

Délais variables - 0 - 300 μ sec.

Cet appareil a été construit pour le synchronisateur du synchrotron à protons.

I. Description sommaire.

L'appareil se compose de:

- 1) Un formateur de dents de scie
- 2) 5 circuits indépendants discriminateur variable d'amplitude.

Le formateur de dent de scie fournit à partir d'une impulsion de commande extérieure, une onde carrée stabilisée en amplitude qui est ensuite intégrée. La dent de scie qui en résulte attaque les cinq circuits de retard indépendants.

Ces circuits sont des discriminateurs d'amplitude. Ils utilisent le nouveau tube Philips E 80 T comme élément non linéaire. Le fonctionnement de ce tube est basé sur l'emploi d'un faisceau laminaire défléchi à travers une fente par deux électrodes symétriques. Le passage du faisceau à travers la fente provoque une impulsion de courant dans l'anode du tube.

Les électrodes de déflexion de ce tube sont attaquées par un amplificateur différentiel dont l'une des entrées est commandée par la dent de scie et dont l'autre est reliée à un potentiel ajustable. La variation de ce dernier permet de régler le retard de l'impulsion de sortie de l'E 80 T par rapport à l'impulsion de commande de l'appareil entre 0 et 300 μ secondes.

II. Caractéristiques de l'appareil

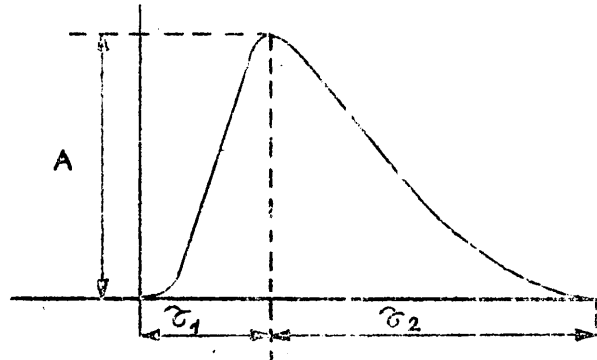


Fig. 1

Impulsion d'attaque

Amplitude nécessaire A: 30 Volts

Forme: triangulaire (voir fig. 1)

Temps de montée: $\tau_1 = 0,2 \mu\text{sec.}$

Temps de descente: $\tau_2 = 1,20 \mu\text{sec.}$

Polarité: positive.

A. 30 v

Impulsion de sortie

Forme: triangulaire

Temps de montée: $\tau_1 = 0,2 \mu\text{sec}$

Temps de descente: $\tau_2 = 10 \mu\text{sec}$

Polarité: positive et négative. (2 sorties)

Retard réglable de 10 à 300 μ sec linéairement

précision de l'étalonnage $\pm 1 \mu$ sec

Nombre de délais indépendants: 5

Temps de répétition minimum: 1 seconde

Stabilité: après stabilisation de la température de l'appareil le retard ne varie jamais plus que de $\pm 1 \mu\text{sec}$ quelque soit sa valeur.

Circuits utilisés:

1) Formateur de dent de saie.

On utilise un tube ES003 monté en monostable qui fournit une onde carrée de 0 à 300 μsec . L'amplitude de ce signal est normalisée par un double échantillonnage de son

sommet et de sa base (tube double diode 5726): les tensions de référence pour cet écreteur sont données respectivement: par un diviseur de tension alimenté par un tube stabilisation M8098/85A2 et le potentiel de la masse. La stabilité de l'amplitude de ce signal reste encore plus grande que 0,3 o/o si l'on tolère une variation de caractéristique de 10 o/o pour les diodes, ce qui ne peut se produire qu'après une très longue période de fonctionnement (tube M8098/85A₂).

La stabilité de la tension de référence est meilleure que 0,1 o/o. Il a cependant été prévu un potentiomètre fin de réglage accessible dans le chassis au cas où un réglage serait nécessaire après une longue période de fonctionnement.

Cette onde carrée d'une amplitude de 38 v est ensuite intégrée par un circuit Miller avec sortie cathodique (tube E80F et E83F).

La précision de l'ensemble de l'appareil dépend du fonctionnement de ce circuit par les 2 caractéristiques suivantes:

- a) La linéarité de l'intégrateur
- b) La constance de la pente moyenne de la dent de scie.

A) Linéarité.

Si l'on applique une tension constante à l'entrée de l'intégrateur, le signal obtenu est de la forme

$$E = e A \left[1 - e^{-\frac{t}{RCA}} \right] \tag{1}$$

A étant le gain de l'amplificateur.

