



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES

Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDE

Intitulé:

**ETUDE ET ANALYSE D'UNE MACHINE
DE SOUDAGE ULTRASONIQUE SCHUNK**

Réalisé par:

- ✓ MOUFID ISMAIL.
- ✓ ACHRAF EL-OUERGHI.

➤ **Encadré par :**

Pr. Mohammed Jorio. (FST FES)

Mr. Touimir & Mr. Elhaymer.

(YAZAKI KENITRA)

Soutenu le 15 juin 2015 devant les jurys :

- ✓ Pr. Mohammed Jorio.
- ✓ Pr. Tijani LAMHAMDI .
- ✓ Pr. Najia ES-SBAI.

Année universitaire 2014/2015



Sommaire

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Liste d'abréviation | 4 |
| Résumé | 5 |
| Dédicace | 6 |
| Remerciements | 7 |
| Introduction..... | 8 |
| chapitre 1 :Présentation de YAZAKI– Maroc. | 9 |
| I –Aperçu sur YAZAKI groupe :..... | 10 |
| II –Domaines d'activités du groupe YAZAKI :..... | 11 |
| III –Présentation de YAZAKI Kénitra :..... | 11 |
| 1. Fiche signalétique de YAZAKI KENITRA :..... | 12 |
| 2. Organigramme :..... | 13 |
| 3. Processus de production YAZAKI Kenitra :..... | 13 |
| chapitre 2 :ETUDE ET ANALYSE D'UNE MACHINE DE SOUDAGE ULTRASONIQUE SCHUNK. | 14 |
| I–Description du fonctionnement de la machine Schunk : | 15 |
| II–La méthode AMDEC | 16 |
| 1. LA METHODOLOGIE:..... | 16 |
| 2. Le groupe de travail: | 17 |
| III –L'analyse fonctionnelle :..... | 17 |
| 1. Description de la machine:..... | 17 |
| 2. Les différentes composantes de la machine : | 17 |
| 3. Les composants principaux de la machine: | 18 |
| IV– L'analyse des défaillances potentielles : | 19 |
| 1. Diagramme Pieuvre :..... | Erreur ! Signet non défini. |



| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| V-Analyse les blocs de la machine (calibrage):..... | 20 |
| 1. Partie de commande: | 20 |
| VI -Analyse fonctionnelle du soudage:..... | 21 |
| 1. Diagramme d'Ishikawa | 22 |
| 2. La cotation de la criticité : | 23 |
| 3. Grille AMDEC : | 24 |
| VII-Le plan d'action : | 25 |
| chapitre 3: Réalisation d'un onduleur..... | 26 |
| Monophasé..... | 26 |
| I-Définition d'un onduleur:..... | 27 |
| 1. Les types d'onduleurs : | 27 |
| 2. Fonctionnement d'un onduleur en cas d'une chute de tension : | 28 |
| 3. Les étapes suivies pour réaliser le mutateur : | 29 |
| II-Réalisation d'onduleur monophasé par un transformateur à point milieu. | 29 |
| 1. Calcul théorique :..... | 30 |
| 2. Schéma de l'onduleur : | 32 |
| 3. Circuit de commande et de protection de l'onduleur : | 32 |
| • Fonctionnement des transistors:..... | 33 |
| III- Chargeur de la batterie: | 35 |
| 1. L'alimentation de la batterie par le secteur :..... | 35 |
| • Fonctionnement de montage :..... | 36 |
| • Le choix des différents composants :..... | 36 |
| 2. Circuit analogique de l'onduleur: | 37 |
| <i>Conclusion</i> | 39 |
| Webographie..... | 40 |



Liste d'abréviation

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité.

PLC : Programmable Logic Controller.

FC : Fonction Contrainte.

FP : Fonction Principal.

ASI : Alimentation Son Interruption.

MOS-FET : Métal Oxyde Semi-Conducteur Field Effet Transistor.

F : Fréquence de panne.

N : Probabilité d'apparition.

G : Gravité.



Résumé

Dans le cadre de notre stage de fin d'études, nous étions amenés à étudier la machine de soudage Schunk qui occupe une place très importante dans l'opération de production du câblage. En cas de rupture de courant ou chute de tension, les données de cette machine sont perdues. Cette situation a été traitée en commençant d'abord par une étude AMDEC, (**A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillances, de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité) qui nous a permis d'optimiser ce problème.

La solution que nous avons proposée a consisté en l'installation d'un onduleur qui prendra le relais en cas d'une coupure de courant, pour que la machine ne perde pas ses paramètres. Nous avons proposé une carte électrique et son alimentation, une solution que nous avons simulée sur ISIS.



Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut.

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, et la reconnaissance.

Aussi, c'est tout simplement que nous dédions ce travail :

A nos chères mères

A nos chers pères

A nos professeurs

A nos frères et sœurs

A tous nos amis et toutes nos Familles



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier nos encadrants de stage au sein de YAZAKI **Mr MOHAMMED TOUMER et Mr LHAYMER BENAISSA** à qui nous éprouvons beaucoup d'estime et de respect pour leur encadrement, leur disponibilité permanente et le temps qu'ils ont bien voulu nous accorder.

Nous remercions profondément **Mr. MOHAMMED JORIO**, sans doute aucune expression ne saurait lui témoigner véritablement la gratitude et l'estime que nous lui portons, ses explications, ses directives et tous les efforts qu'il a fournis nous ont été d'une aide précieuse et cruciale durant notre stage.

Il ne m'échappera pas aussi de remercier **Mr HASSAN ELMARKHI** pour sa serviabilité, ses encouragements permanents et sa grande amabilité. Ce stage, est une phase de notre formation à la FSTF, nous profitons du présent rapport pour exprimer nos vifs et sincères remerciements au corps professoral du département Génie électrique.

Nous remercions enfin toute personne ayant eu la possibilité de contribuer à la réalisation de ce travail d'une quelconque manière.



Introduction

Le stage est, par excellence, une occasion pour mettre en pratique les compétences scientifiques acquises le long des années d'études. Ceci s'observe clairement dans l'opportunité offerte au stagiaire de montrer et démontrer son aptitude à analyser des situations concrètes, à proposer des solutions et surtout à les défendre ardemment suivant un esprit normatif et rigoureux faisant preuve de professionnalisme et de pragmatisme. Deux qualités essentielles qui permettent d'ailleurs la distinction sur le marché d'emploi.

Notre projet de fin d'étude proposé par la société YAZAKI Kenitra, intitulé : «Etude et analyse d'une machine ultrasonique Schunk» rentre dans le cadre de l'apprentissage et du contact avec le monde du travail. Cette machine fonctionne avec des valeurs de référence pour réaliser l'opération de soudage. Lors de coupures de courant, ces données sont perdues. Pour pallier à ce problème, nous proposons de mettre un onduleur qui prendra le relais en cas de coupure.

Le présent rapport est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre est réservé à une présentation de YAZAKI Kenitra, dans le deuxième nous avons fait une étude de la machine en utilisant une méthode AMDEC. Dans le troisième et dernier chapitre, nous avons développé la mise en œuvre de la solution proposée pour optimiser le problème.



Chapitre : 1

Présentation de YAZAKI- Maroc.

I -Aperçu sur YAZAKI groupe :

Créé en 1929 par le père SADAMI YAZAKI, le groupe YAZAKI a fait ses débuts dans la vente du câblage automobile, pour s'orienter par la suite vers la production de ce dernier, en octobre 1941 YAZAKI est devenue l'un des leader dans le domaine du câblage, composants pour automobile avec un capital de 3.1915 milliards Yen, actuellement YAZAKI est représentée dans 38 pays, elle compte à son actif plus que 153 sociétés et 410 unités réparties entre usines de production, centres de service au client, centres techniques et technologiques, et compte environ 180000 employés dans le monde.

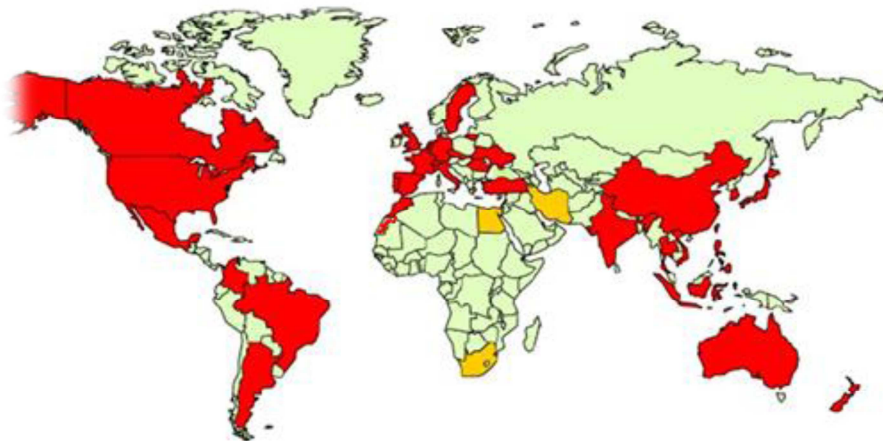


Figure 1.1: Localisation mondiale de YAZAKI.

