

REPUBLIQUE DU SENEGAL

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Gm. 0494

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
Centre de THIES

DEPARTEMENT GENIE ELECTROMECHANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

Titre :

« Diagnostic de dysfonctionnement et amélioration de la disponibilité d'un système de commande par automate programmable industriel Allen Bradley »

Auteur : Atife DIOUF

Directeur interne : Gaskel GNING, Prof.

Directeur externe : Cheikh Tidiane Sarr

Juillet 2007

DEDICACES

Je dédie ce travail à Diaga Gackou, mon oncle à qui je dois mes études

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, de par leurs actes ou leurs conseils, ont contribué à la réalisation de ce projet.

Nous tenons à remercier en particulier :

- Notre Directeur interne, M. Gaskel GNING, Enseignant au département génie électromécanique de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Thiès pour sa grande disponibilité, ses conseils avisés et surtout pour la proposition du sujet ;
- Notre Directeur externe M. Cheikh Tidiane Sarr, Technicien supérieur - Responsable du service maintenance de la S.S.P.A, pour sa collaboration et pour nous avoir permis d'avoir les données nécessaires pour l'étude de ce projet;
- Tout le corps professoral de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Thiès ;
- Toute la promotion 2006-2007 de l'ESP Thiès et tous ceux qui nous ont soutenu, conseillé et encouragé tout au long de ce projet de fin d'études.

Nous vous réitérons notre profonde gratitude.

SOMMAIRE

Le but de ce travail était de faire le diagnostic et d'améliorer la disponibilité d'un système piloté par l'automate programmable industriel Allen Bradley.

Le diagnostic a été appliqué sur les circuits de puissance et de commande d'un système à injection des matières thermoplastiques au sein de la Société Sénégalaise des Plastiques Africaines (S.S.P.A.). Ainsi Le fonctionnement des presses à injection fut étudié. Le choix et dimensionnement des composants électroniques comme les amplificateurs opérationnels, les multiplexeurs ainsi que la programmation des microcontrôleurs du type PIC ont été effectués.

Des modélisations mathématiques et numériques ainsi que des simulations numériques furent les principales méthodes utilisées. Ces méthodes ont permis d'aboutir à une automatisation du diagnostic du système à injection.

La complexité et la précision avec les quelles doivent opérer les systèmes automatisés industriels imposent une révision régulière en vu de conserver la qualité de la production. Pour avoir un bon rapport qualité sur coût, une réduction de la durée des ruptures de la production est une solution non négligeable.

Mots-clés : diagnostic – automate – injection – production

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	I
REMERCIEMENTS.....	II
SOMMAIRE.....	III
TABLE DES MATIERES.....	IV
LISTE DES ANNEXES.....	VI
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
INTRODUCTION.....	1
1 ETUDE FONCTIONNELLE DU SYSTEME A INJECTION	2
1.1 GENERALITE SUR LA MISE EN ŒUVRE DES MATIERES PLASTIQUES	2
1.1.1 MOULAGE PAR INJECTION.....	3
1.1.2 MATERIELS UTILISES DANS L'INJECTION	3
1.1.2.1 Presses à injection.....	4
1.1.2.2 Dispositif d'injection.....	5
1.1.2.3 Les moules	6
1.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME A INJECTION	6
1.2.1 ANALYSE DU RESEAU ELECTRIQUE	7
1.2.1.1 Le circuit de puissance de tension 400V alternative.....	7
1.2.1.2 Le circuit de puissance de tension alternative 230V	8
1.2.1.3 Le circuit de commande de tension alternative 24V.....	9
1.2.1.4 Le circuit de commande de tension continue 24V.....	11
1.2.2 DESCRIPTION DES FONCTIONS ESSENTIELLES DU SYSTEME.....	19
1.2.2.1 Conditionnement en température des moules	19
1.2.2.2 Ouverture et fermeture des moules	20
1.2.2.3 Dispositif de plastification et d'injection	20
1.2.3 ANALYSE DE LA SITUATION	20
2 CONCEPTION D'UNE CARTE DE DIAGNOSTIC.....	21
2.1 CAHIER DES CHARGES	21
2.2 STRUCTURE DE LA CARTE	21
2.3 CHOIX ET DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS DE LA CARTE	22
2.3.1 LES CAPTEURS	22

2.3.1.1	L'acquisition de données au niveau des basses tensions.....	23
2.3.1.1.1	Modélisation du transformateur d'intensité.....	23
2.3.1.1.2	Emplacement des transformateurs d'intensité.....	29
2.3.1.2	L'acquisition de données au niveau de la faible tension.....	30
2.3.2	L'INDEXAGE.....	32
2.3.2.1	Dimensionnement du filtre.....	35
2.3.2.2	Dimensionnement du redresseur amplificateur.....	37
2.3.3	L'INTERFACE D'AFFICHAGE.....	40
2.3.3.1	Principe de fonctionnement et câblage du LCD.....	40
2.3.4	LE MICROCONTROLEUR.....	41
2.3.4.1	Commande du microcontrôleur.....	42
2.3.4.2	Affichage.....	42
2.3.4.3	Multiplexeurs.....	42
2.3.5	LA SOURCE D'ALIMENTATION DE LA CARTE.....	44
2.3.5.1	Bilan énergétique.....	44
2.3.5.2	Dimensionnement du redresseur stabilisateur.....	45
2.3.6	COUT ESTIMATIF.....	47
3	LE LOGICIEL EMBARQUE.....	48
3.1	STRUCTURE DU PROGRAMME.....	50

BIBLIOGRAPHIE

Giuseppe MONTUSCHI, Apprendre l'électronique à partir de zéro niveau 1.

Giuseppe MONTUSCHI, Apprendre l'électronique à partir de zéro niveau 2.

Laszlo MUZNAY, Injection des thermoplastiques : les presses.

Michel CHATAIN , Alexandre DOBRACZYNSKI, Injection des thermoplastiques : les moules.

BIGONOFF, PROGRAMMATION DES PICS

WEBOGRAPHIE

<http://etronics.free.fr>

<http://www.alscomposants.com>

<http://www.tavernier-c.com>

<http://jmandon.free.fr>

LISTE DES ANNEXES

Annexe1 : Le circuit électrique de la carte.....	57
Annexe2 : Le circuit électrique du programmeur.....	63
Annexe3 : Le programme du microcontrôleur.....	65

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : Méthodes de mise en œuvre des matières plastiques.....	2
Figure I-2 : Schématisation d'un système à injection.....	4
Figure I-3 : Principales configurations des presses à injection.....	5
Figure II-1 : Structure de la carte.....	22
Figure II-2 : Bobine pour la détection du passage du courant.....	23
Figure II-3 : Schématisation spatial de la variation du flux pour une section circulaire.....	24
Figure II-4 : Schématisation spatial de la variation du flux pour une section rectangulaire.....	27
Figure II-4 : Emplacement des transformateurs d'intensité sur les différentes lignes.....	29
Figure II-5 : Détection du courant dans le circuit de commande.....	31
Figure II-6 : Redresseur à diode.....	33
Figure II-7 : Redresseur amplificateur.....	33
Figure II-8 : Schéma du filtre.....	35
Figure II-9 : Spectre du filtre passe bande.....	37
Figure II-10 : Filtre connecté au Redresseur amplificateur.....	39
Figure II-11 : Résultat de simulation du schéma II-10.....	39
Figure II-12 : Extrait de la fiche technique du LCD HDD44780.....	40
Figure II-13 : Connexions du LCD.....	41
Figure II-14 : Environnement du microcontrôleur.....	42
Figure II-15 : Configuration du microcontrôleur.....	44
Figure II-16 : Structure de la source d'alimentation.....	45
Figure II-17 : Schéma du redresseur stabilisateur.....	46
Figure III.1 : Le fichier .Hex à télécharger dans le microcontrôleur.....	49
Figure III.1 : Photo du programmeur universel.....	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 400V.....	7
Tableau II : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 230V.....	9
Tableau III : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V AC.....	10
Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC.....	11
Tableau V : Relevé des valeurs de la f.é.m. pour une section circulaire.....	26
Tableau VI : Relevé des valeurs de la f.é.m. pour une section rectangulaire.....	28
Tableau VII : Relevé des valeurs de la f.é.m. pour les courants maximaux du système.....	28
Tableau VIII : Liste des conducteurs nécessitant un T.I.....	29
Tableau IX : Liste des conducteurs 24VAC.....	31
Tableau X : Liste des conducteurs 24VDC.....	32
Tableau XI : coût du montage amont.....	34
Tableau XII : coût du montage aval.....	34
Tableau XIII : Extrait de la fiche technique sur les caractéristiques du microcontrôleur.....	43
Tableau XIV : Bilan énergétique pour différents composants.....	45
Tableau XV : Coût estimatif.....	47
Tableau III.1 : listes des messages et leurs significations.....	50

INTRODUCTION

L'automatisation devient une fonction clé pour la production industrielle de nos jours. Cependant des dysfonctionnements récurrents ont été enregistrés ces derniers temps au niveau des systèmes commandés par l'automate Allen Bradley. Cette situation s'est manifestée dans la Société Sénégalaise des Plastiques Africaines (S.S.P.A) victime d'une panne de trois mois de l'un de ses presses à injection.

La fréquence élevée des défauts présentés par les systèmes de commande à base de l'automate Allen Bradley a comme inconvénient majeur de baisser la productivité industrielle.

Pour remédier à cette situation, il faut réduire le nombre de pannes mais aussi réduire surtout les temps de rupture dus aux pannes.

Ainsi, ce projet porte sur le diagnostic et l'amélioration de la disponibilité des systèmes de commande en application à un système à injection des matières thermoplastiques de la S.S.P.A.

Le diagnostic par élimination des composants du schéma de l'installation électrique de la machine sera principalement la méthodologie appliquée.

Dans un premier temps, il sera effectué l'étude générale des systèmes à injection des matières plastiques. Il s'en suit la conception d'une carte de diagnostic. Et enfin le programme permettant le traitement du diagnostic sera élaboré.

1 Etude fonctionnelle du système à injection

Le système dans lequel nous allons appliquer notre étude se trouve dans la Société Sénégalaise des Plastiques Africaines (S.S.P.A). La S.S.P.A est une société anonyme d'un capital de deux cent million de francs CFA, spécialisée dans la production des chaussures en plastique. Elle tend donc à sortir du domaine informel par des investissements dans les technologies les plus modernes.

1.1 Généralité sur la mise en œuvre des matières plastiques

Les méthodes de mise en œuvre des plastiques peuvent être classées en deux catégories selon la matière à traiter : celles qui sont réservées aux matières thermodurcissables et celles qui concernent les matières thermoplastiques. Le diagramme de la figure I-1 explicite cette classification et montre les principales méthodes dédiées à chaque variante de matière plastique.

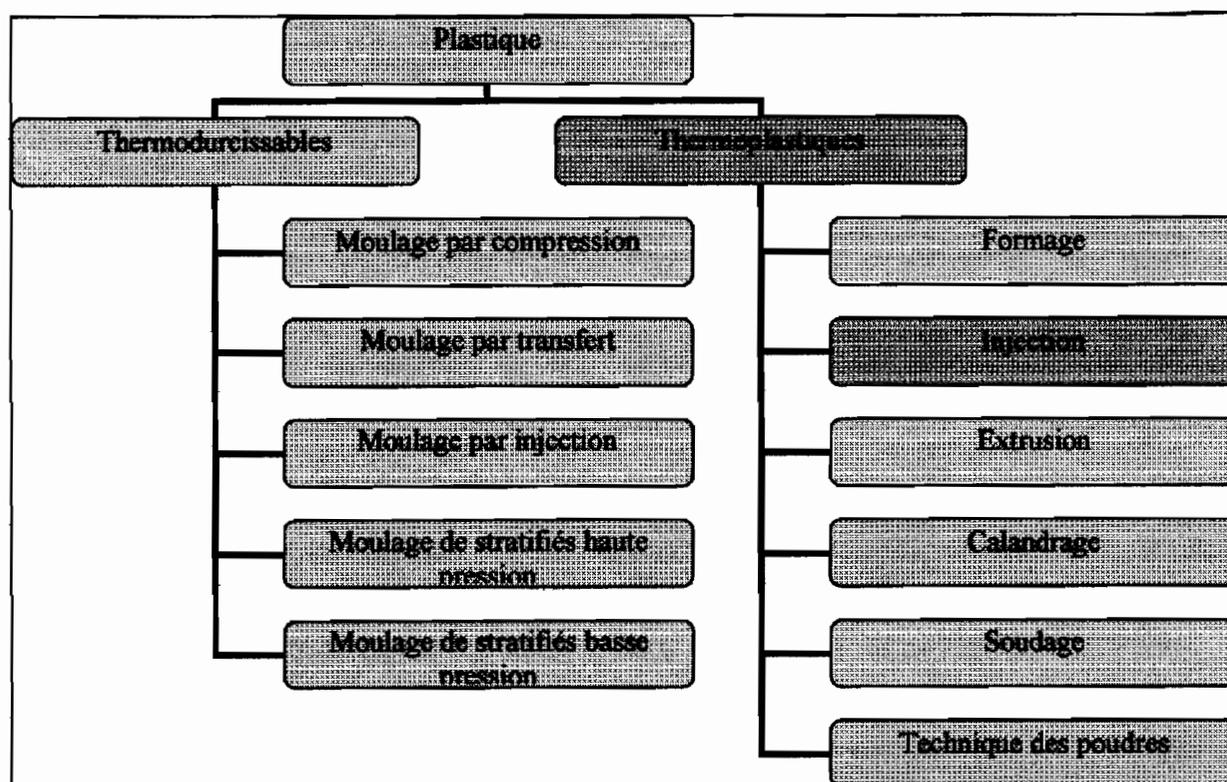


Figure I-1 : Méthodes de mise en œuvre des matières plastiques

La mise en œuvre des matières thermoplastiques est fondée sur leur thermoplasticité. Dans le cas du formage et de l'utilisation des films rétractables, les demi-produits, plaques ou films, sont chauffés et déformés à l'état caoutchoutique. Dans les opérations d'injection,

d'extrusion, de calandrage, etc., le produit est transformé dans un état visqueux ou viscoélastique. Nous allons voir en détail la technique d'injection car c'est justement la méthode qui rentre dans le cadre de notre étude.

1.1.1 Moulage par injection

L'injection est une méthode de moulage qui permet de fabriquer, en grande série, des objets dont la masse peut varier de quelques milligrammes à une trentaine de kilogrammes. Elle consiste à chauffer le matériau de façon à le transformer en un fluide plus ou moins visqueux et à le contraindre à s'écouler sous pression à l'intérieur d'un moule refroidi.

1.1.2 Matériels utilisés dans l'injection

Dans un système d'injection moderne on trouve essentiellement une presse à injection et un moule. La presse comporte un dispositif de plastification et d'injection qui est alimenté par des granulés (voir unité d'injection de la figure I-2); elle permet leur chauffage et leur homogénéisation et assure ensuite le transfert de la matière sous pression à l'intérieur du moule. Par ailleurs, un dispositif de fermeture maintient le moule verrouillé pendant l'injection et permet les manœuvres d'ouverture et de fermeture des moules ; un dispositif d'éjection de la pièce lui est associé.

D'autres organes, liés à la sécurité, au conditionnement en température du moule, à l'alimentation du dispositif de plastification, sont nécessaires pour noter une fiabilité du système.

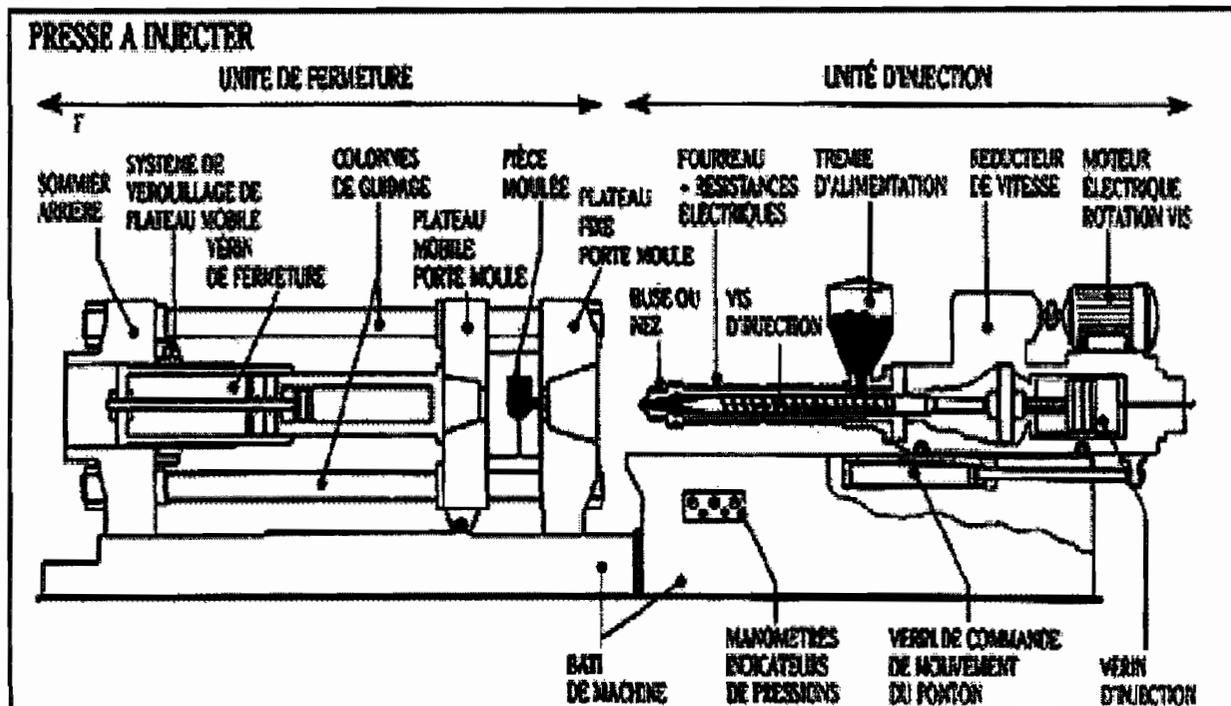


Figure I-2 : schématisation d'un système à injection

1.1.2.1 Presses à injection

La presse à injection est un dispositif d'injection permettant le conditionnement en température d'un matériau destiné au moulage.

Les presses peuvent être manuelles, semi-automatiques, entièrement automatiques ; l'emploi de ce dernier type se généralise. Leur structure doit être conçue pour supporter des efforts qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de kilo newtons. La solution la plus couramment employer consiste à utiliser deux ou quatre colonnes entretoisant des plateaux rigides. Les dispositions de verrouillage et d'injection peuvent être associées de plusieurs façons

- l'axe du dispositif d'injection peut être perpendiculaire aux plateaux, la direction de fermeture est donc coaxiale à la direction de l'injection.
- l'axe du dispositif d'injection peut être parallèle aux plateaux de la presse ; cette presse est appelée « presse d'angle ».

Dans le premier cas, les presses peuvent être horizontales ou verticales, les deux solutions sont couramment utilisées, mais on rencontre le plus souvent les presses horizontales, malgré l'augmentation de l'encombrement au sol qu'elles entraînent. Certaines presses permettent le basculement au tour d'un axe de rotation du dispositif d'injection et de fermeture, de sorte qu'elles peuvent fonctionner suivant le type de moule, en presse verticale, en presse horizontale ou en presse d'angle. Ces presses peuvent généralement être munies de deux

dispositifs d'injection pour faire des injections bicolores. Le diagramme suivant présente les principales configurations des presses hydrauliques.

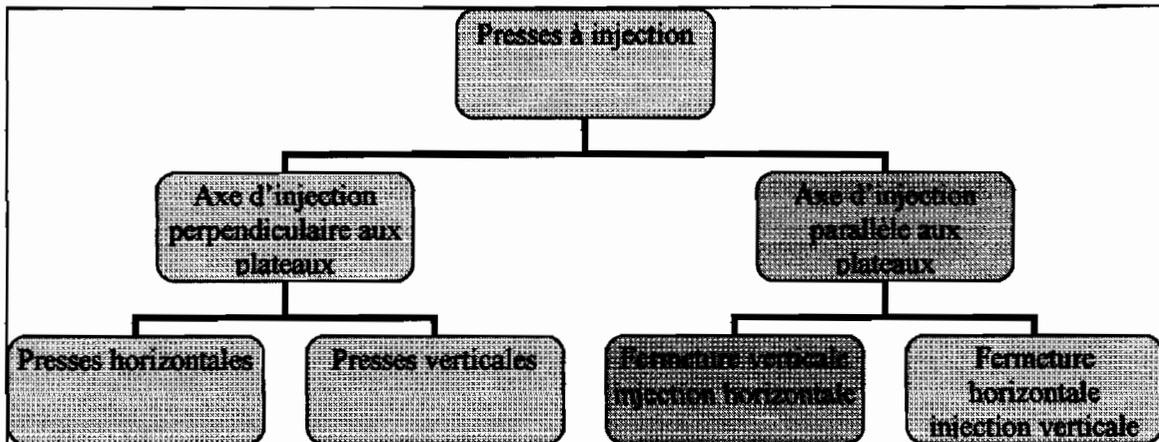


Figure I-3 : Principales configurations des presses à injection

1.1.2.2 Dispositif d'injection

Ce dispositif est chargé de transformer des granules de matière thermoplastique, préchauffées ou non, en un milieu continu viscoélastique correspondant au matériau fondu. Ce produit est ensuite chassé dans le moule au moyen d'un piston.

L'évolution de ces dispositifs est partie du temps où plastification et injection se faisaient à l'aide du même dispositif, comprenant un cylindre métallique chauffé par des colliers extérieurs et terminé à une extrémité par une buse. Une torpille était insérée à l'intérieur du cylindre afin de contraindre les granules fondus à longer les parois. Mais il fallait migrer vers d'autres techniques car avec celle-ci, les frottements des granules solides et les pertes de charges hydrauliques entraînaient une grande dépense d'énergie ; il en résultait que la pression du matériau à l'intérieur du moule était seulement les deux tiers sinon la moitié de la pression théorique appliquée sur les granules.

L'opération d'injection se déroule de la façon suivante :

- la vis tourne et la matière est transportée à l'avant de l'extrudeuse pendant que la vis recule, jusqu'à ce que la quantité de matière nécessaire au moulage de l'objet soit stockée à l'avant de la vis. Un réglage du recul de la vis permet de contrôler ce résultat automatiquement.
- le dispositif d'injection est alors mis en contact avec le moule verrouillé et le vérin hydraulique qui est situé en bout de vis pousse cette dernière ; le dispositif de

fermeture de la buse s'ouvre, la vis avance et injecte le produit fondu, le clapet anti-retour se fermant automatiquement pendant l'injection.

1.1.2.3 Les moules

Les moules sont des éléments servant à la formation d'autres éléments par les techniques de moulage. Les moules contiennent la forme de l'objet que l'on désire obtenir, on y coule un matériau sous forme liquide et souvent en haute température.

La régulation de température des empreintes est obtenue grâce au fluide caloporteur circulant dans les canaux du moule. Ce système permet aussi bien de refroidir que de chauffer l'outillage. Le chauffage électrique n'est utilisé que pour maintenir la température des distributeurs dans les moules à canaux chauds.

Toutefois la recherche d'un automatisme plus poussé ou d'une plus grande productivité a conduit les mouleurs à faire appel à un matériel périphérique d'introduction plus récente qui peut être classé dans trois catégories :

- matériel de robotique, conçu pour le chargement et le déchargement des moules ;
- matériel de traitement des pièces injectées : dispositifs de décarottage, de triage pièce carotte, de comptage et de stockage automatique, convoyeurs et tapis transporteurs... ;
- matériel de montage, connexion, démontage et stockage des moules.

1.2 Principe de fonctionnement du système à injection

La machine que nous allons diagnostiquer répond aux principes décrits dans les généralités.

Ainsi elle se range dans la classe des systèmes appliquant la technique d'injection des matières thermoplastiques. L'axe d'injection horizontale est parallèle aux plateaux à fermeture verticale. Il est constitué d'un dispositif d'injection à vis, monté sur un chariot, qui alimente six (6) moules. En effet le système comporte six postes de moulage. Selon le mode de marche sélectionné (manuel ou automatique), le chariot se translate horizontalement pour positionner le dispositif d'injection devant le poste qui subira le prochain chargement.

En mode manuel, l'opérateur coordonne le processus à partir d'un pupitre situé sur chaque poste. En mode automatique le système était entièrement piloté par un automate programmable Allen Bradley. Il faut toutefois préciser que l'automate Allen Bradley a été remplacé par TSX17.

L'étude fait appel au domaine purement électrique. Ainsi, les détails et les diagnostics liés aux éléments mécaniques sortent du cadre de ce travail.

1.2.1 Analyse du réseau électrique

L'architecture de la distribution de la machine est du type radial arborescent. On y retrouve essentiellement 3 tensions alternatives : 400V, 230V 24V, et une tension continue de 24 V

1.2.1.1 Le circuit de puissance de tension 400V alternative

La tension 400V constitue le circuit d'alimentation des aspirateurs d'injecteur pour une puissance de 1kW , le chauffage au niveau des moules et du dispositif de plastification , la réfrigération , ainsi que des refroidisseurs de l'injecteur. La réfrigération à pour rôle d'atténuer l'effet de la température vis-à-vis des pièces mécaniques tels que les roulements. Le tableau I donne la liste des composants alimentés avec une tension alternative de 400V.

Tableau I : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 400V

Récepteurs	Références	Mise en service	Protections	Commandes
Matériel d'aspirateur d'injecteur 1kw	X1.1	Disjoncteur tripolaire à relais thermiques QF1.1A	thermique QF1.1A 1.6-2.5A	
Chauffage des moules supérieurs et inférieurs	E9.i (i =1 à 2 pour chaque poste)	Disjoncteur différentiel QF9.32	Fusible FU441..	Contacteur KM9.32 optocoupleur KV9.i
Chauffage de l'injecteur	E1.i (i=1 à 5)	Disjoncteur différentiel QF1.13	Fusible FU211 à 224	Optocoupleur KV1.ih
Refroidisseur de l'injection Zone1	M1.1r	Disjoncteur différentiel QF1.1r	relais thermiques FF1.1r	Contacteur KM1.1r

Tableau I : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 400V (suite)

Récepteurs	Références	Mise en service	Protections	Commandes
Refroidisseur de l'injection Zone2	M1.2r	Disjoncteur différentiel QF1.1r	relais thermiques FF1.2r	Contacteur KM1.2r
Refroidisseur de l'injection Zone3	M1.3r	Disjoncteur différentiel QF3.4r	relais thermiques FF1.3r	Contacteur KM1.3r
Refroidisseur de l'injection Zone4	M1.4r	Disjoncteur différentiel QF3.4r	relais thermiques FF1.4r	Contacteur KM1.4r

1.2.1.2 Le circuit de puissance de tension alternative 230V

Le réseau 230V est alimenté par un transformateur T3 de 5000VA 480/230V. Ce transformateur est relié aux phases 1L1 et 1L2 par l'intermédiaire d'un disjoncteur différentiel QF0.2 9-14A. Les récepteurs de cette tension se connectent à la source par un disjoncteur différentiel QF0.6. Le tableau II regroupe l'ensemble des récepteurs de tension 230V avec les références des fusibles de protection ainsi que les organes intervenant à leur mise en service. La tension de valeur efficace 230V sert à alimenter l'éclairage, les prises, le cabinet de ventilation, le voltmètre et l'ampèremètre qui détectent la puissance fournie par le secteur, et le circuit de référence ABB – ETS7/R.

