

CEA 1843 - GARNAUD P.

ENSEMBLE COMMUTATEUR ELECTRONIQUE POUR ENREGISTREMENT  
AUTOMATIQUE D'IMPULSIONS (1961)

Sommaire. - Ce commutateur électronique permet d'enregistrer 6 voies séparées d'impulsions avec un seul appareil d'enregistrement automatique type S.F.A.T. 57.3 B. Les nombres d'impulsions provenant de différents compteurs ou P.M. pendant un temps de marche sont enregistrés pendant l'arrêt des comptages sur une bande de papier par une machine imprimante "Elettrosomma 14 Olivetti".

CEA 1843 - GARNAUD P.

ELECTRONIC COMMUTATING EQUIPMENT FOR THE AUTOMATIC  
RECORDING OF PULSES (1961).

Summary. - This electronic selector allows to record six parted channels of pulses with only one automatic recorder type S.F.A.T. 57.3 B. The numbers of pulses issuing from different counters or P.M. during a march time, are recorded on a tape of paper by one "Elettrosomma 14 Olivetti" during the stop-time.

**PREMIER MINISTRE  
COMMISSARIAT A  
L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

**ENSEMBLE COMMUTATEUR ELECTRONIQUE  
POUR ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE  
D'IMPULSIONS**

**par**

**Pierre GARNAUD**

**Rapport CEA N° 1843**

**1961**

**CENTRE D'ÉTUDES  
NUCLÉAIRES DE SACLAY  
SERVICE DE DOCUMENTATION  
Boîte postale n° 2 - Gif-sur-Yvette (S.-et-O.)**

- Rapport C.E.A. n° 1843 -

Service de Physique Mathématique

ENSEMBLE COMMUTATEUR ELECTRONIQUE POUR ENREGISTREMENT  
AUTOMATIQUE D'IMPULSIONS

par

Pierre GARNAUD

- 1961 -

**ENSEMBLE COMMUTATEUR ELECTRONIQUE**  
**POUR ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE D'IMPULSIONS**

Le but de cet appareil est d'utiliser pour l'enregistrement automatique de plusieurs échelles de comptage une seule machine S.F.A.T.\* référence 57. 3 B. En l'occurrence cet ensemble commutateur permet d'enregistrer 6 voies d'impulsions différentes sur une seule machine ce qui autrement demanderait 6 ensembles complets d'enregistrement S.F.A.T.

I. PRINCIPE : Planche I A.

Cet ensemble commutateur a donc 6 voies distinctes, pouvant recevoir des impulsions (de compteurs ou d'autres sources) mises en forme au préalable par 6 tiroirs d'entrée standard. Chaque voie comprend tout d'abord deux interrupteurs électroniques IA et IB. Les interrupteurs IA reçoivent les impulsions à compter et les IB des impulsions complémentaires fournies par un multivibrateur.

---

\* Société Française des Appareillages de télécommande.

1) Premier temps - Temps de marche.

Pendant un temps de marche fixé par une base de temps, tous les interrupteurs IA sont fermés et les impulsions à compter passent donc à travers ces interrupteurs pour s'emmagasiner dans les échelles d'une capacité de  $10^6$ , ( $E_1$  à  $E_6$ ).

Le temps de marche devra tenir compte du taux de comptage pour ne remplir complètement aucune échelle.

2) Deuxième temps - Temps d'arrêt.

Pendant ce temps d'arrêt tous les interrupteurs IA sont ouverts et le premier interrupteur IB est fermé. A ce moment il laisse passer les impulsions du multivibrateur sur la première échelle  $E_1$  et ce jusqu'à sa capacité maximum soit  $10^6$ . En même temps il envoie ces mêmes impulsions sur une échelle T à laquelle est couplée une machine enregistreuse. Quand l'échelle  $E_1$  a reçu sa millionième impulsion elle la retransmet :

- 1°) à l'interrupteur  $I_1 B$  qu'elle rouvre,
- 2°) à l'échelle T à travers un monovibrateur  $M_1$  qui déclenche l'enregistrement.

Le monovibrateur  $M_1$  qui a commandé l'enregistrement par son front positif commande ensuite par son front négatif la fermeture de l'interrupteur  $I_2 B$  qui complète alors  $E_2$  et envoie en même temps ses impulsions sur T. Le cycle recommence et ainsi de suite jusqu'à la dernière voie. La fin d'enregistrement d'une voie déclenchant automatiquement le complément et l'enregistrement de la voie suivante.

La machine couplée à l'échelle T enregistre donc successivement les compléments à  $10^6$  des nombres inscrits sur les échelles  $E_1$  à  $E_6$  au moment de l'arrêt. Pour retrouver sur l'enregistrement le chiffre initial des impulsions reçues par chaque échelle on modifie le branchement des relais commandant les touches de la machine imprimante de la façon suivante :

|      |          |   |
|------|----------|---|
| le 0 | passe au | 9 |
| le 1 | " "      | 8 |
| le 2 | " "      | 7 |
| le 3 | " "      | 6 |
| le 4 | " "      | 5 |
| le 5 | " "      | 4 |
| le 6 | " "      | 3 |
| le 7 | " "      | 2 |
| le 8 | " "      | 1 |
| le 9 | " "      | 0 |

Exemple : Si l'échelle  $E_1$  a reçu 1.184 impulsions pendant la marche, la machine si elle n'était pas modifiée enregistrerait ce qu'à effectivement reçu l'échelle T pendant l'arrêt soit le complément à  $10^6$  de  $1.184 = 998816$ . En fait la commande de touches est inversée et d'après le tableau précédent

|         |             |
|---------|-------------|
|         | 998816      |
|         | ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ |
| devient | 001183      |

au lieu de 1.184 soit le chiffre reçu par  $E_1$  - 1 unité. Cette erreur d'une unité en moins sur le chiffre enregistré est systématique car si T reçoit par exemple  $10^6$  impulsions toutes les décades de T sont alors sur 0 et comme zéro

correspond au 9 pour l'enregistrement on inscrit 999 999 soit  $10^6 - 1$ .

