

REPUBLIQUE DU SENEGAL

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Gm.0540

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

CENTRE DE THIES

DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES :

En vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION (DIC)

EN MECANIQUE

**SUJET : CONCEPTION ET REALISATION D'UN BANC DE
TRAVAUX PRATIQUES POUR LES COURS
D'AUTOMATISME ET D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE**

- ✦ Auteur : M. Ousmane GADIAGA
- ✦ Directeur interne : M. Salam SAWADOGO
- ✦ Directeur externe : M. Ousmane CISSE

D EDICACES

Je dédie ce travail :

À Ma Mère ;

À Mon Père ;

Pour tous les sacrifices et efforts inlassables qu'ils ne cessent de déployer pour que je réussisse.

À tous Mes Frères, Sœurs, Oncles, Tantes et mes grands-parents ;

Pour leur soutien moral et matériel afin que j'accède à une formation de qualité.

REMERCIEMENTS

ASICRIVIS
-I

Nous tenons à remercier cordialement et avec un plus grand respect tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail en particulier :

- ✦ Monsieur Salam SAWADOGO mon Directeur interne pour son encadrement, sa disponibilité et ses conseils ;

- ✦ Monsieur Ousmane CISSE (Ingénieur Automaticien Electromécanicien Chef du Département Automatismes et Informatique Industrielle à 2SI, mon Directeur externe) pour son soutien moral et matériel, sa disponibilité, son encadrement et aussi pour ses conseils.

- ✦ Tout le personnel administratif et technique du département Automatismes et Informatique Industrielle de la société 2SI pour leurs disponibilités et leur accueil.

- ✦ Tout mes camarades de promotion, d'école et le personnel de l'E.P.T. ; particulièrement Ahmet SEYE.

P

réface

A l'évidence, nous savons que seule la pratique permet de prendre conscience de l'importance de toute théorie apprise à l'école. En effet, le sous développement qui sévit dans nos pays nous oblige à lancer des projets nouveaux pour l'amélioration de la qualité de nos ressources humaines. C'est dans cette optique que la 2Si nous a proposé ce projet comme mémoire de fin d'études. Il invite à une réflexion sur les choses qu'il serait possible de faire pour amoindrir les coûts de la formation de technicien. Nous allons dans le cadre de ce projet, travailler dans des domaines comme l'automatisme et l'informatique industrielle. L'objectif qu'on se fixe c'est d'avoir au sortir du projet un banc opérationnel, avec lequel il sera possible d'appliquer sans difficulté, les cours d'automatisme et d'informatique industrielle.

Ces deux disciplines rénovatrices, indissociables sont des facteurs essentiels dans la quête de valeur ajoutée. Elles doivent être appréhendées avec une attention particulière. Elles visent à remplacer ou aider l'homme dans sa tâche. De ce fait il serait affecté à d'autres fonctions qui ont plus accès à la réflexion. Cela implique que le service ou produit offert gagne en qualité.

Mots-clefs : Conception-Réalisation-Banc

Table des matières

<i>Glossaires</i>	<i>i</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>iii</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>v</i>
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
<i>Introduction générale :</i>	<i>1</i>
CHAPITRE I :	2
<i>Chapitre I : présentation du projet, principes généraux et présentation des composants</i>	<i>2</i>
Introduction partielle :	2
I. Présentation de l'entreprise :	2
II. Présentation du projet :	2
III. Généralités sur l'automatisme :	3
III.1. Système de numération :	3
III.1.1. Généralités :	3
III.1.2. Les valeurs de base :	3
III.1.3. Quelques codes :	4
III.2. Structure des systèmes automatisés :	5
III.2.1. Le pupitre de commande :	6
III.2.2. Le capteur en automatisme :	6
III.2.3. La partie commande :	6
III.2.4. Le pré-actionneur :	6
III.2.5. La partie opérative :	6
IV. Chaîne de mesure industrielle :	7
IV.1. Grandeurs et principes physiques :	8
IV.2. Généralités sur les capteurs : [1]	9
IV.5.1. Capteurs de température :	9
IV.5.2. Capteurs de proximité :	10
IV.5.3. Capteurs de force :	10
IV.5.4. Caractéristique métrologique :	11
V. Les composants électroniques utilisés :	12
V.1. Les composants du tapis :	12
VI.1.1. Capteur à infrarouge :	12
VI.1.2. Motoréducteur Solarbotics série GM :	12
VI.1.3. Roues GMPW-LB :	13
VI.1.4. Encodeur optique WW02 :	13
VI.1.5. Actionneur rotatif nano muscle NM70R-2P :	14
V.2. Les composants compteur :	14
V.2.1. Bouton-poussoir clipsable rond Miyama :	14
V.2.2. Afficheur 7 segments à Leds SGN-BIG:	15

V.3.	Feux de signalisation :	15
V.3.1.	ULN 2803 AG :	15
V.3.2.	Voyants à LEDS :	16
V.4.	Chaîne d'acquisition :	16
V.4.1.	Thermistance CTN :	16
V.4.2.	Thermistance à cosse :	16
V.4.3.	Capteur de force :	17
V.4.4.	Capteur de courant ASM10 :	17
V.5.	Les composants communs :	17
V.5.1.	Bouton-poussoir bipolaire clipsable :	17
V.5.2.	Le microcontrôleur CB220 :	18
V.5.3.	Platine CB220-PROTO :	20
V.5.4.	Les Plaques :	21
VI.	La programmation :	21
	Conclusion partielle :	23
	CHAPITRE II :	24
	<i>Chapitre II : conceptions et réalisations des systèmes automatisés</i>	24
	Introduction partielle:	24
I.	Compteur :	24
I.1	Description et problématique du compteur en général:	24
I.2	Conception et réalisation :	26
I.2.1	Composition et principe de réalisation :	26
I.2.2	Conception proprement dite :	27
I.2.2.1	Pupitre de commande :	27
I.2.2.2	Traitement numérique :	29
I.2.2.2.1	Possibilité :	29
I.2.2.2.2	Programme :	29
I.2.2.3	Afficheur :	32
I.3	Exemples de thèmes sur compteur électronique :	32
II.	Les feux de signalisations :	33
II.1.	Exemple de fonctionnement :	34
II.1.1.	Passage des véhicules de la voie [1-2] voulant tourner à gauche :	34
II.1.2.	Passage des véhicules de la voie [1-2] :	34
II.1.3.	Avertissement des véhicules de la route 2:	35
II.1.4.	Passage des véhicules de la route (1):	35
II.1.5.	Avertissement des véhicules de la route (1) :	36
II.1.6.	Première temporisation de sécurité :	36
II.1.7.	Passage des véhicules de la route (2):	36
II.1.8.	Avertissement des véhicules de la route (2):	37
II.1.9.	Deuxième temporisation de sécurité :	37
II.1.10.	Permutation :	37
II.2.	Problématique :	38
II.3.	Conception proprement dite :	38
II.3.1	Voyants et Alimentation :	38
II.3.2	Control commande :	40
II.3.3	Disposition des voyants:	43

III.	La chaîne de manutention :	43
III.1.	Objectifs :	43
III.2.	Problématique :	44
III.3.	Modèle proposé :	44
III.3.1.	Le système de convoyage :	44
III.3.2.	Les capteurs de détection :	46
III.3.3.	Le bras éjection :	46
III.3.4.	La partie commande :	46
IV.	Méthode de recherche des causes de dysfonctionnement :	48
	Conclusion partielle:	50
CHAPITRE III :		51
<i>Chapitre III : conception et réalisation des maquettes de chaîne d'acquisition</i>		<i>51</i>
	Introduction partielle :	51
I.	Description et problématique :	51
I.1.	Le capteur :	52
I.2.	Le conditionneur :	52
I.3.	Le microcontrôleur et interface d'affichage :	53
II.	Solutions proposées :	53
II.1.	Conversion A/N :	53
II.2.	Mesure de force :	54
II.3.	Mesure de température :	56
II.2.1.	Mesure avec thermistance type CTN :	56
II.2.2.	Mesure avec thermistance type COSSE ou CTN10K/2% :	59
II.2.3.	Etalonnage des capteurs de température :	60
II.4.	Mesure de courant :	60
	Conclusion partielle :	62
CHAPITRE IV :		63
<i>Chapitre IV : implantation des différentes maquettes et étude de coûts</i>		<i>63</i>
	Introduction partielle :	63
I	Interconnexions :	63
I.1	La maquette de compteur :	64
I.2	La maquette de feux de signalisation :	64
I.3	La maquette de tapis roulant :	64
I.4	Les maquettes de chaîne d'acquisition :	65
II	Implantation :	65
III	Etude de coûts :	66
III.1.	Les coûts relatifs au compteur électronique :	66
III.2.	Les coûts relatifs à la maquette de feux de signalisation :	66
III.3.	Les coûts relatifs à la maquette de tapis roulant :	67
III.4.	Les coûts relatifs aux maquettes de chaîne d'acquisition :	67
	Conclusion partielle :	69

<i>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</i>	71
<i>Conclusions et recommandations :</i>	70
<i>Annexe 1 :</i>	a
<i>Annexe 2 :</i>	c
<i>Annexe 3 :</i>	g
<i>Bibliographie</i>	j

Glossaires

Mesurande : grandeur soumise à la mesure ;

m : mesurande ;

Potentiométrique : relatif au potentiomètre ;

Prototypage : conception et réalisation d'un prototype ;

2SI : Stratégies et Solutions Informatiques ;

CTN : Coefficient de Température Négatif ;

FSR : Force Sensor Resistor ;

E/B : Echantillonneur-bloqueur ;

PWM ou **MLI** : pulse width modulation ou Modulation de Largeur d'Impulsion ;

μC : microcontrôleur ;

A/N : analogique numérique ;

μP : microprocesseur ;

AC: Alternating Current;

BASIC: Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code;

DC : Direct Current ;

E/S : Entrée / Sortie ;

IC: Inter Integrated Circuit;

LED: Light Emitting Diode;

PC: Personnel Computer ;

PLC : Programmable en Langage Contact ;

USB : Universal Serial Bus ;

Vcc : Volt courant continu ;

ASCII : American Standard Code for Information Interchange ;

IP : Internet Protocol ;

H : niveau haut ;

B : niveau bas ;

TP : travaux pratiques.

Liste des figures

FIGURE(I.1) : CHAINE D'ACQUISITION	8
FIGURE (I.2) : SCHEMA THEORIQUE DE L'ULN2803 [10]	16
FIGURE (I.3) : CONNEXION AU CABLE RS232 [3]	19
FIGURE (I.4) : LE MICROCONTROLEUR CUBLOC MODULE CB220 [7].....	19
FIGURE (I.5) : CUBLOC STRUCTURE MULTITACHES	20
FIGURE(I.6) : SCHEMA THEORIQUE DE LA PLATINE CB220-PROTO	21
FIGURE (I.7) : PLAQUE EXPERIMENTALE.....	21
FIGURE(II.1) : CABLAGE D'UNE BASCULE RST [4].....	24
FIGURE(II.2) : COMPTEUR A 3 BITS [4]	25
FIGURE (II.3) : CHRONOGRAMME DU COMPTEUR A 3 BITS [4]	25
FIGURE (II.4) : SCHEMA DE PRINCIPE DU COMPTEUR	27
FIGURE (II.5) : SCHEMA DE CABLAGE BOUTON POUSSOIR.....	28
FIGURE (II.6) : EFFET REBOND D'UN BOUTON-POUSSOIR [3].....	28
FIGURE (II.7) : FILTRAGE LADDER D'EFFETS REBOND D'UN BOUTON-POUSSOIR.....	29
FIGURE (II.8) : FEUX DE SIGNALISATION.....	34
FIGURE (II.9.) : CAS 0.....	34
FIGURE (II.10) : CAS 1.....	35
FIGURE (II.11.) : CAS 2.....	35
FIGURE (II.12) : CAS 3.....	36
FIGURE (II.13) : CAS 4.....	36
FIGURE (II.14) : CAS 5.....	36
FIGURE (II.15) : CAS 6.....	37
FIGURE (II.16) : CAS 7.....	37
FIGURE (II.17) : CIRCUIT D'UN VOYANT.....	38
FIGURE (II.18) : CIRCUIT D'UNE FLECHE	38
FIGURE (II.19) : SCHEMA DE PRINCIPE DE LA COMMANDE D'UN VOYANT.....	41
FIGURE (II.20) : SCHEMA CABLAGE DU SYSTEME DE FEUX DE SIGNALISATION	42
FIGURE (II.21) : SCHEMA D'IMPLANTATION DU SYSTEME DE FEUX DE SIGNALISATION	43
FIGURE (II.22) : SCHEMA DU TAPIS	45
FIGURE (II.23) : ENCODEUR OPTIQUE	46
FIGURE (II.24) : SCHEMA DE CABLAGE DU SYSTEME DE TAPIS	48
FIGURE (II.25) : METHODE DE DIAGNOSTIQUE [5].....	49
FIGURE(III.1) : CHAINE CONTROLEE PAR MICROPROCESSEUR.....	52
FIGURE (III.2) : CABLAGE DU TP SUR LE CAPTEUR.....	52
FIGURE (III.3) : CABLAGE DU TP SUR CONDITIONNEUR.....	53
FIGURE (III.4) : CABLAGE DU TP SUR MICROCONTROLEUR ET AFFICHEUR	53
FIGURE (III.5) : CARACTERISTIQUE DU CAPTEUR SUIVANT LE MONTAGE.....	55
FIGURE (III.6) : SCHEMA DE CABLAGE DU CAPTEUR DE FORCE	56
FIGURE (III.7) : DETERMINATION DES RESISTANCES DU PONT.....	57
FIGURE (III.8) : STRUCTURE INTERNE DU LF398	59

FIGURE (III.9) : SCHEMA DE CABLAGE DU CAPTEUR TYPE CTN.....	59
FIGURE (IV.1) : ILLUSTRATION DE L'ISOLATION DES E/S.....	64
FIGURE (IV.2) : SCHEMA D'IMPLANTATION.....	65

Liste des tableaux

TABLEAU(I.1) : CODE ASCII [3].....	4
TABLEAU (I.2) : COMPARAISON CUBLOC-PLC.....	20
TABLEAU(II.1): TABLE DE VERITE DE LA BASCULE RST [4]	25
TABLEAU (IV.1) : LES COUTS DU COMPTEUR	66
TABLEAU (IV.2) : LES COUTS DU SYSTEME DE FEUX	67
TABLEAU (IV.3) : LES COUTS DU TAPIS ROULANT	67
TABLEAU (IV.4) : LES COUTS DES MAQUETTES DE CHAINE DE MESURE.....	68
TABLEAU (IV.5) : LES COUTS DU BANC.....	68
ANNEXE 1.1 : TABLEAU DE DESCRIPTION DES 24 BROCHES DU CB220 [3]	A
ANNEXE 1.2 : LES CODES GRAY ET DCB SUR 3 BITS	B

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

Introduction générale :

Si on aspire à consolider nos connaissances théoriques, il est absolument nécessaire de s'assurer d'une connaissance exacte des applications qu'elles expriment. La raison même de toute théorie est la mise en application dans des modèles réels.

En effet après une bonne maîtrise des lois de la nature ; l'exercice de la technique devient une science de la réalisation. L'homme cherchant constamment à accroître ses moyens scientifiques et techniques afin de réduire ses tâches et d'augmenter son efficacité, fait généralement usage à la science de l'ingénierie.

Dans le cadre de la formation d'ingénieur, nous faisons face à un besoin crucial d'effectuer des travaux pratiques dans plusieurs domaines, notamment ceux de l'automatisme et de l'informatique industrielle. Deux disciplines indissociables représentant des piliers essentiels du monde moderne et trouvent leurs applications dans la presque totalité des systèmes industriels.

L'automatisation d'un processus industriel concerne tous les aspects de l'activité industrielle : production, assemblage, montage, stockage, contrôle, conditionnement, manutention etc. Donc il est impérative pour l'élève ingénieur, de se familiariser à ces systèmes. Chose qui peut se faire grâce à la manipulation de dispositifs qui sont des représentations en miniature : de processus industriels, des machines automatiques et de systèmes d'instrumentation industrielle.

Afin de s'assurer du bon fonctionnement de tout système industriel, de la sécurité, de la qualité du produit ou service fourni ; il faut contrôler par la mesure que les grandeurs physiques utiles au bon fonctionnement ont réellement les valeurs escomptées.

Ce projet vise à concevoir et à réaliser un prototype de banc de travaux pratiques pour les cours d'automatisme et d'informatique industrielle. Pour ce faire, on se propose d'utiliser des systèmes simples de par leurs utilisations et conceptions ; et qui ne sont pas pour autant onéreux.

CHAPITRE I :

Chapitre I : présentation du projet, principes généraux et présentation des composants

Introduction partielle :

Le projet est né des cours d'automatisme et d'informatique industrielle (**ELEC1.1** et **ELEC3.13**). Après une présentation sommaire du cadre dans lequel s'est déroulé le projet, nous allons passer à la conception du modèle proprement dit. Mais auparavant, on se propose de présenter quelques généralités sur les théories de la physique et éventuellement présenter les outils utilisés dans la conception et la réalisation du banc.

I. Présentation de l'entreprise :

L'entreprise Stratégies et Solutions Informatiques (**2SI**) est un établissement stable de droit sénégalais créé en 2001. Basée en Afrique de l'OUEST, la 2SI est l'une des prestataires majeures de solutions et services innovants dans les domaines des technologies de l'information, de la sécurité, de gestion technique de bâtiment, du conseil et de la communication destinés aux entreprises, à la gestion d'accueille, aux administrations...

La Direction Automation qui est spécialisée dans les domaines de la conception et la réalisation de solutions pour la gestion de l'accueil et l'automatisation des échanges entre le grand public et les entreprises, l'intégration de solutions de sécurité électronique, la téléphonie sur IP et le contrôle commande. La 2Si accompagne des structures de manière partielle ou complète dans les phases d'étude, de conception, de développement, d'intégration, de qualification et de déploiement de projet.

II. Présentation du projet :

Le projet intitulé conception et réalisation d'un banc de travaux pratiques pour les cours d'automatisme et d'informatique industrielle nous a été proposé par la **2SI**. Elle assure en outre, tout l'encadrement nécessaire pour atteindre les objectifs du dit projet. Après une enquête et une estimation des moyens disponibles (à l'école comme à la 2SI), nous avons

retenu les maquettes de travaux pratiques suivantes : un compteur électronique, un système de feux de signalisation, un tapis roulant et quatre modèles de chaîne de mesure. Nous avons choisi de commencer par une étude théorique pour cibler les objectifs ; puis de poser la problématique. C'est après ceux-ci que nous aurons une première solution qui sera câblée. Après avoir effectué quelques tests sur ce modèle, on pourrait se fixer sur une solution définitive.

III. Généralités sur l'automatisme :

L'automatisme consiste en l'étude de la commande de systèmes industriels. La première amélioration des conditions de travail a été de remplacer l'énergie humaine fournie par l'ouvrier par une machine (plus de précision dans le travail, capacité d'exécution plus importante, simultanéité des tâches, vitesse d'exécution plus importante...).

III.1. Système de numération :

III.1.1. Généralités :

Le système de représentation des nombres actuels est une numération de position : un petit nombre de symboles (ici une dizaine) est utilisé, mais ceux-ci acquièrent une signification particulière selon leur position dans l'écriture du nombre.

Ce système est fondé sur les propriétés de la division euclidienne : pour un nombre b , tout nombre N peut se décomposer de manière unique, sous la forme du polynôme suivant :

$$N = a_n.b^n + a_{n-1}.b^{n-1} + \dots + a_{n-i}.b^{n-i} + \dots + a_1.b^1 + a_0.b^0$$

Avec $0 \leq a_i \leq b-1$; le nombre s'écrivant alors : $a_n a_{n-1} \dots a_i \dots a_1 a_0$

On appelle le nombre b la base de numération. Un tel système nécessite b signe différent que l'on appellera chiffres.

Ainsi pour $b = 10$, 1264 représente le nombre $1.10^3 + 2.10^2 + 6.10^1 + 4.10^0$. Pour $b \leq 10$ on utilise les b premiers chiffres : {1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9} Pour $b = 16$ on utilise la notation hexadécimale : 0123456789ABCDEF [5].

III.1.2. Les valeurs de base :

Depuis l'arrivée des calculateurs, on utilise beaucoup la base 2 puisque tout organe physique bistable peut être considéré comme un chiffre dans cette base. Ceci induit l'utilisation des bases 8 et 16 qui sont des puissances entières de 2 pour lesquelles il est assez aisé de passer de l'une à l'autre (bases multiples l'une de l'autre) [5].

$$1527_8 = 001\ 101\ 010\ 111_2$$

$$1\ 010\ 110\ 011\ 001\ 110_2 = 1\ 26316_8$$

$$11\ 1100\ 0110 = 3C6_{16}$$

III.1.3. Quelques codes :

➤ Représentation décimale (DCB ou BCD)

A chacun des chiffres d'un nombre entier décimal on associe son expression binaire sur 4 bits. La représentation DCB d'un entier à m chiffre donc 4.m bits [5]. Par exemple 1984 s'exprime en DCB par : 0001-1001-1000-0100.

Cette représentation des nombres est particulièrement utilisée pour :

- lire une entrée sur une roue codeuse,
- afficher un nombre sur un ensemble d'unité d'affichage 7 segments [5].

➤ Code GRAY ou code binaire

La propriété fondamentale du code gray est de ne subir qu'une seule variation de digit (le digit est la valeur binaire, 0 ou 1 associé à un bit) d'un entier au nombre entier suivant (d'un nombre n à n+1 ou n-1) [5].

➤ Code ASCII :

Chaque caractère de l'alphabet a une valeur binaire d'après la norme Américaine ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Pour faciliter la manipulation de cet outil, la correspondance se fera en hexadécimal.

Tableau(I.1) : code ASCII [3]

Code	Char	Code	Char	Code	Char	Code	Char
00H	NUL	20H	SPACE	40H	@	60H	`
01H	SOH	21H	!	41H	A	61H	a
02H	STX	22H	“	42H	B	62H	b

03H	ETX	23H	#	43H	C	63H	c
04H	EOT	24H	\$	44H	D	64H	d
05H	ENQ	25H	%	45H	E	65H	e
06H	ACK	26H	&	46H	F	66H	f
07H	BEL	27H	'	47H	G	67H	g
08H	BS	28H	(	48H	H	68H	h
09H	HT	29H	)	49H	I	69H	i
0AH	LF	2AH	*	4AH	J	6AH	j
0BH	VT	2BH	+	4BH	K	6BH	k
0CH	FF	2CH	,	4CH	L	6CH	l
0DH	CR	2DH	-	4DH	M	6DH	m
0EH	SO	2EH	.	4EH	N	6EH	n
0FH	SI	2FH	/	4FH	O	6FH	o
10H	DLE	30H	0	50H	P	70H	p
11H	DC1	31H	1	51H	Q	71H	q
12H	DC2	32H	2	52H	R	72H	r
13H	DC3	33H	3	53H	S	73H	s
14H	DC4	34H	4	54H	T	74H	t
15H	NAK	35H	5	55H	U	75H	u
16H	SYN	36H	6	56H	V	76H	v
17H	ETB	37H	7	57H	W	77H	w
18H	CAN	38H	8	58H	X	78H	x
19H	EM	39H	9	59	Y	79H	y
1AH	SUB	3AH	:	5AH	Z	7AH	z
1BH	ESC	3BH	;	5BH	[	7BH	{
1CH	FS	3CH	<	5CH	\	7CH	|
1DH	GS	3DH	=	5DH	]	7DH	}
1EH	RS	3EH	>	5EH	^	7EH	~
1FH	US	3FH	?	5FH	_	7FH	DEL

III.2. Structure des systèmes automatisés :

L'automatisation part de la modélisation de l'activité humaine, pour en tirer un système capable de remplacer l'homme dans certaines tâches. En générale les systèmes automatisés sont composés :

- de pupitre de commande,
- de capteurs
- de partie commande,
- de pré-actionneurs,
- de partie opérative.

III.2.1. Le pupitre de commande :

Il permet à un opérateur de donner des ordres ou des consignes à la partie commande. Pour chaque système automatisé, il faut nécessairement établir une connexion entre la partie commande et l'opérateur.

III.2.2. Le capteur en automatisme :

L'information physique n'étant pas toujours sous une forme que la partie commande est en mesure de traiter (Signal électrique logique), il est généralement nécessaire de placer en amont, des capteurs.

