



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Shield Wire Kaizen avec API et/ou
une carte ARDUINO**

Réalisé Par :

HAMZA Sidi Mohamed et BANGURA Alpha Alhaji

Encadré par :

Pr JORIO Mohamed (FST FES)

M. BOUMEDIANE Badr (YAZAKI Kénitra)

Soutenu le 08 Juin 2017 devant le jury

Pr Razi (FST FES)

Pr Ghennioui (FST FES)

Pr Jorio (FST FES)

AVANT PROPOS

A l'issu de notre formation à la faculté des sciences et techniques de Fès, de nombreuses opportunités d'application de notre domaine nous ont été perçues lors de notre stage au sein de l'entreprise YAZAKI KENITRA. Notre formation en spécialité génie électrique (niveau Licence) a été toujours considérée comme source de notre savoir-faire et une pionnière vers l'orientation de notre projet professionnel.

C'est à partir de là que nous avons fait recourt à l'automatisme pour mettre en évidence notre savoir-faire au sein de l'entreprise d'accueil. Nous étions amenés dans un premier temps à automatiser une chaine de production (carossel) constituée de plusieurs postes et effectuant un travail d'ensemble. Suite à quelques contraintes dues à une mésentente liant certains de nos encadrants, il s'est avéré que nous étions obligés d'abroger notre sujet primitif de stage. En effet, notre premier sujet de stage (gestion de production à l'aide d'un API) était confondu avec celui de nos collègues stagiaires (Mehdi et Manal).

C'est à partir de ce constat que nous avons changé de sujet en conservant la même base (L'automatisme) et le même département (département technique).Dorénavant, notre sujet est l'automatisation des postes du « shield wire »(poste de coupe de câbles) afin d'amener une amélioration interminable au sein de la production. D'où le nom du sujet *SHIELD WIRE KAIZEN(amélioration continue) AVEC UN API ET/OU UNE CARTE ARDUINO*.C'est à base de ce sujet que notre mémoire sera rédigé dont nous évoquerons les détails dans le chapitre 2 du rapport.

Tous les détails apparentes renfermeront un essor au développement de la productivité au sein de l'entreprise.

REMERCIEMENTS

Nous commençons tout d'abord par gratifier et remercier l'être suprême d'avoir nous donné le souffle de vie et les opportunités afin d'atteindre ce beau moment qui constitue l'une des plus grandes révolutions historiques de notre vie.

Ensuite, nous adressons nos sincères remerciements à nos parents et proches qui nous soutiennent et financent constamment dans nos études.

En outre, nous transmettons nos égards et nos remerciements pleins de sincérité à l'ensemble de nos professeurs à la FST de Fès et surtout à M. JORIO Mohamed qui est pour nous un professeur supérieur grâce aux prouesses qu'il a fait en vue de nous orienter aux meilleures conditions de formation et de stage. Par conséquent, nous sommes constamment reconnaissants de ses bienfaits.

Et de surcroît, nous adressons également nos sincères remerciements à notre encadrant de l'entreprise M. BOUMEDIANE Badr qui s'est préoccupé à nous donner les directives sur notre rapport et à nous expliquer le processus de fonctionnement de l'entreprise. par-là, il est considéré comme notre référence au sein de l'entreprise. De même, nous remercions également la responsable des stagiaires et tous les personnels de YAZAKI KENITRA pour leurs conseils et aides au cours de notre stage.

Pour finir, nous remercions tous les étudiants ingénieurs et doctorants nous ayants donné un coup de main dans quelques parties de notre travail.

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	2
REMERCIEMENTS.....	3
INTRODUCTION GENERALE.....	5
CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET LE PROCESSUS DE PRODUCTION.....	6
1.1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE(YAZAKI) :	6
1.1.1. GENERALITE SUR LE GROUPE YAZAKI :	6
1.1.2. IMPLANTATIONS DE YAZAKI DANS DIFFERENTS PAYS.....	6
1.1.3. DOMAINES D'ACTIVITES DE YAZAKI :	6
1.1.4. YAZAKI MAROC :	8
1.2. PROCESSUS DE PRODUCTION.....	11
1.2.1. PRESENTATION DU CABLAGE	11
1.2.2. TYPES DE CABLAGES	11
1.2.3. COMPOSANTS D'UN CABLAGE.....	12
1.2.4. PROCESSUS DE FABRICATION DES CABLAGES AUTOMOBILE.....	15
CHAPITRE II : ETUDE DU PROJET « SHIELD WIRE KAIZEN AVEC L'API ET/OU LA CARTE ARDUINO ».....	19
2.1. INTRODUCTION DU PROJET :	19
2.2. PROBLEMATIQUE	19
2.3. CAHIER DE CHARGE :	21
2.4. SOLUTION PROPOSEE :	21
2.1.1. DESCRIPTION DE LA TACHE A EFFECTUER :	22
2.1.2. MATERIELS POUR LA CONCEPTION :	22
2.1.3. MONTANT A DEPENSER :	26
2.1.4. PROGRAMMATION DE LA PARTIE COMMANDE :	27
2.1.5. TACK TIME ET CYCLE TIME:	30
2.1.6. CADENCE DE PRODUCTION :	31
2.1.7. COMPARAISON ENTRE LA PRODUCTION AUTOMATISEE ET CELLE MANUELLE :	31
2.1.8. CONCLUSION DES CALCULS THEORIQUES :	31
CONCLUSION GENERALE	32
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	33
SOMMAIRE DES ANNEXES.....	31
BIBLIOGRAPHIE	36

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours l'univers des entreprises est un univers dont l'essor se base principalement sur l'innovation, le niveau de productivité et l'influence de la rivalité des intérêts. Cela fait en sorte que les entreprises soient toujours actives dans la compétitivité, la productivité et l'innovation. De ce qui précède, les entreprises de câblages et exclusivement l'entreprise YAZAKI de Kenitra cherche sa réputation et cherche à satisfaire au maximum sa clientèle tout en exerçant la compétitivité vis-à-vis des autres entreprises de câblages des automobiles. Toutefois, l'entreprise YAZAKI cherche à accroître sa productivité tout en améliorant et ordonnant le processus de production. Pour ce faire, l'innovation par automatisation des systèmes semble la solution la plus efficace et la plus prompt à concevoir en vue d'accroître la production et d'avoir une compétitivité interminable.

C'est dans cette optique que nous sommes amenés à projeter sur l'automatisation des machines exécutants les tâches du « *shield wire* » afin que les objectifs précités soient atteints. en outre cet automatisme revient à instaurer un « kaizen » efficace dont les atouts sont indéniablement importants dans le cadre de la production, l'ergonomie, de la réduction de l'effectif des employés, de la réduction des tâches non indispensables, d'instauration des gains financiers majeurs...

Pour ce faire, il ya maints pas à franchir pour pouvoir automatiser les trois systèmes du « shield wire » : poste de coupe, poste de la boucheuse et le poste de dénudage. Pour plus d'efficacité dans notre travail, nous utiliserons un API (automate programmable) ou /et une carte ARDUINO afin que la conception que nous désirons proposer répond aux besoins de l'entreprise.

Le plan de notre travail (Rapport) est constitué de deux chapitres : Le premier chapitre contient la présentation de l'entreprise YAZAKI et le processus de production (Fabrication) d'un câble. Le deuxième chapitre contient l'étude et la conception de notre projet de fin d'étude.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET LE PROCESSUS DE PRODUCTION

1.1. Présentation de l'entreprise(YAZAKI) :

1.1.1. Généralité sur le groupe YAZAKI :

Le groupe YAZAKI est une multinationale Japonaise, créée en 1929 par son père fondateur M.Sadami YAZAKI. Cette société est consacrée à la recherche et au développement des techniques électroniques évoluées dans le secteur de l'automobile.

Ses activités principales sont :

- Le câblage,
- La fabrication de composants électriques et instruments pour automobiles et instruments.

Ses autres activités sont :

- ✓ La fabrication de fils et câblages électriques.
- ✓ La fabrication de produits de gaz.
- ✓ La climatisation.

