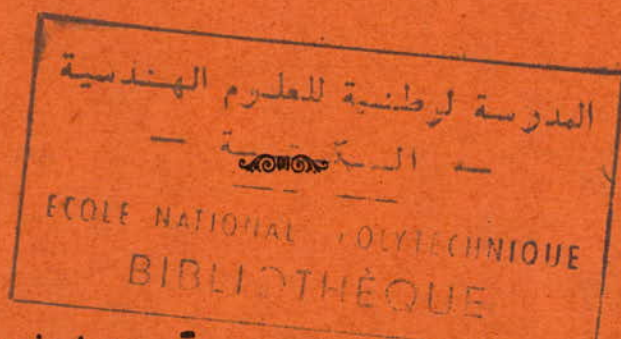


UNIVERSITE D'ALGER
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

2/70

1 ea

THESE DE FIN D'ETUDES



Etude d'un registre à regroupement de données issues d'expériences de physique nucléaire en vue de leur traitement en temps réel par le calculateur ou leur enregistrement sur bande magnétique.



Sujet proposé par :

M. LARIBI Sid Ahmed

Etudié par :

M. HAMIDI Benaïssa

Année scolaire 1969-70

UNIVERSITE D' ALGER

.....

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

.....

Département de Télécommunications

.....

T H E S E D E F I N D E T U D E S

.....

.....
.....
..... Etude d'un registre à regroupement de données
..... issues d'expérience de physique nucléaire en vue
..... de leur traitement en temps réel par ordinateur
..... ou en vue de leur enregistrement sur bande ma-
..... gnétique
.....
.....

Sujet proposé par:

M^r. LARIBI Sid Ahmed

Etudié par:

M^r. HAMIDI Benalissa

CE PROJET A ETE REALISE DANS LES
LABORATOIRES DU DEPARTEMENT D' ELECTRONIQUE .
A L' INSTITUT D' ETUDES NUCLEAIRES .

.....

Que Mes Professeurs ,
trouvent dans cet exposé l'expression
de ma profonde gratitude .

En reconnaissance de l'aide consentie
par:

- Mon patron Monsieur LARIBI Sid Ahmed
- Mon collaborateur Monsieur MEZIANE
MADDAD , Technicien de l' I.E.N.
- Et mes Camarades

J'adresse tous Mes Remerciements.

"A MON COUSIN DJILALI"

PLAN DE L'EXPOSE
oooooooooooo

	Page
A.) Introduction.....	1
B.) Description.....	6
C.) Registre.....	9
D.) Glissement.....	11
E.) Transfert.....	15
F.) Arrêt du glissement.....	22
G.) Commande de sortie.....	24
H.) Carte de sortie.....	26

oooooooooooooooooooo

A) INTRODUCTION

A.1) BUT:

Le registre à regroupement est un appareil destiné à fonctionner dans une chaîne d'analyse de données issues d'expériences de physique nucléaire.

Chaque résultat de ces expériences est traité par un codeur qui le transforme en un nombre binaire.

Les sorties de chaque codeur sont reliées aux entrées du registre pour que les informations codées soient transmises.

Les codeurs ont douze bits (12) de sortie contenant les informations plus un bit pilote.

Le registre a une capacité de 60 bits pour inscrire les informations provenant de 5 codeurs au maximum.

Souvent le codage de l'information ne nécessite pas 12 bits. On peut prévoir le nombre de bits maximum, (12 - n), contenant l'information. ("n" étant le nombre de bits non utilisés)

Il y aura " n_1 " bits vides entre la première et la seconde information, " n_2 " entre la seconde et la troisième, " n_3 " entre la troisième et la quatrième, " n_4 " entre la quatrième et la cinquième (voir schéma).

A.1.1) REGROUPEMENT

Le but principal de l'appareil est de regrouper les cinq informations en comblant les " n_1 " bits vides entre elles. Pour cela la première information étant fixe on décale les 4 autres de " n_1 " positions. Ainsi la seconde information vient s'inscrire à côté de la 1^{ère} en comblant les " n_1 " bits vides. C'est le premier glissement.

Ensuite la 1^{ère} et la 2^{ème} information étant fixes, on décale les 3 autres de " n_2 " positions. C'est le second glissement.

3^{ème} glissement: décalage de la 4^{ème} et de la 5^{ème} information, les 3 autres restent fixes.

...1...

5°

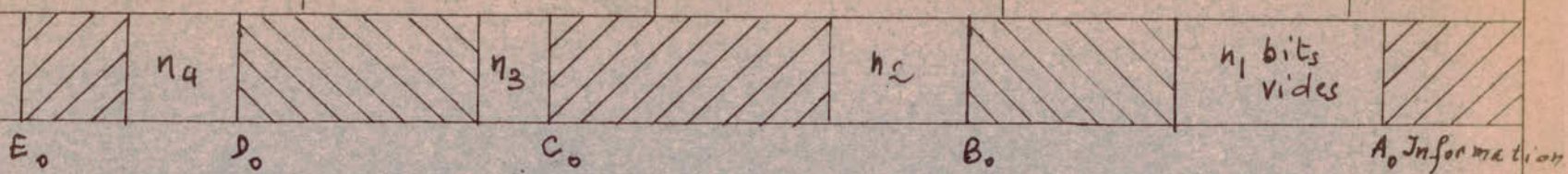
4°

3°

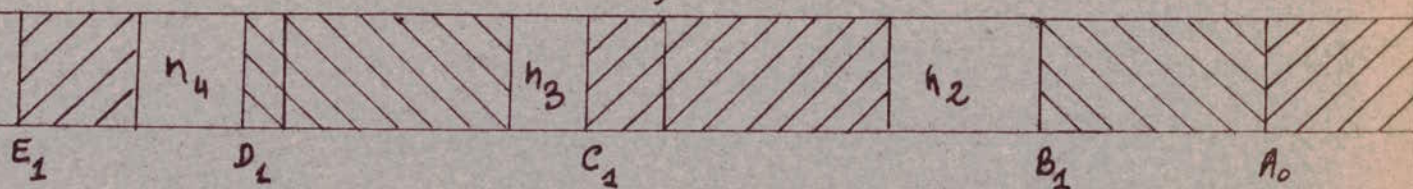
2°

1° Coteur

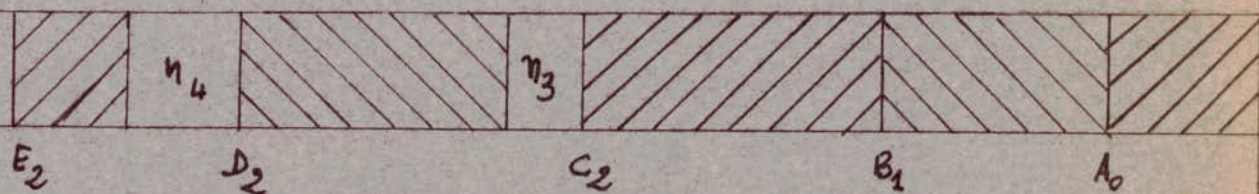
12 bits d'entrées



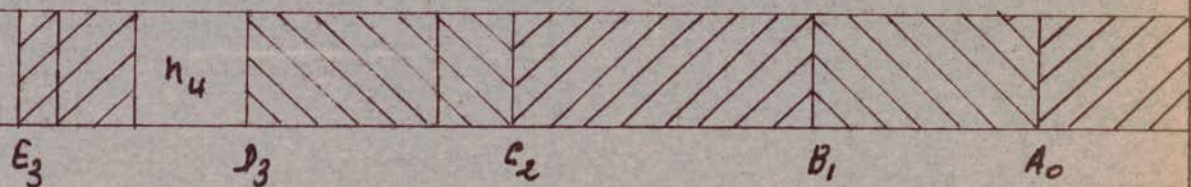
1. Inscription des informations



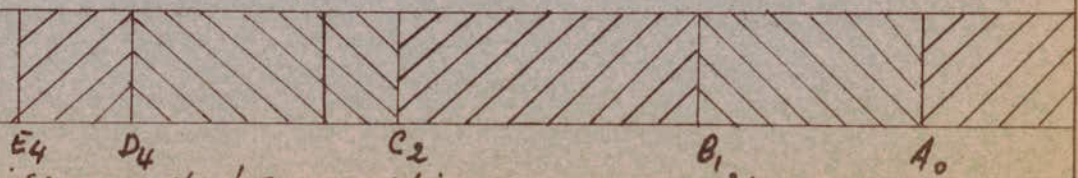
2- 1° glissement de n_1 positions avec arrêt en A_0



3. 2° glissement de n_2 positions avec arrêt en B_1



4- 3° glissement de n_3 positions avec arrêt en C_2



5. 4° glissement de n_4 positions avec arrêt en D_3

4^{ème} glissement: décalage de la cinquième information, les 4 autres restant fixes.

Après le 4^{ème} glissement tous les bits vides sont occupés et les 5 informations regroupées.

A.1.2) TRANSFERT:

Le regroupement terminé, l'appareil va transmettre les informations vers l'ordinateur pour les traiter en temps réel ou vers la bande magnétique pour les enregistrer. Le transfert s'effectue en séquences de 16 bits dont 13 sont toujours des bits d'informations et les 3 autres peuvent être soit des bits d'informations, soit des bits de marquage, soit des bits pilotes.

A.2) CARACTERISTIQUES DE SORTIE:

Elles dépendent des nombres de séquences et des conditions de travail de l'appareil enregistreur (ordinateur ou bande magnétique).

Avec pilote:

- A.2.1) 1-2-3-4 séquences sans numéro
15 bits d'informations plus un bit pilote.
- A.2.2) 2 séquences avec numéro.
14 bits d'informations plus un bit de marquage plus 1 bit pilote.
- A.2.3) 3-4 séquences avec numéro
13 bits d'informations plus 2 bits de marquage plus 1 bit pilote.

Sans pilote:

- A.2.4) 3-4 séquences avec numéro
14 bits d'informations plus 2 bits de marquage.
- A.2.5) 2 séquences avec numéro
15 bits d'informations plus un bit de marquage.
- A.2.6) 1-2-3-4 séquences sans numéro
16 bits d'informations.

A.3) CIRCUITS LOGIQUES UTILISES (voir schéma)

Le registre est composé des circuits logiques TTL

A.3.1) SN 7494 N 4BIT SHIFT REGISTER:

Ce circuit est composé de 4 R-S Master-Slave Flip-Flop.

Il possède une entrée CLEAR qui met les 4 R-S à 0.

