



Automatisation d'un systeme de deplacement bidimensionnel

P. Valette

► To cite this version:

P. Valette. Automatisation d'un systeme de deplacement bidimensionnel. Sciences du Vivant [q-bio]. 1989. hal-02858503

HAL Id: hal-02858503

<https://hal.inrae.fr/hal-02858503>

Submitted on 8 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AUTOMATISATION D'UN SYSTEME
DE DEPLACEMENT BIDIMENSIONNEL

VALETTE Patrick

IUT MESURES PHYSIQUES

de MONTPELLIER

Mai - Juin 1989

VALETTE Patrick

2eme année IUT Mesures Physiques, de MONTPELLIER

Rapport de stage

AUTOMATISATION D'UN SYSTEME DE DEPLACEMENT BIDIMENSIONNEL

Stage effectué à l'INRA

Station de science du sol

84140 MONTFAVET

Responsable : Mr GUENNELON

SOMMAIRE

- INTRODUCTION

- PRINCIPE DE LA MESURE

ET PRESENTATION DU DISPOSITIF DE SCRUTATION GAMMA

- PROJET

I) Ancien dispositif

II) Dispositif Actuel

III) Cablage

IV) Pilotage du bâti

V) Autre modification

- CONCLUSION

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur
GUENNELON, responsable de mon stage, ainsi que
Messieurs HOROYAN et TAMARI pour leur aide et leur
sympathie ; sans oublier toutes les personnes de
la station.

INTRODUCTION

Comme beaucoup d'autres pays, la France est victime de la crise et malgré une régression, le secteur agricole joue toujours un rôle primordial dans son économie. Il convient donc d'exploiter intelligemment et efficacement, en les sauvegardant, toutes nos ressources naturelles, grâce à des domaines de la science comme la biologie, la physique ou la chimie ; l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique) étant chargé de mener ces recherches.

Il existe 22 centres de recherche de l'INRA implantés un peu partout en France, j'ai été amené à effectuer mon stage à celui d'Avignon.

Cet établissement possède différents départements :

- département d'amélioration des plantes ;
- de zoologie et d'apiculture ;
- de biométrie ;
- de bioclimatologie ;
- d'étude de la pollution et de l'environnement ;
- de technologie végétale ;
- de science du sol, où s'est déroulé mon stage.

Il existe trois secteurs différents en station de science du sol :

- le secteur végétal : où l'on étudie la croissance des racines et des coléoptiles (qui contiennent les premières feuilles) ; les transferts globaux où l'on étudie les relations entre apport d'eau et fissuration du sol, mais aussi les transferts d'eau au niveau des racines, de l'écorce et des fruits pour les arbres ; et enfin les relations entre sol et racine.
- le secteur d'espace poral : qui concerne la description (étude de la texture (fissures, pores) d'un sol donné) et l'évolution des sols (l'aspect mécanique) ;

- le secteurs de transferts dans le sol : où l'on étudie les transferts d'eau (étude très importante), de solutés comme les nitrates, de gaz et de chaleur.

Pour évaluer les transferts d'eau dans le sol, les chercheurs ont besoin de connaître entre autres, la densité et la teneur en eau des sols. Elles peuvent être déterminées par une méthode utilisant des sources radioactives (rayons gamma), d'où la nécessité de faire appel à un système automatisé qui constitue précisément mon projet de stage.

PRINCIPE DE LA MESURE

ET

PRESENTATION DU DISPOSITIF

DE SCRUTATION GAMMA

Le dispositif permet de déterminer la densité et la teneur en eau d'un échantillon de sol, en comparant l'intensité d'un rayon gamma traversant l'air à celle d'un rayon traversant l'échantillon. En effet, l'intensité I du rayonnement après traversée s'écrit en fonction de l'intensité I_0 du rayonnement dans l'air, nous avons :

(d'après l'hypothèse, de validité de la loi de BEER, nous utilisons un rayon monoénergétique parallèle)

$$I = I_0 * \exp - (l * \Gamma * \mu)$$

où

l = longueur de l'échantillon en cm,

μ = coefficient d'absorption massique du milieu traversé en cm^2/g ,

Γ = masse volumique totale en g/cm^3 .

En négligeant la masse volumique de l'air par rapport à celle de l'eau et du sol, nous obtenons :

$$I = I_0 * \exp [- l * (\mu_s * \Gamma_s + \mu_w * \Gamma_w * \theta_w)]$$

où

Γ_s = masse volumique du sol en g/cm^3 ,

μ_s = coefficient d'absorption massique du sol en cm^2/g ,

Γ_w = masse volumique de l'eau en g/cm^3 ,

μ_w = coefficient d'absorption massique de l'eau en cm^2/g ,

θ_w = humidité volumique du sol en cm^3/cm^3 .

Les coefficients d'absorption massique, la masse volumique de l'eau et la longueur de l'échantillon étant connus, l'atténuation ne dépend donc que de la masse volumique et de la teneur en eau du volume traversé. L'équation à résoudre contenant deux inconnues, il est

nécessaire d'utiliser deux sources correspondant à deux niveaux d'émission d'énergie bien différents (l'Am241 à 50 keV et le Cs137 à 660 keV).

Le détecteur qui reçoit le rayon transmis est composé d'un cristal, d'une cellule photo-électrique, d'un photo-multiplicateur et d'un pré-ampli. Le cristal de Iodure de Sodium dopé au Thallium reçoit le rayonnement gamma et émet des photons. La cellule au Sélénium reçoit ces derniers et émet des électrons. Leur nombre est accru grâce au photo-multiplicateur, amplifié une première fois par le pré-ampli et envoyé enfin sur un ampli puis sur un analyseur multi-canaux.

L'exploration de l'échantillon demande plusieurs mesures aussi bien horizontales que verticales, l'échantillon devant rester fixe pour ne pas modifier sa structure ; pour cela nous utilisons un bâti mobile supportant la source et le détecteur que l'on déplace avec l'aide de deux moteurs. Nous avons aussi une tourelle, commandée par un moteur, qui permet d'obtenir soit l'émission Am soit l'émission Am-Cs.