Sur le marché du câblage, YAZAKI figure parmi les leaders au niveau mondial. Grâce au niveau de qualité, Prix qu'elle offre. Elle compte, parmi ses client, des sociétés de réputation, telles que : Ford, Jaguar, Land Rover, Mercedes, Honda, Volvo, Toyota, Nissan, Isuzu, Seat, Renault, Fiat, Mazda et d'autres.

1.1.2. Implantations de YAZAKI dans différents pays.

- YAZAKI est implanté dans 45 pays.
- Plus de 487 sites
- Plus de 289.300 employées dans le monde

La figure 1 présente l'implantation géographique du groupe YAZAKI dans le Monde.

1.1.3. Domaines d'activités de YAZAKI :

YAZAKI corporation s'est spécialisée dans le domaine de câblage et fabrication des composants électriques pour automobiles et instruments, tout en veillant aux implications environnementales de sa production.

Au fur et à mesure de sa croissance, elle s'est engagée dans de nouveaux secteurs d'activités comprenant également le secteur de l'équipement environnemental et énergétique.

Au cours des 30 dernières années, YAZAKI a acquis une très grande expérience dans le développement, la conception et la fabrication de refroidisseurs à absorption. La figure 2 présente les domaines d'activité du Groupe YAZAKI.



FIGURE 1: L'IMPLEMENTATION DE YAZAKI DANS DIFFERENTS PAYS AUTOUR DU MONDE.

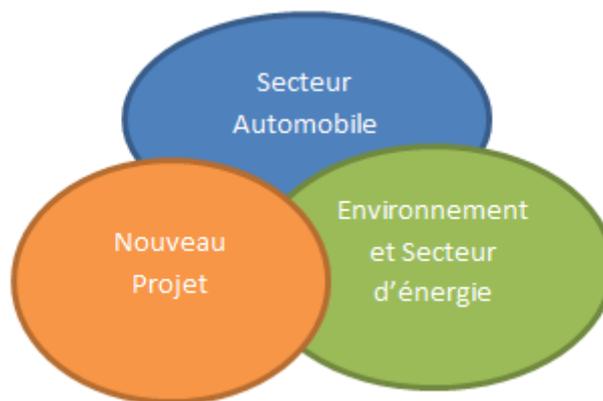


FIGURE 2: DOMAINE D'ACTIVITES DU GROUPE YAZAKI

Secteur Automobile : YAZAKI est un fournisseur d'une large gamme de produits qui comportent l'électronique d'automobile, plus précisément la production des fils électriques, des faisceaux de câbles, ce qui constitue près de 90% de son activité.

Environnement et secteur d'énergie : YAZAKI développe et fabrique un grand nombre de produits qui prennent en charge la fourniture et l'utilisation des différentes sources d'énergie, tels que le gaz, l'électricité et l'énergie solaire.

Nouveau projet/Autres secteur : Pour concrétiser sa charte environnement, YAZAKI a étendu son activité pour englober de nouveaux secteurs médicaux et environnementaux en incluant les soins médicaux, le recyclage, etc.

1.1.4. YAZAKI MAROC :

1.1.1.1. Création de YAZAKI Morocco (YMO)

En 2001, le Maroc a été le premier pays Africain auquel Mr. YAZAKI a fait honneur, par l'inauguration de son site opérationnel YMO à Tanger pour la production du câblage automobile.

Le choix initial de la ville de Tanger est légitimé par plusieurs raisons dont les principaux sont :

- ✓ La proximité avec le continent européen : Tanger étant située à 13km de l'Espagne ;
- ✓ La fréquence des liaisons et correspondances maritimes ;
- ✓ L'existence d'un aéroport international ;
- ✓ La vocation même de la ville : 2^{ème} ville industrielle du pays ;
- ✓ Les privilèges fiscaux, les aides à l'acquisition du foncier et à la construction dont peut bénéficier un investisseur que propose la « **Tanger Free Zone** ».

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



FIGURE 3: YAZAKI MOROCCO KENITRA

Son activité principale est le câblage pour Automobile et la totalité de sa production de câbles électriques est destinée pour l'équipement des marques Jaguar et Land Rover.



FIGURE 4: JAGUAR X250, LAND ROVER L538

1.1.1.2. Fiche signalétique

Le tableau 1 présente la fiche signalétique de la Société YAZAKI Kénitra

Raisons social	YAZAKI Kenitra
Forme juridique	Société anonyme
Date de création	2010
Registre commercial	35105
Identification fiscale	29151758
Capital	89.327.000,00dhs
Effectif	1600
Activité	Câblage Automobile
Surface occupée	38 000m ²

TABLEAU 1: FICHE SIGNALÉTIQUE DE YAZAKI KENITRA

1.1.1.3. Organigramme de YAZAKI Kenitra :

La structure de l'organigramme est une structure fonctionnelle, qui coiffe l'ensemble des activités diverses avec une circulation de l'information qui assure une certaine coordination et qui minimise le pourcentage des défauts et des dysfonctionnements internes.

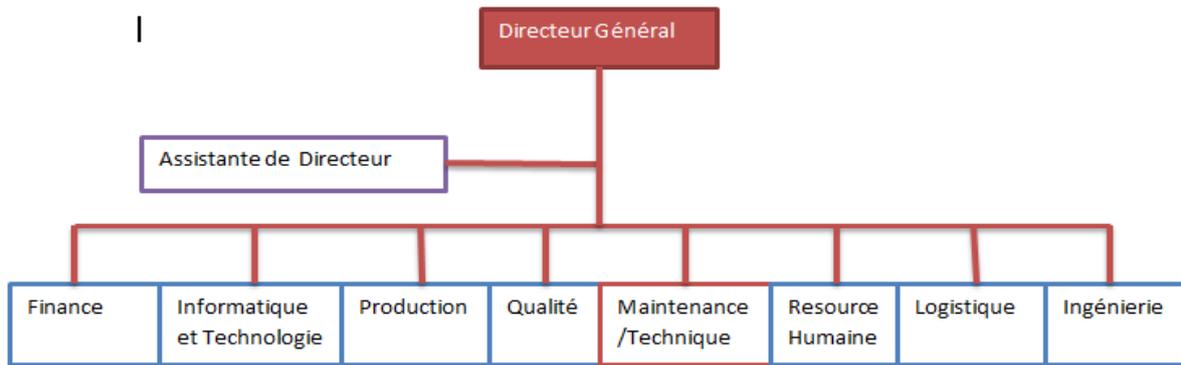


FIGURE 5: ORGANIGRAMME DE YAZAKI MAROC KENITRA

Les départements de YAZAKI Maroc Kenitra sont :

- ✓ **Département Finance** : ce département est celui qui assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise. Il prend ainsi en charge le développement et l'implantation des pratiques et procédures financières et du contrôle de gestion dans un souci de préservation du patrimoine financier de l'entreprise.
- ✓ **Département des ressources humaines** : comme mission, le département des ressources humaines vise à mettre à la disposition des autres départements les moyens humains nécessaires au fonctionnement d'YMO. Il assure la sélection, le recrutement, la gestion individuelle et collective et tout l'effectif d'YMO.
- ✓ **Département qualité** : c'est le garant de la bonne qualité des produits YAZAKI. Vu son domaine d'activité, YMO a mis beaucoup de moyens pour la qualité des produits, le respect des procédures et mode opératoire.
- ✓ **Département production** : il a pour principale mission la réalisation des programmes de production tout en assurant une bonne qualité du produit en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.
- ✓ **Département ingénierie** : il a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité (plans de surveillance, control plan,...) du groupe.
- ✓ **Département Maintenance/Technique** : il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale d'équipement d'YMO.
- ✓ **Département logistique** : son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

Notre projet Fin d'Etude a été effectué au sein du Département Maintenance/Technique (*Technical Département*).

1.2. Processus de production

1.2.1. Présentation du câblage

Le câblage électrique d'un véhicule est un ensemble de fils qui ont pour fonction principale de relier l'ensemble des composants électriques et électroniques du véhicule. Il permet ainsi.

- ✓ d'alimenter en énergie l'ensemble des équipements et assurer ainsi la fonction de distribution électrique ;
- ✓ de transmettre les informations aux calculateurs (de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile) et permettre alors le transfert de commande entre les différents équipements électriques et électroniques.