En développant (1) nous avons:

$$E = e A \left(\frac{t}{RCA} - \frac{t^2}{2(RCA)^2} + \dots \right)$$

L'écart par rapport à la loi linéaire est:

$$\Delta E = \frac{e A t^2}{2(RCA)^2}$$

Si l'on pose $x = \frac{t}{RC}$

on a : $\Delta E = \frac{ex^2}{2 A}$

L'erreur relative de linéarité est donc $\delta = \frac{\Delta E}{E} = \frac{K}{2 A}$

Pour obtenir une erreur de linéarité inférieure à 1 μs après 300 μs d'intégration il suffit donc d'avoir un amplificateur ayant un gain supérieur à 240.

Il est aisé de voir que des variations de gain même importantes n'introduisent qu'une erreur tout à fait négligeable sur la linéarité. La dent de scie est donc pratiquement indépendante des caractéristiques du tube.

B. Pente de la dent de scie.

La pente moyenne de la dent de scie est définie à partir du développement précédent par :

$$\frac{E}{t} = \frac{e}{RC}$$

Le circuit discriminateur d'amplitude donnant son impulsion pour un niveau déterminé de la tension de la dent de scie. On voit que pour maintenir le retard t constant il suffit de maintenir constant le rapport e/RC . Celui-ci dépend de la constance de l'amplitude du signal d'entrée e et de la qualité du circuit RC .

Le coefficient de température de la capacité utilisée (Mica-Stéafix classe F) est $< 30 \cdot 10^{-6}$

Le coefficient de température de la résistance est

$$\frac{\Delta R}{R} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ par degré.}$$

(Résistance à couche de carbone)

Une variation de température ambiante de 10^0 n'introduit donc qu'une erreur relative inférieure à 1/300.

2) Circuit discriminateur d'amplitude.

L'étage amplificateur différentiel équipé du tube E 92 CC joue également le rôle d'étage séparateur; en effet les cinq circuits discriminateur d'amplitude sont attaqués par la même dent de scie.

Il est important que le fonctionnement d'un des discriminateurs ne produise aucune déformation de la dent de scie.

La sortie de l'amplificateur différentiel est reliée directement à l'une des plaques déflectrices du tube ESOT l'autre plaque restant au potentiel constant de 108 volts. De cette disposition résulte la linéarité de l'étalonnage de l'appareil. En effet, l'impulsion de sortie est toujours obtenue pour la même valeur du courant anodique de l'amplificateur différentiel ce qui élimine la non-linéarité du tube celui-ci travaillant toujours à l'instant utile au même point de fonctionnement. Ce point est atteint lorsque la différence entre la tension de la dent de scie d'attaque et une tension de référence est égale à une valeur déterminée toujours identique. On conçoit donc que le retard puisse être relié très linéairement à la tension de référence. Cette tension est commandée au moyen d'un Hélipot.

Le faisceau laminaire du tube ESOT peut atteindre l'anode collectrice tant que le déséquilibre des plaques déflectrices n'excède pas 15 volts; ceci détermine la largeur de l'impulsion de sortie. Le gain de l'étage différentiel étant de 15, l'impulsion de sortie est entièrement décrite pour une variation de 1 volt de la dent de scie. La pente de celle-ci est de 0,2 volts/μseconde ce qui donne 5 μsec pour durée de l'impulsion de sortie qui a une forme triangulaire symétrique et une amplitude d'environ 13 volts.

Normalisateur d'impulsions.

L'impulsion de l'ESOT déclenche à son tour un thyatron normalisateur qui fournit l'impulsion de sortie dont les caractéristiques sont données à la page 2.

Entre ce thyatron et le tube ESOT existe un étage amplificateur de gain 2. dont le rôle principal est de donner la polarité correcte à l'impulsion pour la commande du thyatron.

On voit que le niveau de déclenchement de ce dernier peut varier de 2 volts avant d'entraîner une erreur du temps de retard supérieure à 0,2 microsecondes.

Circuits annexes et de contrôle.

1) Un système de blocage de l'ESOT pendant le retour de la dent de scie de l'intégrateur évite l'apparition d'une deuxième impulsion indésirable. Ce signal est pris sur le monostable d'entrée et est transmis aux 5 tubes ESOT par l'intermédiaire d'un cathode follower à liaison continue.

2) Le système de contrôle est constitué par une série de 6 monostables équipés du tube 5751 qui sont déclenchés respectivement par l'impulsion de commande et les cinq impulsions de sortie.

