temps (voir ci-après le paragraphe 1.8).

1.5.3.- Synchronisation de B1

Sources de synchronisation

COMP : Source interne composite, chacune des voies fournissant le signal de synchronisation pendant sa mise en service; en somme algébrique les signaux synchro sont toujours additionnés (A + B) même en cas d'inversion de voie.

A : Signal interne issu de la voie A

B : Signal interne issu de la voie B

C : Signal interne issu de la voie C

SECT. : Signal issu de l'alimentation, à la fréquence du secteur

EXT. : Signal extérieur appliqué sur la prise "SYN. EXT."

. impédance d'entrée : 1 MΩ//20 pF environ

. tension maximum admissible : ± 350 V continu (comprenant les crêtes des signaux superposés), ou 700 V alternatif crête à crête (F ≤ 1 kHz).

Modes de transmission du signal de synchronisation

⎓: transmission directe du signal avec la composante continue

∿: transmission alternative (élimination de la composante continue)

⎍: transmission intégrée évitant la synchronisation sur des signaux à haute fréquence (coupure 100 kHz environ)

⎍V: transmission différenciée évitant la synchronisation sur des signaux à basse fréquence (coupure 15 kHz environ).

Modes de commande du balayage

- Automatique : le balayage a lieu même en l'absence de signal synchro. En présence de signaux (amplitude > 2 div., fréquence comprise entre 1 kHz et 20 MHz) il se synchronise automatiquement quelle que soit la position du seuil.

- Déclenché : le balayage attend un signal de synchronisation pour partir.

- Monocoup : le balayage ne se déclenche qu'une seule fois, avec touche et voyant de réarmement.

Seuil et polarité:

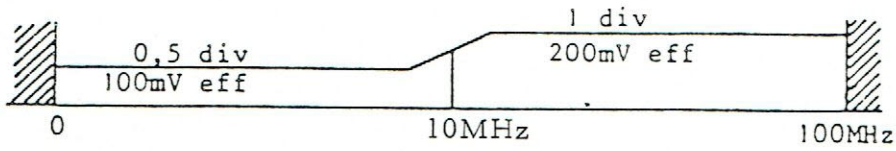
Seuil de synchronisation réglable par potentiomètre, avec choix de déclenchement sur front montant ou descendant du signal (excursion : 3 écrans environ). Un voyant signale la synchronisation de B1.

Gammes de fréquence de synchronisation

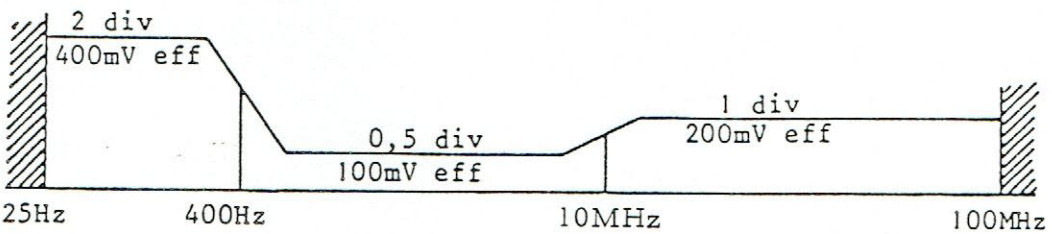
	Déclenché	Automatique
⎓	0 - 100 MHz	25 Hz - 100 MHz
∿	10 Hz - 100 MHz	25 Hz - 100 MHz
⎍	0 - 100 kHz	25 Hz - 100 kHz
⎎	15 kHz - 100MHz	15 kHz- 100 MHz

Niveau minimum nécessaire à la synchronisation
exprimé en div. (synchro int) ou en mV eff (synchro ext)

Mode DECL ~ ⌐



Mode AUTO ~ ⌐
(source synchro composite exceptée)



1.5.4.- Base de temps B2

Durées de balayage

- 19 gammes calibrées de 50 ns à 50 ms/div. en progression 1-2-5. Durée minimum portée à 5 ns/div. en expansion x10.

- Vernier de réglage progressif (rapport 2,5) avec voyant de signalisation "B2 non étalonné"

- Précision d'étalonnage (vernier en position "Etal."): ± 3%
  Précision à majorer de ± 2% en "x10".

1.5.5.- Synchronisation de B2

Modes de commande du balayage

- LIBRE : départ de B2 dès la fin du retard choisi.
  Scintillement < 1/20000 de la durée totale de B1.

- SYN. : déclenchement de B2 par un signal de synchronisation après la fin du retard choisi.

Sources de synchronisation

COMP. : Source interne composite, chacune des voies fournissant le signal de synchronisation pendant sa mise en service; en somme algébrique les signaux de synchro sont toujours additionnés, même en cas d'inversion de voie.

A : Signal interne issu de la voie A

B : Signal interne issu de la voie B

C : Signal interne issu de la voie C

EXT. : Signal externe appliqué sur la prise "SYN. EXT"

Transmission du signal : continue

Seuil et polarité

Seuil de synchronisation réglable par potentiomètre avec choix de déclenchement sur front montant ou descendant du signal (excursion : 3 écrans environ).

Niveau minimum nécessaire à la synchronisation (front montant) exprimé en div. (synchro int) et en mV eff (synchro ext)

1.5.6.- Mode XY

Déviation verticale assurée par les voies sélectionnées en mode Y, et déviation horizontale par la source sélectionnée en synchro B1.

Seul le mode commuté est possible.

Précision d'étalonnage en X : ± 5%

Déphasage entre voies X et Y à 1 MHz : < 3°

1.6.- COMMANDES DE FONCTIONS

Les choix concernant le mode Y, le mode X et les modes synchro B1 et B2 sont regroupés sur un clavier comportant diverses touches de recherche ainsi que des voyants indiquant les fonctions sélectionnées.

Des interdictions logiques entre fonctions incompatibles évitent les erreurs de manipulation et facilitent l'emploi.

A l'arrêt de l'appareil les fonctions affichées au moment de la coupure sont sauvegardées, et leur sélection est automatique à la remise sous tension.

En outre deux touches M1 - M2 permettent chacune de mettre en mémoire un ensemble complet de fonctions choisies. Une touche de rappel permet par la suite, même après une période d'arrêt de l'appareil, de retrouver instantanément l'une ou l'autre de ces configurations.

La sauvegarde des informations est assurée par une pile de 9 V (type 6LF22 ou MN1604 ou LR622 ou équivalent) qu'il convient de changer tous les ans.

1.7.- MESURE DE TENSIONS CONTINUES (Voltmètre)

Mesure par rapport à la masse de l'oscilloscope (même référence que toutes les autres entrées de l'appareil).

1.7.1.- Entrée

- Impédance d'entrée : 10 MΩ environ// 10 pF max.

- Tension maximum admissible : 1,5 kV.

1.7.2.- Lecture

- Afficheurs électroluminescents 7 segments + virgule, hauteur 8 mm, capacité : 3 chiffres 1/2 (nombre maximum affiché : 1999)

- Unité : volt (indiquée par voyant allumé en mode "Voltmètre")

- Polarité : affichée automatiquement

1.7.3.- Sensibilités

- 4 gammes commutées automatiquement
  pleine échelle : 1,999 V
  19,99 V
  199,9 V
  1999 V (limitée à 1500 V par sécurité)

- Résolution minimum : 10 mV

- Précision d'étalonnage (à 23°C) : $\pm$ (1% pleine échelle + 1 digit)

1.8.- MESURE DE TEMPS (Δt)

S'effectue dans les conditions suivantes :

. Mode X : B1 + B2 (ou B2 seul)

. Synchro B2 : LIBRE, vernier B1 en position étalonnée

1.8.1.- Principe de la mesure

Le retard du balayage B2 par rapport au départ de B1 est assuré alternativement par les potentiomètres "Retard 1" et "Retard 2" d'où en mode "B1 + B2" l'apparition de deux surbrillances que l'utilisateur peut amener en deux points quelconques du balayage.

L'affichage indique l'écart de temps entre ces deux surbrillances.

Le mode "B2 (seul)" permet d'affiner la mesure par superposition des deux traces.

1.8.2.- Lecture

- Afficheurs (voir paragraphe 1.7.2)

- Unité : ms, µs ou ns indiquée par voyant

- Polarité affichée automatiquement:
  + lorsque le retard 1 précède le retard 2
  - dans le cas inverse.

1.8.3.- Sensibilités

- 1999 ns à 1999 ms (pleine échelle) avec commutation automatique des gammes en fonction de la position du commutateur "Durée/div. B1"

- Résolution minimum : 0,1 ns

- Précision d'étalonnage :
  ± (1% pleine échelle + 1 digit + 1 ns)

Nota: sur la position la plus lente (0,5 s/div.) dès que le retard dépasse 1,999 ms, le circuit voltmètre se met en surcharge et les virgules sont toutes allumées.

1.9.- SORTIES DIVERSES

1.9.1.- Réglage sonde (sur panneau avant)

. Signal rectangulaire positif

. Amplitude 0,5 V ± 3%

. Fréquence comprise entre 500 Hz et 2 kHz

1.9.2.- Créneaux B1 et B2 (sur panneau arrière)

. Deux prises coaxiales type BNC

. Créneaux négatifs de durée égale à la dent de scie des balayages B1 et B2

. Amplitude (ECL): niveau 1 : - 0,8 V environ
niveau 0 : - 1,8 V environ

1.9.3.- **Alimentation sonde** (sur option seulement)

Prise sur panneau arrière délivrant les tensions + 15 V, + 5 V et - 15 V nécessaires à l'alimentation d'une sonde active type 50 076.

1.10.- ALIMENTATION

. Réseau: tension 125 V (- 8% + 12%)
220 V - 240 V (± 10%)
fréquence 48 Hz à 420 Hz

. Consommation 110 VA environ

. Calibre des fusibles :

125 V : 1 A (D1TD)
220 V - 240 V : 0,63 A (D1TD)

1.11.- CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT

. **Température**

Température de fonctionnement : 0°C à + 50°C
Performances assurées : + 10°C à + 40°C
Température de stockage : - 20°C à + 70°C.

. **Essais humidité**

80% d'humidité relative à + 40°C pendant 10 jours.

. **Essais vibrations**

Fréquence : 0 à 23 Hz
Amplitude : ± 0,5 mm
Durée : 10 minutes sur chaque axe

1.12.- ENCOMBREMENT - MASSE

Hauteur : 170 mm (4 U)
Largeur : 300 mm
Profondeur : 450 mm

Masse : 12,8 kg

1.13.- ACCESSOIRES

- Livrés avec l'appareil

. 1 manuel d'utilisation et de maintenance

. 3 sondes passives 1/10

. 1 capot de protection 53 210

. 1 parasoleil PS 2303

- Livrés sur option

. Sacoche à accessoires 53 203

. Valise de transport

. Parasoleil long PS 2304

. Appareil photographique M30 ou M5 avec platine d'adaptation 1820-29

. Dispositif de mise en rack 53 310

Version ... RN

1.14.- REGLES DE SECURITE

Cet appareil a été construit et essayé conformément à la classe I de la Publication 348 de la CEI "Règles de sécurité pour les appareils de mesure électronique", et a été fourni en bon état.

Les textes d'avertissement ci-après doivent être respectés par l'utilisateur pour assurer un fonctionnement sûr de l'appareil et pour son maintien en bon état pour ce qui concerne la sécurité.

Mise en service

a) S'assurer que la tension d'alimentation de l'appareil est en conformité avec celle du réseau disponible.

b) Vérifier l'existence d'une "Terre de protection" sur la distribution réseau utilisé.

Maintenance

a) Avant toute intervention, l'appareil doit être déconnecté du réseau d'alimentation.

b) Des condensateurs peuvent rester chargés à des tensions dangereuses au toucher (> 50 V) même après une déconnexion de plus de 10 secondes du réseau d'alimentation.

c) Tout réglage, entretien ou réparation de l'appareil ouvert sous tension ne doit être effectué que par un personnel qualifié, bien averti des risques que cela implique.

d) S'assurer que seuls les fusibles convenables et du type spécifié sont utilisés en rechange. Toute surcalibration, changement de type ou court-circuit sont interdits.

ANNEXE 1 : TEMPS DE MONTEE

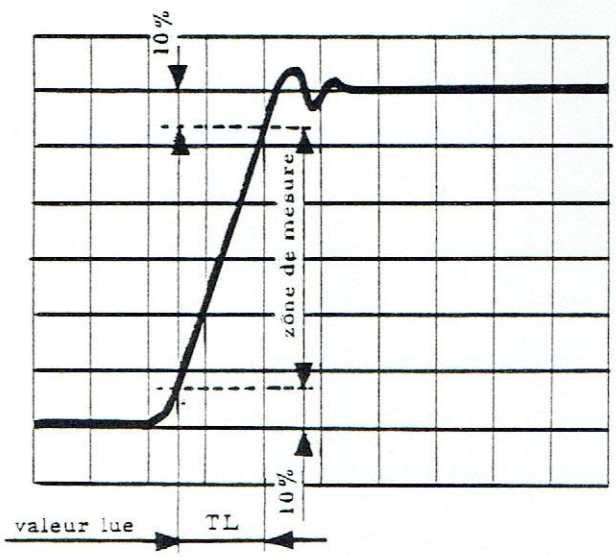
DEFINITION DES PARAMETRES D'INFLUENCE

Les paramètres qui influencent le temps de montée lu "TL" par rapport au temps de montée calculé "TC" sont les suivants :

1) Signal émis par le générateur (front raide + aberration)
2) Cable de liaison entre le générateur et l'oscilloscope
3) Valeur de la vitesse de balayage à l'endroit de l'écran où est lu le temps de montée
4) Valeur de l'orthogonalité du tube

Caractéristiques / Paramètres	Temps de montée	Bande passante à - 3dB	Commentaires
Générateur (temps de montée générateur: TG) + cable de liaison (adaptation)	oui	oui	B.P. mesurée avec la méthode dite F.E.M. constante Temps de montée résultant TR : $TR = \sqrt{TG^2+TC^2}$
Durée de balayage	oui	non	mesurer la durée du balayage
Orthogonalité du tube	oui	non	6/8 X (X divisions) X dépendant du tube

METHODE DE MESURE



Conforme à la norme CEI 351

Signal au centre de l'écran

Amplitude c/c du signal : 6 div.

Pour le 5277

la valeur lue sur l'écran peut être comprise entre 3,5 et 4,1 ns.

2.- EMPLOI

ATTENTION

Ne pas utiliser une trop forte luminosité de la trace.

Ne jamais laisser le spot immobile en un point sur l'écran.

Eviter de laisser en permanence un balayage ou un oscillogramme fixe sur l'écran pour éviter la formation de traces très difficiles à éliminer. Lorsque le spot apparaît brillant entouré d'une tâche sombre, baisser la lumière et effacer.

Cet appareil met en oeuvre des tensions élevées (de l'ordre de 10 kV) dangereuses pour l'utilisateur lorsque les capots de protection sont retirés. Dans ces conditions il convient de prendre toutes précautions pour prévenir un accident.

2.1.- MISE EN SERVICE

2.1.1.- Poignée

La poignée peut avoir trois positions : l'une pour le transport, une autre pour faire office de béquille sous l'appareil, celui-ci étant incliné, la troisième au-dessus pour dégager le panneau avant lorsque l'appareil est posé horizontalement.

Tirer sur la poignée pour modifier sa position.

2.1.2.- Mise sous tension

Vérifier auparavant que le répartiteur situé sur le panneau arrière est sur la tension du réseau utilisé.

Relier l'oscilloscope au réseau. Tourner dans le sens de la flèche le bouton de mise sous tension (MARCHE) : des voyants s'allument sur le panneau avant.

La protection est assurée par deux fusibles retardés accessibles sur le panneau arrière : 0,63 A pour les positions 220 V - 240 V
1 A pour la position 127 V

La durée de préchauffage nécessaire pour atteindre l'équilibre thermique est de 20 minutes environ.

2.2.-FONCTION DES ORGANES DE COMMANDE ET DES BORNES D'ENTREE ET DE SORTIE

(voir planche P1)

2.2.1.- Mise sous tension - Réglage de la trace - Calibrateur

R247	RETICULE	Potentiomètre permettant :
S201	MARCHE	a) la mise en marche ou l'arrêt de l'appareil (interrupteur fin de course en position extrême gauche).
		b) le réglage de luminosité du réticule gradué sur l'écran
R51a	LUMIERE	Potentiomètre de réglage de luminosité de la trace.
R51b	CONCENT.	Potentiomètre de réglage de définition de la trace.
R55	Astig.	Potentiomètre d'astigmatisme à ajuster conjointement avec le réglage précédent.
R67	ROT.	Potentiomètre de rotation de trace permettant d'ajuster l'horizontalité du balayage.
J601	⎍ .5 V	Borne délivrant des signaux rectangulaires positifs destinés au réglage des sondes (amplitude 0,5 V, fréquence 1 kHz environ).

2.2.2.- Clavier de commande

MODE Y

S17	BP 20 MHz	Touche permettant de choisir une bande passante normale ou une bande passante réduite à 20 MHz.
CR20		Voyant signalant que la bande passante est de 20 MHz

S1		Touche permettant de choisir le mode alterné ou le mode commuté
CR1	ALT.	Voyant signalant le mode alterné : les voies en service sont alternées à chaque balayage.
CR2	COM.	Voyant signalant le mode commuté: les voies en service sont commutées à fréquence fixe(1 MHz environ)
S2		Touche permettant de sélectionner par appuis successifs le mode fondamental Y désiré. Le mode sélectionné est indiqué par l'un des 3 voyants ci-après:
CR3	A B C	Les entrées A, B et C, utilisées en voies indépendantes sont mises en service à tour de rôle.
CR4	A + B C	Les entrées A et B constituent une voie de somme algébrique qui est mise en service à tour de rôle avec la voie C.
CR5	A A+B B C	Mise en service des voies A, B, C ainsi que de la voie de somme algébrique A+B,chacune à tour de rôle **Nota:** Chaque voie A, B ou C pouvant être coupée il est possible de fonctionner (en modes dérivés) avec 1, 2, 3 ou 4 traces. Lorsqu'aucun interrupteur de voie n'est sur "MARCHE", la trace sur l'écran est celle de la voie A.

SYNCHRO B1

S3 S4	▲ ▼	Touches sélectionnant la source du signal de synchronisation de B1,ou en mode XY celle du signal de déviation horizontale. La source sélectionnée est indiquée par l'un des 6 voyants ci-après :
CR6	COMP.	Source interne composite:chaque voie fournit le signal synchro pendant qu'elle est en service.En somme algébrique les signaux de synchro sont toujours additionnés(A + B) même en cas d'inversion de voie.
CR7	A	Signal fourni par la voie A
CR8	B	Signal fourni par la voie B
CR9	C	Signal fourni par la voie C

CR12	EXT	Signal externe appliqué sur l'entrée "SYN. EXT"
CR11	SECT.	Signal à la fréquence secteur issu de l'alimentation.
S9		Touche permettant de choisir par appuis successifs le mode de commande du balayage B1. Le mode sélectionné est indiqué par l'un des 3 voyants ci-après:
CR17	AUTO	Mode automatique : le balayage a lieu même en l'absence de signal synchro ; en présence de signaux (amplitude > 2 div.) il se synchronise automatiquement quelle que soit la position du seuil.
CR18	DECL.	Mode déclenché : le balayage attend un signal de synchronisation pour partir.
CR19	MONO.	Mode monocoup : le balayage n'est pas répétitif, mais ne se déclenche qu'une seule fois. Le voyant est allumé lorsque le monocoup est armé, prêt à être déclenché. Le voyant clignote après le balayage, dans l'attente d'un réarmement.
S10	REARM.	Touche de réarmement du monocoup.
S5		Touche permettant de choisir, par appuis successifs le mode de transmission du signal de synchronisation. Le mode sélectionné est indiqué par l'un des 4 voyants ci-après :
CR13	$\overline{\sim}$	Transmission continue
CR14	$\sim$	Transmission alternative (F $\geq$ 10 Hz)
CR15	$\frown$	Transmission intégrée évitant la synchronisation sur des signaux haute fréquence (coupure 100 kHz environ).
CR16	$\wedge\!\!\vee$	Transmission différenciée évitant la synchronisation sur des signaux basse fréquence (coupure 15 kHz environ).
		Nota : ces 4 voyants sont éteints en mode XY.

SYNCHRO B2

S16		Touche permettant de choisir, le mode libre ou le mode resynchronisé.
CR32	LIBRE	Voyant signalant le mode libre : B2 part dès la fin du retard choisi.
CR33	SYN.	Voyant signalant le mode resynchronisé : B2 est déclenché par un signal de synchronisation après la fin du retard choisi.
S14 S15	↑ ↓	Touches permettant de choisir,par appuis successifs, la source sélectionnée est indiquée par l'un des 5 voyants ci-après :
CR27	COMP.	Source interne composite, chacune des voies fournissant le signal synchro pendant qu'elle est en service. En somme algébrique les signaux de synchro sont toujours additionnés (A + B) même en cas d'inversion de voie.
CR28	A	Signal fourni par la voie A
CR29	B	Signal fourni par la voie B
CR30	C	Signal fourni par la voie C
CR31	EXT.	Signal externe appliqué sur la prise d'entrée "SYN. EXT.". **Nota**: ces 5 voyants sont éteints sur les modes: B1 (seul), XY et B2 LIBRE.

