

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

BIBLIOTHEQUE

S U J E T

ETUDE ET CONCEPTION DE  
LA COMMANDE D'UN VEHICULE  
AUTOMATIQUE

Proposé par :  
S.SURTEL

Etudié par :  
M.E.BELDJOUDI  
M.HAMADI

Dirigé par :  
S.SURTEL

PROMOTION : JUIN 1985

## DEDICACES

A mon père

A ma mère

A ma femme

A mes frères

A ma sœur

Et à tous mes frères de l'islam.

Med El'Aïd.

A Dieu

A ses prophètes

A mes parents

A tous les croyants et croyantes.

Mohammed.

## R E M E R C I E M E N T S

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Nous ne saurions oublier l'aide précieuse de notre promoteur Monsieur SURTEL STANISLAM qui n'a ménagé aucun effort pour nous soutenir et nous diriger tout le long du semestre.

# S O M M A I R E

	Page
INTRODUCTION	
I.-COMMENT VOIT-ON UN ROBOT ?	
1. Historique . . . . .	1
2. Définition . . . . .	1
3. Structures et relations fonctionnelles . . .	3
4. Synoptique général . . . . .	5
II.- ALIMENTATION	
1. Alimentation des différents circuits . . . .	7
2. Chargeur automatique pour batteries . . . .	8
III.- MOTEURS	
1. Généralités sur les moteurs . . . . .	12
2. Moteurs à courant continu . . . . .	12
3. Moteurs pas à pas . . . . .	14
IV. -COMMANDE DES MOTEURS	
1. Commande manuelle . . . . .	16
2. Commande automatique . . . . .	29
3. Commande de puissance . . . . .	36
V. -LES CAPTEURS	
1. Définition . . . . .	38
2. Détecteur ultrasonique . . . . .	38
3. Principe de fonctionnement du détecteur U.S.	38
4. Emetteur ultrasonique . . . . .	45
5. Récepteur ultrasonique . . . . .	48
VI. -PRINCIPE DE LA LOGIQUE DE CONTROLE DE L'ENSEMBLE EMISSION, RECEPTION ET COMPTAGE	
1. Circuit logique de pilotage du système . . .	50
2. Utilité de la commutation . . . . .	54
VII -CONCLUSION . . . . .	63
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	64
ANNEXE . . . . .	65



# I N T R O D U C T I O N

-Comment voit-on un robot ?

## I ▲ - HISTORIQUE.

D'abord l'invention du mot robot est récente ; il est paru en 1935 , inspiré du mot tchèque signifiant travail .

Le robot est né de la rencontre de connaissances anciennes : celles de la mécanique , de techniques récentes et celle de l'électronique .

Il est né d'un besoin celui d'automatiser les manipulations avec des moyens suffisamment souples et universels .

Le premier robot industriel fut conçu par la firme Unimation aux états unis en 1962 ; puis s'est développé dans d'autres pays européens vers les années 64 ; puis est apparu au Japon en 1969 .

Actuellement il existe une grande diversité de robots bien spécifiques par ordre d'importance décroissant : chargement et déchargement des machines , recouvrements de surfaces , moulage , presse , autres

## 2. - DEFINITION .

Le robot est un système capable de remplacer l'homme dans ses tâches pénibles , dangereuses et répétitives afin d'améliorer les conditions de travail , voir de remédier au manque de main d'œuvre que l'on ressent dans certains secteurs ; (Mines : extractions de minerais radioactifs , Marines : protection de fonds sous marins , etc .....).

Un robot est aussi un système qui possède un ensemble de caractères tels : l'action , autonomie , perception , communication . On peut définir notre robot comme étant une machine (véhicule auto) composée de circuits mécaniques et électronique ces circuits réagissent indépendamment ou en d'autres termes automatiquement , aux excitations d'origines extérieures .

## CARACTERISTIQUES

Un robot est un système qui possède un ensemble de caractères dont :  
l'action - l'autonomie - la perception - la communication .

### a) L'ACTION

Le robot est caractérisé au premier abord par la faculté qu'il possède d'agir sur son environnement produisant la réaction désirée aux stimuli captés par les organes des sens résultants des excitations d'origine extérieures .

L'action du robot est cohérente . Il remplit un objectif ce qui implique nécessairement l'existence d'une commande des systèmes permettant l'action . L'élément de commande qui dirige l'action peut être partie intégrante du robot ou lui être extérieur , ou les deux cas simultanément .

Exemple : dans le cas de notre étude du véhicule en question l'élément extérieur est représenté par l'opérateur et dans ce cas c'est l'homme qui dirige directement les déplacements .

L'élément de commande qui est partie intégrante du véhicule est composée d'un système de détection d'obstacle exemple : (capteurs à ultra-sons) et des circuits logiques d'autocommande .

### b) AUTONOMIE

Les êtres vivants évolués sont autonomes du point de vue énergétique en ce sens qu'ils s'alimentent spontanément. Les machines en revanche n'ont pas cette propriété . Les robots par contre s'apparentent parfois à l'un , parfois à l'autre .

D'une part , d'une organisation externe au robot matérialisée dans notre exemple par l'existence d'une source d'énergie électrique renouvelable : accumulateur (batterie) pouvant être rechargeable grâce à un chargeur de batterie .

D'autre part , d'une organisation interne au robot qui permettra à notre robot de retrouver les sources d'énergie (par exemple par d'énergie renouvelable (durable) : l'énergie solaire .



### c) PERCEPTION

L'autonomie de décision du robot passe pour la connaissance de l'environnement .cette connaissance de l'environnement s'effectue par des capteurs qui permettent de recueillir des informations utiles à la conduite d'une certaine action .Ces informations (excitation sont nombreuses et variées, certaines d'entre elles sont physiques comme le son ,la lumière la chaleur l'humidité ,la pression de l'air et son écoulement et la pression mécanique Les éléments de perception qui sont des circuits électroniques capable d'observer ou capter (capteurs) différents stimuli et de les transformer en intensité ou tension électrique .

Exemple :détection d'obstacles (mur ; ;etc )qui s'effectue par des capteurs ultra-sons .Cette détection de l'obstacle sera suivie par un arrêt de l'action si on juge nécessaire au contour de celui-ci .

### d) COMMUNICATION

Dans les échanges d'information avec le monde extérieur la communication avec l'homme appelé dans ce cas opérateur a évidemment une place privilégiée Exemple :manipulation manuel .

Quand la décision de l'opérateur permet l'exclusion du robot .C'est le passage en manuel .Mais dans d'autres cas le robot est capable de refuser l'ordre de l'opérateur qu'il juge anormal ,exemple :si par oubli devant la présence d'un obstacle l'arrêt n'est pas effectué par l'opérateur c'est le robot (véhicule) qui s'en charge .

## 3 - STRUCTURES ET RELATIONS FONCTIONNELLES

Pour posséder les différents caractères de base ,un robot doit réaliser certaines fonctions ,celles-ci doivent être en relation entre elles ,avec l'environnement et avec l'opérateur .

Le schéma(fig 1 page 7) représente ces différentes fonctions et leurs relations qui s'effectuent sous forme d'échanges d'information ou d'énergie Explicitons la nature de ces fonctions et de ces relations en partant du côté de l'opérateur ,celui-ci présente au robot un objectif à remplir par le canal du système de communication .

Le système de décision ,en fonction des critères qui lui sont propre peut admettre ou refuser la reception du message.

Si le message est admis ,il est analysé par la fonction "communication" et peut produire des messages en réponse vers l'opérateur par exemple sur la qualité de ce message , sur les erreurs qu'il contient .

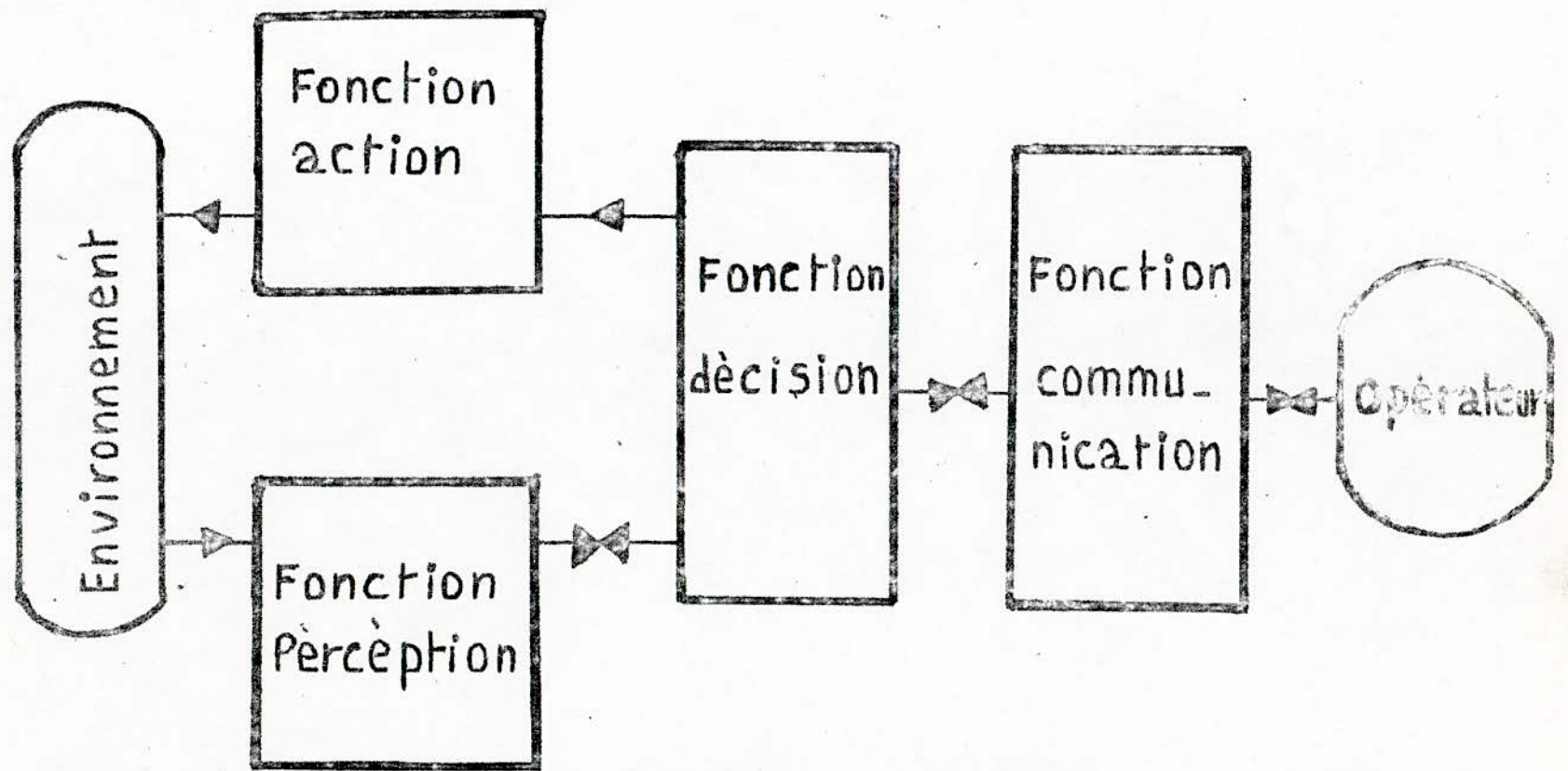


Schéma des différentes fonctions et leurs relations fig 1



Dans le cas ou cela est possible il symbolise ce message à destination du système de décision .

L'opérateur par le même canal ,peut effectuer des descriptions concernant l'environnement ,position de l'obstacle par exemple .

Mais la prise en compte de l'environnement ,son état ,ses variations ,etc se fait aussi par le canal de la fonction perception qui relève des mesures (distance entre véhicule et obstacle) et présente les résultats obtenus au système de décision pour lui faire connaître l'état de l'environnement tenant compte des informations sur le contexte et sur l'objectif à atteindre .La fonction de décision constitue des plans d'action qui sont des organisations d'action élémentaires réalisables directement par la fonction d'action .Cette dernière gère les contenus des actions élémentaire pour obtenir une réalisation du plan .

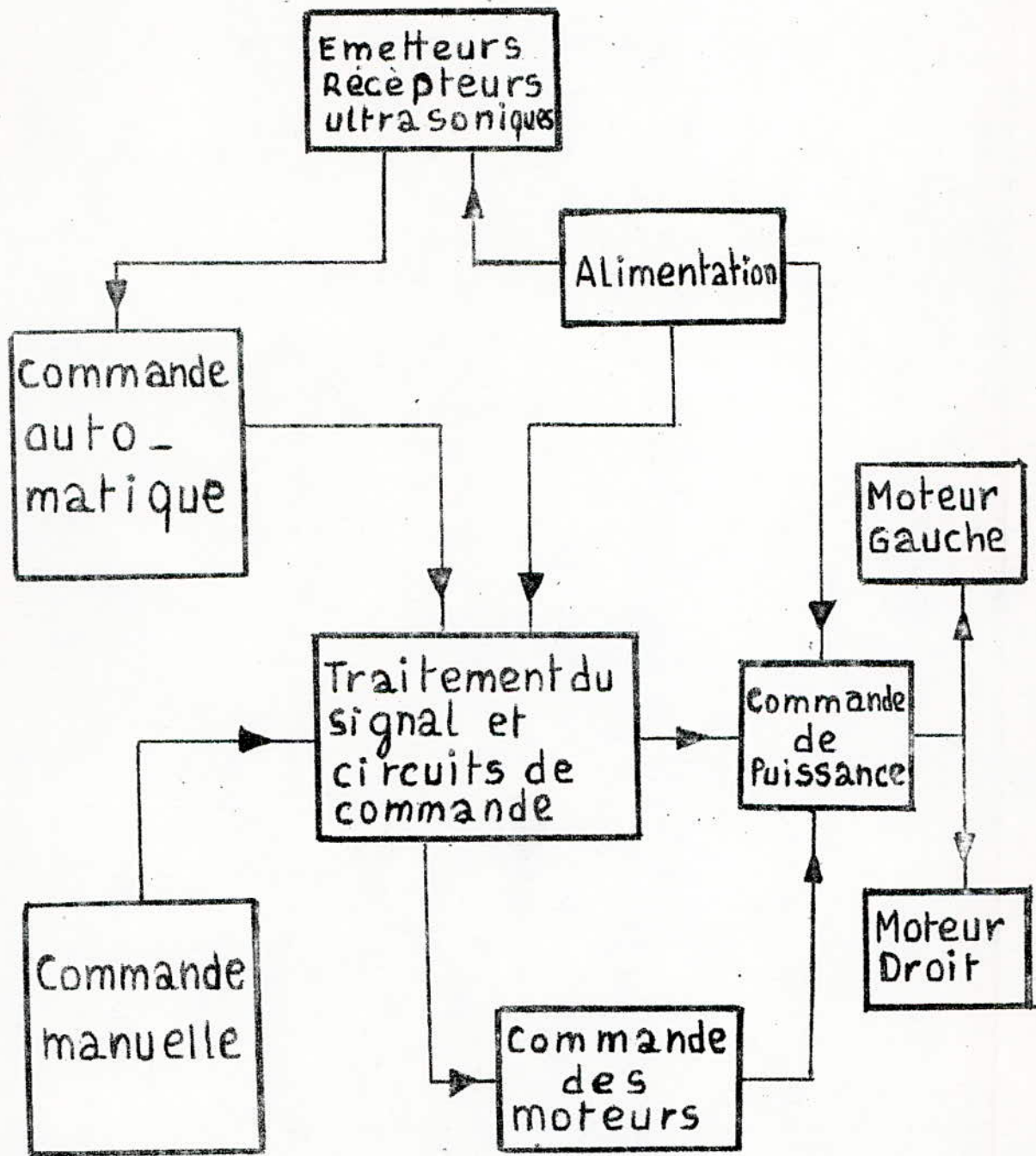
Il faut remarquer qu'il existera obligatoirement des écarts entre les objets de l'environnement et leur re présentation internes ,d'une part et les actions élémentaires internes et leur réalisation d'autre part ,ces écarts sont généralement le fait des simplifications symboliques et l'imperfection des systèmes technologiques .

#### 4 . Schéma synoptique général (fig 2.) page 6 .

##### EXPLICATION

Le but de notre projet de fin d'étude consiste en la conception et la réalisation d'un petit véhicule auto (ou petite voiture) dotée d'une commande manuelle reliée par cable et une auto commande propre au véhicule en logique cablée. Lors de la mise en marche par commande manuelle du véhicule par l'opérateur .On suppose qu'il arrive devant un obstacle et que l'opérateur par distraction oublie de le lui faire dévier mais puisque le détecteur d'obstacle fonctionne dès que la mise en marche de notre voiture ,aussitot que l'obstacle est détecté le système d'auto-commande logique verouille la commande manuelle pour prendre en charge la commande du véhicule en question c'est à dire lui faire éviter cet obstacle en tournant soit à gauche soit à droite suivant la position de l'obstacle détecté nous verrons le fonctionnement en détail dans ce qui suit .

# Schéma synoptique général





## II ALIMENTATION

### 1. Alimentation des différents circuits

Dans le cas de l'utilisation des moteurs à courant continu de tension nominale 12 v, ainsi que l'alimentation des différents circuits, tel que par exemple les amplificateurs opérationnels du type  $\mu A 741$ , nécessitent une tension d'alimentation au moins égale à 9 v pour fonctionner dans de bonnes conditions.

Les moteurs, le circuit de commande ainsi que le circuit de puissance peuvent être alimentés par une source d'alimentation unique composée de 12 v.

Cette source d'alimentation peut-être une batterie de piles ou d'accumulateurs.

Dans notre cas, vu l'usage continu de cette source et la propriété qu'à la pile de ne pouvoir être être rechargée lorsqu'elle est déchargée, ce qui n'est pas le cas pour un accumulateur, on utilise donc ce dernier.

Parmi les types d'accus utilisés spécialement:

- L'accumulateur au cadmium nickel
- L'accumulateur au plomb

#### - L'accumulateur au plomb

En général, l'accumulateur au plomb délivre une tension moyenne de 2 volts par éléments, il est relativement lourd et encombrant mais d'un prix très accessible. Les accumulateurs étanches au plomb offrent des performances de décharge exceptionnelles dues à leurs très faible impédance interne. L'intensité qu'il peut fournir est limitée à une certaine valeur qui est fonction de l'importance de l'élément et qui ne doit pas être dépassée sous peine de destruction. S'il doit être stocké rester inutilisé, il faut de temps à autre le recharger à faible régime pour le maintenir en bon état.

### L'accumulateur au cadmium nickel

Il fournit une tension moyenne de 1,2 v par élément. Il est d'un prix très élevé qui fait que pratiquement il est surtout employé dans les modèles auto-commandés de haute précision et d'une utilisation plus prolongée (plusieurs années). Extrêmement robuste il peut-être déchargé très rapidement, délivre une forte intensité pendant un temps relativement court sans être détruit. Il peut être stocké et rester inutilisé sans aucune précaution spéciale, il pourra toujours reprendre son service dès qu'on le voudra

### Accumulateur au plomb-calcium

Volt (V)	Ampère (A)	Long (mm)	Profondeur (mm)	haut (mm)	Poids (g)
12	1,9	178	34	61	680
12	3	135	68	60	1200

### Accumulateur au cadmium-nickel

Type	Voltage (v)	Capacité (mA/h)	Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids (g)
R6	1,2	500	14	50	25
R 14	1,2	1200	26	50	60



## 2.- Chargeur automatique pour batteries au plomb

Une recharge totale, dans des conditions optimales, doit durer environ 10 à 12 heures, à partir de la décharge complète. Cela signifie que une batterie de capacité C (exprimée en ampères-heures), l'intensité de charge, exprimée en ampères, est :

$$I = \frac{C}{10} .$$

En pratique, on n'attend qu'exceptionnellement l'épuisement complet d'un accumulateur avant de lui restituer l'énergie consommée.

On exploite d'ordinaire, et dans le cas des accumulateurs au plomb, les variations de la f.e.m. de la batterie.

Pour un élément de 2 Volts, les évolutions de tensions, et la partie correspondante sont illustrées sur le diagramme de la figure.

