



Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

NEDDAD MAROUANE

Pour l'obtention du diplôme

Master Sciences et Techniques

Electronique, Signaux et Systèmes Automatisés

(E.S.S.A)

Intitulé

**Amélioration de la machine de coupe KOMAX :
Ajout d'un système de blocage de la pince des
machines de coupe KOMAX 433 en cas de
coupure d'électricité**

Encadré par :

Pr JORIO MOHAMMED (FST Fès)

Mr EL HARRAK ACHRAF (YAZAKI Morocco)

Soutenu le 15 Juin 2017 à 10h30, devant le jury composé de :

Pr JORIO MOHAMMED.....: Encadrant

Pr ECHATOUI NOR-SAID..... : Examineur

Pr LAHBABI MHAMMED..... : Examineur

Dédicace

A ma mère

« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Tous ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entouré. »

A mon Père,

« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie. »

A mes chères sœurs pour leur véritable soutien,

A toute ma famille,

A tous mes amis...

Remerciement

Au terme de mon stage, je tiens à présenter mes sincères remerciements au superviseur du service Process **Mr. BADIR AMINE** et mon encadrant industriel **Mr. EL HARRAK ACHRAF** Coordinateur Process, de m'avoir offert l'occasion de m'épanouir dans le monde professionnel, ainsi à tous le personnel de la société pour leurs collaborations surtout **Mr. STIOUNI MOHAMED** et **Mr. AITOUNA YOUNES**, Techniciens Process, pour leur aide et leurs renseignements précieux.

Encore, je remercie vivement, **Pr. EL AMRANI NAJIBA** le chef de département génie électrique, mon encadrant **Pr. JORIO MOHAMMED** et le responsable de la filière Master sciences et techniques « Electronique, Signaux et Systèmes Automatisés » **Pr. ECHATOUI NOR-SAID**.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à tous mes professeurs, qui ont mis à ma disposition tous les documents nécessaires, et grâce à eux j'ai acquis une formation théorique et pratique considérable.

Sommaire

<i>Liste des figures</i>	5
<i>Liste des tableaux</i>	6
<i>Liste des abréviations</i>	7
Introduction:	8
Chapitre I : Présentation d’organisme d’accueil	9
Introduction	9
I- Présentation de YAZAKI CORPORATION	9
1. Réseau mondial	9
2. Rapport annuel	10
3. Clients de YAZAKI	10
II- Présentation de YAZAKI MOROCCO	11
1. Création	11
2. Fiche signalétique	12
3. L’organigramme de YAZAKI Tanger (YMO)	12
4. Présentation du service ingénierie Process.....	13
III- Processus de production au sein de YAZAKI-Morocco	13
1. Produit	13
2. Définition du câblage.....	14
3. Les types des câbles	14
4. Composants de câblage	15
5. Processus de production d’un câblage.....	15
Conclusion	17
Chapitre II : Présentation et étude de projet	18
Introduction	18
I- Présentation du projet	18
1. Problématique	18
2. Constitution de groupe de travail.....	Error! Bookmark not defined.
3. Planning.....	18
II- Etude de la machine KOMAX	19
1. Analyse fonctionnelle.....	19
2. Description du fonctionnement de la machine.....	22

3. Etude AMDEC de la machine KOMAX : (VOIR L'ANNEXE 1) :.....	27
4. Résultats de l'AMDEC :.....	27
Conclusion :.....	28
Chapitre III : Etude de la solution proposée	29
Introduction :	29
I- Mise en œuvre de la solution:	29
1. Solution :.....	29
2. Conditions et Contraintes :.....	30
II- Etude technico-économique de la solution	31
1. Description technique de la solution proposée.....	31
2. Schéma synoptique de la carte électronique	31
3. Schéma synoptique du circuit pneumatique:	32
4. Analyse de schéma de la solution proposé :	32
Conclusion :.....	41
Chapitre IV : Travail réalisé et résultat.....	42
Introduction :	42
I- Logiciels utilisés:	42
1. Proteus :.....	42
2. MikroC :	42
3. Microsoft Visual Studio :	43
II- Travail réalisé:	43
1. Schéma de la carte électronique:.....	43
2. L'interface graphique :	44
3. Organigramme du fonctionnement de microcontrôleur :	45
III- Résultats obtenus:.....	47
Conclusion.....	49
Annexes.....	50
Bibliographie	60
Webographie	60

Liste des figures

Figure 1 : Répartition mondiale du groupe YAZAKI (20 juin 2016)	9
Figure 2 : Chiffre d'affaires consolidé (20 juin 2016)	10
Figure 3 : Répartition du chiffre d'affaires par région (20 juin 2016)	10
Figure 4 : Les principaux clients de YAZAKI ^[3]	11
Figure 5 : Organigramme de YAZAKI Morocco	12
Figure 6 : Câbles produits par YAZAKI	14
Figure 7 : Les parties de câblage dans une automobile	14
Figure 8 : Les différentes étapes de la production d'un câblage	15
Figure 9 : Lay-out du processus de fabrication du câblage automobile au sein de YAZAKI-Morocco	16
Figure 10 : Processus de production dans la zone montage	17
Figure 11 : Planning du projet de fin d'étude	19
Figure 12 : Digramme de Gantt du Projet	19
Figure 13 : Digramme de Bête à cornes	20
Figure 14 : Analyse fonctionnelle extérieure	21
Figure 15 : La machine KOMAX 433	22
Figure 16 : Vue d'ensemble de la machine KOMAX 433	22
Figure 17 : Unité de dressage	24
Figure 18 : Unité d'entraînement de la machine K433	24
Figure 19 : Unité de pivotement et d'extraction 1	25
Figure 20 : Tête de coupe et Couteau de dénudage	25
Figure 21 : Unité de pivotement et d'extraction et pince cotée 2	26
Figure 22 : Interface TOPWIN	26
Figure 23 : Station de joints	27
Figure 24 : Station de presse	27
Figure 25 : Courbe Pareto des criticités des sous-ensembles	28
Figure 26 : Courbe Pareto des machines de coupe installées	30
Figure 27 : Schéma synoptique du circuit électronique développé	31
Figure 28 : Schéma synoptique du circuit pneumatique	32
Figure 29 : Schéma du fonctionnement du Micro-rupteur	33
Figure 30 : Le microcontrôleur PIC167887	35
Figure 31 : Branchement du relais	39
Figure 32 : Schéma du circuit électrique sur ISIS	43
Figure 33 : Interface graphique de gestion de la carte	45
Figure 34 : Organigramme du fonctionnement du système.	46
Figure 35 : Schématisation de l'état du produit avant et après la solution	47
Figure 36 : Simulation au démarrage sur ISIS	54
Figure 37 : L'interface graphique au démarrage	54
Figure 38 : Simulation dans le cas normal sur ISIS	55
Figure 39 : L'interface graphique en fonctionnement normal	55
Figure 40 : Simulation dans le cas de surpression sur ISIS	55

Figure 41 : L'interface graphique dans le cas de surpression	56
Figure 42 : Simulation dans le cas de coupure d'alimentation et $P > 5$ bar sur ISIS	56
Figure 43 : L'interface graphique dans le cas de coupure d'alimentation et $P > 5$ bar	56
Figure 44 : Simulation dans le cas de retour d'alimentation	57
Figure 45 : L'interface graphique après retour d'alimentation	57
Figure 46 : Simulation dans le cas de coupure d'alimentation et $P < 5$ bar sur ISIS	58
Figure 47 : L'interface graphique dans le cas de coupure d'alimentation et $P < 5$ bar	58
Figure 48 : Simulation dans le cas de retour du réseau sur ISIS	58
Figure 49 : L'interface graphique après retour d'alimentation	59
Figure 50 : Simulation après relaxation de la pince sur ISIS	59
Figure 51 : L'interface graphique après relaxation de la pince	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI MOROCCO	12
Tableau 2 : Les fonctions qui relient la machine KOMAX avec les sous-systèmes extérieures	21
Tableau 3 : Les composants associés à la figure 2.5	23
Tableau 4 : Modes de défaillance avec leur criticité	28
Tableau 5 : Inventaire de machine de coupe (avril 2017)	29
Tableau 6 : Caractéristiques de l'opto-coupleur	33
Tableau 7 : Caractéristiques du micro-rupteur	33
Tableau 8 : Caractéristiques du capteur de pression	34
Tableau 9 : Caractéristiques du Microcontrôleur	35
Tableau 10 : Caractéristiques de l'écran LCD	36
Tableau 11 : Caractéristiques d'adaptateur RS232	36
Tableau 12 : Caractéristiques du relais	37
Tableau 13 : Caractéristiques du transistor	38
Tableau 14 : Caractéristique du bloc d'alimentation	40
Tableau 15 : Caractéristique du réservoir	41
Tableau 16 : Caractéristique d'électrovanne	41
Tableau 17 : Résumé de l'étude économique	47
Tableau 18 : Cause et effet d'endommagement des fils	50
Tableau 19 : Notes des occurrences des défaillances	51
Tableau 20 : Notes des probabilités de non-détection	52
Tableau 21 : Analyse des Modes de défaillance et de leurs Effets et leur Criticité	53

Liste des abréviations

YMO : YAZAKI Morocco.

PSA : Peugeot Société Anonyme.

FC : Fonction contrainte.

FP : Fonction principale.

ASC : ANTI SLIP CONTROL, en français « commande anti-patinage ».

AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité.

LED : LIGHT-EMITTING DIODE. En français « Diode électroluminescente ».

NO : Normalement ouvert.

NF : Normalement fermé.

AC : Courant alternatif.

DC : Courant continue.

PIC : PERIPHERAL INTERFACE CONTROLLER. En français « Contrôleur d'interface périphérique ».

LCD : LIQUID CRYSTAL DISPLAY. En français « affichage à cristaux liquides ».

MIN : Minimal.

MAX : Maximal.

CAN : Convertisseur analogique – numérique.

VB.NET : Visual Basic.NET.

Nb : Nombre.



Introduction:



Dans le cadre de l'enseignement et de la formation à la faculté des sciences et techniques de Fès, les étudiants de la deuxième année master sont tenus d'effectuer un stage de projet de fin d'étude au sein d'une entreprise pour se familiariser avec leurs futur environnements de travail, en leur offrant la possibilité de participer à la réalisation d'un projet et de mettre en pratique les connaissances acquises durant le cycle de formation.

Réussir un nouveau projet de câblage automobile exige le déploiement de tous les efforts techniques et humains des différents départements, en l'occurrence ceux du département technique qui veille à assurer le bon fonctionnement des machines en satisfaisant les exigences définies par les cahiers des charges du client.

En effet, c'est dans cette optique que vient s'inscrire mon projet, au sein du service Process attaché au département technique pour l'amélioration des machines « KOMAX » afin d'assurer la qualité des câbles exigée par le client.

Le présent rapport est composé de quatre chapitres, le premier chapitre est réservé à la présentation de YAZAKI MOROCCO. L'étude présentée dans le deuxième chapitre consiste à l'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, qui m'a permis de détecter le problème de relâchement des fils lors d'une coupure d'alimentation du secteur. Le troisième chapitre est dédié à l'étude de la solution développée, et finalement le dernier chapitre présente le travail réalisé et les résultats obtenus.



Chapitre I : Présentation d'organisme d'accueil



Introduction

Avant d'entamer l'étude de notre projet, nous allons donner dans ce chapitre une présentation générale de l'entreprise mère YAZAKI Corporation, ainsi que sa 1^{ère} filiale dans l'Afrique YAZAKI Morocco, l'organisme d'accueil de notre projet de fin d'étude.

I- Présentation de YAZAKI CORPORATION

YAZAKI est une multinationale japonaise fondée en 1941 par YAZAKI SADAMI, qui bénéficie d'une longue expérience dans le domaine du câblage automobile. En addition à son produit de base pour lequel elle commande une large partie du marché international, YAZAKI produit et développe des composants électroniques, les tableaux de bord, les produits de gaz et les systèmes de climatisations.

1. Réseau mondial

YAZAKI est représentée dans 45 pays dans le monde, 487 unités réparties entre usines de production et centres de service au client et centres de Recherche & Développement. Elle emploie plus que 289300 employés. ^[A]

La figure suivante représente la répartition mondiale de YAZAKI Corporation en 2016.

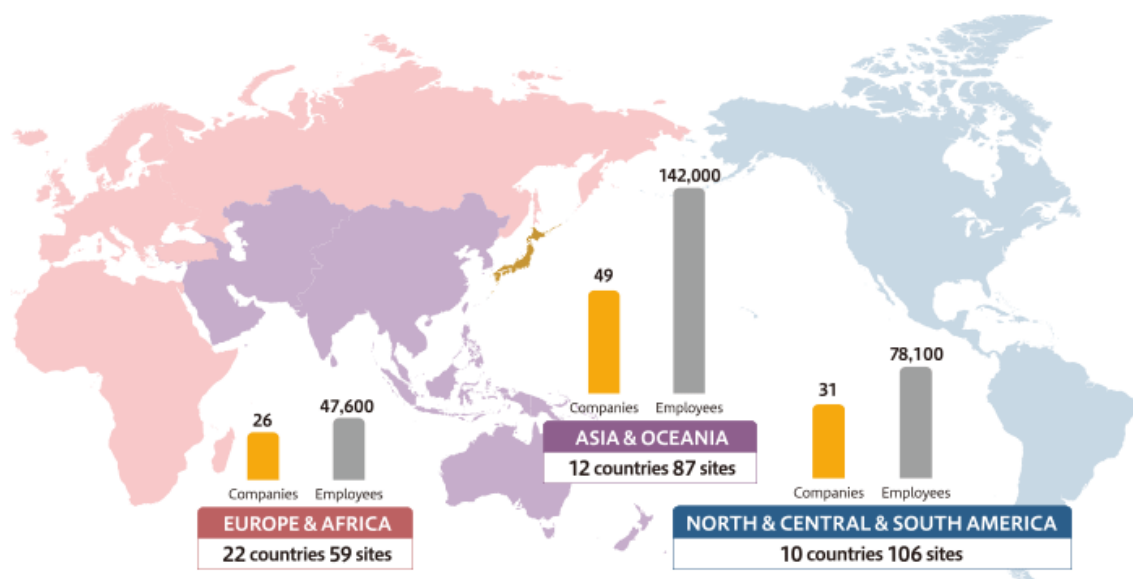


Figure 1 : Répartition mondiale du groupe YAZAKI (20 juin 2016)

2. Rapport annuel

Les deux figures suivantes sont aussi tirées du rapport annuel établi le 20 juin 2016. ^[B]

La figure 1.2 représente le chiffre d'affaires consolidé de YAZAKI Corporation qui connue une augmentation remarquable du 1 232 billion Yen en 2011 jusqu'à 1 740.4 billion Yen en 2015.

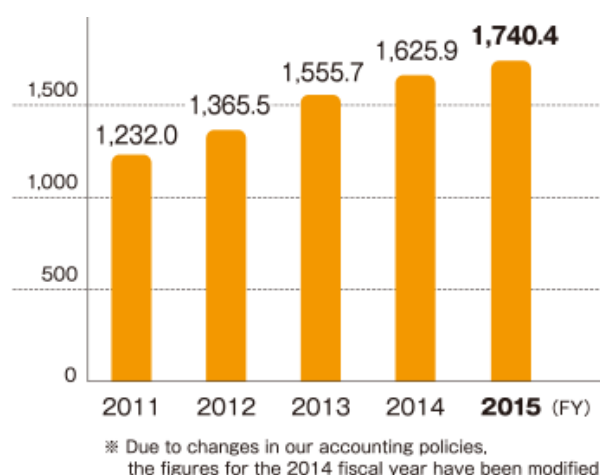


Figure 2 : Chiffre d'affaires consolidé (20 juin 2016)

La figure suivante représente le diagramme circulaire de répartition du chiffre d'affaires par région.