MODE X

S11		Touche permettant de choisir une amplitude horizontale normale, ou une expansion par 10 de cette amplitude, ce qui porte la durée minimale du balayage à 5 ns/div.
CR21	x 10	Voyant indiquant l'expansion par 10.
S12 S13	↑ ↓	Touches permettant de choisir, par appuis successifs, le mode horizontal désiré. Le mode sélectionné est indiqué par l'un des 5 voyants ci-après :
CR22	XY	- Mode XY : la déviation verticale est assurée par le signal sélectionné pour le mode Y (touche S2) et la déviation horizontale par le signal sélectionné pour la synchro B1 (touches S3 - S4). Ne pas utiliser en horizontal les modes "composite" ou "secteur". **Nota**: en XY, seul le mode Y "Commuté" est en service. Il permet 4 représentations XY.
CR23	B1	- Seul le balayage B1 fonctionne
CR24	B1 + B2	- Le balayage B1 apparaît sur l'écran avec en surbrillance la partie correspondant à B2, dont la position dépend du retard fixé par le potentiomètre retardateur.
CR25	B2	- Seul le balayage B2, retardé par rapport au départ de B1, est visualisé.
CR26	MIXE	- Le balayage s'effectue d'abord à la vitesse de B1, puis dès le déclenchement retardé de B2 il se poursuit à la vitesse de B2.

MEM (mémorisation du clavier)

S6-S8	M1 - M2	Touches permettant chacune de mettre en mémoire l'ensemble des fonctions sélectionnées à un moment donné sur le clavier à touches.
S7	RAPPEL	Touche permettant de retrouver instantanément, même après une période d'arrêt de l'appareil, l'une ou l'autre des configurations ainsi mémorisées : appuyer sur "RAPPEL", puis sur "M1" ou "M2" selon le programme désiré. **Remarque**: à l'arrêt de l'appareil les fonctions du panneau avant sont sauvegardées, ce qui permet d'avoir en mémoire 3 configurations: le panneau avant au moment de la coupure, M1 et M2.

2.2.3.- Mémoire

(Z10) S1 S2	↑ ↓	Touches permettant de rechercher par appuis successifs le mode de fonctionnement du tube mémoire ; le mode sélectionné est indiqué par l'un des 4 voyants ci-après :
CR4	CONV.	Mode conventionnel : l'oscilloscope fonctionne de façon classique, sans mémorisation.
CR3	ENREG.	Mode mémoire normal sur lequel les phénomènes peuvent être enregistrés, observés, et effacés.
CR2	VISU	Mode permettant lorsqu'un phénomène a été enregistré d'en augmenter le temps de visualisation, tout en le protégeant contre de fausses manoeuvres par inhibition du balayage et de la commande d'effacement.
CR1	AUTOSTOCK	Mode assurant la mise en stockage automatique dès qu'un balayage a été enregistré (voyant "Stock" allumé). Il permet d'utiliser le 5277 pour enregistrer des perturbations ou autres phénomènes aléatoires.

S3	↑	Touche permettant de rechercher par appuis successifs le mode d'enregistrement désiré ; le mode sélectionné est indiqué par l'un des 3 voyants ci-après :
CR7	LENT	Enregistrement sur cible lente permettant une mémorisation longue de signaux relativement lents.
CR6	RAP	Enregistrement sur cible rapide permettant l'observation en persistance variable de signaux répétitifs rapides.
CR5	R + L	Enregistrement monocoup sur la cible rapide, suivi immédiatement de son transfert sur la cible lente, pour permettre une mémorisation plus longue des phénomènes rapides non répétitifs. **Notes:** - Chaque passage de l'un à l'autre de ces modes provoque un effacement. - En R + L, le passage sur LENT n'est possible que lorsqu'un enregistrement a eu lieu, après l'effacement.
R220B	VIT. ENR.	Potentiomètre permettant, avant un enregistrement, de préparer la cible en agissant sur sa vitesse d'inscription : plus celle-ci est élevée, plus la remontée du fond de teint après l'effacement sera rapide, d'où diminution du temps d'observation disponible. Cette commande peut aussi servir après l'enregistrement ou en mode VISU pour améliorer les conditions d'observation.
S4	EFF.	Touche fugitive de commande manuelle d'effacement, utilisée en fonction "Enregistrement". Cette commande a priorité sur les commandes d'effacement automatique. Elle est inhibée en mode VISU et en Stockage.

R216	DUREE VISU EFF AUTO ↘	Potentiomètre permettant, en fonction "Enregistrement" de commander l'effacement automatique. Son rôle est différent selon le mode d'enregistrement choisi : **-En modes LENT ou RAPIDE:** l'effacement est partiel et permanent, le tube étant alors utilisé en persistance variable. Le potentiomètre permet de régler cette persistance. **-En mode "R + L" (transfert):** après chaque enregistrement il y a visualisation (balayage bloqué) suivie après un certain temps d'un effacement automatique. Le potentiomètre permet de régler la durée de visualisation (de 5 à 45 secondes environ).
	MANUEL	Sur la position extrême gauche du potentiomètre, l'effacement n'est plus automatique. Seul un appui sur la touche "EFF" peut le commander, quel que soit le mode d'enregistrement. **Nota**: lorsque l'on passe de "MANUEL à EFF.AUTO" il est nécessaire de lancer le cycle des effacements automatiques par la touche EFF.
R220a	LUM.STOCK	Potentiomètre utilisable en mode VISU pour régler la luminosité (en variation inverse de la durée de lecture). Sur la position extrême gauche "S", un contact met l'appareil en fonction stockage : l'enregistrement qui n'est alors plus visible est mis en réserve pour une observation ultérieure.
CR8	STOCK	Voyant signalant la mise en stockage (manuelle ou automatique) **Nota**: la mise en stockage rend impossible le passage en mode "Enregistrement".

2.2.4.- Déviation verticale

Nota: Les voies A, B et C étant strictement identiques, le repérage des commandes est le même, quelle que soit la voie.

VOIE A - VOIE B - VOIE C

S2		Inverseur de mise en marche ou de coupure de la voie.
CR9	MARCHE	Voyant indiquant que la voie est en fonctionnement.
J100 (Z7)	1 MΩ/20 pF	Embase coaxiale d'entrée du signal (type BNC).
S10 (Z7)		Commutateur de choix du mode de liaison du signal d'entrée :
	$\overline{\sim}$	Liaison continue
	0	Déconnexion du signal et mise à la masse de l'entrée de l'amplificateur.
	$\sim$	Liaison alternative : transmission du signal avec élimination de la composante continue (F $\geq$ 10 Hz)
S1	V/DIV.	Commutateur à 11 positions permettant le choix du coefficient de déviation.
R26 a + S4	Etal	Vernier de réglage progressif du coefficient de déviation (rapport 2,5). Le commutateur "V/DIV." est étalonné pour la position extrême gauche du vernier
CR4	N.ETAL	Voyant indiquant que le vernier étant en service la déviation verticale n'est pas étalonnée.
R26 b	↕	Potentiomètre de cadrage vertical de la trace.
R15	EQ.	Potentiomètre d'équilibrage à axe fendu : il permet d'avoir un cadrage vertical indépendant de la position du commutateur "V/DIV.".
S3	INV.	Touche d'inversion du signal.

2.2.5.- Déviation horizontale

B1	B2		
S1a	S1b	DUREE/DIV. B1 - B2	Double commutateur permettant le choix des coefficients de balayage des bases de temps B1 et B2, exprimés en s, ms, µs ou ns.
R62b	R76	VERNIER B1 VERNIER B2 ↘● ETAL	Potentiomètre de réglage progressif du balayage, permettant le recoupement des gammes. En position extrême gauche le vernier est hors service et le commutateur "DUREE/DIV." est étalonné.
CR6	CR7	B1 NON ETAL B2 NON ETAL	Voyant signalant que le vernier est en service, et que le commutateur "Durée/div." n'est pas étalonné.
R62a		TEMPS MORT	Potentiomètre de réglage du temps de blocage de B1 permettant de faire varier la durée totale du cycle de balayage et ainsi de l'ajuster sur la période du signal examiné, sans modifier la vitesse du balayage.
R26 + S1501	R40 + S1601	SEUIL B1 SEUIL B2 ⌐ POUSSE ¬ TIRE	Potentiomètre réglant le niveau de déclenchement du balayage sur le signal de synchronisation, sur front ascendant si le bouton est poussé, ou sur front descendant s'il est tiré. Excursion : 3 écrans environ.
CR9		SYNC.	Voyant signalant que le balayage B1 est synchronisé.
J1501		SYN. EXT. 1 MΩ/20 pF	Embase coaxiale (type BNC) d'entrée du signal de synchronisation externe de B1.

R198 a et b	⟷ ⟷	Potentiomètre double de cadrage horizontal (gros et fin) de la trace.
R1 (Z5)	RETARD 1	Potentiomètre 10 tours commandant le retard du balayage B2 par rapport au départ de B1
R2 (Z5)	RETARD 2	Potentiomètre 10 tours commandant, en mesure " Δt", le 2ème retard de B2 par rapport à B1. La mesure de la différence entre les deux retards est directement donnée par l'afficheur numérique. Il est ainsi possible, grâce à la surbrillance en mode "B1 + B2", de repérer deux points quelconques sur le parcours de B1, et de lire immédiatement la valeur du temps séparant ces deux points.

2.2.6.- Mesure de tension continue et de temps différentiel - Affichage numérique

Circuit Z5		
U1 à U4		Afficheur à 4 chiffres 7 segments,avec virgule et signe de polarité commutables automatiquement.
S1	Δt - VOLT	Touche permettant de choisir entre les deux modes de mesure utilisant l'afficheur : . VOLT : mesure de la tension continue appliquée sur l'entrée J2301. . Δt : mesure du temps différentiel entre Retard 1 et Retard 2. **Nota**: la fonction Δt ne peut être choisie qu'avec les modes "B1 + B2" ou "B2", B2 étant nécessairement "Libre", et le vernier B1 en position "ETAL".
CR4	V	Voyant indiquant que la fonction"Voltmètre" étant choisie,l'unité affichée est le volt.

CR1 CR2 CR3	ms µs ns	Voyants indiquant que la fonction "Δt" étant choisie,l'unité affichée est la milliseconde, la microseconde, ou la nanoseconde.
J2301	1,5 kV max:	Prise d'entrée de la tension continue à mesurer en mode "Voltmètre".
J2302		Prise de masse servant de référence à la mesure des tensions. (Cette référence est la même que pour toutes les autres entrées de l'appareil).

2.2.7.- Panneau arrière

S202	125 220 240	Répartiteur adaptant l'appareil à la tension du réseau : 125 V, 220 V, 240 V.
F202		Fusible 1 A - Type D1TD (gamme 125 V)
F201		Fusible 0,63 A - Type D1TD (gamme 220-240 V)
	SORTIES	
J1901	B1⌊⌋	Prises coaxiales (type BNC) délivrant des créneaux négatifs d'amplitude ECL, et de durée égale à celle des balayages B1 et B2.
J2001	B2⌊⌋	
J301	MODUL. EXT.	Prise coaxiale d'entrée (type BNC) permettant de moduler l'intensité du faisceau par un signal extérieur.
J201	ALIM.SONDE	Prise d'alimentation pour sonde active (sur option).

2.3.- MODE OPERATOIRE EN OSCILLOSCOPE CONVENTIONNEL (SANS MEMOIRE)

Les manipulations décrites ci-après, ainsi que quelques conseils pratiques permettront à l'utilisateur de se familiariser avec l'appareil.

2.3.1.- Mise en marche

. Avant la mise sous tension centrer toutes les commandes de cadrage vertical (3 voies) et de cadrage horizontal. Verrouiller en position extrême gauche "ETAL" les verniers des voies A, B, C, ainsi que les verniers des balayages B1 et B2. Basculer en position haute les 3 interrupteurs "MARCHE" des voies A, B, C (en principe aucune voie n'est en service, mais dans ce cas la voie A est automatiquement connectée).

. Mode Mémoire : "CONV." (sans mémoire)

. Liaison d'entrée des voies A, B, C sur "O"
DUREE/DIV. B1 : 0,5 ms
DUREE/DIV. B2 : 2 µs

. Potentiomètre "CONCENT." centré, et "LUMIERE" nulle.

. Déverrouiller le bouton de mise en marche (dans le sens de la flèche); des voyants s'allument, ainsi que l'afficheur : l'appareil est sous tension. Constater que ce même bouton, une fois déverrouillé , permet d'ajuster l'éclairage du réticule.

2.3.2.- Choix des fonctions et réglage de la trace

. Sélectionner le balayage B1 en agissant plusieurs fois sur l'une des touches S12 - S13 du clavier (compartiment "MODE X") jusqu'à ce que le voyant "B1" s'allume". De même rechercher un balayage automatique "AUTO" au moyen de la touche S9 (compartiment "SYNCHRO B1").

. Tourner alors lentement le bouton "LUMIERE" vers la droite jusqu'à ce qu'une trace moyennement lumineuse apparaisse sur l'écran. Régler la finesse de la trace par le bouton "CONCENT", en retouchant si nécessaire le potentiomètre à axe fendu "ASTIG.". Ajuster si nécessaire l'horizontalité du balayage par le potentiomètre à axe fendu "ROT.".

2.3.3.- Utilisation des voies verticales

. Voies A, B, C : liaison d'entrée continue et interrupteurs basculés sur "MARCHE" (les voyants verts sont allumés).

. Sur le clavier (compartiment "MODE Y") sélectionner le mode "A B C" par la touche S2 : 3 traces horizontales apparaissent sur l'écran, correspondant aux voies A, B et C. Positionner ces traces sur l'écran par les potentiomètres de cadrage vertical.

- Utilisation d'une seule voie

Relier par un cordon un générateur de signal (par exemple la borne de sortie J601 ".5 V" de l'oscilloscope) à l'une des entrées (par exemple l'entrée VOIE A ; sensibilité 0,2 V/div.). Le signal apparaît sur le balayage correspondant à la voie A avec une amplitude de 2,5 divisions. Pour le synchroniser sélectionner comme source synchro la voie "A" (compartiment "SYNCHRO B1", touches S3 - S4). Observer l'action du vernier de sensibilité voie A en le tournant vers la droite hors de sa position verrouillée "Etal" : le signal sur l'écran diminue d'amplitude.
Ce qui est valable pour la voie A, l'est également pour la voie B, ou la voie C.

- Utilisation simultanée de plusieurs voies indépendantes

Appliquer sur la voie A et sur la voie B deux signaux distincts issus de deux générateurs, en choisissant convenablement la sensibilité de chaque voie et la DUREE/DIV. du balayage B1. Observer que si la source "SYNCHRO B1" est sur "A", seule la voie A est synchronisée; si elle est sur "B", seule la voie B est synchronisée; pour synchroniser les deux voies simultanément utiliser le mode Y "ALT", et commuter la source "SYNCHRO B1" sur "COMP" (source composite).
Noter que lorsqu'une voie n'est pas utilisée (la 3ème voie C par exemple) il est préférable de la mettre hors service en basculant son interrupteur "MARCHE" vers le haut, pour éviter un scintillement dû à la constante de temps du balayage automatique.

- Utilisation des entrées A et B en voie de somme algébrique (A±B)
MODE Y :"A B C", "ALT."
SYNCHRO B1 : "AUTO", "COMP"
Voies A et B : 0,5 V/div.
Voie C hors service

Appliquer en parallèle sur les entrées A et B le signal issu de la borne de sortie ".5 V", et observer sur l'écran la présence sur chaque voie d'un créneau d'amplitude 1 div.
Passer en MODE Y "A + B, C" : le signal visualisé représente la somme des signaux A + B, et l'amplitude du créneau est donc de 2 div.
Enfoncer la touche d'inversion "INV" de la voie B : les entrées A et B sont utilisées en voie différentielle; le signal visualisé représente la différence A - B et son amplitude est nulle.

- **Divers modes Y dérivés**

Noter qu'à partir des 3 modes Y fondamentaux (sélectionnés par la touche S2) il est possible d'obtenir de nombreux modes dérivés, d'une part en éliminant une ou plusieurs voies (par les interrupteurs "MARCHE") et d'autre part en utilisant les touches inverseuses de voie.

2.3.4.- Utilisation et synchronisation du balayage B1

Seuil et polarité

MODE X sur "B1" - DUREE/DIV. B1 : 0,2 ms

Appliquer sur la voie A utilisée en voie unique un signal sinusoïdal (fréquence 1 kHz - Amplitude 2 à 5 divisions).

SYNCHRO B1 sur "AUTO" et sur "A" ou "COMP".

Observer en agissant sur le potentiomètre "SEUIL B1" que le point de départ du balayage se déplace sur la sinusoïde. En poussant ou en tirant cette commande, constater que ce départ s'effectue sur la partie ascendante ou descendante du signal. Quelle que soit la position du potentiomètre, le signal est toujours synchronisé.

Mode déclenché

- Passer en mode "DECL" (touche S9) : l'action du potentiomètre de seuil est beaucoup plus rapide, et dès que le point de départ du balayage atteint la crête supérieure ou la crête inférieure du signal, le balayage disparaît.

- Mode monocoup

En mode "DECL" bien centrer le seuil sur le signal observé, puis supprimer le signal d'entrée : le balayage disparaît.
Passer en mode "MONO" (S9) : le voyant rouge clignote, indiquant que le monocoup doit être armé. Appuyer sur la touche "REARM" : le voyant rouge allumé ne clignote plus indiquant que le monocoup est réarmé, prêt à fonctionner.

Réappliquer le signal d'entrée: le balayage est toujours déclenché mais il ne se produit qu'une seule fois, et le voyant rouge clignote à nouveau. Observer qu'à chaque appui sur la touche "REARM" un balayage unique se produira.

2.3.5.- Utilisation du mode "XY"

Par les touches de sélection du mode X, choisir le mode "XY".

Retoucher si nécessaire la commande "LUMIERE".

Sélectionner la voie (ou les voies) de déviation verticale par la touche S2 (MODE Y), et sélectionner la voie de déviation horizontale par les touches "SYNCHRO B1" (ne pas utiliser en horizontal les modes "composite" ou "secteur").

Noter que le cadrage vertical est assuré par celui de la voie Y choisie et le cadrage horizontal par la double commande R198 a et b. Noter aussi qu'en XY, le mode "ALT" est évidemment impossible.

2.3.6.- Utilisation du balayage retardé B2

- B2 libre

MODE X sur "B1 + B2"
DUREE/DIV. B1 : 0,5 ms
DUREE/DIV. B2 : 10 µs
SYN. B2 sur "LIBRE"

Appliquer et synchroniser sur la voie A utilisée seule (0,2 V/div.) le créneau issu de la borne de sortie J601 ".5 V".
Agir sur la "LUMIERE" pour que soit bien discernable sur le balayage B1 la surbrillance qui correspond au balayage retardé B2. Constater que le potentiomètre "RETARD 1" permet de faire partir B2 en un point quelconque choisi sur le parcours de B1. Il est ainsi possible d'encadrer avec B2 un détail du balayage B1, par exemple un front de montée du créneau observé.
Passer maintenant le MODE X sur "B2" : le spot balaye alors l'écran avec une vitesse qui est celle de B2 (10 µs/div.), et le détail précédemment encadré sur B1 par la surbrillance s'étale maintenant sur toute la largeur de l'écran.

- B2 resynchronisé

Revenir sur le MODE X "B1 + B2"

SYNCHRO B2 sur "SYN" (S16) : les voyants de source synchro s'allument.
Choisir la source "A".
Si la surbrillance de B2 n'apparaît pas sur la trace, agir sur le potentiomètre "SEUIL B2".

Observer, en tournant le potentiomètre "RETARD 1", que sur la surbrillance ne se déplace plus de façon continue mais par bonds, d'un front à l'autre du créneau examiné (fronts ascendants ou descendants selon que le bouton "SEUIL B2" est poussé ou tiré).
En fait, en mode "SYN", au moment du retard choisi sur le parcours de B1, le balayage B2 n'est plus libéré (comme en mode "LIBRE") mais simplement armé : il ne partira qu'à l'arrivée du prochain front de synchronisation, issu de la source synchro B2 sélectionnée.

2.3.7.- Sauvegarde du panneau avant à l'arrêt

Par R247 (MARCHE) couper l'alimentation réseau pendant quelques instants puis mettre à nouveau l'appareil sous tension. Constater que les fonctions affichées avant la coupure sont toutes à nouveau sélectionnées.