L'inscription du 1 se fait séparément pour chaque R-S à l'aide des entrées PRESET 1A,1B,1C et 1D lorsque PRESET 1 est à 1 ou à l'aide de PRESET 2A ,2B,2C et 2D lorsque PRESET 2 est à 1 .

Le décalage du 1 d'une R-S à la suivante est déclenché par l'établissement du niveau 1 de l'horloge en CLOCK. A ce moment là la 1^{ère} R-S se met à l'état déterminé par le niveau logique installé à l'entrée SERIAL INPUT.

La sortie OUTPUT donne l'état logique de la 4^{ème} R-S uniquement.

A.3.2) SN 7476 N DUAL JK MASTER-SLAVE FLIP FLOP:

Composé de 2 JK Master-Slave Flip Flop avec des entrées PRESET et CLEAR. La basse tension (niveau logique 0) en PRESET met Q à l'état 1 et \bar{Q} à l'état 0 .

La basse tension en CLEAR met Q à l'état 0 et \bar{Q} à 1.

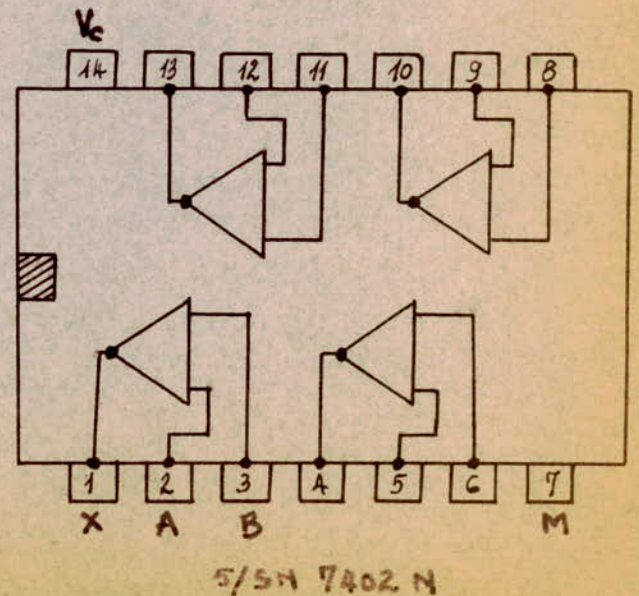
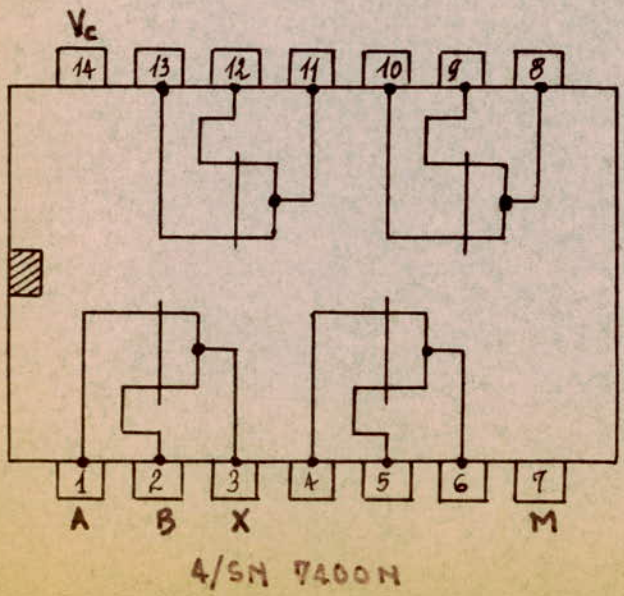
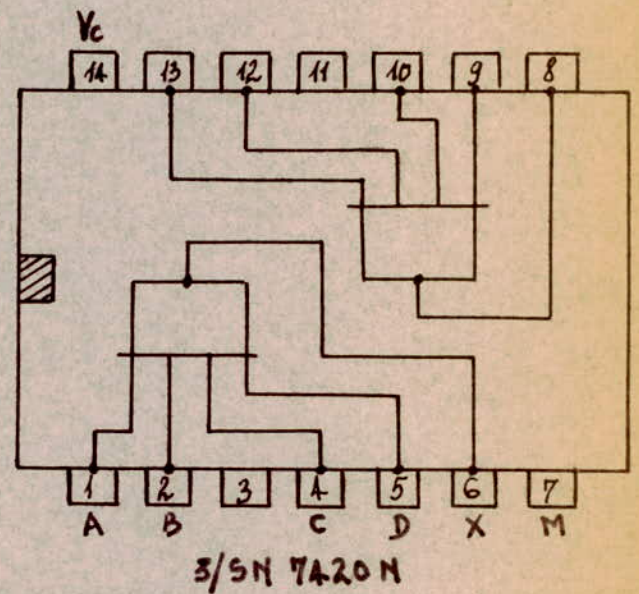
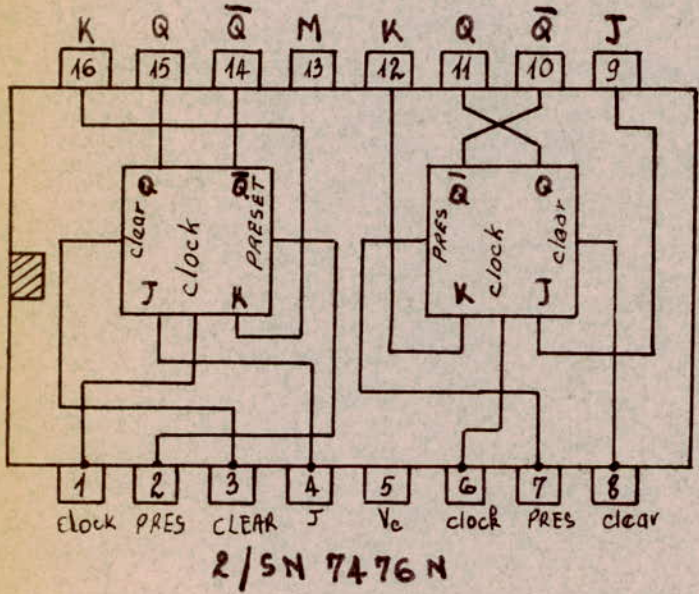
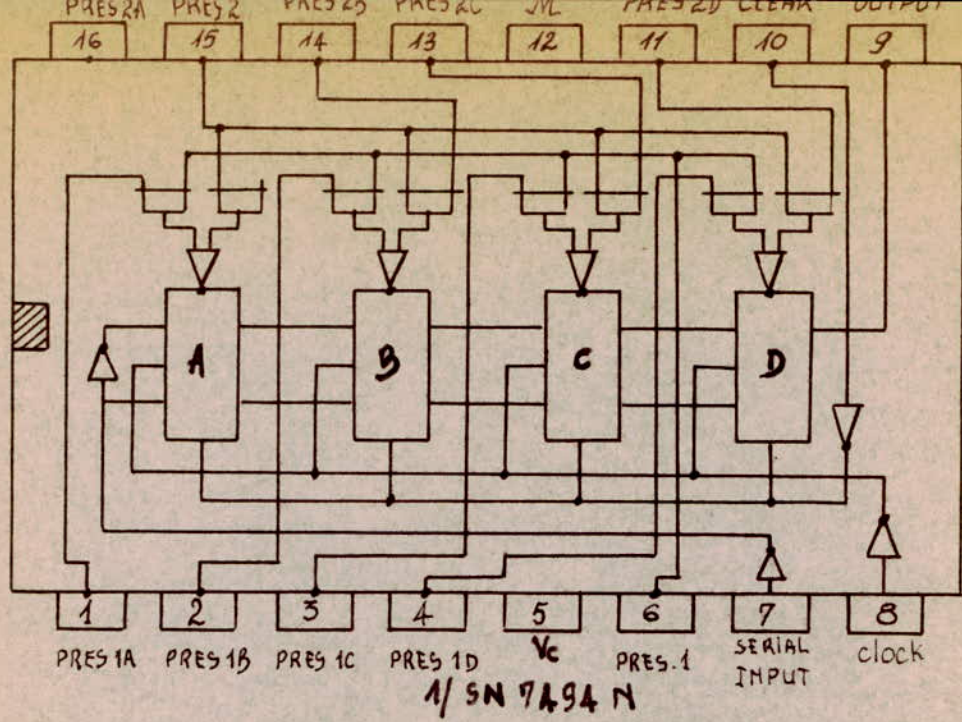
CLEAR et PRESET sont indépendants de l'horloge.

Table des Etats

	t_n		t_{n+1}
	J	K	Q_{n+1}
	0	0	Q_n
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	\bar{Q}_n

t_n = temps avant le passage de l'horloge appliquée en CLOCK.

t_{n+1} = temps après le passage de l'horloge .



~CIRCUITS TTI UTILISES~

A.3.3) SN 7420N

Composé de 2 NAND à 4 entrées: $X = \overline{A.B.C.D}$

A.3.4) SN 7400N

Composé de 4 NAND à 2 entrées: $X = \overline{A.B}$

A.3.5) SN 7402N

Composé de 4 NOR à 2 entrées: $X = \overline{A+B}$

Il est à signaler qu'une entrée en l'air est à l'état "1" pour ces circuits TTL.

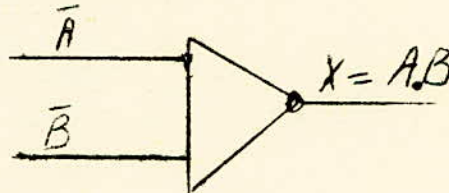
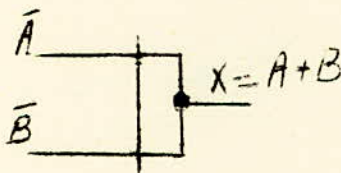
A.3.6) Adaptation de ces circuits:

A l'aide des formules de MORGAN on peut transformer un NAND en OU et un NOR en ET

$$X = \overline{A.B} = \overline{A+B} \quad \text{ou encore} \quad X = \overline{\overline{A.B}} = A+B$$

De même:

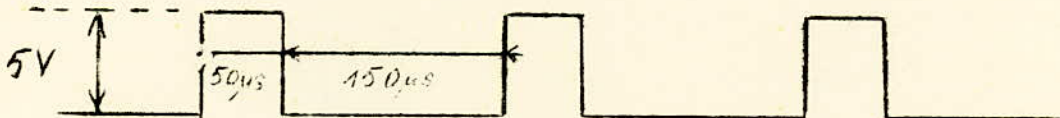
$$X = \overline{A+B} = \overline{\overline{A.B}} \quad \text{ou encore} \quad X = \overline{\overline{A+B}} = A.B$$



A.4) CIRCUITS AUXILIAIRES.