Tableau II : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 230V

Récepteurs	Références	Protections	Commandes
Voltmètre - ampèremètre	PV0.1 PA0.1	Fusible FU4.2	
Ventilateurs du cabinet	EV0.1 EV0.2		
Ventilateur de redresseur	EV0.3		
Prise d'alimentation du cabinet	X0.1	FU51	
Lampe cabinet	EH0.1		Interrupteur de position à ouverture SQ0.1
Cabinet	EH0.2		Interrupteur de position à ouverture SQ0.2
	ABB – ETS7/R	FU52	

1.2.1.3 Le circuit de commande de tension alternative 24V

La bobine KM0.1 qui permet de mettre en service les électrovannes grâce à ses contacts, est alimentée par une tension 24V alternative. Cette tension est obtenue grâce à un transformateur monophasé T1 de 2 kVA relié aux lignes 1L1 et 1L2 par un disjoncteur différentiel QF0.3. Cette même tension alimente des GEFRAN 40T 72300RDR09 référencés PT9. chacun de ces éléments comporte un thermocouple, un afficheur 7 segments ainsi qu'un clavier. C'est à l'aide de ce clavier que la température des moules est pré réglée. Le chauffage à ce niveau est commandé par les bobines KM9.32 et KA0.6. Chaque moule inférieur ou supérieur est équipé de cet ensemble. Voir tableau III pour le reste des récepteurs 24V AC.

Tableau III : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V AC

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Sirène	HH0.1	Fusible FU6.1	Contact à fermeture KA0.4	Sortie Q2.11
Bobine de contacteur pour l'alimentation du chauffage des moules	KM9.32	FU6.3 FU941	Contact à fermeture KA0.6	
Bobine de relais	KA0.6	FU6.3 FU942	Contact à fermeture KA0.3 et (bouton rotatif contact à fermeture SA9.32 ou ABB)	
Bobine de contacteur	KM0.1	FU6.3	Contact à fermeture KA0.1 et bouton poussoir à ouverture SB0.2 et (bouton rotatif à trois positions SA8.19 et bouton poussoir à fermeture SB0.1 ou contact à fermeture auxiliaire KM0.1)	
Transformateur 50VA 24/24V	T4	FU6.4	Contacteur à fermeture KA0.3 et bouton rotatif SA1.13	Alimente les afficheurs des zones de chauffages de l'injecteur
Bobine de relais	KA0.3	FU6.5	Contact à fermeture (réfrigération valide)	
Signal d'urgence	SB00	FU6.5	KA0.1	

1.2.1.4 Le circuit de commande de tension continue 24V

Pour obtenir le circuit de commande à 24V continue, un transformateur T2 400v/19v 3000VA est relié aux 3 phases 1L1 1L2 et 1L3 par un disjoncteur différentiel QF0.4. La tension réduite est redressée par un pont de Graëtz VM0.1 120A, puis lissée par 4 condensateurs électrolytiques en parallèle (C1 à C4) de 10µF chacun. Ce circuit alimente aussi les entrées logiques et les alimentateurs analogiques du PLC (Programmable Logic Controller) comme le détaille le tableau IV.

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Ventilateur		FU79 FU18.1		
Moteur injecteur	U8.1	FU79		Broche 9 U8.1
Alimentateur	AN0.2	FU79		Entrées analogiques du PLC
	AN0.6	FU79		
	AN0.4	FU79		
	AN0.5	FU79		
	KA0.1	FU78 FU1001	($\overline{SQ77.0}$ et $\overline{SB77.0}$ $\overline{SB77.0}$ $\overline{SB77.1}$ $\overline{SB77.2}$ $\overline{SB77.3}$ $\overline{SB77.4}$ $\overline{SB77.5}$ $\overline{SB77.6}$) et (SB0.0 ou KA0.1)	Urgence
Signalisation blanche	VH1.1r	FU78	KM1.1r	Ventilo zone1 en marche

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Signalisation jaune	VH1.1P	FU78	FF1.1r (relais thermique)	Coupure par relais thermique
Signalisation blanche	VH1.2r	FU78	KM1.2r	
Signalisation jaune	VH1.2P	FU78	FF1.2r	
Signalisation blanche	VH1.3r	FU78	KM1.3r	
Signalisation jaune	VH1.3P	FU78	FF1.3r	
Signalisation blanche	VH1.4r	FU78	KM1.4r	
Signalisation jaune	VH1.4P	FU78	FF1.4r	
Signalisation orange	VH1.13p	FU78	$\overline{\text{QF1.13}}$	
Entrée PLC	I1.18	FU77	KM7.1 et KM0.1	
Accumulateur	YV7.3	FU77 FU301		
Alimentation bloc de sortie	2A broche 3	FU77 FU322		
Alimentation bloc de sortie	2B	FU77 FU341		
	KA0.2	FU76	BP7.1 et KA7.1	

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Signalisation jaune	VH13.1	FU76	$\overline{KA7.1}$	
Signalisation jaune	VH13.2	FU76	$\overline{BP7.1}$	
Signalisation jaune	VH13.3	FU76	$\overline{BT7.1}$	
Réfrigération huile	YV7.1	FU76	BT7.2	
Signalisation jaune	VH13.4	FU76	BP7.2 ou BP7.3	
Entrée PLC	I1.13	FU76	$\overline{BT7.1}$	
Entrée PLC	I1.0	FU76		
Entrée PLC LED rouge	I1.2 VH1.6	FU76	SQ1.6	
Entrée PLC LED verte	I1.6 VH1.9	FU76	SQ1.9	
Entrée PLC LED verte	I1.7 VH1.2	FU76	SQ1.2	
Entrée PLC	I1.12	FU76	SA0.4	démarrage
Entrée PLC	I1.13	FU76	$\overline{SA0.4}$	arrêt
E/S PLC Entrée PLC	DI04 I1.26	FU76	$\overline{SQ8.21}$	Fin de course En position
E/S PLC Entrée PLC	DI05 I1.27	FU76	$\overline{SQ8.22}$	
Broche PT1.5	10	FU76		
Entrée PLC	I1.16	FU76	$\overline{BP7.6}$	
Entrée PLC	I1.17	FU76	BP7.7	
Alimentation bloc de sortie	2A broche 1	FU73 FU75 FU321	KM0.1	

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Entrée PLC	I1.8	FU73 FU74	KM0.1 SA1.5 position1	Injection auto
Entrée PLC	I1.9	FU73 FU74	KM0.1 SA1.5 position2	Injection manuelle
Entrée PLC	I1.10	FU73 FU74	KM0.1 SB8.25	
Entrée PLC	I1.14	FU73 FU74	KM0.1 SA8.19 position1	mode auto du transport de l'injecteur
Entrée PLC	I1.15	FU73 FU74	KM0.1 SA8.19 position2	mode man du transport de l'injecteur
Entrée PLC	I1.3	FU73 FU74	KM0.1 KA0.1	Machine non en sécurité
Entrée PLC	I1.4	FU73 FU74	KM0.1 KM9.4	Pompe à vide
Entrée PLC	I1.5	FU73 FU74	KM0.1 KM1.3 KM1.1	Pompe injection 1 en marche
Station 2 à 6		FU73 (FU72B à FU72F)	KM0.1	
Entrée PLC	I6	FU73 FU72A FU453	KM0.1 SQ77.34	Porte moule fermée st1
Entrée PLC	I7	FU73 FU72A FU453	KM0.1 SQ77.34 <u>SQ77.35</u>	Porte moule fermée st2

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Fermeture porte	YV9.20	FU73 FU72A FU453	KM0.1 SQ77.34 <u>SQ77.35</u> KA9.2V	KA9.2V excité par la sortie Q1
Porte en fermeture	YV9.20	FU73 FU72A FU453	KM0.1 SQ77.34 <u>SQ77.35</u> KA9.2V	KA9.2V excité par la sortie Q17
Ouverture porte	YV9.14	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.1V	Sortie Q0
Dégazage	YV9.33	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.1A	Sortie Q2
Haute pression après fermeture	YV9.34	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.2A	Sortie Q3
Verrou en fermeture	YV9.3	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.3	Sortie Q4
Activation pompe à vide	YV9.4	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.4	Sortie Q5
Ouverture garde	YV77.26	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.5	Sortie Q6
Fermeture garde	YV77.26	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.6	Sortie Q7

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Ouverture porte	YV9.14	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.1V	Sortie Q16
Dégazage	YV9.33	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.1A	Sortie Q18
Haute pression après fermeture	YV9.34	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.2A	Sortie Q19
Verrou en fermeture	YV9.3	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.3	Sortie Q20
Activation pompe à vide	YV9.4	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.4	Sortie Q21
Ouverture garde	YV9.5	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.5	Sortie Q22
Fermeture garde	YV9.5v	FU73 FU72A FU453	KM0.1 KA9.6	Sortie Q23
Entrée PLC (fonction auxiliaire)	I10	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SB9.0	
Entrée PLC (garde mobile O/F)	I12	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SB77.26	
Entrée PLC (fermer moule)	I13	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SB9.20	

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Entrée PLC (ouvrir moule)	I14	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SB9.14	
Entrée PLC (purge)	I16	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SA1.15 position 2	
Entrée PLC (manuel/fin injection)	I17	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SB1.3	
Entrée PLC (transport jog gauche)	I18	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SA8.26 positon 1	
Entrée PLC (transport jog droite)	I20	FU73 FU72A FU451	KM0.1 SA8.26 positon 2	
Alimentation bloc de sortie	ROW 2	FU73 FU72A FU451	KM0.1	
Bloc afficheur thermocouple des moules	PT9.1 (inf) PT9.2 (sup)	FU73 FU71 FU43.1	KA0.6 SA9.30	
Bloc afficheur pression des moules	PP9.1	FU73 FU71 FU43.1	KA0.6 SA9.30	
Entrée PLC (Chauffage en cour)	I8	FU73 FU71 FU452	SA9.30	
Entrée PLC (Injecteur valide)	I11	FU73 FU71 FU452	SA9.19	

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Sécurité porte moule	KA77.38	FU73 FU71 FU452	SQ77.38	Fermeture de SQ77.38 court-circuite KA77.38
Entrée PLC (dispositif mécanique de retenue de couvercle entrée)	I0	FU73 FU71 FU452	$\overline{\text{SQ9.12}}$	
Entrée PLC (dispositif mécanique de retenue de couvercle sortie)	I1	FU73 FU71 FU452	SQ9.12	
Entrée PLC (bord sensible non pressé)	I2	FU73 FU71 FU452	KA77.38	
Entrée PLC (limite sup press)	I3	FU73 FU71 FU452	$\overline{\text{SQ9.5}}$	
Entrée PLC (ouvrir couvercle)	I4	FU73 FU71 FU452	SQ9.14	
Entrée PLC (Interrupteur vide)	I5	FU73 FU71 FU452	$\overline{\text{BP9.1}}$	
Verrou en fermeture	YV9.3	FU71 FU73 FU452	SA9.22 position 1	

Tableau IV : Liste des récepteurs alimentés par la tension de 24V DC (suite)

Récepteurs	Références	Protections	Commandes	Commentaires
Activation pompe à vide	YV9.4	FU71 FU73 FU452	SA9.22 position 2	
Alimentation PLC		FU76	SA0.3	
Bloc entrées plc	L+	FU76 FU710 FU49.1		
Bloc sorties plc	L+	FU76 FU710 FU54.1		
	AN9.2	FU76 FU710		
	AN9.3	FU76 FU710		
Entrée plc moule	Row1 station 3	FU76 FU710 FU58.1		

1.2.2 Description des fonctions essentielles du système

1.2.2.1 Conditionnement en température des moules

Le chauffage des moules supérieurs et inférieurs de chaque station est obtenu grâce aux éléments chauffants référencés E9.1 pour le moule inférieur et E9.2 pour le moule supérieur, chacun ayant une puissance de 2,8 kW. Pour que ces éléments puissent être alimentés, il faut que la réfrigération soit valide. Ceci excite la bobine KA0.3 fermant donc l'interrupteur KA0.3 pour valider le bouton rotatif SA9.32 et ABB - ETS7/R. La fermeture de SA9.32 excite la bobine KA0.6 qui ferme les contacts auxiliaires KA0.6 pour alimenter la bobine KM9.32. Cette dernière action ferme les contacteurs tripolaires permettant la disposition d'une de 400v aux bornes d'E9.1 et E9.2 si le disjoncteur différentiel QF9.32 est fermé. Mais

pas exactement aux bornes des éléments chauffants, plutôt devant des photos coupleurs KV9.1 et KV9.2 respectivement pour le moule inférieure et le moule supérieure. Ces photocoupleurs sont commandés à partir du pupitre de chaque poste par l'intermédiaire des afficheurs PT9.1 et PT9.2. Ces afficheurs sont équipés de thermocouples renseignant donc sur les températures au sein des moules.

1.2.2.2 Ouverture et fermeture des moules

L'ouverture du moule est réalisée grâce à la mise à 1 logique de la sortie Q7 de l'automate. Cette sortie excite la bobine du contacteur auxiliaire KA9.5, ce dernier en se fermant, occasionne l'alimentation de l'électrovanne YV77.26 qui laisse donc le passage au fluide provoquant l'ouverture du moule. Le principe de la fermeture est identique à l'ouverture. Il s'agit seulement dans ce cas de remplacer respectivement Q7, KA9.5 et YV77.26 par Q8, KA9.6 et YV77.27.

D'autres composants tels que la pompe à vide, l'ouverture et la fermeture de la porte de sécurité, l'aspiration après fermeture des moules, le verrouillage, etc. opèrent de la même manière,

1.2.2.3 Dispositif de plastification et d'injection

Le chauffage au niveau du dispositif d'injection est réparti en cinq (5) zones. Les zones (zone1 à zone3) sont équipées chacune de deux éléments chauffant de puissance 900W ; La zone4 en dispose deux de 1500W ; La zone5 quant à elle possède quatre éléments de puissance 150W et un de 120W. Soit donc une puissance de 1800W pour les zones 1,2 et 3, 3000W pour la zone4 et 720W pour la zone5. Ces éléments sont alimentés en 400V entre deux phases. La commande de ce chauffage est rendue possible grâce à des photo-coupleurs annotés de KV1.1h à KV1.5h (selon les zones) dont leurs consignes sont réglées à partir du pupitre principal.

1.2.3 Analyse de la situation

En cas de panne électrique quelconque, les techniciens ne disposent que du plan du système pour intervenir. Ils procèdent alors à des méthodes manuelles pour effectuer le diagnostic, en utilisant des instruments de bases tel que les ohmmètres, les ampèremètres etc....

Ainsi pour calculer le temps écoulé pendant une rupture de la production, due à un dysfonctionnement du système, il faut compter le temps de la réparation, mais surtout le temps qu'il faut pour détecter le problème. Ce temps est aléatoire et peut atteindre des **heures et voire même des jours**.

Pour palier à ce problème, nous nous proposons dans le cadre de notre étude, de concevoir une carte qui tentera d'exercer les fonctions d'une valise de diagnostic. Il s'agit en quelque sorte d'automatiser le diagnostic. Cette automatisation n'a pas trait à une quelconque idée de réduction de la main d'œuvre. Son rôle n'est pas de remplacer le technicien mais de l'assister pour réduire le temps d'exécution et améliorer par conséquent la productivité.

2 Conception d'une carte de diagnostic

2.1 Cahier des charges

Le rôle de cette carte est de réduire le temps de détection jusqu'à l'ordre **des secondes**, ce qui est considérable par comparaison avec la méthode manuelle qui se fait actuellement.

Pour se faire la carte devra récupérer des informations à partir de la machine, les traiter, puis les afficher. L'intervention est toujours assurée par les techniciens

2.2 Structure de la carte

Pour réaliser ces trois fonctions, à savoir la collecte d'information, le traitement de l'information ainsi que de son affichage, il faut un certain nombre d'accessoires dont nous détaillerons leurs dimensionnements.

Pour survoler le principe de fonctionnement de la carte, nous allons considérer un composant alfa de la machine. Pour vérifier l'état du composant alfa, il suffit de tester les conditions de mise en marche de ce composant. Si ces conditions sont réunies et que le composant n'est pas traversé par un courant, alors ce composant est défectueux. Evidemment tous les composants n'ont pas la même nature, ainsi un traitement spécial peut être mis en œuvre si cela s'avère nécessaire, comme par exemple les lignes 1L1, 1L2 et 1L3.

Vu donc le nombre de composants de la machine, et par conséquent la taille et la nature du traitement de l'information, nous allons utiliser un microcontrôleur.

A cause de la tension de service d'un microcontrôleur (5V) par rapport aux différents niveaux de tension de la machine (400V, 230V, 24V), il s'avère nécessaire de mettre en œuvre des transformateurs de puissance.

Pour réduire le nombre de broches nécessaires du microcontrôleur, il va falloir incorporer un système d'indexage.

Un périphérique d'interface entre l'utilisateur et la carte met fin à la liste des éléments essentiels de ce dernier. La figure II-1 représente la structure globale de la carte et le sens des informations.

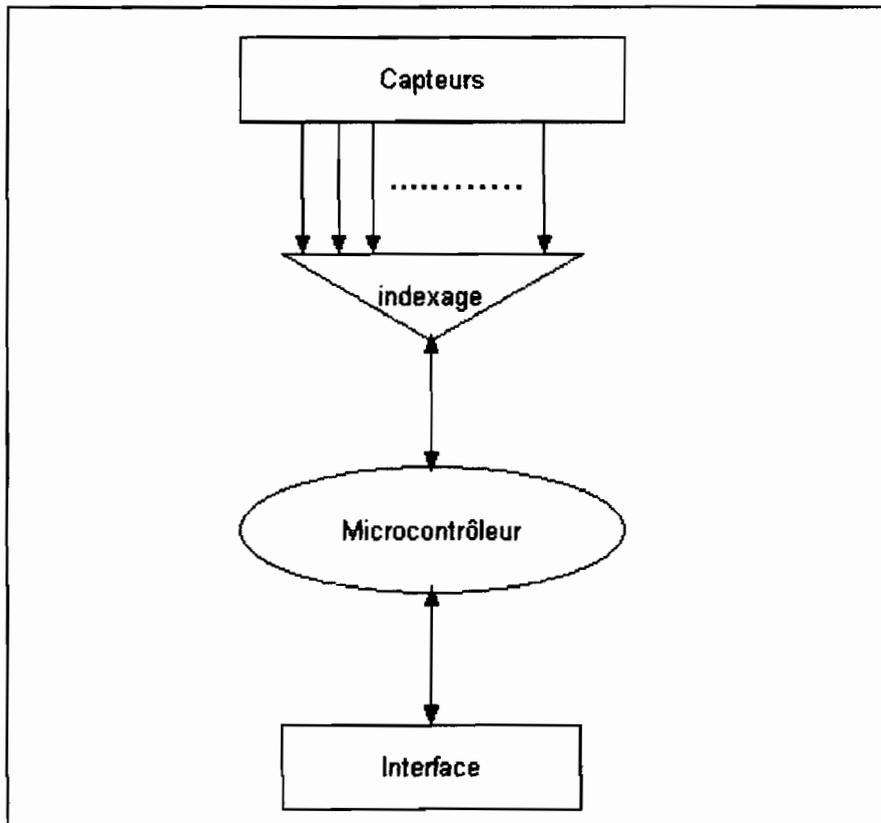


Figure II-1 : Structure de la carte

2.3 Choix et dimensionnement des composants de la carte

2.3.1 Les capteurs

L'acquisition de données au niveau de la machine se fera de deux manières selon les niveaux de tension : utilisation de transformateurs d'intensité pour les conducteurs des circuits 400V et 230V, piquage directe des tensions 24V alternative (AC) et 24V continue (DC).

2.3.1.1 L'acquisition de données au niveau des basses tensions

Les tensions de valeur efficace 400V et 230V ne peuvent pas être appliquées directement sur des microcontrôleurs. Nous allons concevoir par conséquent des transformateurs d'intensité (T.I)

Des T.I existent dans le marché sous forme d'appareils de mesure qui donnent donc avec précision l'intensité efficace d'un courant alternatif passant à travers un conducteur. Utiliser ces T.I, c'est acheter implicitement une précision et une qualité non exigées pour notre application. Autrement, il ne s'agit pas de mesurer avec précision le courant (I) à travers les fils conducteurs, mais de pouvoir juste détecter le passage de celui-ci. Donc une bobine, de forme torique ceinturant le fil conducteur (figure II-2) et délivrant un courant $i=100\text{mA}$, suffira.

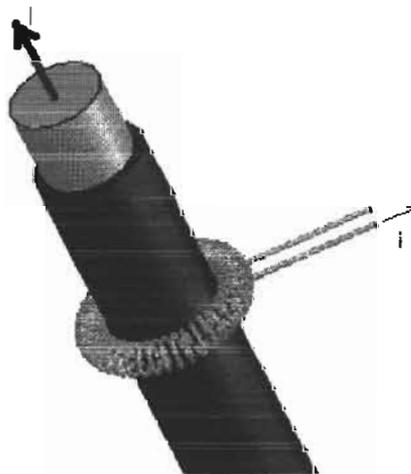


Figure II-2 : Bobine pour la détection du passage du courant

2.3.1.1.1 Modélisation du transformateur d'intensité

Avec la forme torique, on suppose que sur chaque point de la section de la bobine, est appliqué normalement à celle-ci un vecteur champ magnétique, dont le module est donné par la relation (1). Déterminer le flux traversant une section revient à calculer le volume obtenu en extrudant la section d'une spire et en coupant le cylindre ainsi réalisé par une surface d'équation $z = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{x}$. Voir figure II-3

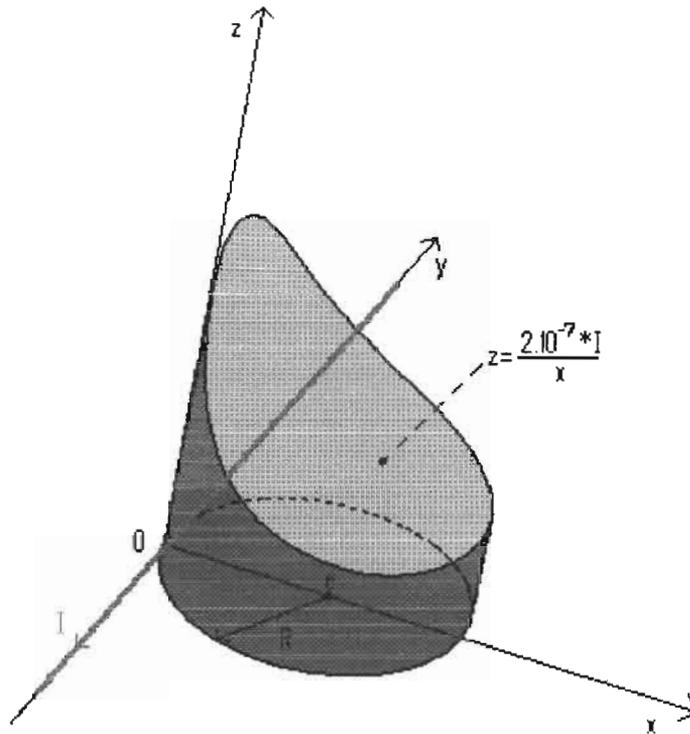


Figure II-3 : Schématisation spatiale de la variation du flux pour une section circulaire.

Le module du vecteur champ magnétique appliqué en un point distant de x du fil conducteur traversé par un courant d'intensité I , est exprimé par :

$$\mathbf{B} = 2.10^{-7} \frac{\mathbf{I}}{\mathbf{x}} \quad (1)$$

Avec l'hypothèse, on calcule le flux (φ) par unité de spire, traversant la section S de rayon R de centre $c(R, 0, 0)$ par la relation (2)

$$\varphi = 4.10^{-7} I \int_0^{2R} \frac{\sqrt{R^2 - (x - R)^2}}{x} dx \quad (2)$$

On obtient alors le résultat la relation (3)

$$\varphi = 4.10^{-7} \pi R \times I \quad (3)$$

Nous savons que la f.é.m. induite est obtenue par dérivation du flux magnétique. Ainsi nous

avons :

$$\mathbf{e} = -N \frac{d\varphi}{dt} \quad (4)$$

Avec N le nombre de spires.

$$N = \alpha \frac{\pi d}{d_f} \quad (5)$$

Adoptons la notation suivante :

f : la fréquence (50 Hz),

α : le nombre de couche de spires,

d_f : le diamètre du fil de la bobine,

D : le diamètre de la bobine,

μ_0 : constante magnétique de l'air ou du vide ($4\pi 10^{-7}$),

d : diamètre du conducteur,

Nous avons ainsi :

$$e = 4\pi^2 f \mu_0 I \alpha \frac{Dd}{d_f} \quad (6)$$

Pour une fréquence de 50 Hz la relation (6) devient :

$$e \approx 6,2 \cdot 10^{-3} \frac{\alpha D}{d_f} d \times I \quad (7)$$

On aura donc à choisir le diamètre (D) de la bobine, le nombre de couches (α), et enfin le diamètre du fil du bobinage (d_f). On pourra déduire la longueur (l) du fil. Le diamètre (d) du conducteur et l'intensité du courant qui le traverse (I) sont spécifiques au système.

On exprime ainsi la f.é.m. en fonction de la longueur totale (l) du fil de la bobine.

$$e = \mu_0 f \times I \times l \quad (8)$$

Soit
$$e \approx 6,283 \cdot 10^{-5} \times I \times l \quad (9)$$

Tableau V : Relevé des valeurs de la f.é.m. pour une section circulaire

d (m)	D (m)	I (A)	d_f (m)	α	e (V)	N	l (m)
0,006	0,005	0,25	0,0001	10	0,000465	1884	29,5788
0,006	0,01	0,25	0,0001	10	0,00093	1884	59,1576
0,006	0,015	0,25	0,0001	10	0,001395	1884	88,7364
0,008	0,005	6	0,0001	10	0,01488	2512	39,4384
0,008	0,01	6	0,0001	10	0,02976	2512	78,8768
0,008	0,015	6	0,0001	10	0,04464	2512	118,3152
0,008	0,005	14	0,0001	10	0,03472	2512	39,4384
0,008	0,01	14	0,0001	10	0,06944	2512	78,8768
0,008	0,015	14	0,0001	10	0,10416	2512	118,3152
0,008	0,02	14	0,0001	10	0,13888	2512	157,7536
0,008	0,005	100	0,0001	1	0,0248	251,2	3,94384
0,008	0,01	100	0,0001	1	0,0496	251,2	7,88768
0,008	0,015	100	0,0001	1	0,0744	251,2	11,83152
0,008	0,02	100	0,0001	1	0,0992	251,2	15,77536
0,008	0,005	200	0,0001	1	0,0496	251,2	3,94384
0,008	0,01	200	0,0001	1	0,0992	251,2	7,88768
0,008	0,015	200	0,0001	1	0,1488	251,2	11,83152

Etudions à présent une autre configuration possible de la bobine. En lieu et place d'une section circulaire mettons une surface rectangulaire comme le montre la figureII-4.