2.3.8.- Utilisation des mémoires de fonctions M1 et M2

Choisir sur le clavier à touches un certain nombre de fonctions correspondant à une manipulation déterminée, par exemple :

MODE X : B1
SYNCHRO B1 : AUTO, liaison continue, source voie A
MODE Y : ALT, A B C

Cette configuration peut être mise en mémoire pour être retrouvée par la suite : pour cela appuyer sur la touche mémoire "M1".

Modifier alors les commandes du clavier et choisir par exemple :

MODE X : B1 + B2, x10
SYNCHRO B2 : LIBRE, EXT
SYNCHRO B1 : COMP - DECL - liaison alternative
MODE Y : BP 20 MHz, COM, A + B et C.

Appuyer maintenant sur la touche "RAPPEL MEM" puis sur la touche "M1" : l'ensemble des fonctions choisies précédemment est à nouveau mis en service comme l'indiquent les voyants du clavier.

Deux configurations peuvent être ainsi stockées dans les mémoires M1 et M2. Il suffit, pour les retrouver instantanément, de faire précéder l'appui sur l'une ou l'autre de ces touches d'un appui sur la touche "RAPPEL MEM.".

Remarque: toutes les commandes du clavier situé sous l'écran (mais elles seules) sont concernées par cette mise en mémoire.

Nota : Les paramètres sont sauvegardés par une pile de 9 V qu'il convient de remplacer annuellement ; des configurations erratiques peuvent apparaître.

2.3.9.- Mesure des tensions continues

A la mise sous tension de l'oscilloscope, le voyant vert "V" est allumé, indiquant que l'afficheur numérique est utilisable en fonction "VOLT". Appliquer la tension à mesurer entre la prise d'entrée J2301 (1,5 kV max.) et la masse. La mesure est automatique : faire varier cette tension et observer que la virgule du nombre affiché se déplace automatiquement, l'unité étant toujours le volt. Le signe + ou - précédant le nombre est également commuté automatiquement.

2.3.10.- Mesure de temps différentiel

Pour utiliser l'afficheur en mesure de temps différentiel, appuyer sur la touche de choix "ΔT-VOLT".

Si le voyant "VOLT" reste allumé, c'est que les conditions requises pour le mode "ΔT" ne sont pas remplies. Ces conditions sont les suivantes :

1) Le MODE X doit être sur l'une des 2 fonctions : "B1 + B2", ou "B2" (seul).

2) La SYNCHRO B2 doit être sur "LIBRE".

3) Le vernier B1 doit être en position "ETAL".

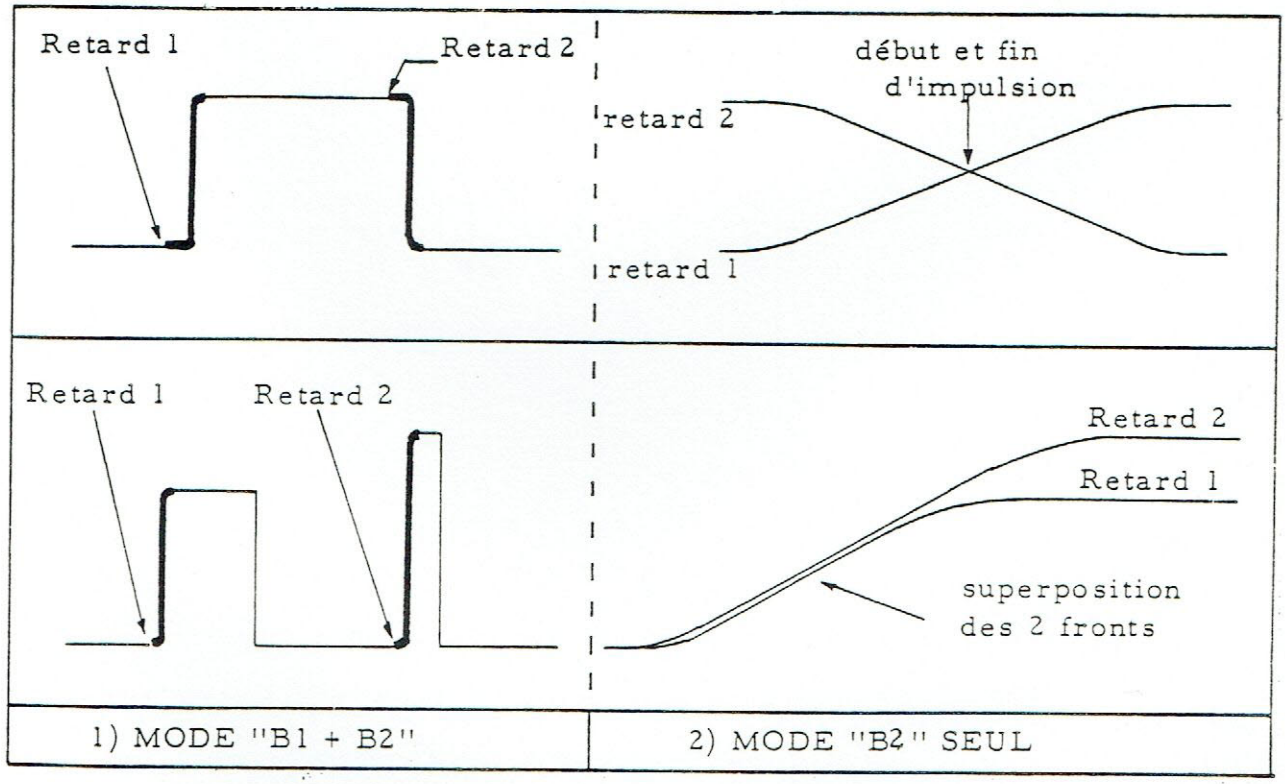
Lorsque ces trois conditions sont remplies le passage en fonction " ΔT" est possible : le voyant "V" s'éteint, et l'un des 3 voyants "ms", "µs", ou "ns" s'allume, indiquant l'unité de lecture. Observer, avant d'effectuer une mesure que le choix automatique de ce voyant dépend de la position du commutateur "DUREE/DIV." de B1.

- Mesure de durée d'un phénomène

MODE X : B1 + B2 (B2 "LIBRE")
DUREE/DIV. B1 : 0,2 ms
DUREE/DIV. B2 : 2 µs

Appliquer et synchroniser sur la voie A utilisée seule (0,2 V/div.) le créneau issu de la borne de sortie J601 ".5 V".

En mode " ΔT", deux surbrillances apparaissent sur le balayage : l'une peut être déplacée par le potentiomètre "RETARD 1", et l'autre par le potentiomètre "RETARD 2". L'écart de temps séparant leurs positions respectives est donné directement par l'afficheur; la polarité affichée est + si la surbrillance 1 précède la surbrillance 2 sur le balayage, et elle est - dans le cas inverse.



Amener la surbrillance 1 sur un front montant de l'impulsion observée, et la surbrillance 2 sur le front descendant. Lire alors sur l'afficheur la mesure de la durée du créneau (ici en l'occurrence environ + 500 µs).

Pour améliorer la précision de la mesure il est conseillé, après avoir positionné les deux surbrillances en mode "B1 + B2", d'affiner ce positionnement en mode "B2" seul :deux balayages B2 (alternés) occupent alors l'écran. En jouant légèrement sur l'un ou l'autre des retards, amener au niveau exact désiré le point d'intersection des deux fronts (s'ils sont de sens contraires comme dans l'exemple ci-dessus) ou les faire coïncider (s'ils sont de même sens, dans le cas par exemple de la mesure d'écart entre deux impulsions).

2.4.- MODE OPERATOIRE EN OSCILLOSCOPE MEMOIRE

2.4.1.- Enregistrement monocoup d'un phénomène lent

(Par exemple le créneau 1 kHz issu de la prise J601)

. Régler préalablement la lumière et la concentration en mode conventionnel, en visualisant le créneau avec un balayage répétitif (B1, DECL, 0,1 ms/div.) puis passer en monocoup.

. Passer du mode CONV. au mode ENREG.

. Mode mémoire : LENT (si nécessaire réarmer le monocoup pour effectuer un balayage et permettre le passage de R + L sur LENT).
Potentiomètre EFF. AUTO à fond à gauche sur MANUEL.
Potentiomètre VIT. ENR. environ au milieu de sa course.

. Appuyer sur la touche d'effacement EFF (le cycle d'effacement dure environ 1 seconde). L'appareil est prêt à enregistrer le signal dès qu'un balayage se produira. Pour déclencher celui-ci, réarmer le monocoup : un balayage unique se produit et le signal s'inscrit sur le tube. Ce signal est pris en mémoire et peut être observé plusieurs minutes jusqu'à ce que l'écran s'illumine peu à peu sur toute sa surface (remontée du fond de teint).

. Effacer à nouveau.

. Recommencer plusieurs fois le même enregistrement avec des vitesses d'inscription chaque fois différentes (agir sur le potentiomètre VIT. ENREG). Observer que si la vitesse est insuffisante le signal s'inscrira plus faiblement; dans le cas contraire il y aura saturation de la trace.
Observer aussi que plus la vitesse d'enregistrement est grande, plus rapide sera la remontée du fond de teint.
Nota : chaque enregistrement doit être précédé d'une manoeuvre d'effacement.

2.4.2.- Utilisation du mode visu et stockage

Potentiomètre LUM. STOCK à fond à droite.

Effectuer le même enregistrement que ci-dessus et passer immédiatement en mode VISU : la luminosité du signal inscrit diminue mais le temps d'observation disponible augmente. Constater l'action du potentiomètre LUM. STOCK qui agit sur la luminosité en variation inverse de la durée de lecture.

Lorsque cette commande est enclenchée en position extrême gauche, le voyant STOCK s'allume : l'enregistrement n'est plus visible mais peut être conservé longtemps (sans remontée du fond de teint).

Noter qu'en stockage il n'est plus possible de revenir en mode ENREG. Pour y parvenir il faut dégager la commande LUM.STOCK de sa position extrême gauche (stock).

2.4.3.- Utilisation du mode RAPIDE en persistance variable

Appliquer par exemple à l'entrée un signal sinusoïdal de 5 MHz.

Balayage répétitif (B1 - AUTO - 50 ns/div.).

Potentiomètre VIT. ENR. à fond à gauche (min).

Potentiomètre DUREE VISU au milieu de sa course.

Passer en ENREG. Mode RAP.

La sinusoïde est visualisée.

Noter l'action du potentiomètre EFF. AUTO : vers la gauche la persistance augmente et la trace tend à se saturer, vers la droite le contraste diminue et le fond de teint augmente.

Remarque : l'intérêt du mode rapide en persistance variable est de faciliter l'observation des phénomènes rapides dont la fréquence de récurrence est faible.

2.4.4.- Utilisation du mode R + L

Ce mode convient particulièrement pour enregistrer les signaux rapides et non répétitifs.

Appliquer à l'entrée le même signal que précédemment (5 MHz).

Balayage B1 - Monocoup - 50 ns/div.

Potentiomètre DUREE VISU à fond à droite.

Passer en ENRG. - Mode R + L.

Réarmer le monocoup : un balayage est déclenché.

Pour que l'enregistrement se fasse dans de bonnes conditions agir simultanément sur les potentiomètre LUMIERE et VIT. ENR. Les meilleurs résultats sont obtenus avec un réglage de luminosité proche du maximum (la concentration du spot restant correcte) et un réglage du potentiomètre VIT. ENR. proche du minimum.

Un effacement automatique se produira après une durée de visualisation d'environ 5 secondes. Pour augmenter cette durée agir sur le potentiomètre DUREE VISU.

2.4.5.- Autostockage

Pour enregistrer un phénomène aléatoire il faut préalablement préparer les circuits de mémoire en simulant le phénomène prévu par un signal ayant approximativement la même amplitude et la même vitesse.

L'autostockage peut fonctionner sur les trois modes : LENT, RAP., R + L.

Régler les différents paramètres (lumière, vitesse d'enregistrement) en effectuant des enregistrement d'essais en mode Monocoup. Puis se mettre en balayage déclenché et passer le mode mémoire sur AUTOSTOCK.

Effectuer un effacement : l'appareil est alors en attente, prêt à enregistrer le premier signal qui se présentera.

Dès l'arrivée de celui-ci, un balayage sera déclenché, puis enregistré et immédiatement stocké (voyant STOCK allumé, balayage bloqué, effacement inhibé). Pour observer le phénomène enregistré, revenir en mode VISU.

3.- DESCRIPTION DES CIRCUITS

3.1.- ALIMENTATION BASSE TENSION (Z1 - fig. 2)

Les alimentations basse tension sont fournies à partir du réseau par le transformateur T1. Un répartiteur S202 permet d'adapter l'oscilloscope à la tension du réseau : 125 V, 220 V ou 240 V. Deux fusibles protègent l'appareil : F201 (220 V, 240 V) et F202 (125 V).

Le transformateur comporte 4 enroulements secondaires destinés à fournir les tensions régulées ou non, et un enroulement à fort isolement assurant le chauffage du tube cathodique.

- L'alimentation + 15 V est obtenue à partir de la tension non régulée + 20 V redressée par le pont de diodes CR2001 ; elle est régulée par le circuit U2 qui commande le ballast Q5 ; la tension est ajustable par le potentiomètre R12 ; la résistance R11 et le transistor Q28 assurent la limitation de courant. Le circuit régulateur U3 permet d'obtenir, à partir du + 15 V, la tension d'alimentation + 5 V.

- L'alimentation - 5 V, redressée par le pont de diodes CR2002, est régulée par l'amplificateur comparateur U1b qui, via l'amplificateur Q6, commande le ballast Q7. La tension négative non régulée est utilisée pour le chauffage des canons d'arrosage.

- L'alimentation + 65 V, redressée par les diodes CR6 à CR9, est régulée par le comparateur U1a qui commande le ballast Q4 ; la résistance R6 et le transistor Q3 assurent la limitation de courant.

- L'alimentation + 120 V, appuyée sur le + 65 V et redressée par les diodes CR1 à CR4, est régulée par le transistor Q2 qui commande le ballast Q1.

- Le transistor Q8, commandé par le potentiomètre R247 situé sur Z3 (fig.22), alimente en courant les lampes d'éclairage du réticule gradué du tube cathodique.

3.2.- HAUTE TENSION - ALLUMAGE (Z1, Z8 - fig. 3)

3.2.1.- Convertisseur

Les hautes tensions d'alimentation du tube cathodique sont élaborées à partir d'un oscillateur fonctionnant à une fréquence d'environ 25 kHz. Il est constitué par le transistor Q9 associé au transformateur T1 dont les deux enroulements primaires sont situés : l'un dans le circuit collecteur de Q9 et l'autre en réaction dans le circuit de base.

3.2.2.- Tension de cathode et régulation

La tension de cathode (- 1900 V) est obtenue à partir de la sortie 7 du secondaire de T1, par le doubleur de tension C24 - CR23 - CR24 - C25. L'amplificateur de régulation U4 permet de comparer une fraction de cette tension (ajustable par R26) à une tension référence appliquée sur l'entrée 4, et d'asservir ainsi la haute tension en commandant via R172 le courant de base de Q9. La source de référence étant elle-même produite par U4 (sortie 6), la THT est indépendante des autres alimentations. Une limitation en courant de l'oscillation est faite en prélevant aux bornes de R30 une tension proportionnelle au courant qui traverse l'oscillateur. Cette tension est appliquée après filtrage (R179, C41) à l'entrée limitation de U4.

3.2.3.- Concentration et astigmatisme

La tension de concentration est obtenue par le doubleur C33 - CR30 - CR29 - C39 et par le pont diviseur R64 - R65. Elle est réglable par le potentiomètre R51b.

La tension d'astigmatisme fournie par le suiveur Q20 et la Zener de décalage CR105 est réglable par le potentiomètre R55.

3.2.4.- Post-accélération

La tension de post-accélération (+ 7 kV environ) est élaborée sur Z8 par les cellules multiplicatrices constituées par les diodes CR1 à CR8 et les capacités C1 à C8.

3.2.5.- Polarisation du Wehnelt

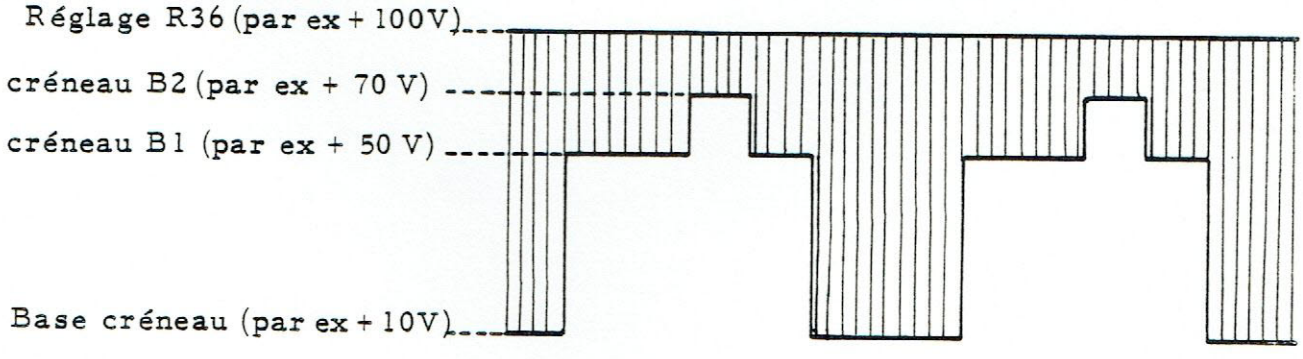
a) Principe :

Pour appliquer le créneau d'allumage (élaboré et commandé à un niveau voisin de la masse) au wehnelt (dont le potentiel se situe vers - 1900 V le procédé utilisé consiste à emprunter un signal porteur (fourni par le convertisseur). Cette porteuse est d'abord modulée en amplitude par le signal à transmettre, puis décalée au niveau THT par transmission capacitive. Le créneau est alors détecté à ce niveau pour assurer la polarisation continue du wehnelt.

b) Réalisation :

Prélevée sur le secondaire du transformateur T1 (sortie 6), la fréquence 25 kHz du convertisseur est appliquée, via C28 - R35, aux diodes d'écrêtage CR27 - CR28 qui calent les crêtes hautes du signal (CR27) sur un seuil ajusté par R36, et les crêtes basses (CR28) sur le créneau d'allumage issu de Q14 - Q15 et transmis par le suiveur Q16 et la Zener de décalage CR110.

On obtient donc au point commun CR27 - CR28 un signal modulé qui a la forme suivante :



Ce signal, transmis par C30, référencé au potentiel de cathode via CR25, est détecté par CR26 - C31 - R33. Le condensateur de détection C31 est relié au créneau d'allumage pour assurer une meilleure transmission des fronts d'allumage au wehnelt.

Le potentiomètre R36 permet d'ajuster l'extinction en fonction de la tension de blocage du tube.

3.2.6.- Autres tensions

La sortie 6 du convertisseur permet aussi d'obtenir :

via CR22 - C23 la tension - 200 V,
via le doubleur CR89-CR90-C71-C73, accroché au + 120 V, la tension + 470 V nécessaire à l'effacement du tube mémoire.

3.2.7.- Amplificateur d'allumage

Le créneau d'allumage issu de la base de temps, les signaux d'effacement de trame provenant du commutateur de voies Y, ainsi que les éventuels signaux appliqués sur l'entrée J301 "Modulation extérieure", sont mélangés dans le transistor Q12 monté en base commune, dont ils modulent le courant.

Le potentiomètre "LUMIERE" R51a permet de prélever une fraction variable du signal fourni par Q12 et de l'appliquer, par l'intermédiaire de l'étage Q10-Q13 et du suiveur Q52, à l'amplificateur de sortie Q14-Q15. Le transistor PNP Q15 permet un temps de montée plus rapide du créneau qui lui est appliqué via C37.

3.2.8.- Limitation du courant de faisceau

La tension d'accélération (G2) est fournie au tube cathodique par le transistor Q18. Pour protéger le tube mémoire contre un courant de faisceau trop important, l'amplitude du courant d'accélération (qui est proportionnelle à celle du faisceau d'inscription) est observée aux bornes de R182. Ce signal est transmis via Q11 et le suiveur Q19 à une cellule d'accumulation R178-C95 permettant d'appliquer au comparateur U42 un signal reflétant la valeur moyenne du courant de faisceau. Lorsque celle-ci dépasse le seuil admissible, le courant fourni par U42 vient agir sur le courant de Q12, limitant ainsi l'amplitude du créneau d'allumage.

3.3.- CLAVIER DE COMMANDES (Z6 - fig. 4)

Sur ce schéma sont récapitulées les diverses touches de recherche de fonctions situées sur le clavier du panneau avant (circuit Z6) ainsi que les voyants correspondant aux fonctions sélectionnées.