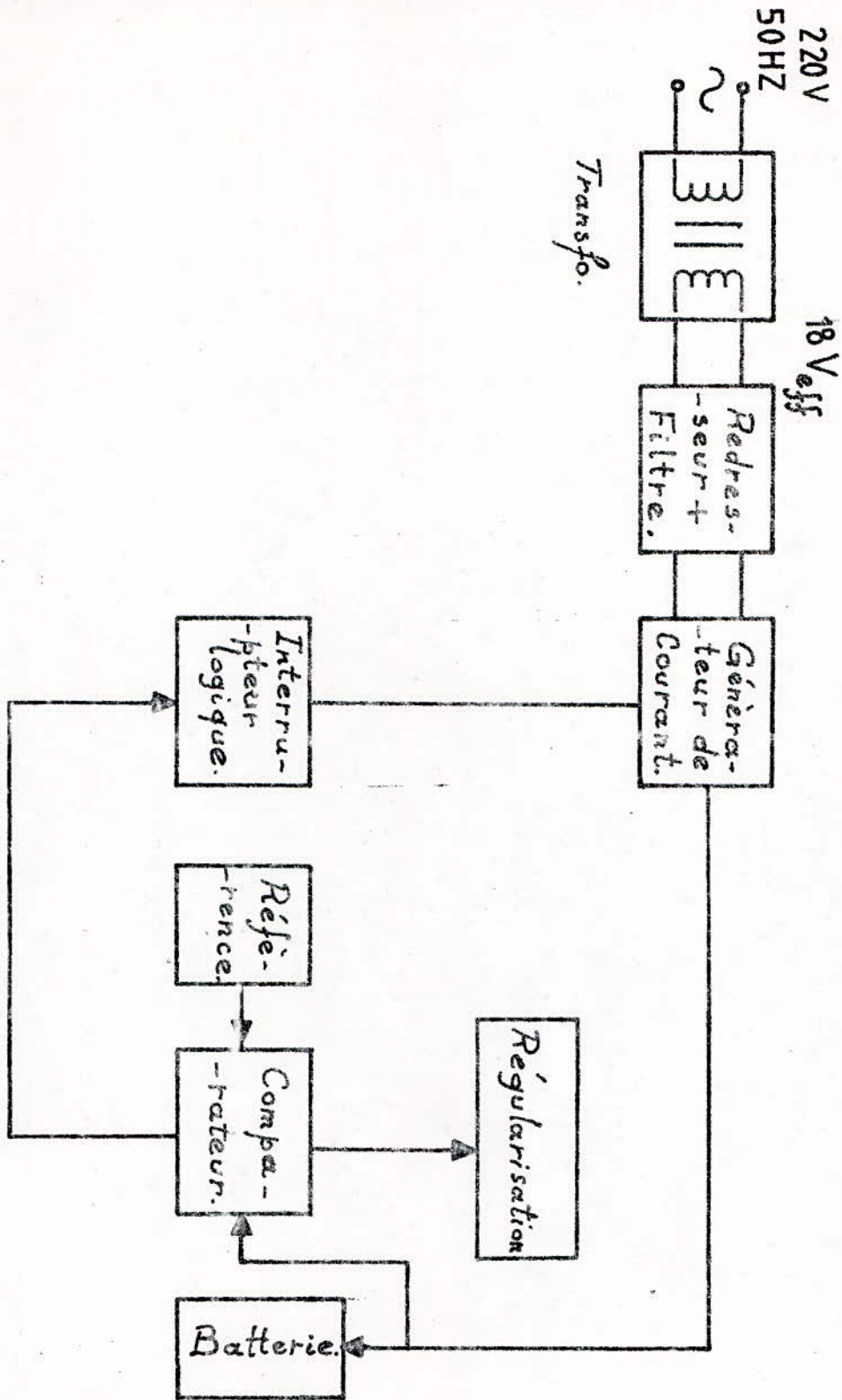
### Explications

La tension alternative délivrée par le secteur, d'abord abaissée aux alentours de 18 volts efficaces par le transformateur (TR), est redressée, puis filtrée. Elle attaque alors un générateur de courant constant, commandé par un interrupteur logique, et susceptible d'occuper deux états :

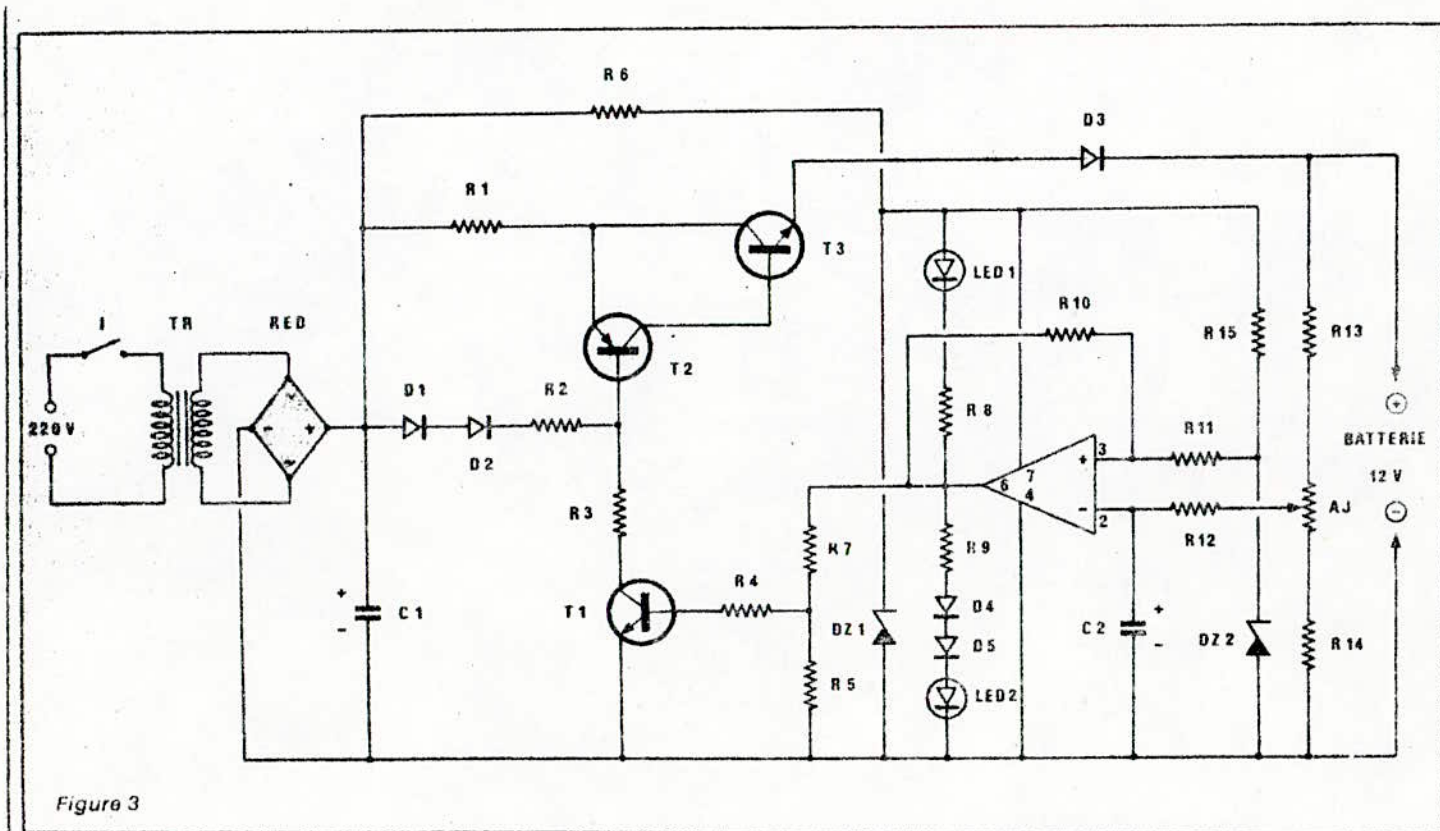
- Pour une position de l'interrupteur " d'état I " le générateur délivre à la batterie, son courant de consigne.
- Pour l'autre position, dite " état 0 " le générateur cesse de fonctionner.

On décide de l'un ou l'autre de ces états en comparant la force électromotrice de la batterie, à une tension de référence élaborée au sein du chargeur. Simultanément, ce même comparateur commande une signalisation optique (des diodes électroluminescentes) renseignant l'utilisateur sur le mode de travail du chargeur, donc sur l'état de la batterie.

# SYNOPTIQUE DU CHARGEUR AUTOMATIQUE



# Schéma électrique du chargeur:



Nomenclature des composants ( pour chargeur de batterie )  
( version 12 v, 500 mA )

- Résistances 0,5 W à  $\pm 5\%$

$$R_2 = 10 \quad ; \quad R_3 = 3,3 \text{ K} \quad ; \quad R_4 = 10 \text{ k} \quad ; \quad R_5 = 1,5 \text{ k}$$

$$R_6 = 330 \quad ; \quad R_7 = 10 \text{ k} \quad ; \quad R_8 = 1,5 \text{ k} \quad ; \quad R_9 = 1,5 \text{ k}$$

$$R_{10} = 33 \text{ k} \quad ; \quad R_{11} = 1,5 \text{ k} \quad ; \quad R_{12} = 1,5 \text{ k} \quad ; \quad R_{13} = 22 \text{ k}$$

$$R_{14} = 22 \text{ k} \quad ; \quad R_{15} = 10 \text{ k}$$

- Résistance à 2 W à  $\pm 5\%$

$$R_I = 2,2$$

- Résistance ajustable AJ : 10 k

- Redresseur : Pont 50 V, 1 A

- Transistors :

$$T_I = 2 \text{ N } 2222 \quad ; \quad T_2 = 2 \text{ N } 2905 \quad ; \quad T_3 = 2 \text{ N } 3055$$

- Circuit intégré : CI : 74I ( boîtier 8 broches DIL )

- Condensateurs

$$C_I : 1000 \text{ uF ( } 35 \text{ à } 40 \text{ V )}$$

$$C_2 : 100 \text{ uF ( } 25 \text{ volt, implantation verticale )}$$

- Diodes :

$$D_I ; D_2 ; D_4 ; D_5 : \text{IN } 4148$$

$$D_3 : \text{IN } 4002$$

$$DZ_I : 10 \text{ V ( } 500 \text{ mW )} \quad ; \quad DZ_2 : 6,2 \text{ V ( } 500 \text{ mW )}$$

$$\text{LED}_I , \text{LED}_2 : \text{diodes électroluminescentes}$$

- Transformateur

$$\text{Secondaire } 16,5 \text{ ou } 18 \text{ V ( } 12 \text{ VA )}.$$



### III. MOTEURS

#### 1°) Généralités sur les moteurs.

Parmi les moteurs utilisés dans les modèles de véhicules réduits: Le moteur à courant continu et le moteur pas à pas.

- Pour obtenir une vitesse variable on utilise surtout le moteur à courant continu.

- Pour le moteur pas à pas : la commande de rotation des déplacements est aisée à programmer.

#### 2°) Moteur à courant continu

a) Fonctionnement d'un moteur à courant continu.

Le fonctionnement du moteur est régi par un certain nombre de relations qui lient entre eux les différents paramètres et variables relatifs au moteur et qui sont les suivants.

- La tension d'alimentation  $U$
- L'intensité d'induit  $I$
- La résistance d'induit  $R$
- L'inductance  $L$  (négligeable)
- Le moment d'inertie  $J_m$
- La vitesse angulaire  $\Omega_m$  (position angulaire)
- Les frottements visqueux  $f_m$  (négligeables)
- La force électromotrice :  $E' = K' \cdot \Omega$
- Le couple électromagnétique:  $C_m = K'' \cdot I$

. Pour une commande en tension, on peut écrire en régime permanent les relations suivantes:

$$U = RI + E' \quad \text{avec } E' = K' \Omega$$

$$C_m = K'' \cdot I$$

De ces deux relations on tire:

$$C_m = K'' \frac{U - K' \Omega_m}{R}$$

b) Caractéristiques des moteurs à courant continu

moteurs à CC : 12V - 24V - 48V

Présentation :

Type 82 760.0

Description

- Rotor feuilleté bobiné
- Stator constitué de 2 aimants en forme de tuile
- Axe rotor acier
- Corps tubulaire métallique
- Collecteur 8 lames
- Coussinets en bronze fritté

Type: 827 700

- Collecteur 14 lames
- Palier avec roulement à billes
- Ensemble porte balier moulé

CARACTERISTIQUES (à tension nominale)	SYMBOLE	TYPE 827600		TYPE 827700	
		24 V	12 V	24 V	48 V
Vitesse nominale (tr/mn)	N	3000	3000	3000	3400
Puissance absorbée en charge (W)	Pa	22	24	32	33
Puissance mécanique (W)	P	13,3	15,5	16	14,5
Courant nominal (A)	I	0,9	2	1	0,5
Couple de démarrage (m.N)	Cd	0,11	0,14	0,19	0,19
Couple nominal (mN)	C	0,04	0,05	0,05	0,04
Constante de couple (mN/A)		0,05	0,03	0,06	0,12
F.e; m/1000 tr/min - V	$\frac{E}{1000}$	7	3	6	13
Résistance rotorique II	R	8	3,1	8	28
Inertie du rotor ( $m^2 kg 10^{-7}$ )	J	384	300	300	300
Constante de temps mécanique (S)	Y	0,25	0,17	0,17	0,17
Masse (g)	m	600	600	600	600

\* Valeurs données pour une température ambiante maxi de 50°C  
Pour des températures ambiantes de 20°C, la puissance maxi et le courant nécessaire admissible peuvent être augmentés d'environ 22%

### 3) Moteurs pas à pas

Type : 82-750

#### a) Définition

Un moteur pas à pas est un moteur dont l'axe de rotation des déplacements angulaires réguliers pour une fréquence de pas déterminée. Son positionnement et ses deux sens de rotation sont dus à des phénomènes électromagnétiques.

Le moteur est alimenté en courant continu et piloté par un commutateur mécanique ou électronique.

A chaque commutation l'axe du moteur effectue une rotation de 18 degrés.

#### b) Fonctionnement

Le moteur est constitué d'un rotor et d'un double stator. Le rotor solidaire de l'axe est un aimant permanent (céramique) avec 5 paires de pôles réguliers répartis.

Le circuit magnétique est en acier doux. Il comprend un boîtier et un couvercle à l'intérieur desquels sont insérés deux pièces polaires intermédiaires. L'ensemble constitue deux moteurs superposés et décalés angulairement d'un quart de pas polaire.

Le bobinage est constitué de 2 bobines à 2 phases. Le sens de rotation est donné par l'ordre cyclique de commutation des 4 phases

Le sens "horaire" de rotation correspond à l'ordre de commutation : 3I - I4 - 42 - 23 - 3I

Le sens rotation " anti-horaire " correspond à l'ordre de commutation : I3 - 32 - 24 - 4I - I3



c) Caractéristiques ( à tension nominale )

. Technologiques

Tension nominale	V continu	12	24
Résistance par phase ( à 25°C )		84	42
Inductance par phase ( à 1000 Hz	mH	12,7	170
Constante de temps par phase (à 1000 Hz)	ms	0,152	0,47
Inertie du rotor	$g \cdot cm^2$	5,6	5,6
Masse	g	145	145

. Electriques

Angle du pas	degré -C	$18 \pm 1$	$18 \pm 1$
Nombre de pas par tour	/	20	20
Couple de maintien maximum	Cm.N.	1,1	1,1
Couple magnétique hors tension	Cm.N	0,25	0,25
Fréquence maxi d'entraînement	pas/s.	350	350
Puissance absorbée par phase	W	1,7	1,7
Puissance totale absorbée	W	3,4	3,4
Intensité par phase	m.A	140	170
Echauffement	°C	60	60
Température ambiante	°C	-10 +60	-0 +60



#### IV. COMMANDE DES MOTEURS.-

I) Commande manuelle :

a) Codage des différentes fonctions entrées/sorties :

Fonctions de sortie

$F_G AV$  = moteur gauche avant

$F_G AR$  = moteur gauche arrière

$F_D AV$  = Moteur droit avant

$F_D AR$  = moteur droit arrière

Note : Lorsque l'une des fonctions ci-contre est égale à I, la voiture est dans la situation indiquée.

Il apparait que pour un fonctionnement normal, une seule des quatre fonctions ci-contre peut, à un instant quelconque être égale à I

Voir tableau page 17 fig n°1

# Tableau des fonctions de sorties

$F_{GAV}$	$F_{GAR}$	$F_{DAV}$	$F_{DAR}$	Signification
0	0	0	0	
0	0	0	1	moteur droit tourne vers l'arrière
0	0	1	0	moteur droit tourne vers l'avant
0	0	1	1	
0	1	0	0	moteur gauche tourne vers l'arrière
0	1	0	1	marche arrière
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	moteur gauche tourne vers l'avant
1	0	0	1	
1	0	1	0	marche avant
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Fig n°1

Les combinaisons barrées le sont pour :

) Impossibilité : ex: un moteur ne peut tourner en même temps vers l'avant et vers l'arrière

0 1 1 1	à éliminer
1 1 0 0	
1 1 0 1	
1 1 1 0	
1 1 1 1	
0 0 1 1	

) Simplicité des circuits: ex: lorsque la voiture tourne à gauche, le moteur droit tourne vers l'avant

bonne combinaison 0 0 1 0

Lorsque la voiture tourne à droite, le moteur gauche tourne vers l'avant

bonne combinaison 1 0 0 0

) Choix de fonctionnement: ex: bien que possible les combinaisons

0 0 0 1 et 0 1 0 0 sont éliminées

Le tableau précédent représente les combinaisons binaires possibles pour le mot binaire de quatre bits suivants: ( $F_{GAV}$   $F_{GAR}$   $F_{DAV}$   $F_{DAR}$ )

En réalité, seules certaines combinaisons sont pratiquement réalisées. Les autres sont soit:

1) impossible à satisfaire d'un point de vue mécanique. Un moteur ne peut pas tourner dans un sens et dans l'autre simultanément.

2) Ne présentant pas d'intérêt pratique et on complique singulièrement les circuits. Notons cependant que ces reproches peuvent



s'avérer excessifs si l'on se penche sur certaines de leurs qualités  
ex : entre tourner à droite en marche avant ou en marche arrière, on  
a choisi en marche avant.

Pour le codage des situations voir tableau page 20 figure n°1

Toutes les autres combinaisons sont éliminées

Le codage est réalisé en choisissant convenablement les  
combinaisons de manière à éviter les états transitoires gênants  
( dans certaines limites )

On a choisi ici 5 situations, par conséquent il faut 3  
variables.

Note : Les variables  $X_2$ ,  $X_1$ ,  $X_0$  sont celles, qui appliquées à  
l'entrée d'un système combinatoire nous font obtenir comme fonctions  
de sortie :

$$F_{GAV}, F_{GAR}, F_{DAV}, F_{DAR}.$$

Pour la commande des moteurs droit et gauche.

Schéma synoptique du circuit ( page 20 figure n°2 )

b) Tableau de commande manuelle.

Equations logiques des fonctions de sorties

$$F_{GAV} = \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_1 \cdot X_0 + X_2 \cdot X_1 \cdot X_0$$

$$F_{DAV} = \bar{X}_2 \cdot X_1 \cdot X_0 + X_2 \cdot X_1 \cdot X_0 = X_1 \cdot X_0$$

$$F_{GAR} = X_2 \cdot X_1 \cdot \bar{X}_0$$

$$F_{DAR} = X_2 \cdot X_1 \cdot \bar{X}_0$$

( Ces équations découlent du tableau page 23 figure n°1 )

On constate que:

$$F_{GAR} = F_{DAR} \quad \text{et} \quad F_{GAV} = F_{DAV} + \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_1 \cdot X_0$$

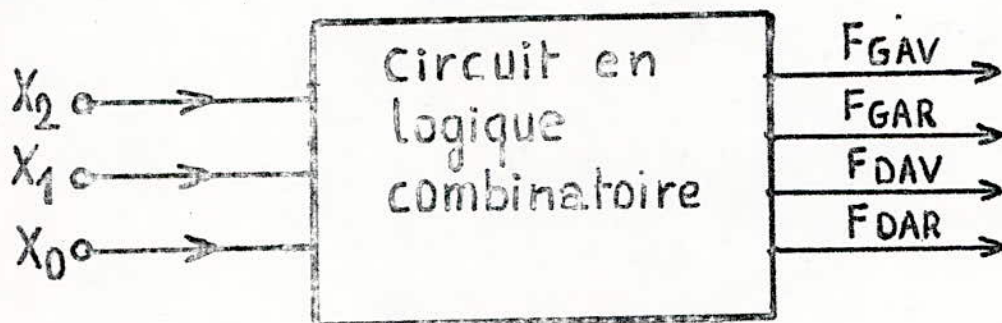
(Voir schéma du circuit page 21 n°1

## Commande manuelle : Codage des situations

Situation	$X_2$	$X_1$	$X_0$
Avant	1	1	1
Arrière	1	1	0
Gauche	0	1	1
Droite	0	0	1
Arrêt	0	0	0

n°1

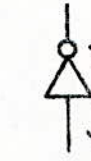
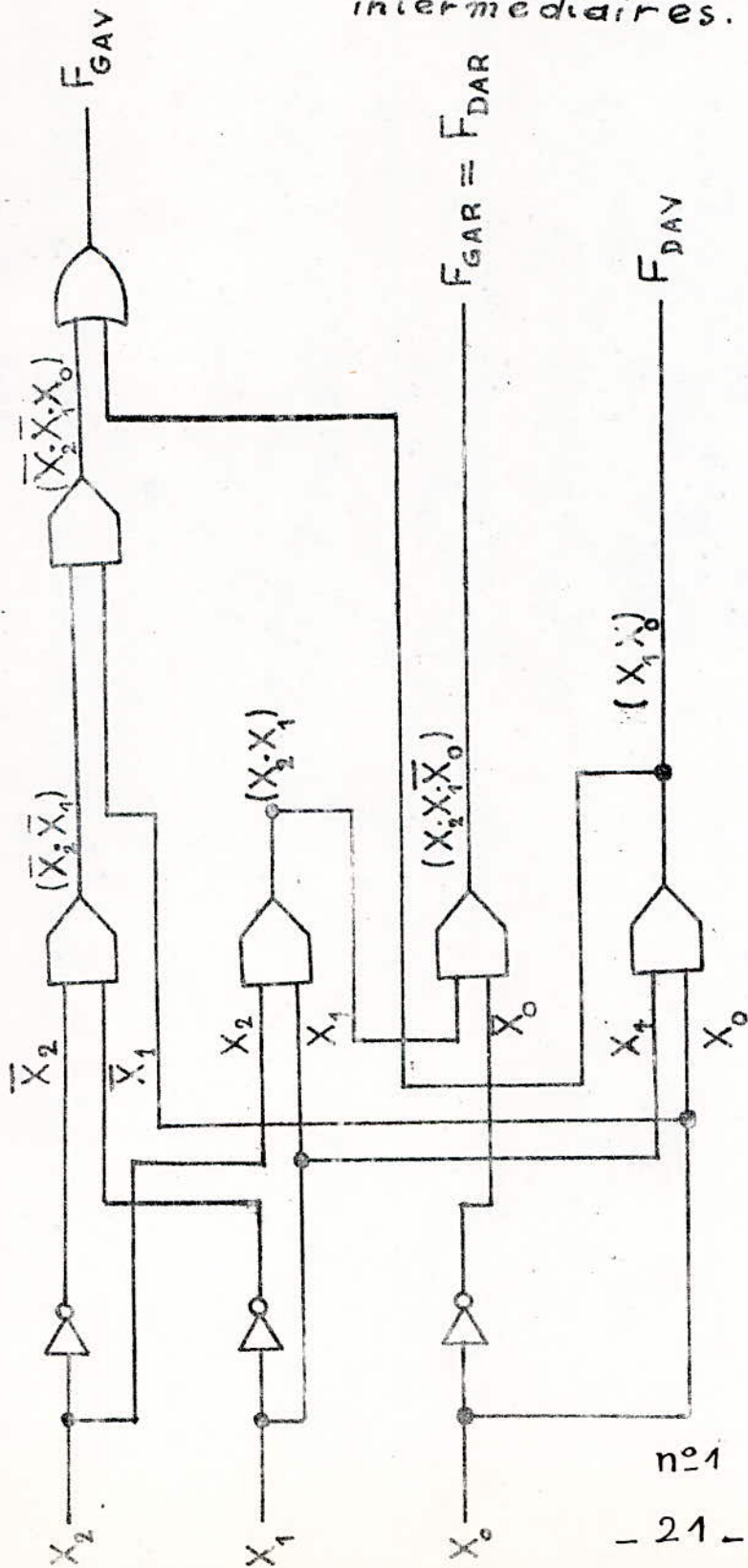
## Synoptique du circuit



n°2

SYNOPTIQUE DU CIRCUIT :

Décodage de l'état des variables intermédiaires.



