

Avril 1963

LRP 9-63

TIMING DE L'EXPERIENCE DU THETA PINCH

A. Heym

Résumé

Une caméra à miroir tournant fournit, par l'intermédiaire de deux photomultiplicateurs, les impulsions à partir desquelles on commande le déroulement d'une expérience de theta pinch.

On décrit la chaîne des appareils, qui comprend : un appareil de contrôle fourni par le constructeur de la caméra, un appareil assurant le timing proprement dit, et enfin un appareil qui transmet les impulsions à basse impédance aux circuits d'utilisation.

Le rapport décrit également un circuit appelé "simulateur de caméra" qui, remplissant les mêmes fonctions électriques que cette dernière peut lui être substituée pour les essais et les mises au point des autres circuits électriques.

Timing de l'expérience du theta pinch

A. HEYM

L'expérience du theta pinch prévoit l'enregistrement photographique de l'évolution du plasma à l'aide d'une caméra ultra rapide. Celle-ci est le seul élément mécanique de la chaîne des instruments de l'expérience et conditionne de ce fait son déroulement. Le miroir M de cette caméra (fig. 1) tourne sous vide (~ 5 mmHg) à la vitesse maximum de 5 Kc et réfléchit : d'une part la lumière issue du plasma sur le film F au travers d'un secteur S portant 30 lentilles, et d'autre part la lumière issue d'une lampe à incandescence L sur la cathode de 2 photomultiplicateurs 1 et 2. Les impulsions délivrées par ces derniers repèrent deux positions du miroir correspondant : l'une à un prépulse, l'autre à l'enregistrement de la lère photographie. Ces impulsions attaquent un appareil électronique (fourni par la compagnie Barr + Stroud) qui comprend (fig. 2) :

- a) Une chaîne qui reçoit les impulsions des photomultiplicateurs 1 et 2, composée d'un mélangeur et d'un amplificateur. L'observation à l'oscilloscope des signaux de sortie de l'amplificateur permet la mesure précise de la vitesse de rotation du miroir de la caméra.
- b) Une chaîne attaquée uniquement par les impulsions du photomultiplicateur 1 et qui comprend un amplificateur suivi d'un flip-flop qui attaque à son tour un thyatron (A). L'impulsion positive recueillie sur la cathode de ce dernier alimente : d'une part une prise dénommée "sortie directe" et d'autre part un thyatron (B) au travers d'un circuit intégrateur RC. Les impulsions positives issues de la cathode du thyatron B alimentent une prise dite "sortie retardée". Le délai entre les impulsions directes et retardées est continûment variable de 0,5 à 200 μ sec.

Une séquence d'opération de la caméra peut se résumer comme suit :

- 1) Mise en route du miroir tournant de la caméra.
- 2) L'action du bouton "fire" met la lampe à incandescence L (fig. 1)

sous tension et débloque la grille du thyatron A (fig. 2) par l'intermédiaire d'un relais.

- 3) Dès que le filament de la lampe L est assez chaud, les impulsions apparaissent à chaque demi-tour sur les photomultiplicateurs 1 et 2 et à la sortie du mélangeur de contrôle.
- 4) Dès que l'amplitude des impulsions issues du photomultiplicateur 1 est assez grande, les thyatrons A et B produisent une impulsion unique.
- 5) L'impulsion sur le thyatron B éteint la lampe L et bloque la grille du thyatron A en actionnant un relais inséré dans le circuit de maintien du relais signalé sous chiffre 2.
- 6) Arrêt de la caméra.

On dispose donc de 4 types d'impulsions pour synchroniser le déroulement de l'expérience avec la prise de vue.

- i) Les impulsions négatives issues du photomultiplicateur 1 intervenant à chaque demi-tour après l'action du bouton "fire".
- ii) Les impulsions produites dans les mêmes conditions par le photomultiplicateur 2.
- iii) Une impulsion positive unique issue du thyatron A déclenchée par le photomultiplicateur 1.
- iv) Une impulsion positive unique retardée de 0,5 à 200 μ sec par rapport à l'impulsion du chiffre iii).

