

BF/ab

MPS/SR/Note 69-16
2 octobre 1969

INTERVALLE DE TEMPS ETALON

POUR CHRONOMETRIE A VERNIERS

par

B. Frammery
(étudiant de vacances 1969)

PS/7442

I. Introduction

L'appareil décrit ci-dessous est essentiellement destiné à tester un dispositif de chronométrie à verniers qui doit permettre d'atteindre une précision meilleure que 1 ns. Il s'agit donc, à partir d'une horloge à quartz et d'une impulsion de start, toutes deux externes, d'obtenir une impulsion ON de départ et une impulsion OFF d'arrêt sur 2 voies différentes. On délimite ainsi un intervalle de temps choisi dans une gamme convenable et toujours constant à la précision de l'horloge près. La largeur de cet intervalle peut varier dans une gamme de 1 à 20 par pas minimum de 20 ns, selon le réglage de l'appareil et la fréquence de l'horloge (jusqu'à 50 MHz).

Les gammes de mesures requises justifient l'utilisation de circuits Motorola MECL II qui permettent des temps de propagation inférieurs à 6 ns.

Pour obtenir la précision souhaitée, il faut minimiser les jitters. Ainsi on emploiera la technique du comptage synchrone et on cherchera à réduire le nombre de circuits sur le trajet des impulsions d'horloge. On prendra aussi des précautions de câblage afin de symétriser les voies des impulsions de sortie.

II. Principe de fonctionnement

(Voir schéma fig. 1)

L'appareil comprend:

- un circuit de start
- un diviseur par dix dit "décade des unités"
- un compteur à vingt à décodage présélectionné dit "décade des dizaines"
- deux circuits symétriques de sortie (ON et OFF)
- un circuit de stop et de reset.

1. Circuit Start (Fig. 2)

Outre un circuit d'adaptation aux niveaux logiques MECL, il comporte une mise en séquence des impulsions d'horloge et de l'impulsion start dont le principe est décrit en annexe.

2. Décade des unités (Fig. 2)

Dans cette décade ⁽¹⁾ on effectue un décodage du 9 dans la porte des dizaines. Les impulsions obtenues constituent l'horloge de la décade des dizaines. Cette décade peut être shuntée par l'intermédiaire d'un relais. Dans ce cas, les impulsions d'horloge issues de la porte des unités attaquent directement la décade des dizaines. On divise ainsi par dix l'intervalle ON - OFF et l'on supprime la porte des dizaines du circuit horloge, ce qui réduit le jitter total.

3. Décade des dizaines (Fig. 3)

Sur une décade identique à la précédente on effectue un décodage asynchrone du 9 qui fait basculer un flip-flop supplémentaire (E). Il faut noter que l'on positionne ici le flip-flop A sur 1 par l'impulsion de reset. Ainsi, lors du comptage, les portes à coïncidence s'ouvrent après la (n-1)ième impulsion et laissent passer la n-ième conformément à l'affichage des pré-sélecteurs.

4. Circuits ON et OFF (Fig. 3)

Ces deux circuits, de même nature, sont absolument symétriques de façon à compenser exactement les retards de propagation. Le circuit ON consiste en un système bouclé de décodage du 1 tandis qu'un décodage présélectionné de 1 à 19 fournit l'impulsion OFF.

5. Circuit Stop et Reset (Fig. 3)

Il utilise les impulsions OFF et $\overline{\text{OFF}}$ retardées de 20 ns par un monostable. On évite ainsi de tronquer l'impulsion OFF.

III. Performances

Position "x 10"

Fréquence limite > 50 MHz (*)

Retard du "ON" sur l'impulsion d'horloge correspondante: 14 ns

Retard du "OFF" sur l'impulsion d'horloge correspondante: 14 ns

Intervalle de temps minimum (position 02) : 176 ns

Position "x 1"

Fréquence limite : 10 MHz (**)

Retard du "ON" sur l'impulsion d'horloge correspondante: 9 ns

Retard du "OFF" sur l'impulsion d'horloge correspondante: 9 ns

Intervalle de temps minimum : 100 ns.

L'étude du fonctionnement du prototype a été faite avec une horloge à quartz de 10 MHz \pm 10 Hz ⁽²⁾.

