

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

**CONCEPTION ET REALISATION
D'UN COLLECTEUR DE
FRACTIONS**

Proposé par :

Mr. M. BRIKCI

Etudié par :

**RABHI Hachmi
BOUKERROU Redouane**

Dirigé par :

Mr. R. OUIGUINI



PROMOTION : JUIN 84



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

**CONCEPTION ET REALISATION
D'UN COLLECTEUR DE
FRACTIONS**

Proposé par :

Mr. M. BRIKCI

Etudié par :

**RABHI Hachmi
BOUKERROU Redouane**

Dirigé par :

M. R. OUIGUINI



PROMOTION : JUIN 84

P L A N

* PAGE *

I - <u>INTRODUCTION -</u>	1
II <u>POSITION DU PROBLEME</u>	2
III - <u>PARTIE ELECTRONIQUE</u>	6
III - 1 - <u>COMMANDE ELECTRONIQUE</u>	
III - 1.1 MODULE DE COMPTAGE	8
III - 1.2 MODULE DE DEBUT ET FIN DE CYCLE.	18
III - 1.3 MODULE DE SONNERIE	21
III - 2 - <u>PARTIE OPERATIVE</u>	
III - 2.1 MODULE D'INTERFACE.	25
III - 2.2 MODULE DE DETECTION	27
III - 2.3 MODULE MOTEUR	29
IV - <u>PARTIE MECANIQUE</u>	
IV - 1 MOTEUR	31
IV 2 REDUCTEUR	33
IV 3 CHARGE	33
V - <u>FONCTIONNEMENT DU SYSTEME</u>	37
V.I <u>CONCLUSION</u>	40
- <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	

CHAPITRE I : INTRODUCTION

A notre époque, où la notion de rendement à un poste de travail prend de l'ampleur comme jamais auparavant, l'automatisation des systèmes de production est rendue nécessaire par suite de l'amélioration des conditions de travail et des exigences accrues en matière de qualité et de précision réduisant de cette façon l'intervention de l'opérateur humain là où elle est encore importante à savoir : le déclenchement d'un processus, le contrôle quant à son bon déroulement ainsi que les corrections inhérentes.

Des techniques aussi évolutives que l'électronique, la robotique et l'automatique gagnent rapidement les différentes branches de l'industrie.

Comme tant d'autres, le secteur du génie-chimique ne demeure pas en reste si bien que les laboratoires de chimie du Centre de Développement des techniques Minières/ Commissariat aux Energies Nouvelles, à l'instar des autres laboratoires, font de plus en plus appel aux techniques précitées.

En effet, la collecte d'échantillons de solutions chimiques exige une surveillance soutenue d'autant plus que cette procédure requiert un temps long et une précision non négligeable.

L'idée de soustraire le personnel opérant à l'exécution de cette tâche pénibles et répétitive est apparue et s'est concrétisée par la volonté de mettre en oeuvre un collecteur d'échantillons.

Ce dispositif, communément appelé collecteur de fraction, permettra d'automatiser la fonction décrite ci-dessus.

La conception et la réalisation dudit collecteur de fractions constituent le thème de notre projet de fin d'études.

L'étude de ce projet s'articule autour de deux grands volets. :

-Le premier volet traitera de la partie électronique dans laquelle nous distinguerons la partie commande et la partie opérative.

-Dans le second volet, nous exposerons la partie mécanique qui détaillera le système d'entraînement (moteur-réducteur-charge).

Nous ne manquerons pas de décrire le fonctionnement des parties électronique et mécanique dans un tout ainsi que les résultats obtenus ; ce qui fera l'objet du dernier volet.

.../...

II- POSITION DU PROBLEME

Le traitement du minerai d'uranium consiste en une série d'opération qui ont pour but de séparer l'uranium de la gangue à laquelle il est associé, le traitement débute par un broyage du minerai en une granulométrie fine. Le minerai est alors attaqué chimiquement par un agent de **lexiviation** (mise en solution). Cette attaque entraîne en solution d'autres éléments que l'uranium ; ceux-ci sont indésirables dans le produit final, et il faut donc séparer l'uranium de ces différents éléments. La solution de **lexiviation** contient en général entre 0,5 et 1 g/l d'uranium et il est nécessaire de concentrer au maximum cette solution.

L'étape de purification et de concentration peut se faire par plusieurs méthodes, entre autres par résine échangeuses d'ions.

Une résine échangeuse d'ions peut être considérée comme une solution électrolytique qui contient des anions des cations et de l'eau ; la seule différence est que l'un des ions est lié à une matrice microporeuse insoluble.

Cette matrice est constituée de chaînes de polymères. Il faut aussi noter que différents types de résines sont commercialisées et présentent des caractéristiques différentes.

La récupération de l'uranium par la technique de résine échangeuses d'ions se fait en deux temps : en premier lieu la solution contenant l'uranium et les autres impuretés est introduites par le haut d'une colonne contenant un lit de résine. La résine **dans** la colonne fixera sélectivement l'uranium jusqu'à saturation complète. Cette opération correspond à l'étape de fixation. La seconde étape consiste à reprendre l'uranium fixé par résine dans une autre solution. C'est un procédé inverse de la fixation et s'appelle "l'élution". On obtient ainsi des solutions purifiées contenant entre 5 et 30 g/l d'uranium.

Au laboratoire de traitement de minerais du centre de développement des matériaux (C.E.N) deux types de résines font l'objet d'études pour leur éventuelle application dans un schéma de traitement du minerai d'uranium. Algérien.

Les expériences qui concernent la récupération de l'uranium à partir de solutions sont particulièrement longues et nécessitent une main d'oeuvre de surveillance considérable lors des manipulations.

D'autres part l'étude de certaines propriétés des résines nécessitent un équipement particulier comme par exemple un collecteur de fraction. Il est possible d'**illustrer** par **un exemple** concret la nécessité d'un collecteur de fraction. La détermination de la capacité de la résine (c'est à dire la quantité d'uranium qui peut être fixée par 1 gramme de résine) se fait en deux temps : Une manipulation dite **de** fixation et une autre d'élution.

.../...

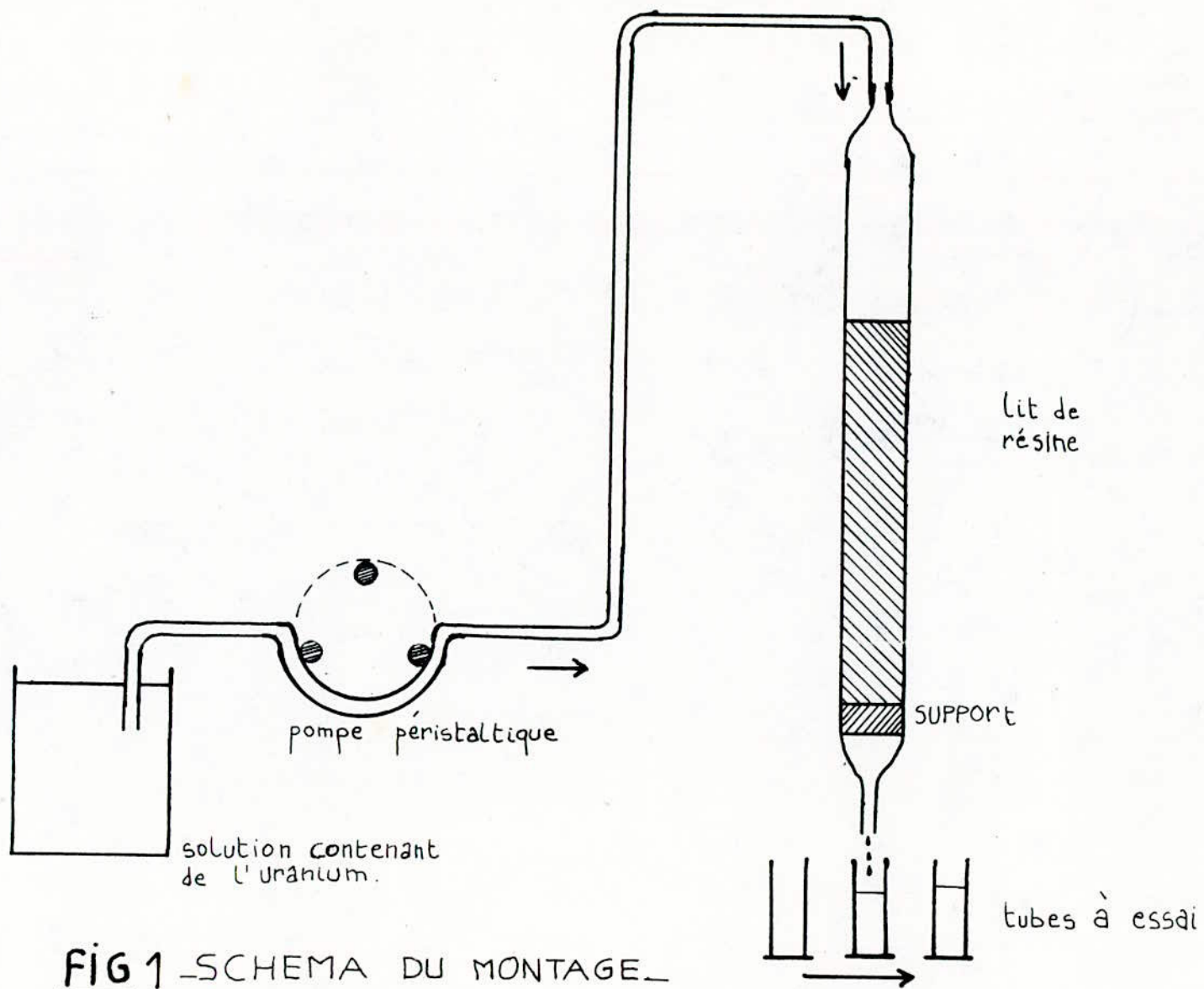


FIG 1 -SCHEMA DU MONTAGE-

(a) Fixation.

La solution contenant l'uranium sous forme d'ions s'écoule sur la résine dans la colonne, au fur et à mesure de leur injection en colonne les ions d'uranium constituent un "front" qui progresse dans la résine vers la sortie (voir fig. 1).

Le suivi de la concentration en ions uranium dans la solution effluente en fonction du volume (exprime en volumes de lits de résines) permet de tracer la courbe de fixation. (voir figure 2). La connaissance de celle ci permet de déterminer l'efficacité et la capacité utile de la colonne utilisées dans des conditions bien déterminées.

(b) l'élution.

Cette opération a pour but de remettre, la résine dans son état initial et de récupérer l'uranium fixé. Comme pour la fixation on note l'évolution de la concentration de l'uranium remis en solution en fonction du volume d'éluant écoulé, on obtient des courbes d'élution ayant l'allure de la figure 3. Ce type de courbe permet de fixer les conditions limites de fonctionnement de la colonne.

Les manipulations de fixation et d'élution doivent se faire de manière continue sans interruption de la solution d'alimentation. Ces expériences peuvent durer plus de 50 heures chacune, suivant les conditions opératoires fixées (voir tableau) par ailleurs le suivi de la concentration en uranium en fonction du volume écoulé ne peut se faire que par collection de fractions de la solution sortante. Ces fractions sont analysées pour leur concentration en uranium et c'est ce qui permet ensuite de tracer des courbes représentées par les figures 2 et 3.

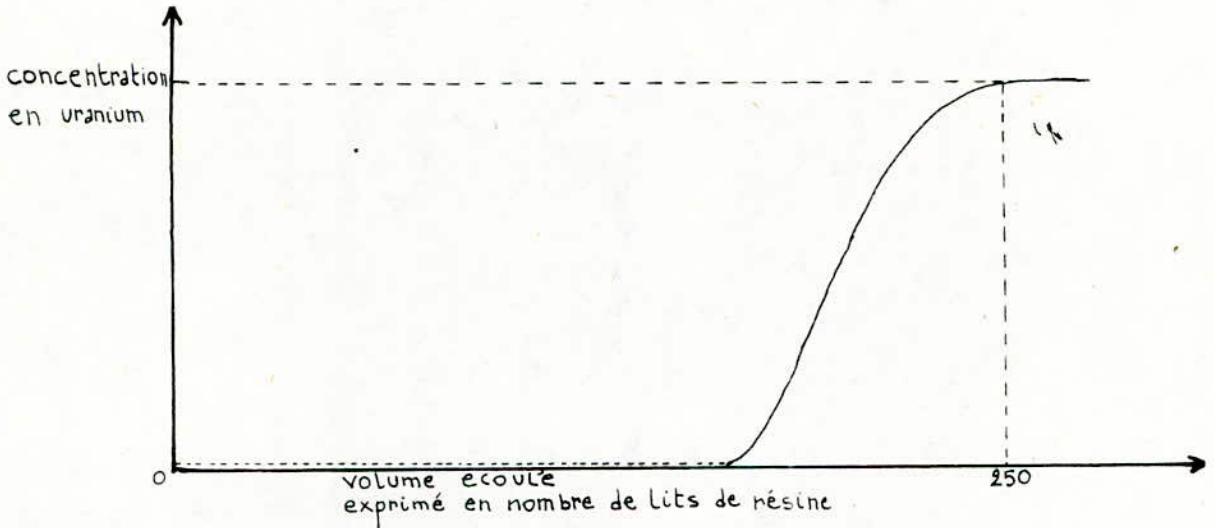


FIG 2 _courbe de Fixation_

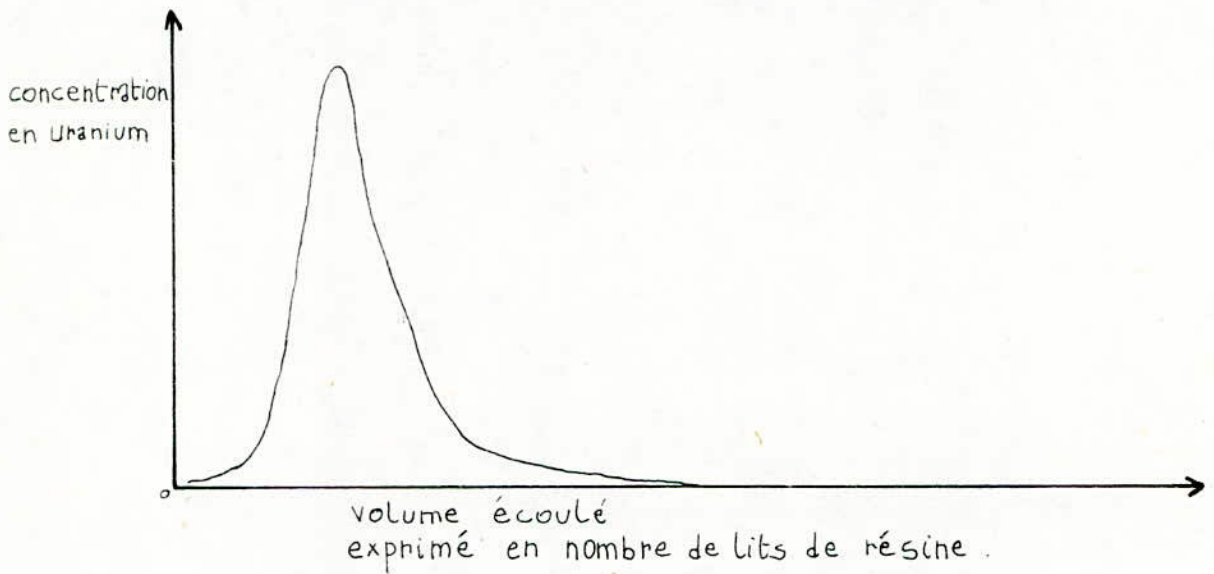


FIG 3 _courbe d'éluion_

TABLEAU 1:

