

N° D'ORDRE : 1189

50376

1984

58

50376.
1984.
58.

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le diplôme de

DOCTEUR DE 3^e CYCLE

Spécialité Informatique

par

Philippe VANHEEGHE

Maitre es-Sciences

CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN VÉHICULE AUTOMATIQUE.



Soutenu le 4 Juillet 1984 devant la Commission d'Examen

PRESIDENT : Mr J.-C. GENTINA
RAPPORTEUR : Mr P. BORNE
EXAMINATEURS : Mme G. DAUPHIN-TANGUY
Mr J.-L. COCQUERELLE
Mr F. ROTELLA

AVANT - PROPOS

70.21.01.15

Le travail présenté dans ce mémoire a été effectué au Laboratoire d'Automatique et d'Informatique Industrielle de l'INSTITUT INDUSTRIEL DU NORD.

Je tiens tout d'abord à remercier très vivement Monsieur GENTINA, Directeur de l'Institut Industriel du Nord, d'avoir bien voulu accepter de présider mon Jury de Thèse. Qu'il trouve ici le témoignage de ma respectueuse gratitude et de mon profond dévouement.

Je suis particulièrement reconnaissant envers Monsieur BORNE qui a su, par ses conseils, son intérêt porté à la Recherche, nous guider pendant notre travail. Je tiens à lui exprimer mes sincères remerciements.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Madame DAUPHIN-TANGUY ainsi qu'à Messieurs COCQUERELLE et ROTELLA pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail. Je les remercie d'avoir bien voulu participer à mon Jury de Thèse.

Je remercie tout particulièrement Monsieur SZUKALA, Technicien à l'Institut Industriel du Nord. Il a su par sa bonne humeur communicative et ses compétences, me soutenir moralement et techniquement lorsqu'une fumée bleuâtre apparaissait au dessus de mes circuits.

Sans oublier Monsieur MARGUERITE pour ses modifications de dernière minute apportées à l'Electronique du véhicule.

Qu'il me soit permis de rendre hommage à tout le personnel du Laboratoire d'Automatique et d'Informatique Industrielle de l'Institut Industriel du Nord, pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée tant sur le plan scientifique que sur le plan humain.

Enfin, je tiens à remercier Madame VERIN pour la dactylographie, Madame DELTOUR et Monsieur SOYEZ pour la reprographie de ce mémoire.

S O M M A I R E

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I :

Les robots mobiles, définition du cahier des charges du Robot IDN.

CHAPITRE II :

Réalisation matérielle du Robot IDN.

CHAPITRE III :

Réalisation de la commande informatisée du véhicule.

CHAPITRE IV :

Logiciel de commande du véhicule.

CONCLUSION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'association de la mécanisation et de l'informatisation a permis de franchir un nouveau pas dans l'automatisation de la production. En effet, l'avènement de la robotique permet l'automatisation des fonctions de production telles que l'acheminement, le tri de pièces entre divers stades de leur fabrication (FERRE 84).

Dans cette thèse, nous proposons l'étude et la réalisation d'un véhicule robot guidé qui permet l'acheminement d'une charge dans un environnement industriel. La réalisation proposée utilise, dans la mesure du possible, un matériel standard existant. Le guide sera matérialisé par une bande de couleur blanche tracée au préalable sur le sol. Si le robot rencontre un obstacle sur son chemin, il doit le détecter, le contourner, puis retrouver et suivre à nouveau son guide.

Dans un premier chapitre, nous présentons les différents projets de robots mobiles non guidés, puis ensuite nous étudions plus en détail les robots mobiles guidés qui eux sont déjà utilisés dans le milieu industriel. Nous terminons le chapitre par la définition du cahier des charges pour la réalisation de notre véhicule automatique.

Dans un second chapitre, nous décrivons la réalisation matérielle de notre robot en explicitant respectivement :

- I) La description de la partie mécanique du véhicule.
- II) La description de la partie électromécanique, moteur et alimentation électrique du véhicule.
- III) La description des différents capteurs ainsi que l'asservissement de la direction.

En vue de réaliser la commande informatisée, nous aborderons dans un troisième chapitre la réalisation d'un certain nombre de circuits

électroniques qui permettent l'interfaçage des différents capteurs et actionneurs avec un système micro-informatique. La description de ce système, qui est conçu autour du microprocesseur Intel 8085, est donnée en début de chapitre.

Enfin, dans un dernier chapitre, nous proposons de décrire le logiciel écrit pour mettre en oeuvre le véhicule.

°
° °

CHAPITRE I

LES ROBOTS MOBILES

DÉFINITION DU CAHIER DES CHARGES DU ROBOT I.D.N.

C H A P I T R E I

LES ROBOTS MOBILES

DÉFINITION DU CAHIER DES CHARGES DU ROBOT I.D.N.

	pages
<i>INTRODUCTION.</i>	
I.1. Les robots mobiles non guidés.	10
I.2. Les robots mobiles guidés.	12
I.2.1 - Généralités	12
I.2.2 - Caractéristiques des véhicules guidés	13
I.2.3 - Systèmes de guidage	14
I.2.3.1. Guidage mécanique	14
I.2.3.2. Guidage par fil	15
I.2.3.3. Guidage optique	16
I.2.4 - En guise de conclusion sur les robots mobiles	16
I.3. Elaboration du cahier des charges du robot I.D.N.	18
I.4. Choix des solutions.	18
<i>CONCLUSION.</i>	

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

L'automatisation de certaines tâches industrielles comme l'alimentation des machines, le stockage en magasin ou l'expédition, a donné naissance à une nouvelle génération de convoyeurs, les robots mobiles.

L'intérêt porté aux robots mobiles remonte tout au plus à une quinzaine d'années. A l'origine, les projets de robots mobiles étaient l'objet de recherches en laboratoire sans finalité industrielle à court terme.

Nous présentons dans ce chapitre un rapide récapitulatif des différents projets de robots mobiles existants ou ayant existé de par le monde.

Puis nous nous intéressons plus en détail aux véhicules guidés, actuellement exploités industriellement.

Enfin, nous définirons un cahier des charges pour la réalisation d'un véhicule guidé.

I.1. LES ROBOTS MOBILES NON GUIDÉS.

Il faut entendre par robots mobiles non guidés, des véhicules autonomes se déplaçant dans un environnement qui n'est pas forcément connu de lui.

Les robots mobiles sont nés aux Etats-Unis (Stanford Research Institute) en 1968 (CHATI 81). Le robot de Stanford fut le premier projet de robot mobile complet autonome, il fut baptisé SHAKEY. Depuis SHAKEY, il existe à notre connaissance une vingtaine de projets de robots mobiles de par le monde. Il est à noter que ces projets sont soit en cours de réalisation, soit abandonnés. Nous trouvons aussi des projets de robots simulés. Parmi les réalisations de robots mobiles les plus souvent présents dans la littérature, nous pouvons citer (*CHATI 81, MONSI 81, PLAC 83a, PLAC 83b*).

- *SHAKEY, JASON, ROVER, CART, aux Etats-Unis.*
- *YAMABIKO, MELDOG, MEL-DEIC, FMH, plus deux robots sans nom au Japon.*
- *MARK 1, MARK 2, en Grande-Bretagne.*
- *HILARE, VESA, ASPARAGUS, en France.*

De par leur conception matérielle, ces robots sont très différents les uns des autres. La forme la plus couramment rencontrée est la forme rectangulaire, certains étant circulaires ou possédant une forme intermédiaire entre le cercle et le rectangle.

Leurs dimensions varient de 30 cm à 2 m dans la plus grande dimension et leur poids de quelques kilogrammes à quelques centaines de kilogrammes.

La similitude entre les différentes machines se trouve dans les systèmes de perception, de sécurité et les systèmes de direction et de traction.

D'un point de vue purement informatique, ces véhicules sont généralement dotés d'un système embarqué étant dans la plupart des cas relié soit par radio, soit même par câble à un ordinateur extérieur plus puissant, cette structure informatique devant supporter le logiciel de navigation et de commande des différentes activités du robot (*PLAC 83c*).

Nous citons en exemple la structure informatique du robot HILARE (1) développé depuis 1977 au L.A.A.S. (2) de Toulouse (*BAUZI 81*) qui est constituée par :

- un réseau de micro-ordinateurs embarqué (5 micro-processeurs Intel 8085),
- un mini-ordinateur extérieur en liaison radio avec le système à bord du robot,
- un ordinateur extérieur puissant en liaison temps partagé avec le mini-ordinateur.

(1) HILARE : Heuristiques intégrés au logiciel et aux automatismes dans un robot évolutif.

(2) L.A.A.S. : Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes (Toulouse).

I.2. LES ROBOTS MOBILES GUIDÉS

I.2.1) GENERALITES

La fédération européenne de manutention a baptisé les véhicules guidés : "chariots sans conducteur" (*PLAC 83a, PLAC 83b*). Nous remplacerons cette dénomination dans le texte par le sigle AGVS (Automated Guided Vehicle System).

L'utilisation de chariots individuels dans un système de manutention n'est pas neuve puisque la mise en oeuvre des convoyeurs aériens et à chaîne enterrée repose sur ce principe (*COMET 81*).

Si l'utilisation de tel système décharge l'homme de tâches répétitives, dangereuses, voire inaccessibles, leur manque de souplesse de mise en oeuvre, d'adaptativité, a nécessité la mise au point et l'utilisation d'autres systèmes de convoyage.

La première installation d'un système à véhicules guidés a été réalisée en 1953 (*ADAMS 81*).

De nos jours, non seulement les AGVS sont appelés à remplacer la plupart des convoyeurs traditionnels, mais il existe aussi des projets de bus et de camions guidés (*DAREN 81*).

D'ailleurs, le V.A.L. (Métro de Lille) n'est-il pas un bon exemple de véhicule guidé sans conducteur ?

I.2.2) CARACTERISTIQUES DES VEHICULES GUIDES :
(GENTI 81, MORRI 81, TAJIM 81)

Les véhicules guidés se présentent sous la forme de chariots à trois ou quatre roues, mûs par des moteurs à courant continu.

L'utilisation de ces véhicules se fait principalement suivant trois fonctions :

- celle de tracteur,
- celle de porteur,
- celle de chariot à fourches

leur charge utile variant de quelques dizaines de kilogrammes à plusieurs tonnes. Des chariots équipés de fourches peuvent soulever des charges de deux tonnes à quelques mètres de hauteur.

L'alimentation électrique de l'ensemble mobile est assurée par des batteries de 12 ou 24 volts permettant des autonomies de 8 à 15 heures.

Les vitesses de déplacement sont comprises entre $0,05 \text{ ms}^{-1}$ et 1 ms^{-1} .

Dans un but de sécurité, la plupart des véhicules existants sont munis de systèmes de pare-chocs, ou de détection d'obstacles évitant ainsi les risques de collision soit avec un obstacle imprévu, soit avec un autre véhicule.

Quels que soient les types de véhicules envisagés, il apparaît deux problèmes fondamentaux :

- celui du guidage,
- celui de la matérialisation du trajet.

La fonction de guidage consiste, suivant un vieux principe de l'automatique, à détecter l'écart du véhicule par rapport à son trajet théorique, et à élaborer un signal de commande permettant l'annulation de cet écart. Des auteurs ont étudié la stabilité du véhicule sur un guidage par fil ou un guidage optique (LARCO 81).

En général, la fonction de guidage est réalisée par un système informatique embarqué construit autour d'un micro-processeur.

La matérialisation du trajet peut être réalisée par des moyens conventionnels du type rail de chemin de fer, ou par des moyens optiques ou électriques. Il est évident que l'utilisation d'un guide de type rail ou charpente métallique est peu adaptée au milieu industriel. En effet, ce moyen de guidage fait perdre l'avantage d'adaptativité du système de manutention par AGVS et peut créer des difficultés de circulation au niveau d'autres types de transport employés parallèlement.

1.2.3) SYSTEMES DE GUIDAGE

1.2.3.1 - Guidage mécanique (COMET 81, DAREN 81)

Les convoyeurs aériens, convoyeurs à chaîne enterrée et convoyeurs à rouleaux, entrent dans cette catégorie mais ils ne permettent qu'un acheminement continu, c'est-à-dire que le temps écoulé entre deux passages devant un même poste de travail est généralement constant. De ce fait, l'adaptativité aux besoins d'un poste de travail s'avère généralement délicate.

Le guide mécanique le plus utilisé est le rail latéral, généralement un de chaque côté du véhicule à guider.

Bien que ce procédé ne semble pas être très utilisé en milieu industriel, vraisemblablement à cause de la gêne qu'il présente sur le sol d'un atelier, c'est celui retenu dans les applications de transport urbain.

Nous trouvons l'utilisation de ce moyen de guidage pour le système de bus guidés mécaniquement qui fonctionne à ESSEN (République Fédérale d'Allemagne).

Ce système permet des vitesses maxima de 80 km/h et l'utilisation d'omnibus standards, de bus articulés, tout comme des trains de véhicules.

Pour un métro, le principe de guidage mécanique est communément utilisé.

I.2.3.2 - Guidage par fil

(GENTI 81, LARCO 81, PLAC 83a, PLAC 83b)

Pour le guidage par fil, la matérialisation du trajet à suivre par le véhicule est constituée d'un fil enterré.

Le fil est enterré dans une saignée d'environ 5 mm de large sur 15 mm de profondeur ; il est ensuite recouvert de résine.

Le guide est alimenté par un courant alternatif, produisant un champ magnétique tangentiel à l'axe du conducteur. Les fréquences utilisées couramment sont de l'ordre de quelques kilo-hertz.

Ce champ magnétique est détecté par deux bobines placées à l'avant du véhicule qui génèrent pour chacune d'elles une tension proportionnelle à l'intensité du champ.

Les deux bobines étant situées de part et d'autre du fil, la différence entre les deux tensions ainsi détectées est exactement proportionnelle à l'écart du véhicule par rapport à sa trajectoire théorique. Nous obtenons ainsi le signal d'erreur.

Pour ce système de guidage, on parle aussi de guidage inductif.

Les circuits matérialisés par les fils sont réalisés de telle sorte qu'ils sont divisés en boucles parcourues par des fréquences différentes.

L'ensemble du circuit est généralement sous contrôle d'un ordinateur central.

1.2.3.3 - Guidage optique

Pour le guidage optique, la matérialisation du trajet est obtenue par une bande de couleur contrastée, tracée sur le sol.

Le signal d'erreur est cette fois généré par des capteurs photo-électriques. Ces capteurs reçoivent la lumière réfléchiée par la bande de couleur, la lumière provenant de petits spots lumineux quelquefois intégrés dans les capteurs.

I.2.4) EN GUISE DE CONCLUSION SUR LES ROBOTS MOBILES

Industriellement, le système de guidage le plus utilisé semble être le guidage inductif, ce système permettant d'une façon très aisée la communication entre le véhicule et le système informatique assurant le contrôle du réseau.

Le découpage du circuit en boucles distinctes pouvant même se chevaucher, ne pose pas de problème puisqu'il est facile d'attribuer des fréquences électriques différentes à chaque boucle du circuit.

Le système de guidage optique ne permet pas d'utiliser le guide comme support de communication entre le véhicule et le contrôle central, cette fonction devant être réalisée par des équipements annexes.

Il est évident que pour garantir un bon fonctionnement de ce système de guidage, il faut pouvoir assurer une bonne propreté de la bande de couleur servant de guide. Une dégradation du guide d'un point de vue de la réflexion, quelle qu'elle soit, peut générer des aléas dans le bon fonctionnement du système.

Le guidage optique est souvent associé de détecteurs à ultrasons permettant de réaliser une mesure de distance entre les véhicules circulant sur un même trajet. Cette réalisation permet une régulation des vitesses relatives des véhicules, assurant ainsi un système d'auto surveillance des véhicules.

La fonction de guidage est en fait la différence fondamentale entre robot mobile guidé et robot mobile non guidé. Si d'un côté elle est assurée par des guides métalliques, inductifs ou optiques, il faut munir les robots mobiles non guidés d'un système de localisation très précis.

L'utilisation d'un guide permet de résoudre en partie le problème de la localisation tout en sacrifiant une part de l'autonomie du robot.

I.3. CAHIER DES CHARGES DU ROBOT I.D.N.

Nous proposons de réaliser un véhicule guidé par guidage optique.

Le véhicule devra être capable de porter une charge utile de 70 kg. Il devra être capable de se déplacer à faible vitesse, approximativement celle d'un homme au pas, en suivant une ligne blanche tracée au préalable sur le sol.

Dans le cas où le véhicule rencontre un obstacle sur son chemin, il devra s'arrêter, attendre en avertissant de sa présence. S'il est en présence d'un obstacle statique, le véhicule le contournera puis reprendra son chemin.

I.4. CHOIX DES SOLUTIONS (VANHE 83)

Nous nous proposons de réaliser ce véhicule guidé en utilisant au maximum des éléments standards afin de limiter le temps de construction de chaque constituant du véhicule.

Il sera quand même porté une attention particulière à la possibilité d'adapter tel ou tel composant à l'utilisation que nous nous proposons d'en faire. Ainsi, le châssis métallique, constituant de base du véhicule, est un châssis de "kart-junior".

La propulsion et la direction du véhicule seront assurées par deux moteurs à courant continu alimentés en 24 volts par deux batteries de 12 volts.

Le véhicule est équipé d'un pare-chocs et d'un détecteur d'obstacles à ultra-sons Polaroid.

Le système informatique embarqué est constitué par une carte à microprocesseur.

Il n'est pas prévu de liaison avec un ordinateur extérieur.

C O N C L U S I O N

La réalisation d'un véhicule satisfaisant le cahier des charges est proposée dans les chapitres suivants.

Nous aborderons en premier lieu la réalisation matérielle du véhicule, puis nous décrirons la partie hardware et software qui permettent la commande du véhicule.

°
° °

CHAPITRE II

RÉALISATION MATÉRIELLE DU ROBOT I.D.N.

CHAPITRE II : RÉALISATION MATÉRIELLE DU ROBOT I.D.N.

pages

INTRODUCTION

II.1.	<u>Description de la partie mécanique du véhicule.</u>	25
II.2.	<u>Description de la partie électromécanique.</u>	28
II.2.1.	- L'alimentation électrique	28
II.2.2.	- Les moteurs	28
II.2.2.1.	Le moteur de traction	28
II.2.2.2.	Le moteur de direction	28
II.3.	<u>L'alimentation des moteurs.</u>	29
II.3.1.	- Circuit du moteur de la direction	29
II.3.2.	- Circuit du moteur de traction	29
II.4.	<u>Les capteurs.</u>	31
II.4.1.	- Les capteurs optiques	31
II.4.2.	- Le capteur à ultrasons	32
II.4.2.1.	Principe de la mesure de distance par ultrasons	32
II.4.2.2.	Le système Polaroid	34
II.4.2.2.1.	Le transducteur	35
II.4.2.2.2.	La carte émetteur/récepteur	36
II.4.2.2.3.	La carte commande / calcul	36
II.5.	<u>L'asservissement de la direction.</u>	37
II.5.1.	- Position du problème	37
II.5.2.	- Schéma bloc de l'asservissement	37
II.5.3.	- Réalisation de l'asservissement	38
II.5.3.1.	Commande du circuit de puissance	38
II.5.3.2.	Asservissement de direction : carte n° 1	39
II.5.3.3.	Asservissement de direction : carte n° 2	40
II.5.3.4.	Asservissement de direction : carte n° 3	42

CONCLUSION.

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

Dans le chapitre précédent, nous avons défini un cahier des charges pour la réalisation d'un véhicule guidé.

Le véhicule sera donc guidé optiquement. Le guide est réalisé par une bande blanche possédant un bon pouvoir réfléchissant.

Le domaine d'application visé ainsi que les caractéristiques du véhicule définies précédemment, nous ont permis de choisir une structure mécanique déjà existante.

Nous allons décrire dans ce chapitre les différents éléments constituant le véhicule et en particulier les organes de puissances et les différents capteurs qu'il a été nécessaire de mettre en oeuvre pour la réalisation de notre projet.

Nous détaillerons donc :

- la structure mécanique et électro-mécanique du véhicule.
- les circuits de commande permettant d'actionner les moteurs de direction et de traction.
- les différents capteurs installés sur le véhicule.
- la réalisation du circuit d'asservissement de la direction.

II.1. DESCRIPTION DE LA PARTIE MÉCANIQUE DU VÉHICULE

Le cadre du véhicule est constitué d'un châssis de "kart-junior" de dimensions 700 x 1 300 mm réalisé en tube d'acier de diamètre 30 mm.

Seule, la roue arrière gauche est motrice.

La direction est réalisée par un axe incliné à 45 degrés muni de deux biellettes excentrées par rapport à cet axe.

Plusieurs modifications ont été apportées à cette structure de base, afin de doter le véhicule des éléments suivants :

- moteur de direction
- moteur de traction
- batteries
- supports des différents capteurs
- équipements électroniques.

La transmission est réalisée par chaîne, le rapport de transmission adopté est de 1/3, ce qui permet une vitesse approximative de 0,8 mètre par seconde.

Le moteur de direction est accouplé à son axe également par une chaîne, le rapport de transmission est dans ce cas de 1.

Pour assurer la sécurité lors du déplacement du véhicule, celui-ci est muni d'un pare-chocs qui commande l'arrêt d'urgence du kart en cas de choc avec un obstacle.

Une vue globale des différents constituants du véhicule est donnée par les figures 1 et 2.