A.4.1) HORLOGE

C'est un multivibrateur qui délivre des impulsions rectangulaires de fréquences 5 MHz et de niveau 5 V.

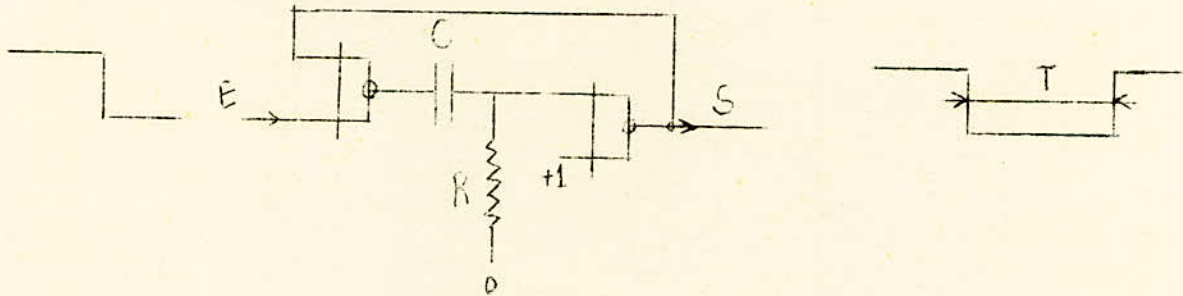


...4...

A.4.2) Alimentation Stabilisée:

Elle débite une tension continue de 5 V.

A.4.3) Monostable:



Une chute en E délivre une impulsion négative en S dont la largeur est proportionnelle à "RC".

(Avec $T = \text{temps du monostable} = k.R C .$)

B. DESCRIPTION GENERALE

Le registre à regroupement (voir schéma synoptique) se compose des parties suivantes:

B.1) QUATRE CONTACTEURS DE GLISSEMENT:

Ces contacteurs , à 20 positions , fixent le nombre " n_1 " de bits dont il faut décaler les informations à chaque glissement.

- 1^{er} Contacteur pour le 1^{er} glissement : n_1
- 2^{ème} Contacteur pour le 2^{ème} glissement : n_2
- 3^{ème} Contacteur pour le 3^{ème} glissement : n_3
- 4^{ème} Contacteur pour le 4^{ème} glissement : n_4

B.2) QUATRE CONTACTEURS D'ARRET DE GLISSEMENT :

Pour ne pas perdre des informations il faut limiter le décalage à certaines positions bien déterminées pour chaque glissement .

- 1^{er} glissement: arrêt en position ($11 - n_1$)
(les bits du registre étant numérotés de 00 à 59)
- 2^{ème} glissement : arrêt en position
($11 - n_1$) + ($12 - n_2$) = $23 - (n_1 + n_2)$
- 3^{ème} glissement : arrêt en position
 $23 - (n_1 + n_2) + (12 - n_3) = 35 - (n_1 + n_2 + n_3)$
- 4^{ème} glissement : arrêt en position
 $35 - (n_1 + n_2 + n_3) + (12 - n_4) = 47 - (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$

Les contacteurs étant à 10 positions on utilise 2 pour chaque arrêt:

- 1 pour les dizaines
- et l'autre pour les unités.

B.3) COMMANDE DE GLISSEMENT:

Elle sert à commander les différents glissements et le nombre de positions dont il faut décaler pour chaque glissement. Elle transmet les impulsions de décalage au registre et des signaux aux contacteurs d'arrêt correspondant à chaque glissement.

Lorsque le regroupement est terminé elle actionne la commande de transfert.

B.4) COMMANDE D'ARRET DU GLISSEMENT :

Elle arrête le décalage aux positions fixées par les contacteurs d'arrêt et correspondantes à chaque glissement.

B.5) REGISTRE:

C'est dans ce registre de 60 bits que s'inscrivent et se regroupent les informations provenant des codeurs .

B.6) COMMANDE DE TRANSFERT:

Elle transmet à la commande de sortie les signaux d'échantillonnage des séquences compte-tenu de leur nombre fixé par le contacteur de séquences. Elle délivre le pilote et le numéro de séquence à la carte de sortie .

Le transfert est différent selon qu'il s'effectue avec ou sans temps mort (Inverseur 1) et vers l'ordinateur ou vers la bande magnétique (Inverseur 2) .

B.6.1) Transfert avec temps mort:

Le transfert n'est possible que si l'appareil enregistreur envoie un signal de transfert extérieur.

Si ce signal parvient pendant un temps déterminé (temps mort TM) le transfert est autorisé.

Si au contraire ce signal ne parvient pas et que le temps mort s'est écoulé l'appareil élimine les informations et s'apprête à recevoir d'autres.

B.6.2) Transfert sans temps mort:

Lorsque l'appareil fonctionne sans temps mort il doit garder les informations jusqu'à ce qu'elles soient transférées pour pouvoir en prendre d'autres.

B.6.3) Transfert vers l'ordinateur:

Pour transférer vers l'ordinateur l'appareil envoie une impulsion pour l'initialiser. Le transfert de la séquence s'effectue lorsque l'ordinateur répond par une impulsion. Le transfert pour chaque séquence est le même.

B.6.4) Transfert vers la bande magnétique:

Le transfert vers la bande magnétique s'effectue par l'intermédiaire d'une bande mémoire appelée B.M 10

Le signal extérieur de transfert provenant du B.M.10 est à l'état logique 0 lorsque le transfert est autorisé et à l'état logique 1 dans le cas contraire .

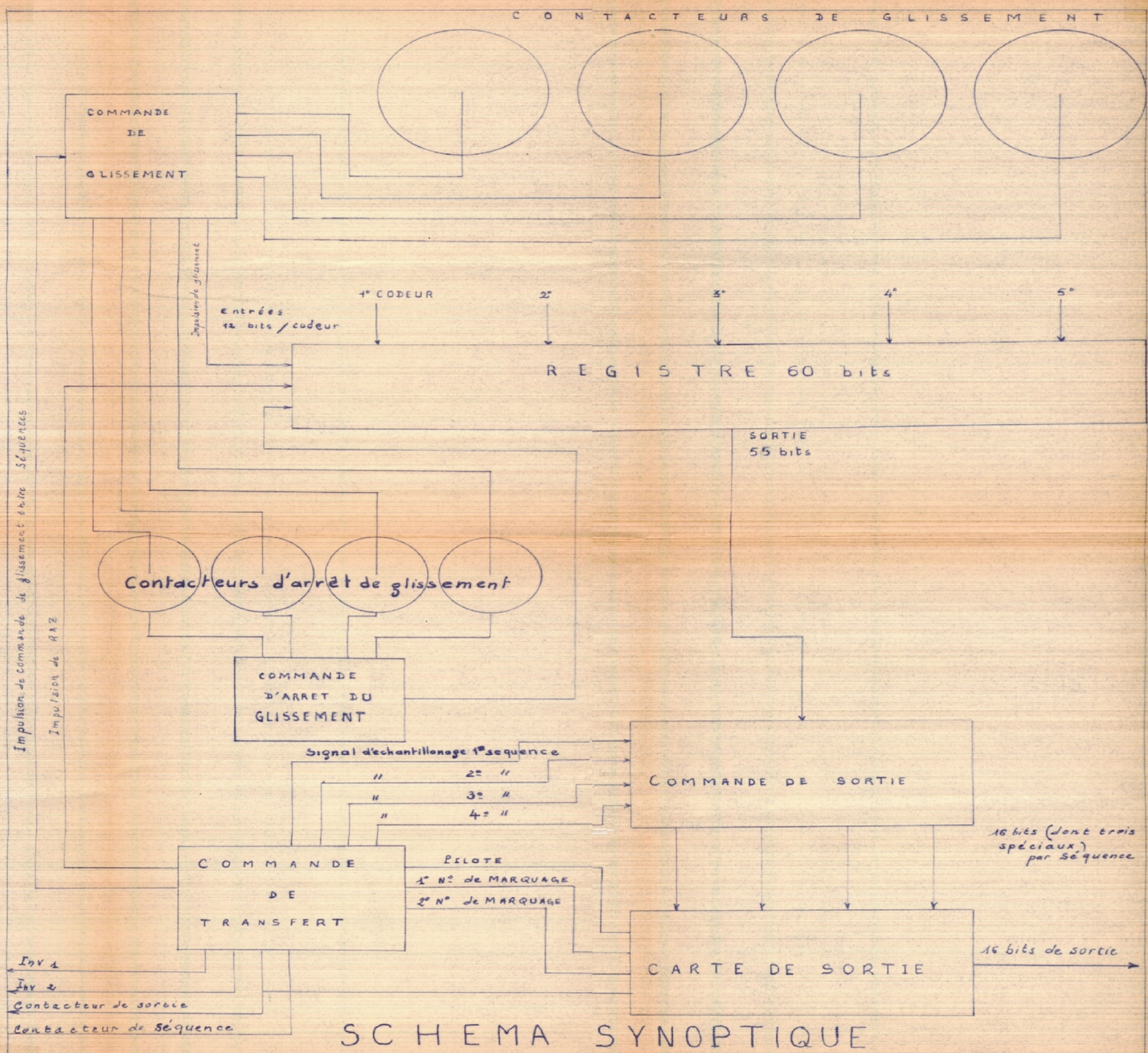
Le B.M.10 est réglable de manière à recevoir 1,2,3 ou 4 séquences à des intervalles de temps fixes ($2 \mu s$ environ dont $0,8 \mu s$ d'échantillonnage). En respectant ce temps mort de $2 \mu s$ et le B.M.10 étant réglé au nombre de séquences voulues le registre à regroupement peut transmettre toutes les séquences à condition que le signal de transfert soit à l'état logique 0 .

B.7) COMMANDE DE SORTIE:

D'après le signal d'échantillonnage reçu elle commande la sortie de la séquence correspondante.

B.8) CARTE DE SORTIE:

Le registre à regroupement est relié à l'appareil enregistreur à l'aide de cette carte par 16 bits uniquement. Cette carte permet d'acheminer toutes les séquences à travers ces 16 bits. Elle permet également de faire sortir les 3 bits spéciaux comme bits d'informations ou comme bits de marquage, ou comme bit pilote selon la caractéristique de sortie (voir paragraphe A-2) choisie à l'aide du contacteur de sortie.



