

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche
Scientifique



Université de Ghardaïa

N°d'ordre :
N° de série:

Faculté des Sciences et Technologie
Département des Sciences et Technologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Génie électrique

Spécialité : Maintenance en instrumentation industrielle

« Rapport de stage »

THEME:

Moteur asynchrone

PAR :

Dartagnan Ossama

Lahsiane Moussa

Jury:

M^f: Biteur kada

Maître Assistant A Univ. Ghardaïa

Encadreur

M. Kifouche abedessalam

Maître Assistant A Univ. Ghardaïa

Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2014/2015

Remerciements

Nous tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant
et

Miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience
d'accomplir ce

Modeste travail.

Nous tenons à remercier tous les enseignements du
département génie Électrique et plus particulièrement :
Mr. Biteur Kada Ce qu'il nous a donné ses conseils et
directives valeur qui étaient de nous aider dans la
réalisation de cette recherche

Nous tenons à remercier tous le personnel ALFAPIPE.

Sincères remerciements et sa gratitude à tous ceux qui nous
ont aidés, de près ou de loin pour accomplir ce travail

Et tous ceux qui ont participé de loin ou de près et qui
nous ont aidés

L'élaboration de ce mémoire de fin d'études.

Sommaire

Introduction	1
I : PRESENTATION DE L'UNITE	1
I.1) historique	1
I.2) Description de l'entreprise alfa pipe	1
I.3) domaine d'activité de l'entreprise.....	3
II. Etude sommaire de l'activité de production de tubes	4
II.1) Les équipements.....	4
II.2. Schéma synoptique du procédé de fabrication	6
II.3) Description du procédé de fabrication	7
1) Machine à soude en spirale.....	7
1.1) Description	7
1.2) Caractéristiques techniques.....	8
1.3) Fonctionnement de la machine à souder en spirale	9
1.4) Sécurité de la machine à souder	9
1.5) Entretien de la machine à souder en spirale	10
2) nettoyage des tubes.....	10
3) Contrôle visuel	10
4) Radioscopie	11
5) Installation hydrostatique_	11
6) Chan freinage.....	12
7) Examen ultra-sons	12
7.1) Examen de soudure	13
7.2) Examens des dédoubleurs.....	13
8) Contrôle radiographique	14
9) Usine de revêtement de tubes	14
10) Grenailage.....	15

III. La Maintenance	16
1) La maintenance avec polyvalence (dépannage).....	16
2) La maintenance préventive	16
3) les ateliers de réparation et d'usinage	16
III.2) Ateliers	17
IV. Moteur asynchrone	17
1) Définition sur le Moteur asynchrone.....	17
2) Constitution et principe de fonctionnement.....	17
2.1) Stator ou inducteur.....	17
2.2) Rotor ou induit.....	18
2.2.1) À cage.....	18
2.2.2) À double cage.....	19
2.2.3) À double encoche ou à encoches profondes	19
2.2.4) À bague.....	19
2.3) Couplage des enroulements.....	20
2.4) Glissement d'une machine asynchrone.....	20
3) étude à vide et en charge	21
3.1) L'essai à vide.....	21
3.2) L'essai en charge.....	24
A) Le point de fonctionnement.....	24
b) Le fonctionnement à V/f constant.....	25
c) Le fonctionnement à V/f constant et à couple résistant constant	25
4) Bilans de puissance.....	25
4.1) Bilan de puissance de la machine fonctionnant en moteur.....	25
4.2) Bilan de puissance de la machine fonctionnant en génératrice.....	26
5) Conclusion	27

Liste des figures

Figure 01 : schéma de l'organisation général de la filiale Alfa pipe Gas Ghardaïa.....	3
Figure 02 : Schéma synoptique du procède de fabrication.....	6
Figure 03 : Machine à soude en spiral.....	8
Figure 04 : Tube à contrôle visuel.....	11
Figure 05 : Tv de Radioscopie.....	11
Figure 06 : Tube à exam hydrostatique.....	12
Figure 07 : Tube à l'examen ultra-sons.....	13
Figure 08 : De tubes revêtement extérieurement.....	15
Figure 09 : Moteur asynchrone.....	17
Figure 10 : Stator.....	19
Figure 11 : Rotor.....	20

Introduction :

Dans la zone industrielle de notre région, l'implantation de tuberie spirale ALFAPIPE à Ghardaïa entre dans le cadre de la politique d'équilibre régional et du développement des régions des héritées. A cette raison politique s'ajoutent des motivations économique, les puits de pétrole et d gaz se trouvent à proximité de l'usine : Hassi R'mel et Hassi Messaoud.

La tuberie spiral d'El-Hadjar ne prouvent pas seul satisfaire les gros besoins de sonatrach en matière de transport des hydrocarbures.

La société est basée sur le domaine mécanique et hydraulique et sur tout l'électrique et l'automatique.

Pour finaliser notre formation, on a fait un stage de fin d'études au niveau de la société PIPE GAZ SPA GHARDAIA, durant ce stage on a choisis le moteur asynchrone comme un thème de fin d'étude.

I. PRESENTATION DE L'UNITE :

I.1) historique :

Les puits de contrôle et de gaz se trouvent à proximité de l'usine Hassi R'mel et Hassi Messaoud, la tuberie spiral d'El-Hadjar (Annaba) ne peuvent pas seul satisfaire les gros besoins de SONATRACH en matière de transport des hydrocarbures. Il a été de céder de créer cette 2^{eme} unité similaire à la 1^{er}.

La mise en chantier de l'unité a démarré en Avril 1974 par une société allemande, et elle est entrée en production en 1977 d'une capacité de 120.000 tonnes annuelle, d'une équivalence de 375Km de tubes de 42 pouces de diamètre.

I.2) Description de l'entreprise alfa pipe :

L'entreprise nationale de transformation des tubes et produits plats issues de la restructuration de la société nationale de sidérurgie, groupe ANABIB PIPE GAZ, tuberie spirale destinée à fabrique des tubes en acier pour la transporte du pétrole, gaz et l'eau.