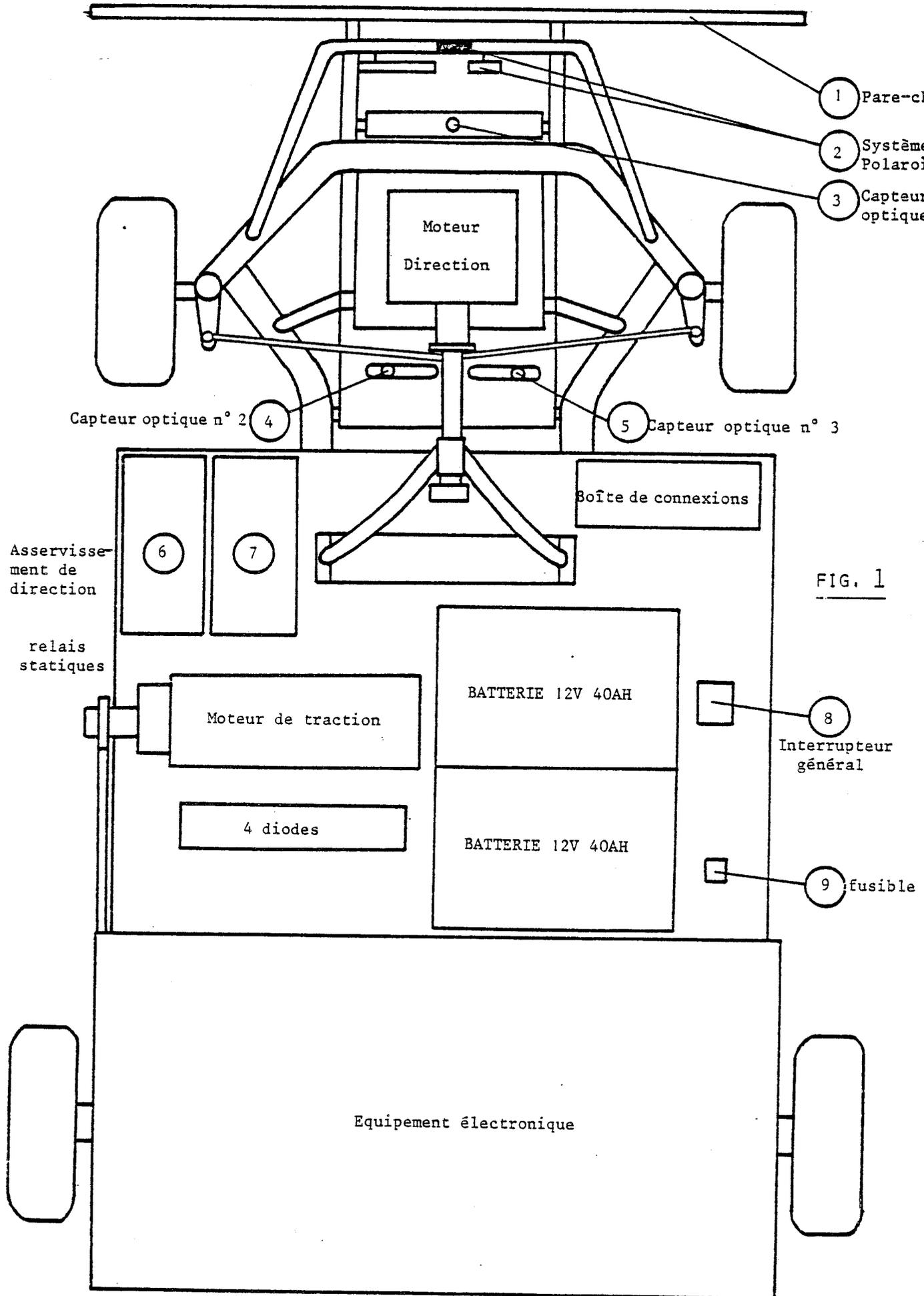


FIG. 1

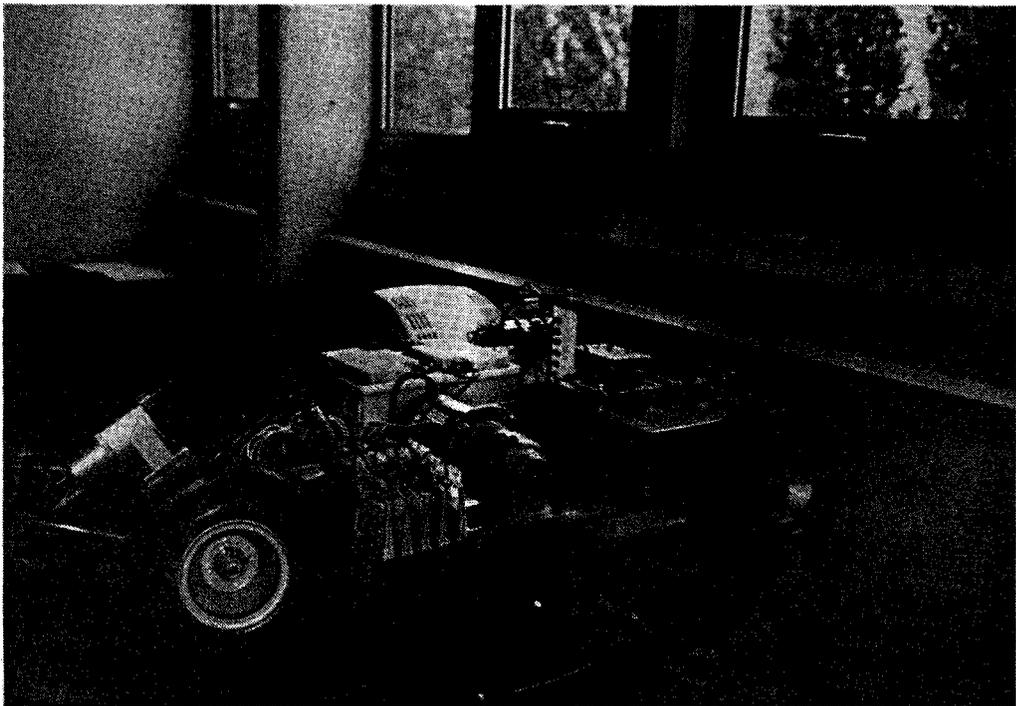
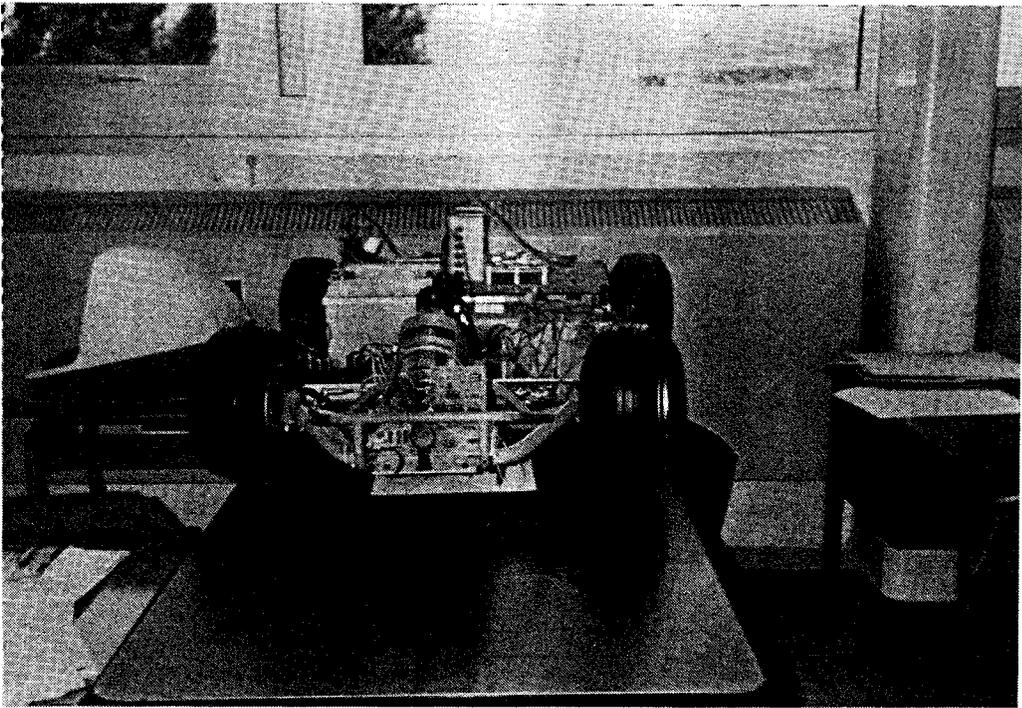


FIG. 2

II.2. DESCRIPTION DE LA PARTIE ÉLECTROMÉCANIQUE

II.2.1) L'ALIMENTATION ELECTRIQUE

L'alimentation électrique de l'ensemble des éléments du véhicule est fournie par deux batteries de 12 volts chacune, montées en série.

II.2.2) LES MOTEURS

Le kart est équipé de deux moteurs à courant continu, tous deux à aimant permanent.

2.2.1 - Le moteur de traction

Les caractéristiques du moteur de traction sont les suivantes :

- tension d'alimentation 24 volts
- courant nominal 14,5 ampères
- puissance nominale 250 watts
- vitesse 2 000 tours par minute

Le moteur de traction est équipé d'un réducteur.

2.2.2 - Le moteur de direction

Le moteur de direction est un moteur à rotor plat dont les caractéristiques sont les suivantes :

- tension d'alimentation 24 volts
- courant nominal 6,7 ampères
- puissance nominale 108 watts
- vitesse 3 000 tours par minute

Le moteur de direction est également muni d'un réducteur.

La situation des deux moteurs sur le véhicule est donnée sur les figures 1 et 2.

II.3. L'ALIMENTATION DES MOTEURS

L'emploi d'aimant permanent assure un champ constant élevé dans les moteurs et supprime par ailleurs l'utilisation d'une source auxiliaire pour l'excitation.

La réalisation des systèmes d'alimentation se trouve donc simplifiée, de plus ce type de moteur favorise la stabilité en vitesse.

Les deux moteurs sont alimentés en tout ou rien, par l'intermédiaire de relais statiques.

Nous avons utilisé des relais statiques car il est nécessaire dans notre cas de disposer de commutations rapides, surtout en ce qui concerne le moteur de direction, mais il faut aussi que la commutation des moteurs s'effectue sans générer de signaux parasites.

II.3.1) CIRCUIT DU MOTEUR DE DIRECTION

(BUHLE 79, HEISE 81, MARCE 81)

Pour actionner la direction, il est nécessaire de pouvoir permuter aussi rapidement et aussi souvent que possible le sens de rotation du moteur.

Il faut noter que le moteur de direction n'a pas le temps d'atteindre son régime nominal car les déplacements de la direction sont fréquents et de faible amplitude.

Un montage en "H" (figure 3) permet, par un jeu de quatre relais statiques, l'inversion du sens du courant dans l'induit du moteur.

II.3.2) CIRCUIT DU MOTEUR DE TRACTION

Le moteur de traction n'est utilisé que dans un seul sens de rotation, celui correspondant à la marche avant du véhicule.

L'alimentation du moteur de traction est réalisée (figure 4) par l'intermédiaire d'un relais statique du même type que ceux permettant la commande du moteur de la direction.

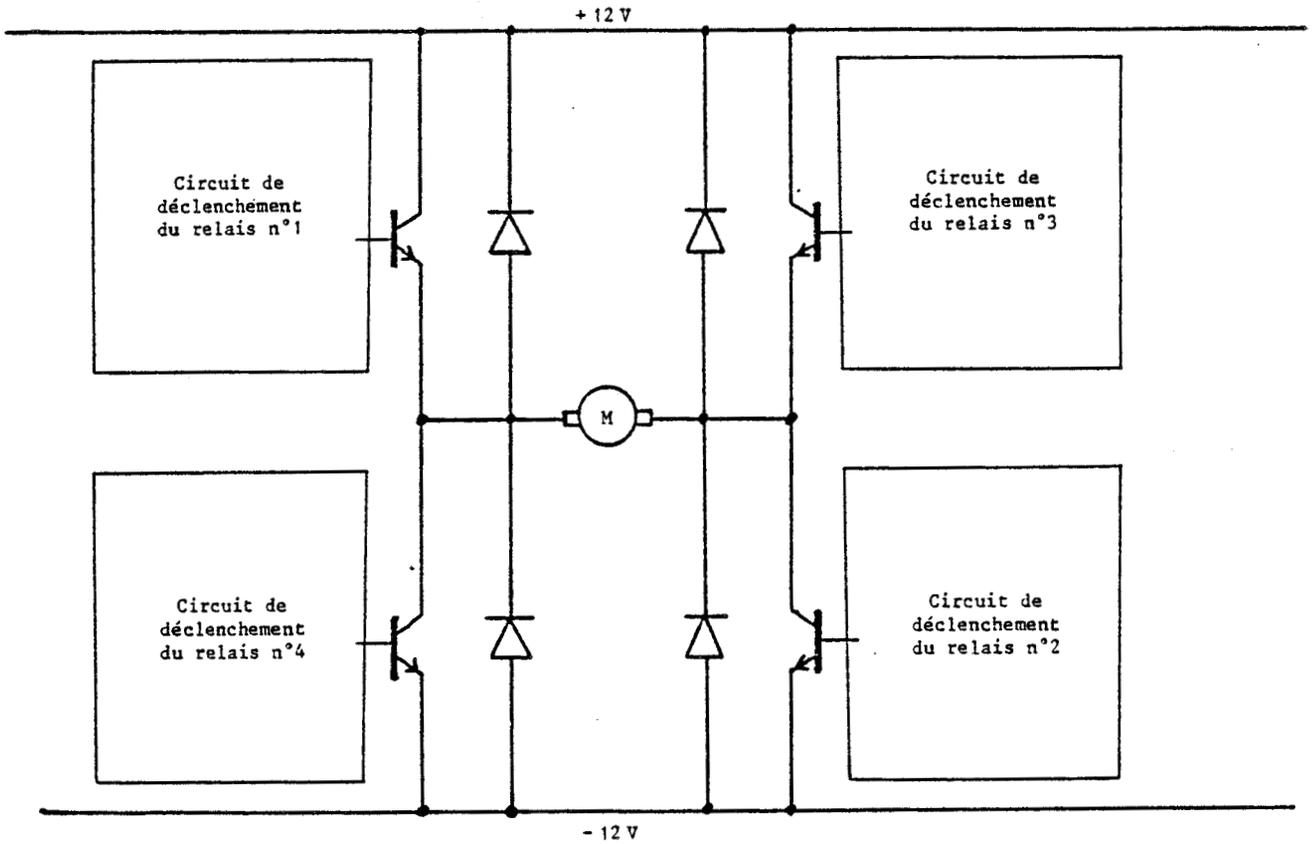


FIG. 3 : MONTAGE EN "H", COMMANDE DE DIRECTION.

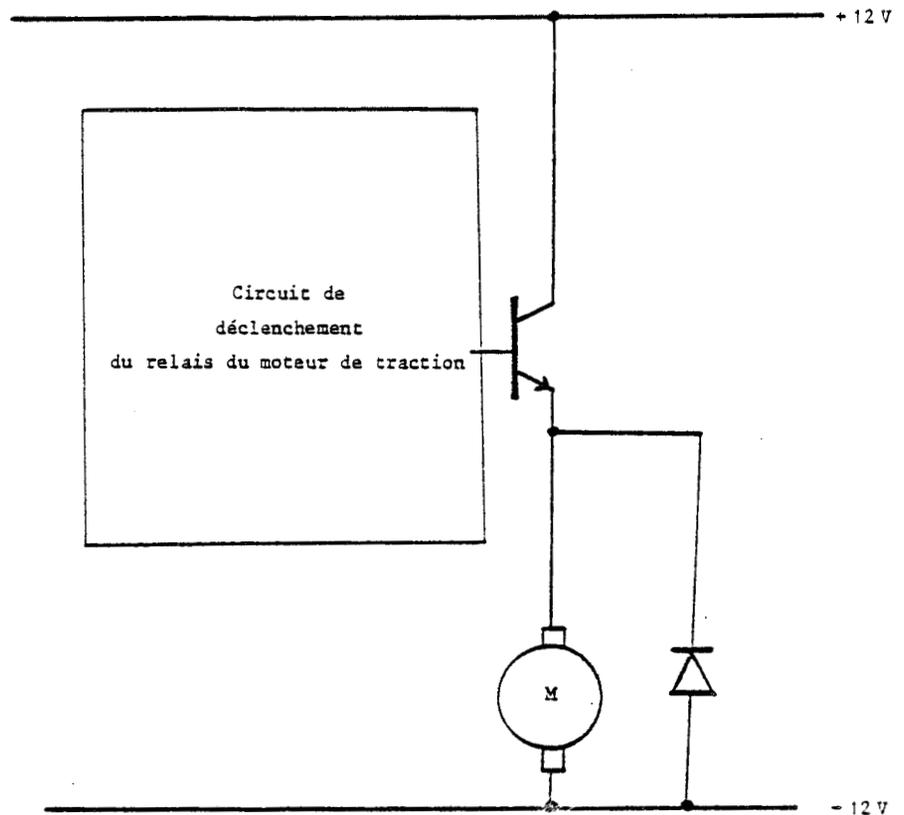


FIG. 4 : COMMANDE DE MOTEUR DE TRACTION.

II.4. LES CAPTEURS

II.4.1) LES CAPTEURS OPTIQUES (TELEM 82)

Pour détecter la position du véhicule par rapport à la ligne de guidage, nous avons disposé trois capteurs photo-électriques à amplificateur incorporé, XUB de la Télémécanique.

L'implantation de ces capteurs sur le kart est donnée sur la figure 1.

Les capteurs utilisés répondent aux critères d'un détecteur de proximité. L'appareil détecte la lumière diffusée par la surface de l'objet à détecter, dans notre cas il s'agit de la ligne de guidage.

Le guide est formé d'une ligne blanche, matérialisée par une bande auto-collante de 15 cm de largeur ayant un bon pouvoir réfléchissant.

Les capteurs ne comportent pas de réglage de sensibilité, mais il faut s'assurer que l'environnement proche de l'objet à détecter n'influence pas la réflexion.

La portée utile recommandée est de 6 cm (figure 5) mais elle s'atténue lorsque la couleur de l'objet s'assombrit et sa texture passe du brillant au mat.

Le système présente un phénomène d'hystérésis sur l'objet à détecter, le capteur s'enclenche à partir d'une portée donnée, mais se déclenche pour une portée plus grande. Ce phénomène n'est pas gênant car il n'existe que dans le sens vertical, or nous faisons fonctionner le capteur dans le sens transversal.

La logique de fonctionnement du capteur est donnée par la figure 6.

Montée sur le véhicule, la portée des capteurs photo-électriques peut être réglée entre 2,3 cm et 6 cm. Ils sont alimentés sous une tension de 12 volts.

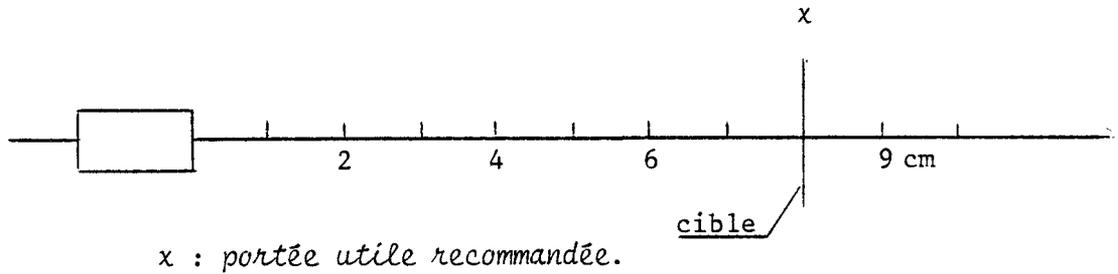


FIG. 5

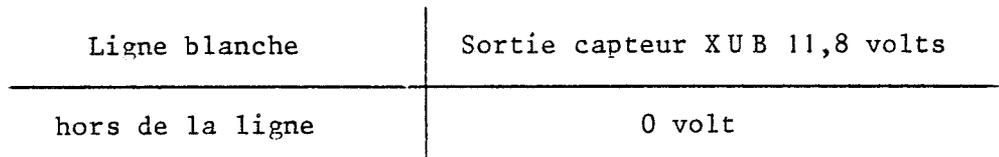


FIG. 6

II.4.2) LE CAPTEUR A ULTRASONS

(BAUZI 81, GUEUL 79, MONC 81a, MONC 81b)

Pour détecter la présence éventuelle d'obstacle sur son chemin, le véhicule est muni à l'avant d'un distance-mètre à ultrasons fabriqué par Polaroid.

4.2.1 - Principe de la mesure de distance par ultrasons.

On désigne par ultra sonores les ondes élastiques dont la fréquence est supérieure à 15 kilohertz, au-delà des ultrasons on atteint

le domaine des hypersons (figure 7). Pour des fréquences inférieures à 15 kilohertz on est soit dans la gamme des fréquences audibles, soit dans le domaine des infrasons.

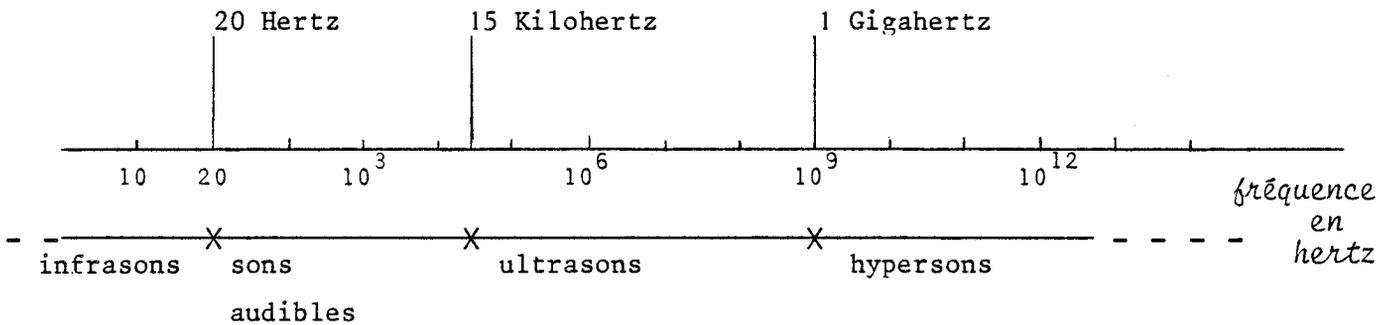


FIG. 7

Tout en étant inaudibles, les caractéristiques de transmission des ultrasons dans l'air sont tout à fait comparables à celles des sons, en particulier leur vitesse de propagation dans l'air à 20 degrés est de l'ordre de 340 mètres par seconde.

Lorsqu'une onde ultrasonore frappe une surface d'un objet non absorbant, il est renvoyé suivant la même direction vers son émetteur. Il faut cependant noter que l'onde réfléchie vers l'émetteur est affaiblie.

Les objets qui peuvent être considérés comme non absorbants sont des objets présentant une surface "dure", comme par exemple : les métaux, le bois, un mur etc... Par contre, la mousse, la laine, qui sont des isolants phoniques sont absorbants pour les ultrasons.

Pour effectuer une mesure de distance entre la source émettrice d'ultrasons et un objet réfléchissant, il faut mesurer le temps mis par l'onde pour effectuer le trajet émetteur, obstacle, émetteur.

La mise en oeuvre d'une mesure de distance par ultrasons nécessite le déclenchement d'un compteur lors de l'émission de l'onde ultrasonore. Le comptage sera arrêté à la réception du signal réfléchi.

Il faut donc ne pas émettre de nouveaux signaux avant de récupérer l'écho du signal précédemment émis, sous peine de perturber la bonne marche du système.

La célérité des ondes ultra-sonores est fonction de la température ; en effet, pour parcourir une distance de 10 mètres dans l'air à 20° celsius, une onde ultra-sonore va mettre 29 millisecondes, tandis que la même onde dans de l'air à 0° celsius met 30 millisecondes pour parcourir la même distance.

Dans le cas où l'on désire simplement faire une détection d'objet, le comptage suivant une base de temps donnée est suffisant. Il faut dans ce cas déterminer le seuil, c'est-à-dire la valeur du comptage à partir de laquelle on peut considérer qu'il y a effectivement présence d'un obstacle. Par contre, dans le cas où l'on veut réaliser une mesure de distance entre l'émetteur et l'objet réfléchissant, la conversion temps distance est nécessaire.

Notons que bon nombre d'articles existent sur la construction de distance-mètre à ultrasons. En général, l'exploitation de ces systèmes par un micro-processeur est assez facile.

On peut par exemple (LOOFB 78) utiliser le circuit de national semi conducteur (LM 1812 -NATIO 78-) avec son montage d'application. La gestion du circuit, c'est-à-dire l'émission d'onde ultrasonore ainsi que la réception de l'écho et bien sûr la conversion temps distance, est réalisée par logiciel.

4.2.2 - Le système Polaroid (POLAR 81, LEMER 83)

Le système de mesure de distance Polaroid est composé de trois éléments principaux :

- . Le transducteur
- . La carte d'émission, réception des ultrasons
- . La carte de traitement des signaux reçus.

L'ensemble est alimenté par une batterie spéciale de 6 volts, qui peut débiter un courant de 2,5 ampères pendant 1 milliseconde.

Un schéma bloc du distance-mètre complet est donné figure 8.

Ce système complet est capable de détecter la présence et la distance d'objets dans une zone variant entre 0,9 et 35 pieds, soit entre 0,274 et 10,668 mètres.

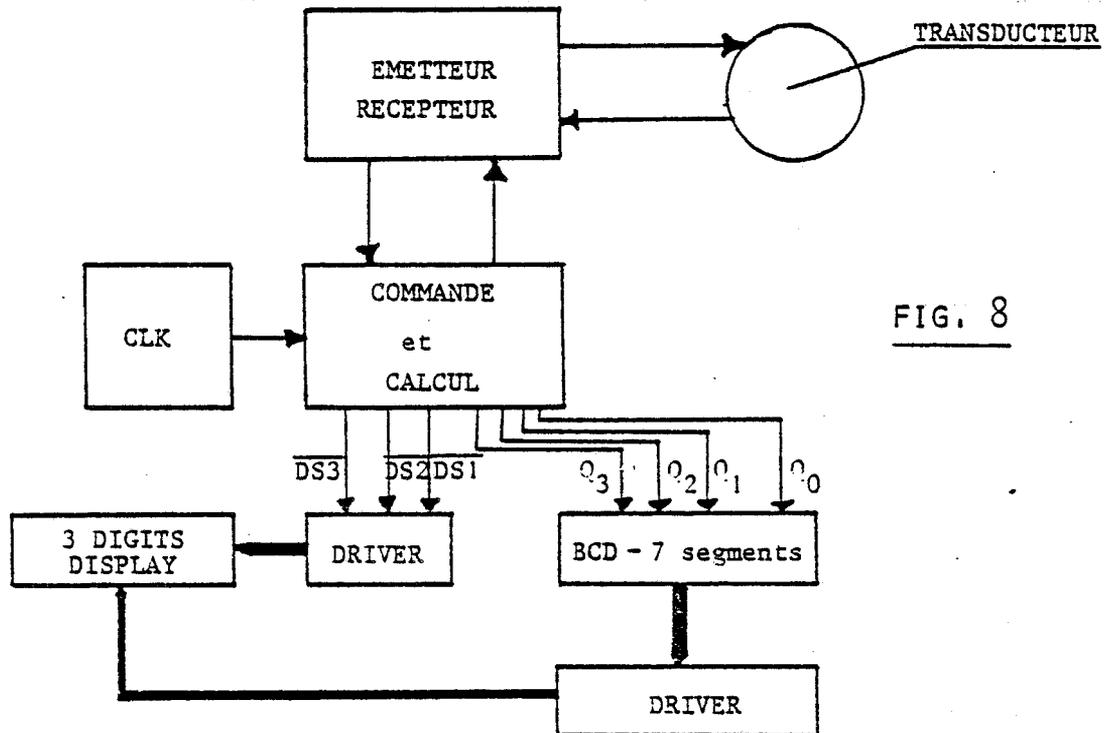


FIG. 8

4.2.2.1. Le transducteur

Alors que certains systèmes (ELEKT 82) de mesure de distance par ultrasons utilisent deux transducteurs, un pour l'émission, l'autre pour la réception, le système Polaroid ne comporte qu'un seul transducteur.

