

LA SYNCHRONISATION DU SYSTEME  
D'OBSERVATION DU FAISCEAU (CODD)

de

J. Boucheron - D. Boussard - F. Ollenhauer

1. Introduction

Pour mesurer l'orbite fermée du PS, le système d'observation du faisceau (CODD) suit la trajectoire d'un paquet déterminé tout au long d'un tour de machine. Ce principe de mesure, adopté au début du projet (1) appelle quelques commentaires:

- Pour distinguer l'orbite fermée des oscillations bétatroniques cohérentes, il est nécessaire de prélever des informations supplémentaires. On le fait en mesurant la trajectoire pendant plus d'un tour: certaines stations (pick-up en recouvrement) mesurent le même paquet à un tour d'intervalle. On peut ainsi obtenir des informations sur les oscillations cohérentes (phase et amplitude) et éventuellement déterminer le Q de la machine en mesurant le même paquet à plusieurs tours d'intervalle.
- Dans son principe, ce type de mesure est plus sensible aux signaux aléatoires (parasites, bruit, oscillations ioniques) que les méthodes d'intégration sur un grand nombre de paquets. Toutefois, il faut remarquer qu'actuellement la précision des PU semble limitée par les signaux parasites synchrones (ré-

flexions, distorsions, courants HF, etc.), qui ne sont pas éliminés par l'intégration.

- On peut, grâce à cette méthode, suivre la trajectoire d'un paquet au voisinage de l'éjection (par exemple entre le kicker et l'aimant à septum).

Chaque station pick-up est équipée de deux portes linéaires (une pour la voie somme, une pour la voie différence) chargées d'isoler le paquet à mesurer. Les stations en recouvrement possèdent deux canaux supplémentaires. Le problème de la synchronisation du CODD est celui de l'ouverture de ces portes linéaires de manière à sélectionner le même paquet par toutes les stations pick-up.

La première solution employée pour synchroniser le CODD (1, 2) utilisait un câble à retard. Les limitations de ce système sont évidentes: gamme d'énergie très restreinte, complexité de commutation, encombrement. Une autre proposition (1) prévoyait d'utiliser le signal somme d'une station pour ouvrir la porte de la station en aval et refermer la porte de la station en amont. Ce système "à poursuite" présente des difficultés dès qu'une station tombe en panne, et a donc été rejeté.

Le système décrit ici utilise des techniques éprouvées d'électronique digitale, et met à profit la disposition particulière des stations pick-up dans le PS, disposition déjà employée par ailleurs (3).

## 2. Principe

Les 40 stations pick-up du PS peuvent être réparties en 4 groupes selon le dernier chiffre de la section droite où elles sont installées (3, 5, 7 ou 0).

Groupe no. 1 ("3"):	3, 13, 23, ....	93
Groupe no. 2 ("5"):	5, 15, 25, ....	95
Groupe no. 3 ("7"):	7, 17, 27, ....	97
Groupe no. 4 ("10"):	10, 20, 30, ....	100

Dans chacun de ces groupes, la distance entre deux stations successives est de 10 unités d'aimant, soit encore deux longueurs d'onde RF. Tous les signaux d'un même groupe de pick-up sont donc en phase, ce qui permet, en particulier, d'utiliser le même signal de commande pour la remise à zéro de la ligne de base (3). Comme le temps mis par un paquet pour aller d'une station à l'autre (d'un même groupe) est égal à deux périodes RF, il suffit de compter 2, 4, 6, ... etc. périodes pour suivre un paquet déterminé tout autour de la machine. La synchronisation des pick-up d'un groupe revient alors à un problème d'électronique classique (comptage à présélection). Chaque groupe, qui comporte 12 canaux (10 stations et 2 recouvrements), est équipé d'un compteur de 0 à 24 avec 12 sorties présélectionnées (fig. 1) (compteurs de commande de portes).

Les impulsions horloge, synchrones avec la RF, sont les mêmes que celles employées pour la commande des circuits de restitution de la ligne de base (3). L'impulsion qui arrête la remise à zéro (OFF) arrive juste avant le paquet et est utilisée pour ouvrir la porte linéaire (via le compteur) (fig. 1).

Pour passer d'un groupe à l'autre, il faut déphaser les trains horloge d'un angle constant:  $2/5$  de période pour passer du groupe "3" au groupe "5",  $4/5$  de période de "3" à "7", 1 période de "5" à "10" (fig. 5). Cette opération est réalisée au moyen de circuits monostables, à retard réglable, d'une mise en oeuvre plus immédiate que des déphaseurs indépendants de la fréquence.

La plupart des mesures d'orbite étant faites, soit près de l'injection ( $f_{RF} \approx 3$  MHz) soit après la transition ( $f_{RF} \approx 10$  MHz), on peut choisir des retards pré-réglés correspondant à ces deux types d'opération. Pour des fréquences RF intermédiaires, on conserve la possibilité de régler manuellement les retards correspondants. Le passage du groupe "5" au groupe "10" se fait simplement en comptant une période RF supplémentaire (fig. 1).

L'instant de mesure est déterminé par une impulsion "start" qui fait démarrer les compteurs. Les impulsions "start" pour les différents groupes sont convenablement synchronisées pour assurer la séquence correcte des démarrages des compteurs: "3", "5", "7", "10" (voir en 4.4).

Au voisinage de l'injection, l'instant de mesure est choisi en comptant un nombre de tours présélectionné (de 1 à 999). On commence donc par diviser par 20 la fréquence RF pour obtenir la fréquence de révolution (7). Le compteur qui effectue cette division permet de choisir le paquet que l'on mesure (à une unité près, due au jitter de l'inflexion d'injection).

Pour le reste du cycle, une impulsion B ou M démarre le comptage du nombre de tours. Une autre possibilité est offerte par le système: on peut déclencher le compteur par une impulsion extérieure (mode éjection), ce qui permet par exemple de synchroniser le CODD avec les éjections rapides.

### 3. Production des impulsions horloge

#### 3.1 Mise en forme de la sinusoïde RF

Le signal RF est prélevé sur le discriminateur de phase au système d'asservissement du faisceau (côté cavités). On évite ainsi la difficulté due au saut de phase entre RF et paquets à la transition.

La sinusoïde est convertie en niveaux logiques MECL par l'amplificateur écréteur d'entrée (circuit intégré MC 1035 de Motorola). Une contre-réaction continue entre entrée et sortie (fig. 2) stabilise le point de travail de l'étage d'entrée et assure un écréteur symétrique. Le retard du circuit ne varie pas de plus de 5 ns pour une variation de 40 dB de l'amplitude de la sinusoïde d'entrée.

Après une porte logique qui autorise un déphasage de  $180^\circ$ , les signaux carrés sont transformés en impulsions par un circuit monostable. Les portes de puissance MC 1026 transmettent sous 75 ohm les impulsions au diviseur RF/20, au retard "RF 3", ainsi qu'à un circuit auxiliaire (voir annexe I) permettant le déclenchement synchrone d'un oscilloscope.

### 3.2 Retards réglables

La mise en phase des différents signaux (synchrones avec la RF) nécessaires au fonctionnement de la synchronisation se fait au moyen de circuits monostables à retard réglable. Cette solution, moins élégante que celle utilisant un déphaseur indépendant de la fréquence, est par contre d'une mise en oeuvre simple et immédiate.

Le circuit employé pour tous les retards est celui de la fig. 3 (4), (5). Les deux premières portes MC 1023, le condensateur de 22 pF et le potentiomètre de 10 k $\Omega$  constituent un circuit monostable classique qui peut travailler avec un faible temps de recouvrement grâce à la décharge rapide du condensateur à travers la diode HP2900. Le niveau de la rampe de tension à l'entrée de la deuxième porte est décalé par une polarisation extérieure qui permet de régler l'instant de basculement, et donc le retard du monostable. La diode BAY82 ramène le point de départ de la rampe à un niveau fixe, quelle que soit la fréquence de répétition (clipping) et réduit le "jitter" du circuit.

Avec la troisième porte logique, on constitue un deuxième circuit monostable qui sert à mettre en forme l'impulsion de sortie.