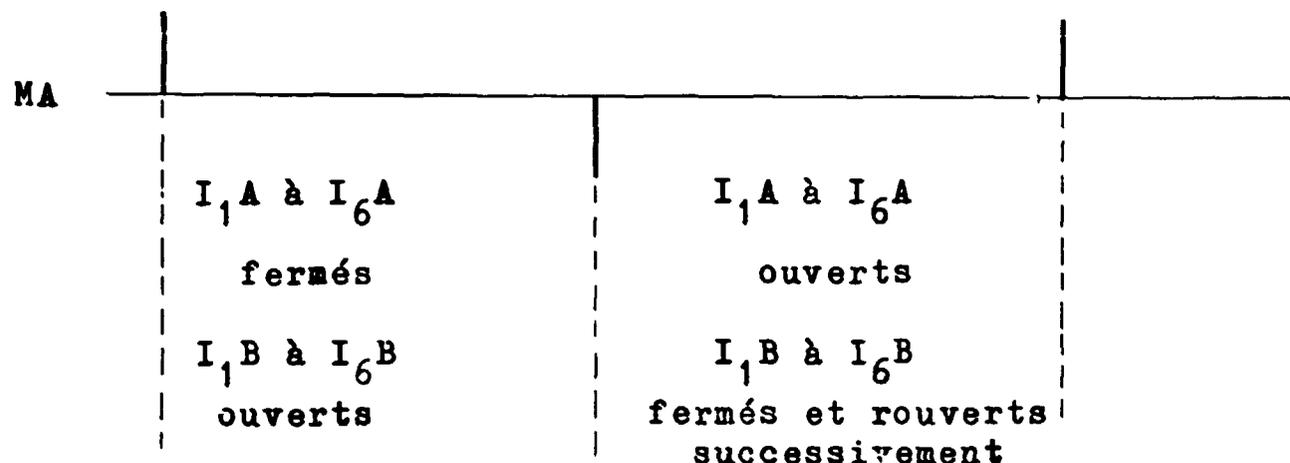
On compense facilement cette erreur d'une unité en faisant passer sur les échelles  $E_1$  à  $E_6$  une impulsion supplémentaire systématique par la commande même des interrupteurs  $I_1B$  à  $I_6B$ . On retombe alors sur le chiffre exact.

## II. COMMANDE DU COMMUTATEUR.

Elle est obtenue à partir d'une base de temps 1000 p/s à diapason suivie d'un certain nombre de décades et d'un tiroir marche arrêt qui délivre alternativement des impulsions positives et négatives.

Ce tiroir M.A. commande par ses impulsions positives la fermeture de tous les interrupteurs IA et les ouvre par les négatives. Le temps séparant une positive d'une négative détermine donc la marche pour l'ensemble des échelles  $E_1$  à  $E_6$  qui reçoivent alors les impulsions à compter.

Inversement le temps d'arrêt de ces échelles se place entre une impulsion négative et une impulsion positive du même tiroir marche-arrêt. Dans cet intervalle se placent les enregistrements successifs des échelles  $E_1$  à  $E_6$ .



### III. TRAJET DES IMPULSIONS DE COMMANDE DU TIROIR

#### MARCHE-ARRET : Planches 1A et 1B

Les deux premières voies sont représentées par les planches 1A et 1B, le fonctionnement des autres voies est identique et en découle.

1) La première impulsion positive du tiroir marche arrêt arrive simultanément sur toutes les bascules BA des interrupteurs  $I_1A$  et  $I_6A$ , et sur la bascule BB de  $I_1B$ . Toutes les bascules BA ferment par changement d'état les interrupteurs  $I_1A$  à  $I_6A$ . Par contre l'impulsion positive reste sans effet sur BB de  $I_1B$  par l'effet d'une diode branchée dans le sens convenable (planche 2).

2) L'impulsion négative suivante remet toutes les bascules BA dans leur état initial et par conséquent rouvre tous les interrupteurs  $I_1A$  à  $I_6A$ . En même temps elle commande cette fois la bascule BB de  $I_1B$  qui se trouve alors fermé.

### IV. TRAJET DES IMPULSIONS COMPLEMENTAIRES : Planche 1A et 1B.

Le multivibrateur qui délivre des impulsions négatives à une fréquence voisine de 150 Kc/s attaque en permanence toutes les entrées des interrupteurs  $I_1B$  à  $I_6B$ .

L'interrupteur  $I_1B$  étant fermé par la négative du tiroir marche-arrêt, les impulsions complémentaires peuvent alors passer sur  $E_1$  et sur l'échelle T à travers une adaptatrice  $AD_1$ . Cet état dure jusqu'à ce que l'échelle  $E_1$  arrive à sa capacité maximum soit  $10^6$ . La millionième impulsion récupérée à la sortie de  $E_1$  redéclenche BB de  $I_1B$

qui se rouvre alors ce qui stoppe simultanément l'arrivée de nouvelles impulsions complémentaires sur  $E_1$  et sur T. Cette dernière impulsion déclenche en même temps le monovibrateur  $M_1$ .

#### V. ROLE DES MONOVIBRATEURS $M_1$ à $M_6$ : Planches 1A et 1B.

Le monovibrateur  $M_1$  déclenché par la fin de complément de  $E_1$ , délivre sur sa plaque  $A_1$  un signal carré. On différencie le front positif et l'impulsion de même signe qui en résulte commande l'arrêt du tiroir numérateur de l'échelle T à travers un tube mélangeur. L'arrêt du tiroir numérateur de T commande alors le déclenchement de la machine enregistreuse (système S.F.A.T.). Le signal carré du monovibrateur est suffisamment long (de l'ordre de 3,2 sec) pour que l'enregistrement soit terminé avant le front négatif. Ce front négatif est lui aussi différencié et remet T en marche par le tiroir numérateur toujours à travers le tube mélangeur et en même temps déclenche la bascule BB de  $I_2B$  qui se ferme. C'est alors au tour de la voie E2 de recevoir les impulsions de complément, la dernière ouvrant  $I_2B$  etc... toutes les voies se déclenchent ainsi successivement. A la fin du cycle tous les interrupteurs IB sont ouverts ainsi que les interrupteurs IA jusqu'à l'impulsion positive suivante.

#### VI. INTERLIGNE.

Pour rendre plus commode le dépouillement de la bande où sont enregistrés les points correspondant au nombre d'impulsions des voies  $E_1$  à  $E_6$  on provoque un interligne en blanc entre chaque groupe de 6 points pour les séparer.

Cet interligne est obtenu à partir d'un monovibrateur supplémentaire commandé par la fin de  $E_6$ , qui ferme le circuit du moteur de la machine imprimante pendant le temps nécessaire au décalage de la bande de papier.

## VII. LES CIRCUITS.

### 1) Les interrupteurs électroniques.

Ils sont tous semblables et d'un type classique, composés d'un tube ECC 81 dont les cathodes sont communes et commandés par une bascule. Chaque interrupteur reçoit sur la grille 2 les impulsions et les restitue sur les cathodes suivant que la bascule bloque ou non l'autre demi-tube par la grille 1. Les bascules des interrupteurs sont également des tubes ECC 81.