Celui-ci se présente comme un cylindre de 4,3 cm dans son plus grand diamètre, et de 0,8 cm d'épaisseur. Cet organe est monté à l'avant du véhicule comme le montre la figure 1 ; la directivité de l'appareil est maximale sur un angle de $\pm 15^\circ$ environ. (Les caractéristiques complètes du transducteur sont données en annexe).

Lorsque le transducteur est actif en émission, celui-ci émet des bips sonores à une fréquence qui correspond à l'émission des ondes ultrasonores. Le temps d'émission des ondes ultrasonores est de l'ordre de 1 milliseconde.

Le train d'ondes ultrasonores est composé de la manière suivante : 56 périodes de fréquences variant de 60 KHz, 57 KHz, 53 KHz et 50 KHz.

Le choix de plusieurs fréquences se justifie par le fait que la géométrie et la nature de l'objet peuvent influencer le signal réfléchi. En particulier, si l'on n'utilise qu'une seule fréquence, le signal réfléchi peut s'annuler.

4.2.2.2. La carte émetteur/récepteur

Le rôle de cette carte est de commander le mode récepteur ou émetteur du transducteur. Elle assure la génération du train d'ondes ultrasonores qui compose le signal émis par le transducteur.

Lorsque le transducteur fonctionne en récepteur, cette carte amplifie le signal reçu. Cet amplificateur est à gain programmable ; en effet, il faut noter que l'écho provenant d'une cible située à 35 pieds est environ un million de fois plus faible que l'écho provenant d'une cible située à trois pieds.

4.2.2.3. La carte commande/calcul

La carte commande et calcul commande l'émission du train d'ondes ultrasonores. Elle prend donc en compte un signal de début d'émission et un signal de réception de l'écho.

L'intervalle de temps séparant ces deux signaux est ensuite converti en distance. L'affichage de la distance est réalisé sur trois afficheurs qui donnent les dizaines, les unités et les dixièmes de pieds. Les signaux générés par la carte commande et calcul pour la gestion de l'affichage de la distance sont multiplexés.

L'ensemble des trois éléments constituant le dispositif de mesure de distance est monté à l'avant du véhicule. Lors d'essais, nous sommes aperçus que la longueur de la liaison entre la carte émission/réception et la carte commande et calcul avait une influence sur le fonctionnement du système.

Nous exposerons, dans le chapitre suivant, les modifications qui ont été nécessaires pour utiliser ce distance-mètre dans le cadre de notre réalisation.

II.5. L'ASSERVISSEMENT DE LA DIRECTION

II.5.1) POSITION DU PROBLEME

Le but est de définir une commande permettant au moteur de direction d'atteindre une consigne délivrée par le micro-processeur.

L'étude du problème a orienté le choix d'une solution vers une commande en tout ou rien avec un retour unitaire. En effet, le réducteur incorporé au moteur de direction est très élevé ($\lambda = 132$), ce qui permet au moteur de s'arrêter instantanément dès qu'il n'est plus alimenté.

Contrairement à certaines réalisations (GUEUL 80, MARCE 78) l'asservissement n'est pas directement réalisé par le micro-processeur, mais par un ensemble de circuits analogiques qui reçoit une consigne de celui-ci via un convertisseur digital analogique.

II.5.2) SCHEMA BLOC DE L'ASSERVISSEMENT

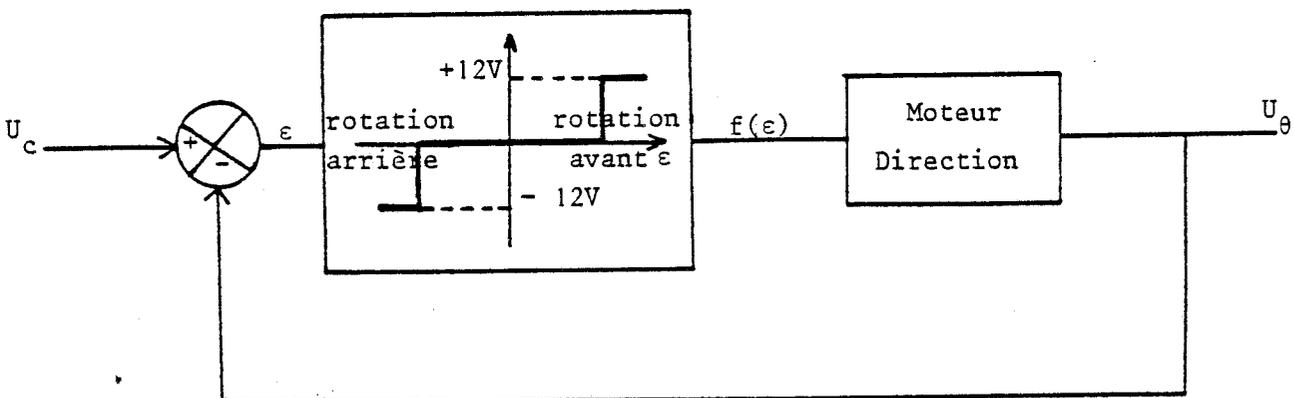


FIG. 9

Le moteur de direction est alimenté par deux batteries de 12 volts sous une tension nominale de 24 volts.

La commande de puissance pour ce moteur est réalisée par le système de quatre relais statiques décrit plus haut.

L'asservissement à réaliser doit donc prendre en compte la consigne élaborée par le micro-processeur, ainsi que la position de la direction pour déterminer le sens de rotation du moteur et ainsi fournir les commandes nécessaires au système en "H" pour faire tourner le moteur dans le sens adéquat.

Le retour unitaire de l'asservissement est établi à l'aide d'un capteur angulaire placé en bout d'arbre de direction. Celui-ci a été réalisé à l'aide d'un potentiomètre alimenté entre + 12 volts et - 12 volts.

Des essais ont permis de déterminer que la rotation maximale de la direction fournit une variation aux bornes du capteur angulaire de + 7 volts à - 7 volts. Ces valeurs nous permettent de définir les valeurs maximales de la consigne.

Une plage réglable délivrant une tension nulle aux bornes du moteur est prévue lorsque ε est voisin de zéro, ceci afin d'éviter les oscillations de la direction lorsque la consigne est atteinte.

II.5.3) REALISATION DE L'ASSERVISSEMENT

5.3.1 - Commande du circuit de puissance

Le circuit en "H" décrit précédemment est au repos (moteur arrêté) si la commande qui est appliquée à l'entrée des relais est de - 12 volts. Il est actif (moteur alimenté) si la commande est cette fois de 0 volt.

Le circuit "asservissement de direction" (figure 10) réalise donc deux commandes symétriques de ce type.

Les signaux fournis par ce circuit permettent ainsi de commander une des deux branches du "H" suivant que l'on désire faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre.

Le circuit "asservissement de direction" se décompose en trois parties.

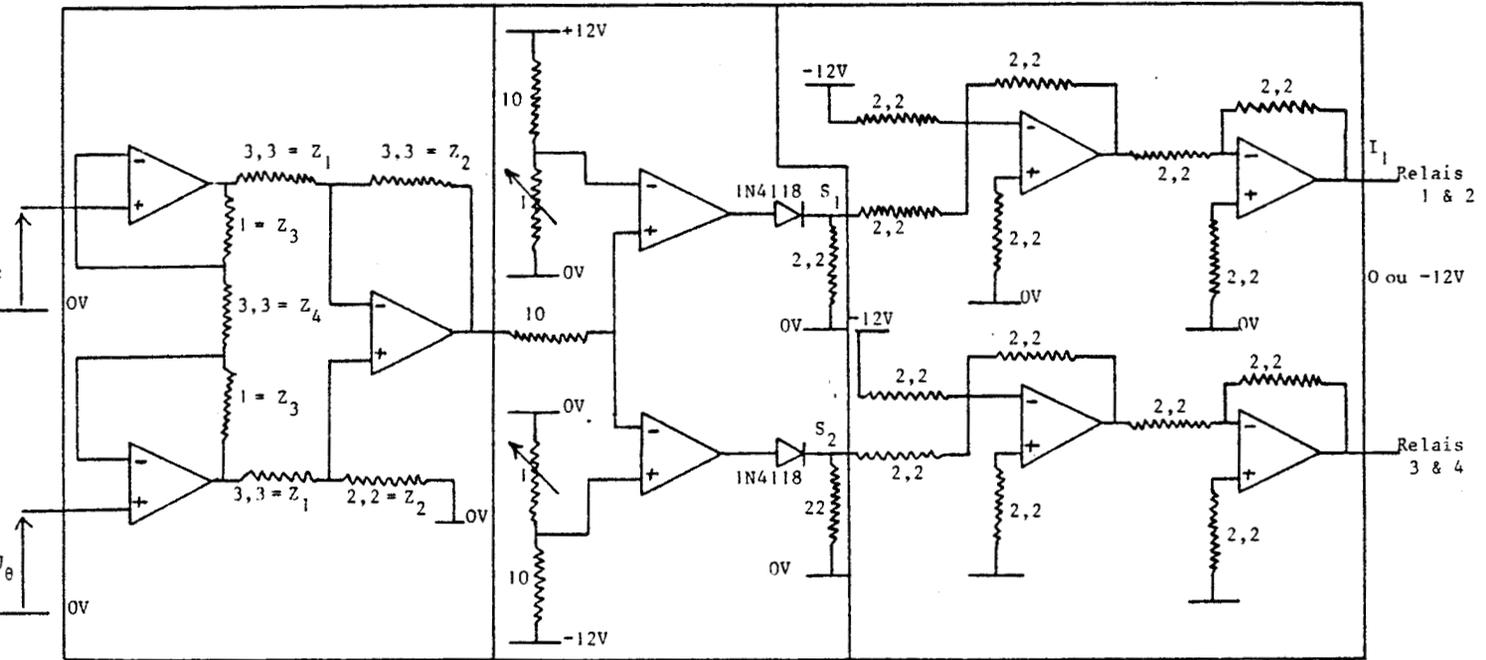


FIG. 10

5.3.2 - Asservissement de direction : carte n° 1

Cette partie (figure 11) a pour rôle de déterminer ϵ en fonction de U_c , qui est la tension de consigne délivrée par le microprocesseur via le convertisseur digital analogique et U_θ qui est la tension provenant du capteur angulaire.

C'est donc un montage différentiel à forte impédance d'entrée. Il fournit une tension de sortie telle que

$$V = \left(1 + \frac{Z_3}{Z_4} \right) \frac{Z_2}{Z_1} (U_\theta - U_c)$$

Les valeurs choisies pour Z_1 , Z_2 , Z_3 et Z_4 donnent un gain de 1,61.

Le choix d'un montage à forte impédance d'entrée se justifie par le fait qu'il ne faut pas entacher d'erreur la mesure fournie par le capteur angulaire.

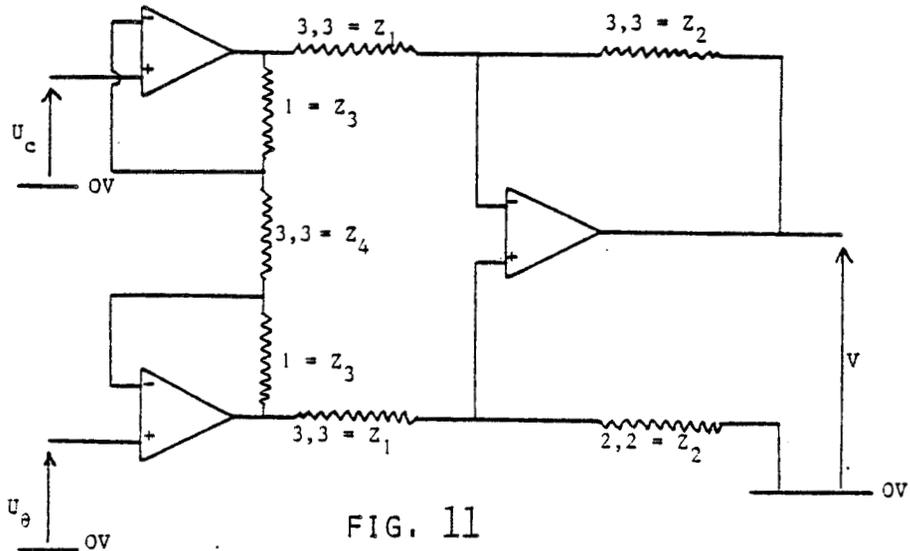


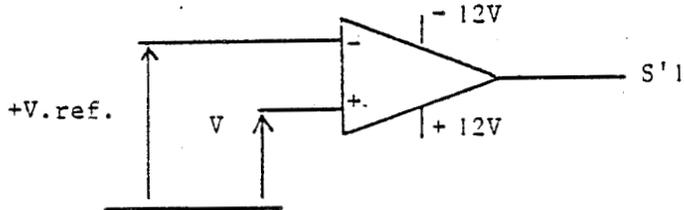
FIG. 11

N.B. La valeur des résistances est donnée en kilohm.

5.3.3. - Asservissement de direction, carte n° 2

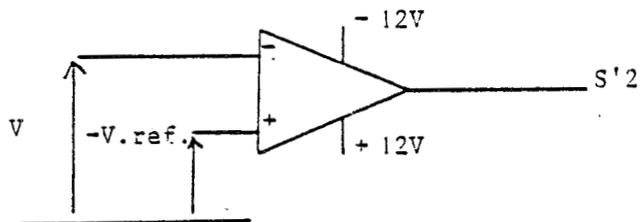
Cette carte (figure 12) assure la comparaison entre la tension V fournie par la carte n° 1 et les tensions $+V$ référence ($+V.ref.$) et $-V$ référence ($-V.ref.$).

Les tensions de référence sont réglables séparément et déterminent le seuil de commande des relais.



si $V > V.ref.$ alors $S'1 = + 12 V$

si $V < V.ref.$ alors $S'1 = - 12 V$



si $V > V.ref.$ alors $S'2 = - 12 V$

si $V < V.ref.$ alors $S'2 = + 12 V$

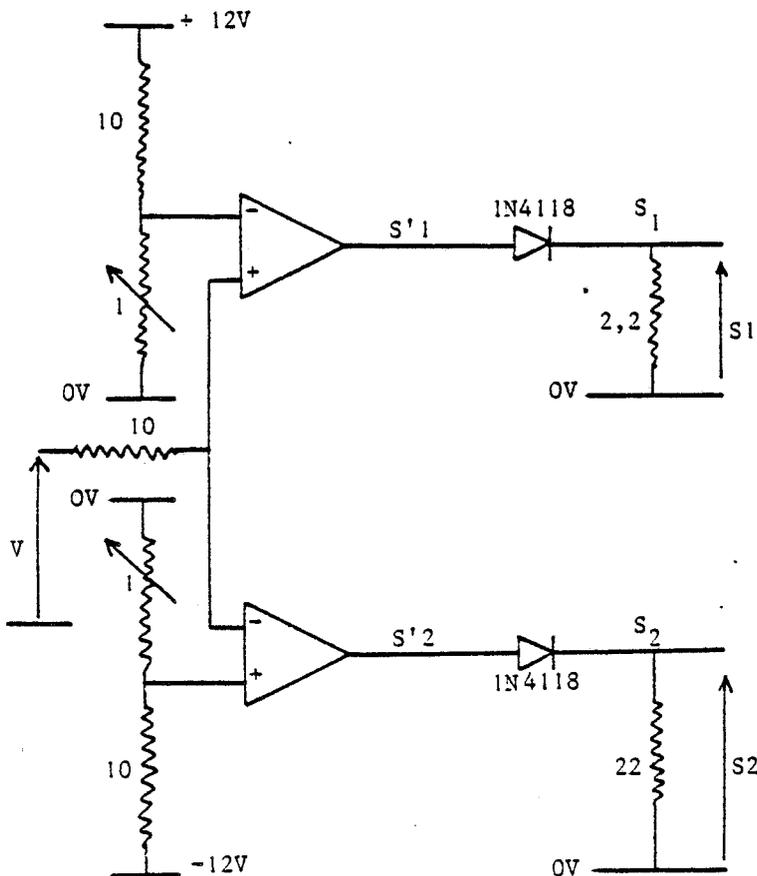
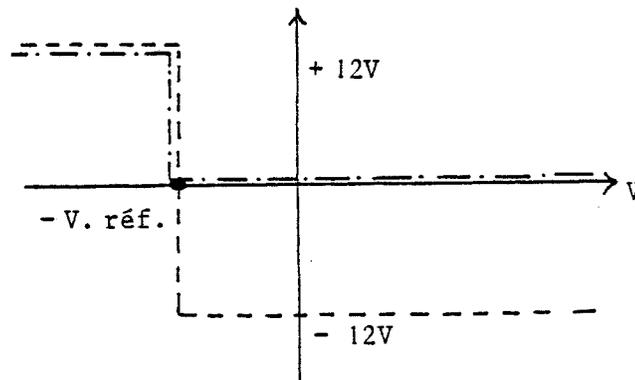
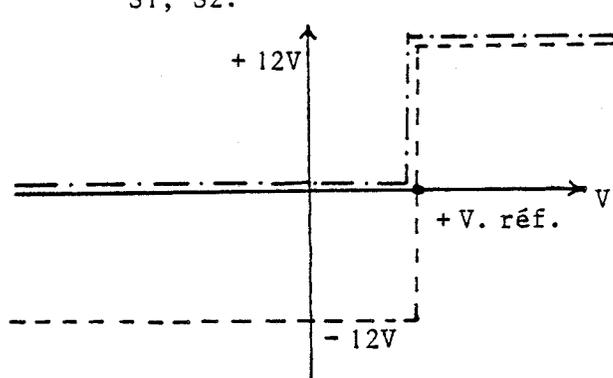


FIG. 12

N.B. La valeur des résistances est donnée en kilohm.

Sur chacune des deux autres sorties S'1 et S'2, une diode permet de ne garder que la commande positive, ce qui fournit les sorties S1, S2.



----- S'1 commande à
 -.-.-.- S1 droite du moteur

----- S'2 commande à
 -.-.-.- S2 gauche du moteur

on veut que : si $-V.ref. < V < +V.ref.$ le circuit de commande de la puissance du moteur soit au repos (moteur arrêté), ceci afin de limiter les oscillations autour du point de consigne.

5.3.4. - Asservissement de direction, carte n° 3

Le circuit réalisé ici (figure 13), rend compatible les signaux S1 et S2 avec la commande des relais statiques telle qu'elle a été définie plus haut.

Pour cela, nous avons donc réalisé deux sommateurs (+(-12 volts)) à l'aide d'amplificateurs opérationnels.

Les signaux de commande des relais sont alors I1 et I2.

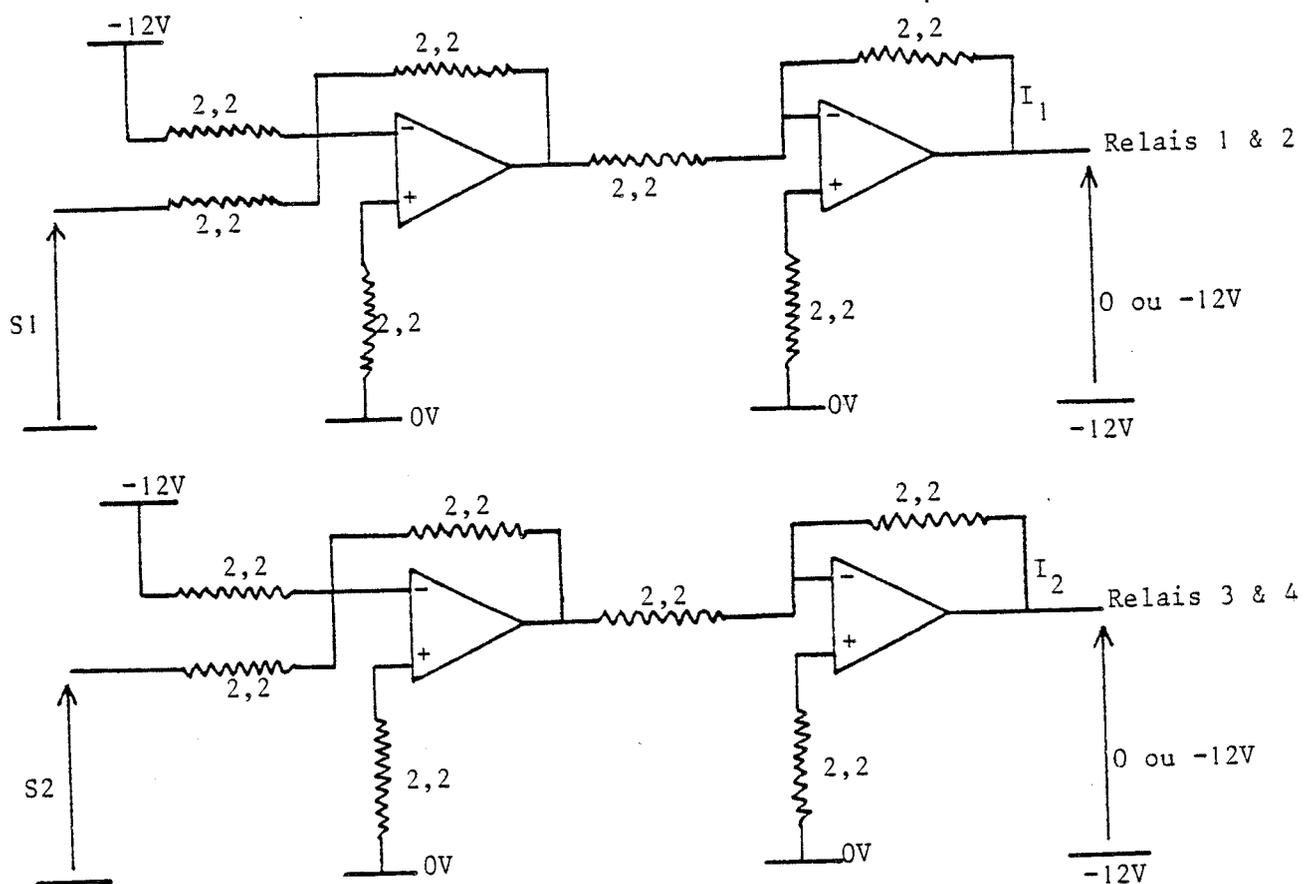
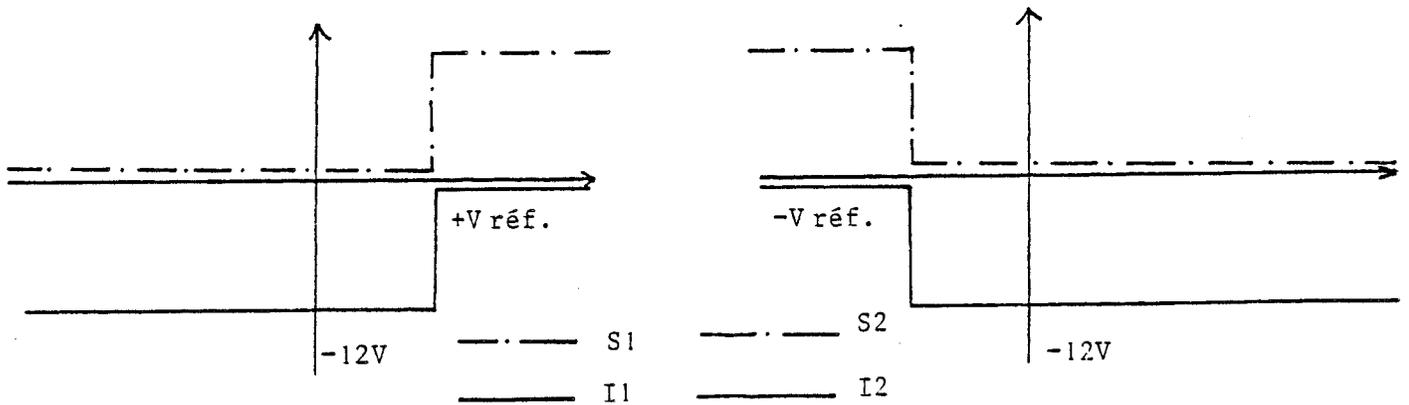


FIG. 13

N.B. La valeur des résistances est donnée en kilohm.