- exemple -

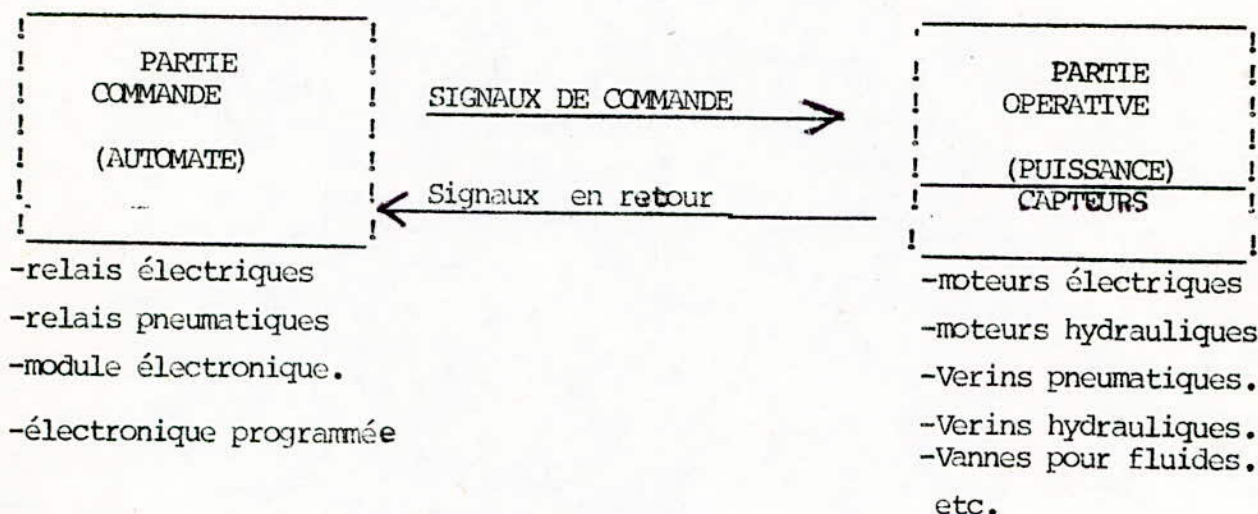
	FIXATION	ELUTION
temps de séjour de la solution dans le lit de résine (fixé) - (mn)	4,5	13,3
Debit de la solution effluente (ml/mn)	1,6	0,49
Volume recueilli dans une fiole jaugée (ml)	20	20
Volume total recueilli à la fin de la manipulation (l)	5	0,56
Durée totale de la manipulation (heures)	52	13

III PARTIE ELECTRONIQUE.

La conception d'un système automatisé repose sur deux idées fondamentales :
-dés la conception, le système à construire doit être décomposé en une partie opérative (1) et une partie commande (2).

-il importe de donner une description précise du fonctionnement de la partie commande par une approche progressive des fonctions à remplir. La partie opérative est le processus physique à automatiser.

La partie commande est un automatisme qui élabore en sortie des ordres destinés au processus en fonction des comptes rendus dudit processus et des consignes qu'il reçoit en entrée. Ceci est illustré par la fig. 1 ci-après :



(1) La partie opérative est aussi appelée partie puissance.

(2) La partie commande est aussi appelée automate.

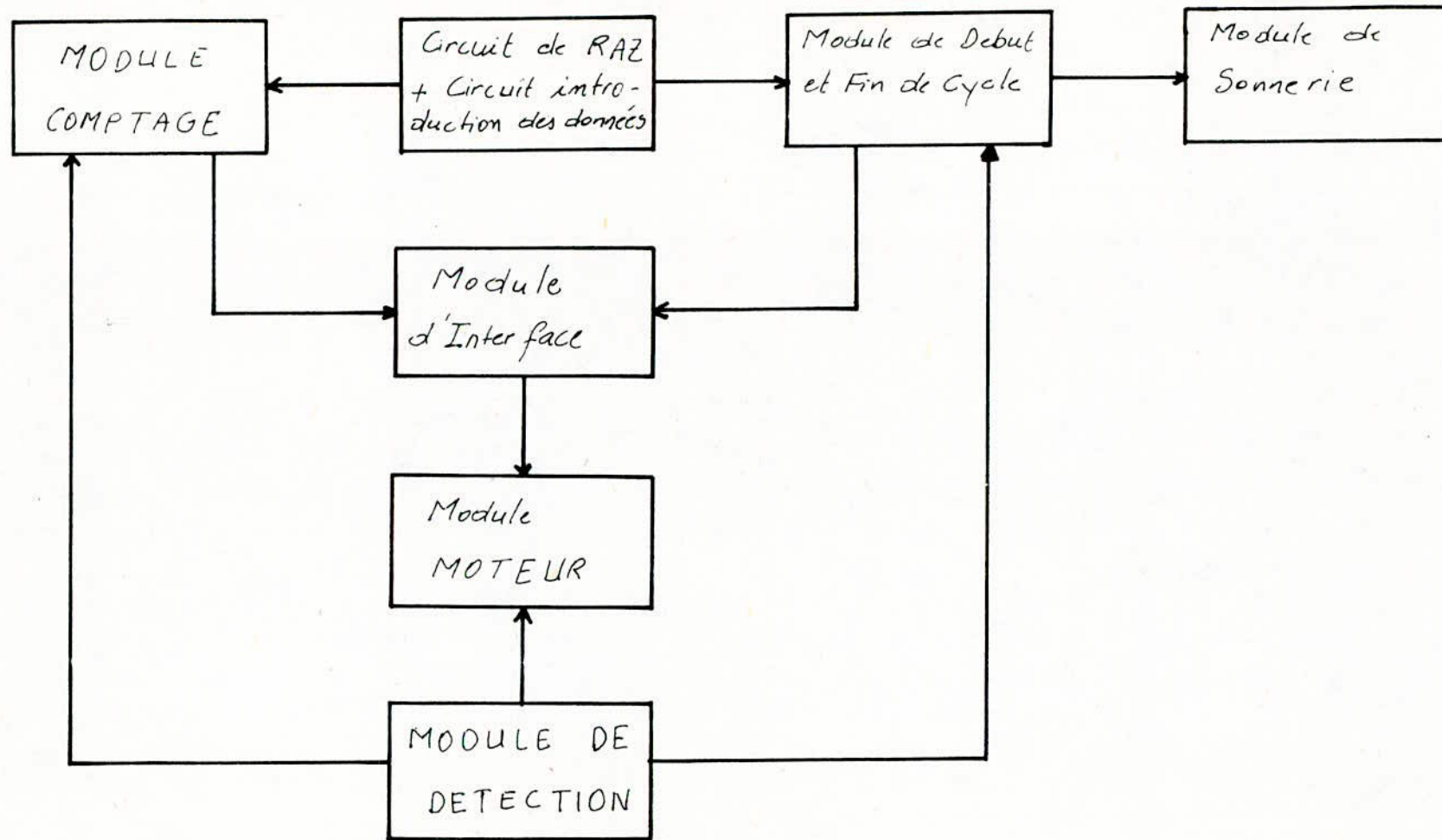


FIG: 4

SCHEMA SYNOPTIQUE DE LA COMMANDE ELECTRONIQUE

Le dispositif automatique, que nous avons à concevoir et réaliser, est destiné à une application bien déterminée ; c'est pourquoi le choix d'un module électronique en guise de partie commande nous a paru le plus judicieux alors que la nature et la fonction même du collecteur de fractions nous ont conduit à opter pour un moteur électrique en tant que partie opérative.

III -1- Commande électronique.

Le système que nous avons conçu se divise en une partie électronique et une partie mécanique. L'Unité de commande utilise une logique CMOS (Complementary Metal Oxyde Semi-conductor), pour augmenter son immunité aux bruits et minimiser sa consommation. Elle est composée de 7 modules - voir fig. 4.

-Un module englobant le circuit de remise à zéro dès la mise sous tension et le circuit d'introduction des données.

Un module de comptage permettant l'affichage d'une base de temps et sa comparaison avec un temps fourni par une horloge.

-Un module de début et fin de cycle pour afficher le nombre de tubes à essais à remplir et sa comparaison avec le chiffre 01.

-Un module de sonnerie qui émet des "BIP" lorsqu'il ne reste plus qu'un seul tube à remplir.

-Un module d'interface qui permet d'adapter la commande logique au moteur.

-Un module moteur comprenant les dispositifs autorisant l'arrêt ou la rotation dudit moteur.

-Un module de détection qui commande les dispositifs du module moteur ainsi que le début d'un nouveau cycle de remplissage des tubes à essais

III.-1-1 - MODULE DE COMPTAGE.

Ce bloc est formé

-d'un circuit de remise à zéro (RAZ) dès la mise sous tension : MC 14011 portes C 2 D ;

-d'un bistable du type R-S : MC14011 portes A et B ;

-de 5 compteurs - décompteurs MC 14510 B ;

-de 2 décodeurs BCD- 7 segments : MC 14511B ;

de 2 comparateurs 4 bits : MC 14585 B ;

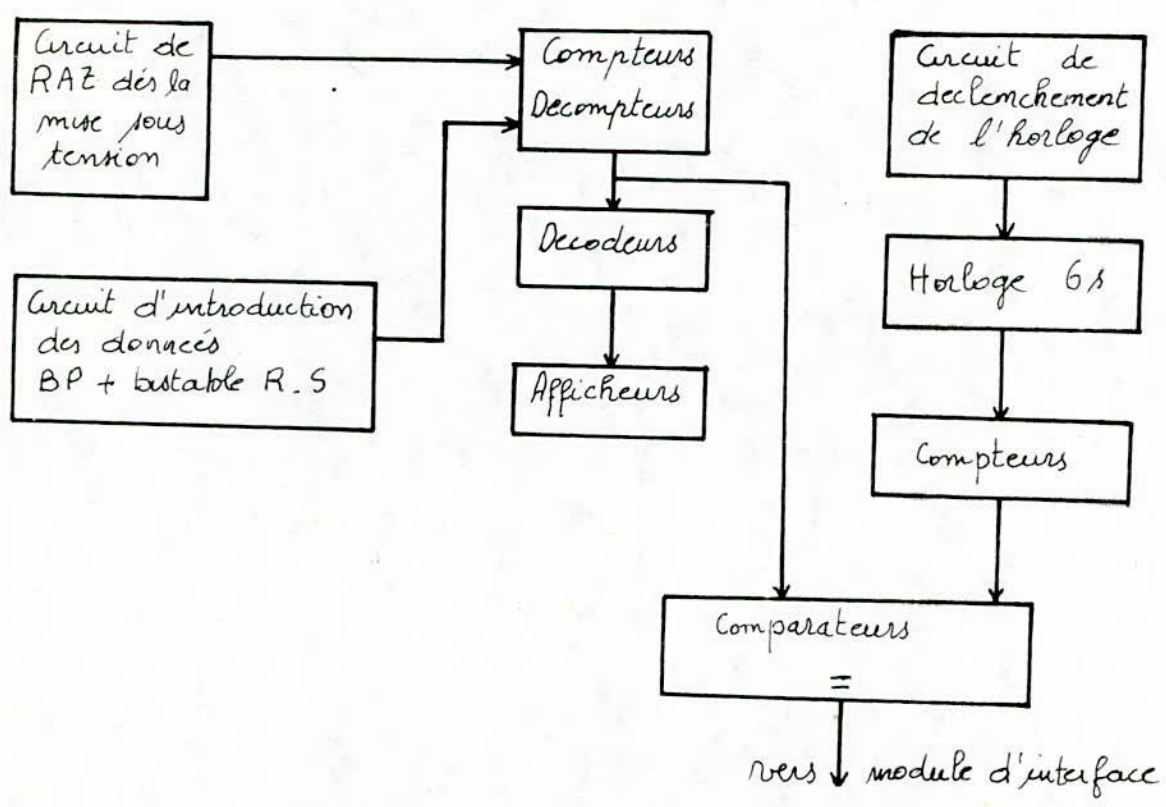
-de 2 afficheurs 7 segments DL 500.

La fig 5 présente le schéma Synoptique du module de comptage.

Pour faire un comptage correct, il faut commencer par remettre les 2 MC 14510 B (dont l'un constituera la décade des unités et l'autre celle des dizaines) à zéro. C'est le rôle du circuit de RAZ dès la mise sous tension.

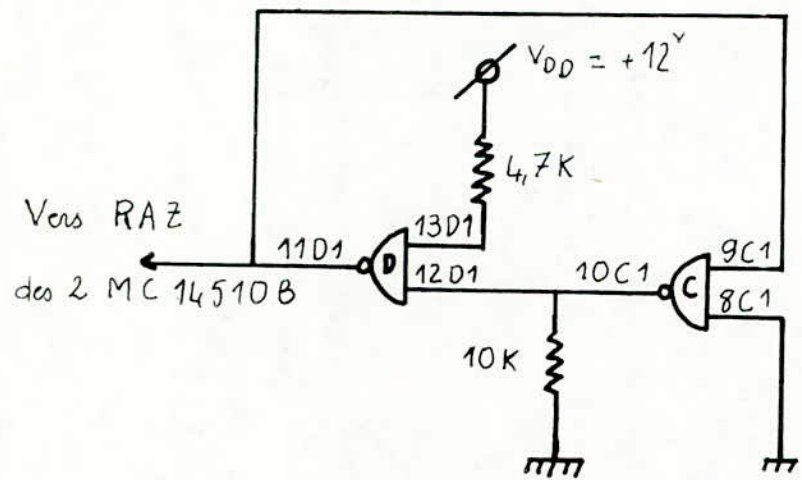
.../...

FIG: 5



- SCHEMA DU MODULE DE COMPTAGE -

FIG: 6



- CIRCUIT DE R.A.Z -

Nous remarquerons que pour distinguer les portes NAND nous avons utilisé la notation suivante XYZ

-X représente le numéro de la Pin du circuit intégré.

-Y est l'une des quatre lettres AB, C, D désignant la porte utilisée.

-Z symbolise le numéro du boîtier.

Dès la mise sous tension, l'entrée 12 D1 est à la masse - voir fig6 - donc la sortie 11 D1 est au niveau logique "1" (logique positive ; "1" = +12V et "0" = 0V).

ce qui autorise la RAZ des 2 compteurs-décompteurs MC 14510 B.

La contre - réaction de la sortie 11 d1 sur l'entrée 9 C1 fait débiter à la porte NANDC un courant qui va circuler dans la résistance de 10 K.

L'établissement du courant amène la sortie 10C1 à "1" (la résistance de 10 K permet d'éviter le court circuit), ce qui fait passer la sortie 11 D1 à "0" ; les décades déjà remises au zéro sont prêtes à compter ou décompter.