Ce processus s'est poursuivi par la création, en octobre 2000, d'une unité de production au Maroc, sous la dénomination de YAZAKI SALTANO de Portugal, succursale MAROC.



II -Domaines d'activités du groupe YAZAKI :

YAZAKI développe et équipe un grand nombre de produits, qui entrent dans l'utilisation quotidienne des ménages. A travers ses fils de transmission électriques, ses systèmes de sécurité pour industrie de gaz, air conditionné, et ses plaques solaires, YAZAKI c'est attribuée comme mission de faciliter et sécuriser la vie des familles.

- Fibre et fils électrique
- Equipement pour gaz
- Air conditionnée & plaques solaires

Pour concrétiser sa charte environnementale, YAZAKI a étendu son activité pour absorber de nouveaux secteurs médical et environnemental, incluant les soins médicaux, recyclage etc.

III -Présentation de YAZAKI Kénitra :

YAZAKI Maroc Kenitra (YMK) est une nouvelle plate-forme du câblage au Maroc implantée par YAZAKI SALTANO Portugal :



Figure 1.2 : Société YAZAKI Kenitra

Le groupe YAZAKI a installé un autre site de câblage automobile à Kenitra, une région qui ambitionne de devenir un pôle industriel spécialisé particulièrement dans la fabrication d'équipements pour l'automobile.

YAZAKI Kenitra est la deuxième du genre au Maroc après celle située dans la zone franche de Tanger. Son activité principale est le câblage pour automobile et la totalité de sa production de câbles électriques est destinée aux équipements des marques Jaguar et Land Rover.



Figure 1.3 : Jaguar X250 et Land Rover L538

1. Fiche signalétique de YAZAKI KENITRA :

Le tableau ci-dessous nous présentons la fiche signalétique de YAZAKI Kenitra :

| | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Réseau social | YAZAKI Kenitra |
| Forme juridique | Société anonyme |
| Date de création | Juillet 2010 |
| Activité | Câblage Automobile |
| Capital | 89.327.000,00 Dhs |
| Effectif | 3400 |
| Production automobil / jour | Jaguar : 250 / Land rover : 480 |
| Superficie | 38 000 m ² |

Tableau 1.1 : Fiche signalétique de YAZAKI Kenitra

2. Organigramme :

La dimension organisationnelle au sein de YAZAKI Maroc se caractérise par un dosage équilibré entre la structure fonctionnelle et celle opérationnelle, ce qui justifie l'existence de plusieurs départements répartis comme suit :

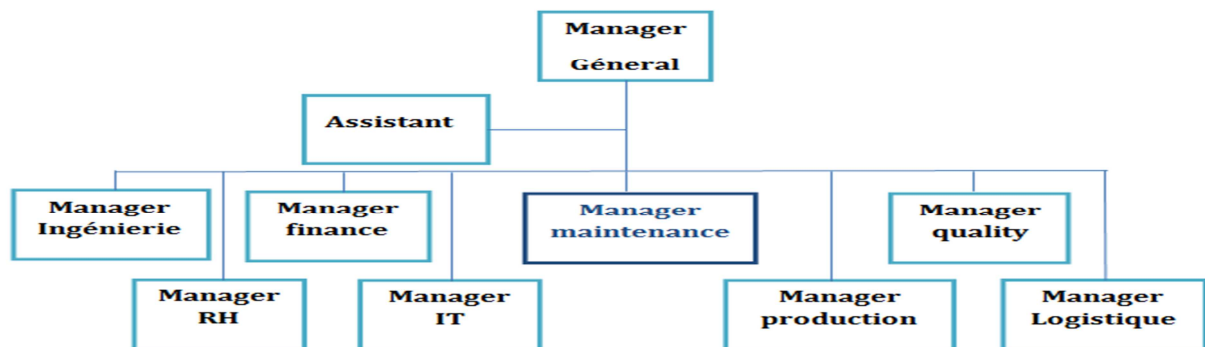


Figure 1.4: organigramme de YAZAKI Kénitra.

En fait, nous avons effectués notre Projet de Fin d'Etudes au sein du département maintenance qui est en étroite liaison avec le département production.

3. Processus de production YAZAKI Kenitra :

Le processus de production d'un câble, se fait en 3 grandes étapes : la coupe, le pré-assemblage et l'assemblage, comme illustré sur la figure ci-dessous :

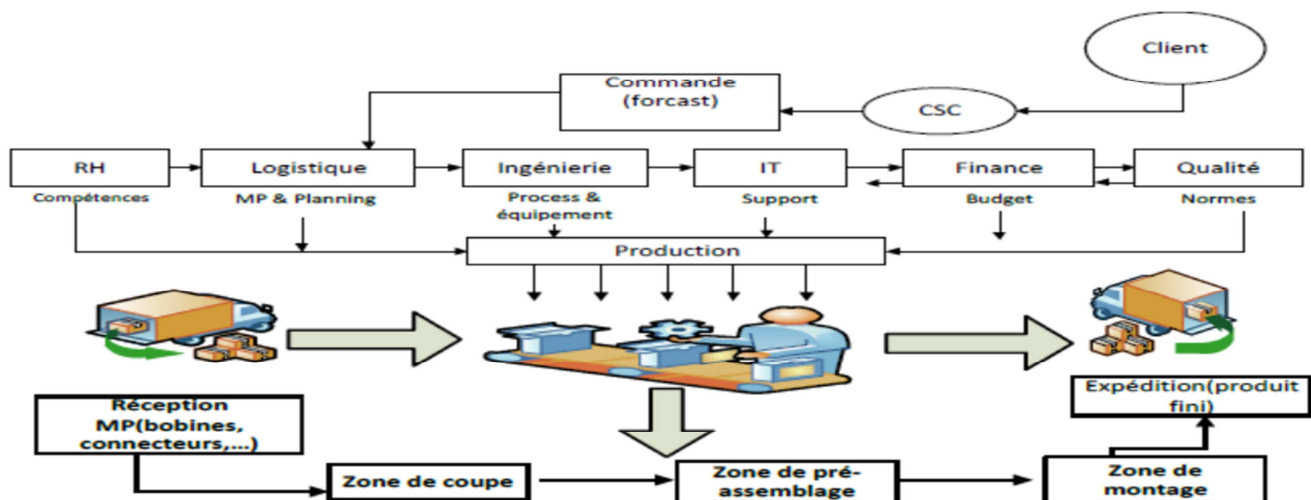


Figure 1.5: processus de production de YAZAKI Kenitra.



Chapitre : 2

ETUDE ET ANALYSE D'UNE MACHINE DE SOUDAGE ULTRASONIQUE SCHUNK.

I-Description du fonctionnement de la machine Schunk :

Les ultrasons sont des vibrations mécaniques semblables à celles produites par n'importe quel instrument de musique. Ces vibrations sont appelées des ultrasons parce qu'elles sont à une fréquence supérieure aux capacités auditives de l'être humain ($f > 20\text{Khz}$).

Ces ondes sont produites par un générateur. Ce dernier envoie un courant alterné ayant la même fréquence que le convertisseur (ou transducteur) composée de céramique piézoélectrique qui les transforme en vibration mécanique. Dans les ultrasons, une tension est envoyée sur la céramique et celle-ci s'allonge ou se raccourcit suivant la polarité de la tension. Une fois la vibration produite, elle est ensuite amplifiée et transmise aux pièces à souder grâce au sonotrode. Le signal haute fréquence produit par le générateur est transmis au convertisseur par l'intermédiaire des câbles HF. Ce dernier transforme l'énergie électrique en énergie mécanique à la fréquence du signal grâce à un piézoélectrique. Cette vibration mécanique est transmise à la sonotrode via le booster, ou amplificateur. Le soudage est réalisé grâce à la pression exercée par (le more mobile et l'enclume) et la vibration de sonotrode. La machine de soudage (Schunk) permet de mesurer la hauteur de câble avant et après le soudage qui est comparée par rapport à une valeur de référence.

