



**LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique**

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude d'un moteur DC à détecteur inductif et Analyse
structurale et fonctionnelle d'une machine automatisée
« Leinweber maschinen »**

Réalisé Par :

TAOUS Hamza

Encadré par :

Pr RAZI Mouhcine (FST FES)

Mr MOHIB Taoufik (MAROC MODIS)

Soutenu le 8 Juin 2017 devant le jury

Pr RAZI Mouhcine (FST FES)

Pr JORIO Mohamed (FST FES)

Pr AHAITOUF Ali (FST FES)

Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle , mes remerciements s'adressent principalement à mes encadrants Mr. Touafik Mohib et Mr. Mohamed Bousselham qui m'ont formé et accompagné tout au long de ce stage avec beaucoup de patience et de pédagogie .

De même, je remercie Monsieur Aziz le responsable des services maintenance Préventives pré-production pour m'avoir l'opportunité de faire mon projet de fin d'étude à l'entreprise . Et Je veux remercier également toute l'équipe du service électrique et mécanique qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage, et même pour son accueil, sa disponibilité et sa bonne humeur permanente au cours de ces deux mois .

Mes remerciements et mon respect vont également au professeur Mr RAZI Mouhcine pour son encadrement qui m'a bien aidé lors de la réalisation de ce projet et tout le corps administratif de la faculté des sciences et techniques . De façon spéciale, je tiens à remercier tous les Professeurs qui m'a préparé théoriquement et pratiquement durant mes trois années de formation, surtout ceux du département Génie électrique pour toutes les connaissances qu'il m'ont fait découvrir tout au long de cette année, Ainsi les membres de jury : Pr JORIO Mohamed , Pr AHAITOUF Ali et encore une fois Pr RAZI Mouhcine .

Enfin , je remercie vivement mes parents pour leurs sacrifices , leurs pensées et leurs soutiens tout au long de mes années d'études et d'apprentissage .

Sommaire

Table des figures.....	5
Table des tables.....	6
Dédicaces	7
Introduction générale.....	8
Chapitre I : Présentation de la société MAROC MODIS.....	9
I. Historique de MAROC MODIS	10
II. Historique de la marque TRIUMPH.....	10
III. L’organigramme de l’entreprise	10
IV. La fiche signalétique de l’entreprise	11
V. Description des différents départements	11
VI. Fonctionnement de MAROC MODIS	12
Chapitre II : L’étude d’un moteur DC à détecteur inductif.....	13
Introduction	14
I. Le moteur DC à détecteur inductif : bref général	14
II. Schéma de commande du système	14
III. Le détecteur inductif	15
a) Quelques applications	15
b) Les caractéristiques	16
c) La constitution interne	16
d) Schéma de principe	17
e) Principe de fonctionnement	17
VI. La carte électronique	18
a) aperçu global	18
b) Le Schéma électronique et simulation dans ISIS	19
c) L’identification des composants électroniques	19

d) Principe de fonctionnement	20
e) La stratégie de réparation	20

Chapitre III : Analyse structurelle et fonctionnelle de la machine

« Leinweber maschinen »	23
Introduction	24
I. Description globale de la machine	24
II. L'analyse structurelle	25
a) Pupitre de commande	25
b) Repérage de divers composants	26
c) Branson 182 V et soudage par ultrasons	27
III. L'analyse fonctionnelle.....	28
a) Descriptif du cycle de production	28
b) Grafcet du cycle normale	29
Conclusion générale.....	31

Table des figures

Figure 1 : L'organigramme de l'entreprise	10
Figure 2 : Les différents départements de MAROC MODIS	11
Figure 3 : Le moteur DC à détecteur inductif	14
Figure 4 : Schéma de commande du moteur	15
Figure 5 : Quelques applications des détecteurs inductifs au sein de MAROC MODIS	15
Figure 6 : Symbole du capteur inductif	17
Figure 7 : Schéma de principe du détecteur inductif	17
Figure 8 : Le fonctionnement du capteur de proximité inductif	18
Figure 9 : Simulation du schéma électrique dans ISIS et son interaction avec le système	19
Figure 10 : Schéma de principe de la carte électronique	20
Figure 11 : L'organigramme de la stratégie de réparation	21
Figure 12 : Leinweber maschinen.....	24
Figure 13 : API Siemens de la machine	25
Figure 14 : Pupitre de commande	25
Figure 15 : Pupitre de saisie des paramètres	26
Figure 16 : La technique de soudage par ultrasons	28
Figure 17 : Cycle de production	29
Figure 18 : Schéma Grafcet du cycle productif	30

Table de Tables

Table 1 : Les caractéristiques du détecteur inductif du système	16
Table 2 : Les composants de la carte et leurs fonctions	19
Table 3 : Les caractéristiques des composants électroniques	20
Table 4 : Quelques caractéristiques de la machine de bretelles	24
Table 5 : Les différents commandes de l'interface homme/machine	26
Table 6 : Liste de Timers	26
Table 7 : Liste de Counters.....	26
Table 8 : Les composants basiques de la machine	27

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail
avec un grand amour , sincérité et fierté :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices,
leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs
prières tout au long de mes études .

A mes chers frères pour leur appui
et leur encouragement .

A ceux qui ont contribué de près
ou de loin à l'édition
de ce rapport .

Introduction générale

Dans le cadre de notre formation à la Faculté des sciences et techniques de Fès (FSTF), nous sommes amenés à effectuer un stage de fin d'étude en 3^{ème} année, Licence Génie électrique, afin de développer nos compétences requises et avoir une expérience professionnelle.

Pour cela j'ai effectué mon stage au sein de MAROC MODIS au Quartier industriel Sidi Brahim. Pendant cette période, le sujet qui m'a été proposé est l'étude d'un moteur DC à détecteur inductif et l'analyse structurelle et fonctionnelle de la machine automatisée « Leinweber maschinen »

Dans ce rapport, je vais présenter la démarche empruntée pour l'élaboration de ce sujet. Le premier chapitre sera consacré à la présentation de l'organisme d'accueil. Dans le deuxième chapitre je vais étudier le moteur DC à détecteur inductif. Dans le troisième chapitre on présentera une analyse structurelle et fonctionnelle de la machine « Leinweber maschinen » afin de préparer un document pour faciliter la maintenance des composants de la machine.

Première chapitre

Présentation de la société MAROC MODIS



I. Historique de MAROC MODIS :

MAROC MODIS est une filiale de l'entreprise internationale « **Triumph international** », cette dernière qui est un fabricant international des vêtements fondé en **1986** à **Heubach**, en Allemagne . Le siège social de la société est situé à Bad **Zurzach** en Suisse depuis **1977** et elle possède des succursales dans 5 pays parmi lesquelles on trouve **MAROC MODIS** qui a été créée au Maroc en **03 Décembre 1988** pour but de profiter d'un large marché interne mais aussi attaquer les pays d'Afrique et du Maghreb .

Le **17 juillet 1989**, c'est le début de la grande aventure où l'exigüité et la modestie des locaux n'altèrent en rien l'ambition et la vitalité de la petite équipe de trois personnes et son aventure a commencé dans les locaux modestes et exigus transformé en atelier de couture .

MAROC MODIS a été obligée d'augmenter d'une façon continue ses capacités de production en multipliant ses dimensions personnelles et matérielles . Et aujourd'hui ,**MAROC MODIS** est devenue une entreprise multinationale dans le domaine industriel , sa chaîne de production est disponible de plusieurs des machines à circuits de commandes ou de puissances électriques , pneumatiques , hydraulique , mécanique ... etc .

En plus de ça, **MAROC MODIS** assure un aménagement spacieux conçu pour le bien être de chacun des **1440 employés** aujourd'hui et prévoit d'autre création d'emploi pour les années avenir .

II. Historique de la marque TRIUMPH :

La marque TRIUMPH est présentée sur le marché de la lingerie depuis plus de 126 ans . C'est une marque d'origine allemande du groupe « **Triumph international** », fondé en **1886** à **Holbach** qui est également propriétaire de la marque **SLOGGI** , **HOM** . Alors qu'à ses débuts , à la société n'employait que 6 salariés en tout . Elle emploie aujourd'hui plus de 37500 collaborateurs et réalise un chiffre d'affaire de **2,3 Milliard de franc suisses** dans plusieurs unités à travers le monde dont le Maroc .