La coïncidence des impulsions ON et OFF (position 01) se fait avec une précision de l'ordre de 0,5 ns.

-
- (*) La limitation en fréquence est due au temps de propagation des impulsions d'horloge présélectionnées.
- (**) La largeur de l'impulsion "start" différenciée dans le circuit d'adaptation est de l'ordre de 100 nanosecondes. La durée minimale d'une séquence ON-OFF ne peut donc descendre en dessous de cette valeur, car le flip-flop F.F. recevrait alors simultanément une impulsion "start" et une impulsion "stop". Si, éventuellement, on recherche une durée ON-OFF inférieure à 100 ns, on peut, par une mise en forme du front négatif de l'impulsion "start", ramener à quelques nanosecondes la durée de celle-ci. Dans ce cas, la fréquence est limitée comme précédemment par le temps de propagation et le décodage des impulsions d'horloge.

IV. Fiche technique

Présentation : tiroir standard NIM

Courant : 1 A

Tension : - 5,2 V

Sorties ON et OFF)
Entrée Horloge) sur prises LEMO

Entrée Start sur fiche BNC terminée 75 ohms: Impulsion standard
40 V, 1 μ s

Présélection par Contraves

Gammes de mesure:

de 1 à 9 par pas de 1 période d'horloge (position "x 1")

de 10 à 190 par pas de 10 périodes d'horloge (position "x 10")

Références

- (1) Motorola Applications Information MECL II - Sheet 2-1
- (2) Motorola Application Note 417: MECL Crystal controlled oscillator

Distribution: Ouverte

A N N E X E

Principe de fonctionnement du circuit START (Fig. 4)

Il est indispensable que la première impulsion d'horloge comptée soit correcte:

- pour éviter toute ambiguïté de comptage
- parce qu'elle sert d'impulsion ON, en position "x 1".

Lorsque les fronts négatifs de la sortie F.F. et d'une impulsion d'horloge sont en coïncidence, 2 cas peuvent se produire:

- l'impulsion S fait basculer le flip-flop e et tout se passe comme sur le schéma,
- l'impulsion S n'a pas le niveau ou la durée suffisante pour faire basculer le flip-flop e. Dans ce cas, la porte Start reste ouverte et l'impulsion d'horloge suivante passe; on se trouve ramené alors au cas ci-dessus.

Dans tous les cas, on remarque que la première impulsion sortie en T n'est pas tronquée.