#### Exemple sur $I_1A$ : Planche 2.

Une impulsion positive arrive sur la bascule (départ du temps de marche) dont la plaque  $a_1$  descend au potentiel bas 158 V. Celui-ci est transmis sur la grille  $g_1$  de l'interrupteur et bloque ce demi-tube ( $V_{g_1}$  58 V et VK 82 V). Les impulsions qui arrivent sur  $g_2$  ( $V_{g_2}$  81 V) avec une douzaine de volts se retrouvent sur la cathode non atténuées ou presque (11 V à la sortie). L'interrupteur est fermé.

Une négative fait monter  $a_1$  à 217 V ce qui amène  $V_{g_1}$  à 81 V. Le demi-tube 1 est débloqué, il fixe le potentiel VK et tend à s'opposer à toute variation ce qui atténue considérablement sur la cathode les impulsions appliquées sur  $g_2$ . L'interrupteur est alors ouvert.

On a vu précédemment que pour obtenir le chiffre exact enregistré par rapport au chiffre lu sur les échelles il fallait rajouter systématiquement une impulsion à chaque cycle. On rajoute cette impulsion par la plaque  $a_1$  des bascules des interrupteurs IB. En effet à la fin de l'opération de complément la dernière impulsion vient faire rebasculer le tube par la grille 2 pour rouvrir l'interrupteur. A ce moment  $a_1$  devient négatif et le signal une fois différencié passe alors sur  $E_1$  à travers 220 K en parallèle sur une diode OA 85.

On retrouve ce circuit sur tous les interrupteurs IB.

Quand le cycle sera terminé et avant le nouveau temps de marche toutes les échelles auront donc déjà reçu chacune une impulsion qui comptera pour le tour suivant comme complément de correction automatique.

2 a) Mélange des impulsions de  $I_1A$  et  $I_1B$  : Planche 2.

Comme on l'a vu précédemment ces impulsions doivent passer successivement. Celles de  $I_1A$  pendant la marche, celles de  $I_1B$  pendant l'arrêt. Comme les deux interrupteurs de chaque voie sont identiques et ne délivrent que des impulsions négatives, on peut réunir à travers deux diodes OA 85 les cathodes des deux interrupteurs. Cette liaison continue est possible du fait que les potentiels cathodes des interrupteurs sont identiques 82 V et ne varient pratiquement pas. Le mélange se fait donc sur les deux anodes des diodes réunies ensemble (les cathodes des diodes étant respectivement branchées sur les cathodes des interrupteurs) et ce point attaque alors l'échelle  $E_1$  à travers 10 Kpf.

2 b) Mélange des impulsions complémentaires des six voies : Planche 2.

De la même façon que précédemment toutes les cathodes des interrupteurs  $I_1B$  à  $I_6B$  sont réunies à travers des diodes OA 85 dont les anodes sont communes et attaquent la même grille d'une adaptatrice  $AD_1$  ( $\frac{1}{2}$  ECC 81). On récupère les impulsions sur la cathode de  $AD_1$  pour les envoyer sur la décade d'entrée de T à travers 10 Kpf.

3) Le multivibrateur : Planche 4.

Il est constitué d'une double triode ECC 81. On récupère les signaux sur une des plaques et l'on écrète les positifs par une diode en parallèle sur 4,7 K, ce qui permet de récupérer des impulsions négatives de 30 V à une fréquence de 150 Kc/s environ. Cette fréquence a été choisie assez élevée pour réduire au minimum le temps de complément des échelles.

En effet, le temps d'arrêt total doit être suffisant pour contenir tous les temps de complément et d'enregistrement des échelles ajoutés. On a donc intérêt à réduire ceux-ci au minimum.

4) Les monovibrateurs  $M_1$  à  $M_6$  ( $M_1$  : Planche 3)

Ils sont semblables et constitués de tubes ECC 81. Ils déclenchent avec 11 volts négatifs sur la grille 1 et délivrent alors un signal carré sur  $A_1$  de 60 volts et 3,2 sec. Comme c'est un temps assez long pour un seul mono-

vibrateur il a fallu soigner particulièrement l'attaque de la grille 2 afin d'éviter les oscillations HF sur cette grille qui auraient pour effet de faire varier  $V_{g_2}$  et par conséquent la largeur des signaux. On attaque  $g_2$  à travers  $1\text{ M}\Omega$  shunté par  $10\text{ pf}$ , en série avec  $1.000\text{ ohms}$ . Les signaux carrés sont différenciés et retransmis par les adaptatrices  $AD_2, AD'_2, AD_3, AD'_3$  etc... ,  $\frac{1}{2}$  ECC 81 par monovibrateur. On récupère alors les impulsions positives et négatives sur leurs cathodes. Chaque impulsion négative est utilisée à travers une diode (cathode  $\rightarrow$  anode) pour fermer l'interrupteur IB de la voie suivante. Les circuits des adaptatrices  $AD_2, AD'_2, AD_3, AD'_3, AD_4, AD'_4$  sont semblables.

5) Etage mélangeur : Planche 3.

Pour l'enregistrement de chaque voie l'échelle T doit être mise en marche et arrêtée par les impulsions + et - des monovibrateurs attaquant le tiroir numérateur.

Comme il n'est pas possible de mélanger directement toutes ces impulsions + et - sur le numérateur même sous peine de perdre beaucoup trop en amplitude on utilise un étage mélangeur. Cet étage est constitué d'un tube ECC 81 qui reçoit sur sa grille 1 uniquement les impulsions positives à travers des diodes dans le sens anode  $\rightarrow$  cathode  $\rightarrow$  grille 1, et sur la grille 2 seulement les négatives à travers des diodes branchées en sens inverse.

On reprend alors les impulsions sur le point milieu d'un pont de 2 capacités de  $1.000\text{ pf}$  branché entre les cathodes pour les envoyer sur le tiroir numérateur de T.

Avec  $150\text{ K}\Omega$  et  $10\text{ K}\Omega$  sur la cathode qui reçoit les positives et  $10\text{ K}\Omega$  et  $700\Omega$  sur l'autre cathode, l'impédance pour les impulsions positives est sensiblement la même que pour les négatives, cela permet d'avoir encore après mélange par les capacités  $+ 20\text{ V}$  et  $- 20\text{ V}$  en impulsions ce qui est suffisant pour commander le tiroir numérateur de T.

6) Le monovibrateur interligne : Planche 4.