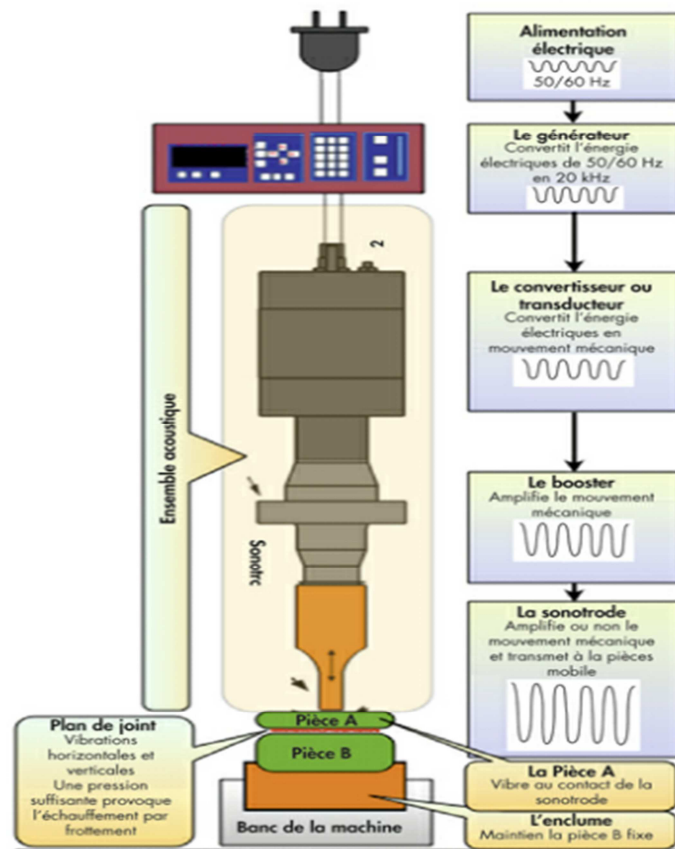


Figure 2.1: modèle de soudage



La durée de soudage, mesurée en (ms), est aussi prise en compte. Ces paramètres sont essentiels et doivent être respectés pour la bonne qualité du produit fini.

Problématique :

En cas d'une coupure de courant, les paramètres de soudage (l'épaisseur de câble avant et après le soudage et la durée de soudage) sauvegardés dans la machine sont perdus.

Pour analyser la machine nous avons adopté la méthodologie AMDEC

II-La méthode AMDEC

La méthode AMDEC (**A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillances, de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité) est une technique d'analyse rigoureuse qui a pour objectif la maîtrise de la sûreté de fonctionnement des systèmes industriels par l'analyse détaillée de tous les risques de défaillance.

A ce stade, il convient de rappeler que la sûreté de fonctionnement peut être définie, comme étant la science des défaillances. Elle inclut donc leur connaissance, leur évaluation, leur prévision, leur mesure et leur maîtrise.

1. LA METHODOLOGIE:

La réalisation d'une AMDEC suppose le déroulement de la méthode comme suit :

- 1- La constitution d'un groupe de travail.
- 2- L'analyse fonctionnelle du procédé (ou de la machine).
- 3- L'analyse des défaillances potentielles.
- 4- L'évaluation de ces défaillances et la détermination de leur criticité.
- 5-La définition et la planification des actions.

2. Le groupe de travail:

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

- Ismail Moufid : Stagiaire.
- Achraf El-ouerghi : Stagiaire.
- Benaissa Elhaimmer : Chef d'équipe.
- Mohammed Touimir : Superviseur de maintenance.

III -L'analyse fonctionnelle :

1. Description de la machine:

Le système de soudage « Minic II automatique –pc » peut être utilisé pour des applications d'ordre général, mais a été conçu plus particulièrement pour souder des câbles multibrins en métaux non ferreux. Il renferme le sonotrode, l'enclume et le more mobile. Ce système se divise en deux parties :

- **la partie de commande** : générateur, PC, automate.
- **la partie de puissance** : le convertisseur, le booster et le sonotrode.

Le soudage des câbles se fait à l'aide de l'automate Schunk, ce dernier permet de gérer le travail de chaque composant (vérins, capteur).

2. Les différentes composantes de la machine :

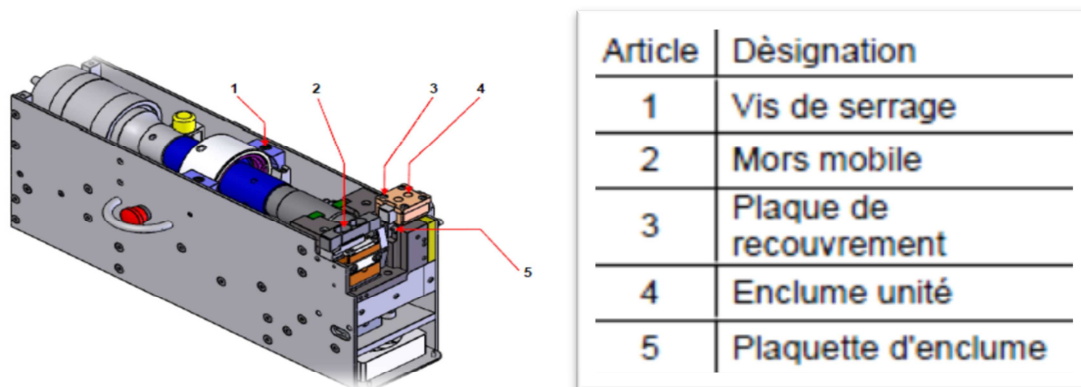


Figure 2.2: Composantes de la machines Schunk.

3. Les composants principaux de la machine:

Le BOOSTER :

Il permet d'amplifier mécaniquement les vibrations générées par le convertisseur et aussi en même temps joue le rôle d'un limiteur c'est-à-dire éliminer les parasites.



Figure 2.3: le booster

Le Convertisseur :

C'est un élément qui permet de transformer l'énergie électrique en mouvement mécanique à l'aide d'un actionneur piézoélectrique.



Figure 2.4: Le sonotrode

Le Sonotrode :

Elément de l'ensemble acoustique de la machine de soudage par ultrason, mettant en mouvement la pièce mobile grâce aux ondes vibratoires transmises par le booster, ses vibrations constituent l'énergie de soudage.

L'enclume :

L'élément fixe de la machine de soudage par ultrason, permettant de bloquer les câbles au moment du soudage.



Figure 2.5: l'enclume

IV- L'analyse des défaillances potentielles :

1. Diagramme Pieuvre :

Pour analyser les défaillances potentielles nous avons eu recours au diagramme Pieuvre présenté ci-dessous.

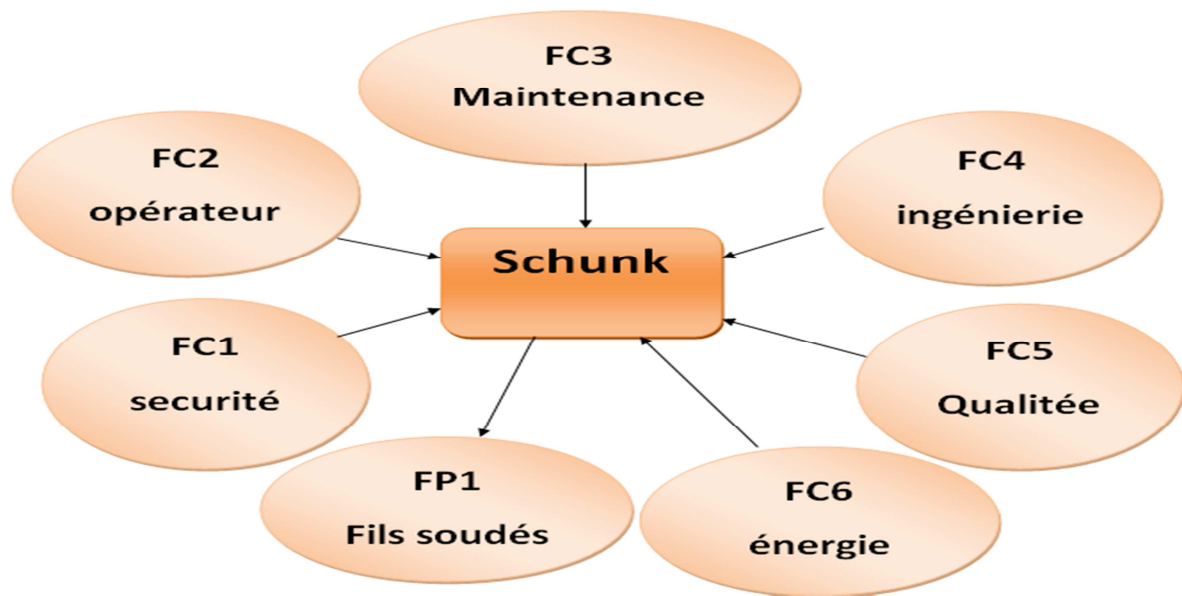


Figure 2.6: Analyse fonctionnelle extérieure

Le tableau ci-dessous regroupe les fonctions principales et de contraintes de la machine :

| | |
|-------------------|------------------------------------------------------|
| FC1 : sécurité | Assurer la sécurité des opérateurs |
| FC2: operateur | Exécuter les taches de début de travail |
| FC3 :Maintenance | Assurer la maintenabilité de la machine |
| FC4 : ingénierie | Assurer la validation de la machine selon les normes |
| FC5 : qualité | Assurer la qualité du produit |
| FC6 : énergie | Alimenter la machine |
| FP1 : Fils soudés | Placés et souder les fils électrique |

Tableau 2.1:Fonctions principales et de contraintes des composants de la machine.