Le premier retard "RF 3" (fig. 1) doit pouvoir varier dans une gamme assez large (au moins une période) pour couvrir tous les cas de synchronisation. On utilise pour cela deux

retards en cascade, commandés par la même tension de polarisation. Toutes les sorties des retards se font sous 75 ohm par l'intermédiaire des "line drivers" MC 1026 (niveaux logiques MECL).

Les 3 retards qui commandent le temps de restitution de la ligne de base (ON-OFF) sont réglés par une tension de polarisation unique (retards égaux).

### 3.3 Commande des retards

Un sélecteur placé sur le panneau avant du tiroir des retards (phasing delays) permet de choisir entre 4 modes de fonctionnement.

- 3 MHz. Les retards sont préréglés (potentiomètres réglant la polarisation accessibles par tournevis) pour le fonctionnement au voisinage de l'injection (jusqu'à 1000 tours après BIT).
- 10 MHz. Idem pour le fonctionnement dès que la fréquence est quasi constante (après B 100 environ).
- Variable. Les retards sont réglables par des boutons sur le panneau avant pour les fréquences intermédiaires.
- Remote. Depuis la salle de contrôle (MCR), on peut choisir entre les deux premiers modes de fonctionnement (3 MHz et 10 MHz.).

La sélection d'un mode commande également le choix de la largeur d'ouverture des portes linéaires (2 positions préréglées et une position variable), ainsi que le type de fonctionnement de l'appareillage qui sélectionne l'instant de mesure. Tous les signaux à la sortie des retards sont disponibles sur le panneau avant (sortie à haute impédance) grâce à un sélecteur.

4. Production des impulsions START des compteurs pour la commande de l'ouverture des portes

4.1 But

Le rôle des circuits décrits dans ce paragraphe est de fournir une impulsion START à chacun des quatre groupes de châssis ("3", "5", "7" et "10") correspondant aux P.U. 3, 5, 7 et 10 et contenant les circuits de commande de l'ouverture des portes linéaires. Pour cette raison elle devra avoir une phase bien définie par rapport aux impulsions d'horloge (impulsions RF).

Ces circuits devront permettre de:

- a) choisir le paquet dont on veut suivre la trajectoire (compteur RF/20)
- b) choisir le tour et )
- c) choisir l'énergie ) auxquels on veut faire cette mesure (compteur de tours).
- d) suivre un paquet au voisinage de l'éjection et accessoirement fournir une impulsion
- e) START pour le circuit de déclenchement de l'oscilloscope (annexe I)
- f) START pour le registre à décalage commandant la lecture séquentielle des convertisseurs
- g) RESET des convertisseurs (6)
- h) RESET des compteurs pour la commande de porte.

4.2 Principe du diviseur RF/20 (fig. 4)

Ce tiroir inspiré du "générateur d'impulsions de synchronisation pour la fréquence de révolution" (7) en diffère en ce que l'on peut présélectionner un quelconque des vingt paquets (condition a) et se synchroniser sur une impulsion d'éjection (condition d). Le retard entre les impulsions d'entrée RF et la sortie RF/20 a été minimisé (5 ns) et rendu indépendant du numéro du paquet présélectionné.

En position "NORMAL" le flip-flop 1 ouvre la "porte d'entrée ET", qui laisse passer la RF (mise en forme par le circuit schématisé fig. 2) entre les impulsions START 1 (BIT) et STOP 1 (M 30). Ces impulsions horloge entrent dans un compteur diviseur par 20 qui a été remis à 01 par l'impulsion STOP 1 (M 30).

Ce compteur est constitué par 4 flip-flop formant la décade des unités et 2 flip-flop supplémentaires permettant la division par 20. Grâce à leurs multiples entrées J et K les 6 flip-flop choisis (MC 1027) permettent un comptage en BCD 1248 entièrement synchrone (8). La décade des unités ne nécessite pas de portes logiques extérieures, alors qu'il faut deux portes MC 1023 en asynchrone pour les deux derniers flip-flop.

Sur la position INJECTION, la sortie des portes à coïncidence permet l'ouverture de la "porte ET d'horloge" entre les positions (n-1) et n du compteur (n étant le numéro du paquet présélectionné). Les portes à coïncidence jouent le rôle de comparateur entre le contenu du compteur et le chiffre décodé affiché sur les présélecteurs. Nous avons utilisé des portes MC 1011 permettant le "wired-or" et des présélecteurs Contraves MSM 140 (9). Donc à la sortie de cette porte nous trouverons les impulsions d'horloge n, n+20, n+(2x20) ... pendant le temps compris entre les impulsions START 1 (BIT) et STOP 2 (sortie du compteur de nombre de tours) qui contrôlent le flip-flop 2. Ces impulsions RF/20 ont un retard par rapport aux impulsions RF d'entrée égal au temps de propagation dans les deux portes ET soit environ 2 x 2 ns.

Sur la position "HAUTE ENERGIE" le START 2 du flip-flop 2 provient d'une impulsion du train B (ou M) présélectionnée (Bn) soit depuis le C.B. en position "Local", soit depuis le MCR en position "Remote". Le flip-flop 2 n'ouvre la porte ET d'horloge qu'après avoir reçu cette impulsion Bn, ce qui permet de choisir l'énergie à laquelle on veut laisser entrer les impulsions horloge sur le compteur de tours (condition c). Sur la

position REMOTE la sélection du mode "3 MHz" commute sur "INJECTION" et le mode "10 MHz" sur "HAUTE ENERGIE".

Enfin en position "EJECTION" le flip-flop Ejection n'autorise l'ouverture de la porte ET d'entrée que pendant le temps compris entre l'impulsion START et STOP de TRIGGER EJECTION. On peut ainsi se synchroniser sur un paquet déterminé avant qu'il ne soit éjecté (condition d).

L'impulsion BIT et le train B n'étant pas synchronisés avec la RF, nous aurons un jitter de un paquet, ainsi qu'un jitter d'un tour (pour le mode "Haute Energie") à la sortie de la porte ET d'horloge, ce qui n'est pas une limitation du système. Par contre, l'impulsion de Trigger Ejection est synchronisée avec la RF ce qui supprime l'incertitude sur le paquet et sur le tour (car nous travaillons dans ce cas là sur la position INJECTION).

#### 4.3 Principe du compteur de tours (fig. 4)

Les impulsions RF/20 servent d'horloge pour la décade synchrone des unités, qui a été positionnée sur 1 par l'impulsion STOP 1 (M 30). Le présélecteur des unités, positionné sur u, permet un changement de niveau logique à la sortie des portes à coïncidence des unités entre les états (u-1) et u de cette même décade. Un décodeur du "9" des unités commande l'ouverture de la porte horloge qui laisse entrer la 10ème impulsion comme horloge dans la décade des dizaines.

Ce qui a été dit pour la décade des unités reste valable pour celle des dizaines et des centaines exception faite pour l'impulsion STOP 1 qui, après avoir été remise en forme par les "RESET DRIVER", effectue le RESET à 0 des dizaines et centaines. La technique utilisée pour ces trois décades, ainsi que pour les trois groupes de portes à coïncidence, reste la même que pour le diviseur RF/20.

La coïncidence des trois changements de niveaux logiques des trois décades permet l'ouverture de la porte à coïncidence de sortie entre les positions [c.d.(u-1)] et (c.d.u) du compteur et autorise le passage de la (c.d.u)ème impulsion RF (c et d étant respectivement les chiffres des centaines et des dizaines présélectionnés). Les deux sorties du compteur de tours servent l'une à effectuer le START du déclenchement de l'oscilloscope (condition e), l'autre à assurer la mise en séquence.

Le retard total mesuré entre l'impulsion RF d'entrée à présélectionner et sa sortie du compteur de tours est  $< 10$  ns, les portes logiques étant responsables pour 6 ns (3 x 2 ns) et les câbles pour le reste.

Un système d'affichage comportant des translateurs de niveaux logiques MECL à TTL, 3 circuits intégrés SN 7475 N servant de mémoire, 3 décodeurs et Nixie driver SN 7441 AN et 3 Nixie, permet de vérifier le bon fonctionnement du compteur de tours.

#### 4.4 Principe de la mise en séquence

Un diagramme temporel illustre le rôle de ces circuits (fig. 5).