Il est commandé, on l'a vu, à la fin d'enregistrement de la sixième voie par la négative différenciée du monovibrateur  $M_6$  à travers son adaptatrice  $AD'_4$ . C'est un tube ECC 81 avec  $10\text{ K}\Omega$  dans l'anode  $a_1$  et un relais Siemens pouvant couper 2 A en continu dans l'anode  $a_2$ . Au repos il n'y a pas de courant dans le circuit d'anode 2. La demi-lampe correspondante étant bloquée. Lorsque le monovibrateur déclenche on peut observer sur  $a_2$  un signal carré de 260 ms de durée et 50 V de hauteur. Pendant ce temps le relais est excité et ferme le circuit de la touche addition de la machine. Comme aucun chiffre n'est à enregistrer le seul résultat est de faire tourner le moteur de la machine qui décale la bande de papier d'un interligne ce qui sépare le dernier groupe de chiffres du suivant d'une façon très visible.

VIII. LES ECHELLES.

1) Les échelles  $E_1$  à  $E_6$ .

Elles sont constituées chacune par trois doubles décades, formant une capacité de  $10^6$  par voie.

a) Doubles décades d'entrée (standard).

Une embase coaxiale  $150 \Omega$  est fixée sur le panneau avant et connectée à la broche 1 de la prise CCI. Elles reçoivent les impulsions successivement de l'interrupteur IA correspondant, ensuite les impulsions complémentaires de l'interrupteur IB.

b) Doubles décades de sortie (standard modifié  
(planche 5))

Elles délivrent une impulsion à leur capacité maximum pour rouvrir l'interrupteur IB correspondant et attaquer le monovibrateur de la même voie. Cette impulsion est transmise en basse impédance par une adaptatrice 6 J 6 dont les deux triodes sont en parallèle, sur une embase coaxiale  $150 \Omega$  à l'avant du tiroir.

2) L'échelle T.

C'est une échelle de 1.000 ancien standard qui est couplée à un ensemble d'enregistrement automatique S.F.A.T. (57. 3 B). Il a fallu modifier cette échelle qui comprenait originellement un tiroir d'entrée standard 3 décades simples et un numérateur. Dans ce système le numérateur ne supporte qu'une fréquence maximum de 15 c/s. Etant donné qu'on applique à l'entrée une fréquence de 150 Kc/s pour les raisons déjà citées, il est nécessaire de diviser par  $10^4$  avant le numérateur, ce que l'on obtient en remplaçant le tiroir d'entrée par une décade simple modifiée suivant le système S.F.A.T. Les impulsions arrivent alors directement sur la décade par une embase  $150 \Omega$  coaxiale fixée à l'avant et connectée à la broche 1 (CCI).

## IX. UTILISATION.

Ce commutateur électronique pour enregistrement automatique peut être utilisé dans des manipulations très diverses, notamment celles susceptibles d'être déplacées assez rapidement. En effet, le matériel est assez réduit. On n'est d'ailleurs pas obligé d'utiliser les 6 voies. La seule modification nécessaire pour utiliser un nombre de voies différent (de 1 à 6) concerne la commande du monovibrateur interligne. Celui-ci devra être commandé par l'adaptatrice du monovibrateur de la dernière voie choisie.

L'ensemble qui comprend six voies, les échelles, le commutateur et l'ensemble d'enregistrement S.F.A.T. 57.3 B tient dans deux baies roulantes standard (voir cliché).

Pour une salle de comptage à poste fixe, on peut concevoir un ensemble comportant un plus grand nombre de voies.

Cet ensemble a été utilisé dans différentes expériences réalisées par le Service de Physique Mathématique.

## X. REMERCIEMENTS.

Je tiens à remercier ici M. LE BAUD pour les précieux conseils qu'il m'a donné au cours de la réalisation de cet ensemble.

Manuscrit reçu le 27 janvier 1961.