Dans cette figure nous avons les notations suivantes :

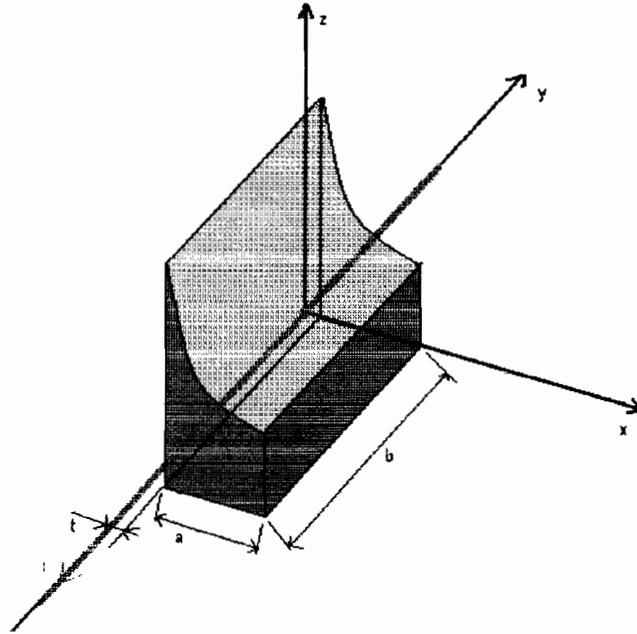


Figure II-4 : Schématisation spatiale de la variation du flux pour une section rectangulaire.

a : largeur de la section rectangulaire d'une spire,

b : longueur de la section rectangulaire d'une spire,

I : courant circulant dans le fil conducteur,

t : distance entre le côté b de la section rectangulaire et le fil conducteur (~ diamètre du fil de la bobine),

(x, y, z) est un système d'axe choisi arbitrairement

$$\varphi = 2 \cdot 10^{-7} b I \int_t^a \frac{dx}{x} \quad (10)$$

$$\varphi = 2 \cdot 10^{-7} b I \ell n \left(\frac{a}{t} \right) \quad (11)$$

La valeur efficace de la f.é.m. est dans ce cas :

$$e = \mu_0 N f b I \ell n \left(\frac{a}{t} \right) \quad (12)$$

Tableau VI : Relevé des valeurs de la f.é.m. pour une section rectangulaire

alfa	d(m)	a(m)	b(m)	d _r (m)	I(A)	N	e (V)	L(m)
2	0,006	0,005	0,015	0,0001	0,25	376,8	0,00034714	15,072
2	0,006	0,019	0,015	0,0001	0,25	376,8	0,000465	25,6224
2	0,008	0,019	0,015	0,0001	6	502,4	0,01489926	34,1632
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	200	502,4	0,40212925	22,1056

On peut dire que la section rectangulaire est plus économique car, en prenant une valeur de la force électromotrice de 0,465mV, il faut une longueur de 25,622m pour la configuration rectangulaire et 29,579m pour une section circulaire. Et ceci pour mesurer un même courant de 0.25A traversant un conducteur de diamètre 6 mm. Nous allons donc retenir la configuration rectangulaire et un fil de 22,1 m de longueur et 0.1mm de diamètre (fil fin) suffira. Le tableau VII donne les niveaux possibles en fonction des courants dans les lignes. Les diamètres ne sont pas identiques ; mais en utilisant la même longueur, on gagne en f.é.m. pour un conducteur de diamètre inférieur. La tension ainsi obtenue sera amplifiée.

Tableau VII : Relevé des valeurs de la f.é.m. pour les courants maximaux du système

alfa	d	a	b	df	I	N	e (mV)	L
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	0,25	502,4	0,50266	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	4	502,4	8,04259	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	6	502,4	12,06388	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	10	502,4	20,10646	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	14	502,4	28,14905	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	20	502,4	40,21293	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	50	502,4	100,53231	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	100	502,4	201,06463	22,1056
2	0,008	0,007	0,015	0,0001	200	502,4	402,12925	22,1056

2.3.1.1.2 Emplacement des transformateurs d'intensité

Afin de détecter le courant passant dans les lignes L1, L2 et L3 nous allons placer un transformateur sur chaque ligne (figure II-4).

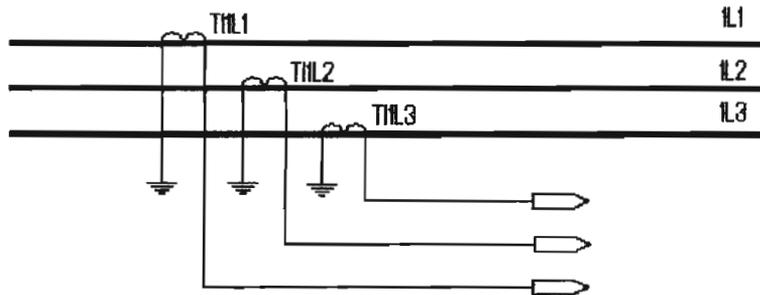


Figure II-4 : Emplacement des transformateurs d'intensité sur les différentes lignes

Les transformateurs d'intensités seront noté TI_{indice} où l'indice indiquera le conducteur sur le quel est monté le T.I.

Le tableau suivant donne la liste des conducteurs nécessitant un T.I.

Tableau VIII : liste des conducteurs nécessitant un T.I.

Conducteurs	Récepteurs
1L1	Phase1
1L2	Phase2
1L3	Phase3
514	Réseau 230
570	ABB
580	Aspirateur
912	Chauffage moules
914	Chauffage moules
916	Chauffage moules
4433	Chauffage moule inférieur
4464	Chauffage moule supérieur
2121	Chauffage du dispositif d'injection
2122	Chauffage du dispositif d'injection
2130	Chauffage du dispositif d'injection

Tableau VIII : liste des conducteurs nécessitant un T.I. (suite)

Conducteurs	Récepteurs
2131	Chauffage zone 1
2152	Chauffage zone 2
2182	Chauffage zone 3
2232	Chauffage zone 4
2261	Chauffage zone5
2310	Ventilation zone 1 et 2
2312	Ventilation zone 1
2411	Ventilation zone 2
2510	Ventilation zone 3 et 4
2512	Ventilation zone 3
2611	Ventilation zone 4

2.3.1.2 L'acquisition de données au niveau de la faible tension

Il s'agit de l'acquisition dans le circuit de commande : 24V alternative et 24V continue.

Pour éviter de perturber le fonctionnement de la machine nous allons prélever une faible puissance de 0,1W. En considérant le schéma de la figure II-5, on détermine la valeur de la résistance par :

$$R = \frac{24 - v}{i} \quad (13)$$

où i représente le courant traversant la résistance R et v la tension aux bornes des multiplexeurs

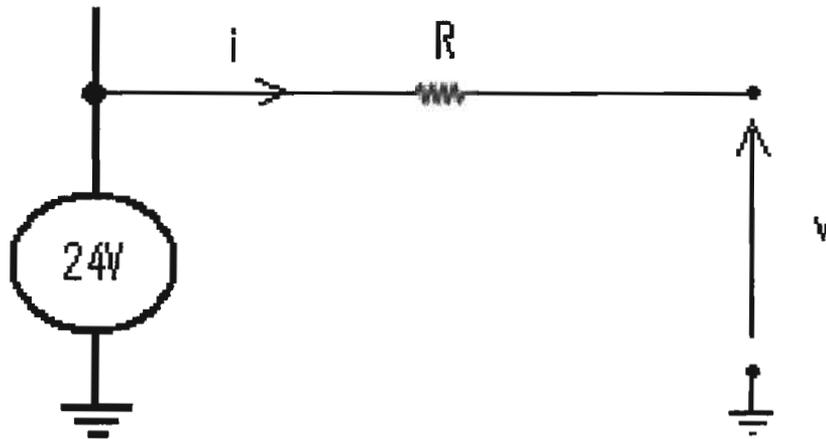


Figure II-5 : Détection du courant dans le circuit de commande

Pour $v = 0,5V$ et $i = 5mA$, nous avons : $R = 4,7k\Omega$, soit donc une puissance de $0,12W$ en comptant la puissance dissipée par effet joule dans la résistance.

La tension alternative sera redressée après l'indexage.

Les listes des conducteurs 24VAC et 24VDC sont respectivement données dans les tableaux IX et X.

Tableau IX : liste des conducteurs 24VAC

Conducteurs	Récepteurs
623	Tension24VAC
941	KM9.32
980	KA0.6
1224	KM0.1
1270	KA0.3
1910	T4

Tableau X : liste des conducteurs 24VDC

Conducteurs	Récepteurs
L+	
6L+	
10L+	
1032	KA0.1
2140	
2120	KV1.1h
2150	KV1.2h
2180	KV1.3h
2230	KV1.4h
2250	KV1.5h

Les listes des tableaux IX et X ne sont pas exhaustives et peuvent être complétées en fonction du besoin du logiciel embarqué.

Les schémas de câblage sont donnés en annexe.

2.3.2 L'indexage

Les sorties quittant le système à injection doivent être connectées au microcontrôleur pour que celui-ci traite les informations qu'elles portent. L'indexage consiste en une réduction du nombre d'entrées nécessaires du microcontrôleur pour cet effet.

Le problème principal qui se pose est la nature des tensions à indexer ; les T.I débitent un courant alternatif, le circuit de commande est constitué de 24V AC et 24V DC ; le microcontrôleur reçoit une tension continue de +5V.

Le signal sera non seulement redressé mais amplifié. Les redresseurs classiques à diode (figure II-6) ne pourront pas être utilisés vu la tension fournie par les T.I (<0.7V).

Le schéma de la figure II-7 réalise exactement la fonction redresseuse et amplificatrice. Cependant deux possibilités s'imposent : installer le redresseur en amont du système d'indexage, ou en aval de ce dernier.

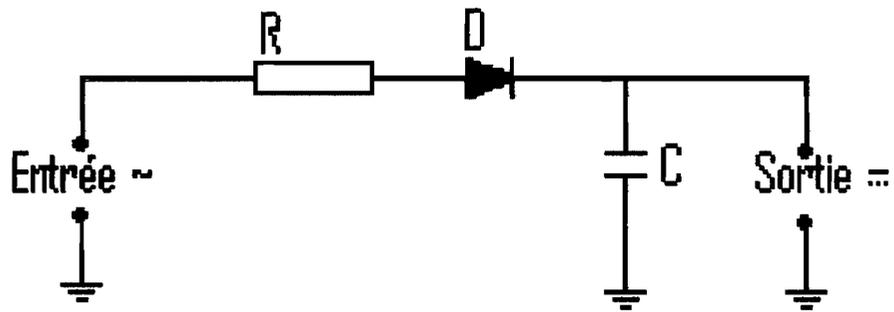


Figure II-6 : Redresseur à diode

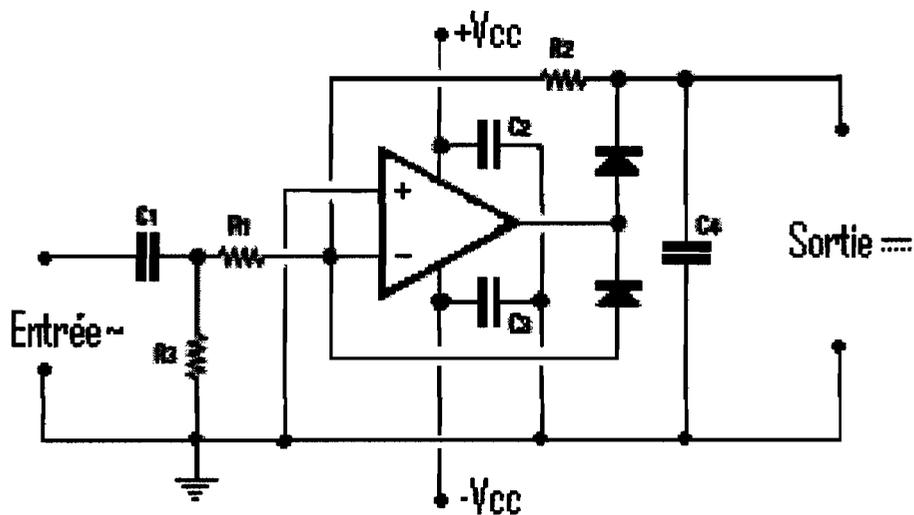


Figure II-7 : Redresseur amplificateur

➤ Le redresseur en amont du système d'indexage

Dans ce cas il y aura autant de circuit redresseur que de nombre d'entrée du système d'indexage concernant le circuit alternatif. Mais des multiplexeurs unipolaires pourront assurer l'indexage. Le multiplexeur 74SL251 comporte 7 entrées et 3 bits de décodage, son prix est de 0,76 euros (€).

Tableau XI : coût du montage amont

Composant	Quantité	Prix (€)	Prix total (€)
74LS251	2	0,76	1,52
R	48	0,15	7,2
D	32	0,15	4,8
Amplificateur opérationnel	16	0,24	3,84
C	64	0,1	6,4
		Total	23,76
		Total (100%)	100%

➤ Le redresseur en aval du système d'indexage

Pour cette configuration il est nécessaire de choisir des multiplexeurs bipolaires. Mais un seul redresseur suffira pour chaque multiplexeur. Le multiplexeur ADG406 est du type analogique bipolaire ($\pm 15V$) avec 16 entrées, une sortie et 4 bits de décodage, son prix est de 6,52\$ (4,866€).

Tableau XII : coût du montage aval

Composant	Quantité	Prix (€)	Prix total (€)
ADG406	1	4,86555	4,86555
R	3	0,15	0,45
D	2	0,15	0,3
Amplificateur opérationnel	1	0,24	0,24
C	4	0,1	0,4
		Total	6,25555
		Total (100%)	100%

Le facteur le plus pondéreux sur le choix des configurations est le coût. Les tableaux précédents permettent de comparer un montage à base du multiplexeur analogique avec son montage équivalent en base du 74LS251.

Sans compter le coût de réalisation, la configuration aval est moins coûteuse et par conséquent retenue pour l'indexage des tensions alternatives.

Mais avant de redresser le signal, il est nécessaire d'insérer un filtre passe bande ne laissant passer que les signaux dont les fréquences sont comprises entre 35Hz et 65Hz sans les atténuer. Cette bande est choisie afin d'encadrer la fréquence du réseau (50Hz) et minimiser par conséquent la probabilité d'amplifier des signaux parasites.

2.3.2.1 Dimensionnement du filtre

Le schéma de la figure II-8 représente un filtre passe bande. Nous allons donc déterminer les valeurs des résistances ainsi que celles des condensateurs pour ne laisser passer que les signaux de fréquence 50 Hz.

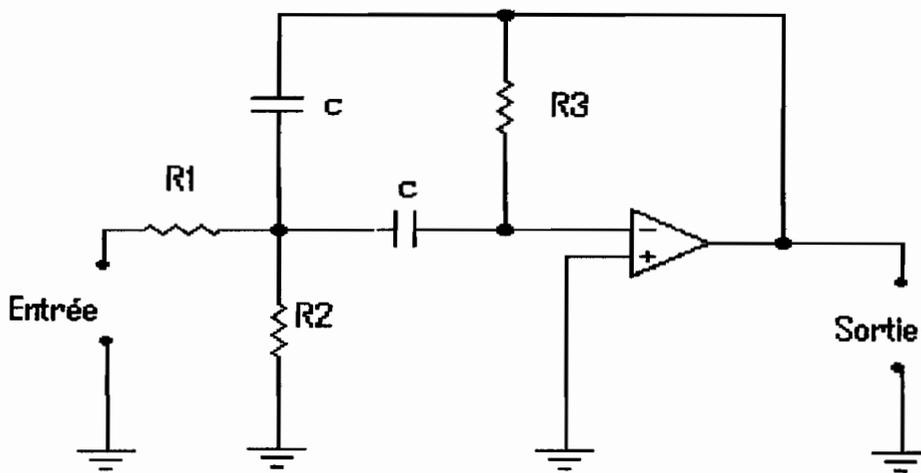


Figure II-8 : Schéma du filtre

$$R_3 = \frac{318000}{C \times B_p} \quad (14)$$

$$R_2 = \frac{159000}{2Q^2 C \times B_p} \quad (15)$$

$$R_1 = \frac{R_3}{2 \times \text{gain}} \quad (16)$$

Où C est la capacité des condensateurs installés exprimée en μF ,

B_p est la largeur de la bande passante exprimée en Hz

R_1 , R_2 et R_3 sont des résistances exprimées en $k\Omega$.

$$B_p = 65\text{Hz} - 35\text{Hz} = 30\text{Hz} \quad (17)$$

Q est le rapport de la fréquence centrale sur la largeur de la bande passante :

$$Q = \frac{50}{30} = 1,7 \quad (18)$$

En choisissant 22nF pour la valeur de C et un gain de 1,4 Nous obtenons :

$$R_1 = 172,1k\Omega$$

$$R_2 = 41,7k\Omega$$

$$R_3 = 481,8k\Omega$$

Ces valeurs de résistance n'étant pas standards, on choisit les valeurs les plus proches finalement on a :

$$R_1 = 180k\Omega$$

$$R_2 = 43k\Omega$$

$$R_3 = 480k\Omega$$

En modifiant la valeur de la capacité C , on déplace légèrement la bande passante. Avec $C=25\text{nF}$, la fréquence de 50Hz se positionne au milieu de la bande comme le montre le résultat de la simulation (le logiciel CIRCUITMAKER) des valeurs calculées (Figure II-9).

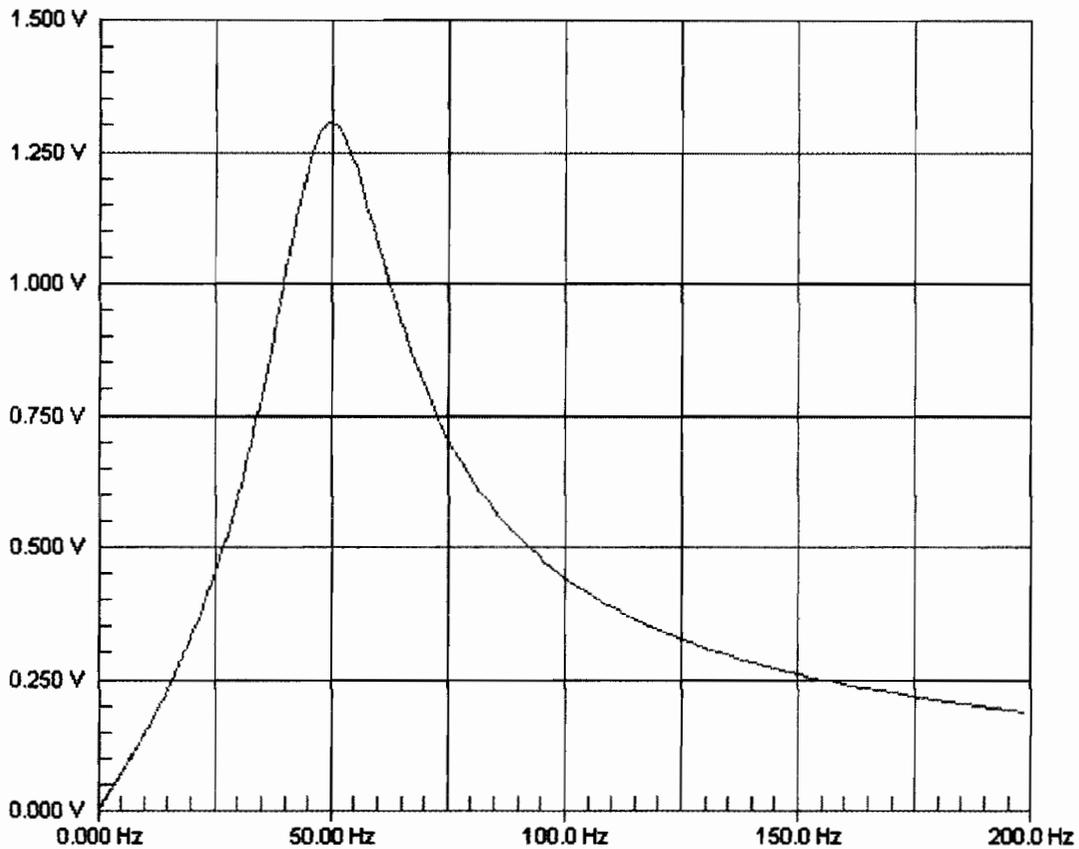


Figure II-9 : Spectre du filtre passe bande

2.3.2.2 Dimensionnement du redresseur amplificateur

Ce qu'il faut retenir ici est que la sortie du redresseur correspond à l'entrée du microcontrôleur. Donc ne devra pas dépasser 5V quel que soit le signal d'entrée. La solution retenue est de choisir un gain et une tension source V_{cc} pour l'amplificateur opérationnel de manière à écrêter la sortie à 5V.

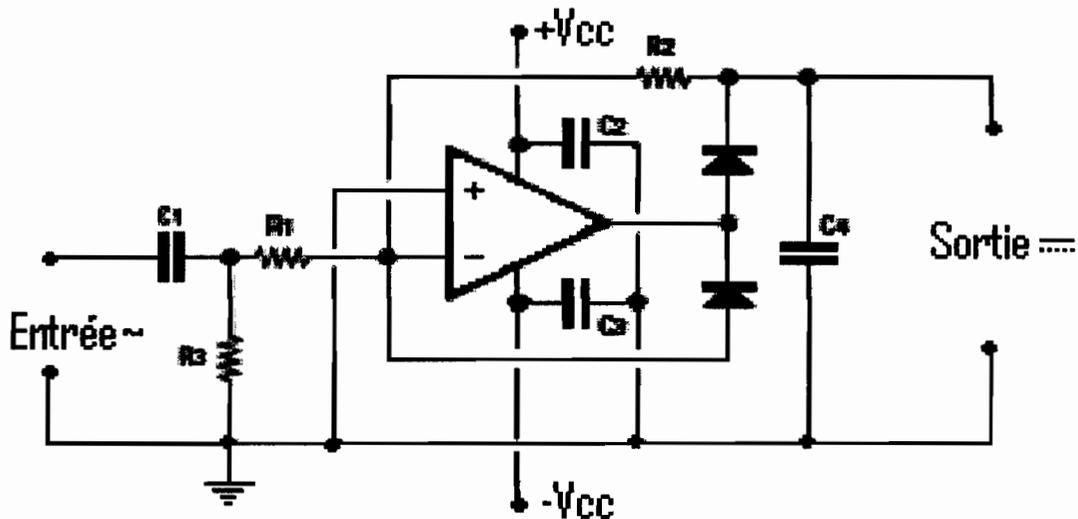


Figure II-7 : Redresseur-amplificateur

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 = 220 \text{ nF}$$

$$C_2 = C_3 = 100 \text{ nF}$$

R1 et R2 déterminent le gain de l'amplificateur par la relation :

$$\text{gain} = \frac{R_2}{R_1} \quad (19)$$

On obtient un gain de 560 pour $R_2 = 560 \text{ k}\Omega$ et $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$

Les condensateurs C2 et C3 empêchent à l'amplificateur opérationnel d'entrer en auto-oscillation ou de générer des perturbations. Le condensateur C4 permet de lisser la tension redressée.

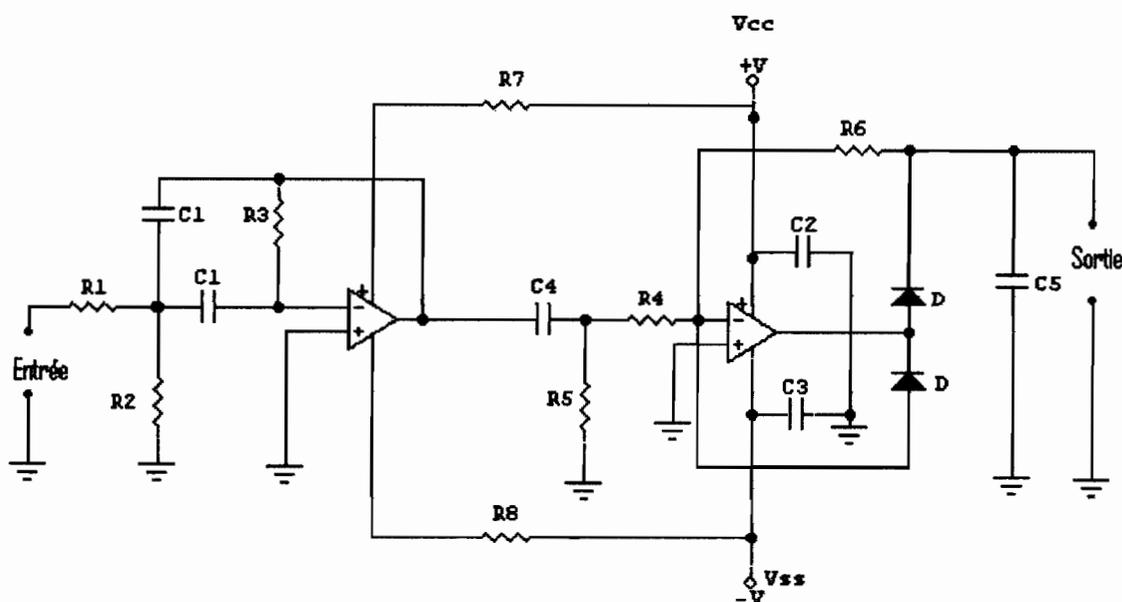


Figure II-10 : Filtre connecté au Redresseur amplificateur

La simulation du schéma ci-dessus avec le logiciel CIRCUITMAKER a permis de visualiser la variation de la tension d'entrée et de sortie en fonction du temps (Figure II-11).

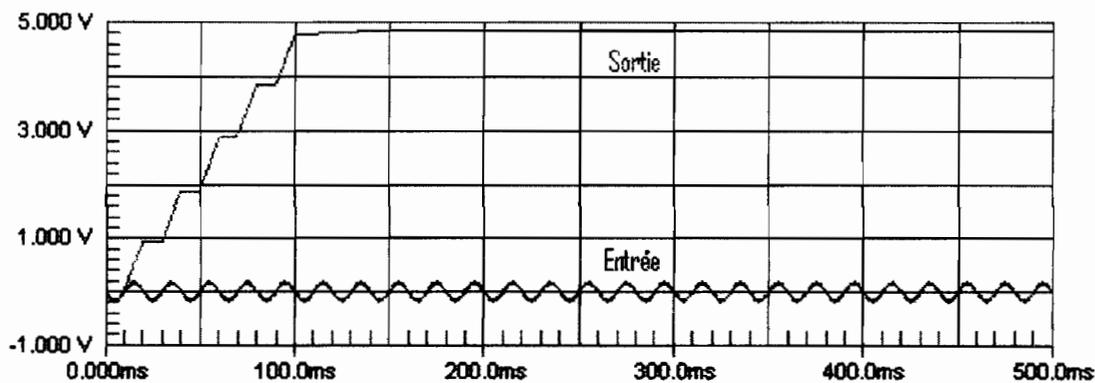


Figure II-11 : Résultat de simulation du schéma II-10

Ainsi, en entrée nous avons une tension d'amplitude maximale de 150mV et la sortie est redressée et amplifiée à 4,8V.