Le pilotage se fait à partir d'un Goupil G40 par l'intermédiaire d'une carte logique et d'une carte de puissance. L'ordinateur reçoit aussi les données de l'analyseur.

Exemple d'utilisation du dispositif de scrutation gamma
employé au laboratoire de science du sol

Vue générale du bâti de la scrutation gamma
et de son système de pilotage

PROJET

Il concerne plus particulièrement la partie liant l'ordinateur aux moteurs, c'est à dire les cartes de logique et de puissance ainsi que les relais électro-mécaniques. Les problèmes posés par le montage sont , d'une part les parasites induits par le fonctionnement des relais et d'autre part l'encombrement.

1) ANCIEN DISPOSITIF

a) Carte logique

Celle-ci était faite avec des portes nands à deux entrées, elle permettait de sélectionner un mouvement du bâti, parmi les huit possibles, d'après un mot de trois bits ; cette carte fonctionnait en fait comme un démultiplexeur, la logique utilisée pour le montage étant la TTL.

b) Carte de puissance

Elle permettait de faire la liaison entre la carte logique fonctionnant en 5V et les relais électro-mécaniques supportant du 110V ; elle était constituée, en particulier, d'opto-coupleurs garantissant un bon isolement entre les parties de commande et de puissance, pour éviter d' endommager le micro-ordinateur.

c) Relais électro-mécaniques

Ceux-ci posent un problème car lorsque l'utilisateur envoie une configuration de mouvement, les relais activés induisent des courants magnétiques ayant une incidence sur les relais voisins, ainsi que sur les portes de commande ; cela pouvant déconfigurer la carte du micro-ordinateur et produire un mouvement différent de celui demandé.

Anciennes carte de logique et de puissance
(destinées au contrôle de relais électro-mécaniques)

11) DISPOSITIF ACTUEL

a) Carte logique

Nous avons voulu piloter en plus des deux moteurs horizontaux et verticaux et de leur deux régimes de vitesse, le moteur de changement de source (Am seul ou Am et Cs), ce qui demande neuf instructions (huit pour les moteurs du bâti et une pour celui de la tourelle) : nous avons donc utilisé 4 bits.

La table de vérité, de configuration des moteurs étant :

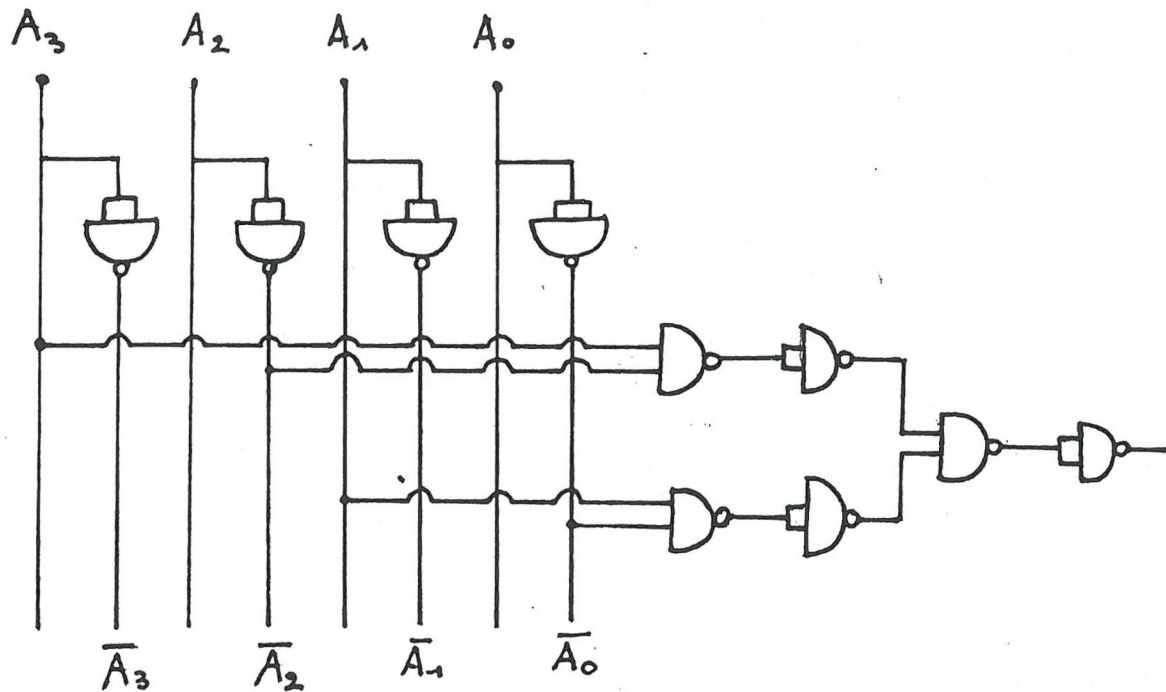
A_3	A_2	A_1	A_0	Tourelle	DL	ML	DR	MR	AvL	ARL	AvR	ARR
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0				0				
0	1	1	0	0				0				
0	1	1	1	0				0				
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Il nous a tout d'abord été demandé de concevoir la carte logique avec des nands à deux entrées.

Considérons l'instruction 1010 = $A_3 \cdot \overline{A_2} \cdot A_1 \cdot \overline{A_0}$

elle peut s'écrire : $A_3 \cdot \overline{A_2} \cdot A_1 \cdot \overline{A_0} = \overline{\overline{A_3 \cdot \overline{A_2}}} \cdot \overline{\overline{A_1 \cdot \overline{A_0}}}$
 $= (A_3 \cdot A_2) \cdot (A_1 \cdot A_0)$