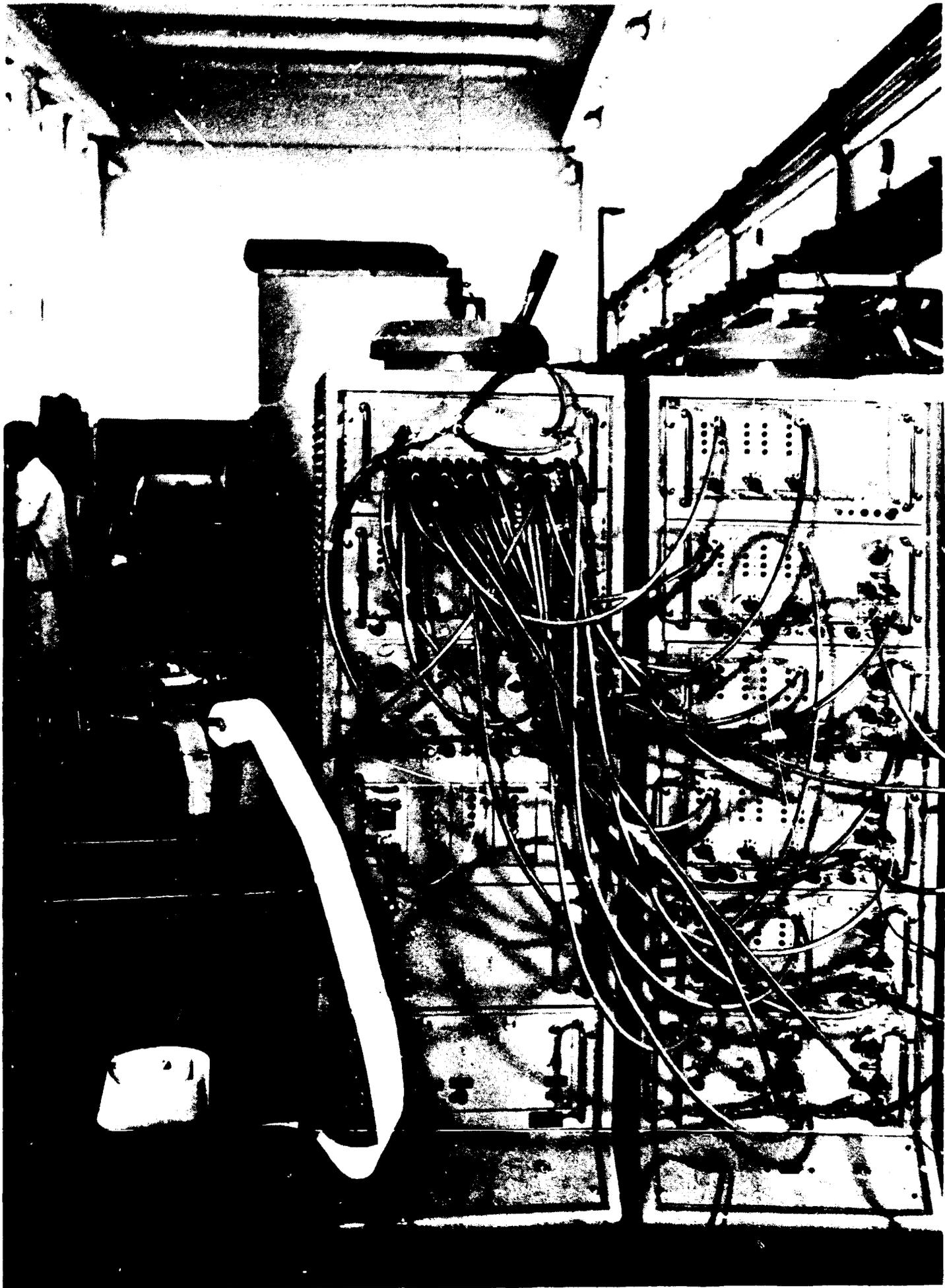


Photo n° 1 - Ensemble commutateur électronique à 6 voies  
avec sa machine imprimante.

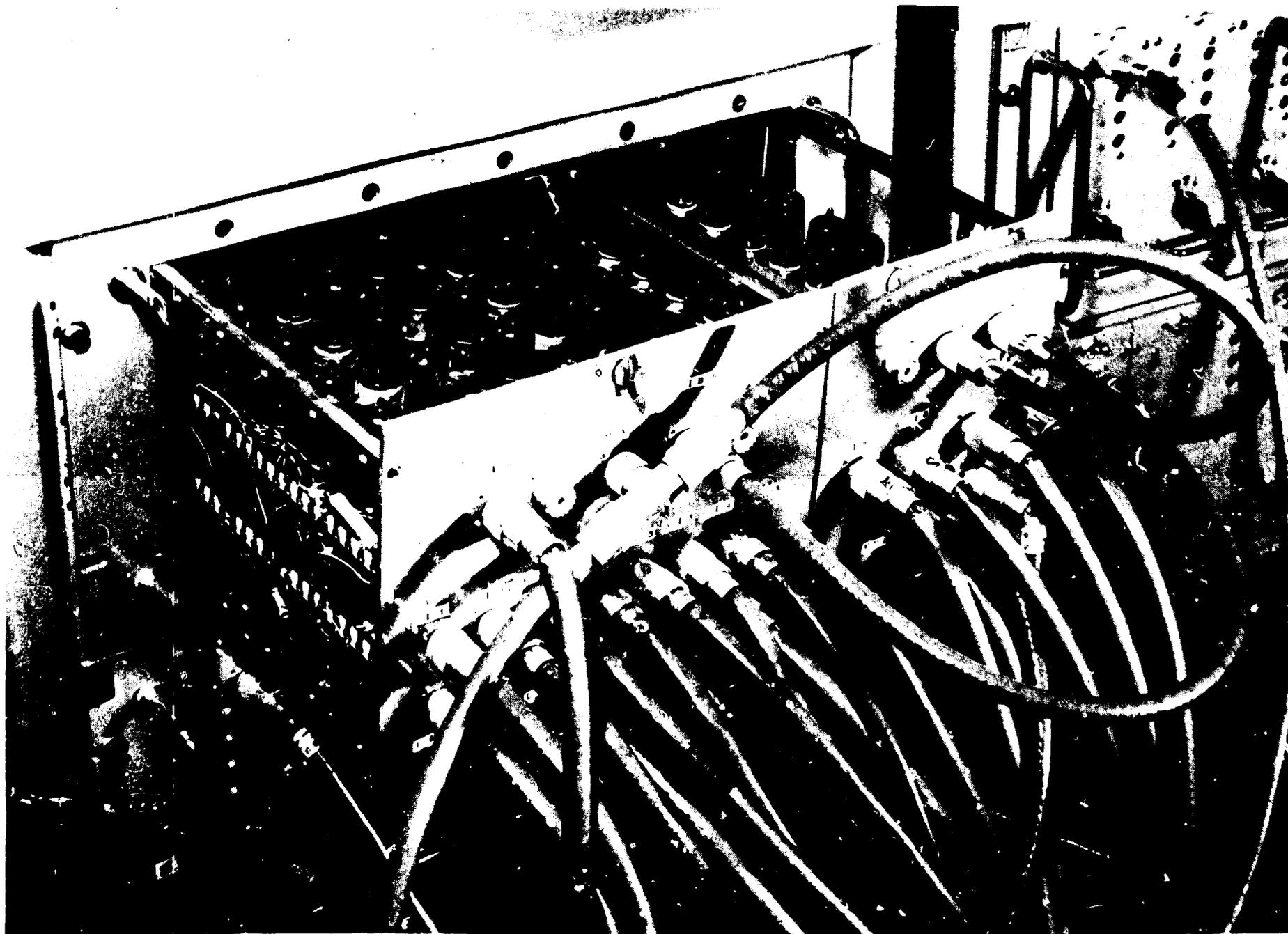


Photo n° 2 - Commutateur électronique seul.