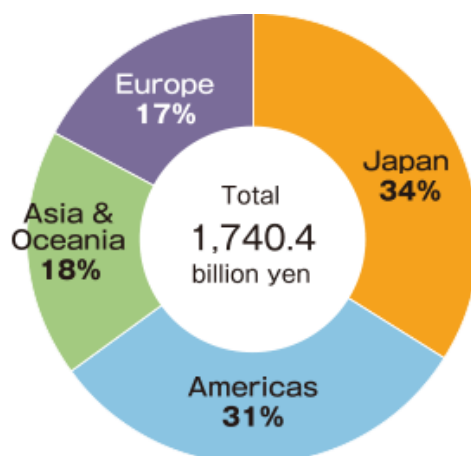


Figure 3 : Répartition du chiffre d'affaires par région (20 juin 2016)

3. Clients de YAZAKI

A l'échelle internationale, YAZAKI se classe parmi les leaders du marché de câblage, et cela grâce au niveau de qualité/prix qu'elle offre, et parmi ses clients, elle compte des sociétés de réputation, telles que :

MERCEDES, JAGUAR, PEUGEOT, NISSAN MOTORS, FIAT, TOYOTA, FORD...

- Elle dispose de plus de 35% de la part globale du marché d'équipementiers.
- Elle produit pour différents clients.

La figure suivante présente ses principaux clients dans les quatre continents et le Maroc (inclue dans le groupe européen):



Figure 4 : Les principaux clients de YAZAKI [C]

II- Présentation de YAZAKI MOROCCO

1. Création

En Octobre 2000, unité de production au Maroc, sous la dénomination de « YAZAKI SALTANO DE Portugal », s'est créée grâce au processus de délocalisation de la société.

Mr YAZAKI a décidé d'inaugurer son 1er site opérationnel en Afrique pour la production du câblage automobile en 2001 au Maroc. YAZAKI Morocco (YMO) est spécialisée dans la production et le montage du câblage automobile, ces principaux clients à l'état actuel sont NISSAN, PSA (Peugeot & Citroën) et Renault elle emploie environ 4000 employés.

Le choix de la ville de Tanger est justifié par plusieurs raisons :

- La proximité du continent européen : Tanger étant située à 13 km de l'Espagne.
- La fréquence des liaisons et correspondances maritimes.
- L'existence d'un aéroport international.
- La vocation même de la ville : deuxième ville industrielle du pays.

2. Fiche signalétique

Le tableau suivant représente la fiche signalétique de YAZAKI Morocco.

Raison sociale	YAZAKI Morocco (YMO)
Forme juridique	société anonyme
Date de création	2000
Registre de Commerce	20521
Patente	50279338
Identification Fiscale	04906347
N° d’Affiliation à la CNSS	6555702
Siège social	I lot 101 zone franche aéroport-90000 TANGER
Tél	0539 399 000 / 0539 399 022
Site web	www.yazaki-europe.com

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI MOROCCO

3. L’organigramme de YAZAKI Tanger (YMO)

L’organigramme de YMO adopte une structure fonctionnelle, qui engendre un ensemble des activités diverses, et en assurant une certaine coordination l’information circule entre eux un pourcentage des défauts et de dysfonctionnement interne minimal.

L'organigramme de YAZAKI Maroc se présente comme suit:

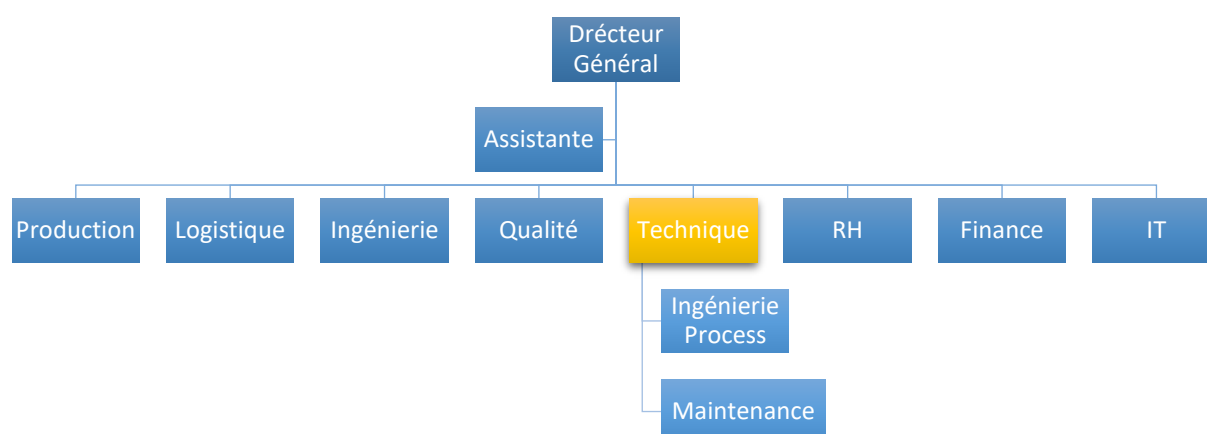


Figure 5 : Organigramme de YAZAKI Morocco

4. Présentation du service ingénierie Process

Le service ingénierie Process appartient au département technique où les ingénieurs Process organisent les processus de l'entreprise afin d'augmenter la productivité et de répondre aux exigences des clients.

Sous l'autorité du responsable maintenance, les ingénieurs Process ont pour missions d'étudier et d'optimiser les processus de fabrication dans le respect des contraintes légales et économiques.

Ils doivent ainsi :

- définir les moyens et les conditions nécessaires à la production,
- diagnostiquer l'existant après l'analyse de l'activité des lignes de production et des ateliers,
- prévoir et anticiper les adaptations à effectuer pour augmenter la productivité tout en minimisant les coûts d'activité pour l'entreprise (cadence, réduction des taux de perte...),
- faciliter l'intégration des nouvelles technologies,
- accompagner la mise en œuvre des évolutions en termes d'organisation (personnel, machines, etc.), de conditions de travail et de formation des équipes en lien avec les bureaux d'études et les organismes de contrôle.

Les ingénieurs Process traitent tout ce qui est équipement. Ils sont responsables de toutes les machines de l'usine, et chaque action ou modification apportée à une machine doit être approuvée par eux.

III-Processus de production au sein de YAZAKI-Morocco

1. Produit

La production au sein de YAZAKI YMO s'est concentrée sur les câbles électriques qui effectuent la conduction entre des différents points dans l'automobile de la source d'énergie électrique vers les consommateurs de cette énergie.

La figure suivante montre un exemple d'un faisceau de câbles produit par YAZAKI.



Figure 6 : Câbles produits par YAZAKI

2. Définition du câblage

Un câblage se compose d'une multitude de fils électriques et terminaux coupés, sertis, soudés et groupés à l'aide des connecteurs et avec des adhésifs selon un schéma et des conditions spécifiques aux clients. Il assure la distribution électrique, le transfert d'informations et la commande électrique entre différents zones dans l'automobile.

3. Les types de câbles

Un câblage automobile est subdivisé en plusieurs parties liées entre eux:

- Câblage principale (Main)
- Câblage moteur (Engin)
- Câblage sol (Body)
- Câblage porte (Door)
- Câblage toit (Roof)

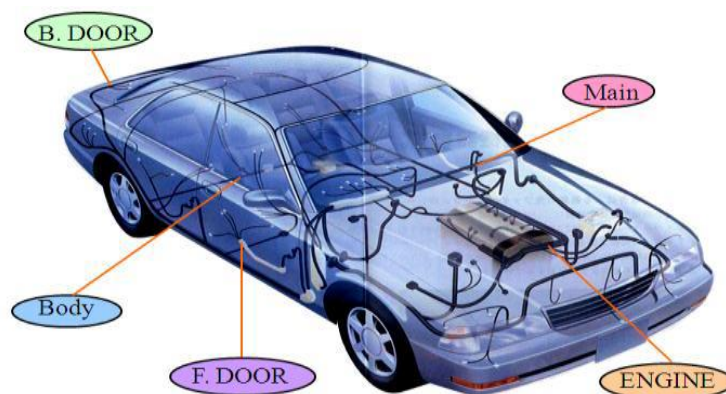


Figure 7 : Les parties de câblage dans une automobile

4. Composants de câblage

Fil électrique : C'est le principal composant d'un câblage, il conduit le courant électrique d'un point à un autre avec une perte minimale possible.

Terminal : Pièce qui assure une bonne connectivité entre deux câbles et un minimum de perte d'énergie.

Connecteur : Pièce où les terminaux seront insérés, ils facilitent le débranchement d'un circuit électrique, ils permettent aussi d'établir un accouplement mécanique séparable et d'isoler électriquement les parties conductrices.

Accessoires : Composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.

Bouchon : Protège les filaments dénudés du câble électrique contre les fuites d'eau et les impuretés, il relie le terminal avec le fil.

5. Processus de production d'un câblage

La production d'un câblage passe par plusieurs étapes, qui se résument dans la figure suivante :

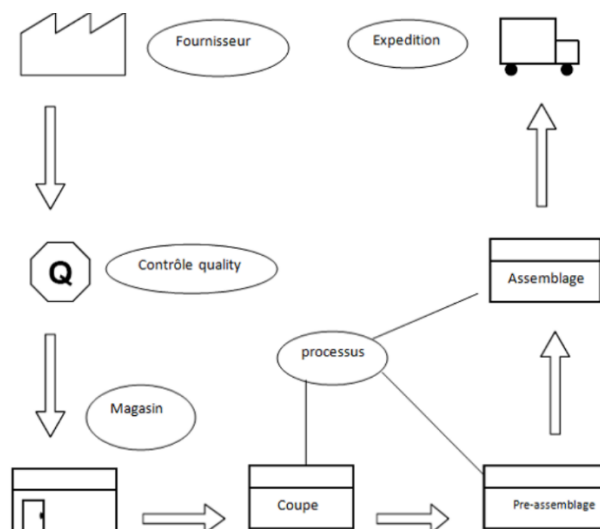


Figure 8 : Les différentes étapes de la production d'un câblage

Le processus de fabrication de la société YAZAKI MOROCCO illustré dans la figure suivante est composé de plusieurs étapes, dont les plus importants sont : la coupe, le pré-assemblage et le montage.

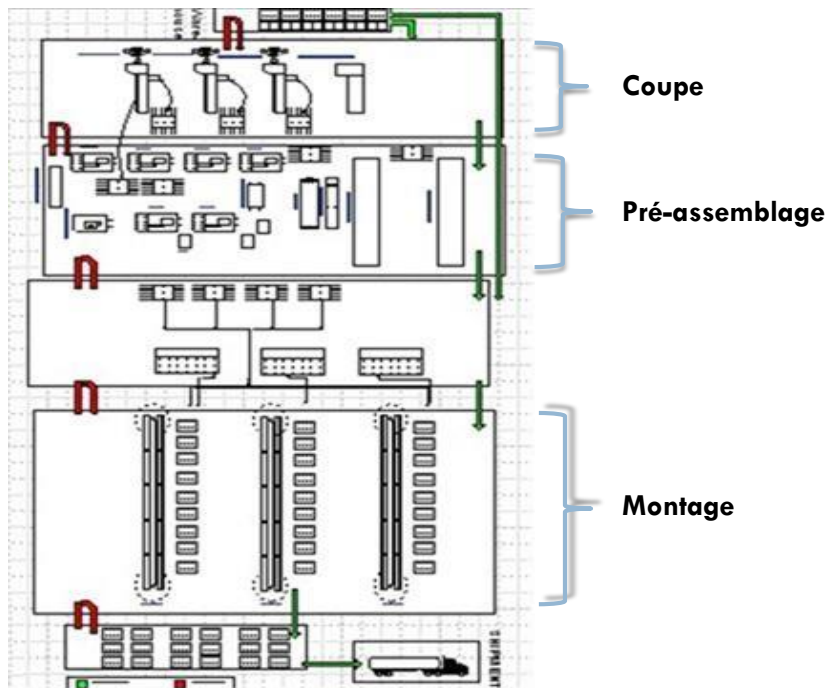


Figure 9 : Lay-out du processus de fabrication du câblage automobile au sein de YAZAKI-Morocco

La coupe :

C'est la première étape dans le processus de production de l'entreprise, elle consiste à découper la matière première (les fils électriques) selon l'instruction (ordre de fabrication ou le Kanban) qui contient :

- La longueur désirée.
- Le dénudage qui est l'opération de séparation de l'isolant des filaments des extrémités et/ ou milieu du fil de façon à ce que le terminal soit serti.
- Le sertissage (Insertion des terminaux).
- L'insertion des bouchons.

Pour la coupe on utilise deux types de machine :

- **AC91** : C'est une machine spéciale fabriquée pour YAZAKI.
- **KOMAX** : Machine standard utilisée par toutes les entreprises de câblage.

Le pré-assemblage :

Dans cette étape on trouve plusieurs postes de travail, citons :

- **Mecal** : C'est le sertissage manuel, on ajoute le terminal, et le bouchon aux fils ayant une grande section.
- **Twist** : Sert à torsader deux fils ou plus.

- **Ultra Sonic** : Ce poste est constitué de deux machines :
 - ❖ **Schunk** : Cette machine sert au soudage (jointure de plusieurs fils) par Ultrason.
 - ❖ **Raychem** : Cette machine sert à mettre du Shrink ou du PVC pour protéger les jointures avec du chauffage.
- **Brasage ou soudure** :

Soudure par immersion : on utilise dans cette étape le plomb et l'isonile pour braser à 600°C.

Soudure de fer : qui a comme but de protéger la partie visible entre le terminal et le fil en utilisant l'étain. C'est au niveau de cette machine que notre projet s'est déroulé.

Le montage :

C'est la phase finale du processus de production des câbles ; et dans laquelle est faite la liaison des circuits qui constituent un câblage électrique.

La zone montage se subdivise en plusieurs étapes décrites comme suit :

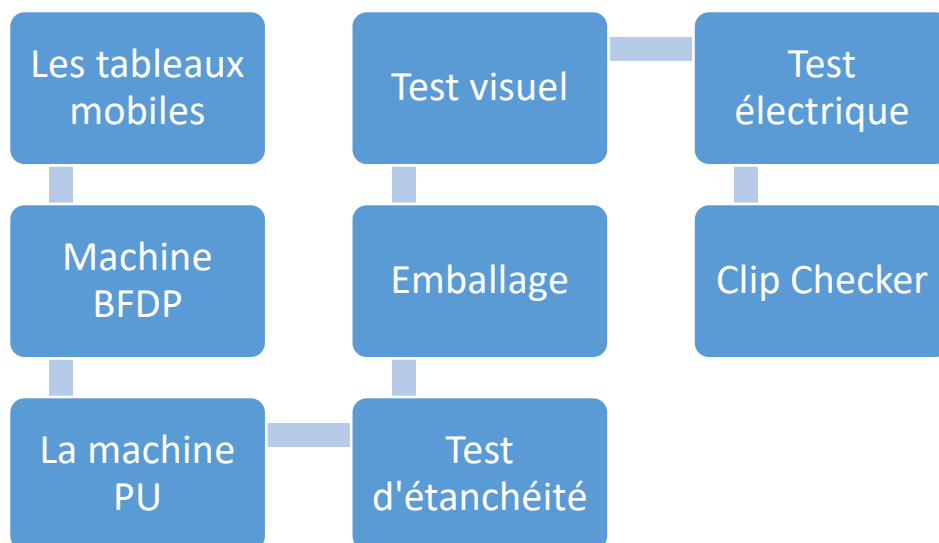


Figure 10 : Processus de production dans la zone montage

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté le groupe YAZAKI et son usine au Maroc YMO, ensuite nous avons donné un aperçu général sur son processus de fabrications et ses produits.

Dans le chapitre suivant, nous allons exposer en premier lieu, la problématique du projet et par la suite nous allons effectuer une analyse fonctionnelle de la machine à améliorer.



Chapitre II : Présentation et étude de projet



Introduction

Ce deuxième chapitre est établi afin de présenter le contexte général du projet. En effet, il sera consacré au cadrage du projet en déclarant les acteurs du projet et la problématique rencontrée, ainsi qu'à l'étude des machines KOMAX

I- Présentation du projet

1. Problématique

Durant l'étape de la coupe, en cas de coupure d'électricité, la pince de fixation de câble reprend son état initial (ouverte) en relâchant le câble même si avant la fin du processus de production, ce qui influe négativement sur la qualité du produit. Et puisque la qualité est le critère le plus critique au niveau de la production chez YAZAKI, donc il est fortement obligatoire de trouver une solution pour diminuer le nombre de réclamation des clients et pour assurer des conditions de travail plus ergonomiques aux opérateurs.