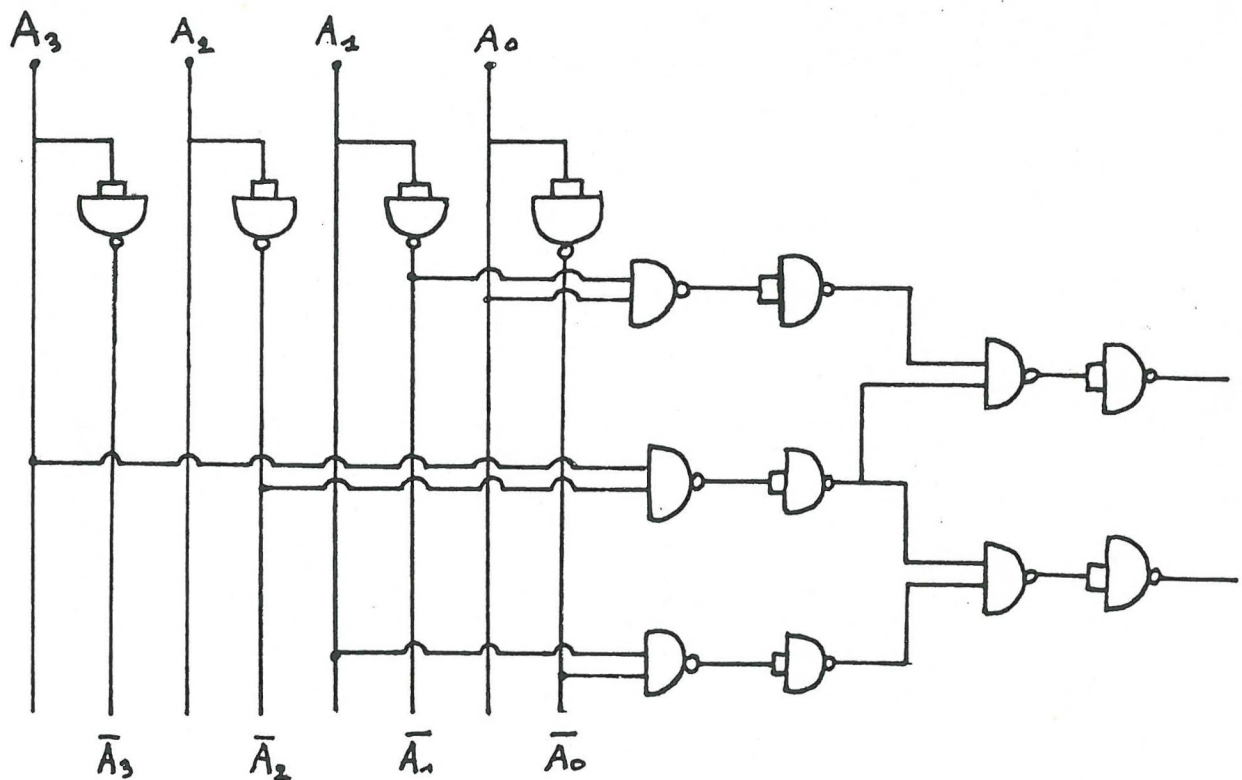
Le schéma de principe du câblage de cette ligne est la suivant :



Ensuite, le câblage peut se simplifier pour les autres instructions. en effet si nous considérons le mot 1001 nous obtenons :

$$A_3 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_1 \cdot A_0 = (A_3 \cdot A_2) \cdot (A_1 \cdot A_0)$$

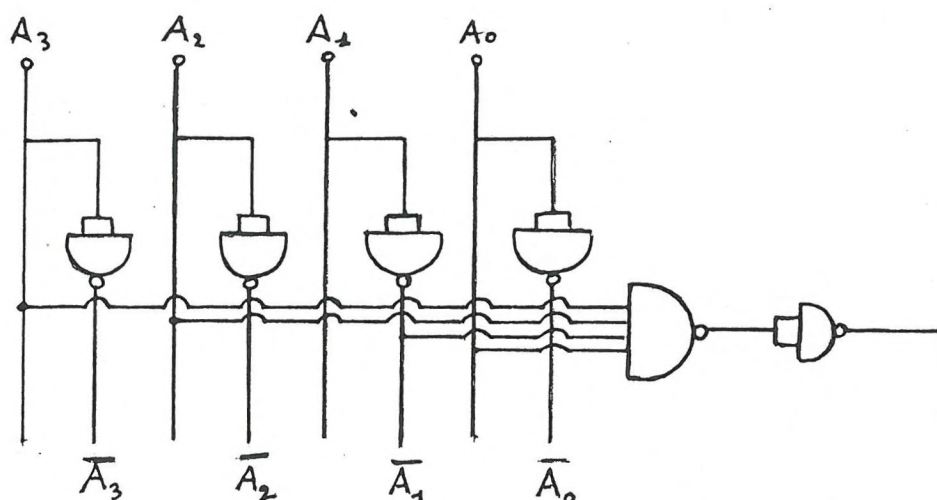
et nous retrouvons le terme $(A_3 \cdot A_2)$; ce qui donne d'après le schéma précédent :



simplifications, le nombre de nands s'est avéré trop important.

Nous avons alors décidé d'utiliser des nands à quatre entrées, ce qui donnait une ligne unique pour chaque instruction de 4 bits, mais limitait le nombre de portes employées.

Si nous considérons l'instruction 1101 (= $A_3.A_2.\overline{A_1}.A_0$) nous obtenons le schéma suivant :