1.2.2. Types de câblages

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres,) et certains équipements de sécurité (*Airbag*, Eclairage), mais aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile. Le parcours du câblage dans le véhicule définit son architecture qui peut être ainsi complexe et surtout variée.

Les matières premières (fils, boîtiers, et connexions) proviennent de différents fournisseurs (Autriche, France, Allemagne, Italie, etc...), elles sont réceptionnées, contrôlées et stockées dans le magasin situé dans l'usine de production.

Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles, on trouve :

- ✓ Câblage principal (*Main*) ;
- ✓ Câblage moteur (*Engine*) ;
- ✓ Câblage sol (*Body*) ;
- ✓ Câblage porte (*Door*) ;
- ✓ Câblage toit (*Roof*)

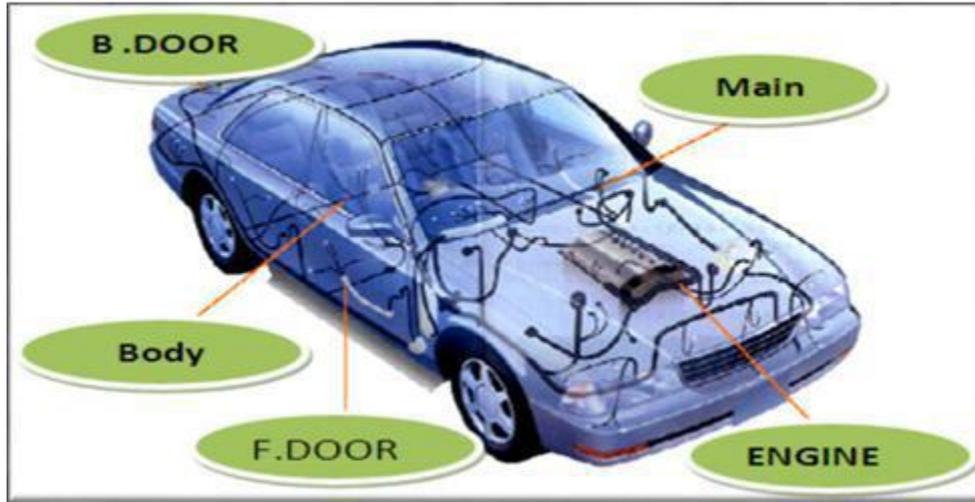


FIGURE 6: TYPES DE CABLAGES

Source :

1.2.3. Composants d'un câblage

- ✓ **Fil électrique** : il permet de conduire le courant électrique d'un point à un autre. Ses constituants sont des filaments en cuivre et des isolants en plastique. Il a comme paramètres, la couleur, l'espèce et la section (variant de 0.3 à 25 mm²).



FIGURE 7: FIL ELECTRIQUE

- ✓ **Terminaux** : Les terminaux sont les pièces qui assurent une bonne connexion entre: les câbles. Ils sont des consommateurs et une source d'énergie.



FIGURE 8: TERMINAUX

- ✓ **Connecteurs** : Ce sont des pièces où les terminaux sont insérés, ils permettent de :
 - Établir un circuit électrique débranchable ;
 - Établir un accouplement mécanique séparable ;
 - Isoler électriquement les parties conductrices.

Ils sont constitués des cavités, de la polarisation, de la patte du connecteur et de la codification.



FIGURE 9: CONNECTEURS

- ✓ **Autre Accessoires**

Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage :

- **Ruban d'isolement**



FIGURE 10: RUBAN D'ISOLEMENT

- **Tubes** : Tubes de type COT Tubes de type VO/C-VO.



FIGURE 11: TUBES

- **Fusibles** : Ce sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la Surcharge du courant qui pourrait l'endommager.



FIGURE 12: FUSIBLES

- **Clips ou agrafes** : Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câble à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câble restera détaché provoquant des bruits et exposé aux détériorations à cause des frottements.



FIGURE 13: CLIPS OU AGRAFES

- **Protecteur** : Comme son nom l'indique, il sert à protéger le câble en différents points de l'automobile, et aide aussi au placement des câbles dans la voiture.



FIGURE 14: PROTECTEUR

1.2.4. Processus de fabrication des câblages automobile

Pour réaliser un produit fini, le processus de production s'effectue sur trois étapes fondamentales :

Etape de coupe et de sertissage: sert à couper les fils conducteurs nécessaires pour un produit bien défini. Le sertissage est l'opération qui permet de réaliser la liaison entre l'extrémité de ces fils électriques et la connexion.

Pour la coupe, YAZAKI utilise plusieurs types de machines automatiques : KOMAX, YACC, AC, SCHLEUNIGER.



FIGURE 15: EXEMPLE DE MACHINE DE COUPE

Etape de pré-assemblage : est une étape intermédiaire mais pas toujours nécessaire, entre la coupe et le montage, où un certain nombre d'opérations complémentaires à l'opération de coupe sont faites ; on en cite le sertissage, Twist, et bien d'autres et qui ne sont pas réalisable au poste de la coupe.



FIGURE 16: PRE-ASSEMBLAGE

Etape de montage : C'est l'opération principale dans le processus de fabrication des câblages, car c'est elle qui demande le plus de main d'œuvre, plus de temps de travail et de grands moyens et de surfaces pour sa réalisation. Elle consiste à assembler les différents éléments du câblage en respectant la géométrie demandée et les liaisons électriques : fils équipés, connecteurs, péri-connectique.

Elle se fait manuellement soit sur des tables tournantes sous forme de carrousel, table fixe avec contrôle, ou sur des lignes d'assemblage dynamique tapis avec un ensemble d'opérateurs qui exécutent chacun un ensemble de tâches différentes.

Les plus importantes étapes du montage sont :

Chaîne de montage: Dans la chaîne de montage on commence d'abord par l'insertion des fils électriques dans les connecteurs selon des règles strictes (push clic, push pull...). Après cela, on passe à la phase d'enrubannage où on couvre le câble entièrement par le ruban et les tubes.



FIGURE 17: MONTAGE INDIVIDUEL ET MONTAGE EN CHAÎNE

Test électrique: C'est une machine qui a pour rôle principale la validation électrique de câble et l'étanchéité des connecteurs.

Clip Checkers: C'est une machine qui a pour rôle principale l'insertion des clips nécessaires pour chaque câble, elle détecte la présence de tous les clips et leur orientation.

Test vision : montage des fusibles et des relais puis la vérification électrique de ces pièces s'ils sont défectueux ou pas.

2ème visuel: C'est un processus d'inspection visuel de câble selon le dessin.

L'opérateur de 2ème visuel vérifie les dimensions de câble, la conformité des connecteurs et l'apparence de câble au niveau des accessoires.

L'emballage : enrouler et plier le câble suivant les spécifications du client et les mettre dans les caisses correspondantes.

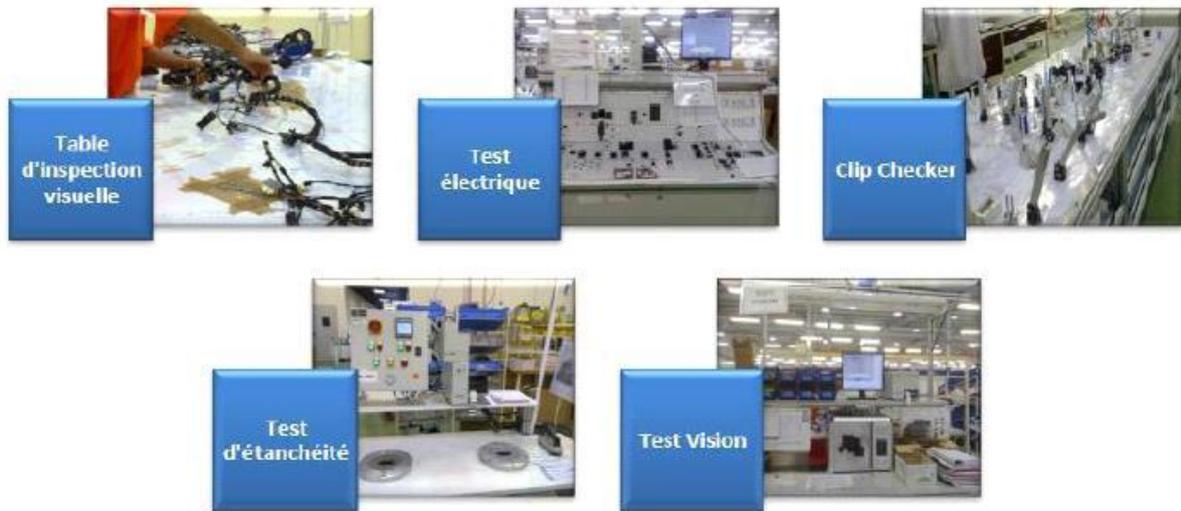


FIGURE 18: MACHINES AUTOMATIQUES

Résumé :