Remarquons que si la zone non active comprise entre + Vrэфérence et - Vrэфérence évite les oscillations du moteur et de la direction autour du point de consigne, elle permet également de ne jamais commander simultanément les deux branches du montage en "H".

C O N C L U S I O N

Dans ce chapitre, ont été exposés la structure mécanique du véhicule, ainsi que les organes actionnant celui-ci. Nous avons également décrit les différents capteurs installés sur le kart.

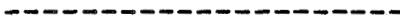
En vue de réaliser la commande par micro-processeur de notre véhicule, nous devons faire un choix pour le traitement des différentes informations provenant des capteurs.

De plus, il s'avère dès à présent nécessaire de réaliser certaines interfaces pour permettre l'acquisition des données provenant des capteurs.

Nous tenterons de résoudre ces problèmes dans le chapitre suivant.

°
° . °

CHAPITRE III



RÉALISATION DE LA COMMANDE INFORMATISÉE DU VÉHICULE

CHAPITRE III : RÉALISATION DE LA COMMANDE INFORMATISÉE DU VÉHICULE.

INTRODUCTION

Pages

III.1. <u>La carte microprocesseur.</u>	51
III.1.1. - L'unité centrale, Intel 8085	51
III.1.2. - Circuits mémoire et périphériques de la carte microprocesseur	53
III.1.2.1. La mémoire	53
III.1.2.2. Les périphériques	53
III.1.2.2.1. Circuits d'entrée-sortie parallèles	53
III.1.2.2.2. Le circuit timer programmable	54
III.1.2.2.3. Le circuit contrôleur d'interruptions	54
III.1.2.2.4. Le circuit d'entrée-sortie série	55
III.2. <u>Les interfaces.</u>	56
III.2.1. - L'alimentation du microprocesseur	56
III.2.2. - Interface, capteur optique - microprocesseur	56
III.2.3. - Interface, microprocesseur - commande du moteur de traction	58
III.2.4. - Interface, capteur à ultrason - microprocesseur	59
III.2.4.1. Le problème	59
III.2.4.2. La gestion des afficheurs au niveau de la carte commande et calcul du polaroid	59
III.2.4.3. La réalisation de l'interface	60
III.2.5. - Interface, microprocesseur - asservissement de la direction	61
III.2.5.1. Nécessité de la conversion digitale analogique	61
III.2.5.2. Le convertisseur digital - analogique	62
III.2.5.3. La carte conversion	63
III.3. <u>Connexion des périphériques de la carte micro-informatique aux interfaces.</u>	64
III.3.1. - Les connexions par le circuit d'entrée sortie parallèle	65
III.3.1.1. En sortie	65
III.3.1.2. En entrée	67
III.3.2. - Les connexions par le circuit contrôleur d'interruptions	67
III.3.3. - Les connexions par le circuit timer programmable	67
III.3.4. - Les connexions par le 8085	68

CONCLUSION

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

Nous avons détaillé précédemment la réalisation matérielle du véhicule permettant de répondre au cahier des charges élaboré à la fin du premier chapitre.

La gestion des informations provenant des différents capteurs sera effectuée par un système à base de microprocesseur. Celui-ci délivrera, en fonction de ces données, les actions à entreprendre, en particulier la commande des moteurs.

Dans ce but, il a été nécessaire de réaliser un certain nombre d'interfaces dont le rôle est de permettre la commande des organes de puissance à l'aide d'un système micro-informatique.

L'architecture générale du système est présentée figure 1 et permet de distinguer :

- la carte, micro-ordinateur
- les différents circuits, interfaçant celle-ci avec les différents capteurs et actionneurs du véhicule.

Dans ce chapitre, nous présentons donc le système micro-informatique ainsi que les différentes interfaces dont notre véhicule est muni. (Certains détails techniques, tels que implantation, mémoire, repérage des circuits sur la carte, choix des buffers d'entrée-sortie seront donnés en annexe).

III.1. LA CARTE MICROPROCESSEUR (BARBE 82, GAUTI 83, INTEL 80)

La carte microprocesseur utilisée dans le cadre de notre réalisation est un système micro-informatique développé autour du microprocesseur 8 bits Intel 8085.

III.1.1) L'UNITE CENTRALE INTEL 8085

Le 8085 est un microprocesseur 8 bits conçu par la firme Intel. La mise en oeuvre de ce circuit ne nécessite qu'une seule tension d'alimentation (+ 5 volts).

La capacité d'adressage de ce processeur est de 64 kilo octets. Le 8085 utilise un bus de données multiplexé : le bus adresses est séparé en deux octets, les poids faibles étant multiplexés avec les données.

Du point de vue des interruptions, le 8085 possède quatre entrées d'interruptions vectorisées dont une non masquable.

La possibilité de réaliser des entrées/sorties série est disponible sur le boîtier par l'intermédiaire de deux broches spécialisées.

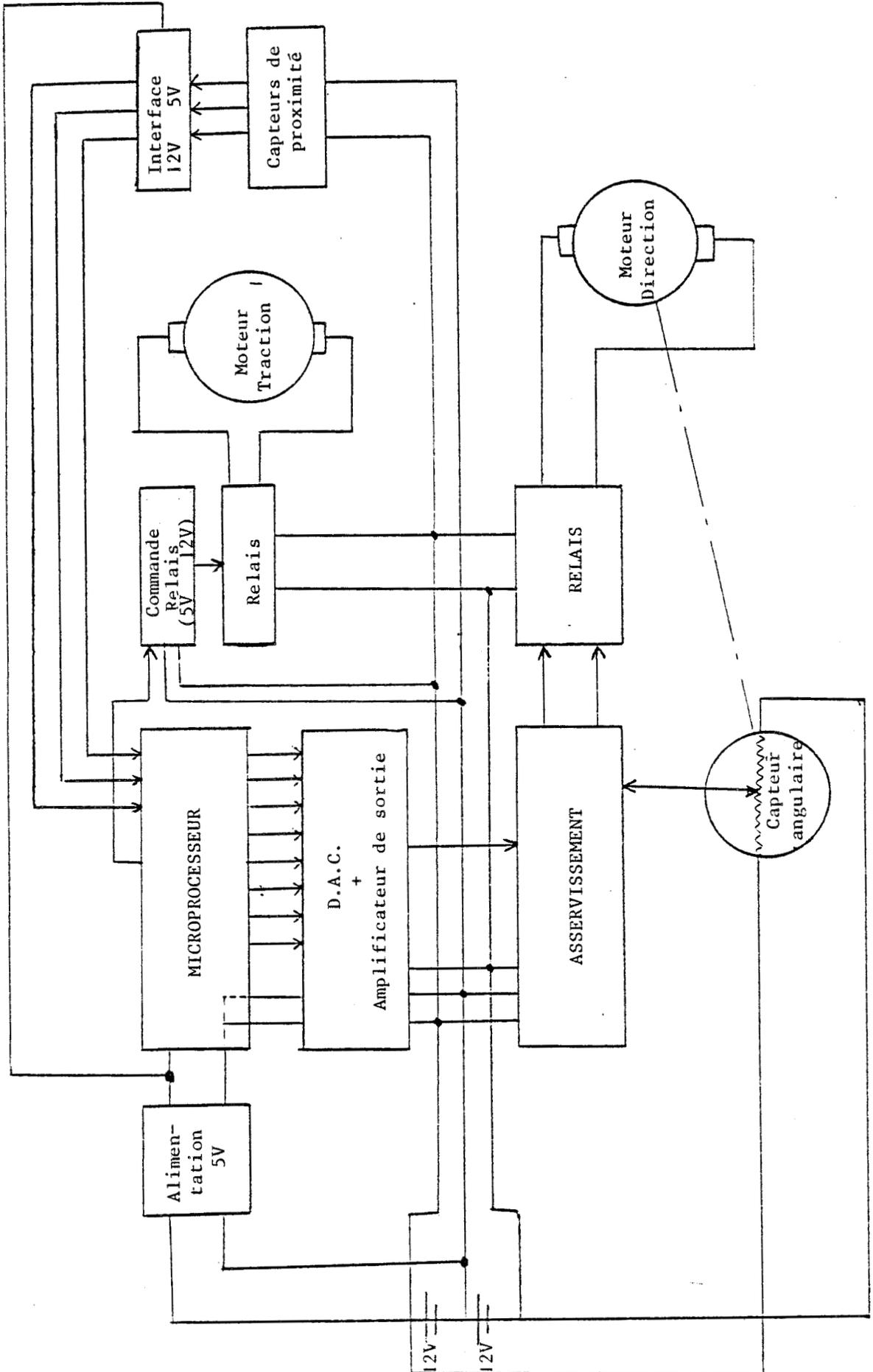
La version du processeur se trouvant sur notre carte est la version la plus rapide, ayant un temps de cycle de 0,8 micro-seconde.

La structure interne du C.P.U. 8085 fait apparaître dix registres :

- 1 compteur ordinal, 16 bits
- 1 pointeur de pile, 16 bits
- 1 accumulateur, 8 bits
- 1 registre d'état
- 6 registres généraux, 8 bits ou 3 x 16 bits.

Du point de vue logiciel, le 8085 possède six types différents d'instructions :

FIG. 1



- transfert de données entre registre et registre ou entre mémoire et registre
- opérations logiques
- opérations arithmétiques
- opérations d'entrée/sortie
- opérations de branchement
- instructions de contrôle.

Les instructions seront codées sur 1, 2 ou 3 octets.

III.1.2) CIRCUITS MEMOIRE ET PERIPHERIQUES DE LA CARTE MICROPROCESSEUR

1.2.1. - La mémoire

L'espace d'adressage du 8085 n'est que partiellement utilisé sur la carte.

Nous disposons de deux kilo octets de mémoire vive réalisés à l'aide de boitier 2114 et de six kilo octets de mémoire morte réalisés à l'aide des EPROM 2716.

La carte est conçue de telle façon que s'il s'avère nécessaire d'augmenter le champ mémoire de celle-ci, cette opération ne pose pas trop de problèmes (GAUTI 83).

1.2.2. - Les périphériques

La carte comporte un certain nombre de circuits périphériques qui permettent l'interfaçage du C.P.U. avec le monde extérieur.

1.2.2.1 Circuits d'entrées/sorties parallèles.

Nous disposons sur notre carte de deux circuits 8255 de la famille MCS 85, permettant des entrées ou des sorties d'informations en parallèle.

Nous avons la possibilité d'utiliser 48 lignes d'entrées/sorties programmables.

Chaque circuit comporte trois ports de 8 bits chacun. Chaque port peut être programmée à l'aide d'un mot de commande, pour être confi-guré soit entièrement en entrée, soit entièrement en sortie.

Il faut cependant noter, au niveau du port C, la possibilité de programmer indépendamment les 4 bits de poids fort et les 4 bits de poids faible. Il n'y a pas de programmation bit par bit.

Le circuit 8255 (PPI, périphéral parallel interface) peut fournir ou recevoir de l'extérieur des niveaux de tension électrique compatible TTL.

1.2.2.2 Le circuit Timer programmable

Le 8253 (PIT, programmable interval timer) est un circuit qui permet le comptage de temps ou d'évènements extérieurs.

Il comporte trois compteurs indépendants de 16 bits chacun, la fréquence de travail des compteurs peut aller jusqu'à deux mégahertz.

Tous les modes de fonctionnement sont programmables, le comptage peut se faire soit en binaire (de 0 à 65 535) soit en BCD (de 0 à 9 999).

Il peut fournir une horloge temps réel programmable qui peut être utilisée, comme c'est le cas sur notre carte, pour piloter les transferts de données du circuit d'interface d'entrée sortie série.

1.2.2.3 Le circuit contrôleur d'interruptions

Le 8259 (PIC, programmable interrupt controller) est un circuit programmable permettant d'étendre les possibilités d'interruptions de l'unité centrale 8085.

Le circuit contrôleur d'interruptions réalise la gestion de 8 interruptions vectorisées. Il est possible, en utilisant 9 circuits, de gérer jusqu'à 64 demandes d'interruption.

Le 8259 est programmable par le logiciel du système. Les adresses des sous-programmes d'interruptions sont implantées de 4 en 4 octets dans n'importe quel bloc de 32 octets libre en mémoire, ou de 8 en 8 octets dans un bloc de 64 octets, selon le mode de fonctionnement programmé.

1.2.2.4 Le circuit d'entrée/sortie série

Le circuit d'entrée/sortie série ne fait pas partie de la famille MCS 85, c'est un circuit Intersil, le IM 6402. Ce circuit périphérique est utilisé comme interface entre une ligne de transmission série et le C.P.U.

En réception, le circuit reçoit une donnée série et la convertit en une donnée parallèle 8 bits, le mot série doit comporter des bits de départ et d'arrêt de donnée.

En émission, le circuit reçoit une donnée parallèle 8 bits et lui donne une configuration série, il génère les bits de parité, de départ et d'arrêt de donnée série.

La cadence des échanges est fixée par une horloge externe.

III.2. LES INTERFACES

La carte microprocesseur ne peut fournir ou recevoir de l'extérieur que des signaux compatibles T.T.L. Hors, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la plupart des actionneurs sont commandés par des tensions de ± 12 volts. Les capteurs, pour leur part, ne fournissent pas des signaux directement exploitables par le système micro-informatique. Nous étudions donc, dans cette partie, les circuits d'interfaces qui ont été réalisés pour permettre la commande du véhicule.

III.2.1) L'ALIMENTATION DU MICROPROCESSEUR

La source d'alimentation électrique pour tous les équipements du véhicule est constituée par deux batteries de 12 volts chacune (voir chapitre II). Les équipements micro-informatiques doivent être alimentés en $+ 5$ volts $\pm 5\%$ (tolérances de fonctionnement données par le constructeur).

La tension 5 volts est aussi nécessaire comme nous le verrons plus loin au fonctionnement de certaines interfaces. En particulier, il est indispensable de disposer de cette référence pour l'élaboration des signaux dans la gamme admissible en entrée par le microprocesseur.

Nous avons donc réalisé un circuit électronique qui permet d'obtenir une alimentation 5 volts à partir des 12 volts des batteries disponibles sur le véhicule.

Le schéma du circuit de l'alimentation est donné en Annexe.

III.2.2) INTERFACE : CAPTEUR - OPTIQUE - MICROPROCESSEUR

Les capteurs optiques montés sur le véhicule délivrent en sortie des tensions de 11,8 volts si le capteur est sur la ligne de guidage, de 0 volt si le capteur est hors de la ligne.

Nous devons donc abaisser cette tension pour pouvoir réaliser l'acquisition et le traitement des informations fournies par ces capteurs.

le microprocesseur ne pouvant prendre en compte des niveaux d'entrée de 0 ou 5 volts.

Pour effectuer la liaison entre les capteurs et la partie traitement informatique, nous avons mis en oeuvre trois interfaces, une par capteur. Les schémas d'un de ces circuits est donné figure 2.

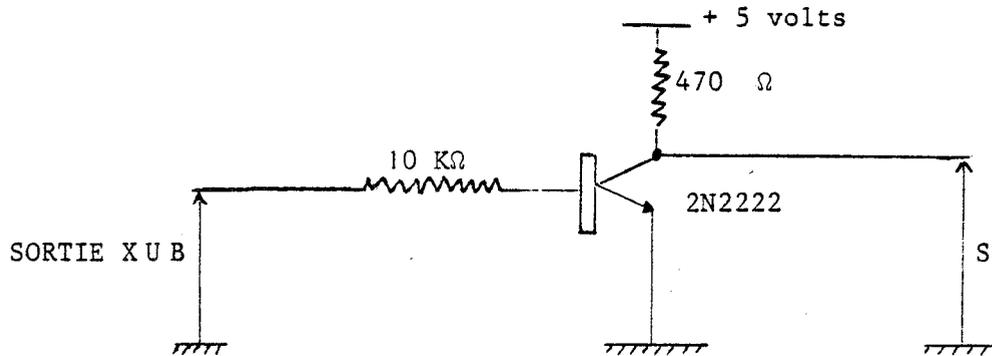


FIG. 2

La sortie S est envoyée vers le microprocesseur.

La logique de fonctionnement du montage est maintenant donnée par le tableau suivant.

	sortie XUB	sortie interface
capteur sur la ligne	11,8 volts	0 volt
capteur hors de la ligne	0 volt	5 volts

FIG. 3

En résumé, le microprocesseur reçoit un 0 logique lorsque le capteur est sur la ligne, ou un 1 logique hors de la ligne.

III.2.3) INTERFACE MICROPROCESSEUR - COMMANDE DU MOTEUR DE TRACTION

Le moteur de traction démarre si on envoie 0 volt au relais qui le commande, et s'arrête si le relais reçoit une commande de -12 volts.

Le système micro-informatique ne pouvant délivrer que des niveaux de 0 ou 5 volts, nous avons réalisé les montages suivants (figure 4). Chaque montage se divise en deux parties, une partie permettant d'obtenir un signal de 0 ou 12 volts à partir des valeurs fournies par le microprocesseur, l'autre abaissant les tensions du premier montage de -12 volts, et délivre ainsi la commande qui sera transmise au relais du moteur de traction.

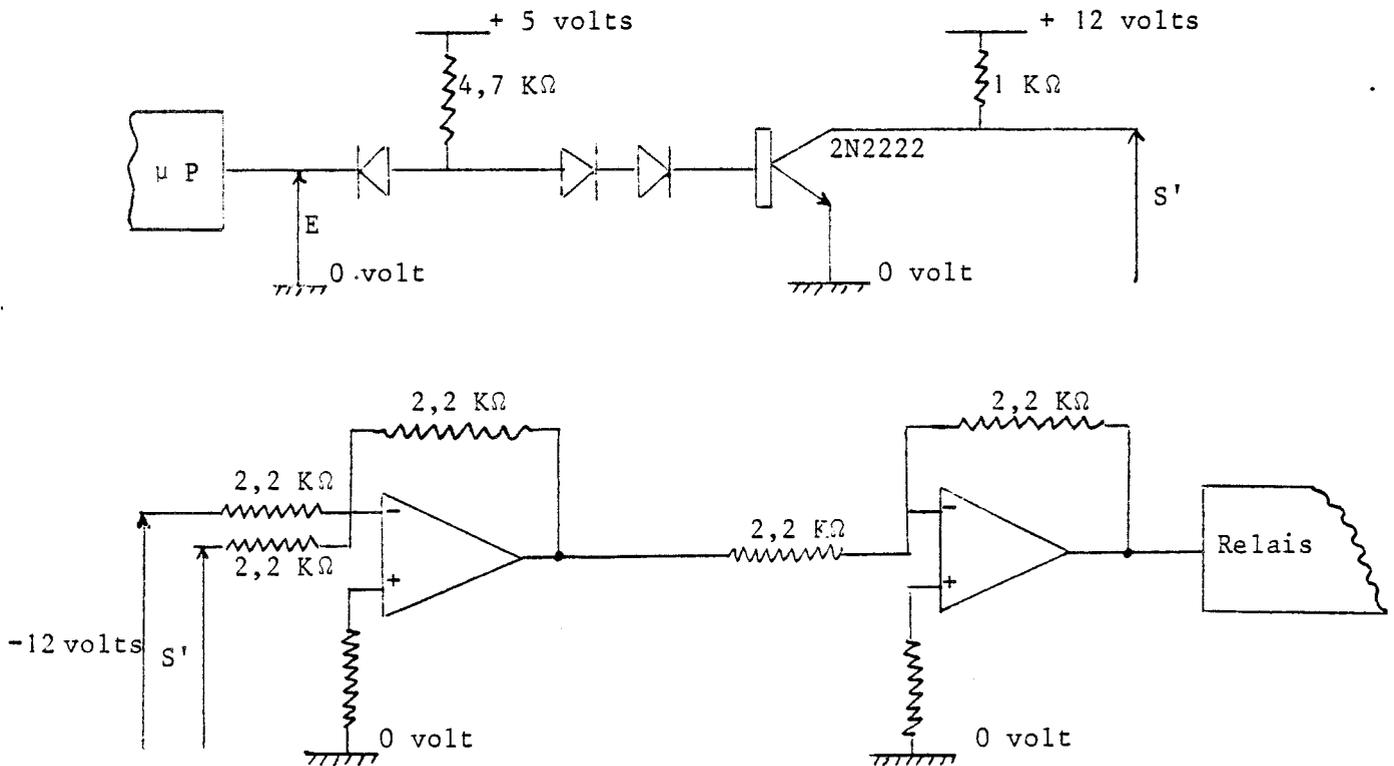


FIG. 4

Logique de fonctionnement de l'interface.

microprocesseur	S'	S
0 volt	12 volts	0 volt
5 volts	0 volt	- 12 volts

III.2.4) INTERFACE, CAPTEUR A ULTRASON - MICROPROCESSEUR

2.4.1. - LE PROBLEME

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, le système Polaroid autorise des mesures de distances dans un intervalle de 0,9 à 35 pieds. Le résultat de la mesure est donné sur trois afficheurs sept segments.

Le distance-mètre tel qu'il est fourni, ne permet pas l'acquisition de manière directe par un dispositif de traitement extérieur au système de la mesure. Il est donc nécessaire d'adjoindre au dispositif de mesure de distance par ultrason un équipement électronique supplémentaire, ceci afin de rendre possible la lecture de la mesure par le microprocesseur.

2.4.2. - LA GESTION DES AFFICHEURS AU NIVEAU DE LA CARTE COMMANDE ET CALCUL DU POLAROID

Le résultat de la conversion temps-distance est envoyé sous forme décimale codée binaire (BCD) à un transcodeur BCD-7 segments. (figure 8, chapitre II, donne le schéma bloc du système). Les trois digits BCD sont multiplexés. (Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) sont les quatre bits du chiffre BCD et $(\overline{DS3}, \overline{DS2}, \overline{DS1})$ les trois bits de multiplexage.

Lorsque $\overline{DS1} = 0$, nous avons la configuration $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_d$ qui correspond au chiffre décimal des dixièmes de pieds de la mesure.

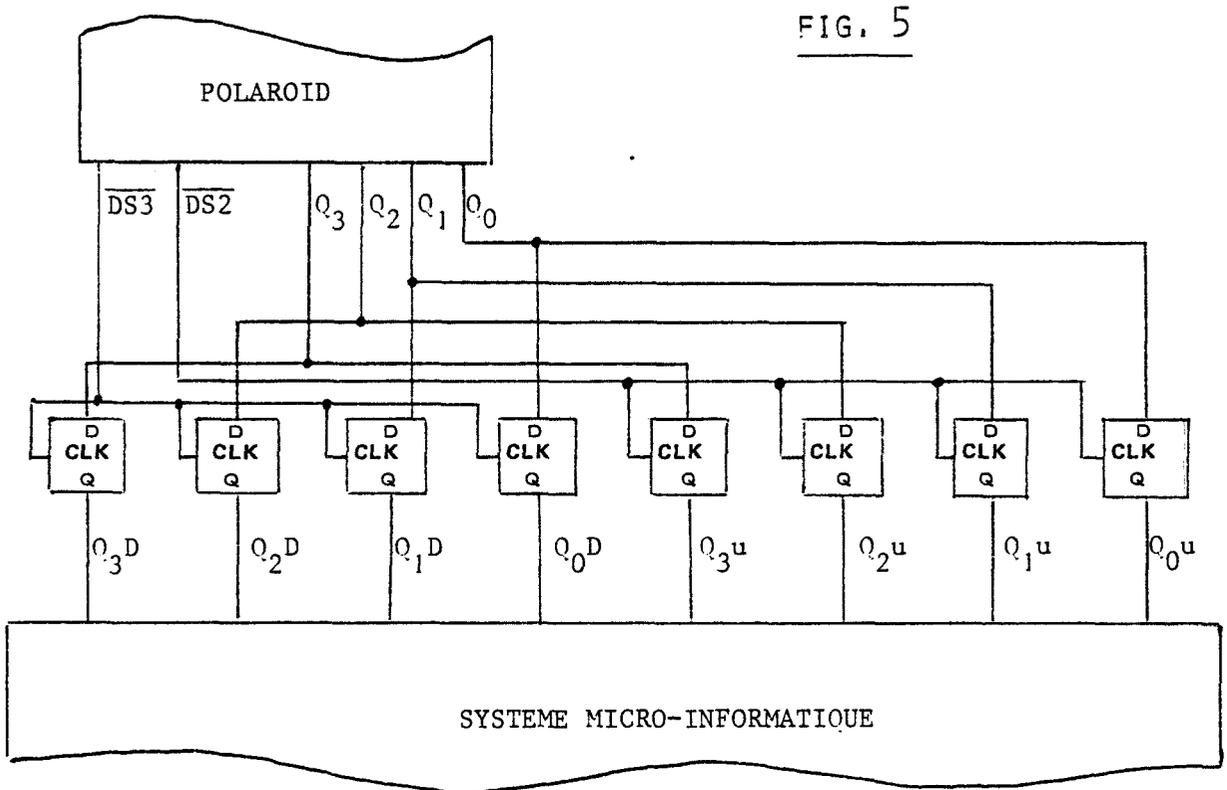
Lorsque $\overline{DS2} = 0$, nous avons la configuration $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_u$ qui correspond au chiffre décimal des unités de la mesure en pieds.