Toutes ces précautions augmentent le temps de réponse de l'indexage à 100ms. Il est donc nécessaire d'en tenir compte lors de la programmation du microcontrôleur.

2.3.3 L'interface d'affichage

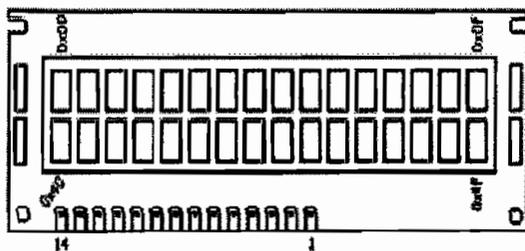
Cette interface permet au technicien de suivre le diagnostic et d'obtenir des informations concernant les états des composants de la machine.

Un tel affichage ne peut se réaliser facilement avec des afficheurs à 7 segments et encore moins avec des LEDS. Nous allons utiliser à cet effet un afficheur à cristaux liquides communément appelé LCD (Liquid Crystal Display).

2.3.3.1 Principe de fonctionnement et câblage du LCD

Le composant traité est affiché sur une ligne et son état sur une deuxième ligne. Le LCD HDD44780 2 lignes 16 caractères dont les caractéristiques sont listées à la figure (II-12) suffira.

LCD Display with 2 lines x 16 characters :



Pin No	Name	Function	Description
1	Vss	Power	GND
2	Vdd	Power	+5V
3	Vee	Contrast Adj.	(-2) 0 - 5V
4	RS	Command	Register Select
5	R/W	Command	Read / Write
6	E	Command	Enable (Strobe)
7	D0	I/O	Data LSB
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data MSB

Figure II-12 : Extrait de la fiche technique du LCD HDD44780

Nous allons utiliser les quatre bits forts (D4 à D7) afin d'économiser les pattes du microcontrôleur. La figure II-13 indique la connexion du LCD. Les commandes Enable (patte 6) et RS (patte 4) ainsi que les ports d'entrée et sortie D4 à D7 (respectivement patte 11 à 14) sont connectés au microcontrôleur. Le contraste est réglé grâce à la résistance.

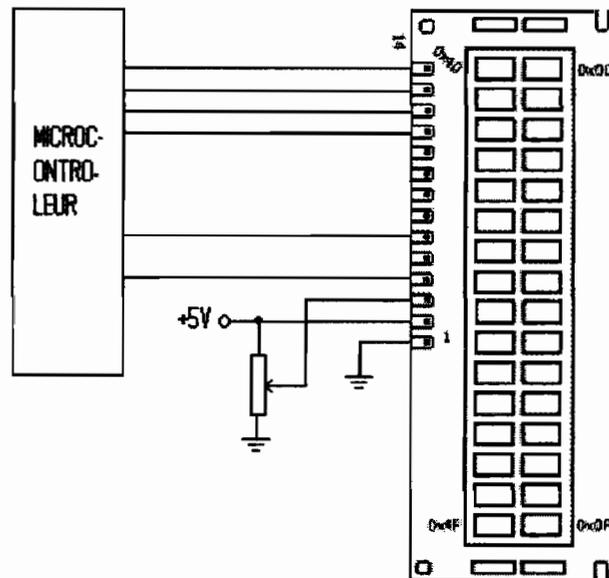


Figure II-13 : Connexions du LCD

2.3.4 Le microcontrôleur

Le choix du microcontrôleur porte surtout sur les facteurs suivants :

- le nombre de pattes nécessaires ;
- la vitesse de travail ;
- les bus utilisés;
- la mémoire programme (pour sauvegarder le programme) ;
- la mémoire RAM (pour les calculs que le microcontrôleur doit effectuer) ;
- la mémoire EPROM (pour sauvegarder des données de manière permanente) ;
- le type de boîtier (PDIP= pas de 2,54 mm; SOIC= pas de 1,27 mm).

Pour un choix objectif, vérifions l'environnement du microcontrôleur (Figure II-14).

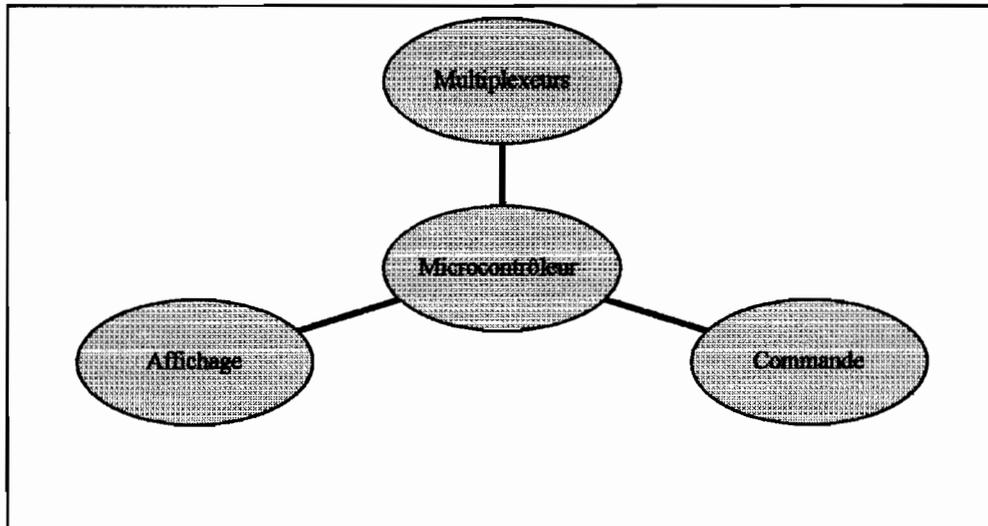


Figure II-14 : Environnement du microcontrôleur

2.3.4.1 Commande du microcontrôleur

Il s'agit d'un clavier permettant de faire les opérations suivantes :

- Démarrage et arrêt de la carte ;
- Reset : pour réinitialiser le microcontrôleur ;
- Suivant : pour poursuivre le traitement ou l'affichage ;
- Précédent : pour revenir en arrière.

Donc cette partie occupera trois pattes du microcontrôleur. Le bouton d'arrêt et de démarrage peut être relié directement à la source d'alimentation

2.3.4.2 Affichage

Ce dispositif a déjà été étudié dans partie 2.3.3.1

Il occupera quatre broches de données ainsi que deux autres pour la commande.

2.3.4.3 Multiplexeurs

Il s'agit du système d'indexage déjà vu. On lui réservera trois 3 pattes pour les entrées, et 8 pattes pour le décodage. Ces 8 bits sont dus à l'utilisation de 2 niveaux d'indexage. Le ADG406 est commandé par 4 bits, donc en les connectant en série, on est obligé d'utiliser quatre (4) autres bits pour décoder le deuxième rang.

Ainsi le microcontrôleur doit comporter 20 pattes d'entrées/sorties. La taille des mémoires doit permettre de futures fonctionnalités comme la prise en charge des autres systèmes de l'entreprise. Par conséquent le microcontrôleur doit être **reprogrammable**.

Nous choisissons le PIC 16F876 qui est un microcontrôleur de type Mid-Range (16), dont la mémoire programme est reprogrammable (F). Il travaille avec une fréquence de 20 MHz ; donc 5.10^6 instructions par seconde (chaque instruction est exécutée en 4 cycles d'horloge). Ces informations sont tirées du tableau XIII qui est un extrait de la fiche technique fournie par Microchip (le constructeur des PIC).

Tableau XIII : extrait de la fiche technique sur les caractéristiques du microcontrôleur

PIC16F873	PIC16F876
Operating Frequency	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	8K
Data Memory (bytes)	368
EEPROM Data Memory	256
Interrupts	13
I/O Ports	Ports A,B,C
Timers	3
Capture/Compare/PWM Modules	2
Serial Communications	MSSP, USART
Parallel Communications	-
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels
Instruction Set	35 instructions

La figure II-15 montre la configuration des PIC16F876/873. Nous pouvons voir les 3 ports d'entrées/sorties RA (6bits), RB (8bits), et RC (8bits) soit un total de 22 pattes.

PDIP, SOIC

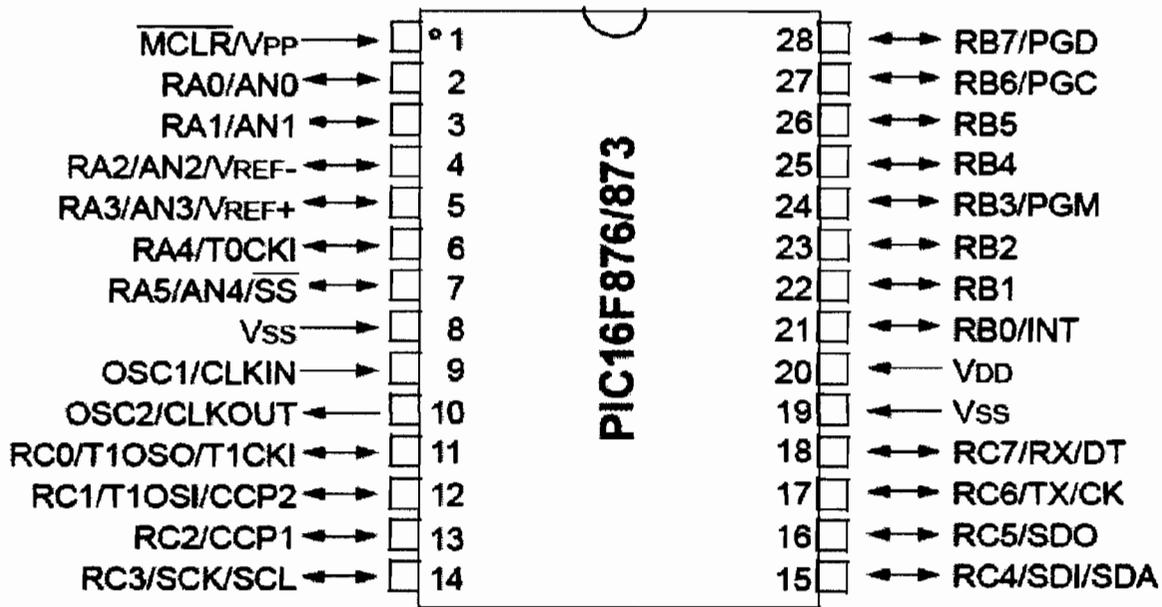


Figure II-15 : configuration du microcontrôleur

Nous avons vu que le microcontrôleur ainsi que d'autres composants exigent une alimentation qu'on a souvent noté Vcc. Une solution pourrait être d'alimenter la carte à partir de la tension continue de la machine. Mais ceci peut entraîner une dépendance néfaste car, en cas de défaut de la machine, la carte peut ne pas être alimentée. Donc il est nécessaire de concevoir une alimentation stable pour un fonctionnement autonome de la carte.

2.3.5 La source d'alimentation de la carte

2.3.5.1 Bilan énergétique

Pour pouvoir dimensionner le bloc d'alimentation il est nécessaire de connaître les tensions de service des différents composants. Ainsi le tableau XIV montre les tensions et le courant indiqués par les constructeurs des composants.

Tableau XIV : Bilan énergétique pour différents composants

Composants	Vcc (V)	Vss (V)	Icc (mA)	P (mW)
PIC 16F876	+5	0	250	1000
HD4478	+5	0	10	
ADG406	+12	-12	20	
μ A741C	+15	-15	1.7	100
74LS251	+5	0	24	

Les tensions nécessaires sont donc +5V, +12V, -12V, +15V et -15V.

Nous allons utiliser un transformateur fournissant 16 V (supérieure à 15V). Cette tension sera redressée, stabilisée puis distribué vers les composants comme le décrit la figure II-16.

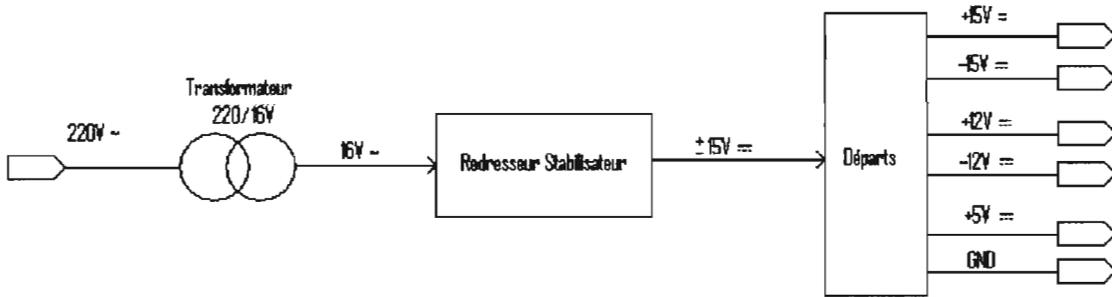


Figure II-16 : structure de la source d'alimentation

2.3.5.2 Dimensionnement du redresseur stabilisateur

Le montage de la figure II-17 a été adapté à notre application. Il s'agit du montage complet d'un redresseur stabilisateur permettant de fournir une tension double $\pm 15V$ avec une masse et courant maximal de 1,5 A.

Les stabilisateurs sont les circuits intégrés LM317 pour la tension positive et LM337 pour la tension négative.

Le pont RS1 permet de redresser la tension alternative 16V fournie par le transformateur. Le transformateur doit avoir un double secondaire capable de fournir une tension de 16V et un courant de 1,5A.

Les condensateurs C1 et C2 vont lisser respectivement la tension positive et la tension négative. Cette tension (V_E) vaut environ 22V (tension crête moins la chute due au pont de diode).

$$C_1 = C_2 = \frac{40000 \times I_E}{V_E} \quad (20)$$

I_E : courant à l'entrée du LM317 = 1,5A

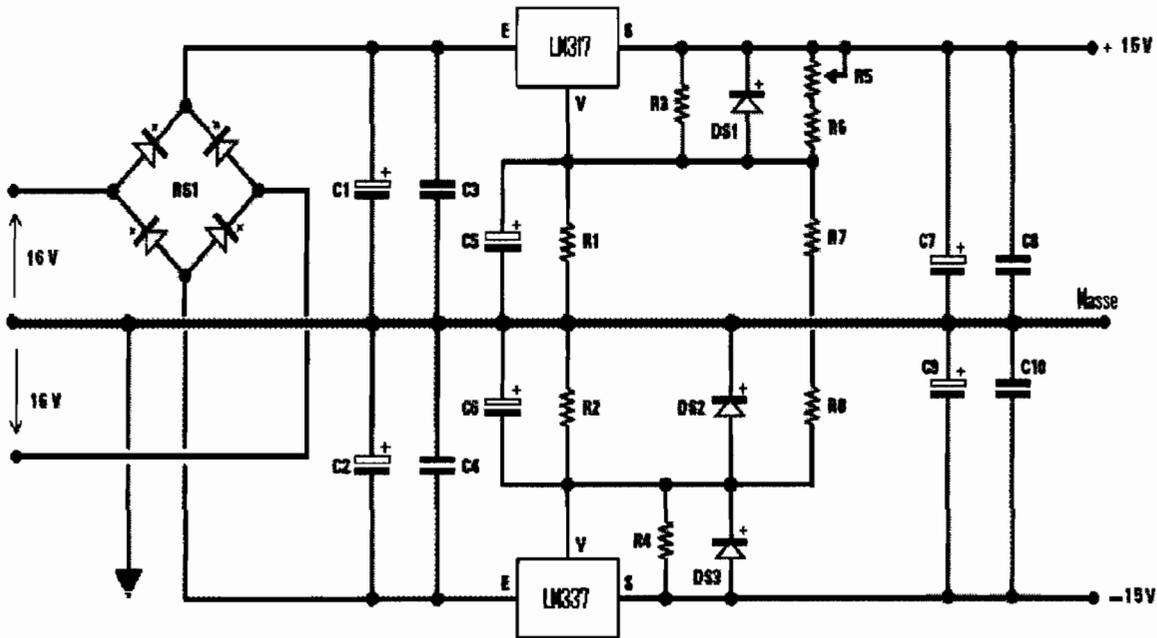


Figure II-17 : schéma du redresseur stabilisateur

On trouve donc $C_1 = C_2 = 2727 \mu F$. Cette valeur n'étant pas standard, nous pouvons prendre une valeur supérieure c'est-à-dire : $C_1 = C_2 = 4700 \mu F$

Il faut calculer la valeur de la résistance R à appliquer entre la broche V du circuit intégré (LM317 ou LM337) et la masse au cas où on devrait utiliser un seul circuit intégré.

$$R = 220 \left(\frac{15}{1.25} - 1 \right) ; \text{ Soit } R = 2420 \Omega$$

$$R_1 = R_2 = 3,3 k\Omega$$

Nous cherchons donc une résistance R' qui, montée en parallèle avec R₁ donne la valeur de R.

$$R' = \frac{R_1 \times R}{R_1 - R} ; \text{ Soit } R' = 9075 \Omega.$$

Comme deux circuits intégrés sont utilisés la valeur de R' sera doublée soit $18,15k\Omega$. Pour obtenir cette valeur, on peut mettre en série deux résistances, l'une de $18k\Omega$ et un autre de 150Ω . C'est exactement les résistances R7 et R8 de la figure II-17

Les diodes DS1 DS2 DS3 servent à protéger les circuits intégrés stabilisateurs. Le trimmer R5 assisté par la résistance R6 permet de corriger la symétrie de la tension double.

Les circuits LM337 et LM317 doivent être fixés sur des radiateurs de refroidissement pour espérer obtenir le courant désiré.

2.3.6 Coût estimatif

La société française du nom commercial ALS COMPOSANTS (de code d'activité : 518J - Commerce de gros de composants et d'autres équipements électroniques) à permis d'obtenir les prix du tableau XV

Tableau XV : Coût estimatif des composants utilisés

Composants	Nombre	Prix unitaire	Prix total
ALIMENTATION			
Résistance	5	0,015	0,075
Condensateur	4	0,05	0,2
condensateur électrolytique	6	0,12	0,72
LM317T	1	0,5	0,5
LM337T	1	0,68	0,68
HTSNK8 (dissipateur)	2	2,9	5,8
Diode	3	0,15	0,45
B40C1500R (pont)	1	0,4	0,4
TRANSFO	1	20,9	20,9
code 7078 interrupteur (OFF-ON)	1	2,2	2,2
		TOTAL :	31,925
FILTRE-REGULATEUR			
composants	nombre	prix unitaire	prix total
Résistance	8	0,015	0,12
Condensateur	6	0,05	0,3
UA741	2	0,24	0,48
Diode	2	0,15	0,3
		TOTAL	1,2

Tableau XV : Coût estimatif des composants utilisés (suite)

Composants	Nombre	Prix unitaire	Prix total
DISTRIBUTION			
composants	nombre	prix unitaire	prix total
Résistance	5	0,015	0,075
		TOTAL :	0,075
INDEXAGE			
Composants	Nombre	Prix unitaire	Prix total
74LS251	18	0,76	13,68
ADG406	3	4,87	14,61
connecteurs16	8	0,35	2,8
connecteurs20	2	0,4	0,8
4608X-102-332 (réseaux 4 résistances 3,3K)	32	0,21	6,72
4608X-102-103 (réseaux 4 résistances 10K)	2	0,25	0,5
		TOTAL :	39,11
MONTAGE PIC			
Composants	Nombre	Prix unitaire	Prix total
16F876	1	11,6	11,6
LCD	1	9,4	9,4
Condensateurs	2	0,05	0,1
XTAL20ML (quartz)	1	1,1	1,1
SK09-37SA (dissipateur)	1	1,4	1,4
R1826B (bouton poussoir triangulaire OFF(ON))	2	1	2
		TOTAL :	25,6
ESTIMATIF GLOBAL			
Coût estimatif €	97,91		
Coût estimatif FCFA	64224,7499		

3 Le logiciel embarqué

Le microcontrôleur avait besoin de périphériques pour pouvoir interagir avec l'environnement extérieur. Mais le rôle essentiel de la carte est défini par un logiciel : il s'agit du programme exécuté localement par le microcontrôleur. Ce programme est réalisé en

assembleur à l'aide de la version 7.50 de l'environnement de développement MPLAB. Après compilation, MPLAB générera un fichier d'extension « .Hex » (fichier sélection de la figure III.1 montrant une capture du répertoire contenant le projet MPLAB du programme); c'est justement ce fichier qui contient le code en hexadécimal compréhensible par le microcontrôleur. Pour finir il faut télécharger le code dans le microcontrôleur en utilisant un programmeur. Le circuit de la figure III.2 est un programmeur universel pouvant prendre en charge le microcontrôleur utilisé. Son schéma de câblage est donné en annexe.

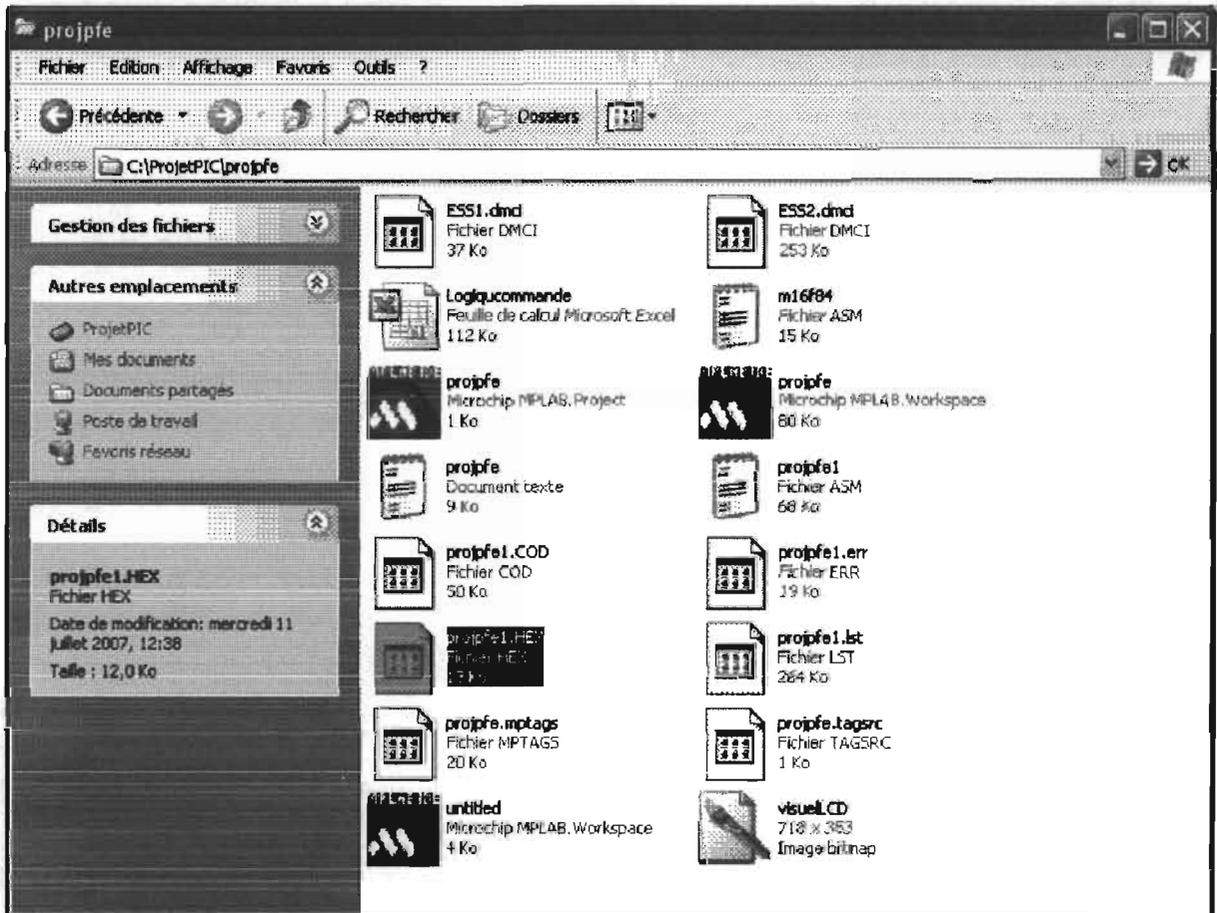


Figure III.1 : Le fichier .Hex à télécharger dans le microcontrôleur

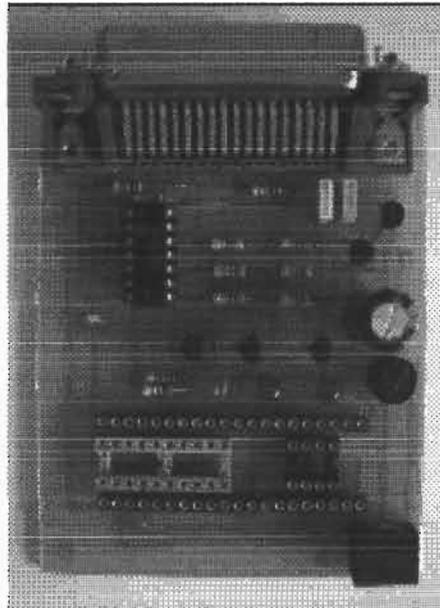


Figure III.2 : photo du programmeur universel

3.1 Structure du programme

Pour optimiser la mémoire programme du PIC, les tâches sont organisées sous forme de sous-routines ou fonctions. Chaque sous-routine joue un rôle spécial et est appelée dans le programme principal. Ainsi nous avons le programme principal délimité par l'étiquette *start* et la directive de fin de programme *END* ; Les sous-routines permettant de tester les états logiques des conducteurs de l'installation du système à injection. Elles sont notées *testnuméroductible* (par exemple *test916* pour le câble 916). D'autres sous fonctions traitant le résultat des tests et affichant des codes critiques sont notées *resultnuméroductible* (par exemple *result916*). Les messages ainsi que leurs significations de la dernière compilation du programme sont donnés au tableau III.1

Tableau III.1 : listes des messages et leurs significations

Messages	Composants à vérifier	Domaines
1L1 NOK 1L2 NOK 1L3 NOK	QF0.1 Délestage du système	
514 NOK	QF0.2 T3 QF0.6	
570 NOK	FU52	
580 NOK	QF1.1A XM1.0 XM1.1	
623 NOK	QF0.3 T1	
660 NOK	FU6.3	

Tableau III.1 : listes des messages et leurs significations (suite)

Messages	Composants à vérifier	Domaines
4433S2 NOK	FU441 FU442 KV9.1 XM9.4 E9.1 4434 4433 4443 XM9.1	Poste 2
4433S3 NOK	FU441 FU442 KV9.1 XM9.4 E9.1 4434 4433 4443 XM9.1	Poste 3
4433S4 NOK	FU441 FU442 KV9.1 XM9.4 E9.1 4434 4433 4443 XM9.1	Poste 4
4433S5 NOK	FU441 FU442 KV9.1 XM9.4 E9.1 4434 4433 4443 XM9.1	Poste 5
4433S6 NOK	FU441 FU442 KV9.1 XM9.4 E9.1 4434 4433 4443 XM9.1	Poste 6

Tableau III.1 : listes des messages et leurs significations (suite)

Messages	Composants à vérifier	Domaines
4464 NOK	FU443 FU444 KV9.2 XM9.4 XM9.5 XM9.6 XM9.1 E9.2	Poste 1
4464S2 NOK	FU443 FU444 KV9.2 XM9.4 XM9.5 XM9.6 XM9.1 E9.2	Poste 2
4464S3 NOK	FU443 FU444 KV9.2 XM9.4 XM9.5 XM9.6 XM9.1 E9.2	Poste 3
4464S4 NOK	FU443 FU444 KV9.2 XM9.4 XM9.5 XM9.6 XM9.1 E9.2	Poste 4
4464S5 NOK	FU443 FU444 KV9.2 XM9.4 XM9.5 XM9.6 XM9.1 E9.2	Poste 5
4464S6 NOK	FU443 FU444 KV9.2 XM9.4 XM9.5 XM9.6 XM9.1 E9.2	Poste 6

Tableau III.1 : listes des messages et leurs significations (suite)

Messages	Composants à vérifier	Domaines
2121 NOK 2122 NOK 2130 NOK	QF1.13	
2131 NOK	FU211, KV1.1h XM1.0 XM1.1 E1.1 FU212 2131 2132 2133	Chauffage Zone1
2151 NOK	FU213 KV1.2h XM1.0 XM1.1 E1.2 FU214 2151 2152 2160	Chauffage Zone2
2181 NOK	FU215, FU216 KV1.3h XM1.0, XM1.1 E1.3 2181 2182 2190	Chauffage Zone3
2231 NOK	FU221 FU222 KV1.4h XM1.0 XM1.1 E1.4 2231 2232 2240	Chauffage Zone4
2260 NOK	FU223 FU224 KV1.5h XM1.0 XM1.1 E1.5 2260 2261 2270	Chauffage Zone5

Tableau III.1 : listes des messages et leurs significations (suite)

Messages	Composants à vérifier	Domaines
1270 NOK	XM0.5 Réfrigération non valide 680	
Lp NOK	QF0.4 T2 VM0.1	
4311 NOK	SA9.30 FU43.1 XM9.2 XC9.0 KA0.6 FU71 FU73	
941 NOK	FU941 KA0.6 940	
980 NOK	FU942	
912 NOK 914 NOK 916 NOK	QF9.32	
4433 NOK	FU441 FU442 KV9.1 XM9.4 E9.1 4434 4433 4443 XM9.1	Poste 1

Conclusion

L'objectif de départ était d'améliorer la disponibilité d'un système de commande par automate programmable industriel Allen Bradley. L'étude était appliquée à l'un des systèmes à injection des matières thermoplastiques de la S.S.P.A.