La préionisation et l'enclenchement de l'oscillateur sont commandés à partir des impulsions uniques des thyatrons A ou B. La décharge principale est déclenchée par une impulsion du type ii) marquant le début de la photo. Comme ces impulsions apparaissent à chaque demi-tour du miroir, il faut sélectionner l'impulsion convenable à l'aide d'un circuit porte. On remarque qu'à la vitesse de rotation maximum du miroir, le faisceau lumineux issu de la lampe à incandescence L balaie les cathodes des photomultiplicateurs 1 et 2 avec un intervalle de temps de 3,4 μ sec et que deux impulsions successives pro-

duites par le photomultiplicateur 2 sont séparées de 91 μ sec. Si donc la préionisation doit précéder la décharge principale de plus de 3,4 μ sec, il faut régler l'ouverture de la porte sur l'impulsion du photomultiplicateur 2 survenant un demi tour après la décharge du thyatron A et retarder les autres impulsions de commande en conséquence.

Un appareil électronique (timing unit, fig. 3) remplit cette fonction. Attaqué par l'impulsion du thyatron B du "control unit" et par celles du photomultiplicateur 2, il comprend 2 parties principales :

- 1) Un circuit de retard constitué par une ligne, réglable de 0 à 20 μ sec par pas de 1 μ sec.
- 2) Un circuit porte assorti de son circuit de commande et d'un circuit de retard réglable continûment de 20 à 100 μ sec.

La répartition dans le temps des différentes impulsions survenant dans l'appareillage est donnée dans la figure 4.

La figure 5 représente le schéma bloc du timing unit. L'entrée "prépulse" reçoit les impulsions du thyatron B qui sont positives de 200 V; elles montent en 50 nsec environ et décroissent à zéro en 1,5 msec. Le circuit de retard comporte un flip flop précédé d'un tube d'attaque et fournissant à un cathode follower une impulsion de 1,5 μ sec de durée. Ce dernier alimente une ligne formée de 5 sections de câble coaxial hélicoïdal Hackethal HH 1600 de 1 μ sec de temps de transit. L'impulsion de sortie de cette ligne est envoyée sur une deuxième ligne formée de 3 sections de 5 μ sec du même câble, par l'intermédiaire d'un 2e cathode follower. L'impulsion de sortie de cette 2e ligne alimente un discriminateur à réglage fixe qui la met sous la forme d'une impulsion carrée positive de 40 V et durant 2 μ sec.

Le cathode follower de sortie permet d'obtenir une impulsion carrée positive de 20 V sur un câble adapté de 75 Ω . Un circuit binaire comportant une lampe au néon permet de vérifier la présence de l'impulsion d'entrée.

Le fonctionnement du circuit porte est le suivant : L'impulsion

d'entrée (prépulse) excite un flip flop dont la durée de bascule est réglable continûment entre 20 et 100 μ sec à l'aide d'un potentiomètre. Le front positif produit sur l'anode de l'un des tubes de ce flip flop lors de son retour à l'état stable attaque un 2e flip flop dont l'impulsion de sortie, d'une durée constante de 20 μ sec, provoque l'ouverture de la porte. Une impulsion négative de 1,5 V survenant alors à l'entrée "pulse" peut traverser le circuit porte et réapparaît à la sortie "pulse" comme une impulsion positive de même forme et 20 V d'amplitude sous 75 Ω .

On contrôle également la présence de l'impulsion à l'entrée "pulse" à l'aide d'un circuit binaire. Les figures 6 et 7 montrent respectivement le schéma de principe et le plan de câblage du timing unit.

La distribution des impulsions de sortie du "timing unit" est assurée par un appareil comprenant 13 cathode followers répartis en 3 groupes. Les deux premiers comprennent chacun deux cathode followers et sont destinés à transmettre des impulsions déclenchant la préionisation et l'oscillateur. Le troisième groupe comprend 9 cathode followers alimentant les "triggering units" des ignitrons des différents bancs de condensateurs. Les figures 8 et 9 donnent respectivement le schéma de principe et le plan de câblage de cet appareil.