III.2.3. La partie commande :

C'est le cerveau le cœur même du système. Elle est chargée de recueillir, d'interpréter les phénomènes de l'environnement extérieur qui sont relatifs au système et de piloter la partie opérative par l'intermédiaire des pré-actionneurs. La partie commande reproduit le savoir faire des concepteurs pour obtenir la suite des actions à exécuter sur les produits afin d'assurer l'obtention de la valeur ajoutée désirée. Pour ce faire, elle émet des ordres vers la Partie Opérative et en reçoit, en contre partie, un ensemble d'information.

III.2.4. Le pré-actionneur :

Il joue le rôle d'interface entre la partie commande et la partie opérative. Il reçoit de la partie commande un signal logique (par niveau haut +5V ou niveau bas +0V) ; le cas échéant il envoie aux actionneurs la puissance nécessaire pour l'exécution de la consigne.

III.2.5. La partie opérative :

Composée d'actionneurs, elle produit l'effet (action) requis pour le fonctionnement du

système. Elle représente l'effecteur de tout système automatisé et met en œuvre un ensemble de processus physiques qui permettent la transformation des produits.

IV. Chaîne de mesure industrielle :

La chaîne de mesure est constituée de l'ensemble des dispositifs, y compris le capteur, rendant possible dans les meilleures conditions la détermination précise de la valeur de la grandeur mesurée.

A l'entrée de la chaîne, le capteur soumis à l'action de la grandeur permet, directement si il est du type actif ou par le moyen de son conditionneur si il est du type passif, d'injecter dans la chaîne le signal électrique, qui est l'image de l'information liée à la grandeur à mesurée.

A la sortie de la chaîne, le signal électrique qu'elle a traité est converti sous une forme qui rend possible la lecture directe de la valeur cherchée de la grandeur :

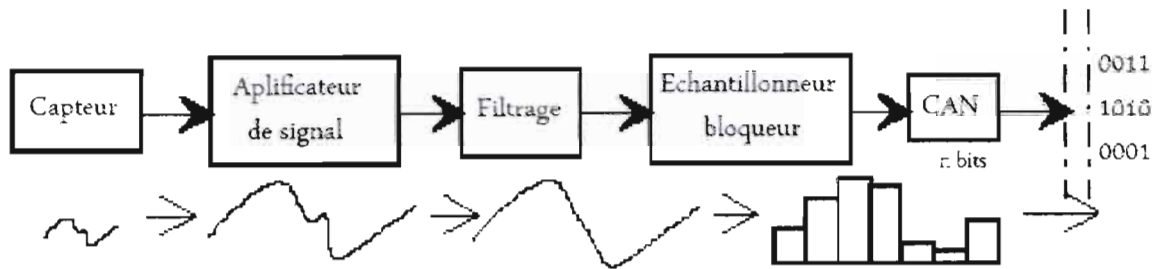
- déviation d'un appareil à cadre mobil ;
- enregistrement analogique graphique ou oscillographique ;
- affichage ou impression d'un nombre.

C'est l'étalonnage de la chaîne de mesure dans son ensemble qui permet d'attribuer à chaque indication en sortie la valeur correspondante de la grandeur agissant à l'entrée.

Sous sa forme la plus simple, la chaîne de mesure peut se réduire au capteur, et à son conditionneur éventuel associé à un appareil de lecture :

- thermocouple et voltmètre ;
- jauge de contrainte placée dans un pont de **Wheatstone**, avec pour instrument de lecture un galvanomètre ou un voltmètre.

Cependant les conditions pratiques de mesure telles qu'elles sont imposées par l'environnement d'une part et par les performances exigées pour une exploitation satisfaisante du signal d'autre part ; amènent à introduire dans la chaîne des blocs fonctionnels destinés à optimiser l'acquisition et le traitement de signal : circuit de linéarisation du signal délivré par le capteur, amplificateur d'instrument ou d'isolement destiné à réduire les tensions parasites de mode commun [1].



Figure(I.1) : chaîne d'acquisition

Après cette illustration nous pouvons maintenant parler des principes et propriétés généraux des différents capteurs. A la suite de cette description, nous serons amenés à choisir des grandeurs pour leur associer les capteurs appropriés afin de pouvoir réaliser des exemples de chaîne d'acquisition.

IV.1. Grandeurs et principes physiques :

On appelle grandeur physique toute propriété de la nature qui peut être quantifiée par la mesure ou le calcul et dont les différentes valeurs possibles s'expriment à l'aide d'un nombre généralement accompagné d'une unité de mesure.

L'addition et la soustraction de nombres n'est possible que s'ils sont relatifs à la même grandeur. En revanche, il est possible de multiplier ou de diviser des grandeurs différentes, auquel cas on obtient une nouvelle grandeur dérivée des deux autres. Par exemple, la **vitesse** est issue de la division de la longueur par le temps. Il existe donc théoriquement une infinité de grandeurs, mais seul un certain nombre d'entre elles sont utilisées dans la pratique. Le domaine de la physique qui traite des relations entre les grandeurs est l'analyse dimensionnelle [9]. Plusieurs principes sont utilisés pour la détection :

- les effets piézoélectriques,
- effet Hall,
- effet Doppler,
- thermoélectricité,
- les ultrasons,
- les variations de paramètres électriques etc.

➤ **Effet piézoélectriques :**

La piézoélectricité (du Grec **PIEZEIN**) est l'aptitude, que possède certains corps (quartz, PZT), à se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et réciproquement de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique. Ce dernier étant appelé effet piézoélectrique inverse.

Exemples d'applications : commande piézoélectrique en automobile, nano-manipulateur, capteur de pression, microbalance...) [9].

➤ **Thermoélectricité :**

Un matériau thermoélectrique (bismuth, tellure, alliage silicium-germanium) transforme directement la chaleur en électricité ou inversement. Cependant cet effet fournit un rendement peu élevé et un coût important.

IV.2. Généralités sur les capteurs : [1]

Il y a 6 grandes familles de capteurs à savoir : mécanique, électrique, thermique, magnétique, chimique et radiation. La grandeur physique objet de la mesure (déplacement, température, pression, etc.) est désignée comme mesurande et représentée par **m** ; l'ensemble des opérations expérimentales qui concourent à la connaissance de la valeur numérique du mesurande constitue son mesurage. Lorsque le mesurage utilise des moyens électriques de traitement du signal, il est possible de produire à partir du mesurande une grandeur électrique qui en soit une représentation aussi exacte que possible : cela signifie que la grandeur électrique et ses variations apportent toute l'information nécessaire à la connaissance du mesurande. Le capteur est le dispositif qui lorsqu'il est soumis à l'action d'un mesurande non électrique présente des caractéristiques de nature électrique désignée par **S** (grandeur de sortie) et qui est fonction du mesurande : $S = F(m)$

IV.5.1. Capteurs de température :

De toutes les grandeurs physiques, la température est certainement l'une de celles dont la mesure est la plus fréquente. La température détermine en effet de façon décisive les propriétés de la matière, que ce soit de façon continue (pression ou volume d'un gaz par exemple) ou de façon discontinue (changements de phase ou points de curie magnétique et ferromagnétique).

C'est pourquoi, en recherche comme dans l'industrie, la mesure précise et le contrôle très strict des températures sont indispensables [1].

IV.5.2. Capteurs de proximité :

Ce type de capteur est caractérisé par l'absence de liaison mécanique entre le dispositif de mesure et l'objet en déplacement ou cible ; c'est par l'intermédiaire d'un champ que s'établit entre eux une interaction, fonction de leur position relative.

- Champ d'induction magnétique pour les capteurs à variation de réluctance, à effet Hall ou à magnétorésistance ;
- champ électromagnétique pour les capteurs à courant de Foucault ;
- interrupteur électrique pour les capteurs à infrarouge ;
- champ électrostatique pour les capteurs capacitifs.

Les qualités spécifiques de ces capteurs de proximité sont la conséquence de cette absence de liaison mécanique :

- une bande passante étendue,
- une grande finesse due aux forces très faibles exercées sur l'objet par le dispositif de mesure,
- une fiabilité accrue puisqu'il n'y a pas de pièces mobiles susceptibles d'usure ou de jeu.

Ces capteurs procurent, de plus, un isolement galvanique entre le circuit de mesure et l'objet qui se déplace.

Leurs principaux inconvénients sont :

- étendue de mesure généralement faible de l'ordre du millimètre,
- un fonctionnement non linéaire,
- et surtout, pour certains d'entre eux, la dépendance de leur réponse de la forme, des dimensions et du matériau de cible ainsi que son environnement, rendant nécessaire leur étalonnage dans les conditions d'emploi [1]

IV.5.3. Capteurs de force :

La force est définie par la loi fondamentale de la dynamique. De cette loi, plutôt qu'à la détermination de la force à partir d'une accélération, est utilisée à la détermination de l'accélération à partir d'une force.

Un capteur dynamométrique est constitué d'un corps d'épreuve soumis à la force inconnue et subissant de ce fait une déformation qui est à l'origine d'une force antagoniste : dans le domaine élastique, il a une proportionnalité entre déformation et force (loi de Hooke). Déformation qui est mesurable à l'aide du capteur de déplacement [1]. On peut citer différents capteurs de force : capteur piézoélectrique, capteur à magnétostriction, capteur de couple, capteur à jauge d'extensomètre etc.

IV.5.4. Caractéristique métrologique :

La concordance entre la valeur mesurée et la vraie valeur de la grandeur, dépend de la qualité du capteur. Celui-ci ne doit pas ajouter beaucoup d'incertitude à la mesure. Cela implique que ce premier élément de la chaîne doit avoir certaines caractéristiques :

- **Etendue de mesure** : plage dans laquelle les caractéristiques du capteur sont parfaitement spécifiées (plage nominale d'utilisation, plage de non détérioration). Elle définit les limites de fonctionnement du capteur
- **Résolution** : plus petite variation du mesurande que le capteur est capable de déceler
- **Caractéristique de transfert entrée sortie** : relation statique entre la grandeur d'entrée et celle de sortie.
- **Sensibilité** : pente de la caractéristique de transfert. Le capteur linéaire a une sensibilité constante sur une plage de fonctionnement.
- **Linéarité** : plage de variation du mesurande dans laquelle la sensibilité du capteur peut être considérée constante.
- **Caractéristique statique**
 - **La fidélité** : c'est l'aptitude d'un capteur à fournir un même résultat lors de mesures répétitives d'un même mesurande : l'erreur de fidélité correspond à l'écart type obtenu sur une série de mesures à mesurande constant.
 - **La justesse** : c'est la capacité d'un capteur à délivrer un résultat proche de la valeur vraie indépendamment de la fidélité.

– **La précision** : c'est l'écart en pourcentage maximum entre la valeur réelle et la valeur fournie par le capteur.

- **Caractéristique dynamique** : aptitude du capteur à suivre plus ou moins rapidement les variations de la grandeur mesurée. La rapidité peut s'exprimer par un temps de montée et/ ou une bande passante.

V. Les composants électroniques utilisés :

V.1. Les composants du tapis :

VI.1.1. Capteur à infrarouge :

Capteur infrarouge à double élément possédant une grande sensibilité de détection.

Applications: détecteur de présence, alarme, domotique, interrupteur infrarouge, etc.

Température de service: -40 °C à $+80\text{ °C}$

Alimentation: 2.2 Vcc à 15 Vcc

Consommation: $15\text{ }\mu\text{A}$

Champ de détection: $52^\circ \times 52^\circ$

Boîtier: TO5 [8]



VI.1.2. Motoréducteur Solarbotics série GM :

Série de motoréducteurs à sortie sur axe de $\text{Ø}7\text{ mm}$ à double méplat. Leur fixation très simple, leur robustesse et leur prix en font des motoréducteurs incontournables dans le domaine de la robotique. La gamme de pignons en plastique est protégée par un embrayage qui se déclenche en cas de surcharges. De plus, ils peuvent recevoir l'encodeur optique **WW02** spécialement adapté à cette série de moteurs. S'utilisent notamment avec les roues **GMPW** et **GMW** (le modèle **GMW** permet de fixer des accessoires sur ce moteur). [8]

Caractéristiques:

Moteur utilisé: RM3

Alimentation: 3 à 12 Vcc

Fixation:



- 2 trous Ø 2,6 mm

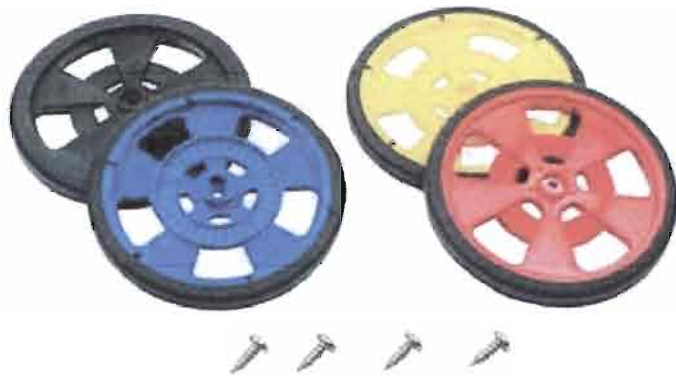
- ou support en option

Dimensions: 55 x 48 x 23 mm

Type	Réduction	Vitesse	Couple	Poids
GM3	224 : 1	38 t/mn à Vcc	3,60 kg.cm	37g

VI.1.3. Roues GMPW-LB :

Série de roues Solarbotics en plastique ABS avec pneus en silicone assurant une adhérence optimale. Elles sont prévues pour les moteurs GM2, GM3, GM8 et GM9. Elles permettent l'utilisation de l'encodeur rotatif WW02 grâce aux 64 bandes gravées dans l'intérieur de la roue.



Dimensions: Ø69 x 7,6 mm

VI.1.4. Encodeur optique WW02 :

Cet encodeur incrémental à quadrature a été spécialement conçu par NUBOTICS pour s'adapter sur les **moteurs Solarbotics** GM2, GM3, GM8 et GM9 et sur les roues GMPW.

Il permet de vérifier la distance parcourue, de savoir si le moteur est bloqué, etc.

L'ensemble contient un circuit imprimé, un disque optique, la connectique et la visserie.

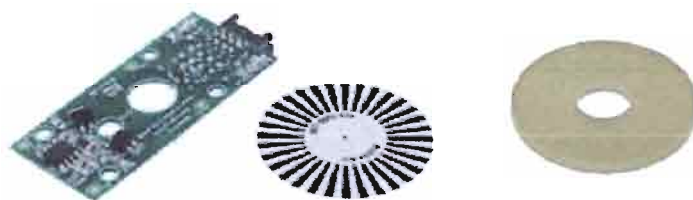
L'installation sur les moteurs GM3 nécessite l'utilisation d'une **Entretoise CS100**, car l'axe est plus long que sur les autres moteurs [8].

Caractéristiques:

Disque optique: 32 bandes

Impulsions/rotation: 128

Dimensions: 55 x 22 mm



Type	Désignation
WW02	Encodeur incrémental pour GM 2/3/8/9
CS100	Entretoise pour moteur GM2 et GM3

VI.1.5. Actionneur rotatif nano muscle NM70R-2P :

Les actionneurs rotatifs à alliages à mémoire de forme **NM70R** fournissent une rotation de 60°. Ils délivrent leur force dans les 2 directions grâce à un ressort de rappel. Le modèle **NM70R-2P** s'alimente simplement avec une tension de 2,5 à 5 Vcc. Il est protégé contre les surcharges et oscille entre ses 2 points limites lorsqu'une tension est appliquée à ses bornes.

Caractéristiques:

Alimentation: 2,5 à 5 Vcc

Angle de rotation: 60°

Couple de rotation: 12,2 g.cm

Dimensions: 50 x 10 x 7 mm

Axe de sortie:

- NM70R-2P: Ø2,3 x 9 mm

- NM70R-6P: Ø2,3 x 6 mm

Poids: 4,2 gr. [8]



Type	Alimentation	Couple
NM70R-2P	2,5 - 5 Vcc	12,2 gfc.m

V.2. Les composants compteur :

V.2.1. Bouton-poussoir clipsable rond Miyama :

Boutons-poussoirs unipolaires ronds sans enclenchement.

Série DS663 de Miyama

Sorties: cosses à souder

Perçage: 15 mm

Hauteur totale: 20 mm

Pouvoir de coupure: 1 A/125 Vac



V.2.2. Afficheur 7 segments à Leds SGN-BIG:

Est composé d'une carte avec 5 entrées de 7 segments à Leds.

Couleur: rouge.

Dimensions: 48 x 70 x 12 mm.



V.3. Feux de signalisation :

V.3.1. ULN 2803 AG :

L'ULN 2803 AG est composé de **8 transistors** correspondant chacun à une entrée et une sortie. Il y a également sur chacune de ses sorties un circuit parallèle comportant une diode qui est reliée à la borne positive de la source pour empêcher le courant d'arriver aux transistors via ces circuits. Ces derniers ne sont là que pour protéger les transistors, de ce fait tant qu'on n'a pas la gâchette le courant retourne à la source. Schéma ci-dessous représente le circuit intégré.

Courant de sortie maximal : 500 mA

Tension de sortie maximale : 50 V

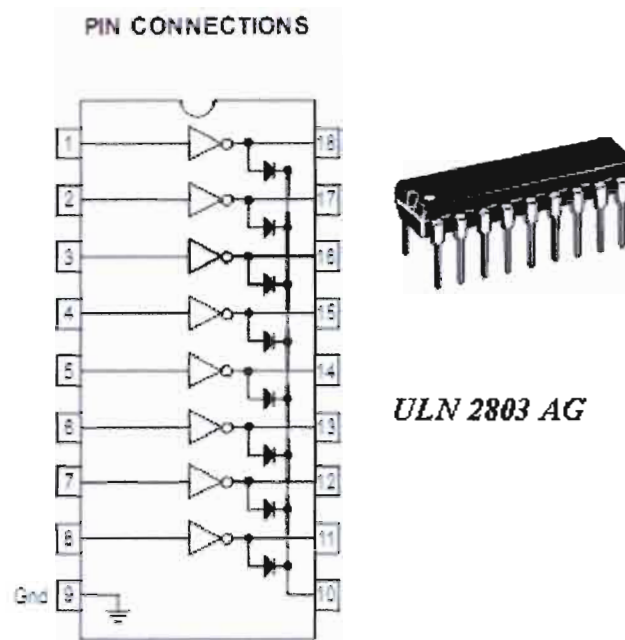


Figure (I.2) : schéma théorique de l'ULN2803 [10]

V.3.2. Voyants à LEDS :

Pour la constitution des voyants nous avons choisi des leds qui seront disposées d'une certaine manière (développée à la section II.3.1).

V.4. Chaîne d'acquisition :

V.4.1. Thermistance CTN :

Les CTN sont des composants dont la résistance diminue lorsque la température augmente. Grandes variations de résistance pour de faibles variations de température. Courbe de variation parabolique. La linéarisation de cette courbe s'obtient en ajoutant en parallèle une résistance de même valeur que la CTN.

Puissance: 0.25 W.

Tolérance: $\pm 10\%$. Nous avons choisi le type **5339**, qui a une résistance de **10K Ω**

V.4.2. Thermistance à cosse :

Thermistance encapsulée dans un boîtier métallique à œillet prévue pour la mesure et/ou la compensation de température.

Grandes précision et vitesse de réaction.

Résistance: 10 k Ω .

Précision: $\pm 2 \%$

Puissance: 150 mW

Plage de mesure : -55 °C à +125 °C

Dimensions: 8,5 x 17,5 x 6,5 mm [8]

V.4.3. Capteur de force :

Capteur de force résistif très utilisé dans la robotique, très facile d'utilisation. Il possède un tampon pour protéger le capteur.

Applications: détection de présence, d'objets ...

Dimensions: 45 x 7 mm (épaisseur < 1mm) [8].



V.4.4. Capteur de courant ASM10 :

Transformateur d'intensité dont le secondaire est constitué par le capteur tandis que le primaire est constitué par le passage, dans le trou central, du conducteur dont le courant est à mesurer.

Fréquence: 50/60 Hz

Courant primaire: 1 à 10 A

Conversion: 3,5 mV/A

Précision: $\pm 10\%$

Isolation primaire: 2500 Vac

Température de service: -40 °C à +120 °C

Dimensions: 17 x 9,5 x 20 mm [8]



V.5. Les composants communs :

V.5.1. Bouton-poussoir bipolaire clipsable :

Bouton-poussoir à enclenchement OFF-ON

Tension de service: 250 Vac

Eclairage par lampe néon (sous 230 Vac)

Pouvoir de coupure: 16 A résistifs/2 A inductifs

Contacts: laiton argenté

Sorties: cosses faston 4,8 mm

Découpe: 13,5 x 18 mm

Dimensions: 21 x 15 mm

Hauteur totale: 35 mm [8]

**V.5.2. Le microcontrôleur CB220 :**

Un **microcontrôleur** est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoire (mémoire morte pour le programme, mémoire vive pour les données), unités périphériques et interfaces d'entrées/sorties. Les microcontrôleurs se caractérisent par un plus haut degré d'intégration, une plus faible consommation électrique, une vitesse de fonctionnement plus faible et un coût réduit par rapport aux μP polyvalents utilisés dans les ordinateurs personnels.

Première application en Basic et Ladder, le CB220 se présente sous la forme d'un module hybride de **24 broches** au format. Doté de 16 ports d'entrées/sorties, il intègre son propre étage de régulation +5V. Et c'est à l'utilisateur de spécifier les broches à utiliser en entrées et celles à utiliser en sorties.

SIN, SOUT, ATN sont les broches de connexion devant être raccordées au port série du PC pour télécharger, débiter, avoir accès au mode moniteur du CUBLOC (voir schéma ci-dessous). [3]

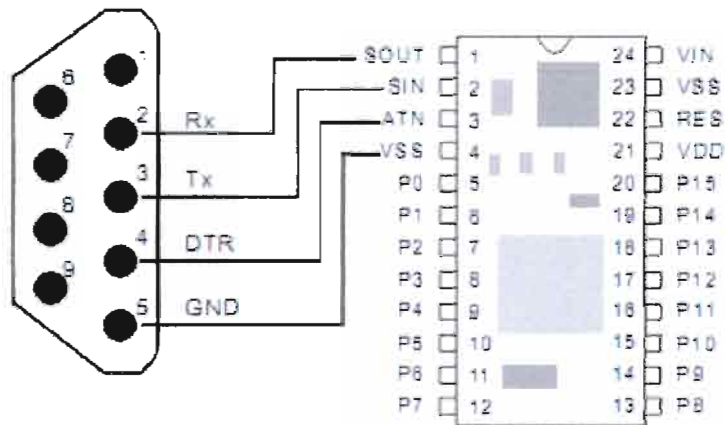
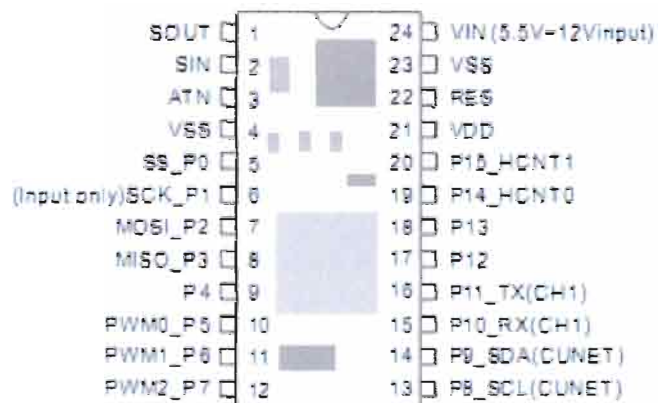


Figure (I.3) : connexion au câble RS232 [3]



CB220

Figure (I.4) : le microcontrôleur CUBLOC module CB220 [7]

Les microcontrôleurs sont souvent utilisés dans l'élaboration de systèmes embarqués (système électronique et informatique autonome) : automobile, les télécommandes, les appareils de bureau, l'électroménager, les jouets, la téléphonie mobile...

Le module CUBLOC présente des différences avec les automates PLC traditionnels qui se présentent sous la forme de boîtiers modulaires dotés de diverses connexions (confer figure I.7 et Tableau I.2). Le CUBLOC s'apparente pour sa part à de mini automates, sa petite taille permet de l'intégrer directement sur le circuit imprimé des applications d'un microcontrôleur traditionnel laissant ainsi une plus grande flexibilité sur la taille et les spécificités de l'application finale.

Parallèlement les CUBLOC sont similaires aux automates traditionnels en ce sens qu'ils peuvent tout comme, eux être programmés en langage LADDER.