V-Analyse les blocs de la machine (calibrage):

1. Partie de commande:

Nous avons assisté à une séance de calibration des machines de Schunk qui nous a permis de faire une analyse bien détaillée de chaque bloc.

- **La pression :**

Equation 1:

$$P_{out} = P_{F3} \times P_F + P_K$$

Avec :

P_{out} : la pression à la sortie du générateur.

P_{F3} : la pression nominale de la combinaison.

P_K : la tolérance de pression.

P_F : facteur de pression, il caractérise chaque combinaison.

La valeur de P_{out} doit être conforme à la valeur de pression demandée avec une marge de tolérance qui ne dépasse pas $\pm 0.15\text{bar}$.

- **Régulation de l'énergie :**

La valeur de l'énergie doit être égale à 2000 Ws pour que la machine puisse démarrer, la valeur de soudage doit être la moitié de la valeur d'énergie de soudage avec une marge de tolérance ± 0.15

$$\Rightarrow 999 = 2000/2.$$

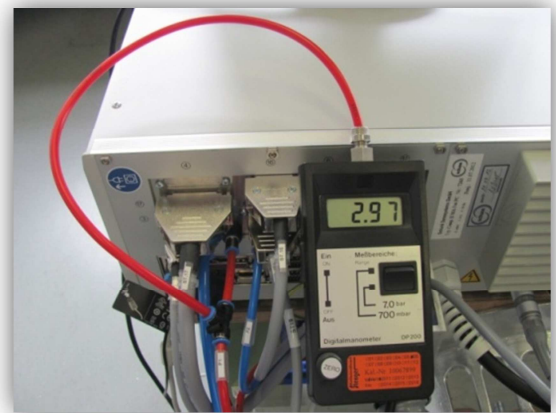


Figure 2.6: Régulation du pression

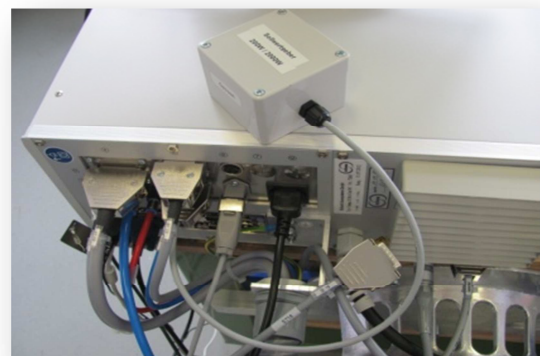


Figure 2.7 : Calibrage d'énergie

- L'Amplitude :

On met un comparateur entre l'enclume et le sonotrode pour mesurer l'amplitude. La valeur doit être comprise entre 25 - 27 μm nous avons trouvé comme résultats 25.5 μm .

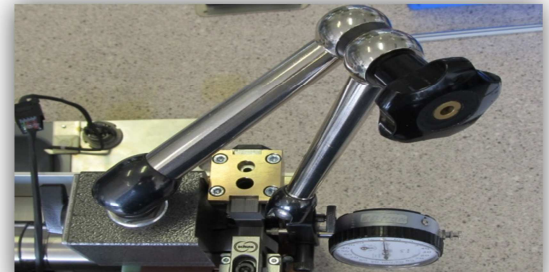


Figure 2.9: Calibrage d'amplitude

VI -Analyse fonctionnelle du soudage:

L'organigramme ci-dessous montre les différentes étapes de soudage :

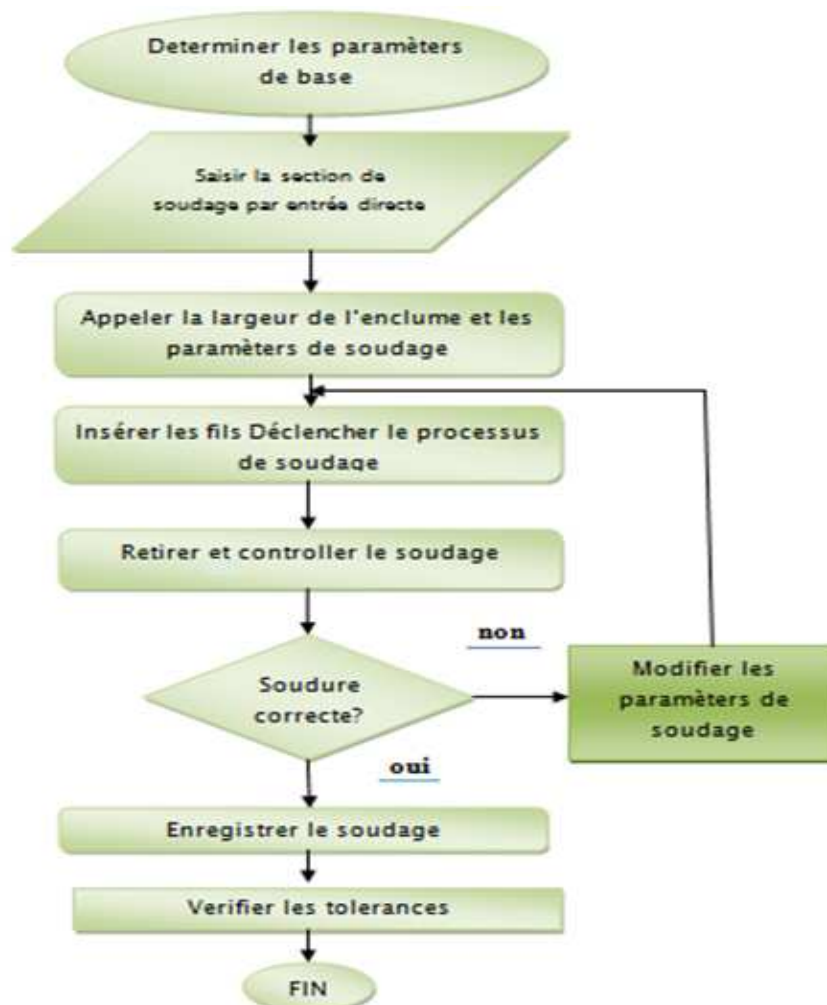


Figure 2.10: Organigramme de soudage

1. Diagramme d'Ishikawa

Le diagramme d'Ishikawa est un outil qui permet d'identifier les causes possibles d'un effet constaté et donc de déterminer les moyens pour y remédier. L'outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la loi des **5 M** (**M**atière, **M**ain d'œuvre, **M**atériel, **M**éthode, **M**ilieu). La figure ci-dessous présente Le diagramme d'Ishikawa prenant comme objectif d'étudier et d'améliorer la fiabilité et la disponibilité de la machine Schunk.