Implantée à la zone industrielle de Bounoura à Ghardaïa, à 10 km du chef-lieu de wilaya, l'usine occupe une superficie de 230 000 m² et son effectif s'élève en moyenne à 500 employés. En production depuis 1977, ALFAPIPE Tuberie de Ghardaïa adopte la politique du changement dans la continuité. Sa spécialité est la fabrication de tubes en acier soudés en spirale (de diamètre 20 à 64 pouces, d'épaisseur 7,92 à 15 mm et d'une longueur de 7 à 13 m).

Grâce à la qualité de ses produits, à la rigueur et l'expérience de son personnel, ALFAPIPE Tuberie de Ghardaïa répond aux demandes spécifiques de ses clients et offre

des prestations diverses, en respectant les délais. La satisfaction de nos clients, est l'objectif principal de notre société : elle conditionne le succès et la pérennité de l'entreprise.

ALFAPIPE Tuberie de Ghardaïa est aujourd'hui un partenaire incontournable qui reste à l'écoute des nouvelles technologies et contribue pleinement au développement national.

La capacité de l'unité est de 100.000 T/An. Les machines peuvent produire des tubes de 16 à 64 pouces de diamètre et de 8 à 16mm d'épaisseur et une longueur de 8 à 16m.

La matière première sous forme de bobine ayant un poids moyen de 20T et une largeur de 800 à 1800mm.

- Entendue de la spécification :

La présente spécification définit les exigences techniques concernant la fabrication, le contrôle (destructif et non destructif) et la fourniture des tubes en acier, destinés à la construction des ouvrages de transport d'hydrocarbures en service non corrosif. L'usine fabriquant les tubes devra bénéficier des certifications API Q1 et API, ISO. Les tubes sont fabriqués selon norme API 5L 44^e édition et spécifiquement technique du client. Le règlement algérien de sécurité pour les canalisations de transport d'hydrocarbures.

-Les normes de fabrication de tube :

En dehors des dérogations ou des exigences particulières de la présente spécification et/ou de la commande, tous les tubes seront rigoureusement contrôlés suivant les normes **API** :

- **API:** American Petroleum Institute Standards.
- API 5L: specification for line Pipe, 44^{ème} édition,
- API Q1: specification for quality programs.
- **ASME** :American Society for Mechanical Engineers
- ASME Partie C: Spécification Pour Baguettes d'Apport, Electrodes et Métaux d'Apport.
- **ASNT** American Society for Non-Destructive Testing ASNT
- SNT-TC-1A, Pratiques Recommandées pour la Qualification et la Certification du Personnel du Contrôle Non Destructif

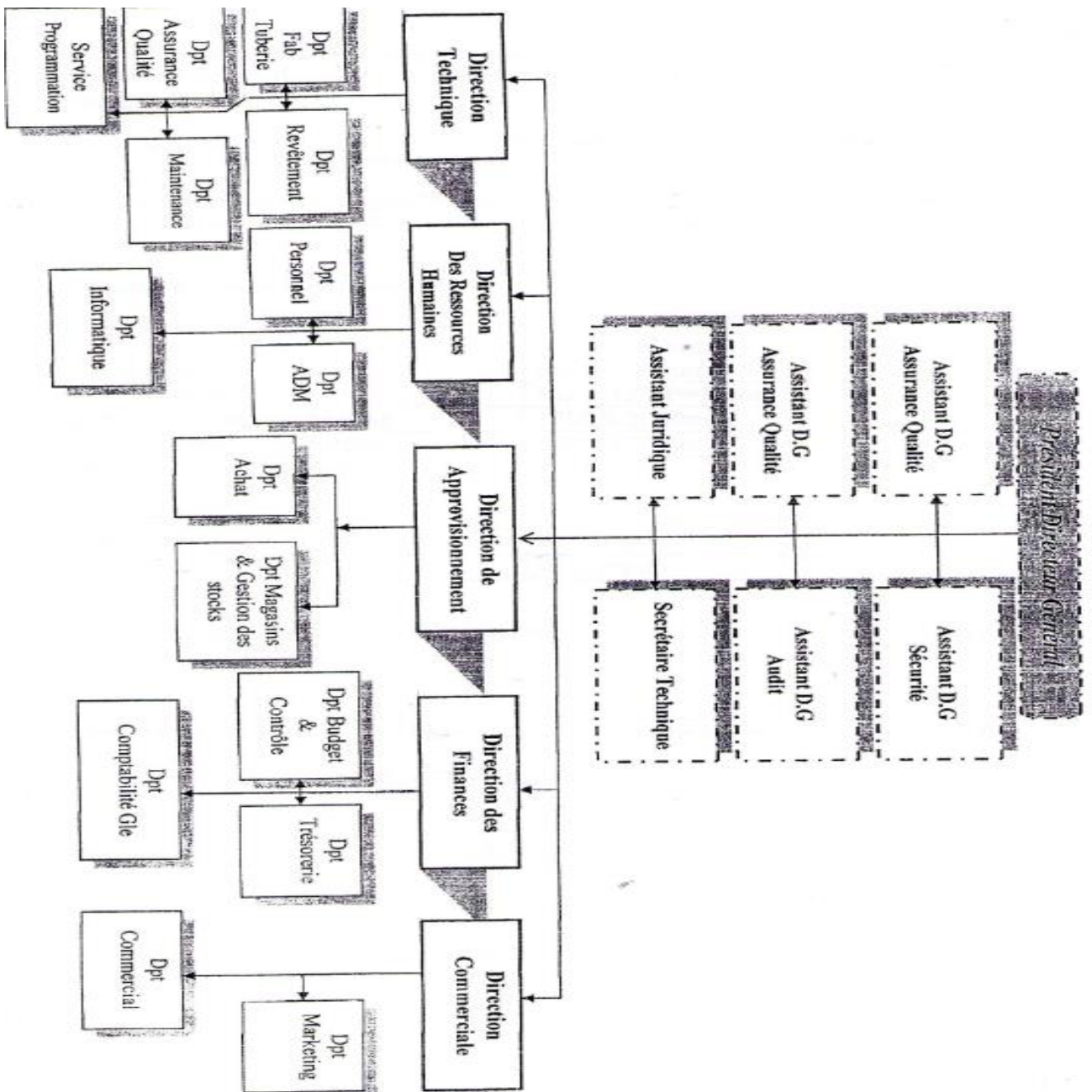


Figure 01 : Schéma de l'organisation général de la filiale Alfa-Pipe Gas Ghardaïa

I.3) domaine d'activité de l'entreprise :

L'entreprise PIPE-GAZ transforme les bobines en tubes spirales pour transporter le pétrole, le gaz, l'eau et tous autres liquides sous haute pression.