TABLÉ DE VERITE

X	Y
0	1
1	0



TABLÉ DE VERITE

X	Y	$X+Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



TABLÉ DE VERITE

X	Y	$X \cdot Y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



c) Circuit de commande manuelle

Ce circuit dispose de quatre boutons poussoirs à contacts fermés au travail

Lorsque aucun des boutons n'est poussé, la voiture est à l'arrêt.

On utilisera pratiquement une clé à quatre positions pour éviter d'appuyer sur deux boutons simultanément par exemple.

Le circuit se présente comme suit:

4 entrées ————— 3 sorties

( tableau page 24 figure n°1 )

On remarquera au passage que les états transitoires éventuels lors de la manoeuvre de la clé sont:

I I O O	sans signification
I I I I	Arrêt
I O O I	sans signification
O O I I	sans signification
O O O O	sans signification

Ceci est important lorsque l'on recherche une certaine sécurité dans la manoeuvre

Ces équations sont données par le tableau page 24 n°1

$$X_2 = V_3 \bar{V}_2 V_1 V_0 + \bar{V}_3 V_2 V_1 V_0$$

$$X_I = V_3 V_2 \bar{V}_1 V_0 + V_3 \bar{V}_2 V_1 V_0 + \bar{V}_3 V_2 V_1 V_0$$

$$X_0 = V_3 V_2 V_1 \bar{V}_0 + V_3 V_2 \bar{V}_1 V_0 + V_3 \bar{V}_2 V_1 V_0$$

Fig n°1

signification	$X_2$	$X_1$	$X_0$	$F_{GAV}$	$F_{GAR}$	$F_{DAV}$	$F_{DAR}$
Arrêt	0	0	0	0	0	0	0
Droite	0	0	1	1	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0
Gauche	0	1	1	0	0	1	0
	1	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	0	0	0	0
Arrière	1	1	0	0	1	0	1
Avant	1	1	1	1	0	1	0

- Tableau de commande manuelle

# Tableau de vérité : clé à 4 positions

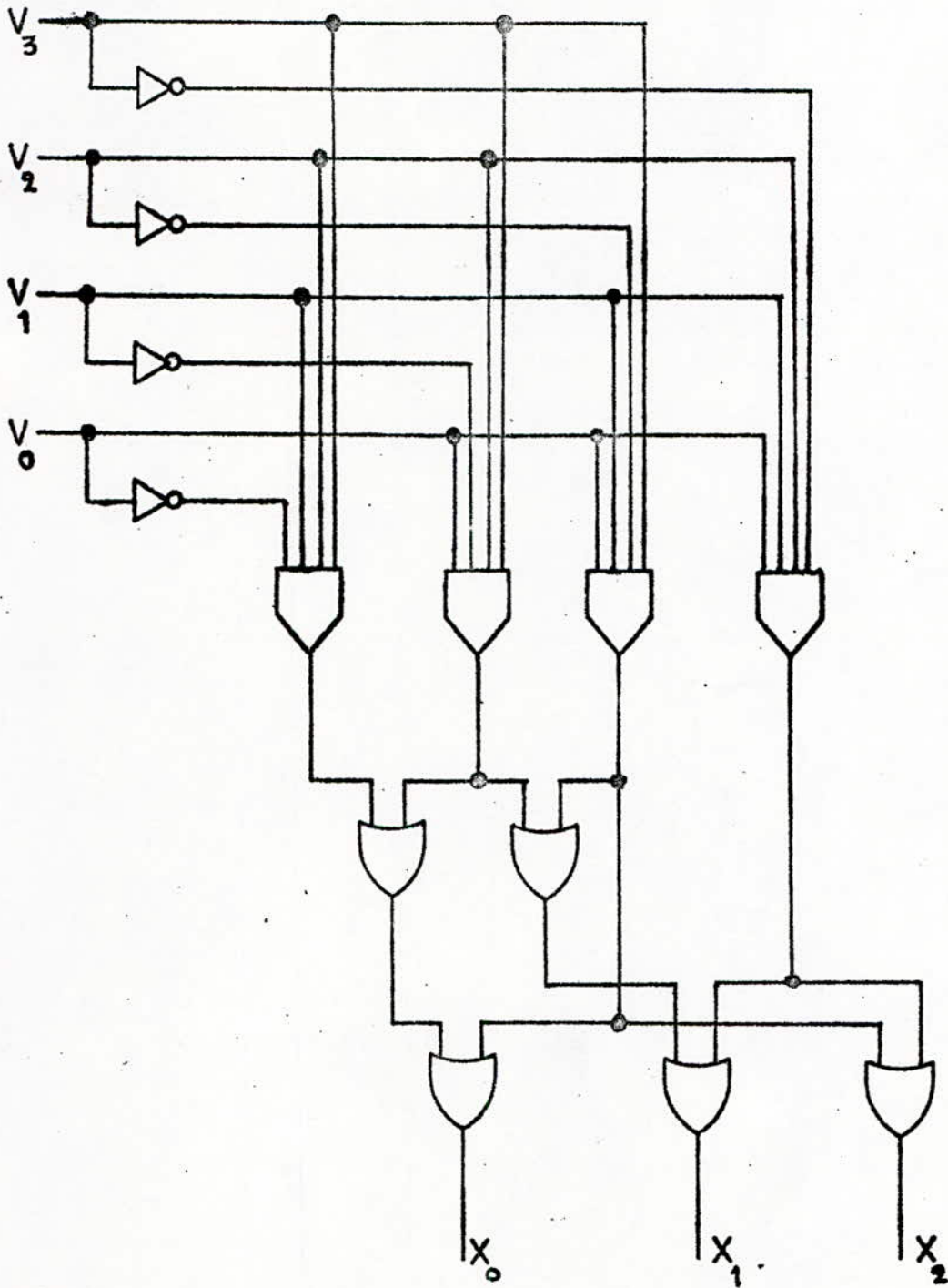
$V_3$	$V_2$	$V_1$	$V_0$	$X_2$	$X_1$	$X_0$
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0

Tableau de commande manuelle

n°1



SCHEMA DU CIRCUIT DE COMMANDE MANUELLE :



Réalisation de l'inhibition de la commande manuelle.

- Lorsque l'état de  $X_u$  passe de 0 à 1 et demeure à 1, la voiture est conduite automatiquement : pour ce faire un circuit de commutation électronique pour les variables  $X_2$ ,  $X_I$ ,  $X_0$  est prévu. La commutation est réalisée automatiquement lorsque  $X_u = 1$ , elle peut également être évitée ou annulée par commande manuelle de l'opérateur en maintenant fermé le contact d'un bouton poussoir (B.P.)

Le tableau de vérité du circuit est présentée à la page 27 fig 2)

Dans le cas de la marche manuelle forcée: par exemple, l'opérateur s'aperçoit de sa distraction mais comme  $X_u = 1$ , il ne peut commander manuellement la voiture. Il passe volontairement en commande manuelle jusqu'à ce qu'un voyant sur le pupitre de contrôle lui signifie que  $X_u$  est passée à 0.

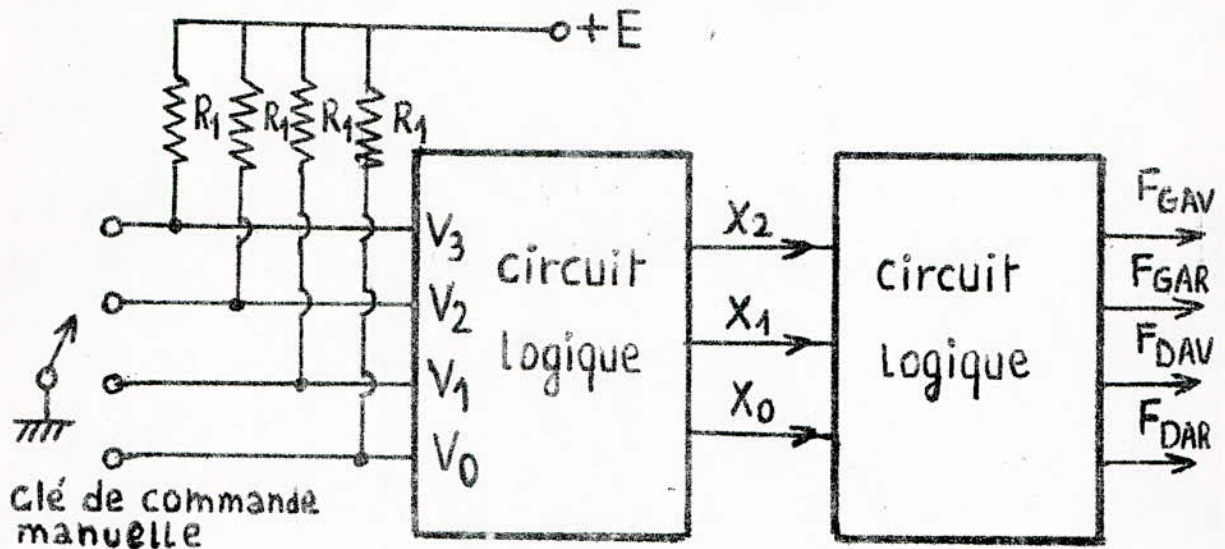
$X_E$  : variable en provenance du bouton poussoir

$V_I$  : variable d'inhibition

On obtient  $V_I = X_u \overline{X_E}$  - ceci est donné par le tableau de vérité cité plus haut

Schéma simplifié du circuit ( page 28 fig n° 4 )

# Synoptique du circuit de commande manuelle



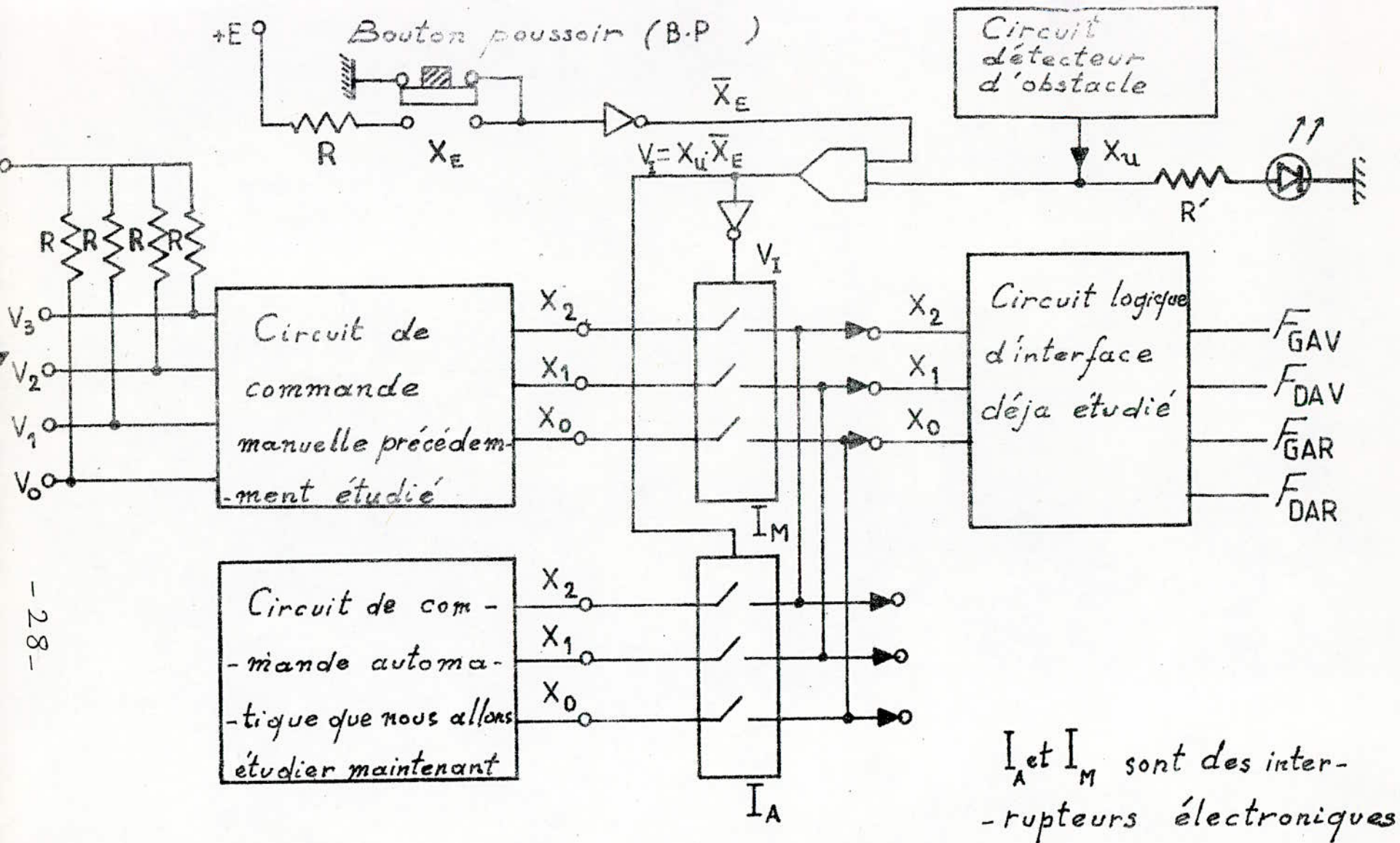
n°1

## Tableau de la variable d'inhibition: $V_I$

$X_U$	$X_E$	$V_I$	Signification
0	0	0	marche manuelle
0	1	0	marche manuelle
1	0	1	marche automatique
1	1	0	marche manuelle

n°2





SYNOPTIQUE SIMPLIFIÉ DES CIRCUITS DE COMMANDE

Fig n°1

## 2) Commande automatique

### a) Circuit de commande automatique.-

Le fonctionnement de ce circuit est représenté par le diagramme de fluence suivant ( page 31 fig. n°1 )

Supposons que la voiture est en commande manuelle et qu'elle se déplace vers l'arriere. Imaginons l'opérateur distrait. la voiture rencontre un obstacle, le système de fonctionnement passe en mode automatique. Lorsque  $V_I$  passe de nouveau à 0 soit par l'éloignement de la voiture de l'obstacle ou par la manoeuvre du bouton poussoir (B.P.), la voiture évolue selon le mode manuel.

### b) Organigramme de la séquence d'automatismes:

( page 30 figure n°1 )

### c) diagramme de fluence : ( page 31 figure n°1 )

### d) Table des phases : ( page 32 figure n°1 )

### e) Codage des états : ( page 32 figure n°2 )

### f) Equations résultants des tableaux précédents :

Pour  $X_2$  ,  $X_I$  ,  $X_o$

$$X_2 = ( \bar{Y}_2 \cdot Y_I \cdot \bar{Y}_o )$$

$$X_I = ( \bar{Y}_2 \cdot Y_I )$$

$$X_o = ( \bar{Y}_2 \cdot Y_o ) + ( \bar{Y}_2 \cdot \bar{Y}_I \cdot \bar{Y}_o )$$

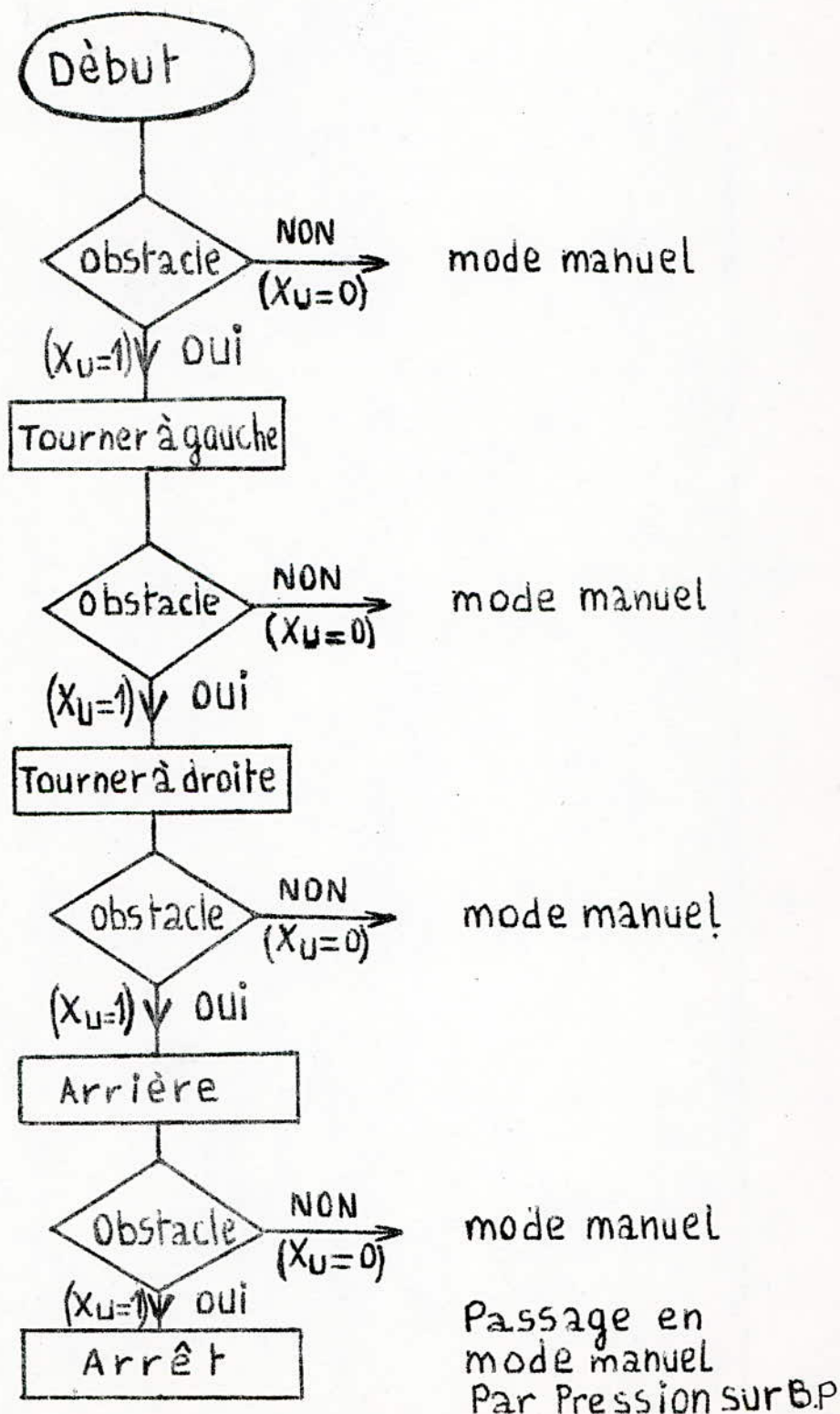
Pour  $Y_2$  ,  $Y_I$  ,  $Y_o$

$$Y_2 = ( Y_2 \cdot Y_I \cdot \bar{Y}_o \cdot X_n )$$

$$Y_I = ( Y_I \cdot \bar{Y}_o \cdot X_n ) + ( \bar{Y}_2 \cdot Y_I \cdot X_n )$$

$$Y_o = ( \bar{Y}_2 \cdot Y_o \cdot X_n ) + ( \bar{Y}_2 \cdot \bar{Y}_I \cdot X_n )$$