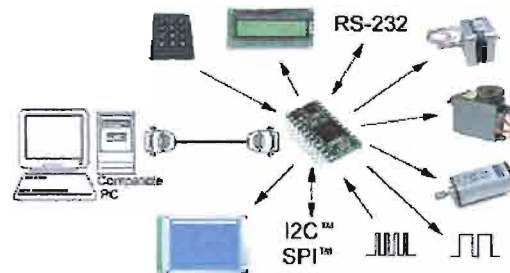




Figure (I.5) : CUBLOC structure multitâches

Tableau (I.2) : comparaison CUBLOC-PLC

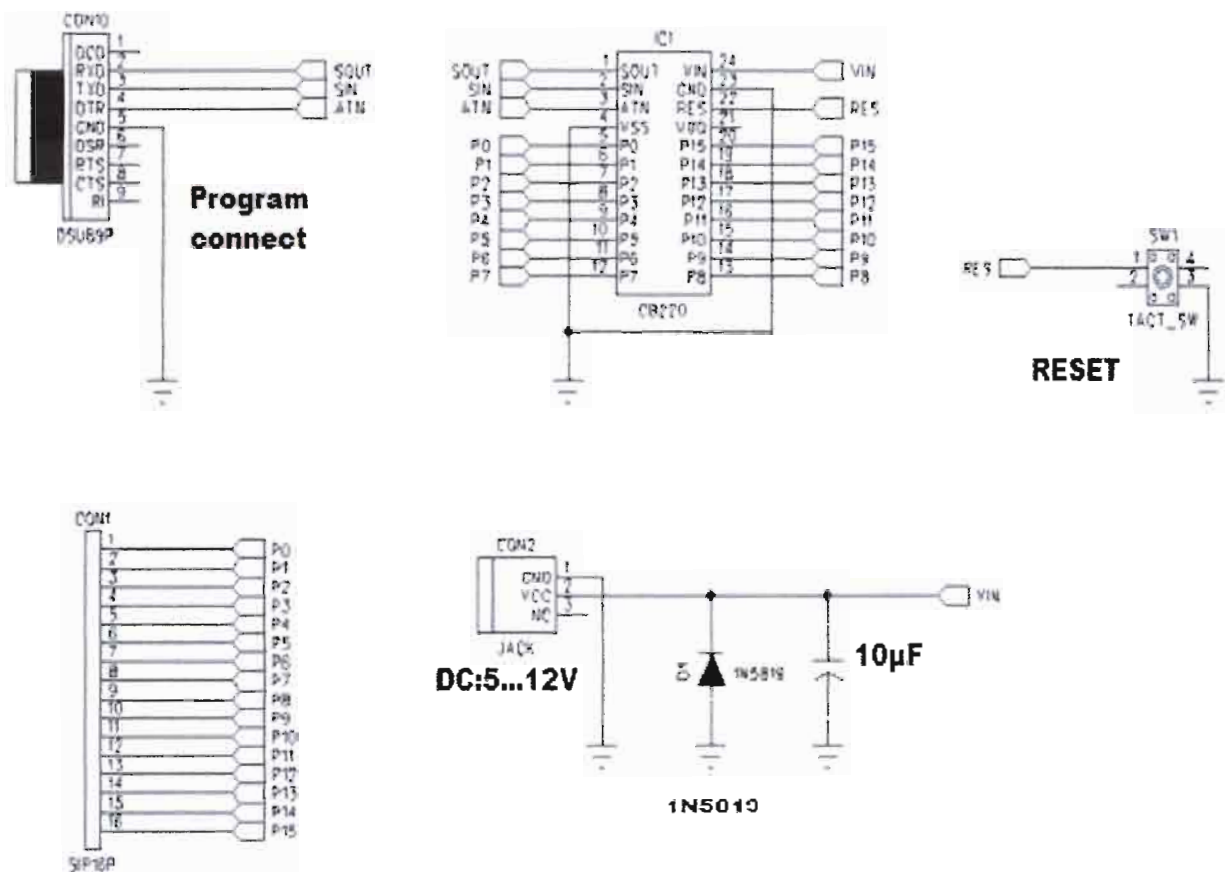
	PLC traditionnel	CUBLOC™
Photo		
Production	Support Rail Din	PCB ou Rail Din
Coût	Souvent élevé	Faible
Montage en série	Souvent difficile	Simple
Dim.	Grande	Faible
Dim. finale	Grande	Compacte

Pour plus de détails sur les broches voir tableau (1.1) annexe1

V.5.3. Platine CB220-PROTO :

Cet ensemble comprend un circuit imprimé, un connecteur (SUB-D) 9 broches femelles, un bouton-poussoir de Reset, un condensateur de filtrage, un support pour recevoir un module le μ C CB220 et une prise DC pour alimentation externe (6 à 12 Vcc). Le circuit imprimé dispose d'une zone de développement vierge qui nous permettra d'ajouter des composants supplémentaires.

Dimensions: 73 x 48 mm. Les composants ne sont pas soudés sur la platine.



Figure(I.6) : schéma théorique de la platine CB220-PROTO

V.5.4. Les Plaques :

Nous avons deux types de plaque : la plaque expérimentale (sans soudure) et les plaquettes pastillées.



Figure (I.7) : plaque expérimentale

VI. La programmation :

En amont de ces applications électroniques, à proprement parler le projet, s'intéresse de près à la programmation en langages contact et basic.

Le principal avantage d'une programmation en langage LADDER est que l'ensemble des circuits (du votre programme) est scruté en Parallèle, de telle sorte que l'exécution des processus s'effectue avec la même durée.

En comparaison, la gestion d'un processus en BASIC s'effectue selon un déroulement séquentiel.

Ces 2 types de langages sont utilisés depuis très longtemps dans des secteurs d'activités et pour des applications très différentes. Le LADDER est principalement exploité en automatisme par le biais d'automates programmables. Pour sa part, le langage BASIC est couramment utilisé pour la mise en œuvre d'applications diverses et variées sur PC et sur de nombreux microcontrôleurs.

Ainsi quelque-soit la complexité du circuit, le LADDER sera toujours prêt à activer les sorties lorsque les entrées seront sollicitées. Ceci explique pourquoi, il est courant d'avoir recours à ce type de langage pour le pilotage de machines diverses en automatisme.

Le LADDER n'est pas un langage de programmation traditionnel à proprement parlé. Ce dernier est en effet d'avantage dédié à la gestion d'évènements logiques. Des lors, le recours au LADDER pour la gestion d'évènement complexes tels que la saisie d'informations issues de claviers, l'affichage sur écran LCD ou afficheurs 7 segments à Leds s'avérera très vite impossible ou très fastidieux à mettre en œuvre.

A l'inverse du LADDER, de telles applications sont très simples à prendre en charge avec un langage comme le BASIC. Ainsi le langage BASIC des modules est capable de gérer des nombres à virgule, des communications séries et de très nombreuses autres fonctions qui échappent aux possibilités offertes par le langage LADDER. Un des autres avantages du langage BASIC des modules CUBLOC™ est que malgré le fait que ce dernier soit très performant et doté de très nombreuses fonctions, il est également capable d'accepter certaines instructions connues de la plupart des débutants (IF, GOTO, etc.) afin que ces derniers puissent s'initier progressivement au développement sur les modules CUBLOC™ sans avoir à passer des heures, des jours ou même des mois à essayer de comprendre comment fonctionne le module.

La gestion parallèle des processus du LADDER ainsi que la gestion séquentielle des processus du langage BASIC disposent chacun des avantages.

CHAPITRE II :

Le LADDER sera ainsi capable de gérer des applications impossibles à réaliser en BASIC et vice versa.

Conclusion partielle :

Après avoir décrit les contextes d'exécution du projet, exposé quelques principes de la physique sur lesquels vont s'appuyer les différentes applications, fait une présentation plus ou moins détaillée des différents composants, nous sommes à présent, assez outillés pour attaquer le projet proprement dit.

Chapitre II : Conceptions et réalisations des systèmes automatisés

Introduction partielle:

Après avoir énoncé un certain nombre de principes sur lesquels s'appuient les machines automatisées pour fournir du confort et de la valeur ajoutée. Nous allons dans cette partie du projet, réaliser des maquettes de système automatisé. Les objectifs sont :

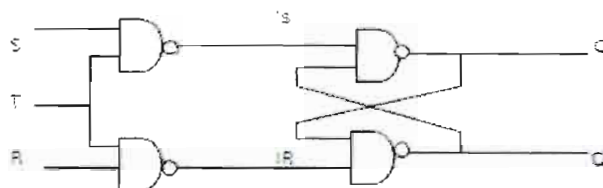
- la réalisation d'une maquette de compteur électronique,
- la réalisation d'un modèle de feux de signalisation et,
- la réalisation d'une maquette de chaîne de manutention.

Pour atteindre ces visées, on se propose de poser la problématique afin de dégager le cahier des charges. La solution théorique à ces problèmes relatifs à chaque sous-projet ; sera le modèle de conception non corrigé. Les difficultés rencontrées pendant la réalisation, définiront la structure du modèle fini.

I. Compteur :

I.1 Description et problématique du compteur en général:

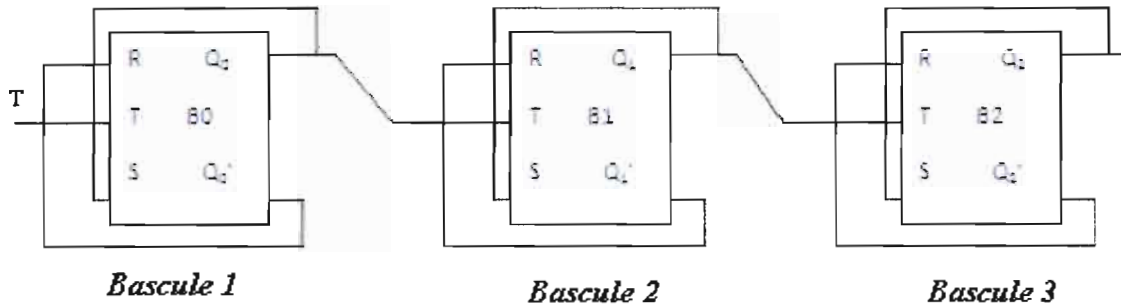
Le compteur binaire permet d'effectuer un dénombrement sur n bits pendant une période donnée. Ce type de compteur est composé de bascules et/ou de portes logiques (AND, NAND, NOR...) ; chaque bascule reçoit en entrée un signal d'horloge. Ce dernier permet d'agir sur l'état des variables manipulées par le compteur.



Figure(II.1) : câblage d'une bascule RST [4]

On dispose donc en cascade 3 diviseurs de fréquence. Si on applique en entrée un signal d'horloge nous aurons en fonction du couplage le compteur suivant :

($Q_i' = \overline{Q_i}$)



Figure(II.2) : compteur à 3 bits [4]

A chaque front montant du signal d'horloge T , la sortie Q_0 change d'état. De ce fait, si le signal T est carré de fréquence F , alors Q sera carré de fréquence $F/2$ (même si T n'est pas régulier). En disposant en cascade plusieurs diviseurs, on obtient un **compteur** ou **décompteur** binaire il suffit d'effectuer le traitement numérique pour finir à l'afficheur.

Tableau(II.1): table de vérité de la bascule RST [4]

T	S	R	Q_n
0	X	X	Q_{n-1}
1	0	0	Q_{n-1}
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	Interdit

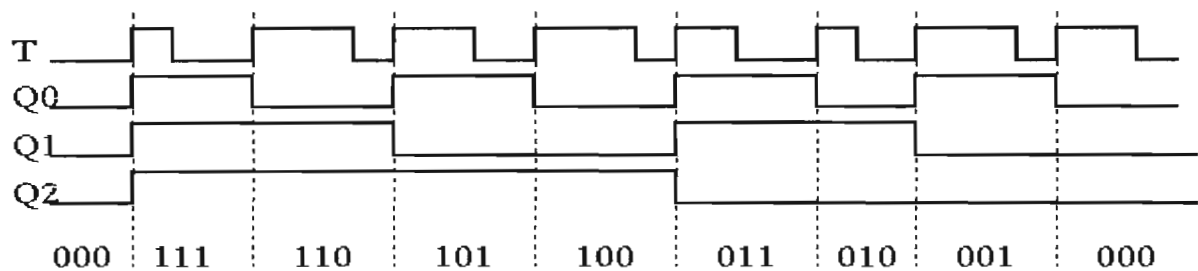


Figure (II.3) : chronogramme du compteur à 3 bits [4]

Le compteur ci-dessus est conçu selon la logique câblée cela implique que:

- à chaque type de compteur il nous faudrait un câblage spécifique,
- pour exécuter les fonctions mathématiques nécessaires pour certains comptages, on risque de se retrouver avec des schémas certes instructifs mais fastidieux,
- plus d'opération avant d'en arriver à l'affichage,
- temps d'exécution plus long etc.

Tous ces paramètres limitent les possibilités d'un tel compteur. A cela s'ajoute le fait qu'après inventaire du matériel disponible aux ateliers, nous avons pu repérer des plaques expérimentales et des portes logiques. En effet ces composants à eux seuls, suffisent pour réaliser la fonction comptage. Raison pour laquelle dans le cadre de ce projet il ne serait pas judicieux d'intégrer au banc, le compteur binaire à bascules.

I.2 Conception et réalisation :

I.2.1 Composition et principe de réalisation :

Cependant dans le cadre de ce projet on se propose de s'inspirer de ce type de compteur susmentionné pour aboutir à un autre modèle plus flexible, avec lequel l'étudiant pourrait se familiariser à certaines technologies du monde moderne.

A l'image de l'horloge, viennent des boutons-poussoir comme entrées. Aussi le circuit logique est remplacé par le microcontrôleur. Ainsi nous optons pour la logique programmée au détriment de celle câblée.

Conformément à la figure (II.4) le compteur électronique est composé :

- * d'un microcontrôleur : chargé de sauvegarder le programme et de l'exécuter. Connecté à tous les autres éléments du compteur il représente le cerveau du système,
- * d'un pupitre de commande : qui permet à l'opérateur d'arrêter ou de lancer le système, de changer de mode ou bien de réinitialiser,
- * d'un module d'affichage : jouant le rôle d'interface de dialogue entre le compteur et l'opérateur.
- * un ordinateur (ordinateur du banc) pour compiler le programme dans le microcontrôleur.

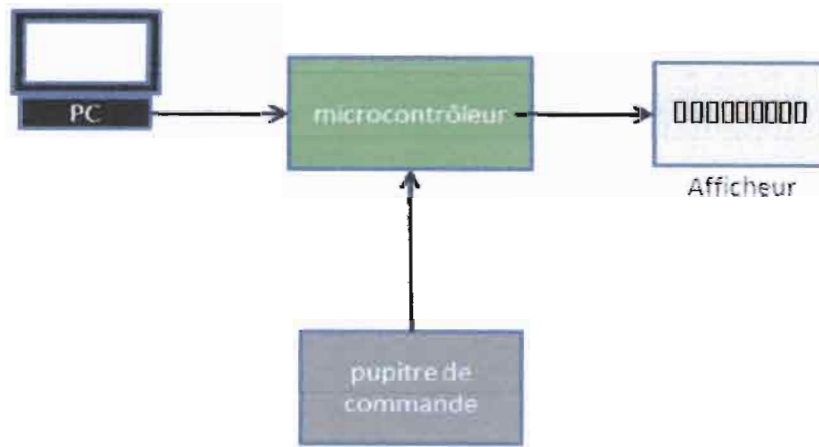


Figure (II.4) : schéma de principe du compteur

I.2.2 Conception proprement dite :

Pour mieux appréhender le compteur de par sa constitution, il est possible de scinder son étude en trois parties à savoir : le pupitre de commande, l'unité de traitement numérique et l'afficheur.

I.2.2.1 Pupitre de commande :

Le pupitre de commande sera composé de trois boutons-poussoir. Théoriquement un bouton-poussoir agit comme un interrupteur pour ouvrir ou fermer un circuit afin de modifier l'état logique de l'entrée correspondante du μC . le fonctionnement d'un bouton-poussoir induit des parasites dans le système.

Certes le rôle du bouton-poussoir reste inchangé mais les phénomènes liés à son fonctionnement exigent l'utilisation de certaines techniques pour remédier à ces effets néfastes. Dans cette optique, les boutons-poussoir seront couplés en série à des résistances linéaires de un kilo-ohm. Le circuit est fait de telle sorte qu'au repos l'entrée du μC est à 1 ; dès que nous appuyons sur le bouton-poussoir elle passe à 0. Le bouton-poussoir est normalement ouvert, de ce fait le courant quitte la borne +5V passe par la résistance avant de traverser le μC par la masse (borne VSS). Ceci s'explique par le fait que le courant électrique est paresseux, plutôt que d'aller se confronter à une résistance (microcontrôleur), il préfère passer par le bouton-poussoir où la résistance est nulle. Cette entrée étant lue, maintenant c'est à la partie commande de faire le traitement prescrit dans le programme et par la même occasion effectuer les conversions nécessaires à l'affichage.

VSS = masse

VIN = entrée alimentation +5V

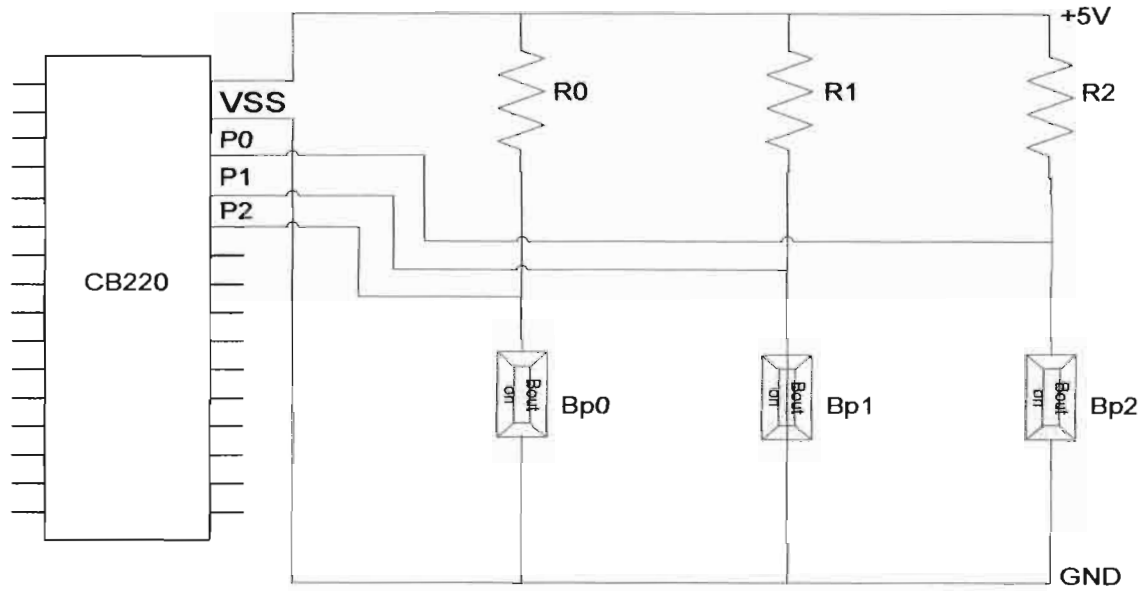


Figure (II.5) : schéma de câblage bouton poussoir

Il est intéressant de s'attarder sur une caractéristique propre à la plupart des boutons-poussoir. En effet lors de leurs manipulations, il est fréquent de constater que les contacts générés par ceux-ci ne soient pas francs et sont à l'origine de fluctuations comme le montre la figure ci-dessous.

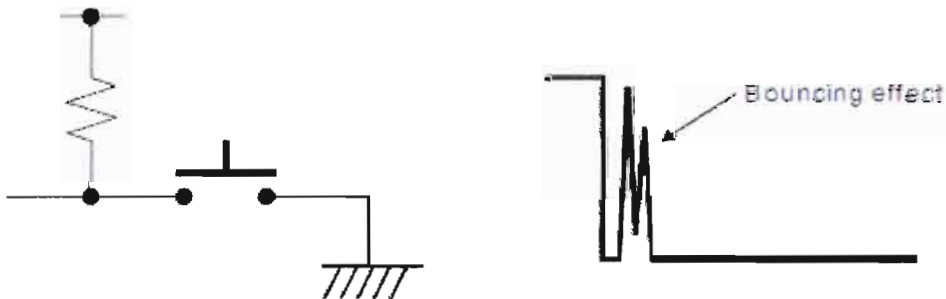


Figure (II.6) : effet rebond d'un bouton-poussoir [3]

Ces fluctuations peuvent interférer avec le fonctionnement de l'application qui au lieu de détecter un passage franc du niveau bas vers le niveau haut ou vice-versa, sera alors en présence d'une succession de passages bas/haut.

Pour palier à ce type de phénomène, on peut avoir recours à un filtrage via une résistance et un condensateur sur l'entrée du microcontrôleur, ou intégrer dans le programme **Ladder** un front montant (confer figure (II.7)), mais également à une instruction du

microcontrôleur **CB220** : **KEYIN ()** en remplacement de **IN ()** peut gérer ce problème de fluctuation ; ces deux dernières méthodes sont des sortes de filtrage logiciel. [3]

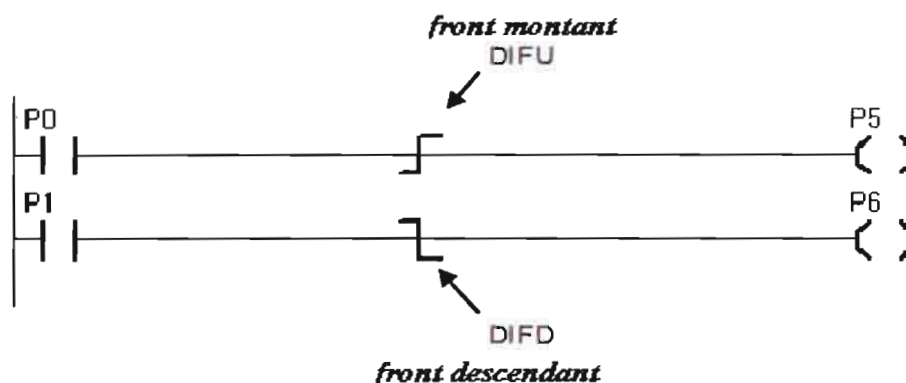


Figure (II.7) : filtrage Ladder d'effets rebond d'un bouton-poussoir

NB : la commande **KEYIN** permet d'éliminer autant que faire ce peu les effets de rebonds que certaines touches ou boutons-poussoir peuvent générer. Cette commande ne peut être utilisée que si le bouton-poussoir met une entrée à la masse. Si c'est câblé pour mettre une entrée au niveau HAUT, on utilise alors **KEYINH**. Lorsque la touche est sollicitée la commande **KEYIN** retourne 0 et lorsqu'elle ne l'est pas elle retourne 1. [3]

I.2.2.2 Traitement numérique :

I.2.2.2.1 Possibilité :

Le microcontrôleur (**CUBLOC**) type **CB220** est chargé de recueillir les entrées. Après avoir traité les instructions du programme, envoie le format de données adéquat à l'afficheur. En effet il possède des fonctions (addition, soustraction, division, division entière, multiplication, calcul matriciel, fonction Sinus, Cosinus, Tangente, algèbre de Boole, codage des nombres binaires, etc.) lui permettant d'effectuer des opérations mathématiques avec les langages **Basic** et **Ladder**. Ici les possibilités sont énormes, elles trouvent leur limitent là où s'arrête notre imagination. Il est également possible de faire des interconnexions entre cette maquette de compteur électronique et les autres (point que nous développerons plus en détail dans le chapitre IV). A titre d'exemple on peut citer : à la place ou en plus des boutons-poussoir on peut placer les capteurs de détection de la maquette de chaîne de manutention.

I.2.2.2.2 Programme :

Les programmes peuvent se faire soit avec **Basic**, soit avec **Ladder** ou les deux en même temps. Le programme Basic-Ladder ci-dessous fait un comptage incrémentation et décrémentation par impulsion.