Pipe-line :

- Oléoducs (transport du pétrole).
- Gazoducs (transport du gaz).

Hydraulique :

- Transport d'eau.
- Alimentation en eau potable.
- Infrastructure hydraulique.
- Assainissement (Ségou).
- Drainage.
- Soutien puits.

II. Etude sommaire de l'activité de production de tubes :

Les machines installées dans l'usine peuvent produire des tubes de 16 à 64 pouces ou (400 à 1600mm) de diamètre, 7 à 16mm d'épaisseur (avec des bobines d'acier) et de 7 à 16m de longueur (la demande est limité au environ 13m de longueur maximum). Les bobines sont en acier d'une nuance de X35à X70.

Les bobines sont transportées par voie ferrée de jijel à Touggourt ou elles sont stockées dans un dépôt d'une capacité de 40.000 tonnes, pour être transportées par camion SNTR jusqu'à GHARDAIA (350Km).

II.1) Les équipements :

La fabrication des tubes en spirale nécessite des employeurs à haute qualification et des grandes équipements, donc ALFA PIPE contient les machines suivantes :

- Les machines de préparation des bobines
- Quatre machines à souder
- deux installations de nettoyage de tubes
- deux zones de reprise de soudure
- dispositif d'oxycoupage
- contrôle radioscopique et radiographiques
- installation de chan freinage
- banc d'essai hydrostatique
- installation de revêtement extérieur
- installation d'enrobage intérieur
- des convoyeurs qui assurent les déplacements des tubes entre les différentes machines
- des pontes roulantes pour différentes poids 15T ,34T .

En plus des équipements on trouve des différents ateliers et des laboratoires pour vérifier la qualité des produits et pour fournir les pièces de rechange pour les différentes machines.

- atelier d'usinage

Moteur asynchrone

- atelier électrique
- labo mécanique
- labo électronique
- labo chimique

II.2. Schéma synoptique du procédé de fabrication :

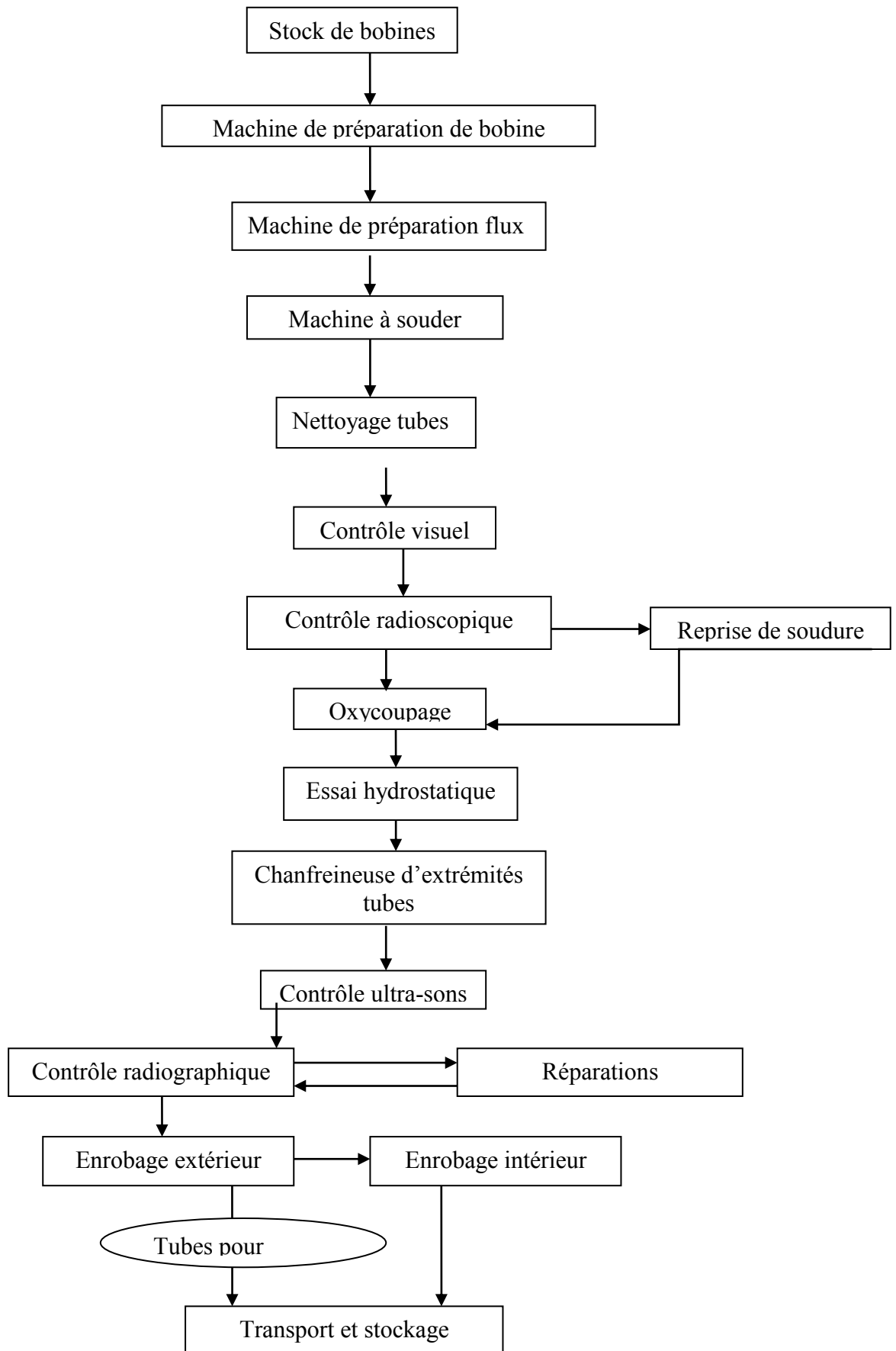


Figure 10 : Schéma synoptique du procédé de fabrication

II.3) Description du procédé de fabrication :

1) Machine à soude en spiral :

1.1) Description :

La machine à souder en spirale sert à fabriquer des tubes à partir des bandes de différentes largeurs et épaisseurs dévidés des bobines. Ces bandes sont roulées en hélice et sont ensuite soudées intérieurement et extérieurement selon le procédé de soudure en flux.