III. L'organigramme de l'entreprise :

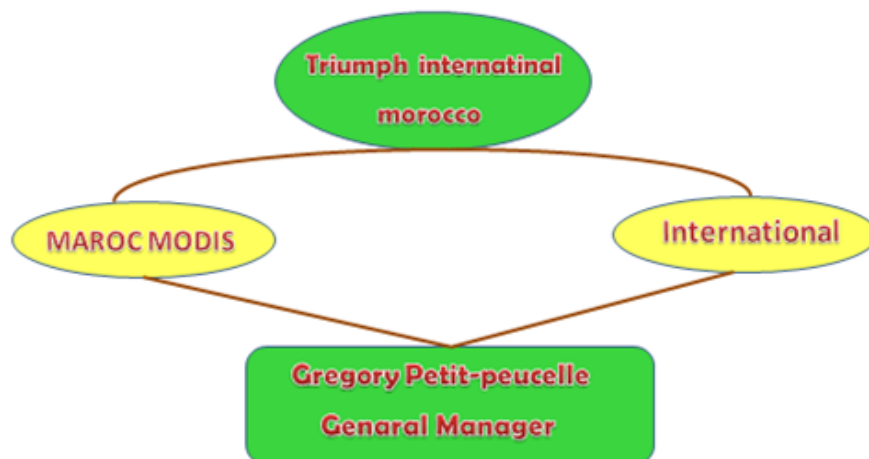


Figure 1 : l'organigramme de MAROC MODIS

IV. La fiche signalétique de l'entreprise :

Maroc Modis	
Forme juridique :	SA
Date de création :	03 Décembre 1988
Date de démarrage de production :	17 juillet 1989
Effectif permanent :	1440
Montant du capital :	110 500 000 DH
Secteur d'activité :	Textile
Capacité de production :	En moyenne 64 000 pièces
Activité :	Sportswear , confection de lingerie
Pays / Ville :	Maroc / Fès
Adresse :	Lot 82, rue 801, Sidi Brahim
Email :	modis@fesnet.net.ma

V. Description des différents départements :

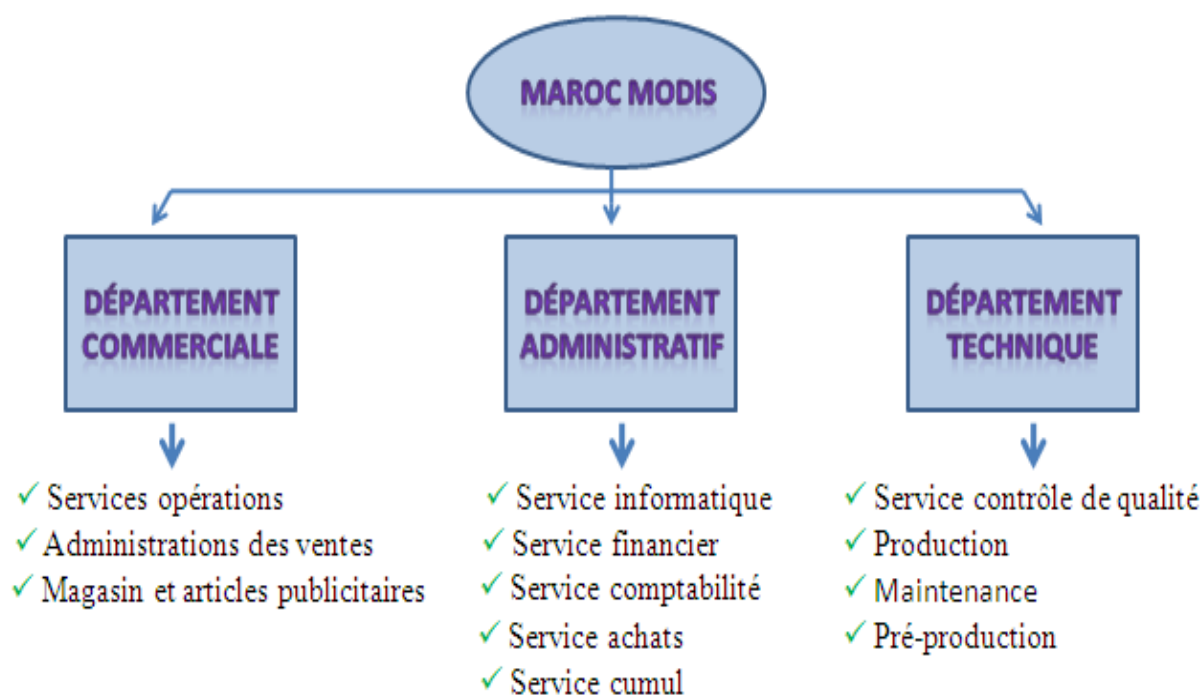


Figure 2 : les différents départements de MAROC MODIS



VI. Fonctionnement de MAROC MODIS :

La structure de la société est vue comme des voies de communication par lesquelles l'information circule . ces voies déterminant la tâche et la responsabilité de chaque membre de services administration, commerciaux et techniques entre lesquelles s'établit une étroite collaboration . Les activités des services sont confiées à des chefs des services qui assument la responsabilité de gérer le fonctionnement de la société .

Deuxième chapitre

*L'étude d'un moteur DC
à détecteur inductif*

Introduction :

Dans ce chapitre , je vais faire une étude sur le moteur DC à détecteur inductif afin de fournir un dossier technique bien détaillé sur le fonctionnement de ce moteur pour faciliter la compréhension de son fonctionnement et donc sa maintenance .

I. Le moteur DC à Détecteur inductif : bref général

Le moteur DC à Détecteur inductif est l'un des applications qui sont largement utilisées au sein de **MAROC MODIS** . Il a pour objectif de presser et laisser passer les bandes à coudre selon les besoins des opérateurs . Il représente un système caractérisé par l'interaction de trois éléments principaux : le détecteur inductif , la carte électronique et le moteur lui-même dont chacun joue un rôle crucial afin de mettre le système global en service .



Figure 3 : Le moteur DC à détecteur inductif

II. Schéma de commande du système

La mise en service du moteur DC à détecteur inductif assure la réponse à un cahier de charge . Au premier temps, il faut alimenter la carte électronique par une tension alternative 220 V et grâce à son fonctionnement , elle permet de fournir comme réponse une tension continue de 24 V qui sera après la source d'alimentation du détecteur . En second lieu, si le capteur de proximité inductif soit actif , c'est-à-dire il existe un objet à détecter dans la zone de sa sensibilité qui permet de le rendre en mode récepteur , elle permet d'envoyer la tension de 24 VDC aux bornes du Moteur afin de le mettre en service . D'autre part , la désactivation de capteur inductif implique l'arrêt du moteur .