Les compteurs - décompteurs sont chargés à l'aide d'un bouton - **poussoir** (BP). Mais l'emploi du seul poussoir présente des rebondissements lors de sa manoeuvre.

Pour cela, nous intercalons un circuit anti-rebonds qui n'est autre qu'un bistable du type R.S.

Les impulsions à compter sont envoyées à l'aide du B.P dans une première décade, dite décade des unités. Le retour à zéro de cette décade, quand elle reçoit sa dixième impulsion, fait avancer d'une unité la décade suivante, dite décade des dizaines.

Nous présentons sur la fig 7 la table de vérité et le chronogramme du compteur décompteur MC 14510B.

Les MC 14511B ont pour but de réaliser les opérations de **décodage**.

Il s'agit essentiellement de décoder l'information BCD issue du MC 14510 B en une information sur 7 bits qui régit l'afficheur DL 500.

L'afficheur DL 500 est constitué de 7 led à cathode commune.

L'une de ces led n'est autre qu'une diode qui émet de la lumière lorsqu'elle est traversée par un courant. Cette diode s'utilise polarisée en direct, c'est à dire dans le sens passant, elle est donc assimilable à une diode normale, par contre la tension à ses bornes lorsqu'elle conduit, ce que l'on appelle la tension de seuil, n'est pas de 0,6 V comme dans une diode au silicium classique, mais varie entre 1,5 et 3 V selon les couleurs de la diode. De même, le courant qui doit traverser une LED pour obtenir une luminosité normale varie entre 10 et 50 mA selon la couleur de la LED.

Après avoir vu les caractéristiques générales d'une LED, il devient possible d'aborder l'afficheur DL 500. Cet afficheur n'est qu'un assemblage de 7 led **en forme de bâtonnets** disposés de façon à pouvoir former les chiffres de 0 à 9. La fig 8 montre l'aspect d'un afficheur 7 segments et l'appellation de ces derniers.

carry in	up/down	Preset enable	reset	action
1	X	0	0	PAS DE COMPTAGE NI DECOMPTAGE
0	1	0	0	comptage
0	0	0	0	decomptage
X	X	1	0	mise à 1
X	X	X	1	mise à 0

X: état quelconque

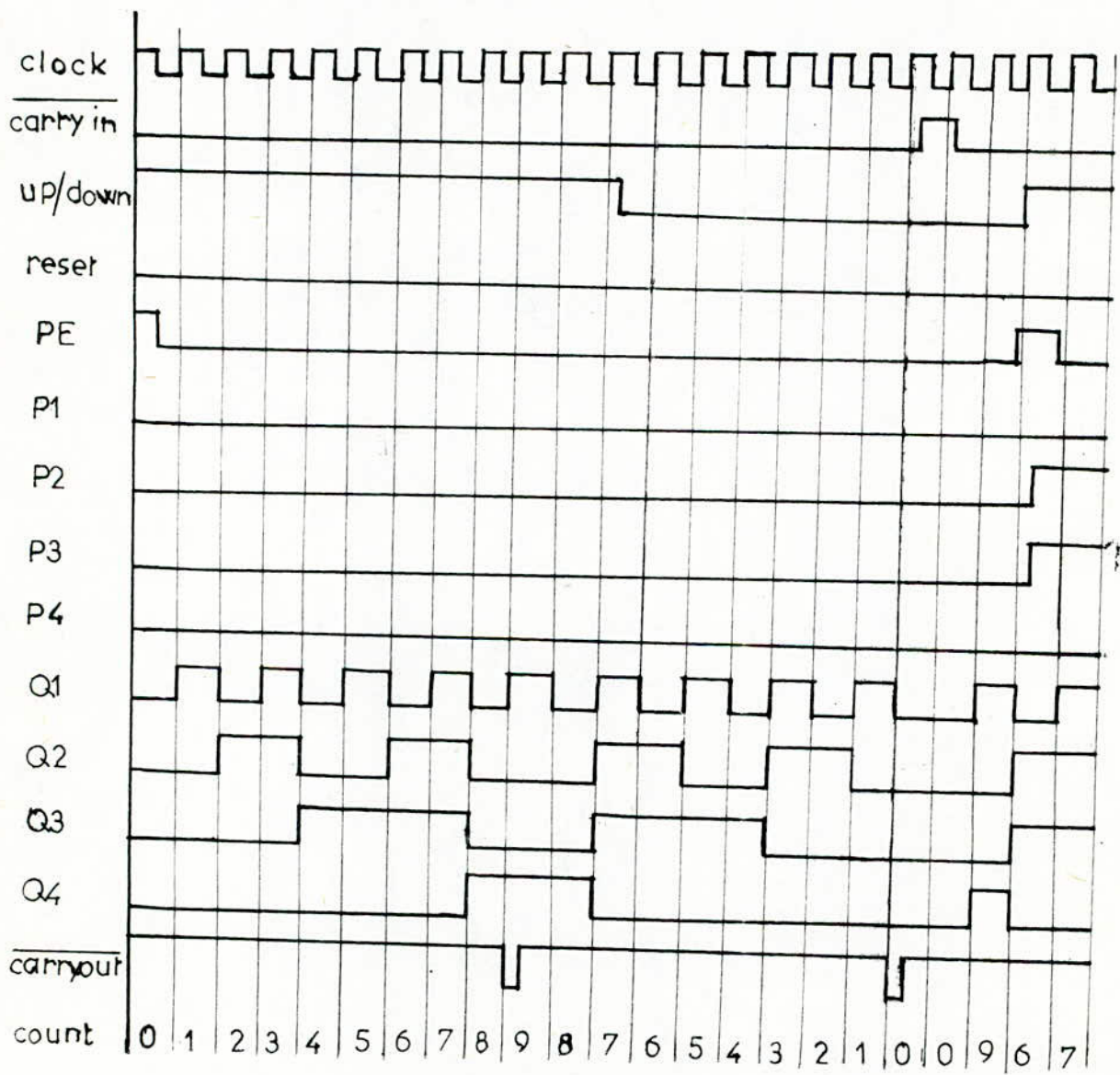
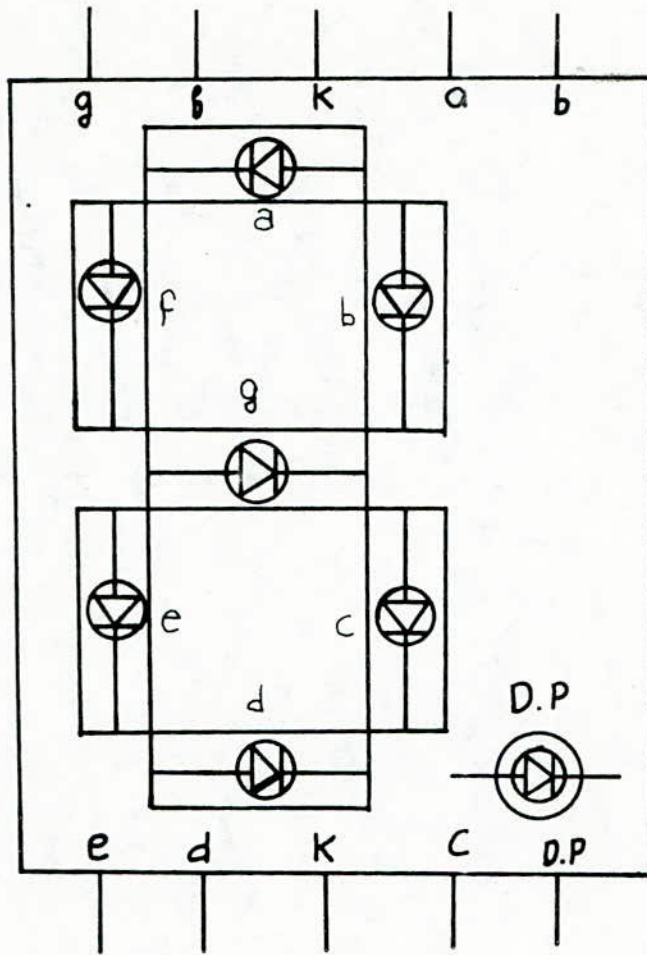


FIG 7 TABLE DE VERITE ET CHRONOGRAMME DU MC 14510B

FIG : 8

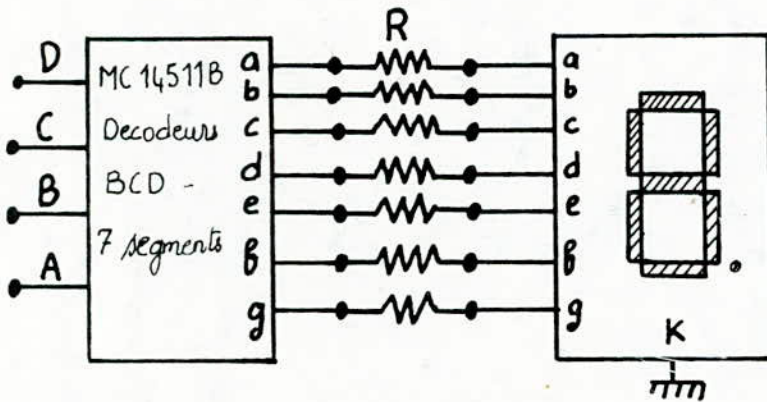


La figure suivante donne le schéma d'utilisation

$$R = \frac{V_{00} - V_{seuil}}{I} \quad \begin{cases} V_{00} = +12V \\ V_{seuil} = +1,7V \\ I = 10 mA \end{cases} \quad \text{d'où } R = 1,03 k\Omega$$

$$P_R = RI^2 = 0,1 W = \text{puissance dissipée par } R$$

On choisit $R = 1 k\Omega / 0,25 W$



SEGMENTS A ALLUMER							
Chiffre	a	b	c	d	e	f	g
0	X	X	X	X	X	X	-
1	-	X	X	-	-	-	-
2	X	X	-	X	X	-	X
3	X	X	X	X	-	-	X
4	-	X	X	-	-	X	X
5	X	-	X	X	-	X	X
6	-	-	X	X	X	X	X
7	X	X	X	-	-	-	-
8	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	-	X	X

X = Segment Allumé.

FIG:9 - Table de Verité des Segments à allumer pour représenter un chiffre de 0 à 9.

L'allumage des segments correspond à un chiffre donné se fait grâce au transcodage dont la table de vérité est représentée par la fig 9. Cette première moitié du module de comptage autorise l'affichage d'un nombre décimal compris entre 0 et 99 qui constituera la base de temps du système.

L'information binaire qui correspond à cette base de temps sera recueillie à la sortie des 2 compteurs - décompteurs MC 14510 B. Elle est permanente une fois terminée l'introduction de la donnée : base de temps par l'intermédiaire du bouton - poussoir. Cette information de 8 bits sera notée B.

L'information B sera comparée avec une information A mais avant d'aborder le circuit de comparaison nous expliquerons comment est obtenue A.

Le principe de son obtention sera exposé dans ce qui suit :

Les applications du MC 1455P ou son équivalent le NE555 sont innombrables. Dans notre projet nous en avons e vu deux : utilisation en monostable et en astable.

Dés la mise sous tension, la sortie $(\overline{D} > \overline{E})_{out}$ est à zéro donc l'horloge est inhibée par un niveau bas sur sa RAZ - voir fig. 10.

Cette sortie passe au niveau haut lorsque l'utilisateur affiche le nombre de tubes à remplir, mais comme les entrées et sorties des portes NAND A et B gardent leur état précédent, l'horloge et les compteurs seront encore inhibés.

Au moment où il le désire, l'utilisateur déclenche la manipulation en appuyant sur le bouton START.

ceci a pour effet de repositionner les compteurs MC 14510 B au comptage et de valider le fonctionnement de l'horloge.

Dans ce cas, le condensateur Ct, se charge à travers R et (r+p) - voir fig. 10 etc...

Lorsque la tension à ses bornes atteint les $\frac{2}{3}$ de la tension d'alimentation V_{DD} , la sortie du comparateur 2 change d'état, le multivibrateur bistable bascule, T1 se sature et le condensateur Ct se décharge à travers R.

Lorsque la tension à ses bornes atteint $\frac{1}{3}$ de V_{DD} , le comparateur 1 change d'état, le multivibrateur bistable bascule à nouveau et cette fois bloque T1. Le condensateur recommence à se charger et le cycle se répète.

En résumé, la tension aux bornes de Ct varie entre $\frac{1}{3} V_{DD}$ et $\frac{2}{3} V_{DD}$.

La charge s'effectue à travers R et (r + p), la décharge à travers R. Pendant la charge, la sortie se maintient au niveau haut, le temps de charge est donné par :

$$\frac{2}{3} V_{DD} = V_{DD} - \frac{2}{3} V_{DD} e^{-tc / (R+r+p)Ct} \Rightarrow Tc \approx 0,693 (R+(r+p)). Ct.$$

.../...

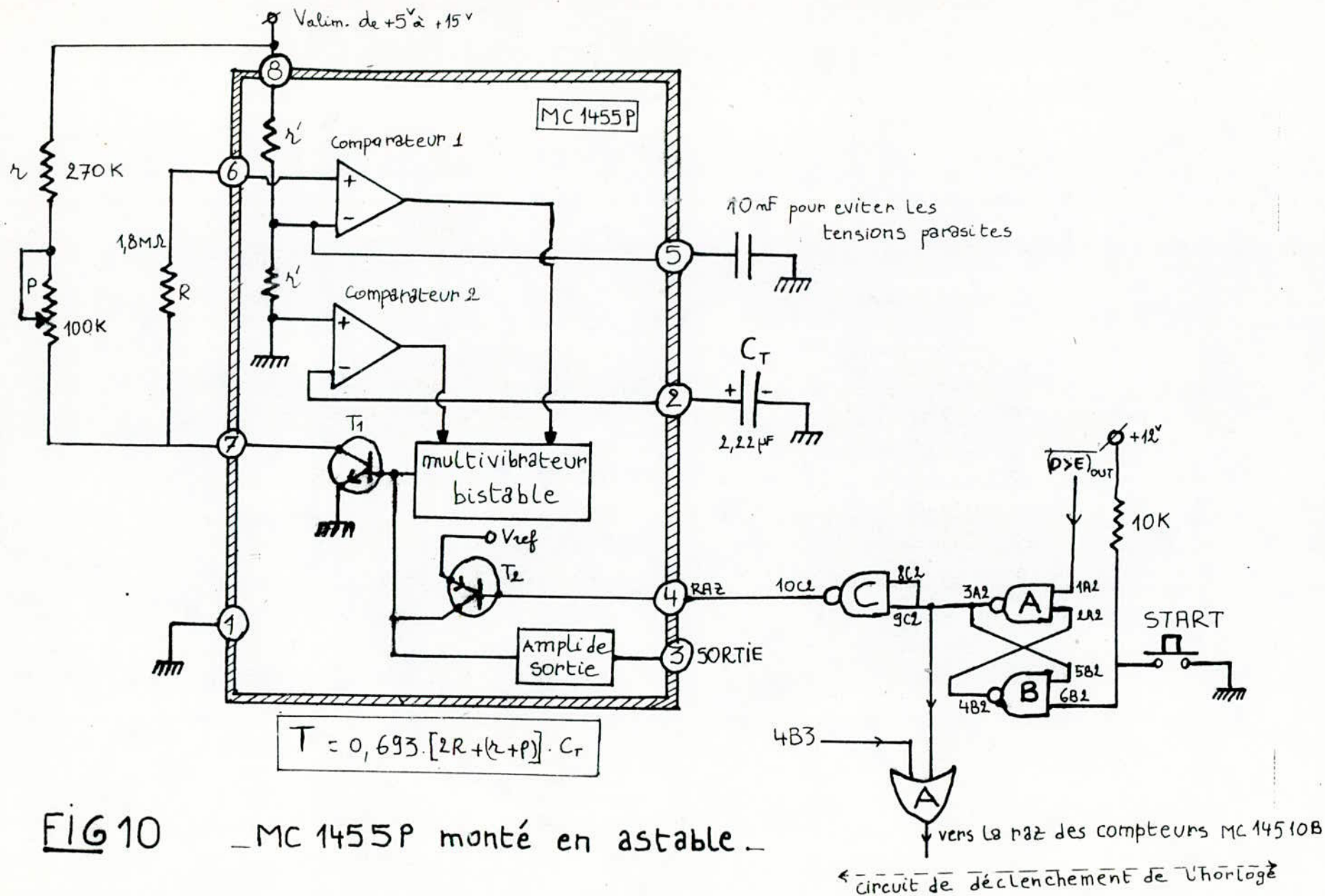


FIG 10 MC 1455P monté en astable.