Les impulsions RF, déphasés par les monostables à retard réglable, donnent les impulsions horloge OFF (Voir en 2 et 3). La sortie du compteur de tours n'a aucune relation de phase avec les impulsions RF, mais plutôt une relation de temps correspondant au retard des circuits. La première impulsion horloge OFF du groupe 7 arrivant après l'impulsion de sortie du compteur de tours assure cette mise en phase et donne l'impulsion de Start 3, 5 et 10. Cette même impulsion, retardée de 20 ns, fournit le Start 7. Les sorties décodées impaires (1, 3, 5, ... 23) des compteurs de commande de porte donnent les impulsions de trigger pour les circuits de contrôle de

l'ouverture des portes "3", "5" et "7", alors que le groupe "10" utilise les sorties décodées paires (2, 4, 6, ... 24).

Le diagramme temporel montre que la séquence 3, 5, 7, 10 pour l'ouverture des portes linéaires est respectée, ce qui permet de suivre le même paquet pour toutes les stations PU.

La fig. 6 représente le schéma de principe de ces circuits. En position "MESURE" l'impulsion de sortie du compteur de tours fait basculer un flip-flop qui ouvre une porte ET. La première impulsion horloge "7" OFF suivante passe à travers la porte ET, est mise en forme par le "shaper 20 ns", fait le reset du flip-flop et donne les "Starts" des compteurs de commande de porte "3", "5" et "10" par l'intermédiaire des line drivers MC 1026. Ainsi la porte ET n'a permis le passage que d'une impulsion horloge "7" OFF, ce que l'on peut vérifier par un point de test sur le panneau avant.

Un montage semblable à celui de la fig. 3 permet, avec les deux premières portes du MC 1023, de constituer le "shaper 20 ns" mentionné ci-dessus. Le deuxième monostable de 20 ns en cascade, utilisant une troisième porte, retarde le front positif de l'impulsion de 20 ns et joue à la fois le rôle de "shaper 20 ns". Cette impulsion, après avoir traversé un line driver MC 1026, donne le "start" du compteur de commande de porte "7".

Une quatrième porte en cascade retarde encore l'impulsion de 20 ns et constitue un monostable de 300 ns qui effectue le STOP 2 (voir en 4.2) et, après un changement de niveau logique MECL à TTL, attaque un blocking qui donne le START du registre à décalage de lecture des convertisseurs (condition f).

Sur la position STOP du commutateur, l'impulsion de sortie du compteur de tours n'entre plus dans le circuit de mise en séquence, qui ne fournit plus les STARTS des compteurs de commande de porte, ni du registre à décalage. On peut ainsi empêcher l'arrivée de nouvelles informations sur les convertisseurs. Dans cette

même configuration l'impulsion M 30 n'entre plus sur le blocking qui donne l'impulsion de RESET des convertisseurs et des compteurs de commande de porte (conditions g et h), ce qui permet de conserver une mesure en mémoire dans les convertisseurs.

## 5. Circuits de commande de porte

### 5.1 Compteurs

Leur rôle a été expliqué aux paragraphes 2 et 4.4. Le groupement par 6 dans un chassis des circuits de remise à zéro de la ligne de base (3) nous a conduits à conserver le même nombre de circuits de contrôle de l'ouverture des portes par chassis. Ceci implique que chaque groupe de stations PU comportera deux chassis de commande de porte, d'où le schéma de principe fig. 7 valable pour tous les compteurs.

L'impulsion START d'entrée, produite par les circuits décrits en 4, fait basculer le "flip-flop de contrôle", qui ouvre la porte ET d'horloge, laissant passer les impulsions "horloge OFF" mises en phase avec les paquets. Après avoir été remises en forme par un "clock driver" MC 1026, elles entrent dans un compteur synchrone comportant une décade des unités constituée par 5 flip-flop MC 1027 (A à E) connectés en registre à décalage et un 6ème flip-flop F qui constitue le premier élément de la décade des dizaines. Ce type de compteur a été choisi car le décodage fixe, pour les nombres qui nous intéressent, peut être effectué par des portes à 3 entrées (10).

L'impulsion de RESET effectue le "stop" du flip-flop de contrôle qui ferme la porte ET d'horloge. Si le commutateur se trouve sur la position "IMPAIR", cette impulsion positionne le flip-flop A sur 1 ("Set") et tous les autres sur 0 ("Reset"). Sur la position "PAIR" tous les flip-flop sont remis à 0 (Reset).

Pour la position "IMPAIR" les six premières portes à coïncidence MC 1023, à décodage fixe des nombres 1, 3, 5, 7, 9, et 11, sélectionneront une seule impulsion d'horloge impaire. La septième

porte à décodage du nombre 13 effectuera le "stop" du flip-flop de contrôle, qui fermera la porte ET d'horloge. Le flip-flop F bascule avec la 9ème impulsion d'horloge, sélectionnée par la dernière porte MC 1023 à décodage du 9. Enfin il faut fournir au deuxième chassis du même groupe une impulsion START, qui lui permette de compter après la 11ème impulsion d'horloge à partir du START du groupe. Ceci est réalisé par une porte MC 1026, qui effectue un décodage du 12, et sert en même temps de "line driver" pour l'impulsion de sortie START. Le START du deuxième chassis s'effectuera donc après la 11ème et avant la 12ème impulsion d'horloge. Ce chassis devra donc posséder un compteur "PAIR", afin de sélectionner les 13ème, 15ème ... impulsions.

Pour la position "PAIR" nous trouverons, à la sortie des sept premières portes à coïncidence (qui effectuent le même décodage que ci-dessus), respectivement la 2ème, 4ème, 6ème, 8ème, 10ème, 12ème et 14ème impulsion d'horloge. Le flip-flop F recevra la 10ème impulsion d'horloge, et l'impulsion de sortie START arrivera après la 12ème et avant la 13ème impulsion d'horloge. Le deuxième chassis de ce groupe aura aussi un compteur "PAIR".

Le principe de présélection pour ce compteur a été détaillé en annexe II.

## 5.2 Circuits de contrôle de l'ouverture des portes linéaires

Les portes linéaires (11) doivent être ouvertes au moment du passage devant une station déterminée du paquet que l'on veut numériser, et pendant un temps permettant d'isoler ce paquet et lui seul, sans toutefois en tronquer une partie. Ceci implique que l'on ouvre les portes linéaires en minimisant le retard par rapport aux impulsions "horloge OFF" présélectionnées, et que l'on puisse régler le temps d'ouverture en fonction de la largeur des paquets.

Les circuits choisis (fig. 8) utilisent les deux portes du circuit MC 369G montées en monostable. L'impulsion "ON" (niveau MECL) provient d'une sortie des portes à coïncidence du compteur.

Une polarisation extérieure  $\Delta T$  variable entre - 4V et - 10 V permet de régler la durée de l'impulsion du monostable entre 100 ns et 500 ns en agissant sur la polarisation d'un BSX 29. Ce temps pouvant être le même pour toutes les portes linéaires, la tension de commande sera la même pour tous les monostables. Le potentiomètre de 10 K permet d'ajuster ce temps, compte tenu de la dispersion des caractéristiques des BSX 29. Le BSX 29 de sortie, monté en emitter follower, permet d'adapter les niveaux de sortie à 0 et - 0,7 V et de charger sous 37,5 ohm. Ainsi chaque circuit peut commander deux portes linéaires, une pour les signaux  $\Sigma$  et l'autre pour  $\Delta$  d'une même station, et les interconnexions peuvent se faire sous 75 ohm. Le retard à l'enclenchement de ces monostables est de 4 ns. La sélection du mode de fonctionnement "3 MHz" ou "10 MHz" correspond à deux tensions  $\Delta T$  pré-réglées, soit des durées d'ouverture de porte de 300 ns et 100 ns respectivement, la position variable permettant toutes les valeurs intermédiaires (voir en 3.3).

### 5.3 Chassis de commande de porte

Les circuits de contrôle de l'ouverture des portes linéaires, groupés par 6 dans un chassis, sont montés dans un tiroir standard 1 unité de large, 3 unités de haut. Pour des raisons de facilité de connection avec les circuits de portes linéaires et de convertisseurs, ce chassis contient également 6 filtres montés avec le même standard qui intègrent les paquets avant numérisation.