Pour éviter de faire tourner la caméra pour des mises au point et des essais de la partie électronique de l'expérience, on a construit un "simulateur de caméra", appareil sur lequel on peut brancher les câbles aboutissant normalement à la caméra et fournissant des impulsions semblables à celles produites par les photomultiplicateurs et dont l'écart peut être varié continûment entre 0,5 et 111 μ sec. Cet appareil contient en outre 2 relais figurant les différents contacts de sécurité présents dans la caméra. La figure 10 donne le schéma de principe de cet appareil.

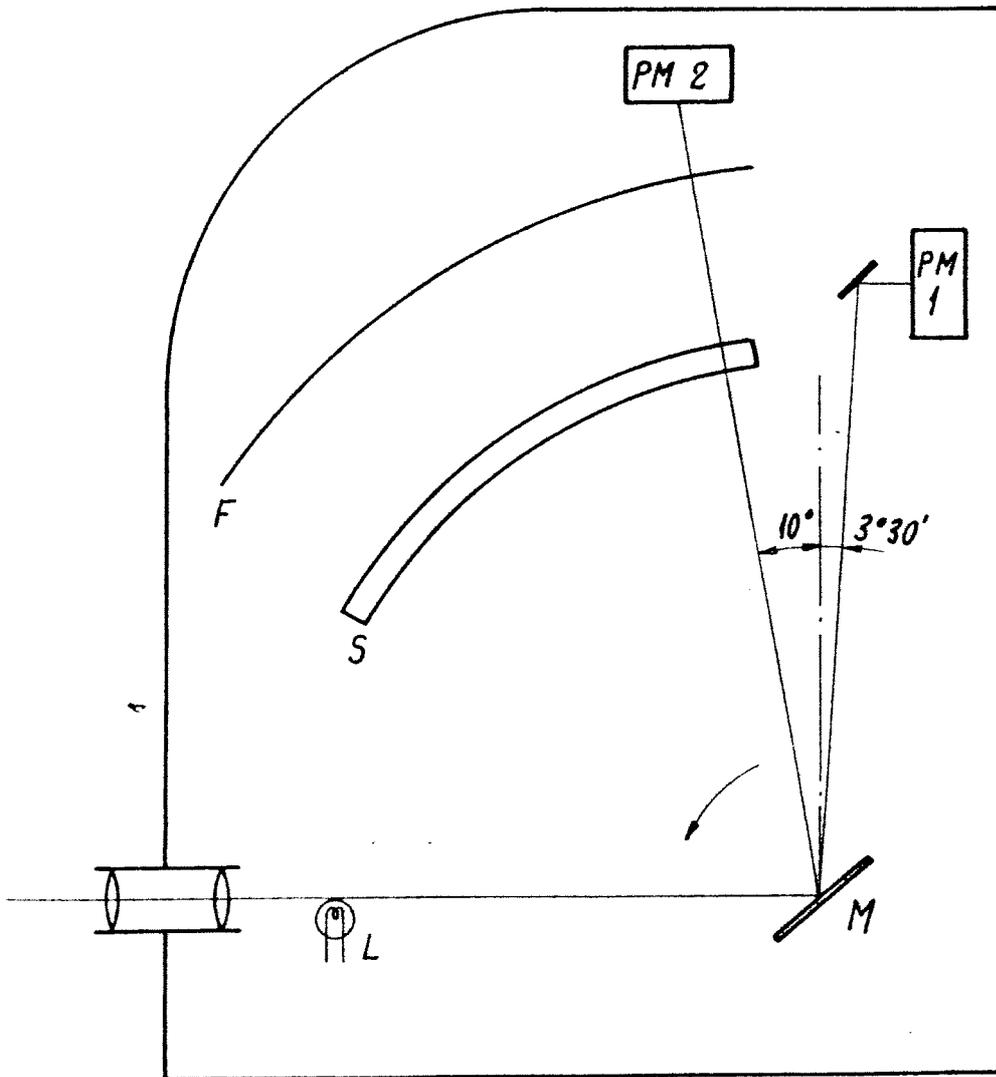
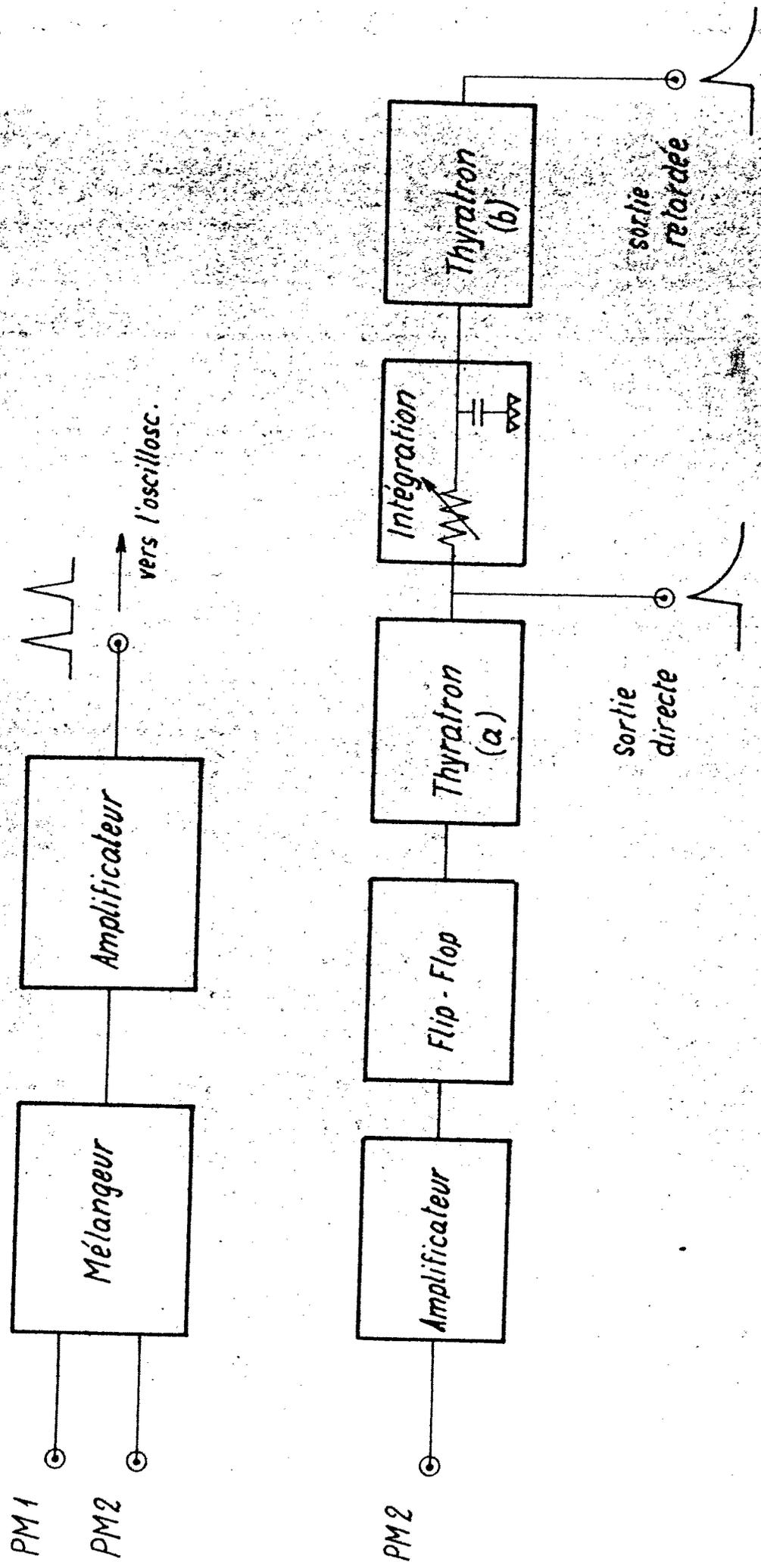


Fig. 1



Control Unit

Barr and Stroud Ltd.