– langage Basic :

Const Device = CB220 'déclaration du module

'Comptage en Ladder et Basic

Dim tab (15) As Byte

Dim F1 As Byte, F2 As Byte, F3 As Byte, F4 As Byte

Opencom 0,9600,3,30,20

Usepin 0, In

Usepin 1, In

Usepin 2, In

Set Ladder On 'Initialisation

tab (0)=&HE0

tab (1)=&HA4

tab (2)=&HE0

tab (3)=&H01

tab (4)=&H30

tab (5)=&HE0

tab (6)=&H02

tab (7)=&H30

tab (8)=&HE0

tab (9)=&H03

tab (10)=&H30

tab (11)=&HE0

tab (12)=&H04

tab (13)=&H30

Put 0, tab, 14

On Ladderint Gosub COMPT

Do

Loop

COMPT:

```

If _D (0)>0 Then
F1 = _D (0)/1000 'Séparation et récupération du registre Ladder par le Basic
F2 = (_D (0) mod 1000)/100
F3 = ((_D (0) mod 1000) mod 100)/10
F4 = ((_D (0) mod 1000) mod 100) mod 10
F1= Asc (Hex F1) 'Conversion
F2= Asc (Hex F2)
F3= Asc (Hex F3)
F4= Asc (Hex F4)
tab (13)=F4 'Affectation
tab (10)=F3
tab (7)=F2
tab (4)=F1
Elseif _D (0) = 0 Then
Tab (13)=&H30
tab (10)=&H30
tab (7)=&H30
tab (4)=&H30
Endif
Puta 0, tab, 14 'Affichage
Return
End
    
```

– langage Ladder:



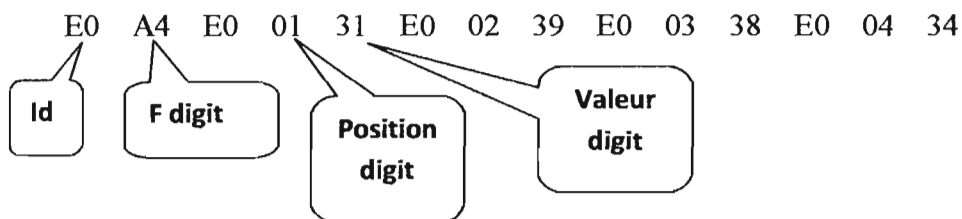
Ici le Ladder ne sert qu'à recueillir l'état des entrées. Pour d'autres exemples de programme voir annexe (2.4).

I.2.2.3 Afficheur :

La technologie **sept-segments** est l'option d'afficheur pour la maquette de compteur. En effet le système d'affichage du compteur électronique est composé de **4 sept-segments**. Pour en commander ne serait-ce qu'un, il faudrait mobiliser **sept E/S** du microcontrôleur qui en possède que seize. Donc il est impossible de commander directement avec un seul μC , 4 sept-segments composé chacun de **7 sorties** indépendantes. Pour optimiser notre compteur électronique, nous allons insérer entre le μC et les **sept-segments** une carte électronique pour la gestion de l'affichage des différents caractères (c'est à ce niveau qu'interviennent les codes). Cette carte peut prendre jusqu'à cinq sept-segments. Cependant, elle a son propre protocole de communication, elle exige un format de données bien structurée. Un **CB220** peut dialoguer en même temps avec plusieurs cartes. Pour gérer tous ces aléas, il nous faudra dans le format de données : l'adresse de la carte elle-même, le format d'écriture, l'adresse de chaque sept-segments connecté et la valeur en code **ASCII** du nombre à y affichée.

Exemple :

Pour afficher 1984 il faut que la carte reçoive :



I.3 Exemples de thèmes sur compteur électronique :

Notre système de compteur électronique est connecté à différentes entrées qui sont tantôt des boutons-poussoir, tantôt des capteurs de détection. Vu sous cet angle, il s'offre à nous la possibilité de traiter une multitude de thèmes. A titre d'exemple nous allons citer quelques thèmes à savoir : incrémentation\ décrémentation par impulsion, incrémentation\ décrémentation en continue.

Le **comptage par impulsion**, le programme va permettre d'effectuer le type de comptage désiré. C'est une application que nous pouvons utiliser pour :

- Enregistrer et afficher le nombre de paquets traversant le tapis roulant, une fois le programme compilé, si l'entrée est un capteur de détection,
- incrémentation ou décrémentation suivant le type de nombre manipulé (nombres paires, nombres impaires, entiers naturels etc.) grâce à l'appui sur un bouton poussoir.

Le **comptage en continu**, incrémentation ou décrémentation en continue ; activé par un appui long.

Cependant il est également possible d'effectuer plusieurs modes de comptage dans un même thème. La commutation d'un thème à un autre étant gérée par des boutons-poussoir.

II. Les feux de signalisations :

Nous avons opté pour ce système car il est simple de par sa conception et utilisation. C'est un exemple assez explicite pour l'application du cours d'automatisme et sa réalisation n'est pas très coûteuse. Nous traitons dans cette partie du projet, un problème destiné à nous ouvrir d'autres horizons sur les systèmes automatisés.

Le système de feux de signalisation est un dispositif très répandu qui permet de réguler le réseau routier entre les usagers de la route (piétons et véhicules). L'idée est de réaliser un modèle offrant aux étudiants, la possibilité de compiler différents programmes de régulation du trafic et de visualiser leurs fonctionnements. La commande du système se fera grâce à un microcontrôleur qui est l'A.P.I. que nous avons choisi pour tout ce qui concerne le calcul et/ou commande des différents sous-projets du banc. Pour mieux cerner la problématique afin d'aboutir à la réalisation d'une maquette, nous allons décrire à partir d'un modèle conforme figure (II.8) un exemple de fonctionnement. Le schéma ci-dessous est une modélisation du système de feux tricolores. Au niveau du carrefour nous avons quatre feux commandés par un microcontrôleur.

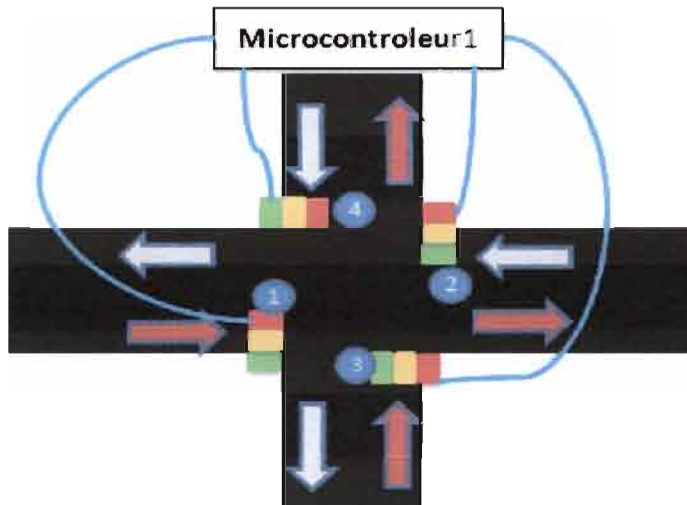


Figure (II.8) : feux de signalisation

II.1. Exemple de fonctionnement :

Nous avons plusieurs configurations, suivant le mode ou le pays considéré. Pour une description plus explicite du principe de fonctionnement, nous allons prendre cas par cas pour une marche standard; nous partirons de la route (1) à la route (4) en passant respectivement par les routes (2) et (3).

II.1.1. Passage des véhicules de la voie [1-2] voulant tourner à gauche :

A $t = t_0$ les flèches des routes (1) et (2) clignotent pendant une courte durée. A ce moment là, seuls les véhicules sur cette voie voulant tourner à gauche sont autorisés à se mouvoir. Parallèlement les feux rouges de la voie [3-4] sont allumés.

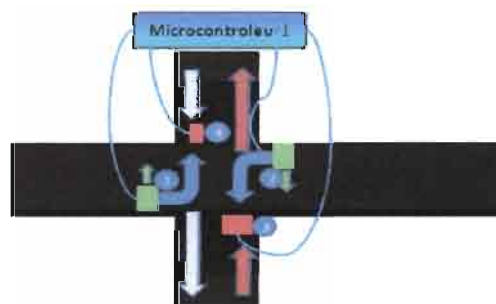


Figure (II.9.) : cas 0

II.1.2. Passage des véhicules de la voie [1-2] :

A $t = t_1$ les flèches de la voie [1-2] s'éteignent et leurs feux verts s'allument. Les véhicules sur cette voie sont pendant cette durée, seulement autorisés à continuer tout droit ou tourner à leurs droites.

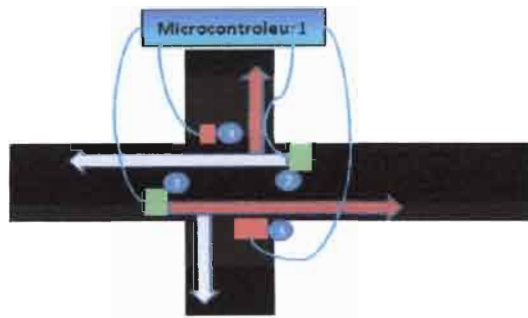


Figure (II.10) : cas 1

II.1.3. Avertissement des véhicules de la route 2:

A $t = t_2$ le feu vert de la route (2) s'éteint et son feu jaune s'allume. Les autres feux conservent leurs états précédents.

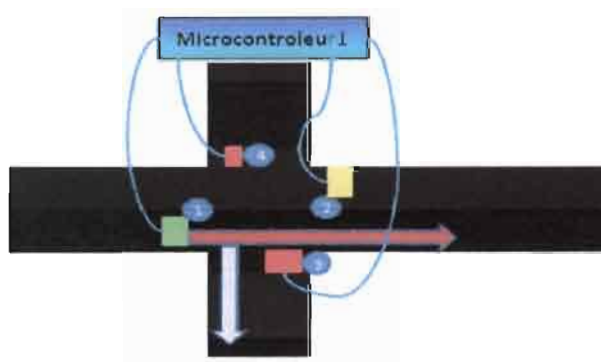


Figure (II.11.) : cas 2

II.1.4. Passage des véhicules de la route (1):

A $t = t_3$ le feu jaune de la route (2) s'éteint et son feu rouge s'allume. Maintenant, seuls les véhicules de la route (1) sont autorisés à se mouvoir ; à cet instant son feu vert ainsi que le feu autorisant de tourner à gauche sont allumés. De ce fait ces véhicules pourraient emprunter toutes les routes pourvu qu'ils respectent le code de la route. Puisque les véhicules de la route (4) ne peuvent en aucun cas gêner ceux de la chaussée (1) en tournant à leur droite, donc ils sont autorisés de tourner à cette direction.

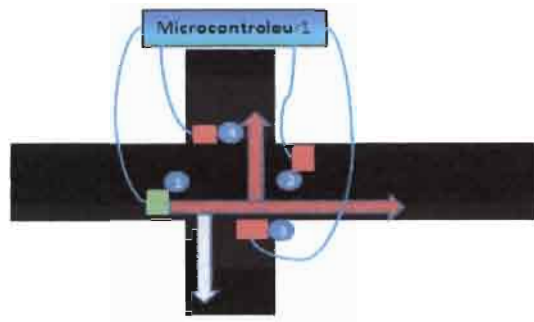


Figure (II.12) : cas 3

II.1.5. Avertissement des véhicules de la route (1) :

A $t = t_4$ le feu vert de la voie (1) s'éteint alors que le jaune s'allume ; les véhicules sur cette chaussée devraient s'attendre à ce que le feu rouge s'allume.

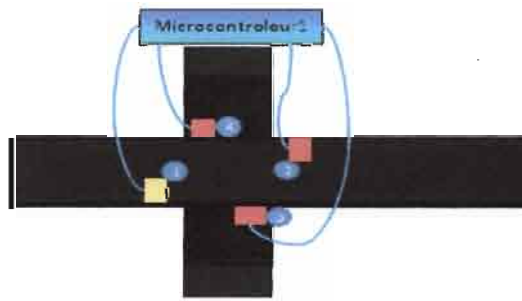
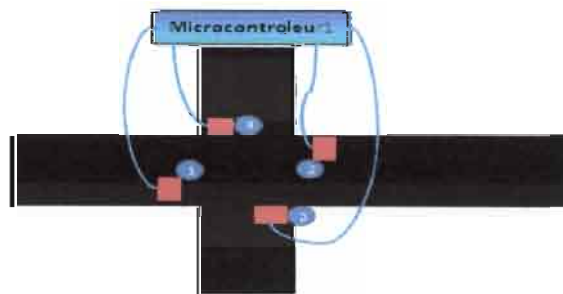


Figure (II.13) : cas 4

II.1.6. Première de sécurité :

A $t = t_5$ le feu jaune de s'éteint et son feu rouge cette situation est pendant un court instant. mesure de sécurité.



temporisation

la route (1) s'allume. Et conservée Cet état est une

Figure (II.14) : cas 5

II.1.7. Passage des véhicules de la route (2):

A $t = t_6$ le feu rouge de la route (2) s'éteint et son feu vert s'allume. A ce moment là, les véhicules sur cette chaussée peuvent emprunter n'importe laquelle des autres routes. Pendant ce temps ceux de la route (3) peuvent tourner à droite ; dans la mesure où ils ne peuvent en aucun cas gêner ceux de la route (2).

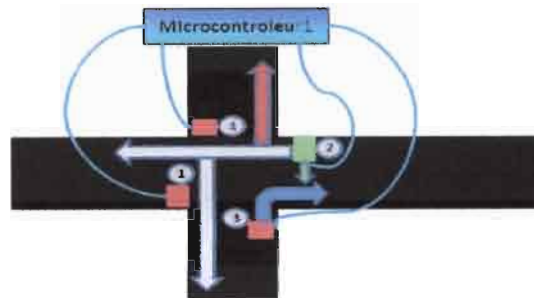


Figure (II.15) : cas 6

II.1.8. Avertissement des véhicules de la route (2):

A $t = t_7$ le feu vert de la route (2) s'éteint pour laisser place au feu jaune ; donc la consigne est de diminuer sa vitesse car le feu va sous peu passer au rouge.

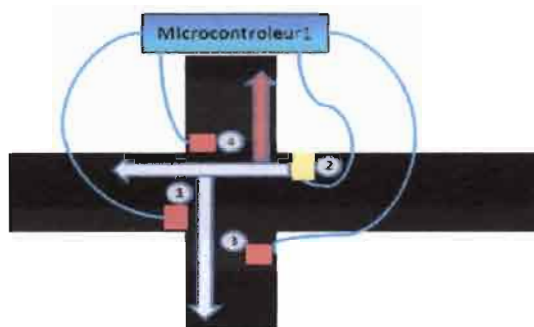


Figure (II.16) : cas 7

II.1.9. Deuxième temporisation de sécurité :

A $t = t_8$ le feu jaune de la route (2) s'éteint et son feu rouge s'allume on se retrouve à la situation de la Figure (II.14) : cas 5. Et elle est conservée pendant un court instant.

II.1.10. Permutation :

A $t = t_9$ les feux rouges de la voie [1-2] restent allumés, maintenant place à la voie [3-4].

Pour les routes (3) et (4) le principe de fonctionnement est identique à celui des routes (1) et (2) :

- la route (3) est identique à (1) du point de vu fonctionnement
- la route (4) est identique à (2) du point de vu fonctionnement

II.2. Problématique :

Vu le principe de fonction décrit ci-dessus, on peut dire qu'il nous faut des voyants alimentés par une source de tension et commandés via un A.P.I.

Il serait judicieux de se poser les questions à savoir :

- Quel dispositif utilisé pour matérialiser les voyants des feux de signalisation ?
- Que pouvons-nous faire pour les alimenter?
- Quel arrangement faut-il mettre en œuvre pour les commander?

II.3. Conception proprement dite :

Puisque nous avons opté de travailler tant que possible, sur les matériels déjà disponibles aux ateliers et en entreprise. La commande des feux de signalisation sera gérée par un microcontrôleur. En effet l'illustration se fera en s'appuyant sur des technologies utilisés présentement dans le monde industriel et pouvant satisfaire pleinement nos objectifs.

II.3.1 Voyants et Alimentation :

L'image d'un voyant du système de feux tricolore sera matérialisée par un groupement de **9 ou 5 Leds et de résistances** montées en *série-parallèle* ou *série* conformément aux figures (II.17) et (II.18).

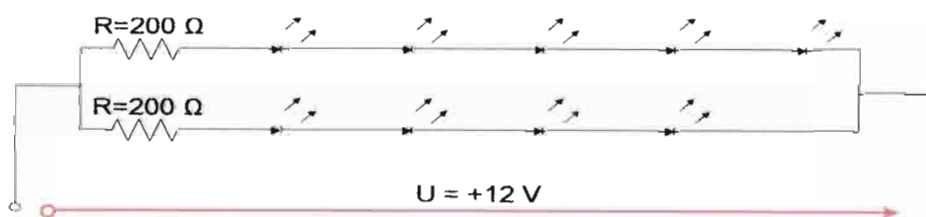


Figure (II.17) : circuit d'un voyant

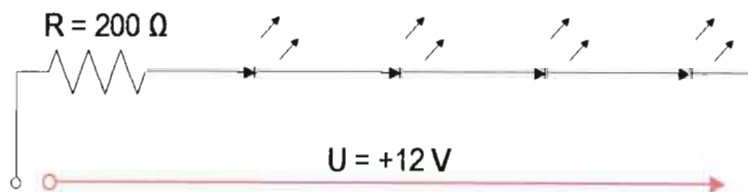


Figure (II.18) : circuit d'une flèche

P_v = puissance consommée par un voyant (vert, jaune, rouge),

P_f = puissance consommée par une flèche,

U = tension au bornes d'un voyant,

I_v = courant traversant un voyant,

I_f = courant traversant la flèche,

R = résistance de 200Ω .

Le choix de la résistance de 200Ω n'a pas été arbitraire. En effet, étant donné du fait que nous ignorons les caractéristiques du type de led utilisé, nous avons procédé à une série de tests. L'objectif était de trouver la résistance appropriée ; c'est à dire procurant une luminosité suffisante pour une bonne visibilité le jour tout en conservant une intensité de courant d'appel (I_a) inférieur à (I_{max}).

Certes les voyants que nous avons choisis peuvent être alimentés par différentes sources. Nous avons préféré une alimentation de $12 V$ pour des raisons sous mentionnées.

Les caractéristiques de la source de tension sont :

- * Tension continue, $U = +12 V_{cc}$
- * Intensité maximale de courant, $I_{max} = 2 A$

Vérifions à présent le comportement des voyants par rapport à la source choisie.

$$U = R \cdot I \quad \rightarrow \quad I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{12}{200} \quad \rightarrow \quad 2 \times I_f = I_v = 120 \text{ mA}$$

$$P = 2 \times U \cdot I \quad \rightarrow \quad P_v = 1.44 \text{ W}$$

$$P_f = 720 \text{ mW}$$

Donc la puissance maximale consommée (P_{max}) ; qui est la demande 4 voyants allumés simultanément (le nombre de voyants allumés simultanément dépend du code de la route appliqué).

Elle est égale à :

$$P_{\max} = 1.44 \times 4 = 5.76$$

$$P_{\max} = 5.76 \text{ W}$$

Et à cette puissance correspond un appel de courant (I_a) :

$$I_a = 4 \times 60 = 240$$

$$I_a = 240 \text{ mA} \leq I_{\max}$$

NB : si un programme occasionne l'allumage des 16 voyants en même temps, on aura :

$$P = 1.44 \times 12 + 0,720 \times 4$$

$$= 20,16 \text{ W}$$

$\rightarrow I = \frac{20,16}{12} = 1,68 \text{ A}$ Ce qui est toujours inférieure à l'intensité du courant I_{\max} délivré par la source.

R_{eqv} = résistance équivalente d'un voyant

R_{eqf} = résistance équivalente d'une flèche

Récapitulatif :

Les récepteurs à alimentés sont des groupements de Leds avec des résistances ayant pour chaque type, une résistance équivalente de : **$R_{eqf} = 200 \Omega$** et **$R_{eqv} = 100 \Omega$** . Ceci induit qu'une petite source de tension pourrait suffire.

La partie commande est un microcontrôleur type Cubloc (microcontrôleur + mini automate) recevant en entrée une tension de +12 V et délivrant une tension de +5 V en sortie. Plutôt que d'aller chercher une autre source de tension il serait plus judicieux d'utiliser celle qui alimente le microcontrôleur.

Remarque :

Il est impérieux que chacune des diodes, soit en série avec une certaine résistance non négligeable. En effet une Led lorsqu'elle est passante a théoriquement résistance nulle. Ce qui occasionne un appel de courant tendant vers l'infini, phénomène qui équivaut à un court-circuit.

II.3.2 Control commande :

Le **Cubloc** délivre une faible tension (pour la commande), qu'on ne peut utiliser pour l'alimentation d'une quelconque partie opérative. Cependant, on est en mesure de l'utiliser pour modifier l'état logique d'une quelconque entrée d'un pré-actionneur. Ce dernier servira d'interface entre la zone de commande +5V et la partie opérative +12V. En plus de transmettre la commande, l'interface protège éventuellement contre les perturbations. De ce fait, les parasites provenant de la zone +12V n'affecteront pas la zone +5V et vice versa.

D'une certaine manière la tension de commande +5V est convertie en +12V afin d'alimenter nos feux de signalisation. Suivant le programme compilé au niveau du microcontrôleur, il lui sera possible d'ouvrir ou de fermer n'importe lequel des circuits de feu connectés (pour le thème élaborer par l'enseignant).

D'une manière rudimentaire le fonctionnement du système de commande des feux se déroule comme suite :

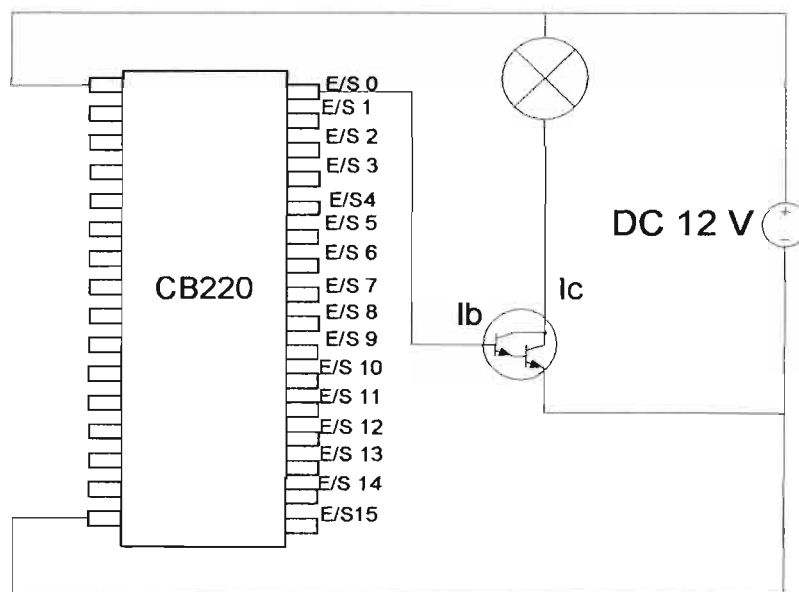


Figure (II.19) : schéma de principe de la commande d'un voyant

Une telle disposition résout le problème de commande, mais est fastidieux à réaliser. Raison pour laquelle nous avons préféré un circuit intégré se basant sur le même principe à savoir l'**ULN 2803 AG**. Nous avons au niveau de la maquette de feux de signalisation 16 voyants ; donc nous allons coupler deux interfaces **2ULN 2803 AG**. Le schéma ci-dessous illustre le câblage complet du système de feux de signalisation.