Par conséquent , Tout le système est commandé par le comportement du détecteur inductif comme montré ci-dessous :

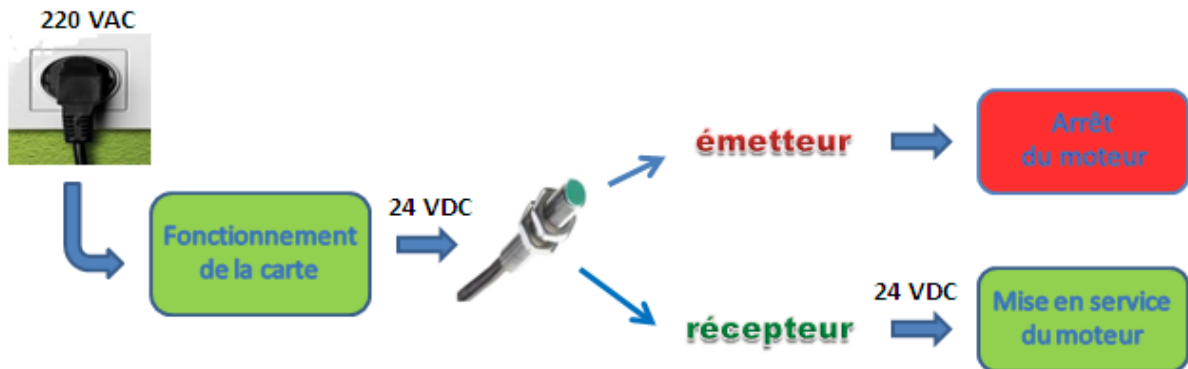


Figure 4 : schéma de commande du moteur

III. Le détecteur inductif :

a) Quelques applications :

Les détecteurs inductifs, également appelés les capteurs de proximité inductifs, font partie de la chaîne d'information des systèmes tout en générant des signaux électriques qui peuvent être exploitables par les unités de commandes. Elles sont destinées à la détection des objets métalliques et comme elles fonctionnent de manière extrêmement fiable, elles sont parmi les applications les plus utilisées au sein de l'entreprise. Parmi ces applications on trouve :

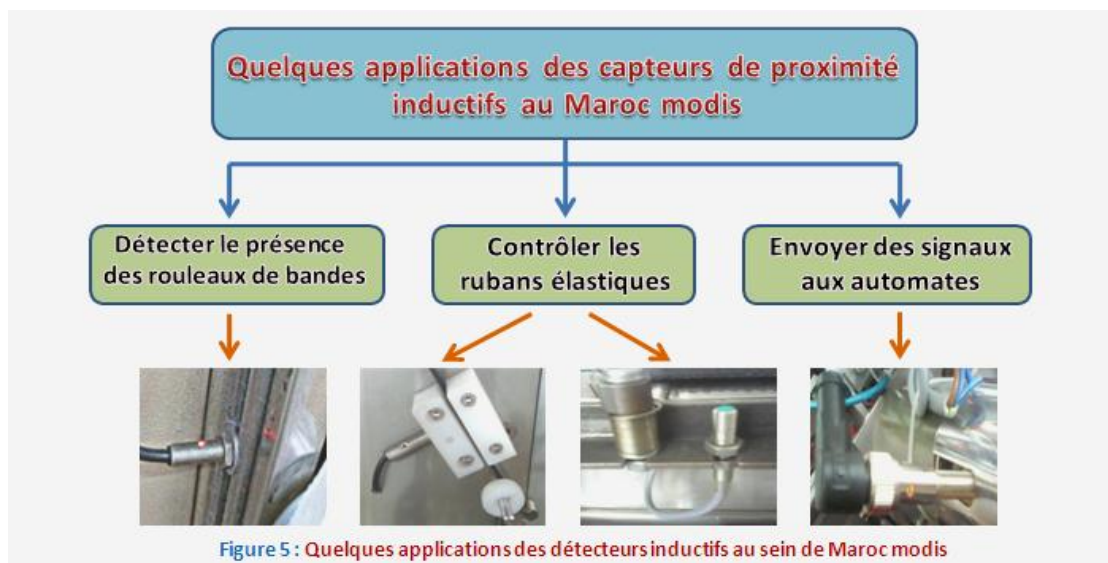


Figure 5 : Quelques applications des détecteurs inductifs au sein de Maroc modis

De façon générale, les détecteurs inductifs représentent une solution efficace au cœur d'une multitude d'activités telles que l'aéronautique afin d'assurer la fermeture des portes des avions, les chaînes de montage pour détecter les pièces et l'industrie qui est l'un des domaines les plus dépendants des capteurs de proximité inductifs ou ils sont utilisés pour le contrôle de passage des produits dans les lignes de production, le contrôle dimensionnel des produits et la surveillance de la présence et du mouvement des parties mobiles au sein des systèmes automatiques.

b) Les caractéristiques :

La référence mentionnée dans la plaque signalétique m'a permis d'avoir une gamme d'information sur le détecteur inductif qui commande le système . Ces informations peuvent être résumées selon le tableau ci-dessous :

Marque	Bernstein
Famille	OM12RT
Catégorie du produit	Détecteur de présence inductif (TOR)
Cible	Tous les objets métalliques
Type de détection	Sans contact
Type de montage	Noyable
Conception	Cylindrique M12
Tension d'alimentation	12 / 24 VDC technique 3 fils
Limites de tension (min/max)	10 / 30 VDC
Courant nominal	200 mA DC avec protection contre les surcharges et les courts-circuits
Distance nominale de détection	10 mm
Sortie de commutation	PNP (NO)
Indicateur de fonctionnement	LED vert
Température ambiante minimale	-20 C°
Température ambiante maximale	+70 C°
Longueur	35 mm
Diamètre de face sensible	8 mm
Boîtier	Laiton nickelé

Table 1 : Les caractéristiques du détecteur inductif du système

Malgré sa grande fiabilité et sa large utilisation dans les domaines d'application actuels en revanche , la capteur de proximité inductif a ses défauts car l'étendue de détection est très faible(**l'ordre de quelques mm**) . De plus , La distance à laquelle la présence de la cible à détecter ne dépend pas uniquement de la sensibilité du capteur inductif . Mais, elle dépend également de la taille de l'objet métallique car la détection de présence des objets volumineux est plus grande que dans un objet moins volumineux . Par conséquent , la distance de détection donnée dans le tableau ci-dessus ne doit pas être considérée comme un titre indicatif, car la distance réelle peut être inférieure .

c) La constitution interne :

le détecteur inductif est constitué essentiellement d'un capteur de proximité inductif où la détection se fait à distance et sans aucun contact entre le détecteur et l'objet . En plus de ça , elle est constitué d'un LED témoin qui s'allume une fois la présence d'un objet à détecter dans la zone d'activation .

Le capteur de proximité inductif associé à ce système fait partie de la famille des capteurs passifs qui ont besoin de l'énergie électrique pour qu'il peut fonctionner . D'autre part , il est basé sur la technique de trois fils parce qu'il comporte deux fils (**bleu et brun**) pour l'alimentation et un fil pour la transmission du signal de sortie(**Noir**) .

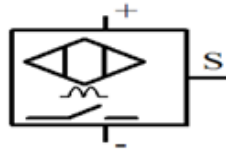


Figure 6 : symbole du capteur inductif

La fixation et la protection du capteur est assuré grâce à un boîtier qui est un élément mécanique fabriqué en Laiton nickelé .

d) Schéma de principe :

Concernant les éléments de base du détecteur inductif . Ce dernier se compose de trois blocs principaux : l'oscillateur , la mise en forme et l'étage de la sortie dont chacun se caractérise par sa propre fonction .

❖ **L'oscillateur** : il est constitué d'un circuit oscillateur qui permet d'envoyer une tension alternative dans la bobine qui se trouve au bout du capteur et de réagir avec la face sensible du capteur tout en générant une réponse qui indique la présence ou l'absence de l'objet métallique .

❖ **La mise en forme** : c'est le bloc qui permet de détecter la présence de l'objet tout en traitant et mettent en forme la réponse de l'oscillateur .

❖ **L'étage de sortie** : il permet d'envoyer le signal de sortie sous forme numérique (**tout ou rien**) .

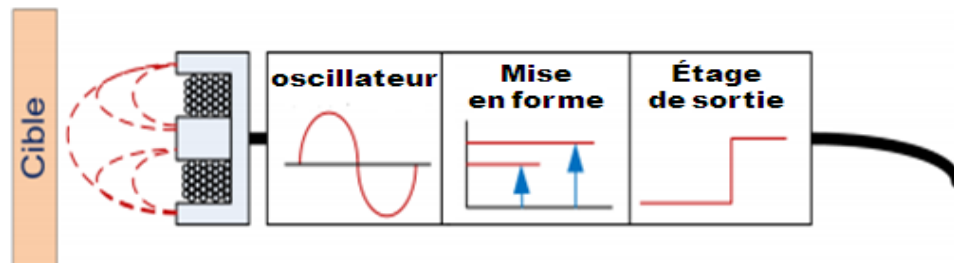


Figure 7 : schéma de principe du détecteur inductif

d) Principe de fonctionnement :

Le détecteur inductif se comporte comme un système d'émission et de réception . Ce comportement dépend à la présence ou à l'absence de l'objet à détecter .