Afin d'éviter tout retard supplémentaire dû à la longueur des liaisons entre les sorties présélectionnées du compteur et les circuits de contrôle de porte, le compteur a été monté à l'arrière du chassis. Les liaisons compteur - circuits de contrôle de porte se font par des paires torsadées de même longueur, l'adaptation étant réalisée avec des résistances séries de 68 ohm placées à la sortie des portes à coïncidence du compteur. Ainsi le retard entre le front avant de l'impulsion "horloge OFF" et le début de la commande de l'ouverture des portes linéaires reste de l'ordre de 10 ns.

REFERENCES

- (1) A High Speed Digitized Orbit Display For The CERN Proton Synchrotron  
O. Barbalat      MPS/Int. RF 67-8
- (2) Calcul d'un câble à retard pour la synchronisation du CODD  
Ch. Lefrançois      MPS/Int. RF 67-19
- (3) Restitution de la ligne de base des stations d'observation du faisceau  
D. Boussard      MPS/Int. SR 69-5
- (4) Motorola      Application note AN-233
- (5) Motorola      Application note AN-418
- (6) Convertisseur analogique digital d'impulsions bipolaires  
J. Boucheron, F. Ollenhauer      MPS/Int. RF 67-20
- (7) Générateur d'impulsions de synchronisation pour la fréquence de révolution  
E. Schulte, W. Weissflog      MPS/Int. SR 68-5
- (8) Motorola      Applications information MECL II - Sheet 2-1
- (9) Présélection d'un registre de comptage avec un multiswitch Contraves miniature  
E. Asséo      MPS/CO Electronique 68-9
- (10) Motorola - Seminar Notes      page EC 19
- (11) A Linear Gate With High Precision  
B. Smith - Submitted to Nuclear Instruments and Methods  
April 1967

Distribution: (open)  
List MPS-SI/1

A N N E X E I

Déclenchement de l'oscilloscope.

L'oscilloscope installé dans le rack de synchronisation doit être déclenché en synchronisme avec le signal RF pour permettre l'ajustement des divers retards et contrôler le bon fonctionnement du système.

L'impulsion "start" provenant du tiroir "Compteur de tours" déclenche un circuit monostable de largeur réglable (commutateur 10-100  $\mu$ s et réglage fin). Les impulsions RF sont envoyées sur le trigger de l'oscilloscope (sous 75 ohm, niveaux 0 et - 0,7 V) soit en permanence, soit pendant la durée du monostable (fig. 9). On peut ainsi observer les signaux RF, à un instant quelconque du cycle, avec une meilleure luminosité qu'avec un balayage unique. L'impulsion start (OUT SINGLE PULSE) est également disponible (75 ohm, niveaux 0 et -0,7 V) pour le contrôle des séquences.

Un indicateur lumineux permet de contrôler la présence des impulsions RF.

A N N E X E II

Principe de présélection des compteurs de commande de porte

Le problème de la présélection pour ces compteurs a été étudié afin de donner sur les sorties décodées utilisées pour le trigger des circuits de contrôle de l'ouverture de la porte une impulsion qui devra:

- avoir un retard aussi faible que possible par rapport à l'impulsion d'entrée à présélectionner
- avoir une largeur qui ne soit pas fixée par les retards dans le circuit mais plutôt qui soit la même que celle des impulsions d'entrée.

Le texte ci-après se réfère aux compteurs de commande de porte, mais le principe reste le même pour le diviseur par 20 et le compteur de tours.

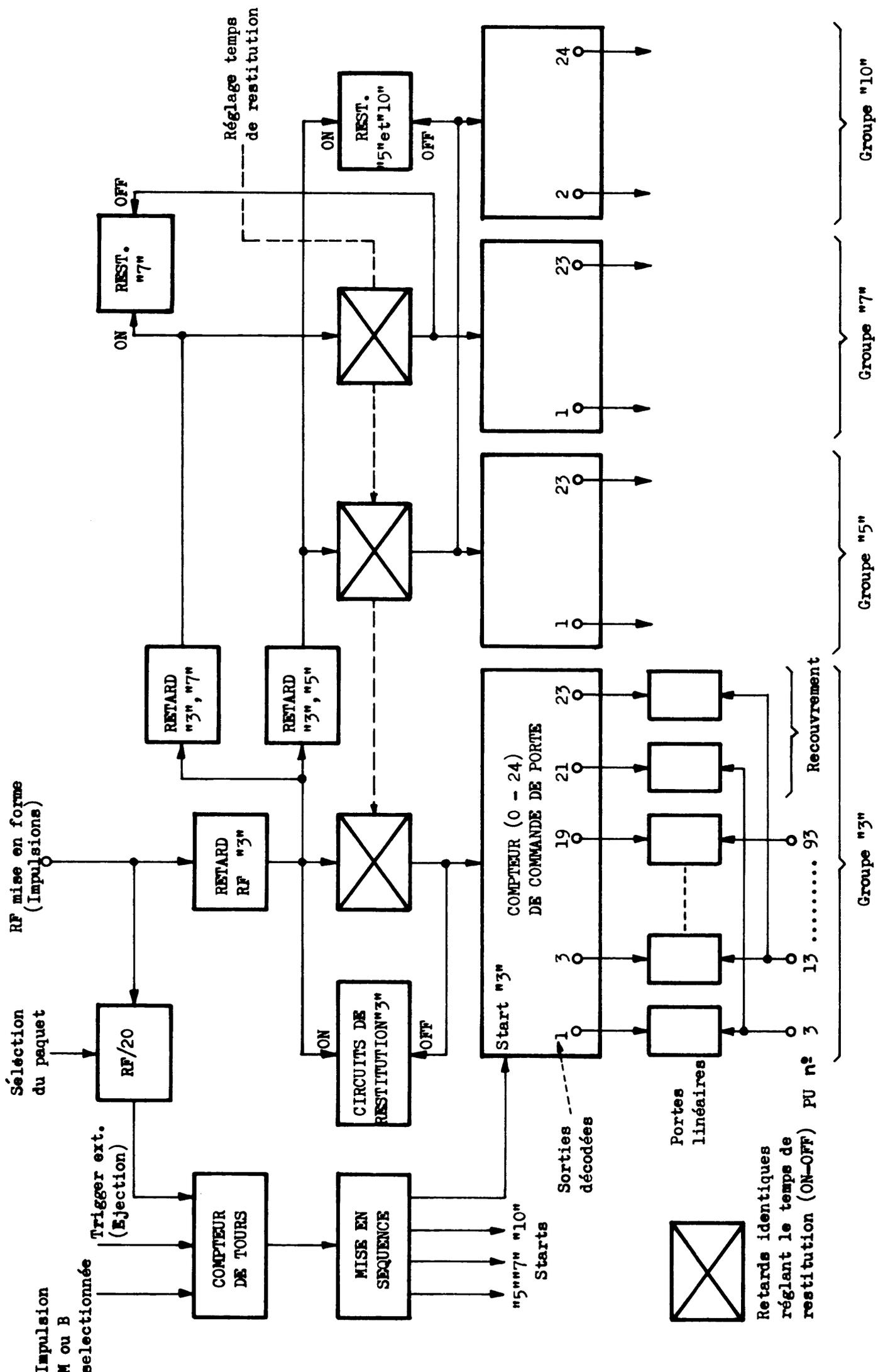
Il faut noter tout d'abord que le flip-flop de contrôle ainsi que les flip-flop MC 1027 du compteur basculent avec le front positif des impulsions, avec des retards respectifs de 4 ns et 6 ns. Enfin la coïncidence pour les portes MC 1023 et MC 1026 se fait en niveau logique bas.

Le diagramme temporel (fig. 10) est relatif aux compteurs IMPAIRS. Prenons l'exemple de la sortie 9. Le décodage est effectué avec les sorties D et  $\bar{E}$  des flip-flop MC 1027. La porte à coïncidence à décodage du 9 s'ouvrira 6 ns après la 8ème impulsion d'horloge et se fermera 6 ns après la 9ème. Cette porte laissera donc passer uniquement cette impulsion sans la "tronquer" et elle ne sera retardée que du temps de propagation dans la porte MC 1023 (2 ns). Le même décodage permet de faire basculer le flip-flop F avec la 9ème impulsion.