Ces circuits allument des lampes néon NE51 pendant 350 milliseconde ce qui permet de constater visuellement la présence des impulsions d'entrée et de sortie.

Il existe des sorties sur l'arrière du tiroir qui permettent d'envoyer les signaux d'entrée et de sortie sur un chronoscope électronique afin de contrôler la précision du retard si besoin est.

Construction:

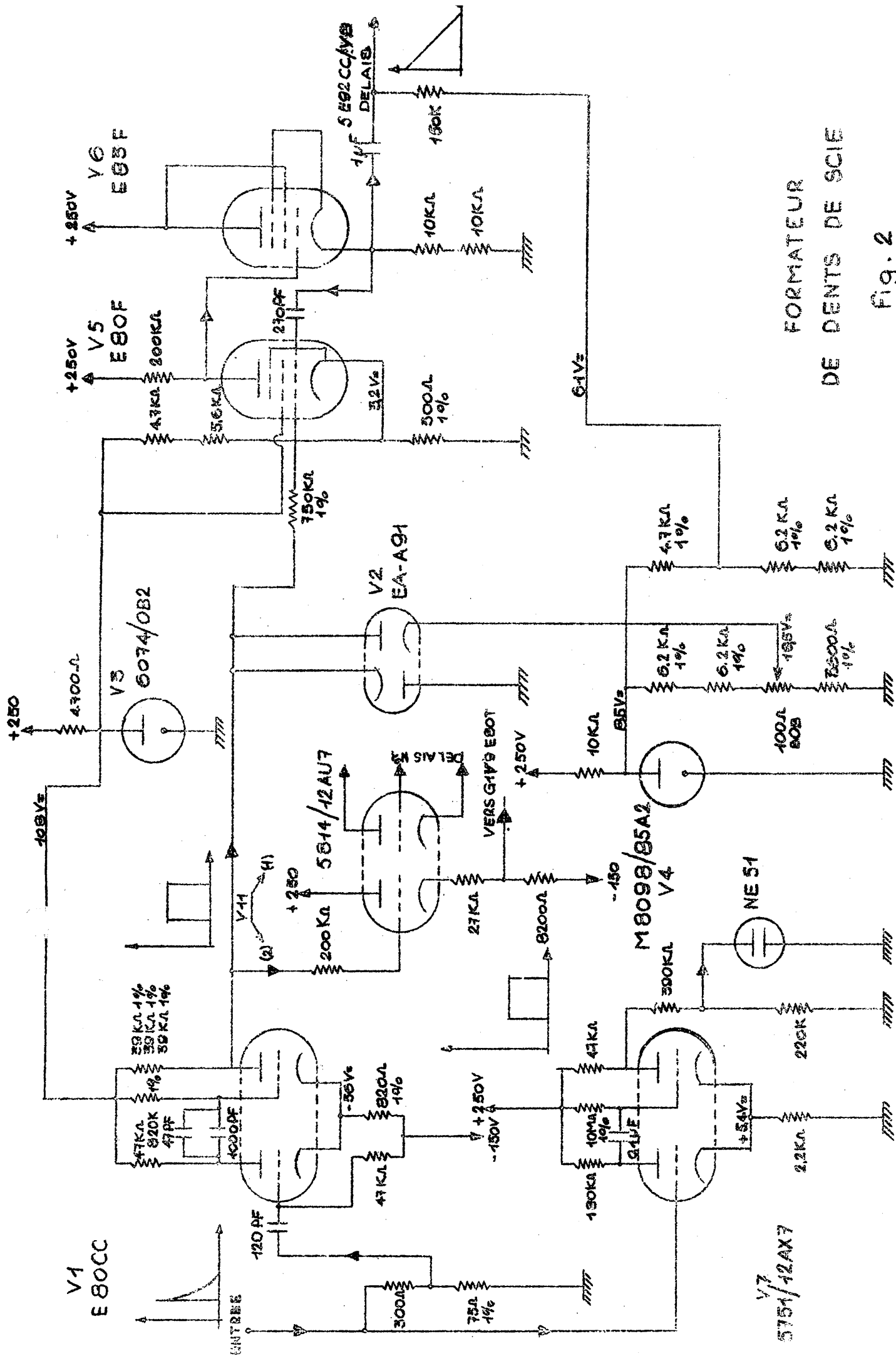
Il a été apporté un soin particulier à la réalisation technique de cet appareil tout spécialement quant à la rigidité mécanique de l'ensemble. Le matériel a été choisi en fonction de sa robustesse et a été utilisé avec un gros coefficient de sécurité.