2. Planning

Le diagramme de GANTT représenté ci-dessous joue le rôle de fil conducteur tout au long du projet, il nous permet de définir les tâches principales, d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué à la réalisation du projet.

i	Task Name	Duration	Start	End	Predecessors	Completion
1	PROJET DE FIN D'ETUDE	65 days	27/02/2017	27/05/2017		69%
2	Formation au sein de la société	2 days	27/02/2017	28/02/2017		100%
3	Découverte et compréhension du processus de fabrication	3 days	01/03/2017	03/03/2017		100%
4	Choix du sujet	1 day	03/03/2017	06/03/2017		100%
5	Formation sur la machine de coupe KOMAX	5 days	06/03/2017	10/03/2017		100%
6	Formation sur les méthodes d'analyse et de maintenance	2 days	13/03/2017	14/03/2017		100%
7	Choix de la méthode AMDEC	1 day	15/03/2017	15/03/2017		100%
8	Elaboration du cahier de charge	1 day	16/03/2017	16/03/2017		100%
9	Réunion avec le groupe de travail	1 day	17/03/2017	17/03/2017		100%
10	Etude AMDEC de la machine KOMAX	15 days	20/03/2017	09/04/2017		100%
11	Solution Proposée	29 days	10/04/2017	18/05/2017		69%
12	Etude de la solution retenue	2 days	10/04/2017	11/04/2017		100%
13	Choix et dimensionnement des équipements	3 days	12/04/2017	16/04/2017		75%
14	Conception de la carte électronique sous Proteus et simulation	15 days	17/04/2017	05/05/2017		100%
15	Conception d'IHM de contrôle sous VB.NET	14 days	24/04/2017	11/05/2017		75%
16	Réalisation de la carte électronique	9 days	08/05/2017	18/05/2017		0%
17	Installation de la carte dans la machine KOMAX 433	1 day	19/05/2017	19/05/2017		0%
18	Rédaction du rapport	50 days	20/03/2017	27/05/2017		50%

Figure 11: Planning du projet de fin d'étude

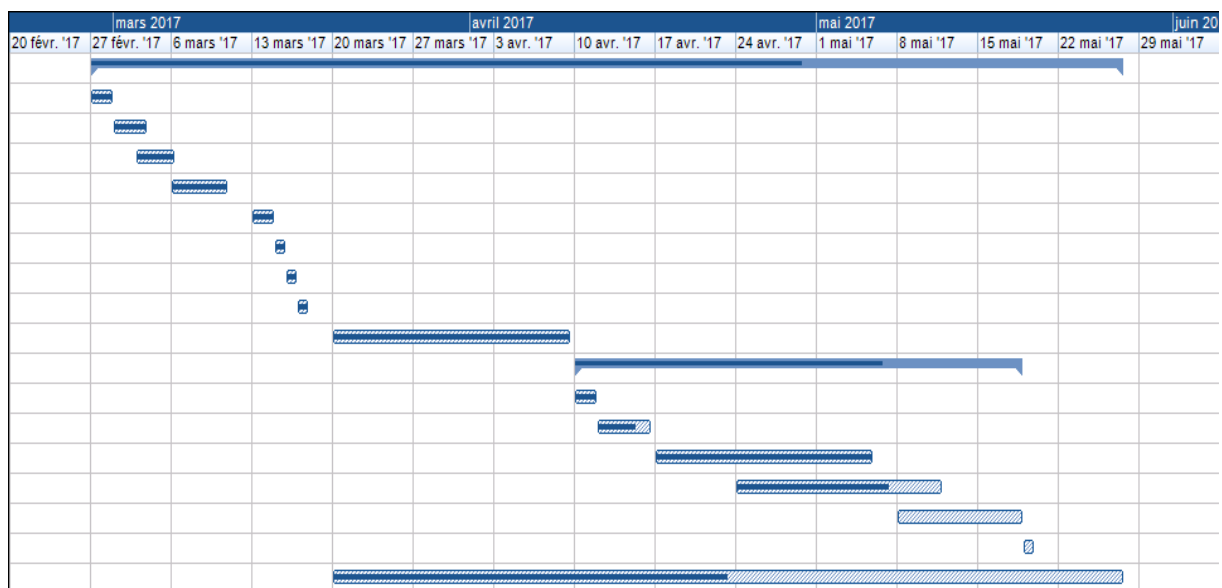


Figure 12 : Diagramme de Gantt du Projet

II- Etude de la machine KOMAX

1. Analyse fonctionnelle

❖ Diagramme « Bête à cornes »

L'utilisation de la méthode de bête à cornes nous permet d'identifier le besoin fonctionnel, elle repose sur trois questions comme présenté dans la figure suivante :

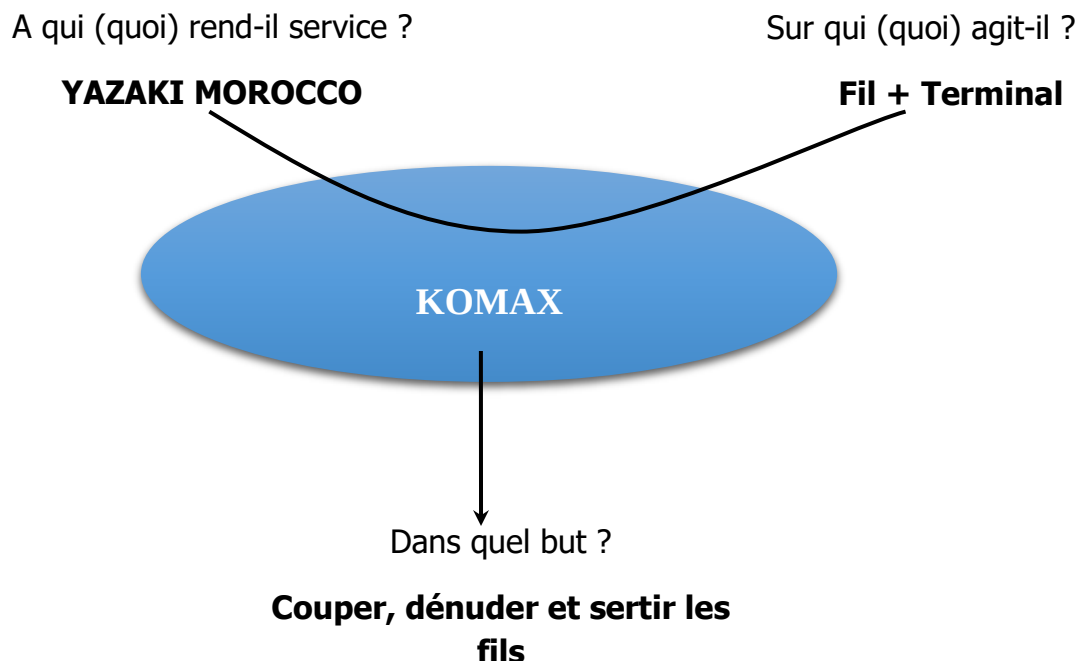


Figure 13 : Digramme de Bête à cornes

❖ Diagramme de pieuvre

Pour déterminer les différentes fonctions liées à la phase d'utilisation de la machine KOMAX, il faut énumérer les milieux extérieurs concernant cette machine.

Ces différents milieux sont :

- Fils
- Terminal
- Maintenance
- Ingénierie
- Qualité
- Ambiance
- Energie
- Opérateur
- Sécurité

Pour dresser les relations de la machine avec son milieu extérieur nous utilisons le diagramme de Pieuvre ci-dessous en définissant les différentes fonctions principales et les fonctions contraintes.

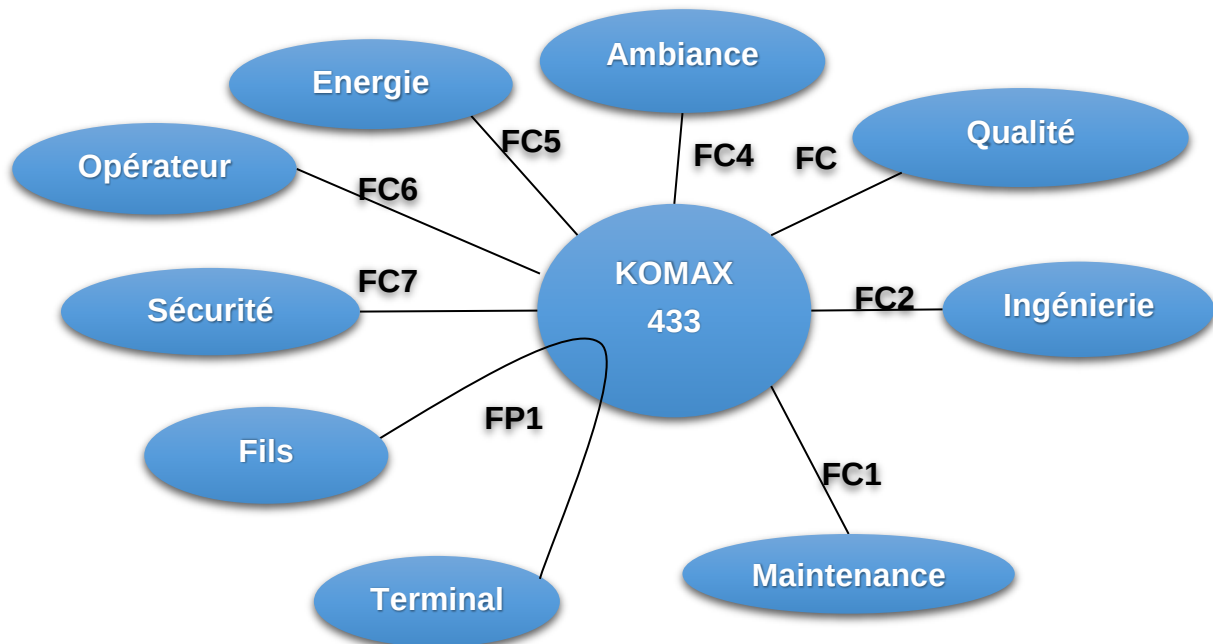


Figure 14 : Analyse fonctionnelle extérieure

FP : fonction principale

FC : fonction contrainte

Symbole	Fonction
FP1	Sertir, Couper et dénuder les fils
FC1	Assurer la maintenabilité de la machine
FC2	Assurer la validation de la machine selon les normes
FC3	Assurer la qualité du produit
FC4	Résister au milieu ambiant : bruit ; humidité ; saleté
FC5	Alimenter la machine
FC6	Exécuter les tâches de début de travail
FC7	Assurer la sécurité des opérateurs

Tableau 2 : Les fonctions qui relient la machine KOMAX avec les sous-systèmes extérieurs

2. Description du fonctionnement de la machine

❖ Présentation de la machine de « KOMAX»

C'est une machine pour coupe et sertissage automatique évolutives des stations d'usinage individuelles, elle est alimentée en énergie électrique ainsi qu'en énergie pneumatique



Figure 15 : La machine KOMAX 433

❖ Description technique de la machine :

La figure suivante présente une vue d'ensemble de la machine KOMAX 433

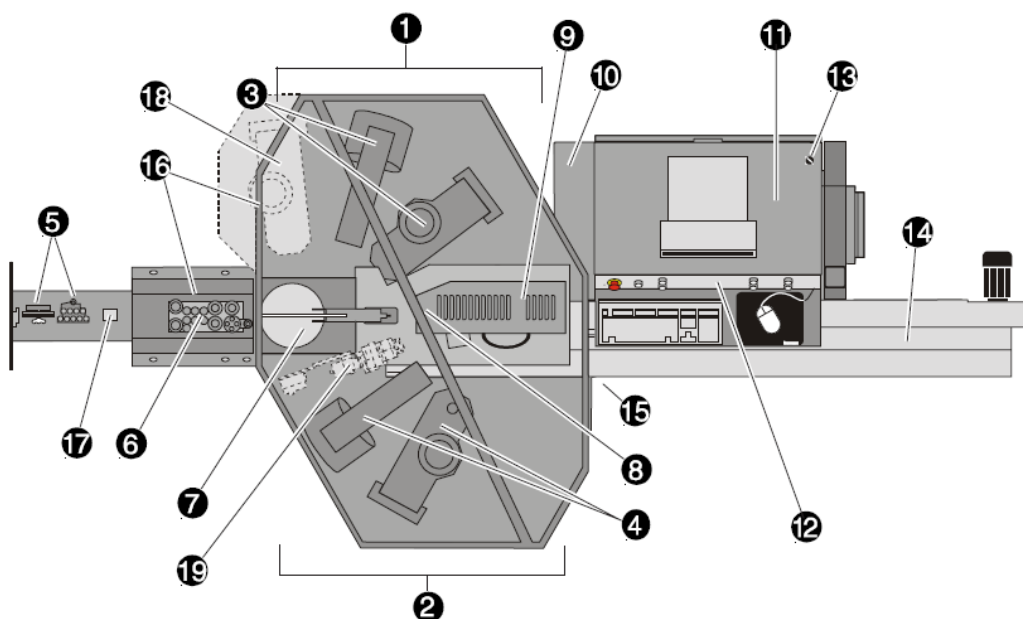


Figure 16 : Vue d'ensemble de la machine KOMAX 433

Le tableau suivant décrit les différents composants de la machine KOMAX 433.

N°	Nom	Description
1	Face machine 1	Usinage de la première face du câble
2	Face machine 2	Usinage de la deuxième face de câble
3	Stations d'usinage face 1	Montage d'un module de sertissage et/ou d'un module
4	Stations d'usinage face 2	Montage d'un module de sertissage et/ou d'un module
5	Unité de dressage	Redresse le câble et détecte les nœuds
6	Entraînement de bande	Transporte le câble et mesure la longueur exacte
7	Unité de pivotement et unité d'extraction face 1	Fait pivoter le câble et le positionne sur la station d'usinage 1 ; détermine la longueur d'extraction sur la première face du câble
8	Tête de coupe	Coupe le câble et le dénude : sépare en outre les câbles défectueux
9	Unité de pivotement et unité d'extraction face 2	Fait pivoter le câble et le positionne sur la station d'usinage 2 ;
10	Armoire latérale	Contient le CI RCS et BIO
11	Armoire de commande	Contient l'alimentation électrique, toute la commande
12	Plaque frontale utilisateur	Emplacement de l'opérateur de la machine ; avec moniteur, clavier, souris et touches de commande
13	Interrupteur principal de la Machine	*****
14	Bande transporteuse de câble avec dispositif d'empilage de câble	Prend en charge les câbles produits et les transporte jusqu'au point d'enlèvement de la machine
15	Unité de maintenance	Alimente la machine en air comprimé huilé
16	Recouvrements de protection	*****
17	Détection d'épissures en Option	*****
18	Troisième station d'usinage	*****
19	Module double pince en Option	*****

Tableau 3 : Les composants associés à la figure 2.5

❖ Unité de dressage

Pour un usinage correct, l'unité de dressage dresse et tend le câble à usiner à l'aide d'un ensemble de poulies. Et pour ne pas usiner des câbles défectueux, les nœuds se trouvant dans le câble sont détectés au moyen d'un disque perforé.



Figure 17 : Unité de dressage

❖ Unité d'entraînement de câble

Cette unité sert à transporter le câble ainsi de mesurer sa longueur exacte à l'aide d'un servomoteur avec mesure de longueur et détection de glissement ASC (Anti-Slip-Control).

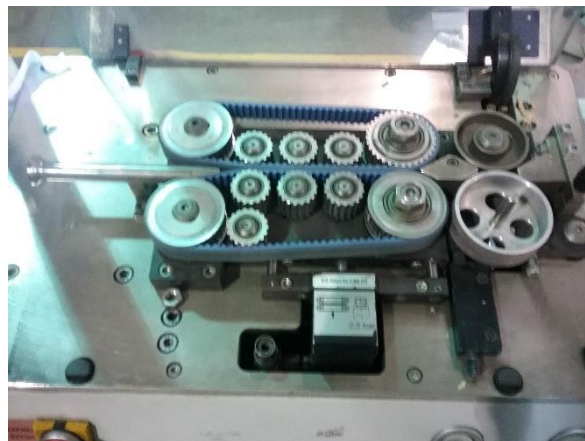


Figure 18 : Unité d'entraînement de la machine K433

❖ Unité de pivotement et d'extraction face 1

A travers deux servomoteurs, cette unité pivote, positionne le câble sur les stations d'usinage de la face 1 et détermine la longueur d'extraction sur la première face du câble.