La liaison de Z6 au circuit Z1 est assurée par un circuit souple, chaque connexion étant repérée par une lettre (touche) ou par un chiffre (voyant). Pour faciliter la compréhension les touches sont reproduites sur chaque schéma où elles interviennent fonctionnellement.

3.4.- LOGIQUE DE CHOIX DES FONCTIONS (Z1 - fig. 5)

3.4.1.- Bande passante 20 MHz

Les impulsions issues de la touche S17, inversées par U22/6, sont appliquées à l'entrée horloge de la bascule U10 (type D). Elles permettent d'obtenir alternativement un niveau 1 ou un niveau 0 sur la sortie Q, commandant un interrupteur analogique situé dans le boîtier U20. Celui-ci commute (ou non) la tension V2 pour alimenter : d'une part (sur Z2 - fig. 14) le relais K1 commandant la réduction de la bande à 20 MHz, et d'autre part sur le panneau avant le voyant "BP 20 MHz" (Z6 - fig. 4).

A tout instant l'information disponible sur la sortie Q, transmise par la ligne M19, peut être mise en mémoire (fig. 8). Le retour de cette information stockée s'effectue dès qu'arrive sur la ligne RM20 une commande "Rappel Mémoire" (niveau 0). La bascule, alors commandée sur ses entrées R et S, reproduit en Q l'information amenée par la ligne RM19.

3.4.2.- Expansion x10

Le dispositif est presque identique au précédent ; il comprend : la touche S11 et la bascule U14a qui, par l'intermédiaire de l'amplificateur inverseur U15/15, commande le relais K1 (Z3, fig. 22) ainsi que le voyant "x10" (Z6 - fig. 4). La mise en mémoire s'effectue via la ligne M9, et le retour mémoire (RM20 = 0) via la ligne RM9.

3.4.3.- Mode X

Un appui sur la touche S13, par l'intermédiaire de la bascule U5/3 - U5/4, met au niveau 1 l'entrée U/D (10) du circuit U6 qui fonctionne alors en compteur. Inversement un appui sur la touche S12 positionnera U6 en décompteur.

A chaque appui sur S12 ou S13, une impulsion (inversée dans U5/10 et retardée par R168 - C93) est appliquée à l'entrée horloge (15) du compteur U6 dont les sorties binaires Q1 - Q2 - Q3 s'incrémentent dans un sens ou dans l'autre. Celles-ci sont reliées au démultiplexeur U7 qui aiguille la tension V2 (+ 15 V environ) vers l'une de ses 5 sorties (1, 12, 13, 14, 15) en fonction du code binaire d'entrée. Lorsque une sortie est ainsi validée elle assure d'une part (sur Z3 - fig. 21) la mise en oeuvre du mode sélectionné (XY, B1, B1 + B2, B2 seul, ou Mixé), et d'autre part (sur Z6 - fig. 4) l'éclairage du voyant correspondant. Le rôle de la diode CR36 est de servir de butée en position "décomptante" (S12) : lorsque le mode XY est atteint, un état 1 est imposé à l'entrée 9 de U5, ce qui arrête l'incrémentation. De même en position "comptante" (S13) la diode CR38 sert de butée lorsque le mode Mixé est atteint.

Prise en mémoire de l'information :

A tout instant le mode choisi, disponible en code binaire sur les sorties de U6 (Q1 - Q2 - Q3) peut être transmis par les lignes M16, M17, M18 pour être stocké dans des circuits mémoire en appuyant sur l'une des touches M1 ou M2 (fig. 8). Inversement cette information stockée peut être rappelée par l'intermédiaire des lignes RM16, RM17, RM18 reliées aux entrées "précompte" de U6 : dès qu'une commande "Rappel Mémoire" (niveau 1) arrive en 1 de U6, les sorties Q1, Q2, Q3 du compteur sont chargées à la valeur de précompte sélectionnant ainsi le mode qui avait été mis en mémoire, et assurant l'éclairage du voyant correspondant.

3.4.4.- Filtre synchro B1

Les bascules U9a et U9b sont reliées entre-elles de telle sorte que recevant des impulsions d'horloge issues de la touche S5, elles délivrent sur leurs sorties Q1 et Q2 des informations binaires, par séquences de 4 :

	Q1 (1)	Q2 (13)
impulsion n	1	1
impulsion n + 1	0	1
impulsion n + 2	0	0
impulsion n + 3	1	0
impulsion n + 4	1	1

etc...

Ces informations sont appliquées au démultiplexeur U11 qui, en fonction du code binaire d'entrée, aiguille la tension V2 (issue de U13/10) vers l'une des 4 sorties S1, S2, S3 ou S4. Ces sorties commandent d'une part le choix (sur Z3, fig. 15) du filtre synchro B1 (=, ∿, ⌒, ⌇), et d'autre part l'éclairage (sur Z6, fig. 4) du voyant correspondant. En mode XY, la tension issue de U13 étant nulle, aucune sortie n'est validée, et les voyants sont tous éteints.

La prise en mémoire des informations Q1 - Q2 s'effectue via les lignes M6 - M7. Le retour mémoire a lieu dès qu'un niveau 0 est transmis via RM20 aux portes U12/4 et U12/10. Les deux bascules étant alors commandées par leurs entrées S et R, les sorties Q1 et Q2 reproduisent les informations mémorisées transmises via RM6-RM7.

3.4.5.- Alterné - Commuté

Les impulsions issues de la touche S1, transmises via U35/10 et U22/10 font chaque fois changer d'état la bascule U14b. Celle-ci commande en 13 et 12 deux interrupteurs analogiques (U17b) commutant la tension + V2 sur la sortie 8 ou sur la sortie 11. Ces sorties sont rebouclées sur la porte d'entrée U35/10.

La sortie 8 à l'état haut commande le mode "Alterné" (via Q23, fig. 6) ainsi que l'éclairage du voyant CR1 (Z6 - fig. 4). Inversement, à l'état bas elle commande le mode "Commuté", et c'est la sortie 11 qui allume alors le voyant CR2.

La mise en mémoire de l'information s'effectue, via la ligne M1, et le retour mémoire (RM20=0) via la ligne RM1, la bascule étant alors commandée par ses entrées R et S.

Nota : Quand on appuie sur la touche les 2 LED sont allumées.

3.4.6.- B2 Libre ou Synchronisé

Le dispositif est presque identique au précédent; il comprend : la touche S16, la bascule U16 et les interrupteurs analogiques U17a dont les sorties (rebouclées sur la porte d'entrée U35/11) commandent l'éclairage des voyants CR32 ou CR33, ainsi que le choix du mode B2 : libre ou synchronisé (via 10 de J6 - Z3, fig. 10).

La mise en mémoire s'effectue via la ligne M8, et le retour mémoire (RM20 = 0) via la ligne RM8.

3.4.7.- Automatique - Déclenché - Monocoup

Les bascules U19a et b associées à la porte U21/3, recevant des impulsions d'horloge issues de la touche S9, delivrent un niveau 1 à tour de rôle sur Q1, sur Q2 et sur 3 de U21. Ces sorties commandent 3 interrupteurs analogiques (situés dans U20) qui commutent la tension + V2 (issue de U15) à tour de rôle sur les sorties S1, S2 ou S3.

. Lorsque 3 de U21 est à 1, la sortie validée S1 commande, via 9 de J7, le mode automatique (Z3 - fig. 19). Dans les deux autres cas (S1 = 0) c'est le mode déclenché qui est en service.

. Lorsque Q2 est à 1, la tension transmise par U22/2 et 8 de J7 est nulle, assurant (sur Z3 - fig. 19) le mode "Monocoup". Dans les deux autres cas (Q2 = 0) le balayage est répétitif .
En mode "Mono" la touche S10 permet de transmettre, via C50 et U22/2, une brève impulsion positive en 8 de J7, qui réarme le balayage.

. L'éclairage des voyants Auto, Décl. ou Mono (sur Z6, fig. 4) est commandé par les sorties S1, S2, S3 de U20. En mode XY aucun voyant n'est allumé, la tension issue de U15/2 étant nulle.
En mode "Mono", dans l'attente du réarmement, une tension positive arrivant en 7 de J7 libère un oscillateur constitué par U22/12 - R89 - C52. Celui-ci soumet (via Q22) l'alimentation du voyant à des interruptions basse fréquence qui le font clignoter.

La mise en mémoire de l'information (Q1, Q2) s'effectue via les lignes M4, M5 et le retour mémoire (RM20 = 0) via les lignes RM4 et RM5, les bascules U19a et b étant alors commandées par leurs entrées R et S.

3.4.8.- Mode Y

Le dispositif est presque identique au précédent ; il comprend la touche S2 et les bascules U23a et b associées à la porte U18/11, permettant de sélectionner les modes Y suivants (voir fig. 6) :

. Q1 = 1 : mode A B C

. Q2 = 1 : mode A + B, C

. Q1 et Q2 = 0 : mode A, A + B, B, C

L'éclairage des voyants (sur Z6, fig. 4) s'effectue par l'intermédiaire des amplificateurs U13 commandés par les sorties 2, 12, et U18/11. La mise en mémoire s'effectue via les lignes M2, M3 et le retour mémoire (RM20 = 0) par les lignes RM2, RM3.

3.4.9.- Alimentation - Sauvegarde du panneau avant et des memorisations M1 et M2

Les tensions + V1 et + V2 alimentant les circuits logiques sont fournies par le + 15 V via les diodes CR44 et CR45. Un dispositif comprenant notamment une pile alcaline 9 V et le transistor Q21 permet, lorsque l'appareil n'est plus sous tension, de sauvegarder les commandes du panneau avant en maintenant la tension + V1 à une valeur suffisante (environ 2,2 V) pour préserver les informations mémorisées et l'état des bascules.

3.5.- LOGIQUE DE COMMUTATION DES VOIES Y (Z1 - fig. 6)

3.5.1.- Programmes de commutation

Les mémoires PROM U25 et U26 constituent avec les bascules U24a et b un ensemble permettant de commander par les sorties Q1 - Q2 - Q3 de U26 la commutation séquentielle des voies Y. Cette commutation peut s'effectuer selon 3 programmes différents en fonction du code binaire appliqué sur les entrées A6 et A7, transmis par les lignes M2 - M3 (issues du dispositif de choix de mode Y, fig. 5) :

M2	M3	Programme de commutation
1	0	A, B, C
0	1	A + B, C
0	0	A, A + B, B, C

La sortie Q4 de U25 commande une réduction de courant au niveau de l'amplificateur final chaque fois que la voie de somme algébrique est en service.

Chacun des 3 programmes peut être modifié par suppression d'une ou plusieurs voies : cette suppression est commandée (à partir des interrupteurs S2 du panneau avant, fig. 10) par un état 1 arrivant sur l'entrée A5 (voie A), A4 (voie B) ou A3 (voie C).

3.5.2.- Modes de commutation

La commutation des voies s'effectue au rythme d'un signal d'horloge appliqué en 3 et 11 de U24. En mode "Alterné" ce signal, issu du créneau B1 est transmis via Q24 monté en base commune (Q25 étant alors bloqué par l'intermédiaire de Q23). En mode "Commuté" Q25 libéré transmet à Q24 un signal 1 MHz fourni par l'oscillateur U8/10 - C58 - R107. Q24 est alors polarisé par le créneau B1 de façon à ne transmettre le signal de commutation que pendant la durée du balayage.

Les transistors Q26 et Q27 transmettent les signaux d'effacement de trame destinés à l'amplificateur d'allumage (fig. 3).

3.5.3.- Calibrateur

Le signal 1 kHz fourni par l'oscillateur U8/12 est utilisé d'une part pour le réglage des sondes (J601, panneau avant), d'autre part comme signal d'horloge pour la mémorisation des commandes du clavier (fig. 8).

3.6.- LOGIQUE DE SYNCHRONISATION (Z1 - fig. 7)

3.6.1.- Choix de la source synchro B1

Le dispositif est analogue à celui du Mode X (voir paragraphe 3.4.3). Il comprend notamment : les deux touches S3 - S4, le compteur/décompteur U36 et le démultiplexeur U37 qui aiguille la tension + V2 sur l'une de ses 6 sorties en fonction de la source synchro choisie (Composite, A, B, C, Extérieur ou Secteur). Les diodes de butée sont : CR55 en comptage, et CR54 en décomptage. La prise en mémoire en code binaire est transmise par les lignes M10 - M11 - M12, et le retour mémoire (RM20 = 0) s'effectue via les lignes RM10 - RM11 - RM12 reliées aux entrées "précompte" de U36.

3.6.2.- Commutation des voies de synchronisation

Deux cas sont à considérer :

a) le mode n'est pas composite (sortie 13 de U37 à 0 V) : l'une des 5 autres sorties de U37 est validée et commande (sur Z6, fig. 4) l'éclairage du voyant correspondant. Cette même sortie assure, via les portes U38 à U41, la commutation de la source synchro choisie en commandant la coupure d'un des éléments suivants (voir fig. 9) :

CR64 (voie A)
CR66 (voie B)
CR68 (voie C)
Q42 (voie Synchro Ext.)
Q30 (voie Secteur)

b) le mode choisi est "Composite" (sortie 13 de U37 à la tension + V2) : la logique des portes U38 à U41 est telle que la commutation de source synchro n'est plus définie par les sorties de U37, mais commandée séquentiellement par les sorties du circuit U26 (fig. 6), en synchronisme avec la commutation des voies verticales.

3.6.3.- Choix et commutation de la source synchro B2

Le dispositif identique au précédent comprend : les deux touches S14 - S15, le compteur/décompteur U29, le démultiplexeur U30, et les diodes de butée CR52 et CR53. La commande synchro "Secteur" n'existe pas.

Les diodes CR56, CR57 et CR58 inhibent les sorties de U30 sur les modes XY, B1 Seul, et B2 Libre.

La logique des portes U31 à U34 assure la commutation des voies de synchronisation par coupure de CR72 (voie A), CR74 (voie B), CR76 (voie C) ou Q53 (voie Synchro Ext.).

3.7.- MEMORISATION DES COMMANDES (Z1 - fig. 8)

Les circuits U43 à U47 d'une part, U48 à U52 d'autre part constituent deux ensembles distincts permettant chacun de stocker en mémoire les informations définies à un instant quelconque sur le clavier de commandes et de restituer ces informations au moment voulu.

Lorsque un niveau 0 est appliqué en 9 et 10 de ces circuits (G1, G2 : contrôle entrée) les informations présentes sur les lignes M1 à M19 sont transférées dans des bascules internes (ce transfert s'effectuant sur un signal d'horloge reçu en 7).

Dans les autres cas les entrées des boîtiers sont déconnectées, et les bascules rebouclées sur elles-mêmes conservent les informations reçues.

De même en sortie, lorsque un niveau 0 est appliqué en 1 et 2 (M, N : contrôle sortie) les informations stockées sont sorties sur les lignes RM1 à RM19, alors que dans les autres cas, les sorties 3 états déconnectées des mémoires internes sont à haute impédance.

Un appui sur la touche "M1" (ou "M2") commande le transfert en mémoire par mise à 0 de l'entrée G1.

Le retour mémoire est commandé par un appui sur "RAPPEL" (qui met à 0 l'entrée M via l'inverseur U5/11 et la bascule U16), suivi d'un appui sur "M1" (ou "M2") pour mettre à 0 l'entrée N. Le temps séparant ces deux manoeuvres est limité par la constante R101 - C94 qui définit la durée de basculement de U16 (maintien à 0 de l'entrée R).

Récapitulatif des lignes de mise en mémoire et de retour mémoire :

M1	RM1	Alterné-Commuté
M2 - M3	RM2 - RM3	Mode Y
M4 - M5	RM4 - RM5	Auto-Décl.- Mono
M6 - M7	RM6 - RM7	Choix de filtre synchro B1
M8	RM8	B2 libre ou synchronisé
M9	RM9	Gain horizontal x1 ou x10
M10-M11-M12	RM10-RM11-RM12	Source synchro B1
M13-M14-M15	RM13-RM14-RM15	Source synchro B2
M16-M17-M18	RM16-RM17-RM18	Mode X
M19	RM19	Bande passante 20 MHz

La ligne RM20, chargée par une résistance (R176) 10 fois plus faible que les autres lignes, permet d'adresser aux divers circuits une commande "Retour mémoire", avant que ne leur parviennent les informations mémorisées.

3.8.- COMMUTATEUR ET AMPLIFICATEUR DE SYNCHRONISATION (Z1 - fig. 9)

3.8.1.- Synchro B1

Les commandes issues de la logique synchro (fig. 7) permettent de prélever comme source de synchronisation de B1 le signal issu :

. de la voie A, via Q33 et CR65 (CR64 étant coupée)

. de la voie B, via Q35 et CR67 (CR66 étant coupée)

. de la voie C, via Q37 et CR69 (CR68 étant coupée)

. de la prise d'entrée "Synchro Ext" (fig. 15), par l'intermédiaire du préamplificateur Q40 - Q41 - Q43, et de la diode CR80 (Q42 coupé).

. de l'alimentation réseau via Q29 et CR61 (Q30 coupé).

Ce signal transmis par le suiveur Q44 et amplifié par Q45 est appliqué via Q46 au circuit de synchronisation de B1 (fig. 15).

Lorsque deux voies sont commutées simultanément (somme A + B), la mise en conduction de Q31 permet, en dérivant dans R152 le courant supplémentaire créé, de maintenir Q44 au même point de fonctionnement.

Le transistor Q47 prélève le signal synchro B1, pour l'utiliser en déviation horizontale en mode XY.

3.8.2.- Synchro B2

Identique au précédent, le dispositif comprend notamment les transistors Q32, Q34 et Q36, et les diodes CR73, CR75 et CR77 commandées respectivement par CR72, CR74 et CR76. L'étage de sortie est constitué par Q48, Q49, Q50. La dérivation de courant en somme algébrique est assurée par Q51.

3.9.- PREAMPLIFICATEUR VOIES A, B OU C (Z2 - fig. 10)

Une seule voie est représentée sur la figure 10, les deux autres voies étant rigoureusement identiques. Les 3 préamplificateurs sont situés sur la même grande carte Z2 (avec des repères sérigraphiés identiques), mais il y a 3 petits circuits d'entrée Z7.

3.9.1.- Liaison d'entrée (Z7)

Le signal appliqué sur l'embase d'entrée J100 est transmis par le commutateur S10 soit directement (position $\overline{\sim}$) soit par l'intermédiaire de la capacité C2 (position $\sim$). En position 0 l'entrée de l'atténuateur, déconnectée de J100, est mise à la masse.

3.9.2.- Atténuateurs haute et basse impédance

Le signal est d'abord soumis à une atténuation à haute impédance de rapport 1/1, 1/10 ou 1/100 selon la position des contacts S1a du commutateur "V/div.".

L'étage adaptateur, comprenant le transistor à effet de champ Q1 et le circuit U1, constitue un suiveur à très haute impédance d'entrée et à très basse impédance de sortie. Le potentiomètre R15 permet de supprimer tout décalage de tension entre l'entrée et la sortie. Cet étage est suivi d'un atténuateur basse impédance dont le rapport est 1/1, 1/2, 1/4 ou 1/10 selon la position des contacts 1 à 4 du commutateur S1b. Son action combinée avec celle de l'atténuateur haute impédance permet de définir le coefficient de déviation verticale de la voie, pour les positions 5 mV/div. à 5 V/div.

En sortie de cet atténuateur se situe le vernier de gain R26a dont la plage d'action est réglée par R25. Lorsque ce vernier n'est pas en position extrême (Etalonnée), un contact S4 allume le voyant CR4 "Non Etal.".

3.9.3.- Etages d'amplification

Le circuit U2, suivi des transistors Q2 et Q3 montés en suiveurs constitue un étage différeniel dont le gain peut être multiplié par 2,5 lorsque le contact 5 de S1b est fermé, ce qui permet d'obtenir la sensibilité "2 mV/div.".

L'inverseur S3 permet de croiser les sorties, et donc d'inverser ou non le signal de la voie, avant de l'appliquer à l'étage Q6 - Q7. Sur les collecteurs de ces transistors intervient la commande de cadrage par le potentiomètre R26b, par l'intermédiaire des amplificateurs U3a et U3b dont l'un est monté en suiveur et l'autre en inverseur.

C'est également en sortie de cet étage qu'arrive, via J11 la commande de commutation de voie : un niveau 0 dérive le signal dans CR5-CR6 (les diodes CR7 et CR8 étant alors coupées) ; un niveau 1 bloque CR5 - CR6, et le signal est transmis via CR7 - CR8 à l'amplificateur final commun aux 3 voies (fig. 14).

3.9.4.- Signal de synchronisation

Le signal de synchronisation interne de la voie est prélevé par les transistors Q4 - Q5 pour être transmis à l'amplificateur synchro (fig. 9). Noter que ce prélèvement se fait avant l'inversion de voie, et avant le cadrage, pour que ces deux commandes n'agissent pas sur la synchronisation.