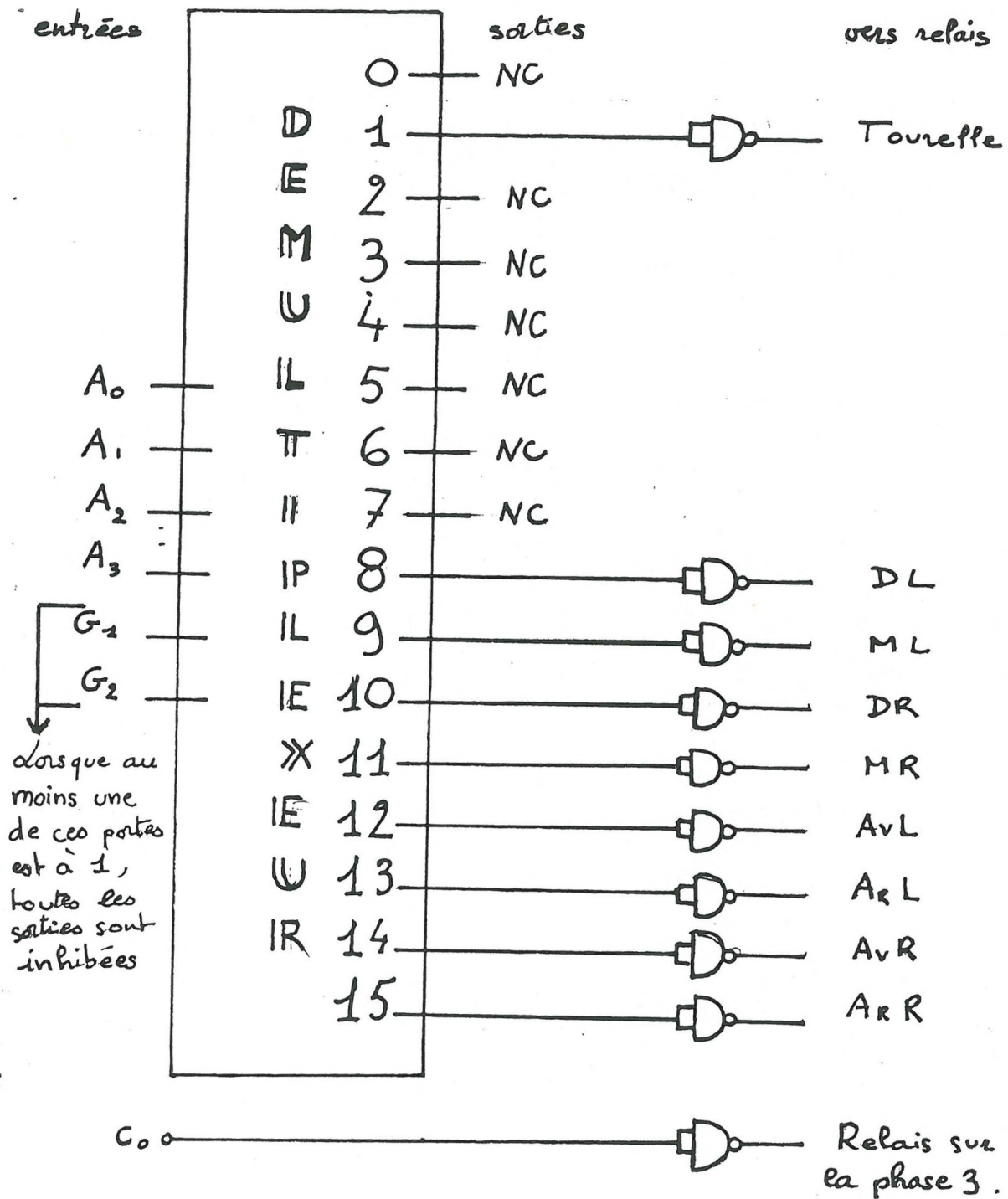
qui traduit $A_3.A_2.\overline{A_1}.A_0 = A_3.A_2.A_1.A_0$

Nous aurions pu utiliser des portes ET et des portes NON à la place des NANDS à quatre et à deux entrées, mais comme nous les avions à notre disposition, nous avons préféré utiliser ces derniers.

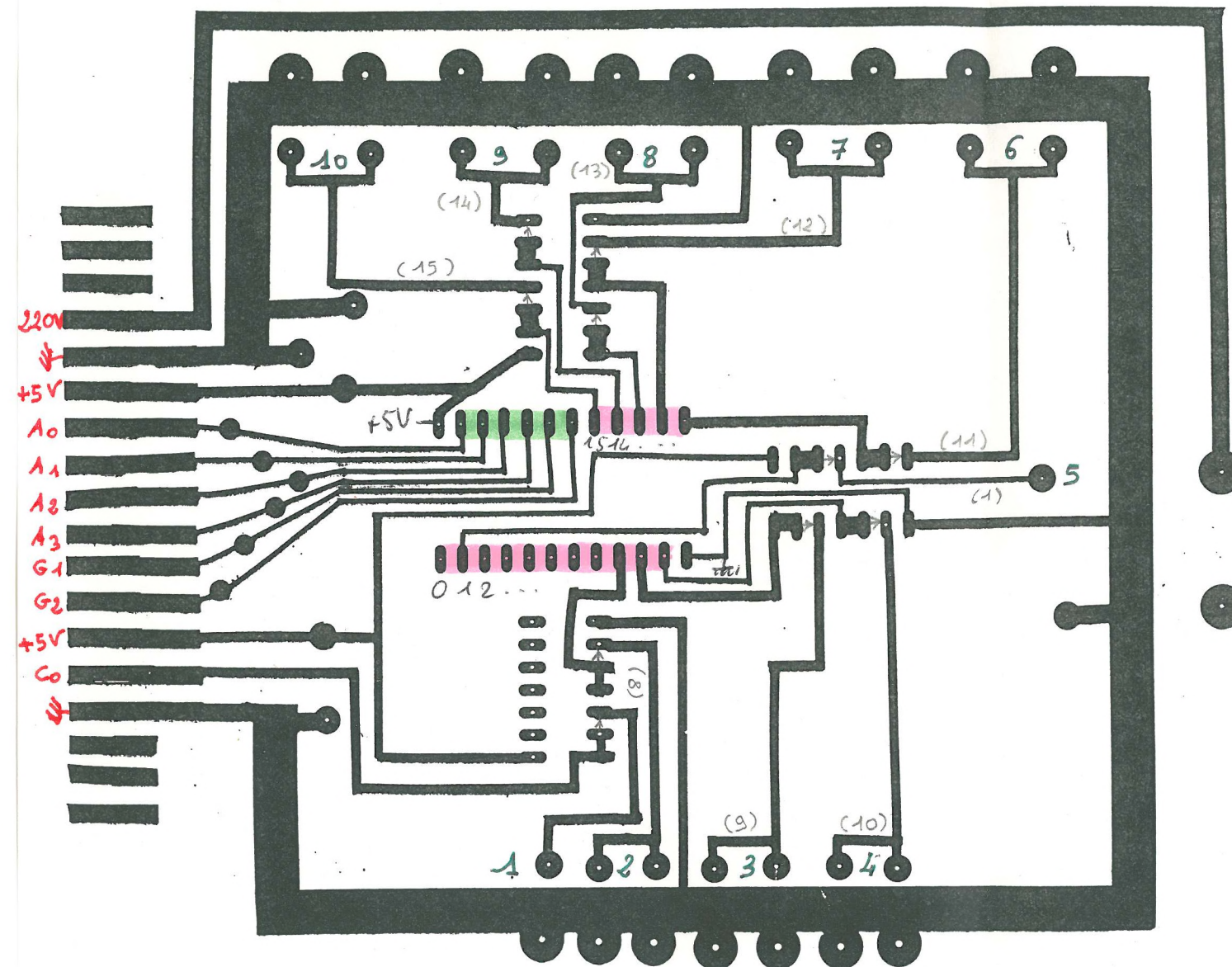
Nous tout d'abord conçu un montage incluant les logiques C-MOS et TTL, mais pour des raisons de seuil concernant les états haut et bas, ces deux logiques se sont avérées incompatibles. Nous avons ensuite élaboré un circuit imprimé ne comprenant que de la logique C-MOS, mais il nous est apparu préférable d'utiliser un démultiplexeur 4 voies vers 16 (SFC 4154 E), surtout pour des raisons de facilité de remplacement lors d'une panne éventuelle et aussi d'encombrement.