❖ L'émission :

Au premier temps et après mettre la cellule sous tension , l'oscillateur génère une tension alternative dans la bobine et par conséquent , un courant alternatif traversera cette bobine , ce qui provoque la création d'un champ magnétique oscillant à l'extrémité du capteur . Autrement dit , le détecteur se comporte comme un émetteur d'ondes électromagnétiques qui seront transmises grâce à la présence de l'air car il n'y a pas de fonctionnement dans le vide .

❖ La réception :

Si un objet métallique pénètre dans le champ magnétique émis devant la face sensible du détecteur , ce fait conduit à une perturbation de ce champ suivie par une atténuation de la réponse de l'oscillateur qui dépend à la différence de distance entre la tête du détecteur et l'objet à détecter , ce qui provoque le changement de mode de fonctionnement du capteur d'un émetteur à un récepteur de façon que Le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source tel que plus l'objet sera loin plus il faudra longtemps pour que le signal revienne .

Une fois la détection se fait grâce à la réponse de l'oscillateur , un signal de sortie est obtenue tout comme pour les interrupteurs .

La figure ci-dessous montre de manière plus claire comment l'interaction se fait entre la réponse de l'oscillateur , l'emplacement du métal et le signal de sortie qui porte l'information du détecteur .

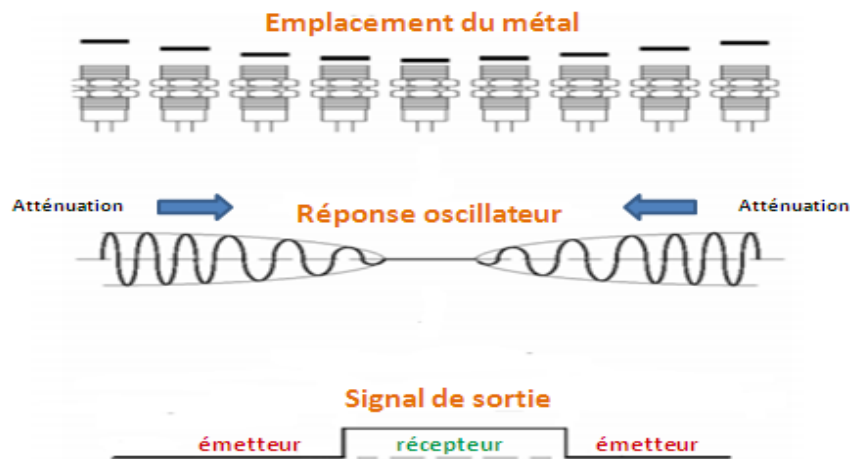


Figure 8 : Le fonctionnement du capteur de proximité inductif

IV. La carte électronique :

a) aperçu global :

La carte électronique qui fait partie de ce système est une carte double face qui admet deux couches conductrices séparées par un substrat isolant de façon que le passage par les deux se fait par les trous métallisés . De plus, elle est une qui se caractérise par une grande solidité et pour cette raison , elle appartient à la catégorie des cartes rigides .

Le support de la carte électronique , également appelée le circuit imprimé , offre une multitude de pistes en cuivre par lesquelles la liaison se fait entre L'ensemble des composants électroniques qui font partie de son schéma électrique . D'autre coté, le circuit imprimé de la carte est recouvert d'une couche de vernis vert afin de protéger les pistes de l'oxydation et d'éventuels courts-circuits .

L'objectif de la carte électronique consiste à délivrer la tension continue 24 V pour alimenter le détecteur inductif et qui même nécessaire pour faire tourner le moteur DC .

b) Le Schéma électronique et simulation dans ISIS :

Pour simplifier la tâche de la réparation de la carte électronique et à l'aide du logiciel ISIS Porteus7 , j'ai pu éditer le schéma électronique complet de la carte tout en mettant ses liaisons avec les autres éléments du système .

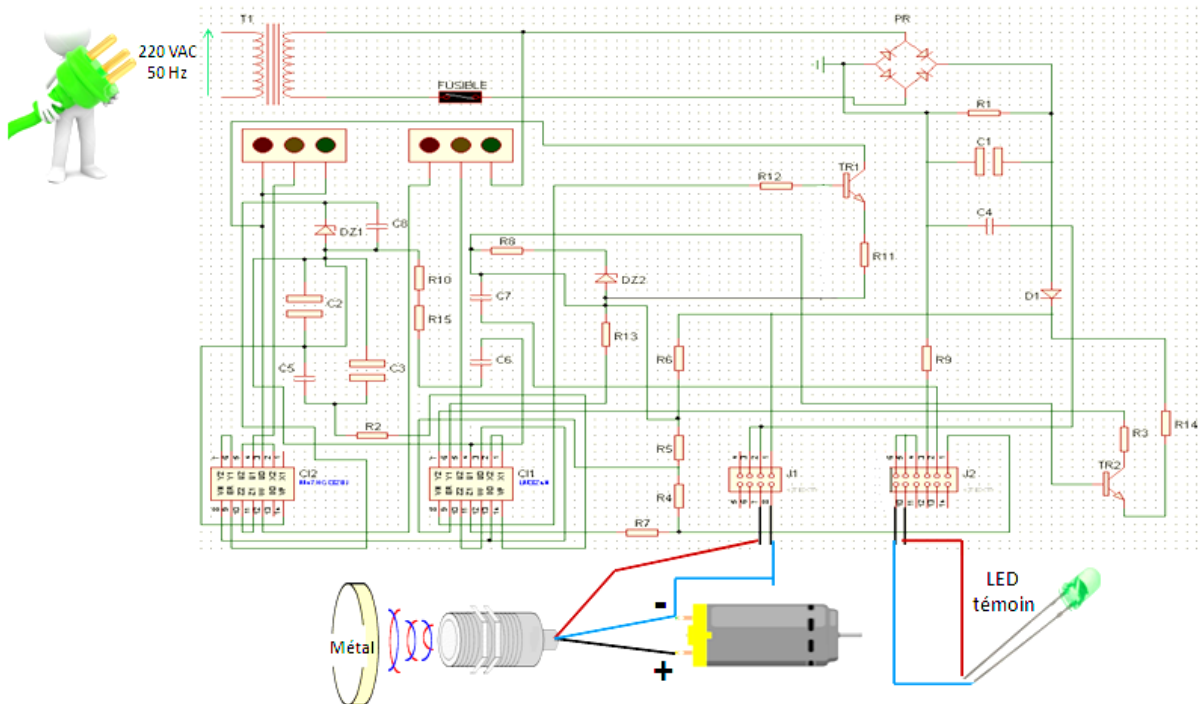


Figure 9 : Simulation du schéma électronique dans ISIS et son interaction avec le système

c) L'identification des composants électroniques :

Concernant la constitution électronique, la carte est constitué d'un assemblage de composants dont chacun est monté à sa plaque afin de remplir une fonction comme indiqué dans le tableaux ci-dessous :

Le composant	La fonction
Transformateur	Abaisser la tension du secteur
Fusible de verre	Protéger le circuit contre la surintensité
Pont redresseur	Redressement double alternance
Capacités	Batteries qui accumulent du courant et le restitue plus tard
Résistances	Diminuer l'intensité du courant
Circuits intégrés	Représenter des sous-circuits de volume plus réduit
Transistors bipolaires	Il sert d'interrupteurs , d'amplificateurs ou de modulateur du signal ou de courant
Diodes	Laisser passer le courant dans une seule Direction

Table 2 : Les composants de la carte et leurs fonctions

les valeurs des composants utilisés sont représentés dans le tableau suivant :

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
1 K Ω	500 m Ω	1 K Ω	20 K Ω	4,6 K Ω	3,8 K Ω	22 K Ω	5,6 K Ω	1 K Ω	10 K Ω	1 K Ω	3,7 K Ω	3,8 K Ω	3,8 k Ω
R15	D1	DZ1	DZ2	D_TR	D_PR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
26 K Ω	0,45 V	0,7 V	0,7 V	0,58 V	0,6 V	0,1 F	47 μ F	47 nF	0,1 μ F	0,1 μ F	0,1 μ F	0,1 μ F	0,1 μ F

Table 3 : Les caractéristiques des composants électroniques

d) Principe de fonctionnement :

Afin de délivrer comme réponse la tension souhaitable de 24 VDC , Le fonctionnement de la carte électronique se fait en trois étapes principaux dont chacune est assuré grâce à un composant électronique de base qui fait partie de son schéma électrique .