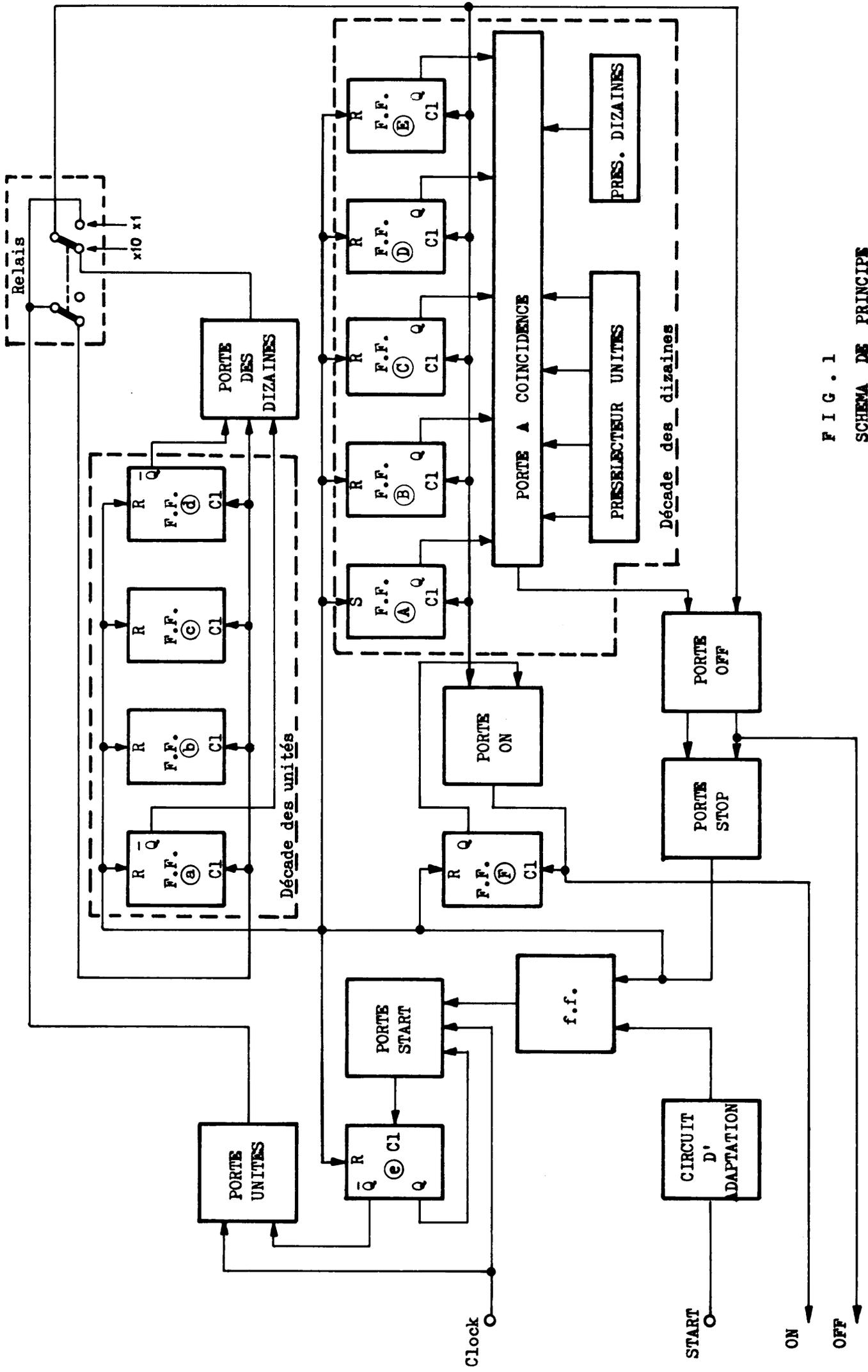