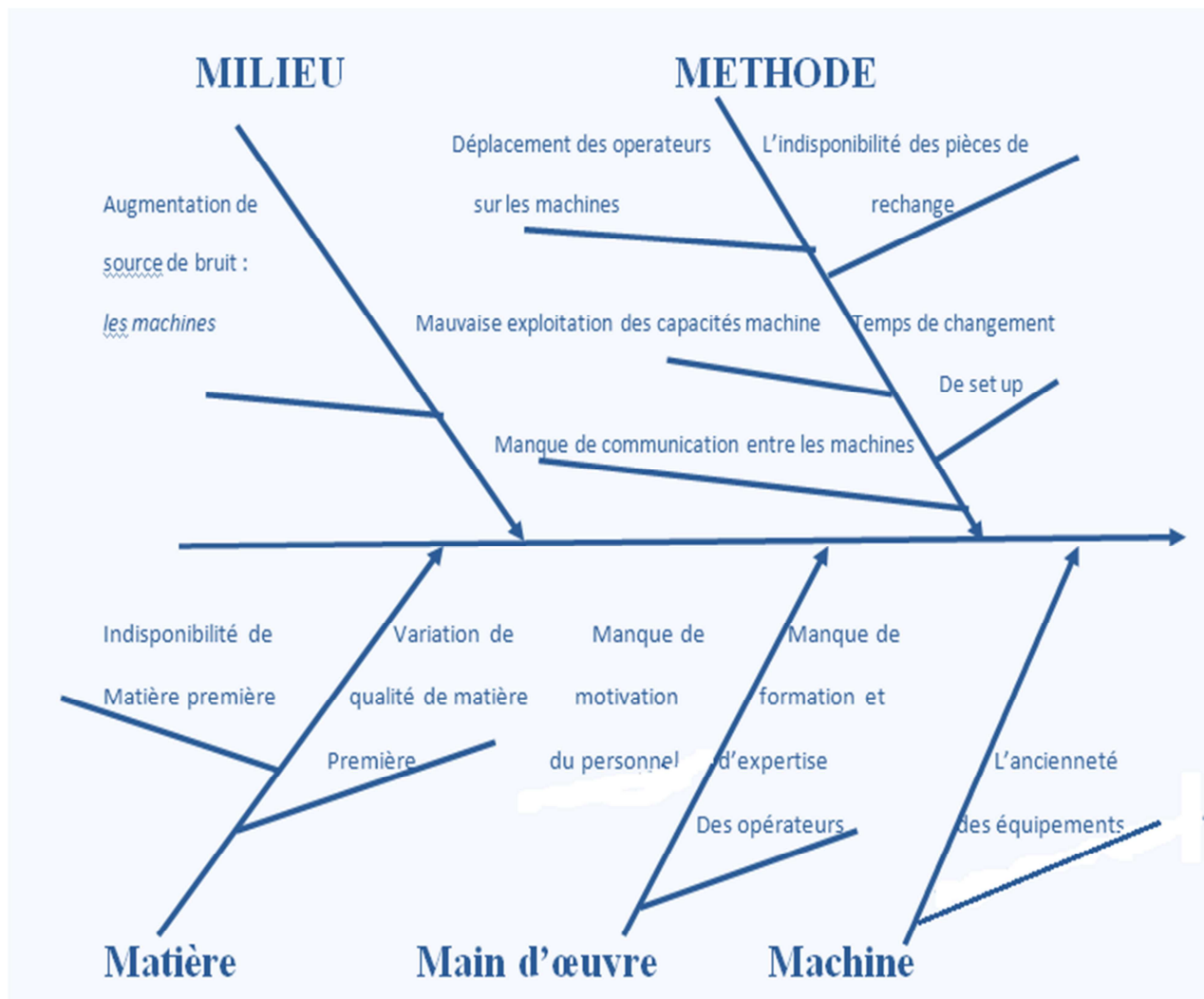


Figure 2.11:diagramme d'Ishikawa



2. La cotation de la criticité :

D'après la discussion avec les techniciens et le chef d'équipe et la consultation d'historiques des pannes, nous avons établi les tableaux suivants pour la détermination de la criticité : $C=F*N*G$.

Avec :

F : la fréquence de la panne.

N : Probabilité d'apparition.

G : la Gravité.

Le tableau ci-dessous montre comment calculer la criticité :

| Pondération | Fréquence | Probabilité d'apparition | Gravité |
|-------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|
| 1 | 1 fois /mois | Signalisation par machine | Moins que 10 mn |
| 2 | 1<fois<=3 /mois | Détection par opérateur | Entre 10 mn et 20 mn |
| 3 | 3<fois<=5/mois | Détection par agent de la maintenance | Entre 20 mn et 30 mn |
| 4 | 5<fois /mois | Détection difficile | Plus qu'une 30 mn |

Tableau 1.2:Calcul de criticité



3. Grille AMDEC :

| | | Analyse des Modes de défaillance et de leur Effet et leur Criticité | | | | | | AMDEC machine | | |
|------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|---|---------------|----|---------------------------------------------------------------|
| | | shunk | | | | Date de l'analyse 12/05/2015 | | Page 1/5 | | |
| ITEM | Elément | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Criticité | | | | Action de maintenance |
| | | | | | | F | G | N | C | |
| | enclume | presser les fils | Détachement | desserage des vis | endommagement des fils | 3 | 2 | 2 | 12 | changement d'enclume |
| | capteur du capot | securite | blocage | movais contact | arret de la machine | 1 | 3 | 2 | 6 | reglage du capot de securite + elimination du blocage capteur |
| | carte de commande | assure la comunicatio n entre la machine et le serveur | mauvaise communication au reseau | Endomagemnt des fils de conexion | arret de la machine | 1 | 2 | 1 | 2 | changement carte de commande |
| | PC | gerer la machine | blocage du PC | mal fonctionnement du ventilateur | perte de sequence | 1 | 3 | 2 | 6 | changement du ventilateur+ reprogramation du sequence |



VII-Le plan d'action :

A la lumière de l'étude AMDEC précédente, nous avons relevé les points critiques au niveau de la machine Schunk. Sur la base de cette étude nous avons pu proposer des actions correctives, amélioratrices pour diminuer sa criticité dans le but d'organiser la maintenance des équipements de production.

Parmi les solutions proposées, nous pouvons citer :

- ✓ **Installation d'une nouvelle version du logiciel Sutwin.**
- ✓ **Changer la carte PLC (carte de commande).**
- ✓ **Changer la pile de la carte mère.**
- ✓ **Réaliser un Onduleur autonome.**

Puisque la panne principale est la perte des données après une coupure du courant nous avons proposé de réaliser une source d'alimentation auxiliaire (onduleur + batterie) qui assure l'alimentation de la machine en cas de coupure.

Le chapitre qui suit présente une étude détaillée de la solution proposée.



Chapitre : 3

Réalisation d'un onduleur

Monophasé.



Introduction

Le terme d'alimentation électrique désigne un ensemble de systèmes capables de fournir de l'électricité aux industriels, plus spécifiquement, l'alimentation électrique se fait grâce à des équipements électriques qui assurent le transfert du courant électrique d'un réseau électrique pour le fournir, sous les paramètres appropriés (puissance, tension) de façon stable et constante à un ou plusieurs consommateurs, et cela dans des conditions de sécurité généralement réglementées. Mais en cas de coupure de tension, les machines s'arrêtent de fonctionner et peuvent être endommagés, et ce qui pose des problèmes. On a donc proposé de mettre en place un onduleur monophasé pour optimiser le problème.

I-Définition d'un onduleur:

Un onduleur ou alimentation sans Interruption (A.S.I.) est un convertisseur statique, capable de transformer l'énergie d'une source continue, par une batterie d'accumulateurs, en une source alternative.

1. Les types d'onduleurs :

✓ **Onduleur autonome:**

Un onduleur autonome délivre une tension avec une fréquence ajustable par l'utilisateur. Il n'a pas toujours besoin de réseau électrique pour fonctionner ; par exemple un convertisseur de voyage que l'on branche sur la prise allume-cigare d'une voiture utilise le 12 V continu du véhicule pour générer du 120V ou 230 V, alternatif en 50 ou 60 Hz.

✓ **Onduleur non autonome:**

Un onduleur est dit assisté si l'énergie nécessaire pour la commutation de ses éléments est prise du réseau alternatif supposé actif, c'est le cas du redresseur fonctionnant en onduleur. Dans ce cas la fréquence et la forme de la tension sont imposées par le réseau.

2. Fonctionnement d'un onduleur en cas d'une chute de tension :

Le schéma de base d'une alimentation sans interruption comporte quatre éléments principaux :

Le redresseur/chargeur, la batterie, les commutateurs et le circuit de commande. En fonctionnement normal, le redresseur/chargeur, alimenté par le réseau, maintient en charge la batterie. En cas de coupure du réseau, l'alimentation ininterrompue prend alors instantanément le relais du redresseur/chargeur, pour alimenter les bras de l'onduleur jusqu'au rétablissement du réseau.

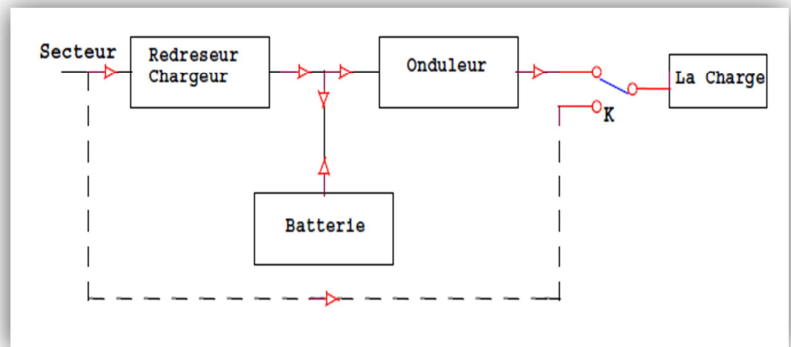


Figure 3.1: Fonctionnement de l'onduleur

➤ Pourquoi on n'utilise pas des courants continus au lieu des courants alternatifs pour l'alimentation des machines ?

D'abord on doit définir chaque type de courant :

- **L'alternatif** : est le courant distribué par le réseau. Toutes les installations fixes utilisent du courant alternatif : machine à laver, matériel Informatique, télévision... il est obtenu grâce à un alternateur et aussi très facilement transportable que le continu mais on ne sait pas le stocker.
- **Le continu** : est le courant utilisé pour toutes les installations mobiles (montre, téléphone portable, voiture, appareil photo...). Il est fourni soit par une batterie (pour la voiture par exemple) soit par des piles (pour la montre).

⇒ On conclut que le continu est très difficilement distribuable par le réseau à cause des pertes en ligne, mais on peut le stocker dans des batteries ou des piles.

Contrairement à l'alternatif, il a une polarité. La batterie assure une réserve d'énergie qui alimentera l'onduleur en cas de coupure du réseau d'alimentation.

3. Les étapes suivies pour réaliser le mutateur :

On a essayé de faire une étude détaillée concernant chaque composant de l'onduleur pour qu'il délivre à sa sortie une tension sinusoïdale analogue à celle du secteur.