Fig. 2

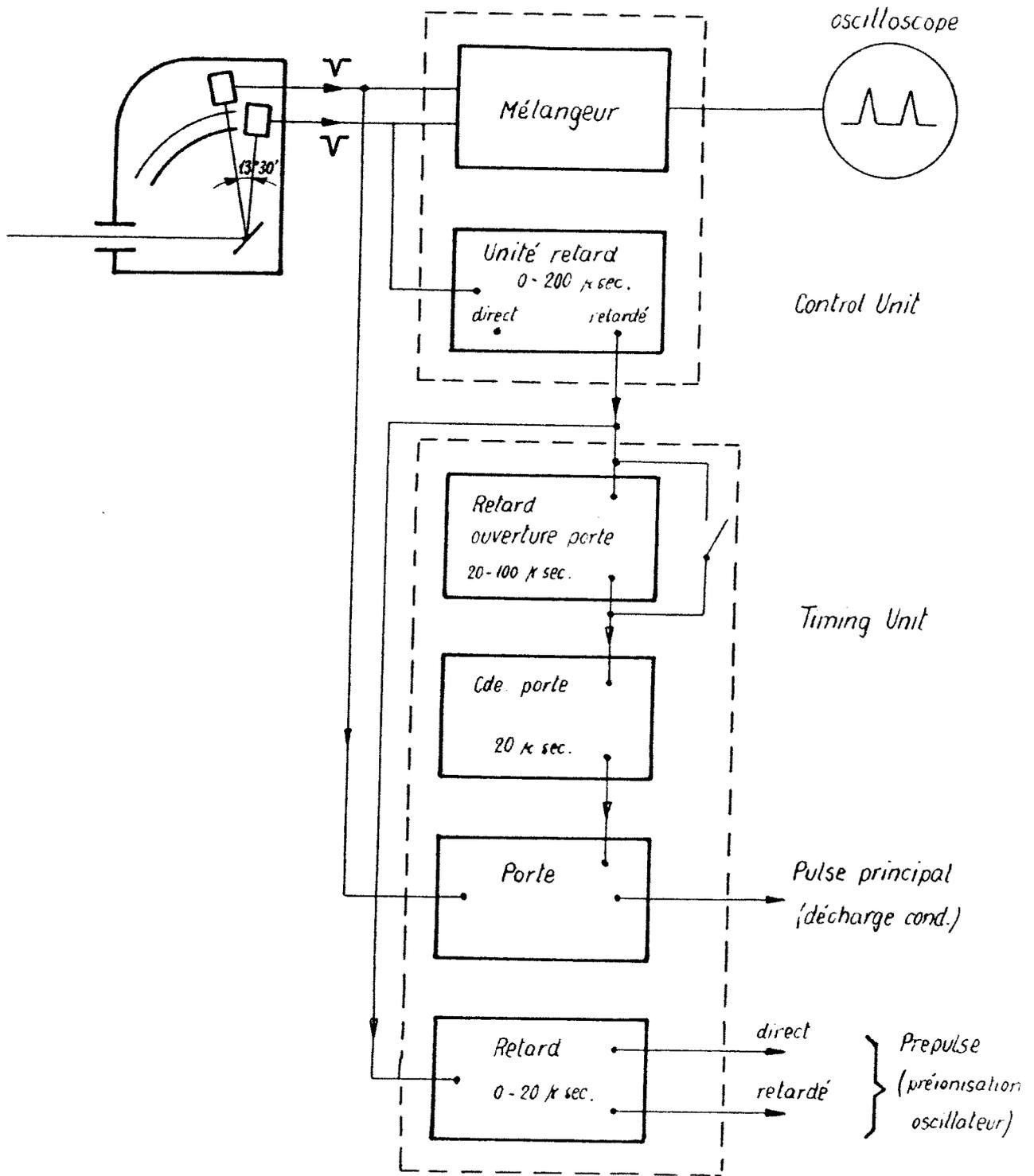