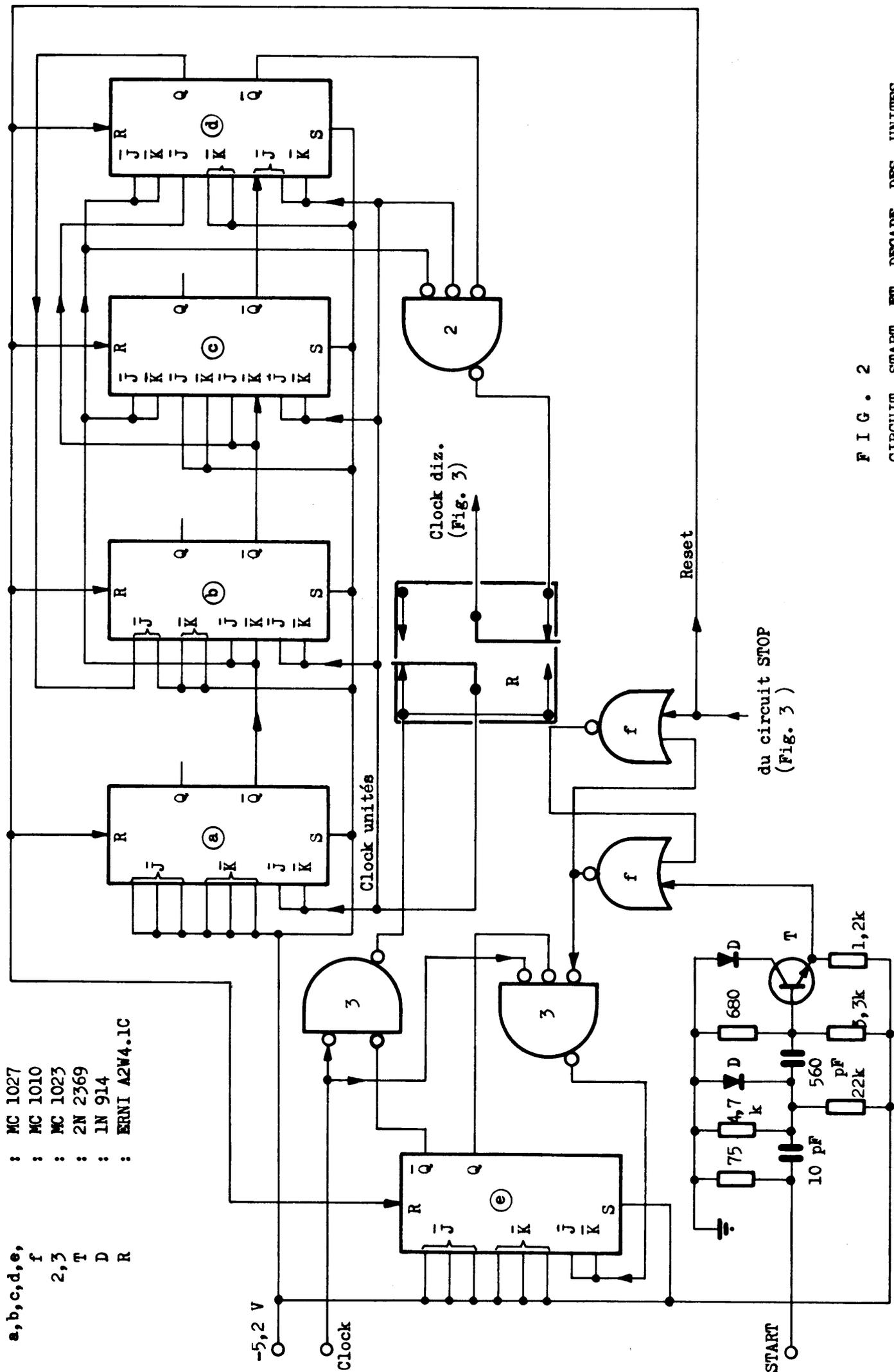