Sur la carte logique, en plus du démultiplexeur traitant les instructions pour les moteurs, nous avons rajouté une ligne de sécurité qui permet de couper la phase 3 arrivant au moteur : les phases 1 et 2 étant utilisées avec inversion pour changer le sens de rotation des moteurs.

Le schéma de principe de la carte est le suivant :



Lorsque le démultiplexeur reçoit un mot de 4 bits, la sortie sélectionnée parmi les seize se trouve à 0, les autres étant à 1 : c'est pour cela que nous avons complémenté les sorties avec des nands. Ensuite, chaque sortie est envoyée sur des relais statiques commandant les phases arrivant aux moteurs.



Entrées.
 $A_0, A_1, A_2, A_3, G_1, G_2$.
 Sorties de 0 à 15.

Circuit imprimé de la carte logique
 Vue du côté composants.
 agrandissement 140 %.

b) Relais statiques

Nous utilisons les relais statiques car lors de leur commutation ils n'induisent aucun parasite et également, parce qu'il n'y a presque pas de temps mort entre celle-ci et l'envoi de l'instruction.

Nous employons des relais CELDUC SC 654110, ceux-ci sont prévus pour des réseaux de 380 V, mais leur gamme de fonctionnement s'étend de 100 à 480 V ; nous pouvons donc commander les moteurs du bâti en 380 V et le moteur de la tourelle en 220 V avec les mêmes relais.

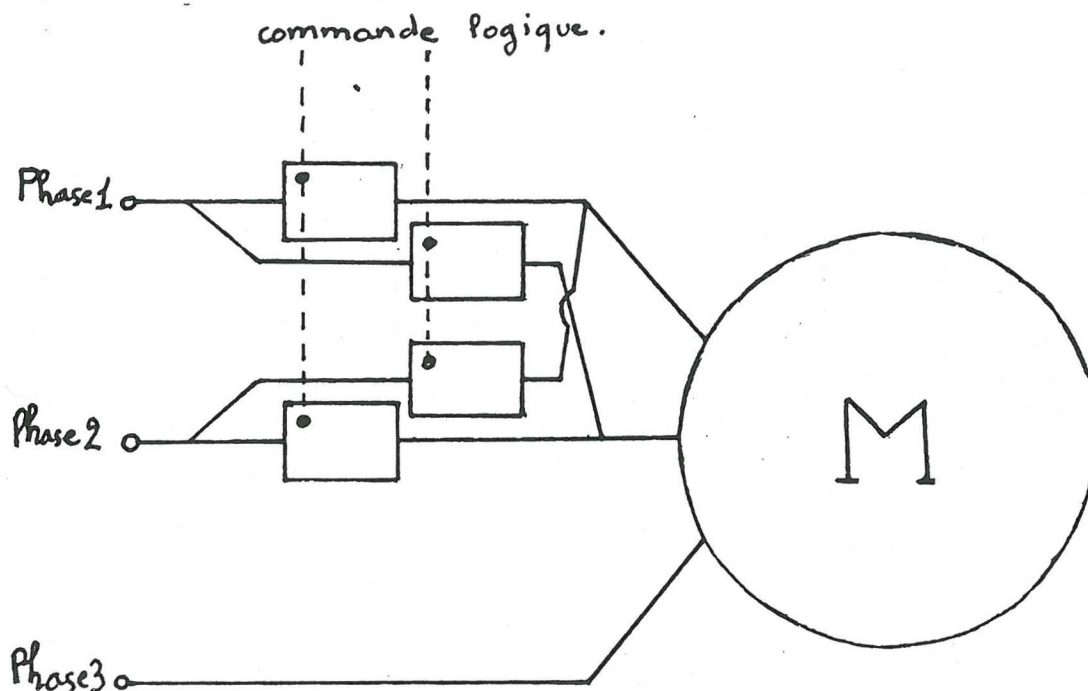
Ces relais possèdent une partie commande obéissant à des signaux compris entre 3 et 30 V continus, ils peuvent donc être commandés par des circuits logiques TTL.

Le couplage entre les parties commande et puissance est assuré par des opto-coupleurs garantissant un isolement de 2500 V efficace, ce qui nous permet de supprimer la carte de puissance et d'attaquer les relais directement avec les sorties de la carte logique.

Vue de la carte de logique réalisée pendant le stage
et des 18 relais statiques qu'elle contrôle

111) CABLAGE

Les moteurs du bâti sont des moteurs triphasés, à inversion de sens de marche ; le principe de câblage, utilisé ici, pour inverser celle-ci est le suivant :



Selon la paire de relais activés, les phases 1 et 2 sont inversées, le moteur tourne soit dans un sens soit dans l'autre. Ces moteurs peuvent fonctionner à deux vitesses différentes grâce à deux bobinages ; pour ce fonctionnement chacun de ces derniers doit être monté en étoile.

Le moteur utilisé pour la tourelle est un moteur monophasé, alimenté en 220 V.