Fig. 3

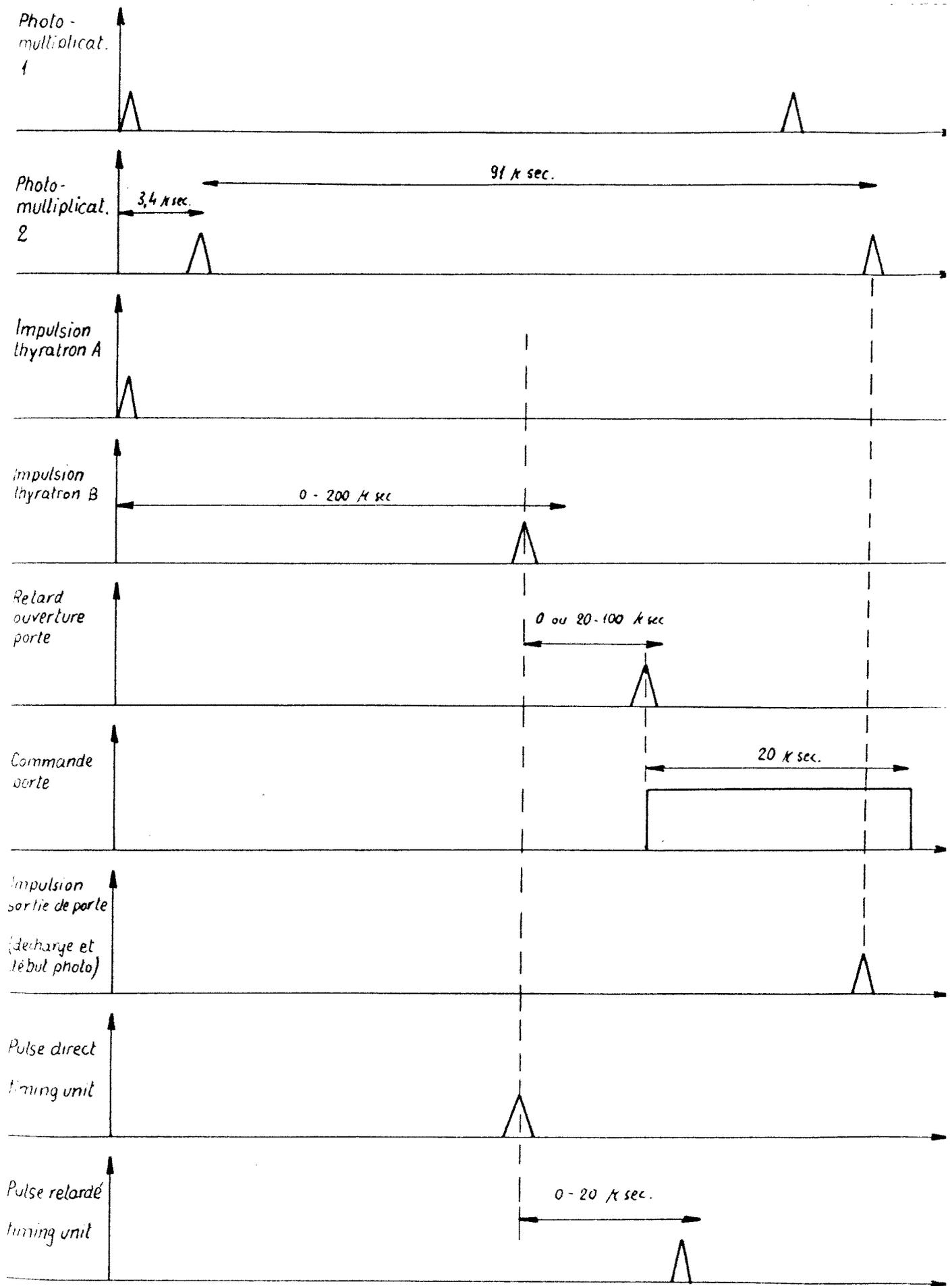