Figure 19 : Unité de pivotement et d'extraction 1

❖ Tête de coupe

Selon des longueurs précises et des sections bien déterminées, la tête de coupe permet de couper puis dénuder le câble en utilisant un servomoteur, pour cette raison la tête de coupe dispose de trois types de couteaux : couteau de dénudage, couteau de séparation et couteau de contact défectueux.

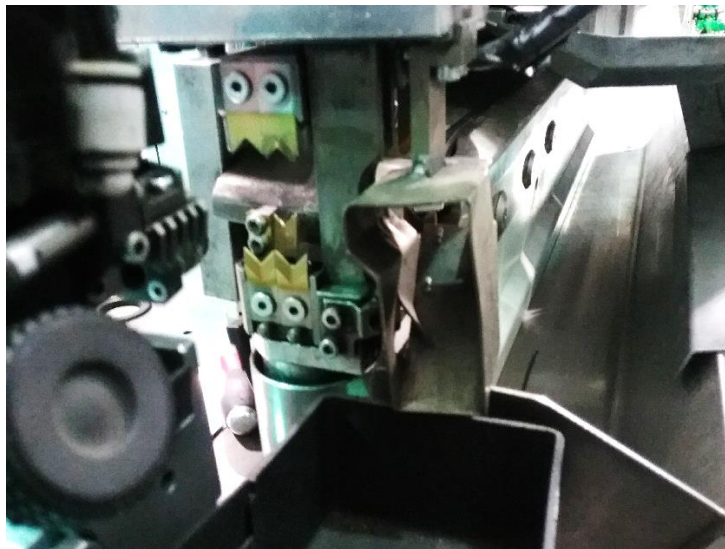


Figure 20 : Tête de coupe et Couteau de dénudage

❖ Unité de pivotement et d'extraction face 2

Cette unité exerce les mêmes fonctions que celle de la face 1, sauf qu'au niveau de la 2^{ème} face, et après l'usinage le câble sera déposé dans la goulotte de câbles.

Le bras de pivotement est animé par le mouvement de rotation et l'autre de translation donnée par un servomoteur. Il transporte et assure le maintien du câble à l'aide d'une pince.

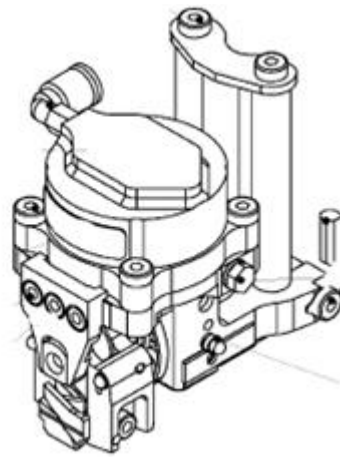
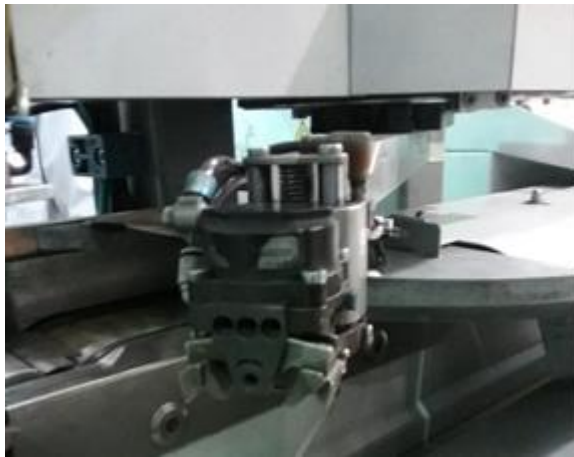


Figure 21 : Unité de pivotement et d'extraction et pince cotée 2

❖ Unité de commande

L'interface graphique d'utilisateur utilisée pour les machines KOMAX est nommée TOPWIN. Elle se caractérise par sa simplicité qui permet à l'opérateur de commander la machine par un ordinateur durant sa période d'intégration en très peu de temps avec un nombre minimale d'erreurs. Il dispose des graphiques claires qui représentent les indications relatives à la commande. Des stations d'usinage spécifiques au client peuvent être intégrées dans le cycle de production de la machine.

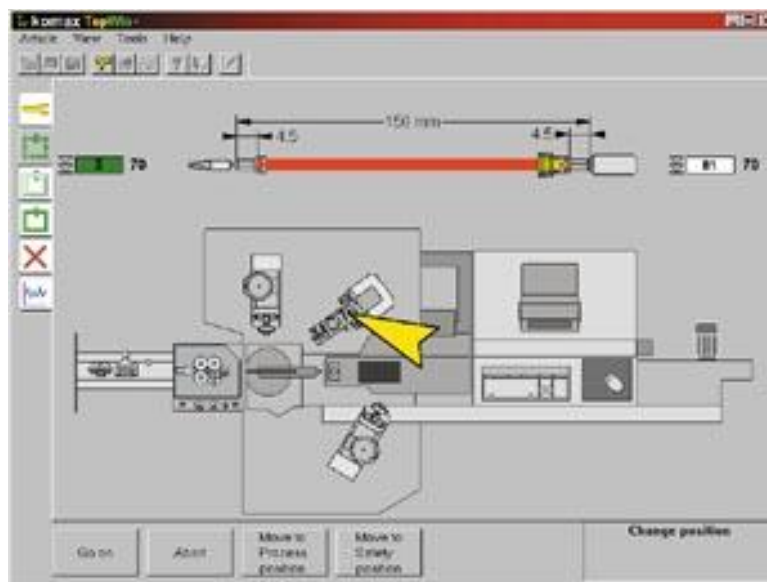


Figure 22 : Interface TOPWIN

❖ Station joints 1 et 2

L'introduction du joint se fait par un appareil appelé Poste de joint, cette installation fonctionne avec une carte électronique qui traite les signaux des capteurs et les transforme sous forme de

commande afin de gérer un séquenceur pneumatique, l'installation contient aussi un élément principal qui réalise l'introduction du joint dans le fil. Cet élément appelé Kits-joint.



Figure 23 : Station de joints

❖ Station de presse

Cette station permet de réaliser le sertissage, c'est l'union d'un contact (connexion) avec un fil par compression, en vue de garantir une résistance à une certaine force d'arrachement. Le sertissage se fait à l'aide d'une presse commandé par une carte électronique, et d'un applicateur qu'est considéré comme élément principal de l'opération de sertissage.



Figure 24 : Station de presse

3. Etude AMDEC de la machine KOMAX : (VOIR L'ANNEXE 1) :

4. Résultats de l'AMDEC :

Le tableau suivant représente les criticités des modes de défaillance d'après l'étude AMDEC citée dans l'annexe 1.

Sous ensemble	Criticité	Criticité %	Cumulé %
Pince de câble	48	60,75%	60,75%
Station de Presse	12	15,18%	75,93%
Station de joints	10	12,65%	88,58%
Tête de coupe	4	5,06%	93,64%
Unité de dressage	2	2,53%	96%
Unité de pivotement et d'extraction	2	2,53%	98,70%
Unité de commande	1	1,30%	100,00%

Tableau 4 : Modes de défaillance avec leur criticité

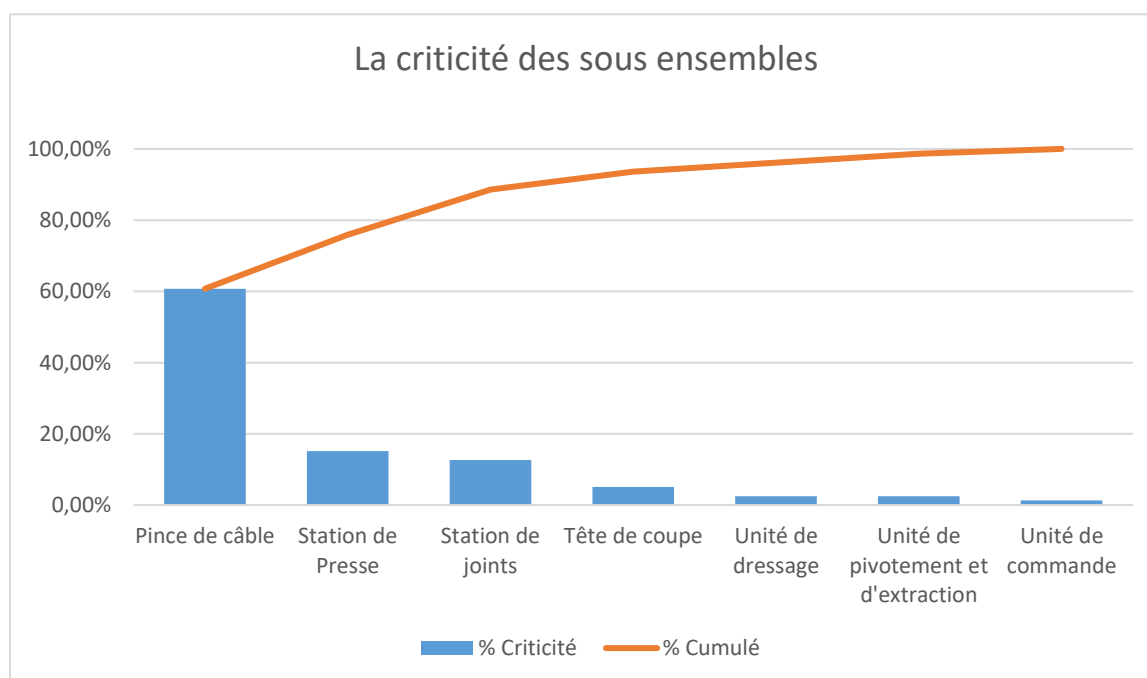


Figure 25 : Courbe Pareto des criticités des sous-ensembles

Conclusion :

Tout au long de ce chapitre nous avons développé une analyse des modes de défaillance et de leurs effets et leur criticité de la machine KOMAX afin de comprendre le besoin et initier le chemin vers une solution garantie. D'après cette analyse, nous constatant que le problème critique est le relâchement de la pince avant la fin du processus de fabrication lors des coupures d'alimentation. La solution sera étudiée dans le chapitre suivant.



Chapitre III : Etude de la solution proposée



Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons discuter les différentes solutions possibles et prendre une décision définitive pour en choisir une puis nous allons passer vers le dimensionnement des équipements, pour arriver enfin à un système qui répond au mieux au cahier des charges et aux différentes contraintes extérieures.

I- Mise en œuvre de la solution:

1. Solution :

- ❖ **Solution N°1** : la première solution est de commander une machine de nouvelle gamme qui ne présente pas ce genre de problème exemple « KOMAX 355».
- ❖ **Solution N°2** : Réaliser un système externe qui alimente la pince en cas de coupure d'alimentation sans influencer sur le fonctionnement normal de la machine.

Etude de la solution N°1

Le tableau suivant représente un inventaire des machines de coupes qui existent à l'entreprise :

Machine	Nombre	Pourcentage occupé	Cumul
KOMAX 433	40	47,62 %	47,62 %
KOMAX 355	24	28,57 %	76,19 %
KOMAX Upsilon 263	6	7,14 %	83,33 %
KOMAX 477	6	7,14 %	90,48 %
KOMAX GAMMA 333	4	4,76 %	95,24 %
AC91	2	2,38 %	97,62 %
KOMAX 433H	1	1,19 %	98,81 %
KOMAX 411	1	1,19 %	100,00 %

Tableau 5 : Inventaire de machine de coupe (avril 2017)

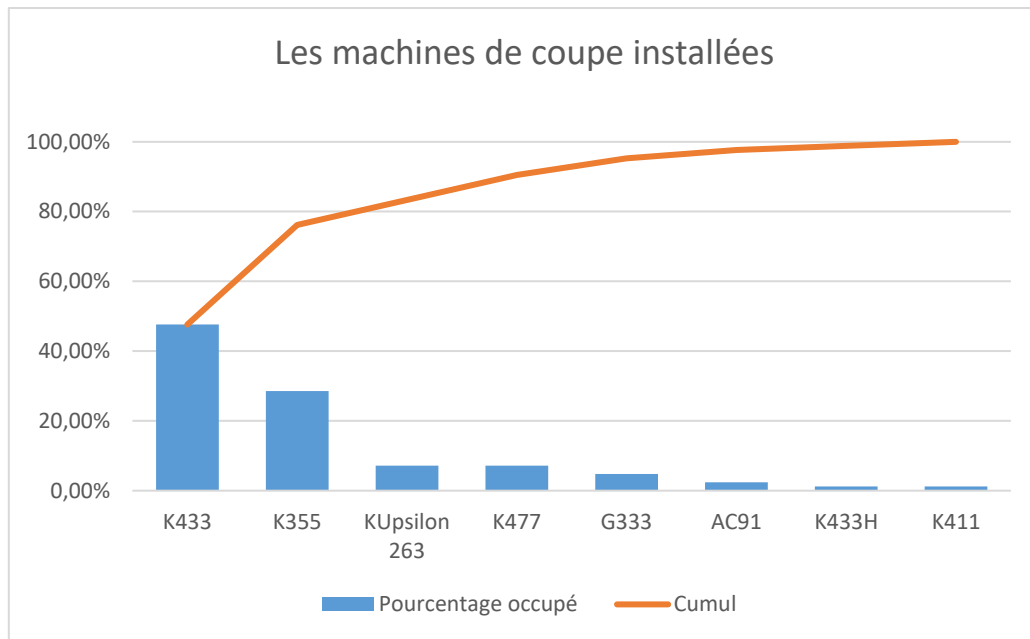


Figure 26 : Courbe Pareto des machines de coupe installées

Interprétation :

Puisque le site YAZAKI MORROCO, dispose de 84 machines de coupe dont 82 fournis par KOMAX, la 1^{ère} solution nécessite le SCRAP de 40 machines KOMAX 433 et les remplacer par des machines KOMAX 533 or le prix d'une machine KOMAX peut dépasser 126 573,40€, pour résoudre le problème il faut investir 10 125 872€. Donc la 1^{ère} solution n'est pas favorable.

Choix de la solution

Suite à une réunion avec l'équipe de travail, notre choix est fixé sur la 2^{ème} solution, puisqu'elle est faisable et avec un prix moins cher.

2. Conditions et Contraintes :

❖ Conditions nécessaires

- Pour que chaque équipement de la machine fonctionne, il faut obligatoirement que le capot de protection soit au niveau bas.
- Pour fermer la pince il faut se disposer d'une pression supérieure à 5 bar.

❖ Contraintes

Lorsque la coupure d'alimentation dure assez de temps, la pression délivrée par le groupe électrogène tend à baisser à cause des fuites puisque la plupart des machines existantes à la société sont alimentées par l'air, pour remédier à cette chute de pression, nous proposons d'ajouter un réservoir pour stocker la pression lors de présence d'alimentation du secteur quand

elle dépasse 6.5 bar, et dans le cas où cette dernière est inférieure à 5 bar, la pince sera alimentée par la pression stockée.

II- Etude technico-économique de la solution

1. Description technique de la solution proposée

Puisque la machine KOMAX dispose d'un onduleur qui alimente l'ordinateur en cas de coupure, notre solution propose d'alimenter l'électrovanne aussi à travers cet onduleur pour qu'elle restera excitée alors que la pince ne sera ouverte qu'après le démarrage du groupe électrogène (retour d'alimentation), et cela en réalisant une carte électronique à base du microcontrôleur, qui, en détectant la coupure d'alimentation, envoie un signal à un relais pour alimenter l'électrovanne par l'onduleur.

Le contrôle de la pression qui circule dans l'installation est assuré par le capteur de pression. En présence d'alimentation du secteur si la pression est supérieure à 6.5 bar l'électrovanne d'entrée s'ouvre pour stocker l'air dans le réservoir sinon elle se ferme. Durant la coupure d'alimentation lorsque la pression chute au-dessous de 5 bar, le microcontrôleur envoie un signal pour l'excitation de l'électrovanne de sortie afin d'alimenter la pince par une pression supérieure.