La situation était telle que le temps de diagnostic n'était pas bien maîtrisé à cause des moyens utilisés.

Nous avons donc proposé l'amélioration de la disponibilité du système par la réduction du temps de diagnostic en étudiant la conception d'une carte à base de microcontrôleur, permettant d'assister les techniciens dans la phase diagnostic.

Une fois réalisée, cette solution pourra régler plus de la moitié du problème.

Etant imprégné de la situation, nous proposons dans la même lancée, d'envisager d'autres études qui vont tenir compte des défauts mécaniques et hydrauliques du système.

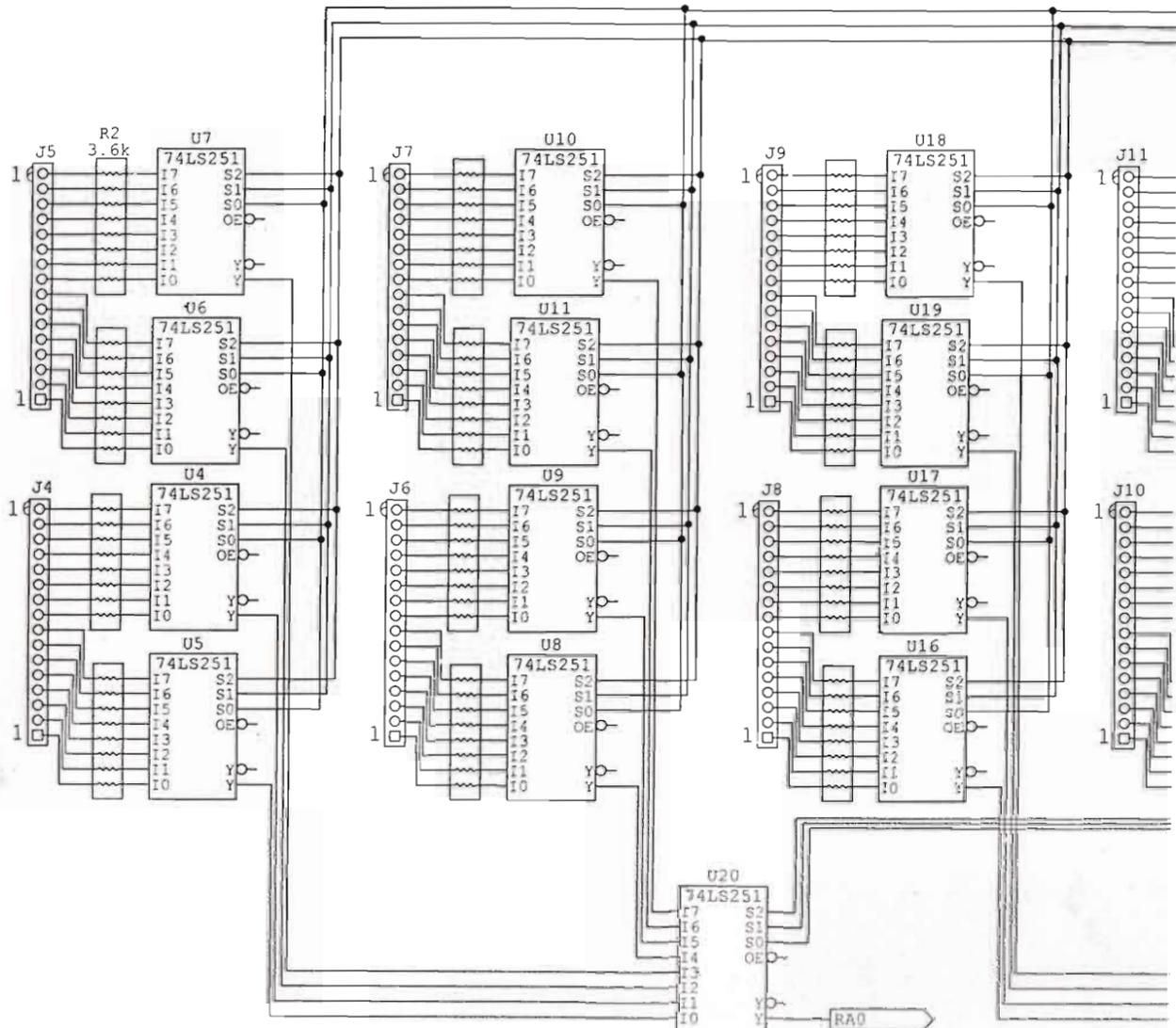
ANNEXES

ANNEXE 1 :

Le circuit électrique

de la carte

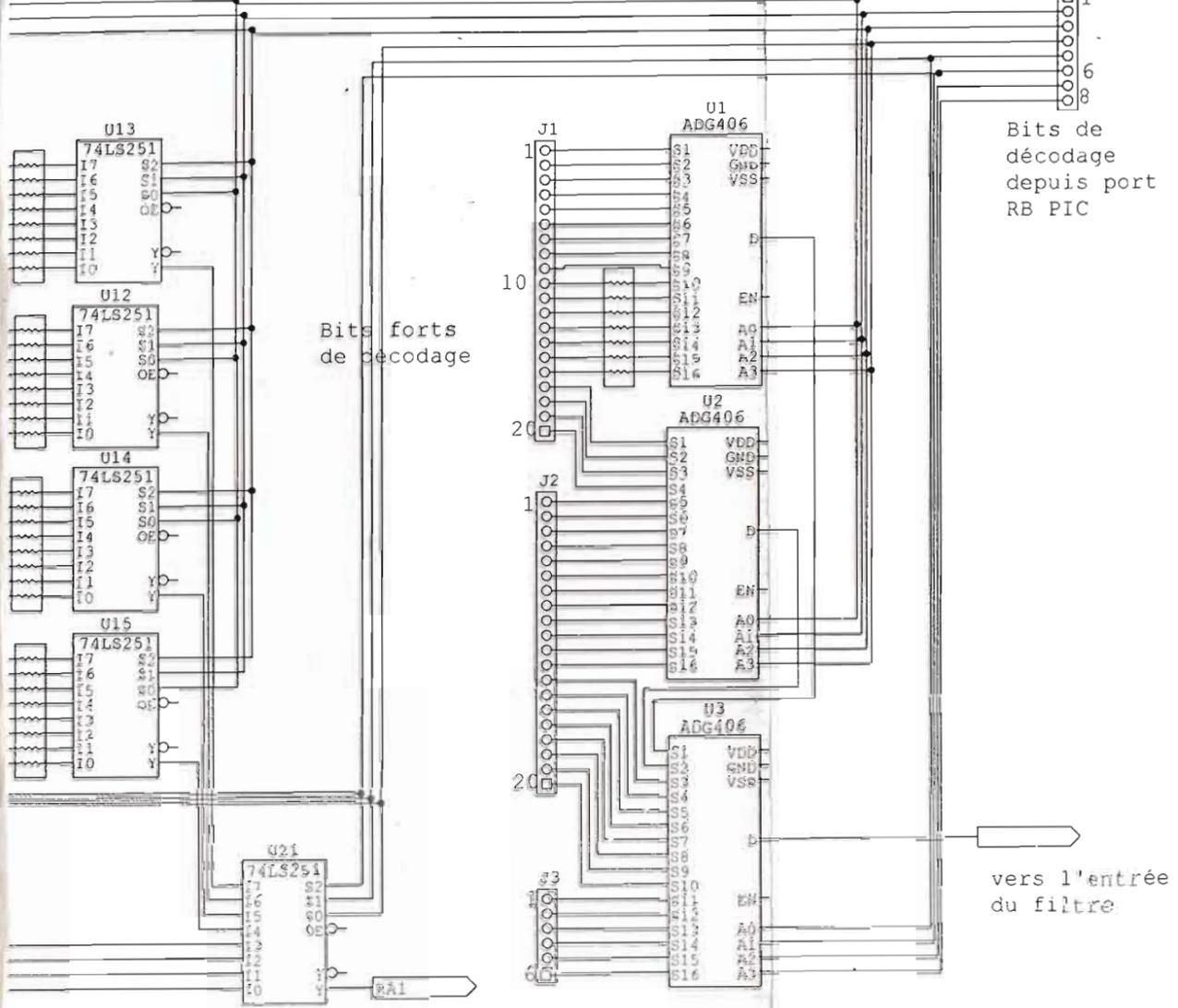
Bits faibles



Vers RA0
PIC

Indexage du circuit de commande

Bits forts de décodage



vers
RA1
PIC

Indexage du circuit de puissance

Câblage du système d'injection avec la carte

Connecteurs de la carte	Adresses d'indexage								Câbles du système
	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	
J1/1	0	0	0	0	0	0	0	0	2570
J1/2	0	0	0	0	0	0	0	1	2470
J1/3	0	0	0	0	0	0	1	0	2370
J1/4	0	0	0	0	0	0	1	1	2310
J1/5	0	0	0	0	0	1	0	0	2312
J1/6	0	0	0	0	0	1	0	1	2411
J1/7	0	0	0	0	0	1	1	0	2510
J1/8	0	0	0	0	0	1	1	1	2512
J1/9	0	0	0	0	1	0	0	0	2611
J1/10	0	0	0	0	1	0	0	1	660
J1/11	0	0	0	0	1	0	1	0	623
J1/12	0	0	0	0	1	0	1	1	941
J1/13	0	0	0	0	1	1	0	0	980
J1/14	0	0	0	0	1	1	0	1	1910
J1/15	0	0	0	0	1	1	1	0	1270
J1/16	0	0	0	0	1	1	1	1	1224
J1/17	0	0	0	1	0	0	0	0	1L3
J1/18	0	0	0	1	0	0	0	1	1L2
J1/19	0	0	0	1	0	0	1	0	1L1
J1/20	0	0	0	1	0	0	1	1	514
J2/1	0	0	0	1	0	1	0	0	570
J2/2	0	0	0	1	0	1	0	1	580
J2/3	0	0	0	1	0	1	1	0	912
J2/4	0	0	0	1	0	1	1	1	914
J2/5	0	0	0	1	1	0	0	0	916
J2/6	0	0	0	1	1	0	0	1	4433
J2/7	0	0	0	1	1	0	1	0	4464
J2/8	0	0	0	1	1	0	1	1	2121
J2/9	0	0	0	1	1	1	0	0	2122
J2/10	0	0	0	1	1	1	0	1	2130
J2/11	0	0	0	1	1	1	1	0	2131
J2/12	0	0	0	1	1	1	1	1	2151
J2/13	0	0	1	0	0	0	0	0	4433S2
J2/14	0	0	1	0	0	0	0	1	4464S2
J2/15	0	0	1	0	0	0	1	0	4433S3
J2/16	0	0	1	0	0	0	1	1	4464S3
J2/17	0	0	1	0	0	1	0	0	4433S4
J2/18	0	0	1	0	0	1	0	1	4464S5
J2/19	0	0	1	0	0	1	1	0	4433S5
J2/20	0	0	1	0	0	1	1	1	4464S6
J3/1	0	0	1	0	1	0	0	0	4433S6
J3/2	0	0	1	0	1	0	0	1	2181
J3/3	0	0	1	0	1	0	1	0	2231
J3/4	0	0	1	0	1	0	1	1	2260
J3/5	0	0	1	0	1	1	0	0	2670
J3/6	0	0	1	0	1	1	0	1	

Notation : J1/1 représente la broche 1 du connecteur J1

Câblage du système d'injection avec la carte (suite)

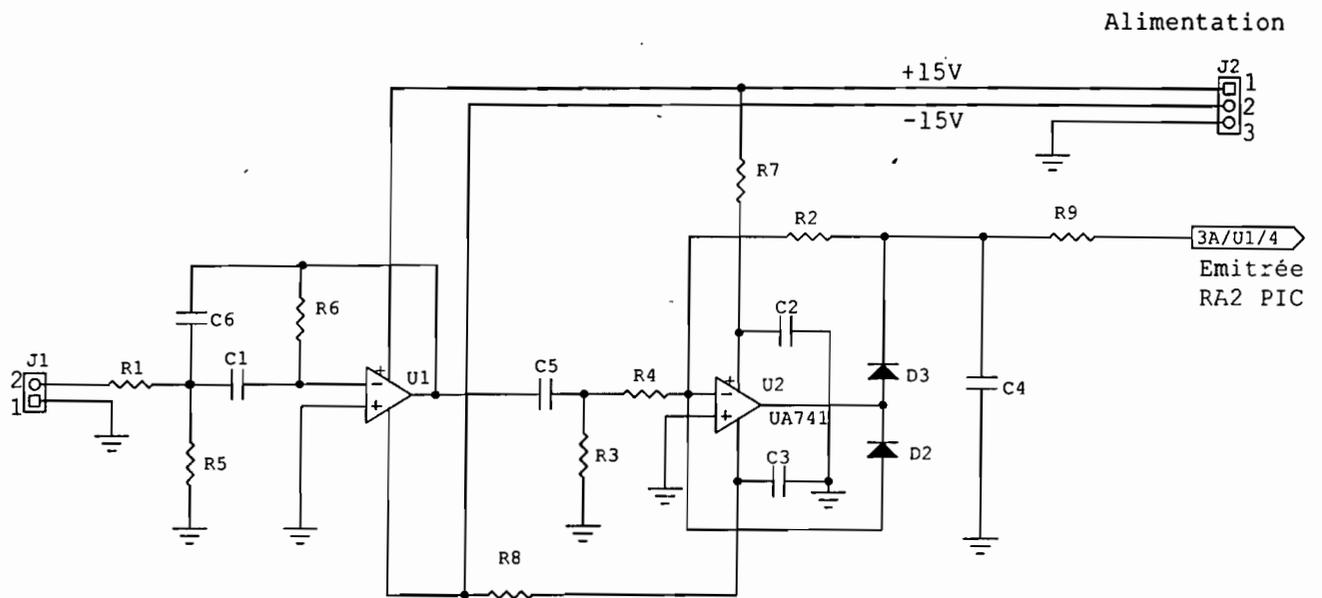
Connecteurs de la carte	Adresses d'indexage								Câbles du système	Postes
	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0		
J4/1	0	0	0	0	0	0	0	0	4981	1
J4/2	0	0	0	0	0	0	0	1	4511	1
J4/3	0	0	0	0	0	0	1	0	4981	2
J4/4	0	0	0	0	0	0	1	1	4511	2
J4/5	0	0	0	0	0	1	0	0	4881	3
J4/6	0	0	0	0	0	1	0	1	4511	3
J4/7	0	0	0	0	0	1	1	0	4981	4
J4/8	0	0	0	0	0	1	1	1	4511	4
J4/9	0	0	0	0	1	0	0	0	4981	5
J4/10	0	0	0	0	1	0	0	1	4511	5
J4/11	0	0	0	0	1	0	1	0	4981	6
J4/12	0	0	0	0	1	0	1	1	4511	6
J4/13	0	0	0	0	1	1	0	0	1210	
J4/14	0	0	0	0	1	1	0	1	L+	
J4/15	0	0	0	0	1	1	1	0	4311	
J4/16	0	0	0	0	1	1	1	1	1320	
J5/1	0	0	0	1	0	0	0	0	3350	
J5/2	0	0	0	1	0	0	0	1	3381	
J5/3	0	0	0	1	0	0	1	0	3430	
J5/4	0	0	0	1	0	0	1	1	3442	
J5/5	0	0	0	1	0	1	0	0	3450	
J5/6	0	0	0	1	0	1	0	1	3460	
J5/7	0	0	0	1	0	1	1	0	3470	
J5/8	0	0	0	1	0	1	1	1	3480	
J5/9	0	0	0	1	1	0	0	0	3481	
J5/10	0	0	0	1	1	0	0	1	3490	
J5/11	0	0	0	1	1	0	1	0	3530	
J5/12	0	0	0	1	1	0	1	1	3540	
J5/13	0	0	0	1	1	1	0	0	3130	
J5/14	0	0	0	1	1	1	0	1	3140	
J5/15	0	0	0	1	1	1	1	0	3060	
J5/16	0	0	0	1	1	1	1	1	3071	
J6/1	0	0	1	0	0	0	0	0	3070	
J6/2	0	0	1	0	0	0	0	1	3141	
J6/3	0	0	1	0	0	0	1	0	3441	
J6/4	0	0	1	0	0	0	1	1	3444	
J6/5	0	0	1	0	0	1	0	0	3450	
J6/6	0	0	1	0	0	1	0	1	3150	
J6/7	0	0	1	0	0	1	1	0	3160	
J6/8	0	0	1	0	0	1	1	1	4311	
J6/9	0	0	1	0	1	0	0	0	7L+B	2
J6/10	0	0	1	0	1	0	0	1	7L+C	3
J6/11	0	0	1	0	1	0	1	0	7L+D	4
J6/12	0	0	1	0	1	0	1	1	7L+E	5
J6/13	0	0	1	0	1	1	0	0	7L+F	6
J6/14	0	0	1	0	1	1	0	1	7L+A	1
J6/15	0	0	1	0	1	1	1	0	3L+	

Câblage du système d'injection avec la carte (suite)

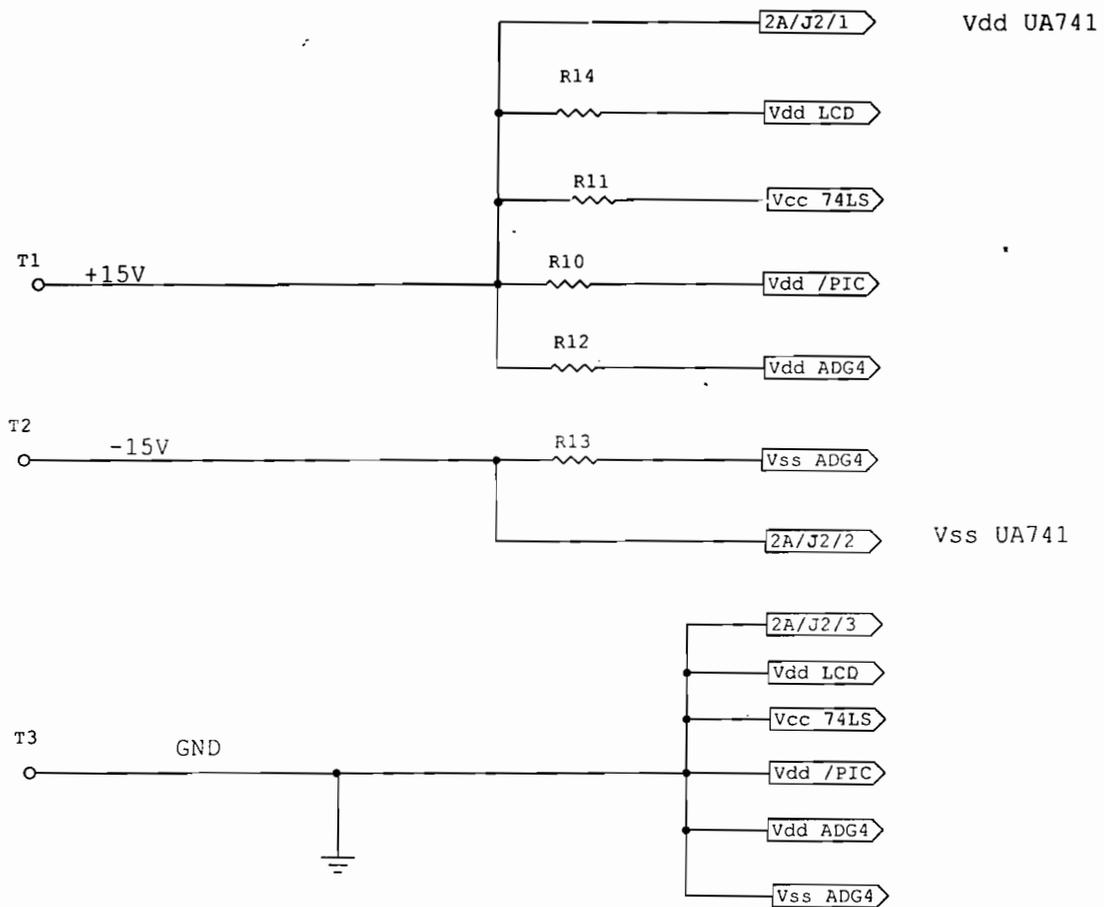
Connecteurs de la carte	Adresses d'indexage								Câbles du système	Postes
	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0		
J6/16	0	0	1	0	1	1	1	1	1L+	
J7/1	0	0	1	1	0	0	0	0	2L+	
J7/2	0	0	1	1	0	0	0	1	4L+	
J7/3	0	0	1	1	0	0	1	0	10L+	
J7/4	0	0	1	1	0	0	1	1	6L+	
J7/5	0	0	1	1	0	1	0	0	1320	
J7/6	0	0	1	1	0	1	0	1	1321	
J7/7	0	0	1	1	0	1	1	0	1380	
J7/8	0	0	1	1	0	1	1	1	1830	
J7/9	0	0	1	1	1	0	0	0	1870	
J7/10	0	0	1	1	1	0	0	1	1871	
J7/11	0	0	1	1	1	0	1	0	1872	
J7/12	0	0	1	1	1	0	1	1	1873	
J7/13	0	0	1	1	1	1	0	0	2830	
J7/14	0	0	1	1	1	1	0	1	1930	
J7/15	0	0	1	1	1	1	1	0	2850	
J7/16	0	0	1	1	1	1	1	1	2861	
J8/1	0	0	0	0	0	0	0	0	2862	
J8/2	0	0	0	0	0	0	0	1	2871	
J8/3	0	0	0	0	0	0	1	0	2880	
J8/4	0	0	0	0	0	0	1	1	2890	
J8/5	0	0	0	0	0	1	0	0	2940	
J8/6	0	0	0	0	0	1	0	1	2041	
J8/7	0	0	0	0	0	1	1	0	2950	
J8/8	0	0	0	0	0	1	1	1	2970	
J8/9	0	0	0	0	1	0	0	0	2971	
J8/10	0	0	0	0	1	0	0	1	2990	
J8/11	0	0	0	0	1	0	1	0	2991	
J8/12	0	0	0	0	1	0	1	1	3020	
J8/13	0	0	0	0	1	1	0	0	3030	
J8/14	0	0	0	0	1	1	0	1	3040	
J8/15	0	0	0	0	1	1	1	0	3060	
J8/16	0	0	0	0	1	1	1	1	3090	
J9/1	0	0	0	1	0	0	0	0	3130	
J9/2	0	0	0	1	0	0	0	1	3140	
J9/3	0	0	0	1	0	0	1	0	3141	
J9/4	0	0	0	1	0	0	1	1	3160	
J9/5	0	0	0	1	0	1	0	0	3220	
J9/6	0	0	0	1	0	1	0	1	3230	
J9/7	0	0	0	1	0	1	1	0	3231	
J9/8	0	0	0	1	0	1	1	1	3240	
J9/9	0	0	0	1	1	0	0	0	3250	
J9/10	0	0	0	1	1	0	0	1	3260	
J9/11	0	0	0	1	1	0	1	0	3270	
J9/12	0	0	0	1	1	0	1	1	3280	
J9/13	0	0	0	1	1	1	0	0	3281	
J9/14	0	0	0	1	1	1	0	1	3290	

Câblage du système d'injection avec la carte (suite)