Pendant la décharge, la sortie se maintient au niveau bas, le temps de décharge t_d est donné par :

$$\frac{1}{3} V_{DD} = V_{DD} - \frac{1}{3} V_{DD} e^{-t_d/Rct} \Rightarrow T_d = 0,693 \cdot R \cdot CT.$$

La période fournie par un tel multivibrateur astable peut ~~donc~~ s'écrire :

$$T = t_c + t_d = 0,693 (2R + (r+p)) CT$$

Il n'est pas possible d'obtenir des signaux parfaitement carrés avec ce genre de circuit mais en choisissant R très grande devant (r+p) le signal généré peut être assimilé à un signal carré.

Ce signal d'horloge va donc attaquer le clock des 3 compteurs MC 14510 B montés en cascade et qui sont prêt à compter car leur RAZ est inhibée par la somme logique des signaux 3 A Z et 4B3 qui sont tous deux à l'état bas. Le premier MC 14510 B sera attribué à la décade des secondes et les deux autres aux minutes.

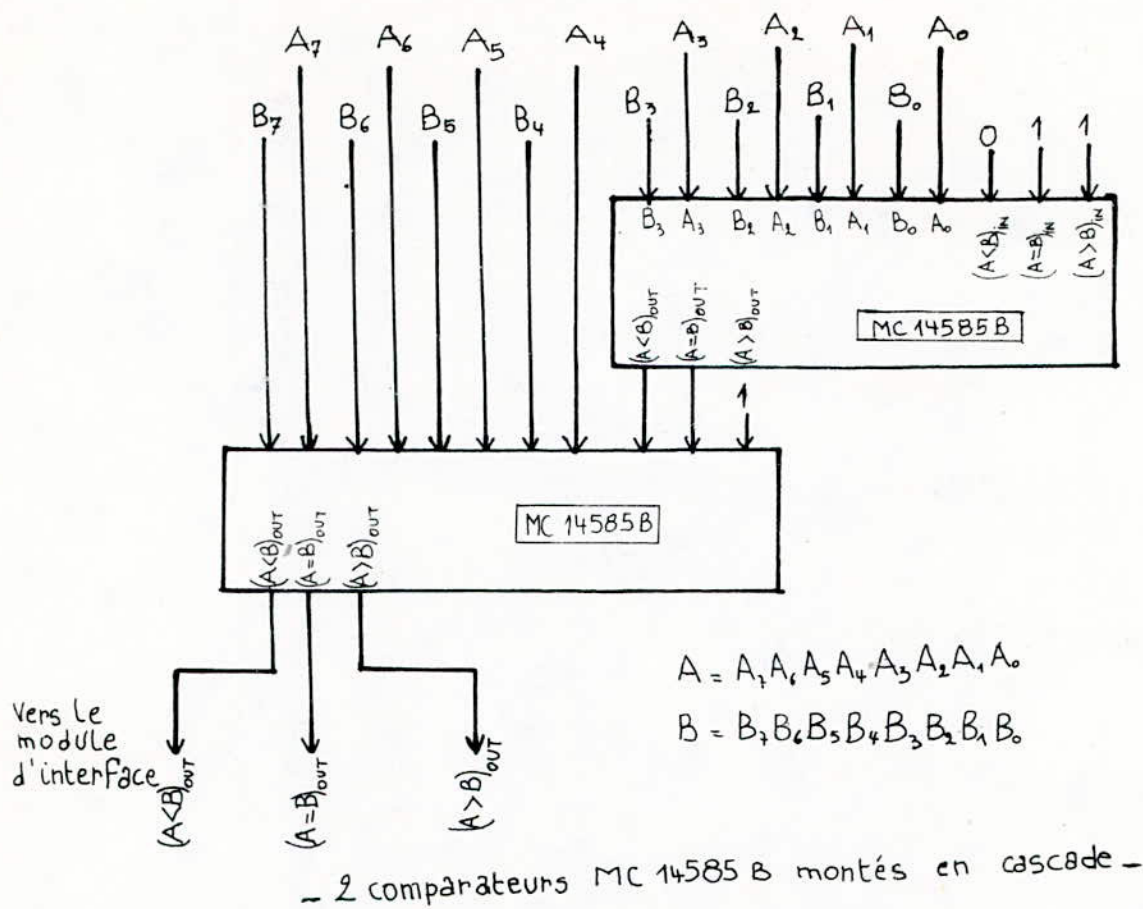
La période du signal d'horloge est de 6 secondes.

Au bout de la première décade des secondes, le compteur des unités de minutes compte 1 mm. A la 10 ème minute, le compteur des unités affiche zéro et celui des dizaines 1.

L'information A, dont il était question plus haut, est recueillie aux sorties des compteurs d'unités et de dizaines de minutes.

Finalement, les informations A et B de 8 bits chacune sont comparées entre elles grâce à la mise en cascade des deux comparateurs MC 14585 B illustrés par la figure 11.

Nous nous intéresserons uniquement à la sortie $(A=B)_{out}$ qui va attaquer le module d'interface et nous en donnerons la raison au chapitre V - fonctionnement.



entrées en cascade			SORTIES		
A<B	A=B	A>B	A<B	A=B	A>B
X	X	1	0	0	1
X	X	1	0	0	1
X	X	1	0	0	1
X	X	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1
0	1	X	0	1	0
1	0	X	1	0	0
X	X	X	1	0	0
X	X	X	1	0	0
X	X	X	1	0	0
X	X	X	1	0	0

X: état quelconque

- TABLE DE VÉRITÉ -

FIG 11

III . 1 . 2 - Module de début et fin de cycle.

Notons d'abord que par début et fin de cycle nous entendons le déclenchement et la fin de manipulation.

Ce module est constitué (Voir synoptique sur la figure 12).

- De 2 compteurs - décompteurs 14510B
- De 2 décodeurs BCD - 7 segments MC 14511B
- De 2 afficheurs DL 500

Le circuit de RAZ et le bouton-poussoir utilisés dans le module de comptage sont communs au module de début et fin de cycle, il est donc inutile de reprendre la description de leur fonctionnement.

L'envoi simultané des données, vers les modules de comptage et de début et fin de cycle, étant impossible il fallait aiguiller ces informations. Pour cela, nous avons utilisé un interrupteur double câblé comme l'indique la figure 13.

- En position (BT) l'entrée 6 de la porte OR B
- Voir figure 11 - est à la masse et comme lors de l'introduction des données (comptage - UP/down = 1) l'entrée 5 est à zéro, nous aurons un niveau bas sur le clock des MC 14510B / module de début et fin de cycle qui bloquera ces derniers (les MC 14510B réagissant au front montant de l'impulsion d'horloge).

Simultanément, la sortie 3A1 est connectée au clock des MC 14510B - module de comptage - par conséquent les compteurs - décompteurs de ce module sont prêt à recevoir l'information introduite par le poussoir.

- En position (T), le clock des MC 14510B - module de comptage est à zéro et l'entrée 6 est liée à 3A1 ce qui autorise le chargement des MC14510B module de comptage à l'aide du BP.

Remarque : Il est impératif d'avoir le clock des compteurs - décompteurs de l'un des 2 modules à zéro pendant la mise en service de l'autre car sans cela (Clock en l'air par exemple) ce dernier prendra des états indéterminés.

Le fonctionnement de l'ensemble : Compteurs - décompteurs/décodeurs/comparateurs/ afficheurs est identique à celui du module de comptage.

Toutefois, signalons que les comparateurs MC 14585B, montés en cascade, comparent 2 informations D et E de 8 bits chacune.

L'information D est constante et vaut 1 (Voir module de sonnerie) alors que E est variable.

Cette dernière représente le nombre de tubes à remplir avant le déclenchement de la manipulation et le nombre de tubes qui restent à remplir au cours de cette même manipulation.

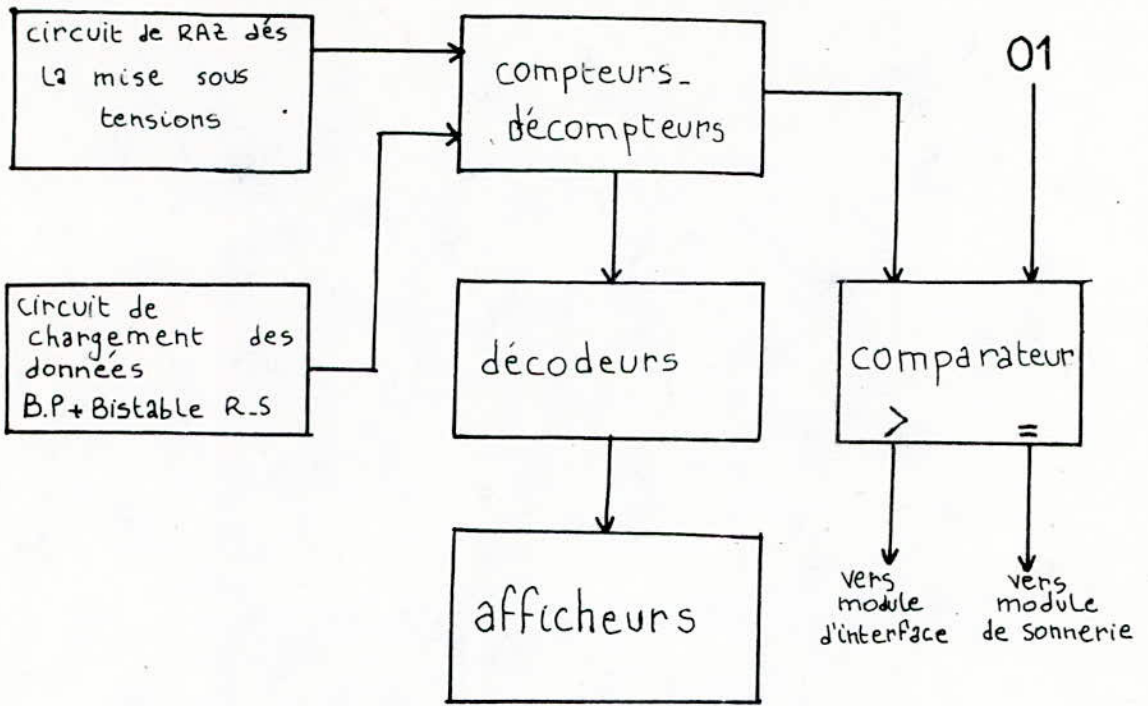


FIG12 - SCHEMA SYNOPTIQUE DU MODULE. DEBUT ET FIN DE CYCLE -

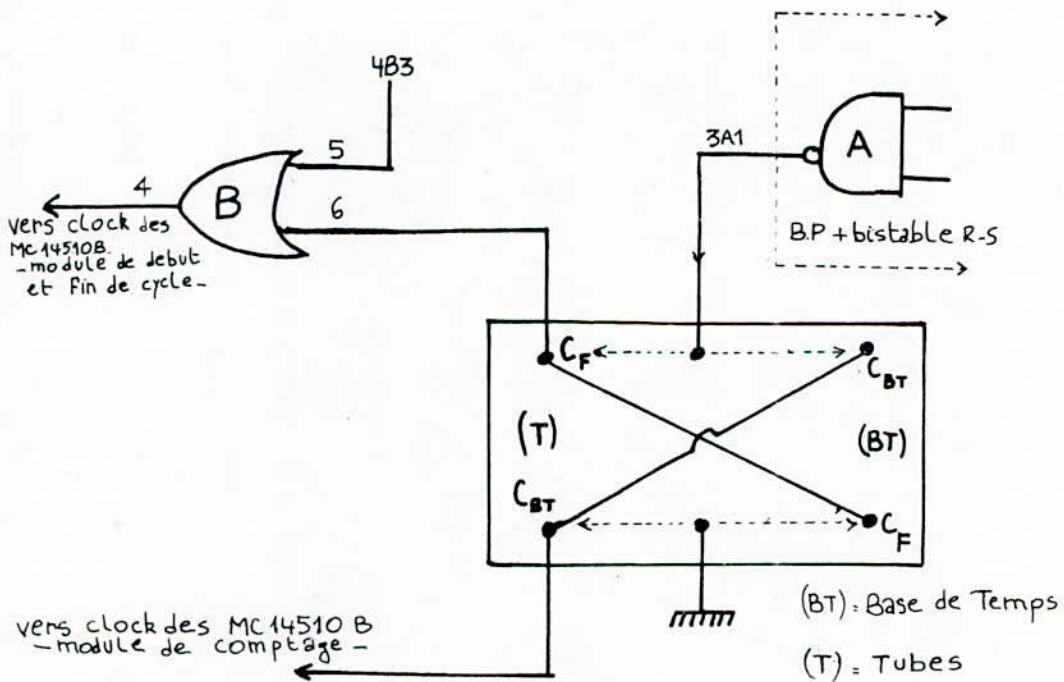


FIG13 - INTERRUPTEUR DOUBLE SELECTIONNANT SOIT LE MODULE DE COMPTAGE POSITION (BT) SOIT LE MODULE DE DEBUT & FIN DE CYCLE POSITION (T) -

Nous nous intéresserons à la sortie $(\overline{D \gt E})_{out}$ qui constitue une sorte de verrouillage de la manipulation, en effet tant que $E \gt 0$ la sortie $(\overline{D \gt E})_{out}$ est à "1" et la manipulation se déroule normalement mais dès qu'il ne reste plus de tubes à remplir cette sortie passe à zéro bloquant le moteur par le biais d'un circuit d'interface. Ce sera la fin de manipulation.

Nous nous occuperons également de la sortie $(D=E)_{out}$ qui selon son niveau validera ou inhibera le module qu'on verra dans le prochain paragraphe à savoir le module de sonnerie .

Il est important qu'avant le démarrage de la manipulation l'interrupteur UP/down soit sur la position DOWN afin de permettre le décomptage automatique dû à un signal photoélectrique dont il sera question au paragraphe III.2.3.