Tous les tubes utilisés sont des tubes longue vie. Deux tiroirs similaires sont inclus dans une armoire fermée et sont alimentés par une alimentation stabilisée. L'ensemble constitue le prototype du synchronisateur du Linac.

J. Leroux.

Pour tous renseignements complémentaires prière de consulter J. Leroux, Laboratoire d'électronique P.S.

Une notice de maintenance pour cet appareil sera publiée ultérieurement avec le dossier technique de cet appareil.



FORMATEUR DE DENTS DE SCIE

Fig. 2

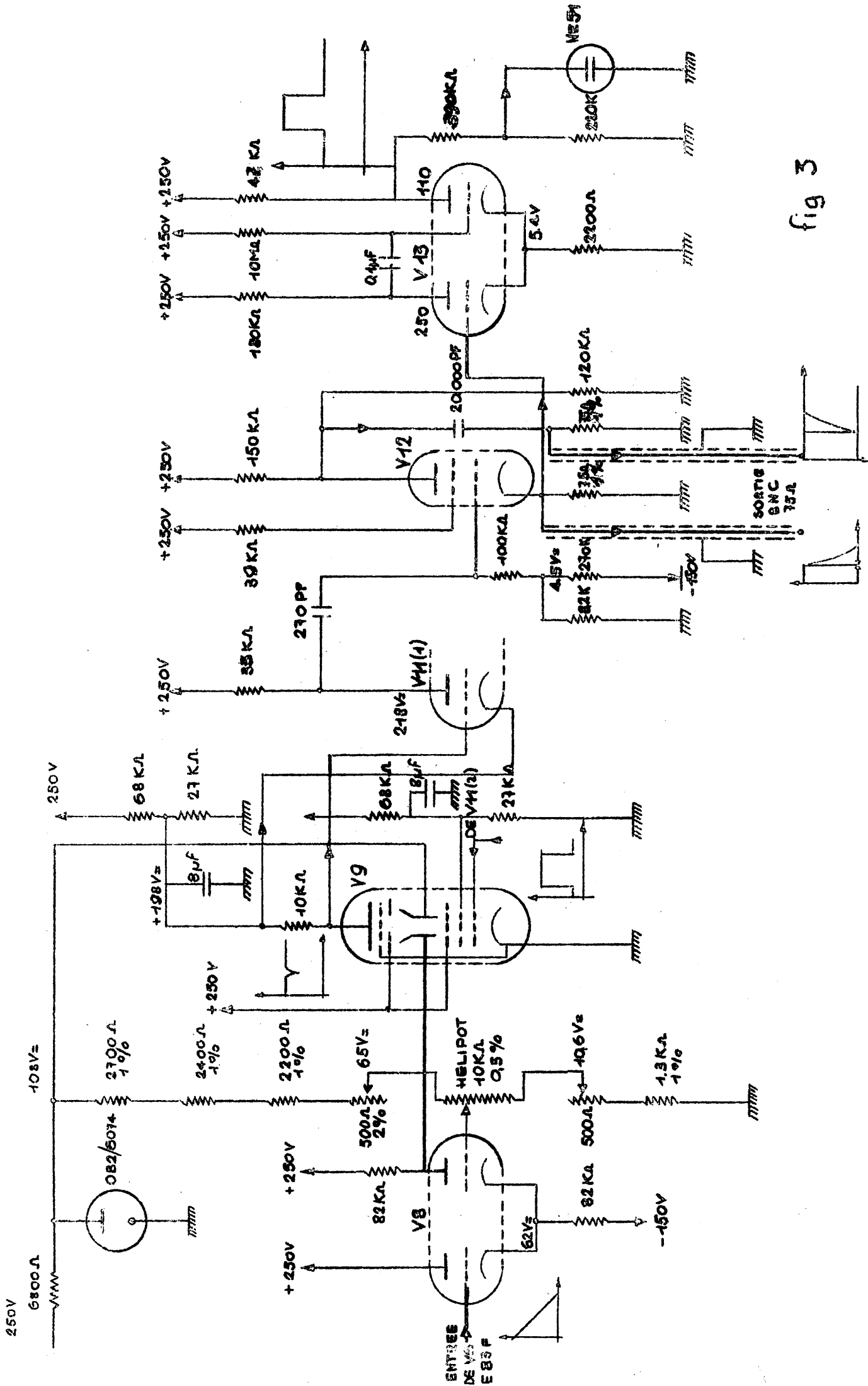
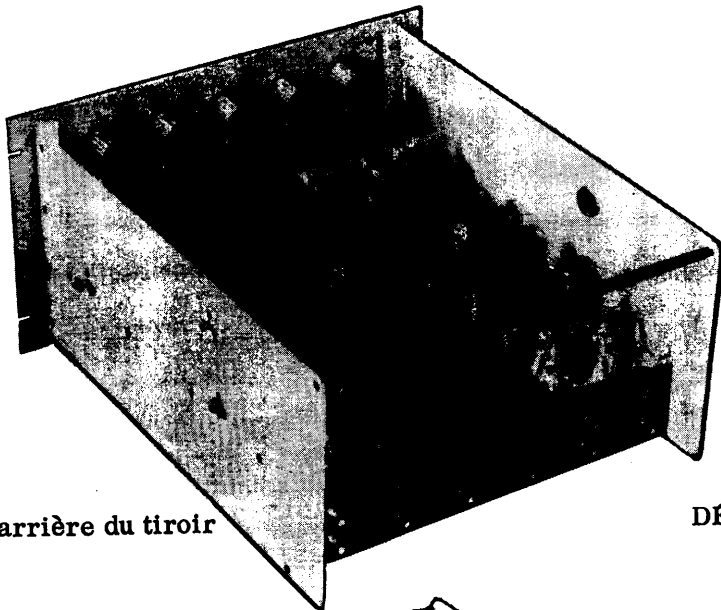
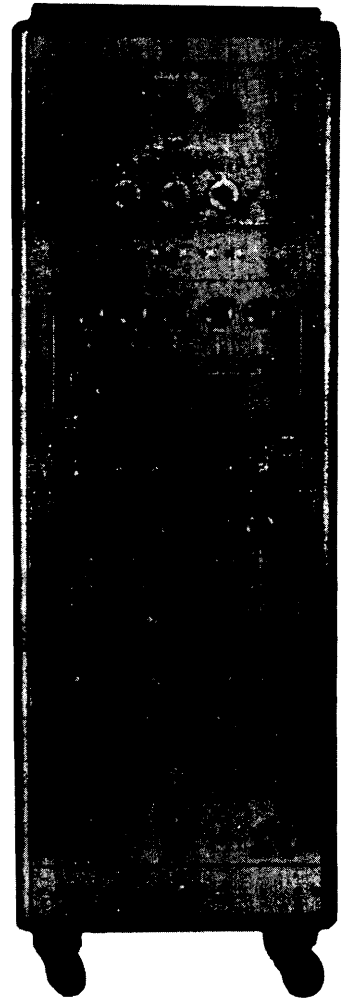