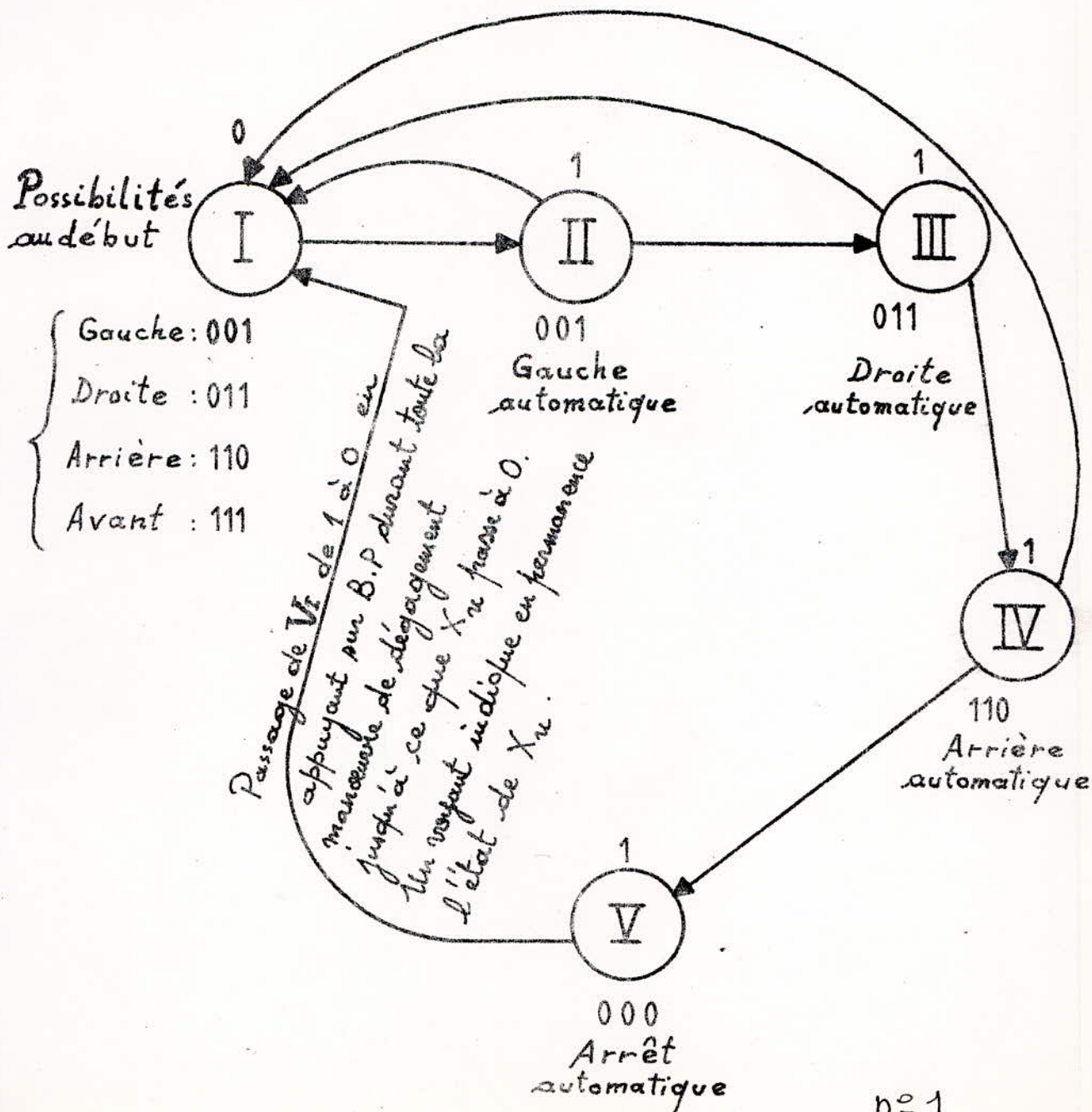
# Organigramme de la sèquence d'automatismes



n° 1



# DIAGRAMME DE FLUENCE :



n° 1

# Table des phases

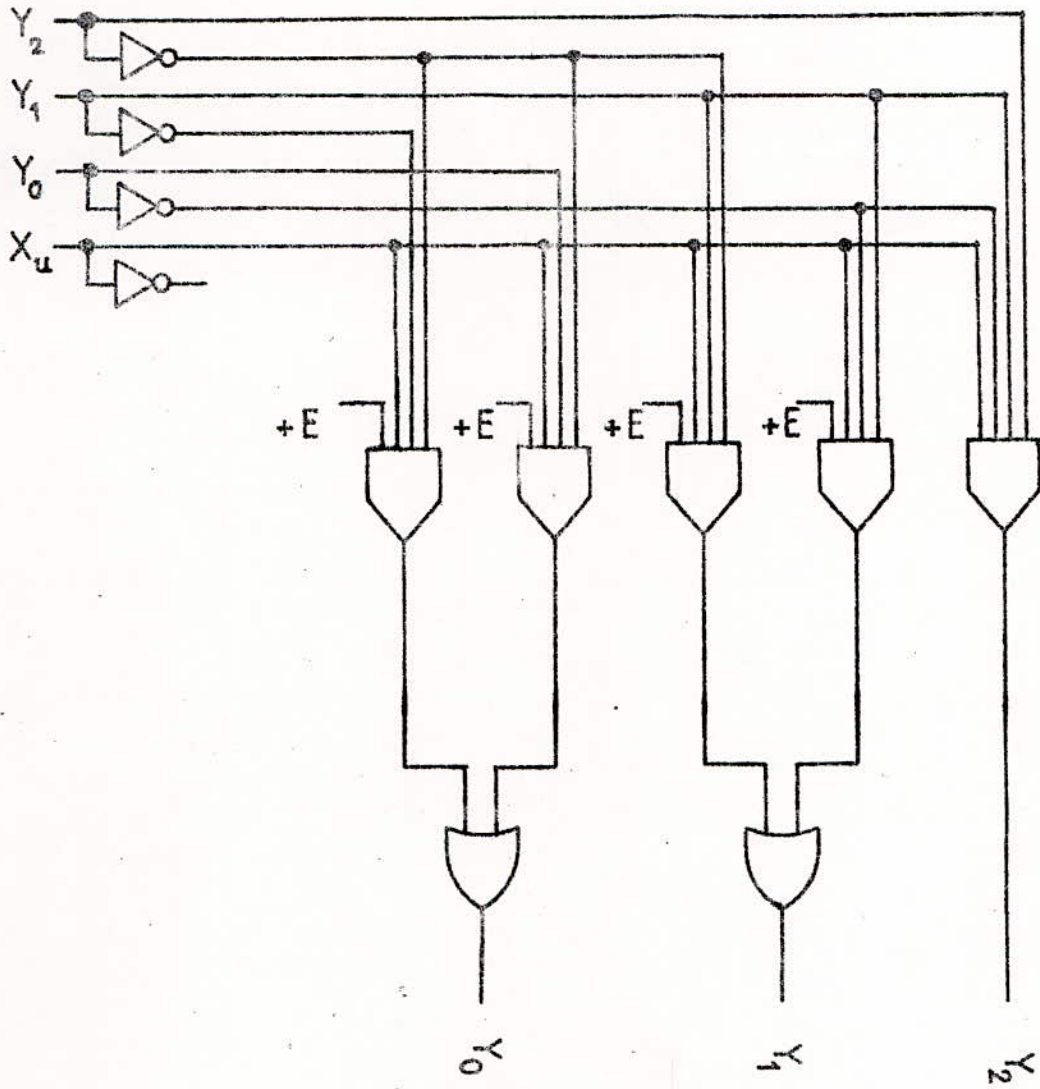
Etat	$X_U$	0	1	$X_2$	$X_1$	$X_0$
	I	$\textcircled{\text{I}}$	II	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
II	I	$\textcircled{\text{II}}$	0	0	1	
III	I	$\textcircled{\text{III}}$	0	1	1	
IV	I	$\textcircled{\text{IV}}$	1	1	0	
V	I	$\textcircled{\text{V}}$	0	0	0	

## codage des états

N° 1

Etat	$X_U$			0	1	$X_2$	$X_1$	$X_0$
	$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$					
0 0 0	I	I	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$			
0 0 1	I	II	0	0	1			
0 1 1	I	III	0	1	1			
0 1 0	I	IV	1	1	0			
1 1 0	I	V	0	0	0			
1 1 1								
1 0 1								
1 0 0								

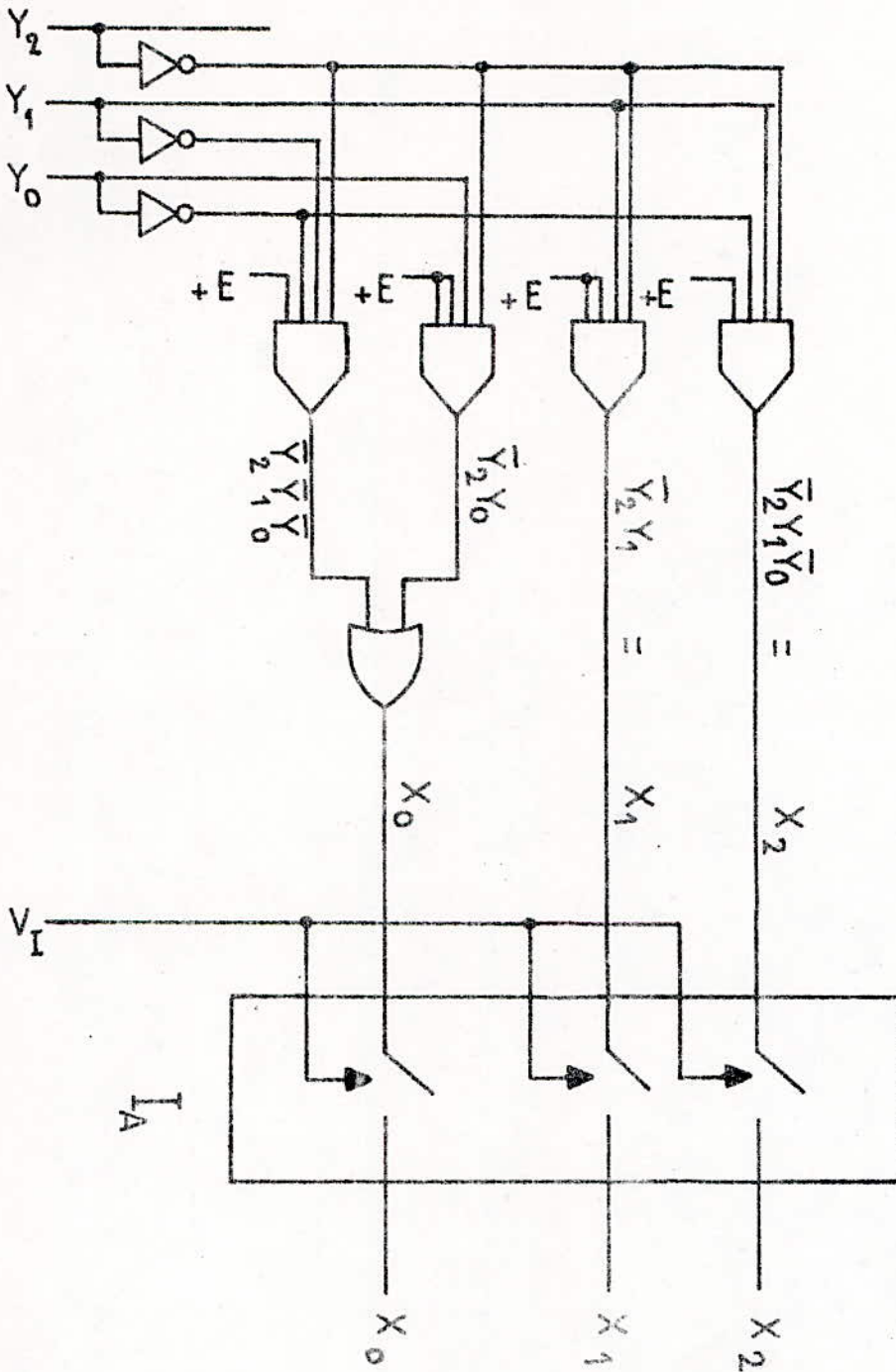
SCHEMA SIMPLIFIE DU CIRCUIT DE COMMANDE AUTOMATIQUE :



n° 1



SCHEMA DU CIRCUIT (LOGIGRAMME)  
 COMMANDE AUTOMATIQUE



Décodage de l'état des variables  
 intermédiaires.

no 1

g) Matériel nécessaire

page 21 fig n° 1	2 boitiers MC I408I I boitier MC I4069 I boitier MC I407I 4 Supports I4 pattes
page 28 fig n° 1	2 boitiers MC I4066 ( 6 interrupteurs ) I boitier MC I408I ( 4ET/2 entrées ) I B.P. ( bouton poussoir)
page 33 fig n° 1	3 boitiers MC I4082 ( 2 ET/4 entrées ) I boitier MC I407I ( 4 OU/2 entrées ) I boitier MC I4049 ( 6 buffers inverseurs )
page 34 fig n° 1	2 boitiers MC I4082 ( 2 ET/4 ent ) I boitier MC I407I ( 4 OU/2 ent )
D i v e r s :	I boitier MC I4049 ( 6 buffers inverseurs ) I boitier MC I4050 ( 6 ampli-suiveurs ) I4 supports I4 pattes I diode led 10 résistances 3,3 K $\Omega$ I résistance 560 $\Omega$

### 3) Commande de puissance

- A titre d'exemple prenons le cas du moteur gauche qui est commandé par la présence d'un état haut ( Etat "1" ) sur la ligne A du circuit. Lors du passage de l'état bas ( Etat "0" ) vers l'état haut, la capacité  $C_5$  se charge progressivement à travers  $R_5$ . Le curseur de l'ajustable  $A_1$  permet d'obtenir un potentiel pouvant varier de 0v à 12v .

Les transistors  $T_5$  et  $T_7$  sont montés en Darlington et  $T_7$  monté lui-même en collecteur commun, permet de disposer au niveau de son émetteur d'un potentiomètre égal à celui du curseur de  $A_1$  diminue de 2 fois la valeur de  $V_{BE}$  (  $T_5$  et  $T_7$  )

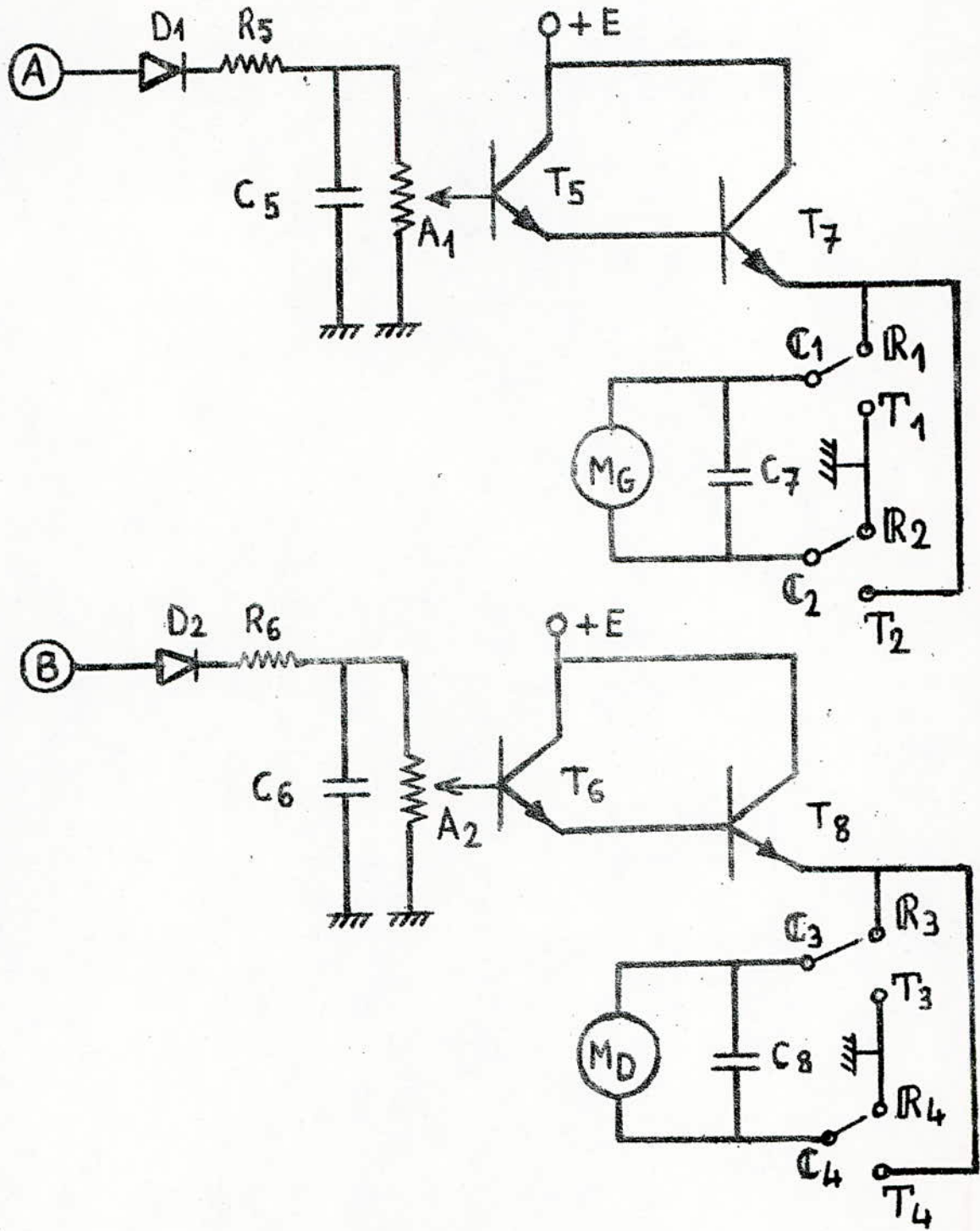
Dans sa position de repos, le relais 4 RT assure une alimentation des moteurs telle que ces derniers font évoluer le robot vers l'avant.

Lorsque le niveau logique de A passe de 1 à 0, le potentiel disponible au niveau du curseur de  $A_1$  se rapproche doucement de zéro grâce à la décharge progressive de  $C_5$ . Ainsi la sollicitation des moteurs gauche et droit, aussi bien pour leur mise en marche que pour l'arrêt, se réalise sans saccade : tout se réalise en douceur, ce qui assure au robot un guidage où tous les mouvements brusques sont exclus.

Les capacités  $C_7$  et  $C_8$  éliminent les parasites éventuels en provenance des collecteurs et des balais des moteurs en rotation.



# Circuit de commande de puissance



## V CAPTEURS

1) Définitions : Un capteur est un système capable de transformer une grandeur physique en une grandeur électrique.

2) Le détecteur ultrasonique.

Notre choix pour la détection s'est porté sur les ultrasons, ce dédain pour l'onde ultrasonore est dû à sa très forte atténuation dans l'air ce qui limite grandement la portée du signal et donc ses possibilités de détection.

Ce détecteur permet au robot mobile de détecter les obstacles se trouvant sur son passage lui évitant ainsi d'éventuelles collisions si l'obstacle est proche.

Le champ de détection est de 1 m.

3) Principe de fonctionnement du détecteur ultrasonique

Le système de détection est constitué de transducteurs et de circuits intégrés  $\mu$ A 74I et de circuits intégrés en technologie C-MOS

L'utilisation de tels composants dans notre système est justifiée par la souplesse et la rapidité du processus.