A partir de la tension alternative d'alimentation 220 V , la carte électronique commence à remplir sa fonction selon la séquence suivante :

❖ **la transformation** : le transformateur abaisse la tension d'alimentation de 220 VAC à 24 VAC de même fréquence .

❖ **le redressement double alternance** : la tension 24 VAC de fréquence 50 Hz aura la fréquence de 100 Hz à l'aide d'un pont de diodes (**pont de GRAETZ**) dont chacun est de tension seuil 0,6 V .

❖ **le Filtrage** : le tension unidirectionnelle redressée sera filtré à l'aide d'un condensateur de capacité convenable . Finalement, la carte fournit une tension quasi-statique de 24 V .

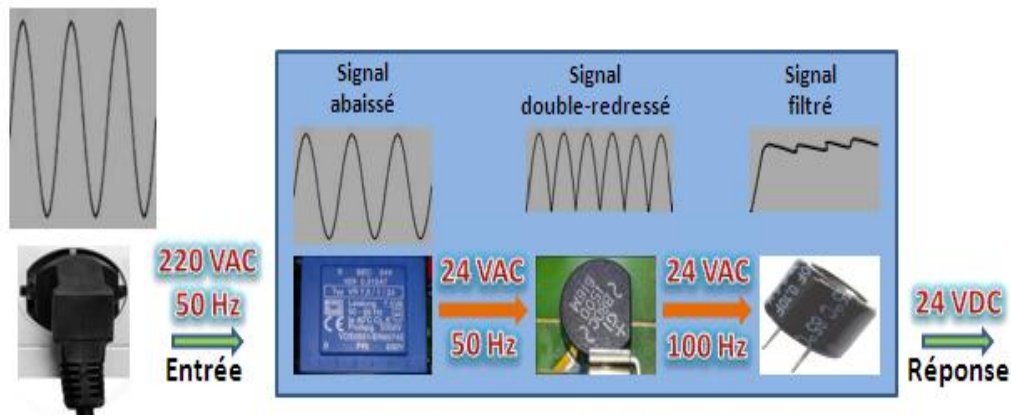


Figure 10 : Schéma de principe de la carte électronique

e) La stratégie de réparation :

La réparation des cartes électroniques est une science qui nécessite une connaissance parfaite des fonctions électroniques usuelles . Pour cela, j'ai essayé d'offrir une méthodologie plus efficace qui est basée sur le test les composants et les sous-circuits pour but de localiser la zone défectueuse de la carte .

La méthodologie que j'ai proposé peut être divisée en deux parties principales :

❖ Le test hors tension :

Comme son nom l'indique , ce test se fait après le débranchement de la prise afin d'éviter les risques d'électrocution , tout en suivant les étapes suivantes :

✓ Au premier temps, il faut vérifier à l'œil s'il y a des composants qui ne sont pas bien soudés , également des pistes du circuit imprimé qui sont noircis ou bien ébréchés .

✓ En second lieu, il faut vérifier s'il y a des mal-contacts , surtout au niveau des blocs qui permettent d'envoyer les tension d'alimentation continue 24 VDC au autres éléments du système .

✓ La fiabilité de fonctionnement de n'importe quel composant électronique dépend de la température locale . Pour cela, il faut vérifier s'il y a des échauffement anormales , surtout les deux circuits intégrés associés au schéma électrique parce que de façon générale , les circuits intégrés se caractérisent par une température d'ambiance plus faible que les autres composants électronique . Dans ce cas, il est préférable d'utiliser la pate thermique qui représente une technique couramment utilisé pour dégager la température d'un composant à l'aide d'un dissipateur thermique .

✓ Finalement, il est obligatoire de faire un diagnostic des composants électroniques tout en utilisant le multimètre . Autrement dit, la vérification des caractéristiques de ces composants un par un comme suit :

➤ **Contrôle de fusible de protection** : vérifier leur continuité .

➤ **Contrôle des résistances** : vérifier leurs valeurs de résistance . Ce test sera plus fiable pour les petites valeurs de résistances que celui des grandes valeurs de résistances .

➤ **Contrôle de diodes** : vérifier leurs tensions seuil . De façon générale une diode en panne est en court-circuit (**tension seuil nulle**) ou en fuite (**la résistance inverse n'est pas infinie**) .

➤ **Contrôle de transistors bipolaires** : Contrôle de transistors bipolaires : vérifier les tensions seuil des deux diodes qui forment leurs jonctions (base-collecteur et base-émetteur) .

❖ Le test sous tension :

Si le test hors tension n'a pas données les résultats souhaités , il faut mettre la carte électronique sous tension de secteur 220VAC et commencer à faire un test fonctionnel en vérifiant par le multimètre la réponse de chaque bloc à partir de l'entrée jusqu'à la sortie , plus spécifiquement la réponse du transformateur , du pont et de la capacité de filtrage .

L'organigramme suivant résume les étapes à suivre pour réparer la carte :

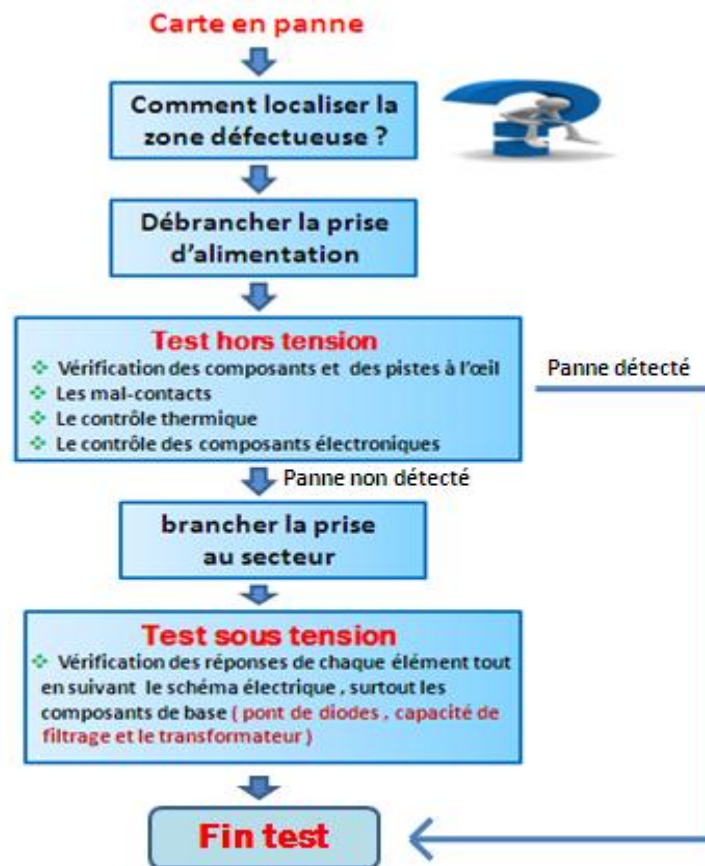


Figure 11 : L'organigramme de la stratégie de réparation

Troisième chapitre

*L'analyse structurelle et fonctionnelle
d'une machine automatisée
« Leinweber maschinen »*

Introduction :

Dans ce chapitre, j'ai fait une étude analytique sur une machine automatisée de la chaîne de production à l'entreprise MAROC MODIS, tout en mettant la lumière sur ces différents groupements qui la font partie et en mieux expliquant son comportement productif .