fig 3

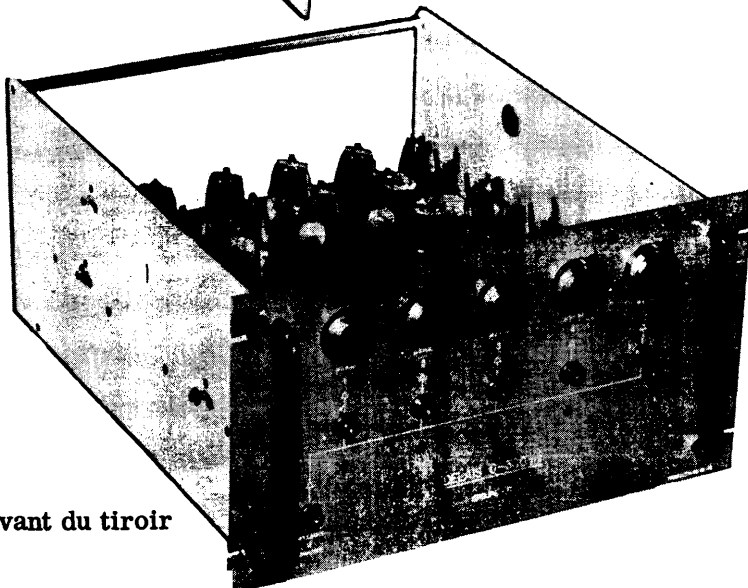
- V8 E83F
 - V9 E80T
 - V11 (4) 1/2 12AU6/5844
 - V12 2 D21
 - V13 12AX7/5754
- DISCRIMINATEUR VARIABLE D'AMPLITUDE

ENSEMBLE DE L'ARMOIRE
DU SYNCHRONISATEUR



Vue arrière du tiroir

DÉLAIS VARIABLES 0 - 300 μ s



Vue avant du tiroir