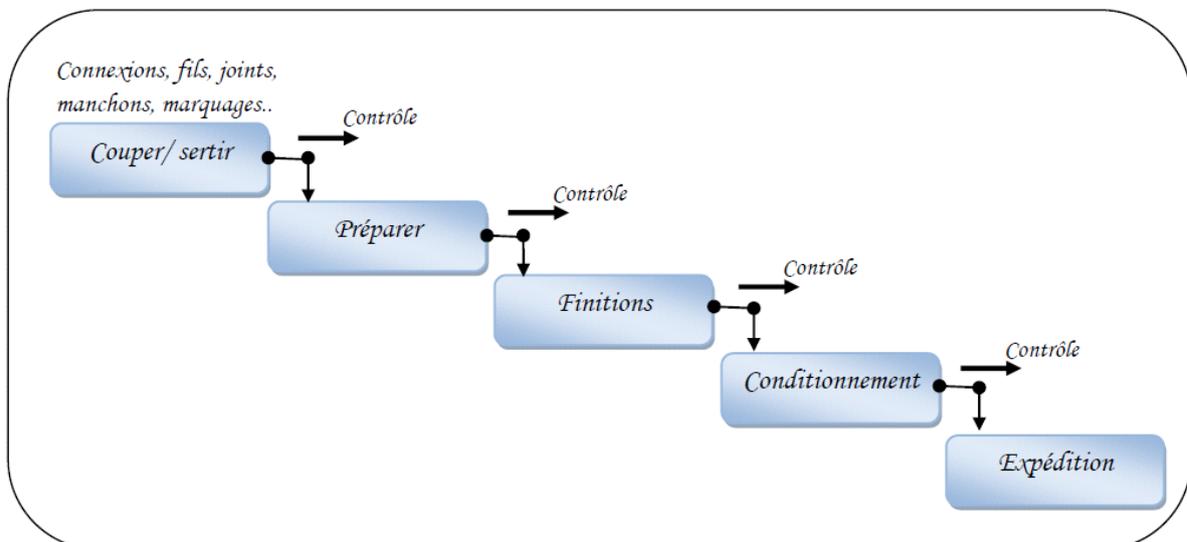


FIGURE 19: RESUME DU PROCESSUS DE PRODUCTION

CHAPITRE II : ETUDE DU PROJET « SHIELD WIRE KAIZEN AVEC L'API ET/OU LA CARTE ARDUINO »

2.1. Introduction du projet :

Ce chapitre constitue tous les travaux effectués et la procédure de réalisation de notre projet. Satisfaire les besoins des clients dans le temps est un élément clé de YAZAKI. En ce qui concerne la société YAZAKI, nous cherchons toujours des moyens d'améliorer les méthodes de production, que nous présenterons dans notre problématique.

Dans notre travail, nous sommes amenés d'une part à joindre les trois postes du « *shield wire* » en un poste équivalent et d'autre part à automatiser ce même poste en vue d'atteindre les objectifs suivants:

- ✓ Simplification du flux ;
- ✓ Amélioration de la qualité ;
- ✓ Amélioration des délais ;
- ✓ Amélioration de la productivité ;
- ✓ Amélioration des conditions de travail (Ergonomie) ;
- ✓ Amélioration du rendement ;
- ✓ Elimination des tâches inutiles ;
- ✓ Réduction de l'effectif des opérateurs des postes du « shield wire ».

La générique des améliorations précitées constitue le « *kaizen* ».Ce dernier se définit comme une amélioration continue et peut être traduit comme suit :

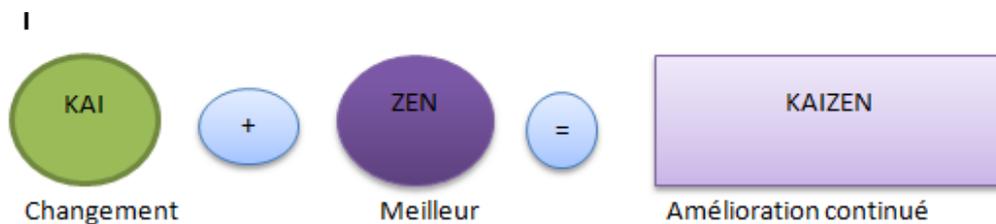


FIGURE 20: DEFINITION SIMPLIFIEE DE KAIZEN

Le corps de notre travail est constitué d'une part de la problématique et d'autre part de la solution apportée.

2.2. Problématique

Comme nous l'avons dit plus haut, la société YAZAKI et exclusivement celle de Kenitra est certes une entreprise de réputation internationale dont l'activité principale est la production des câbles automobiles. Par-là, YAZAKI a besoin d'avoir un modèle à suivre dans les innovations et la productivité car elle possède plusieurs concurrents.

- Le premier problème se posant ici est que la production se fait manuellement voir lentement et ceci n'accroît pas la productivité comme il se doit puisque les machines des dits postes sont manuelles :



FIGURE 21: POSTE DE SHIELD WIRE



Figure 22: machine de dénudage

- Ensuite, les tâches à exécuter lors d'une opération sont nombreuses et renferment des tâches inutiles et fatigantes ;
- En plus, l'ergonomie n'est pas bonne puisque les 3 postes occupent une surface d'environ 36 mètre carrés et les opérateurs sont mal installés puisque la plupart d'entre eux travaillent en étant debout durant plusieurs heures de travail : ce qui est lassant ;

- En outre, les revenus financiers investis sur les 3 postes manifestent peu de gains financiers à cause de l'effectif important des opérateurs travaillant sur ces postes ;
- Enfin, les lacunes des opérateurs vis-à-vis de la reconnaissance des 38 références et des longueurs à couper pour chaque références : ce qui entraîne les opérateurs à utiliser la documentation lors des exécutions des tâches.

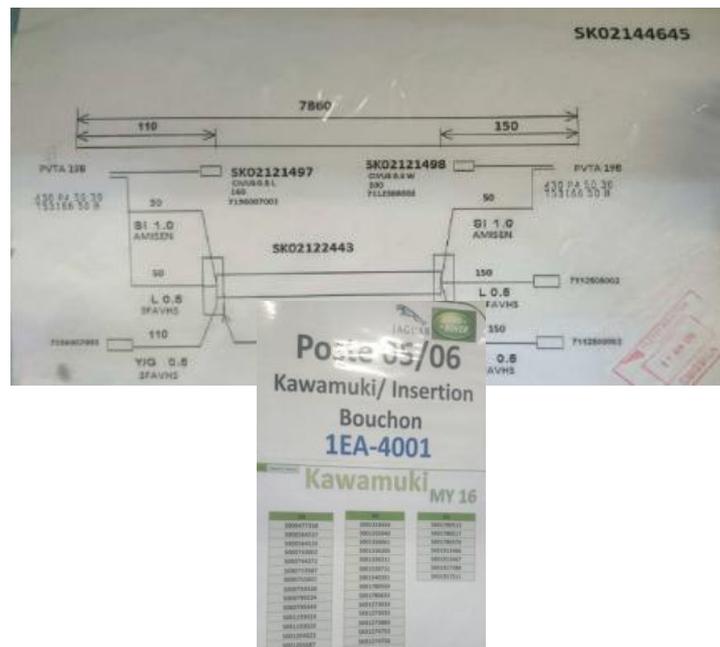


FIGURE 23: EXEMPLES DE DOCUMENTATION UTILISEE

Face à ces problèmes, nous envisageons d'automatiser le système afin que cet automatisme soit un « kaizen ».