2. Schéma synoptique de la carte électronique

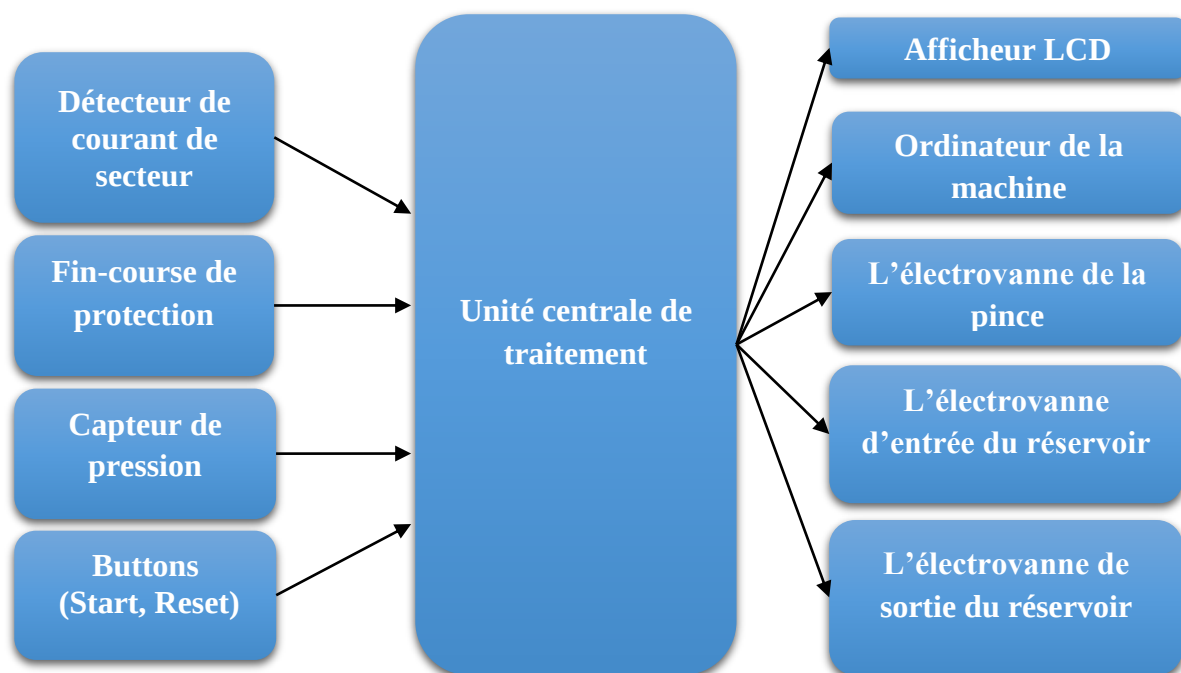


Figure 27 : Schéma synoptique du circuit électronique développé

3. Schéma synoptique du circuit pneumatique:

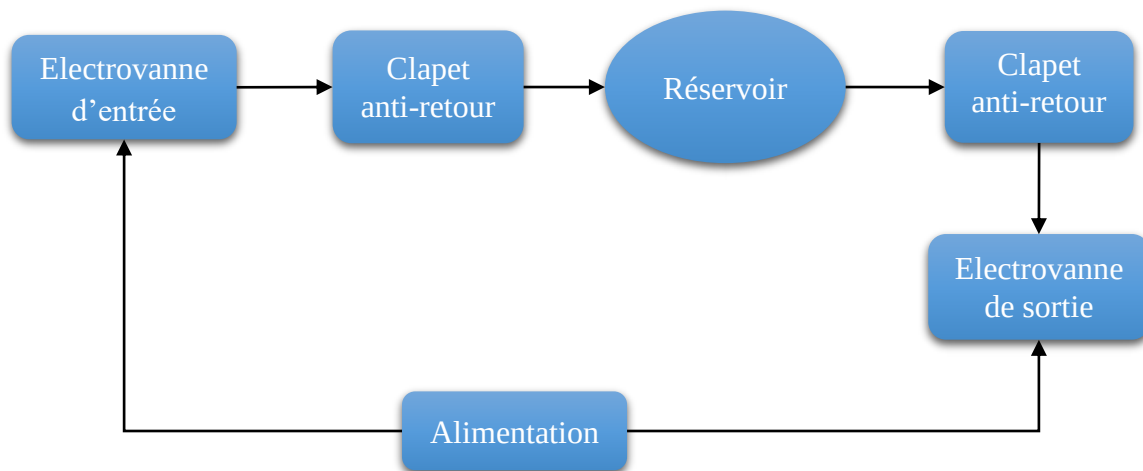


Figure 28 : Schéma synoptique du circuit pneumatique

4. Analyse de schéma de la solution proposé :

❖ L'opto-coupleur :

Un opto-coupleur est un composant optoélectronique utilisé pour assurer l'isolation galvanique entre un circuit de haute puissance et un autre de puissance moins faible. Son rôle dans notre projet est de transmettre un signal positif de 5V vers le microcontrôleur.

Composition interne et fonctionnement :

a) Emetteur :

La diode électroluminescente est une diode émettant de la lumière infrarouge (émission spontanée) lorsqu'elle est soumise à une polarisation directe. Lorsqu'un courant passe dans la LED, et à partir d'une certaine tension (en général 1,5 Volt), la LED s'allume.

b) Récepteur :

Le récepteur est un phototransistor qui est une variante du transistor NPN, sa base n'est pas commandée par un courant électrique mais plutôt par la lumière visible ou infrarouge. Il fonctionne généralement en commutation.

Une fois un courant électrique est appliqué à l'entrée de l'opto-coupleur, la LED émet de la lumière vers la base, le phototransistor est donc saturé.

Le tableau suivant représente les caractéristiques de l'opto-coupleur choisi :

Caractéristiques de l'opto-coupleur	
Référence	VISHAY 4N35
Type de boîtier d'opto-coupleur	DIP
Nb. De broches	6Broche(s)
Courant max	50mA
Tension, isolation	5kV
Tension Collecteur-Emetteur	80V
Prix unitaire	0,447 €



Tableau 6 : Caractéristiques de l'opto-coupleur

❖ Les Micro-rupteurs :

Pour s'assurer que le capot de protection est au niveau bas, nous allons utiliser un micro-rupteur, qui fonctionne comme un switch, si le capot est présent au niveau bas il va faire liaison entre la broche RD2 est un signal 5V ('1' logique) sinon RD2 sera liée à la masse ('0' logique).

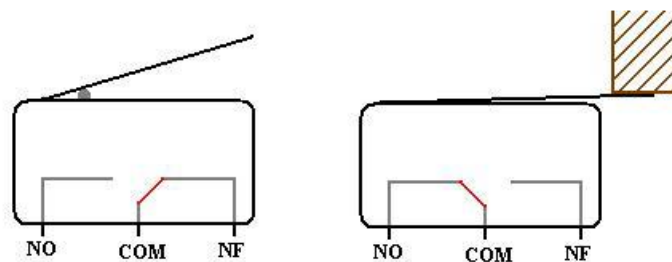


Figure 29 : Schéma du fonctionnement du Micro-rupteur

-COM (commun) est liée à RD2

-NO (normalement ouvert/open) est liée à 5V

-NF ou NC (normalement fermé/close) est liée à la masse

Le tableau suivant représente les caractéristiques du micro-rupteur choisi :

Caractéristiques du Micro-rupteur	
Référence	MULTICOMP M140T01-AE0509A
Tension AC nominale	250VAC
Courant de contact max	5A
Actionneur de Microswitch	Levier à galet simulé
Type de Microswitch	Action instantanée
Force, fonctionnement max	60gf / 0.588N
Prix unitaire	0,799 €



Tableau 7 : Caractéristiques du micro-rupteur

❖ Capteur de pression

Pour contrôler la pression de l'installation, nous avons besoin d'un capteur de pression qui est capable de détecter une pression $P_{\max} = 7\text{bar}$, le capteur choisi est celui présenté dans le tableau suivant.

Caractéristiques du capteur de pression		
Référence	NXP MPX5700GP	
Nb. de broches	6Broche(s)	
Tension d'alimentation	Min 4.75V / Max 5.25V	
Pression de fonctionnement max	0kPa	
Pression min	700kPa	
Prix unitaire	14,08 €	

Tableau 8 : Caractéristiques du capteur de pression

❖ Microcontrôleur

« Un microcontrôleur est un circuit intégré qui contient en interne, c'est-à-dire dans un seul et même boîtier, l'équivalent de la structure complète d'un micro-ordinateur.

Les critères principaux que nous devons retenir pour choisir un microcontrôleur sont les suivants:

- le ou les circuits de la famille doivent être facilement disponibles sur le marché;
- le prix des circuits doit être à la portée;
- la programmation de la mémoire morte interne doit être facile ;
- et enfin, les outils de développement doivent être aussi peu coûteux que possible voir même gratuit.

A l'heure actuelle, les circuits qui répondent le mieux à ces critères sont les microcontrôleurs de la famille PIC de MICROCHIP. Comble de chance, ces circuits connaissent actuellement un succès que l'on peut, sans exagérer, qualifier de planétaire et sont très largement utilisés dans l'industrie.

Le PIC (Programmable Interface Controller) est un circuit fabriqué par la société américaine Arizona MICROCHIP Technology. Les PIC sont des composants dits RISC (reduced Instructions set computer) c'est-à-dire composant à jeu d'instructions réduit (à l'opposé on

trouve CISC: Complexe Instructions Set Computer). Cela lui confère l'avantage de la rapidité dans l'exécution et l'exécution en un seul cycle machine. » ^[M]

Pour ses bas prix, large gamme d'application, haute qualité et disponibilité facile, et puisqu'il représente une solution idéale dans les applications telles que le contrôle de différents processus dans l'industrie, dispositifs de commande de machine, mesure de valeurs différentes.

Or que nous avons besoin d'un microcontrôleur qui possède : des entrées analogique et un CAN, assez d'entrées/sorties, une grande vitesse, et un port de communication série. Nous avons choisi le PIC16f887 comme microcontrôleur pour commander notre système.

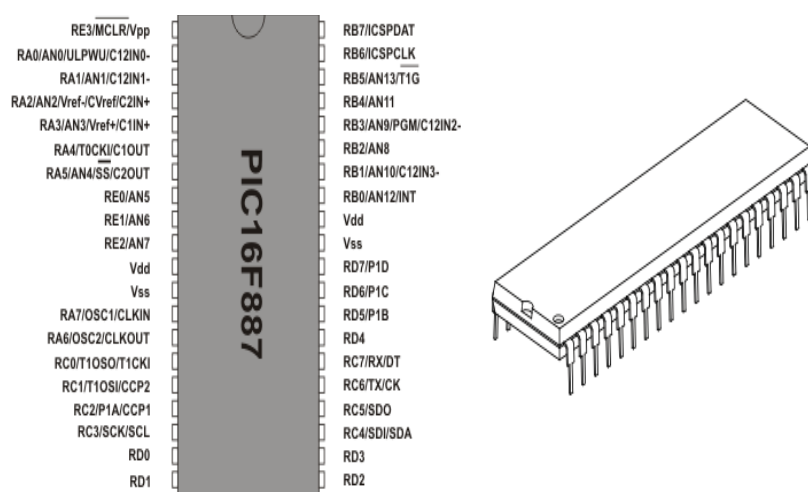


Figure 30 : Le microcontrôleur PIC167887

Le tableau suivant représente les caractéristiques du microcontrôleur choisi :

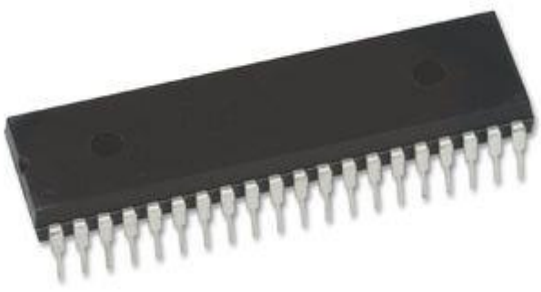
Caractéristiques du Microcontrôleur		
Référence	PIC16F887-E/P	
Alimentation	Max 5.5V / Min 2V	
Type de sortie d'alimentation	Ajustable	
Nb. De broches	40Broche(s)	
Vitesse de processeur	20MHz	
Taille de mémoire programme	14KB	
Taille mémoire RAM	368Byte	
Prix unitaire	3,33 €	

Tableau 9 : Caractéristiques du Microcontrôleur

❖ Affichage de l'état du système

L'état de notre système sera affiché dans un écran LCD qui sera placé sur le boîtier de notre système et sous l'interface graphique développé par le langage VB.NET qui sera installé sur l'ordinateur de la machine.

Le tableau suivant représente les caractéristiques l'écran LCD choisi :

Caractéristiques de l'écran LCD	
Référence	PC1602ARU-HWB-G-Q
Tension logique	5V
Nb. de caractères par ligne	16 x 2
Apparence de l'affichage	Noir sur gris
Type d'interface	Parallèle
Police de caractères	Anglais / Japonais
Prix unitaire	7,12 €



Tableau 10 : Caractéristiques de l'écran LCD

Pour réaliser la communication entre la carte électronique et l'ordinateur nous avons besoin d'un adaptateur RS-232 afin d'adapter les signaux délivré par le microcontrôleur (0V – 5V) avec ceux de l'ordinateur (-12V – +12V).

L'adaptateur choisi est un circuit à base du MAX232 dont les caractéristiques représentées dans le tableau suivant :

Caractéristiques d'adaptateur RS-232	
Référence	Générique MAX232 RS232
Nb. de broches	6Broche(s)
Carte de convertisseur	MAX232 RS232 vers TTL 5V / 3.3V
Interface	Avec RXD TXD RTS CTS
Alimentation	A partir du port série du PC
Prix unitaire	2,66 €



Tableau 11 : Caractéristiques d'adaptateur RS232

❖ Commande des électrovannes :

La liaison entre la partie commande et la partie puissance est assurée par un relais électromécanique.

Le pilotage de notre relais nécessite:

- ❖ Un transistor.
- ❖ Une résistance pour protéger la base du transistor.
- ❖ Une diode de roue libre.

Une sortie de microcontrôleur délivre au maximum un courant de 20mA, alors que la majorité des relais nécessite un courant entre 50mA et 100mA donc nous ne pouvons pas exciter la bobine du relais. Pour se faire nous allons utiliser un transistor commandé par le microcontrôleur, qui laisse passer un courant fort venant de l'alimentation entre son collecteur et son émetteur en délivrant un courant de la sortie du PIC vers la base.

a) Choix du relais :

Le relais doit être commandé par notre tension d'alimentation Vcc 5V, ainsi qu'il doit supporter la charge de notre électrovanne de 24V/0.35W

Calcul du courant par notre électrovanne :

$$I = P/U$$

$$I = 0.4/24$$

$$I = 16.66\text{mA}$$

Le relais SRD-5VDC-SL-C, que nous disposant dans l'atelier est un bon choix. (Voir le tableau suivant)

Caractéristiques du relais		
Référence	SRD-5VDC-SL-C	
Tension de la bobine	5V DC	
Résistance de la bobine	70Ω	
Charge nominale AC	10A 250V AC / 10A 125V AC	
Charge nominale DC	10A 30V DC / 10A 28V DC	
Nb. De broches	5	
Prix unitaire	1,99 €	

Tableau 12 : Caractéristiques du relais

b) Choix du transistor :

Pour que le transistor puisse commander la bobine du relais il faut que l'intensité du courant maximale admise par le collecteur soit supérieure à l'intensité I_{bob} parcourue par la bobine du relais, calculons la valeur de I_{bob} :

$$I_{bob} = U_{bob} / R_{bob}$$

$$I_{bob} = (V_{cc} - V_{ce}) / R_{bob}$$

Avec V_{cc} la tension d'alimentation, V_{ce} est la tension entre le collecteur et l'émetteur, U_{bob} la tension aux bornes de la bobine du relais et R_{bob} sa résistance interne.

Pour avoir une valeur maximale on suppose que $V_{ce}=0$ d'où:

$$I_{bob} = (5 - 0) / 70$$

$$I_{bob} = 0,071A$$

Ainsi qu'il doit supporter une tension entre la base et l'émetteur $V_{be}=5V$, de même pour la tension entre le collecteur et l'émetteur $V_{ce}=5V$.