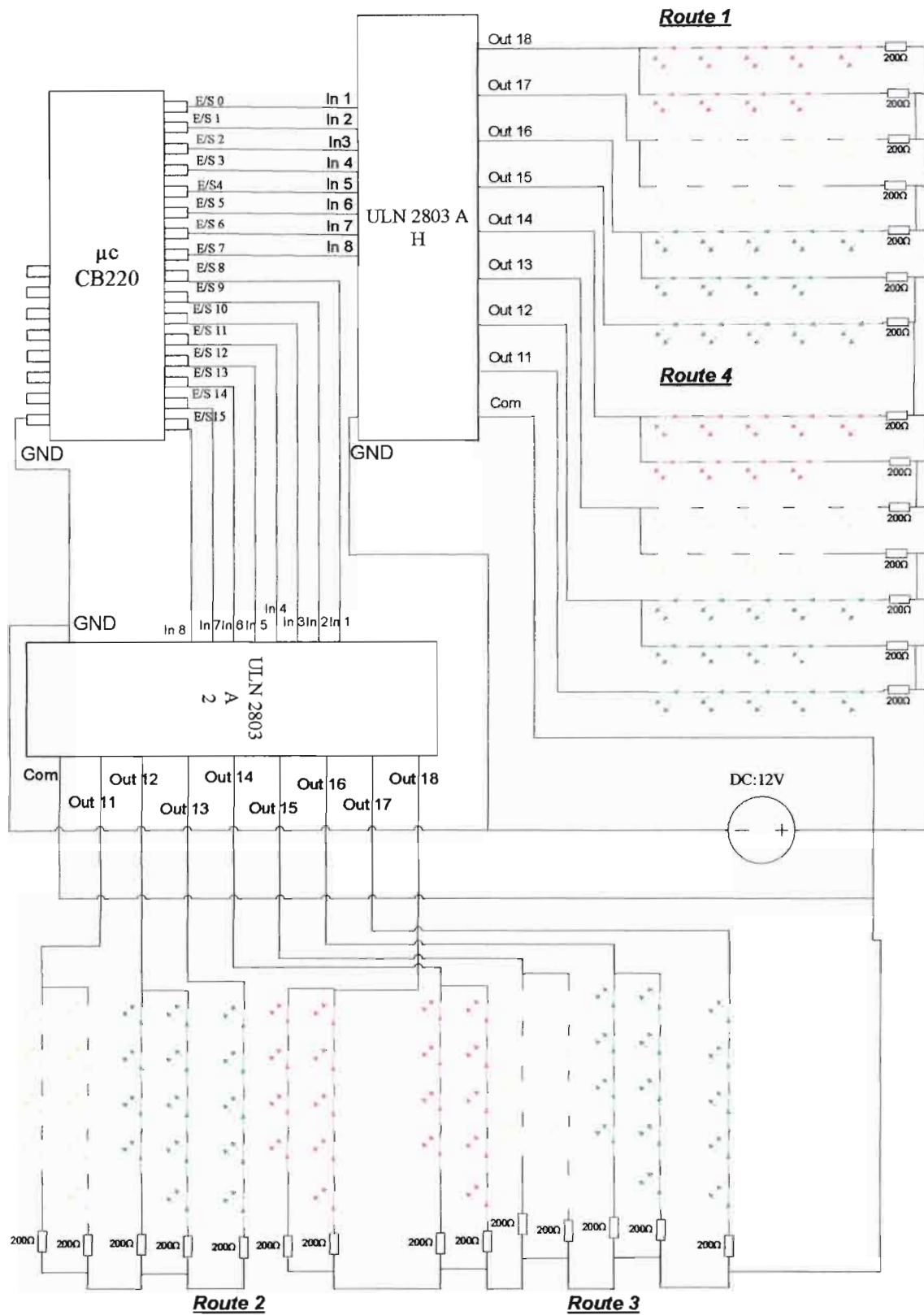


Figure (II.20) : schéma câblage du système de feux de signalisation

II.3.3 Disposition des voyants:

A l'image des feux de signalisation du trafic routier, nous avons **4 routes** qui comportent chacune **3 voyants** et **une flèche** disposés de la manière suivante :

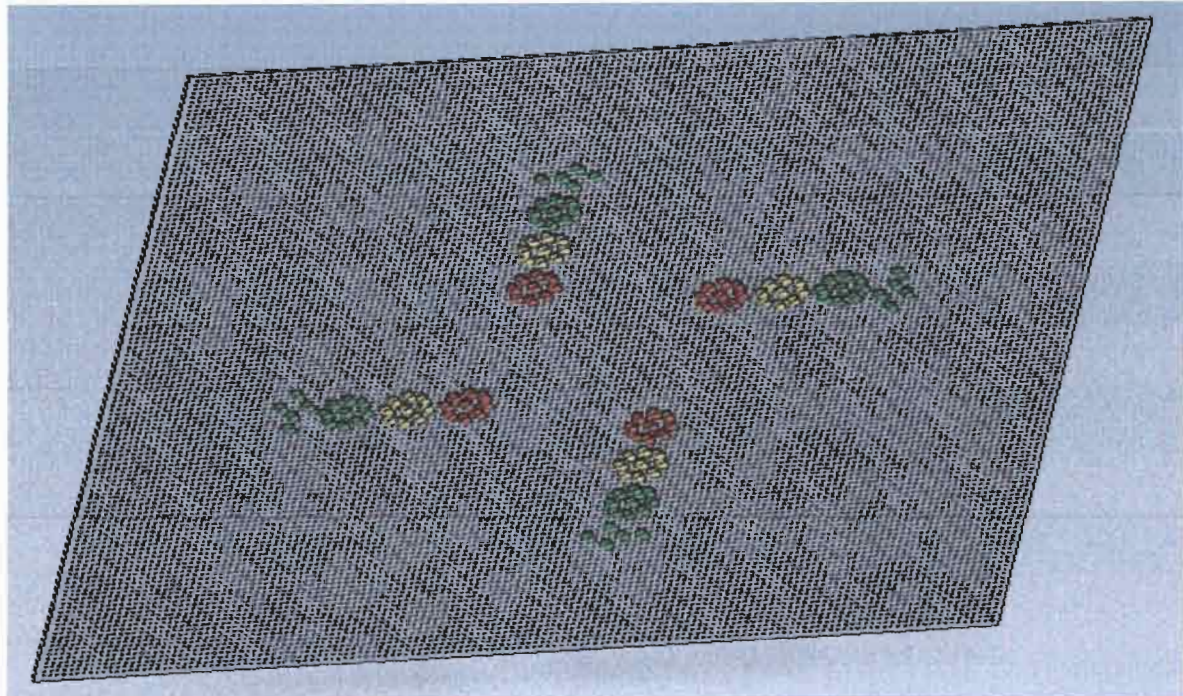


Figure (II.21) : schéma d'implantation du système de feux de signalisation

La maquette de feux de signalisation devrait pouvoir gérer :

- les ordres de passage des véhicules sur les différentes voies,
- les ordres de priorité,
- les programmes de fonctionnement des feux suivant le jour et l'heure mais également le pays,
- la coordination entre les carrefours de l'ensemble du réseau si on prévoit des connections entre plusieurs bancs.

Ainsi donc l'étudiant sera en mesure de traiter une variété de thèmes, selon les objectifs de l'enseignement, soit sur les postes de feux pris un à un soit sur l'ensemble du réseau.

III. La chaîne de manutention :

III.1. Objectifs :

Les opérations autorisées au niveau de ce poste sont entre autre : la translation, l'éjection, rotation du moteur, détection, encodage, et la temporisation. Ces événements nous offrent un certain nombre de thèmes comme le transport de matériel (pièces, paquets, bouteilles etc.), l'opération de triage, etc.

Il est également possible d'exécuter des modèles simulés d'opération de perçage, de remplissage de volume quelconque, de marquage, d'indexage etc. Avec comme opérations clés la translation et la temporisation.

Une fois mis sous tension, la maquette de chaîne de manutention offre des possibilités comme (confère figure II.22) :

- détection de la présence de pièce moyennant les capteurs ;
- détection de la taille de pièce avec les capteurs qui sont placés à des niveaux différents ;
- éjection de la pièce une fois devant le bras éjecteur ;
- et le convoyage.

Ces différentes opérations assorties d'une certaine manière, procurent une multitude de thèmes sur la chaîne de manutention. Rappelons également que le tapis mû, avec les capteurs, et leurs conditionneurs ; couplés au compteur permettront sur la base d'un programme adéquat au niveau du microcontrôleur, d'effectuer le comptage du nombre pièces sur la chaîne de manutention.

III.2. Problématique :

Vue la description ci-dessus on statuer sur la problématique du système de tapis roulant :

- un système de convoyage,
- un système de détection le long de la chaîne,
- un système de commande qui est le même pour toutes les maquettes du banc,
- un système éjection.

III.3. Modèle proposé :

III.3.1. Le système de convoyage :

Le moteur doit être alimenté entre 3 et 12V. Toujours pour réduire au strict minimum le système d'alimentation du banc, nous optons pour le 12V. La rotation du moteur est

transmise à deux roues type GMPW-RB qui entraîne par friction, le tapis roulant. A l'autre bout du tapis il y a deux roues libres (qui peuvent translater pour assurer la mise en position du tapis).

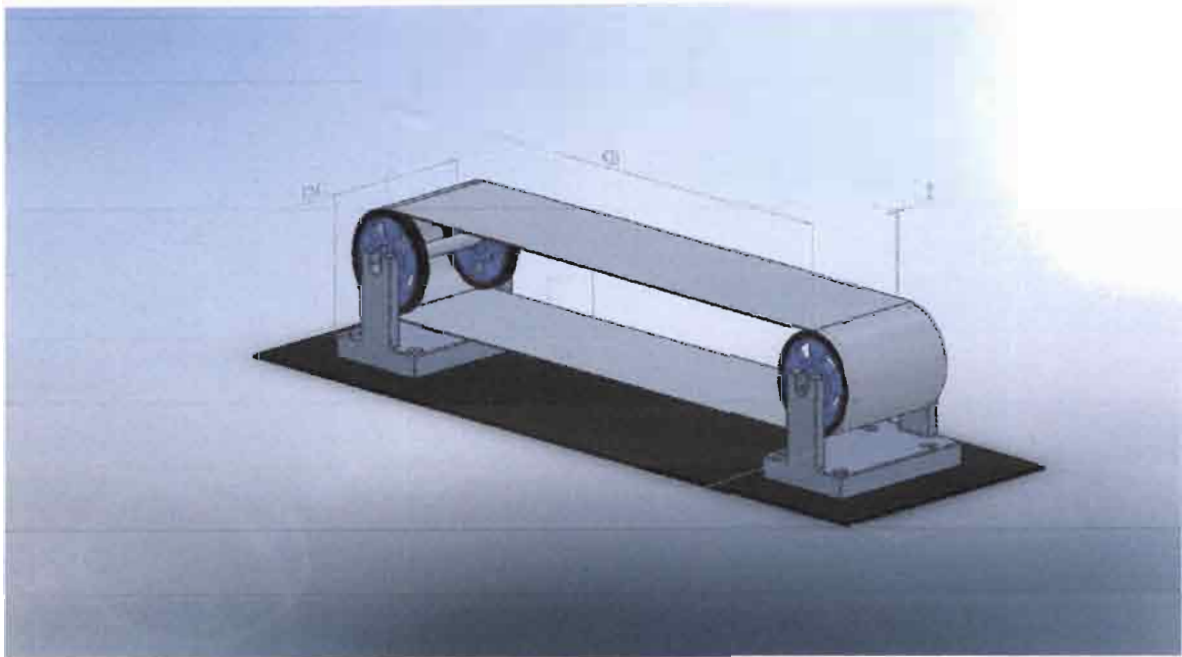


Figure (II.22) : schéma du tapis

En plus du moteur il y a un encodeur incrémental (128 impulsion par tour) prévu pour la mesure de vitesse et/ou la détermination du sens de rotation.

Schématiquement l'encodeur se compose d'un disque dont la périphérie comporte des bandes blanches et noires alternées. En face du disque, il y a la carte de l'encodeur possédant deux couples de photodiode et phototransistor. Les deux photodiodes sont traversées par le courant électrique et émettent une lumière. Si le moteur tourne dans un sens donné et que la photodiode est devant une bande blanche ; la lumière est réfléchi vers le phototransistor qui envoie (laisse passer le courant) un niveau Haut logique au microcontrôleur.

Le disque codé est fixé sur l'axe de rotation du moteur. Suivant la vitesse de rotation nous aurons un nombre défini de 1 et de 0. L'horloge dans le cas présent permet l'ouverture d'une porte d'un compteur (du μC) pendant une durée déterminée. On compte les bits qui passent par la porte pour le temps de base considéré ; aussi il faut interpréter la façon dont ces signaux passent de H à B. A partir de ces bits, il est donc possible de faire le traitement informatique de ces données. On en déduit la vitesse et le sens de rotation.

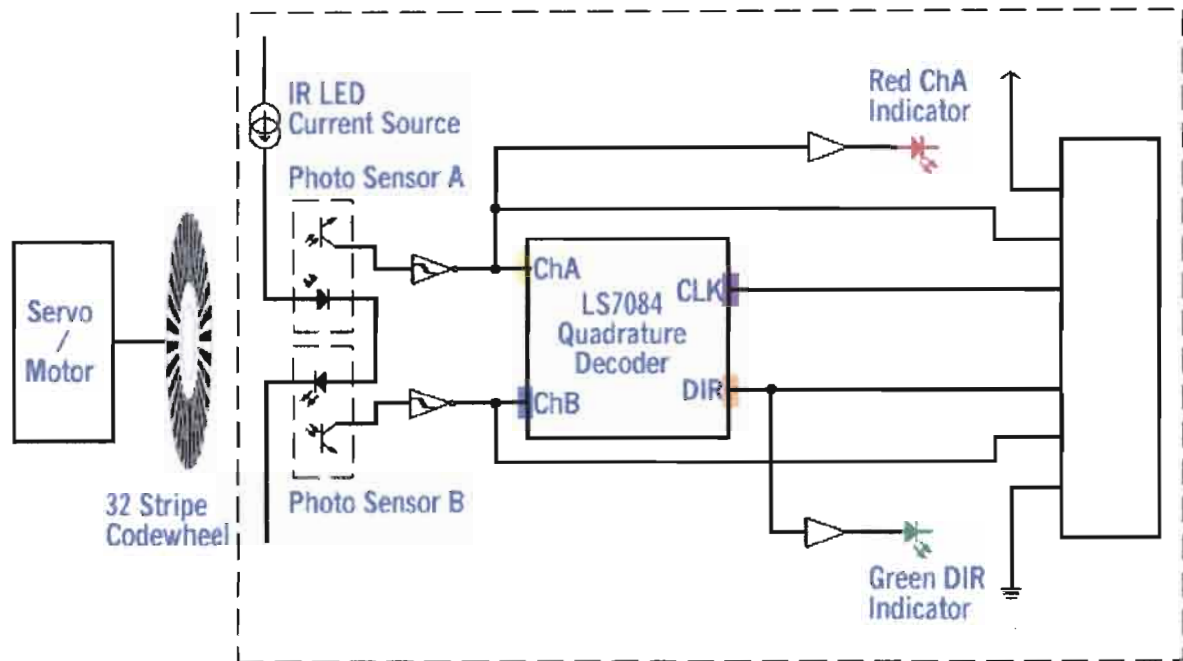


Figure (II.23) : encodeur optique

III.3.2. Les capteurs de détection :

Il y a 4 capteurs à infrarouge le long du tapis, pour la détection de présence. A l'abscisse du bras éjecteur, nous allons placer à hauteurs différentes deux capteurs. Les deux autres seront aux extrémités.

III.3.3. Le bras éjection :

Le nano muscle rotatif peut fournir une rotation jusqu'à 60°. Quand l'alimentation est coupée, il revient à sa position initiale grâce à un ressort de rappel. Il reçoit une tension entre 2,5 et 5V d'où la nécessité d'un transformateur de rapport $m=1/3$.

III.3.4. La partie commande :

Comme nous l'avons précisé plus haut, la partie commande est identique pour toutes les maquettes. Cependant suivant le sous-projet les circuits de connexions au microcontrôleur et les types de commande diffèrent. Pour faire varier la fréquence de rotation du moteur on utilise la commande **PWM**. Elle permet de générer des signaux carrés. Il suffit de configurer en sortie le canal choisi entre les broches 5, 6 ou 7 (le numéro broche différent du numéro de port entrée/sortie) pour que le signal soit généré automatiquement jusqu'à ce qu'on envoie la commande **PWMOFF**. En fonction de la période, un PWM avec une **résolution** (le nombre de bits sur lequel on code les valeurs) **max. 16 bits** est généré.

Cette commande agit ainsi sur la fréquence de la tension d'alimentation ; de ce fait suivant l'application on peut modifier la vitesse de rotation du moteur. Pour les détails voir [3]. La syntaxe de cette commande

Low 6 ' configure le port 6 en sortie avec un niveau logique **Bas**

PWM 0, 200,1024 ' génère un signal PWM de résolution 10 bits avec un niveau **Haut**
' de 200 et une durée de 1024 ms

NB : pour générer une tension analogique au moyen d'une commande PWM ; le port concerné doit être câblé selon les prescriptions du concepteur du **CB220** (confer figure III.24). Cependant il ne faut jamais utiliser le **µC** comme source d'alimentation permanente.

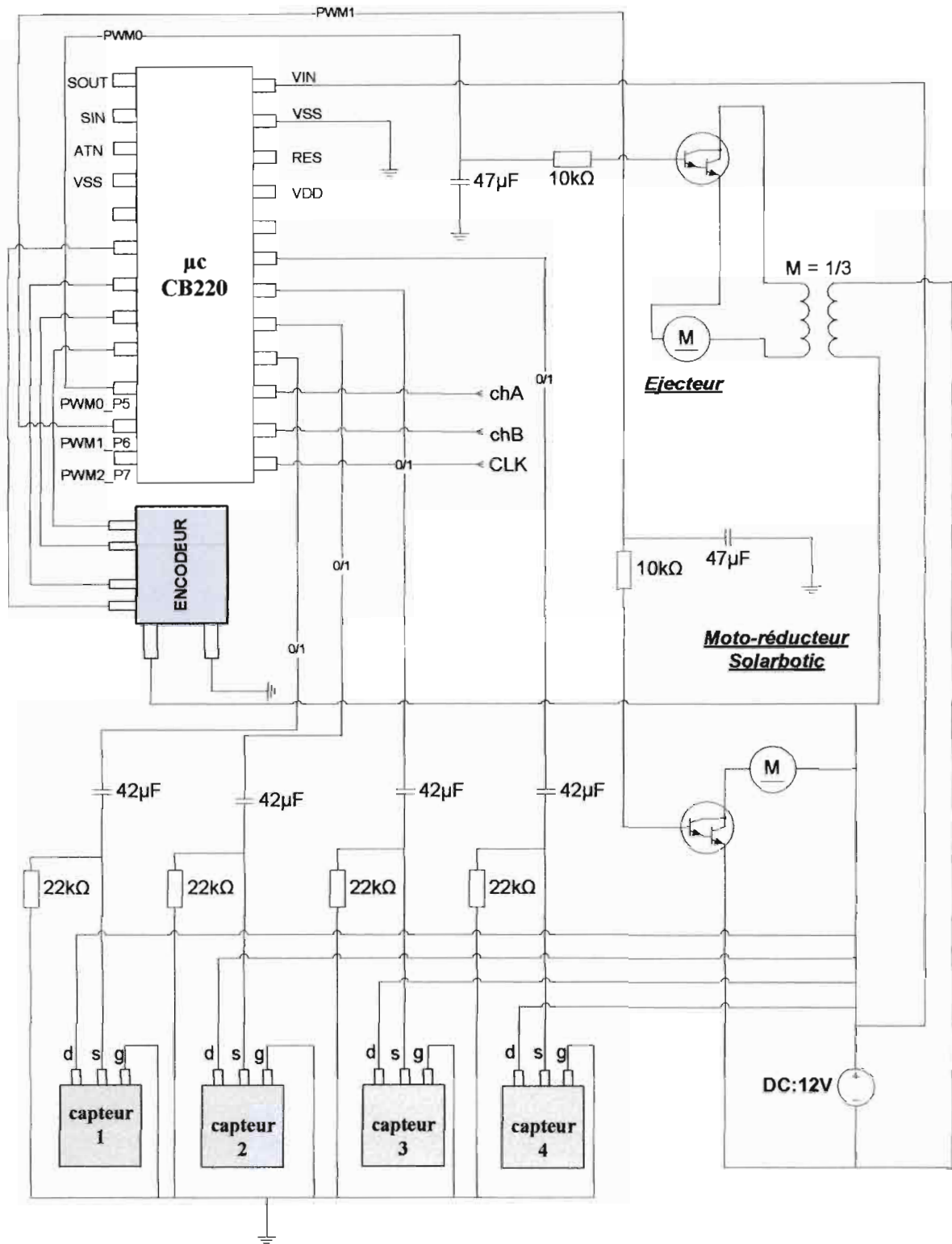


Figure (II.24) : schéma de câblage du système de tapis

IV. Méthode de recherche des causes de dysfonctionnement :

En cas de dysfonctionnement il existe plusieurs méthodes de diagnostic. L'organigramme ci-dessous est une illustration d'une méthode visant à faciliter la recherche de défaillance.

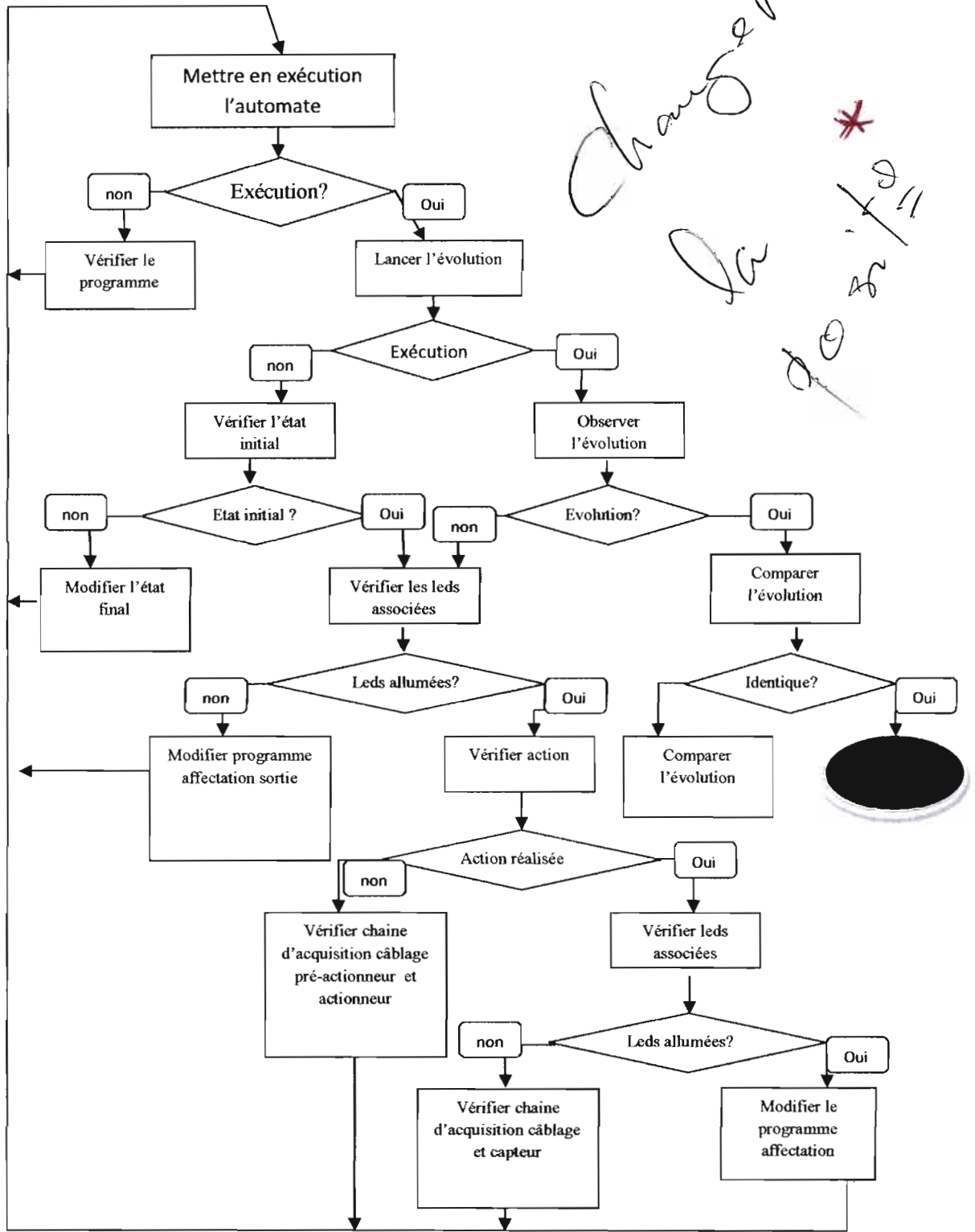


Figure (II.25) : méthode de diagnostic [5]

Conclusion partielle:

Suite à la conception, nous sommes passés à la réalisation de deux maquettes à savoir le compteur électronique et le système de feux de signalisation. Sur ces deux maquettes nous avons testé des programmes pour valider le modèle proposé ; et par la même occasion apporter des corrections. En somme c'est de cette manière que nous avons eu des informations palpables sur le comportement des systèmes. Cependant pour ce qui est du tapis, la maquette physique n'a pas été réalisée.

CHAPITRE III :

Chapitre III : conception et réalisation des maquettes de chaîne d'acquisition

Introduction partielle :

La science se base sur les principes et les propriétés de la matière, qui sont exprimés grâce à l'outil mathématique. Elle nous exige donc de procéder à des mesures pour contrôler la validité et les limites d'une relation donnée ; également vérifier la conformité d'une application aux relations qu'elle exprime. Car seule la mesure permet d'aboutir au progrès scientifique et d'accroître la connaissance des lois de la nature.