Les niveaux logiques  $\bar{B}$ , C,  $\bar{F}$  permettent un décodage du 12 et le front positif de la sortie START apparaîtra 8 ns après la 11ème impulsion et le front négatif 8 ns après la 12ème (Retard 1 MC 1027 + 1 MC 1026). Donc le START du deuxième chassis se fera entre la 11ème et 12ème impulsion d'horloge.

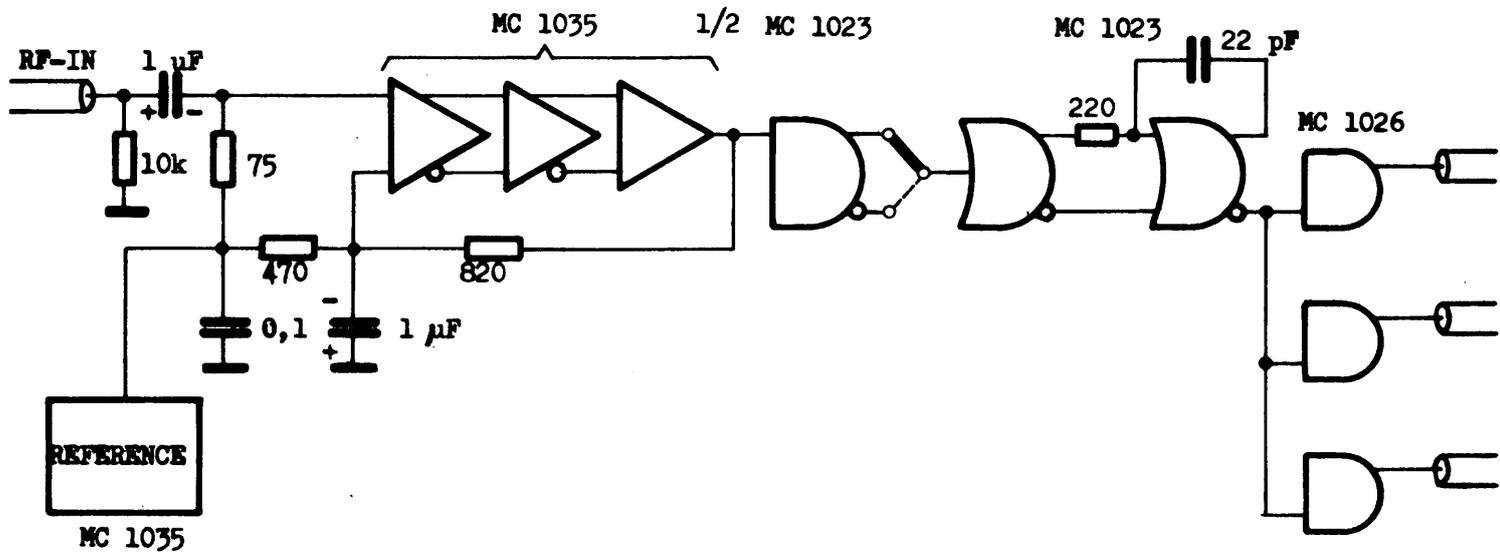
Enfin le décodage du 13 correspondant à la coïncidence de  $\bar{C}$ , D et  $\bar{F}$  ouvrira une porte MC 1023 6 ns après la 12ème impulsion d'horloge. Le front positif de la 13ème impulsion après avoir traversé la porte, effectuera le stop du flip-flop de contrôle. En d'autres termes la porte ET d'horloge se fermera 8 ns après le front négatif de la 13ème impulsion d'horloge. (Retard MC 1023 + flip-flop de contrôle + porte ET d'horloge). En conséquence, l'impulsion à la sortie 13 aura une largeur de 8 ns seulement quelle que soit la largeur des impulsions d'horloge. C'est la raison pour laquelle nous avons utilisé un décodage supplémentaire à 13 bien qu'il ne serve pas pour le trigger des circuits de contrôle de l'ouverture des portes.

Le raisonnement précédent reste valable pour les compteurs PAIRS à condition de considérer que les impulsions d'horloge 1, 2..., 13 sont devenus la 2ème, 3ème, .... 14ème impulsion.