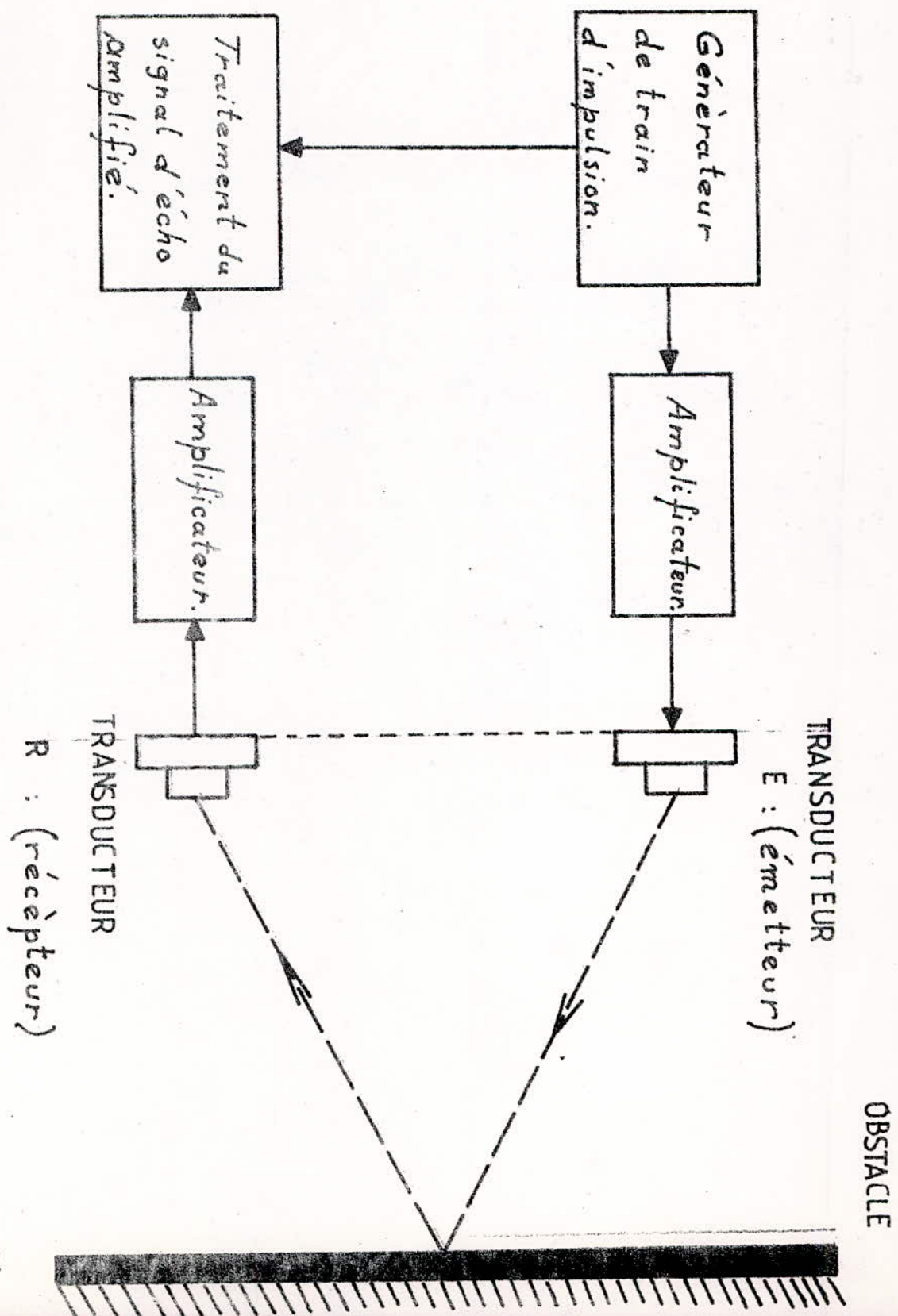
Ce détecteur devra déclencher l'arrêt de la commande manuelle pour le passage en mode automatique.

Le fonctionnement du détecteur est basé sur le principe suivant: un train d'impulsions est émis par un émetteur ultrasonique et se propage dans l'air à la vitesse  $c = 340$  m/s. La réflexion de ce train sur l'obstacle crée un écho qui est capté par un récepteur ultrasonique situé dans un même plan.

La mesure du temps d'aller-retour du train d'impulsions nous permettra de déduire deux fois la distance  $x$  existant entre l'obstacle et le détecteur par la relation :

$$x = \frac{ct}{2}$$

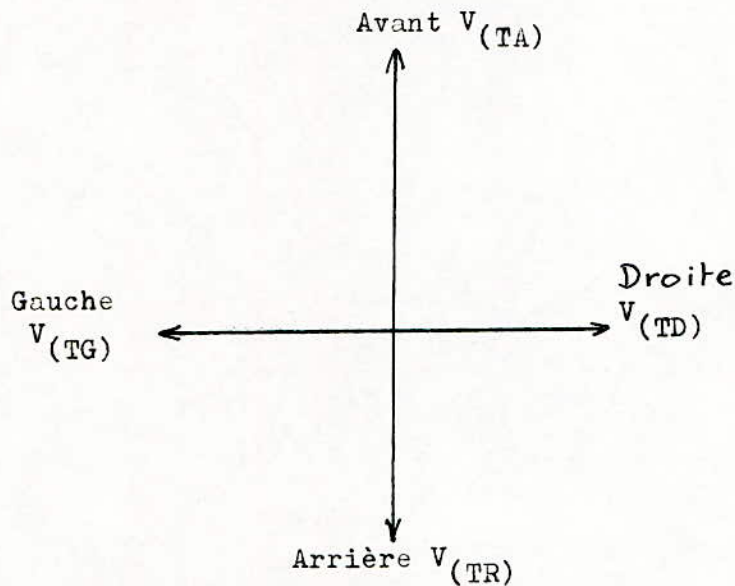
SYNOPTIQUE SIMPLIFIE DE L'EMISSION ET DE LA RECEPTION-  
- DU SIGNAL ULTRA-SON :





Les amplifications qui se feront à différents stades du fonctionnement, seront destinées à compenser la très fortes atténuation par absorption des ultra-sons dans l'air.

On dispose de 4 paires de transducteurs



Que l'on commute selon le sens de déplacement du véhicule, c'est à dire en faite selon l'état de  $X_2$ ,  $X_1$  et  $X_0$  soit les variables qui les représentent désignées comme suit :

$$( V_{TA} , V_{TR} , V_{TD} , V_{TG} )$$

Le tableau de fonctionnement est donné en ( page 41 fig n°1 )  
 Les opérations logiques qui en découlent sont les suivantes:

$$V_{TA} = X_2 \cdot \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_0$$

$$V_{TR} = X_2 \cdot \bar{X}_1 \cdot X_0$$

$$V_{TD} = \bar{X}_2 \cdot X_1 \cdot X_0$$

$$V_{TG} = \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_1 \cdot X_0$$

$X_2$	$X_1$	$X_0$	$V_{TA}$	$V_{TR}$	$V_{TD}$	$V_{TG}$	Signi- fication
0	0	0	0	0	0	0	Arrêt
0	0	1	0	0	0	1	Gauche
0	1	1					
0	1	0	0	0	1	0	Droite
1	1	0					
1	1	1					
1	0	1	0	1	0	0	Arrière
1	0	0	1	0	0	0	Avant

Tableau de fonctionnement

n°1

On peut plus simplement partir des fonctions de sortie :

$$( F_{GAV} , F_{DAV} , F_{GAR} , F_{DAR} )$$

Voir schéma ( page 43 figure n°1 )

Les équations  $(F_{GAV} \cdot F_{DAV})$  ;  $(F_{GAR} \cdot F_{DAR})$  ;  $(F_{DAV})$  et  $(F_{GAV})$  se déduisent facilement du tableau ( page 43 figure n°2 )

$$F_{GAV} \cdot F_{DAV} = V_{TA}$$

$$F_{GAR} \cdot F_{DAR} = V_{TR}$$

$$F_{DAV} = V_{TD}$$

$$F_{GAV} = V_{TG}$$

Exemple : pour la marche avant, il faut que :

$$F_{GAV} = I \quad \text{et} \quad F_{DAV} = I$$

$$\implies V_{TA} \text{ branché lorsque } ( F_{GAV} \cdot F_{DAV} ) = I$$

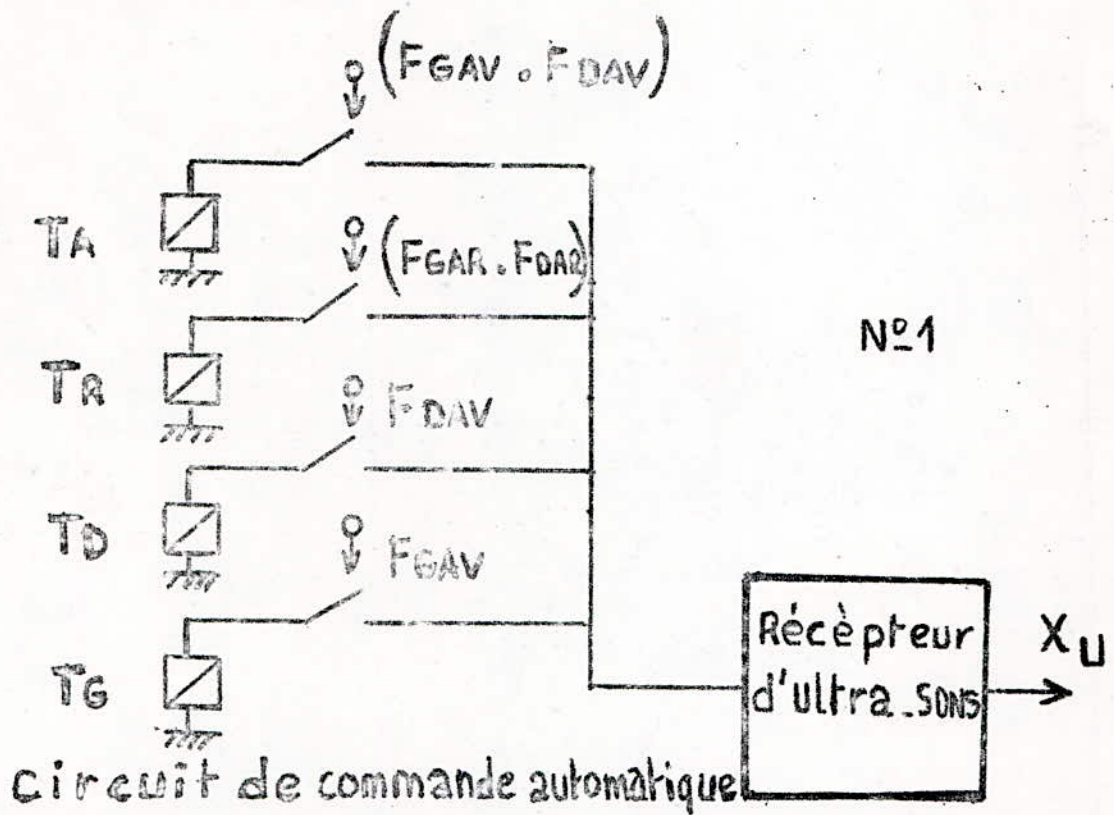
h) Schéma complet simplifié : ( page 43bis figure n°1 )

i) Dispositif de visualisation de la marche de la voiture: ( page 44° )

Matériels nécessaires .

- 4 transducteurs recepteurs
- 4 transducteurs emetteurs
- 3 support I4 pattes
- 1 MC I408I
- 2 MC I4066
- 4 diodes leds
- 4 résistances 330  $\Omega$  ou 270  $\Omega$
- 1 MC I4050
- 1 support I4 pattes



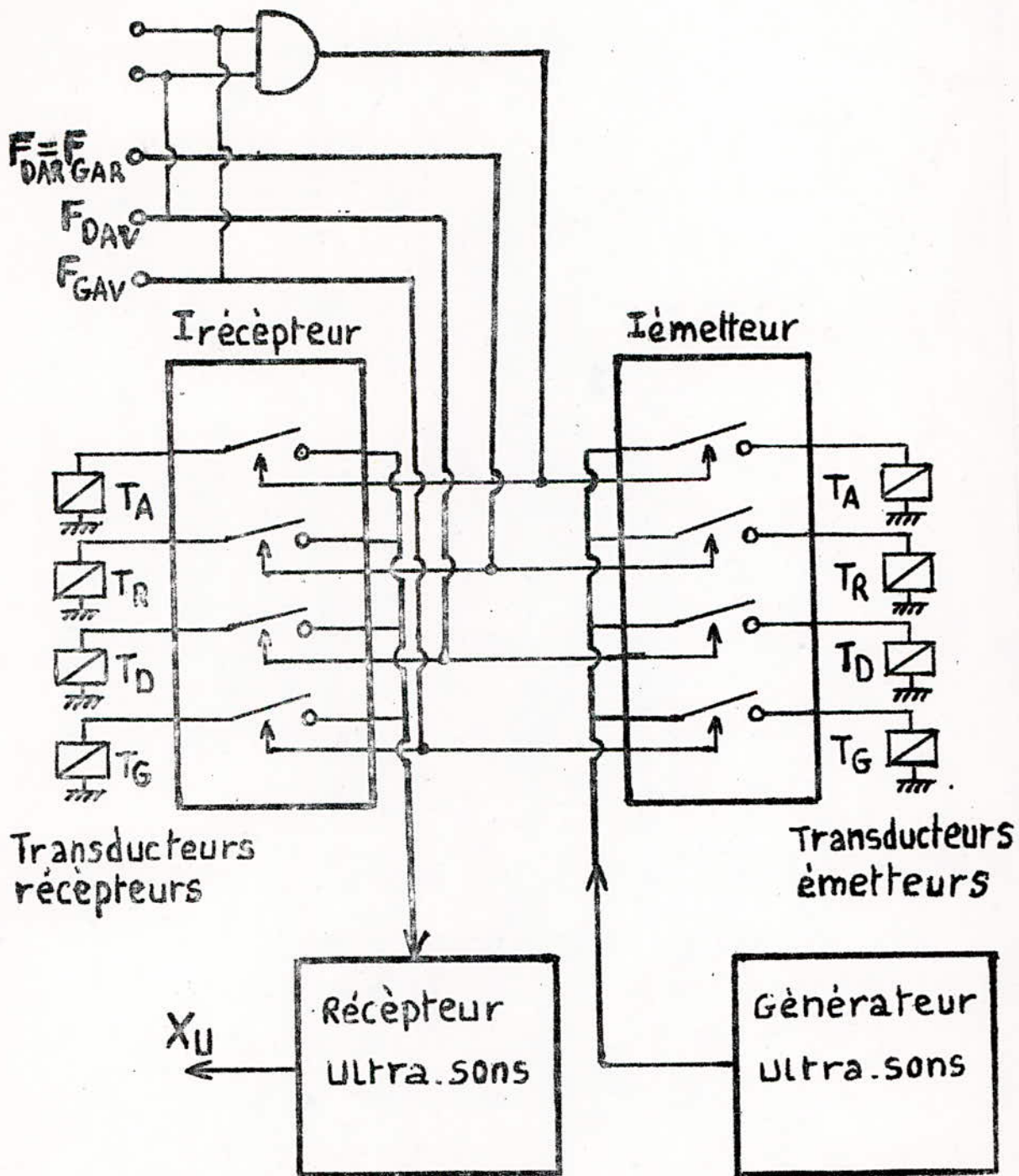


F <sub>GAV</sub>	F <sub>GAR</sub>	F <sub>DAV</sub>	F <sub>DAR</sub>	V <sub>TA</sub>	V <sub>TR</sub>	V <sub>TD</sub>	V <sub>TG</sub>
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0

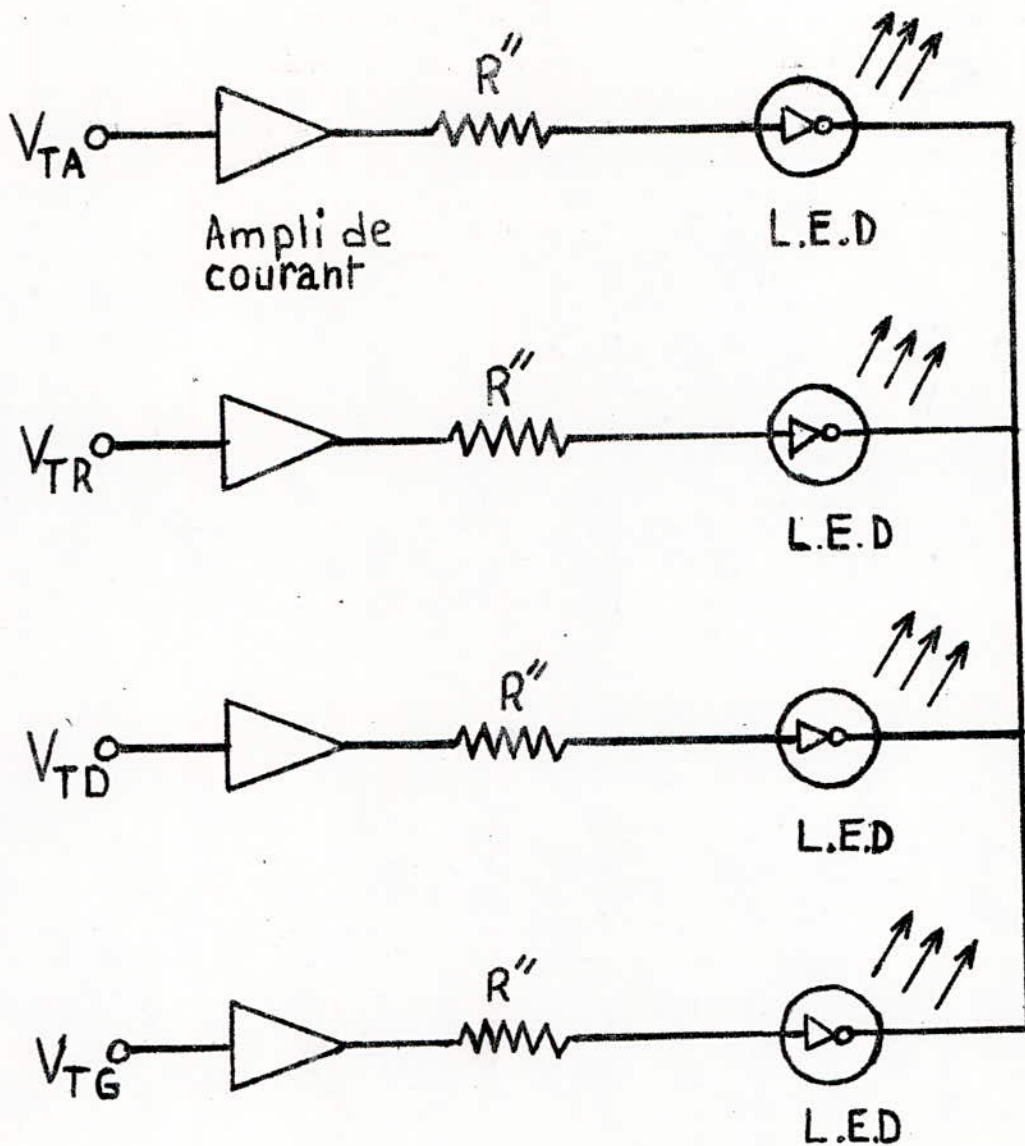
N°2

Tableau de commande automatique

# Schéma complet simplifié de la commande automatique



# Dispositif de visualisation de la marche de la voiture

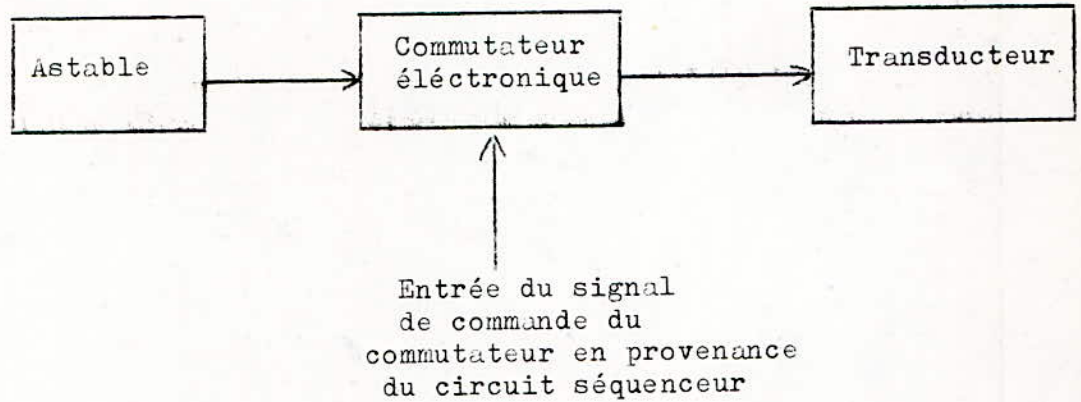




#### 4) Emetteur ultra-sonique.-

Il utilise un Astable et un dispositif de commutation électronique pour délivrer un signal ultra-sonore de 40 KHz. Cet astable est commandé par un monostable qui génère un train d'impulsions de durée 0,2ms qui se répète toutes les secondes.

Principe.