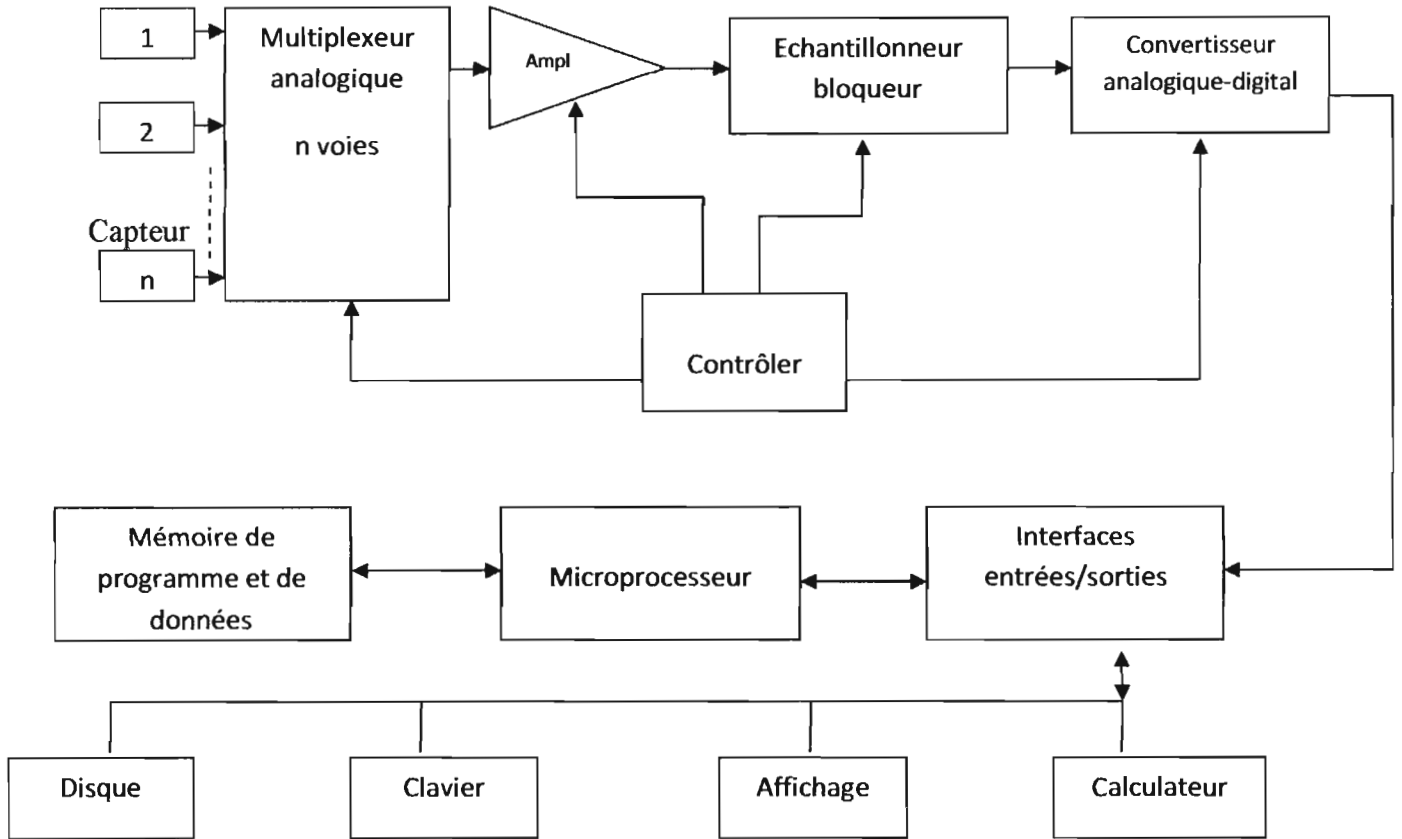
En effet le cours d'informatique industrielle se résume à la chaîne de mesure à savoir : la grandeur physique, le capteur, le conditionneur éventuel, l'unité de traitement numérique (micro-ordinateur) et l'interface d'entrée-sortie.

Dans cette partie du projet, on se propose de parcourir cette chaîne d'acquisition composant par composant en vue d'en avoir une approche plus détaillée. Pour ce faire, nous allons de concevoir des modèles physiques. Mais auparavant il nous a fallu développer (Chapitre I) quelques généralités sur ses principaux composants. Encore ici, nous nous limiterons aux capteurs délivrant en sortie une grandeur électrique. Car seuls ces capteurs sont utilisables en instrumentation électrique analogique ou numérique.

I. Description et problématique :

La chaîne de mesure modélisée à la figure (III.1) va permettre à l'enseignant de traiter différents thèmes sur chaque élément de cette dernière pris isolément depuis le capteur jusqu'à l'interface en passant par le conditionneur et le contrôleur pour mieux appréhender l'approche globale qu'il est toujours possible d'attaquer directement.

Nous allons procéder une à brève description de chaque sous-poste avant de parler de la chaîne d'acquisition dans sa globalité.



Figure(III.1) : chaîne contrôlée par microprocesseur

I.1. Le capteur

La conception de tout capteur étant basée sur des principes de la physique. Il est possible d'établir des relations entre les entrées et les sorties. On peut donc effectuer des essais sur ces capteurs afin de vérifier des relations, évaluer les erreurs pour les interpréter.

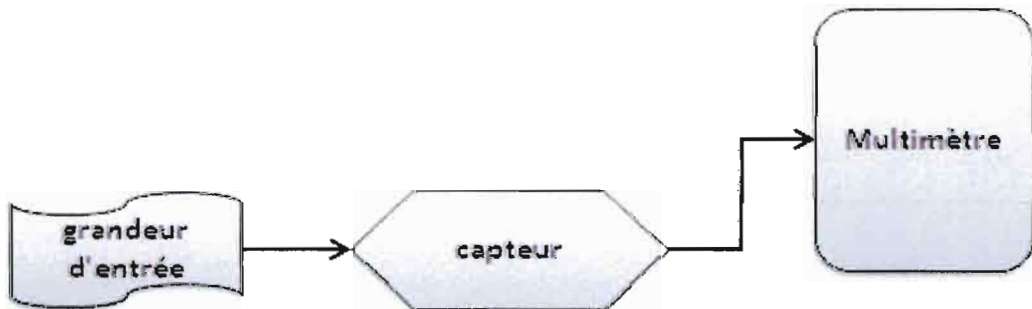


Figure (III.2) : câblage du TP sur le capteur

I.2. Le conditionneur

Le signal fournit par le capteur n'est généralement pas sous forme exploitable d'où la nécessité de le conditionner. Le capteur et son éventuel conditionneur sont donc la source du signal électrique que la chaîne d'acquisition doit traiter pour évaluer de manière plus ou moins exacte la valeur de la grandeur physique d'entrée.



Figure (III.3) : câblage du TP sur conditionneur

I.3. Le microcontrôleur et interface d'affichage

Le signal qui sort du conditionneur, peut maintenant pénétrer dans l'unité de traitement numérique pour éventuellement subir des comparaisons suivant la résolution et la durée d'échantillonnage. Ici nous utiliserons un microcontrôleur qui sera chargé d'appliquer une fonction donnée suivant la grandeur physique d'entrée et entre autre le type de capteur choisi pour l'apprécier (nature du signal). Grâce à ce traitement nous pouvons visualiser au niveau de l'afficheur une représentation de la valeur mesurée ou l'utiliser comme consigne pour exécution d'autres tâches.



Figure (III.4) : câblage du TP sur microcontrôleur et afficheur

II. Solutions proposées

Pour bien définir les besoins de la chaîne il faudrait au paravent comprendre la procédure de numération.

II.1. Conversion A/N

Les phénomènes qui nous entourent sont quasiment tous continus, c'est-à-dire que lorsque ils sont quantifiables, ils passent d'une valeur à une autre sans discontinuité.

Ainsi, lorsqu'on désire reproduire les valeurs d'un phénomène, il suffit de l'enregistrer sur un support, afin de pouvoir l'interpréter pour reproduire l'original de la façon la plus exacte possible. Lorsque le support physique peut prendre des valeurs continues, on parle d'enregistrement analogique.

Par contre, lorsque le signal ne peut prendre que des valeurs bien définies, en nombre limité, on parle alors de signal numérique.

Nous allons mesurer les tensions analogiques moyennant les 8 canaux d'entrée de conversion Analogique / Numérique du CB220. La commande **ADIN** effectue une lecture de la valeur analogique (avec une résolution de 10 bits) d'un signal et mémorise le résultat dans la variable. Lorsque la tension comprise entre **0** et **+5V** (ou 10V) est mesurée, la valeur est numérisée entre **0** et $2^{10} - 1$. A la figure (III.6) nous verrons comment connecté un signal analogique à un microcontrôleur type Cubloc (d'après les exigences du concepteur). La syntaxe de la commande est la suivante :

DIM J A AS INTEGER

INPUT 5 'Configure le N° de broche du CUBLOC en entrée.

J = ADIN(0) 'Réalise une conversion A/N sur le canal 0 et mémorise le résultat
'dans la variable J

La commande **ADIN** ne réalise qu'une seule conversion (au moment de l'exécution de la commande). Par contre, la commande **TADIN** retourne la valeur moyenne de 10 conversions afin de donner une plus grande précision de la mesure. Il conviendra donc d'utiliser la commande **TADIN** dans le cadre d'applications nécessitant une grande précision.

II.2. Mesure de force :

Si on associe en série le capteur de force résistif noté FSR, et une résistance de 10k Ω il peut faire varier une tension de 0 à 5 Vcc, cette variation est proportionnelle à la force appliquée (dans une plage de mesure). Au repos sa résistance est très grande, celle-ci diminue très fortement lors d'une pression sur le capteur. Il trouve ces applications dans

plusieurs domaines (détection). Cependant nous allons l'utiliser avec son conditionneur éventuel (potentiomètre, pont, oscillateur) et l'unité de traitement numérique pour effectuer la mesure de force.

Le capteur et son conditionneur étant purement résistifs, pour réduire les effets parasites et éviter des opérations (composants) supplémentaires pour l'exploitation du signal ; il est préférable d'utiliser une source de courant ou tension continu. En effet, un signal sinusoïdal résulte d'une modulation d'amplitude E_s par la variation de Z_c du capteur ; donc pour retrouver le signal il faut démoduler et filtrer. Opérations qui sont plus aisées avec une source de fréquence d'au moins 5 fois supérieure à celle du mesurande. Et nous savons qu'une fréquence élevée, rend non négligeables les impédances parasites. Le montage potentiométrique à la figure (III.5) permet d'avoir un comportement quasi linéaire du capteur entre **0 et 1.7 lbs** soit entre 0 et 7.562 N.

L'un des inconvénients majeur de montage potentiométrique est que la variation ΔV_m qui porte l'information est superposée à une autre tension V_{m0} qui lui est en générale de beaucoup supérieure. Ceci risque de rendre la mesure particulièrement imprécise dans le cas de phénomène statique pour lesquels ΔR_c est constante ou varie lentement. Pour y remédier on peut placer un condensateur (filtre passe Haut) qui permet de séparer ΔV_m et V_{m0} . Il suffit que :

f_c = fréquence de coupure du condensateur ;

f_m = fréquence maximum du mesurande ;

$$f_c = \pi \frac{R_d \times c}{2} < f_m \quad \text{(III. 1); [1]}$$

Avec f_m = la fréquence la plus basse du phénomène étudié ;

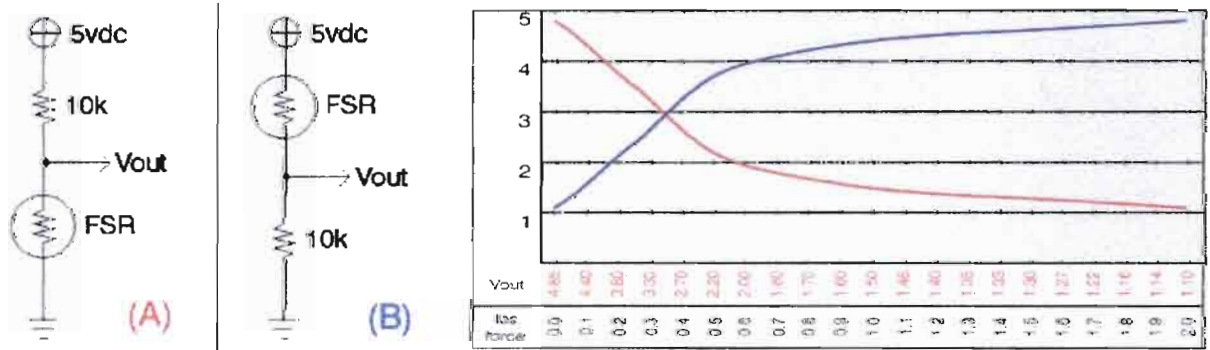


Figure (III.5) : caractéristique du capteur suivant le montage

Toute valeur dans la plage de tension (0-5V) à la sortie du montage potentiométrique peut directement être numérisée par le microcontrôleur. D'où l'intérêt de la maquette FSR car elle permet, grâce à son acquisition imprécise, d'avoir une idée de l'ordre de grandeur des erreurs. Dans le cas de signaux variant très lentement, ne nécessitant pas de grandes précisions temporelles, on peut envisager de ne pas utiliser d'E/B. Mais de manière générale, les échantillonneurs-bloqueurs sont pratiquement nécessaires dans toute opération de conversion.

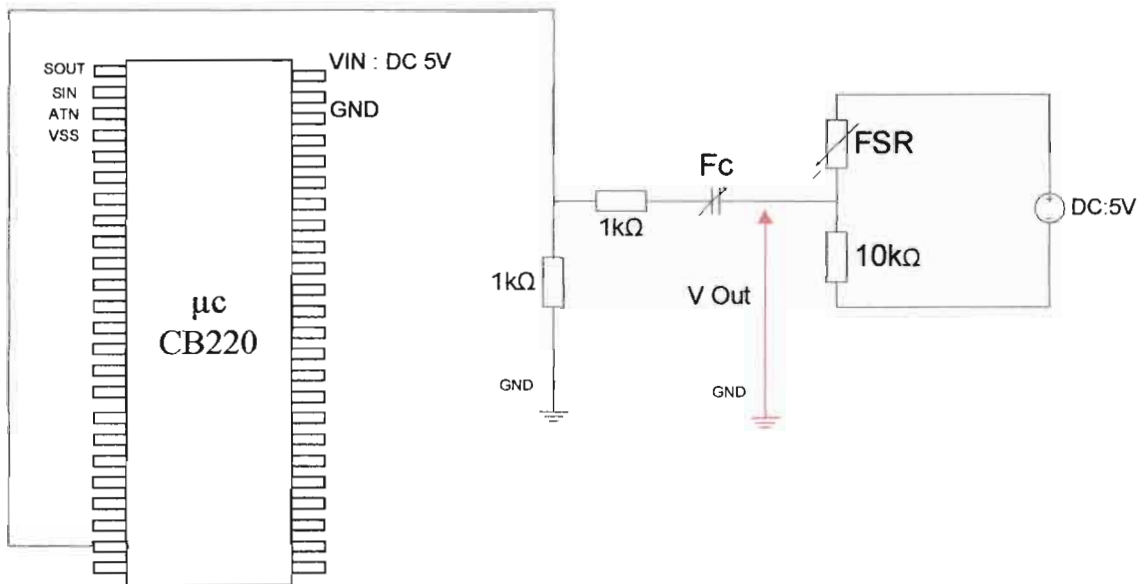


Figure (III.6) : schéma de câblage du capteur de force

II.3. Mesure de température :

II.2.1. Mesure avec thermistance type CTN :

Les capteurs CTN soumis à un gradient de température ; offrent une variation de résistance en sens opposé d'où le nom de CTN. Donc pour l'exploiter il faudrait impérativement un conditionnement à savoir : linéarisation, alimentation avec une source continue, amplification, échantillonnage, traitement numérique et interfaçage.

* Conditionneur :

Pour la linéarisation il faut une résistance de $10k\Omega // CTN10K$ et pour la compensation des grandeurs d'influence il faudrait des résistances $R3 // R4$ vérifiant la relation III.2 [1]; le tout monté sur un pont inspiré de Wheatstone. L'intérêt des ponts résulte de la nature différentielle mesure rendant le dispositif moins sensible aux bruits et dérives de la source

(voir annexe 31). Ensuite ce signal est amplifié et échantillonné avant de passer au traitement numérique avec le μC .

$R_{c0} = 10 \text{ k}\Omega$; résistance du capteur à 25°

$R_{c0}' = (10 \text{ k}\Omega) // R_{c0} = 5 \text{ k}\Omega$

$$R_1 \times R_4 = R_3 \times R_{c0} \quad (\text{III.2}); [1]$$

→ Pour $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

Donc on peut prendre :

$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_4 = 5 \text{ k}\Omega$

L'alimentation du pont est une source de tension continue pour des raisons susmentionnées.

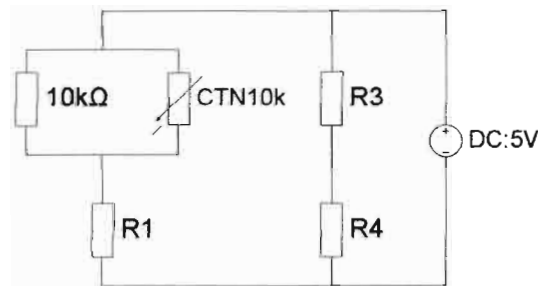


Figure (III.7) : détermination des résistances du pont

* **Amplificateur Linéaire Intégré (ALI ou AOP) :**

Pour amplifier le signal de sortie conditionneur, on utilise un ALI en montage non inverseur (multiplicateur de signal) avec un gain de 2 pour rester dans les intervalles de traitement du μC ; c'est-à-dire $[0 - 5\text{V}]$ ou $[0 - 10\text{V}]$. Dans l'application le circuit intégré choisi, est l'ALI : LM747

$$\text{Gain} = 1 + \frac{R_s}{R_n} \quad (\text{III.3}); [6]$$

→ pour un Gain = 2

On peut prendre :

$R_n = 10 \text{ k}\Omega$ résistance de l'entrée non inverseur fixée par le gain de l'ALI. À cette valeur correspond une résistance à l'entrée inverseur de R_0 vérifiant la relation (III.4) pour diminuer l'influence du courant d'entrée. Donc il faut choisir R_0 tel que:

$$R_0 = \frac{R_s \times R_n}{R_s + R_n} \quad (\text{III.4}); [1]$$

C'est-à-dire : $R_0 = 5 \text{ k}\Omega$

* **Echantillonneur-bloqueur (E/B) :**

Le rôle d'un échantillonneur bloqueur (E/B) est de maintenir constante l'amplitude de l'échantillon prélevé durant le temps T nécessaire à la conversion. T représente la période

d'échantillonnage. En général on considère que le signal est bloqué durant un temps nettement supérieur au temps de conversion. Réaliser un échantillonneur bloqueur consiste à associer un interrupteur à une capacité. La capacité joue le rôle d'élément mémoire, l'interrupteur est là pour réactualiser la valeur mémorisée (dans le μC) ou bien d'isoler l'E/B vis à vis de l'entrée.

– le cas idéal :

Interrupteur fermé : $V_{eb} = V_e$

La sortie V_{eb} suit les variations de l'entrée V_e . On transmet directement l'entrée sur la sortie. On dit que l'on est en phase d'échantillonnage.

Interrupteur ouvert : $V_{eb} = C_{ste}$

La sortie reste constante et égale à la dernière valeur transmise du signal d'entrée. On dit que l'on est en phase de blocage.

– le cas réel :

L'utilisation d'un interrupteur et d'une capacité introduit par des limitations en termes de rapidité et de maintien. En effet le circuit amont possède une résistance qui est série avec l'E/B ; de ce fait le condensateur se charge à travers elle ce qui limite sa capacité à suivre l'entrée quand l'interrupteur est fermé. Lorsqu'il est ouvert, pendant que la résistance amont disparaît, apparaît celle du circuit aval. Cela introduit une limitation de la possibilité de maintien de la tension lors de la phase de blocage due à la décharge de la capacité sur cette résistance.

On voit apparaître les deux grandes limitations d'un E/B. Sa vitesse de fonctionnement va être liée à la constante de charge (limitation de la fréquence d'échantillonnage). Sa capacité à maintenir l'échantillon va être liée à la constante de décharge (limitation de la résolution obtenue). On serait tenté d'isoler l'E/B en mettant en amont comme en aval deux suiveurs mais cela introduit des phénomènes de contrebalancement. Ces raisons guident dans le choix de l'échantillonneur-bloqueur. Le circuit intégré **LF398** est une solution judicieuse, en ce sens qu'en plus de remédier aux limitations des E/B il a résolu le problème de contrebalancement (offset) moyennant une rétroaction de la sortie sur l'entrée.

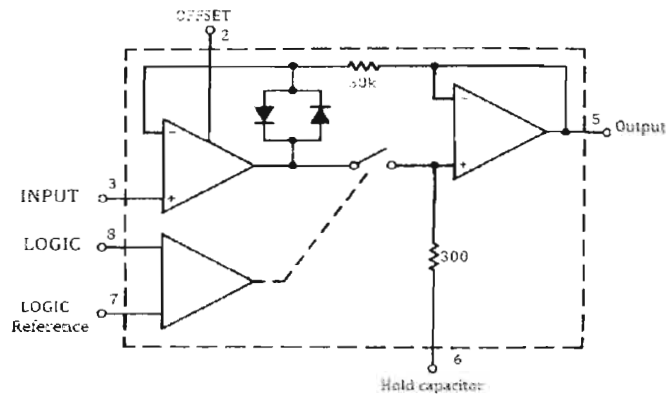


Figure (III.8) : structure interne du LF398

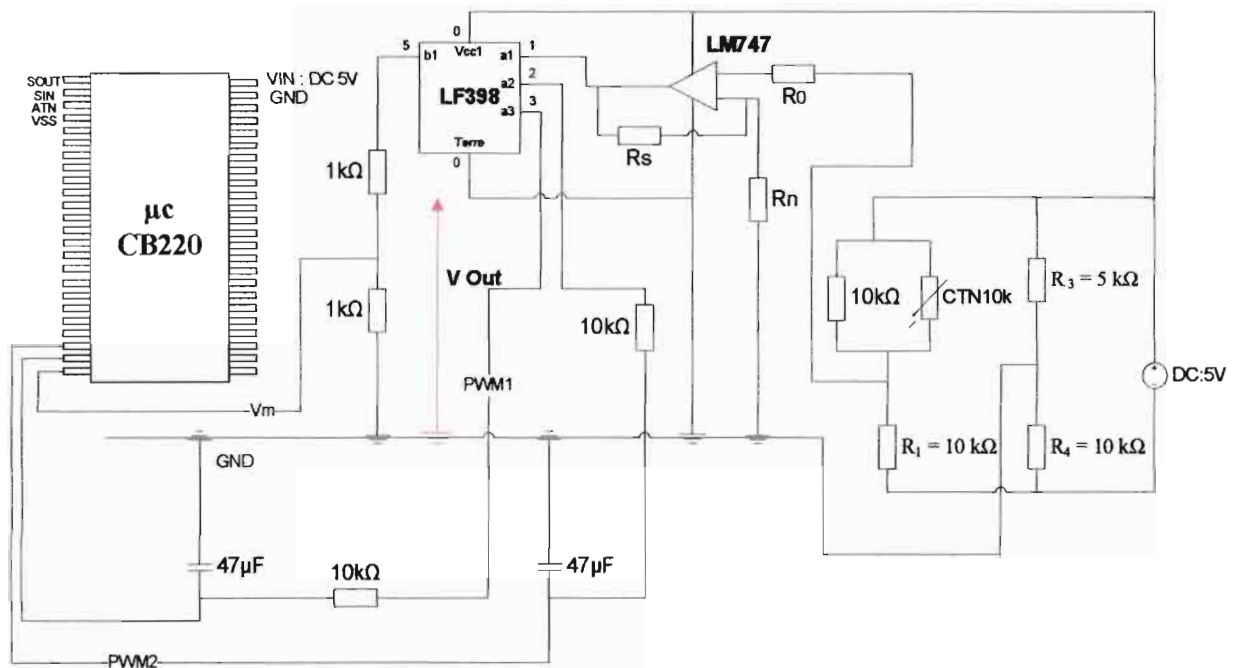


Figure (III.9) : schéma de câblage du capteur type CTN

II.2.2. Mesure avec thermistance type COSSE ou CTN10K/2% :

C'est la même famille de capteur que le CTN, sauf que la précision de $\pm 10\%$ se substitue en $\pm 2\%$. La compensation des grandeurs d'influences est gérée par le capteur. Cela sous-entend que seules, une linéarisation, une alimentation avec une source continue, une amplification et un échantillonnage sont nécessaires pour le conditionnement du signal. A la place du pont nous plaçons donc un montage potentiométrique avec en aval un amplificateur **LM747** suivi par un échantillonneur-bloqueur **LF398**. Vu que le gain est conservé les valeurs de résistances restent inchangées.