Nous étudions le circuit de commande et de protection de l'onduleur, ce qui nous permettra de calculer les valeurs des composants du circuit de commande à base d'oscillateur NE555 pour générer un signal d'horloge et aussi les bascules D « R-S » pour avoir une fréquence de 50Hz, en plus nous avons traité les MOS-FET de puissance IRF540 et le bipolaire 2N2222A utilisés comme un bras de l'onduleur (interrupteurs). Après nous avons consacré une partie à la conception pratique du chargeur de la batterie qui alimente l'onduleur par une énergie continue.

II-Réalisation d'onduleur monophasé par un transformateur à point milieu.

Le schéma de la figure 3.2 représente le synoptique de l'onduleur push-pull, formé par deux interrupteurs K_1 et K'_1 où l'ouverture ou la fermeture est commandée par un circuit de commande et, par un transformateur à point milieu, supposé parfait, élevant la tension de sortie à environ 220V.

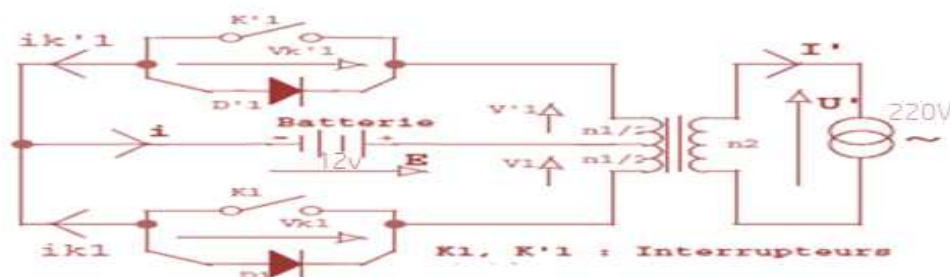


Figure 3.8: schéma de l'onduleur



1. Calcul théorique :

1.1. Expression des tensions et des courants :

$$V_1 = V'_1 \text{ \& } m = \frac{U'}{V_1} = \frac{2.n_2}{n_1} \Rightarrow U' = 2 \cdot \frac{n_2}{n_1} \cdot V_1 \quad (2)$$

Les courants primaires et secondaires sont liés par la relation suivant :

$$\frac{n_1}{2} \cdot (I_{k1} - i_{k'1}) = n_2 \cdot i' \quad (3)$$

- pour $0 < t < T/2$, K_1 fermé et K'_1 ouvert

D'après la loi des mailles on trouve :

$$E + V'_1 = V_{k'1} \text{ \& } E - V_1 = 0V \text{ Et puisque } V'_1 = V_1$$

D'après $E + V'_1 = V_{k'1}$ on a $V_{k'1} = 2.E$ et $U' = (2.n_2/n_1).E$ Aussi, on a $V_{k1} = 0V$ et le courant $i_{k'1} = 0A$, donc tout le courant débité par la batterie circule Pratiquement dans la moitié du primaire du transformateur (du coté où l'interrupteur K_1 est fermé, soit : $i = i_{k1}$ ce qui entraîne: $i =$ (4)

- pour $T/2 < t < T$, K_1 ouvert, et K'_1 - fermé

$$E + V'_1 = 0V \text{ Donc } U' = - (2.n_2 / n_1).E \text{ et } E = V_{k1} + V_1 \quad (5)$$

V_1 étant égale à V'_1 alors $V_{k1} = 2.E$ et $V_{k'1} = 0V$ car l'interrupteur K'_1 est fermé $i_{k1} = 0A$.

$$\text{Donc } i = i_{k'1} \text{ on a alors } i = - 2 \cdot \frac{n_2}{n_1} \cdot i' \quad (6)$$

Le courant i_{k1} passe par le commutateur K_1 s'il est positif et à travers D_1 s'il est négatif. De la même manière, le courant $i_{k'1}$ passe par le commutateur K'_1 s'il est positif et à travers D'_1 s'il est négatif. Finalement, à cause du transformateur à prise médiane, la tension inverse aux bornes des diodes, qui est la tension directe aux bornes des commutateurs commandés.

D'après les chronogrammes de la figure ci-dessous, on obtient des créneaux périodiques de valeur $\pm E$ et se reproduisant à la fréquence du secteur, aussi le courant i' fourni à la charge est pratiquement sinusoïdal, après un préalable filtrage.

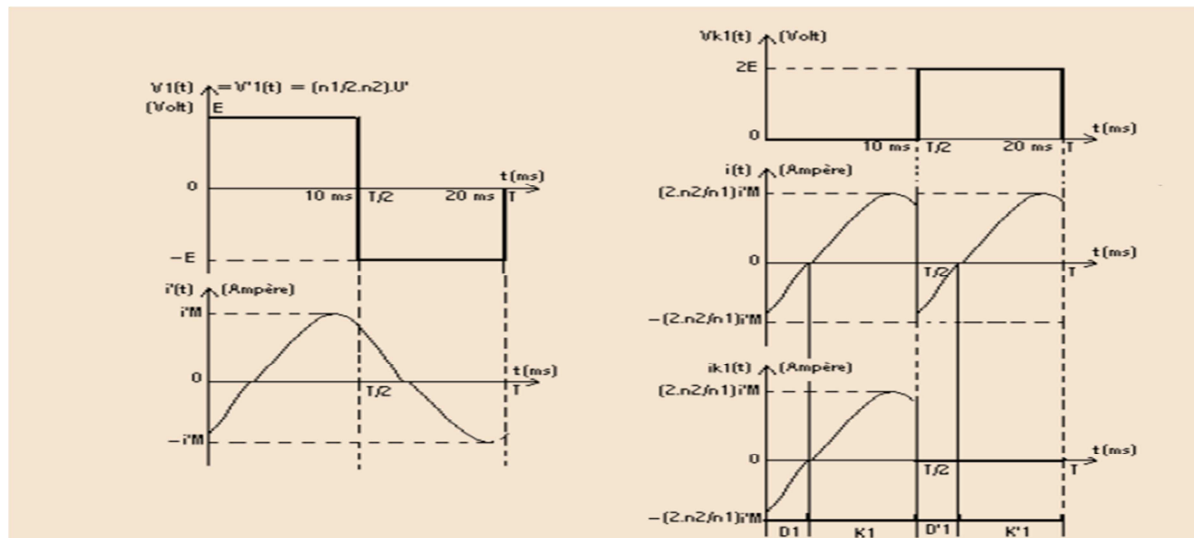


Figure 3.3: Chronogramme des signaux aux bornes du transformateur.

Les deux onduleurs de tension à deux interrupteurs, (l'onduleur push-pull) ne nécessitent que deux commutateurs de puissance et deux diodes. Par exemple l'onduleur en pont nécessite quatre commutateurs de puissance commandés et quatre diodes. Donc l'avantage d'onduleur à point milieu est toutefois réduit par le double de la tension et du courant.

- Pour une tension E de la source continue, on a :

- Pour l'onduleur push-pull,

$$V_{kmax} = -V_{dmax} = 2.E. \quad (7)$$

2. Schéma de l'ondeur :

Nous avons fait notre simulation à l'aide du logiciel « proteuse ISIS ». La figure 3.4 ci-dessous représente le fonctionnement de chaque composant, le schéma se compose de deux parties :

- la partie qui génère le signal carré à partir du signal d'entrée (batterie 12V).
- la partie de commande concernant les transistors.

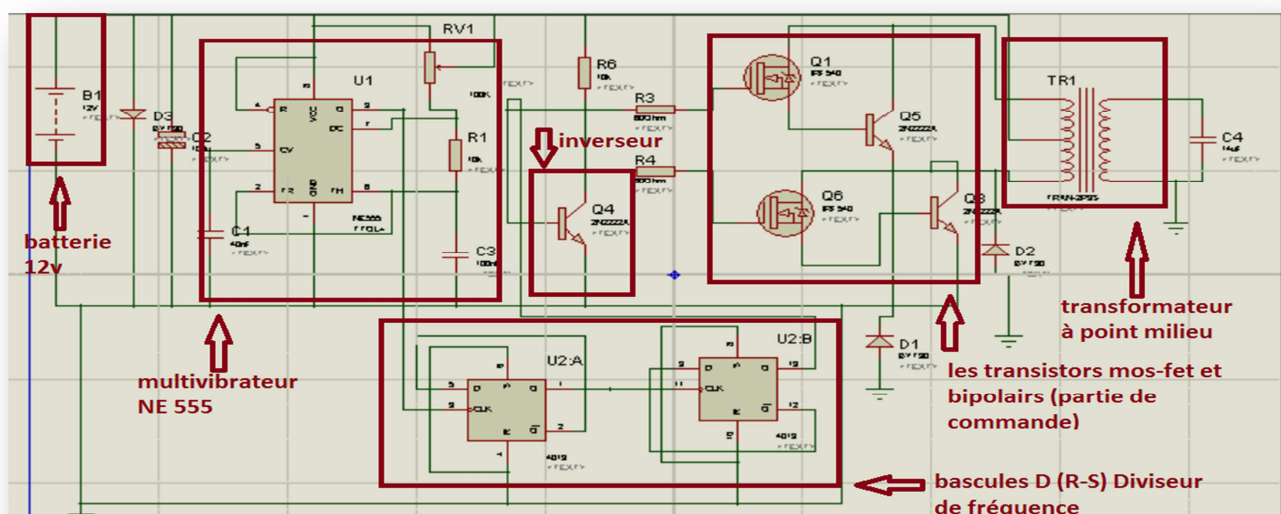


Figure 3.4: Schéma de l'ondeur

3. Circuit de commande et de protection de l'ondeur :

Pratiquement, plusieurs montages électroniques peuvent générer des signaux numériques (forme d'horloge) à partir d'une alimentation continue. Parmi les avantages du circuit intégré **NE555** que nous avons utilisé dans notre application, une faible consommation du courant et ne nécessite pas d'étage de puissance entre la commande et le circuit de puissance.