SCHEMA SYNOPTIQUE

C. REGISTRE

Le registre se compose de 60 bascules J-K SN 74 76 N divisées en 6 modules de 10. (voir schéma Registre).

Il enregistre et regroupe les informations provenant des codeurs.

C.1) ENREGISTREMENT:

Avant d'enregistrer une information il faut que le registre soit à 0. Il suffit d'appliquer une impulsion négative RAZ à toutes les entrées R (CLEAR. voir schéma de la SN7476N) des J-K .

L'inscription des informations se fait par les entrées S (PRESET). En effet une information est une suite de 1 et 0. On applique chaque bit de cette information à une entrée S, dans l'ordre convenable, la bascule Q correspondante reste à l'état 0 si le bit est 1 ($Q=0$ et $\bar{Q}=1$) ou se met à l'état 1 si le bit est à 0 ($Q=1$ et $\bar{Q}=0$).

Ainsi on peut inscrire une information de N bits dans N bascules. Pour inscrire les informations provenant des codeurs il faut relier les S des bascules aux sorties des codeurs en tenant compte de l'ordre dans lequel elles sont données et de l'ordre dans lequel on les inscrit .

C.2) GLISSEMENT:

Les bascules sont branchées l'une derrière l'autre de manière à avoir

$$J_i = Q_{(i+1)}$$

et

$$K_i = \bar{Q}_{(i+1)}$$

Au passage d'une impulsion de glissement Q_i prend l'état déterminé par J_i ou K_i , les entrées R_i et S_i étant sans effet à l'état logique 1 après l'enregistrement.

- Si $Q_{(i+1)} = 1$ on aura :

$$J_i = Q_{(i+1)} = 1 \quad \text{et} \quad K_i = \bar{Q}_{(i+1)} = 0$$

Q_i se met à 1 après le passage de l'impulsion.

- Si $Q_{(i+1)} = 0$ on aura :

$$J_i = Q_{(i+1)} = 0 \quad \text{et} \quad K_i = \bar{Q}_{(i+1)} = 1$$

Q_i se met à 0 après le passage de l'impulsion.

On remarque donc que Q_i après le passage de l'impulsion est égal à $Q_{(i+1)}$ avant le passage de l'impulsion.

L'impulsion a donc décalé l'information contenue dans $Q_{(i+1)}$ en Q_i .

Pour décaler de plusieurs positions il suffit d'appliquer le nombre d'impulsions correspondant au nombre de positions.

C.3) ARRET DE GLISSEMENT (PRINCIPE):

Si l'on veut arrêter le glissement à une position N_i il faut que l'impulsion de glissement n'attaque aucune des N_i premières bascules.

L'impulsion attaque la bascule Q_i en H_i (CLOCK) à travers un ET à 3 entrées:

-1 entrée pour l'impulsion.

-1 entrée reliée à la sortie du ET $_{(i+1)}$.

-1 entrée E_i .

La sortie de ET $_i$ étant reliée à une entrée de ET $_{(i-1)}$.

Si on met E_i à 0 la sortie ET $_i$ reste toujours à 0. Il en est de même pour la sortie de ET $_{(i-1)}$ qui a une entrée à 0 correspondante à la sortie de ET $_i$.

Ainsi de suite tous les ET de ET $_i$ à ET $_0$ sont bloqués par E_i qui est à 0 et l'impulsion n'attaque pas les bascules correspondantes.

D) FONCTIONNEMENT DE LA COMMANDE DE GLISSEMENT:

Avant d'aborder le fonctionnement des différents organes de l'appareil il faut voir comment ces organes sont initialisés et l'état initial des circuits qui les composent.

D.1) INITIALISATION DE L'APPAREIL:

Le signal d'initialisation SI attaque la bascule Q_{14} par l'entrée S et le mono 6 en Z. (voir schéma commande de transfert)

La bascule Q_{14} se met à 1 ($Q_{14} = 1$ et $\bar{Q}_{14} = 0$)

$$Z = SI + \bar{Q}_{14} + N$$

$$\bar{Q}_{14} = 0 \text{ et } N = 0 \implies Z = SI$$

Le mono 6 délivre un signal u qui met :

- Les bascules Q_5 , Q_{10} , Q_{11} , Q_{12} , Q_{13} et Q_{15} à 1.
- Les bascules Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_6 , Q_7 , Q_8 , Q_9 ainsi que le registre de comptage et le registre " 60 bits " à 0.

(Voir schéma "Commande de glissement)

Cette initialisation à l'aide du signal SI se fait lorsqu'on met l'appareil en fonctionnement.

D.2) DECLENCHEMENT DU GLISSEMENT:

(voir schémas "Commande de glissement" et "Commande de transfert")

Lorsque les informations sont inscrites dans le registre " 60 bits " le signal extérieur de glissement SEG met l'entrée K de Q_{12} à 1 pendant un temps de 0,5 μ s au minimum pour que Q_{12} puisse passer à 0.

En effet l'impulsion d'horloge H qui attaque Q_{12} met Q_{12} à 0 si elle trouve son entrée K à 1.

Le basculement de Q_{12} détermine le début du glissement et débloque ET_1 .

$$A = H \cdot \bar{Q}_{12} \cdot Q_{11}$$

$$\bar{Q}_{12} = 1 \text{ et } Q_{11} = 1 \implies A = H$$

D.3) PREMIER GLISSEMENT:

La première impulsion de l'horloge H qui passe en A attaque les bascules Q_1 ; Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_5 ainsi que le mono 1 .

D.3.1) Début du 1^{er} glissement:

Les bascules Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 et Q_5 forme un anneau, " anneau de glissement " , qui est toujours à l'état 00001 et dont la 1 glisse à chaque impulsion A.

Donc le 1 glisse de Q_5 en Q_1 .

Le passage de Q_1 à l'état 1 signifie le début du 1^{er} glissement.

D.3.2) Inscription de nombre de décalage " n_1 " :

La chute de l'impulsion en A déclenche le mono 1 qui délivre une impulsion en B. Cette impulsion B met Q_{11} à 0 bloquant ET_1 pour éviter de laisser passer impulsion suivante H en A et passe en S_1 .

$$S_1 = B \cdot Q_1 = B \text{ car } Q_1 = 1$$

L'impulsion B se retrouvant en S_1 attaque à travers le contacteur C_A du 1^{er} glissement, le registre de comptage en inscrivant 1 à la position n_1 . n_1 = nombre de décalage correspondant au 1^{er} glissement et déterminé par le contacteur C_A ;

D.3.3) Impulsions de décalage :

L'inscription du nombre de glissement se fait avant l'arrivée de l'impulsion suivante H. L'impulsion suivante H passe en D à cause de Q_5 qui a basculé de 0 à 1 .

$$D = H \cdot G = H (\bar{Q}_5 + V) = H (1 + V)$$

$$V = \bar{Q}_{10} \cdot \bar{Y} = 0 \cdot 1 = 0$$

$$D = H (1 + 0) = H$$

et continue en G à travers ET_7 .

$$G = D \cdot \bar{Q}_{11} \cdot \bar{E} = H \cdot 1 \cdot 1 = H$$

L'impulsion de H en G sert à décaler les informations dans le registre " 60 bits " et à décaler le 1 inscrit dans le registre de comptage dans la position " $n_1 - 1$ " .

L'horloge H continue à passer en G jusqu'à ce que le nombre " n₁ " d'impulsions soit passer .

A ce moment le 1 du registre de comptage passe en position n₁-n₁=0 .

L'état de E est celui de la position 0 du registre de comptage.

$$E = 1 \quad \text{et} \quad \bar{E} = 0$$

L'impulsion suivante H est bloquée en ET₇ : le 1^{er} glissement est terminé. Mais elle passe en I .

$$I = DL = H (E \cdot K) = H \cdot K$$

$$\begin{aligned} K &= \overline{AH + AG} = \overline{W + \text{Inv}_2} + (\text{Inv}_2 \cdot \bar{Q}_{13} \cdot Q_{15}) \\ &= \overline{1 + \text{Inv}_2} + \text{Inv}_2 \cdot 0 \cdot 1 \\ &= \bar{1} + 0 = 1 \end{aligned}$$

$$I = H \cdot K = H$$

L'impulsion H en I passe en AI pour remettre le registre de comptage à 0 et passe en AK pour faire basculer Q₁₁.

$$AI = U + I = 0 + H = H$$

$$AK = U + AJ = 0 + I \cdot Q_{13} = H \cdot 1 = H$$

$$Q_{11} = 1 \quad \text{et} \quad \bar{Q}_{11} = 0$$

Le basculement de Q₁₁ prépare le glissement suivant (2^{ème} glissement) en débloquent l'impulsion H à travers ET₁ et bloquant à travers ET₇ .

D.4) GLISSEMENT SUIVANT :

ET₁ étant débloquent H passe en A et déclenche le 2^{ème} glissement.

Les 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} glissement s'effectuent de la même façon que le 1^{er} avec des nombres de décalage "n₂", "n₃", et "n₄" correspondant fixés par les contacteurs C_B, C_C, et C_D.

D.5) FIN DU REGROUPEMENT:

Lorsque le 4^{ème} glissement est terminé le 1 de l'anneau de glissement passe en Q₅ et Q₁₁ passe à 0 .

La chute de Q₅ attaque le mono 4 qui délivre une impulsion M. Elle attaque également le mono 5 si Inv₁ = 1 (transfert avec temps mort) .