L'objectif est toujours le même, cette étude analytique est faite pour fournir une fiche technique sur cette machine à l'ensemble des gens intéressés de la société , surtout l'équipe de la maintenance.

I. Description globale de la machine :

Leinweber maschinen , également appelée la machine de bretelle , est une machine de production allemande . Son principe de fonctionnement consiste à produire les bretelles de soutiens gorges .

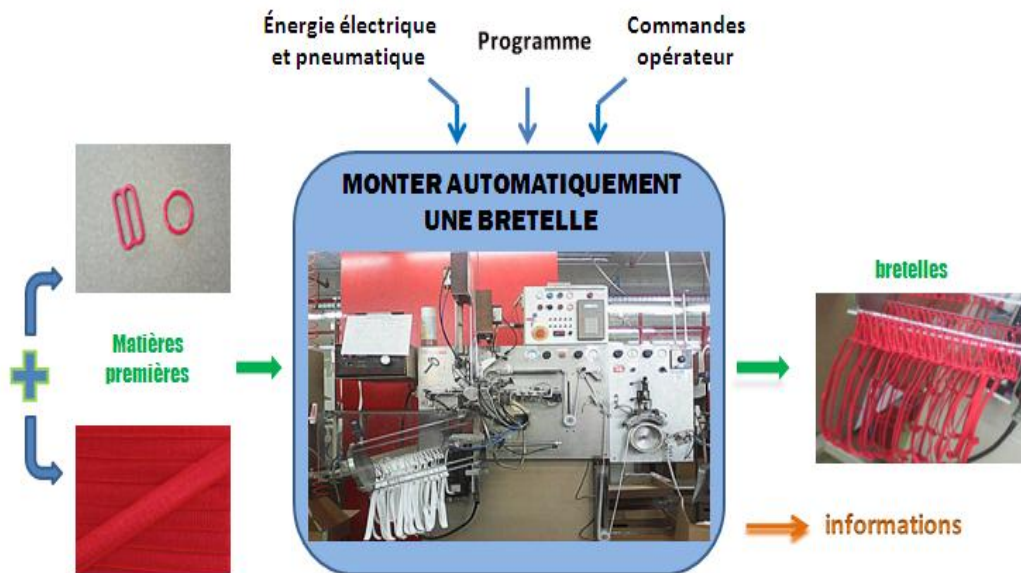


Figure 12 : Leinweber maschinen

Leinweber maschinen ou bien la machine de bretelles représente un système automatisée quiconstitue un ensemble de capteurs , résistances chauffantes , moteurs pas à pas , régulateurs de pression , vérins double effet et mélangeurs pilotés par une rampe de distributeurs pneumatiques dont chacun de ces élément a sa propre fonction .

L'ensemble du système est commandé par un automate programmable industriel de marque Siemens et La relation entre l'opérateur et le système s'effectue au moyen d'un pupitre de commande , et en ce qui concerne La cadence de production , ce dernier dépend du temps de soudage et la longueur de bretelle , par exemple , 520 pièces par heure avec un temps de soudage de 0,4 s et une bretelle de longueur 400 mm à 100% de production .

Le tableau ci-dessous offre une gamme de caractéristiques techniques de la machine :

Tension électrique d'alimentation	220 monophasé , 50 et 60 Hz
Pneumatique	5 bar (500000 Pa)
Ultrasons	20 Khz , 450 Watts
Matières premières	❖ Ruban élastique ❖ Régleurs ❖ Anneaux
Dimensions	❖ Hauteur : 1,75 m ❖ Largeur : 0,5 m ❖ Longueur : 2,5 m

Table 4 : Quelques caractéristiques techniques de la machine de bretelles



Figure 13 : API Siemens de la machine

II. L'analyse structurelle :

a) Pupitre de commande :

L'opérateur de la machine de bretelles réalise une multitude de procédures . Ces procédures sont basés en premier temps sur la mise en service / hors service de la machine et le contrôle des cotés sécuritaires avant démarrage et en cours du processus industriel , en second lieu , La préparation du matériel et de paramètres de production en fonction des instructions .

Les opérations mentionnées précédemment sont faites par cet opérateur au moyen d'un pupitre de commande , c'est celle qui assure un dialogue homme-machine pour pouvoir piloter la machine, saisir des données et être informé sur l'état de la machine.

Après avoir passé beaucoup de temps tout en remarquant comment l'interaction se fait entre l'opérateur et la machine , j'ai réussi à déterminer les différentes fonctions du pupitre de commande comme montré ci-dessous :



Figure 14 : Pupitre de commande

Repère	Nom	Fonction
1BP	Bouton poussoir à voyant lumineux	Mise du système sous commande en signalant la présence de l'énergie électrique
2BP	Bouton poussoir à voyant lumineux	Démarrer un cycle automatique
3BP	Bouton poussoir à voyant lumineux	Stop immédiat en cas d'urgence
4BP	Bouton poussoir à voyant lumineux	Fonctionnement en mode pas à pas (seule étape)
5BP	Bouton poussoir à voyant lumineux	Contrôle de l'état initiale
6BP	Bouton poussoir à voyant lumineux	Arrêt en fin du cycle productif
1VS	Voyant sous Tension	Signaler le travail en mode de fonctionnement manuel
2VS	Voyant sous Tension	Signaler les erreurs
1S	Commutateur	Sélectionner le mode de fonctionnement(automatique ou manuel)
2S	Bouton tournant	Régler la température du repassage
1C	Compteur	Compter les bretelles fabriquées
CM	Boutons poussoirs	Boutons du commande manuel
BAU	Bouton arrêt d'urgence	Couper les énergies du systèmes en cas d'urgence

Table 5 : Les différentes commandes de l'interface homme/machine

L'opérateur doit saisir une variété de paramètres numérotés (Timers et Counters) au moyen d'un panneau de commande Siemens . Ces paramètres sont distribués comme suit :

Timer	Fonction	Temps
T1	Durée de cycle	7,0 s
T10	Trieur	0,8 s
T11	Temps de soudage	SLB
T12	Temps d'arrêt	SLB
T13	Support lors de prise de bande	0,5 s
T14	Pincer le régleur + anneau	0,2 s
T15	Air de soufflage	0,2 s
T16	Moteur d'extraction	2,5 s
T17	Racleur d'anneau	0,7 s
T18	La lame	0,0 s
T19	Tourner le support du magasin	0,4 s
T20	Vérin (de boucle)	0,2 s
T21	Temporisation de démarrage	0,2 s

Table 6 : Liste de Timers

Counter	Fonction
C1	Parcours
C2	Longueur restante
C3	Nb de pièces par barre de magasin
C4	Mode de fonctionnement
C5	0 : bretelle normale 1 : bretelle avec rapport

Table 6 : Liste de Counters



Figure 15 : Pupitre de saisie des paramètres

Indication : SLB = selon le besoin

b) Repérage de divers composants :

La machine de bretelles est constituée d'un ensemble de composants . Selon leurs fonctions au cours de production , je peux diviser ces composants en trois sections principaux : Les composants commande , les composants d'action et les composants d'information . La table ci-dessous présente

les divers composants qui font partie de la machine tout en déterminant leurs catégories et leurs fonction au sein du système :