III . 1 . 3 - Module de Sonnerie.

Le module, est basé sur le circuit intégré (CI) MC 14572 UB qui comporte une porte NAND à 2 entrées, 1 porte NOR à 2 entrées en 4 inverseurs.

Il peut aussi être employé simplement comme 6 inverseurs.

Le Synoptique de ce module est proposé à la figure 14.

Un monostable déclenché par un circuit approprié permet la mise en route de 2 oscillateurs en cascade, qui par l'intermédiaire d'un étage amplificateur actionnent un haut-parleur pendant la durée du Créneau du monostable.

Pour mieux comprendre ce qui va suivre, il nous a semblé opportun de donner le Schéma du module sur la figure 15.

- La porte NOR et l'inverseur I forment un monostable de période T_1 réglable : $T_1 = (R_3 + P_1) C_3$. Il est déclenché par l'apparition d'une tension positive sur l'entrée 6 venant du circuit de déclenchement.
- Les inverseurs II et III forment l'oscillateur TBF de période T_2 réglable par $P_2 = (R_5 + P_2) C_4$.
- Cet oscillateur et le monostable autorisent par un niveau haut, Via deux diodes D2 et D3, le démarrage d'un oscillateur BF dont la note est réglable par le potentiomètre P3. Cet oscillateur est formé par la porte NAND associée à l'inverseur IV. la période des oscillations est $T_3 = (R_4 + P_3) C_5$.
- L'étage de puissance est un montage DAR LINGTON, formé de 2 transistors dans leurs collecteur, on trouve P4 de 100 Ω , modifiant la puissance de sortie.

En résumé : P1 fait varier la durée total des "BIP" 1 s $\ll T_1 \ll$ 11 s
P2 fait varier la vitesse "BIP" 72,6 ms $\ll T_2 \ll$ 232, 6 ms
P3 fait varier la hauteur de la note 470 μ s $\ll T_3 \ll$ 940 μ s
P4 fait varier la puissance de sortie.

D'une sonorité efficace, les "BIP - BIP" peuvent être assourdissants s'ils durent trop, c'est pourquoi nous avons été amené à utiliser un monostable comme circuit de déclenchement. Ce dernier est constitué d'un MC 1455P monté comme l'indique la figure 15.

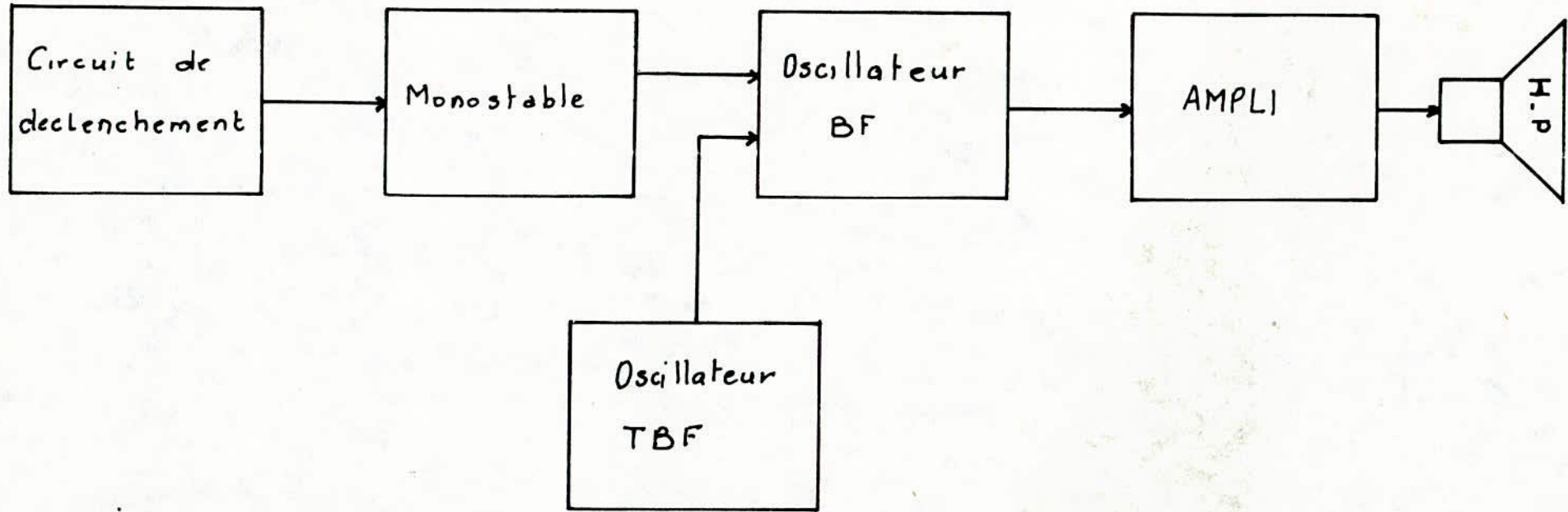


FIG.14 - Synoptique du Module de Sonnerie -

Rappelons que la RAZ de ce CI est validée par un niveau bas et que l'information D vaut 1 car nous voulons que la sonnerie se déclenche lorsque il ne reste plus qu'un tube à remplir ($D=E=1$).

La porte OR c évite le déclenchement du monostable tant que l'interrupteur UP/Down est en position UP c'-à-d durant l'introduction des données (comptage).

En effet, nous aurons UP/Down = 1 donc un niveau haut sur l'entrée 2 de déclenchement ce qui entraîne le verrouillage du monostable quelque soit le niveau de la RAZ.

Nous avons dit que lors du déroulement de la manipulation l'interrupteur UP/Down doit être sur la position DOWN (UP/down = 0), dans ce cas le signal photoélectrique dont il a été question dans le module début et fin de cycle décremente de 1 l'information E.

Au cours de cette décrementation, le monostable est constamment inhibé car le niveau de la RAZ est zéro puisque $(D=E)_{out}=0$ (il reste plus de 1 tube à remplir).

Dés que débute le remplissage du dernier tube, la sortie D=E passe à 1 (donc la RAZ du MC 1455P aussi),

validant le fonctionnement du monostable qui se déclenche par une impulsion à front descendant. Nous avons pour cela utilisé un circuit dérivateur suivi d'une porte NAND inverseuse - voir fig 15.

Au front montant de $(D=E)_{out}$, nous recueillons en aval du condensateur C_0 le même front où 1, puis comme l'amont est maintenant en tension continue, C_0 se décharge en moins de 1 ms dans R_0 , d'où retour à zéro.

Le front descendant se traduirait par un pic négatif de "0" à "1" s'il n'y avait pas la diode qui va le court-circuiter. Il ne subsiste qu'un petit pic résiduel de $-0,6^V$ non dangereux pour les composants en aval. La porte NAND en plus de son rôle d'inverseuse permet la mise en forme de l'impulsion délivrée par le circuit dérivateur.

Donc cette impulsion va déclencher le monostable (car UP/Down=0) dont la sortie passera et restera au niveau haut pendant un temps T réglable par le potentiomètre P : $T = 1,1 (R+P) c$.

Dés que cette sortie repasse à zéro, la sonnerie cesse.

Avec les valeurs des composants choisis nous avons T qui varie entre 11 et 35 secondes.

III.2 - Partie opérative.

III.2-1 - Module d'interface entre le montage logique et le module moteur. Ce module nécessairement hybride, est formé de portes NANO et d'un circuit analogique (voir fig.16 et 17).

Telles qu'elles sont câblés les portes NAND sont équivalentes à une porte AND. Le montage analogique permet une amplification en courant et une adaptation d'impédance.

Le courant que délivre la porte NAND C est insuffisant (de l'ordre de 10 mA) pour amorcer le thyristor BTY 79 - 400 R. Il a fallu donc l'amplifier grâce aux transistors de puissance T1 et T2 qui sont équivalents à un transistor dont le gain en courant est le produit des gains en courant de T1 et T2.

En régime statique T2 est monté en collecteur commun d'où faible impédance de sortie, comme le thyristor présente une faible impédance d'entrée, il y a adaptation d'impédance.

Les deux transistors T1 et T2 étant identiques, ils ont le même gain statique en courant : β

$$I_{c1} = \beta I_{B1} \approx I_{E1} \quad \text{et} \quad I_{c2} = \beta I_{B2} \approx I_{E2} \quad \text{or} \quad I_{B2} = I_{E1}$$

$$\text{mais } I_{c1} \approx I_{E1} = I_{B2} \quad \text{donc } I_{c2} = \beta I_{c1} = \beta I_{B1}$$

De par une attaque en courant de la gâchette du thyristor, l'emploi d'un potentiomètre pour limiter le courant s'est avéré nécessaire.

La table de vérité ci-dessous nous permet de mieux comprendre le fonctionnement de ce module.

(A = B) out	$(D > E)_{out}$	Sortie 10 C 3	THYRISTOR
0	0	0	Désamorcé.
0	1	0	Désamorcé.
1	0	0	Désamorcé.
1	1	1	Amorçé.

* Conditions de fermeture (conduction ou amorçage)

$$V_{AK} > 0 \quad \text{et} \quad I_{gt} \neq 0 \quad \left(\begin{array}{l} V_{AK} = \text{Tension anode - cathode} \\ I_{gt} = \text{courant de gâchette pour amorçage.} \end{array} \right)$$

* Conditions d'ouverture (blocage ou désamorçage).

$$V_{AK} \leq 0 \quad \text{et} \quad I_{gt} = 0.$$

Nous remarquerons que le thyristor utilisé sous tension continue, pour être désamorçé doit être soumis à une tension inverse délivrée par un circuit auxiliaire faisant partie du module moteur.

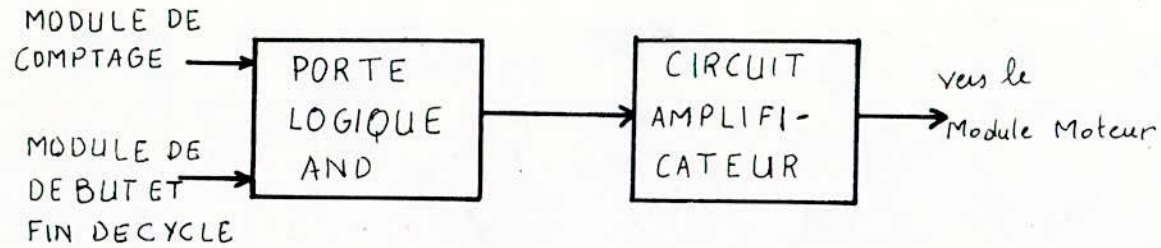


FIG:16 - Schéma Synoptique du Module d'Interface -

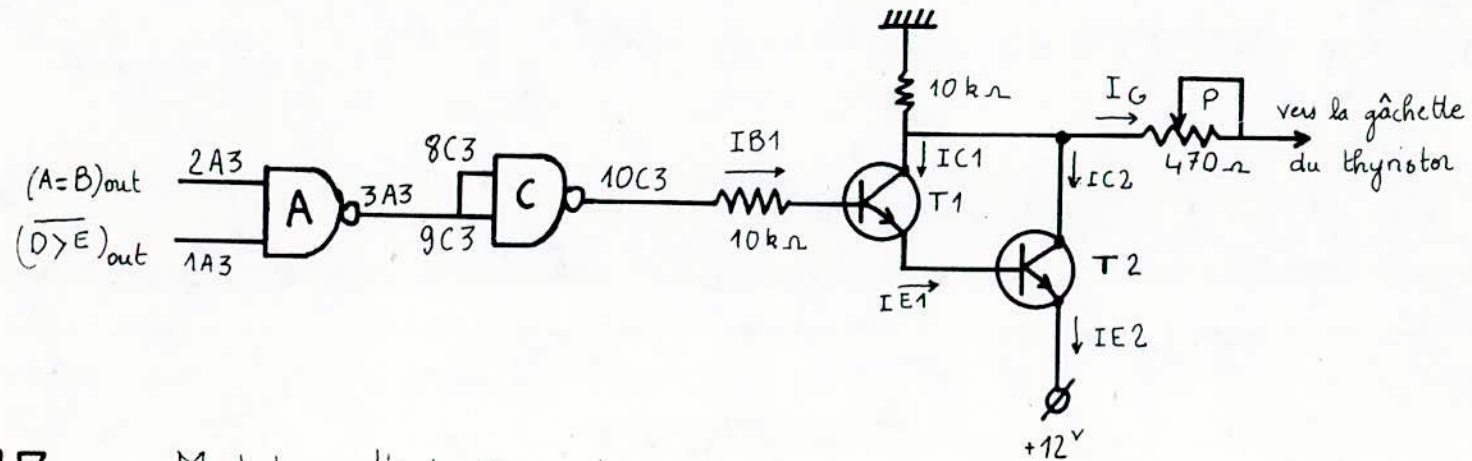


FIG:17 - Module d'interface -

III - 2-2 - Module de détection.

Nous avons figuré ce module dans la partie opérative dans la mesure où il joue le rôle de capteur de position grâce à des composants optoelectroniques dont les signaux servent au déclenchement du circuit d'extinction ou de blocage du moteur.

Ce module est composé de : (voir fig 18)

- de 2 led rouges.
- 2 phototransistors BP X 38 IV
- d'un étage amplificateur
- d'un interrupteur double position.

Les led et les phototransistors sont en double car nous envisageons deux rangées de tubes à essais sélectionnées par l'interrupteur double position.

En face de la LED, se trouve disposé le phototransistor Bp X 38 IV.

Ainsi si aucun élément opaque à la lumière ne vient s'interposer entre ces 2 composants, le BPX 38 IV assure une conduction maximale. En conséquence un potentiel suffisant pour établir un courant base - emetteur dans le transistor T, apparaît à l'emetteur du phototransistor. Ce transistor T étant saturé, le niveau de son collecteur est voisin de zéro : c'est un niveau zéro logique.

Par contre, si un élément opaque s'intercale entre le LED et le phototransistor, ce dernier se bloque, de même T ne conduit plus si bien que le collecteur présente un état haut.

En résumé :

- l'absence d'un élément opaque à la lumière provoque un état bas au collecteur de T.
- la présence d'un élément opaque à la lumière provoque un état haut au collecteur de T.

Pour permettre l'attaque en tension de portes logiques, nous avons amplifié le signal de sortie du transistor T en l'inversant une première fois au moyen d'un transistor monté en émetteur commun puis grâce à une porte NAND inverseuse qui a un rôle de mise en forme - voir fig. 18.

Ainsi, on retrouve à la sortie 4 B3 le signal obtenu sur le collecteur de T mais amplifié.

Voici par ailleurs le tableau des tensions relevées.