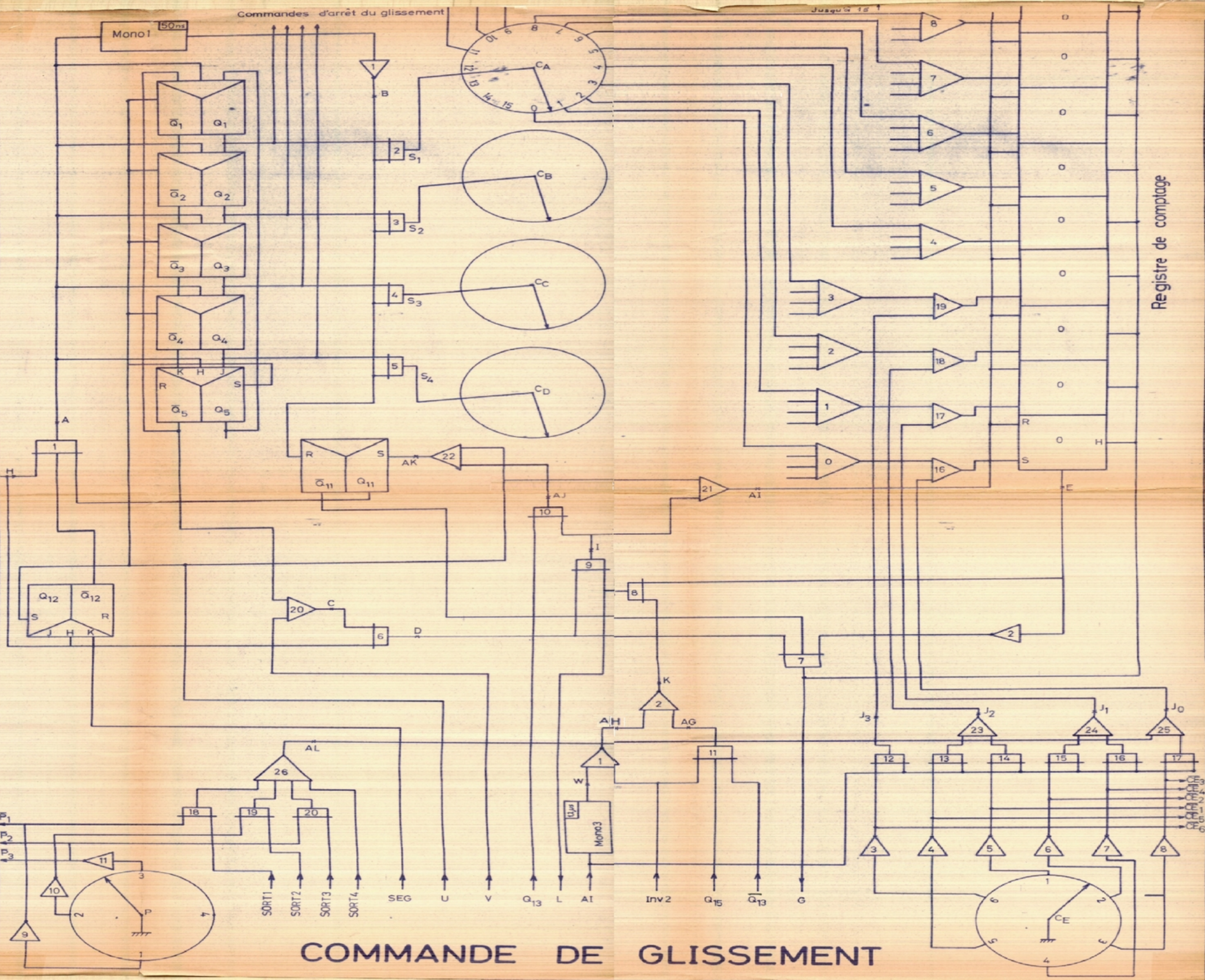
L'impulsion M attaque la bascule Q_{13} par R pour la mettre à 0.

$$Q_{13} = 0 \quad \text{et} \quad \overline{Q}_{13} = 1$$

Le basculement de Q_{13} indique la fin du regroupement et autorise le transfert.

$\overline{Q}_5 = 0$ bloque le passage de H en D.

$Q_{11} = 0$ le glissement ne pourra plus être déclenché avant le transfert.



Commandes d'arrêt du glissement

Jusqu'à 15

Registre de comptage

COMMANDE DE GLISSEMENT

COMPTAGE

E/ FONCTIONNEMENT DU TRANSFERT

E.1) DEBUT DU TRANSFERT:

(voir schéma "Commande de transfert ")

Le basculement de Q_{13} ($Q_{13} = 0$ et $\bar{Q}_{13} = 1$) autorise le transfert qui ne peut s'effectuer qu'à l'aide du signal de transfert extérieur SET.

Le transfert peut s'effectuer lorsque Q_{14} bascule ($Q_{14} = 0$ et $\bar{Q}_{14} = 1$)

Ce basculement est dû au signal SET qui met AE à 1 (correspondant à l'entrée K de Q_{14} .)

E.1.1) Ordinateur : (Inv₂ à l'état 1)

Pour recevoir le signal SET de l'ordinateur on lui envoie l'impulsion M. Le signal reste à déterminer mais on peut s'arranger pour le transformer en une impulsion de 0,5 μ s qui met l'entrée K de Q_{15} à 1 afin que Q_{15} puisse basculer.

$$Q_{15} = 0 \quad \text{et} \quad \bar{Q}_{15} = 1$$

On a ainsi :

$$AE = \bar{Q}_{13} \cdot AB = 1 \cdot (Q_{15} + AC) = \bar{Q}_{15} + AC$$

$$\text{Or } AC = \overline{\text{Inv}_2 + \text{SET}} = 0 \quad (\text{Inv}_2 = 1)$$

$$\text{Donc } AE = \bar{Q}_{15} = 1$$

Le signal SET provenant de l'ordinateur met bien AE à 1,

E.1.2) Bande magnétique : (Inv₂ à l'état 0)

On a vu que pour le fonctionnement avec la bande magnétique il existe un appareil intermédiaire B.M.10. Le signal SET provient du B.M.10. Le transfert peut s'effectuer lorsque ce signal est à l'état 0.

$$AE = \bar{Q}_{13} \cdot AB = 1 (\bar{Q}_{15} + AC)$$

\bar{Q}_{15} restera toujours à 0 lorsqu'on fonctionne en bande magnétique.

En effet :

$$AD = \text{SET} \cdot \text{Inv}_2$$

$$\text{Inv}_2 = 0 \quad \implies \quad AD = 0$$

L'entrée K de Q_{15} , étant à 0, Q_{15} ne peut donc pas basculer.

$$\begin{aligned}
 AE &= \bar{Q}_{15} + AC = 0 + (\text{SET} + \text{Inv}_2) \\
 &= \overline{\text{SET} + 0} = \overline{\text{SET}}
 \end{aligned}$$

Si SET = 0 le transfert peut s'effectuer car AE = 1.

E.2) TRANSFERT DE LA PREMIERE SEQUENCE:

(voir schémas "Commande de transfert" et "Commande de glissement")

Le basculement de Q_{14} ($Q_{14} = 0$ et $\bar{Q}_{14} = 1$) débloquent H en X.

$$\begin{aligned}
 X &= \bar{Q}_{14} \cdot H \cdot T = 1 \cdot H, (Q_{10} + L) \\
 &= H(1 + L) = H \cdot 1 = H
 \end{aligned}$$

L'impulsion H en X attaque l'anneau de transfert formé des bascules Q_6, Q_7, Q_8, Q_9 et Q_{10} . L'anneau étant à l'état initial 00001 l'impulsion H fait glisser le 1.

$$Q_{10} = 0 \quad \text{et} \quad Q_6 = 1$$

H attaque également mono 2 qui délivre en Y une impulsion de largeur T_1 . Cette impulsion se retrouve en SORT_1 à cause de $Q_6 = 1$: signal d'échantillonnage de la 1^{ère} séquence.

$T_1 = 0,8 \mu\text{s}$ pour enregistrement sur bande magnétique.

T_1 = reste à déterminer pour l'ordinateur.

$Q_{10} = 0$ blocage de H en X.

$$X = \bar{Q}_{14} (Q_{10} + L) \cdot H = 1 \cdot (0 + 0) \cdot H = 0$$

E.3) PASSAGE DE LA PREMIERE A LA DEUXIEME SEQUENCE :

Le passage de la 1^{ère} à la 2^{ème} séquence se fait à l'aide de la commande de glissement.

Pour des raisons que nous verrons par la suite, on doit décaler les informations de 0, 1, 2, ou 3 positions selon la caractéristique de sortie choisie à l'aide du contacteur de sortie C_E .

Ce décalage se fait une fois que la 1^{ère} séquence a été transférée, soit après le temps d'échantillonnage T_1 .

L'inscription du nombre de décalage se fait pendant ce temps T_1 à l'aide du signal AI dans le cas où il y aura plus de 1 séquence à transférer et à l'aide du signal AL dans le cas de 1 seule séquence.

$$AI = (\overline{SORT_1} + \overline{P_1}) + (\overline{SORT_2} + \overline{P_2}) + (\overline{SORT_3} + \overline{P_3})$$

$$= SORT_1 \cdot P_1 + SORT_2 \cdot P_2 + SORT_3 \cdot P_3$$

$$AL = SORT_1 \cdot \overline{P_1} + SORT_2 \cdot \overline{P_2} + SORT_3 \cdot \overline{P_3} + SORT_4$$

Le nombre de séquences est fixé par le contacteur de séquence P .

E.3.1) Cas de plus de 1 séquence:

$$P_1 = 1 \quad \text{et} \quad \overline{P_1} = 0$$

Le contacteur P n'étant pas à la position 1.

$$AI = SORT_1 \quad (SORT_2 = SORT_3 = 0)$$

$$AL = 0$$

Le signal $SORT_1$ en AI passe en J_0, J_1, J_2 ou J_3 suivant la position du contacteur de sortie C_E .

$$J_0 = AL + AI \cdot \overline{C_{E3}}$$

$$J_1 = AI \cdot \overline{C_{E2}} + AI \cdot \overline{C_{E4}}$$

$$J_2 = AI \cdot \overline{C_{E5}} + AI \cdot \overline{C_{E1}}$$

$$J_3 = AI \cdot \overline{C_{E6}}$$

Le signal $SORT_1$ suivant qu'il passe en J_0 ou en J_1 ou en J_2 ou en J_3 inscrit 1 dans la position 0, 1, 2, ou 3 du registre de comptage.

après le temps T_1 mono 2 revient à son état stable ($\overline{Y} = 1$ et $Y = 0$).

A ce moment H est débloquée en D

$$D = H \cdot C = H(\overline{Q_5} + V)$$

$$\overline{Q_5} = 0 \quad \text{et} \quad V = \overline{Q_{10}} \cdot \overline{Y} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{D'où} \quad D = H(0 + 1) = H$$

Ainsi on aura le nombre d'impulsions nécessaires de décalage en G.

(voir paragraphe D-3 à 3). Le glissement terminé ($E=1$), le déblocage de H en I n'est possible que si $K = 1$.

$$K = \overline{AH + AG} = \overline{(\overline{W + Inv_2}) + Inv_2 \cdot Q_{15} \cdot \overline{Q}_{13}}$$

$K = 0$ pendant le temps mort entre le transfert de deux séquences successives.