Ces éléments essentiels sont constitués par :

- élément de préparation de bobine (BANDE)
- élément de formage du tube.
- élément de sortie du tube.

L'élément de réparation des bandes : s'étend du dispositif de déroulage des bandes dévidées jusqu'aux rouleaux de l'entraîneur. Dans cette zone la bobine est tirée au travers de la machine et passe par différents stades de l'usinage. Elle est dressée, guidée et rongée des deux côtés par la cisaille circulaire de rognage qui fait ensuite.

L'élimination des bords de laminage est liée à la mise au point d'une largeur constante de bande. Ensuite à l'aide des outils raboteurs et de brosse de nettoyage, on prépare les rives pour la soudure. Le défilement des bobines est assuré par le rabotage des bobines pour obtenir une bande sans fin fait également partie de la réparation des bandes. L'opération se fait comme suit :

- Couper les languettes de fin de bande.
- Aligner les rives.
- Souder.

Pendant cette phase de l'usinage, la soudure de tube est interrompue, pendant un court laps de temps. Tous les éléments de la partie préparation des bobines sont boulonnés fixés sur le châssis de base de la machine, celui-ci repose sur des galets et il est pivoté dans la position correspondante (angle d'entrée) selon la largeur et le diamètre du tube.

Dans la cage de formage, la bande est formée en tube selon le principe de la cintruse à rouleaux multiples. Les rives qui convergent dans la cage de formage sont soudées intérieurement d'abord, extérieurement ensuite. Sur un châssis orientable pour le réglage de la fonte de soudure sont montées la lunette de commande (dispositif de guidage du tube) le support avec la traverse pour l'installation de soudage extérieur et le dispositif de descente du tube.

Le tube sortant est réduit à la longueur correspondante par le chariot mobile d'oxycoupage.

Le tube sectionné à la longueur voulue, pendant son passage continu, est descendu sur l'installation de transport (grille) est évacuée latéralement hors de la machine.



Figure 02 : Machine à soude en spiral

1.2) Caractéristiques techniques :

Largeur de bande	
Bande non rongée	630 à 1830mm
Bande rongée	600 à 1800mm
Poids de bobine	Max .30MP=30tonnes
Diamètre extérieur de bobine	1200 à 2000mm
Diamètre intérieur de bobine	600 à 820mm
Angle d'entrée de bobine	18° à 45°
Epaisseur de la paroi du tube	8 à 16mm
Gamme de diamètre du tube	16 à 64pouce (406.4 à 1625.6mm)
Gamme de longueur du tube	9 à 16m
Qualité de tube	Acier Fer

Tableau 01 : Caractéristiques techniques de Machine à soude en spiral

1.3) Fonctionnement de la machine à souder en spirale :

-Conformément à la largeur de la bande selon l'échelle graduée, la chaise support de la bobine se trouve dans la position requise transversalement à la direction du déroulement de la bobine (bande).

-Le chariot récepteur de bobine est avancé, c'est à dire que les dispositifs de serrage se trouvent face à face.

- La bobine se trouve dans la machine, la précédente bobine est épuisée, il y a lieu, maintenant, de souder l'extrémité (début) de la bande de la nouvelle bobine, sur l'extrémité (fin) de la précédente.

- Planeuse avec guide bande.

-Cisaille circulaire avec râcheuse.

- Support de raclage avec outils de raclage des rives.

-Brosse des rives et des surfaces.

- Cylindre de l'entraîneur, galet de préformage des rives et barre de guidage sont pré réglés sur l'épaisseur respectivement, la largeur de la bande.

- Cage de formage, tête de soudure extérieur avec dispositifs de réglage, lunette de commande avec dispositif de réglage de la fente de soudure, dispositif de control aux ultra-sons, chevalet support du tube, chariot d'oxycoupage et dispositifs de descente sont pré réglés sur le diamètre du tube, respectivement sur l'angle d'inclinaison.

* le châssis de la machine est réglé sur l'angle d'entrée de la bande.

* l'arrêt automatique sur le pupitre de commande est mis en point.

* les réservoirs à flux pour la soudure spirale et transversale sont remplis.

* le tambour de fil à souder pour soudure intérieur et extérieur, comme pour le rabotage des bandes, sont équipés de bobine de fin à souder.

* propane et oxygène pour dispositif de rabotage et chariot d'oxycoupage sont branchés, la veilleuse sur le chariot d'oxycoupage est allumée. L'air comprimé pour les dispositifs de soufflage entre le racleur et la brosse de surface et avant les cisailles circulaires sont branchés. Il en est de même pour le raccordement de l'eau de refroidissement du tube sur le dispositif du control aux ultra-sons et l'eau de couplage pour refroidissement du support de soudure (soudure intérieur)

1.4) Sécurité de la machine à souder :

Avant la mise en route de la machine à souder en spirale, les opérations doivent s'assurer de la présence de dispositifs dans la zone dangereuse de la soudure.

Avant tout, il y a lieu de tenir éloignée de la machine toutes personnes étrangères.

Les zones, particulièrement, dangereuses sont ceux entre la chaise-support de bobine et le chariot récepteur de bobine, entre le support de bobine, entre les dispositifs de serrage, devant la râcheuse

et la cisaille circulaire, dans la zone de l'entraîneur, dans la zone de déplacement du chariot d'oxycoupage, en les dispositifs de descente des tubes.