- Dimensionnement de l'astable:

Le **NE555** est monté en multivibrateur astable, donc il génèrera à sa sortie un signal numérique d'amplitude égale à V_{cc} (la tension de la batterie) et de période :

$$T = (R_1 + R_2).C.\text{Log}2. \quad (8)$$

- La durée du niveau haut du signal est : $T_H = R_1 .C.\text{Log}2. \quad (9)$

- La durée du niveau bas du signal est : $T_B = R_2 .C.\text{Log}2. \quad (10)$

Pour les valeurs que nous avons pris : $R_1 = 10\text{k}\Omega$ et $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ et $C = 100\text{nF}$

On obtient: $T_H = 3.010 \text{ ms} \approx 3 \text{ ms}$. $T_B=0.3010\text{ms}$ donc la période est: **$T = 4.635 \text{ ms}$** .

$$\rightarrow f = \frac{1}{T} = 215.70 \text{ Hz} \quad (11)$$

- **Bascule D (r-s):**

On boucle les sorties sur les entrées à chaque front montant de d'horloge H la bascule change d'état si de plus le signal H est un signal de fréquence F alors la sortie Q sera un signal de fréquence F/2.Ce qui montre le chronogramme de la figure 3.5, et la même chose pour la deuxième bascules.

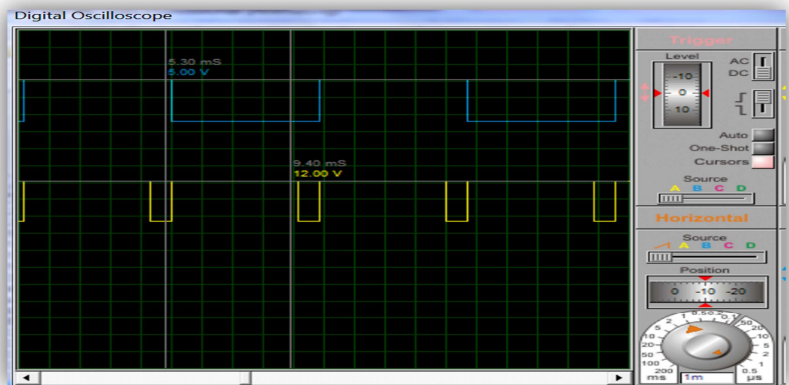


Figure 3.9: Signal à la sortie de la bascule.

- **Fonctionnement des transistors:**

Pour $t \in [0\text{ms}, 10\text{ms}]$.

Le transistor **MOSFET (IRF540) Q1** et le bipolaire **2N222A Q5** sont excités aux niveaux de leurs bases par une fraction positive de la tension de la batterie ($V_{\text{bat}/2}$). Ils sont donc saturés et par conséquent leurs tensions collecteur-émetteur sont nulles ($V_{\text{ce}} = 0\text{V}$), par contre le **MOSFET (IRF540) Q6** et **Q3** ne sont excités par aucune tension ($V_{\text{be}}=0\text{V}$),



ils sont bloqués et se comportent comme des circuits ouverts entre collecteur et l'émetteur. D'après le montage de la figure 3.4, on relève :

$$- V_{EQ1} = V_{CQ5} = V_B \text{ (tension de la batterie).} \quad (12)$$

$$- V_{EQ6} = V_{cQ3} = 0V. \quad (13)$$

Pour $t \in [10ms, 20ms]$.

Les deux transistors Q_6 et Q_3 sont excités aux niveaux de leurs bases par la moitié de la tension de la batterie ($V_{Batterie/2}$), ils sont donc saturés et par conséquent leurs tensions collecteur-émetteur sont nulles ($V_{ce} = 0V$), par contre les deux autres Q_1 et Q_5 ne sont excités par aucune tension, ils sont bloqués, on aura alors :

$$- V_{EQ6} = V_{cQ3} = V_B \text{ (tension de la batterie).} \quad (14)$$

$$- V_{EQ1} = V_{DQ5} = 0V. \quad (15)$$

➤ utilisation des Mos-Fet (IRF540) et Bipolaire (2N2222A).

Le Mos-Fet ou (Métal-oxyde-semi-conducteur Field-effet transistor) se caractérise par sa petite ou de forte puissance, ceux de fortes puissances sont capable de supporter des courants de plusieurs ampères à des centaines d'ampères, ce qui bien entendu impose une résistance ohmique à l'état passant très faible.

Ce qui est fondamentalement différent c'est que dans un transistor bipolaire on fait varier le courant de base I_b tandis que dans un Mos-Fet on fait varier la tension entre la grille (base) et la source (émetteur), d'une façon simplifiée on pourrait dire que le transistor bipolaire 2N2222A est commandé en courant par contre le transistor Mos-Fet est commandé en tension comme il n'y a presque pas de courant de grille (courant de base) l'impédance d'entrée est très grande.

III- Chargeur de la batterie:

Introduction

La batterie d'accumulateurs est un élément indispensable pour le fonctionnement de l'onduleur, elle représente la source d'énergie continue qu'il faut convertir en énergie alternative. Pour augmenter la durée de vie de la batterie et assurer l'autonomie de l'onduleur en cas de coupure de courant, on maintient la charge avec un courant constant tout en veillant à protéger la batterie contre les surtensions.

1. L'alimentation de la batterie par le secteur :

On sait que l'alimentation de la batterie par le secteur doit être continue et pour cela on a besoin d'un redresseur qui permet de transformer le signal de secteur sinusoïdale en signal carrément continu donc le schéma ci-dessous représente la conversion de AC/DC.

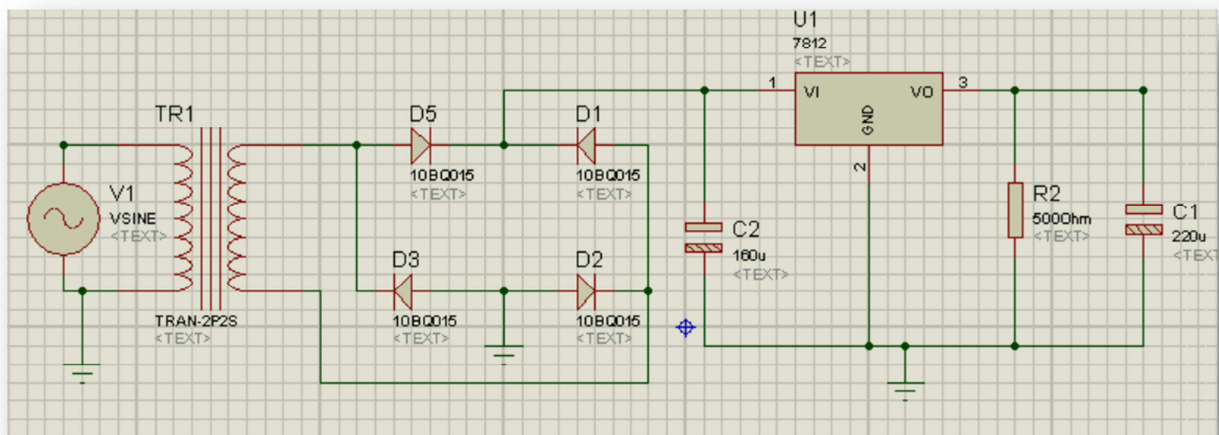


Figure 3.6: Schéma du redresseur



- **Fonctionnement du circuit redresseur :**

Le transformateur permet d'abaisser la tension du secteur (220V, 50Hz) sinusoïdale à 12v alternatif. Cette tension est redressé en double alternances par le pont de diodes, l'association du pont de diodes-capacités forme un détecteur de crête en absence de charge R. la tension aux bornes de la capacité est continue et égale à $V_s = V_e - 2 \cdot V_d$ (d'après loi des mailles). Le régulateur est un circuit intégré qui génère une tension constante entre ses bornes 2 et 3 lorsque la tension entre 2 et 3 est supérieur à un seuil noté V_t .

- **Le choix des différents composants :**

- **Choix du régulateur.**

Ce choix se fait à partir de la tension désirée et du courant I_{max} .