Le transistor NPN BC547B est un choix convenable, avec :

$$I_{c_max}=100mA > I_{bob} ; V_{ce_max} = 45V > V_{cc} ; V_{be_max} = 6V > V_{be}$$

Caractéristiques du transistor	
Référence	MULTICOMP BC547B
Polarité transistor	NPN
Nb. De broches	3Broche(s)
Courant de collecteur DC	100mA
Dissipation de puissance Pd	625mW
Tension Collecteur- Emetteur V (br) ceo	45V
Prix (5 pièces)	0,245 €



©Premier Farnell
Copying of image is prohibited

Tableau 13 : Caractéristiques du transistor

c) Choix de la résistance

Le transistor BC547B est caractérisé par:

$$V_{ce_sat} = 0,7V$$

$$V_{be_sat} = 0,2V$$

$$\text{Gain } H_{fe_min} = 200$$

Il faut d'abord calculer I_c :

$$V_{cc} = V_{ce_sat} + U_{bob}$$

$$V_{cc} = V_{ce_sat} + R_{bob} * I_{bob}$$

$$I_c = (V_{cc} - V_{ce_sat}) / R_{bob}$$

$$I_c = (5 - 0,2) / 70$$

$$I_c = 0,069 \text{ A}$$

Nous alors pouvons déduire la valeur de l'intensité courant minimale à appliquer sur la base afin de saturer le transistor, elle dépend de I_c et de H_{fe} ainsi il faut prendre en considération les tolérances du transistor et la résistance pour cela il est favorable de multiplier le gain H_{fe} par le coefficient de sécurité « k » avec $k=2$.

On sait que : $I_c = H_{fe} \times I_b$.¹

$$I_{b_min} = I_c / H_{fe} * k$$

$$I_{b_min} = 0,069 / 200 * 2$$

$$I_{b_min} = 0,0007 \text{ A}$$

Il nous reste maintenant que le calcul de R :

$$V_{in} = U_r + V_{be} \text{ avec } V_{be} = V_{be_sat}$$

$$V_{in} = R * I_{b_min} + V_{be_sat}$$

$$R_5 = (V_{in} - V_{be_sat}) / I_{b_min}$$

$$R_5 = (5 - 0,7) / 0,0007$$

$$R_5 = 6,143 \text{ k}\Omega$$

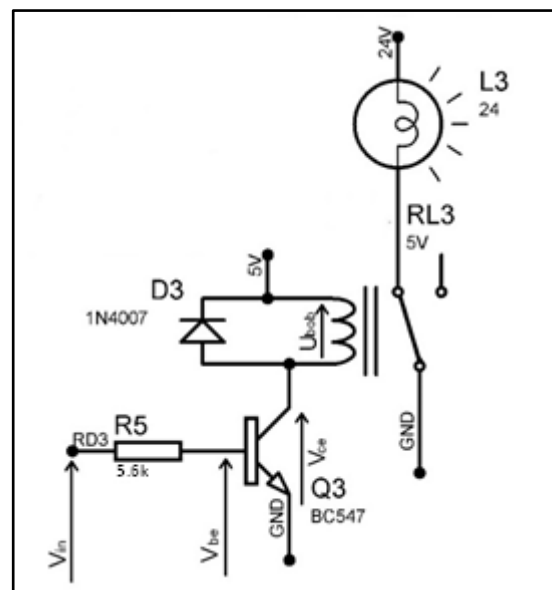


Figure 31 : Branchement du relais

Nous allons donc choisir la valeur de la résistance juste en dessous, nous prenons une résistance de 5,6 k Ω .

❖ Le bloc d'alimentation

La puissance consommée par les électrovannes est : $P_{\text{électrovannes}} = 0,4 \times 3 = 1,2\text{W}$

La puissance P_{carte} consommée par la carte électronique est :

$$P_{\text{carte}} = P_{\text{relais}} \times 3 + P_{\text{capteur}} + P_{\text{LCD}} + P_{\mu\text{C}}$$

$$P_{\text{carte}} = ((5 - 0,7) \times 0,00074 + 0,36) \times 3 + 5 \times 0,01 + 5 \times 0,003 + 5 \times 0,8$$

$$P_{\text{carte}} = 1,08 + 0,05 + 0,015 + 4 = 5,145 \text{ W}$$

¹ On peut trouver dans d'autres littératures β ou H_{21} au lieu de H_{fe} .

Donc le bloc d'alimentation que YAZAKI MOROCCO dispose dans l'atelier du service maintenance est capable d'alimenter notre système en transformant la tension délivrée par l'onduleur.

Caractéristique du bloc d'alimentation	
Référence	TRACOPOWER TXL 035-0524D
Nb. de canaux de sortie	2Sortie(s)
Puissance, sortie max	35W
Tension-courant des sorties	5V-4A / 24V-1.3A
Tension d'entrée AC	Min 85V / Max 264V
Type de sortie d'alimentation	Ajustable, Fixe
Prix unitaire	43,96 €



Tableau 14 : Caractéristique du bloc d'alimentation

❖ Le réservoir

Volume de réservoir

On a :

$$|P_f - P_0| = \frac{m \times R \times T}{V_{res}} [3]$$

D'où

$$V_{res} = \frac{|P_f - P_0|}{m \times R \times T} [3]$$

Avec

P_f : pression de l'air comprimé dans le réservoir après un temps donné (Pa).

P_0 : pression initiale de l'air comprimé dans le réservoir (Pa).

m : débit massique à la sortie du réservoir (0.0105 kg/s).

V_{res} : volume du réservoir (m^3).

R : constante spécifique de l'air ($287.05 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

T : température de l'air qui circule dans l'installation de YAZAKI (298K).

t : temps de fonctionnement de a génératrice.

Dans notre cas $P_0=6.5 \text{ bar}$, $P_f = 2 \text{ bar}$.

$$D'où \quad V_{res} = \frac{6.5-2}{0.0105 \times 287.05 \times 298} = 0.005 m^3 [3]$$

Donc il faut choisir un réservoir de volume égal à 5 litres.

Nous disposant dans l'atelier le réservoir décrit dans le tableau suivant :

Caractéristique du réservoir		
Référence	Réservoir horizontal en acier carbon	
Nb. de broches	2 sorties G ½	
Capacité	5L	
Prix unitaire	89.05€	

Tableau 15 : Caractéristique du réservoir

❖ L'électrovanne :

Le choix d'électrovanne ne pose pas un problème puisque nous allons utiliser le même type d'électrovanne installé dans la machine.

Caractéristique de l'électrovanne		
Référence	SYJ5120-5LZ-M5	
Fluide	air	
Pression de fonctionnement	0.1 - 0.7MPa	
Tension nominal de la bobine	3, 5, 6, 12, 24VDC 100, 110, 200, 220VAC	
Température ambiante et fluide	max. 50C	
Puissance dissipée	0.4W	
Prix unitaire	\$50.83	

Tableau 16 : Caractéristique d'électrovanne

Conclusion :

Durant ce chapitre nous avons proposé une solution pour éliminer le problème détecté dans le deuxième chapitre. Nous avons établi après une étude technico-économique de cette solution. Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le travail réalisé et les résultats obtenus par cette solution.



Chapitre IV : Travail réalisé et résultat



Introduction :

Après avoir dimensionné les principaux composants de la carte électronique nous allons présenter dans ce chapitre le schéma électronique principal en traitant tous les cas en simulation afin d'assurer le bon fonctionnement de notre solution, ainsi l'interface graphique que nous allons installer sur l'ordinateur de la machine K433 pour communiquer avec la carte à travers le port série.

I- Logiciels utilisés:

1. Proteus :

Proteus est une suite logicielle permettant la CAO électronique éditée par la société Labcenter Electronics. Il est composé de deux logiciels principaux : ISIS et ARES.

- ISIS

Le logiciel ISIS est principalement dédié pour l'édition des schémas électriques. Il permet également de simuler ces schémas donc détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

- ARES

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Il est facile d'importer sur ARES un circuit réalisé sur ISIS afin de réaliser le PCB de la carte électronique (« Printed Circuit Board », ou bien circuit imprimé en français). Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer les composants et de réaliser le routage automatiquement. ^[D]

2. MikroC :

MikroC est un compilateur conçu par la société « Mikroelektronika », pour programmer les microcontrôleurs PIC de la société MICROSHIP, basé sur le langage C. Il nous aide à compiler le programme ainsi de générer un fichier .HEX qui sera transféré vers le microcontrôleur via un circuit programmeur.

3. Microsoft Visual Studio :

Visual Studio est un environnement de développement interactif (IDE) ; une plate-forme de lancement créative que vous pouvez utiliser pour afficher et modifier presque n'importe quel type de code et déboguer, générer et publier des applications pour Android, iOS, Windows, le web et le Cloud. [E]

II- Travail réalisé:

1. Schéma de la carte électronique:

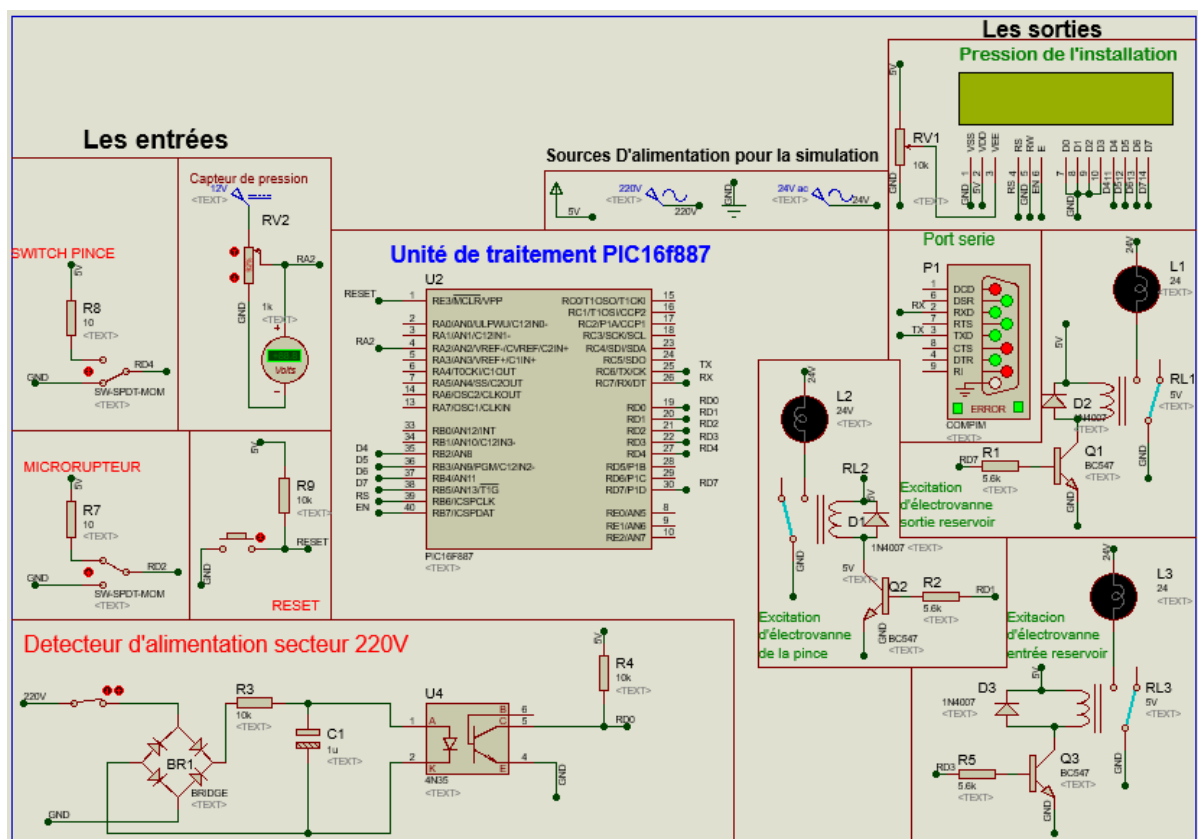


Figure 32 : Schéma du circuit électrique sur ISIS

Le schéma sous dessus représente le système à base de microcontrôleur et l'ensemble des entrées et sorties. Pour simplifier le montage et qu'il soit lisible sur ISIS elle existe une option

appelée LABEL, c'est-à-dire une étiquette que nous affectons à chaque point de liaison et tous les points ayant la même étiquette sont liés entre eux en simulation.

Notre carte est composée de trois blocs principaux : Les entrées, l'unité de traitement et les sorties.

Les entrées :

Détecteur du réseau 220V : Nous redressons l'alimentation du réseau à l'aide du circuit redresseur décrit dans le chapitre précédant, en présence de l'alimentation la LED de l'optocoupleur s'allume le phototransistor devient passant un signal de 5V sera transmis vers l'entrée RD0 du microcontrôleur.

Capteur de pression : Sur ISIS nous n'avons pas un capteur de pression de 7bar, mais nous pouvons le modéliser par une résistance variable alimentée par 5V utilisé comme entrée analogique sur la broche RA2, et à l'aide du convertisseur analogique/numérique du microcontrôleur la tension analogique sera convertie en valeur numérique codée sur 10 bits, après la lecture de la valeur numérique de la tension la valeur de la pression sera calculé par l'équation $P = V_{\text{numérique}} \times 1.4$ (si $V_{\text{numérique}} = 5V$ alors $P = 5 \times 1.4 = 7 \text{ bar}$).

Bouton pince : C'est un bouton poussoir, pour relâcher la pince après retour d'alimentation, connecté sur RD4.

Micro-rupteur : Est un capteur de fin course branché sur RD2 pour s'assurer que le capot de protection est au niveau bas sinon la machine ne fonctionnera plus.

Les Sorties :

Electrovanne de fixation de la pince : Commandée par le relais connecté sur la broche RD1.

Electrovanne d'entrée du réservoir : Commandée par le relais connecté sur la broche RD3.

Electrovanne de sortie du réservoir : Commandée par le relais connecté sur la broche RD7.

Ecran LCD : Pour afficher la pression détectée afin d'indiquer l'état de chute de pression utilisée en mode 4 bits et branchée sur RB2, RB3, RB4, RB5, RB6, RB7.

Port série : connecté avec le microcontrôleur sur la broche RC6/TX/CK pour envoyer les données et la broche RC7/RX/DT pour la réception.

2. L'interface graphique :

L'interface graphique d'utilisateur est conçue sur l'environnement de développement Visual studio en langage VB.NET

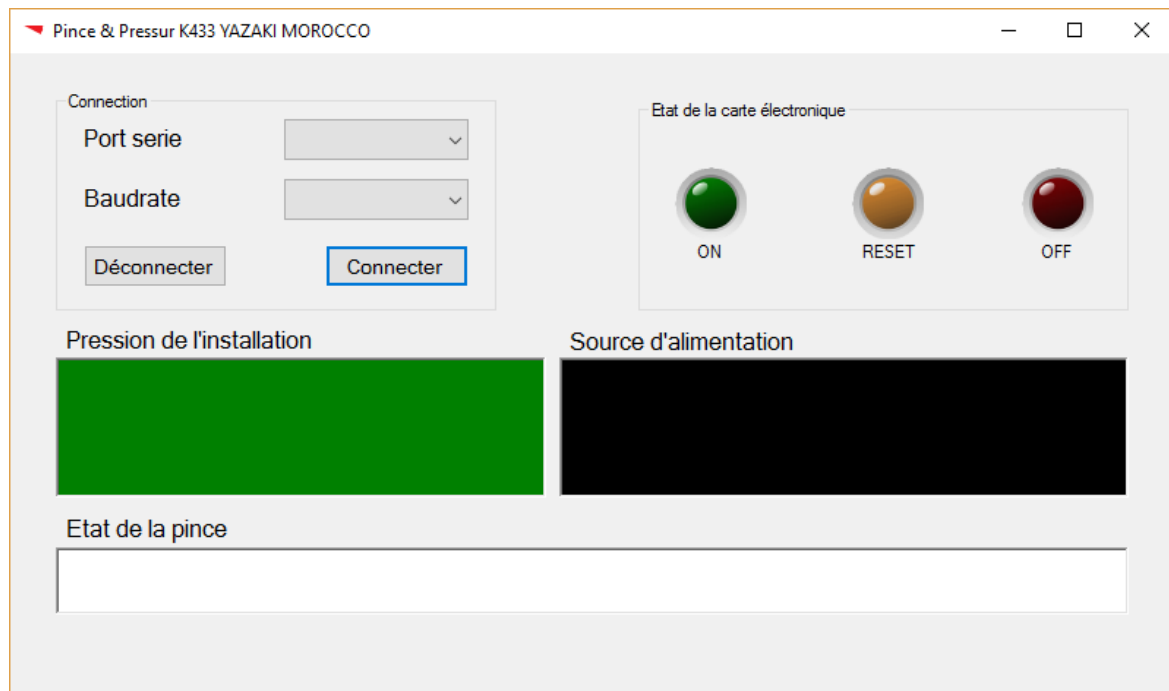


Figure 33 : Interface graphique de gestion de la carte

La partie connexion, sert à connecter l'interface avec la carte à travers le port série, nous choisisant d'abord le nom du port, puis la valeur « Baudrate » puis nous cliquons sur connecter.