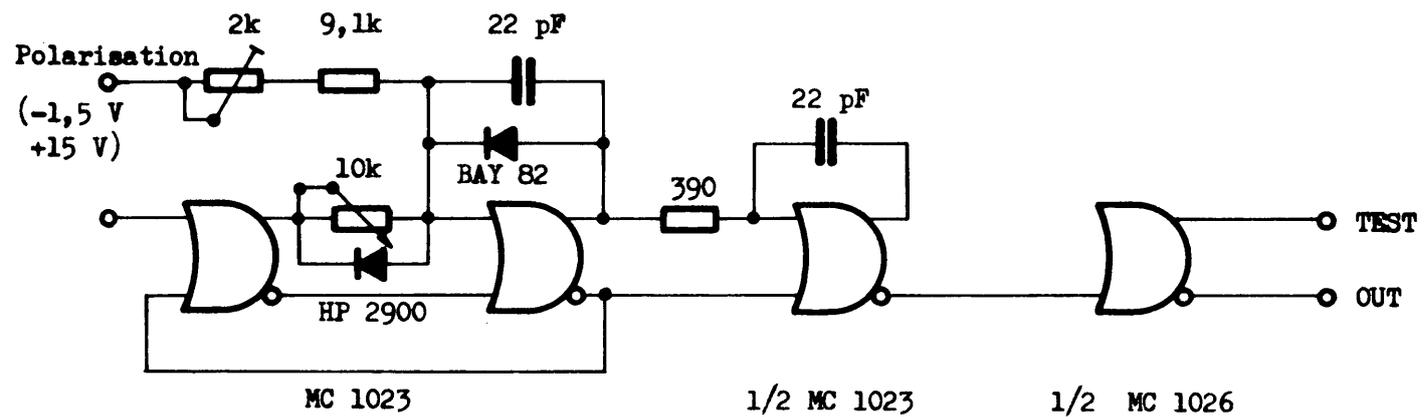
SCHEMA FONCTIONNEL DU SYSTEME DE SYNCHRONISATION

FIG. 1



MISE EN FORME DE LA SINUSOIDE RF

FIG. 2



RETARD REGLABLE

FIG. 3

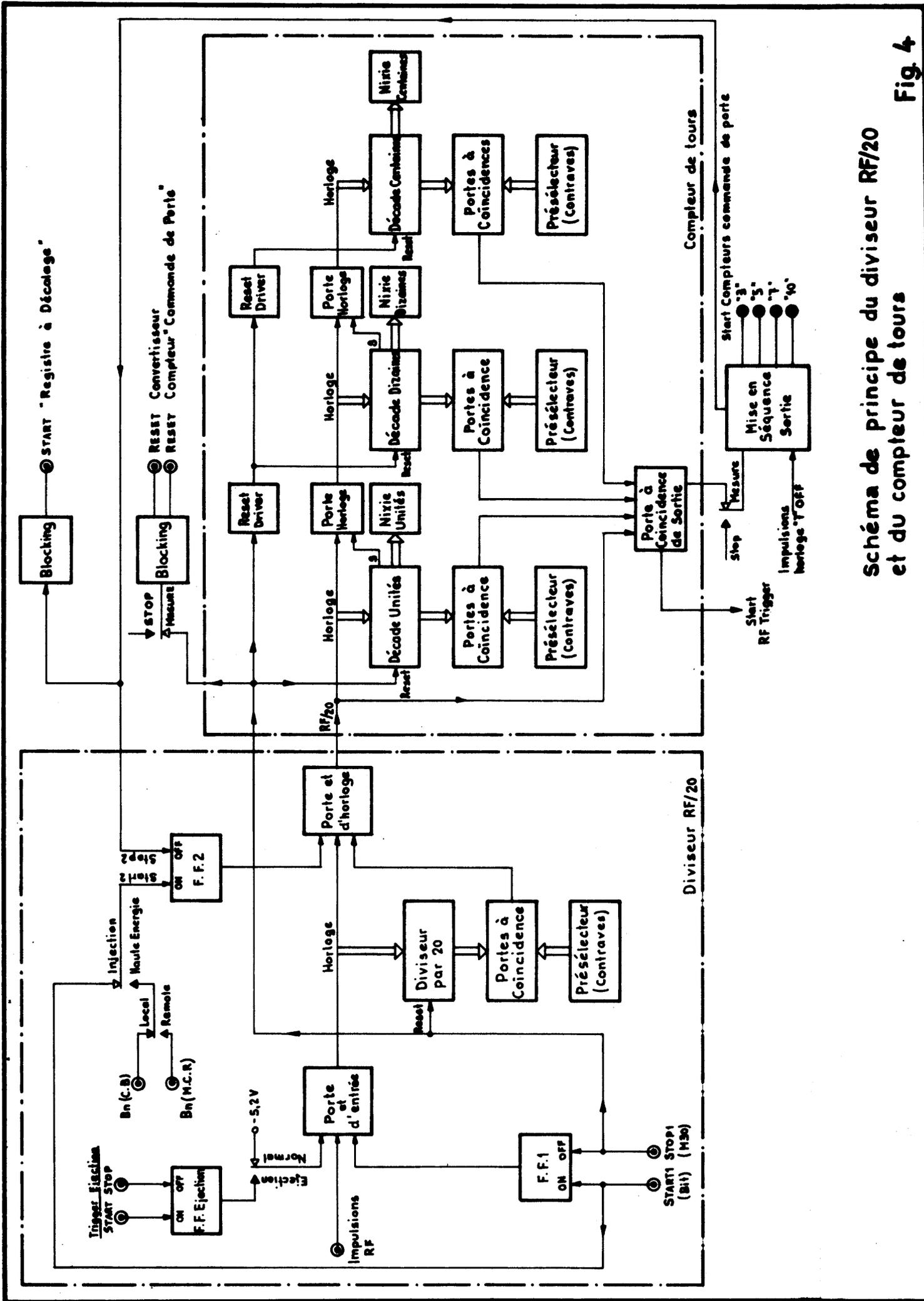


Schéma de principe du diviseur RF/20 et du compteur de tours

Fig. 4

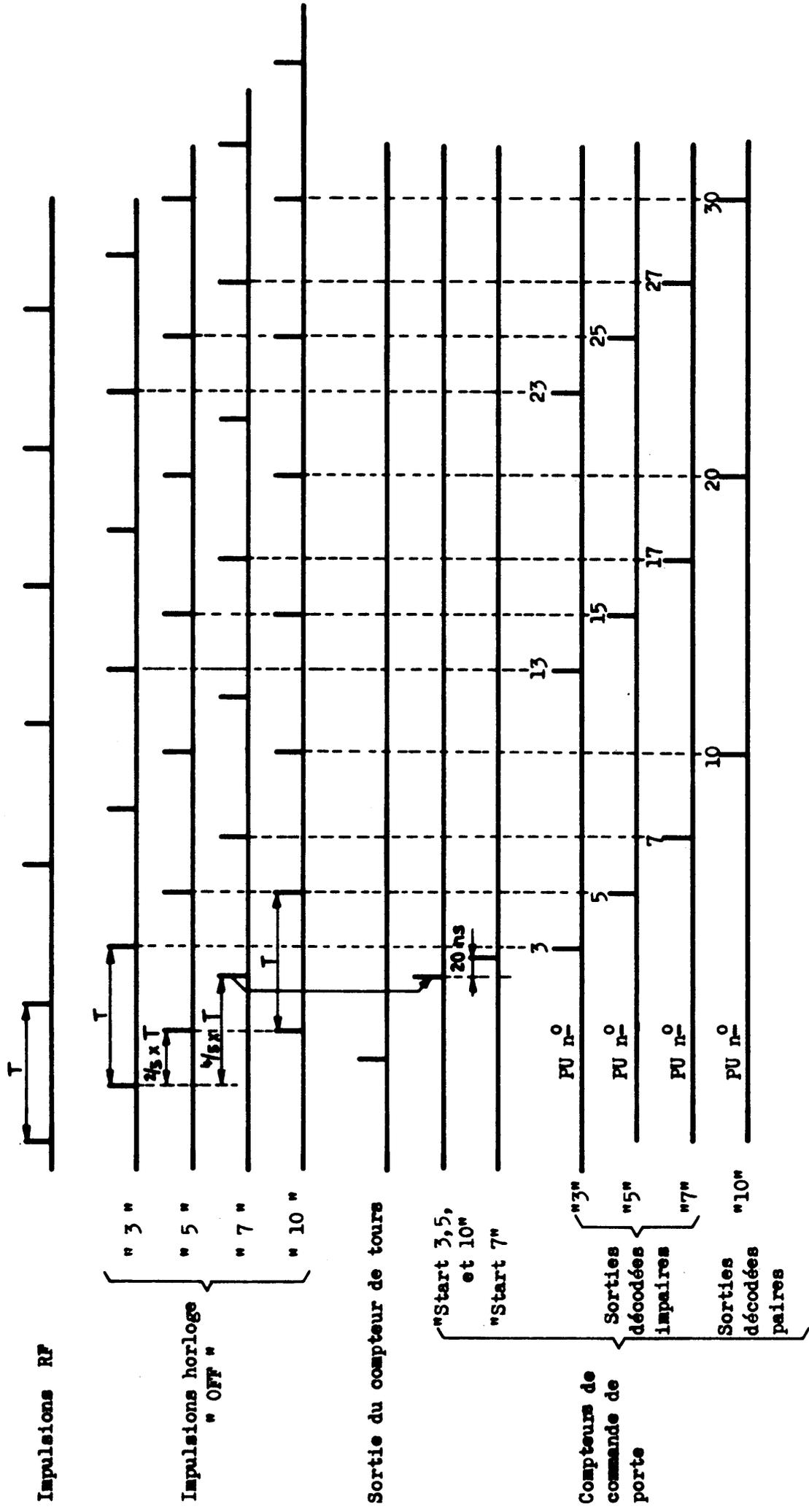
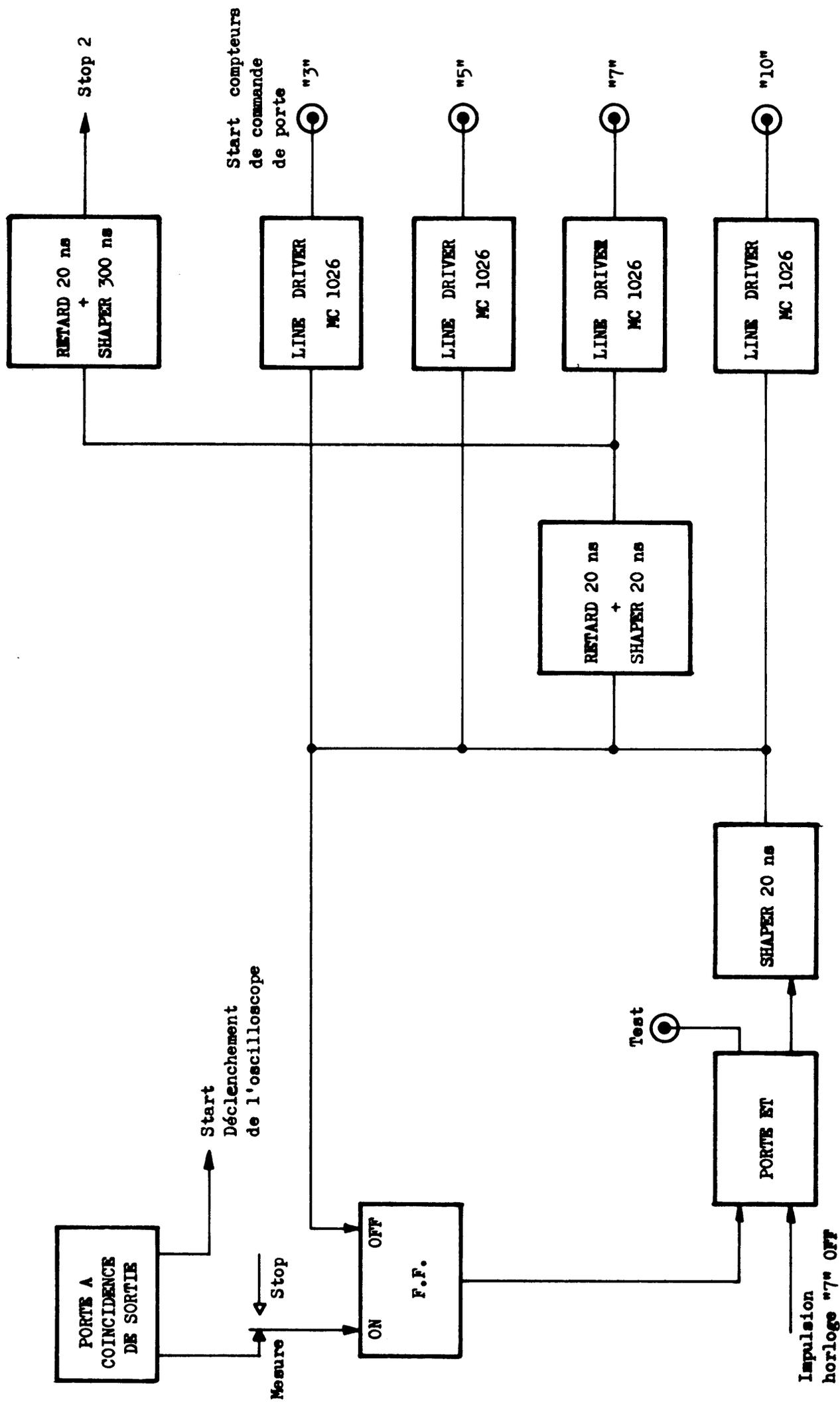