2.3. Cahier de charge :

- ✓ Joindre les postes de *shield wire*, de boucheuse et de la dénudeuse en un poste équivalent afin d'avoir une bonne ergonomie et de réduire le nombre des employés.
- ✓ Automatiser le système en vue d'instaurer un « kaizen » interminable au sein de l'entreprise.

2.4. Solution proposée :

C'est ainsi que vient la partie où l'on doit concevoir notre système afin d'éliminer les défauts présents dans notre système d'étude. En effet ceci constitue la partie la plus fondamentale et la plus attendue car pour tout problème on se hâte de concevoir la solution. C'est ainsi que se déroule l'amélioration de la problématique précitée. EN effet,

cette partie consiste à amener un contre-pied de la problématique afin d'améliorer la productivité.

Nous parlerons dans un premier temps des matériels nécessaires pour la conception de notre solution ; ensuite nous exposerons de façon détaillée notre conception proposée.

2.1.1. Description de la tâche à effectuer :

Etant donné que nous désirons automatiser le processus renfermant les tâches qu'effectuent les trois postes précités, pour concevoir une machine commune aux trois machines, l'automatisation de la machine à prévoir se fera de la façon suivante : détection du code barre pour une référence donnée, puis couper le fil selon la longueur associée au dit code barre, ensuite aspirer les chutes des fils coupés, ensuite plier les bouts des fils coupés et enfin passage directement vers le dénudage du fil pour le code barre ne nécessitant pas de bouchon ou passage du fil vers la mise du bouchon et ensuite le dénudage. Nous pouvons entre autre résumer ce processus par l'organigramme suivant :

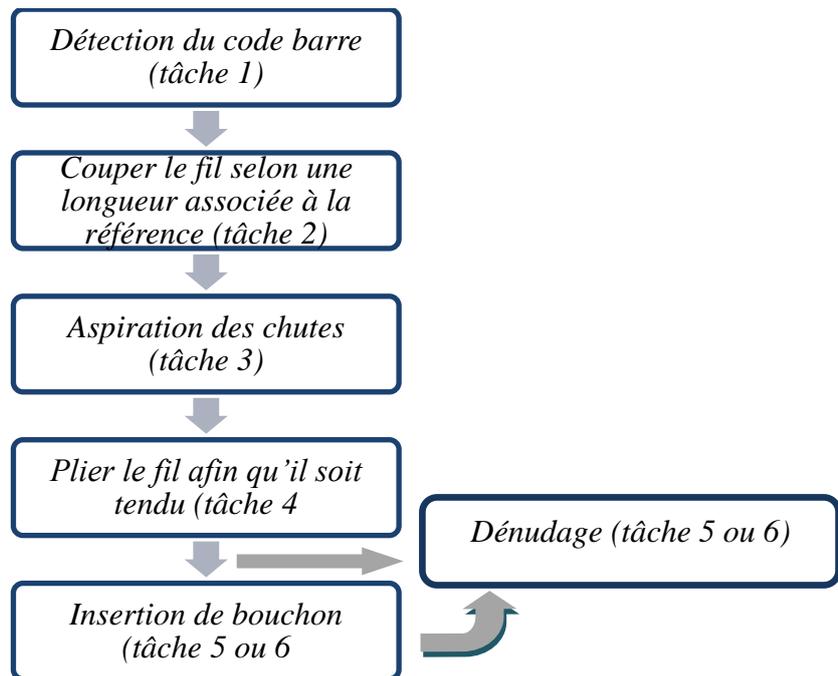


FIGURE 24: ORGANIGRAMME DES TACHES

2.1.2. Matériels pour la conception :

- **Automate LOGO de Siemens :**

C'est grâce à ce type d'automate que nous pouvons automatiser le système par l'intermédiaire d'un programme. Par suite, les entrées du système ainsi que ses sorties seront affectées à cet automate en vue de contrôler le processus de la production. la structure d'un tel automate peut se présenter ainsi :



FIGURE 25: AUTOMATE LOGO DE SIEMENS

- **Appareil de scan :**

C'est à travers cet appareil que nous allons détecter le code barre de chaque référence des câbles donnés pour pouvoir actionner la machine commandée par l'API. Il s'ensuit que l'appareil de scan est très indispensable dans l'automatisation de notre système car il nous facilite la détection des références afin de pouvoir actionner l'action des capteurs associés à l'entrée du système. la structure de cet appareil peut être décrite ci-dessous :

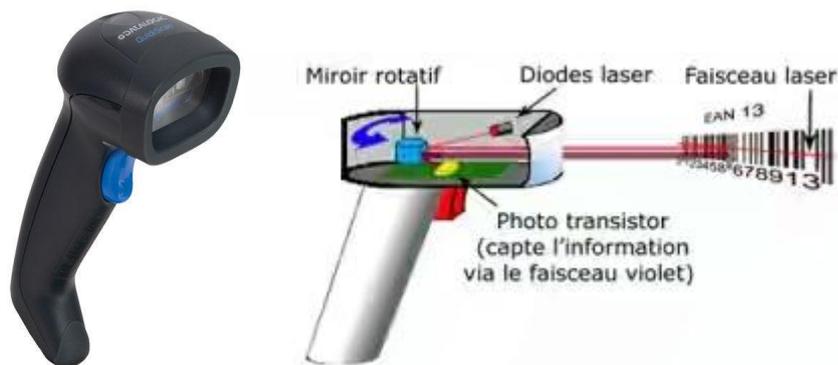


FIGURE 26: APPAREIL DE SCAN DE CODES BARRE

- **12 capteurs TOR et 5 contacts temporisés :**

C'est grâce à ces capteurs que nous pourrions agir au niveau de chaque entrée et chaque sortie par l'intermédiaire de l'automate. Donc à l'entrée ces capteurs pourront actionner les différentes opérations à exécuter en fonction de la référence donnée. Nous aurons besoin de 12 capteurs TOR et 5 contacts temporisés en formes de boutons poussoir pour commander notre système et pour toutes les tâches à exécuter :



FIGURE 27: DIFFERENTS CAPTEURS TOR

- **Ciseau électrique :**

Ce ciseau nous permettra de couper les câbles en fonction de leurs références. C'est à partir de ce constat que nous attribuerons 2 moteurs dont l'un se chargea de mobiliser le ciseau en fonction des mesures respectives 75 mm, 60 mm, 50 mm, 40 mm, 35 mm et 90 mm et l'autre se chargea d'exécuter l'action de coupe au ciseau.



FIGURE 28: CISEAU ELECTRIQUE

- **Aspirateur Rumbo:**

Nous serons amenés à utiliser un aspirateur car une fois le câble coupé, l'étape qui suit est l'extraction des chutes. de ce fait nous utiliserons un aspirateur pour extraire les

chutes de câble afin que l'automatisation de notre système soit bien organisée et avec plus de cohérence. L'aspirateur dont nous avons besoin peut être décrit ainsi :



FIGURE 29: EXEMPLE D'ASPIRATEUR RUMBO

- **Dresseur de câble :**

Cet appareil permet de redresser le câble qui est déjà coupé et ayant subi l'action de l'aspirateur de chutes. Un tel câble redressé sera très facile à dénuder ou à recevoir du bouchon. C'est ainsi que ce redresseur renferme un atout capital pour ce qui est de la conception de notre système automatique. Notre redresseur de câble peut être décrit ainsi :



FIGURE 30: EXEMPLE DE REDRESSEUR DE CABLE

- **Boucheuse pour câble :**

La boucheuse nous permettra de mettre les bouchons sur des câbles dont la référence nécessite le bouchon avant le dénudage. Pour ce faire, nous envisageons l'usage d'une boucheuse à levier qui sera actionnée par l'intermédiaire d'un capteur et d'un vérin de plus que les vérins précités. D'où la boucheuse ci-dessous :



FIGURE 31: BOUCHEUSE A LEVIER

- **Convoyeur à bande**

C'est avec ce convoyeur que la manutention des câbles aura lieu (pour éliminer la tâche humaine lors de la manutention).il lui sera affecté des capteurs de position mécanique au niveau de chaque appareil susceptibles d'effectuer une tâche le long du processus de l'opération complète.