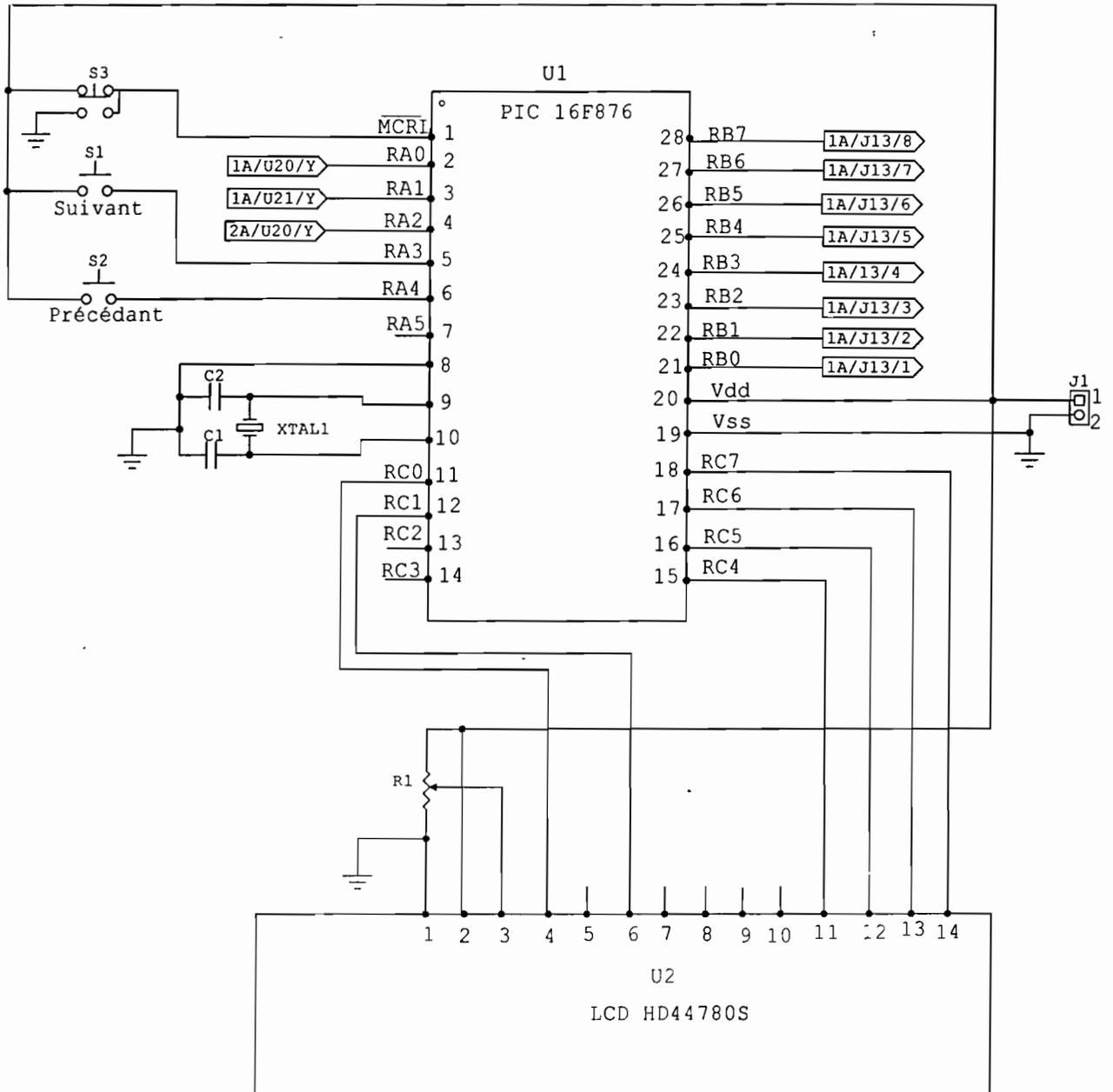
Connecteurs de la carte	Adresses d'indexage								Câbles du système	Postes
	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0		
J9/15	0	0	0	1	1	1	1	0	3360	
J9/16	0	0	0	1	1	1	1	1	3370	
J10/1	0	0	1	0	0	0	0	0	8L+	1
J10/2	0	0	1	0	0	0	0	1	8L+	2
J10/3	0	0	1	0	0	0	1	0	8L+	3
J10/4	0	0	1	0	0	0	1	1	8L+	4
J10/5	0	0	1	0	0	1	0	0	8L+	5
J10/6	0	0	1	0	0	1	0	1	8L+	6
J10/7	0	0	1	0	0	1	1	0	4641	1
J10/8	0	0	1	0	0	1	1	1	4641	2
J10/9	0	0	1	0	1	0	0	0	4641	3
J10/10	0	0	1	0	1	0	0	1	4641	4
J10/11	0	0	1	0	1	0	1	0	4641	5
J10/12	0	0	1	0	1	0	1	1	4641	6
J10/13	0	0	1	0	1	1	0	0	4651	1
J10/14	0	0	1	0	1	1	0	1	4651	2
J10/15	0	0	1	0	1	1	1	0	4651	3
J10/16	0	0	1	0	1	1	1	1	4651	4
J11/1	0	0	1	1	0	0	0	0	4651	5
J11/2	0	0	1	1	0	0	0	1	4651	6
J11/3	0	0	1	1	0	0	1	0	5031	1
J11/4	0	0	1	1	0	0	1	1	5031	2
J11/5	0	0	1	1	0	1	0	0	5031	3
J11/6	0	0	1	1	0	1	0	1	5031	4
J11/7	0	0	1	1	0	1	1	0	5031	5
J11/8	0	0	1	1	0	1	1	1	5031	6
J11/9	0	0	1	1	1	0	0	0	5041	1
J11/10	0	0	1	1	1	0	0	1	5041	2
J11/11	0	0	1	1	1	0	1	0	5041	3
J11/12	0	0	1	1	1	0	1	1	5041	4
J11/13	0	0	1	1	1	1	0	0	5041	5
J11/14	0	0	1	1	1	1	0	1	5041	6
J11/15	0	0	1	1	1	1	1	0	5421	
J11/16	0	0	1	1	1	1	1	1	5431	

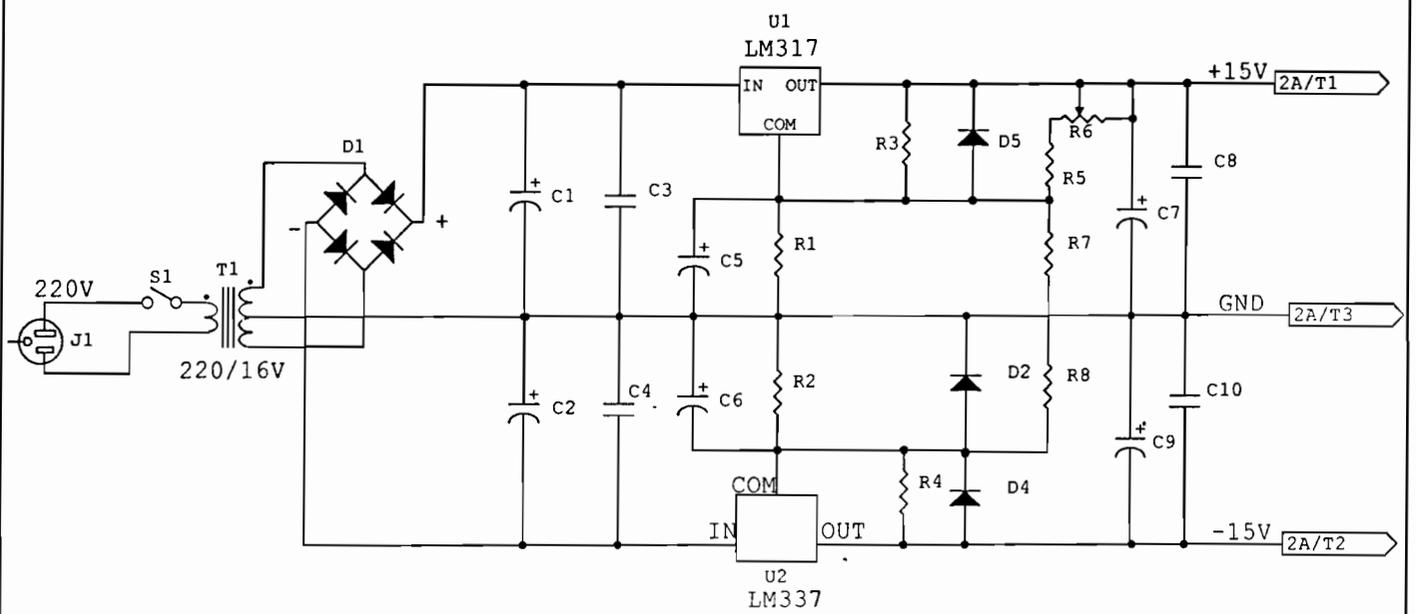


FILTRE REDRESSEUR



DISTRIBUTION





ANNEXE 2 : Le circuit électrique du programmeur

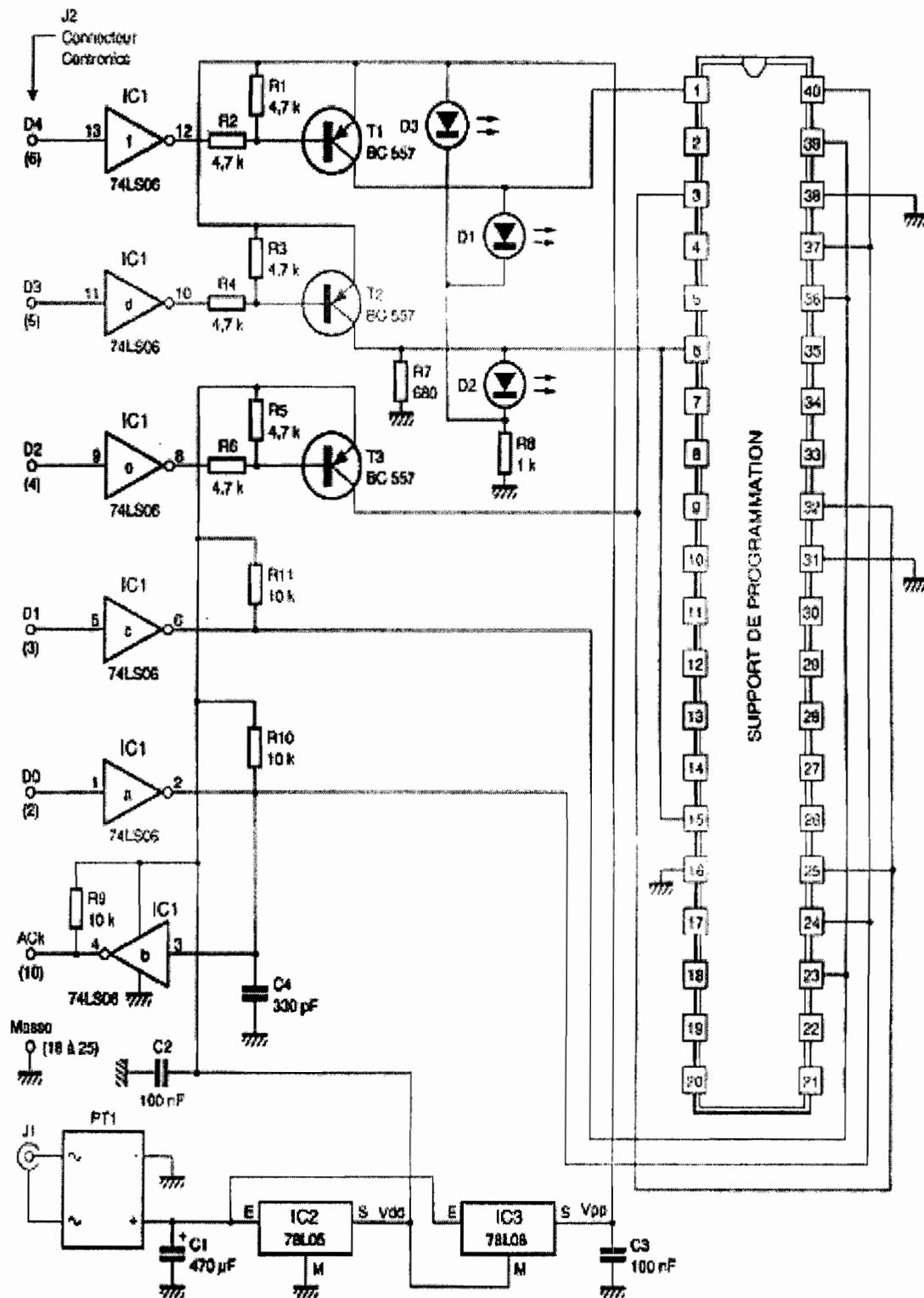


Figure : schéma du programmeur universel (par Chrifian Tavernier)

Nomenclature des composants du programmeur

Semi-conducteurs

IC1 : 7406 ou 74LS06

IC2 : 78L05

IC3 : 78L08

PT1 : pont moulé 100 volts 1 ampère

D1, D2 : LED rouge de 5 mm

D3 : LED verte de 5 mm

T1, T2, T3 : BC 557, 558, 559

Résistances 1/2 ou 1/4 de watt 5 %

R1, R2, R3, R4, R5, R6 : 4,7 kohms (jaune, violet, rouge)

R7 : 680 ohms (bleu, gris, marron)

R8 : 1 kohm (marron, noir, rouge)

R9, R10, R11 : 10 kohms (marron, noir, orange)

Divers

J1 : jack mâle 2,1 mm pour circuit imprimé

J2 : connecteur Centronics femelle coudé à 90° pour circuit imprimé

Support de CI : 1 x 14 pattes

Support de programmation, option économique : 1 x 8 pattes, 1 x 20 pattes, 2 x bandes à souder 40 pattes, tout en contacts tulipes.

Support de programmation, option " pro " : 1 support 3M (Textool) référence 240-6182-00-0605

Condensateurs

C1 : 470 μ F 35 volts chimique radial

C2, C3 : 100 nF mylar

C4 : 330 pF céramique

ANNEXE 3 :

Le programme du

microcontrôleur

```
LIST    p=16F876      ; Définition de processeur
#include'<p16F876.inc>  ; Définitions des constantes
__CONFIG  _CP_OFF & _CPD_OFF & _LVP_OFF & _BODEN_OFF & _PWRTE_ON &
_WDT_OFF & _HS_OSC & _WRT_ENABLE_OFF
;*****
;          ASSIGNATIONS          *
;*****
OPTIONVAL    EQU  H'0040'      ; Valeur registre option ; Résistance pull-up ON
; Interrupt flanc montant RB0 Préscaler timer à 2
INTERMASK    EQU  H'0090' ; Masque d'interruption , Interruptions sur RB0
;bank0
;***** Variable de temporisation
tempo50micro    EQU  0x20      ; Variable tempo 50 µs
tempo10ms       EQU  0x21      ; Variable tempo 10 ms
tempo1s         EQU  0x22      ; Variable tempo 1s
tempo150ms      EQU  0x23      ; Variable tempo 150s
;***** Variable de l'afficheur à cristaux liquide LCD
LCD_TEMP       EQU  0x24      ; Variable temporaire pour le LCD
varST          EQU  0x25      ;variable de selection des postes
var4981        EQU  0x26      ;variable mémorisant l'état fil 4981
var4411        EQU  0x27
var4511        EQU  0x28
var1224        EQU  0x29
var7LA         EQU  0x2A
var841         EQU  0x2B
var840         EQU  0x2C
varLp          EQU  0x2D
var1L1         EQU  0x2E
var1L2         EQU  0x2F
var1L3         EQU  0x30
var4981K01     EQU  0x31
cond4981A      EQU  0x32
cond4981B      EQU  0x33
```

cond4981C	EQU 0x34
cond4981D	EQU 0x35
cond4981E	EQU 0x36
cond4981A6	EQU 0x37
cond4981B6	EQU 0x38
cond4981C6	EQU 0x39
cond4981D6	EQU 0x3A
cond4981A5	EQU 0x3B
cond4981B5	EQU 0x3C
cond4981C5	EQU 0x3D
cond4981D5	EQU 0x3E
cond4981A4	EQU 0x3F
cond4981C4	EQU 0x41
cond4981D4	EQU 0x42
cond4981A3	EQU 0x43
cond4981B3	EQU 0x44
cond4981C3	EQU 0x45
cond4981D3	EQU 0x46
cond4981A2	EQU 0x47
cond4981B2	EQU 0x48
cond4981C2	EQU 0x49
cond4981D2	EQU 0x4A
cond4981A1	EQU 0x4B
cond4981B1	EQU 0x4C
cond4981C1	EQU 0x4D
cond4981D1	EQU 0x4E
cond4981E1	EQU 0x4F
cond4981E2	EQU 0x50
cond4981E3	EQU 0x51
cond4981E4	EQU 0x52
cond4981E5	EQU 0x53
cond4981E6	EQU 0x54
condF1	EQU 0x55
ad4981	EQU 0x56

ad4511	EQU 0x57
ad1224	EQU 0x58
ad660	EQU 0x59
ad1210	EQU 0x5A
ad2182	EQU 0x5B
ad2232	EQU 0x5C
ad2261	EQU 0x5D
ad2310	EQU 0x5E
ad2312	EQU 0x5F
ad2411	EQU 0x60
ad2510	EQU 0x61
ad2512	EQU 0x62
ad2611	EQU 0x63
ad623	EQU 0x64
ad941	EQU 0x65
ad980	EQU 0x66
ad1910	EQU 0x67
ad1270	EQU 0x68
ad1L3	EQU 0x69
ad1L2	EQU 0x6A
ad1L1	EQU 0x6B
ad514	EQU 0x6C
ad570	EQU 0x6D
ad580	EQU 0x6E
ad912	EQU 0x6F
ad914	EQU 0x70
ad916	EQU 0x71
ad4433	EQU 0x72
ad4464	EQU 0x73
ad2121	EQU 0x74
ad2122	EQU 0x75
ad2130	EQU 0x76
ad2131	EQU 0x77
ad2151	EQU 0x78

ad4433S2	EQU 0x79
ad4464S2	EQU 0x7A
ad4433S3	EQU 0x7B
ad4464S3	EQU 0x7C
cond4981B4	EQU 0x7D
w_temp	EQU 0x7E
status_temp	EQU 0x7F ;fin bank0
	;bank1
ad4464S4	EQU 0xA0
ad4433S5	EQU 0xA1
ad4464S5	EQU 0xA2
ad4433S6	EQU 0xA3
ad4464S6	EQU 0xA4
ad4433S4	EQU 0xA5
var1210	EQU 0xA6
var660	EQU 0xA7
var941	EQU 0xA8
var980	EQU 0xA9
var514	EQU 0xAA
var570	EQU 0xAB
var580	EQU 0xAC
var623	EQU 0xAD
var912	EQU 0xAE
var914	EQU 0xAF
var916	EQU 0xB0
var4433	EQU 0xB1
var4464	EQU 0xB2
var4433S2	EQU 0xB3
var4464S2	EQU 0xB4
var4433S3	EQU 0xB5
var4464S3	EQU 0xB6
var4433S4	EQU 0xB7
var4464S4	EQU 0xB8
var4433S5	EQU 0xB9

```

var4464S5      EQU 0xBA
var4433S6      EQU 0xBB
var4464S6      EQU 0xBC
var2121        EQU 0xBD
var2122        EQU 0xBE
var2130        EQU 0xBF
var2151        EQU 0xC0
var2131        EQU 0xC1
ad2181         EQU 0xC2
var2181        EQU 0xC3
ad2231         EQU 0xC4
var2231        EQU 0xC5
ad2260         EQU 0xC6
var2260        EQU 0xC7
var1270        EQU 0xC8
adLp           EQU 0xC9
ad4311         EQU 0xCA
var4311        EQU 0xCB

```

```

;*****
;

```

```

;          DEFINE          *

```

```

;*****

```

```

#DEFINE ADR_LCD      PORTC      ; Port C réservé pour LCD
#DEFINE ENABLE PORTC,2      ; E onnecter à RC2
#DEFINE RSPORTC,0      ; RS onnecter à RC0
#DEFINE ENTRE0 PORTA,0      ;entrée 1 74ls251
#DEFINE ENTRE1 PORTA,1      ;entrée circuit ac
#DEFINE ENTRE2 PORTA,2      ;entrée 2 74ls251
#DEFINE ADR_COM      PORTB      ;adresse d'indexage
#DEFINE SUIV      PORTA,3      ;bouton suivant
#DEFINE PREC      PORTA,4      ;bouton precedant

```

```

;*****
;

```

```

;          MACRO          *

```

```
,*****
;
;macros de gestion LCD
LCD_I0    macro A
    movlw A
    iorlw B'1000000'
    call  LCD_send
    endm

LCD_I1    macro A
    movlw A
    iorlw B'1100000'
    call  LCD_send
    endm

;-----
;macro des banks
BANK_0    macro
    bcf  STATUS , 5 ; passer banque0
    bcf  STATUS , 6 ; passer banque0
    endm

BANK_1    macro
    bsf  STATUS , 5 ; passer banque1
    bcf  STATUS , 6 ; passer banque1
    endm

BANK_2    macro
    bcf  STATUS , 5 ; passer banque2
    bsf  STATUS , 6 ; passer banque2
    endm

BANK_3    macro
    bsf  STATUS , 5 ; passer banque3
    bsf  STATUS , 6 ; passer banque3
    endm

;-----

,*****
;          DEMARRAGE SUR RESET                               *
```

```

;*****
;
;   org 0x000           ; Adresse de départ après reset
;   goto init          ; Adresse 0: initialiser
;*****
;
;   SOUS-ROUTINE DE TEMPORISATION 20Mhz      *
;*****
;la valeur à charger dans les tempons se calcul par  $tempon=(temps-10^{(-6)})/(t+6.10^{(-7)})$ 
;avec temps la valeur de la temporisation et t la temporisation à appeller à l'intérieur de la
;sous-routine
;***** Attente de 150ms (exactement 149.9ms)
Wait150ms
    movlw D'10'
    movwf tempo150ms
T150msboucle    call Wait15ms
                decfsz tempo150ms,f
                goto T150msboucle
                return
;***** Attente de 1 s (exactement 1.00204 s)
Wait1s
    MOVLW    D'99'      ;    99 fois
    MOVWF    tempo1s    ; stockage dans la variable tempo1s
T1sboucle    CALL Wait10ms
            DECFSZ    tempo1s,f    ; décremente et test
            GOTO     T1sboucle    ; on boucle tant que <>0
            RETURN
;***** Attente de 15 ms (exactement 14.99 ms)
Wait15ms
    MOVLW    D'149'     ;    149 fois
    MOVWF    tempo10ms  ; stockage dans la variable ;tempo10ms
T15msboucle  CALL Wait100micros
            DECFSZ    tempo10ms,f ; décremente et test
            GOTO     T15msboucle ; on boucle tant que <>0
            RETURN
;***** Attente de 10 ms (exactement 10.0198 ms)

```

Wait10ms

```
MOVLW D'198' ; 198 fois
MOVWF tempo10ms ; stockage dans la variable ;tempo10ms
```

T10msboucle CALL Wait50micros

```
DECFSZ tempo10ms,f ; décremente et test
GOTO T10msboucle ; on boucle tant que <>0
RETURN
```

;***** Attente de 1.5 ms (exactement 1.519ms)

Wait1.5ms

```
MOVLW D'30' ; 30 fois
MOVWF tempo10ms ; stockage dans la variable ;tempo10ms
```

T1.5msboucle CALL Wait50micros

```
DECFSZ tempo10ms,f ; décremente et test
GOTO T1.5msboucle ; on boucle tant que <>0
RETURN
```

;***** Attente de 100 µs (exactement, en comptant le temps d'appel)

Wait100micros

```
MOVLW D'165' ; 165 fois
MOVWF tempo50micro ; stockage dans la variable tempo50µ
```

```
T100microsboucle DECFSZ tempo50micro,f ; décremente et test
GOTO T100microsboucle ; on boucle tant que <>0 ;0.2*3=0.6 µs en tout
RETURN
```

;***** Attente de 50 µs (exactement, en comptant le temps d'appel)

;(2+1+1+1+1+80*(1+2)+2+2)*2.10exp-7=50µs

Wait50micros NOP

```
NOP
MOVLW D'81' ; 81 fois
MOVWF tempo50micro ; stockage dans la variable tempo50µ
```

T50microsboucle

```
DECFSZ tempo50micro,f ; décremente et test
GOTO T50microsboucle ; on boucle tant que <>0 0.2*3=0.6 µs en tout
RETURN
```

;***** Attente de 1 µs (exactement, en comptant le temps d'appel)

Wait1micros NOP

RETURN

```
*****  
;  
;          SOUS-ROUTINE D'emission LCD          *  
*****
```

;ce sous-programme émet un octet avec RS=0

LCD_send

BANK_0

```
' movwfLCD_TEMP      ;charger donnée à envoyer dans ;LCD_TEMP  
andlw B'11110000'    ;récupérer que les poids forts  
iorlw B'00000100'    ;placer les poids forts aux entrées ;R4-7 et E=1  
movwfADR_LCD  
nop                  ;laisser au moins 0.1µs  
bcf  ENABLE          ;valider les entrées du LCD (E=0 -> ;1)  
call Wait50micros    ;normalement c'est inutile  
swapf LCD_TEMP,w     ;récupérer les poids faibles  
andlw B'11110000'  
iorlw B'00000100'    ;placer les poids faibles aux ;entrées R4-7 et E=1 ;2  
movwfADR_LCD  
nop                  ;laisser au moins 0.1µs  
bcf  ENABLE          ;valider les entrées du LCD (E=0 -> ;1)  
call Wait50micros  
return
```

;ce programme émet un octet avec RS=1

LCD_sendRS

BANK_0

```
movwfLCD_TEMP      ;charger donnée à envoyer dans LCD_TEMP  
bsf  RS            ;RS=1  
andlw B'11110000'    ;récupérer que les poids forts  
iorlw B'00000101'    ;placer les poids forts aux entrées ;R4-7 et E=1  
movwfADR_LCD  
nop                  ;laisser au moins 0.1µs  
bcf  ENABLE          ;valider les entrées du LCD (E=0 -> ;1)  
call Wait50micros  
swapf LCD_TEMP,w     ;récupérer les poids faibles
```

```

andlw B'11110000'
iorlw B'00000101' ;placer les poids faibles aux ;entrées R4-7 et E=1 ;2
movwf ADR_LCD
nop ;laisser au moins 0.1µs
bcf ENABLE ;valider les entrées du LCD (E=0 -> ;1)
call Wait50micros
bcf RS ;RS=0
return

clrLCD ;effacer l'écran et retour du ; curseur à la position 0
movlw B'00000001'
call LCD_send
return

;*****
; SOUS-ROUTINE d'analyse des résultats du test 4981 *
;*****

traitSB9_14
bsf STATUS,Z
movlw D'1' ;vérifier si cond4981A1=1
subwf cond4981A1,w
btsc STATUS,Z ;voir si le résultat est nul
goto testST3 ;au traitement de cond4981A1=0
call mescA1
LCD_I0 D'11'
movlw "A"
call LCD_sendRS
LCD_I1 D'16' ;ligne 2
movlw "1"
call LCD_sendRS
;afficher condB
bsf STATUS,Z
movlw D'1' ;vérifier si cond4981A1=1
subwf cond4981B1,w
btsc STATUS,Z ;voir si le résultat est nul
goto testST3 ;au traitement de cond4981B1=0

```

```
call mescA1          ;cond4981B1=1 afficher OK
LCD_10  D'11'
movlw "B"
call LCD_sendRS
LCD_11 D'16'          ;ligne 2
movlw "1"
call LCD_sendRS
return
```

.....

cond4A1Z

```
call mescA1
```

.....