	Tension au Point A	Tension au Point B	Tension au Point H
Absence d'élément opaque à la lumière (blanc).	≈ 0,1 V	12 V	0 V
Présence d'élément opaque à la lumière (noir).	≈ 1,4 V	0,2 V	12 V

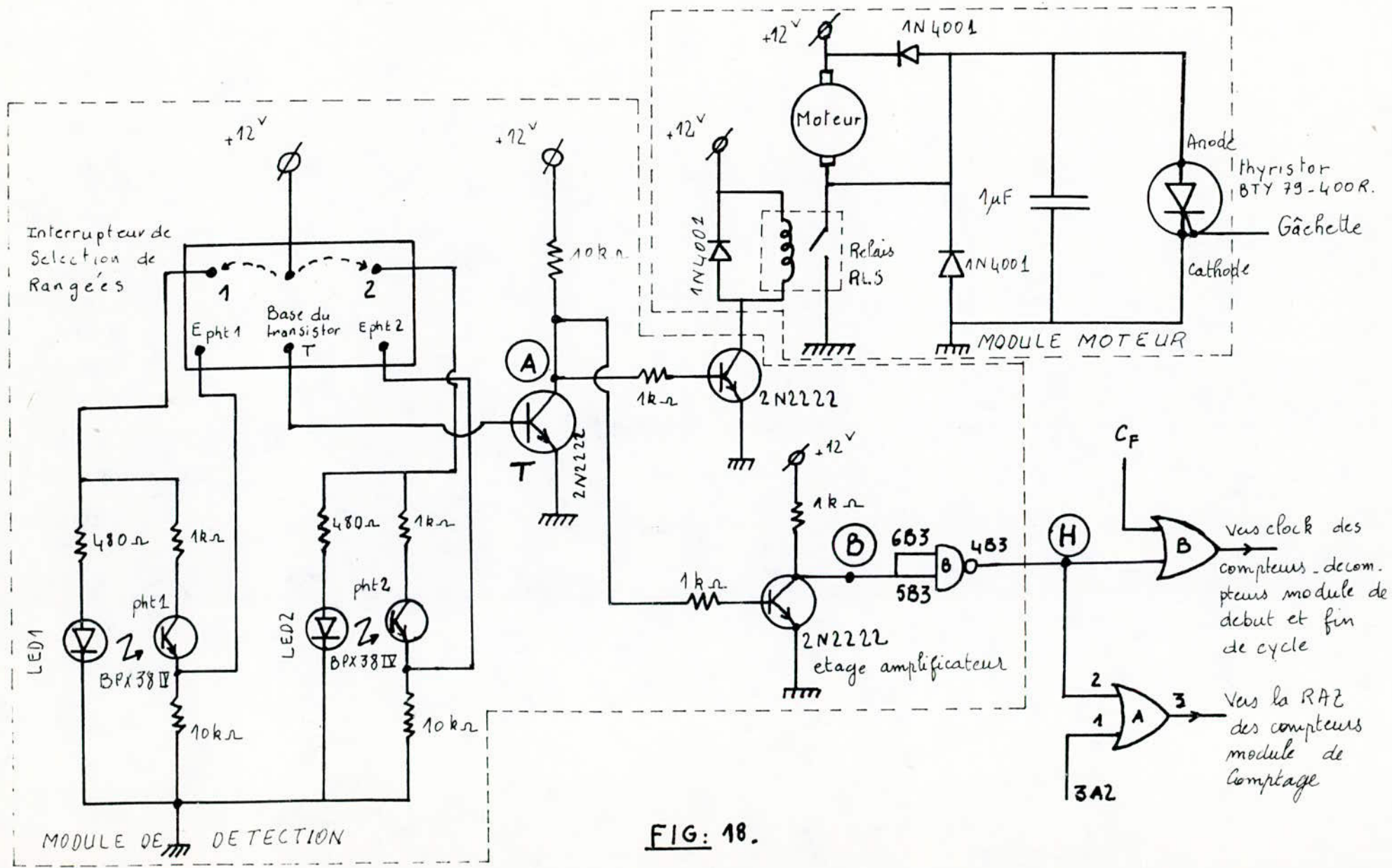


FIG: 18.

Nous avons fait remarquer en paragraphe III.1.3 que durant la manipulation l'interrupteur autorisant le comptage ou le décomptage doit être sur la position DOWN. Dans ce cas, l'entrée 6 de la porte OR B est à zéro et par la suite l'état "1" à la sortie de T se retrouve à la sortie 4 de la porte OR B permettant ainsi une décrementation par un du nombre de tubes à essai.

Nous retrouvons ce même "1" (qui se produit quand le BP X 38 IV n'est pas excité c'est à dire lors de la rotation du moteur) à l'entrée 2 de la porte OR A.

L'entrée 1 de cette même porte est à zéro car on a vu que lorsque le bouton de start de l'horloge est en position repos, il se produit un niveau bas à la sortie 3A2 (se référer à la fig. 10). De cette manière, nous aurons un "1" logique à la sortie 3 de la porte OR A qui remettra à zéro les 3 compteurs décompteurs MC 14510B montés en cascade.

Il était donc nécessaire de remettre à zéro ces MC 14510B pendant la rotation du moteur afin qu'un nouveau cycle de remplissage d'un tube commence.

III 2-3 - Module moteur.

Ce module comprend principalement

- un thyristor BTY 79-400 r
- un relais RLS

Le principe de la commande que nous avons utilisé est simple.

Le thyristor, qui se comporte comme un interrupteur à pour fonction de faire démarrer le moteur alors que le relais d le fait arrêter.

Pour expliquer le fonctionnement de ce module, démarrons de l'état initial du système c'est à dire moteur arrêté, cela implique que le relais est ouvert et le thyristor désamorcé.

D'une part, lors de l'arrêt du moteur, la LED illumine le phototransistor nous avons donc une conduction max de ce dernier, ce qui conduit le transistor T - voir fig. 18 - au régime de saturation (niveau de tension nul à son collecteur).

Ce transistor T est suivi d'un transistor 2 N2222 monté en inverseur qui, tenant compte de ce qui précède, verra sa sortie au niveau haut.

Ce transistor étant bloqué (donc le courant de son collecteur est quasiment nul la bobine d'excitation du relais ne sera parcouru par aucun courant le relais reste donc ouvert.

D'autre part, le thyristor BTY 79 - 400 R, n'ayant reçu aucun courant sur sa gachette est désamorcé c'est à dire équivalent à un interrupteur ouvert.

Lorsque $(A=B)_{out}$ et $(\overline{D} \> E)_{out}$ sont au niveau haut, un courant s'établit dans la gâchette du tyristor qui ainsi s'amorçera. Cette fermeture du circuit va entraîner la rotation du moteur.

.../...

Nous rappelons que lorsque le moteur tourne, les compteurs MC 14510 B, liés à l'horloge sont inhibés.

Une plaque (plaque de détection) liée mécaniquement à l'axe du rotor viendra s'interposer entre la LED et le phototransistor empêchant l'excitation lumineuse de ce dernier ce qui bloque le transistor T et par la même occasion sature le transistor inverseur 2N2222 donc la bobine d'excitation sera parcourue par un courant et le relais se ferme.

En se fermant, le relais met le potentiel d'anode à la masse ($V_A = V_K = 0$) le thyristor agit alors comme un interrupteur ouvert mais le moteur continue à tourner grâce au relais (fermé).

Quand un trou de la plaque de détection s'interpose entre la LED et le phototransistor (BP X 38 IV illuminé) le transistor inverseur 2 N 2222 se bloque et la bobine désexcitée entraîne l'ouverture du relais donc l'arrêt du moteur.

En résumé, il faut que relais et thyristor soient tous les deux ouverts pour avoir l'arrêt du moteur.

IV - PARTIE MECANIQUE -

Nous avons conçu un système mécanique simple - voir fig. 19.

Il s'agit d'un bâti solide réalisé avec des barres d'acier qui pourront supporter la charge guidée en rotation. Le guidage en rotation de la dite charge se fait grâce à un roulement cône supportant aussi bien des forces radiales qu'axiales.

Sur l'axe du plateau vient se greffer une plaque de détection en acier, percée de trous et peinte en noir afin d'éviter la réflexion de lumière parasite sur le composant optoelectronique.

Cette plaque circulaire, et de dimensions plus réduites que la charge, traverse une pièce en U peinte également en noir. Dans cette dernière, sont logés, en regard, d'un côté les phototransistors et de l'autre les LED. Le rôle de la plaque de détection a été décrit dans le module moteur.

IV - 1 - Le moteur.

Le rôle des moteurs électriques utilisés dans les servomécanismes est de transformer en puissance mécanique la puissance qui leur est fournie sous forme électrique par la chaîne d'amplification. Cette transformation s'accompagne d'un changement du support de l'information qui, à l'entrée est une tension ou un courant et à la sortie un couple, une vitesse.

Le moteur que nous avons utilisé est un moteur à courant continu. Son fonctionnement n'a pas lieu en permanence mais seulement pendant un temps de passage entre 2 tubes, la tension est alors appliquée pendant le temps d'une manoeuvre qui doit être effectuée rapidement. Lorsque celle-ci est terminée, le moteur reste plus ou moins longtemps en position d'attente, prêt à obéir à un nouvel ordre de mise en marche.

La commande du moteur peut se faire en agissant : - sur le courant d'induit, l'inducteur produisant un champ constant.

-sur le courant inducteur, l'induit étant alimenté à courant constant.

-sur le courant de l'inducteur et sur le courant de l'induit.

Le moteur dont nous disposons est à aimant permanent donc à flux inducteur constant c'est pourquoi s'est imposé à nous le premier, type de commande à savoir une alimentation (en courant) par l'induit du type tout ou rien des enroulements rotoriques.

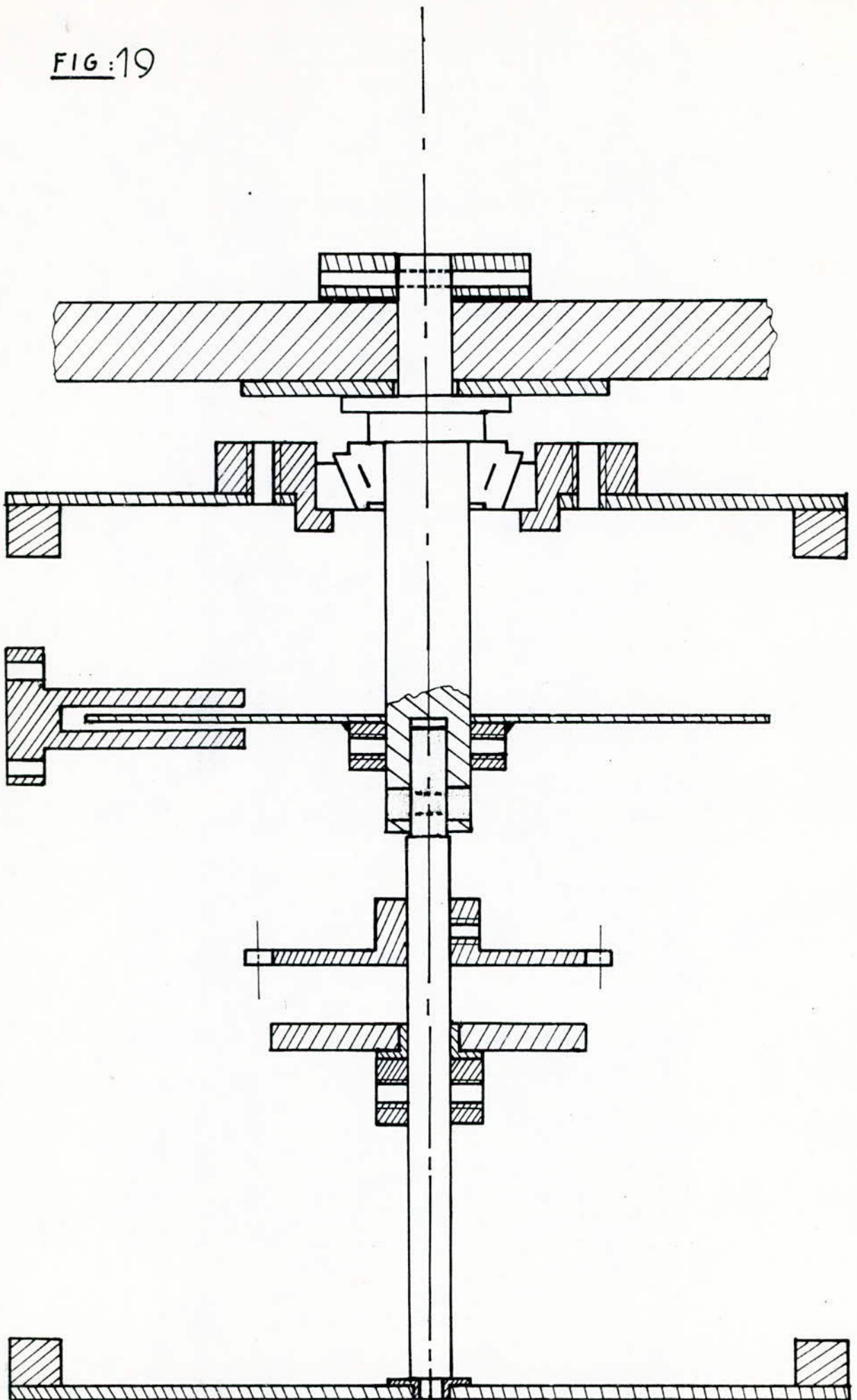
C'est un moteur d'essui-glace équipé d'un réducteur.

Ses caractéristiques principales sont :

- tension nominale d'alimentation 12 v
- vitesse de rotation à vide 2000 tours/mn.
- courant de démarrage à vide 0,8 D A

.../...

FIG:19



- SYSTEME MECANIQUE -

- Inertie de rotor450 g·cm²
- poids1200 grs.

IV 2 - Le Réducteur.

Les moteurs électriques fournissent la puissance mécanique avec une vitesse élevée et un couple réduit alors que notre application nécessite une vitesse faible et un couple élevé.

De ce fait, la charge n'est généralement pas entraînée directement mais par l'intermédiaire d'un système d'engrenages qui constitue un réducteur de rapport D.

Le moteur est caractérisé par son moment d'inertie J, son coefficient de frottement f et son couple Cm.

L'ensemble moteur - réducteur est équivalent à un moteur

- de couple Cm/D.
- de moment d'inertie J/D²
- de coefficient de frottement f/D²

Dans notre cas, le réducteur est à 2 étapes - voir fig 20.

Le premier étage est incorporé au moteur. Il est constitué d'une vis sans fin entraînant une roue dentée, Le rapport de réduction est D1 = 1/54.

Le second étage est constitué de 2 roues dentées.

Le rapport de réduction est D2 = 36/120.

Finalement, le rapport de réduction global est $D = D1.D2 = \frac{1}{180}$

Le rapport de réduction est défini comme étant le rapport de la vitesse d'entrée avec $D = \frac{1}{180}$ et une vitesse d'entrée de 2000 tours/ Mn nous obtenons une vitesse de sortie d'environ 11 tours/ Mn.

IV - 3 La charge;

Elle est formée par deux plateaux en plexiglas densité 1,2 de forme cylindriques. Ces deux plateaux superposables sont tenus par des entretoises - voir fig 21.

Ils peuvent contenir, deux rangées de tubes à essai la rangée externe (rangée 1) contient 40 tubes alors que la rangée interne (rangée2) en contient 36; sur la rangée 1, deux tubes forment un angle au centre de 9°. Sur la rangée 2, deux tubes forment un angle au centre de 10°.

Nous aurons donc un temps de passage entre deux tubes de respectivement 135 ms et 150 ms. Les seuls tubes utilisables sont les tubes ayant un diamètre de 16 mm.