DIAGRAMME TEMPOREL

FIG. 5



SCHEMA DE PRINCIPE DE LA MISE EN SEQUENCE

FIG. 6

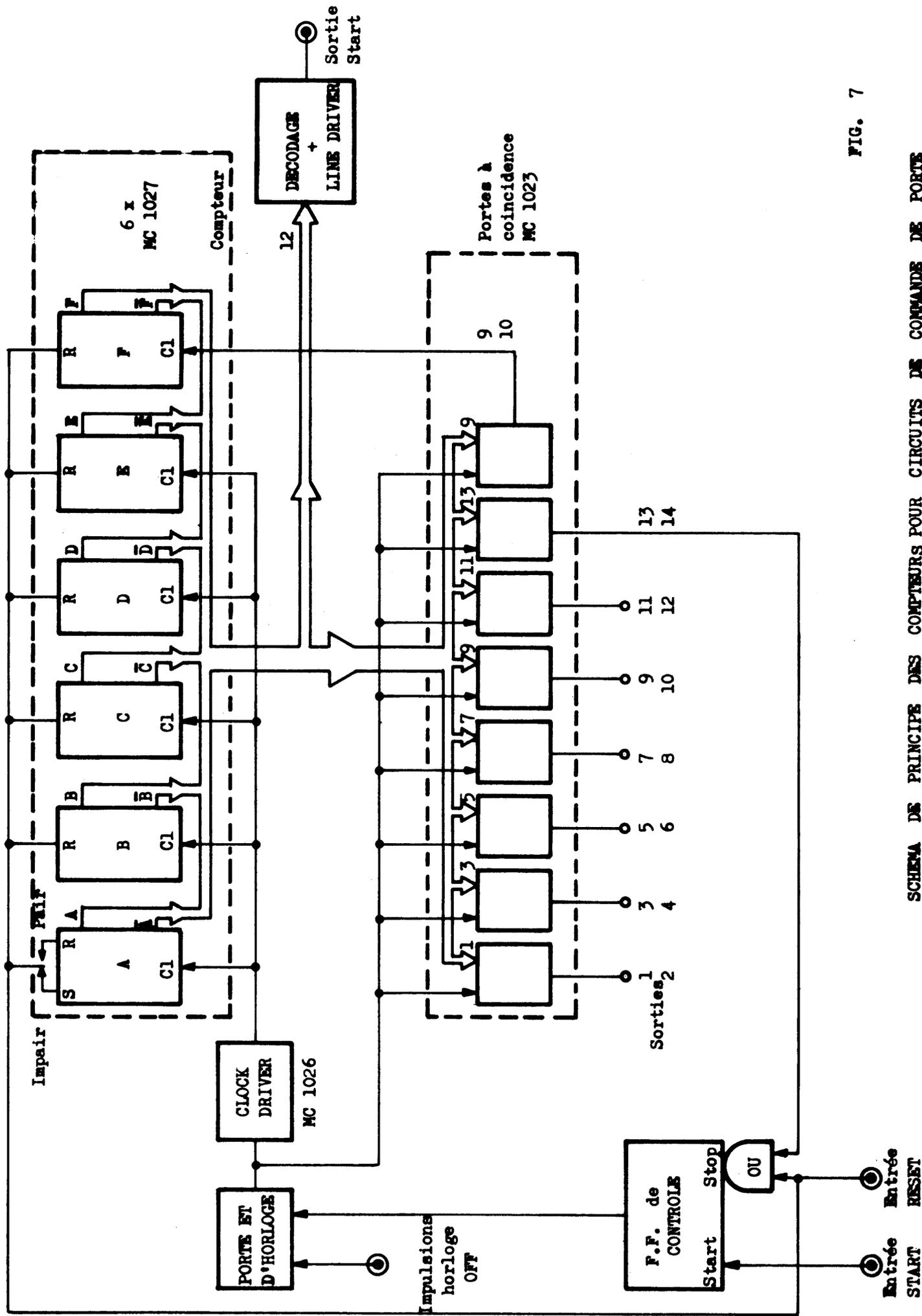
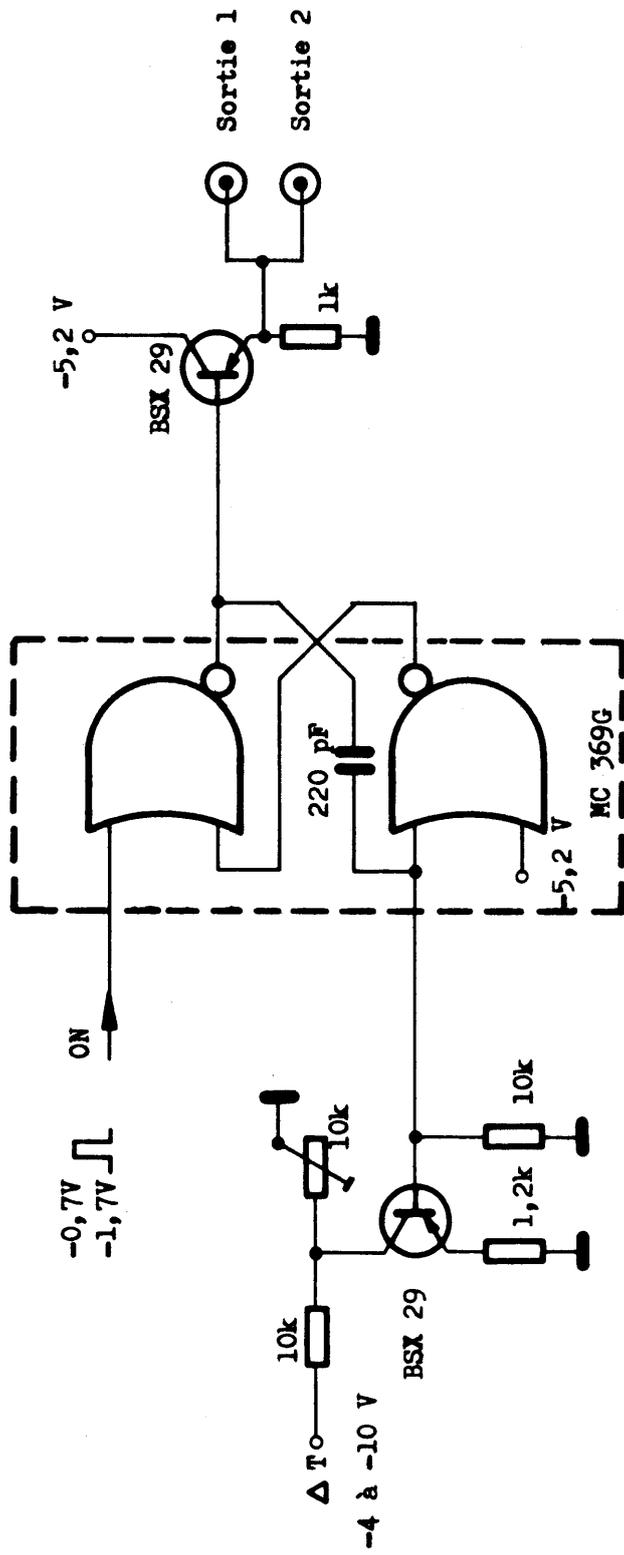
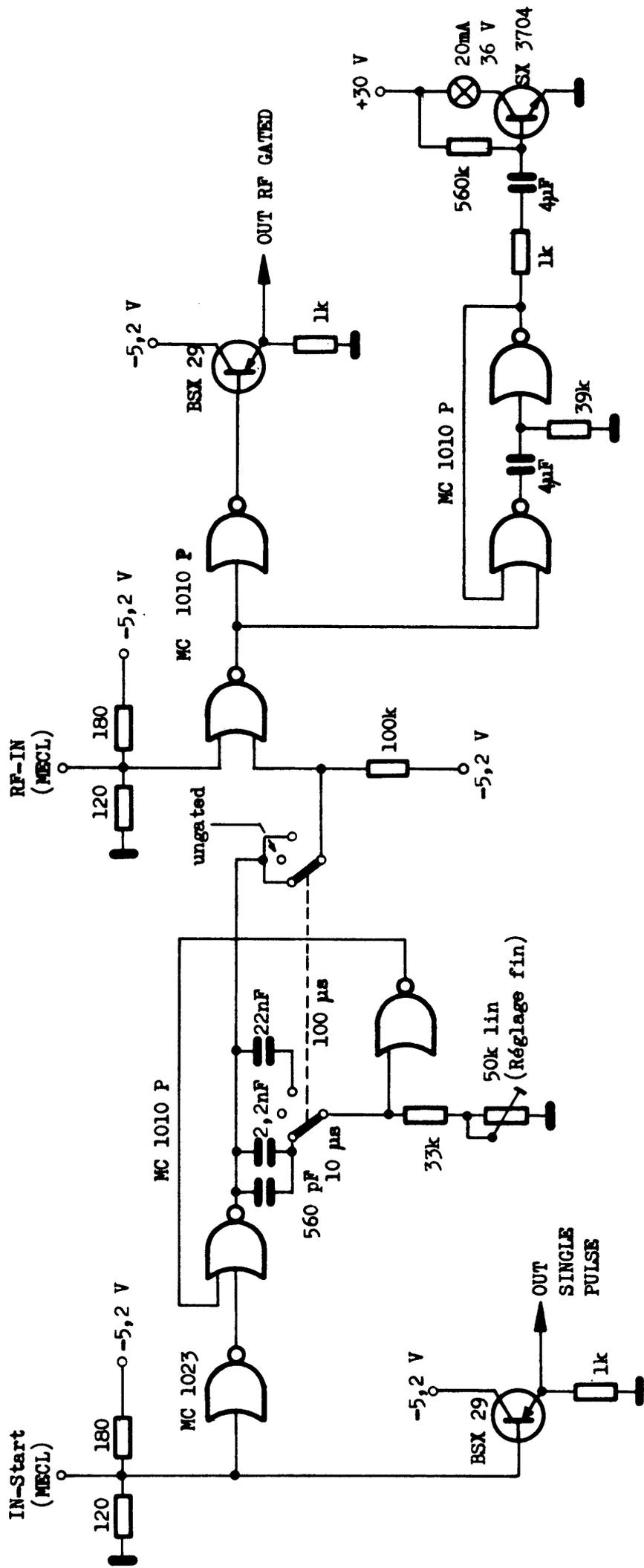