Lorsque $\overline{DS3} = 0$, nous avons la configuration $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_D$ qui correspond au chiffre décimal des dizaines de la mesure en pieds.

Nous proposons, dans le paragraphe suivant, le schéma de l'interface réalisée. Moyennant uniquement le repiquage des signaux (Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) et de $(\overline{DS3}, \overline{DS1}, \overline{DS2})$, ce circuit permet le traitement par le système micro-informatique de la mesure de distance.

2.4.3. - LA REALISATION DE L'INTERFACE

Tout d'abord, dans le cadre de notre application, nous ne tenons compte que des chiffres des unités et des dizaines. Nous allons séparer (Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) en deux fois quatre bits $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_u$ et $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_D$ qui seront verrouillés par des bascules D, une par bit, soit 8 au total. Le verrouillage sera fait en fonction des signaux de validation $(\overline{DS3}, \overline{DS2})$ respectivement pour le chiffre des dizaines et celui des unités. Nous obtenons donc en sortie des bascules (figure 5) la distance en BCD sur deux digits.



L'affichage de la distance mesurée est remis à jour cinq fois par seconde, il faut donc venir lire $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_D$ et $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)_u$ au bon moment, nous étudierons le principe de lecture plus loin.

III.3.5) INTERFACE, MICROPROCESSEUR ASSERVISSEMENT DE LA DIRECTION

3.5.1. - NECESSITE D'UNE CONVERSION DIGITALE ANALOGIQUE

Rappelons le schéma de l'asservissement de la direction

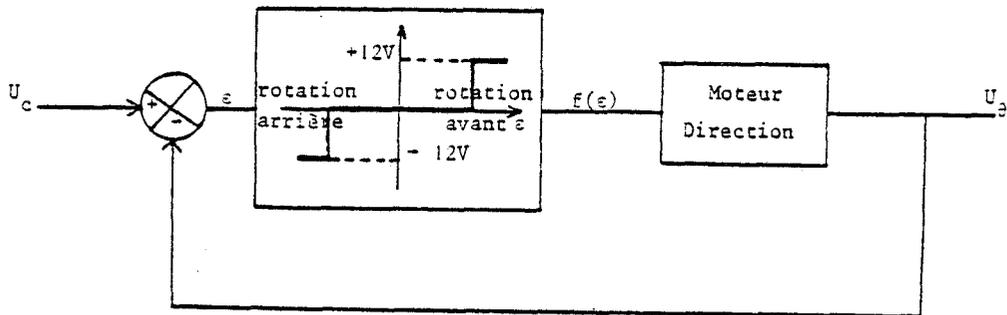


FIG. 6

Les rotations maximales de la direction sont obtenues pour des tensions de consigne U_c de -7 volts ou +7 volts. Nous avons choisi de limiter U_c à des valeurs comprises entre -6 et +6 volts, ceci afin de limiter les efforts s'exerçant sur la partie mécanique de la direction lorsque celle-ci arrive en bout de course.

Le système micro-informatique doit, en fonction de la position du véhicule par rapport au guide, déterminer la valeur de la consigne à fournir à l'asservissement de la direction.

L'information produite par le microprocesseur étant digitale, il est donc obligatoire de disposer d'une interface de conversion entre les deux éléments de contrôle du véhicule, comme le montre le schéma bloc de la figure 7.

Nous verrons plus loin que dans certains cas le processeur fournit une tension de consigne U_c sans tenir effectivement compte de la position du véhicule par rapport au guide.

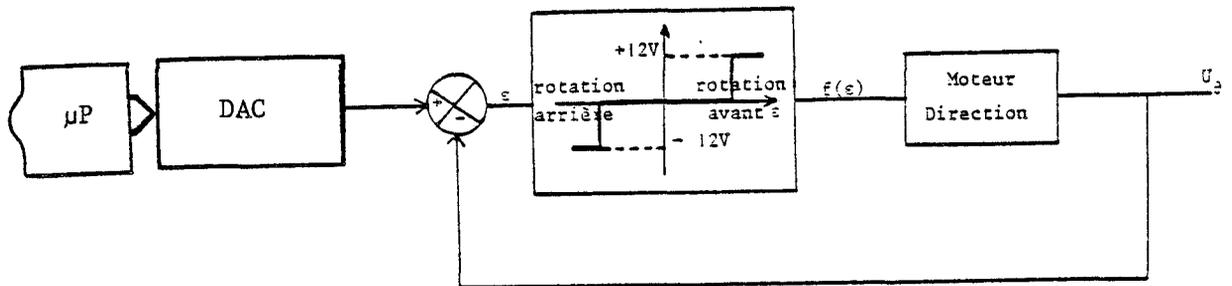


FIG. 7

2.5.2. - LE CONVERTISSEUR DIGITAL-ANALOGIQUE (DATEL 80)

Le convertisseur digital analogique (DAC) utilisé est un DAC-UP8BC du constructeur DATEL.

Le DAC-UP8BC est un convertisseur 8 bits possédant un registre interne qui rend possible la mémorisation de la donnée à convertir, en fonction du signal $\overline{\text{LOAD}}$. La mémorisation est effective si $\overline{\text{LOAD}}$ est à l'état haut. Si $\overline{\text{LOAD}}$ est à l'état bas, le registre est transparent vis à vis de l'entrée digitale, et toute modification de la configuration binaire de l'entrée entraîne la modification de la sortie analogique.

Le temps de conversion est de 2 micro-secondes pour une variation de l'entrée correspondant à toute l'étendue des valeurs convertibles.

Le synoptique interne du DAC-UP8BC fourni par le constructeur est donné figure 8.

En sortie, le circuit peut être utilisé soit en mode unipolaire et fournit alors un signal de sortie dans l'intervalle (0, 10 volts), soit en mode bipolaire et fournit alors un signal de sortie dans l'intervalle (- 5, + 5 volts).

La tension d'alimentation du circuit peut être choisie dans la zone de ± 12 volts à ± 18 volts, notre convertisseur sera donc alimenté entre ± 12 volts, disponible directement sur les batteries.

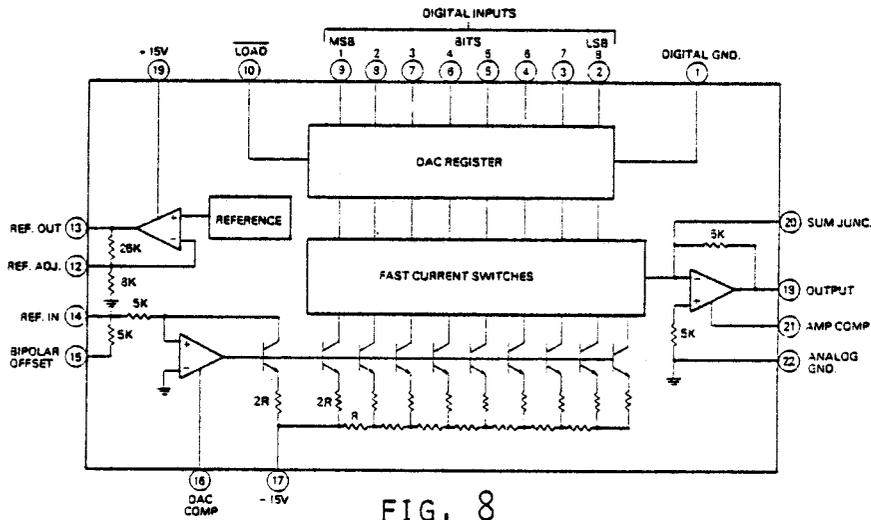


FIG. 8

2.5.3. - LA CARTE CONVERSION

Le convertisseur monté sur le véhicule fonctionnera en mode bipolaire.

La broche LOAD sera figée au niveau bas. La donnée binaire sur 8 bits à convertir fournie par le microprocesseur, ne sera donc pas mémorisée dans le registre interne du DAC-UP8BC.

En mode bipolaire, la sortie analogique peut évoluer entre -5 et +5 volts. Or, les valeurs admissibles pour la consigne de l'asservissement de la direction sont entre -6 et +6 volts. Nous avons donc placé en sortie du DAC un amplificateur opérationnel 741 à gain ajustable, entre 0 et 4, suivi d'un second qui réalise le changement de signe de la tension délivrée par le premier.

Le réglage du gain de la tension de sortie a été fixé à 1,4 ceci afin d'obtenir les ± 6 volts correspondant aux rotations maximales de la direction.

Le schéma du circuit est donné figure 9, la circuiterie se trouvant directement autour du DAC est le schéma d'application préconisé par DATEL.

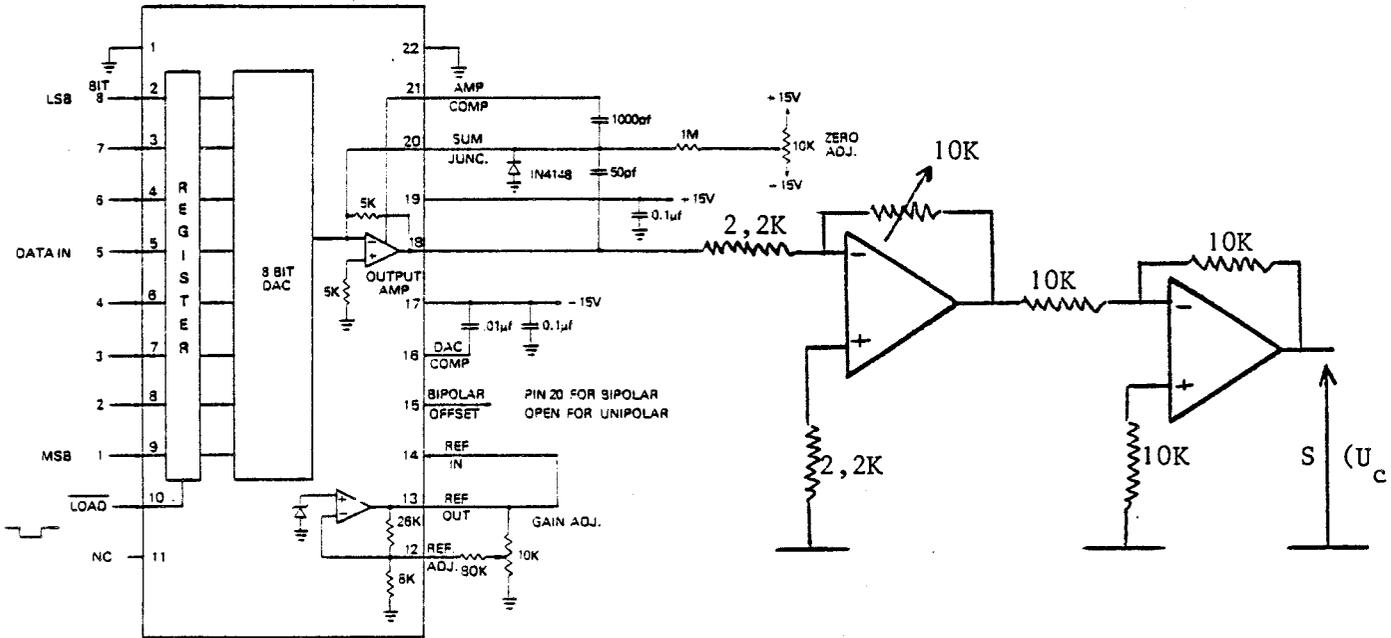


FIG. 9

III.3. CONNEXION DES PÉRIPHÉRIQUES DE LA CARTE MICRO-INFORMATIQUE AUX INTERFACES

Nous étudions ici en fait comment se fait la gestion des informations provenant des capteurs et comment les commandes fournies par le microprocesseur sont envoyées aux actionneurs.

Le choix des périphériques auxquels sont reliés les interfaces détermine en partie l'écriture du logiciel de gestion du véhicule dont la réalisation sera abordée dans le chapitre suivant.

Le schéma de la figure 10 donne une vue d'ensemble des connexions existantes entre la carte micro-informatique et son environnement. (Les listes de câblages détaillés sont données en annexe).

III.3.1) LES CONNEXIONS PAR LE CIRCUIT D'ENTREE SORTIE PARALLELES

3.1.1. - EN SORTIE

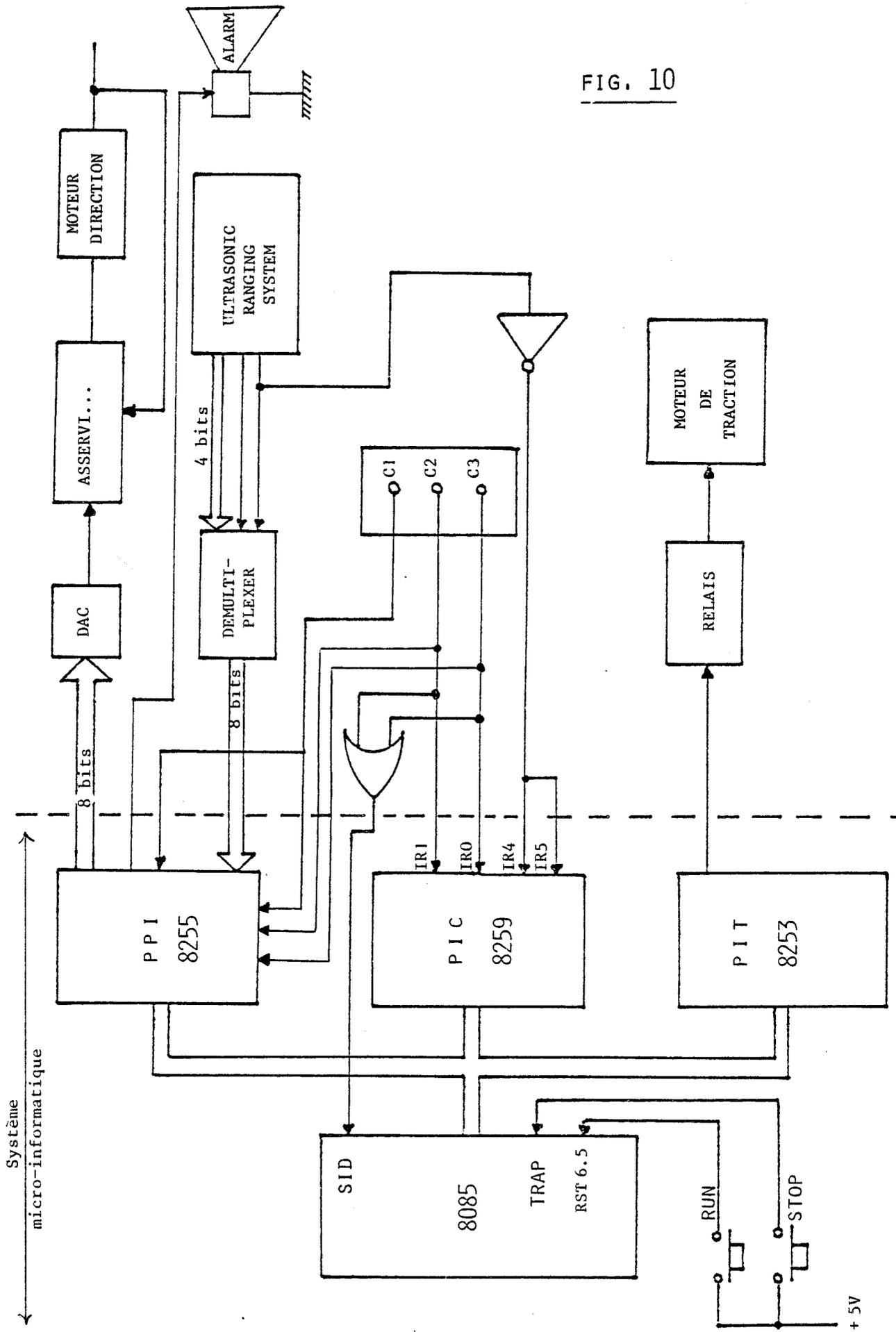
Est connectée aux P.P.I. en sortie sur 8 bits, la carte conversion digital-analogique. Le microprocesseur fournit ainsi la consigne à l'asservissement de la direction. Il faut remarque que : tant que la valeur numérique de la consigne présente en sortie d'un port n'est pas modifiée, celle-ci y reste mémorisée. Ceci justifie le choix d'avoir figé l'entrée LOAD à zéro pour le DAC.

La consigne est fournie au DAC par le port d'adresse. 28 H du 8255 de mot de commande d'adresse 2 BH (l'implantation mémoire et physique des périphériques sur la carte est donnée en annexe).

Est également connectée aux P.P.I., sur un bit, une alarme, la gestion de cette alarme étant entièrement réalisée par logiciel.

L'alarme est connectée au bit 7 du port d'adresse 2 EH du 8 255 de mot de commande d'adresse 2 FH.

FIG. 10



3.1.2. - EN ENTREE

Est connecté en entrée aux P.P.I., sur 8 bits, le résultat de la mesure de distance fourni par le Polaroid via l'interface décrite plus haut.

La mesure est donnée au microprocesseur, sur 8 bits, soit 2 digits BCD, celui des unités et celui des dizaines de la distance exprimée en pieds. La connexion est faite avec le port d'adresse 2 CH du 8255 de mot de commande d'adresse 2 FH.

De même nous avons connecté en entrée sur 3 bits, aux P.P.I. les trois capteurs optiques C1, C2, C3 (voir figure 1, chapitre II). Ils sont tous les trois connectés au port d'adresse 2 DH du 8255 de mot de commande d'adresse 2 FH. Les capteurs C1, C2, C3 sont respectivement reliés aux bits 0, 1 et 2 de ce port.

L'état du capteur optique numéro 1, (C1) est également envoyé au bit 0 du port d'adresse 2 AH du 8255 de mot de commande d'adresse 2 BH.

III.3.2) LES CONNEXIONS PAR LE CIRCUIT CONTROLEUR D'INTERRUPTIONS

Le contrôleur d'interruption (8259) reçoit sur la broche IRO l'état du capteur optique numéro 3, sur la broche IR1 est connecté le capteur optique numéro 2.

La lecture de la mesure de distance fournie par le Polaroid est activée par le signal $\overline{DS3}$ qui demande cette lecture au microprocesseur par interruption. Le signal $\overline{DS3}$ est donc envoyé aux broches IR4 et IR5 du 8259, après complémentation.

III.3.3) LES CONNEXIONS PAR LE CIRCUIT TIMER PROGRAMMABLE

La sortie du compteur 2 du Timer (8253) est connectée à l'interface de commande du moteur de traction.

III.4.4) LES CONNEXIONS PAR LE 8085

L'arrêt d'urgence du véhicule est branché sur la broche d'interruption non masquable TRAP.

La mise en marche du véhicule est branchée sur la broche d'interruption 6.5.

La broche d'entrée de donnée série SID du microprocesseur 8085 est connectée à la sortie d'une fonction ou logique entre les capteurs optiques numéro 2 et 3. De ce fait, l'état logique reçu sur le SID n'est égal à zéro que lorsque les deux entrées sont à zéro ; c'est-à-dire lorsque les capteurs optiques numéro 2 et 3 sont bien au dessus de la ligne de guidage.

C O N C L U S I O N

Nous venons dans ce chapitre de décrire les interfaces et le système micro-informatique qui doivent nous permettre de commander le véhicule.

A ce stade de notre réalisation, il faut écrire le logiciel permettant l'acquisition et l'exploitation des états des différents capteurs, ceci afin de déterminer les commandes à transmettre aux actionneurs.

L'écriture de ce logiciel est abordée dans le chapitre suivant.

o

o o

CHAPITRE IV



LOGICIEL DE COMMANDE DU VÉHICULE

CHAPITRE IV : LOGICIEL DE COMMANDE DU VÉHICULE.

	Pages
<u>INTRODUCTION</u>	
IV.1. <u>Initialisation des circuits périphériques.</u>	73
IV.1.1. - Initialisation des circuits d'entrée/sortie parallèles	74
IV.1.2. - Programmation du contrôleur d'interruption	75
IV.1.2.1. Fonctionnement du contrôleur (PIC 8259)	75
IV.1.2.2. Initialisation du PIC 8259	78
IV.2. <u>Utilisation du 8253 comme variateur de vitesse.</u>	80
IV.2.1. - Principe du variateur de vitesse	80
IV.2.2. - Fonctionnement du PIT 8253	81
IV.2.3. - Programmation du variateur de vitesse	81
IV.3. <u>Logiciel de suivi du guide.</u>	82
IV.3.1. - Sous-programmes assurant la correction à droite	83
IV.3.2. - Sous-programmes assurant la correction à gauche	85
IV.4. <u>Logiciel de gestion du capteur à ultrason.</u>	86
IV.4.1. - La prise en compte des obstacles	87
IV.4.1.1. Position du problème	87
IV.4.1.2. Choix d'une solution	87
IV.4.2. - Les sous-programmes de gestion de la mesure	88
IV.4.2.1. La procédure MESUR1.	88
IV.4.2.2. La procédure MESUR2.	89
IV.5. <u>Le logiciel de contournement d'obstacle.</u>	91
IV.5.1. - La procédure OBST.	91
IV.5.2. - La procédure CHERC1.	93

CONCLUSION.

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

Nous décrirons dans ce chapitre, le logiciel qui a été nécessaire à la réalisation de la commande du véhicule.

L'ensemble des programmes écrits permet en effet de gérer les différentes informations provenant des capteurs, et en fonction de ces données, détermine les actions à entreprendre, c'est-à-dire les différentes valeurs des consignes à transmettre aux actionneurs.

Le logiciel est écrit sur un système de développement MDS800 (Intel) (ISIS 78a) dont l'émulateur 8085 (ISIS 78d) a grandement facilité la mise au point. Les programmes ainsi développés sont stockés dans une EPROM 2716 dont la programmation est réalisée à l'aide du MDS 800 (ISIS 76).

Le langage choisi pour cette réalisation est l'assembleur 8085 (ISIS 78b, ISIS 78c) afin d'assurer une exécution rapide et une exploitation optimale du matériel micro-informatique.

Dans ce chapitre, nous ne détaillerons pas entièrement l'écriture du logiciel, mais seulement l'aspect général des algorithmes utilisés dans chaque procédure.

Nous présentons tout d'abord la réalisation de la partie initialisation des périphériques du système micro-informatique, puis la partie gestion des capteurs et des actionneurs du véhicule.

IV.1. INITIALISATION DES CIRCUITS PÉRIPHÉRIQUES

Le choix des connexions entre la carte micro-informatique et le milieu environnant propre à notre application tel qu'il est présenté au paragraphe 4 du chapitre III, détermine l'initialisation des circuits périphériques micro-informatiques. Un paragraphe propre au circuit 8253 qui est utilisé en variateur de vitesse, sera développé (implantation mémoire de ces circuits est donnée en annexe).

Dans la description du logiciel, les dénominations suivantes seront utilisées :

- *Circuit 8255-1.*

PORTA1 : port A bit 0-7
PORTB1 : port B bit 0-7
PORTC1 : port C bit 0-7 qui peut se décomposer en :
 PC103 : port C bit 0-3
 PC147 : port C bit 4-7
CMD1 : mot de commande

- *Circuit 8255-2.*

PORTA2 : port A bit 0-7
PORTB2 : port B bit 0-7
PORTC2 : port C bit 0-7 qui peut se décomposer en :
 PC203 : port C bit 0-3
 PC247 : port C bit 4-7
CMD2 : mot de commande

- *Circuit 8253.*

CPT0 : compteur 0
CPT1 : compteur 1
CPT2 : compteur 2
CMD53 : mot de commande

- *Circuit 8259.*

Pour ce circuit, nous adoptons les notations utilisées par le constructeur (Intel) (INTEL 80)

IV.1.1) INITIALISATION DES CIRCUITS D'ENTREE/SORTIE PARALLELES

Les deux circuits d'entrée/sortie parallèles sont utilisés en mode 0, c'est-à-dire que les boitiers travaillent simplement en entrée/sortie, les trois ports ont un fonctionnement semblable. Seulement, les sorties sont latchées.

- *initialisation du 8255-1.*

Pour ce circuit, nous devons obtenir la configuration suivante :

- . PORTA1 en sortie
- . PORTB1 indifférent
- . PC103 en entrée
- . PC147 en sortie

- *initialisation du 8255-2.*

Pour ce circuit, nous devons obtenir la configuration suivante :

- . PORTA2 en entrée
- . PORTB2 en entrée
- . PC203 en sortie
- . PC247 en entrée

La configuration du port C2 qui est indifférente puisque inutilisée, est choisie arbitrairement.