FIG. 1
SCHEMA DE PRINCIPES



- a, b, c, d, e, : MC 1027
- f : MC 1010
- 2, 3 : MC 1023
- T : 2N 2369
- D : 1N 914
- R : ERNI A2W4.1C

Clock div.
(Fig. 3)

du circuit STOP
(Fig. 3)

FIG. 2
CIRCUIT START ET DECADE DES UNITES

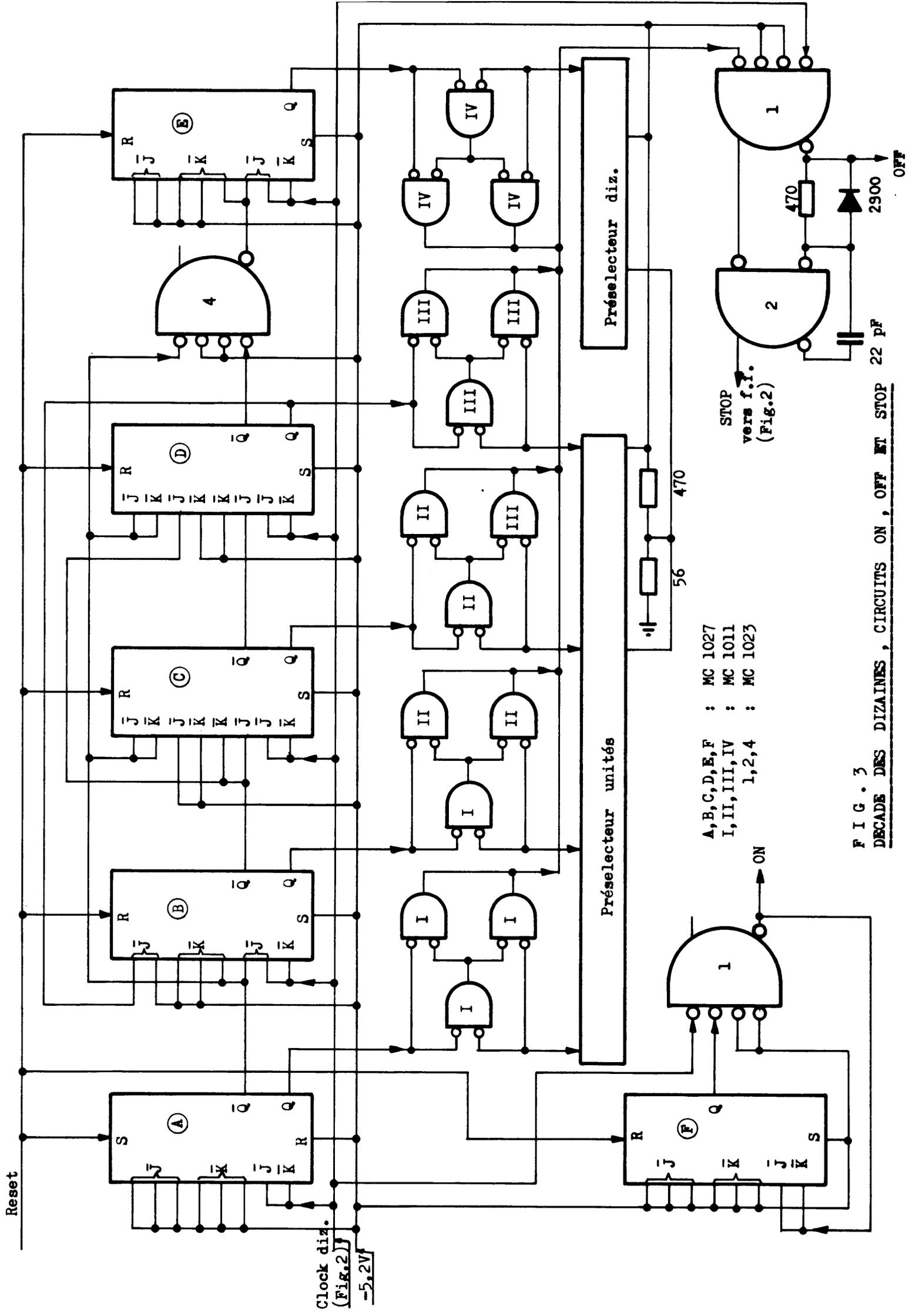