Fig. 4

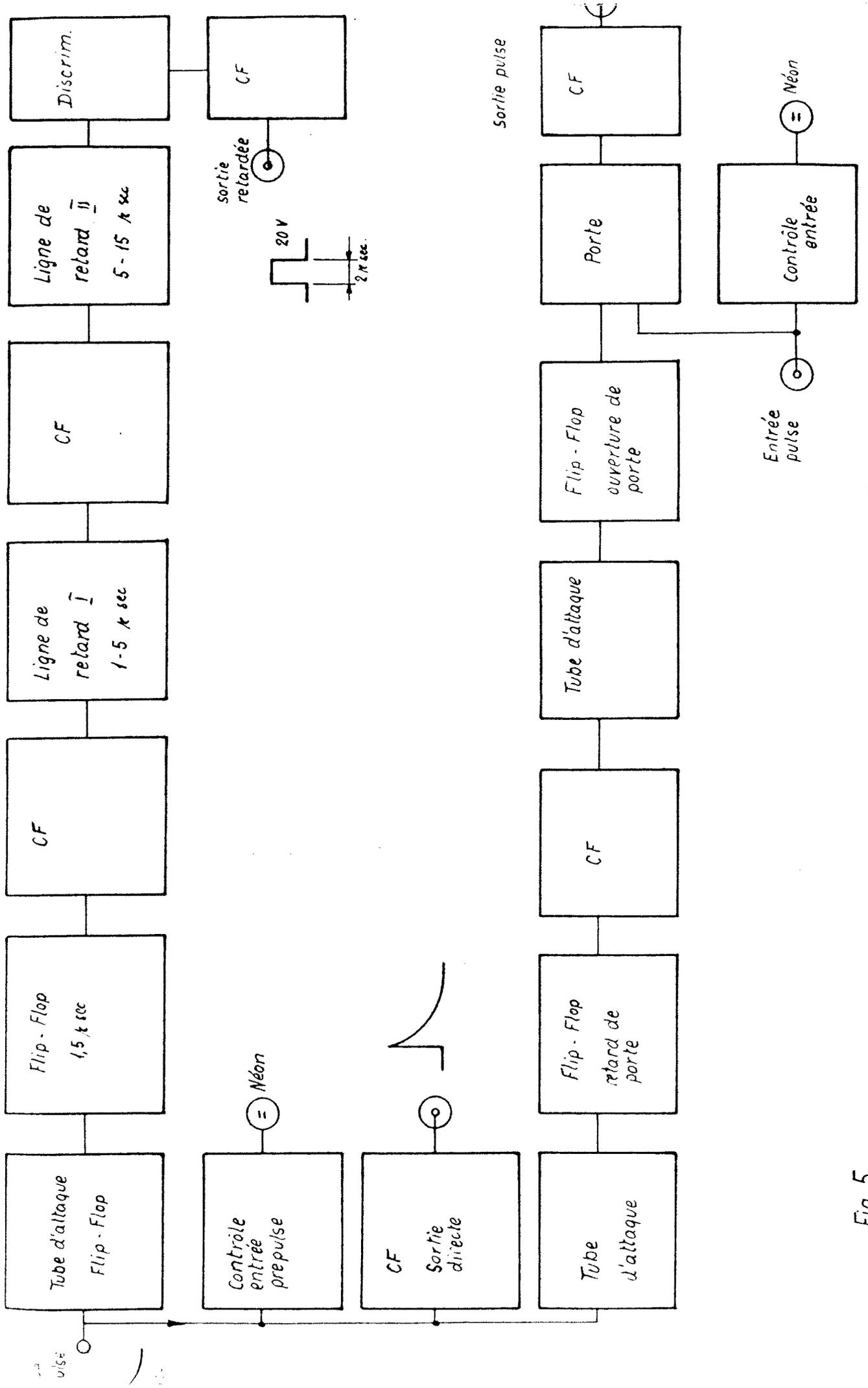


Fig. 5