Nous avons déterminé ici le mode de fonctionnement des circuits, ainsi que les configurations utilisées au niveau des ports. Ceci détermine entièrement les séquences d'initialisations des deux circuits qui sont pour le 8255-1

```
MVI  A,81H    ; charger l'accumulateur avec la valeur  
                    hexadécimale 81.
```

```
OUT  CMD1     ; écrire le mot de commande
```

Il faut noter qu'ici le port B est configuré en entrée.

pour le 8255-2

```
MVI  A,9AH
```

```
OUT  CMD2
```

Après ces deux séquences d'initialisation, les circuits d'entrée/sortie parallèles sont prêts à fonctionner.

IV.1.2) PROGRAMMATION DU CONTROLEUR D'INTERRUPTION

1.2.1. - Fonctionnement du controleur (P.I.C. 8259)

Le circuit P.I.C. 8259 permet la gestion de 8 interruptions, les capacités du système peuvent être étendues au traitement de 64 demandes avec 9 circuits 8259.

Le système micro-informatique mis en oeuvre dans le cadre de notre réalisation ne comporte qu'un seul circuit 8259. Nous avons donc possibilité, avec notre système, de traiter 12 demandes d'interruptions. En effet, l'unité centrale 8085 peut en traiter 4 dont une non masquable, les 8 autres sont gérées par le contrôleur d'interruption 8259.

Le P.I.C. 8259 est entièrement autonome en ce qui concerne les traitements des demandes d'interruptions. Les demandes sont gérées par ce circuit périphérique en fonction de certains algorithmes proposés par le constructeur et choisis par le programmeur, notamment en ce qui concerne l'attribution des priorités.

La coopération entre l'unité centrale 8085 et le circuit P.I.C. 8259 est illustrée par l'organigramme de la figure 1 (OFRY 82).

Du point de vue matériel, le 8259 comporte un certain nombre de registres internes qui permettent le bon fonctionnement du circuit. Ces registres sont :

- I.R.R. (Interrupt Request Register), c'est le registre de demande d'interruption. Lorsqu'une transition positive apparaît sur une broche d'entrée I.R. du 8259, le bit du registre I.R.R. correspondant à la broche I.R. sollicitée est positionné à 1.
- I.S.R. (In Service Register), c'est le registre des services en cours. Le bit correspondant à l'interruption en cours de service reste à 1 tant que le 8259 n'est pas prévenu par le processeur que son service est terminé.
- I.M.R. (Interrupt Mask Register), c'est le registre de masque d'interruption. Un bit à 1 du registre I.M.R. masque le niveau d'interruption correspondant.

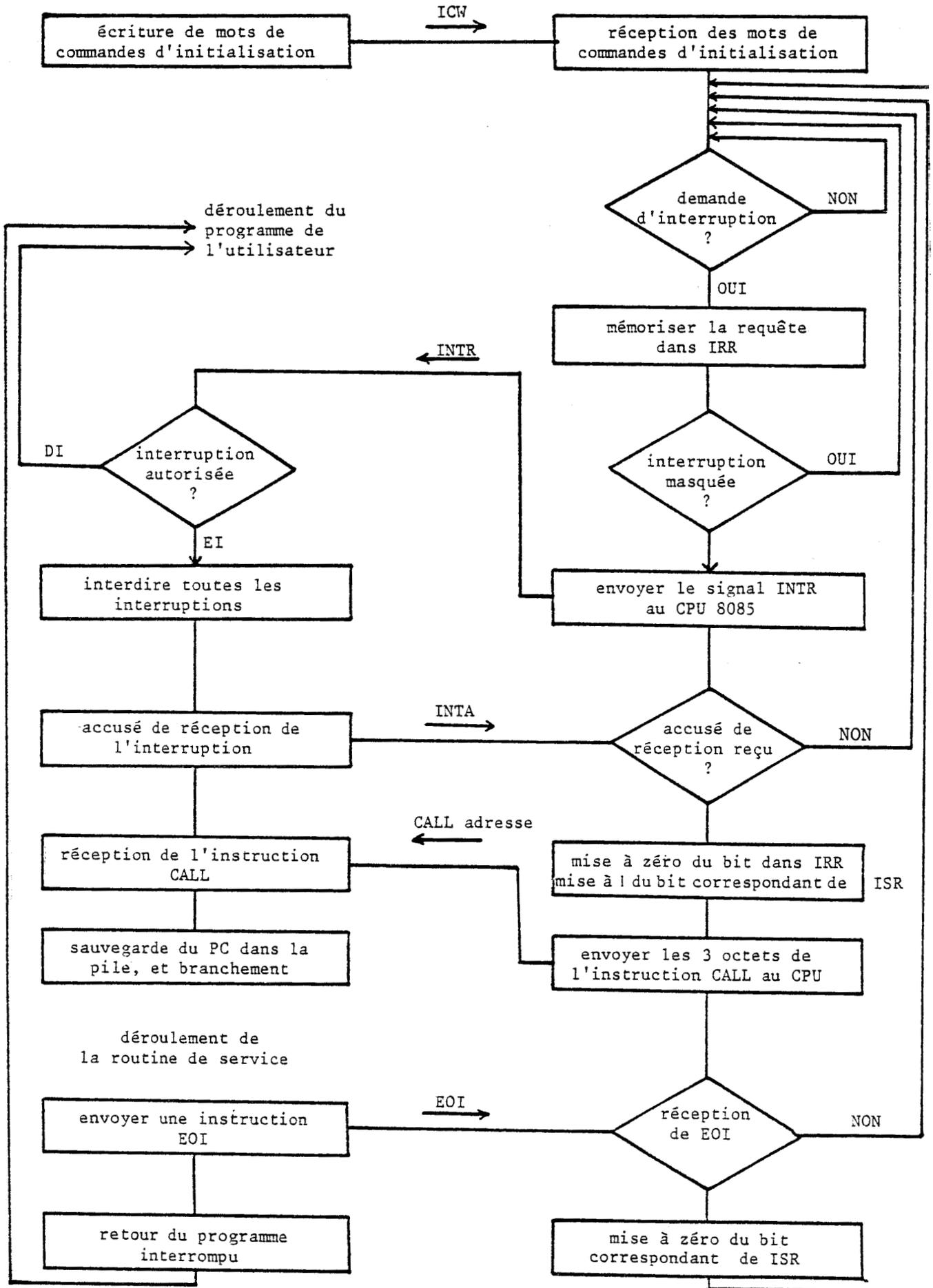


FIG. 1

Le programmeur a accès en lecture à tous ces registres et en écriture par l'intermédiaire de mot de commande au registre I.M.R.. Lors de sa programmation, le 8259 peut accepter deux genres de mot de commande (MCS85 79).

- Les mots de commandes d'initialisation I.C.W. (Initialisation Command Word) ICW1, ICW2, ICW3.
- Les mots de commandes d'opération O.C.W. (Opération Command Word) OCW1, OCW2, OCW3, qui fixent le mode de fonctionnement du circuit et qui permettent en outre de choisir l'algorithme de résolution des priorités au niveau des demandes d'interruptions.

Le choix peut se faire parmi :

- 1 - Echelle de priorité
- 2 - Dernier demandeur dernier servi
- 3 - Masquage spécial
- 4 - Polling.

Pour assurer le bon fonctionnement au niveau du traitement des demandes d'interruption par le 8259, le programmeur doit prévoir l'envoi d'une E.O.I. (End Of Interrupt) par le sous-programme de service, attaché à une interruption du P.I.C.

1.2.2. - Initialisation du P.I.C. 8259

Au moment de l'initialisation du circuit (envoi de ICW par l'unité centrale, figure 1), le programmeur doit fixer :

- Le nombre de circuits existants sur l'application.
- L'intervalle des adresses mémoire du vecteur d'interruption (4 ou 8 octets).
- L'adresse de début du vecteur d'interruption.

La séquence d'initialisation du circuit 8259 dans le cadre de notre application est la suivante :

```
MVI  A,52H
OUT  ICW1
MVI  A,0
OUT  ICW2
```

Après cette séquence d'initialisation, le circuit 8259 travaille seul, le début du vecteur d'interruption est fixé à l'adresse 40H et les intervalles sont de 8 octets.

Le vecteur d'interruption ainsi constitué est le suivant :

IRO → 40H
IR1 → 48H
IR2 → 50H
IR3 → 58H
IR4 → 60H
IR5 → 68H
IR6 → 70H
IR7 → 78H

Au moment de l'INTA (figure 1),
l'instruction d'appel déposée sur le bus de
donnée du 8085 sera un appel à une adresse
 $40H + (8 * i)$ si l'interruption IR_i est solli-
citée, avec $i \in (0,7)$.

Si après la séquence d'initialisation décrite plus haut, le programmeur ne précise pas le mode de fonctionnement (par l'écriture de OCW), le circuit est alors prêt à fonctionner dans le mode d'emboitage total, c'est-à-dire que l'interruption la plus prioritaire est IRO, et la moins prioritaire est IR7. Nous avons retenu ce mode de fonctionnement.

IV.2. UTILISATION DU 8253 COMME VARIATEUR DE VITESSE

IV.2.1) PRINCIPE DU VARIATEUR DE VITESSE (CAPOL 79)

Rappelons que le moteur de traction démarre si le microprocesseur fournit au relais qui le commande une tension de 0 volt, le moteur est à l'arrêt si le relais reçoit via son interface une tension de + 5 volts. La logique de fonctionnement de l'ensemble de commande du moteur est donnée figure 2.

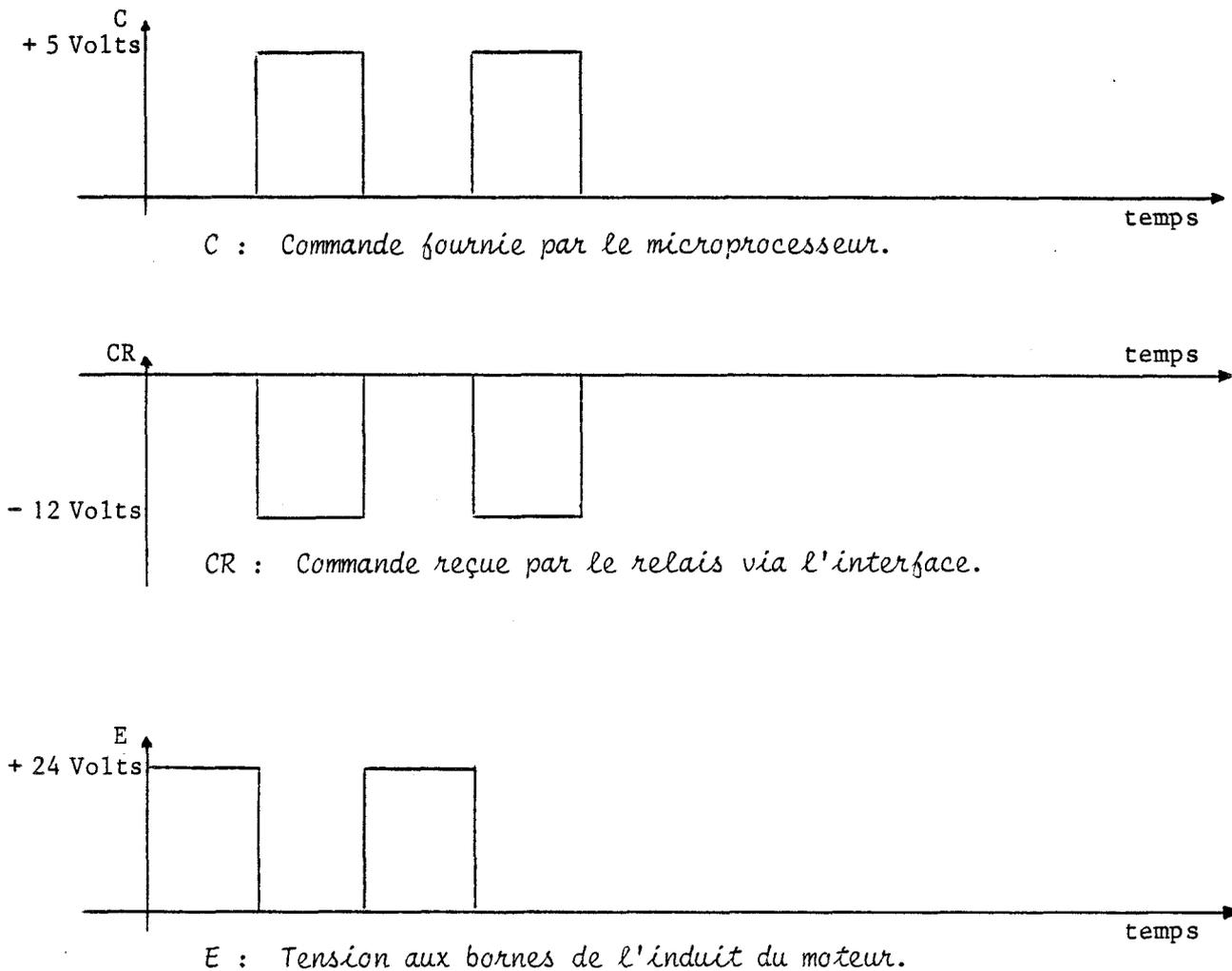


FIG. 2

Si l'on fait varier périodiquement le signal de commande du relais, on fait varier la tension moyenne aux bornes de l'induit du moteur donc sa vitesse.

Appelons t_m le temps pendant lequel le moteur tourne et t_a le temps pendant lequel le moteur est à l'arrêt. T la période du signal de commande tel que $T = t_m + t_a$.

La variation de vitesse du moteur sera obtenue par variation des temps t_m , t_a , ou T . En effet, la valeur moyenne de la tension aux bornes de l'induit du moteur est donnée par la relation :

$$V_{\text{moy}} \approx E \cdot \frac{t_m}{T}$$

IV.2.2) FONCTIONNEMENT DU P.I.T. 8253

Pour que le circuit timer programmable puisse fonctionner, il faut lui envoyer un ensemble de mots de commande. Chaque compteur fonctionne grâce à une logique qui lui est propre, il faut donc programmer chacun d'eux séparément. Les opérations possibles par logiciel sont :

- Chargement d'un compteur, avec une valeur de comptage.
- Lecture d'un compteur au cours du comptage.
- Ecriture du mode de travail choisi par le programmeur pour le fonctionnement du compteur.

La particularité du circuit 8253 est la suivante : lorsqu'il est initialisé et démarré, il fonctionne indépendamment des activités de l'unité centrale 8085, dans les modes pour lesquels on a programmé les compteurs. Pour modifier le fonctionnement d'un compteur, il faut que le processeur envoie d'autres mots d'initialisation.

Le programmeur a le choix parmi six modes de fonctionnement (MCS85 79).

IV.2.3) PROGRAMMATION DU VARIATEUR DE VITESSE

L'idée de la réalisation du variateur de vitesse par logiciel est de permettre la génération du signal de commande (c) par le 8253. La sortie du compteur 2 est connectée au relais du moteur de traction.

Le mode de fonctionnement retenu pour le compteur est le mode 2 pour les phases d'accélération et de décélération. Dans ce mode, le compteur fonctionne en générateur de fréquence, il divise la fréquence d'entrée par le nombre écrit dans le registre de comptage. Pendant le décomptage, la sortie du compteur est à l'état logique haut (+ 5 volts), la sortie passe à l'état logique bas (0 volt) pendant une période de l'horloge d'entrée, lorsque la valeur entrée dans le registre de comptage est atteinte.

Ce mode va permettre de générer les temps t_m , t_a et T et de faire varier le rapport $\frac{t_m}{T}$. La variation du rapport cyclique de hacheur est obtenue en faisant varier t_a par logiciel, t_m étant fixe.

La durée de t_m est fixée par la fréquence de l'horloge d'entrée du compteur 2, cette fréquence compatible avec le fonctionnement du moteur est générée par le compteur 1 à partir d'un signal de fréquence 250 kilohertz.

Le logiciel comporte une routine de démarrage qui permet une accélération progressive du véhicule, une routine permettant, après démarrage, d'atteindre la vitesse maxi, une routine de décélération et une autre d'arrêt. Ces procédures ont pour nom respectif : DEMAR, MARCHE, DECEL et ARRET.

IV.3. LOGICIEL DE SUIVI DU GUIDE

Le contrôle de la position du véhicule par rapport à son guide (ligne blanche) est réalisé par un ensemble de procédures qui détermine les valeurs de consigne à délivrer à l'asservissement de la direction. L'exécution de ces sous-programmes doit corriger les écarts entre la trajectoire déterminée par le guide et la trajectoire réelle du véhicule.

La détection de la position sur la ligne blanche est réalisée par les trois capteurs optiques (C1, C2, C3) dont l'implantation sur le véhicule est donnée par la figure 1 du chapitre II.

Les capteurs C2 et C3 reliés au circuit 8259 permettent de déterminer si la déviation du kart sur la ligne de guidage a lieu par la droite, capteur C3, ou alors par la gauche, capteur C2. Le capteur C1 monté plus à l'avant du véhicule nous donnera une information supplémentaire sur sa position. En effet, suivant l'état de C1, il est possible de faire la différence entre une simple correction de trajectoire sur le guide et l'abord d'un virage. Dans ce dernier cas, la vitesse du moteur de traction sera réduite de moitié.

En résumé, le capteur optique C2 demande une correction à droite par l'interruption IR1 du 8259, tandis que le capteur 3 active une correction à gauche par l'interruption IRO du 8259.

IV.3.1) SOUS-PROGRAMMES ASSURANT LA CORRECTION A DROITE

La prise en compte de l'interruption IR1 par le système micro-informatique active un sous-programme dont l'algorithme est donnée ci-dessous.

DROITE :

Faire

lire l'état du capteur C1

si C1 = 1 alors

Faire

DECEL

VIRDRO

fait

sinon CORDRO

fsi

retour au programme interrompu.

Fait.

La procédure DECEL réalise la décélération du moteur de traction, car l'état du capteur optique C1 nous indique que l'on est en train d'aborder un virage.

Les procédures VIRDR0 et CORDRO calculent les valeurs numériques de la consigne à envoyer au convertisseur digital analogique. La différence entre ces deux routines est que la première correspond à un virage du guide, alors que la deuxième est active dans le cas d'une correction de trajectoire.

Le schéma du sous-programme VIRDR0 est le suivant :

VIRDR0 :

Faire

autoriser les interruptions

mettre les routes droites

Tant que trajectoire non correcte, faire

si consigne > minimum alors

envoyer la consigne au convertisseur.

ssi

consigne ← consigne - pas

attendre 1 seconde

Fin tant que

retour au programme appelant

Fait.

Le prédicat "trajectoire non correctée" est réalisé en testant l'état logique présent sur la broche d'entrée série du processeur 8085. Cette broche est reliée aux capteurs optiques C2 et C3 par l'intermédiaire d'une fonction logique ou (figure 10 du chapitre III). En effet, en tenant compte de la logique de fonctionnement de l'ensemble capteur, interface la présence d'un niveau logique bas sur cette broche indique que le véhicule est bien revenu sur son guide et ceci quelque soit le sens de la correction gauche ou droit.

Le prédicat "consigne > minimum" évite de faire élaborer par le convertisseur digital analogique des consignes erronées pour la direction. Si l'on tient compte du fonctionnement bipolaire du DAC UP8BC (voir annexes), les valeurs numériques de la consigne ϵ (0,80H) corres-

pondent à une rotation à droite des roues de la direction, dans l'intervalle (80H, FFH) nous obtenons une rotation à gauche des roues. Le test nous assure ici de rester dans le bon intervalle.

La procédure CORDRO qui est activée si le programme détermine que l'on n'est pas dans un virage, est décrite par le même algorithme que VIRDRO. La différence réside dans le fait que la valeur du pas est inférieure au pas de la routine précédente.

IV.3.2) SOUS-PROGRAMMES ASSURANT LA CORRECTION A GAUCHE

La prise en compte de l'interruption IRO par le microprocesseur active une routine de service du même type que celle attachée au traitement de IRI. Son schéma est le suivant :

GAUCHE :

Faire

lire état du capteur C1

si C1 = 1 alors

Faire

DECEL

VIRGAU

fait

sinon CORGAU

fsi

retour au programme interrompu

fait.

Les routines référencées dans cet algorithme ont le même rôle que les routines dont il est question dans le paragraphe précédent. Bien sûr, dans le cas présent les valeurs numériques de la consigne doivent appartenir à l'intervalle (80H, FFH).

Algorithme de la procédure VIRGAU :

VIRGAU :

Faire

autoriser les interruptions

mettre les roues droites

Tant que trajectoire non correcte, faire

si consigne < maximum alors

envoyer la consigne au convertisseur.

ssi

consigne + consigne + pas

attendre 1 seconde

Fin tant que

retour au programme appelant

Fait.

Nous pouvons faire les mêmes remarques sur le fonctionnement des programmes VIRGAU et CORGAU que celles qui ont été faites à propos des procédures VIRDRO et CORDRO.

Nous devons préciser que pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble de ces procédures, il faut faire apparaître dans le vecteur d'interruption du 8259 les références aux procédures DROITE et GAUCHE.

IV.4. LOGICIEL DE GESTION DU CAPTEUR À ULTRASON

Le capteur à ultrason Polaroid fournit via une interface (voir chapitre III) une mesure de distance au système micro-informatique. Cette mesure est la configuration binaire sur 8 bits d'une distance exprimée en pieds variant dans l'intervalle 0 - 35 pieds.

Nous avons vu que cette mesure est remise à jour périodiquement par le système électronique du capteur.

Il faut donc venir lire la mesure au bon instant, c'est-à-dire qu'il ne faut pas effectuer la lecture de la configuration binaire présente en sortie de l'interface pendant sa mise à jour. Pour résoudre ce problème, la lecture sera déclenchée par le signal $\overline{DS3}$ qui est relié à l'interruption IR4 du circuit 8259.

IV.4.1) LA PRISE EN COMPTE DES OBSTACLES

4.1.1. - POSITION DU PROBLEME

Le distance-mètre, monté à l'avant du véhicule (figure 1, chapitre II) doit nous permettre de détecter les obstacles éventuels se trouvant sur le chemin du véhicule. Dans le cas d'un obstacle statique, le kart doit contourner celui-ci et ensuite retrouver son guide pour continuer sa route.

La structure mécanique du véhicule, ainsi que le domaine d'application visé, nous ont amenés à faire certaines hypothèses sur la constitution de ces obstacles.

Tout d'abord, nous devons nous assurer que l'obstacle est bien statique, il est toujours possible qu'une personne traverse le guide.

Vu la maniabilité du kart, nous nous sommes imposé une taille maximum de l'obstacle, taille en accord avec l'exploitation du véhicule en milieu industriel.

Notre véhicule ne sera pas capable de contourner une suite d'obstacles se présentant à lui pendant la phase de contournement.

4.1.2. - CHOIX D'UNE SOLUTION

Compte tenu des différentes hypothèses, nous pouvons dès à présent spécifier le logiciel de gestion du capteur à ultrason, en ne perdant pas de vue que la mesure de distance doit permettre le contournement d'éventuels obstacles.

La mesure faite par le logiciel est activée par l'interruption IR4 du 8259 à chaque mise à jour, c'est-à-dire à chaque passage à zéro du signal $\overline{DS3}$.

Vu les caractéristiques mécaniques du véhicule et les hypothèses relatives à la taille de l'obstacle, nous nous sommes fixé un seuil de distance à partir duquel il est nécessaire d'envisager le contournement de l'obstacle statique.

A chaque lecture, la mesure est comparée au seuil. Si la distance ainsi lue est inférieure au seuil fixé, le véhicule est stoppé et une alarme est déclenchée pendant environ 20 secondes. Pendant ce temps, les mesures sont interdites, au bout de 20 secondes le programme autorise de nouveau les mesures. A ce moment là, deux cas peuvent se présenter :

- La mesure effectuée est supérieure au seuil, il n'y a plus d'obstacle. Le véhicule doit donc reprendre sa marche normale.
- La mesure est toujours inférieure au seuil, l'obstacle est toujours présent. Il faut le contourner.

Dans ce que nous venons d'exposer, il apparaît qu'il doit y avoir deux traitements différents attachés à la prise en compte de la même interruption. Pour simplifier l'écriture du programme, nous avons relié le signal $\overline{DS3}$ à la broche IR4 et IR5 du circuit 8259, par le masquage des interruptions, on autorise alternativement l'une ou l'autre des routines de services.

La mesure de distance est assurée par la routine de service attachée à IR4, tant que le seuil est supérieur à la distance mesurée. Dès que ce n'est plus le cas, c'est la routine de service attachée à IR5 qui est activée.