3.10.- AMPLIFICATEUR FINAL Y (Z2 - fig. 14)

Le signal issu du préamplificateur est appliqué (quelle qu'en soit la voie d'origine) à un étage commun comprenant les transistors Q11 - Q12 montés en base commune et les suiveurs Q13 - Q14.

Lorsque une seule voie est commutée le courant d'entrée provient d'une part du préamplificateur (via CR7 et CR8), et d'autre part du + 15 V (via R83 - CR11 et R84 - CR15). Lorsque deux voies sont commutées simultanément (somme algébrique) le courant issu du préamplificateur est doublé. Pour compenser cet accroissement et maintenir Q11 et Q12au même point de fonctionnement, les diodes CR11 et CR15 sont coupées par un niveau 0 (en 1 de J11) faisant conduire les diodes CR12 et CR14.

Des corrections en température sont obtenues par les transistors Q15 - Q16 (utilisés en diodes à capacité variable).

Le signal est transmis par une ligne à retard (carte imprimée Z4) à un amplificateur du genre "faux-cascode" composé d'un étage inférieur différentiel Q27, Q28 et d'un étage supérieur à contre réaction Q29, Q30. Le potentiomètre R97 ajuste le gain de l'étage. La résistance CTN RT3 associée aux diodes à capacité variable CR16-CR17 assure la correction en température.

Cet amplificateur est suivi d'un étage différentiel Q17 - Q18, et de l'étage final Q23 - Q24 - Q25- Q26 qui est un cascode classique fournissant au tube cathodique les signaux de déviation verticale.

3.11.- SYNCHRONISATION DE B1 (Z3 - fig. 15)

3.11.1.- Filtres synchro

Le signal destiné à la synchronisation de B1 arrive en 7 de J6. Les transistors Q1, Q2 et Q3 sont des interrupteurs permettant de faire intervenir des constantes de temps entrainant la réjection de certaines fréquences.

En mode $\overline{\sim}$ les capacités C3, C4 et C5 étant court-circuitées par Q2, le signal est transmis directement au suiveur Q4.

En mode $\wedge$, la liaison est également continue, mais en outre la capacité d'intégration C2 est connectée à la masse par l'interrupteur Q1.

En mode $\sim$, la capacité C3 est seule court-circuitée (par Q3) et la liaison se fait à travers C4 et C5.

En mode $\wedge\!\!\vee$, aucun des 3 interrupteurs n'étant fermé, la capacité C3 est intercalée dans la liaison.

3.11.2.- Mise en forme et polarité

Le signal est mis en forme par trois amplificateurs différentiels successifs contenus dans le boîtier U17. U17a reçoit sur sa 2ème entrée une tension variable, réglable par le potentiomètre "SEUIL" permettant de choisir le niveau de fonctionnement de la synchronisation.

En sortie de U17c l'inverseur S1501, commandé par l'axe du potentiomètre de seuil, permet de sélectionner un déclenchement sur front ascendant ou descendant du signal de synchronisation.

3.11.3.- Fonctionnement du SEUIL en Automatique et en Déclenché

La plage d'action du seuil, par R26, est déterminée par les tensions de sortie des deux suiveurs U18a et U18b.

En mode "DECL." (9 de J7 à l'état 0) les interrupteurs Q5 et Q54 sont fermés : U18a délivre une tension d'environ - 0,9 V, et U18b une tension d'environ - 4,2 V.

En mode "AUTO" (9 de J7 à l'état 1) Q5 et Q54 sont coupés. Les tensions fournies par U18a et U18b ne sont pas fixes. Elles suivent en permanence : l'une la valeur crête positive, et l'autre la valeur crête négative des signaux de synchronisation. Ceci est obtenu d'un côté par la capacité mémoire C9 chargée aux crêtes positives du signal par U16a-Q6, et de l'autre par la capacité C8 chargée aux crêtes négatives par U16b-Q7. Ainsi la synchronisation est-elle vraiment automatique puisque la course du seuil est toujours limitée à l'amplitude crête à crête des signaux.

Les transistors Q55-Q56 permettent d'utiliser le potentiomètre de seuil R26 pour affiner la synchronisation de certains signaux HF, en agissant légèrement sur la durée du temps mort de balayage.

3.12.- SYNCHRONISATION DE B2 (Z3 - fig. 16)

La mise en forme du signal et le choix de polarité, identiques à ceux de la synchro B1, sont assurés par les amplificateurs U19a, b et c et par l'inverseur S1601. Le circuit ne comporte ni filtre, ni dispositif de seuil automatique.

3.13.- BASE DE TEMPS B1 (Z3 - fig. 19 et 17)

3.13.1.- Générateur de dent de scie

La dent de scie est fournie par un intégrateur de Miller constitué par le TEC Q20, l'amplificateur Q22 (chargé par le transistor complémentaire Q21) et les éléments RC commutables par le commutateur S1a "Durée/div. B1" (réseau RR5, R55, R56 et capacités C20 à C25 - fig. 17).

La rampe est due à la charge à courant constant de la capacité C à travers la résistance R dont la tension est fixée, à partir du + 15 V, par l'intermédiaire du circuit suiveur U20a (fig. 17). Cette tension peut être ajustée selon les positions de S1a par les potentiomètres R46, R47, R48. La pente de cette rampe (vitesse de balayage) est fonction de la constante RC sélectionnée. Elle peut aussi être modifiée par la mise en service du VERNIER B1 R62 qui permet d'appliquer à R (via U20b) une fraction variable de la tension. Un contact commande alors l'allumage du voyant CR6 "B1 NON ETAL.".

3.13.2.- Commande du balayage

Le balayage s'effectue lorsque le bistable U24a bascule à l'état bas (Q = 0). Il reçoit cette commande :

. soit (en mode relaxé) sur son entrée 4 (R = 1)

. soit (en mode déclenché) sur son entrée horloge 6 (signal synchro).

- Déclenchement du balayage

U24a étant à l'état 0 fait conduire Q18 dans R109 ce qui bloque les diodes CR11 - CR12 : l'amplificateur Miller charge la capacité C et fournit au point B une tension décroissante.

- Fin du balayage

Lorsque cette tension atteint + 4 V, Q12 se met à conduire : la bascule U24b commandée par son entrée S passe à l'état haut (Q = 1) et fait basculer U24a à l'état 1 ; Q18 se bloque et libère les diodes CR11 - CR12. La capacité Miller se décharge ; c'est le retour de la dent de scie.

- Retour à la tension d'appui

L'amplificateur différentiel U25 compare la dent de scie reçue sur son entrée 6 à une tension d'appui fixe + 12 V (définie par le pont R115 - R116 et appliquée via le suiveur U26/7 sur son entrée 9).

Lorsqu'en fin de retour la dent de scie atteint cette valeur, le transistor Q19 se met à conduire dans R109 et reboucle ainsi l'intégrateur de Miller asservissant sa tension de sortie à la valeur d'appui.

3.13.3.- Circuit de temps mort

A la fin du balayage le rebasculement de U24a (Q = 1) commande aussi (via Q18, Q15, Q16, Q14 et Q13) le trigger de réarmement U23d. Mais cette commande est transmise avec un certain retard provoqué (au niveau de la base de Q13) par une capacité de temps mort C'. Celle-ci est sélectionnée par le multiplexeur U21 (voir fig. 17) selon la position du commutateur "Durée Div. B1". Elle est associée à R99, R129 et au potentiomètre R62a qui permet de faire varier le temps mort du balayage. A la fin de ce temps mort U23d bascule à l'état 0 ce qui a pour effet :

. en mode "déclenché" d'armer (en 9) la bascule U24a qui basculera (Q = 0) dès l'arrivée en 6 d'un signal synchro.

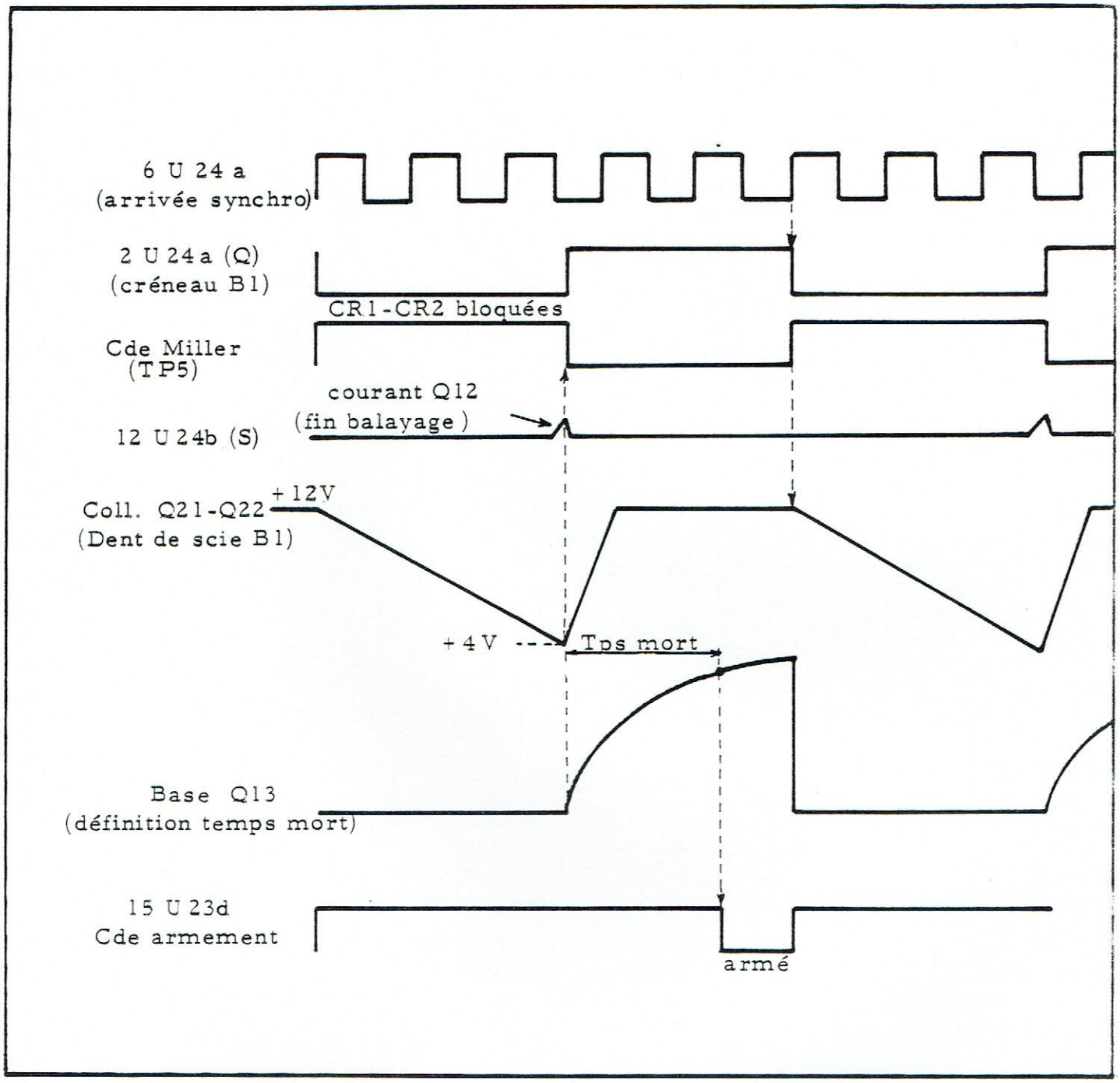
. en mode "relaxé" de commander, via U23c, le basculement immédiat de U24a, par son entrée 4 (R = 1).

3.13.4.- Bascule automatique

Le fonctionnement automatique, commandé par U23a, Q9 et U23b consiste à ouvrir la porte U23c pour permettre le départ de la dent de scie dès l'arrivée du signal de fin de temps mort issu de U23d : le balayage est alors relaxé. Ceci est réalisé lorsque la broche 9 de J7 est au niveau 1, et à condition qu'au point D les signaux synchro soient absents ou de fréquence inférieure à 25 Hz. Dans ce cas la capacité C39 reste chargée négativement, et U23b (à l'état haut) maintient ouverte la porte U23c.

Si des impulsions de synchro arrivent en D, le monostable U23a décharge C39 (via Q9), et le niveau bas fourni par U23b rétablit le fonctionnement "déclenché" (la commande de seuil étant toutefois modifiée comme indiqué au paragraphe 3.11.3).

La présence de signaux synchro est signalée par le voyant CR9.



BALAYAGE B1 EN "DECLENCHE"

3.13.5.- Monocoup

En mode monocoup le transistor Q67 est bloqué par un niveau 0 en 8 de J7. Sa tension de collecteur est abaissée de telle sorte qu'après le retour du balayage, même lorsque la capacité C' (temps mort) est déchargée, le trigger U23d ne peut plus basculer : le réarmement du balayage ne se fait pas.

Une pression sur la touche "Réarm." (fig. 5) envoie via Q67 une brève impulsion positive qui assure le basculement de U23d et le réarmement (pour un balayage seulement).

Lorsque U23d est en attente de réarmement, sa sortie 15 (à l'état haut) commande également via Q17 le clignotement du voyant "MONO" (Z1 - fig. 5).

3.14.- BASE DE TEMPS B2 (Z3 - fig. 20 et 18)

3.14.1.- Retardateur

L'amplificateur différentiel U27 a pour fonction de commander le retard du balayage B2 par rapport au départ du balayage B1. Il n'est mis en fonctionnement (via la diode CR13) que sur les modes B2, B1 + B2, ou Mixé. Il compare la dent de scie B1 appliquée sur son entrée 9 à une tension continue appliquée sur son autre entrée 6. Cette tension, transmise par le double suiveur U14 (fig. 23) peut être réglée soit par le potentiomètre "RETARD 1", soit par les deux potentiomètres "RETARD 1 et RETARD 2", en alternance à chaque balayage. La commutation est assurée par l'interrupteur analogique U30a.

L'amplificateur U27, lorsque ses deux entrées arrivent en coïncidence, délivre un front négatif. C'est ce signal retardateur qui, après mise en forme dans Q23 et U28a, va armer ou déclencher le balayage B2.

3.14.2.- Générateur de dent de scie

Comme pour la base de temps B1, c'est un intégrateur de Miller qui comprend le TEC Q29, l'amplificateur Q31 chargé par Q30, ainsi que les éléments RC commutables par S1b et le multiplexeur U22 (fig. 18).

La tension Miller, fixée par les suiveurs U34a et b (fig. 18), est rendue variable par le vernier B2 (R76).

3.14.3.- Commande du balayage

La commande est assurée par la sortie 3 = 0 de la bascule U29a, qui bloque, via Q27, les diodes CR17 - CR18.

Le rebasculement en fin de balayage est commandé par le courant de Q24. Une deuxième bascule U29b a pour fonction, en mode "Mixé" (entrée D = 1) d'assurer l'extinction dès la fin du balayage B2 par sa sortie 14 = 0 (voir fig. 21). Le rôle de U28d est d'imposer le retour de B2 par celui de B1.

3.14.4.- Balayage B2 libre ou resynchronisé

En mode "Libre" c'est la porte U28c (validée par son entrée 12) qui, recevant via C60 le signal retardateur, fera basculer U29a par son entrée S (5). Cette entrée sera maintenue à 1 par Q40.

En mode "Synchronisé" la bascule est simplement armée en D (7) par l'intermédiaire de U28b. Elle ne basculera que lors de l'arrivée d'un signal synchro sur son entrée horloge (6).

3.14.5.- Tension d'appui de B2

L'asservissement de la sortie de l'intégrateur de Miller à la tension d'appui est réalisé par l'amplificateur différentiel Q25 - Q26 alimenté par Q28. Cette tension, appliquée sur la base de Q25, est fixe (+ 12 V) sauf en mode "Mixé" où elle suit la dent de scie de B1, la commutation s'effectuant par l'interrupteur analogique U30b commandé via Q57 : tant que B2 n'a pas été déclenché, l'intégrateur de Miller suit la tension d'appui, et la sortie (TP11) reproduit la dent de scie B1.

Dès le départ de B2 l'asservissement à la tension d'appui n'est plus maintenu, et la pente de la rampe est alors définie par les éléments RC de B2.

3.15.- COMMUTATION DE MODE X (Z3 - fig. 21)

Les portes U33 permettent, en fonction du choix de mode X issu de Z1 (fig. 5) de commuter la voie convenable vers l'amplificateur horizontal et d'assurer simultanément la commande de l'amplificateur d'allumage.

La commutation des signaux vers l'amplificateur horizontal est assurée par les interrupteurs Q33, Q34 ou Q35 ouverts ou fermés par l'intermédiaire des diodes CR19, CR22 ou CR23.

Le mélange des créneaux d'allumage est réalisé dans le circuit U32 fonctionnant en source de courant commandée : les amplificateurs a, b, c et d sont bloqués ou libérés par leurs entrées 6, 5, 12 et 11. Ils sont commandés en courant (montage base commune) par les signaux reçus sur les sorties 3, 2, 15 et 14. Leurs courants respectifs s'additionnent au niveau de l'alimentation commune de U32 (broche 1) et c'est ce courant résultant qui commande l'amplificateur d'allumage.

- **Mode B1** : Q33 transmet la dent de scie B1, et U32a seul en fonctionnement transmet le créneau d'allumage B1.
- **Mode B2** : Q34 transmet la dent de scie B2, et U32b le créneau d'allumage B2.
- **Mode B1 + B2** : C'est la dent de scie B1 qui est transmise par Q33. Le créneau B1 est transmis par U32a, mais pendant le balayage B2, U32c conduit et transmet le créneau B2 qui, s'ajoutant à celui de B1, commande la surbrillance.
- **Mode Mixé** : Q34 transmet d'abord la dent de scie B1 (servant d'appui à B2), l'allumage étant commandé par le courant de U32a. Lorsque le retard est atteint, Q34 transmet la dent de scie B2, la luminosité étant alors augmentée par le courant de U32c. Le transistor Q32 a pour rôle de commander l'extinction de la trace dès la fin du balayage B2.
- **Mode XY** : Q35 transmet à l'amplificateur horizontal le signal X (issu de l'ampli de synchro B1) et U32d fournit le courant nécessaire à l'allumage en XY.

Rôle des transistors Q58 à Q61

Q61 chargé par Q60 transmet en 3 de J8 un créneau négatif correspondant au balayage B1. Le niveau de ce signal est défini par la polarisation de Q60, commandée par Q58. Il est différent selon le choix "COM" ou "ALT". Dans le 1er cas il inhibe le signal de commutation pendant le temps mort du balayage (voir fig. 6). Dans le 2ème cas il commande l'alternance des voies ; cette commande est supprimée une fois tous les 5 balayages par un signal arrivant (via R316) sur la base de Q60, ceci pour garantir, en fonction "Δt", la présence des deux surbrillances (Retards 1 et 2) sur chaque voie quel qu'en soit le nombre.

En mode XY le transistor Q59 commande la saturation permanente de Q61, ce qui supprime toute alternance des voies.

3.16.- AMPLIFICATEUR HORIZONTAL (Z3 - fig. 22)

L'étage différentiel à contre réaction Q36-Q37 reçoit, selon le mode X choisi, la dent de scie B1, la dent de scie B2 ou le signal XY.

A ce signal se superpose la tension issue des potentiomètres de cadrage gros et fin (R198 a et b).

Un deuxième étage Q38 - Q39 est alimenté en courant constant par Q42. Son gain peut être multiplié par 10 par fermeture du relais K1.

L'étage différentiel final est constitué d'un côté par Q43 qui commande le push-pull Q46 - Q47, et de l'autre par Q45 qui commande Q48 - Q49. Il fournit au tube cathodique les signaux de déviation horizontale par l'intermédiaire des diodes Zener de décalage CR25 et CR26.

3.17.- FONCTION VOLTMETRE ET Δt (Z3 - Z5 - fig. 23)

3.17.1.- Principe de la mesure

Un convertisseur analogique/numérique reçoit une tension continue qui reflète :

. soit (en mode "Volt") la tension d'entrée à mesurer

. soit (en mode "Δt) l'écart de tension défini par les potentiomètres "RETARD 1" et "RETARD 2".

La conversion consiste à rétablir un équilibre rompu par la tension d'entrée, en intégrant des charges électriques élémentaires successives. Ces charges sont fournies par des impulsions d'horloge. Un compteur enregistre le nombre d'impulsions nécessaires au rééquilibrage : c'est ce nombre qui traduit, en sortie du convertisseur, la tension appliquée à l'entrée.

Une fois la conversion terminée, avant la remise à zéro pour un nouveau cycle de mesure, le contenu du compteur est mis en mémoire pour être transmis, par des sorties multiplexées, à un décodeur BCD/7 segments en vue de son affichage. Le nombre affiché traduit directement la valeur de la tension d'entrée (en mesure "Volt") ou l'écart de temps (en mesure "Δt).