mescA1 ;affiche condition 4981A OK

```
    LCD_10  D'1'
movlw "C"          ;écrire "A"
call LCD_sendRS
movlw "o"
call LCD_sendRS
movlw "n"
call LCD_sendRS
movlw "d"
call LCD_sendRS
movlw "i"
call LCD_sendRS
movlw "t"
call LCD_sendRS
movlw "i"
call LCD_sendRS
movlw "o"
call LCD_sendRS
movlw "n"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
```

```
movlw "A"
call LCD_sendRS
movlw "1"
call LCD_sendRS

LCD_I1 D'7' ;ligne 2
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
LCD_I1 D'14' ;ligne 2
movlw "S"
call LCD_sendRS
movlw "T"
call LCD_sendRS
return
;*****
; SOUS-ROUTINE du test 4981 *
;*****
;pour économiser l'espace mémoire, nous utilisons les mêmes variables
;pour les configurations communes des postes. En effet, même si la configuration est
;identique, les valeurs des adresses ne le sont pas. Cette fonction affecte aux
;variables les adresses correspondants au poste selectionner
selectST
    decfsz varST,w ;vérifie si le contenu de varST est 1 ie si le poste 1 est
;selectionné
    goto testST2 ;au cas ou il ne s'agit pas du poste 1 aller vérifier si c'est le poste 2
    movlw B'0000000';s'il s'agit du poste 1, alors affecter les adresses correspondant au
poste 1
    movwf ad4981 ;4981 est le conducteur connecté à l'entrée I14 du PLC
;commandant l'ouverture
    movlw B'00000001'
    movwf ad4511
;la variables cond4981A à 1E servent de porteurs d'informations
```

;après chaque teste leur contenu est mémorisé dans les variables spécifiques à chaque poste

```
movf cond4981A,w
movwf cond4981A1
movf cond4981B,w
movwf cond4981B1
movf cond4981B,w
movwfcond4981B1
movf cond4981C, w
movwf cond4981C1
movf cond4981D,w
movwf cond4981D1
movf cond4981E,w
movwf cond4981E1
return
```

testST2 ;vérifie si le poste 2 est selectionné et affecte les variables spécifiques au poste 2

```
bcf STATUS,Z
movlw D'2' ;vérifier si varST=2 : station2
subwf varST,w
btfss STATUS,Z ;voir si le résultat est nul
goto testST3 ;non nul donc varST different de 2
movlw B'00000010'
movwf ad4981
movlw B'00000011'
movwf ad451
movf cond4981A,w
movwf cond4981A2
movf cond4981B,w
movwf cond4981B2
movf cond4981C,w
movwf cond4981C2
movf cond4981D,w
movwf cond4981D2
movf cond4981E,w
movwf cond4981E2
```

return

testST3 ;vérifie si le poste 3 est selectionné et affecte les variables spécifiques au poste 3

bcf STATUS,Z

movlw D'3' ;vérifier si varST=3 : station3

subwf varST,w

btfs STATUS,Z ;voir si le résultat est nul

goto testST4 ;non nul donc varST different de 3

movlw B'00000100'

movwf ad4981

movlw B'00000101'

movwf ad4511

movf cond4981A,w

movwf cond4981A3

movf cond4981B,w

movwf cond4981B3

movf cond4981C,w

movwf cond4981C3

movf cond4981D,w

movwf cond4981D3

movf cond4981E,w

movwf cond4981E3

return

testST4 ;vérifie si le poste 4 est selectionné et affecte les variables spécifiques au poste 4

bcf STATUS,Z

movlw D'4' ;vérifier si varST=4 : station4

subwf varST,w

btfs STATUS,Z ;voir si le résultat est nul

goto testST5 ;non nul donc varST different de 4

movlw B'00000110'

movwf ad4981

movlw B'00000111'

movwf ad4511

movf cond4981A,w

```
movwf cond4981A4
movf cond4981B,w
movwf cond4981B4
movf cond4981C,w
movwf cond4981C4
movf cond4981D,w
movwf cond4981D4
movf cond4981E,w
movwf cond4981E4
return
```

testST5 ;vérifie si le poste 5 est selectionné et affecte les variables spécifiques au poste 5

```
bcf STATUS,Z
movlw D'5' ;vérifier si varST=5 : station5
subwf varST,w
btfss STATUS,Z ;voir si le résultat est nul
goto testST6 ;non nul donc varST different de 5
movlw B'00001000'
movwf ad4981
movlw B'00001001'
movwf ad4511
```

```
movf cond4981A,w
movwf cond4981A5
movf cond4981B,w
movwf cond4981B5
movf cond4981C,w
movwf cond4981C5
movf cond4981D,w
movwf cond4981D5
movf cond4981E,w
movwf cond4981E5
return
```

testST6 ;vérifie si le poste 6 est selectionné et affecte les variables spécifiques au poste 6

```
movlw B'00001010'  
movwf ad4981  
movlw B'00001011'  
movwf ad4511
```

```
movf cond4981A,w  
movwf cond4981A6  
movf cond4981B,w  
movwf cond4981B6  
movf cond4981C,w  
movwf cond4981C6  
movf cond4981D,w  
movwf cond4981D6  
movf cond4981E,w  
movwf cond4981E6  
return
```

.....

;cette sous-routine réalise le teste assité par l'appui du bouton
;pousoir SB9.14
;elle choisit le poste à tester en affectant la variable varST la
;valeur correspondant au numéro du poste puis appelle la fonction
;presbouton

testSB9_14

;poste 1

```
movlw D'1' ;choix du poste 1  
movwfvarST ;affecter le 1 dans variable varST  
call presbouton ;appel de la fonction presbouton
```

;poste 2

```
movlw D'2'  
movwfvarST  
call presbouton
```

;poste 3

```
movlw D'3'  
movwfvarST  
call presbouton
```

;poste 4

```
movlw D'4'  
movwfvarST  
call presbouton
```

;poste 5

```
movlw D'5'  
movwfvarST  
call presbouton
```

;poste 6

```
movlw D'6'  
movwfvarST  
call presbouton  
return
```

;.....

;le poste étant sélectionné par la fonction testSB9_14, cette sous-routine choisi

;le poste selectionner effectue les traitements et donnent l'etat des condA-D

presbouton ;

```
call selectST ;pour avoir les valeurs des adresses selon le poste selectionné  
call mesbouton ;affiche 'Ap BOUTON OUVRIR' sur la ligne 1 du LCD et 'MOULE  
ST'sur ligne2
```

```
bcf STATUS,Z ;initialisation du bite Z du registre STATUS à 0  
movlw D'1' ;vérifier si varST=1 : station1  
subwf varST,w ;faire varST-1 et mettre le résultat dans w  
btfss STATUS,Z ;voir si le résultat est nul sauté si c'est le cas  
goto pres2 ;non nul donc varST different de 1; aller vérifier si varST=2  
LCD_I1 D'9' ;se pointer au neuvième caractère de la ligne 2  
movlw "1" ;charger 1 dans w  
call LCD_sendRS ; afficher "1" au neuvième caractère  
clrf var4981 ;initialisation dela variable var4981 à 0
```

```
traitbout ;on verifie si 4981 est à 1 et attente suivant
    movf ad4981,w
    movwf ADDR_COM ;Indexer le conducteur 4981
    call Wait150ms ;attendre 150ms
;ce test gère l'attente pour que l'opérateur appui le bouton
;SB9.14 ou suivant
teste1
    clrwdt
    btfsc ENTREE0 ;test l'etat de 4981 à la patte 2 (RA0)
    goto teste2 ;non à 1 on va verif si suivant est pressé
    movlw D'1' ;4981 est à 1 donc mettre var4981 à 1
    movwf var4981
conda
    movlw D'1'
    movwf cond4981A ;conditionA VRAIE (var4981=1)
suiva ;cond4981A vraie on vérifi les cond B et C
    btfs var4981,0
    goto condD ;suite pour 4981 à 0
;la condition 4981=1 vraie vérifion si la bobine KMO.1 est réellement exitée
    clrf var4981K01
    movf ad1224,w ;charger l'adresse du conducteur 1224 dans w
    movwf ADDR_COM ;indexer 1224 bobine KM0.1
    call Wait150ms
    btfs ENTREE2
    goto condC ;à la condition var4981=1 et var4981K01=0 condC
    movlw D'1' ;la bobine KMO.1 est réellement exitée
    movwf var1224 ;
    movlw D'1' ;
    movwf var4981K01
condB ;var4981=1 et var4981K01=1
    movwf cond4981B ;condition
    call selectST ;affecte le poste concerné
    return ;retour avec cond4981A=1 et cond4981B =1
condC ;var4981=1 et var4981K01=0
```

```
    movlw D'1'
    movwf cond4981C
    call  sélectST
    return                ; retour avec cond4981A=1 et cond4981C =1
condD                    ;4981 =0
    movf ad4511,w
    movwf ADR_COM        ;indexer 4511
    call Wait1micros
    btfss ENTRE0
    goto  condE          ;4981=0 et 4511=0
    movlw D'1'
    movwf cond4981D
    movlw D'1'
    movwf var4511
    call  selectST
    return                ; retour avec cond4981D=1
condE                    ;4981=0 et 4511=0
    movf ad1224,w
    movwf ADR_COM        ;indexer 1224
    call Wait150ms
    btfss ENTRE2
    return                ;on ne peut rien dire car 1224 non à 1
    movlw D'1'
    movwf cond4981E
    call  selectST
    return

testKM0_1
    movf ad1210,w
    movwf ADR_COM        ;indexer 1210
    call Wait100micros
    btfss ENTRE2
    goto test660
    movlw D'1'
```

```
    movwf condF1
    return
test660
    movf ad660,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 660
    call Wait100micros
    btfss ENTRE2
    goto test660
;.....
teste2
    BANK_0              ;permet le test de suivant pendant l'attente
    btfss SUIV
    goto testel
    goto suiva
;.....
pres2
    bcf STATUS,Z
    movlw D'2'          ;vérifier si varST=2 : station2
    subwf varST,w
    btfss STATUS,Z     ;voir si le résultat est nul
    goto pres3         ;non nul donc varST différent de 2
    LCD_11 D'9'
    movlw "2"
    call LCD_sendRS
    goto traitbout
pres3
    bcf STATUS,Z
    movlw D'3'          ;vérifier si varST=3 : station3
    subwf varST,w
    btfss STATUS,Z     ;voir si le résultat est nul
    goto pres4         ;non nul donc varST différent de 3
    LCD_11 D'9'
    movlw "3"
    call LCD_sendRS
```

```
goto traitbout
pres4
  bcf STATUS,Z
  movlw D'4'          ;vérifier si varST=4 : station4
  subwf varST,w
  btfss STATUS,Z      ;voir si le résultat est nul
  goto pres5          ;non nul donc varST different de 4
  LCD_11 D'9'
  movlw "4"
  call LCD_sendRS
  goto traitbout
```

```
pres5
  bcf STATUS,Z
  movlw D'5'          ;vérifier si varST=5 : station5
  subwf varST,w
  btfss STATUS,Z      ;voir si le résultat est nul
  goto pres6          ;non nul donc varST different de 5
  LCD_11 D'9'
  movlw "5"
  call LCD_sendRS
  goto traitbout
```

```
pres6
  LCD_11 D'9'
  movlw "6"
  call LCD_sendRS
  goto traitbout
```

;.....

;cette sous-routine gère le message demandant à l'opérateur de presser le bouton

;"ouvrir moule". Mais n'affiche que les lettres communes à tous les postes:

;'Ap BOUTON OUVRIR

; MOULE ST' le numéro de la station est affiché par la fonction presbouton

mesbouton

```
LCD_10 D'1'
movlw "A"          ;écrire "A"
```

```
call LCD_sendRS
movlw "P"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "B"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "U"
call LCD_sendRS
movlw "T"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "U"
call LCD_sendRS
movlw "V"
call LCD_sendRS
movlw "R"
call LCD_sendRS
movlw "I"
call LCD_sendRS
movlw "R"
call LCD_sendRS
LCD_11 D'1' ;ligne 2
movlw "M"
call LCD_sendRS
```

```
    movlw "O"
    call  LCD_sendRS
    movlw "U"
    call  LCD_sendRS
    movlw "L"
    call  LCD_sendRS
    movlw "E"
    call  LCD_sendRS
    movlw " "
    call  LCD_sendRS
    movlw "S"
    call  LCD_sendRS
    movlw "T"
    call  LCD_sendRS
    return
;*****
;      SOUS-ROUTINE  du test des lignes 1L1 ,1L2,et 1L3          *
;*****
;cette fonction effectue les testes des ligne 1L1, 1L2, 1L3
test1L          ;teste si la ligne 1L1 est traversée par un courant.
    clrf  var1L1
    movf  ad1L1,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 1L1
    call  Wait150ms
    btfss ENTRE2
    goto  test1L2
    movlw D'1'
    movwf var1L1
test1L2
    clrf  var1L2
    movf  ad1L2,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 1L1
    call  Wait150ms
    btfss ENTRE2
```

```
    goto test1L3
    movlw D'1'
    movwfv ar1L2
test1L3
    clrf  var1L3
    movf ad1L3,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 1L1
    call Wait150ms
    btfss ENTRE2
    return
    movlw D'1'
    movwfv ar1L3
    return
;.....
;cette fonction affiche "1L1 NOK" si la ligne 1L1 n'est pas traversée
;par un courant il en est de même pour les ligne 1L2 et 1L3
;cela signifie:le sectionneur QF0.1 ouvert, ou délestage du système ou
;aucun composant n'est sous tension
result1L
    btfss var1L1,0
    goto nok1L1
s1L1
    btfss var1L2,0
    goto nok1L2
s1L2
    btfss var1L3,0
    goto nok1L3
s1L3
    return

nok1L1      ;affiche un état critique de la ligne 1L1
    call clrLCD
    LCD_I0   D'1'
    movlw "1"      ;écrire "1"
```

```
call LCD_sendRS
movlw "L"
call LCD_sendRS
movlw "1"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s1L1
```

nok1L2

```
LCD_10    D'1'
movlw "1"           ;écrire "1"
call LCD_sendRS
movlw "L"
call LCD_sendRS
movlw "2"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
```

```
goto s1L2
nok1L3
LCD_I0' D'1'
movlw "1" ;écrire "1"
call LCD_sendRS
movlw "L"
call LCD_sendRS
movlw "3"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s1L3
;*****
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 514 *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 514
test514 ;teste si la ligne 514 est traversée par un courant.
BANK_1
clrf var514
BANK_0
movf ad514,w
movwf ADR_COM ;indexer 514
call Wait150ms
btfs ENTRE2
return
BANK_1
```

```
movlw D'1'  
movwfvar514  
BANK_0  
return
```

```
.....
```

```
;cette fonction affiche "514 NOK" si la ligne 514 n'est pas traversée  
;par un courant  
;composants à vérifier QF0.2, T3,QF0.6
```

```
result514
```

```
BANK_1  
btfss var514,0  
goto nok514
```

```
s514
```

```
BANK_0  
return
```

```
nok514 ;affiche un état critique de la ligne 514
```

```
BANK_0  
call clrLCD  
LCD_10 D'1'  
movlw "5" ;écrire "5"  
call LCD_sendRS  
movlw "1"  
call LCD_sendRS  
movlw "4"  
call LCD_sendRS  
movlw " "  
call LCD_sendRS  
movlw "N"  
call LCD_sendRS  
movlw "O"  
call LCD_sendRS  
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant
```

```
call clrLCD
goto s514
;.....

;*****
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 570      *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 570
test570      ;teste si la ligne 570 est traversée par un courant.
    BANK_1
    clrf var570
    BANK_0
    movf ad570,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 570
    call Wait150ms
    btfss ENTRE2
    return
    BANK_1
    movlw D'1'
    movwf var570
    BANK_0
    return
;.....
;cette fonction affiche "570 NOK" si la ligne 570 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU52
result570
    BANK_1
    btfss var570,0
    goto nok570
s570
    BANK_0
    return
nok570      ;affiche un état critique de la ligne 570
```

```
BANK_0
call clrLCD
LCD_10'   D'1'
movlw "5"           ;écrire "5"
call LCD_sendRS
movlw "7"
call LCD_sendRS
movlw "0"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s570
```

.....

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 580 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 580

test580 ;teste si la ligne 580 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var580
BANK_0
movf ad580,w
movwf ADR_COM ;indexer 580
call Wait150ms
```

```
    btfss ENTRE2
    return
    BANK_1
    movlw D'1'
    movwfvar580
    BANK_0
    return
;.....
;cette fonction affiche "580 NOK" si la ligne 580 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier :QF1.1A
result580
    BANK_1
    btfss var580,0
    goto nok580
s580
    return
nok580          ;affiche un état critique de la ligne 580
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_10      D'1'
    movlw "5"          ;écrire "5"
    call LCD_sendRS
    movlw "8"
    call LCD_sendRS
    movlw "0"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
    call LCD_sendRS
    movlw "N"
    call LCD_sendRS
    movlw "O"
    call LCD_sendRS
    movlw "K"
```

```
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s580
;.....

;*****
;
;    SOUS-ROUTINE du test du conducteur 623
;
;*****
;
; cette fonction effectue les testes du conducteur 623
; test623; teste si la ligne 623 est traversée par un courant.
;
;   BANK_1
;   clr  var623
;   BANK_0
;   movf ad623,w
;   movwf ADR_COM      ;indexer 623
;   call Wait150ms
;   btfss ENTRE2
;   return
;   BANK_1
;   movlw D'1'
;   movwf var623
;   BANK_0
;   return
;.....
; cette fonction affiche "623 NOK" si la ligne 623 n'est pas traversée
; par un courant
; composants à vérifier :QF0.3, T1
; result623
;
;   BANK_1
;   btfss var623,0
;   goto nok623
;
s623
```

```
BANK_0
return
nok623      ;affiche un état critique de la ligne 623
call clrLCD
LCD_10      D'1'
movlw "6"      ;écrire "6"
call LCD_sendRS
movlw "2"
call LCD_sendRS
movlw "3"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s623

;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 660      *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 660
test660A      ;teste si la ligne 660 est traversée par un courant.
BANK_1
clrf var660
BANK_0
movf ad660,w
movwf ADR_COM      ;indexer 660
call Wait150ms
```

```
    btfss  ENTRE2
    return
    BANK_1
    movlw D'1'
    movwf var660
    BANK_0
    return
;.....
;cette fonction affiche "660 NOK" si la ligne 660 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU6.3
result660
    BANK_1
    btfss var660,0
    goto nok660
s660
    BANK_0
    return
nok660          ;affiche un état critique de la ligne 660
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0      D'1'
    movlw "6"          ;écrire "6"
    call  LCD_sendRS
    movlw "6"
    call  LCD_sendRS
    movlw "0"
    call  LCD_sendRS
    movlw " "
    call  LCD_sendRS
    movlw "N"
    call  LCD_sendRS
    movlw "O"
    call  LCD_sendRS
```

```
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant  
call clrLCD  
goto s660
```

```
;.....
```

```
*****
```

```
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 941 *
```

```
*****
```

```
;cette fonction effectue les testes du conducteur 941
```

```
test941 ;teste si la ligne 941 est traversée par un courant.
```

```
BANK_1  
clrf var941  
BANK_0  
movf ad941,w  
movwf ADR_COM ;indexer 941  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'  
movwf var941  
BANK_0  
return
```

```
;.....
```

```
;cette fonction affiche "941 NOK" si la ligne 660 n'est pas traversée
```

```
;par un courant
```

```
;composants à vérifier FU941
```

```
result941
```

```
BANK_1  
btfss var941,0  
goto nok941
```

s941

BANK_0

return

nok941 ;affiche un état critique de la ligne 941

BANK_0

call clrLCD

LCD_10 D'1'

movlw "9" ;écrire "6"

call LCD_sendRS

movlw "4"

call LCD_sendRS

movlw "1"

call LCD_sendRS

movlw " "

call LCD_sendRS

movlw "N"

call LCD_sendRS

movlw "O"

call LCD_sendRS

movlw "K"

call LCD_sendRS

call suivant

call clrLCD

goto s941

;

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 980 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 980

test980 ;teste si la ligne 980 est traversée par un courant.

BANK_1

```
    clrf  var980
    BANK_0
    movf ad980,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 980
    call Wait150ms
    btfss ENTRE2
    return
;
;.....
;cette fonction affiche "980 NOK" si la ligne 980 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU942
result980
    BANK_1
    btfss var980,0
    goto nok980
s980
    BANK_0
    return
nok980      ;affiche un état critique de la ligne 980
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0   D'1'
    movlw "9"      ;écrire "9"
    call LCD_sendRS
    movlw "8"
    call LCD_sendRS
    movlw "0"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
```

```
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s980
```

```
;.....
```

```
*****
```

```
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 912 *
```

```
*****
```

```
;cette fonction effectue les testes du conducteur 912
```

```
test912 ;teste si la ligne 912 est traversée par un courant.
```

```
BANK_1
```

```
clrf var912
```

```
BANK_0
```

```
movf ad912,w
```

```
movwf ADR_COM ;indexer 912
```

```
call Wait150ms
```

```
btfss ENTRE2
```

```
return
```

```
BANK_1
```

```
movlw D'1'
```

```
movwfvar912
```

```
BANK_0
```

```
return
```

```
;.....
```

```
;cette fonction affiche "912 NOK" si la ligne 912 n'est pas traversée
```

```
;par un courant
```

;composants à vérifier QF9.32

result912

BANK_1

btfss var912,0

goto nok912

s912

BANK_0

return

nok912 ;affiche un état critique de la ligne 912

BANK_0

call clrLCD

LCD_10 D'1'

movlw "9" ;écrire "9"

call LCD_sendRS

movlw "1"

call LCD_sendRS

movlw "2"

call LCD_sendRS

movlw " "

call LCD_sendRS

movlw "N"

call LCD_sendRS

movlw "O"

call LCD_sendRS

movlw "K"

call LCD_sendRS

call suivant

call clrLCD

goto s912

;.....

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 914 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 914

test914 ;teste si la ligne 914 est traversée par un courant.

```
BANK_1
  clrf  var914
BANK_0
  movf ad914,w
  movwf ADR_COM      ;indexer 914
  call Wait150ms
  btfss ENTRE2
  return
BANK_1
  movlw D'1'
  movwf var914
BANK_0
  return
```

.....

;cette fonction affiche "914 NOK" si la ligne 914 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier QF9.32

result914

```
BANK_1
  btfss var914,0
  goto nok914
```

s914

```
BANK_0
  return
```

nok914 ;affiche un état critique de la ligne 914

```
BANK_0
  call clrLCD
  LCD_10  D'1'
  movlw "9"      ;écrire "9"
  call LCD_sendRS
  movlw "1"
  call LCD_sendRS
```

```
movlw "4"  
call LCD_sendRS  
movlw ""  
call LCD_sendRS  
movlw "N"  
call LCD_sendRS  
movlw "O"  
call LCD_sendRS  
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant  
call clrLCD  
goto s914
```

;.....

```
*****  
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 916 *  
*****  
;cette fonction effectue les testes du conducteur 916
```

test916 ;teste si la ligne 916 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clrf var916  
BANK_0  
movf ad916,w  
movwf ADR_COM ;indexer 916  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'  
movwfvar916  
BANK_0
```

```
return
;.....
;cette fonction affiche "916 NOK" si la ligne 916 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier QF9.32
result916
    BANK_1
    btfss var916,0
    goto nok916
s916
    BANK_0
    return
nok916          ;affiche un état critique de la ligne 916
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_10      D'1'
    movlw "9"          ;écrire "9"
    call LCD_sendRS
    movlw "1"
    call LCD_sendRS
    movlw "6"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
    call LCD_sendRS
    movlw "N"
    call LCD_sendRS
    movlw "O"
    call LCD_sendRS
    movlw "K"
    call LCD_sendRS
    call suivant
    call clrLCD
    goto s916
;.....
```

```
*****  
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4433 *  
*****  
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4433
```

test4433 ;teste si la ligne 4433 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clrf var4433  
BANK_0  
movf ad4433,w  
movwf ADR_COM ;indexer 4433  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'  
movwf var4433  
BANK_0  
return
```

```
;  
;cette fonction affiche "4433 NOK" si la ligne 4433 n'est pas traversée  
;par un courant  
;composants à vérifier FU441, FU442, KV9.1, XM9.4, E9.1
```

result4433

```
BANK_1  
btfss var4433,0  
goto nok4433
```

s4433

```
BANK_0  
return
```

nok4433 ;affiche un état critique de la ligne 4433

```
BANK_0  
call clrLCD  
LCD_I0 D'1'
```

```
movlw "4"          ;écrire "4"
call  LCD_sendRS
movlw "4"
call  LCD_sendRS
movlw "3"
call  LCD_sendRS
movlw "3"
call  LCD_sendRS
movlw " "
call  LCD_sendRS
movlw "N"
call  LCD_sendRS
movlw "O"
call  LCD_sendRS
movlw "K"
call  LCD_sendRS
call  suivant
call  clrLCD
goto  s4433
;.....
;*****
;          SOUS-ROUTINE  du test du conducteur 4464          *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4464

test4464    ;teste si la ligne 4464 est traversée par un courant.
BANK_1
clrf  var4464
BANK_0
movf  ad4464,w
movwf ADR_COM    ;indexer 4464
call  Wait150ms
btfss ENTRE2
return
```

```
BANK_1
movlw D'1'
movwfv ar4464
BANK_0
return
;.....
;cette fonction affiche "4464 NOK" si la ligne 4464 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU443, FU444, KV9.2, XM9.4, XM9.5, XM9.6, E9.2
result4464
    BANK_1
    btfss var4464,0
    goto nok4464
s4464
    BANK_0
    return
nok4464          ;affiche un état critique de la ligne 4464
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0      D'1'
    movlw "4"          ;écrire "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "6"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
    call LCD_sendRS
    movlw "N"
    call LCD_sendRS
    movlw "O"
    call LCD_sendRS
```

```
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant  
call clrLCD  
goto s4464
```

```
.....  
*****  
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4433S2 *  
*****  
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4433S2
```

test4433S2 ;teste si la ligne 4433S2 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clrf var4433S2  
BANK_0  
movf ad4433S2,w  
movwf ADR_COM ;indexer 4433S2  
call Wait150ms  
btfs ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'I'  
movwfvar4433S2  
BANK_0  
return
```

```
.....  
;cette fonction affiche "4433S2 NOK" si la ligne 4433S2 n'est pas traversée  
;par un courant  
;composants à vérifier FU441, FU442, KV9.1,XM9.4, E9.1  
result4433S2
```

```
BANK_1  
btfs var4433S2,0  
goto nok4433S2  
s4433S2
```

```
BANK_0
return
nok4433S2      ;affiche un état critique de la ligne 4433S2
BANK_0
call clrLCD
LCD_I0      D'1'
movlw "4"          ;écrire "4"
call LCD_sendRS
movlw "4"
call LCD_sendRS
movlw "3"
call LCD_sendRS
movlw "3"
call LCD_sendRS
movlw "S"
call LCD_sendRS
movlw "2"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s4433S2

;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE  du test du conducteur 4464S2      *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4464S2
```

test4464S2 ;teste si la ligne 4464 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var4464S2
BANK_0
movf ad4464S2,w
movwf ADR_COM ;indexer 4464S2
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var4464S2
BANK_0
return
```

.....

;cette fonction affiche "4464S2 NOK" si la ligne 4464 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier FU443, FU444, KV9.2, XM9.4, XM9.5, XM9.6, E9.2

result4464S2