IV.4.2) LES SOUS-PROGRAMMES DE GESTION DE LA MESURE

La mesure de distance met en oeuvre deux procédures, une relative au traitement de IR4, MESUR1, une autre relative au traitement de IR5, MESUR2.

4.2.1. - LA PROCEDURE MESUR1

Cette procédure réalise la lecture de la mesure et la compare à la valeur du seuil. Si la distance est supérieure au seuil, il y a

retour normal au programme interrompu. Si par contre la mesure est inférieure au seuil, il y a arrêt du véhicule, déclenchement de l'alarme pendant 20 secondes environ, puis la seule interruption autorisée est IR5 et le processeur est arrêté.

Algorithme de la procédure MESUR1.

MESUR1 :

Faire

lecture de la mesure

si mesure < seuil alors

faire

ARRET {arrêt du moteur de traction}

mettre les roues droites

POUET {déclenchement de l'alarme}

masquage de toutes les interruptions sauf IR5

autoriser les interruptions

arrêt du processeur

fait

sinon retour au programme interrompu

fsi

Fait.

L'alarme est constituée par un petit haut-parleur qui est branché sur 1 bit, d'un port parallèle.

La routine POUET est un sous-programme qui génère un signal carré à une fréquence audible pendant la durée d'immobilisation du véhicule.

4.2.2. - LA PROCEDURE MESUR2

Ce sous-programme ne peut être activé qu'une fois la procédure MESUR1 exécutée avec le prédicat "mesure < seuil", vrai. En effet, l'interruption IR5 est moins prioritaire que l'interruption IR4. (voir initialisation du circuit 8259 en début de chapitre).

Une fois active, cette routine effectue la lecture de la mesure de distance. Si la distance est inférieure au seuil, le programme fait appel au programme de contournement d'obstacles, sinon il faut restituer le contexte du programme interrompu par IR4 et retourner à ce programme. Il ne faut pas oublier de remettre le moteur de traction en marche.

Algorithme de la procédure MESUR2.

MESUR2 :

Faire

lecture de la mesure

si mesure < seuil alors

OBST {programme de contournement d'obstacle}

sinon

faire

DEMAR {démarrage du moteur de traction}

restitution du contexte du programme interrompu
par IR4

retour au programme interrompu

fait

ssi

Fait.

IV.5. LE LOGICIEL DE CONTOURNEMENT D'OBSTACLE

Lorsque la procédure MESUR2 détermine la présence d'un obstacle statique devant le véhicule, elle fait appel à la routine de contournement d'obstacle OBST.

IV.5.1) LA PROCEDURE OBST

Cette routine a pour rôle d'amener le véhicule, après contournement, dans une position symétrique à la position de départ par rapport à l'obstacle.

Le contournement de l'obstacle a toujours lieu par la droite de celui-ci. En fin de procédure, il est peut être nécessaire de rechercher le guide si bien sûr celui-ci n'a pas déjà été rencontré.

Algorithme de la procédure OBST.

OBST :

Faire

interdire toutes les interruptions

DEMAR {démarrage du moteur de traction}

tant que $t < t_1$ faire

aller tout droit

$t = t + 1$

fin tant que

tant que $t < t_2$ faire

tourner à droite

$t = t + 1$

fin tant que

tant que $t < t_3$ faire

tourner à gauche

lire état des capteurs (C3, C2, C1)

si (C3, C2, C1) \neq (1, 1, 1) alors

CHERC1

sinon t = t + 1

ssi

Fin tant que

tant que t < t₄ faire

aller tout droit

lire état des capteurs (C3, C2, C1)

si (C3, C2, C1) \neq (1, 1, 1) alors

CHERC1

sinon t = t + 1

ssi

tant que

tant que t < t₅ faire

tourner à gauche

lire état des capteurs (C3, C2, C1)

si (C3, C2, C1) \neq (1,1,1) alors

CHERC1

sinon t = t + 1

ssi

fin tant que

tant que t < t₆ faire

tourner à droite

lire état des capteurs (C3, C2, C1)

si (C3, C2, C1) \neq (1, 1, 1) alors

CHERC1

sinon t = t + 1

ssi

fin tant que

CHERC1

Fait.

Rappelons que la taille maximum de l'obstacle est fixée. les prédicats : $t < t_1$, $t < t_2$, $t < t_3$, $t < t_4$, $t < t_5$, $t < t_6$, déterminent la durée de chaque action pour la bonne conduite de l'opération de contournement. Les valeurs t_1 , t_2 , ..., t_6 devront être évaluées expérimentalement.

La procédure CHERC1 doit assurer, en fonction de l'état des capteurs (C3, C2, C1) le retour correct du véhicule sur son guide.

IV.5.2) LA PROCEDURE CHERC1

Cette procédure doit remettre en fonction de l'état des capteurs (C3, C2, C1) le véhicule sur son guide.

Nous avons défini 8 sous-programmes qui correspondent aux 8 configurations binaires possibles de (C3, C2, C1). Chaque sous-programme correspond à une action bien particulière.

Les adresses des 8 sous-programmes sont rangées dans la table CHERM1 et sont dans l'ordre correspondant au cas (C3, C2, C1) = (1, 1, 1).

Algorithme de la procédure CHERC1.

CHERC1 :

Faire

lire état des capteurs (C3, C2, C1) dans A

masquer dans A les bits non significatifs

$A \leftarrow A \times 2$

base = CHERM1 {base de la table}

COMPTEUR ORDINAL = contenu de (base + A)

Fait.

L'exécution d'une routine parmi les 8 est déterminée par calcul directement à partir de l'état des capteurs (C3, C2, C1).

C O N C L U S I O N

Nous possédons maintenant un logiciel modulaire qui peut être étendu sans grande difficulté. Ce logiciel permet la gestion via les périphériques du système micro-informatique des capteurs et actionneurs, et assure le bon fonctionnement du véhicule dans les limites que nous nous sommes fixées.

En émulation, ce logiciel donne toute satisfaction. Pour les premiers essais en fonctionnement réel, nous avons écrit une version du programme qui permet l'utilisation du moniteur IDN-Process, ainsi que la connexion d'une console de visualisation à la carte micro-informatique, ce qui permet la modification du logiciel en cours d'essai.

°
° °

CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire, nous avons présenté la conception et la réalisation d'un véhicule guidé optiquement. Nous nous sommes attachés à répondre au cahier des charges présenté au premier chapitre en utilisant un châssis de véhicule déjà existant.

Le système micro-informatique utilisé est conçu autour d'un microprocesseur 8 bits, le 8085 de INTEL. Le système présente des faiblesses au niveau calcul, mais possède un ensemble de circuits périphériques qui en font un outil particulièrement approprié et souple pour sa mise en oeuvre dans le cadre de notre application.

L'extension des possibilités offertes par le système micro-informatique est possible par l'adjonction classique d'un processeur arithmétique, de cartes d'extension mémoire ou périphériques. Il faut cependant noter que si les développements futurs nécessitent de telles adjonctions, l'alimentation actuelle du microprocesseur devra être changée, car celle-ci ne pourra pas supporter une telle charge.

L'utilisation des capteurs de proximité donne entière satisfaction bien que le contraste entre le guide et le sol doive être bien marqué sinon le capteur reste enclenché hors du guide.

Le distance-mètre à ultrason Polaroid, bien que fonctionnant parfaitement, pose plus de problèmes quant à son exploitation sur le véhicule. En effet, sa sensibilité au milieu environnant rend son intégration au véhicule beaucoup plus délicate.

L'ensemble du logiciel écrit pour la commande du véhicule assure son fonctionnement tel qu'il est décrit dans le cahier des charges, bien qu'il n'occupe qu'une faible place en mémoire, moins de 2 kilo-octets.

Les algorithmes qui sont décrits au chapitre IV donnent les principes de fonctionnement des diverses routines du logiciel



d'exploitation du véhicule. Il est bien évident que leur traduction en assembleur 8085 est sensiblement différente. Pour permettre "une bonne compréhension" des procédures à la lecture du programme, nous nous sommes efforcés de respecter la structuration présentée en langage algorithmique.

L'adjonction de nouvelles fonctions d'exploitation du robot pourra être obtenue par l'implantation de modules de logiciel adéquats, en respectant les entrées/sorties déjà utilisées.

En conclusion, nous avons, à partir de matériels standards, défini et construit un véhicule autonome qui répond au cahier des charges donné au début de ce mémoire. Le robot I.D.N. pourra être étendu d'une part par l'adjonction de nouveaux capteurs, et par l'écriture du logiciel permettant l'utilisation de ceux-ci d'autre part.

°
° °

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



- ADAMS 81 : W. ADAMS : Automatic guided vehicles in the shop environment. Proceeding of the first conference on AGVS Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 213-224.
- BARBE 82 : J.M. BARBEZ : Sur l'automatisation des mesures et du contrôle d'un pendule de torsion. Application à la mesure du frottement intérieur de matériaux métalliques. Thèse de 3ème cycle, spécialité électronique, Université des Sciences et Techniques de Lille, Juin 1982.
- BAUZI 81 : G. BAUZIL, M. BRIOT, P. RIVES, M. VAISSET : Le sous-système de navigation par ultrasons du robot mobile Hilare. 3ème congrès de reconnaissance des formes et d'intelligence artificielle. Nancy 16-18 Septembre 1981, pp. 553-564.
- BUHLE 79 : H. BUHLER : Electronique de réglage et de commande. Dunod 1979.
- CAPOL 79 : G. CAPOLINO : Commande d'un moteur à courant continu par hacheur transistorisé à liaison directe. Electronique Application n° 9 pp. 83-90.
- CHATI 81 : R. CHATILA : Système de navigation pour un robot mobile autonome : modélisation et processus décisionnels. Thèse de Docteur Ingénieur spécialité : Automatique, Université Paul Sabatier, Toulouse Juillet 1981.
- COIFF 82 : Ph. COIFFET et M. CHIROUZE : Elément de robotique. Hermès, Paris 1982.
- COMET 81 : M. COMET : Sans conducteur... Industries et Techniques. 01 Décembre 1981, pp. 55-67.
- DAREN 81 : W. DARENBERG, F. PANIK, W. WEIDEMAN : Automated guidance system for buses and trucks. Proceeding of the first conference on AGVS Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 103-112.
- DATEL 80 : Data acquisition component handbook. Datel Intersil. 1980.

- ELEKT 82 : Distancemètre à ultrasons. Elektor Octobre 1982, pp. 10.54-10.58.
- FERRE 84 : M. FERRETTI : Automoteur et transtockeurs. La manutention robotisée. Le Nouvel Automatism. Avril 1984, pp. 65-73.
- GAUTI 83 : L. GAUTIER : Réalisation d'une chaîne double voie d'acquisition ultra rapide de mesures, application à l'instrumentation de l'essai de résilience Charpy. Thèse de Docteur Ingénieur, spécialité Electronique, Université des Sciences et Techniques de Lille. Juillet 1983.
- GENTI 81 : F. GENTIL, G. PRODO : Guided vehicle systems at Renault. Proceeding of the first conference on AGVS Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 59-65.
- GUEUL 79 : P. GUEULLE : L'utilisation des ultrasons en mesure de distances. Electronique Application N° 10, pp. 43-46.
- GUEUL 80 : P. GUEULLE : Asservissement de position compatible micro-processeur. Electronique Application n° 16, pp. 25-29.
- HEISE 81 : D. HEISERMAN : How to design & build your own custom robot. Tab books Inc. 1981.
- INTEL 80 : INTEL : Component data catalog. 1980.
- ISIS 76 : Universal PROM programmer microcomputer development system peripheral. Universal PROM mapper operators manuel. Intel Corporation 1976.
- ISIS 78a : ISIS-II User's guide. Intel Corporation.
- ISIS 78b : ISIS-II 8080/8085 Macro assembler operator's manual. Intel Corporation.
- ISIS 78c : 8080/8085 Assembly language programming manual. Intel Corporation 1978.
- ISIS 78d : ICE-85 in circuit emulator-operating instructions for ISIS II users. Intel Corporation. 1978.

- LARCO 81 : M.H.E. LARCOMBE : Trackink stability of wire guided vehicles. Proceeding of ghe first conference on AGVS. Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 79-88.
- LEMER 83 : E. LEMERY : Un télémètre à ultrasons. Micro et Robots. n° 2 Décembre 1983. pp. 17-42.
- LOOFB 78 : T. LOOFBOURROW : How to build a computer controlled robot. Hayden book compagny Inc. 1978.
- MARCE 78 : L. MARCE, M. JUILLERE, L. HOCHET, G. KOSKAS : Commande par microprocesseur d'un moteur à courant continu pour véhicule électrique. Le Nouvel Automatism. Novembre 1978, pp. 328-330.
- MARCE 81 : L. MARCE, M. JUILLIERE, H. PLACE : An autonomus computer-controlled véhicule. Proceeding of the first conference on AGVS Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 113-122.
- MCS85 79 : MCS-80/85 Family user's guide. Intel Corporation 1979.
- MONC 81a : S. MONCHAUD, R. PRAT : Détection d'obstacles par capteur simple de mesure de distance à ultrasons. Le Nouvel Automatism. Janvier-Février 1981, pp. 61-66.
- MONC 81b : S. MONCHAUD et R. PRAT : Télémètre acousto-optique dans l'air. Deuxièmes journées robotique de Rennes. 5-7 Mai 1981, pp. 20-1, 20-7.
- MONSI 81 : M. MONSION, B. BAYLOU, C. BOUVET, G. BOUSSEAU : An asparagus harvesting robot, ICD'82. IASTED Symposium, Tunis. Sept. 1982 pp. 28-1, 28-4.
- MORRI 81 : E.W. MORRIS : Developments in guided vehicles systems. Possibilities and limitations and the economics of their operation. Proceeding of the first conference on AGVS Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 67-73.

- NATIO 78 : Linear data book. NATIONAL SEMICONDUCTOR. 1978.
pp. 9.51 - 9.56.
- OFRY 82 : E. OFRY, S. WAKS : Interrupts in a microcomputer system -
Didactical aspects. Proceeding EUROMICRO 1982. North-Holland
Publishing Compagny. 1982. pp. 101-108.
- PLAC 83a : H. PLACE, M. JUILLIERE, L. MARCE : Qu'en est-il des robots
mobiles ? Le Nouvel Automatisme. Janvier-Février 1983.
pp. 31-39.
- PLAC 83b : H. PLACE, M. JUILLIERE, L. MARCE : Qu'en est-il des robots
mobiles ? Le Nouvel Automatisme. Mars 1983. pp. 52-60.
- PLAC 83c : H. PLACE, L. MARCE, M. JUILLIERE : Les robots mobiles, Point
en robotique. Volume n° 1, Technique et Documentation (Lavoisier)
1983. pp. 193-206.
- POLAR 81 : Ultrasonic Ranging System. Description, operation and use
information for conducting tests and experiments with Polaroid's
Ultrasonic Ranging System composants. Polaroid Corporation. 1981.
- TAJIM 81 : M. TAJIMA : Computer controlled automated guided vehicle in
flexible manufacturing system. Proceeding of the first conference
on AGVS Stratford/Avon 2-4 Juin 1981, pp. 1-9.
- TELEM 82 : Détecteur photo-électriques à amplificateur incorporé XUB.
TELEMECANIQUE n° 431245. Avril 1982.
- TEXAS 74 : Manuel des circuits intégrés analogiques. Edition Radio formatif.
1974.
- VANHE 83 : Ph. VANHEEGHE, G. DAUPHIN-TANGUY and P. BORNE : Definition and
construction with standard elements of an autonomous vehicle
to be used in a workshop. MECO' 83. IASTED Symposium, PATRAS.
Septembre 1983.

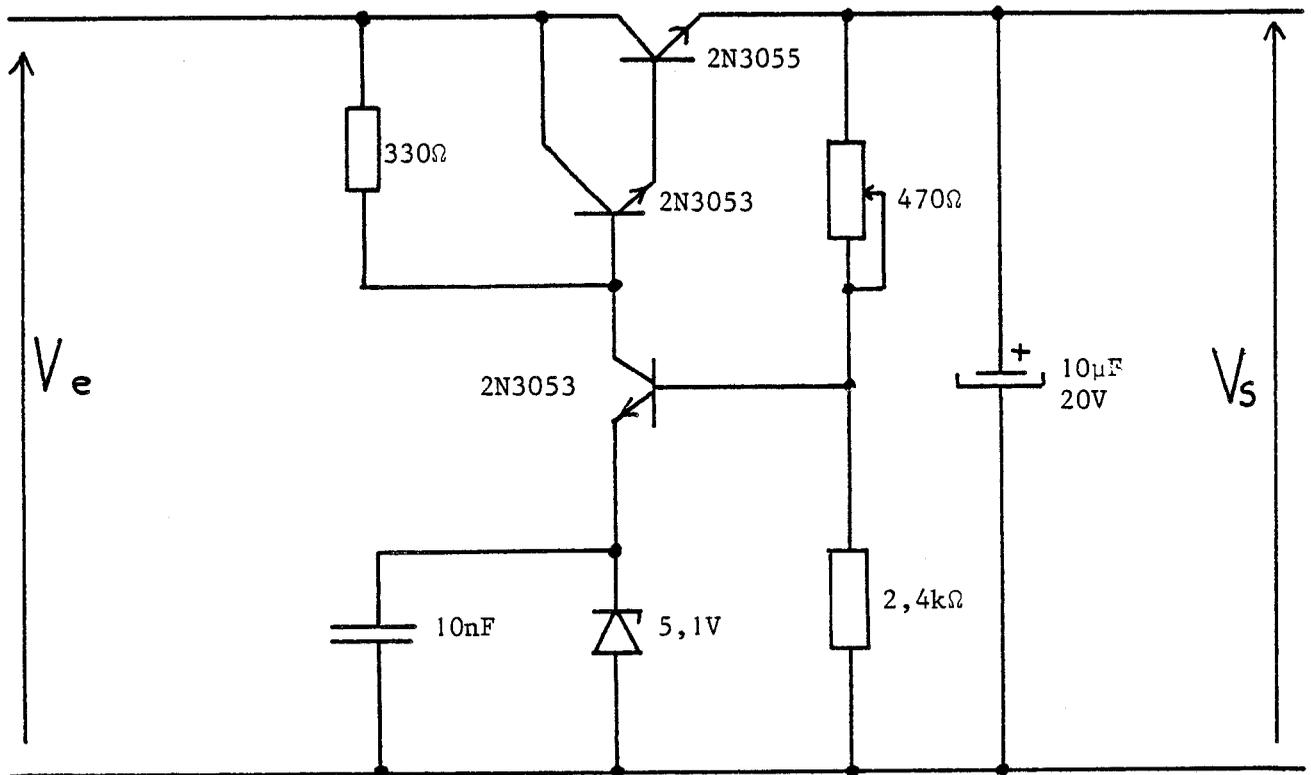
ANNEXES

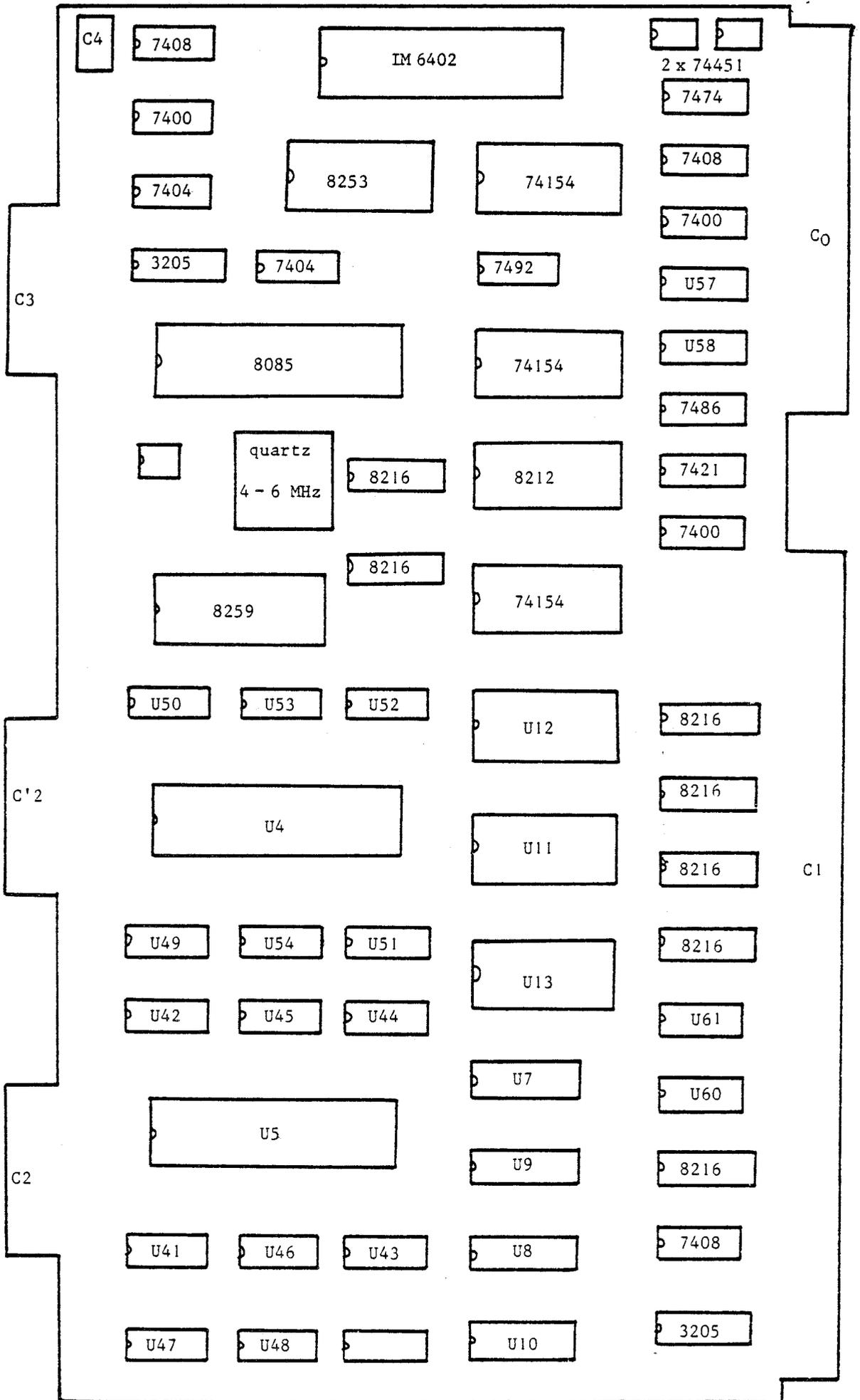


A N N E X E A

SYSTÈME MICRO-INFORMATIQUE

ALIMENTATION 5 VOLTS DU MICROPROCESSEUR





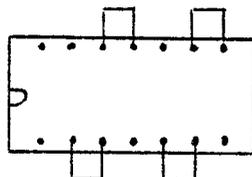
LISTE DES CIRCUITS REPÉRÉS U_{xx}

- U4 : 8255, adresse du mot de commande 2FH
- U5 : 8255, adresse du mot de commande 2BH
- U7 - U8 - U9 - U10 : 4 x 2114 mémoire vive.
- U11 - U12 - U13 : 3 x 2716 mémoire morte.
- U41 : 7400, port A, bits 0-3 du circuit 8255 U5 (*)
- U42 : 7400, port A, bits 4-7 du circuit 8255 U5 (*)
- U43 : 7400, port B, bits 0-3 du circuit 8255 U5 (*)
- U44 : N.U., port B, bits 4-7 du circuit 8255 U5
- U45 : Pontage, port C, bits 0-3 du circuit 8255 U5 (*)
- U46 : N.U., port C, bits 4-7 du circuit 8255 U5
- U49 : Pontage, port A, bits 0-3 du circuit 8255 U4 (*)
- U50 : Pontage, port A, bits 4-7 du circuit 8255 U4 (*)
- U51 : Pontage, port B, bits 0-3 du circuit 8255 U4 (*)
- U52 : N.U., port B, bits 4-7 du circuit 8255 U4
- U53 : N.U., port C, bits 0-3 du circuit 8255 U4
- U54 : 7432, port C, bits 4-7 du circuit 8255 U4 (*)
- U60 : 7400, interruptions IR4-7 du circuit 8259 (*)
- U61 : 7432, interruptions IRO-3 du circuit 8259 (*)

Les emplacements U47, U48, U57, U58 sont inutilisés.

REMARQUES :

- Les circuits marqués (*) sont propres à l'application.
- N.U. marque un emplacement non utilisé.
- Schéma du pontage.