FIG. 7

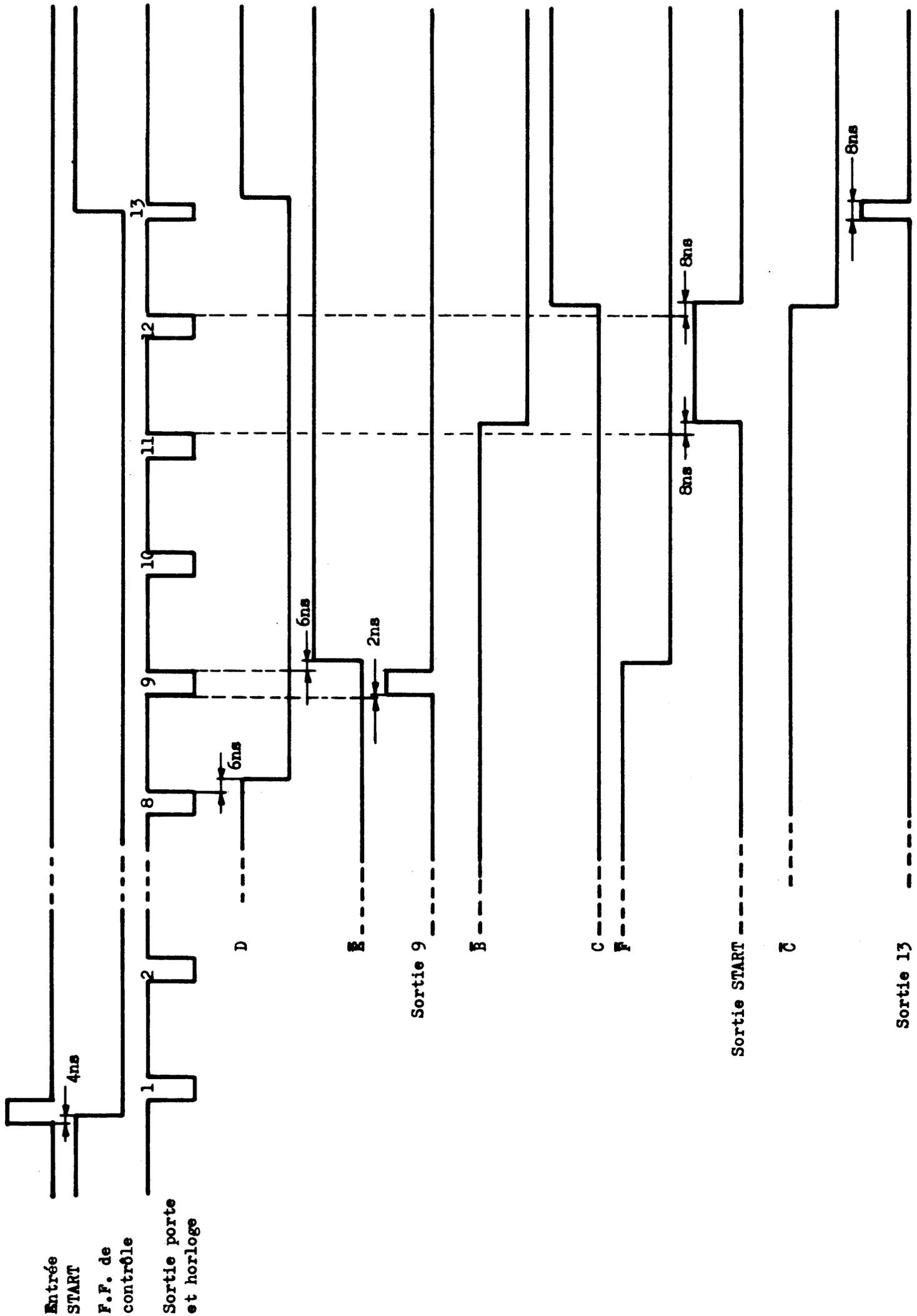


CIRCUIT DE CONTROLE DE L'OUVERTURE DES PORTES LINEAIRES



DECLIENCHEMENT DE L'OSCILLOSCOPE

FIG. 9



BIAGRAME TEMPOREL DES COMPTEURS DE COMMANDE DE PORTE