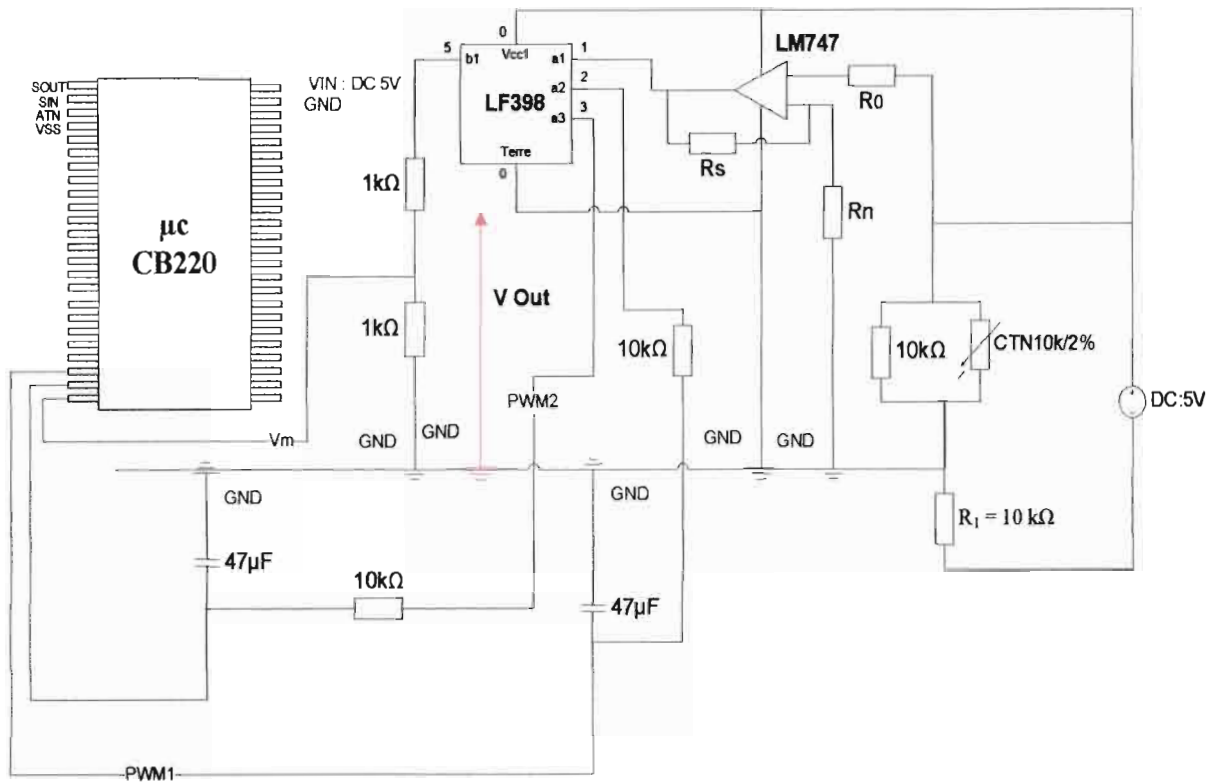


Figure (III.10) : schéma de câblage du capteur type COSSE

II.2.3. Etalonnage des capteurs de température :

L'étalonnage se fait sur la base d'une échelle de référence (Celsius, Kelvin, Fahrenheit) car affecter une valeur numérique à la température pose un problème de fond. En effet, la plupart des grandeurs physiques peuvent être numériquement définies par rapport à une grandeur de même nature prise pour référence. Ces grandeurs sont dites extensives car à partir de la référence il est aisé, du moins conceptuellement, de définir des multiples et des sous-multiples. Cela n'est pas le cas pour la température qui est une grandeur dite intensive : multiplier ou diviser une température n'a pas, à priori, de signification évidente.

Pour exploiter la température il faudrait nécessairement l'étalonner sur une échelle. Pour l'étalonnage, l'idéal est de disposer d'un thermomètre de précision qui sert de référence, juste pour les réglages. Ou à défaut, se référer à R_{C25° qui est égale $10\text{ k}\Omega$; à cette résistance correspond une tension suivant le type de conditionnement voir figures (III.7) et (III.10) pour le calcul de cette valeur.

II.4. Mesure de courant :

La mesure d'intensité de courant se fait moyennant un capteur type **ASM10**. Une mesure de tension de faible valeur permet de calculer la valeur du courant au primaire (Courant

primaire: 1 à 10 A et Conversion: 3,5 mV/A). La précision de la mesure peut être améliorée en augmentant le nombre de spires au primaire. Le capteur peut être utilisé comme détecteur surcharge.

La tension de sortie du capteur de courant ASM10 est de l'ordre de quelques mV. Ce signal est amplifié avec le circuit intégré LM747 (ALI) monté en non inverseur avec un gain G. Le signal amplifié est échantillonné avec le LF398 avant d'être numérisé avec la commande ADIN du microcontrôleur (toujours avec une résolution de 10 bits). La tension sortie capteur très faible on va se fixer un gain de 201 pour avoir une tension sortie amplificateur de 7.035V. Nous allons utiliser les relations III.3 et III.4 pour déterminer les résistances R_0 , R_s et R_n :

Pour $R_s = 20\text{ k}\Omega$

$$\text{Gain} = 1 + \frac{R_s}{R_n} = 201$$

→ $R_n = 200\Omega$

→ Et d'après III.4 $R_0 = 198$ soit $R_0 = 200\text{ k}\Omega$

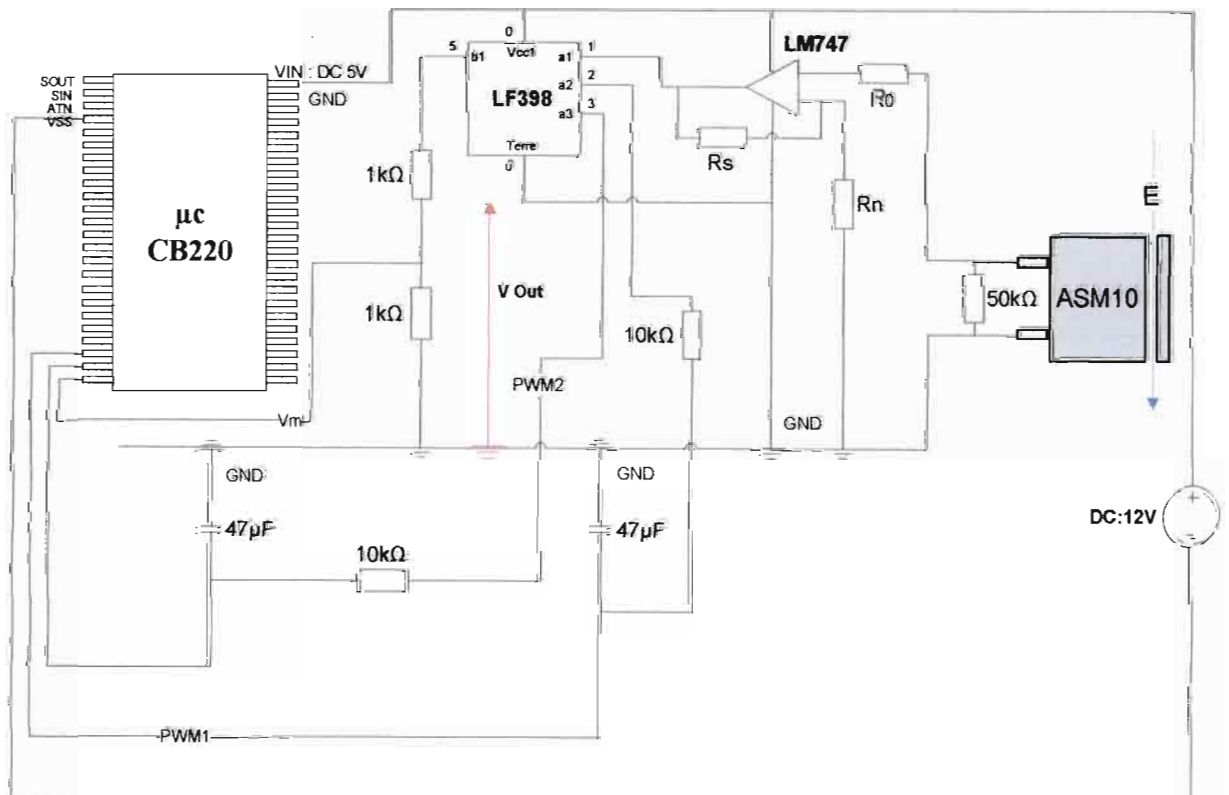


Figure (III.11) : schéma de câblage du capteur de courant type ASM10

II.5. L'après traitement :

Le signal numérisé peut être manipulé aux moyens de fonctions mathématiques pour éventuellement retrouver la valeur mesurée de la grandeur physique ou tout simplement servir de condition pour exécution un automatisme.

Conclusion partielle :

Les quatre maquettes à savoir : CTN10k, CTN10/2%, FSR et celle du capteur ASM10 ; offrent la possibilité de mieux appréhender les principes de la mesure industrielle. Suivant le type de capteur, nous avons effectué grâce à des composants électroniques, plusieurs opérations de transformation du signal avant d'obtenir un signal discrétisé. Certes une mesure n'est jamais exacte, mais nous disposons de moyens pour minimiser la valeur de l'erreur introduite par la dite mesure sur la vraie valeur de la grandeur physique. En générale, pour les quatre maquettes, nous sommes partie de la linéarisation à la discrétisation en passant respectivement par l'amplification et l'échantillonnage. Ainsi pour chaque grandeur physique, un circuit électronique est conçu pour pouvoir lui affecter une valeur numérique. Après conception des différentes maquettes, il convient de préciser la nécessité d'un châssis pour les recevoir. Aussi évaluer marginalement le coût du banc.

CHAPITRE IV :

Chapitre IV : implantation des différentes maquettes et étude de coûts

Introduction partielle :

Rappelons que l'objectif premier de ce projet, est de trouver une formule pour amoindrir les coûts de la formation dans l'optique d'enrichir nos ressources humaines. D'où la nécessité d'avoir au moins une estimation du coût global du banc pour une éventuelle comparaison aux prix d'autres bancs. De ce fait nous aurons une idée sur la rentabilité du banc qui serait la pertinence même du projet.

A l'évidence ces 7 maquettes conçues, doivent être disposées d'une certaine manière dans un châssis (pour faciliter les connexions et les interconnexions). Raison pour laquelle, nous avons porté une réflexion sur un design de banc pouvant assortir ces dites maquettes.

Dans ce chapitre, nous allons faire un développement sur les possibilités d'interconnexion entre les maquettes, une étude de leur implantation, et une estimation du coût global du banc de TP.

I Interconnexions :

Chaque poste pris isolément offre une multitude de travaux pratiques avec des recettes faites avec l'utilisation des différentes entrées et sorties, l'ensemble est relié au microcontrôleur. Cela sous-entend que les circuits de connexion entrée- μ C et sortie- μ C ne seront pas figés. En ce sens toutes les entrées ou sorties du côté microcontrôleur sont interrompues (voir figure IV.1) ; ceci s'explique par le fait qu'il y a qu'un seul μ C pour les 7 maquettes. Chose qui n'est pas nécessairement un manquement.

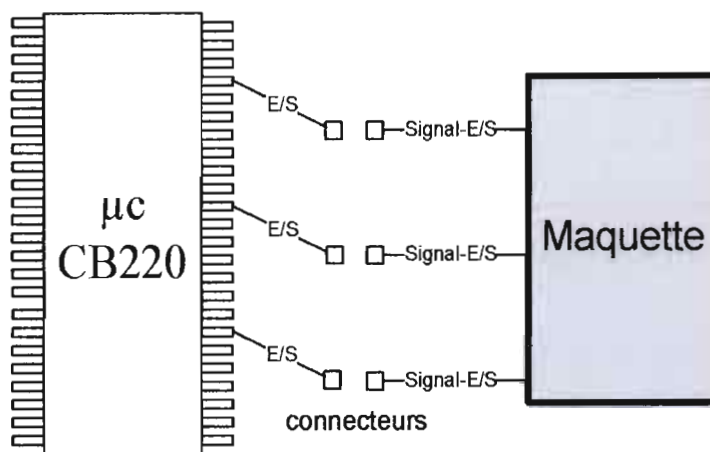


Figure (IV.1) : illustration de l'isolation des E/S

I.1 La maquette de compteur :

Tout seul, le compteur possède 3 boutons-poussoir comme entrées. Dans la mesure où le microcontrôleur possède 16 E/S ; il reste 13 E/S vacantes. Les possibilités qui s'offrent à nous sont les suivantes :

- * connecter les 4 capteurs du tapis pour utiliser leurs états comme conditions dans un programme,
- * utiliser les voyants de la maquette de feux de signalisation pour exprimer un événement (alerte quand le compteur atteint un nombre donné par exemple),
- * utiliser les signaux numérisés provenant des maquettes de chaîne d'acquisition,
- * interpréter les données de l'encodeur pour en faire une application etc.

I.2 La maquette de feux de signalisation :

Elle possède 16 entrées, donc ici on peut dire qu'il n'y a pas d'E/S vacante. Cependant, nous savons que les flèches ne sont pas indispensables ; on a la possibilité de les remplacer par d'autres entrées ou sorties (capteurs, boutons-poussoir, encodeur pour simuler les dépassements de vitesse par exemple, afficheur, moteur) suivant le thème qu'on veut élaborer.

I.3 La maquette de tapis roulant :

Pour ce qui est du tapis il possède 2 sorties PWM, 4 entrées A/N analogiques pour la connexion de l'encodeur (les signaux ChA, ChB, Clk et DiR) et 4 entrées pour les capteurs de détection. Ce qui fait un total de 10 E/S laissant ainsi 6 E/S vacantes. A ces sorties on peut affecter comme dans les cas précédents, des entrées ou des sorties d'autres maquettes.

Cependant, il convient de se rappeler que le nombre de canaux PWM est limité à 3 et celui des E/S A/N est de 8. Donc quelque-soit le thème de TP, on ne peut excéder 11 E/S analogiques.

I.4 Les maquettes de chaîne d'acquisition :

Comme nous l'avons susmentionné, les 4 maquettes de chaîne de mesure peuvent être connectées à d'autres composants du banc. Par exemple ; l'utilisation des boutons-poussoir pour activer ou désactiver un processus décrit dans un programme donné.

En somme, on peut dire que l'isolation des différentes entrées et sorties offre d'énormes possibilités d'interconnexion pour l'extension d'une maquette donnée. Pour les chaînes de mesure, cet élargissement est plus pertinent pour les opérations après traitement numérique.

II Implantation :

C'est dans cette partie que nous allons faire la conception du châssis. On doit trouver un modèle de banc qui permet dans un encombrement réduit ; d'avoir une accessibilité sur chaque maquette. Aussi, pour faciliter sa maintenance, certains composants doivent être démontables.

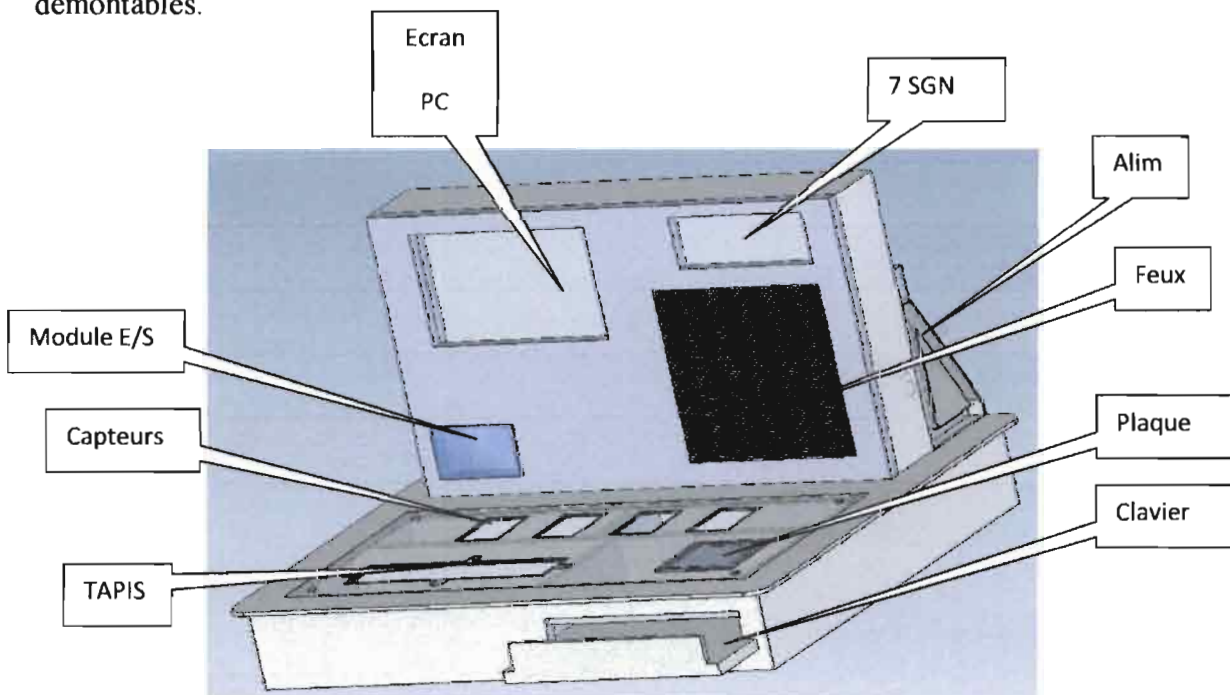


Figure (IV.2) : schéma d'implantation

III Etude de coûts :

Dans la mesure où les maquettes peuvent être indépendantes, pour faire l'étude de coûts, la méthode adoptée est de calculer séparément les coûts alloués à chaque maquette afin de voir dans un temps premier les dépenses purement relatives à celle-ci. Ensuite, nous ferons une évaluation globale. En d'autres termes, le coût d'une maquette donnée est obtenu sans prendre en compte les composants qui sont communs à toutes les maquettes (exemple : le microcontrôleur et sa plaque les câbles pour la connexion, etc.).

A cela s'ajoute d'autres coûts comme ceux du transport (le matériel doit venir de France : COMFILE et GOTRONIC), du dédouanement, des coûts de la main d'œuvre, etc.

III.1. Les coûts relatifs au compteur électronique :

Il convient de préciser que certains composants, comme les résistances, n'ont pas été achetés, nous les avons trouvés aux ateliers. Cependant, nous avons jugé bon des les intégrer dans l'évaluation des coûts.

Tableau (IV.1) : les coûts du compteur

Description	Nombre	Prix unitaire TTC	Prix total TTC
7 Segment à leds (SGN)	4	5,28	21,12 €
Bouton-poussoir clipsable	3	2,1	6,30 €
Platine CB220-PROTO	1	11	11,00 €
Résistances de 1k Ω	3	0,015	0,05 €
TOTAL			38,47 €

III.2. Les coûts relatifs à la maquette de feux de signalisation :

Pour ce qui est de la maquette de feux de signalisation les dépenses sont nettement inférieures d'au moins 100€. En effet, les Leds, les résistances, et les deux plaques perforées sont disponibles en quantités suffisantes dans nos ateliers.

Tableau (IV.2) : les coûts du système de feux

Description	Nombre	Prix unitaire TTC	Prix total TTC
Leds	128	0,8	102,40 €
Plaque perforée	2	3	6,00 €
Interface ULN2803	2	10,9	21,80 €
Support de composant 9 Pins	2	0,18	0,36 €
Résistances de 200k Ω	28	0,015	0,42 €
TOTAL			130,98 €

III.3. Les coûts relatifs à la maquette de tapis roulant :

Pour ce qui est du tapis roulant, il n'y a que les résistances et les condensateurs qui sont disponibles ; tout le reste est commandé. De plus, il y a des éléments mécaniques comme les axes, le tapis et la visserie qui contribuent à l'augmentation de ce coût global (estimé) ci-dessous.

Tableau (IV.3) : les coûts du tapis roulant

Description	Nombre	Prix unitaire TTC	Prix total TTC
Capteur à infrarouge	4	5,5	22
Motoréducteur solarbotics GM3	2	6,6	13,20 €
Support GMB39 pour GM3	2	1,8	3,60 €
Encodeur optique WW02	1	23,6	23,60 €
Entretoise CS100 pour moteur GM3	1	2,7	2,70 €
Roues GMPW-LB	4	4,2	16,80 €
Actionneur rotatif nano muscle NM70R-2P	2	11,2	22,40 €
transistor NPN	2	1,1	2,20 €
transfo	1	2,95	2,95 €
Condensateur	6	1	6,00 €
résistance 22k Ω	4	0,015	0,06 €
résistance 10k Ω	2	0,015	0,03 €
TOTAL			115,54 €

III.4. Les coûts relatifs aux maquettes de chaîne d'acquisition :

Outre les résistances et les condensateurs, tout le matériel est acheté.

Tableau (IV.4) : les coûts des maquettes de chaîne de mesure

Description	Nombre	Prix unitaire TTC	Prix total TTC
Thermistance <i>CTN</i>	1	0,5	0,50 €
Thermistance à cosse	1	4,5	4,50 €
Capteur de force	1	7,5	7,50 €
capteur de courant <i>ASM10</i>	1	2,95	2,95 €
<i>LM747</i>	3	2,3	6,90 €
<i>LF398</i>	3	4,9	14,70 €
Condensateur de $47\mu F$	7	1	7,00 €
résistance $10k\Omega$	10	0,015	0,15 €
résistance $50k\Omega$	1	0,015	0,02 €
résistance 200Ω	2	0,015	0,03 €
résistance $20k\Omega$	1	0,015	0,02 €
résistance $1k\Omega$	8	0,015	0,12 €
résistance $5k\Omega$	1	0,015	0,02 €
TOTAL			44,40 €

III.5. Coût estimé du banc :

On possède également dans les ateliers des supports de composant, des colliers à assortir.

Vu que le banc n'est pas arrivé à terme les coûts du tableau ci-dessous sont à titre indicatif. Pour faire une étude plus rigoureuse il faudrait que le banc soit achevé.

Pour faire des manipulations il faudrait également des accessoires à savoir des thermomètres, sources de courant, étalon (pour exercer une intensité de force donnée), objets de différentes dimensions (pour la chaîne de manutention).

Tableau (IV.5) : les coûts du Banc

Description	Prix unitaire TTC
Tapis roulant	115,54 €
Feux de signalisation	130,98 €
Compteur	38,47 €
Chaines de mesure	44,40 €
Microcontrôleur	34,00 €
Bouton-poussoir bistable clipsable	15,40 €
Platine CB220-PROTO	11,00 €
Alim	14,50 €
10 connecteurs femelles	6,00 €
100m Câble FC50 N, G, B, V, R et BL	1,05 €
50 Borniers coudés à vis au pas de 5 mm E/S	30,00 €
10 Supports de composant	1,80 €
25 Collier à assortir TF3, 4, 5, 6 ET TF7	7,95 €
TOTAL	411,33 €

269421,15

Conclusion partielle :

De l'expansion considérable de l'informatique dans le monde moderne, l'importance de l'instrumentation industrielle n'a fait que croître. Cela justifie notre besoin d'acquérir de bonnes bases en la matière. En effet, dans ces applications développées plus haut, l'étudiant trouvera un moyen d'utiliser ces connaissances théoriques dans des systèmes proches de ceux de l'industrie.

CONCLUSIONS ET

RECOMMANDATIONS

Conclusions et recommandations :

Comme son intitulé l'indique, ce projet de fin d'étude a pour but de réaliser un modèle de banc compétitif pour la mise en application de cours théoriques dispensés dans la formation de techniciens en électromécanique. Nous avons tout au long du document, décrit les possibilités que le banc pourrait offrir une fois terminé. Précisons toute de même que ses capacités vont au-delà de ces quelques scénarios décrits.

Dans l'exécution des tâches liées aux objectifs du projet, nous avons pu, grâce à une étude bibliographique, acquérir des connaissances pratiques dans les domaines de l'électronique, l'automatisme et l'informatique industrielle venant revigorer notre culture intellectuelle.

Pour les maquettes déjà réalisées à savoir celle des feux de signalisation et du compteur électronique ; nous avons pu y exécuter des programmes pour tester la conformité des modèles à nos attentes. Pour ce qui est de la chaîne de manutention, même si la maquette physique n'est pas achevée, une série de testes a été effectuée sur plaque expérimentale.

Cependant pour les maquettes de chaîne d'acquisition, malgré le fait qu'on s'est appuyé sur des démarches justifiées, l'étude reste théorique. Cela sous-entend qu'il faudrait les tester sur modèles physiques avant de retenir les formules définitives. Encore que tout système a nécessairement des imperfections. Donc convenons qu'à l'évidence même, un œil neuf pourrait bel et bien apporter des améliorations sur les différents modèles théoriques proposés. Ce qui nous mène aux recommandations.

⚡ Du moment que le banc est inachevé ; il serait bien par suite que l'on puisse, dans le cadre d'une étude procéder à une révision générale du banc. Ceci dans le but d'obtenir un modèle physique définitif.