E.3.1.1) Ordinateur: (Inv₂ = 1)

$$\begin{aligned} K &= \overline{AH + AG} = \overline{(\overline{W + Inv_2}) + Inv_2 \cdot Q_{15} \cdot \overline{Q}_{13}} \\ &= \overline{(\overline{W + 1}) + 1 \cdot Q_{15} \cdot 1} \quad (\overline{Q}_{13} = 1) \\ &= \overline{1 + Q_{15}} = \overline{0 + Q_{15}} = \overline{Q}_{15} \end{aligned}$$

A la fin du temps d'échantillonnage le signal AI chute et déclenche mono 4 qui délivre une impulsion M. Cette impulsion fait basculer Q₁₅ qui était à 0.

$$\text{D'où : } Q_{15} = 1 \text{ et } \overline{Q}_{15} = 0$$

$$\text{Donc } K = \overline{Q}_{15} = 0$$

Ainsi tout le système est bloqué à l'aide de $K = 0$.

E.3.2.2) Bande magnétique: (Inv₂ = 0)

$$K = \overline{(\overline{W + 0}) + 0 \cdot Q_{15} \cdot \overline{Q}_{15}} = \overline{W} = W$$

Ici également la chute de AI déclenche mono 3 qui met W à 0 pendant 1,2 μs. (temps mort nécessaire au B.M.10 pour enregistrer 2 séquences successives.) $K = 0$

E.3.2.3) Début du transfert de la 2^{ème} séquence:

Le système est débloquent lorsque K passe à 1 soit après 1,2 μs (cas du B.M.10) soit par le basculement de Q₁₅ (cas de l'ordinateur). Q₁₅ passe à 0 lorsque l'ordinateur envoie l'impulsion SET pour traiter la 2^{ème} séquence. Lorsque le système est débloquent pour permettre le transfert de la 2^{ème} séquence $K = 1$.

$$L = E \cdot K = 1 \cdot 1 = 1$$

Le passage à 1 de L débloquent H en I et X.

$$I = D \cdot L = H \cdot 1 = H$$

$$X = \overline{Q}_{14} (Q_{10} + L) \cdot H = 1 \cdot (0 + 1) \cdot H = H$$

H en I remet uniquement le registre de comptage à 0. H étant bloqué en AJ à cause de $Q_{13} = 0$ pour éviter de faire basculer Q_{11} qui peut provoquer le glissement.

H en X déclenche le transfert de la 2^{ème} séquence. Q_6 passe à 0 et Q_7 à 1.

E.3.2) Cas de transfert de 1 seule séquence :

Le contacteur de séquences P est à la position 1.

$$P_1 = 0 \quad \text{et} \quad \bar{P}_1 = 1 \quad \implies \quad AI = 0 \quad \text{et} \quad AL = \text{SORT}_1$$

Le signal SORT_1 en AL passe en J_0 pour inscrire 1 à la position 0 du registre de comptage car il n'est pas nécessaire de décaler lorsqu'il y a une seule séquence.

AI = 0 le mono 4 et le mono 3 ne seront pas déclenchés car le transfert de 1 seule séquence peut se faire sans temps mort (entre les séquences). Ainsi H n'est pas bloquée en I et en X à cause de $L = 1$.

En I l'impulsion H remet le registre de comptage à 0 et en X elle déclenche la fin du transfert.

E.4) TRANSFERT DES SEQUENCES SUIVANTES :

Le transfert de la 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} séquence s'effectue de la même manière que celui de la 1^{ère} séquence, lorsque Q_7 , Q_8 et Q_9 passe à 1.

E.5) FIN DE TRANSFERT :

La fin de transfert est déterminé par le basculement de Q_{10} . Q_{10} passe de 0 à 1 et met l'entrée J de Q_{14} à 1. Q_{14} qui était à 0 passe à 1. \bar{Q}_{14} chute et déclenche le mono 6 qui délivre une impulsion U. Cette impulsion initialise l'appareil pour qu'il puisse traiter d'autres informations. La fin de transfert peut être après le transfert de la 1^{ère}, 2^{ème} ou 3^{ème} séquence ou 4^{ème} séquence selon le nombre de séquences.

- 1 séquence : le 1 de l'anneau de transfert passe de Q_6 en Q_{10} au lieu de passer en Q_7 .

$$P_1 = 0 \quad \text{et} \quad \bar{P}_1 = 1 \quad (\text{Contacteur P en 1})$$

$$J_7 = \bar{Q}_6 + \bar{P}_1 = Q_6 \cdot P_1 = 0$$

Q_7 ne peut donc pas passer à 1.

- 2 séquences : le 1 de l'anneau doit passer de Q_6 à Q_7 puis de Q_7 à Q_{10} .

$$\begin{aligned} P_1 &= 1 \quad \text{et} \quad \bar{P}_1 = 0 \\ P_2 &= 0 \quad \text{et} \quad \bar{P}_2 = 1 \quad (\text{Contacteur P en 2}) \end{aligned}$$

$J_7 = Q_6 \cdot P_1 = Q_6 = 1$ ce qui permet le passage du 1 de Q_6 à Q_7 .
 Q_8 ne peut pas passer à 1. (même démonstration que J_7 pour une séquence).

- 3 séquences: (contacteur P en 3)

Onddémontre de la même façon que le 1 passe en Q_6 , Q_7 , Q_8 et Q_{10} sans passer par Q_9 .

- 4 séquences : (contacteur P en 4)

Le 1 passe à travers toutes les bascules de l'anneau.

Les fonctions logiques suivantes:

$$J_{10} = \bar{P}_1 \cdot Q_6 + \bar{P}_2 \cdot Q_7 + \bar{P}_3 \cdot Q_8 + Q_9$$

et
$$K_{10} = \bar{P}_1 \cdot \bar{Q}_6 + \bar{P}_2 \cdot \bar{Q}_7 + \bar{P}_3 \cdot \bar{Q}_8 + \bar{Q}_9$$

montrent le passage du 1 de Q_6 à Q_{10} (1 séquence), de Q_7 à Q_{10} (2 séquences), de Q_9 à Q_{10} (3 séquences) et Q_9 à Q_{10} (4 séquences)

E.6) TRANSFERT EN TEMPS MORT :

On a vu que la fin de regroupement est traduite par la chute de \bar{Q}_5 . Cette chute de \bar{Q}_5 fait basculer Q_{13} ($Q_{13} = 0$ et $\bar{Q}_{13} = 1$) à l'aide du mono 4 pour autoriser le transfert.

Elle attaque aussi le mono 6 lorsque le transfert se fait en temps mort (Inv_1 à l'état 1).

Le transfert s'effectue lorsque Q_{14} bascule ($Q_{14} = 0$ et $\bar{Q}_{14} = 1$).

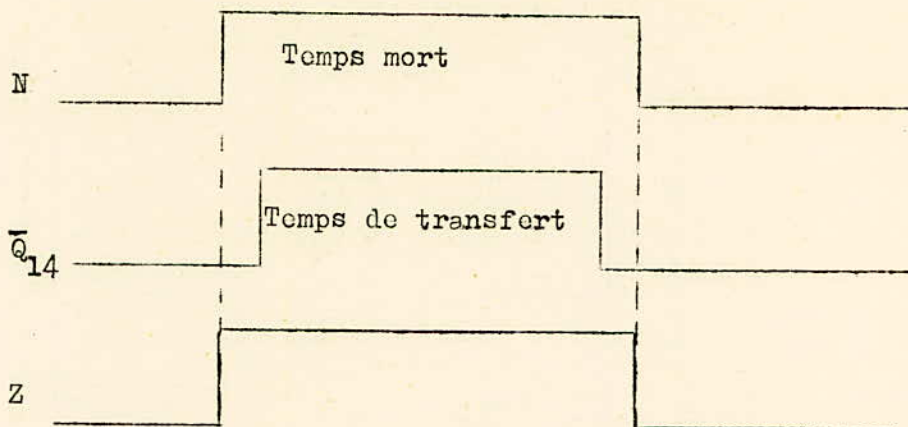
$$Z = SI + \bar{Q}_{14} + N \quad SI = 0 \implies Z = \bar{Q}_{14} + N$$

E.6.1) Q_{14} bascule pendant le temps mort:

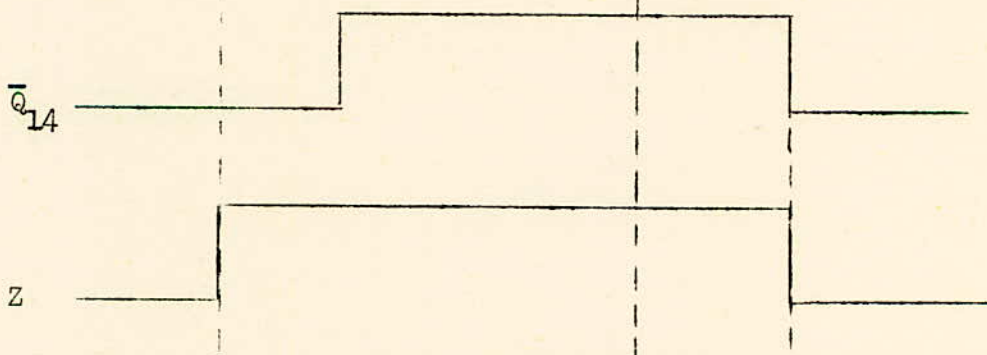
$$Q_{14} = 0 \quad \text{et} \quad \bar{Q}_{14} = 1$$

Le transfert s'effectue et l'initialisation de l'appareil peut se produire soit par la chute de N (cas où le temps mort est supérieur au temps de transfert), soit par la chute de Q_{14} (cas contraire).

En effet le mono 6 délivrant l'impulsion d'initialisation U déclenche à la chute de Z .



1/ Cas où le temps mort est supérieur au temps de transfert.



2/ Cas où le temps mort est inférieur au temps de transfert.

Dans le 1^{er} cas Z chute quand N chute et dans le 2^{ème} cas Z chute quand \bar{Q}_{14} chute .