3.17.2.- Choix "Volt" ou "Δt"

Le bistable U6a, commandé par la touche S1 (Z5) permet de choisir le mode "Volt" (Q = 1) par mise en conduction de l'interrupteur U10/5, ou le mode "Δt" par mise en conduction de U10/13.

La saturation de Q53 impose le mode "Volt" dans les cas suivants :

. Vernier B1 non étalonné (cathode de CR6, fig. 17)

. Modes B1, Mixé, ou XY (3 J6)

. B2 non LIBRE (3 J6)

. Mode Monocoup (10 J7)

3.17.3.- Convertisseur analogique/numérique

La tension à convertir est appliquée en 3 du convertisseur U4 (Z3).

La sensibilité propre de ce convertisseur est définie par une tension référence appliquée en 2. Cette sensibilité peut être de 2 V ou de 200 mV selon l'état des interrupteurs analogiques U12/5 et U12/6 commandés en 12 et 13 de U7 par le circuit de recherche automatique de gamme.

En sensibilité 2 V la référence est ajustable par R288, et la durée d'intégration définie par la constante R290 - C112. En sensibilité 200 mV la référence est ajustable par R286, et R290 est shuntée par R291.

Le convertisseur engendre lui-même ses impulsions d'horloge, leur fréquence étant définie par la résistance R292 (broches 10, 11).

Le résultat du comptage est disponible en code BCD sur les sorties multiplexées Q0 à Q3 (20, 21, 22, 23).

3.17.4.- Recherche automatique de gamme

La mesure étant cyclique, à la fin de chaque cycle de comptage le convertisseur U4 délivre sur sa sortie 14 un créneau positif (niveau 1) d'environ 5 µs. Pendant la durée de ce créneau les sorties Q0 et Q3 du convertisseur indiquent si le contenu du compteur est normal, en dépassement (> 1999), ou en sensibilité insuffisante (< 180) :

Q0	0 gamme normale 1 dépassement ou sous-gamme
Q3	0 dépassement 1 sous-gamme

Ces indications vont permettre, après chaque cycle de comptage, de commuter automatiquement les atténuateurs d'entrée et la sensibilité du convertisseur, jusqu'à ce que la gamme convenable soit trouvée.

Le dispositif de recherche est constitué par les bascules U5a, U5b et U6b (recevant sur leurs horloges le créneau différencié par R293 - C114) ainsi que par les portes U7. La commande automatique est assurée en sortie par les signaux a' et b' (en 1 et 13 de U5).

Logique de commande :

Gamme 1 (la plus sensible)	: a' = 0	b' = 0
Gamme 2	: a' = 1	b' = 0
Gamme 3	: a' = 1	b' = 1
Gamme 4 (la moins sensible)	: a' = 0	b' = 1

En dépassement : à chaque cycle de comptage il y a commutation sur la gamme suivante jusqu'à ce que la gamme convenable soit trouvée.

En sous-gamme : il y a d'abord commutation sur la gamme la plus sensible, ensuite le processus est ramené au cas d'un dépassement.

3.17.5.- Entrée en mode "VOLT"

La tension d'entrée (J2301) est appliquée à un atténuateur par 10, 100 ou 1000 dont la branche haute est R11. Les interrupteurs analogiques du boîtier U10 commandés sur leurs entrées 6 et 12 par le circuit de gamme automatique (a' et b') commutent à la masse les branches basses de l'atténuateur qui peuvent être :

R273 (atténuation 1/10)

R273//R274-275 (atténuation 1/100)

R273//R274-275//R276-277 (atténuation 1/1000)

La tension atténuée est transmise via U10/3 à l'entrée 3 du convertisseur U4.

Commandes a'	Commandes b'	Atténuation	Sensibilité Convertisseur	GAMME
0	0	1/10	200 mV	1,999 V
1	0	1/10	2 V	19,99 V
1	1	1/100	2 V	199,9 V
0	1	1/1000	2 V	1999 V

3.17.6.- Mode "Δt"

Affectation des retards

Les suiveurs U14a et b délivrent deux tensions (VR1 et VR2) définies respectivement par les potentiomètres "Retard 1" et "Retard 2". En mode "Δt" la bascule U8b, recevant sur son entrée horloge les créneaux du balayage B1 (via Q50), commute alternativement à chaque balayage VR1 et VR2 vers le circuit retardateur de B2 (par les interrupteurs analogiques U30a, fig. 20). En mode "Volt" la bascule bloquée par Q2 commute VR1 en permanence.

Les bascules U9a, U9b et U8a constituent un diviseur par 5 permettant d'inhiber (via Q60, fig. 21) la commande d'alternance des voies une fois tous les 5 balayages, afin de garantir, en mode "Δt" la présence des deux surbrillances (Retards 1 et 2) sur chaque voie quelqu'en soit le nombre.

Circuit d'entrée

Les tensions VR1 et VR2 sont également transmises au comparateur U13 par l'intermédiaire d'un étage différentiel constitué par U15 et les transistors Q62 à Q66.

Le comparateur U13 délivre en sortie une tension continue proportionnelle à la différence algébrique "VR1 - VR2". Cette tension est alors appliquée à un atténuateur par 1, 2 ou 4, dont la branche haute est R268. Deux interrupteurs analogiques du boîtier U12, commandés sur leurs entrées 12 et 13 par le commutateur "DUREE/DIV." de B1 (positions 2, 1, 5) commutent à la masse les branches basses de l'atténuateur qui peuvent être :

R269 (positions 1 : atténuation 1/2)

R270 (positions 5 : atténuation 1/4)

Sur les positions 2, les interrupteurs sont bloqués, il n'y a pas d'atténuation.

La tension est alors transmise via U10/1 à l'entrée du convertisseur U4.

Nota : La prise en compte des rapports 1/10, 1/100, 1/1000 etc... du commutateur "DUREE/DIV.", s'effectue au niveau de l'affichage par déplacement de la virgule et choix du voyant unité (ms, µs, ns).

3.17.7.- Affichage

Les sorties multiplexées du convertisseur transmettent le contenu du compteur en code BCD au circuit U6 qui est un décodeur BCD/7 segments.

Les 4 chiffres de l'afficheur U1, U2, U3, U4 sont allumés à tour de rôle par les commandes issues des sorties 16, 17, 18, 19 de U4 (par l'intermédiaire de l'étage tampon U5).

Les segments sont alimentés par le bus de sortie du décodeur U6. La barre verticale du signe + est commandée (via Q3) par la sortie 22 de U4.

Le positionnement de la virgule ainsi que le choix du voyant d'unité sont assurés par un circuit PROM : U1. Celui-ci est commandé sur ses entrées adresses :

. par le choix "Volt" ou "Δt" (A7)
. par la commande de multiplexage des afficheurs (A0, A1)
. par les commandes a' b' de recherche automatique de gamme (A2,A3)
. par les positions du commutateur "DUREE/DIV." (A4, A5, A6).

3.18.- MEMOIRE : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU TUBE "TRANSFERT"

Comme les tubes à mémoire demi-teinte le tube "transfert" comporte, en plus du canon d'inscription classique, un double canon d'arrosage délivrant un large faisceau d'électrons lents : cathodes K'1 (reliée au filament) et K'2 (dont la tension est ajustable) collecteur G'5, électrodes d'accélération G'2 et de collimation G'3. Mais sa particularité est d'avoir deux grilles mémoires (ou cibles) distinctes, très proches l'une de l'autre, et qui ont des structures différentes : la grille lente G'7 destinée à mémoriser les phénomènes relativement lents et la grille rapide G'6 permettant l'inscription de signaux beaucoup plus rapides.

Le mode "Transfert" utilise d'abord G'6 pour inscrire un phénomène très rapide, puis transfère immédiatement cette inscription sur G'7 pour en permettre une lecture plus durable.

Pour assurer les fonctions successives du tube mémoire (effacement, attente, inscription, transfert lecture, stockage...) ces deux grilles ainsi que les autres électrodes du canon d'arrosage sont soumises à divers signaux indiqués par les diagrammes ci-après, en fonction du mode choisi. (Noter que plusieurs de ces tensions peuvent varier notablement suivant le tube utilisé).

3.18.1.- Mode "LENT"

Grille lente G'7

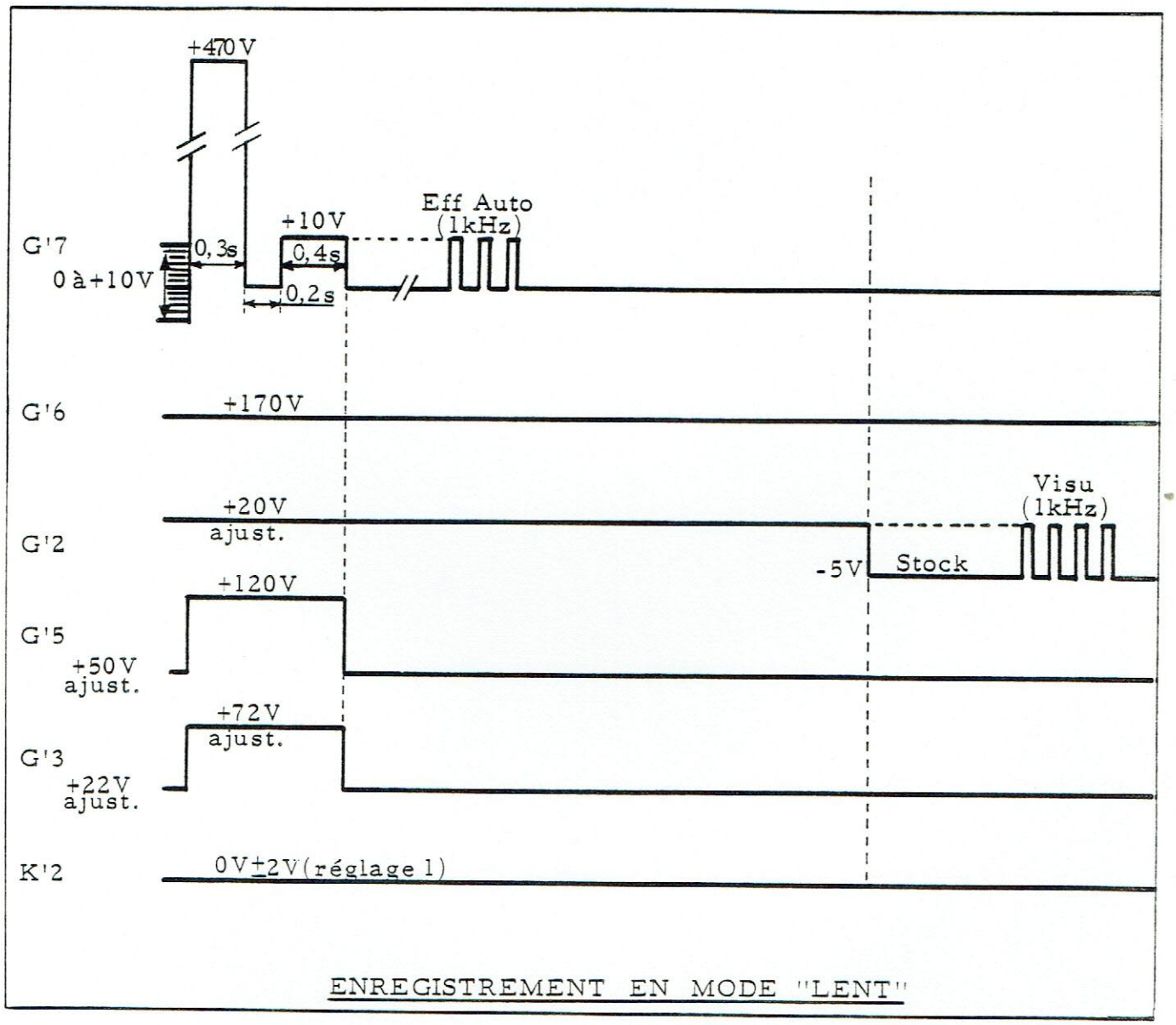
- La tension de repos est réglable de 0 à + 10 V par la commande "VIT. ENR.".

- Le cycle d'effacement dure environ 0,9 s. Il comporte une 1ère impulsion à + 470 V (inscription totale) dont la retombée assure l'effacement de la cible. Elle est suivie d'une 2ème impulsion à + 10 V dont l'amplitude varie donc de 0 à 10 V. C'est de cette amplitude que va dépendre, à la retombée, la polarisation de la cible, et par conséquent sa vitesse d'inscription.

- La commande "Effacement Automatique" consiste à appliquer sur G'7 des créneaux 1 kHz d'effacement permanent, dont on fait varier la largeur pour agir sur la rémanence de la trace.

Grille rapide G'6 : maintenue à + 170 V

Accélération G'2 : maintenue à + 20 V sauf en "stockage" où elle est portée à - 5 V. Le mode "Visu" consiste à appliquer sur G'2 des créneaux 1 kHz dont on fait varier la largeur (commande "LUM. STOCK") pour régler la luminosité, en variation inverse de la durée de lecture.



ENREGISTREMENT EN MODE "LENT"

Collecteur G'5 : porté de + 50 V à + 120 V pendant tout le cycle d'effacement.

Collimateur G'3 : porté de + 22 V à + 72 V pendant tout le cycle d'effacement.

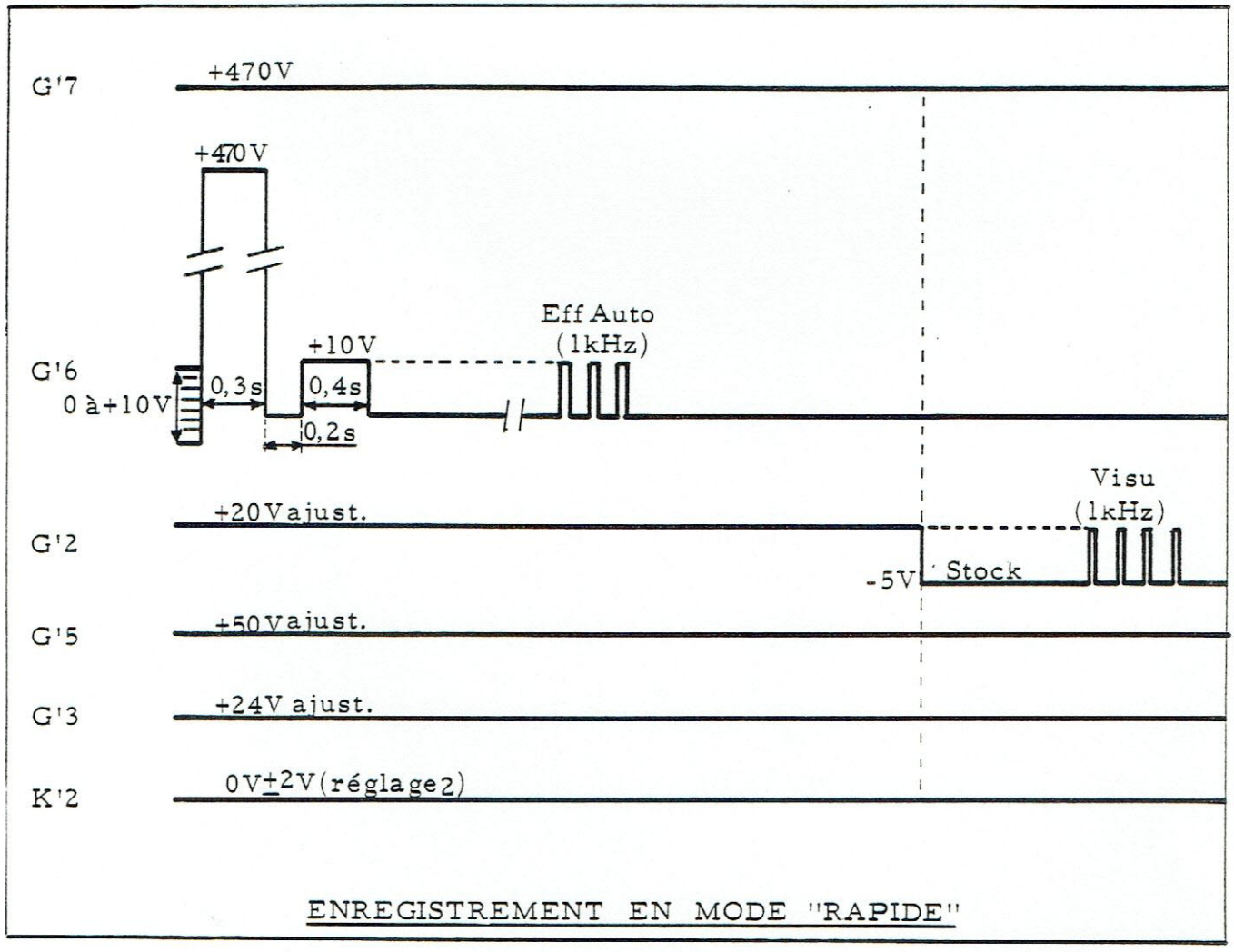
Cathode d'arrosage K'2 : maintenue à une tension voisine de la masse, ajustable selon le tube de - 2 V à + 2 V (valeur 1). Noter que l'autre cathode K'1, reliée au filament d'arrosage, est à la masse.

3.18.2.- Mode "RAPIDE"

Le fonctionnement est sensiblement identique à celui du mode "LENT" mais c'est la grille rapide G'6 qui reçoit les deux impulsions du cycle d'effacement, et éventuellement les créneaux d'effacement automatique. La grille lente est maintenue à + 470 V.

A noter que le collecteur G'5 et le collimateur G'3 sont maintenus à des tensions fixes, même pendant le cycle d'effacement.

La cathode est toujours proche de la masse, mais à une valeur 2 ajustée indépendamment de la valeur 1 (mode lent).



ENREGISTREMENT EN MODE "RAPIDE"

3.18.3.- Mode transfert "R + L"

Grille lente G'7

- Tension de repos (comme en mode LENT) soumise à la commande "VIT. ENREG." : 0 V à + 10 V.

- Cycle d'effacement identique à celui du mode LENT

- G'7 est ensuite portée à - 160 V, en attente d'un enregistrement. Pendant toute cette période d'attente elle reçoit toutes les 16 secondes environ une impulsion positive de 1 ms. Ces impulsions ont pour rôle de rééquilibrer en permanence les charges internes du tube, et d'éviter ainsi des irrégularités du fond de lumière.

- Pendant le balayage, G'7 est ramenée à sa tension de repos.

- A la fin du balayage elle reçoit une impulsion à + 470 V (150 ms) lui permettant de recevoir le transfert d'inscription de la grille rapide.

Grille rapide G'6

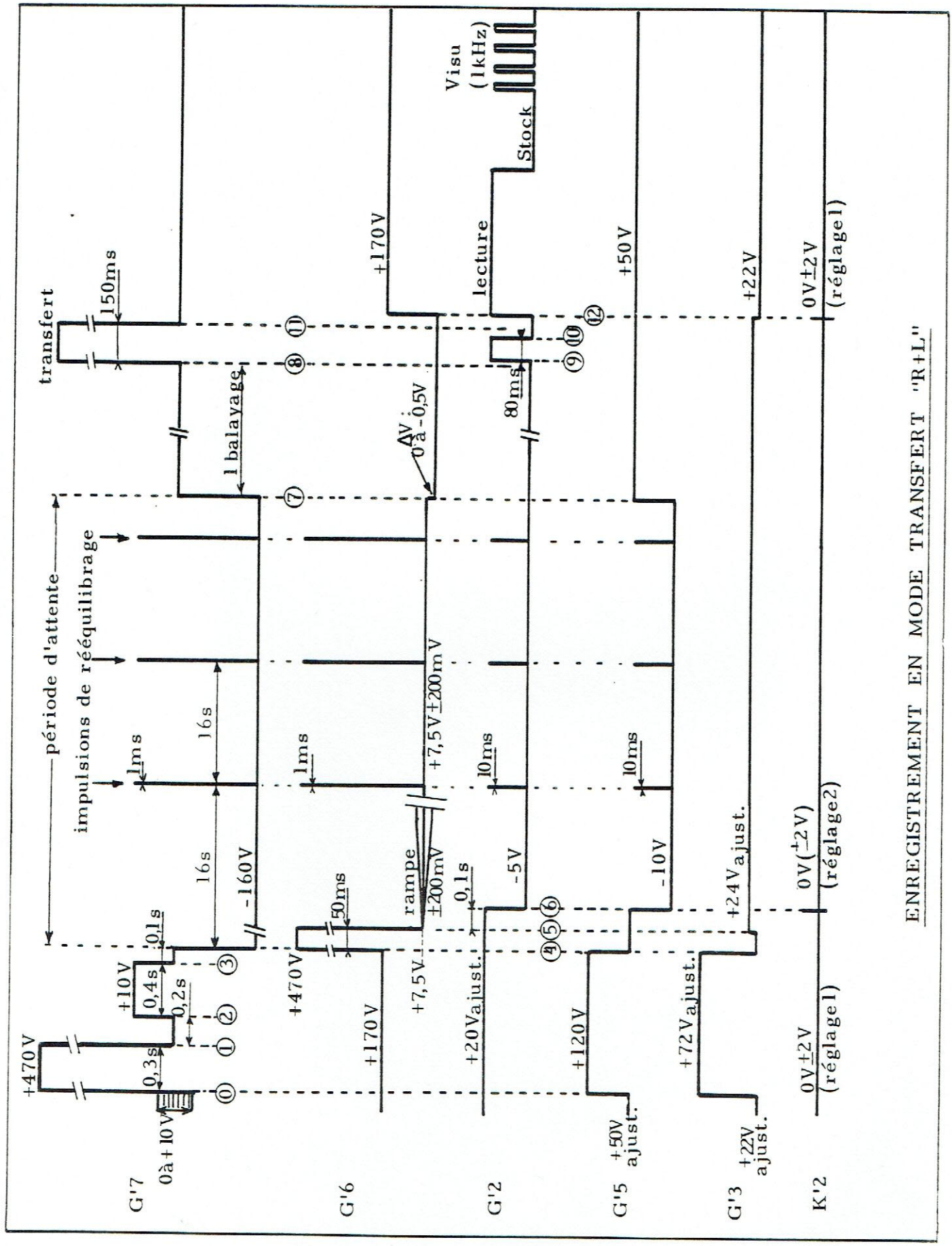
- Tension de repos : + 170 V pendant l'effacement de G'7.