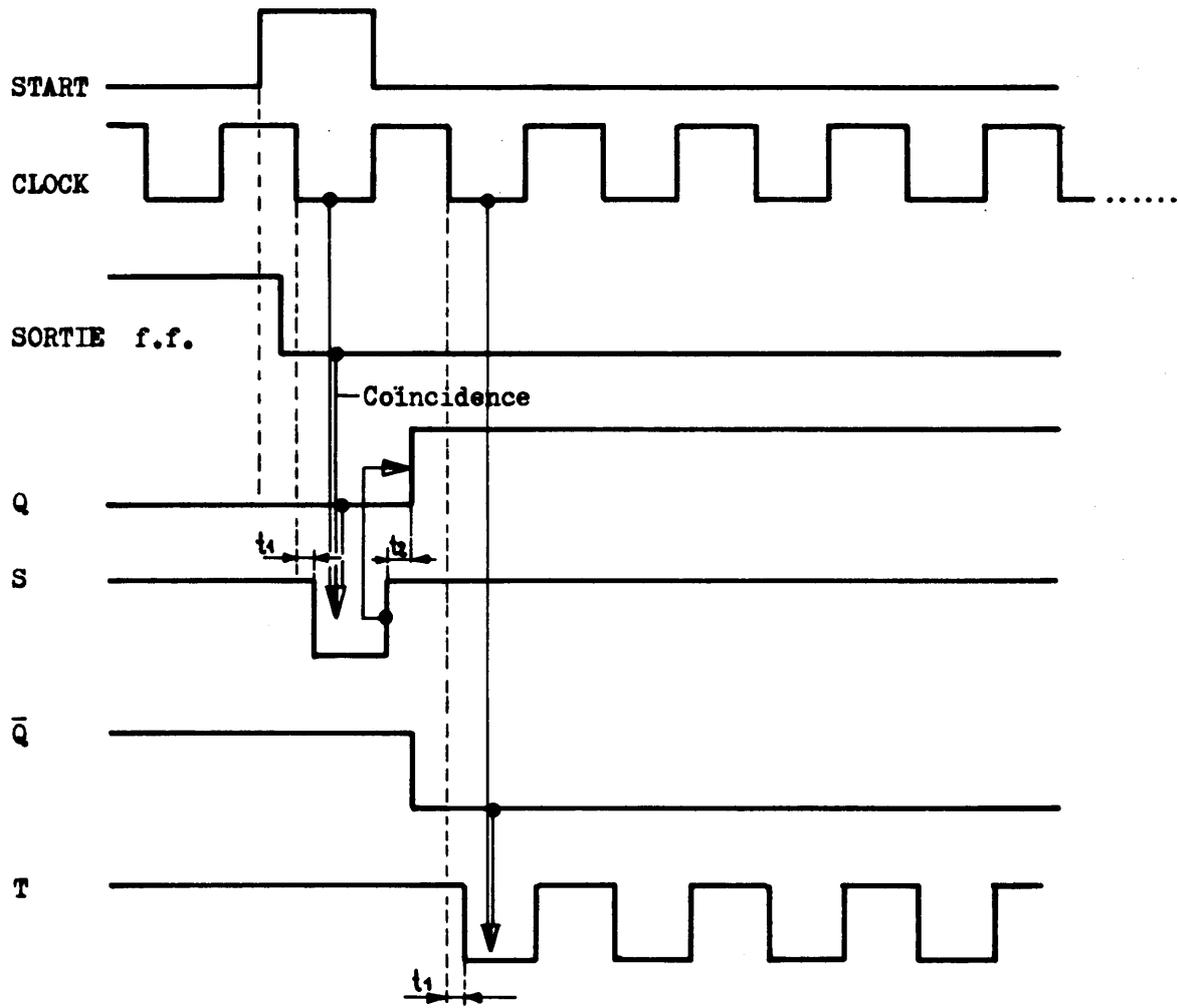
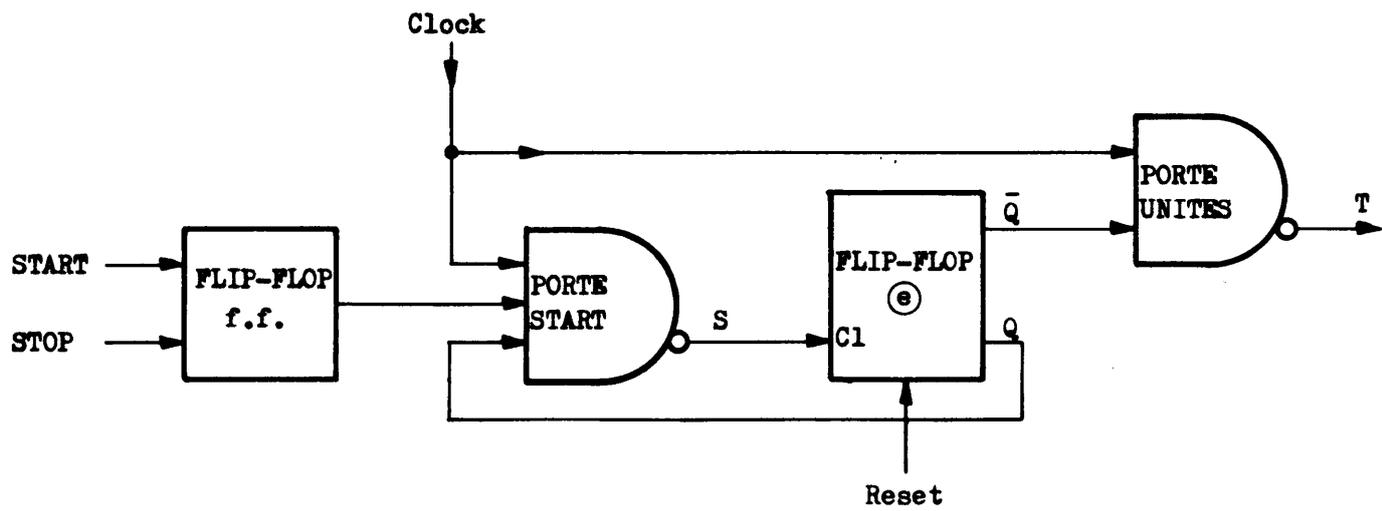


FIG. 3
 DECADE DES DIZAINES, CIRCUITS ON, OFF ET STOP



$t_1 = 2 \text{ ns}$

$t_2 = 6 \text{ ns}$

FIG. 4

CIRCUIT START . Diagramme temporel