```
BANK_1
btfss var4464S2,0
goto nok4464S2
```

s4464S2

```
BANK_0
return
```

nok4464S2 ;affiche un état critique de la ligne 4464S2

```
BANK_0
call clrLCD
LCD_10 D'1'
movlw "4" ;écrire "4"
call LCD_sendRS
movlw "4"
call LCD_sendRS
```

```
    movlw "6"
    call  LCD_sendRS
    movlw "4"
    call  LCD_sendRS
    movlw "S"
    call  LCD_sendRS
    movlw "2"
    call  LCD_sendRS
    movlw " "
    call  LCD_sendRS
    movlw "N"
    call  LCD_sendRS
    movlw "O"
    call  LCD_sendRS
    movlw "K"
    call  LCD_sendRS
    call  suivant
    call  clrLCD
    goto  s4464S2

;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE  du test du conducteur 4433S3          *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4433S3

test4433S3  ;teste si la ligne 4433S2 est traversée par un courant.
    BANK_1
    clrf  var4433S3
    BANK_0
    movf  ad4433S3,w
    movwf ADR_COM      ;indexer 4433S3
    call  Wait150ms
    btfss ENTRE2
    return
```

```
BANK_1
movlw D'1'
movwfvár4433S3
BANK_0
return

;.....
;cette fonction affiche "4433S2 NOK" si la ligne 4433S2 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU441, FU442, KV9.1, XM9.4, E9.1
result4433S3
    BANK_1
    btfss var4433S3,0
    goto nok4433S3
s4433S3
    BANK_0
    return
nok4433S3        ;affiche un état critique de la ligne 4433S3
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_10      D'1'
    movlw "4"          ;écrire "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "3"
    call LCD_sendRS
    movlw "3"
    call LCD_sendRS
    movlw "S"
    call LCD_sendRS
    movlw "3"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
    call LCD_sendRS
```

```
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s4433S3
;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4464S3      *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4464S3

test4464S3 ;teste si la ligne 4464S3 est traversée par un courant.
BANK_1
clrf var4464S3
BANK_0
movf ad4464S3,w
movwf ADR_COM ;indexer 4464S3
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var4464S3
BANK_0
return
;.....
;cette fonction affiche "4464S3 NOK" si la ligne 4464S3 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU443, FU444, KV9.2, XM9.4, XM9.5, XM9.6, E9.2
result4464S3
```

```
BANK_1
  btfss var4464S3,0
  goto nok4464S3
s4464S3
  BANK_0
  return
nok4464S3      ;affiche un état critique de la ligne 4464S3
  BANK_0
  call clrLCD
  LCD_10      D'1'
  movlw "4"          ;écrire "4"
  call LCD_sendRS
  movlw "4"
  call LCD_sendRS
  movlw "6"
  call LCD_sendRS
  movlw "4"
  call LCD_sendRS
  movlw "S"
  call LCD_sendRS
  movlw "3"
  call LCD_sendRS
  movlw " "
  call LCD_sendRS
  movlw "N"
  call LCD_sendRS
  movlw "O"
  call LCD_sendRS
  movlw "K"
  call LCD_sendRS
  call suivant
  call clrLCD
  goto s4464S3
```

;

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4433S4 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 4433S4

test4433S4 ;teste si la ligne 4433S4 est traversée par un courant.

BANK_1

clrf var4433S4

movf ad4433S4,w

BANK_0

movwf ADR_COM ;indexer 4433S4

call Wait150ms

btfss ENTRE2

return

BANK_1

movlw D'1'

movwfvar4433S4

BANK_0

return

.....

;cette fonction affiche "4433S4 NOK" si la ligne 4433S4 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier FU441, FU442, KV9.1, XM9.4, E9.1

result4433S4

BANK_1

btfss var4433S4,0

goto nok4433S4

s4433S4

BANK_0

return

nok4433S4 ;affiche un état critique de la ligne 4433S4

BANK_0

call clrLCD

LCD_I0 D'1'

```
movlw "4"           ;écrire "4"
call  LCD_sendRS
movlw "4"
call  LCD_sendRS
movlw "3"
call  LCD_sendRS
movlw "3"
call  LCD_sendRS
movlw "S"
call  LCD_sendRS
movlw "4"
call  LCD_sendRS
movlw " "
call  LCD_sendRS
movlw "N"
call  LCD_sendRS
movlw "O"
call  LCD_sendRS
movlw "K"
call  LCD_sendRS
call  suivant
call  clrLCD
goto  s443S4
```

```
;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4464S4      *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4464S4
```

test4464S4 ;teste si la ligne 4464S4 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf  var4464S4
movf  ad4464S4,w
BANK_0
```

```
movwf ADR_COM      ;indexer 4464S4
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwfvar4464S4
BANK_0
return
;.....
;cette fonction affiche "4464S4 NOK" si la ligne 4464S4 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU443, FU444, KV9.2, XM9.4, XM9.5, XM9.6, E9.2
result4464S4
    BANK_1
    btfss var4464S4,0
    goto nok4464S4
s4464S4
    BANK_0
    return
nok4464S4      ;affiche un état critique de la ligne 4464S4
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0      D'1'
    movlw "4"      ;écrire "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "6"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "S"
    call LCD_sendRS
```

```
movlw "4"  
call LCD_sendRS  
movlw " "  
call LCD_sendRS  
movlw "N"  
call LCD_sendRS  
movlw "O"  
call LCD_sendRS  
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant  
call clrLCD  
goto s4464S4
```

```
;.....
```

```
*****
```

```
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4433S5 *
```

```
*****
```

```
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4433S5
```

test4433S5 ;teste si la ligne 4433S5 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clrf var4433S5  
movf ad4433S5,w  
BANK_0  
movwf ADR_COM ;indexer 4433S5  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'  
movwfvar4433S5  
BANK_0  
return
```

```
;.....
```

;cette fonction affiche "4433S5 NOK" si la ligne 4433S5 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier FU441, FU442, KV9.1, XM9.4, E9.1

result4433S5

BANK_1

btfss var4433S5,0

goto nok4433S5

s4433S5

BANK_0

return

nok4433S5 ;affiche un état critique de la ligne 4433S5

BANK_0

call clrLCD

LCD_I0 D'1'

movlw "4" ;écrire "4"

call LCD_sendRS

movlw "4"

call LCD_sendRS

movlw "3"

call LCD_sendRS

movlw "3"

call LCD_sendRS

movlw "S"

call LCD_sendRS

movlw "5"

call LCD_sendRS

movlw " "

call LCD_sendRS

movlw "N"

call LCD_sendRS

movlw "O"

call LCD_sendRS

movlw "K"

call LCD_sendRS

```
call suivant
call clrLCD
goto s4433S5
;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4464S5      *
;*****
;ce fonction effectue les testes du conducteur 4464S5
```

test4464S5 ;teste si la ligne 4464S5 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var4464S5
movf ad4464S5,w
BANK_0
movwf ADR_COM      ;indexer 4464S5
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var4464S5
BANK_0
return
;.....
;ce fonction affiche "4464S5 NOK" si la ligne 4464S4 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU443, FU444, KV9.2, XM9.4, XM9.5, XM9.6, E9.2
result4464S5
BANK_1
btfss var4464S5,0
goto nok4464S5
s4464S5
BANK_0
return
```

nok4464S5 ;affiche un état critique de la ligne 4464S5

```
BANK_0
call clrLCD
LCD_I0 D'1'
movlw "4" ;écrire "4"
call LCD_sendRS
movlw "4"
call LCD_sendRS
movlw "6"
call LCD_sendRS
movlw "4"
call LCD_sendRS
movlw "S"
call LCD_sendRS
movlw "5"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s4464S5
```

```
;.....
;*****
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4433S6 *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4433S6
```

test4433S6 ;teste si la ligne 4433S6 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var4433S6
movf ad4433S6,w
BANK_0
movwf ADR_COM ;indexer 4433S6
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var4433S6
BANK_0
return
;.....
;cette fonction affiche "4433S6 NOK" si la ligne 4433S6 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU441, FU442, KV9.1, XM9.4, E9.1
result4433S6
BANK_1
btfss var4433S6,0
goto nok4433S6
s4433S6
BANK_0
return
nok4433S6 ;affiche un état critique de la ligne 4433S6
BANK_0
call clrLCD
LCD_10 D'1'
movlw "4" ;écrire "4"
call LCD_sendRS
movlw "4"
call LCD_sendRS
movlw "3"
call LCD_sendRS
```

```
movlw "3"  
call LCD_sendRS  
movlw "S"  
call LCD_sendRS  
movlw "6"  
call LCD_sendRS  
movlw " "  
call LCD_sendRS  
movlw "N"  
call LCD_sendRS  
movlw "O"  
call LCD_sendRS  
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant  
call clrLCD  
goto s4433S6
```

```
.....
```

```
*****
```

```
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4464S6 *
```

```
*****
```

```
;cette fonction effectue les testes du conducteur 4464S6
```

test4464S6 ;teste si la ligne 4464S6 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clrf var4464S6  
movf ad4464S6,w  
BANK_0  
movwf ADR_COM ;indexer 4464S6  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'
```

```
movwvar4464S6
BANK_0
return
;.....
;cette fonction affiche "4464S6 NOK" si la ligne 4464S6 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU443, FU444, KV9.2, XM9.4, XM9.5, XM9.6, E9.2
result4464S6
    BANK_1
    btfs var4464S6,0
    goto nok4464S6
s4464S6
    BANK_0
    return
nok4464S6      ;affiche un état critique de la ligne 4464S6
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0      D'1'
    movlw "4"          ;écrire "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "6"
    call LCD_sendRS
    movlw "4"
    call LCD_sendRS
    movlw "S"
    call LCD_sendRS
    movlw "6"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
    call LCD_sendRS
    movlw "N"
    call LCD_sendRS
```

```
movlw "O"  
call LCD_sendRS  
movlw "K"  
call LCD_sendRS  
call suivant  
call clrLCD  
goto s4464S6
```

;.....

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2121 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 2121

test2121 ;teste si la ligne 2121 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clrf var2121  
BANK_0  
movf ad2121,w  
movwf ADR_COM ;indexer 2121  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'  
movwf var2121  
BANK_0  
return
```

;.....

;cette fonction affiche "2121 NOK" si la ligne 2121 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier QF1.13

result2121

```
BANK_1
```

```
    btfs var2121,0
    goto nok2121
s2121
    BANK_0
    return
nok2121          ;affiche un état critique de la ligne 2121
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0      D'1'
    movlw "2"          ;écrire "2"
    call  LCD_sendRS
    movlw "1"
    call  LCD_sendRS
    movlw "2"
    call  LCD_sendRS
    movlw "1"
    call  LCD_sendRS
    movlw " "
    call  LCD_sendRS
    movlw "N"
    call  LCD_sendRS
    movlw "O"
    call  LCD_sendRS
    movlw "K"
    call  LCD_sendRS
    call  suivant
    call clrLCD
    goto  s2121
;.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE  du test du conducteur 2122          *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 2122
```

test2122 ;teste si la ligne 2122 est traversée par un courant.

BANK_1

clrf var2122

BANK_0

movf ad2122,w

movwf ADR_COM ;indexer 2122

call Wait150ms

btfss ENTRE2

return

BANK_1

movlw D'1'

movwfvar2122

BANK_0

return

;.....

;cette fonction affiche "2122 NOK" si la ligne 2122 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier QF1.13

result2122

BANK_1

btfss var2122,0

goto nok2122

s2122

BANK_0

return

nok2122 ;affiche un état critique de la ligne 2122

BANK_0

call clrLCD

LCD_I0 D'1'

movlw "2" ;écrire "2"

call LCD_sendRS

movlw "1"

call LCD_sendRS

movlw "2"

```
call LCD_sendRS
movlw "2"
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s2122
```

```
;.....
```

```
*****
```

```
; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2130 *
```

```
*****
```

```
;cette fonction effectue les testes du conducteur 2130
```

test2130 ;teste si la ligne 2130 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var2130
BANK_0
movf ad2130,w
movwf ADR_COM ;indexer 2130
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var2130
BANK_0
return
```

```
.....  
;cette fonction affiche "2130 NOK" si la ligne 2130 n'est pas traversée  
;par un courant  
;composants à vérifier QF1.13  
result2130  
    BANK_1  
    btfss var2130,0  
    goto nok2130  
s2130  
    BANK_0  
    return  
nok2130          ;affiche un état critique de la ligne 2130  
    BANK_0  
    call clrLCD  
    LCD_10      D'1'  
    movlw "2"          ;écrire "2"  
    call  LCD_sendRS  
    movlw "1"  
    call  LCD_sendRS  
    movlw "3"  
    call  LCD_sendRS  
    movlw "0"  
    call  LCD_sendRS  
    movlw " "  
    call  LCD_sendRS  
    movlw "N"  
    call  LCD_sendRS  
    movlw "O"  
    call  LCD_sendRS  
    movlw "K"  
    call  LCD_sendRS  
    call  suivant  
    call clrLCD  
    goto  s2130
```

```
;.....  
;*****  
;          SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2131          *  
;*****  
;cette fonction effectue les testes du conducteur 2131
```

test2131 ;teste si la ligne 2131 est traversée par un courant.

```
BANK_1  
clr  var2131  
BANK_0  
movf ad2131,w  
movwf ADR_COM      ;indexer 2131  
call Wait150ms  
btfss ENTRE2  
return  
BANK_1  
movlw D'1'  
movwf var2131  
BANK_0  
return
```

```
;.....  
;cette fonction affiche "2131 NOK" si la ligne 2131 n'est pas traversée  
;par un courant  
;composants à vérifier FU211, KV1.1h, XM1.0, XM1.1, E1.1, FU212
```

result2131

```
BANK_1  
btfss var2131,0  
goto nok2131
```

s2131

```
BANK_0  
return
```

nok2131 ;affiche un état critique de la ligne 2131

```
BANK_0  
call clrLCD
```

```
LCD_10    D'1'
movlw "2"          ;écrire "2"
call  LCD_sendRS
movlw "1"
call  LCD_sendRS
movlw "3"
call  LCD_sendRS
movlw "1"
call  LCD_sendRS
movlw " "
call  LCD_sendRS
movlw "N"
call  LCD_sendRS
movlw "O"
call  LCD_sendRS
movlw "K"
call  LCD_sendRS
call  suivant
call  clrLCD
goto  s2131
```

```
.....
;*****
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2151          *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 2151
```

test2151 ;teste si la ligne 2151 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf  var2151
BANK_0
movf  ad2151,w
movwf ADR_COM      ;indexer 2151
call  Wait150ms
btfss ENTRE2
```

```
    return
    BANK_1
    movlw D'1'
    movwf var2151
    BANK_0
    return
;.....
;cette fonction affiche "2151 NOK" si la ligne 2131 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU213, KV1.2h, XM1.0, XM1.1, E1.2, FU214
result2151
    BANK_1
    btfss var2151,0
    goto nok2151
s2151
    BANK_0
    return
nok2151          ;affiche un état critique de la ligne 2151
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0      D'1'
    movlw "2"          ;écrire "2"
    call LCD_sendRS
    movlw "1"
    call LCD_sendRS
    movlw "5"
    call LCD_sendRS
    movlw "1"
    call LCD_sendRS
    movlw " "
    call LCD_sendRS
    movlw "N"
    call LCD_sendRS
    movlw "O"
```

```
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s2151
```

.....

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2181 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 2181

test2181 ;teste si la ligne 2181 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var2181
movf ad2181,w
BANK_0
movwf ADR_COM ;indexer 2181
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var2181
BANK_0
return
```

.....

;cette fonction affiche "2181 NOK" si la ligne 2181 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier FU215, FU216, KV1.3h, XM1.0, XM1.1, E1.3

result2181

```
BANK_1
btfss var2181,0
goto nok2181
```

s2181

BANK_0

return

nok2181 ;affiche un état critique de la ligne 2181

BANK_0

call clrLCD

LCD_I0 D'1'

movlw "2" ;écrire "2"

call LCD_sendRS

movlw "1"

call LCD_sendRS

movlw "8"

call LCD_sendRS

movlw "1"

movlw " "

call LCD_sendRS

movlw "N"

call LCD_sendRS

movlw "O"

call LCD_sendRS

movlw "K"

call LCD_sendRS

call suivant

call clrLCD

goto s2181

;

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2231 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 2231

test2231 ;teste si la ligne 2231 est traversée par un courant.

BANK_1

clrf var2231

```
movf ad2231,w
BANK_0
movwf ADR_COM      ;indexer 2231
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwfvar2231
BANK_0
return
;.....
;cette fonction affiche "2231 NOK" si la ligne 2231 n'est pas traversée
;par un courant
;composants à vérifier FU221, FU222, KV1.4h, XM1.0, XM1.1, E1.4
result2231
    BANK_1
    btfss var2231,0
    goto nok2231
s2231
    BANK_0
    return
nok2231      ;affiche un état critique de la ligne 2231
    BANK_0
    call clrLCD
    LCD_I0    D'1'
    movlw "2"      ;écrire "2"
    call LCD_sendRS
    movlw "2"
    call LCD_sendRS
    movlw "3"
    call LCD_sendRS
    movlw "1"
    movlw " "
```

```
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto s2231
```

.....

```
*****
;
;      SOUS-ROUTINE du test du conducteur 2260          *
;*****
;cette fonction effectue les testes du conducteur 2260
```

test2260 ;teste si la ligne 2260 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var2260
movf ad2260,w
BANK_0
movwf ADR_COM ;indexer 2260
call Wait150ms
btfss ENTRE2
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var2260
BANK_0
return
```

.....

;cette fonction affiche "2260 NOK" si la ligne 2260 n'est pas traversée
;par un courant

;composants à vérifier FU223, FU224, KV1.5h, XM1.0, XM1.1, E1.5

result2260

BANK_1

btfs var2260,0

goto nok2260

s2260

BANK_0

return

nok2260 ;affiche un état critique de la ligne 2260

BANK_0

call clrLCD

LCD_I0 D'1'

movlw "2" ;écrire "2"

call LCD_sendRS

movlw "2"

call LCD_sendRS

movlw "6"

call LCD_sendRS

movlw "0"

movlw " "

call LCD_sendRS

movlw "N"

call LCD_sendRS

movlw "O"

call LCD_sendRS

movlw "K"

call LCD_sendRS

call suivant

call clrLCD

goto s2260

;.....

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur L+ *

;cette fonction effectue les testes du conducteur L+

testLp ;teste si la ligne L+ est traversée par un courant.

```
BANK_0
  clrf  varLp
BANK_1
  movf adLp,w
BANK_0
  movwf ADR_COM      ;indexer L+
  call Wait150ms
  btfss ENTRE0
  return
  movlw D'1'
  movwf varLp
BANK_0
  return
```

.....

;cette fonction affiche "Lp NOK" si la ligne L+ n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier réfrigération non valide

resultLp

```
BANK_0
  btfss varLp,0
  goto nokLp
```

sLp

```
BANK_0
  return
```

nokLp ;affiche un état critique de la ligne Lp

```
BANK_0
  call clrLCD
  LCD_I0   D'1'
  movlw "L"      ;écrire "L"
  call  LCD_sendRS
  movlw "P"
```

```
call LCD_sendRS
movlw " "
call LCD_sendRS
movlw "N"
call LCD_sendRS
movlw "O"
call LCD_sendRS
movlw "K"
call LCD_sendRS
call suivant
call clrLCD
goto sLp
```

;.....

; SOUS-ROUTINE du test du conducteur 4311 *

;cette fonction effectue les testes du conducteur 4311

test4311 ;teste si la ligne 4311 est traversée par un courant.

```
BANK_1
clrf var4311
movf ad4311,w
BANK_0
movwf ADR_COM ;indexer 4311
call Wait150ms
btfss ENTRE0
return
BANK_1
movlw D'1'
movwf var4311
BANK_0
return
```

;.....

;cette fonction affiche "4311 NOK" si la ligne 4311 n'est pas traversée

;par un courant

;composants à vérifier SA9.30 FU43.1 XM9.2 XC9.0 KA0.6 FU71 FU73

result4311

BANK_1

btfss var4311,0

goto nok4311

s4311

BANK_0

return

nok4311 ;affiche un état critique de la ligne 4311

BANK_0

call clrLCD

LCD_I0 D'1'

movlw "4" ;écrire "4"

call LCD_sendRS

movlw "3"

call LCD_sendRS

movlw "1"

call LCD_sendRS

movlw "1"

movlw " "

call LCD_sendRS

movlw "N"

call LCD_sendRS

movlw "O"

call LCD_sendRS

movlw "K"

call LCD_sendRS

call suivant

call clrLCD

goto s4311

;.....

verif1L ;vérifie l'état de 1L

call test1L ;test des lignes 1L1, 1L2, 1L3

```
    btfss var1L1,0
    goto def1L
    btfss var1L2,0
    goto def1L
    btfss var1L3,0
    goto def1L
    return
```

suivant

```
    BANK_0                ;permet le test de suivant pendant l'attente
    btfss SUIV
    goto suivant
    return
```

```
*****
;
;           INITIALISATIONS                               *
*****
```

init

```
    BANK_1    ; passer banque1
    movlw B'111111'
    movwf TRISA
    clrf TRISB
    clrf TRISC
    BANK_0
    clrf PORTC
    clrf  PORTB    ; sorties portB à 0
    BANK_1
    movlw OPTIONVAL    ; charger masque
    movwf OPTION_REG   ; initialiser registre option
```

```
-----
    movlw INTERMASK    ; masque interruption
    movwf INTCON       ; charger interrupt control
```

```
-----
;initialisation du LCD
```

```
.....
```

;etape 1:

```

;RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4
;0 0 0 0 1 1
;0 0 0 0 1 1
;0 0 0 0 1 1
;etape 2:
;RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4
;0 0 0 0 1 DL ;DL=0 => 4ports. donc 4ports=> 0 0 0 0 1 0
;0 0 N F X X N=0 => 1ligne. N=1 => 2lignes. F:qualité
;etape 3:
;RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4
;0 0 0 0 0 0
;0 0 1 D C B
;D=display. D=0 -> éteindre le LCD. D=1 -> allumer le LCD
;C = curseur. C=0-> ne pas afficher le curseur. C=1-> afficher le curseur
;B=blinking
;.....

    movlw B'00110011' ;émission de trois octets ;identiques: 0011 3 fois puis 0010
;pourutiliser 4 ports
    call LCD_send      ;0 0 1 1 0 0 1 DL : DL=0(4ports)
    movlw B'00110010'
    call LCD_send
    movlw B'00101100'   ;0 0 1 DL N F x x : ;DL=0(4ports)/1(8ports),
N=0(1ligne)/1(2lignes), F=font
    call LCD_send
    movlw B'00001110'   ;0 0 0 0 1 D C B : ;D=Display=1(on)/0(off) C=curseur
B=blinking
    call LCD_send
    movlw B'00000001'   ;effacer l'écran et retour du ;curseur à la position 0
    call LCD_send
    movlw B'00000110'   ;0 0 0 0 0 1 1/D S : ;1/D=(1)incrémente le curseur après
écriture S=(1)display is shifted
    call LCD_send
;affecter les adresses fixes
    movlw B'00000000'

```

movw ad2182
movlw B'00000001'
movwf ad2232
movlw B'00000010'
movwf ad2261
movlw B'00000011'
movwf ad2310
movlw B'00000100'
movwf ad2312
movlw B'00000101'
movwf ad2411
movlw B'00000110'
movwf ad2510
movlw B'00000111'
movwf ad2512
movlw B'00001000'
movwf ad2611
movlw B'00001010'
movwf ad623
movlw B'00001011'
movwf ad941
movlw B'00001100'
movwf ad980
movlw B'00001101'
movwf ad1910
movlw B'00001110'
movwf ad1270
movlw B'00001111'
movwf ad1224
movlw B'00010000'
movwf ad1L3
movlw B'00010001'
movwf ad1L2
movlw B'00010010'

movwf ad1L1
movlw B'00010011'
movwf ad514
movlw B'00010100'
movwf ad570
movlw B'00010101'
movwf ad580
movlw B'00010110'
movwf ad912
movlw B'00010111'
movwf ad914
movlw B'00011000'
movwf ad916
movlw B'00011001'
movwf ad4433
movlw B'00011010'
movwf ad4464
movlw B'00011011'
movwf ad2121
movlw B'00011100'
movwf ad2122
movlw B'00011101'
movwf ad2130
movlw B'00011110'
movwf ad2131
movlw B'00011111'
movwf ad2151
movlw B'00100000'
movlw B'00100000'
movwf ad4433S2
movlw B'00100001'
movwf ad4464S2
movlw B'00100010'
movwf ad4433S3

```
movlw B'00100011'  
movwf ad4464S3  
movlw B'01100000'  
movwf ad4433S4  
BANK_1  
movlw B'01110000'  
movlw B'00100100'  
movwf ad4433S4  
movlw B'00100101'  
movwf ad4464S5  
movlw B'00100110'  
movwf ad4433S5  
movlw B'00100111'  
movwf ad4464S6  
movlw B'00101000'  
movwf ad4433S6  
movlw B'00001010'  
movwf ad623  
movlw B'00101001'  
movwf ad2181  
movlw B'00101010'  
movwf ad2231  
movlw B'00101011'  
movwf ad2260  
movlw B'00001101'  
movwf adLp  
movlw B'00001110'  
movwf ad4311  
BANK_0  
movlw B'00001100'  
movwf ad1210  
movlw B'00001001'  
movwf ad660  
goto start
```

```
*****  
;  
; PROGRAMME PRINCIPAL *  
*****
```

start

;les tests

call verif1L ;test des lignes 1L1, 1L2, 1L3

;les lignes 1L1 1L2 et 1L3 sont OK donc faire le teste du conducteur 514

call test514

btsss var514,0

goto def514

;le conducteur 514 OK donc faire le test 570

call test570

btsss var570,0

goto def570

;revenir aux lignes 1L

call verif1L ;test des lignes 1L1, 1L2, 1L3

;le conducteur 1L OK donc faire le test 623

call test623

btsss var623,0

goto def623

;le conducteur 623 OK donc faire le test 660

call test660

btsss var660,0

goto def660

;le conducteur 660 OK donc faire le test 1270

call test1270

btsss var1270,0

goto def1270

;le conducteur 1270 OK donc faire le test 980

call test980

btsss var980,0

goto def980

;le conducteur 980 OK donc faire le test 941

call test941


```
    call result4311
def914
    call result914
def916
    call result916
def912
    call result912
def941
    call result941
def980
    call result980
def1270
    call result1270
def623
    call result623
def660
    call result660
def570
    call result570
def514
    call result514
def1L
    call result1L
END                ; directive fin de programme
```