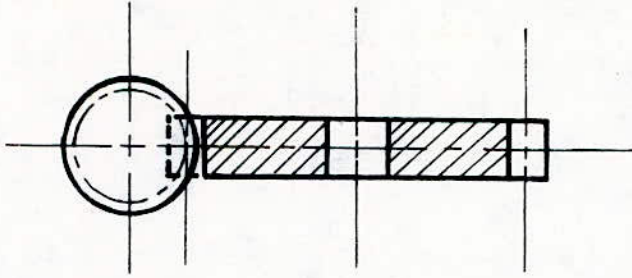
Nous avons calculé la charge maximale en supposant les tubes remplis d'eau nous avons obtenu 8000 grs.

Pour avoir une dynamique acceptable l'inertie du rotor doit être supérieure ou égale à celle de la charge. l'inertie de la charge est obtenue en faisant la somme des moments d'inertie des plateaux supérieur et inférieur ainsi que celui des entretoises.

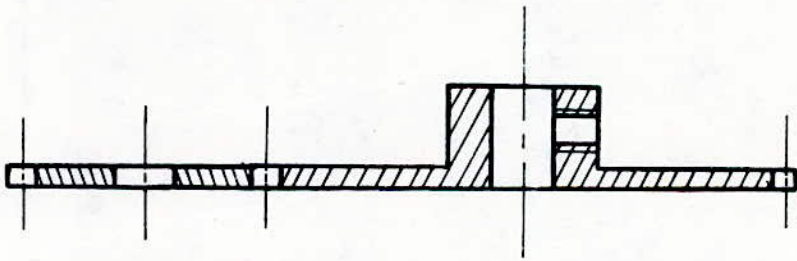
.../...

ETAGE 1 :

FIG : 20



ETAGE 2:



-SCHEMA DU REDUCTEUR-

$$J_{\text{tot}} = J_{\text{sup}} + J_{\text{inf}} + J_{\text{entretoises}}$$

$$J_{\text{sup}} = \frac{1}{2} M \cdot (R_1^2 + r^2) \quad \left. \begin{array}{l} R_1 = \text{rayon ext\u00e9rieur} = 17 \text{ cm.} \\ r = \text{rayon int\u00e9rieur} = 9 \text{ cm} \\ M = \text{masse du plateau remplis de tubes pleins} \\ \text{d'eau} = 4161 \text{ g.} \end{array} \right\}$$

$$J_{\text{inf}} = \frac{1}{2} m \cdot R_2^2 \quad \left(\begin{array}{l} m = \text{masse du plateau inf\u00e9rieur} = 1635 \text{ g} \\ R_2 = \text{rayon} \quad " \quad " \quad = 17 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$J_{\text{entretoise}} = m \left(l_1^2 + l_2^2 \right) \quad \left. \begin{array}{l} m = \text{masse des entretoises} = 4,7 \text{ g} \\ l_1 = \text{distance \u00e0 l'axe des entretoises externes} \\ \quad = 26 \text{ cm} \\ l_2 = \text{distance \u00e0 l'axe des entretoises internes} \\ \quad = 20 \text{ cm.} \end{array} \right\}$$

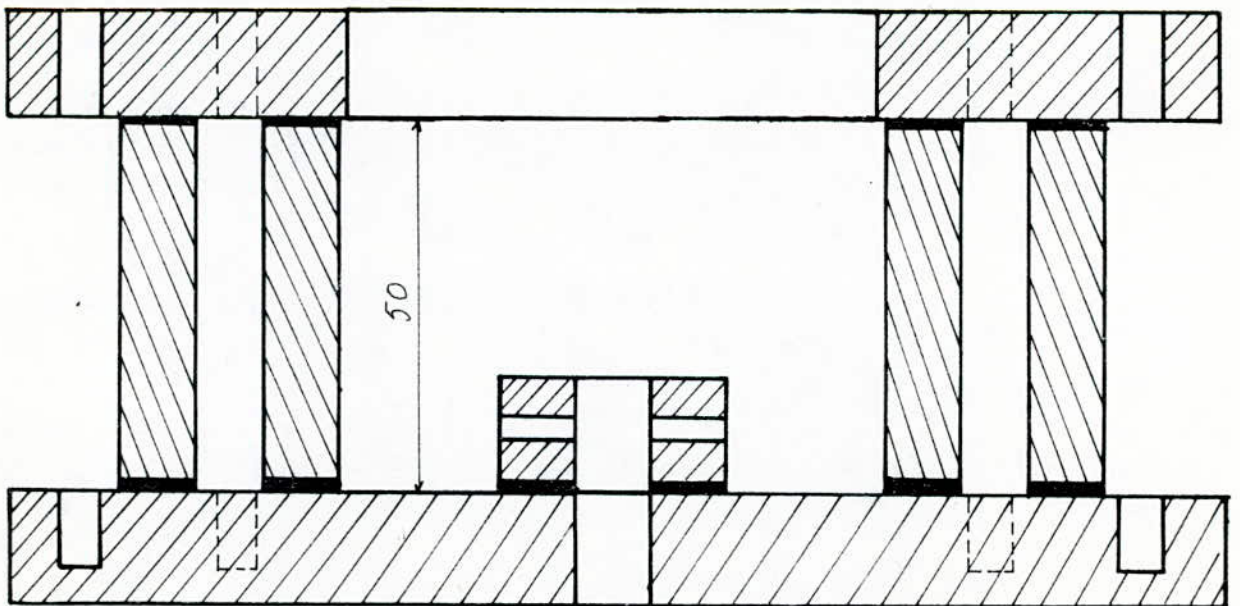
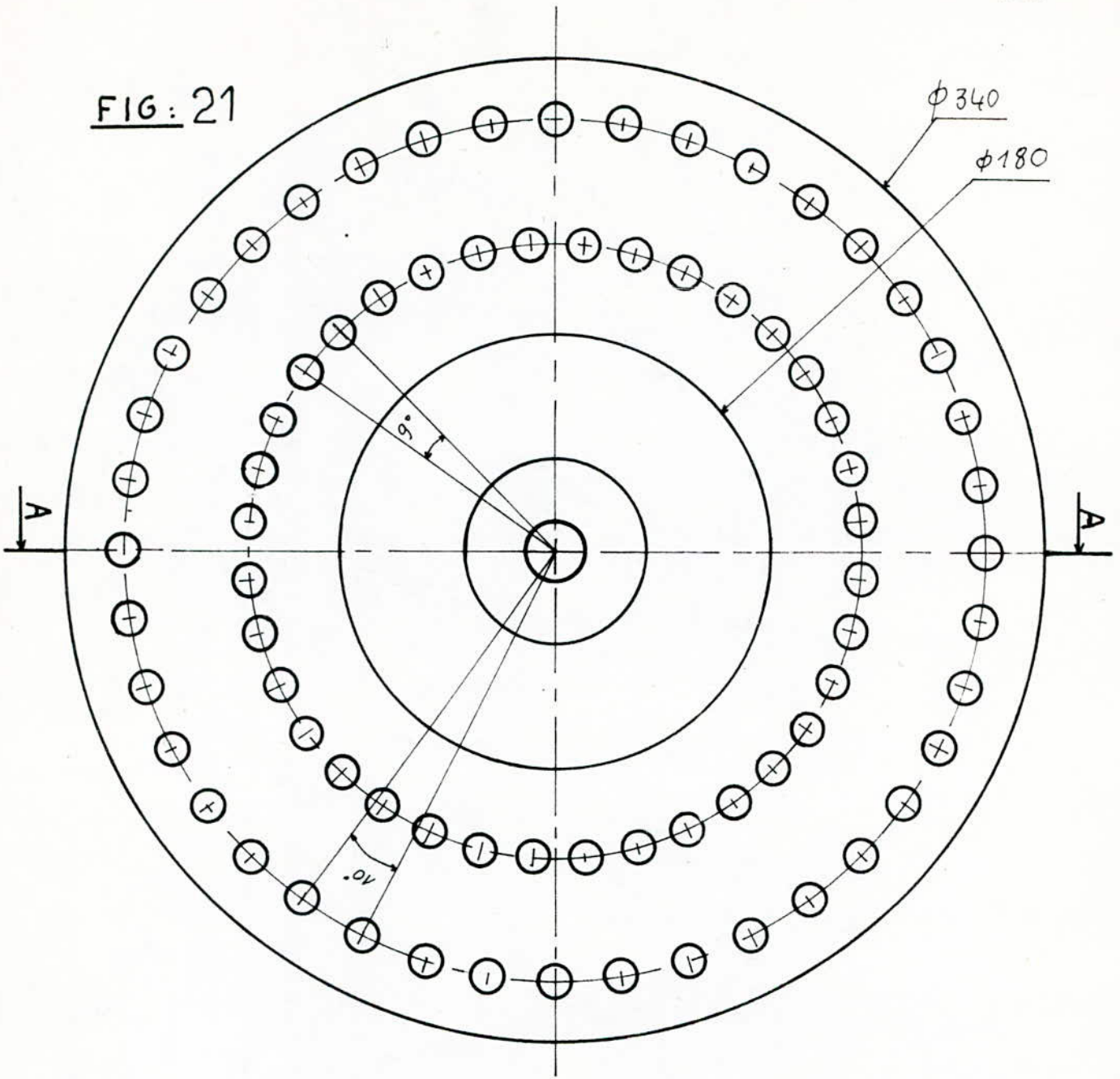
donc $J_e = 1011113 \text{ g.cm}^2$

Le choix du r\u00e9ducteur 1 r\u00e9duit l'inertie de la charge vue du moteur dans un rapport $\left(\frac{1}{180}\right)^2$, ce qui la ram\u00e8ne \u00e0 31 g.cm^2 environ.

L'inertie du rotor est de : 450 g.cm^2 .

Elle est sup\u00e9rieure \u00e0 celle de charge ce qui permet au moteur d'entra\u00eener la charge maximale.

FIG: 21



_ SCHEMA DE LA CHARGE _

Pour l'introduction des données et la selection des modules, le système comprend :

- 1 Bouton poussoir pour l'introduction soit de la base de temps soit du nombre de tubes à remplir
- 1 Interrupteur double pour selectionner soit le module de comptage soit le module de début et fin de cycle.
- 1 Interrupteur UP/DOWN (U_p = comptage, DOWN = décomptage)
- 1 Interrupteur double pour selectionner soit la première rangée ou la seconde.
- 1 Bouton START pour demarrer la manipulation.

En plus de ceci, il ya un bouton de mise sous tension (Marche/Arrêt) et des afficheurs visualisant la base de temps et le nombre de tubes.

L'utilisation du collecteur de fractions se fait en 9 étapes:

- 1° - Sélectionner la rangée contenant les tubes à remplir.
- 2° - Mettre sous tension.
- 3° - Mettre l'interrupteur U_p /Down en position U_p .
- 4° - Mettre l'interrupteur de selection module de comptage / Module de début et fin de cycle sur la position base de temps.
- 5° - Introduire la donnée : base de temps.
- 6° - Mettre l'interrupteur de selection module de comptage/module de début et fin de cycle sur la position TUBES.
- 7° - Introduire la donnée : TUBES.
- 8° - Mettre l'interrupteur en position DOWN.
- 9° - Mettre en marche en appuyant sur le bouton START.

Voyons, à présent, le fonctionnement d'ensemble du système.

Un fois les données introduites, la sortie $(A = B)_{out}$ des comparateurs MC 14585 B est au niveau bas alors que la sortie $(\overline{D} \overline{E})_{out}$ des comparateurs appartenant au module début et fin de cycle est à "1". Il n'y a donc aucune impulsion de courant sur la gachette du thyristor donc le moteur est à l'arrêt.

Au bout du temps affiché par l'utilisateur nous aurons $(A = B)_{out}$ à l'état haut ce qui amorce le thyristor et conduit au démarrage du moteur.

La plaque de detection plonge alors le phototransistor dans le noir, ce qui provoque :

- la décrémentation du nombre de tubes affichés.
- la remise à zéro des compteurs MC14510 B, liés à l'horloge (ceci durant la rotation du moteur donc $(A=B)_{out} = 0$)
- la fermeture du relais RLS qui entraine le désamorçage du thyristor.

.../...

Dés que le phototransistor détecte la présence d'un nouveau tube le relais s'ouvre et le moteur s'arrête.

L'arrêt du moteur "libère" les compteurs liés à l'horloge (ils sont prêt à compter) et un nouveau cycle recommence.

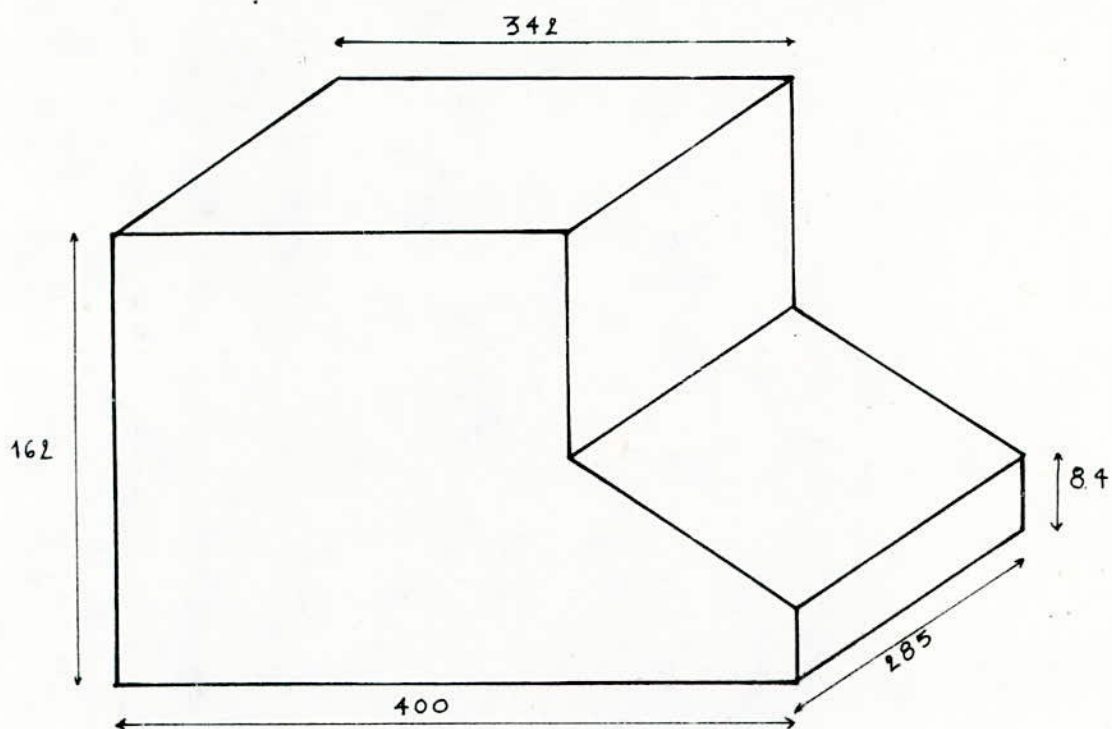
Dés que l'avant dernier tube est rempli, le moteur tourne pour positionner le dernier tube, sous l'embout verseur. A ce moment là, la sortie $(D = E)_{out}$ passe à "1" et déclenche la sonnerie avertissant ainsi l'utilisateur qu'il ne lui reste plus qu'un seul tube à remplir.