FIGURE 32: CONVOYEUR A BANDE

2.1.3. Montant à dépenser :

Le tableau 2 présente le récapitulatif des dépenses nécessaires.

NB : nous n'avons pas nécessairement besoin de la dénudeuse car la machine de dénudage présente à l'entreprise peut faire l'affaire. Dans le cas échéant nous pouvons utiliser la dénudeuse et l'introduire dans la liste des matériels à acheter et ce qui augmentera le montant total. Les prix des matériels ne sont pas fixes dans des lieux de vente car cela peut varier parfois : ce qui fait que le montant total pré calculé ne constitue qu'un montant moyen des dépenses à faire. Toutefois ce montant est très

proche du montant certain. Le tableau 2 présente le récapitulatif des dépenses nécessaires.

C'est ainsi la programmation de l'automatisme de la machine peut être simulée bien qu'elle peut être faite avec d'autres moyens tels que l'automate programmable dont nous en avons parlé plus haut.

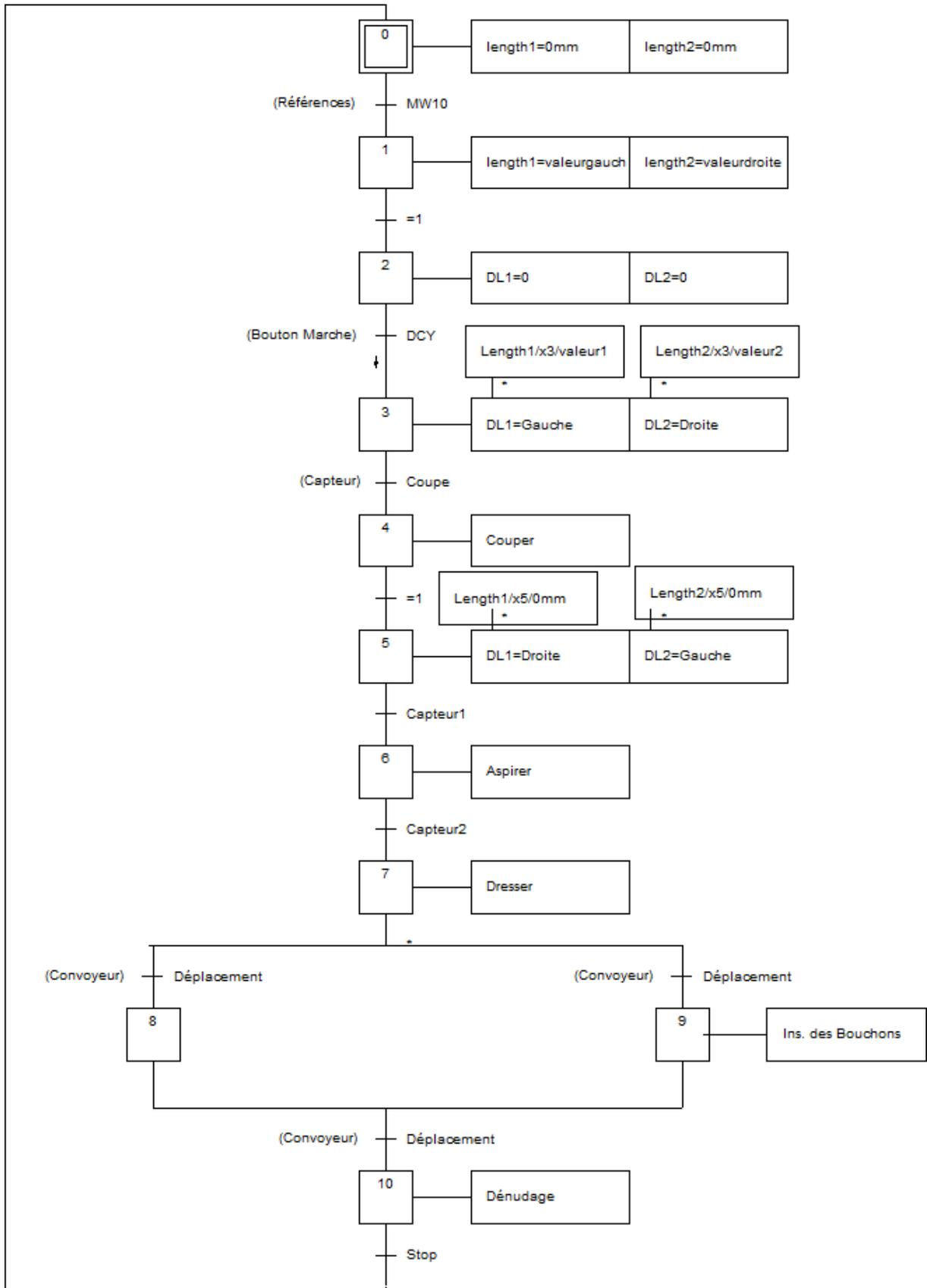
Ce résultat permet une réduction importante en matière de temps car la tâche est achevée en 35 secondes seulement et qui est très réduit par rapport au temps d'exécution des tâches manuelles qui peuvent en minimum prendre 5 minutes. Par conséquent, la productivité est augmentée et permet un gain financier important.

Articles (nombre de pièces)	Prix unitaire	Montant à investir
Automate LOGO de siemens (1)	2090,88 dhs	2090,88 dhs
Appareil de scan (1)	750 dhs	750 dhs
Capteur TOR (12)	15 dhs	180 dhs
Ciseau électrique(1)	1026,1 dhs	1026,1 dhs
Convoyeur à bande(1)	5400 dhs	5400 dhs
Aspirateur (1)	201,85 dhs	201,85 dhs
dresseur de câble (1)	453,40 dhs	453,40 dhs
Boucheuse (1)	252,396 dhs	252,396 dhs
Contacts temporisés (5)	392,04 dhs	1960,2 dhs
Carte arduino uno (1) +composants+capteur ultrason arduino	250 dhs+35 dhs	285 dhs
	Montant total	12314,476 dhs

TABLEAU 2: TABLEAU RECAPITULATIF DES DEPENSES NECESSAIRES

2.1.4. Programmation de la partie commande :

2.1.5. Solution généralisée avec le grafctet :



2.1.6. Avec l'automate

Pour ce qui est de l'automatisation, il suffit de programmer la partie commande afin de l'introduire dans l'automate LOGO pour pouvoir gérer le processus de production. Soit le programme ci-dessous :