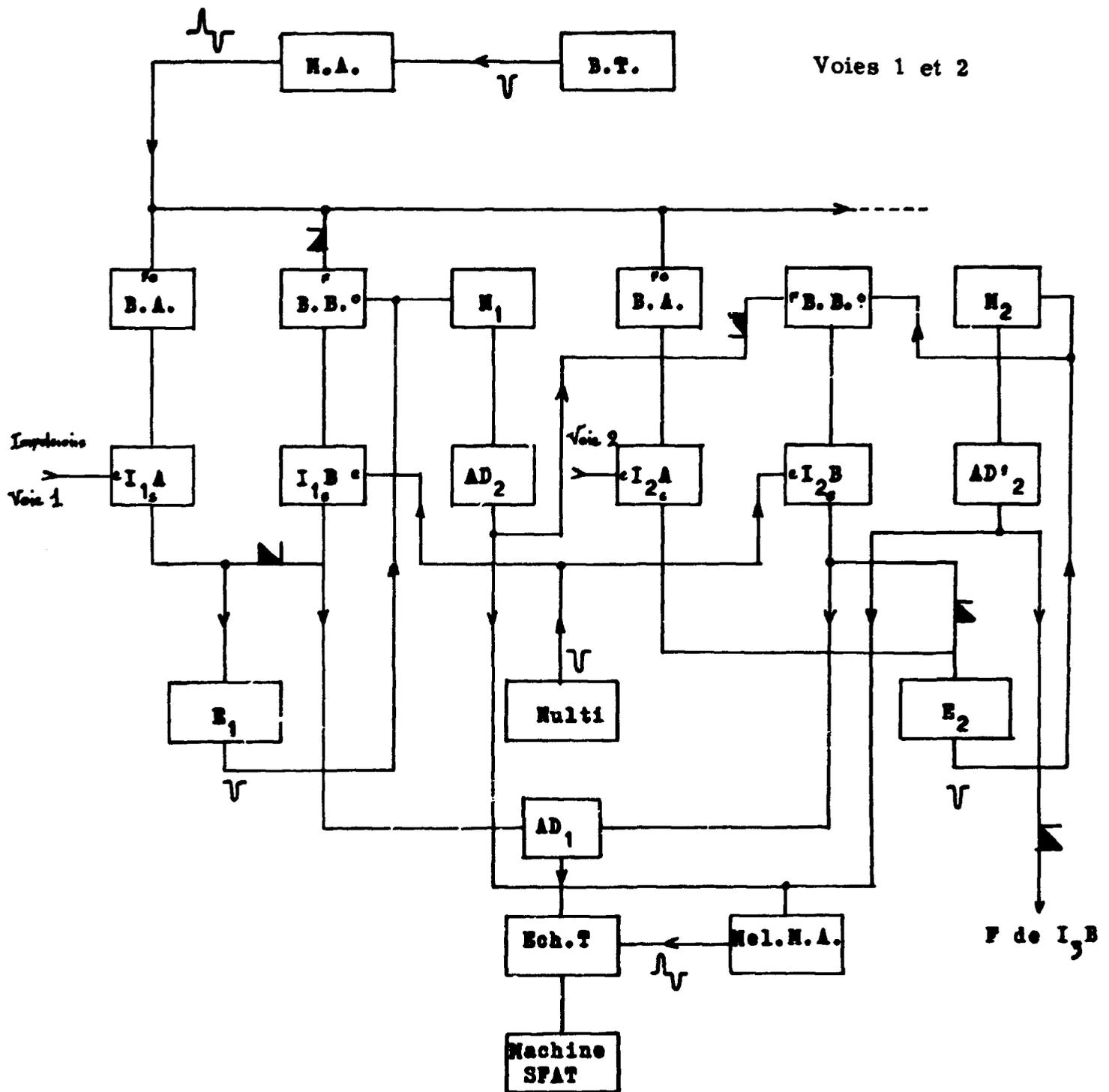


Planche 1 A