Calcul des éléments de l'astable.-

$$f = 4 \cdot 10^4 \text{ Hz} \quad T_a = 2,2 \text{ RC}$$

$$T_a = \frac{10^{-4}}{4} = 0,25 \cdot 10^{-4} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

$$\implies RC = \frac{2,5 \cdot 10^{-5}}{2,2} = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ s} \quad \implies C = 1 \text{ nF}$$

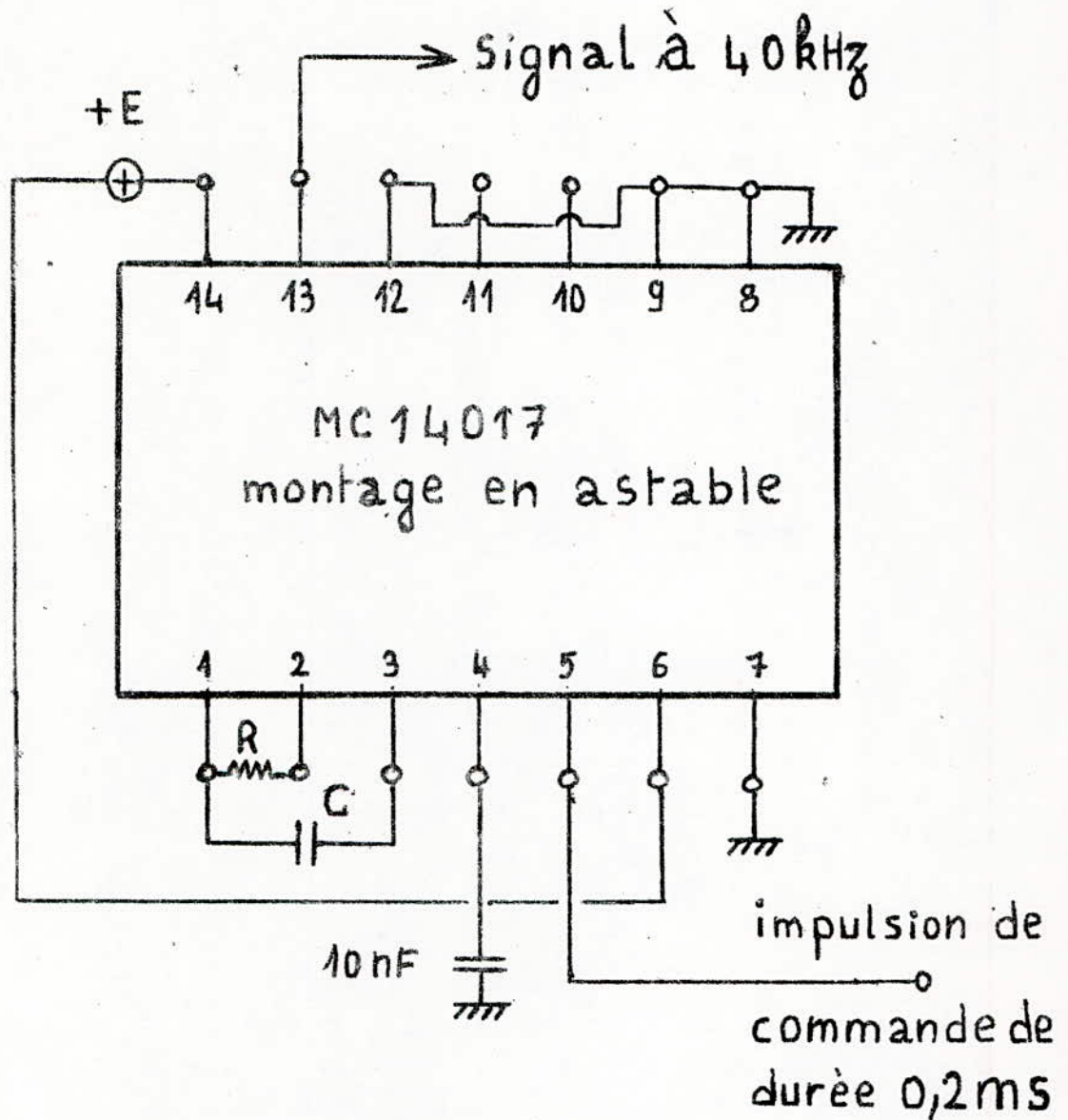
$$\implies R = 4,7 \text{ K}\Omega \text{ fixe} + 22 \text{ K}\Omega \text{ (ajustable potentiomètre)}$$

aux points (IO) et (II)

$$f = \frac{f_0}{2}$$

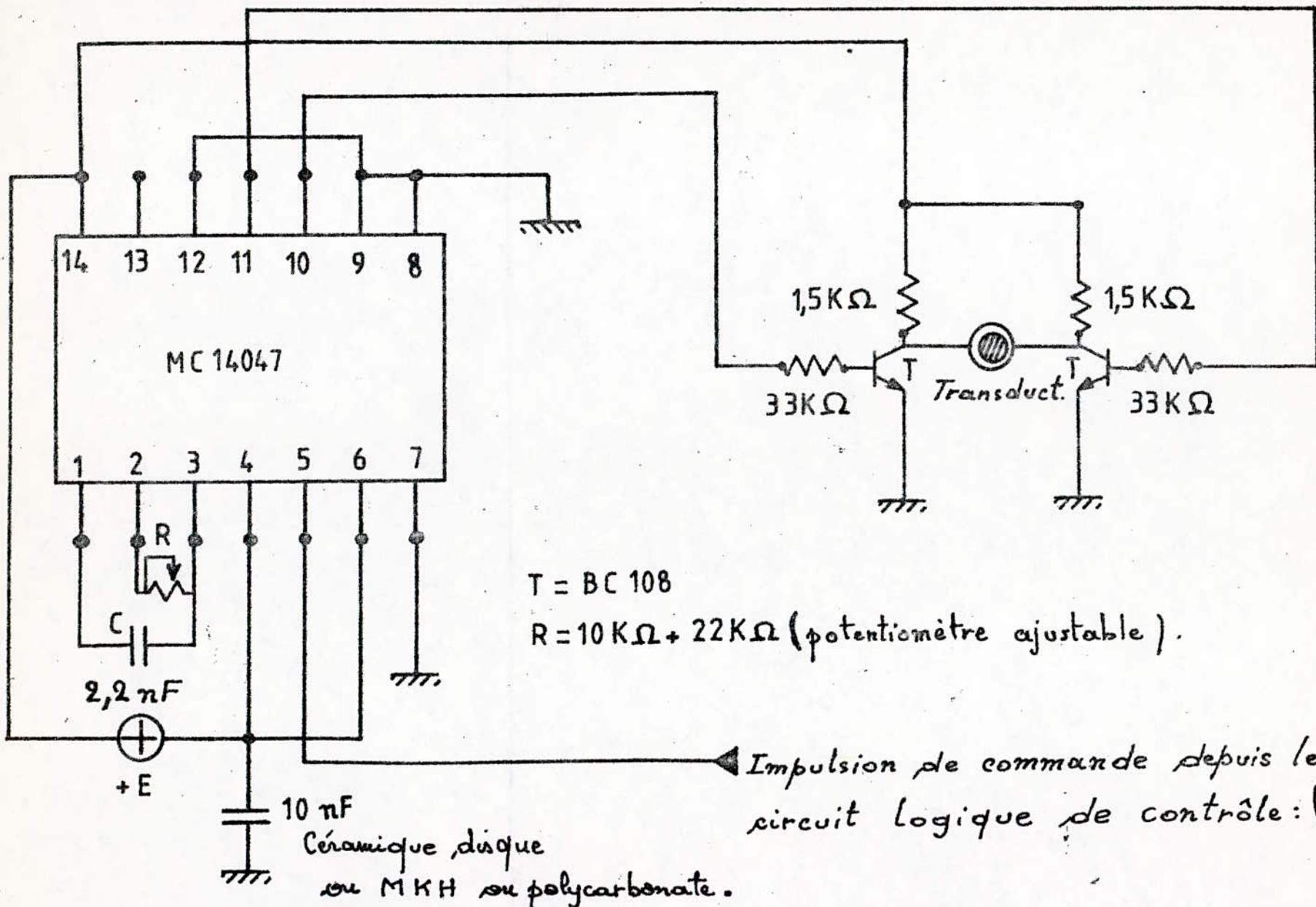
$$\implies \begin{cases} R = 10 \text{ K} + 22 \text{ K} & \text{ajustable} \\ C = 2,2 \text{ nF} \end{cases}$$

Astable à 40 kHz



circuit de l'émetteur à ultra-sons

# CIRCUIT EMETTEUR D'ULTRASONS .





## 5)- Récepteur ultrasonique

- La première tâche d'un récepteur est de capter le signal ultra-sonore réfléchi ( par l'obstacle ) puis de la convertir en un signal électrique, qui se prête facilement au traitement. ( amplification, filtrage puis mise en forme)  
Cette opération est réalisée par le transducteur.

- Caractéristiques du signal recueilli aux bornes du transducteur

. La fréquence du signal reçu est la même que celle du signal émis :  $F = 40 \text{ kHz}$

. Son allure est celle d'une sinusoïde amortie ( à cause de la bande passante du transducteur)

. Son amplitude est très faible ( quelques millivolts)

Le signal qu'on veut obtenir après traitement est un signal carré



de période de récurrence  $T = 1 \text{ S}$

Compte tenu de ces caractéristiques, nous concevons le système de réception suivant: schéma page

Choix des composants :

-  $R_2 = 100 \text{ K}\Omega = R'_2$  ajustable

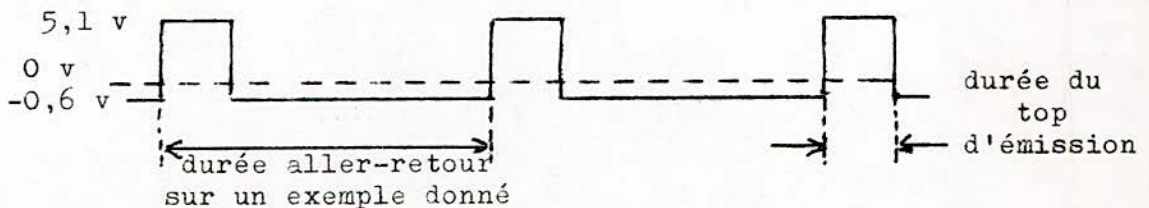
-  $R_1 = 1 \text{ K}\Omega = R'_1$

- Potentiomètre de  $10 \text{ K}\Omega$

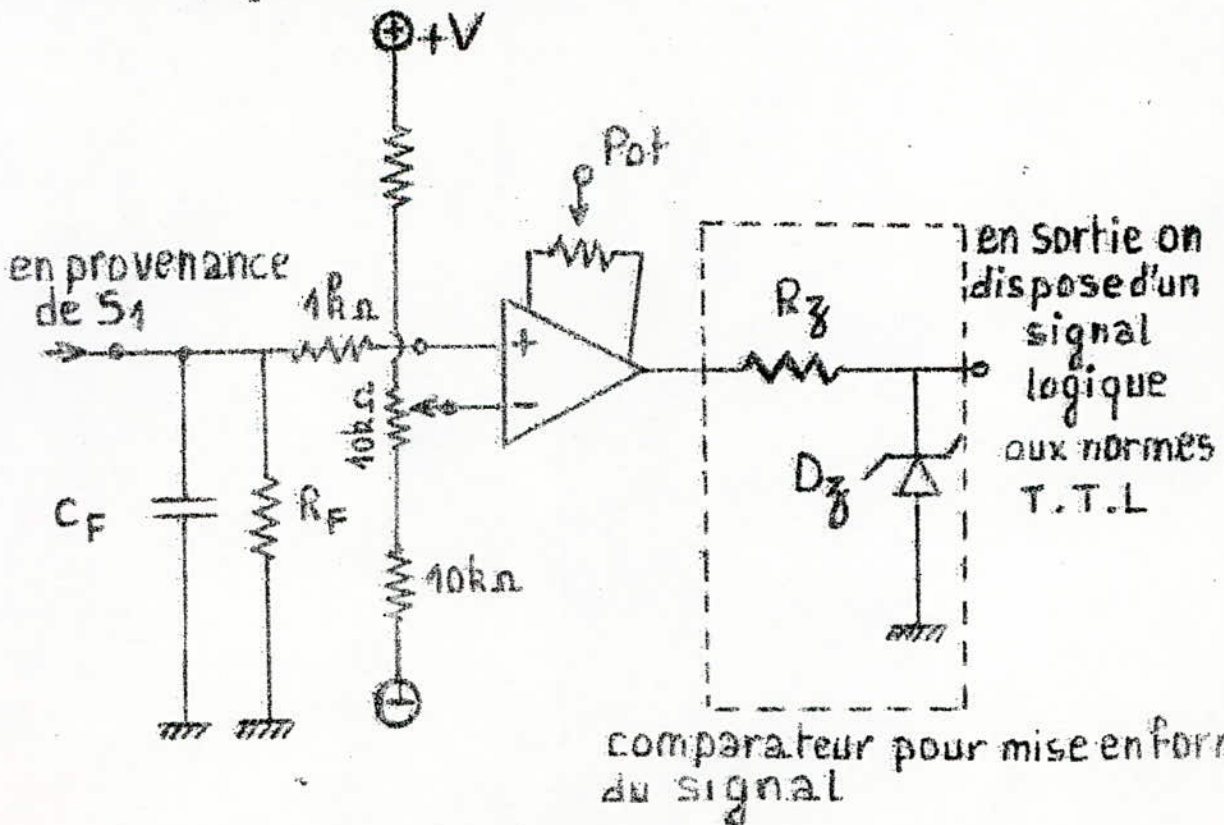
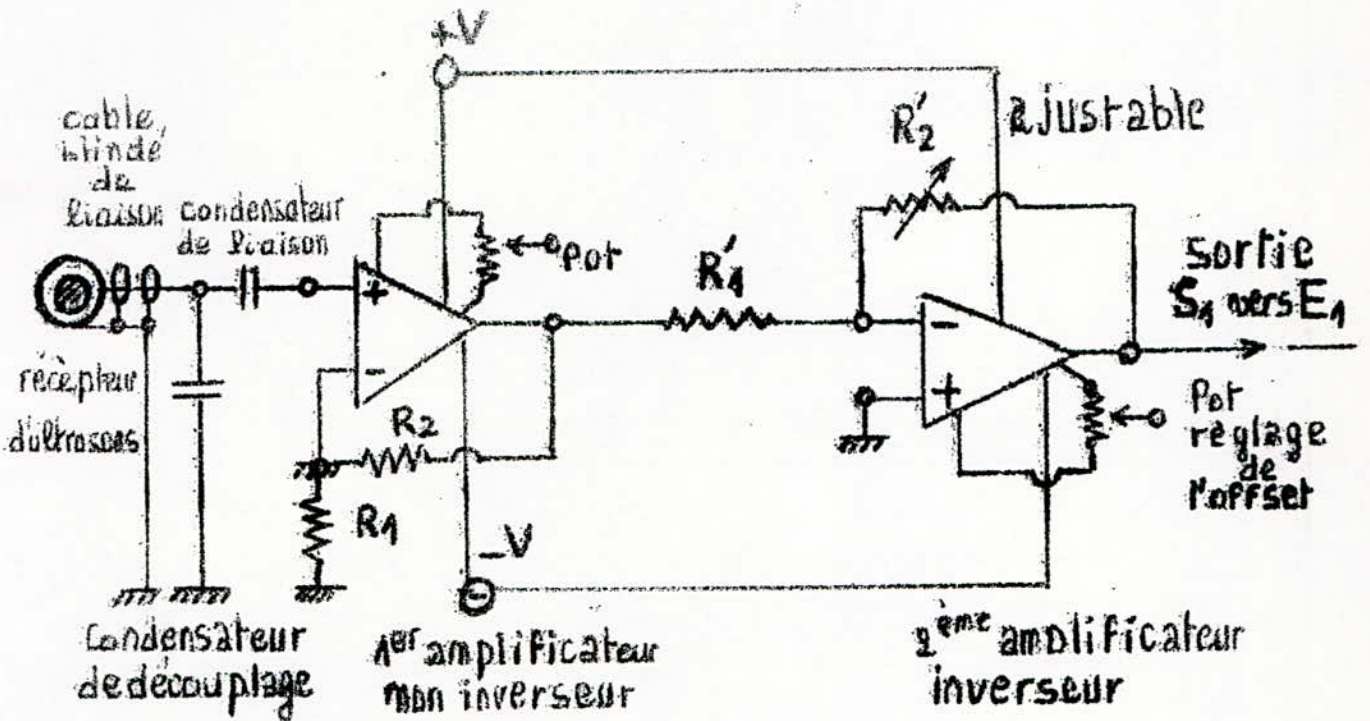
-  $R_F = 1 \text{ K}\Omega$ ,  $C_F = 3,9 \text{ nF}$

$D_z$  (diode zener) =  $5,1 \text{ v}$  ,  $R_z = 4,7 \text{ K}\Omega$

Allure du signal en sortie du récepteur



# Circuit de réception pour ondes ultrasonores



VI PRINCIPE DE LA LOGIQUE DE CONTROLE DE L'ENSEMBLE  
EMISSION RECEPTION ET COMPTAGE

1.- Circuits logiques de pilotage du système : page 52

1) Remise à zéro des compteurs de durée aller-retour du signal ultrasonore.

2) Emission d'un signal ultrasonore durant 0,2 ms. Retard à la réception durant 3 ms.

Début du comptage

Arrêt du comptage à la réception du signal

3) Comparaison avec la valeur affichée (limite d'approche minimale)

4) Prise de décision logique en relation avec les circuits de commande automatique.

- Horloge du circuit : schéma page 51 n° 1

$$T_H = kr = kRC \quad T_H = 0,1 \text{ s}$$

- Circuit pour la durée de 0,2 ms d'émission : page 51 n° 2  
c'est un monostable avec déclenchement sur front montant de  $T_E$

( temps d'émission ) égal à 0,2 ms de période  $T = 1\text{s}$

- Circuit pour la durée de 3 ms pour le blocage de l'écoute  
schéma page 51 n° 3

C'est un monostable avec déclenchement sur front montant de durée  $T_R$  ( temps de réception ) égal à  $\Delta t_E = 3 \text{ ms}$  qui est le temps nécessaire pour qu'il y'ai atténuation complète des vibrations ultrasonores du transducteur de période  $T = 1\text{s}$ .

- Circuit de séquençement :

Utilise un compteur décodeur décimal ( MC 14017 ) commandé par l'horloge

Le signal de sortie issu de (2) déclenchera les monostables (I) et (II) et leur séquençement s'effectuera au bout de 10 fois  $T_H$ , soit 1 seconde.