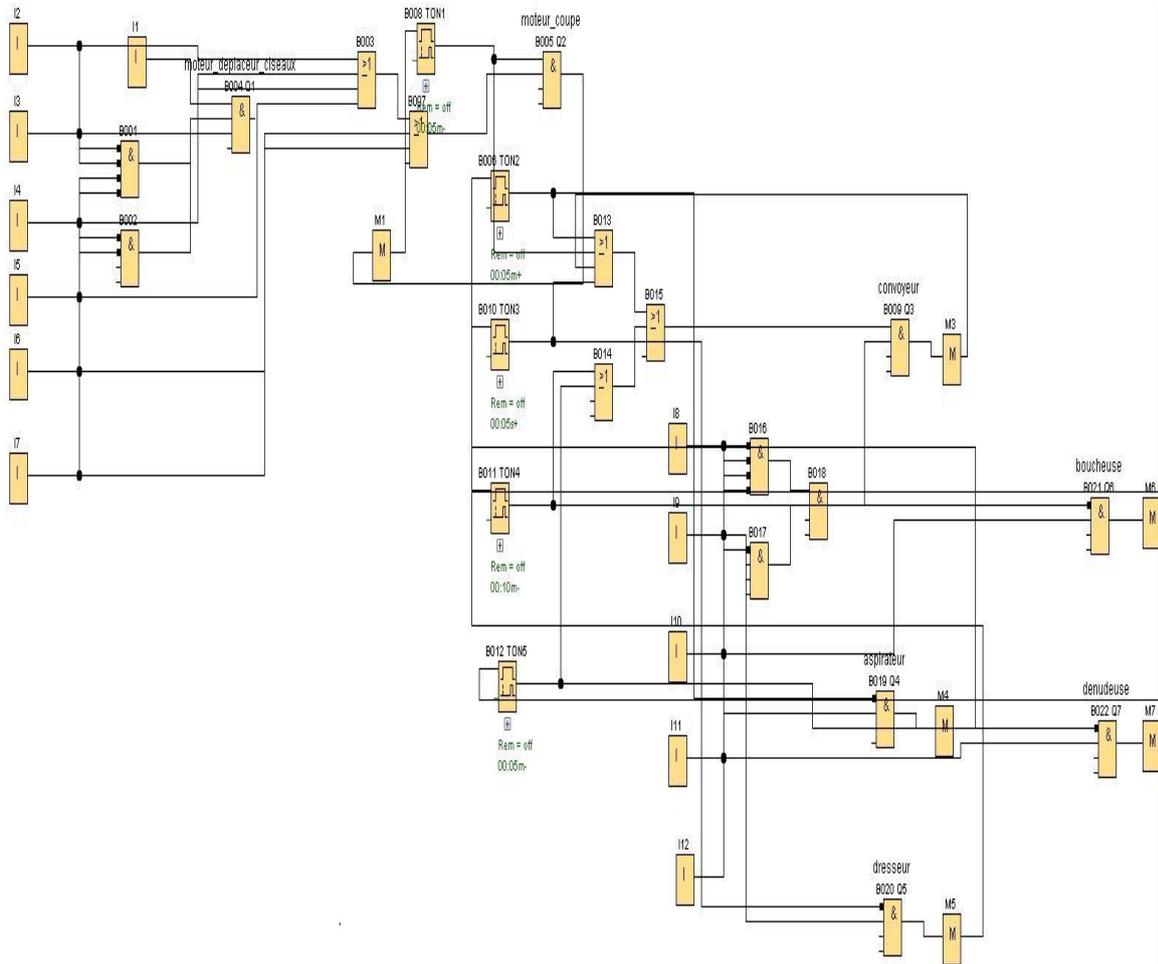


FIGURE 33: LOGIGRAMME DE LA SOLUTION PROPOSEE

La simulation du logigramme est présentée ci-dessus dans le logiciel LOGO.

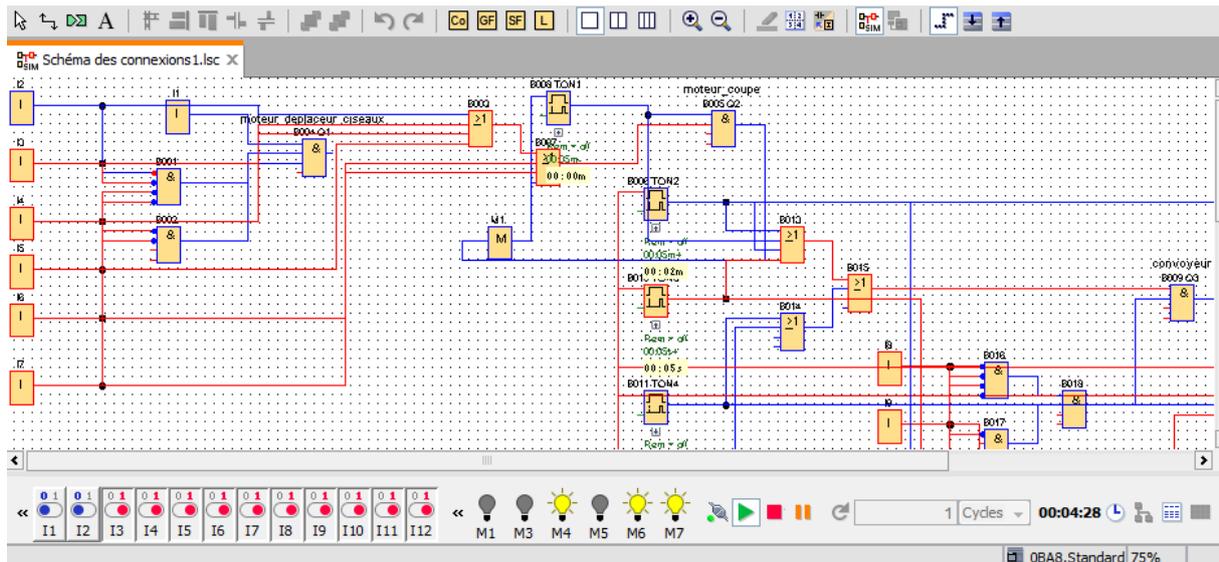


FIGURE 34: SIMULATION SOUS LOGO ! SOFT

La programmation de notre système a été réalisée par l'intermédiaire d'un API LOGO de siemens. Nous avons effectué la simulation en vue de vérifier l'authenticité de notre programme. Les tests expérimentaux n'ont pas eu lieu du fait de la contrainte du temps.

2.2. Avec Arduino

Programmation de la partie commande (VOIR ANNEXE 1)

2.2.1. Comparaison entre l'API et la carte Arduino:

Les différences majeures résultent au fait que les automates sont plus performants, plus sécurisés et plus faciles à programmer (ne nécessitant pas forcément un bagage informatique à cette guise) ce qui constitue leur atout par rapport aux cartes Arduino. En revanche, les cartes Arduino de leur côté apparaissent moins chères vis-à-vis des automates. En somme, les automates ne sont qu'une amélioration avancée des cartes Arduino, car ils facilitent la programmation des parties commandes bien qu'ils soient plus chers que les cartes Arduino.

2.2.2. Tack time et cycle time:

Le tack time renferme la durée nécessaire ou minimale pour effectuer une tâche ou pour produire une unité du produit de la production. Dans notre cas, conformément à ce que nous avons dit plus haut, le tack time est de 30 secondes par unité de câble (30 s /câble).

Le cycle time renferme le temps nécessaire en minutes à l'exécution d'une seule pièce (câble dans ce cas), il est dans ce cas estimé à 1 minute et 5 secondes par câble. toutefois, nous avons prévu 5 seconde pour le temps technologique.

2.2.3. Cadence de production :

C'est le nombre de fois qu'une tâche peut être exécutée au cours d'une heure. Pour ce qui est de notre cas, tout en se basant sur notre tack time, notre cadence de production est de 60 câbles par heure. Ce résultat peut être obtenu facilement en multipliant le cycle time par 60.

2.2.4. Comparaison entre la production automatisée et celle manuelle :

Nous constatons que l'amélioration fut amenée grâce à la comparaison entre les tack time, cycle time et le temps de cadence de production :

Initialement, notre tack time était de l'ordre de 300 secondes par tâche, notre cycle time était de son côté de l'ordre de 600 secondes par câble et la cadence de production était de 6 câbles par heure.

A partir de ce constat, tout en comparant les résultats du système automatisé, nous constatons une forte amélioration et l'instauration d'un « kaizen » durable et équilibré.

2.2.5. Conclusion des calculs théoriques :

De ce qui précède, nous remarquons que la productivité automatisée est de très loin plus importante que celle primitive car la productivité est améliorée et la satisfaction des clients devient de plus en plus efficace. En outre l'effectif des employés est considérablement réduit et l'entreprise se fera mieux d'économies.

CONCLUSION GENERALE

En définitive, l'automatisation de l'activité liée au *shield wire* et au dénudage constitue un atout indéniable au niveau de la productivité de l'entreprise et ceci constitue un gain au niveau financier.

De ce fait, cela est un essor au niveau de l'amélioration du processus de production et de l'ergonomie du système. En outre, le temps de production a été réduit afin de rehausser la production et d'avoir d'importants résultats tout en réduisant les tâches et les effectifs des employés.

Cependant, cette automatisation réalisée en vue de concevoir une machine automatique n'augmente-t-elle pas le taux de chômage en réduisant le nombre d'employés bien que la productivité soit accélérée ?