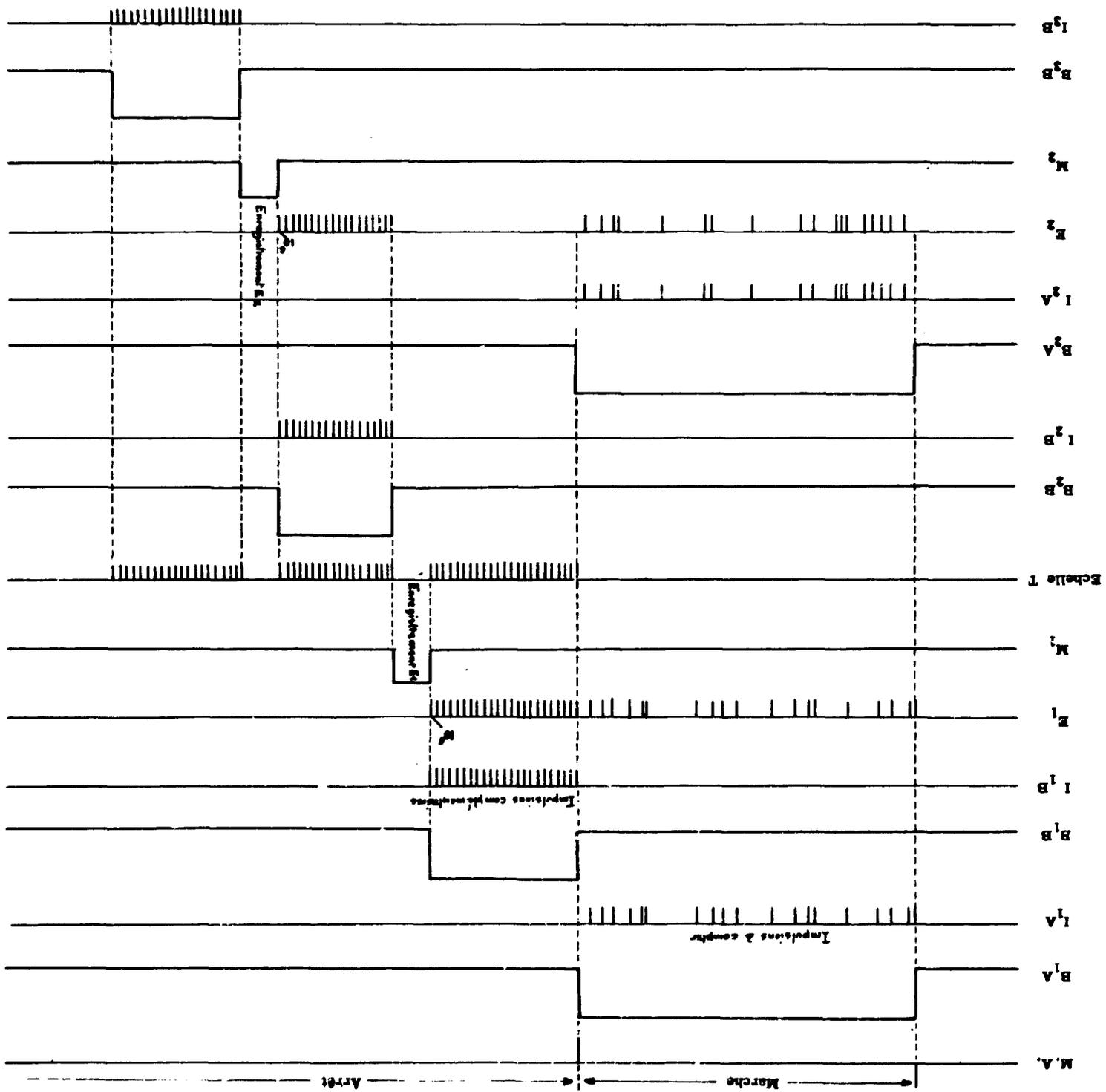
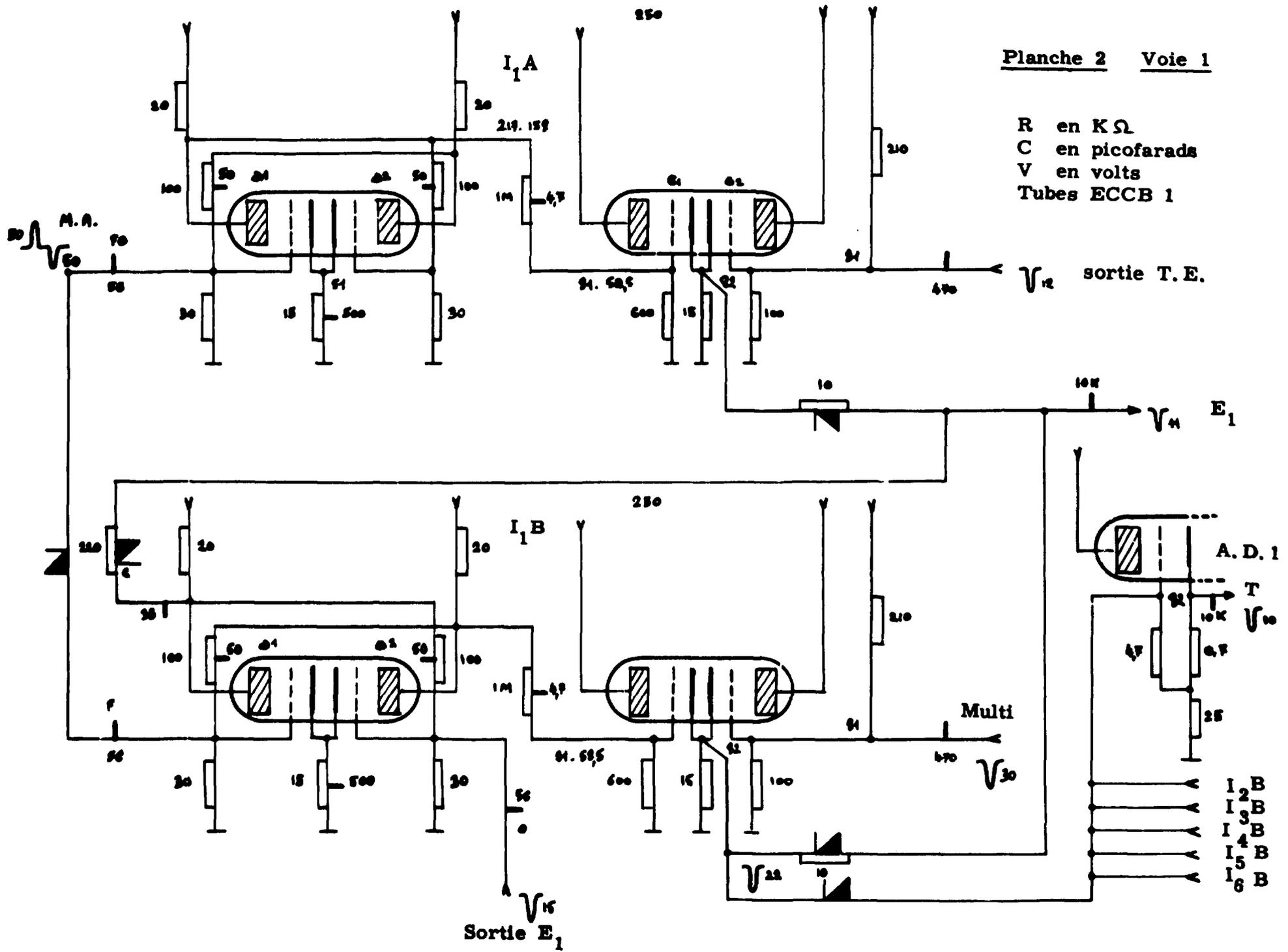