3. Organigramme du fonctionnement de microcontrôleur :

L'organigramme suivant explique le fonctionnement du microcontrôleur qui commande le système.

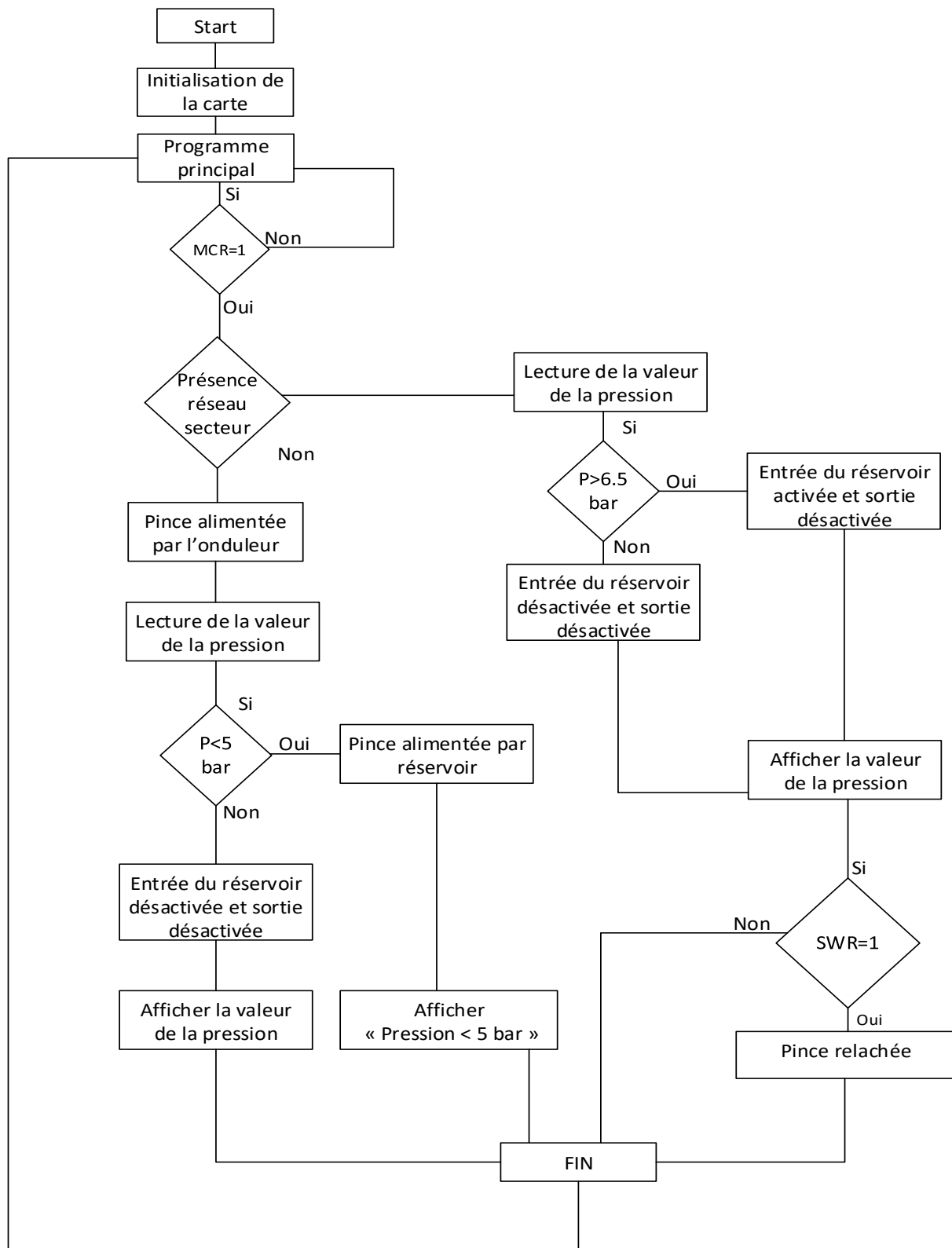


Figure 34 : Organigramme du fonctionnement du système.

Avec :

- MCR : L'état du capot de protection
- SWR : Switch pour relâcher le produit

III-Résultats obtenus:

En réalisant le nouveau système développé nous assurant un produit de meilleure qualité, nous diminuant le temps d'arrêt et nous facilitons la tâche aux opérateurs de la machine. La figure suivant schématise l'état du produit suite à une coupure d'alimentation avant et après la solution développée

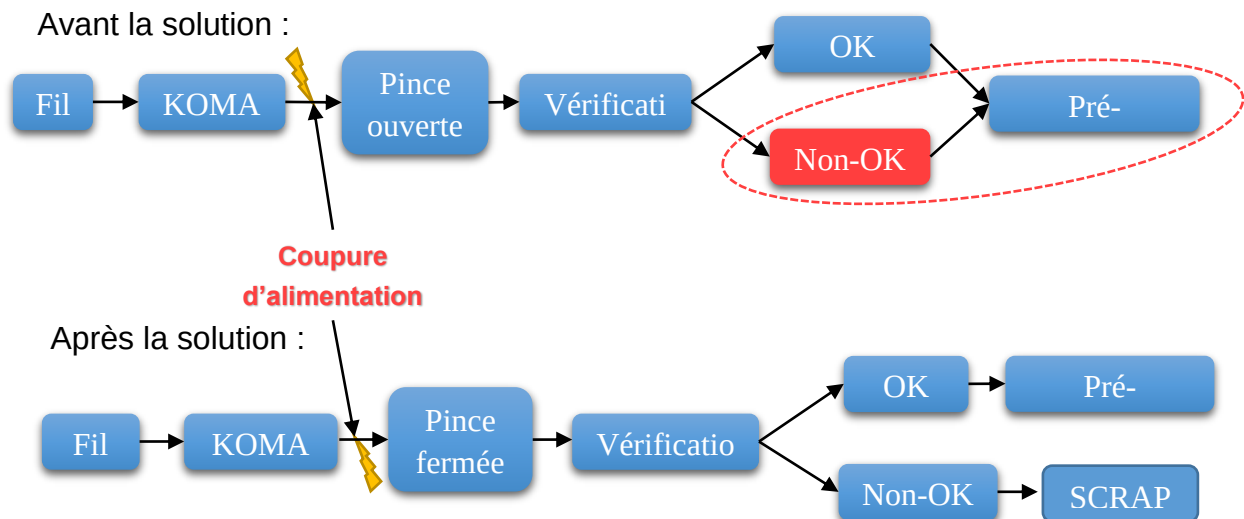


Figure 35 : Schématisation de l'état du produit avant et après la solution

D'autre part la réalisation de la solution ne nécessite pas un investissement énorme, le tableau suivant résume l'étude économique du projet.

Composant	Prix
Microcontrôleur	3,33 €
opto-coupleur	0,447 €
Transistor	0,245 €
Relais	1,99 €
Bloc d'alimentation	43,96 €
Electrovanne	\$50.83
Micro-rupteur	0,799 €
Adaptateur RS232	2,66 €
Capteur de pression	14,08 €
LCD	7,12 €
Réservoir	89.05€
TOTAL	214,511€

Tableau 17 : Résumé de l'étude économique

Le prix total à investir pour réaliser la 2^{ème} solution pour les 40 machines KOMAX 433 est :
 $214,511 \times 40 = 8580,44\text{€}$.

Il est très remarquable que le prix de la deuxième solution est presque mille fois plus petit que celui de la solution n°1 qui dépasse 1 millions €.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté le travail réalisé durant cette période de stage, puis nous avons calculé le prix qu'il faut investir pour réaliser ce projet en le comparant avec le prix du changement des machines KOMAX 433 par des machines nouvelle gamme, notre solution sera plus rentable.

Nous avons réalisé une 1^{ère} carte électronique, puis nous avons effectué plusieurs tests au niveau d'une machine KOMAX 433 installé au sein du service « formation » de l'entreprise YMO, en attendant la validation du projet par le service finance afin d'implémenter la solution au niveau de toutes les machines KOMAX 433 de la société.

Conclusion

Ce projet m'a permis de mieux découvrir le secteur d'industrie automobile en passant de la théorie à la pratique dont le sujet qui m'a été proposé visait l'amélioration des anciennes versions des machines « KOMAX 433 ». La machine « KOMAX 355 », est une machine plus développée qui n'est pas concerné car la société mère avait créé une option au niveau du software de la machine qui ne peut pas être généralisé sur les versions software des anciennes machines.

Après avoir adopté la solution adéquate, qui se base sur une carte électronique liée à une interface graphique de supervision, qui commande un circuit pneumatique, j'ai passé au choix technique des équipements du système. Cette solution peut apporter à YAZAKI MOROCCO en addition à la confiance des clients un gain de 10 117 291,56€ et un produit de bonne qualité.

Et finalement, le stage que j'ai eu la chance de passer au sein de la société YAZAKI MOROCCO, présente pour moi une étape importante dans le processus de la préparation de mon diplôme Master en Sciences et Techniques. Du fait qu'il m'a permis de vivre une expérience très riche d'information et de nouvelles techniques que nous ne pouvons jamais acquérir au cours d'une formation académique.

Annexes

Annexe A : Etude AMDEC de la machine KOMAX 433.

❖ Le but de l'AMDEC :

AMDEC est une abréviation de l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité, son but est :

- Identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production
- Identifier les actions pouvant éliminer (ou moins réduire) l'échec potentiel.

❖ groupe de travail :

Le groupe de travail de l'étude AMDEC était constitué par :

- NEDDAD Marouane: Stagiaire
- ELHARRAK Achraf : Coordinateur process
- STIOUNI Mohammed : technicien maintenance
- TADLA Aziz : chef de qualité
- BENMOUSSA Tarik : responsable des applicateurs.

❖ Fiche diagnostic

Dans cette fiche de diagnostic on met les causes qui créent des défaillances au niveau de sous ensemble ainsi que leurs effets comme il est décrit ci-dessous :

Cause	Effet						
	endommagement du fil	mauvais sertissage du fil	Mauvis dénudage	variation du filament	blocage de la pince	blocage de la chaîne	arrêt de la machine
mauvais centrage	X	X	X	X	X		
desserrage des vis		X	X	X	X		
usure/fissure des dents des pinces	X	X	X	X	X	X	
la force n'est pas suffisante					X	X	
insertion des corps étrangers	X					X	

Tableau 18 : Cause et effet d'endommagement des fils

❖ La construction de l'AMDEC:

Découpage en trois critères (Évalués dans une plage de notes) « Cotation »:

- Gravité
- Fréquence ou « O = Occurrence »
- Non-détection ou « Détection »

Détermination de la Criticité, ou IPR (Indice Prioritaire de Risque)

$$\text{Criticité} \longrightarrow \mathbf{C} = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Gravité}}}{\mathbf{G}} * \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Fréquence}}}{\mathbf{F}} * \mathbf{N} \longleftarrow \text{Non Détection}$$

Définition des trois critères qui symbolisent la Criticité, ou IPR (Indice Prioritaire de Risque) ou RPN (Risk Priority Number) :

➤ **Gravité (G)**

La gravité caractérise la gravité de l'effet de la défaillance pour le client. On Passera de la note 1 pour une gravité faible (insignifiante pour le client) à 10 pour une gravité très forte (réclamation des clients).

➤ **Fréquence (F)**

L'occurrence caractérise la probabilité ou fréquence d'apparition de la cause qui entraînera la défaillance. On passe de la note 1 pour une probabilité très faible à la note 10 pour une probabilité très forte.

Fréquence de la défaillance	Note
1/1 à 1/5	10
1/5 à 1/20	7
1/20 à 1/100	4
Inférieur à 1/100	1

Tableau 19 : Notes des occurrences des défaillances

➤ Probabilité de non-détection (N)

La probabilité de non-détection caractérise la probabilité que la défaillance ne soit pas détectée avant son arrivée chez le client (ou le risque de laisser passer un produit défectueux). On passera de la note 10 pour une probabilité très forte de laisser passer un produit défectueux à 1 pour une probabilité très faible.

Probabilité de non-détection	Note
1/1 à 1/5	10
1/2 à 1/5	7
1/5 à 1/20	4
Inférieur à 1/20	1

Tableau 20 : Notes des probabilités de non-détection

➤ Criticité (C)

Cet indicateur caractérise l'importance de la défaillance. La criticité synthétise les 3 paramètres précédents : $C = O \times D \times G$. Si chaque facteur est noté de 1 à 10, la criticité de chaque défaillance peut varier de 1 à 100. La mesure de la criticité permet de hiérarchiser les défaillances potentielles.

❖ Grille AMDEC

Par la suite on va traiter dans le tableau suivant chaque élément de la machine avec ça fonction et le mode défaillance et les causes et les effets de défaillance.

Analyse des Modes de défaillance et de leurs Effets et leur Criticité									AMDEC machine
KOMAX 433									page 1/1
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Criticité				Action maintenance
					N	F	G	C	
Unité de dressage	-l'unité de dressage dressent et tendent le câble afin qu'il puisse être usiné correctement	Coincement des roues de redressement	-endommagent des engrenages - Manque de lubrification	ne donne pas une bonne longueur de fil Patinage de fil	2	1	1	2	-Vérifier la mobilité des galets de dressage -Lubrification quotidienne
Tête de coupe	-tête de coupe permet de faire le dénudage à partir des lames	l'endommagement des lames	insertion des corps étrangers	mal dénudage de fil	2	2	1	4	Changement des lames
Unité de Commande	-permet à l'opérateur de commander la machine par un ordinateur dans son intégralité en très peu de temps	Blocage de machine	-nombre énorme de message d'erreur	Non réponse / Arrêt	1	1	1	1	installer une nouvelle version de TOPWIN
Unité de pivotement et d'extraction	Pivote et positionne le câble sur la station2 et détermine la longueur de dénudage	Surcharge couple de rotation/extraction	Blocage moteur	Arrêt	1	1	2	2	Changement moteur
			Déconnexion câble d'alimentation	Arrêt	1	1	2	2	Réparation/Changement câble
			Jeu non fonctionnel en guidage en rotation	Coincement	1	1	2	2	Changement roulement
Pince de câble	Fixation de tête fil	-Ouverture de la pince avant la fin du processus de fabrication	-coupure d'électricité	-Produit incomplet ou de mauvaise qualité -réclamation des clients	3	4	4	48	Changement Vérification du jeu
Station de joints	Insertion bouchon d'étanchéité	Bouchon coincé ou mal positionné	Blocage kit bouchon	Sertissage sans bouchon	4	2	1	8	Nettoyage de l'applicateur
			Kit bouchon non conforme	Bouchon endommagé	2	2	3	12	Contrôle d'acceptation matière première
Station de Presse	Sertissage	-Variation jeu CFA -Non étalonnage	Déréglage	- Problèmes CFA	3	2	2	12	- Fixation des éléments - Etalonnage

Tableau 21 : Analyse des Modes de défaillance et de leurs Effets et leur Criticité

Remarque :

Les coefficients de criticité cités dans le tableau sont établis par le service qualité de YAZAKI Morocco représenté par le chef de qualité Mr. TADLA Aziz.