(VOIR SCHEMA DE CABLAGE COMPLET CI-APRES)

IV) PILOTAGE DU BATI

Le pilotage est effectué par le micro-ordinateur (GOUFIL 40) qui communique les instructions à la carte logique par l'intermédiaire d'une autre : la carte DADIO.

a) Présentation de la carte DADIO

1. Description

Cette carte utilise le circuit intégré 8255 qui comporte 24 lignes d'entrée/sortie réparties sur trois ports de 8 bits chacun A, B et C. Ce dernier pouvant être divisé en différents ports. Elle possède aussi un port de contrôle D.

Elle occupe 16 adresses successives dans l'espace des entrées et sorties du micro-ordinateur. L'adresse de base est 1840 et nous pouvons accéder, soit en lecture soit en écriture, aux ports A, B et en ajoutant les valeurs décimales suivantes :

<u>Valeur additionnée</u>	<u>Fonctions</u>
8	LECTURE OU ECRITURE DU PORT A
9	LECTURE OU ECRITURE DU PORT B
10	LECTURE OU ECRITURE DU PORT C
11	ECRITURE DU PORT D

2. Modes de fonctionnement

- mode 0 : qui comprend 2 ports de 8 bits (A et B) ainsi que deux ports de 4 bits (C0 à C3 et C4 à C7) programmés en entrée ou en sortie ; ce mode n'utilise pas le protocole

de reconnaissance (absence de communication bi-directionnelle et de contrôle d'interruptions).

- mode 1 : comprenant deux groupes A et B, chaque groupe contenant un port de 8 bits, programmé en entrée ou sortie, et un port de contrôle de 3 bits (portC) contrôlant le premier (protocole de reconnaissance). Les deux lignes restantes pouvant être programmées, chacune, soit en entrée soit en sortie.
- mode 2 : qui n'utilise qu'un port de 8 lignes (utilisation en bus bidirectionnel) et un port de contrôle de 5 bits (port C) : utilisation du protocole de reconnaissance.

En ce qui nous concerne, nous n'avons besoin que de 9 sorties et 3 entrées sans protocole de reconnaissance ; nous avons donc choisi le mode 0.

3. Initialisation de la carte DADIO

Cette initialisation se fait grâce au port de contrôle D, contenant 8 bits.

Fonction des bits D0 à D7 :

* D7 : - = 0 : mise à 0 ou à 1 des bits du port C.

- = 1 : possibilité de configurer chaque port.

* D6 et D5 : permettent de définir le mode de fonctionnement du port A :

D6	D5	
0	0	mode 0
0	1	mode 1
1	0	mode 2
1	1	mode 2

* D4 : configure le port A :

- = 0 : sortie

- = 1 : entrée

* D3 : configure les bits de poids fort du port C :

- = 0 : sorties

- = 1 : entrées

* D2 et D1 : configurent et donnent le mode de fonctionnement du port B :

- D2 = 1 : mode 1 - D1 = 1 : entrée

- D2 = 0 : mode 0 - D1 = 0 : sortie

* D0 : configure les bits de poids faible du port C :

- D0 = 1 : entrées

- D0 = 0 : sorties

En ce qui nous concerne, le mot de commande utilisé est :

10001010 (2) = 138 (10), nous sommes en mode 0, les ports A et C sont en sortie, le port B en entrée.

b) Utilisation des ports

- port A : les bits A0 à A3 sont envoyés sur la carte logique et permettent de définir les configurations pour les moteurs.

- port B : le port B reçoit les impulsions des capteurs de déplacement des moteurs (capteurs de proximité pour les moteurs du bâti, placés devant les roues dentées reliées aux moteurs / cellule photo-électrique pour le moteur de la tourelle) sur les bits B0 à B2.

- port C : le bit C0 est envoyé sur une ligne coupant la phase 3. lorsque C0 = 1.

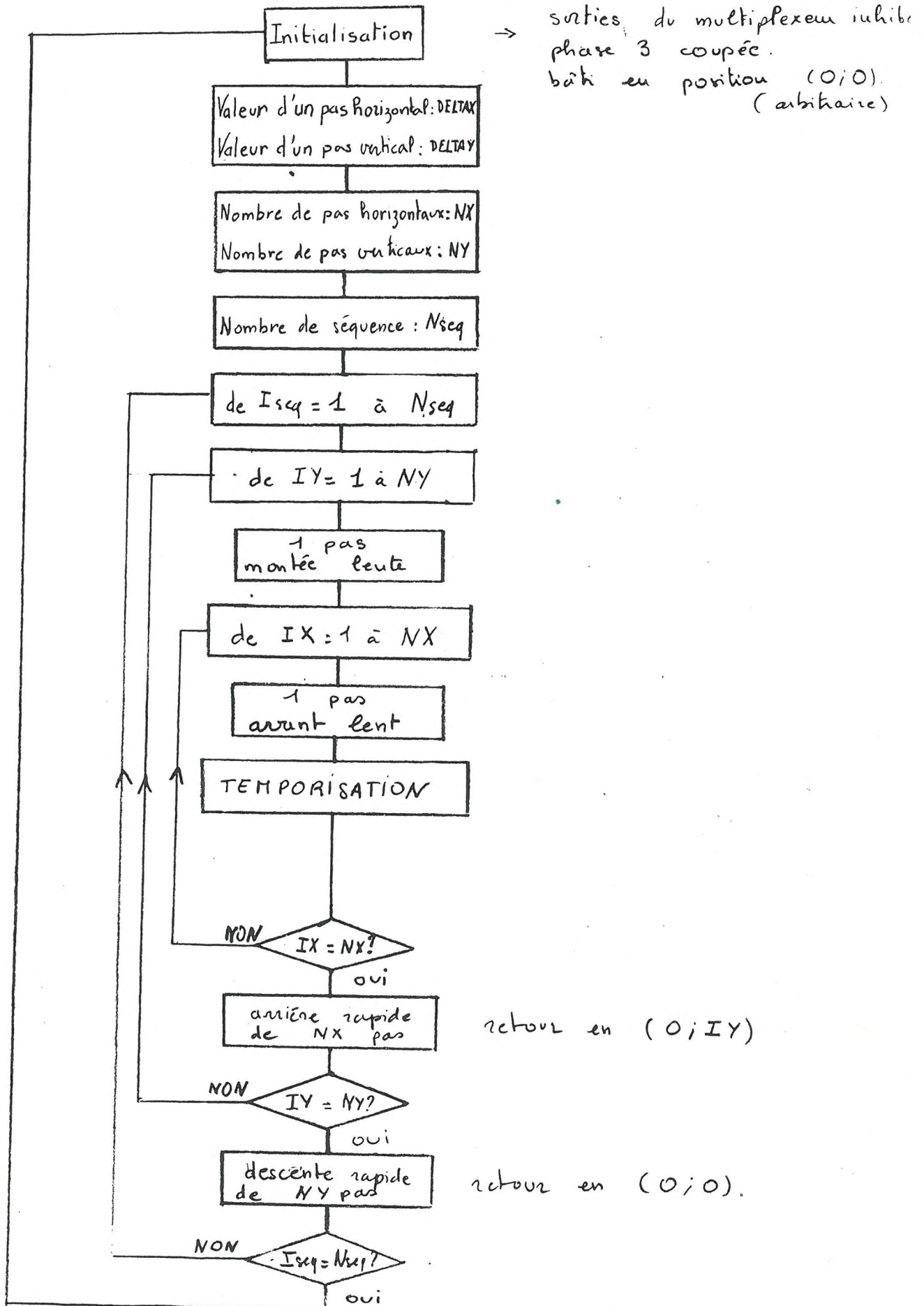
Les bits C1 et C2 sont envoyés sur les portes G1 et G2 du démultiplexeur pour inhiber les sorties lorsque C1 ou/et C2 sont à 1.