Repère	Nom	Fonction	Catégorie
1A	API Siemens	Gérer le Système	Unité de commande
DP	Distributeurs pneumatiques	Actionner les vérins	Pré-actionneurs
RDP	Régulateurs de pression	Régler la pression convenable	Régulateurs
RC	Résistances chauffantes	Faire chauffer la repasseuse	Eléments chauffants
SDT	Sonde de température	Mesurer la température du repassage	Capteur
VD1	Vérin pneumatique Double effet	Lancer et amener la repasseuse	Actionneur
VD2	Vérin pneumatique Double effet	Pousser la bande à gauche	Actionneur
VD3	Vérin pneumatique Double effet	Pousser la bande à droite	Actionneur
VD4	Vérin pneumatique Double effet	Pousser La bande en haut et en bas	Actionneur
VD5	Vérin pneumatique Double effet	Faciliter le passage de la bande à gauche	Actionneur
VD6	Vérin pneumatique Double effet	Elargir l'entourage circulaire du bretelle	Actionneur
VD7	Vérin pneumatique Double effet	Amener la bretelle	Actionneur
VD8	Vérin pneumatique Double effet	Déplacer M3 horizontalement	Actionneur
VD9	Vérin pneumatique Double effet	Déplacer verticalement VD3	Actionneur
VD10	Vérin pneumatique Double effet	Fournir une roulette de pressage	Actionneur
VD11	Vérin pneumatique Double effet	Dégager la bretelle vers le magasin	Actionneur
VD12	Vérin pneumatique Double effet	Dégager la bretelle vers le magasin	Actionneur
VD13	Vérin pneumatique Double effet	Fixer la barre à remplir du magasin	Actionneur
VD14	Vérin pneumatique Double effet	Bloquer le support du magasin	Actionneur
VD15	Vérin pneumatique Double effet	Tourner le support du magasin	Actionneur
VD16	Vérin pneumatique Double effet	Amener la bretelle au magasin	Actionneur
VD17	Vérin pneumatique Double effet	Permettre d'empêcher VD18 de Tomber	Actionneur
VD18	Vérin pneumatique Double effet	Capter le régleur	Actionneur
VD19	Vérin pneumatique Double effet	Capter l'anneau	Actionneur
VD20	Vérin pneumatique Double effet	La lame	Actionneur
VD21	Vérin pneumatique Double effet	Lancer et amener la barre de soudage	Actionneur
VD22	Vérin pneumatique Double effet	Tourner VD18 de 0° à -90°	Actionneur
VD23	Vérin pneumatique Double effet	Pousser VD2 un peu	Actionneur
ML1	Mélangeur 1	Mélanger les régleurs	Actionneur
ML2	Mélangeur 2	Mélanger les anneaux	Actionneur
M1	Moteur pas à pas 1	Extraire la bande selon le besoin	Actionneur
M2	Moteur pas à pas 2	Extraire la bande	Actionneur
M3	Moteur pas à pas 3	Fournir une Seconde roulette de pressage	Actionneur
C1	Détecteur inductif	Détecter la présence du rouleau de bande	Capteur
C2	Détecteur inductif	Détecter la présence du rouleau de bande	Capteur
C3	Détecteur inductif	Détecter le Raccord	Capteur
C4	Détecteur inductif	Une fois VD6 rentre, il détecte son absence	Capteur

Table 8 : Les composants basiques de la machine

b) Branson 182 V et soudage par ultrasons :

Le Branson 182 V est parmi les dispositifs de base de la machine de bretelle . Le principe est basé sur une technique intelligente de soudage par ultrasons afin de relier les deux cotés de la pièce dans une étape du cycle de son montage . cette technique qui a été découvert dans la première fois au début des années quarante du 20^{ème} siècle avant son développement dans les années cinquante .

Aujourd'hui la technologie de soudage par ultrasons est largement utilisée dans plusieurs applications industrielles parce qu'elle représente une excellente solution pour un assemblage rapide et efficace des thermoplastiques rigides , de tissus et de films . En outre , elle nécessite moins

d'énergie que les autres moyens classiques de soudage . Mais la question qui se pose , **comment cette technologie se fonctionne ?**

Le soudage par ultrasons consiste essentiellement à exploiter les vibrations des ondes sonores de hautes fréquences (**entre 20 KHz et 1 Mhz**) qui ne sont pas être audibles par l'oreille humaine . Ce processus se fait en étapes suivantes comme indiqué ci-dessous :

- ✓ Dans premier lieu, Branson 182 V permet de générer des vibrations électriques de hautes fréquences (**généralement entre 20 KHz et 40 KHz**) à partir des vibrations d'alimentation du réseau électrique avec un courant alternatif de fréquence 50 Hz .
- ✓ Le transducteur convertit ces vibrations de hautes fréquences en ultrasons qui sont des oscillations mécaniques capables à se propager dans les milieux solides , liquides et gazeux .
- ✓ Les ultrasons générés par le transducteur sera amplifiés par le booster selon les besoins d'application .
- ✓ Finalement et après faire sortir le vérin . Le sonotrode en partenariat avec l'enclume , sous une grande pression , permet de bien fixer les deux surfaces à assembler. Une fois la pression se fait , le sonotrode s'oscille verticalement (**en haut et en bas**) à grande vitesse (**entre 20 et 40 fois par seconde**) et selon une distance ne dépassant pas 1 mm . Ces vibrations se transforment après en énergie thermique du fait de frottement entre les surfaces à souder , ce qui permet enfin de les assembler . Cette étape se fait pendant un court laps de temps estimé par l'opérateur selon les besoins (**généralement 0,4 s**) .

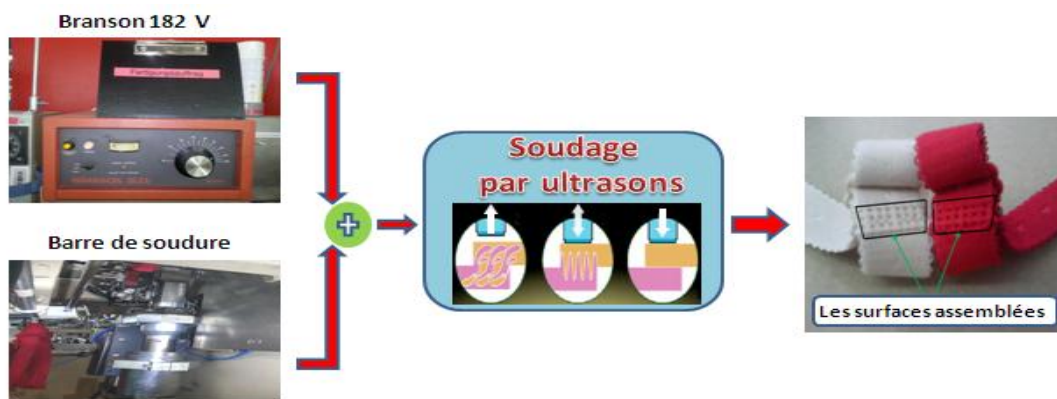


Figure 16 : La technique de soudage par ultrasons

II. L'analyse fonctionnelle :

a) Descriptif du cycle de production :

La production de bretelle se décompose en quatre principales étapes . Chaque étape est réalisé à l'aide d'un sous-ensemble selon la séquence suivante :

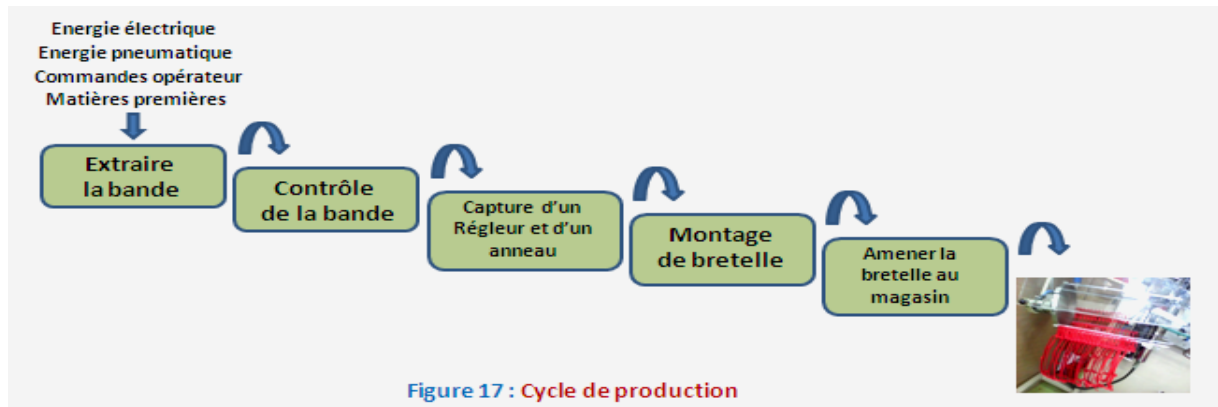
❖ **L'extraction de la bande** : cette extraction se fait selon le besoin et au cours de production grâce à un sous-ensemble constituant d'un moteur pas à pas qui a pour objet l'envoi de la bande et d'un vérin double effet qui permet de lancer et amener une repasseuse de bande échauffée par deux résistances chauffantes contrôlées au moyen d'une sonde de température .