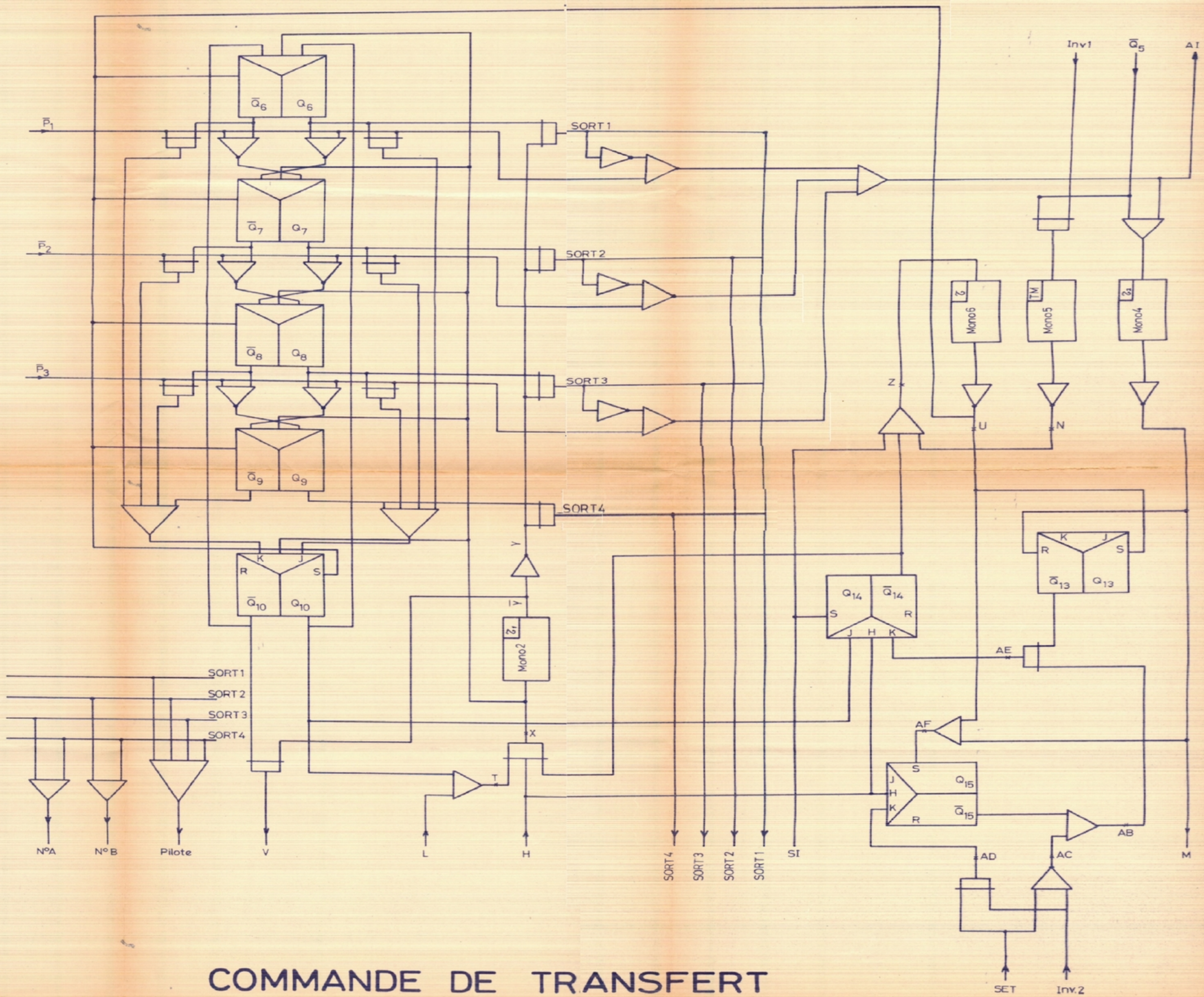
E.6.2) Q_{14} ne bascule pas pendant le temps mort:

$$Q_{14} = 1 \quad \text{et} \quad \bar{Q}_{14} = 0$$

Si le temps mort s'est écoulé et Q_{14} n'a pas basculé le transfert ne peut pas s'effectuer car :

$$Z = N + \bar{Q}_{14} = N + 0 = N$$

va chuter lorsque N chute et le mono 6 déclenche pour initialiser l'appareil. Le transfert n'a pas eu lieu et les informations traitées sont perdues pour prendre en considération les informations suivantes.



COMMANDE DE TRANSFERT

F.) FONCTIONNEMENT DE LA COMMANDE
D'ARRÊT DU GLISSEMENT

Pour commander l'arrêt du glissement à une position "n" il suffit de mettre E_n à 0. (voir § C.3)

La commande d'arrêt (voir schéma) est un circuit logique qui permet de mettre cette entrée E_n à 0 pour les différents glissements.

Les contacteurs d'arrêt sont formés de 2 contacteurs à 10 positions:

- 1 contacteur "dizaine"
- 1 " " "unité"

Chaque position N_d du contacteur "dizaine" attaque 10 NAND dont les sorties sont reliées aux entrées E_n de 10 bascules du registre 60 bits. Les N° de ces 10 bascules du registre ont pour chiffre de dizaine le chiffre correspondant à la position N_d du contacteur "dizaine".

Exemple: La position $N_d = 0$ correspond aux bascules numérotées de 00 à 09.

D'autre part, chaque position N_u du contacteur "unité" attaque 5 NAND dont les sorties sont les entrées E_n de 5 bascules. Les N° de ces 5 bascules ont comme chiffre d'unité le chiffre correspondant à la position N_u du contacteur "unité".

Exemple: La position $N_u = 0$ correspond aux bascules 00, 10, 20, 30 et 40.

Ainsi si les entrées des 2 contacteurs sont à 1, ce sera uniquement l'entrée E_n correspondante à la bascule N° " $N_d N_u$ " qui est à 0. (Les 2 entrées étant 1 du NAND correspondant.)

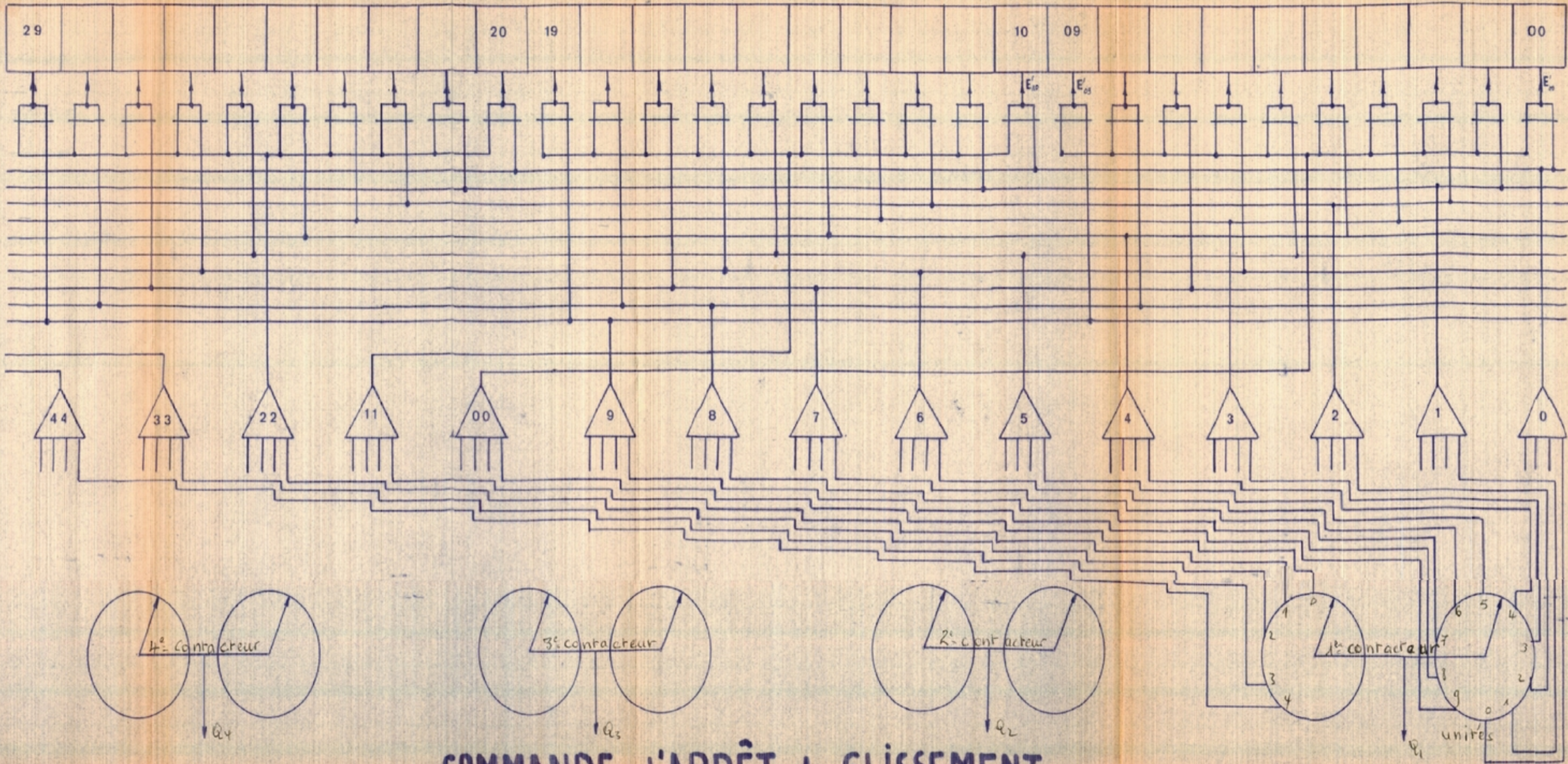
Le glissement est arrêté donc à la position " $N_d N_u$ ".

Exemple: $N_d = 1$ et $N_u = 8$. le glissement est arrêté à partir de la 18^{ème} bascule.

A l'aide des **CU** à 4 entrées on peut arrêter le glissement aux positions fixées par les 4 contacteurs lorsque leurs entrées soient respectivement à 1.

Les entrées des 4 contacteurs d'arrêt sont reliées à Q_1, Q_2

REGISTRE "60 Bits"



COMMANDE d'ARRÊT du GLISSEMENT

- 1^{er} glissement: $Q_1 = 1$

Position d'arrêt fixée par le 1^{er} contacteur.

- 2^{ème} glissement: $Q_2 = 1$

Position d'arrêt fixée par le 2^{ème} contacteur.

- 3^{ème} glissement: $Q_3 = 1$

Position d'arrêt fixée par le 3^{ème} contacteur.

- 4^{ème} glissement:

Position d'arrêt fixée par le 4^{ème} contacteur.

G.) COMMANDE DE SORTIE

Pour transférer les informations, une fois qu'elles sont regroupées, la commande de transfert délivre les signaux d'échantillonnage des différentes séquences:

Signal d'échantillonnage	SORT ₁	: 1 ^{ère}	séquence.
"	"	SORT ₂	: 2 ^{ème} "
"	"	SORT ₃	: 3 ^{ème} "
"	"	SORT ₄	: 4 ^{ème} "

Chaque signal d'échantillonnage attaque 16 ET à 2 entrées.