En cas d'urgence appuie sur les boutons poussoirs rouge (ARRET D'URGANCE) qui se trouve sur tous les tableaux et pupitre de commande.

1.5) Entretien de la machine à souder en spirale :

Il est indiscutable qu'au premier chef de la sécurité du fonctionnement et la longévité de l'équipement dépendant d'un entretien minutieux et du soin qu'on en prend à cet effet il y a lieu :

- de nettoyage l'équipement une fois par semaine.
- de graisser, après le nettoyage hebdomadaire, les broches coulisses, vis en mouvement.
- de rincer proprement les engrenages et les paliers lors de renouvellement de la graisse, avant le nouveau remplissage.
- de n'employer que les huiles et les graisses indiquées par le constructeur.

Remarque :

- Les travaux d'entretien ne doivent être entrepris que lorsque la machine est mise hors circuit.

2) nettoyage des tubes :

Chaque tube sortant de la machine à souder doit être entré dans chaîne de contrôles pour but d'assurer la qualité de soudure pour éviter les problèmes dans les autres étapes de fabrication, donc le nettoyage des tubes est très intéressant. Le nettoyage de tube se fait comme suit :

Le tube est bloqué entre deux têtes porté par un bar de fer et qui entre le tube pendant que celui la tourne

Les dispositifs d'interruption de fin de course pour les longueurs nécessaires des tubes sont installés sur le châssis de sortie du tube.

La commande est installée dans l'ordre de déroulement de la bande, respectivement de déroulement des tubes.

3) Contrôle visuel :

Le but est de contrôler visuellement la qualité de soudure intérieur et extérieur par des agents professionnelle. S'il existe un défaut le tube sera réparé avant de continuer la fabrication.



Figure 03 : Tube à contrôle visuel

4) Radioscopie :

Le tube ainsi fabriqué est nettoyé, et en cas de défaut est mis en examen par la radioscopie.

La radioscopie est une installation très sophistiquée disposant d'un générateur de rayons X porté par un long bras de fer. Le tube entrant dans ce bras tourne hélicoïdalement.

Ainsi le cordon de soudure et en cas de défaut l'indique sur l'endroit exact, comme il peut tolérer le défaut, dans ce cas le tube est bon et dans le cas contraire il est envoyé à la réparation.



Figure 04 : Tv de Radioscopie

5) Installation hydrostatique :

Chaque tube est soumis à une épreuve hydraulique, le tube est bloqué entre deux têtes remplis d'eau et soumis à l'aide de pompe haute pression à la pression prescrite, qui correspond à une sollicitation qui voisine la limite élastique. La pression dans le tube nécessaire à l'étanchéité des extrémités de tube est maintenue pendant un temps fixé.



Figure 05 : Tube à exam hydrostatique

6) Chan freinage :

Les extrémités des tubes sont chanfreinées afin de permettre un raccordement cohérent et efficace entre deux tubes adjacents (chantier de canalisation).

Pour le chan freinage, le tube est fixé par ses deux bouts, et à l'aide de deux machines tournant disposant d'outils spéciaux usinent, les circonférences des deux extrémités de tube.

7) Examen ultra-sons :

La surveillance interne de la qualité de la soudure spirale a lieu immédiatement après le soudage à l'aide d'installation automatique. Ils existent deux examens aux ultra-sons, l'un est fait pour le contrôle de la soudure, l'autre est fait pour le contrôle et la détection des dédoubleurs.



Figure 06 : Tube à l'examen ultra-sons

7.1) Examen de soudure :

L'examen aux ultra-sons est réalisé à l'aide de palpeur à angles. Dans le cas de l'examen plus simple pour détecter les défauts longitudinaux on utilise deux palpeurs dont faisceau ultrasonore est perpendiculaire à la nature.

Pour un examen supplémentaire des défauts verticaux, on peut utiliser des palpeurs spéciaux, dans lesquels une partie du faisceau ultrasonore est dérivée et dirigée sous un angle de 45° par rapport à la soudure.

La 2^{ème} possibilité d'examen des défauts longitudinaux et verticaux est donnée par l'utilisation de 4 palpeurs. Dans tous les cas, les palpeurs sont guidés symétriquement de part et d'autre de la soudure grâce à des dispositifs de guidage de soudure

7.2) Examens des dédoubleurs :

Pour l'examen des dédoubleurs, on utilise l'examen ultra-sons avec ondes longitudinales. L'examen sur le tube fini est effectué sur la surface externe du tube. Normalement, on utilise pour l'examen des tubes, des palpeurs émetteurs-récepteurs. Ces palpeurs contiennent un éristale récepteur. Après l'entrée de l'onde sonore à travers une fente d'eau apparaissent sur l'oscillographie la suite échos de la paroi opposée.

Lorsque un dédoubleur se trouve sur le passage des ondes, le temps du parcours jusqu'à la première de la paroi opposé se prolongera. A l'aide de repère d'écran, on peut surveiller l'examen automatiquement. Avant le premier écho de la paroi opposé, se trouve le repère de la réflexion de dédoubleur avancée.

Si une intensité fixée à l'avance est dépassée dans cette sone, le signal sera déclenché. A l'aide de ce principe on examine les extrémités des tubes, le matériau de base et les zones à proximité de la soudure.

Lors de l'examen des matériaux de base entre les soudures et le palpeur décrit sur le tube des mouvements oscillants axiaux, pendant que le tube tourne hélicoïdalement sous le support de palpeur. De cette manière, le matériau est sondé presque perpendiculairement au sens de laminage, c'est à dire dans le sens longitudinal d'éventuels dédoubleurs. Les signaux ultrasons de l'installation sont marqués sur le tube à l'endroit précis concerné à l'aide de pistoles à peinture colorée de la même manière que les autres installations ultrasons automatiques. Les zones de soudure ainsi marquées sont dirigées ensuite vers l'examen aux rayons X.