- Horloge du circuit

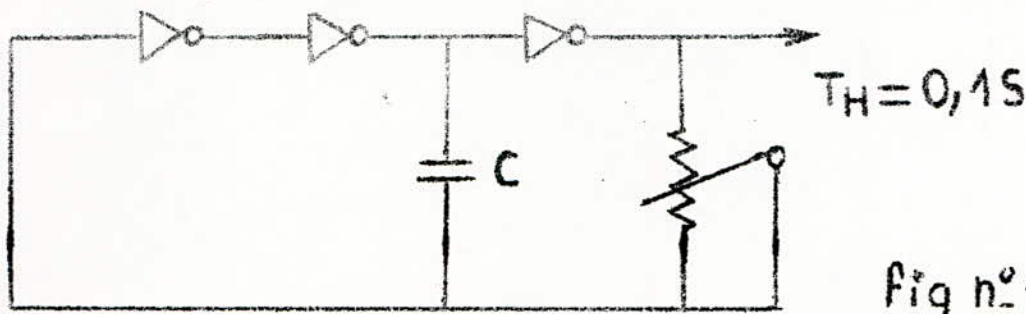


Fig n°1

MC 14069

- Circuit pour la durée de 0,2 ms d'émission

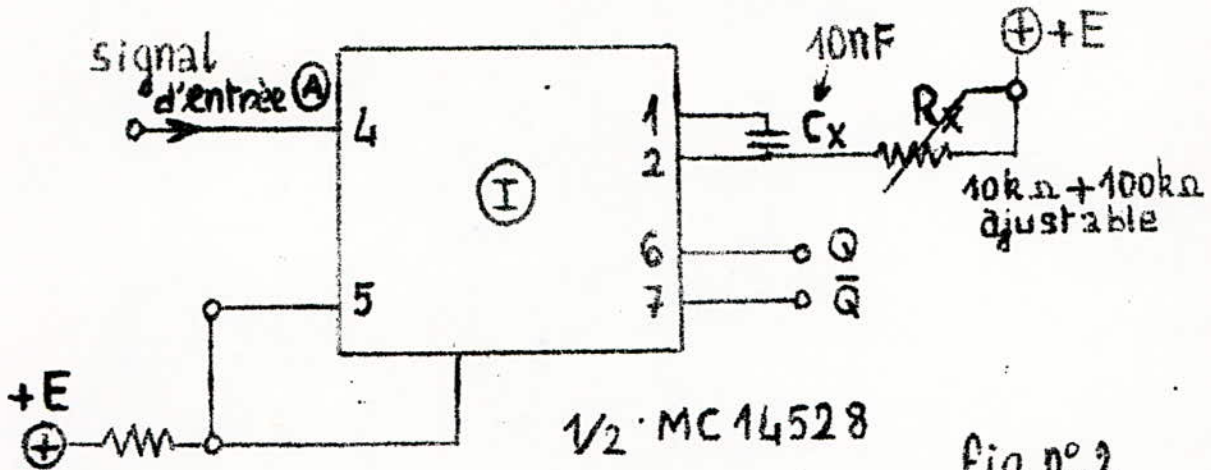


Fig n°2

- circuit pour la durée de 3ms pour le blocage de l'écoute

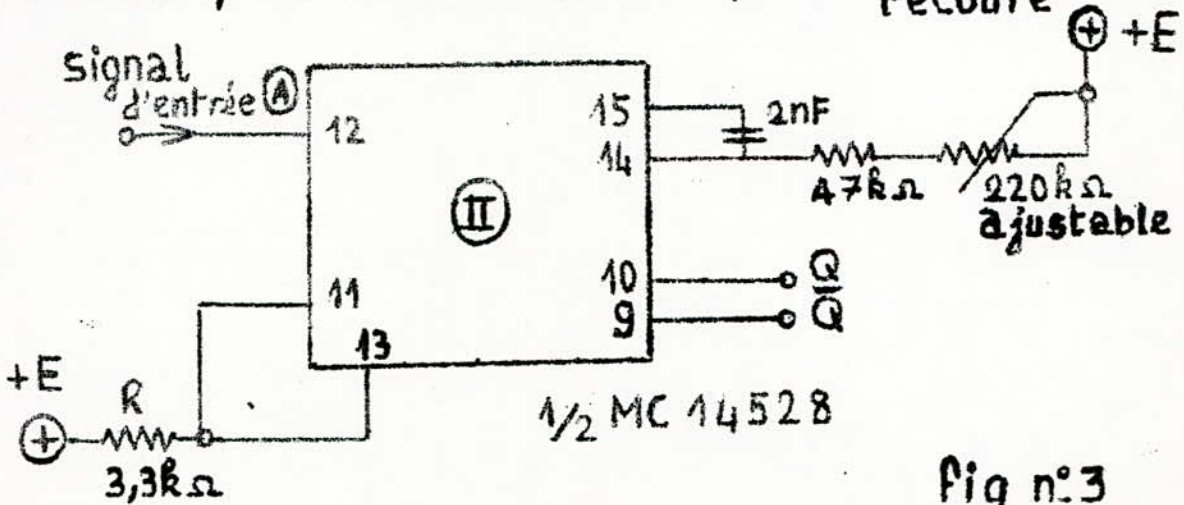
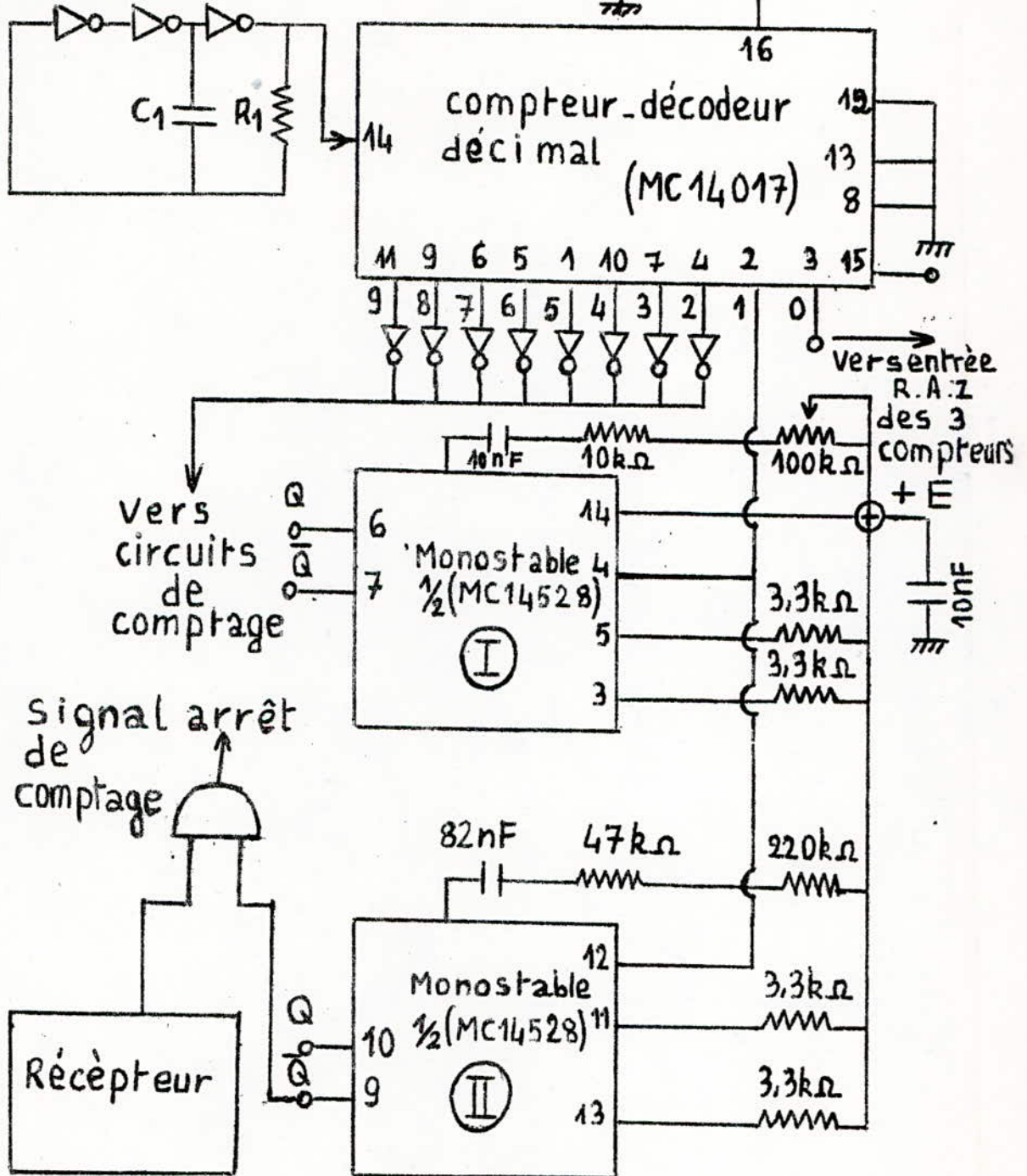


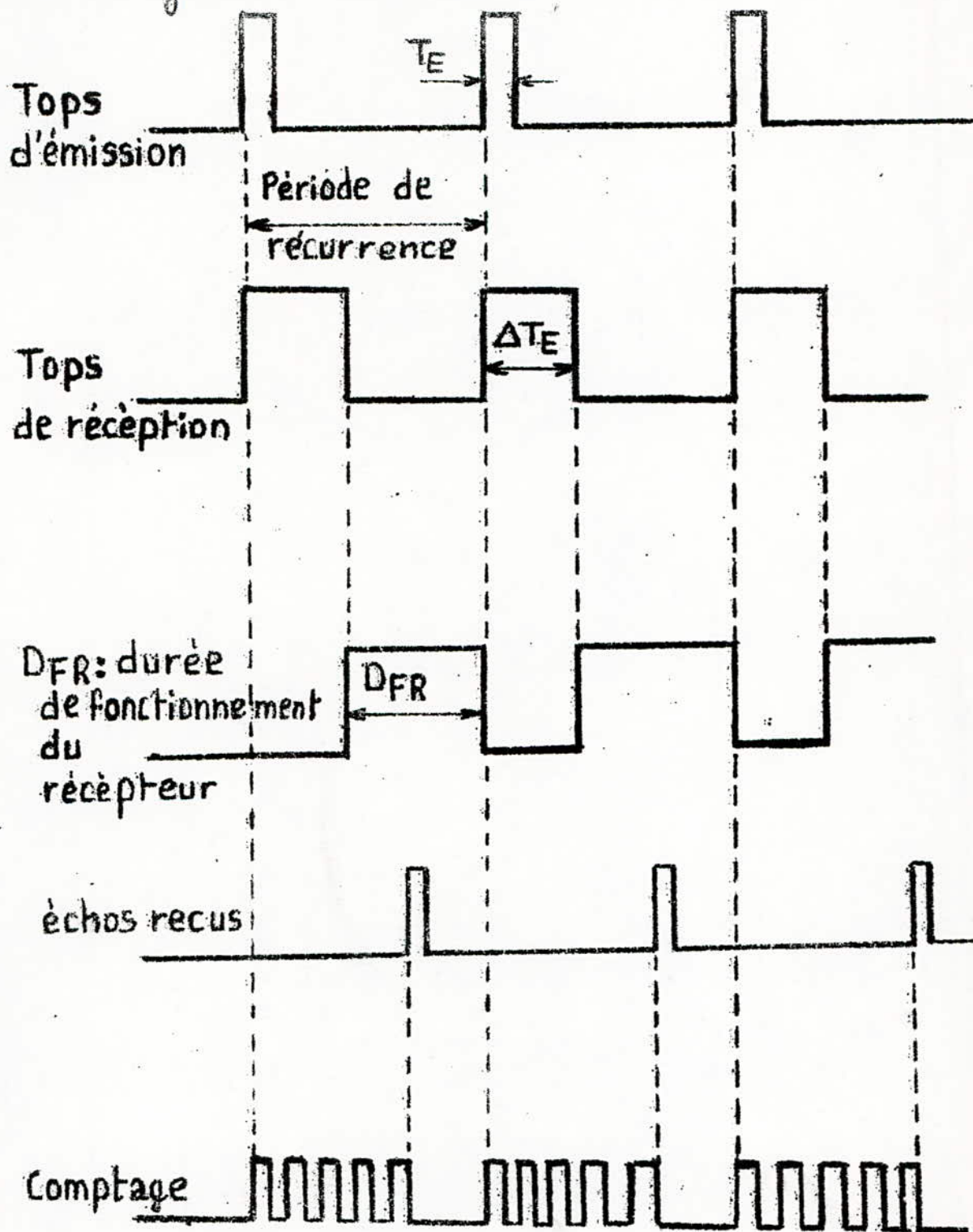
Fig n°3

# Circuits logiques de pilotage du système.

Horloge



# Chronogrammes de fonctionnement





## 2-Utilité de la commutation

Le principe utilisé est celui du radar : envoi d'un train d'ondes ultra-sonores durant  $T_E$  ( temps d'émission =  $T_E = 0,2$  ms), blocage du receptrur durant  $T_E + \Delta T_E$  : (  $\Delta T_E$  temps nécessaire pour ne pas prendre en compte les phénomènes parasites qui se produisent dans le transducteur: amortissement, etc..)

Détérmination de la durée écoulee entre l'émission et la réception et comparaison, ainsi de suite

Dans notre cas on considère que la distance minimale à l'obstacle devait être de 1 m, mais on prend 99,5 cm pour la simplification du décodage comme on le verra dans ce qui suit.

On a choisi d'après cette distance de faire en sorte que l'on a un 1 sur les sorties des compteurs décimaux MC I40I7, le circuit de décodage disposé aux sorties de ces derniers les décode comme suit :

- I sur la sortie (1) du MC I40I7 des centaines
- I sur la sortie (9) du MC I40I7 des dizaines
- I sur la sortie (9) du MC I40I7 des unités

Lorsque l'on a (1) simultanément sur les trois sorties et que ces uns (1) coincident avec le (1) délivré par le récepteur, il y'a arrêt du comptage puisque l'écho a été reçu comme le confirme le signal en sortie du récepteur .

**ET**

Le circuit de décodage utilise une porte à quatre entrées.

- Une entrée pour le signal provenant de la sortie décodée (1) des centaines
- Une entrée pour le signal provenant de la sortie décodée (9) des dizaines
- Une entrée pour le signal provenant de la sortie décodée (9) des unités
- Une entrée pour le signal provenant de la sortie du récepteur.

Ceci pour le décodage de la bonne combinaison, à savoir un (I) à la sortie de cette porte.

- Pour parcourir 199 cm, le temps nécessaire est:

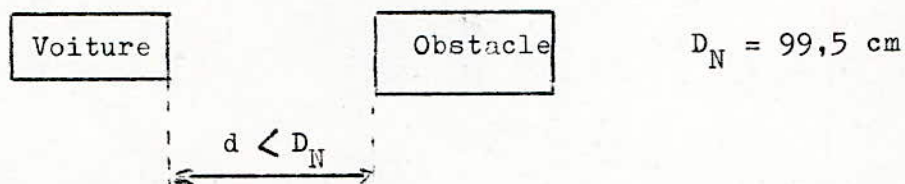
$$t = \frac{1,99}{340} = 5,85 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad \boxed{t = 5,85 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$$

La période de l'horloge nécessaire au comptage pour pouvoir afficher 199 à cette distance est

$$T = \frac{5,85 \cdot 10^{-3}}{1,99 \cdot 10^2} = 2,94 \cdot 10^{-5} \text{ s} \quad \boxed{T = 29,4 \text{ us}}$$

L'horloge de comptage est réalisée à l'aide d'un NE 555

- Lorsque  $d < D_N$ , l'écho est reçu.



Avant que le compteur ne parvienne à 199.

Le remède consiste à utiliser une bascule D comme mémoire en sortie du récepteur.

Le contenu de cette bascule doit-être remis à zéro en début de chaque cycle évidemment

## HORLOGE A BASE DU CI NE 555

Le circuit intégré (555) est universellement connu pour ses qualités en tant que programmateur ; il peut être utilisé comme générateur de signal carré. Une version 8 broches en boîtier DIL plastique est disponible sur le marché auprès de nombreux fabricants .

Il s'alimente sous 4,5 à 16 v .

Sa sortie basse impédance peut débiter ou absorber des courants de l'ordre de 200 mA .

Lorsqu'on l'utilise en multivibrateur astable , les fronts de montés et de descentes sont de l'ordre de 100 ns .

Il délivre un signal carré d'excellente qualité jusqu'à des fréquences de 100 KHz et sa fréquence ainsi que le facteur de forme peuvent être aisément contrôlés au moyen de deux résistances et d'une capacité.

Le schéma de l'horloge est donné sur la figure (2) . Dans cette configuration ce circuit charge un condensateur  $C_2$  à travers les résistances  $R_1$  ,  $R_2$  . Les tensions prélevées aux bornes (2) et (6) est comparée au  $2/3$  de  $V_{cc}$  ; dès que cette tension dépasse ce seuil , la borne (7) passe à la masse (transistor interne en commutation) déchargeant ainsi le condensateur  $C_2$

à travers  $R_2$  . Cette tension de charge et de décharge commande une bascule RS voir fig (2) qui donne à la sortie 3 un signal rectangulaire .

Le temps de charge vaut :

$$t_1 = 0,693 (R_1 + R_2) \cdot C_2$$

Le temps de décharge vaut :

$$t_2 = 0,693 \cdot R_2 \cdot C_2$$

La période vaut donc :

$$T = t_1 + t_2 = 0,693 (R_1 + 2R_2) \cdot C_2$$

Le facteur de forme est donné par :

$$D = R_2 / (R_1 + R_2)$$

Application numérique :

$$R_1 = 100 \text{ KOhms} \quad , \quad R_2 = 2 \text{ MOhms} \quad , \quad C_2 = 10 \text{ } \mu\text{F}$$
$$T = 30 \text{ s} .$$



- Mémorisation de l'information

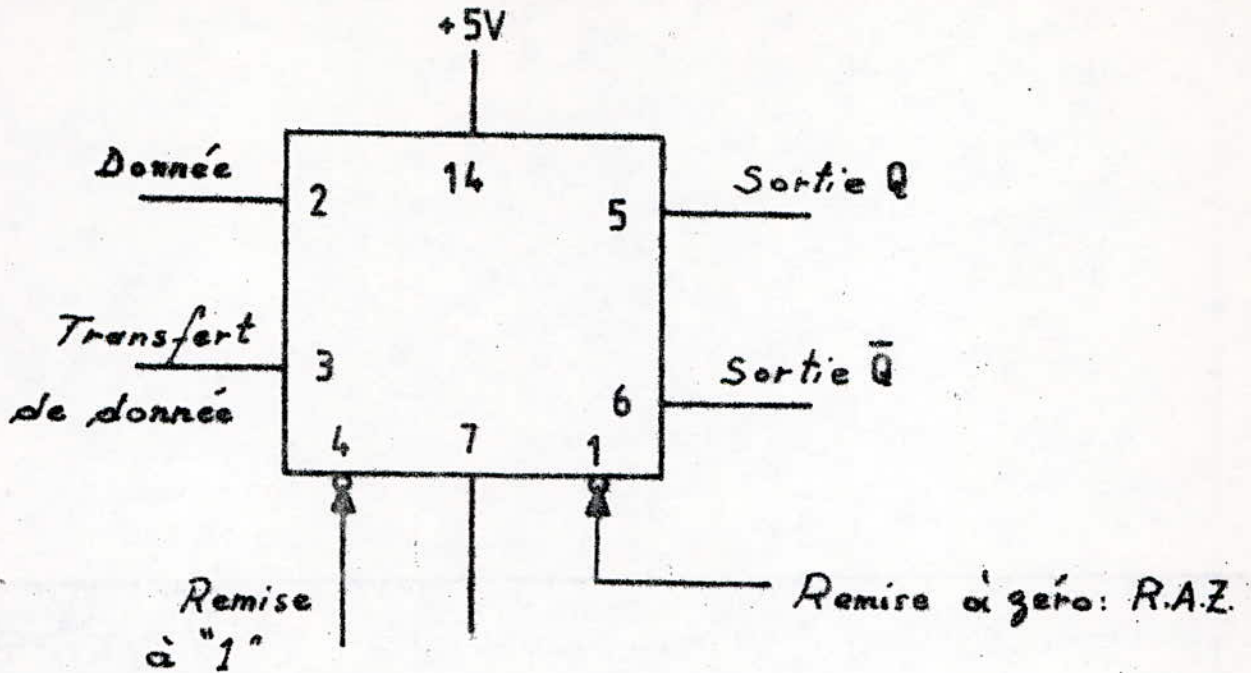
Elle est réalisé à l'aide d'une bascule D, c'est une bascule D du type SN 7474 ( Il y'a 2 bascules dans le boitier, on n'en utilise qu'une seule ).

Vu la période de l'horloge nécessaire au comptage pour pouvoir afficher 199 à cette distance citée précédemment (  $T = 29,4$  us) qui est très bref ce qui nous a conduit à choisir ce type de bascule qui permet de garder en mémoire l'information qui agira par la suite sur l'entrée horloge du 1er compteur ( parmi les compteurs décimaux ).



- . Câblage de la bascule D voir schéma page 60 .
- . Schéma final ( page 61 )
- . Chronogrammes dans le cas où il y'a réception d'un écho voir page 62



# BASCULE "D" DU TYPE SN 7474 :

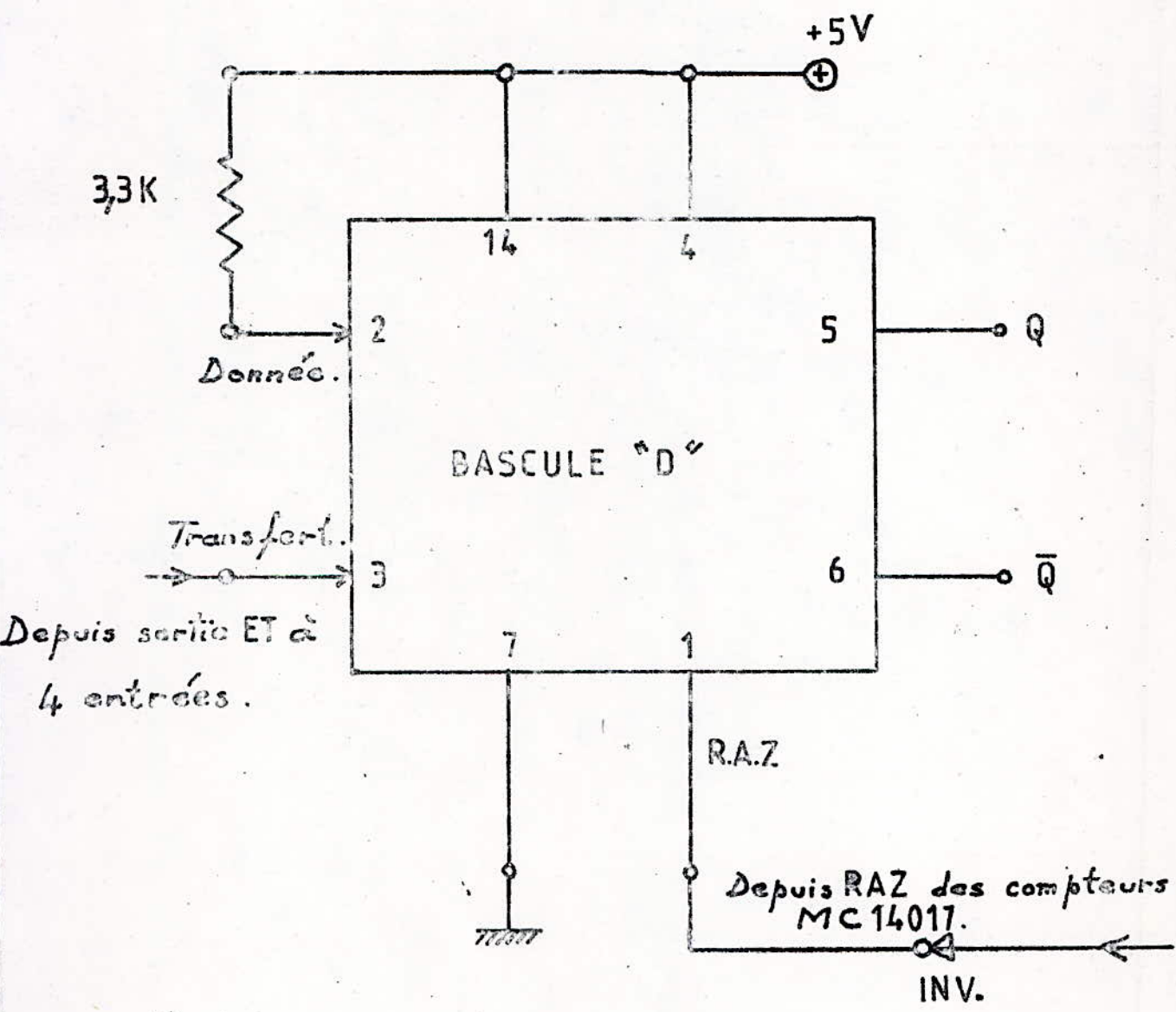


## FUNCTIONNEMENT :

	Preset	Clear	Clock	D	$Q^+$	$\bar{Q}^+$
ASYNCHRONE	0	1	X	X	1	0
	1	0	X	X	0	1
	0	0	X	X	1*	1* instable
SYNCHRONE	1	1		1	1	0
	1	1		0	0	1
	1	1	0	X	$Q^-$	$\bar{Q}^-$