(Voir schéma "Commande de Sortie")

La 2^{ème} entrée de chacun de ces ET est reliée à une sortie du registre 60 bits.


Lorsque les signaux SORT sont à 0 les sorties de tous les ET sont à 0. *Et quand ils sont à 1 les 16 bits d'information du registre sont transmis aux sorties des 16 ET correspondants.*

- Signal SORT₁ = 1 : transfert de la 1^{ère} séquence correspondante aux bits d'information contenus dans les 16 bascules de 00 à 15.

- Signal SORT₂ = 1 : transfert de la 2^{ème} séquence correspondante aux bits d'information contenus dans les 16 bascules de 13 à 28.

- Signal SORT₃ = 1 : transfert de la 3^{ème} séquence correspondante aux bits d'information : contenus dans les 16 bascules de 26 à 41.

- Signal SORT₄ = 1 : transfert de la 4^{ème} séquence correspondante aux bits d'information contenus dans les 16 bascules de 39 à 54.

Le transfert des 4 séquences se fait vers l'ordinateur ou la bande magnétique  par les mêmes 16 bits de sortie à travers les OU à 4 entrées.

Les 13 bits d'information sortant des 13 OU (1 à 13) sont toujours des bits de sortie (1 à 13). Mais les bits d'information sortant des 3 OU (14, 15 et 16) passent à travers la carte de sortie ou arrivent également le bit pilote et les bits de marquage (N° A et N° B).

Les bits de sortie (14, 15 et 16) proviennent de la carte de sortie. Ces 3 bits sont particuliers, ils peuvent *contenir* soit des informations, soit *le* pilote, soit des N° de séquence selon la caractéristique de sortie choisie à l'aide du contacteur C_E .

H. CARTE DE SORTIE

Son rôle essentiel, comme on l'a vu, est de faire sortir les 3 bits " sortie " particulier (14^{ème}, 15^{ème} et 16^{ème}) comme bits d'information ou comme bits de marquage, ou comme bit pilote selon la caractéristique de sortie choisie à l'aide du contacteur de sortie C_E .
(son schéma est inclu dans le schéma "Commande de sortie")

H.1) PILOTE ET NUMERO DE SEQUENCES :

	Séquence	N° A	N° B	Pilote
$SORT_1 = 1$	1 ^{ère}	0	0	1
$SORT_2 = 1$	2 ^{ème}	0	1	1
$SORT_3 = 1$	3 ^{ème}	1	0	1
$SORT_4 = 1$	4 ^{ème}	1	1	1

En développant ce tableau on trouve :

$$N^{\circ} A = SORT_3 + SORT_4$$

$$N^{\circ} B = SORT_2 + SORT_4$$

$$PILOTE = SORT_1 + SORT_2 + SORT_3 + SORT_4$$

(voir circuit de ces fonctions logiques dans le schéma "Commande de transfert ") .

H.2) POSSIBILITES DE TRANSFERT PAR LES 3 BITS PARTICULIERS:

Il y a 6 possibilités de transfert qui dépendent du nombre de séquences et des conditions de fonctionnement de l'appareil enregistreur:

- avec ou sans pilote
- avec ou sans numéro de séquence

Ces possibilités sont déterminées à l'aide du contacteur de sortie C_E .
(Position "n" est traduite par $\bar{C}_{En}=1$).

Elles sont regroupées dans le tableau suivant:

PILOTE	A V E C			S A N S		
Nombre de Séquences	1 - 2 3 - 4	2	3-4	3-4	2	1 - 2 3 - 4
Numéro	sans	avec	avec	avec	avec	sans
14 ^{ème} bit " sortie "	Inf ₁₄	Inf ₁₄	N°B	Inf ₁₄	Inf ₁₄	Inf ₁₄
15 ^{ème} bit " sortie "	Inf ₁₅	N°B	N°A	N°B	Inf ₁₅	Inf ₁₅
16 ^{ème} bit " sortie "	Pilote	Pilote	Pilote	N°A	N°B	Inf ₁₆
nombre de glissement	2	1	0	1	2	3
Position du contacteur C _E	1	2	3	4	5	6

Toutes les possibilités des 14^{ème} et 15^{ème} et 16^{ème} bit "sortie" sont traduites par les fonctions logiques suivantes (d'après le tableau ci-dessus):

$$14^{\text{ème}} \text{ bit} = \text{Inf}_{14} \cdot \bar{C}_{E1} + \text{Inf}_{14} \cdot \bar{C}_{E2} + \text{N}^{\circ}\text{B} \cdot \bar{C}_{E3} + \text{Inf}_{14} \cdot \bar{C}_{E4} + \text{Inf}_{14} \cdot \bar{C}_{E5} + \text{Inf}_{14} \cdot \bar{C}_{E6}$$

$$15^{\text{ème}} \text{ bit} = \text{Inf}_{15} \cdot \bar{C}_{E1} + \text{N}^{\circ}\text{B} \cdot \bar{C}_{E2} + \text{N}^{\circ}\text{A} \cdot \bar{C}_{E3} + \text{N}^{\circ}\text{B} \cdot \bar{C}_{E4} + \text{Inf}_{15} \cdot \bar{C}_{E5} + \text{Inf}_{15} \cdot \bar{C}_{E6}$$

$$16^{\text{ème}} \text{ bit} = \text{Pil} \cdot \bar{C}_{E1} + \text{Pil} \cdot \bar{C}_{E2} + \text{Pil} \cdot \bar{C}_{E3} + \text{N}^{\circ}\text{A} \cdot \bar{C}_{E4} + \text{N}^{\circ}\text{B} \cdot \bar{C}_{E5} + \text{Inf}_{16} \cdot \bar{C}_{E6}$$

La carte de sortie réalise le circuit de ces fonctions logiques.

H.3) ROLE DU GLISSEMENT ENTRE DEUX SEQUENCES SUCCESSIVES:

D'après le schéma de la "Commande de sortie" On remarque que les bits de certaines bascules du registre sortent dans deux séquences successives.

Dans l'une ils sortent à travers OU_1 , OU_2 et OU_3 aux 1^{er}, 2^{ème}, et 3^{ème} bits " sortie". Dans la suivante ils sortent à travers OU_{14} , OU_{15} et OU_{16} pour passer dans la carte de sortie.

C'est le cas des bits des bascules suivantes :

-13 ,14 et 15 qui sortent avec la 1^{ère} et la 2^{ème} séquence.

-26 ,27 et 28 qui sortent avec la 2^{ème} et la 3^{ème} séquence.

-39 ,40 et 41 qui sortent avec la 3^{ème} et la 4^{ème} séquence .

Lorsqu'on transfère, à travers la carte de sortie les bits d'information des bascules suivantes : (1^{ère} séquence par exemple)

1^{er} cas : 13 ($\bar{C}_{E2} = 1$ ou $\bar{C}_{E4} = 1$) par le 14^{ème} bit "sortie"

2^{ème} cas : 13 et 14 ($\bar{C}_{E1} = 1$ ou $\bar{C}_{E5} = 1$) par les 14^{ème} et 15^{ème} bits "sortie".

3^{ème} cas : 13,14 et 15 ($\bar{C}_{E6} = 1$) par les 14^{ème}, 15^{ème} et 16^{ème} bit " sortie" .

On doit décaler les informations dans le registre entre le transfert de la 1^{ère} et celui de la 2^{ème} séquence de:

1^{ère} cas : 1 position

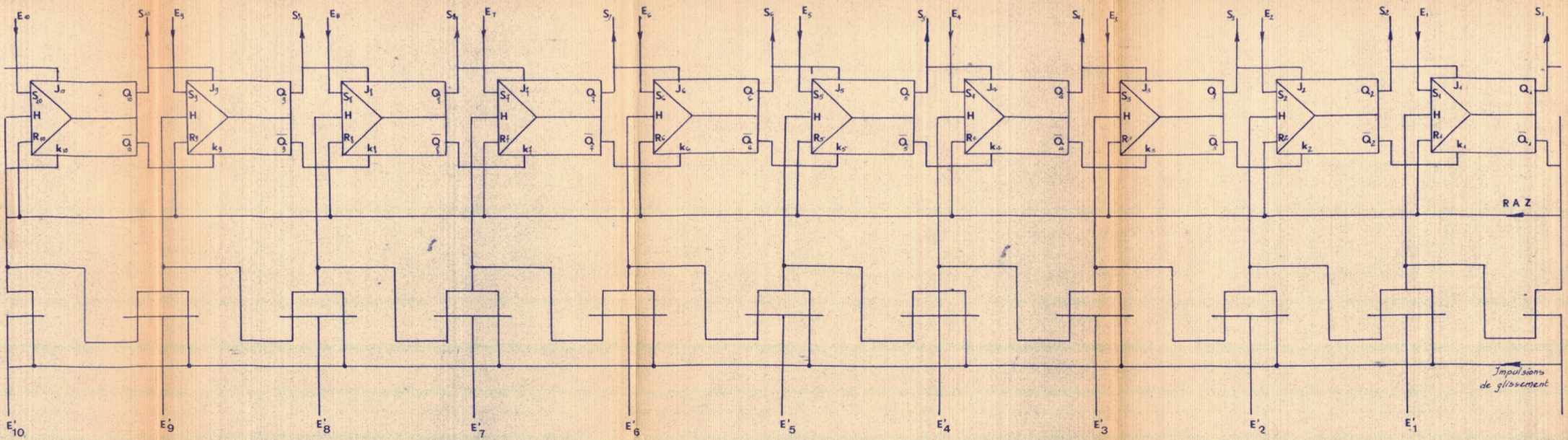
pour qu'en 2^{ème} séquence ce sera le bit d'information contenu dans la bascule 14 qui sortira par le 1^{er} bit "sortie" et non pas le bit d'information contenu dans la bascule 13 (déjà transféré en 1^{ère} séquence).

2^{ème} cas : 2 positions

Transfert des bits d'information contenus dans les bascules 15 et 16 par les 1^{er} et 2^{ème} bits "sortie" au lieu de ceux contenus dans les bascules 14 et 15. (déjà transférés en 1^{ère} séquence).

3^{ème} cas : 3 positions

Transfert des bits d'information contenus dans les bascules 16,17 et 18 par les 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} bits "sortie" au lieu de ceux contenus dans les bascules 13,14 et 15 (déjà transférés en 1^{ère} séquence).



REGISTRE