CONNECTEUR C1

COTE COMPOSANT		COTE SOUDURE
Masse	01 01	Masse
+5V	02 02	+5V
+5V	03 03	+5V
	04 04	
	05 05	
Masse	06 06	Masse
	07 07	RAZ (sortie 8085)
	08 08	
	09 09	
MRD/	10 10	MRW/
IORD/	11 11	IOWR/
	12 12	
	13 13	
	14 14	
	15 15	
	16 16	
	17 17	
IR6	18 18	IR7
IR4	19 19	IR5
IR2	20 20	IR3
IR0	21 21	IR1
A14	22 22	A15
A12	23 23	A13
A10	24 24	A11
A08	25 25	A09
A06	26 26	A07
A04	27 27	A05
A02	28 28	A03
A00	29 29	A01
	30 30	
	31 31	
	32 32	
	33 33	
D06	34 34	D07
D04	35 35	D05
D02	36 36	D03
D00	37 37	D01
Masse	38 38	Masse
	39 39	
	40 40	
+5V	41 41	+5V
+5V	42 42	+5V
Masse	43 43	Masse

CONNECTEUR C 2

COTE COMPOSANT		COTE SOUDURE
PC7	01 01	PC6
	02 02	
PA2	03 03	PA3
PB3	04 04	PB2
PB1	05 05	PB0
PC5	06 06	PC4
PA0	07 07	PA1
PA4	08 08	PA5
PA7	09 09	PA6
PC2	10 10	PC3
PB6	11 11	PB7
PB4	12 12	PB5
PC1	13 13	PC0

CONNECTEUR C' 2

COTE COMPOSANT		COTE SOUDURE
PA2	01 01	PA3
PC6	02 02	PC7
PB2	03 03	PB3
PB0	04 04	PB1
PA1	05 05	PA0
PC5	06 06	PC4
PA4	07 07	PA5
PC2	08 08	PC3
PA6	09 09	PA7
PB7	10 10	PB6
PB5	11 11	PB4
	12 12	
PC1	13 13	PC0

CONNECTEUR C3

COTE COMPOSANT

COTE SOUDURE

	01	01	
	02	02	
	03	03	
	04	04	
	05	05	
	06	06	SOD
	07	07	SID
	08	08	TRAP/
R/	09	09	RST7.5
W/	10	10	RST6.5
	11	11	RST5.5
IOM/	12	12	INTR/
	13	13	INTA/

CONNECTEUR C 1

COTE COMPOSANT		COTE SOUDURE
	01	01
	02	02
	03	03
	04	04
	05	05
	06	06
	07	07
	08	08
	09	09
	10	10
	11	11
	12	12
	13	13
	14	14
	15	15
	16	16
	17	17
	18	18
$\overline{DS3}$: Polaroid →	19	← Polaroid $\overline{DS3}$
	20	
capteur optique n° 3 →	21	← Capteur optique n° 2
	22	
	23	
	24	
	25	
	26	
	27	
	28	
	29	
	30	
	31	
	32	
	33	
	34	
	35	
	36	
	37	
	38	
	39	
	40	
	41	
	42	
	43	

CONNECTEUR C 2

COTE COMPOSANT		COTE SOUDURE
Alarm	← 01 01	
	02 02	
DAC D2	← 03 03	→ DAC D3
	04 04	
	05 05	
	06 06	
DAC D0	← 07 07	→ DAC D1
DAC D4	← 08 08	→ DAC D5
DAC D7	← 09 09	→ DAC D6
	10 10	
	11 11	
	12 12	
	13 13	← capteur optique n° 1

CONNECTEUR C ' 2

COTE COMPOSANT		COTE SOUDURE
Polaroïd U2	→ 01 01	← Polaroïd U3
	02 02	
Capteur optique n° 3	→ 03 03	
Capteur optique n° 1	→ 04 04	← Capteur optique n° 2
Polaroïd U1	→ 05 05	← Polaroïd U0
	06 06	
Polaroïd D0	→ 07 07	← Polaroïd D1
	08 08	
Polaroïd D2	→ 09 09	← Polaroïd D3
	10 10	
	11 11	
	12 12	
	13 13	

Polaroïd U : 1 bit du digit BCD des unités.

Polaroïd D : 1 bit du digit BCD des dizaines.

CONNECTEUR C 3

COTE COMPOSANT

COTE SOUDURE

01 01

02 02

03 03

04 04

05 05

06 06

07 07

— Compteur optique n° 2 OU n° 3

08 08

— Arrêt Urgence

09 09

10 10

— Démarrage

11 11

12 12

13 13

IMPLANTATION MÉMOIRE DES CIRCUITS MÉMOIRES ET PÉRIPHÉRIQUES DU SYSTÈME MICRO-INFORMATIQUE

- - - - -

- mémoire vive.

Capacité	Adresses	n° circuits
2K. octets	F800 à FFFF	U7, U8, U9, U10

- mémoire morte.

Capacité	Adresses	n° circuits
2K. octets	0 à 7FF	U12
2K. octets	800 à FFF	U11
2K. octets	F000 à F7FF	U13

- ENTREES/SORTIES parallèles (8255)

n° circuit	mot de commande	Port A	Port B	Port C	n° connecteur
U5	2B	28	29	2A	C2
U4	2F	2C	2D	2E	C'2

- timer (8253)

Adresse du :	Adresse :
Mot de commande	23
Compteur 0	20
Compteur 1	21
Compteur 2	22

- contrôleur d'interruption (8259)

Adresse de :	Adresse :
ICW1	24
ICW2	25
ICW3	25
OCW1	25
OCW2	24
OCW3	24

REMARQUE : Toutes les adresses ci-dessus sont données en Hexadécimal.

CONNECTEUR CARTE BASCULES D

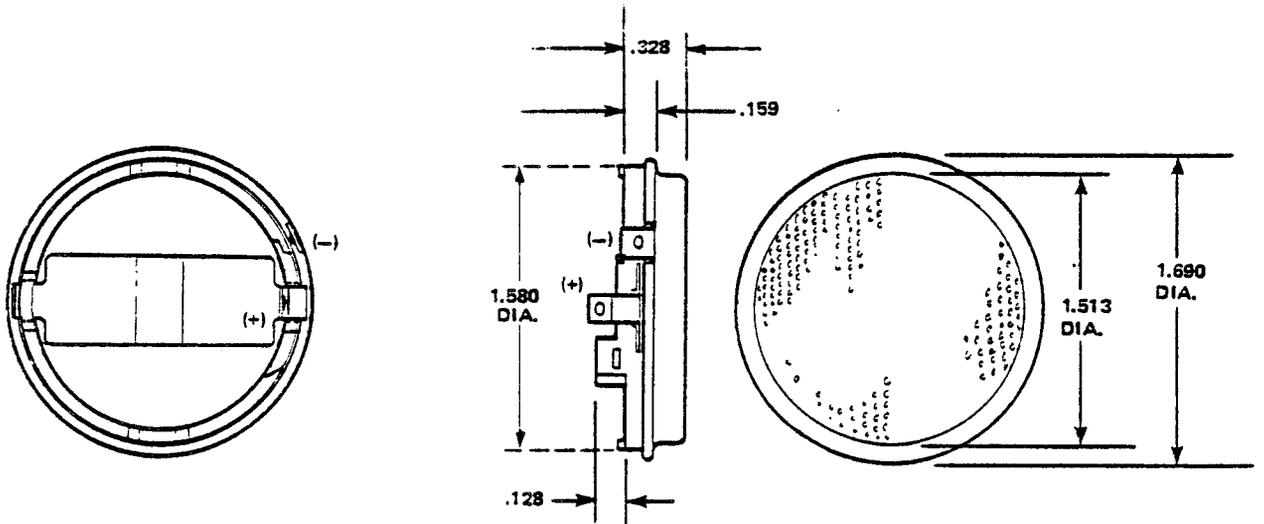
FACE COMPOSANT FACE NON COMPOSANT

01	01	
02	02	
03	03	
04	04	
05	05	
06	06	
07	07	
08	08	
09	09	
10	10	$\overline{DS2}$
11	11	$\overline{DS3}$
12	12	Dizaine bit 3 sortie
13	13	Unité bit 3 sortie
14	14	Dizaine bit 2 sortie
15	15	Unité bit 2 sortie
16	16	Dizaine bit 1 sortie
17	17	Unité bit 1 sortie
18	18	Dizaine bit 0 sortie
19	19	Unité bit 0 sortie
20	20	0 volt
21	21	Entrée bit 1
22	22	Entrée bit 0
23	23	Entrée bit 2
24	24	+ 5 Volts
25	25	Entrée bit 2

A N N E X E B

DISTANCE-MÈTRE À ULTRASON

LE TRANSDUCTEUR



Les dimensions sont données en pouces.

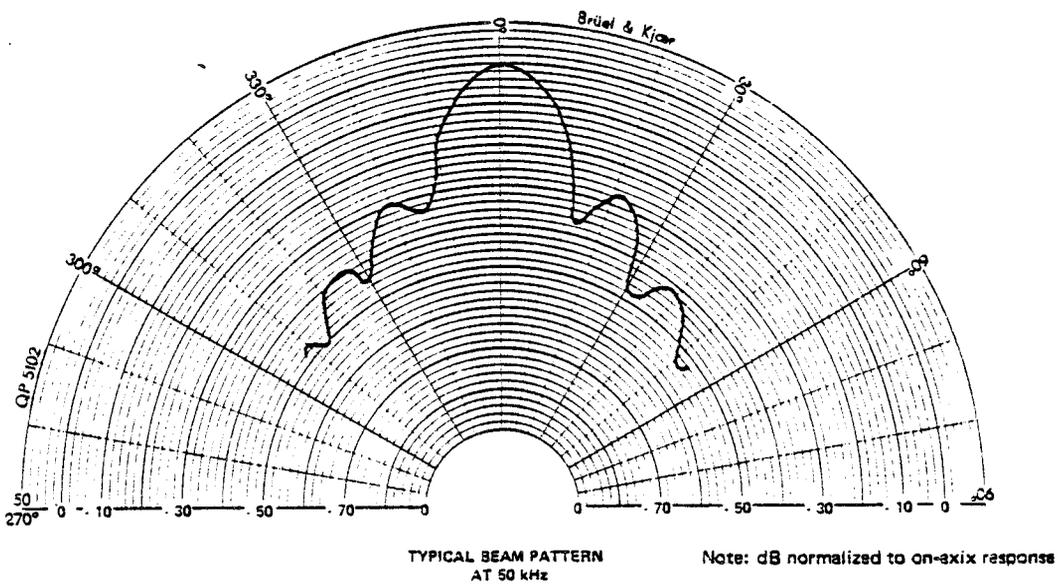
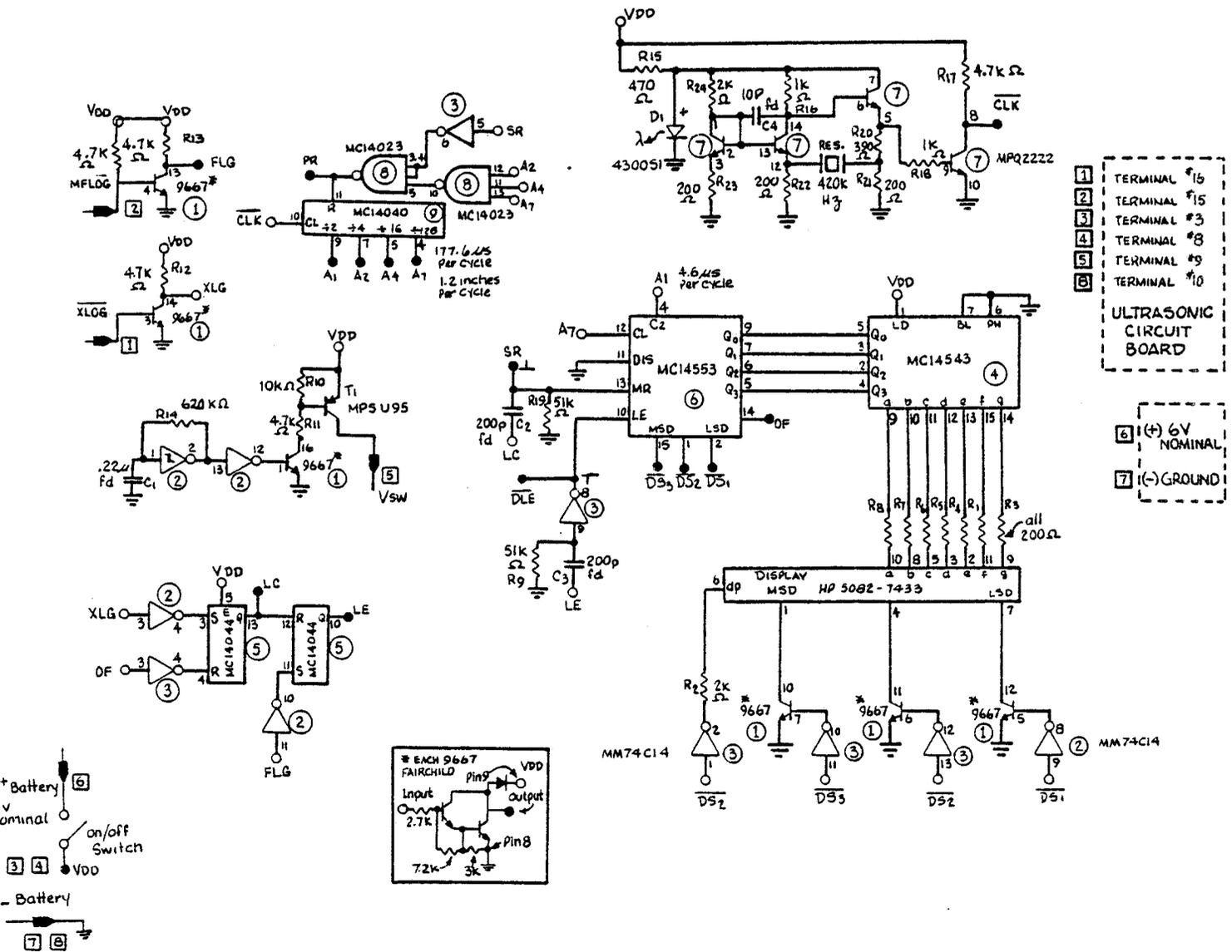


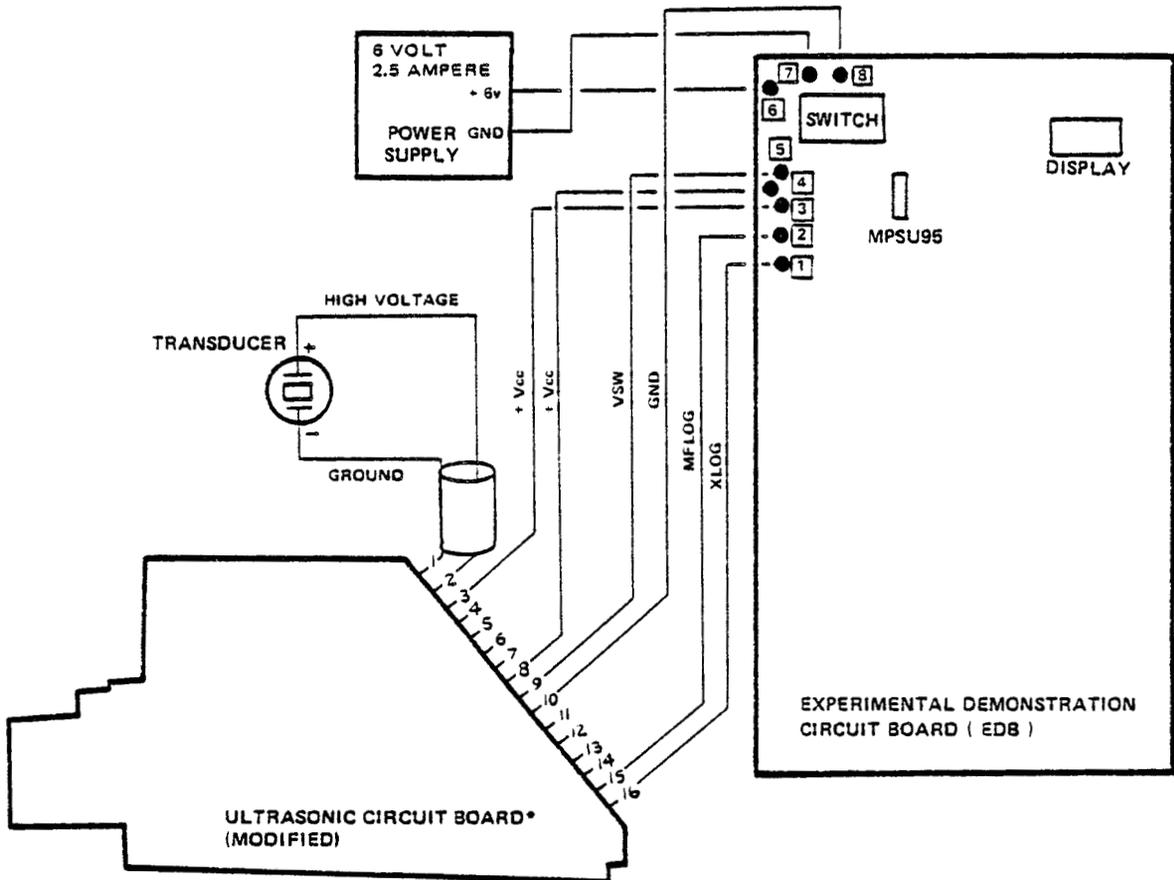
Schéma fonctionnel de la carte commande/calcul.

Les signaux (Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) et ($\overline{DS3}, \overline{DS2}$) sont prélevés sur cette carte.



Sur ce schéma sont montrées les connexions entre les différents éléments du système Polaroid :

Il faut faire attention à ce que le transducteur soit bien connecté lors de la mise sous tension du système, sinon celui-ci risque des détériorations.

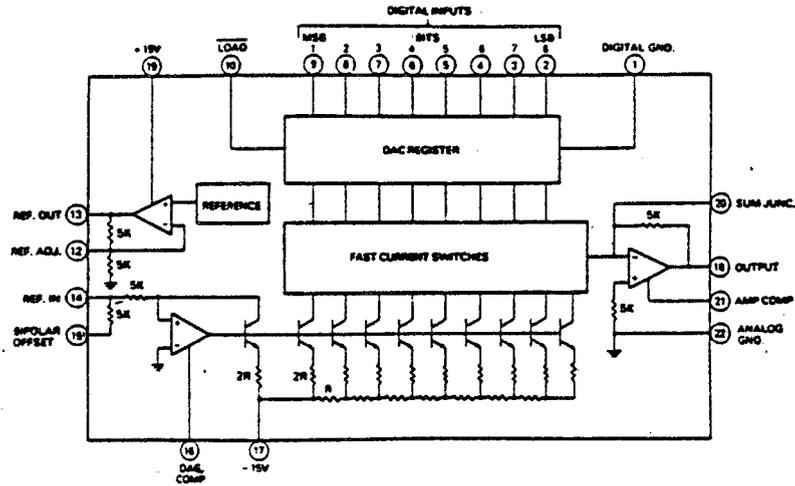


*Pin no. 10 on the Interface Chip has been disconnected. Terminals no. 15 and no. 16 have been altered with two cuts and two jumpers for the XLOG and MFLOG signals.

ANNEXE C

CONVERTISSEUR DIGITAL ANALOGIQUE

LE DAC UP8BC



Synoptique du convertisseur.

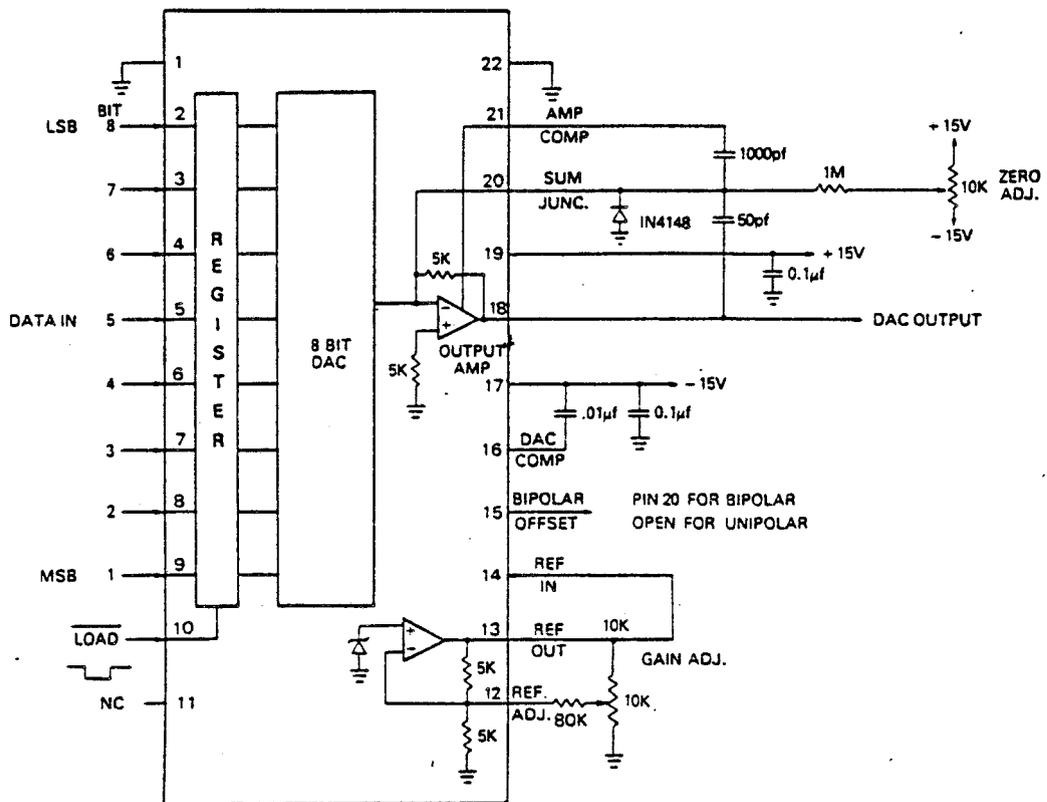


Schéma d'application.

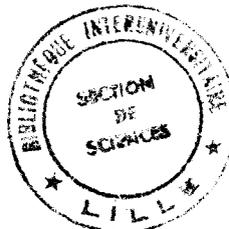
PIN	FUNCTION	PIN	FUNCTION
1	DIGITAL GND	12	REF ADJ
2	BIT 8 IN (LSB)	13	REF OUT
3	BIT 7 IN	14	REF IN
4	BIT 6 IN	15	BIPOLAR OFFSET
5	BIT 5 IN	16	DAC COMP
6	BIT 4 IN	17	- 15V
7	BIT 3 IN	18	OUTPUT
8	BIT 2 IN	19	+ 15V
9	BIT 1 IN (MSB)	20	SUM JUNCTION
10	LOAD	21	AMP COMP
11	NC	22	ANALOG GND

Brochage du DAC UP8BC.

MODE	RANGE	CONNECTION
Unipolar	0 to $\pm 10V$	Pin 15 open
Bipolar	$\pm 5V$	Pin 15 to 20

INPUT CODE		OUTPUT RANGES	
MSB	LSB	0 to + 10V	$\pm 5V$
1 1 1 1	1 1 1 1	+ 9.961V	+ 4.961V
1 1 1 0	0 0 0 0	+ 8.750	+ 3.750
1 1 0 0	0 0 0 0	+ 7.500	+ 2.500
1 0 0 0	0 0 0 0	+ 5.000	0.000
0 1 0 0	0 0 0 0	+ 2.500	- 2.500
0 0 0 0	0 0 0 1	+ 0.039	- 4.961
0 0 0 0	0 0 0 0	0.000	- 5.000

Modes de fonctionnement du DAC UP8BC.



RESUME

Le travail présenté propose la conception et la réalisation d'un véhicule guidé. Le guide utilisé est une bande de couleur peinte au préalable sur le sol.

La réalisation d'un tel véhicule fait appel à des domaines aussi divers que l'électrotechnique, l'automatique et la micro-informatique.

Pour assurer le fonctionnement autonome du véhicule, des interfaces ont été réalisées pour permettre l'acquisition des données provenant des capteurs, par le système micro-informatique. D'autres interfaces assurent la liaison entre ce système et les organes de puissance.

Le véhicule est également muni d'un distancemètre à ultrasons, ceci afin de détecter d'éventuels obstacles.

Le véhicule réalisé est capable d'éviter un éventuel obstacle placé sur son guide et de retrouver ensuite sa trajectoire primitive.

MOTS-CLEFS

- MICROPROCESSEUR
- ROBOT MOBILE
- VEHICULE ELECTRIQUE
- VEHICULE GUIDE
- CAPTEUR DE POSITION
- MESURE DE DISTANCE