8) Contrôle radiographique :

Le contrôle radiographique se fait dans l'installation de rayon X. C'est un appareil à rayon X qui photographie les points de réparation. Ceci pour détecter les éventuels défauts rencontrés lors de l'essai hydraulique.

Les films ainsi obtenus sont étudiés afin d'améliorer la chaîne de fabrication et intervenir pour la modification et l'ajustement d'appareillage. Aussi retire-t-on des instructions à l'encontre des opérateurs et réparateurs pour la fiabilité de fabrication.

9) Usine de revêtement de tubes :

Cette usine fait le revêtement de tubes extérieurement par le polyéthylène et intérieurement par la peinture.

Processus de la chaîne de revêtement extérieur :

- Séchage.
- Grenailage extérieur
- Chauffage par induction.
- Revêtement de tube en PE.
- Tunnel de refroidissement
- Cuti-back d'extrémité
- Bosseuse d'extrémité
- Contrôle d'électrique de défaut de revêtement.

Processus de la chaîne de revêtement intérieur :

- Nettoyage au karcher.
- Séchage par brûleur à gaz.
- Grenailage tube

- Peinture intérieure
- Contrôle final

Le séchage se fait par annulaire monté entre 2 convoyeurs à rouleaux est le gaz d'une puissance de 800 thermies.

Le four est contrôlé par armoire de commande disposant d'un régulateur de température qui agit sur des vannes d'arrêt à gaz liés à 4 brûleurs.

Une sonde avec gaine lg 150 sert à détecter la température du four.

L'intérêt du séchage est d'éliminer l'humidité qui est néfaste pour l'opération de grenailage.



Figure 07 : De tubes revêtement extérieurement

10) Grenailage

Cette fonction permet un nettoyage poussé des tubes c'est une projection de grenailage métallique sur le tube

Le système est constitué de :

- Une cabine.
- Circuit de récupération.
- Elévateur.
- Séparateur.
- Turbine.
- Filtre.
- Installation électrique.
- Installation pneumatique.

III. La Maintenance :

Dans n'importe quelle installation industrielle la maintenance est très importante, dans une entreprise, maintenir, c'est donc effectuée des opérations (dépannages, réparations, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité.

Dans ALFA PIPE la politique de maintenance est dérivée en 3 types de maintenance synchronisée par des relations et des opérations combinées pour le but de limiter les causes et les résultats des pannes.

1) La maintenance avec polyvalence (dépannage):

Ce type de maintenance accompagne la production dans les différentes phases, elle nécessite des opérateurs à haut qualification pour chaque machine, leur rôle est d'assurer la continuité de production et d'intervenir dans le site pour le dépannage ou la réparation des machines défaillantes. Ainsi de contrôler le fonctionnement des équipements en état marche.

Pour cela, la maintenance polyvalence occupe la grande partie dans la politique de maintenance dans ALFA PIPE et elle participe pour l'amélioration de production et de protéger l'état des machines.

2) La maintenance préventive :

Comme les grandes entreprises, ALFA PIPE a une politique de maintenance préventive qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant afin de tenter de prévenir la panne pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou par fois pratiques (l'équipement n'est pas disponibles à certains moments précis).

Pour cela le bureau technique prépare un planning des interventions préventives pour les importantes machines comme les machines à souder, installations de radioscopie et ultrasons et radiographique, l'usine de revêtement des tubes. On trouve deux types de maintenance préventive :

- la maintenance préventive systématique selon échancier calendaire (période temporelle fixe).soit selon un période d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités de produite, nombre de mouvements effectués).

- la maintenance préventive conditionnelle qui est réalisée à la suite de relever des mesures, des contrôles révélateurs de l'état de dégradation des équipements.

3) les ateliers de réparation et d'usinage :

Les deux politiques de maintenances précédentes ne peuvent pas assurer la continuité de production sans des pièces de rechanges et de réparation des équipements qui sont en panne donc l'entreprise comporte des ateliers de réparation mécanique, électrique et électronique et un atelier d'usinage pour fabriquer les pièces de rechanges et un atelier de chaudronnerie.

*Le rôle de maintenance n'est pas seulement de réparer ou dépanner mais aussi participe dans les améliorations en production et des équipements



Figure 08 : Moteur asynchrone

III.2) Ateliers :

Dans ces Ateliers on trouve de réparation mécanique, électrique et électronique et un atelier d'usinage pour fabriquer les pièces de rechange et un atelier de chaudronnerie

*Le rôle de maintenance n'est pas seulement de réparer ou dépanner mais aussi participe dans les améliorations en production et des équipements

IV. Moteur asynchrone :

1) Définition sur le Moteur asynchrone :

Le moteur asynchrone comporte deux parties essentielles, l'une fixe appelée stator (primaire) portant un bobinage triphasé logé dans les encoches et relie à la source d'alimentation, et l'autre mobile ou rotor (secondaire) qui peut être soit bobine soit à cage d'écureuil. La machines possédant un rotor « en cage d'écureuil » sont aussi connues sous le nom de machines à cage ou machine à cage d'écureuil. Le terme asynchrone provient du fait que ces deux parties sont coaxiales et séparées par un entrefer.

2) Constitution et principe de fonctionnement

2.1) Stator ou inducteur :

Il est constitué d'un cylindre ferromagnétique entaillé d'encoches permettant d'y loger les bobinages. Ce cylindre est constitué d'un empilement de plaques de tôles feuilletées afin de limiter les courants de Foucault.

Il est courant de réaliser une protection supplémentaire contre les échauffements anormaux des bobinages en plaçant au cœur de ceux-ci soit un disjoncteur thermique, soit un capteur de température, ceci afin de couper l'alimentation électrique en cas de dépassement d'un seuil déterminé de température.

Afin de réaliser le branchement du moteur au réseau, toutes les connexions sont regroupées dans un boîtier, généralement appelé par les électriciens, plaque à bornes. On y retrouve donc six connexions pour les enroulements statoriques, plus éventuellement celles du capteur de température.