Une fois le dernier tube rempli, le plateau tourne de manière à positionner le premier tube sous l'embout verseur. Le nombre de tubes affiché est alors 00, la sortie $(\overline{D} \overline{E})_{out}$ passe en niveau bas donc le thyristor sera constamment désamorçé et l'horloge inhibée. Il y a donc arrêt automatique du système à la fin du remplissage d'une rangée.

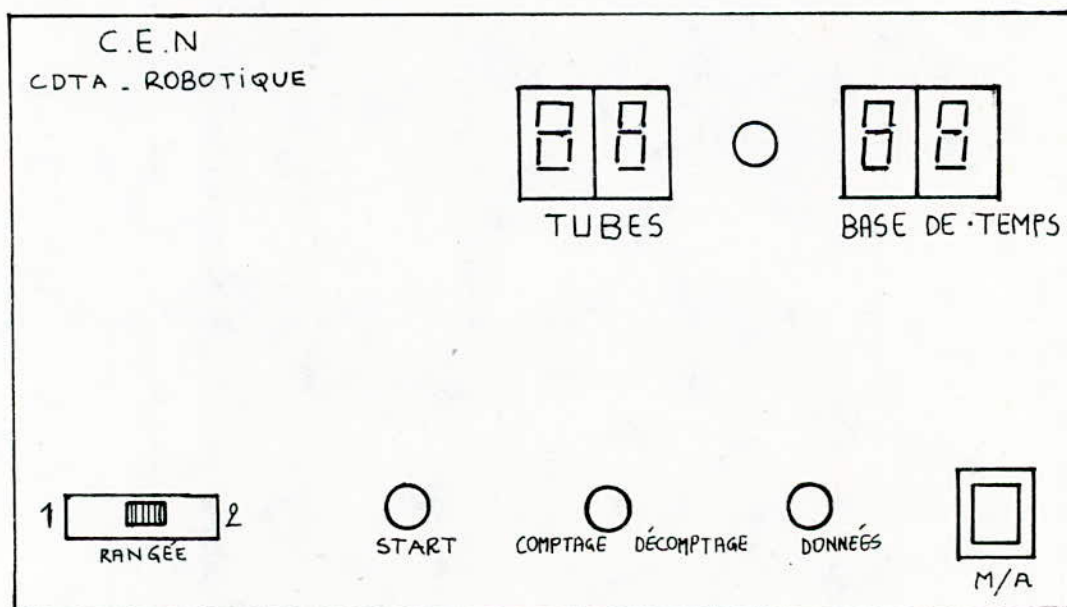
A présent, si l'utilisateur veut remplir une série de tubes situés sur l'autre rangée, il doit reprendre la procédure décrite plus haut.

Caractéristiques du collecteur de fractions.

- Base de temps varie de 1 mn à 99 mn
- capacité 76 tubes, diamètre 16 mm
- intervalle de temps entre deux tubes : 135 ms et 150 ms
- dimensions max : 400 X 285 X H 162 mm, sans les tubes.



APPAREIL EN PERSPECTIVE



FACE AVANT DE L'APPAREIL

Dans le cadre de ce projet de fin d'études, notre travail a consisté en la conception et la réalisation d'un système automatique appelé collecteur de fractions.

Par la réalisation de ce dernier nous aurons doté les laboratoires de chimie du C.D.T.M d'un outil indispensable au bon déroulement des manipulations nécessitant l'utilisation d'un collecteur de fractions.

Celui que nous avons conçu est pourvu d'un dispositif d'alarme, de l'arrêt automatique et assure une autonomie de 66 heures.

Certaines extensions peuvent être adjointes au système telles que

- Mode de fractionnement par comptage de gouttes.
- Mode de fractionnement par volume.

D'autres techniques sont mises en oeuvre pour la réalisation d'un collecteur de fractions. Nous pouvons citer celle faisant appel à l'électronique programmée; il faut alors disposer d'un moteur pas à pas dont la commande serait gérée par microprocesseur. On peut même envisager un déplacement linéaire de la charge grâce à deux moteurs pas à pas (déplacements longitudinal et transversal) ce qui aurait pour effet d'augmenter la capacité du collecteur de fractions.

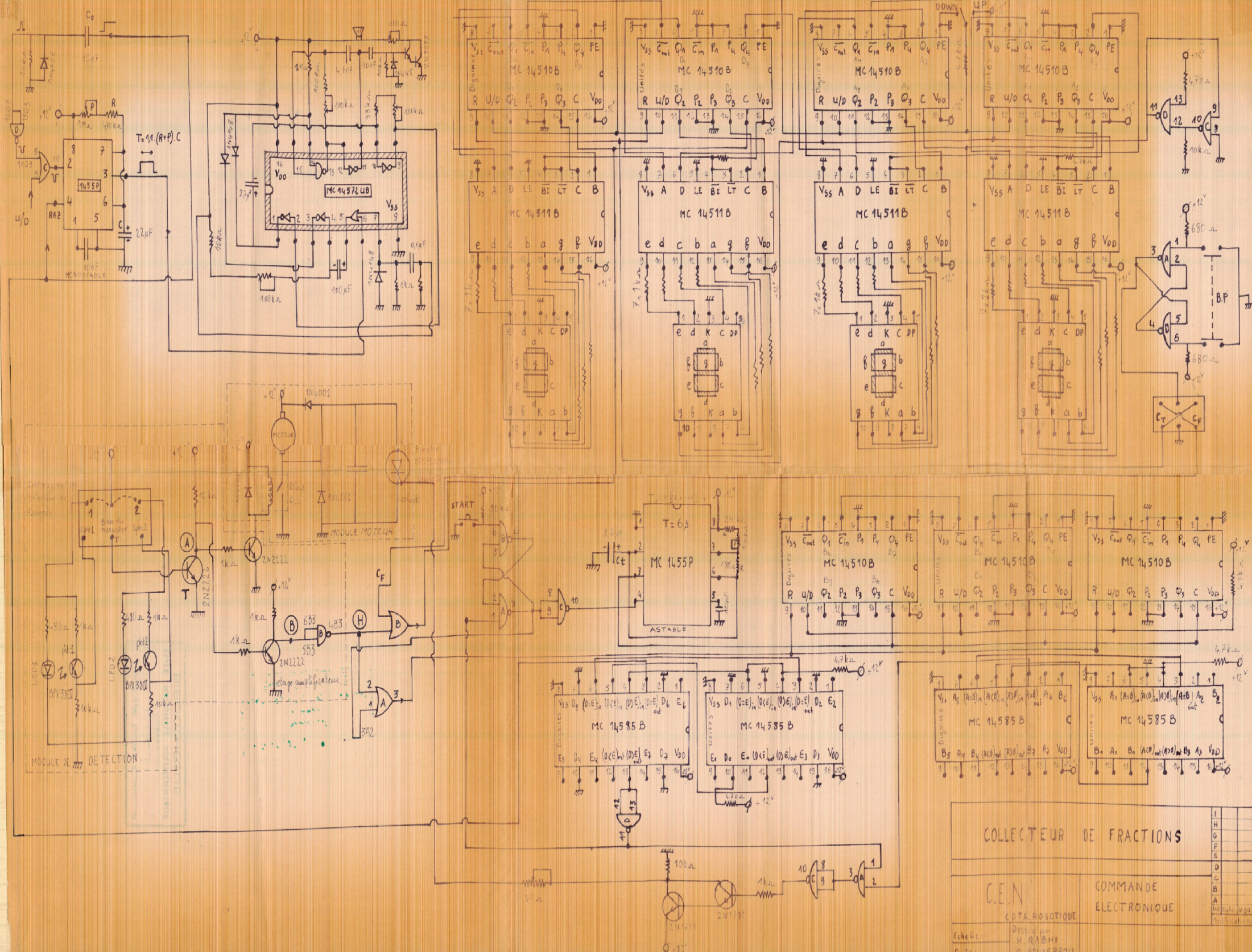
Toutefois une telle solution ne serait effective qu'après avoir mis en évidence ses avantages et ses inconvénients.

B I B L I O G R A P H I E

- Systèmes Asservis par : JACQUES THURIN

- Emploi Rationnel des circuits intégrés par
J.P OEHMICHEN

- C M O S DATA LIBRARY.



COLLECTEUR DE FRACTIONS

C.E.N.
C.D.T.A. ROBOTIQUE
COMMANDE ELECTRONIQUE

Echelle: Dessiné par H. RAHBI
Date: Révisé par R. SOLKERROU

I	
H	
G	
F	
E	
D	
C	
B	
A	

CIRCUITS INTÉGRÉS

MC 1455P	Monostable Astable Multiplicator.
MC 14011	Quad 2-Input NAND gate.
MC 14071	Quad 2-Input OR gate.
MC 14510B	BCD Up/Down Counter.
MC 14511B	BCD $\frac{1}{10}$ -7 segment latch/Decoder/Driver.
MC 14572	Hex gate.
MC 14585B	4-Bit Magnitude Comparator.

RÉSISTANCES [Ω]

R1 = 10K	R16 = 1K	R31 = 4,7K	R46 = 1K	R61 = 1K
R2 = 1K	R17 = 1K	R32 = 10K	R47 = 10K	R62 = 1K
R3 = 4K	R18 = 1K	R33 = 220K	R48 = 10K	
R4 = 1K	R19 = 10K	R34 = 1K	R49 = 1M	
R5 = 1K	R20 = 1K	R35 = 1K	R50 = 33K	
R6 = 1K	R22 = 1K	R36 = 1K	R51 = 1K	
R7 = 1K	R21 = 1K	R37 = 1K	R52 = 1K	
R8 = 1K	R23 = 1K	R38 = 4,7K	R53 = 1K	
R9 = 10K	R24 = 10K	R39 = 4,7K	R54 = 1K	
R10 = 10K	R25 = 10K	R40 = 10K	R55 = 100K	
R11 = 4,7K	R26 = 10K	R41 = 4,7K	R56 = 1K	
R12 = 1K	R27 = 470 Ω	R42 = 680 Ω	R57 = 1K	
R13 = 1K	R28 = 470 Ω	R43 = 680 Ω	R58 = 1K	
R14 = 1K	R29 = 1K	R44 = 1,8M	R59 = 470K	
R15 = 1K	R30 = 1K	R45 = 1K	R60 = 1K	

CONDENSATEURS [F]

C1 = 10 m	C4 = 10 m	C7 = 4700p	C10 = 2,2 μ
C2 = 3,3 μ	C5 = 100 μ	C8 = 10 m	C11 = 22 μ
C3 = 6,8 μ	C6 = 0,1 μ	C9 = 1 μ	C12 = 10 m

POTENTIOMÈTRES [Ω]

P1 = 100K	P3 = 470 Ω	P5 = 100K	P7 = 100K
P2 = 1M	P4 = 100 Ω	P6 = 100K	

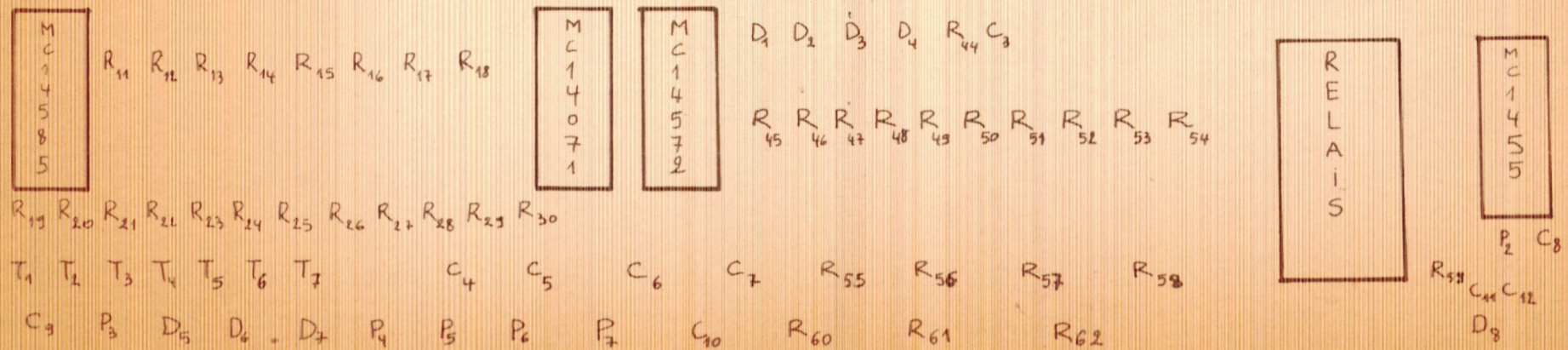
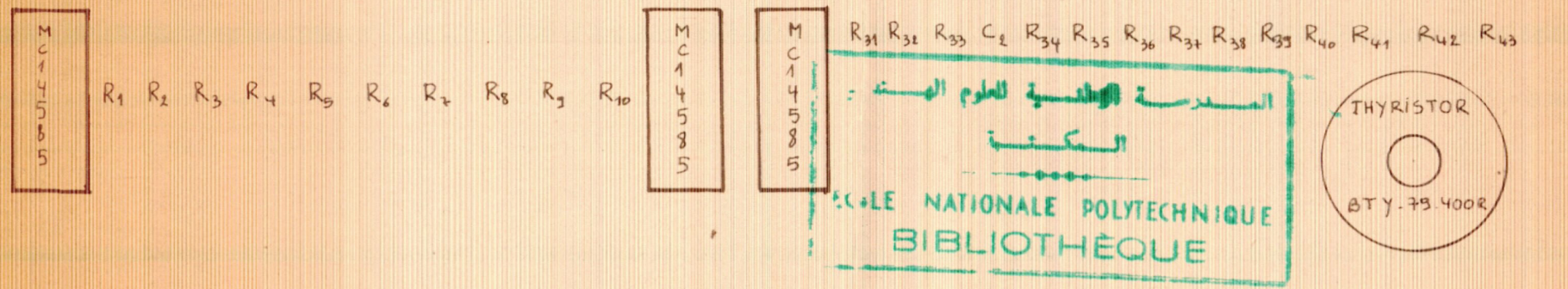
TRANSISTORS

T1 = 2N1711	T3 = 2N2222A	T5 = 2N2222A	T7 = 2N3053
T2 = 2N1711	T4 = 2N2222A	T6 = 2N3053	

DIODES

D1 = 1N4148	D3 = 1N4148	D5 = 1N4001	D7 = 1N4001
D2 = 1N4148	D4 = 1N4148	D6 = 1N4001	D8 = 1N4005

— LISTE DES COMPOSANTS —



R₁₉ R₂₀ R₂₁ R₂₂ R₂₃ R₂₄ R₂₅ R₂₆ R₂₇ R₂₈ R₂₉ R₃₀

T₁ T₂ T₃ T₄ T₅ T₆ T₇ C₄ C₅ C₆ C₇ R₅₅ R₅₆ R₅₇ R₅₈

C₉ P₃ D₅ D₆ D₇ P₄ P₅ P₆ P₇ C₁₀ R₆₀ R₆₁ R₆₂

SCHÉMA D'IMPLANTATION