c) Programmation

Pour l'automatisation, le langage utilisé est le QUICK BASIC car il est plus facile d'utilisation que l'assembleur ; la plupart des gens de la station ayant peu de notions sur ce dernier langage.

Nous avons fait un programme de simulation de cycle de scrutation, le manque de temps (les relais nous ont été livrés plus de six semaines après le début du stage) nous ayant empêché de faire de vraies mesures.

L'organigramme du programme est le suivant :



- Ecriture : si nous voulons écrire par exemple l'instruction
1011 sur le port A, nous écrivons : OUT 1840 + 8,11
1840 + 8 étant l'adresse du port A.
- Lecture : si nous voulons lire la valeur correspondant aux
entrées du port B et la stocker dans une variable X,
nous écrivons : X = INP (1840 + 9).

D'après l'organigramme précédent, nous obtenons le programme
suivant :

MENUINI:

```
' INHIBITION DU MULTIPLEXEUR ET DE LA PHASE 3
OUT 1840+11,130
OUT 1840+10,7
CLS
LOCATE 1,10 : PRINT "DEPLACEMENT DU BATIS EN MODE AUTOMATIQUE "

```

Cette partie du programme ne donne que la valeur des configurations à envoyer et fait appel à un sous-programme MOTEUR.

Ce sous-programme initialise la carte DADIO, écrit une configuration sur les ports A ou C, vérifie qu'elle est bien écrite et déclenche alors les moteurs ; lorsque les moteurs sont lancés il compte les impulsions envoyées par les capteurs de déplacement.

Le comptage des impulsions nécessite des tests anti-rebonds ; car les capteurs de proximité envoient un signal carré (une période correspondant à une impulsion) pouvant être perturbé par des parasites, ces tests anti-rebonds servent à vérifier plusieurs fois les états hauts ou bas avant d'incrémenter le "compteur d'impulsions".

Le sous-programme est le suivant :
MOTRELAIS:

```
LOCATE 20,10 : PRINT "DEPLACEMENT EN COURS..."
LOCATE 21,10 : PRINT "Key 10 ARRETE LES MOTEURS (SECURITE) "
```

```
' INITIALISATION DE LA CARTE DADIO
' INHIBITION DU MULTIPLEXEUR ET DE LA PHASE 3
TPS = 2 : CALL TEMPOR(TPS)
OUT 1840+11,130
OUT 1840+10,7

' CONFIGURATION DES RELAIS VIA LA CARTE DADIO:
TPS = 1 : CALL TEMPOR(TPS)
OUT 1840+8,CONFIG

' VERIFICATION QUE LE PORT DE SORTIE EST BIEN CONFIGURE
TPS = 2 : CALL TEMPOR(TPS)
VERIF = INP(1840+8)
IF VERIF <> CONFIG THEN GOTO MOTRELAIS

' LIT L'ETAT DU PORT N°9 (AVANT MISE EN MARCHE DU MOTEUR)
TPS = 2 : CALL TEMPOR(TPS)
LECTO = INP(1840+9)
LECTO = LECTO AND MASK
```

MOTLANCE:

```
' INITIALISATION DU COMPTEUR D'IMPULSIONS
IPULSE = 0

' MISE EN MARCHE DU MOTEUR (MULTIPLEXEUR NON INHIBE ET PHASE 3 RETABLI
TPS = 2 : CALL TEMPOR(TPS)
OUT 1840+10,0

' SI ON PART D'UN ETAT "BAS" DU SIGNAL CARRE, VA TESTER LA PARTIE
' "HAUTE" DU SIGNAL POUR LA PREMIERE IMPULSION
IF LECTO = 0 THEN GOTO MOTPULSHAUT
```

MOTPULSBAS:

```
' TESTE LA PARTIE "BASSE" DU SIGNAL CARRE PENDANT "NREBOND"
FOR LOOP = 1 TO NREBOND
    LECT = INP(1840+9)
    LECT = LECT AND MASK
    IF LECT = MASK THEN GOTO MOTPULSBAS
NEXT LOOP
```

MOTPULSHAUT:

```
'  TESTE LA PARTIE "HAUTE" DU SIGNAL CARRE PENDANT "NREBOND"  
  FOR LOOP = 1 TO NREBOND  
    LECT = INP(1840+9)  
    LECT = LECT AND MASK  
    IF LECT = 0 THEN GOTO MOTPULSHAUT  
  NEXT LOOP
```