Annexe B : Simulation du projet en tenant compte tout processus de travail

Démarrage de la carte :

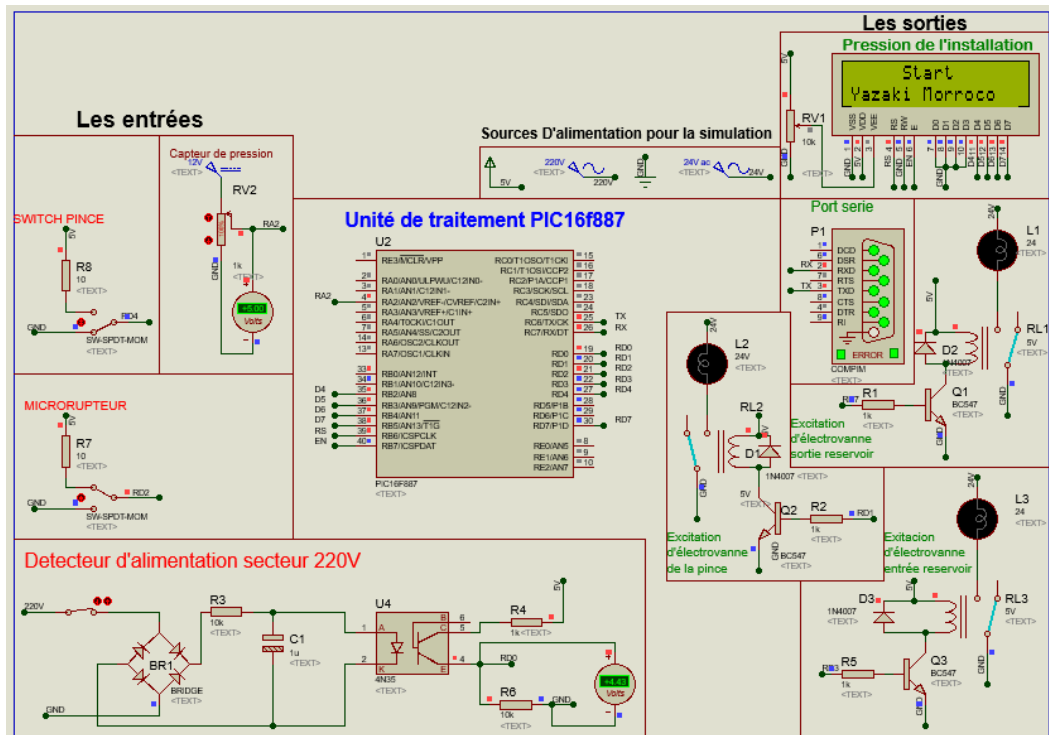


Figure 36 : Simulation au démarrage sur ISIS

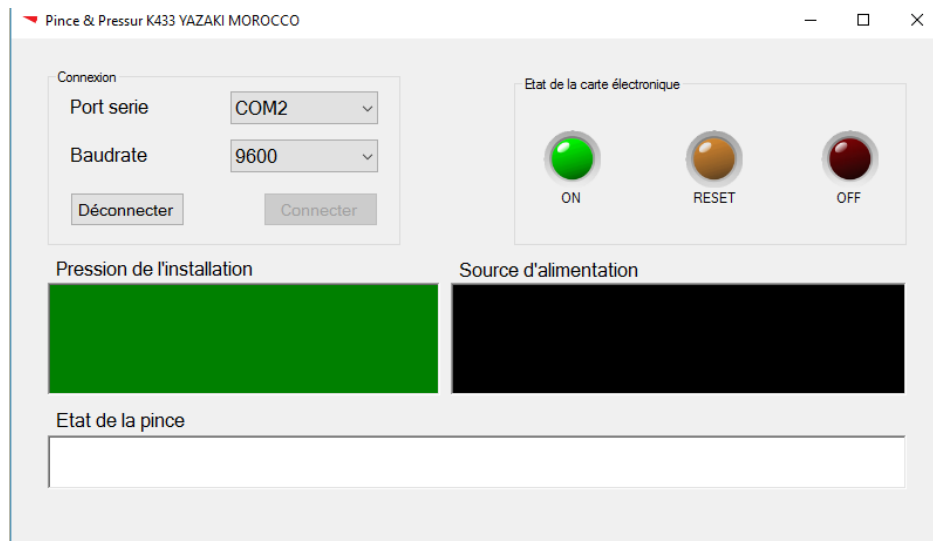


Figure 37 : L'interface graphique au démarrage

Nous remarquons que le voyant ON s'est allumé, pour designer que notre carte est allumée et en communication avec l'interface.

Fonctionnement normal :

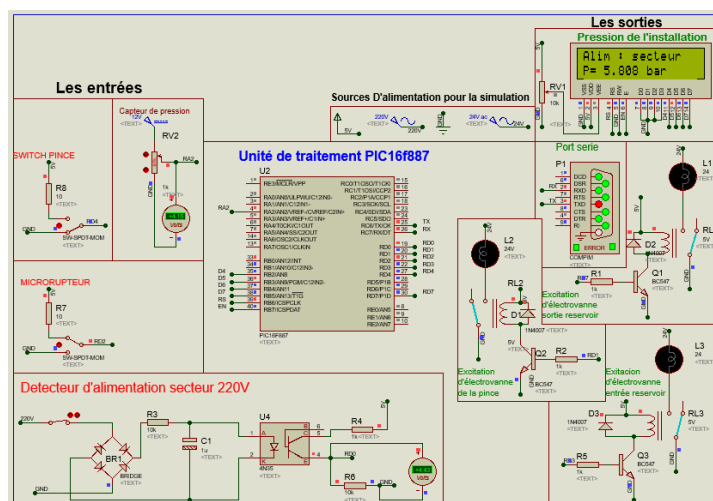


Figure 38 : Simulation dans le cas normal sur ISIS



Figure 39 : L'interface graphique en fonctionnement normal

Lors de la présence du réseau électrique, nous affichons sur l'écran LCD « Alim : secteur », et la pression détecté par le capteur de pression.

Cas de surpression ($P > 6.5$ bar) :

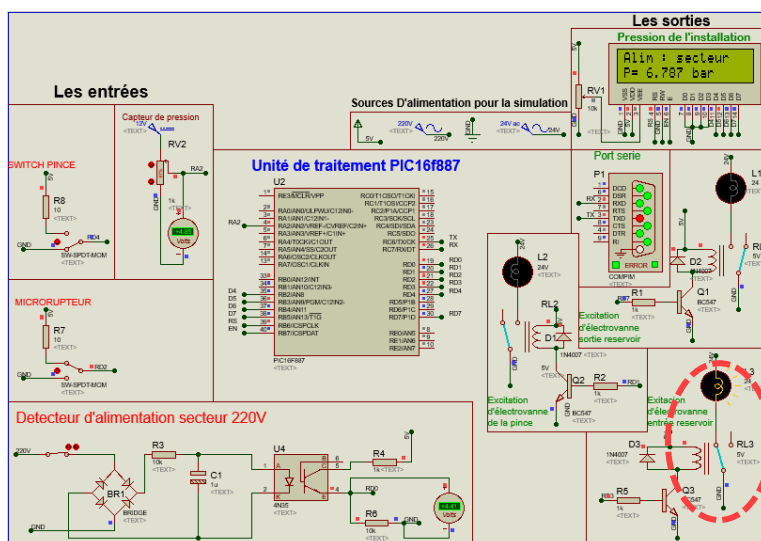


Figure 40 : Simulation dans le cas de surpression sur ISIS



Figure 41 : L'interface graphique dans le cas de surpression

En augmentant la valeur de la pression d'entrée, une fois la valeur dépasse 6.5 bar, le relais branché sur la broche RD3 se ferme donc l'électrovanne d'entrée du réservoir s'active afin de stocker l'air dans le réservoir.

Cas de coupure d'alimentation :

Pression > 5 bar

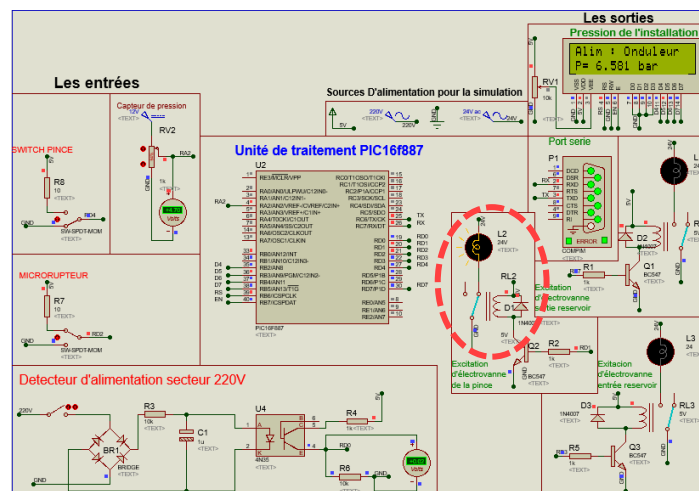


Figure 42 : Simulation dans le cas de coupure d'alimentation et $P > 5$ bar sur ISIS



Figure 43 : L'interface graphique dans le cas de coupure d'alimentation et $P > 5$ bar

Retour d'alimentation secteur :

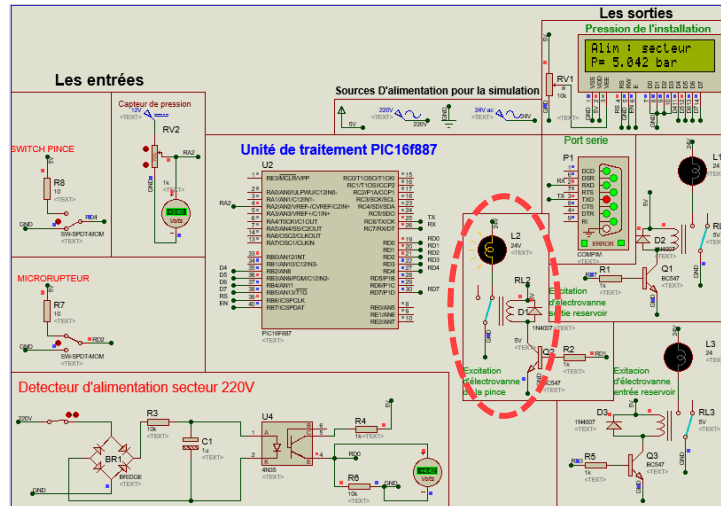


Figure 44 : Simulation dans le cas de retour d'alimentation



Figure 45 : L'interface graphique après retour d'alimentation

La pince reste bloquée (électrovanne alimentée par l'onduleur), il faut activer le switch de relaxation de la pince.

Pression < 5 bar durant la coupure d'alimentation :

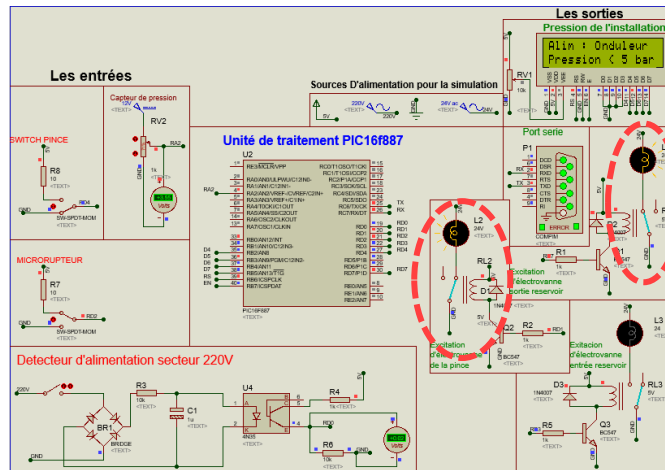


Figure 46 : Simulation dans le cas de coupure d'alimentation et $P < 5$ bar sur ISIS



Figure 47 : L'interface graphique dans le cas de coupure d'alimentation et $P < 5$ bar

Durant la coupure d'alimentation, une fois la pression diminue sur 5 bar la pince sera alimentée par le réservoir, et cela en activant le relais qui commande l'électrovanne de sortie du réservoir à travers la broche RD7.

Retour d'alimentation secteur :

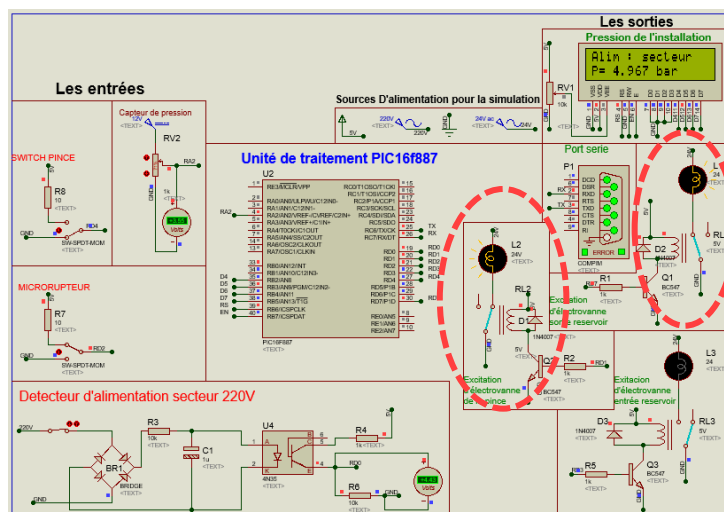


Figure 48 : Simulation dans le cas de retour du réseau sur ISIS



Figure 49 : L'interface graphique après retour d'alimentation

Une fois l'alimentation du réseau est détectée, la pince reste bloquée jusqu'au moment où nous activant le switch de relaxation de la pince.

Relaxation de la pince :

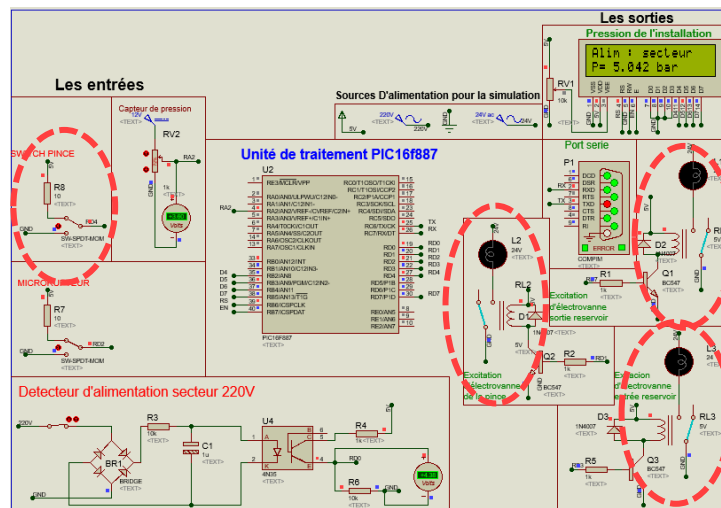


Figure 50 : Simulation après relaxation de la pince sur ISIS



Figure 51 : L'interface graphique après relaxation de la pince

Une fois nous activant le switch de relaxation de la pince, les électrovannes qui contrôlent cette dernière, se ferment et finalement le câble défectueux sera isolé dans la goulotte des câbles pour l'envoyer vers le « SCRAP ».

Bibliographie

- [1] SEBBAH Omar. « Le traitement des joints par soudure, et la gestion du SCRAP ». Ecole d'ingénieurs ISMANS, 2015/2016.
- [2] KOMAX AG. « Instruction de service. Machine pour sertissage automatique. Alpha 433 ». KOMAX AG, 2009.
- [3] CRTA. « Dossier technique du CRTA - LA METHODOLOGIE AMDEC ». CRTA, 2004.
- [4] KAESER COMPRESSEURS S.A. Guide technique de l'air comprimé. P-2010-FR, 2010.

Webographie

- [A] <https://www.yazaki-europe.com/index.html> Consulté le 09 avril 2017.
- [B] <https://www.yazaki-group.com/global/about/ar.html> Consulté le 11 avril 2017.
- [C] <http://yazaki-maroc.skyrock.com> Consulté le 31 avril 2017
- [D] <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php> Consulté le 03 mai 2017
- [E] <https://docs.microsoft.com/fr-fr/visualstudio/ide/visual-studio-ide> Consulté le 03 mai 2017

Les sites web suivants sont Consultés le 15 mai 2017 :

- [F] <http://fr.farnell.com/nxp/mpx5700gp/ic-sensor-gauge-press-101-5-psi/dp/1457140>
- [G] <https://www.amazon.fr/Max232-RS232-Module-Convertisseur-Adaptateur/dp/B011NOHC4S>
- [H] <http://fr.farnell.com/multicomp/m140t01-ae0509a/microswitch-spdt-5a-simroller/dp/1735353>
- [I] <http://diary-gdb3288.hatenablog.jp/entry/2015/12/30/140012>
- [J] <http://www.smc-pneumatics.com/SYJ5120-5LZ-M5.html>
- [K] <http://www.composant-electronique-pas-cher.com/divers/703-module-relai-puissance-srd-5vdc-sl-c-5v-t73-5pin-arduino-arm-pic-avr-dsp.html>
- [L] <http://fr.farnell.com/multicomp/bc547b/transistor-npn-to-92/dp/1574381>
- [M] http://www.fstbm.ac.ma/FST/departement/physique/docs/YWdvdXJpYW5l/Cours_micro_controlleur.pdf