⚡ Certes ces deux disciplines vont de paire, mais ne sauraient évoluer sans l'asservissement linéaire, d'où la pertinence d'essayer d'y intégrer l'automatique.

⚡ Les mêmes maquettes du banc peuvent être utilisées dans un autre banc où le modèle aura 4 μC , donc 4 postes indépendants (4 groupe d'étudiant en même temps). La seule différence est que c'est plus coûteux. Cependant au cas où on voudrait équiper des salles de TP, on gagnerait en encombrement et en investissement globale.

ANNEXES :

Annexe 1 :

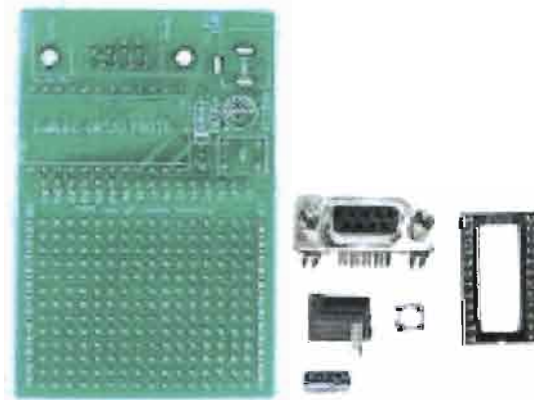
Annexe 1.1 : tableau de description des 24 broches du CB220 [3]

PIN	NOM	E/S	Bloc Port	Description
1	SOUT	Sortie		Téléchargement série (sortie)
2	SOUT	Entrée		Téléchargement série (entrée)
3	ATN	Entrée		Téléchargement série (entrée)
4	VSS	Alim.		Masse
5	P0	E/S		ADC0/ SPI SS
6	P1	E/S		ADC1/ SPI SCK
7	P2	E/S		ADC2/ SPI MOSI
8	P3	E/S		ADC3/ SPI MISO
9	P4	E/S		ADC4
10	P5	E/S		PWM0/ADC5
11	P6	E/S		PWM1/ADC6
12	P7	E/S		PWM2/ADC7
13	P8	E/S		SCL (cers module CUNET)
14	P9	E/S		SDA (cers module CUNET)
15	P10	E/S		Port série 1-Niv. TTL RX/INT2
16	P11	E/S		Port série 1-Niv. TTL TX/INT3
17	P12	E/S		
18	P13	E/S		
19	P14	E/S		Compteur rapide canal 0
20	P15	E/S		Compteur rapide canal 1
21	VDD	E/S		5 V Entrée / Sortie
22	RES	Entrée		Entrée RESET (RESET sur le niveau bas
23	VSS	Entrée		Masse
24	VIN	Entrée		5.5 V à 12 V Entrée alimentation

Annexe 1.2 : les codes GRAY et DCB sur 3 bits

	DCB			GRAY		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1
2	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	0	1	0
4	1	0	0	1	1	0
5	1	0	1	1	1	1
6	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	0	0

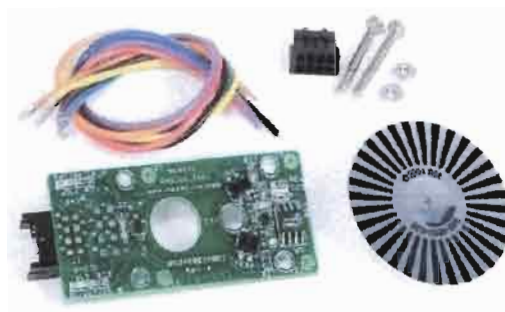
Annexe 1.3 : circuit intégré pour le CB220



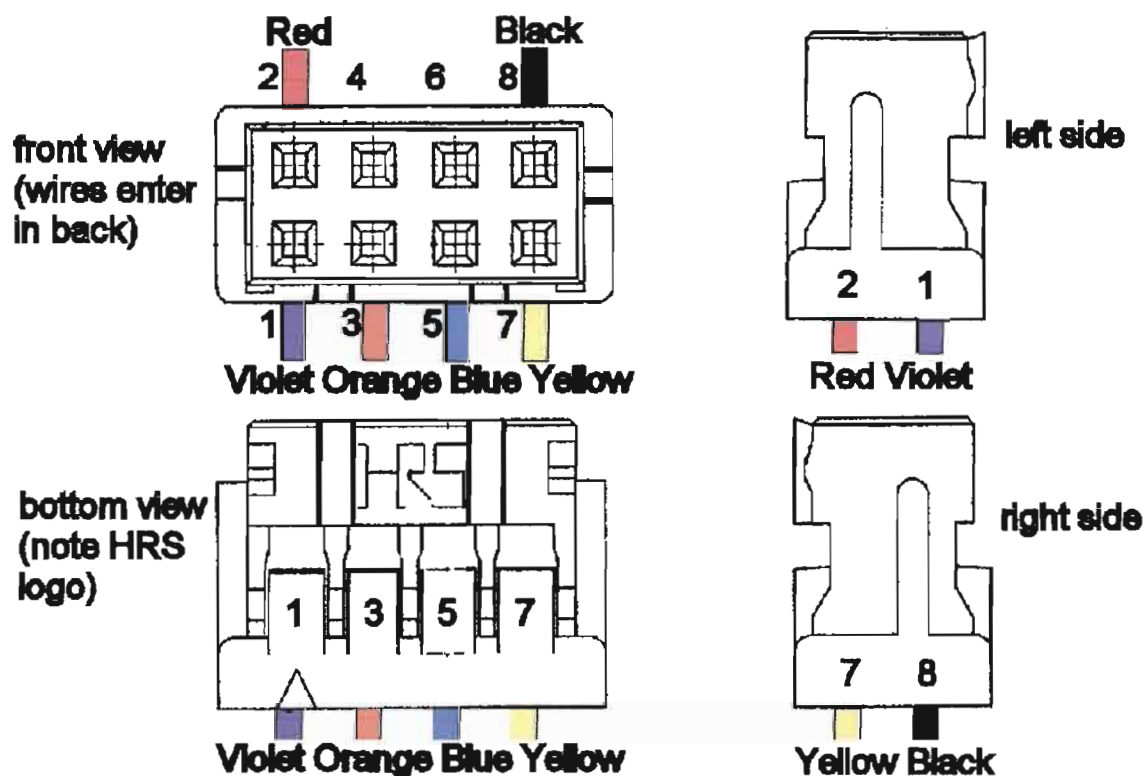
Platine CB220-PROTO [7]

Annexe 2 :

Annexe 2.1 : composant de l'encodeur incrémental :



Annexe 2.2 : Connexions des broches de l'encodeur :

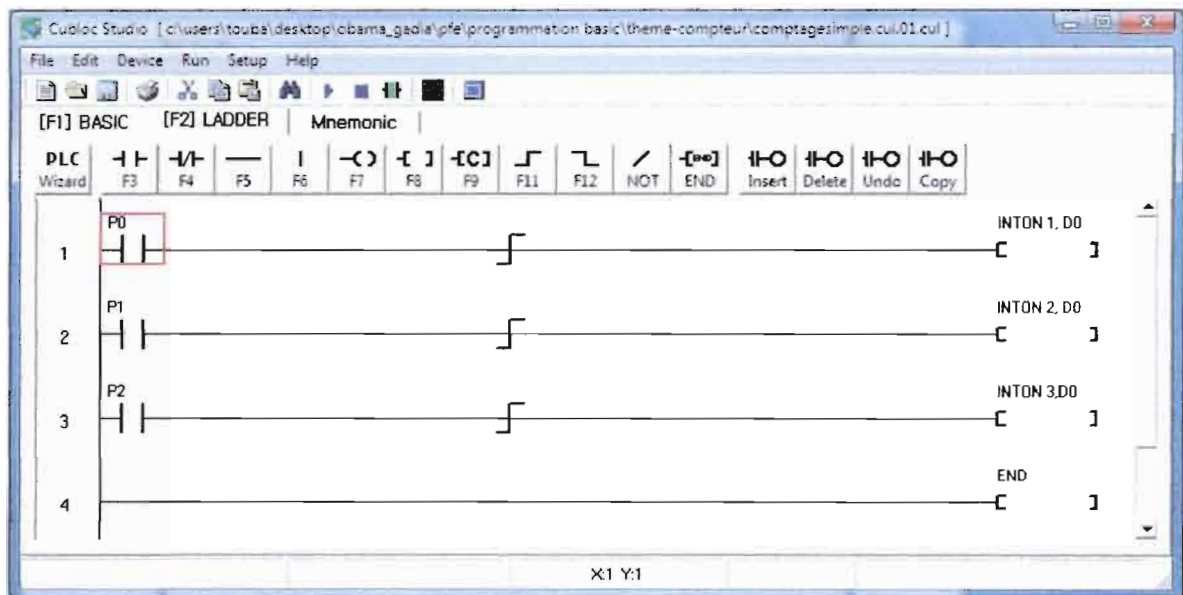


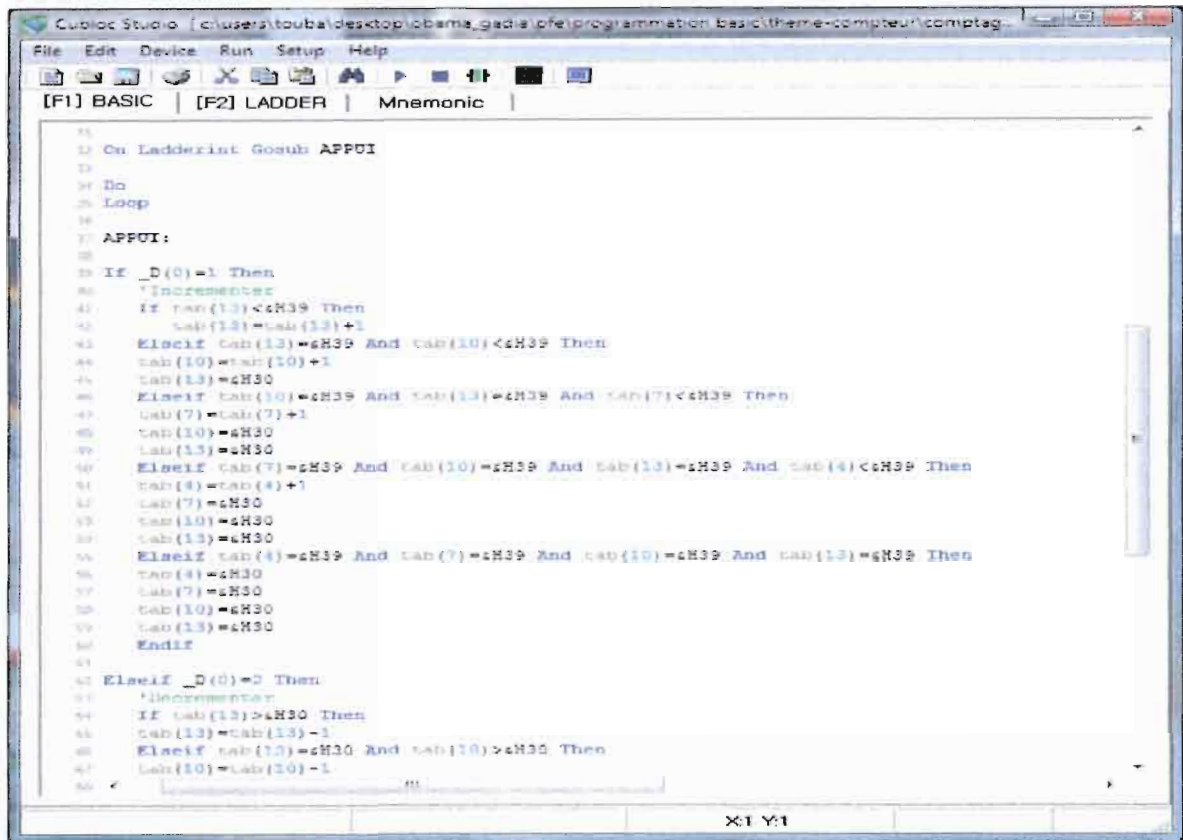
Annexe 2.3 : réalisation de la maquette de feux



Annexe 2.4 : programmes testés sur la maquette de compteur

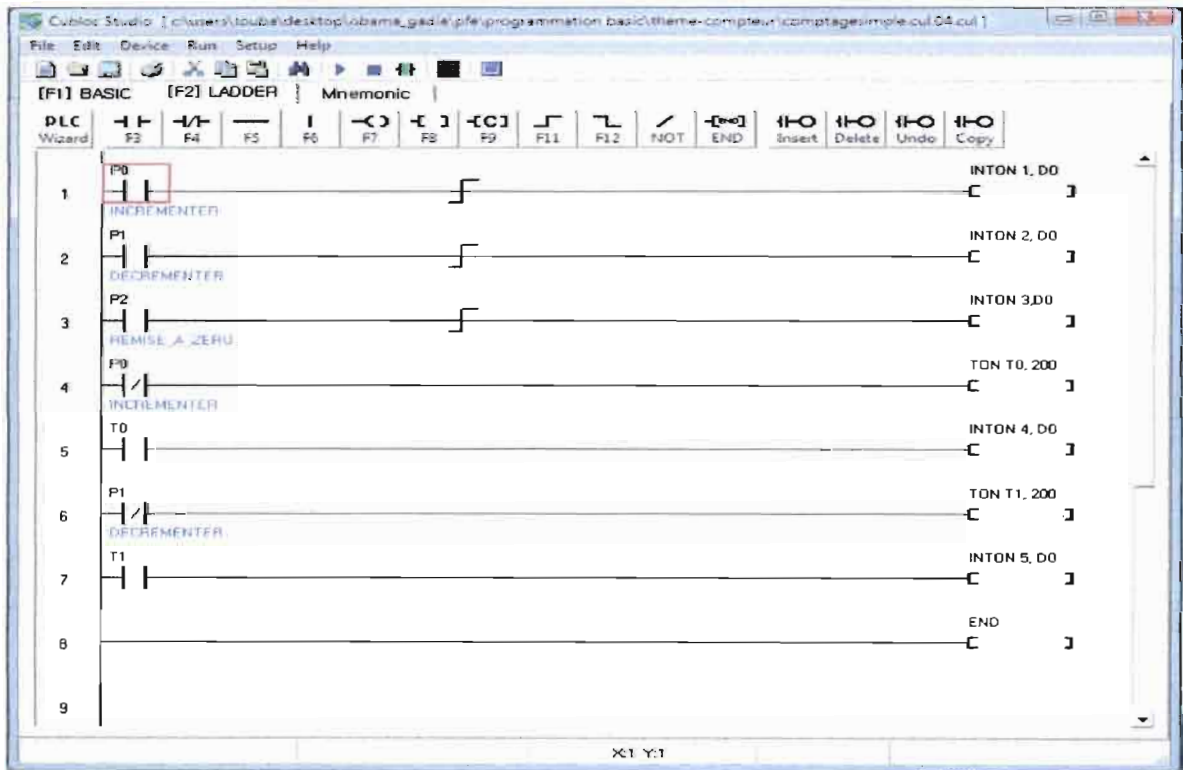
✚ Ce programme ne gère que l'appui simple et il le fait avec le langage Ladder :





```
33 On Ladderint Gosub APP01
34
35 Do
36 Loop
37
38 APP01:
39
40 IF _D(0)=1 Then
41   *Incrementer
42   IF tab(13)<=cH39 Then
43     tab(13)=tab(13)+1
44   ElseIf tab(13)=cH39 And tab(10)<=cH39 Then
45     tab(10)=tab(10)+1
46     tab(13)=cH30
47   ElseIf tab(10)=cH39 And tab(13)=cH39 And tab(7)<=cH39 Then
48     tab(7)=tab(7)+1
49     tab(10)=cH30
50     tab(13)=cH30
51   ElseIf tab(7)=cH39 And tab(10)=cH39 And tab(13)=cH39 And tab(4)<=cH39 Then
52     tab(4)=tab(4)+1
53     tab(7)=cH30
54     tab(10)=cH30
55     tab(13)=cH30
56   ElseIf tab(4)=cH39 And tab(7)=cH39 And tab(10)=cH39 And tab(13)=cH39 Then
57     tab(4)=cH30
58     tab(7)=cH30
59     tab(10)=cH30
60     tab(13)=cH30
61   EndIf
62
63 ElseIf _D(0)=2 Then
64   *Decrementer
65   IF tab(13)>=cH30 Then
66     tab(13)=tab(13)-1
67   ElseIf tab(13)=cH30 And tab(10)>=cH30 Then
68     tab(10)=tab(10)-1
```

↓ Un programme capable de détecter les appuis longs l'état des entrées est toujours lu dans la partie Ladder :



↓ Programme de test de la maquette de feux de signalisation :

C'est pour vérifier si effectivement on pouvait agir sur chaque voyant de la maquette.

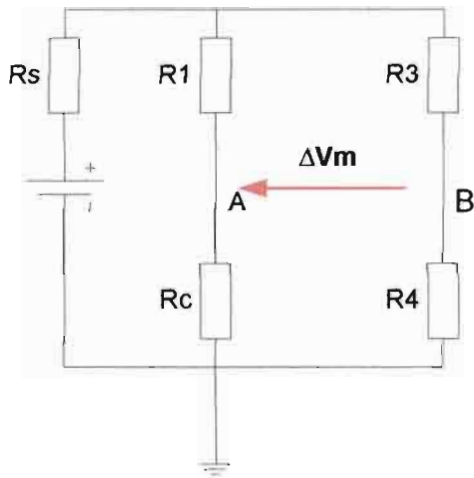
```

Cubloc Studio [c:\leg\pfe\programmation basic\theme-feu\feu1.cul ]
File Edit Device Run Setup Help
[F1] BASIC | [F2] LADDER | Mnemonic |
16 Usepin 11,Out.
17
18 Usepin 12,Out.
19 Usepin 13,Out.
20 Usepin 14,Out.
21 Usepin 15,Out.
22
23 Do
24   Do
25     P5 = High
26     P3 = High
27     P7 = High
28     P15 = High
29     Delay 200
30     Loop
31
32   Do
33     P5 = High
34     P3 = High
35     P7 = High
36     P15 = High
37     Delay 200
38     Loop
39
40   Do
41     P13 = High
42     P3 = High
43     P7 = High
44     P15 = High
45     Delay 200
46   Loop
47

```


Annexe 3 :

Annexe 3.1 : explication formule



Les résistances sont choisies pour que le potentiel au point B soit égal à V_{m0} ; le potentiel en A étant à cause de la composante additionnelle (indésirable) de $\Delta V_m + V_{m0}$, la tension mesurée entre A et B est égale à :

$$\Delta V_m + V_{m0} - V_{m0} = \Delta V_m$$

La condition pour que le potentiel en B soit égal à V_{m0} est :

$$R1 \times R4 = R3 \times Rc$$

C'est la condition d'équilibre du pont de Wheatstone constitué par le double potentiomètre.

Annexe 3.2 : image du CTN10K2% et du CTN10K

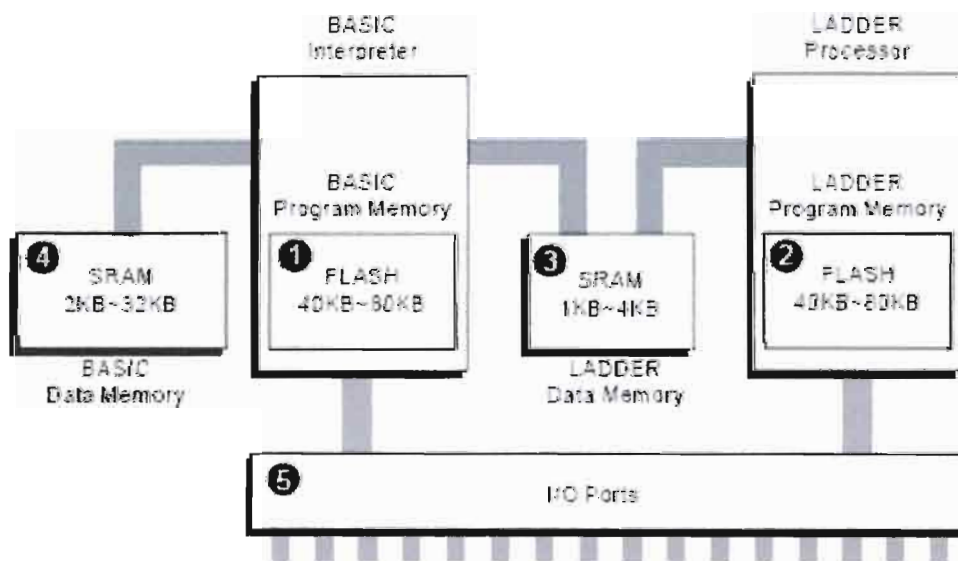


Annexe 3.2 : circuit intégré LM747



- Brochage du circuit intégré LM 747.

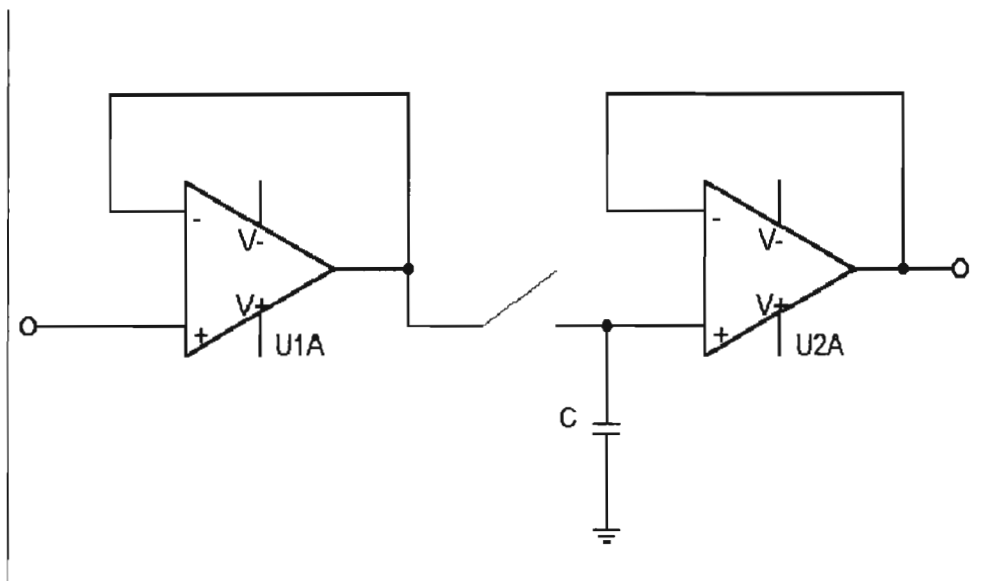
Annexe 3.3 : structure interne des cublocs



L'interpréteur Basic dispose d'une mémoire flash dédiée aux programmes Basic. Le processeur de gestion du Ladder dispose également sa mémoire flash pour l'exécution du Ladder. Les E/S peuvent être partagées librement entre les programmes Basic et Ladder. La mémoire de données du Basic ne pourra être accédée que par l'interpréteur Basic tandis que la mémoire des données du Ladder pourra être accédée à la fois par l'interpréteur basic comme par le processeur Ladder. Les deux langages se partage la même mémoire flash.

Annexe 3.4 : Constitution de l'E/B

De manière à s'affranchir de l'environnement amont et aval de l'E/B, on dispose en entrée et en sortie de l'E/B deux suiveurs :



Mais l'utilisation d'AOP introduit des problèmes d'offset qui peuvent être compensés par une rétroaction de la sortie sur l'entrée

Annexe 3.5 : Capteur CTN10k :



Bibliographie

[1] Georges Asch et collaborateurs

« *Les capteurs en instrumentation industrielle* », Edition DUNOD, 6^{ème} édition ,2003

[2] Burkhard Kainka traduit par Jean-Chirstophe Vieillard; « *Expériences d'électronique avec mon PC* » ; PUBLITRONIC / ELEKTOR; 2001

[3] COMFILE TECHNOLOGY; « *Manuel d'utilisateur Version 2.5.0, 2005 07.25.05* »; Comfile Technology Inc; Manual Version 0.5.0, 2005 07.25.05.

[4] Daour Sene; « *Notes de cours Automatismes* » ; Ecole Polytechnique de Thiès, 2007/2008.

[5] Yann Morere ; « *Cours de logique et D'APIS* » ; D.E.U.G. STPI ; Année universitaire 2002/2003

[6] Salam Sawadogo ; « *Notes de cours Informatique Industrielle* » ; Ecole Polytechnique de Thiès, 2008 /2009.

Webographie

[7] www.lextronic.fr

[8] www.gotronic.fr

[9] www.wikipedia.org

[10] www.datasheetcatalog.net

[11] www.talema-nuvotem.com