Ce processus ne se fait qu'après la sortie du vérin piloté par un distributeur 5/2 qui est commandé par deux détecteurs de proximité inductifs , l'une impose l'extraction de la bande et l'autre assure l'arrêt d'extraction .

❖ **Contrôle de la bande** : le contrôle se fait à l'aide d'un détecteur inductif qui assure la détection d'un raccord indésirable . Une fois ce détecteur envoie un signal électrique indiquant la présence du raccord , cela impose l'arrêt automatique de production .

❖ **Montage du bretelle** : le montage automatique du bretelle se commence par la capture d'un régleur et d'un anneau .Après , le principe consiste à monter l'anneau et le régleur sur le ruban élastique et souder par ultrasons autour du régleur .

❖ **L'envoi du bretelle au magasin** : directement après le montage , un vérin double effet permet de porter la bretelle au magasin à l'aide d'un bras tournant de 0° à -90° et avant son retour à sa position initiale , deux vérins double effet permettent à la fois d'évacuer la bretelle au sein de l'une des barres du magasin .

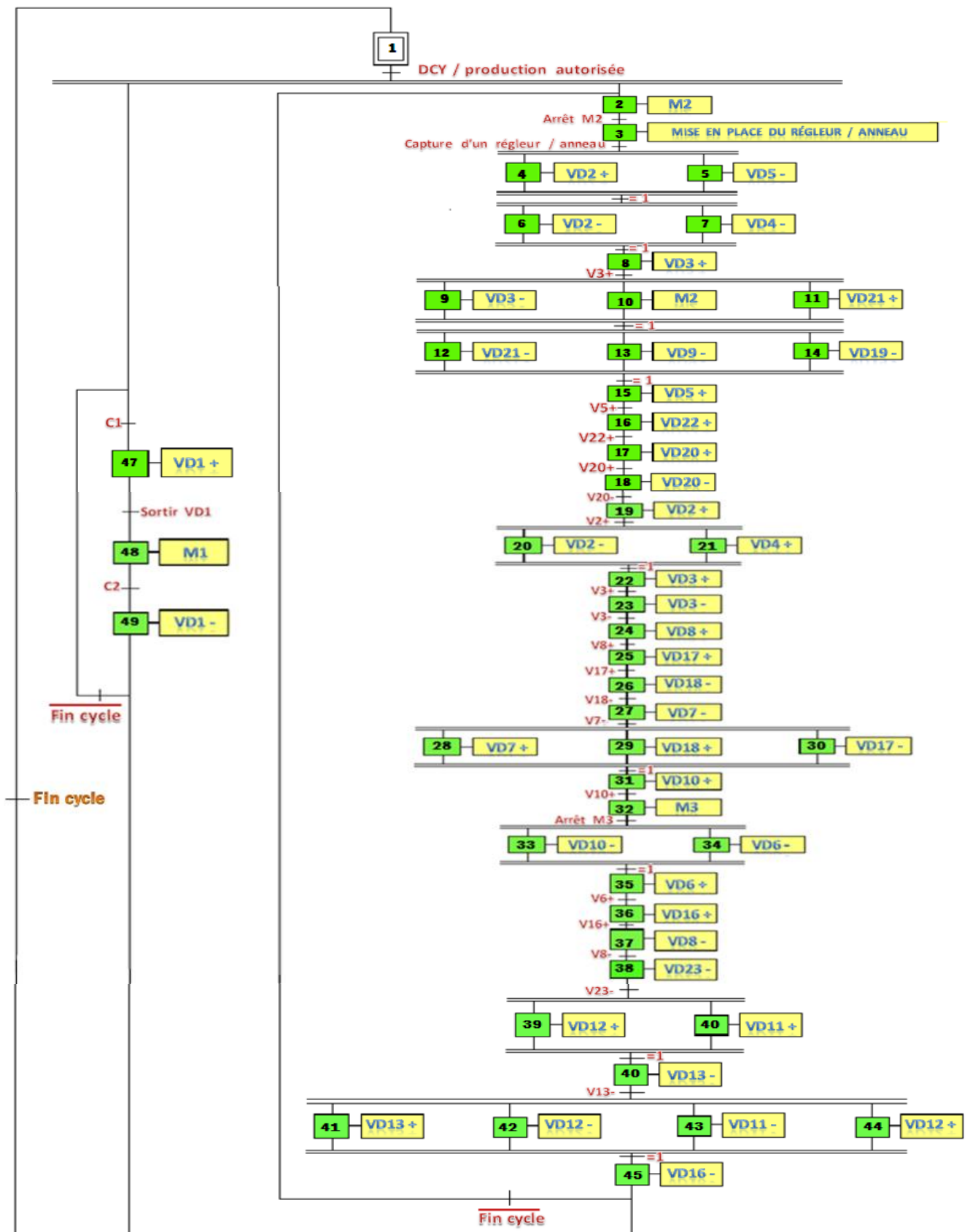


b) Grafcet du cycle normale :

Après avoir sélectionné les entrées et les sorties de L'automate Siemens qui gère le processus industriel et après avoir changé le mode de fonctionnement de la machine de bretelles du mode automatique (**Automatik**) vers le mode pas à pas (**Einzelschritt**) . J'ai pu donner un schéma Grafcet du cycle productif tout en exploitant mes connaissances acquises concernant ce langage de programmation graphique qui représente l'un des outils de programmation des unités de commandes associées aux sein des systèmes automatiques .

23 vérin pneumatique double effet fait partie de la chaine d'action de la machine de bretelles dont chacun est accompagnés par leurs capteur de position . Pour ça , la majorité des étapes constituant le schéma Grafcet sont allouées pour indiquer l'action faite par ces vérins de manière que :

- ✓ **VDI +** : Sortir le vérin VDI
- ✓ **VDI -** : Rentrer le vérin VDI
- ✓ **VI +** : fin de course du vérin VDI – état sortir
- ✓ **VI -** : fin de course du vérin VDI – état rentrer



Figures 18 : Schéma Grafcet du cycle productif



Le cycle de Grafcet commence par la capture d'un anneau et d'un régleur . Après ce fait, le commencement du montage de bretelle grâce à une multitude d'actions (sortir/rentrer les vérins , rotation des moteurs pas à pas) et une fois le processus de montage se fait, le vérin VD16 permet de porter la pièce au magasin ou l'évacuation se fait par deux vérins à la fois .

D'autre côté, le sous-ensemble d'extraction de la bande fonctionne de façon indépendante tel que l'envoi ne se fait selon les besoins du bloc démontage .

Conclusion générale

Pendant le déroulement de mon stage effectué au sein de **MAROC MODIS**, j'ai beaucoup appris car j'ai pu mettre en pratique une gamme d'applications que je ne connaissais que sous l'angle théorique . En outre , cette expérience m'a permis d'enrichir mes connaissances et mon savoir-faire .

Le sujet effectué, l'étude d'un moteur DC à détecteur inductif et l'analyse structurelle et fonctionnelle d'une machine automatisée était une occasion pour fournir deux fiches techniques sur deux applications de bases au sein de la société . D'autre part, c'était une opportunité pour acquérir des nouveaux concepts tels que le soudage par ultrasons et le principe de travail d'une cellule photoélectrique inductive et même pour appliquer mes connaissances sur le terrain , en effet j'ai étudié une machine automatisée , j'ai tiré des entrées/des sorties et j'ai structuré le Grafcet qui répond à son cahier de charges .

Enfin ce fut certainement pour moi une grande chance pour avoir un contact avec un milieu industriel et pour pouvoir comprendre le principe de fonctionnement d'une multitude de machines tel que le compresseur à vis , la machine à vapeur , la machine de moulage , le Gerber cutter et également pour découvrir une grande entreprise leader dans son domaine et qui participe activement au développement économique de notre pays .