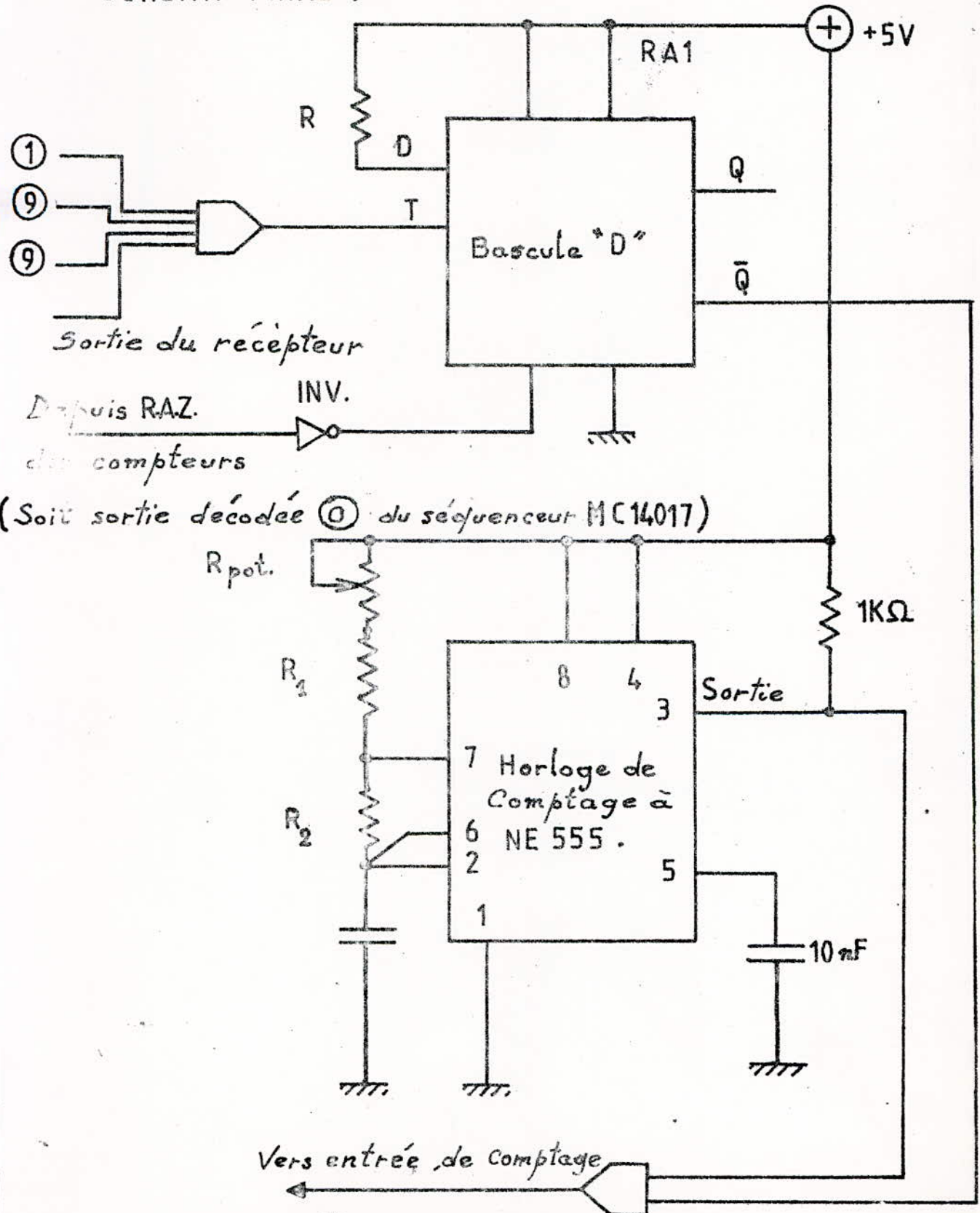


# CABLAGE DE LA BASCULE "D"



Depuis sortie ET à 4 entrées.

SCHEMA FINAL :



Sortie du récepteur

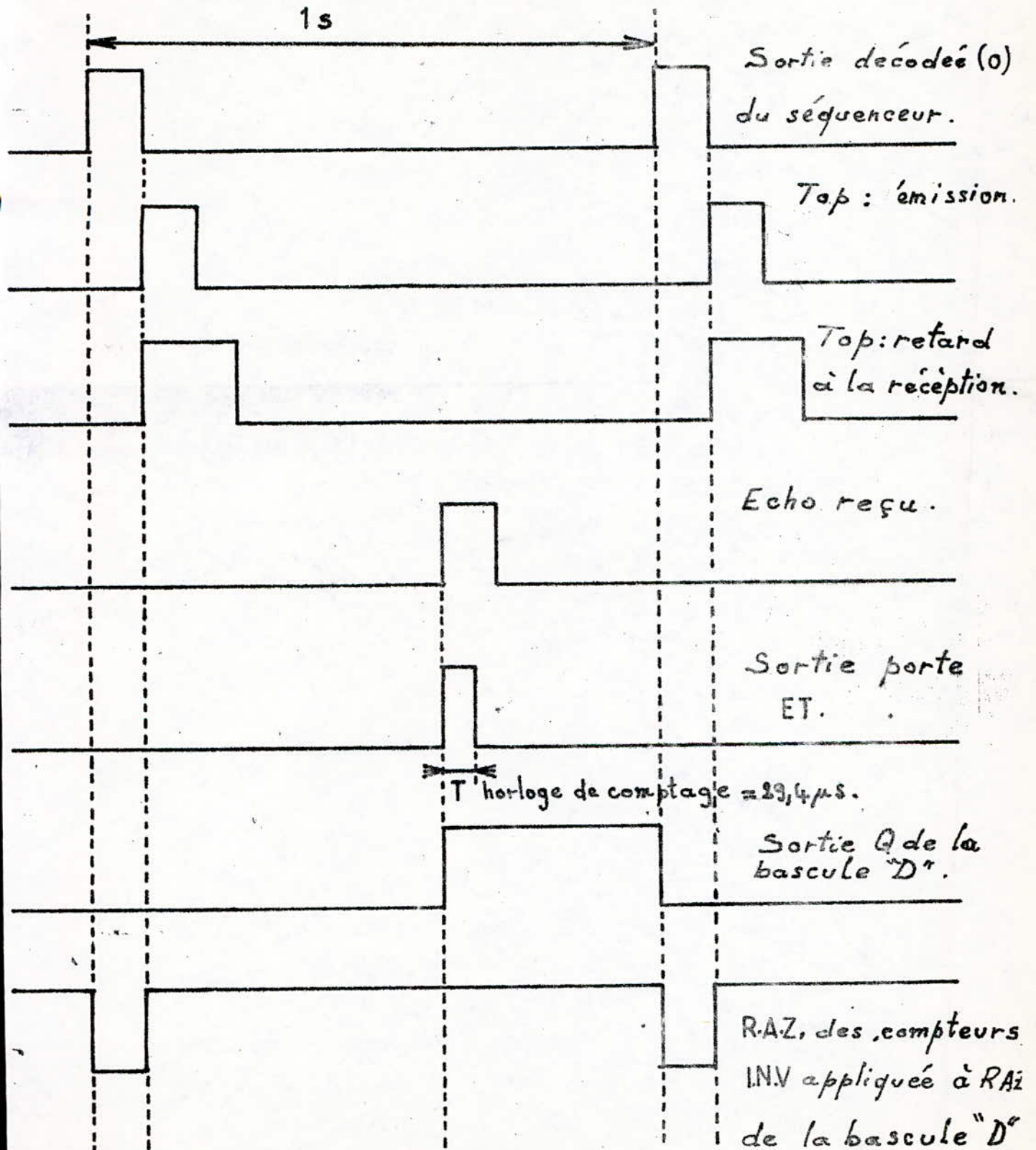
Depuis RAZ. des compteurs

(Soit sortie décodée ⑩ du séquenceur MC14017)

Vers entrée de comptage

patte ⑭ du MC14017 des unités.

CHRONOGRAMMES DANS LE CAS OU IL Y A RÉCEPTION -  
 - D'UN ECHO :





## VII C O N C L U S I O N

Nous avons pu, par une étude très originale, concevoir un système de commande et d'autocommande d'un mobile, de même qu'il nous a été donné l'occasion d'acquérir certaines notions supplémentaires sur les moteurs, capteurs, et, d'avoir aussi à être confronté à certaines réalités dans le domaine de l'automatisation d'un système en utilisant des circuits logiques.

Quoique l'étude de la robotique reste un domaine très complexe et perfectible, notre travail peut être poursuivi et amélioré par d'autres étudiants à l'avenir, pour d'autres applications à savoir, la réalisation proprement dite du véhicule soit une voiture en modèle réduit, pour d'éventuelles démonstrations à l'école.

L'utilité d'un tel véhicule robotisé à l'avenir permet sans doute de rendre encore plusieurs services à l'homme, par exemple aux handicapés de manoeuvrer la commande du mouvement du véhicule sans difficultés.

Pour une bonne compréhension du sujet, nous nous sommes limités dans les différentes étapes à ne prendre en compte que les états logiques nécessaires autant que possible.

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

### . OUVRAGES

- Logique binaire ( M. AUMIAUX, Edition Masson )
- Logique combinatoire ( J. LAGASSE -M. COURVOISIER )  
( Edition Dunod université )
- De la logique câblée aux microprocesseurs ( J.M. BERNARD  
( J. HUGON - R. LECORVEC) Tome I, II, III (Edition Eyrolles)
- Théorie et pratique d'automatismes numériques  
( CH. KORSAKISSOK ) (Edition Radio )
- Les Robots ( Que sais-je ?) P.J.RICHARD Presses universitaires  
de France
- Les robots et leurs circuits ( A.H. BRUINSMA) (Edition Radio )

### . THESES

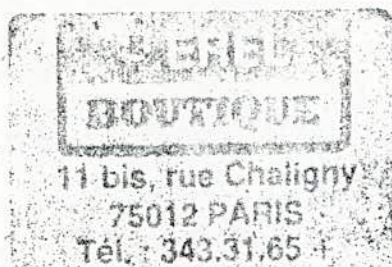
- Etude et réalisation d'un indicateur de taxe téléphonique  
Janvier 1984
- Conception et réalisation d'un détecteur d'obstacle à U.S.  
Janvier 1985

### . REVUES

- Micro et robots: n°1 Novembre 83, n°2 Décembre 83, n°3  
Janvier 84
- Toute l'électronique: n° 415 Novembre 76, n° 420 Avril 77
- Micro système : n° 53 Mai 85
- Radio plan : n° 432 Novembre 84, n° 434 Janvier 85
- Mesures : n° 4 Mars 85
- Electronique pratique : du n° 78 à 82 de Janvier 85 à Mai 85.

# **ANNEXE**





S T E T T N E R  
TRANSDUCTEURS ULTRASONNS  
MA 40 L1-R  
MA 40 L1-S

GENERALITES :

Le transducteur à ultrasons MA 40 L1-R est utilisé en tant que **microphone pour la réception d'ondes ultrasonores.**

Le transducteur à ultrasons MA 40 L1-S est utilisé en tant qu'émetteur et génère des ondes ultrasonores.

Cette combinaison est particulièrement adaptée à la télécommande de système.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES (25°C)

- |  | <u>MA 40 L1-R</u>   | <u>MA 40 L1-S</u> |
|--|---|-------------------|
| - FREQUENCE CENTRALE (fo) :<br>(La fréquence centrale fo est définie en tant que fréquence située au milieu d'une largeur de bande avec -70 dB/V/μbar) | 40 ± 1 kHz  | 41 ± 1 kHz        |
| - SENSIBILITE fo :   | G ≥ - 67 dB/V/ bar  |                   |
| - LARGEUR DE BANDE A - 73 dB/V/μbar :  | B ≥ 4 kHz   |                   |
| - VARIATION EN FONCTION DE LA TEMPERATURE :  | Dans le domaine de température -20°C ... + 60°C, fo ne varie pas de plus de 3 kHz et la sensibilité à fo ne baisse pas davantage que 10 dB. |                   |
| - TENSION ALTERNATIVE D'ALIMENTATION :<br>(le transducteur doit être alimenté en alternatif sans composante continue)                                  | UB ~ √ = 20 V eff   |                   |

DESIGNATION A LA COMMANDE : 44 42 00001 = MA 40 L1-R  
44 42 00002 = MA 40 L1-S

# moteurs directs à courant continu - 12V - 24V - 48V

PRÉSENTATION

• Type

82 760 0

82 770 0



## DESCRIPTION

- Rotor feuilleté bobiné
- Stator constitué de 2 aimants ferrite en forme de tuile
- Axe rotor acier
- Corps tubulaire métallique

- Collecteur 8 lames
- Coussinets en bronze fritté

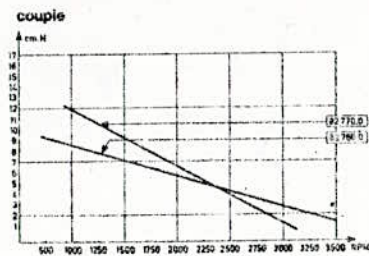
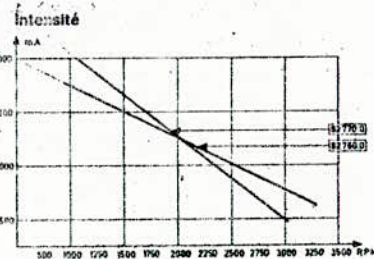
- Collecteur 14 lames
- Palier avec roulement à billes
- Ensembles porte-balai moule (auto-extinguible pour les normes UL)

## CARACTÉRISTIQUES (à tension nominale)

Symbol	24 V	12 V	24 V	48 V
● Vitesse nominale - $n$ /min	N	3200	3000	3400
● Puissance absorbée en charge - W	Pa	24	32	33
● * Puissance mécanique - W	P	15,5	16	14,5
● * Courant nominal - A	I	0,9	1	0,5
● Couple de démarrage - mN	Cd	0,11	0,14	0,19
● * Couple nominal - mN (tension et courant nominaux)	C	0,04	0,05	0,04
● Constante de couple - mN/A		0,05	0,03	0,12
● F.E.M./1000 tr/min - V	E/1000	7	3	6
● Résistance rotorique - $\Omega$ (environ)	R	8	3,1	8
● Inertie du rotor - $m^2 \cdot kg \cdot 10^{-7}$	J	384	300	300
● Constante de temps mécanique - s	Y	0,25	0,17	0,17
● Masse - g		600	600	600

\* Valeurs données pour une température ambiante maxi de 50°C et un  $\Delta t$  de 70°C. Pour des températures ambiante de 20°C, la puissance maxi et le courant nécessaire admissible peuvent être augmentés d'environ 22%.

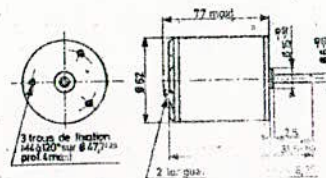
## COURBES



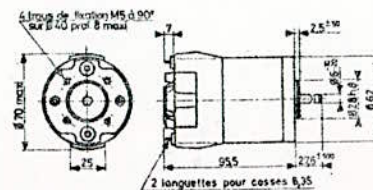
Autres réalisations en courant continu : voir nos moteurs synchrones et onduleur (page 31), ainsi que le moteur c.c. à pilotage électronique (page 55).

## ENCOMBREMENTS

type 82 760 0



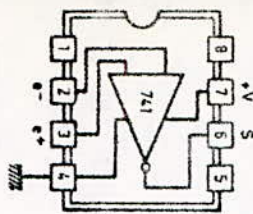
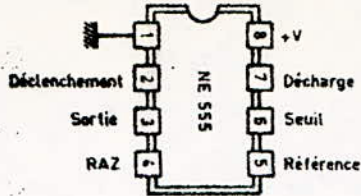
type 82 770 0



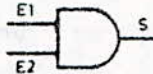
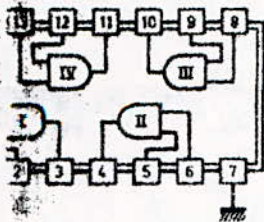
Autres réalisations : nous consulter.

Pour passer commande : préciser dans l'ordre les points 1 2

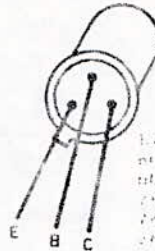




4 portes AND à 2 entrées



E1	E2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	0



7410  
14 pins  
100% TTL  
100% 170mV  
100% 20mA  
100% 200ns

4 portes NOR à 2 entrées

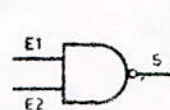
(même bruchage)



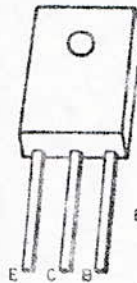
E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

CD 4011 4 portes NAND à 2 entrées

(même bruchage)

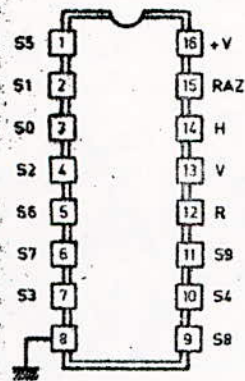


E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

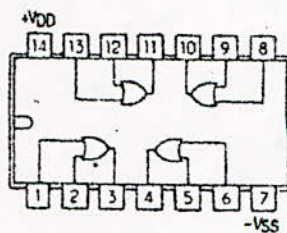


BD135

CD 4017 Compteur - décompteur décimal



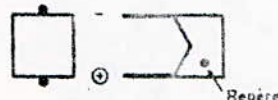
H	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	R
f	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
f	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
f	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
f	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
f	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
f	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
f	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
f	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0



4071

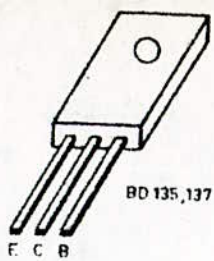


LD 271 et LED

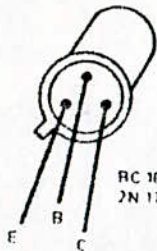


BP 104



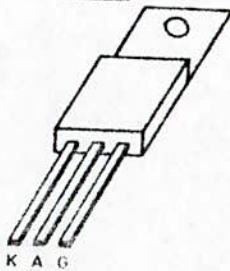


BD 135, 137



RC 108, 109, 177  
2N 1711, 2222, 2907

TRIAC

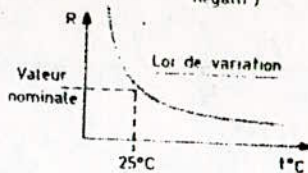


K A, G

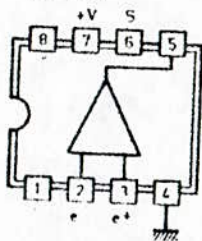
Transistors

CTN

(Resistance à coefficient de température négatif)

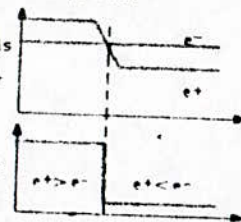


741



Fonctionnement en comparateur de potentiel

Potentiels à comparer



Micro Electret à préamplification incorporée

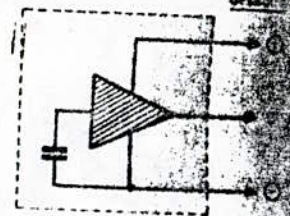


Aspect extérieur

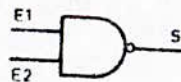
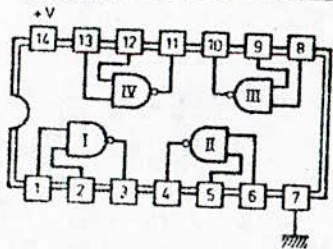


Sortie

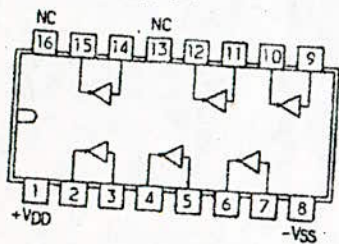
Vin de sortie



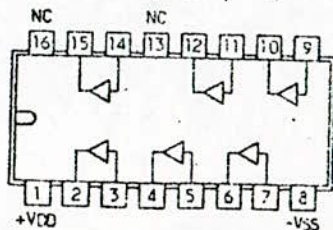
CD 4011 4 portes NAND à 2 entrées



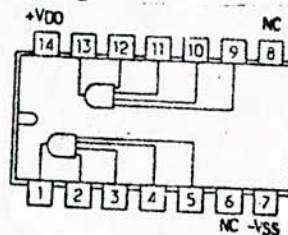
E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



4049



4050



4082