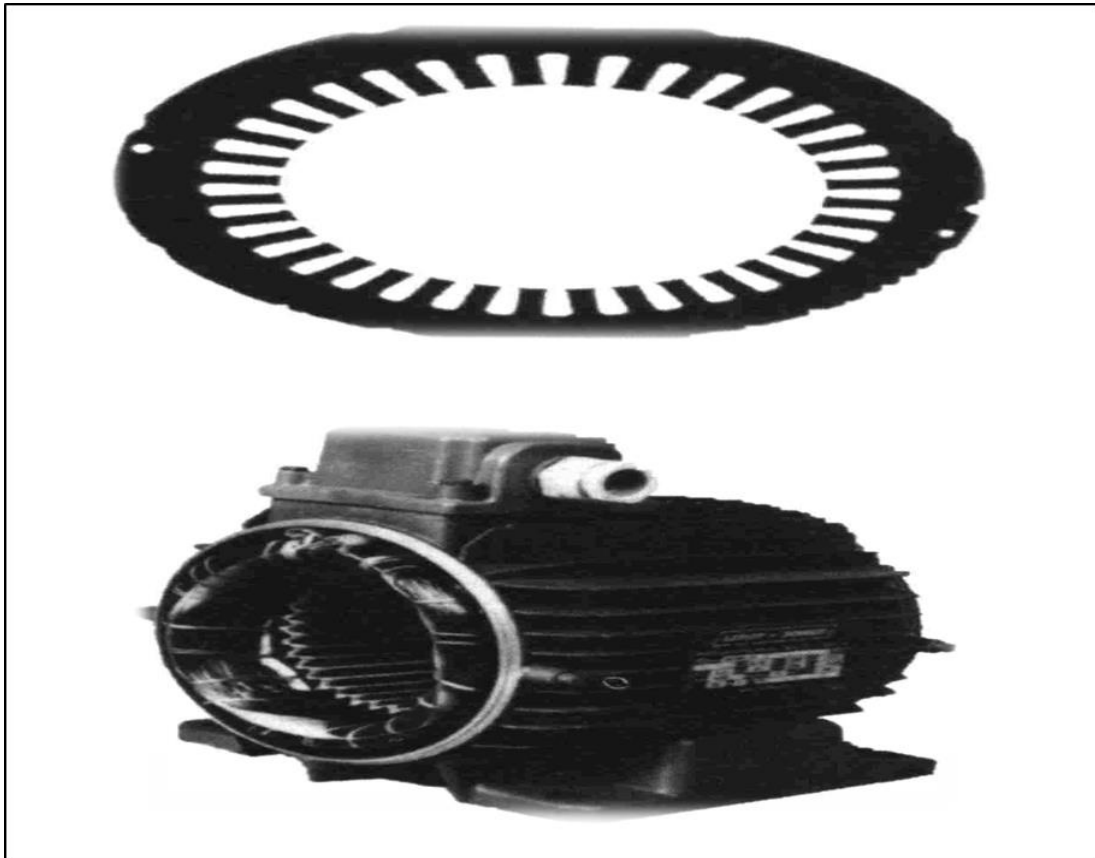


Figure 09 : Stator

2.2) Rotor ou induit :

Le rotor n'est relié à aucune alimentation. Il est constitué d'une masse métallique dont de l'aluminium pour l'alléger. On parle souvent de rotor à cage d'écureuil. On dit aussi qu'il est en court-circuit.

Il tourne à la vitesse de rotation $n < n_s$

On peut distinguer 4 types de rotor :

2.2.1) À cage : (rotor en court-circuit) : C'est le plus fréquent. Ce type de rotor a été inventé par Michail Ossipowitsch Doliwo-Dobrowolski au début des années 1890. Ces rotors sont constitués de tôles ferromagnétiques et de barres conductrices régulièrement réparties à la périphérie du rotor. Les barres sont reliées entre elles par deux anneaux de court-circuit (voir figures ci-contre). Les tôles ferromagnétiques servent à guider les lignes de champ tandis que les barres accueillent les courants induits. Pour les moteurs de faible puissance, les rotors sont réalisés à partir d'un empilement de tôles découpées et isolées les unes des autres (feuilletage) dans lesquelles on injecte un matériau conducteur de manière à constituer les barres ainsi que les anneaux de court-circuit. Pour les

moteurs de forte puissance, les barres sont insérés dans le rotor puis les anneaux de court-circuit sont soudés ou brasés aux barres¹⁷. Le matériau constituant les barres et les anneaux de court-circuit est généralement un alliage à base d'aluminium, mais on peut aussi rencontrer du cuivre ou du laiton. En général, les barres sont légèrement inclinées suivant l'axe du rotor afin que le nombre de barres présentes sous une phase statoriques soit constant quelle que soit la position du rotor. Ce procédé permet de diminuer la variation de la réluctance du circuit magnétique au cours de la rotation du rotor (ou « effet d'encoches ») et de diminuer ainsi les oscillations de couple. C'est cette inclinaison des encoches qui donne à l'ensemble barres plus anneaux de court-circuit la forme d'une cage d'écureuil déformée.

2.2.2) À double cage : le rotor est construit suivant le principe du rotor à cage simple, mais avec deux cages électriquement indépendantes. Une cage externe à la périphérie du rotor est composée de matériaux résistifs (laiton, bronze) et possède une faible dispersion magnétique. Une cage interne en cuivre possède une résistivité plus faible et une dispersion magnétique importante. La cage externe, surtout active au démarrage, permet d'obtenir un couple plus important dans cette phase de fonctionnement, tandis qu'à régime nominal la cage interne permet de retrouver les caractéristiques d'un rotor à simple cage.

2.2.3) À double encoche ou à encoches profondes : ce sont des rotors à cage qui utilisent l'effet de peau dans les conducteurs afin de faire varier la résistance du rotor en fonction de la vitesse de fonctionnement de la machine. L'effet de peau est un phénomène électromagnétique qui fait que plus la fréquence des courants augmentent, plus le courant n'a tendance à ne circuler qu'en surface des conducteurs. Ainsi, au démarrage, la fréquence des courants rotoriques est égale à celle de l'alimentation et le courant n'utilise que la partie supérieure de la barre. Puis, au fur et à mesure que la vitesse de rotation du rotor augmente, la fréquence des courants rotoriques diminue et le courant utilise une surface de plus en plus importante des barres. Ces topologies de rotor permettent un démarrage avec un couple plus important lorsque la machine est alimentée par une source de tension fixe (sans variateur).