MOTARRET:

```
'  COMPTE UNE IMPULSION EN PLUS  
'  SUITE DE LA BOUCLE DE COMPTAGE D'IMPULSIONS  
'  OU ARRET DU MOTEUR QUAND ON A ATTEIND LE NOMBRE CHOISI D'IMPULSION  
'  (INHIBITION DU MULTIPLEXEUR ET DE LA PHASE 3)
```

```
  IPULSE = IPULSE + 1  
  LOCATE 18,5 : PRINT IPULSE  
  IF IPULSE < NPULSE THEN GOTO MOTPULSBAS
```

```
  OUT 1840+10,7
```

V) AUTRE MODIFICATION

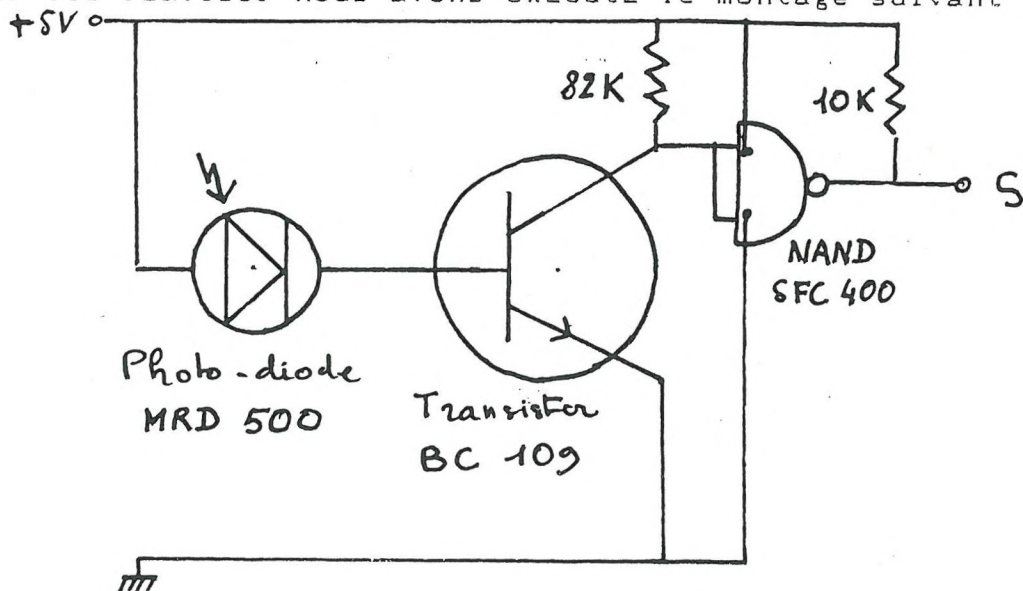
Nous avons aussi pensé à une amélioration du dispositif consistant à ajouter sur le bâti un repère fixe permettant, en cas de panne de courant, de toujours revenir au point de départ de la scrutation.

En mode automatique, les mesures sur un même point de l'échantillon s'effectuent à intervalles de temps réguliers, pour mieux apprécier la continuité dans l'évolution de l'échantillon du sol. Si celles-ci sont interrompues, nous ne savons pas où se trouve le bâti. Il est donc préférable de repartir du repère absolu.

Pour matérialiser ce repère nous avons deux solutions, soit des capteurs mécaniques soit des cellules photo-électriques. Nous avons opté pour ces dernières ; car elles donnent une réponse pratiquement constante au cours du temps, alors que les capteurs mécaniques se déforment.

Les cellules sont placées sur le bâti de façon à le positionner horizontalement et verticalement.

Pour les réaliser nous avons exécuté le montage suivant :



Le principe de fonctionnement est le suivant :

Une ampoule de 6 V émet de la lumière sur la photo-diode, des collimateurs sont utilisés pour arriver à fournir un signal lumineux suffisant à la photo-diode.

Lorsqu'elle reçoit de la lumière, la photo-diode devient passante et laisse circuler un courant d'environ 9 μ A, suffisant à débloquent le transistor. L'émetteur étant relié à la masse, le collecteur y est aussi ramené (la résistance de 82 K permet de réduire le courant circulant dans le transistor lorsqu'il est passant), son potentiel est envoyé sur les deux entrées d'un nand. Il y a donc inversion du potentiel, on obtient en sortie une tension de 5 V.

Lorsqu'elle n'est pas éclairée la photo-diode est bloquée, ce qui bloque aussi le transistor. Le potentiel du collecteur est alors de 5 V, étant inversé par le nand, on obtient 0 V en sortie.

Le niveau logique de la sortie est ensuite envoyé sur le micro-ordinateur et permet, à partir d'une entrée, d'activer une instruction d'arrêt des moteurs sur la position du repère absolu lorsque le niveau est 0.

CONCLUSION

Sur la totalité du projet d'automatisation du bâti de scrutation gamma, la partie m'ayant demandé le plus de temps et de travail a été la partie électronique. J'ai assuré toute la conception de la carte logique, c'est à dire des schémas de principe, du circuit final sur transparent et du tirage sur plaque cuivrée ; en finissant bien sûr par le soudage des composants. Des tests ont tout d'abord été effectués sur la carte seule et ont été satisfaisants ; puis d'autres tests ont été effectués avec les relais. Après cela j'ai conçu le boîtier où il fallu disposer 18 relais, une alimentation de 5 V, la carte et les leds. D'autres tests avec des moteurs se sont avérés concluant, mais nous n'avons pas pu faire des tests sur le bâti lui-même à cause du manque de temps.

La partie informatique a été l'adaptation d'un programme existant pour l'ancien dispositif, au dispositif actuel.

Il reste encore des améliorations à faire sur le dispositif, comme rendre celui-ci plus souple ; la conception du repère absolu faisant partie de ces améliorations.

Ce stage m'a beaucoup intéressé et apporté sur le plan pratique. Il m'a permis de découvrir les problèmes rencontrés lors du passage de la théorie à la pratique. J'ai pu aussi me rendre compte de ce que sera la vie active et apprécier les rapports humains en entreprise, toutes les personnes de la station étant très sympathiques.