- Impulsion d'effacement à + 470 V (50 ms) puis descente à la tension d'attente : + 7,5 V.

- Noter que cette descente se termine par une rampe de durée 15 s environ qui, suivant les tubes, peut être montante ou descendante, d'amplitude comprise entre 0 et $\pm$ 200 mV. Cette lente variation de tension a pour but de s'opposer aux effets de fuite pouvant se produire à ce moment là dans le tube, et d'éviter ainsi une remontée rapide du fond lumineux.

Pendant toute la période d'attente G'6 reçoit (comme G'7) des impulsions de rééquilibrage de 1 ms au même rythme (16 s).

- Au départ du balayage : ΔV négatif de 0 à - 500 mV, puis, après la fin du transfert, retour à la tension de repos + 170 V.



ENREGISTREMENT EN MODE TRANSFERT "R+L"

Grille accélératrice G'2

- Tension de repos + 20 V pendant le cycle d'effacement.

- -5 V pendant toute la période d'attente (avec des impulsions de rééquilibrage de 10 ms) et pendant le balayage.

- Créneau à + 20 V (80 ms) intercalé à l'intérieur de l'impulsion de transfert de G'7.

- Après la fin du transfert : retour à + 20 V, sauf en stockage (- 5 V) ou en visu (créneaux 1 kHz).

Collecteur G'5

- Porté de + 50 V à + 120 V pendant l'effacement de G'7

- Retour à + 50 V pendant l'effacement de G'6

- Pendant la période d'attente : passage à - 10 V, avec impulsions de rééquilibrage (10 ms) puis retour à + 50 V dès le départ du balayage.

Collimateur G'3

- Au repos : + 22 V (valeur ajustée en mode lent)

- Créneau de + 72 V pendant l'effacement, puis passage à + 24 V (valeur ajustée en mode rapide)

- Après la fin du transfert : retour à + 22 V.

Cathode K'2

- Au repos et pendant l'effacement de G'7 : tension voisine de la masse de valeur 1 (ajustée en mode lent)

- Ensuite passage à la valeur 2 (ajustée en mode rapide)

- Après la fin du transfert, retour à la valeur 1.

3.19.- MEMOIRE : CIRCUITS FONCTIONNELS

3.19.1.- Sélection du mode mémoire (Z10 - Z1 - fig. 24)

Un appui sur la touche S1, par l'intermédiaire de la bascule U53/4 - U53/11 met au niveau 0 l'entrée UD (10) du circuit U54 qui fonctionne alors en compteur. Inversement un appui sur la touche S2 positionnera U54 en décompteur.

A chaque appui sur S1 ou S2, une impulsion (inversée dans U53/3 et transitant par Z9 - fig. 25 pour permettre un verrouillage éventuel) est appliquée à l'entrée horloge (15) du compteur U54 dont les sorties binaires Q1 - Q2 - Q3 s'incrémentent dans un sens ou dans l'autre. Celles-ci sont reliées au démultiplexeur U55 qui aiguille la tension V2 (+ 15 V environ) vers l'une de ses 4 sorties (12, 13, 14 ou 15) en fonction du code binaire d'entrée. Lorsque une sortie est ainsi validée elle assure d'une part la mise en oeuvre du mode sélectionné (CONV., ENREG., VISU, ou AUTOSTOCK) et d'autre part, sur Z10, l'allumage du voyant correspondant. Les diodes CR91 et CR93 servent de butées au comptage et au décomptage lorsqu'une position extrême est atteinte.

3.19.2.- Sélection du mode d'enregistrement (Z10 - Z1 - fig. 24)

Les bascules U56/a et b associées à la porte U58/11, recevant des impulsions de la touche S3 délivrent un niveau 1 à tour de rôle sur Q1, sur Q2, et sur 11 de U58. Ces sorties commandent 3 interrupteurs analogiques (situés dans U57) qui commutent la tension + 15 V (arrivant via Q72 sauf en mode CONV.) à tour de rôle sur les sorties S1, S2 ou S3. Lorsqu'une sortie est ainsi validée elle assure la mise en oeuvre du mode sélectionné : LENT, RAPIDE ou R + L (Transfert) ainsi que l'allumage du voyant correspondant.

Les portes U60/4 et U61/6 permettent de corriger la sensibilité du tube mémoire selon le mode d'enregistrement choisi. Pour cela le réglage de la THT (voir fig. 3) est modifié par mise à la masse des résistances R206 (en mode LENT) ou R207 (en RAPIDE ou R + L).

3.19.3.- Amplificateur de commande de G'7 (Z1 - fig. 24)

La commande de la grille lente G'7 se fait par l'intermédiaire d'un amplificateur sommateur constitué par U67 - Q66 - Q67 - Q68. U67 effectue le mélange des différents signaux arrivant sur ses deux entrées via les résistances suivantes (sur Z9, fig. 25) :

R5, R6, R63 (entrée -)
R9, R10, R12, R64 (entrée +).

3.19.4.- Amplificateur de commande de G'6 (Z1, fig. 24)

Identique au précédent, cet amplificateur sommateur est constitué par U68 - Q69 - Q70 - Q71. Les signaux d'entrée à mélanger arrivent via R43, R88 (+) et R89 (-).

3.19.5.- Amplificateur de commande de G'2 (Z1 - fig. 24)

Les 2 états de la grille accélératrice G'2 sont commandés par l'intermédiaire de la porte U63/10, de l'amplificateur Q57 et des deux suiveurs complémentaires Q58 - Q59. G'2 est à - 5 V si U63/10 est à 1 ; dans le cas contraire G'2 est à + 20 V (réglable de + 15 V à + 30 V par R230).

3.19.6.- Amplificateur de commande de G'5 (Z12 - fig. 26)

Cet amplificateur, situé sur le petit circuit Z12, permet de fournir 3 états au collecteur G'5.

- Lorsque les transistors Q2 et Q4 sont bloqués, Q3 et Q5 sont saturés; G'5 est alors porté à + 120 V.

- Lorsque Q4 conduit (Q2 restant bloqué), Q5 commandé via Q3 délivre sur son collecteur une tension + 50 V ajustable par R4.

- Lorsque Q2 (commandé via U1/4) est saturé, la tension 0 V transmise par Q3 est décalée par la zener CR1, et porte G'5 à - 10 V.

3.19.7.- Amplificateur de commande de G'3 (Z1 - fig. 24)

Le circuit de commande des 3 états du collimateur G'3 est constitué par les transistors Q62 à Q65, Q76 et la porte U65/11.

Le créneau à + 72 V pendant l'effacement est commandé par l'entrée 8 de J13 (commune avec G'5) qui bloque Q63, la tension étant ajustable par R243. La tension de repos en mode "Lent" (environ + 22 V) est ajustable par R241 (Q64, Q62 et Q76 étant alors coupés).

La tension de repos en mode "Rapide" ou en mode "R + L" est environ + 24 V (9 de J13 à l'état 1). Elle est ajustable par R246.

3.19.8.- Circuit d'effacement automatique (Z1 - fig. 24)

. En mode LENT ou RAPIDE, si l'interrupteur couplé à R216 "Eff. Auto" n'est pas en fin de course (fermé), les portes U58/3 et U58/4 sont ouvertes et transmettent des impulsions 1 kHz au monostable U64/2. Celui-ci délivre des créneaux 1 kHz d'effacement automatique (persistance variable) de largeur ajustable par R216a, transmis via U64/2 et 9 de J12 aux circuits de commande de G'7 ou de G'6 (Z9 - fig. 25).

. En mode "R + L", le même interrupteur fermé ouvre la porte U60/11 qui transmet la fin de l'impulsion de transfert reçue en 13) et déclenche (via U60/10) le monostable U64/4. Celui-ci ne rebasculera qu'après un temps défini par R216b - R218 - C106 (réglable par la commande "DUREE VISU") pour transmettre une commande d'effacement via U64/6.

3.19.9.- Commande "VISU", Stockage, et "LUM. STOCK" (Z1 - fig.24)

En mode VISU les portes U65/3 et U65/4 sont passantes. Le monostable U64/8 délivre des créneaux négatifs 1 kHz de largeur réglable par R220a "LUM. STOCK". Ces créneaux sont appliqués à l'amplificateur de G'2 (entrée 12 de U63) pour commander la luminosité de lecture en mode VISU.

Si l'interrupteur couplé à R220a est en fin de course (ouvert), un état haut transmis par U65/3 et U63/9 est appliqué en permanence sur l'entrée 11 de U63 : c'est le stockage (G'2 = - 5 V) Q55 étant alors saturé, le voyant CR8 "STOCK" s'allume.

3.19.10.- Commande d'autostockage (Z1 - fig. 24)

La porte U59/10 reçoit une impulsion : soit en 8 dès la fin du balayage (via U65/10, sur les modes LENT ou RAPIDE), soit en 9 après la fin du transfert (sur le mode "R + L"). Cette impulsion est transmise via U66/3 à la bascule RS U66/10 - 11 qui ne peut fonctionner qu'en mode AUTOSTOCK (entrée 8). Celle-ci fournit, via U64/10 et U63/9 un état haut à l'entrée 11 de U63, qui commande la mise en stockage.

3.19.11.- Horloge 1 kHz et impulsions de rééquilibrage (Z9-fig.25)

Le signal d'horloge 1 kHz est fourni par l'oscillateur U19/6. Cette fréquence est divisée par 16 000 dans le décompteur U16 et appliquée via U12/4 à deux monostables. Le premier, U8/10 délivre toutes les 16 s. une impulsion de 10 ms (R51 - R98 - C22) destinée à G'2 (via U3/9) et à G'5.

Le second monostable U8/2 délivre des impulsions de 1 ms (R44, C19) destinées à G'7 (via R13, CR8, R12) et à G'6 (via CR11, R43).

3.19.12.- Générateur de rampe (Z9 - fig. 25)

Ce générateur est destiné, après l'effacement, à faire lentement varier le potentiel de G'6 (pendant 15 sec. environ) pour compenser des phénomènes de fuites pouvant se produire dans le tube mémoire.

Il est constitué par la charge de C34 - C35 à travers R67 - R68. R66 permet (selon le tube) d'ajuster l'amplitude de cette variation qui peut être positive ou négative, et R67 permet d'en régler la pente. Le dispositif est bloqué lorsque la sortie 6 de U22 est à 1 : C34 - C35 sont court-circuités via Q9 (tension positive) ou via Q10 (tension négative). La rampe démarre lorsque un état 0 (remise à 0 de U24a) arrive en 5 de U22.

3.20.- MEMOIRE : ENCHAINEMENT DES SIGNAUX DE COMMANDE (Z9 - fig. 25)

Note : Le fonctionnement décrit dans ce paragraphe est celui du mode "R + L" pour lequel les signaux sont les plus nombreux. Les différents instants du fonctionnement sont repérés sur le diagramme de la page 72 par des chiffres encerclés.

3.20.1.- Signaux sur G'7 (grille lente)

Tension de repos :

En mode Rapide, maintenue à + 470 V via CR4 et R10 (fig. 25). En mode Lent ou Transfert : réglable de 0 à + 10 V par R220 b (fig. 24) qui commande via 7 de J15 l'amplificateur Q1 - Q2 - Q3. La sortie de celui-ci intervient sur G'7 via l'interrupteur analogique U18/13, et R64.

Instant 0 :

Une commande d'effacement (manuel via 5 de U2, ou automatique via 6 de U2) déclenche le monostable U1/10 - U1/3 qui commande G'7 à + 470 V via CR2 et R9 (inscription totale).

Instant 1 : retour du monostable (après une durée R2 - C1 = 0,3 s) ramenant G'7 à la tension de repos et déclenchant le monostable U5/8.

Instant 2 : retour de U5/8 (après une durée R3 - C2 = 0,2 s) et départ du monostable U5/10, qui intervient (via U2/11 et U5/6) sur l'amplificateur Q1 - Q2 - Q3, dont la sortie commande (via R64) le passage de G'7 à + 10 V (impulsion de prépolarisation).

Instant 3 : retour de U5/10 (après une durée R4 - C3 = 0,4 s) ramenant G'7 à la tension de repos, et départ du monostable U5/12. Départ également du monostable U21/4 destiné à faire démarrer la rampe sur G'6 (après une durée R61 - C33, et via U21/2, U7/4 et U24a). Ce démarrage va coïncider pratiquement avec l'instant 5.

Instant 4 : retour de U5/12 (après une durée R18 - C4 = 0,1 s) qui déclenche le monostable U5/4, portant G'7 à - 160 V, via U4/9, CR5 et R6 : c'est la période d'attente.

Instant 5 : retour de U5/4 (après une durée R19 - C5 = 50 ms) et déclenchement du monostable U5/2 qui maintient G'7 à - 160 V par l'entrée 2 de U4/9.

Instant 6 : retour de U5/2 (après une durée R21 - C6 = 100 ms) mais maintien de G'7 à - 160 V via U10b et l'entrée 8 de U4/9.

Impulsions de rééquilibrage : fournies via R13 - CR8 - R12.

Instant 7 : départ du balayage d'enregistrement (créneau négatif en 6 de J13) transmis via Q8, Q7, U22/10 et remise à zéro de la bascule U10b qui ramène (via U4/9) G'7 à la tension repos.

Instant 8 : fin du balayage transmise via Q5 - Q6 ; déclenchement du monostable U14/8 qui, via U12/11, CR3 et R9 porte G'7 à + 470 V (transfert).

Instant 11 : retour de U14/8 (après une durée R32 - C18 = 150 ms) qui ramène G'7 à sa tension de repos.

3.20.2.- Signaux sur G'6 (grille rapide)

Tension de repos : en mode Rapide, réglable de 0 à + 10 V par R220a (comme G'7 précédemment sur les deux autres modes) grâce à l'interrupteur analogique U18/5 qui est passant (U18/13 étant bloqué), et à travers R42, R87, R88. En mode Lent ou Transfert, la tension de repos (+ 170 V) est commandée (via R41 et R88) par la porte U6/11, recevant un état 1 de la bascule U10a.

Instant 4 : la montée du monostable U5/4 porte G'6 à + 470 V (via l'interrupteur U18/12, CR9 et R43).

Instant 5 : retour de U5/4 et mise à 0 de la bascule U10a, commandée par U5/2. G'6 tombe à la tension d'attente : + 7,5 V ajustable par R39 (via l'interrupteur U18/6 et R40).

Simultanément arrive via R69 la faible variation de tension issue du générateur de rampe. Vont arriver aussi, toutes les 16 secondes, les impulsions de rééquilibrages (via CR11 et R43).

Instant 7 (départ du balayage) : la porte U12/3 délivre un état 1 via U13/10 qui crée un ΔV transmis par R36. Ce ΔV est ajustable par R37. En outre, pour les faibles vitesses d'inscription, une tension continue détectée par Q13 (variant avec l'amplitude du créneau de prépolarisation) est transmise par l'interrupteur U23/6.

Elle rajoute un ΔV au précédent, ajustable par R92.

Enfin, si l'attente d'un balayage a été longue (supérieure à 15 s), la 1ère impulsion de rééquilibrage fait basculer U20a et vient connecter (via l'interrupteur U23/12 et R35) un autre ΔV délivré par U12/10 et ajustable par R34. La somme de ces 3 ΔV est transmise à l'amplificateur de G'6 via R89.

Les entrées 12 et 13 de U13 permettent de maintenir ce ΔV à la fin du balayage et au-delà de l'impulsion de transfert.

Instant 12 : avec un retard sur la fin du transfert défini par R30 - C16 le monostable U14/2 commande (via U14/12 et U13/6) la remise à 1 de la bascule U10a ramenant G'6 à sa tension de repos : + 170 V.

3.20.3.- Signaux sur G'2 (grille accélératrice)

Cette commande est transmise par la porte U3/9.

Tension de repos : U3/9 reçoit en 1 un état 1 de la bascule U9b et fournit en 9 un état 0 commandant G'2 à l'état haut (+ 20 V).

Instant 6 : le retour du monostable U5/2 (voir G'7) transmis par U14/10 fait basculer U9b : U3/9 délivre alors un état 1 qui commande G'2 à l'état bas (- 5 V).

Pendant cette période d'attente des impulsions de rééquilibrage (10 ms) issues de U8/10 vont arriver en 2 de U3/9.

Instant 8 : la fin du balayage fait partir le monostable U14/4.

Instant 9 : le retour de ce monostable (après une durée définie par R27 - C12) déclenche le monostable U14/6 qui applique en 8 de U3 l'impulsion de 80 ms (R25 - C11).

Instant 12 : la remise à 0 de la bascule U10a (voir G'6) commande via U11/10 celle de U9b : G'2 remonte à + 20 V.

3.20.4.- Signaux sur G'5 (collecteur)(Z12 - fig. 26)

Tension de repos : le transistor Q4, commandé via 4 de J21 est saturé : G'5 est à + 50 V.

Instant 0 : le passage à 1 de la bascule U20b (sur Z9) bloque Q4 : G'5 est porté à + 120 V.

Instant 4 : rebasculement à 0 de U20b et retour de G'5 à + 50 V.

Instant 6 : le passage à 1 de la bascule U9b (sur Z9), transmis via U1/3 et U1/4, sature le transistor Q2 ce qui porte G'5 à - 10 V.
Au cours de cette période d'attente des impulsions de rééquilibrage (10 ms) issues de U8/10 (Z9) sont inversées par Q1, pour venir bloquer Q2.

Instant 7 : le départ du balayage et le basculement à 0 de U10b (sur Z9) commande, via U1/3 et U1/4 le blocage de Q2 : G'5 est ramené à + 50 V.

3.20.5.- Signaux sur G'3 (collimateur)

Tension de repos : + 22 V (réglage en mode lent) commandée par la sortie Q de U20b à l'état 0.

Instant 0 : + 72 V commandé par le passage à 1 de U20b.

Instant 4 : retour à + 22 V.

Instant 5 : la bascule U10a envoie un état 1 en 9 de J13 ce qui met G'3 sur la tension de repos + 24 V (réglage en mode rapide).

Instant 12 : rebasculement de U10a : retour à + 22 V.

3.20.6.- Commande de K'2 (cathode d'arrosage)

La cathode est polarisée à une tension voisine de la masse par R186 (réglage 1 en mode "LENT" - Z1, fig. 24).

Instant 6 : le basculement de U9b donne en 12 un état 0 qui (via Q12) ferme l'interrupteur analogique U23/5 - 13 ; la polarisation de K'2 est alors modifiée par un deuxième réglage R76 (effectué en mode rapide) branché en parallèle sur le précédent (Z9 - fig. 25).

Instant 12 : le rebasculement de U9b ramène K'2 au réglage 1.

4.- MAINTENANCE

Cet appareil mettant en oeuvre des tensions élevées, agir avec précautions une fois le capot enlevé, pour prévenir tout accident.

Le présent chapitre a pour but de fournir à l'utilisateur quelques renseignements lui permettant de dépanner ou de retoucher les réglages de son appareil en cas de nécessité (échange d'un composant par exemple).

Toutes les 1000 heures de fonctionnement environ, contrôler les divers étalonnages de l'appareil.

4.1.- ENTRETIEN DE LA PLATINE

La platine avant peut se ternir au cours des manipulations. Pour la nettoyer, dévisser les boutons de commande des potentiomètres et des contacteurs et laver les plaques photogravées, soit à l'eau savonneuse, soit au pétrole. Pour cette opération **proscrire tous les produits a base d'acétone, de trichlore, de benzine ou d'alcool** qui attaquent la peinture et les inscriptions sérigraphiées.