- **Choix du transformateur.**

Deux points sont à prendre en considération lors d'un choix du transformateur la puissance qu'il doit fournir et son rapport de transformation m .

- **Choix de capacité C et de résistance R.**

On sait que la résistance et la capacité permettent de filtrer le signal donc pour avoir une bonne filtration il faut avoir une constante de temps ($\tau = R \cdot C$) très grande.

La figure ci-dessous montre le signal converti à la sortie du redresseur :

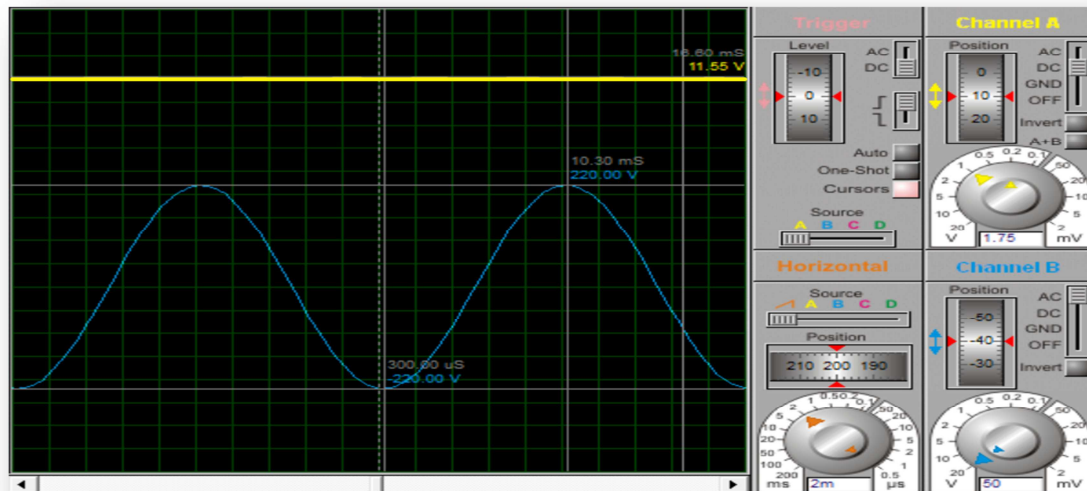


Figure 3.10 : Signal redressé

2. Circuit analogique de l'onduleur:

La figure 3.8, représente la tension et le courant à la sortie de l'onduleur de fréquence 50Hz :

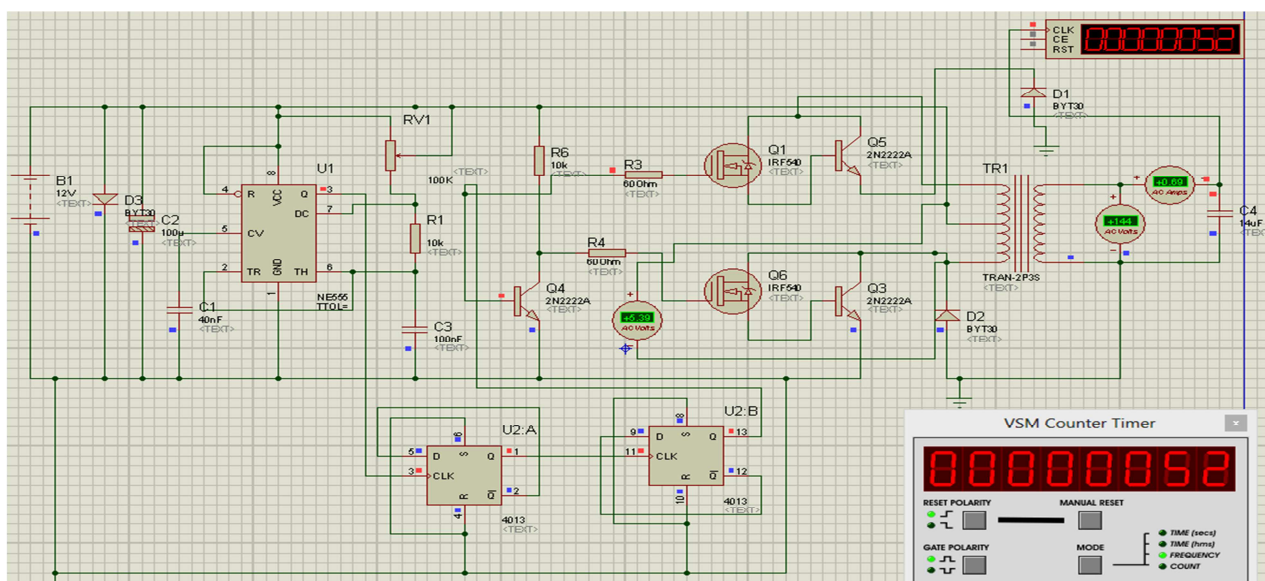


Figure 3.8: Synoptique de mesures des courants et tensions de l'alimentation.

La figure ci-dessous représente le signal à la sortie d'onduleur :

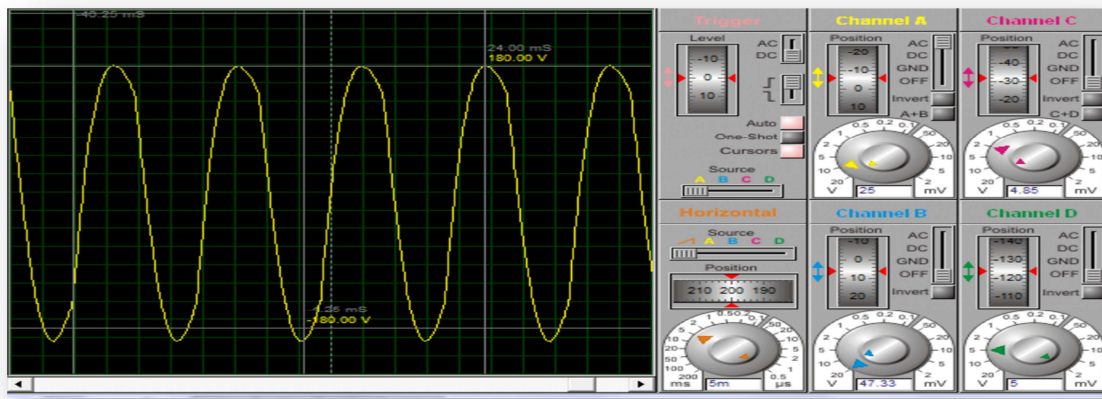


Figure 3.9: Signal sinusoïdal au borne de l'onduleur

- I_e : courant délivré par la batterie.
- V_e : tension aux bornes de la batterie.
- I_s : courant généré par l'onduleur à la charge.
- V_s : tension aux bornes de la charge.

Le relevé des signaux $I_e(t)$, $V_e(t)$, $I_s(t)$ et $V_s(t)$, illustré par la figure 3.8 montre que les courants et les tensions de l'onduleur restent pratiquement constants en présence du secteur. Le rendement en énergie à la sortie de l'onduleur étant assez élevé, soit de l'ordre de 90%, et les 10% sont transformés en chaleur, dissipée par les composants électroniques de l'alimentation dont une grande partie est dissipée par les bras de l'onduleur qui sont à base de transistors de puissance.

Conclusion :

Dans cette partie nous avons proposé et simulé un convertisseur de puissance en étudiant son principe de fonctionnement, tout en détaillant ces différentes composantes.

Lors de la coupure de courant, l'onduleur alimenté par la batterie, convertit une tension DC fournie par cette dernière en une tension alternative de 220V. Cette conversion se fait en deux étapes :

- La première est de convertir la tension DC de la batterie en signal carré grâce au NE555.
- La deuxième partie est consacrée à l'ondulation du signal à l'aide des transistors Mos-Fet et le transformateur.



Conclusion

Ce travail a porté sur l'étude du problème de la perte des données de la machine Schunk lors des coupures intempestives du courant. Nous avons étudié le fonctionnement de cette machine et proposé une solution, pour s'affranchir de cette situation qui se répercute sur les normes de référence à respecter pour chaque opération de soudure.

La solution que nous avons proposée est d'installer un onduleur qui permet au moins à ce que la machine ne perde pas de sa mémoire les paramètres de référence pour réaliser la soudure.

L'onduleur que nous avons proposé est simulé avec le logiciel ISIS, se compose de deux parties :

- La première est de générer un signal carré à partir d'une alimentation continu DC de la batterie grâce au circuit intégré Timer NE555.
- La deuxième partie est consacrée à l'ondulation du signal à l'aide des transistors Mos-Fet et le transformateur.

La solution proposée a été adoptée par l'entreprise.

Ce stage de fin d'étude vient compléter et mettre en pratique les connaissances acquises à la FST. Le fait d'être intégré au sein d'une équipe, permet l'échange d'idées, de connaissances et d'expériences.



Webographie

<http://www.electroniquepratique.com/>

<http://www.clubeea.org/>

<http://www.webreview.dz/>

<http://forums.futura-sciences.com/>

<http://www.syscope.net/>