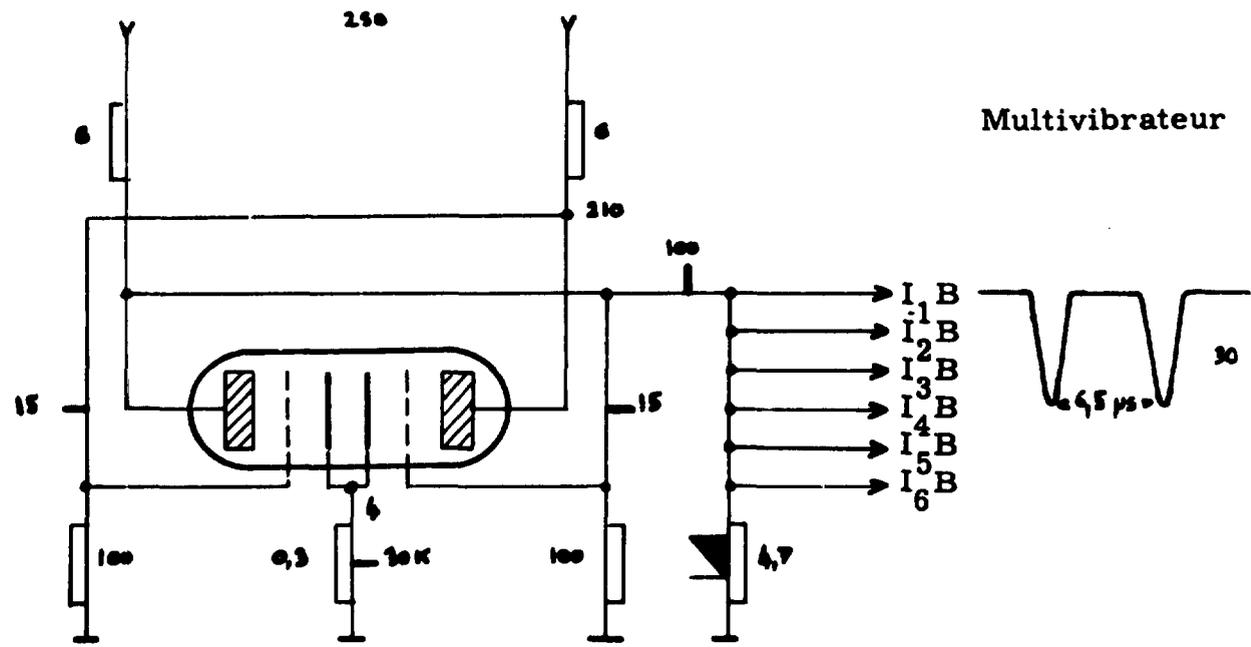
Planche 1 B

Planche 2 Voie 1

R en KΩ  
 C en picofarada  
 V en volts  
 Tubes ECCB 1

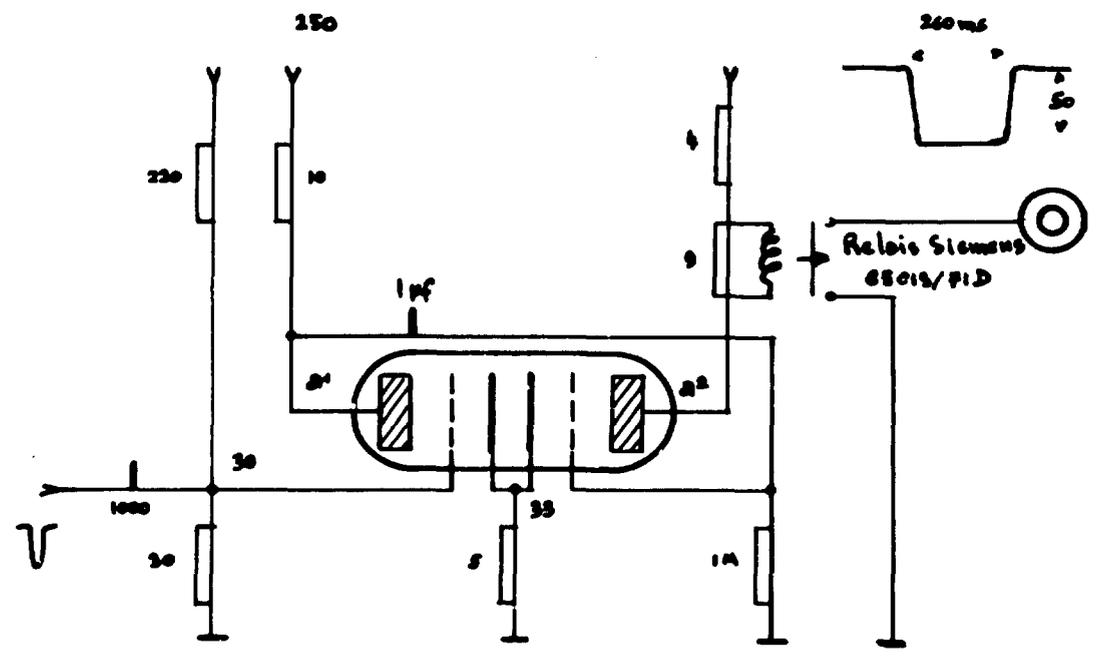






Multivibrateur

Monovibrateur interligne



Diéla

vers broche n° 12 SFAT  
- touche addition

Cathode de AD'4

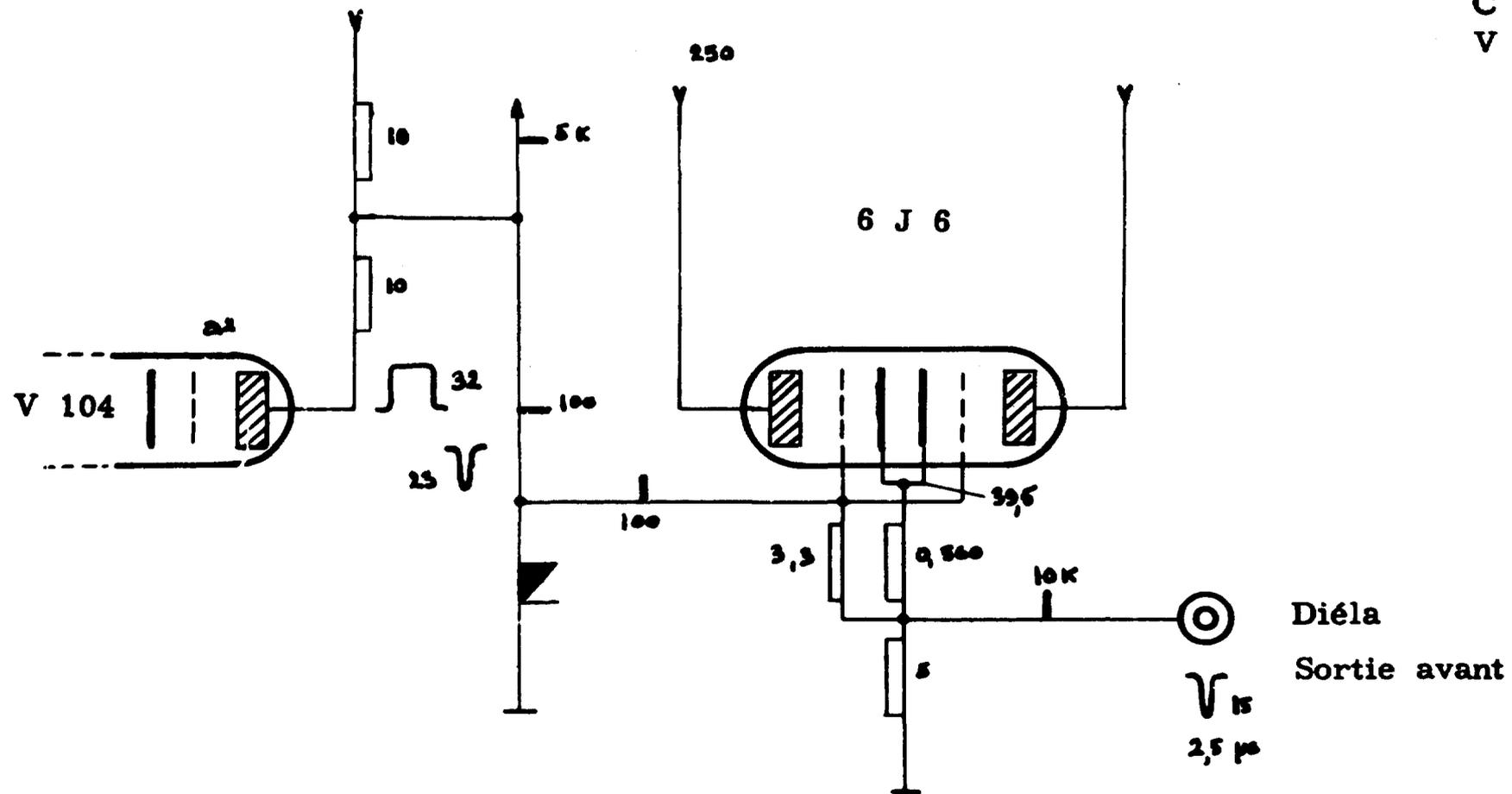
Planche 4

- R en K  $\Omega$
- V en volts
- C en picofarads
- Tubes ECCB 1

Décade de sortie modifiée (des échelles E<sub>1</sub> à E<sub>6</sub>)

Planche 5

R en K Ω  
 C en picofarads  
 V en volts



**FIN**