4.2.- ACCES AUX ORGANES INTERNES

4.2.1.- Démontage des capots et de la poignée

Le capot supérieur peut être retiré en dévissant les 4 vis latérales de fixation. Le capot inférieur est en outre fixé au châssis par 5 vis qu'il faut également dévisser.

La poignée de l'oscilloscope est solidaire du capot inférieur, chaque oreille d'articulation étant fixée par 2 vis à têtes hexagonales.

4.2.2.- Démontage du sous-ensemble Y (carte Z2, côté gauche)

- Retirer tous les boutons de commande de la partie gauche du panneau avant, et dévisser les 7 vis de fixation de la platine ainsi que la douille de masse J202 : la platine sérigraphiée peut alors être retirée.

- Débrancher de la carte le boîtier noir d'arrivée des 3 câbles coaxiaux "synchro", ainsi que le fil de masse, reliant Z2 à Z1.

- Déconnecter la barrette 5 broches (prise J10) et le boîtier Berg 7 broches (prise J11) reliant Z2 à la carte Z1.

- Dévisser les 7 vis de fixation de la carte (repérées ① sur la planche P4) ainsi que 2 vis du côté du châssis intérieur, derrière la carte (repérées ② sur la planche P4).

- Dégager la petite carte Z12 (2 vis)

- Déconnecter le méplat de liaison aux plaques Y (broches 13 et 14).

- La carte Z2 peut alors être dégagée en la retirant vers l'arrière. Veiller à ne pas égarer les petites plaquettes encadrant les leviers "~0~".

Nota : La ligne à retard (carte Z4) est solidaire de la carte Z2. Pour la retirer, dévisser les 5 vis de fixation, et déconnecter les broches 9, 10, 11, 12.

4.2.3.- **Démontage du sous ensemble X** (carte Z3, côté droit)

- Retirer tous les boutons de commande de la partie droite du panneau avant, et dévisser les 5 vis de fixation de la platine (4 cruciformes, et 1 à tête ronde).

- Derrière le panneau avant et la carte Z5, dévisser l'écrou de fixation de la douille de masse J2302, et dessouder de l'entrée "Voltmètre" la résistance 9 MΩ (bleue).

Déconnecter en outre la résistance à l'arrière de l'embase J1501 "Synchro Ext." ainsi que la liaison de masse.

La platine sérigraphiée peut alors être retirée.

Nota : éviter de débloquer les intravis de serrage du cylindre sur la tige du commutateur de durées, car ce réglage est minutieux.

- Déconnecter le fil vert de sortie " ⊓. 5 V" (J601), ainsi que les deux fils rouges (sorties arrière ⊔ B1 et B2), et le fil noir de liaison à Z1.

- Débrancher, derrière le potentiomètre de mise en marche, la prise blanche de liaison au réseau.

- Déconnecter toutes les barrettes de liaison à la carte Z1 : J6 (2 x 5 broches), J7 (2 x 5 broches), J8 (2 x 5 broches), et J9 (5 broches).

- Dévisser les 6 vis de fixation de la carte (repérées ① sur la planche P3).

- La carte Z3 peut être dégagée en la retirant vers l'arrière ; déconnecter alors les 2 fils de liaison aux plaques X1 et X2.

4.2.4.- Démontage du sous-ensemble Alimentation (cartes Z1 et Z9 face inférieure)

Les cartes Z1 - Z9 ne peuvent être retirées que solidairement avec le panneau arrière.

- Retirer du panneau avant les boutons "Lumière", "Concentration" ainsi que "VIT. ENR", "LUM. STOCK" et "DUREE VISU".

- Devisser, derrière le panneau avant, les 2 vis cruciformes fixant la carte Z6 (clavier), et dégager celle-ci par l'arrière.

- Déconnecter le fil noir de masse reliant Z1 à Z2.

- Dévisser les 4 vis de fixation de la carte (marquées ① sur la planche P2) ainsi que la colonnette (marquée ③), et desserrer la vis (marquée ④).

- Déconnecter le boîtier noir d'arrivée des 3 câbles coaxiaux "synchro", ainsi que le fil vert de liaison à la prise " ⊓ . 5 V" (J601, panneau avant).

- Déconnecter (côté Z3) les barrettes J6 (2 x 5 broches), J7 (2 x 5 broches, J8 (2 x 5 broches) et J9 (5 broches, ainsi que (côté Z2) la barrette J10 (5 broches) et le boîtier J11 (7 broches).

- Dévisser la vis à tête fraisée fixant le longeron (bordant Z1) au cadre avant (côté gauche).

- Retirer la plaque protectrice THT (face supérieure) et dévisser l'équerre support de prises. Déconnecter celles-ci pour permettre leur passage par les trous d'accès des fils.

- Dévisser les 4 vis (tête fraisée) fixant le panneau arrière aux châssis.

- Débrancher, à l'arrière du potentiomètre de mise en marche, la prise blanche de liaison au réseau.

- Déconnecter les fils reliant Z3 aux prises "B1" et "B2" du panneau arrière.

- Retirer le radiateur arrière (4 vis accessibles sur la face interne du panneau arrière).

- Dévisser les 2 vis (tête fraisée) sur la tranche supérieure du panneau arrière. L'ensemble Z1 + panneau arrière peut alors être retiré par l'arrière.

4.2.5.- Démontage du tube cathodique

- Retirer la plaque de protection THT (face supérieure), dévisser l'équerre porte-prises et déconnecter celles-ci.

- Démonter le radiateur arrière (4 vis,face interne du panneau arrière).

- Retirer le culot arrière du tube ainsi que les fils de connexion aux plaques Y et X.

- Dessouder sur Z8 le fil de post-accélération.

- Retirer du panneau avant le cache noir de l'écran (1 vis) ainsi que le neutral bleu. Débloquer les vérins de maintien latéral du tube.

- A l'arrière, près du culot, dévisser 2 vis de fixation du blindage du tube au châssis.

- Dégager le tube en le tirant vers l'arrière pour dégager la partie avant (éclairage du réticule) et soulever l'ensemble.

Pour sortir le tube cathodique de son blindage :

- Desserrer la vis noire sur le collier arrière.

- Retirer l'éclairage du réticule (2 écrous et 2 fils à dessouder).

- Débrancher du tube les 4 fils latéraux inférieurs, et le fil latéral central supérieur.

- Retirer le tube de son blindage en faisant passer les peignes et les deux prises par la fenêtre (en retirant les colliers si nécessaire).

4.3.- MATERIEL NECESSAIRE POUR LE DEPANNAGE ET LE REGLAGE

Appareils	Caractéristiques minimales
- Oscilloscope de contrôle avec sonde.	Bande passante 100 MHz
- Voltmètre numérique	2 V à 2000 V - Précision 10^{-3}
- Générateur de signaux sinusoïdaux et rectangulaires	amplitude : 0 à 5 V fréquence : 5 Hz à 1 MHz.
- Générateur de signaux calibrés en temps (GET 635)	durées 1 s à 10 ms
- Générateur d'impulsions (GI 634B) avec adaptateur 50 Ω	temps de montée $\leq$ 1 ns fréquence : 100 Hz à 1 MHz
- Générateur d'impulsions	amplitude 500 mV à 20 V durée 10 à 15 µs
- Générateur de signaux rectangulaires étalonnés en amplitude	amplitude 10 mV à 100 V précision 1%; fréquence 1 kHz env.
- Dérouleur de fréquence à niveau de sortie très stable	150 MHz
- Standard de tensions continues étalonnées	Précision 10^{-3}

4.4.- REGLAGE DE L'OSCILLOSCOPE EN MODE "CONVENTIONNEL"

Les opérations sont à effectuer dans l'ordre logique et fonctionnel indiqué ci-après.

4.4.1.- Alimentation (Z1 - planche P2)

- Régler la tension + 15 V par R12 (fig. 2)

- Vérifier les tensions + 5 V, - 5 V, + 65 V, + 120 V ($\pm$ 2%) et la tension non régulée + 20 V.

- Régler la tension de cathode du tube à - 1900 V par R26 (fig. 3).

- Vérifier sur J8 la présence de la tension non régulée - 200 V.

- Vérifier la régulation des alimentations à ± 10% réseau.

- Vérifier le courant de sauvegarde à l'arrêt : A l'arrêt la différence de potentiel aux bornes de R79 ne doit pas être supérieure à 0,5 V. La tension de sauvegarde V1 ne doit pas être inférieure à 2,1 V.

4.4.2.- Tube cathodique (Z1 - planche P2, fig. 3)

- Potentiomètre "LUMIERE" à fond à droite, régler R36 pour que le point de déclenché (sans balayage) soit à la limite de disparition sur l'écran. Mesurer alors la tension du Wehnelt Vg1.

- Durée B1 50 ns/div. Par des monocoups successifs observer le créneau d'allumage sur R289 (51 Ω) et par R49 régler l'amplitude du créneau à la valeur Vg1 - Vk.

- Régler l'horizontalité du balayage par R67 ("ROT." panneau avant) et l'orthogonalité par R193.

- Centrer le potentiomètre "CONCENT" (panneau avant) et régler simultanément R55 (Astig. panneau avant) et R276 pour obtenir une trace fine, avec ou sans signal, en tous points de l'écran.

- Appliquer un signal sinusoïdal couvrant verticalement tout l'écran et horizontalement une sinusoïde par division. Régler la géométrie par R194 pour obtenir la forme sinusoïdale la plus correcte.

4.4.3.- Base de temps (Z3 - planche P3)

. Régler la longueur du balayage à 11 cm par R214 (fig. 22).

- Vitesses du balayage B1 (fig. 17)

. Mode B1 - Vernier en position "Etal" - Injecter à l'entrée le signal du générateur étalon de temps et régler les différentes vitesses du balayage d'après le tableau suivant :

Durée/div. B1	Elément à régler
10 µs/div.	R48 } retouches
0,1 µs/div.	C25 } successives
1 ms/div.	R47
0,1 s/div.	R46

. R129 (fig. 19) est destiné à ajuster le temps mort pour certains cas particuliers d'utilisation (Informatique).

- Vitesses du balayage B2 (fig. 18)

. Mode B2 - Vernier en position "Etal.". Procéder comme pour B1 d'après le tableau suivant :

Durée/div. B2	Elément à régler
10 µs/div.	R63 } retouches
0,1 µs/div.	C37 } successives
10 ms/div.	R64

- Gain horizontal en x10

. Mode B1, 10 µs/div., générateur sur 1 µs
Régler R216 (fig. 22) pour avoir une impulsion par division

. sur 50 ns/div. (en x10) régler la linéarité du balayage par C93 et C99 (fig. 22).

4.4.4.- <u>Déviation verticale</u> (Z2 - planche P4)

Equilibrages voies A, B, C (fig. 10)

Sur chacune de ces voies :

. Régler R15 ("EQ" pannneau avant) pour équilibrer le passage de 20 mV/div. à 10 mV/div. et 5 mV/div. (supprimer tout déplacement vertical de la trace).

. Régler R38 pour équilibrer le passage de 5 mV/div. à 2 mV/div.

. Régler R30 pour équilibrer le passage de "normal" à "inversé".

Gain voies A, B, C (fig. 10 et 14)

. Sur chacune des 3 voies (10 mV/div.) appliquer un créneau calibré de 50 mV et régler R25 (fig. 10) en butée pour avoir un gain maximum. Observer sur quelle voie la déviation est la moins grande, et régler R97 (fig. 14) pour obtenir sur cette voie une déviation de 5 divisions + 3%.

. Régler alors le gain de chacune des 3 voies à 5 divisions par R25.

. Vérifier les autres sensibilités (± 5% sur 2 mV/div.; ± 3% sur toutes les autres positions).

. Vérifier le bon fonctionnement de la logique des voies.

Réponse en impulsion

. Régler le potentiel moyen des plaques Y à + 30 V (trace centrée).

. Connecter à l'entrée fermée sur une charge de 50 Ω (10 mV/div. liaison ~) un générateur d'impulsions GI 634 B Schlumberger, avec atténuateur 6 dB (fréquence 1 MHz, amplitude 5 divisions environ) et régler les constantes ci-après pour obtenir sur l'écran une impulsion présentant le minimum d'irrégularités du palier :

. Sur l'amplificateur final commun aux 4 voies (fig. 14) :

R132 - C47
C67
C38
C63 (en somme algébrique)

. Sur chacune des 4 voies (fig. 10) :

R55 - C23
C25

A titre indicatif les irrégularités peuvent représenter environ ± 5% de l'amplitude de l'impulsion sur les 50 premières ns et ± 2% au-delà (ajouter ± 2% lorsque la voie est inversée).

. Vérifier la bande passante : 100 MHz sur 10 mV/div.
50 MHz sur 2 mV/div.

Correction en fréquence des atténuateurs (sur chaque voie, fig.10)

Connecter à l'entrée un générateur d'impulsions (durée 10 à 15 µs) et effectuer les réglages ci-après pour avoir un créneau convenable sur l'écran :

sur 0,1 V/div. : C2 (atténuation 1/10)
sur 1 V/div. : C4 (atténuation 1/100)

Capacité d'entrée (sur chaque voie)

. Corriger la sonde de l'oscilloscope en appliquant un signal rectangulaire à travers celle-ci sur la position 0,1 V/div.

. Passer sur une position directe (10 mV/div.) et ajuster la capacité d'entrée C8 (fig. 10).

. Reprendre éventuellement la correction des atténuateurs.

Centrage des voies de synchronisation interne

. En synchro A régler R47 (fig. 10) de façon à obtenir une tension de + 2,1 V entre R30 (Z3 - fig. 15 - planche P3) et la masse.

. Passer en mode XY, synchro "composite", les 3 voies étant en marche. Régler les ajustables R47 des voies B et C, de façon à aligner les 2 spots lumineux de ces voies à la verticale du spot de la voie A.

. Vérifier le bon fonctionnement des synchros B1 et B2.

4.4.5.- Voltmètre (Z3 - fig. 23 - planche P3)

Nota : les réglages ci-après doivent être effectués sous capot.

Appliquer à l'entrée voltmètre les tensions issues d'un standard étalon, et obtenir l'affichage correct de la tension d'entrée en se référant au tableau suivant :

Tension appliquée	Réglage
19,99 V	R288
1,999 V	R286
199,9 V	R274
1000 V	R276

4.4.6.- Mesure de temps Δt (Z3 - fig. 23 - planche P3)

En mode B1 + B2 (B2 libre) - B1 10 µs/div. - B2 0,1 µs/div.)

. Appliquer le signal du générateur étalon de temps (10 µs)

Passer en mode Δt et par les potentiomètres Retard 1 et 2 amener les 2 surbrillances en superposition sur l'impulsion centrale. Utiliser le mode "B2" pour avoir plus de précision.

Régler R266 pour obtenir 0,000 sur l'affichage.

. Par le retard 1 amener la surbrillance sur la 2ème impulsion et par le retard 2 amener l'autre surbrillance sur la 10ème impulsion.

Régler R263 pour obtenir 80,0 µs sur l'affichage.

. Vérifier que le signe affiché est " - " lorsque le retard 2 précède le retard 1.

4.5.- REGLAGE DE L'OSCILLOSCOPE EN FONCTION MEMOIRE (Z1-Z9-planche P2)

4.5.1.- Mode "ENREG." "LENT"

- Bouton "VIT. ENR." à l'extrême droite (max.)
  Ajuster G'7 à + 10,5 V par R8 (Z9 - fig. 25)

- Prérégler G'2 à + 20 V par R230 (Z1 - fig. 24)
  G'5 à + 50 V par R4 (Z12 - fig. 26)
  G'3 (position de repos) à + 22 V par R241 (Z1 - fig. 24)
  G'3 (pendant un effacement) à + 72 V par R243 (Z1 - fig.24)

- Avec des effacements manuels, faire apparaître le fond de teint par la commande "VIT. ENR.", et régler K'2 (réglage 1) par R186 (Z1 - fig. 24) pour équilibrer les faisceaux d'arrosage (lumière équivalente à droite et à gauche de l'écran).

- Retoucher légèrement R241 (Z1 - fig. 24) pour améliorer l'uniformité du fond de teint sur tout l'écran.

4.5.2.- Mode "RAPIDE"

- Régler K'2 (réglage 2) par R76 (Z9 - fig. 25) de façon à équilibrer les canons d'arrosage.

- Régler G'3 par R246 (Z1 - fig. 24) et retoucher légèrement R230 pour améliorer l'uniformité du fond de teint.

4.5.3.- Mode "R + L"

B1 sur AUTO, MONO, 50 ms/div.

- Faire un effacement : le tube doit rester sans aucune lueur.

- Ajuster G'6 à + 10 V par R39 (Z9 - fig. 25)

- Armer le monocoup : un fond de teint va apparaître.

- Régler R37 (Z9 - fig. 25) à fond à droite (position de ΔV maximum)

- Passer en effacement automatique, cycle court ("Durée Visu" à droite) B1 sur "AUTO".

- Effaccer, et régler la "VIT. ENR." pour que le fond de teint soit juste visible entre chaque effacement.

- Uniformiser ce fond de teint en retouchant légèrement :

K'2 (réglage 1) par R186
K'2 (réglage 2) par R 76
G'2 par R230
G'3 par R241

(c'est sur ce mode "R + L" que le meilleur compromis peut être trouvé)

Réglage du ΔV sur G'6 en inscription rapide

- B1 : 50 ns/div., x10 : appliquer un signal 100 MHz d'amplitude 8 div. Après avoir, en mode "conventionnel", bien concentré la trace, la lumière étant au max., revenir en Enregistrement "R + L" et ramener R37 (Z9 - fig. 25) vers la gauche pour obtenir, entre deux effacements successifs, une écriture clairement visible sur tout l'écran, mais sans saturation de lumière.

Réglage du ΔV sur G'6 en inscription lente

- B1 : 100 µs/div., x1 : appliquer un signal 5 kHz, 8 div. et bien concentrer en mode "Conventionnel", (lumière au max.). Revenir en Enregistrement "R + L", bouton "VIT. ENREG" au min. (à gauche), et ajuster R92 (Z9 - fig. 25) pour obtenir une trace clairement lisible mais sans saturation.

4.5.4.- Mode "R + L" en longue attente

- Passer en effacement "Manuel".
Après effacement, si l'attente d'un enregistrement est longue (15s, 30s ou plus) des phénomènes de fuite dans le tube peuvent entrainer une dérive du fond de teint vers le blanc ou vers le noir. Pour les compenser, on applique à G'6 une rampe de tension dont on ajuste le sens (±) et l'amplitude par R66 (Z9 - fig. 25) et la pente par R67.

- Centrer R66 et R67 - B1 Auto 50 ns/div. - Lumière au min.

- Effacer plusieurs fois et régler la commande "VIT. ENR." pour obtenir un fond de teint à peine visible (bien retenir visuellement le niveau de ce fond de teint).

- Passer en Monocoup et effacer

- Attendre 15 s. et réarmer le monocoup : observer si le fond de teint obtenu a évolué vers le noir ou vers le blanc et retoucher R66 en conséquence. Recommencer l'opération en affinant le réglage par R67.

La rampe est bien réglée lorsque le fond de teint obtenu est identique : que le transfert soit déclenché immédiatement après l'effacement, ou après une attente de 15 secondes.

4.5.5.- Mode "R + L" très longue attente, ou "AUTOSTOCK"

- B1 en Monocoup, faire un effacement.

Réglage des impulsions de rééquilibrages sur G'2:

Augmenter provisoirement la fréquence de ces impulsions pour en permettre l'observation sur l'oscilloscope de contrôle; pour cela connecter une résistance de 1,8 kΩ entre les broches 5 et 6 du circuit U19 de Z9 (une pince à circuit est nécessaire).

- Ajuster la durée de ces impulsions à 10 ms par R51.

- Régler R12 pour pouvoir discerner à chaque impulsion un très faible flash lumineux sur l'écran ; puis retirer la résistance de 1,8 kΩ.

Réglage du ΔV de longue attente sur G'6

- Réarmer le monocoup (pour débloquer le système) et passer en mode "ENREG.", B1 sur AUTO.

- Par des effacements manuels successifs, régler la commande "VIT. ENR." pour obtenir un fond de teint faiblement lumineux.

- Passer en "Monocoup" et en "AUTOSTOCK". Effectuer un effacement, attendre le 1er flash, compter 10 s. environ et avant le 2ème flash provoquer un enregistrement en réarmant le monocoup ; puis passer en "VISU" ("LUM. STOCK" sur Max.) : le fond de teint doit être le même que précédemment, sinon retoucher R34.

Recommencer la même opération jusqu'à obtenir un fond de teint en "AUTOSTOCK" identique à celui obtenu en "ENREG.".

- Vérifier que le fond de teint est identique après 2, puis 4 flashs. Sinon retoucher légèrement R12 (vers la droite s'il y a évolution au noir, vers la gauche dans le cas inverse).