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Table des figures

Figure 1: L'implémentation de YAZAKI dans différents pays autour du monde.	7
Figure 2: Domaine d'activités du groupe YAZAKI	7
Figure 3: YAZAKI Morocco Kénitra	8
Figure 4: Jaguar X250, Land Rover L538	9
Figure 5: Organigramme de YAZAKI Maroc Kenitra	10
Figure 6: types de câblages	12
Figure 7: Fil électrique	12
Figure 8: Terminaux	13
Figure 9: Connecteurs	13
Figure 10: Ruban d'isolement.....	14
Figure 11: Tubes	14
Figure 12: Fusibles.....	14
Figure 13: Clips ou agrafes	15
Figure 14: Protecteur	15
Figure 15: Exemple de machine de coupe	16
Figure 16: Pré-assemblage	16
Figure 17: Montage individuel et montage en chaîne	17
Figure 18: Machines automatiques	18
Figure 19: Résumé du processus de production	18
Figure 20: Définition simplifiée de KAIZEN	19
Figure 21: poste de Shield Wire.....	20
Figure 22: machine de dénudage	20
Figure 23: exemples de documentation utilisée	21
Figure 24: Organigramme des tâches	22
Figure 25: Automate LOGO de siemens	23
Figure 26: appareil de scan de codes barre	23
Figure 27: Différents capteurs TOR	24
Figure 28: ciseau électrique	24
Figure 29: exemple d'aspirateur Rumbo	25
Figure 30: exemple de redresseur de câble	25
Figure 31: boucheuse à levier	26
Figure 32: convoyeur à bande	26
Figure 33: Logigramme de la solution proposée	29
Figure 34: simulation sous LOGO ! SOFT	30

Table des tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique de YAZAKI Kenitra	9
Tableau 2: tableau récapitulatif des dépenses nécessaires	27

SOMMAIRE DES ANNEXES :

ANNEXE 1 : **Programmation de la partie commande avec l'arduino**

```

const int action_coupe75_mm=2;
const int action_coupe60_mm=3;
const int action_coupe50_mm=4;
const int action_coupe35_mm=6;
const int action_coupe40_mm=5;
const int action_coupe90_mm=7;
const int action_aspirateur=8;
const int action_dresseur=9;
const int action_verificateur=10;
const int action_boucheuse=11;
const int action_denudeuse=12;
const int bouton_demarrage=13;
const int capteur_1=2;
const int capteur_2=3;
const int capteur_3=4;
const int capteur_4=5;
const int capteur_5=6;
const int capteur_6=7;
const int capteur_7=8;
const int capteur_8=9;
const int capteur_9=10;
const int capteur_10=11;
const int capteur_11=12;
const int capteur_12=12;
int etat_0;
int etat_1;
int etat_2;
int etat_3;
int etat_4;
int etat_5;
int etat_6;

void setup(){
pinMode(action_coupe75_mm,OUTPUT);
pinMode(action_coupe60_mm,OUTPUT);
pinMode(action_coupe50_mm,OUTPUT);
pinMode(action_coupe40_mm,OUTPUT);
pinMode(action_coupe35_mm,OUTPUT);
pinMode(action_coupe90_mm,OUTPUT);
pinMode(action_aspirateur,OUTPUT);
pinMode(action_dresseur,OUTPUT);
pinMode(action_verificateur,OUTPUT);
pinMode(action_boucheuse,OUTPUT);
pinMode(action_denudeuse,OUTPUT);
pinMode(bouton_demarrage,INPUT);
pinMode(capteur_1,INPUT);
pinMode(capteur_2,INPUT);
pinMode(capteur_3,INPUT);
pinMode(capteur_4,INPUT);
pinMode(capteur_5,INPUT);
pinMode(capteur_6,INPUT);
pinMode(capteur_7,INPUT);
pinMode(capteur_8,INPUT);
pinMode(capteur_9,INPUT);
pinMode(capteur_10,INPUT);
pinMode(capteur_11,INPUT);

```

```

pinMode(capteur_12,INPUT);

etat_0=LOW;

etat_1=LOW;

etat_2=LOW;

etat_3=LOW;

etat_4=LOW;

etat_5=LOW;

etat_6=LOW;

}

void loop(){
if(etat_0==HIGH){
if(etat_0==HIGH){
digitalRead(capteur_1,LOW);
digitalWrite(action_coupe75_mm,LOW);
digitalRead(capteur_2,LOW);
digitalWrite(action_coupe60_mm,LOW);
digitalRead(capteur_3,LOW);
digitalWrite(action_coupe50_mm,LOW);
digitalRead(capteur_4,LOW);
digitalWrite(action_coupe40_mm,LOW);
digitalRead(capteur_5,LOW);
digitalWrite(action_coupe35_mm,LOW);
digitalRead(capteur_6,LOW);
digitalWrite(action_coupe90_mm,LOW);
digitalRead(capteur_7,LOW);
digitalWrite(action_aspirateur,LOW);
digitalRead(capteur_8,LOW);
digitalWrite(action_dresseur,LOW);
digitalRead(capteur_9,LOW);
digitalWrite(action_verificateur,LOW);

digitalRead(capteur_10,LOW);
digitalWrite(action_boucheuse,LOW);
digitalRead(capteur_11,LOW);
digitalWrite(action_denudeuse,LOW);
digitalRead(capteur_12,LOW);
digitalRead(bouton_demarrage,HIGH);
}
else
if(etat_1==HIGH){
digitalRead(capteur_1,HIGH);
digitalWrite(action_coupe75_mm,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_7,HIGH);
digitalWrite(action_aspirateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_8,HIGH);
digitalWrite(action_dresseur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_9,HIGH);
digitalWrite(action_verificateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_10,HIGH);
digitalWrite(action_boucheuse,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_11,HIGH);
digitalWrite(action_denudeuse,HIGH);
}
if(etat_2==HIGH){
digitalRead(capteur_2,HIGH);
digitalWrite(action_coupe60_mm);
delay(15000)

```

```

digitalRead(capteur_7,HIGH);
digitalWrite(action_aspirateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_8,HIGH);
digitalWrite(action_dresseur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_9,HIGH);
digitalWrite(action_verificateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_10,HIGH);
digitalWrite(action_boucheuse,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_11,HIGH);
digitalWrite(action_denudeuse,HIGH);
}
if(etat_3==HIGH){
digitalRead(capteur_3,HIGH);
digitalWrite(action_coupe50_mm,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_7,HIGH);
digitalWrite(action_aspirateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_8,HIGH);
digitalWrite(action_dresseur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_9,HIGH);
digitalWrite(action_verificateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_10,HIGH);
digitalWrite(action_boucheuse,HIGH);
delay(15000)

```

```

digitalRead(capteur_11,HIGH);
digitalWrite(action_denudeuse,HIGH);
}
if(etat_4==HIGH){
digitalRead(capteur_4,HIGH);
digitalWrite(action_coupe40_mm,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_7,HIGH);
digitalWrite(action_aspirateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_8,HIGH);
digitalWrite(action_dresseur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_9,HIGH);
digitalWrite(action_verificateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_10,HIGH);
digitalWrite(action_boucheuse,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_11,HIGH);
digitalWrite(action_denudeuse,HIGH);
}
if(etat_5==HIGH){
digitalRead(capteur_5,HIGH);
digitalWrite(action_coupe35_mm,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_7,HIGH);
digitalWrite(action_aspirateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_8,HIGH);
digitalWrite(action_dresseur,HIGH);

```

```
delay(15000)
digitalRead(capteur_9,HIGH);
digitalWrite(action_verificateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_10,HIGH);
digitalWrite(action_boucheuse,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_11,HIGH);
digitalWrite(action_denudeuse,HIGH);
}
if(etat_6==HIGH){
digitalRead(capteur_6,HIGH);
digitalWrite(action_coupe90_mm,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_7,HIGH);
digitalWrite(action_aspirateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_8,HIGH);
digitalWrite(action_dresseur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_9,HIGH);
digitalWrite(action_verificateur,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_10,HIGH);
digitalWrite(action_boucheuse,HIGH);
delay(15000)
digitalRead(capteur_11,HIGH);
digitalWrite(action_denudeuse,HIGH);
}
}
```

BIBLIOGRAPHIE

- *Livre :*

Georges Asch et Coll., 2008, Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod, pp

Sites Internet:

www.Yazaki-group.com

www.Automation-sense.com

www.Conrad.fr

www.Automation-maroc.com

www.Siemens.ma

LOGICIELS :

Apisim

Logosoft v8.0

Tiaportal

Edugraf version student

Proteus 7

Shemaplik v4.0

Logiciel arduino

fritzing