2.2.4) À bague : le rotor d'une machine à bague est constitué de trois bobines (on parle aussi de rotor bobiné). Chaque bobine est reliée à une bague. Les bagues permettent d'avoir une liaison électrique avec les bobines du rotor. Ce type de rotor a été conçu pour permettre la variation de résistance du rotor en insérant des résistances en série avec les bobines afin de réaliser un démarrage rétorque. Ce dispositif a ensuite permis la variation de vitesse avec un rendement acceptable au moyen d'un procédé appelé cascade hypo synchrone. Le coût élevé et l'apparition des variateurs de fréquence a rendu obsolète ce type de machine.



Figure 10 : Rotor

2.3) Couplage des enroulements

La plus petite tension inscrite sur la plaque signalétique du moteur doit se retrouver aux bornes d'un enroulement. Suivant le réseau triphasé utilisé, le couplage sera en étoile ou en triangle.

Exemples :

Réseau	Moteur 127 V/230 V	Moteur 230 V / 400 V	Moteur 400 V/ 660 V
127 V/230V	Etoile	Triangle	Aucun
230 V / 400 V	Aucun	Etoile	Triangle
400 V / 660 V	Aucun	Aucun	Etoile

REGLE: Si la petite tension du moteur (c'est à dire la tension max supportée par un enroulement du stator) est égale à la tension simple du réseau, le stator sera couplé en **étoile**, et si elle correspond à la tension composée du réseau, on couple le stator en **triangle**.

2.4) Glissement d'une machine asynchrone

Le glissement est une grandeur qui rend compte de l'écart de vitesse de rotation d'une machine asynchrone par rapport à la vitesse de rotation de son champ statoriques. Il doit y avoir une différence de vitesse pour que ce type de moteur fonctionne car c'est le décalage entre le rotor et le champ statoriques qui provoque l'apparition des courants induits au rotor, courants qui créent le champ rétorque. Il est toutefois possible, par exemple pour réaliser des mesures qui permettent d'identifier les caractéristiques de la machine (*essai au synchronisme*), d'atteindre la vitesse de synchronisme en utilisant un dispositif comportant au moins un deuxième moteur (par exemple un moteur synchrone), qui assurera la production du couple nécessaire au maintien de la rotation.

Moteur asynchrone

En régime, le glissement est toujours faible, de l'ordre de quelques pour cents : de 2 % pour les machines les plus grosses à 6 ou 7 % pour les petites machines triphasées, il peut atteindre 10 % pour les petites machines monophasées. Les pertes par effet Joule dans le rotor étant proportionnelles au glissement, une machine de qualité se doit de fonctionner avec un faible glissement.

- On désigne par n_s la fréquence de rotation du champ statoriques dans la machine.
- On désigne par n la fréquence de rotation de la machine.

La fréquence de synchronisme est toujours un sous-multiple entier de la fréquence de l'alimentation électrique :

- En 50 Hz c'est un sous-multiple de 3 000 tr/min, soit : 3 000 ; 1 500 ; 1 000 ; 750, etc.
- En 60 Hz c'est un sous-multiple de 3 600 tr/min, soit : 3 600 ; 1 800 ; 1 200 ; 900, etc.

Soit p le nombre de paires de pôles de la machine et f la fréquence de l'alimentation. On a :

$$n_s = \frac{f}{p} \text{ En tr/s ou } n_s = \frac{60f}{p} \text{ En tr/min.}$$

Le *glissement* correspond à la différence de vitesse entre le rotor et le champ statorique exprimée sous la forme d'un pourcentage de la fréquence de rotation.

$$n_s - n = g \cdot n_s,$$

Soit

$$g = \frac{n_s - n}{n_s}$$

- ω_s la vitesse angulaire de synchronisme du champ statoriques dans la machine.
- ω la vitesse angulaire de rotation de la machine.

3) ETUDE À VIDE ET EN CHARGE

3.1) L'essai à vide

- Nous dirons que le moteur fonctionne à vide s'il n'entraîne aucune charge sur son arbre. L'indice «o» caractérise cet essai. Le couple utile $T_{u0} = 0 \text{ Nm}$
- La fréquence de rotation du rotor est notée n_o , elle est considérée comme identique à la fréquence de rotation n_s du champ tournant Les fréquences de rotation $n_o = n_s$

Toutes les puissances mises en jeu dans le bilan des puissances peuvent être recalculées dans le cas de l'essai à vide en tenant compte des deux relations précédentes.

Puissance absorbée à vide à vide

Moteur asynchrone

$$P_o = UI_o \sqrt{3} \cos\varphi_o$$

P_o	La puissance électrique absorbée à vide en watts [W]
U	La tension entre deux phases en volts [V]
I_o	L'intensité du courant de ligne à vide en ampères [A]
φ_o	L'angle de déphasage entre courant et tension à vide en degrés [°]

Pertes par effet Joule dans le stator

- Si la résistance R est donnée entre deux bornes de phases

$$P_{jso} = \frac{3}{2} RI_o^2$$

P_{jso}	Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts [W]
R	La résistance entre deux bornes de phases en ohms [Ω]
I_o^2	L'intensité du courant de ligne à vide en ampères ² [A ²]

- Si la résistance R est la résistance d'un enroulement avec un couplage en étoile

$$P_{jso} = 3R' I_o^2$$

P_{js}	Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts [W]
R'	La résistance d'un enroulement en ohms [\square]
I_o^2	L'intensité du courant de ligne à vide en ampères ² [A ²]

- Si la résistance R est la résistance d'un enroulement avec un couplage en triangle

$$P_{jso} = 3R' J_o^2$$

P_{jso}	Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts [W]
R'	La résistance d'un enroulement en ohms [\square]
J_o^2	L'intensité du courant dans un enroulement à vide en ampères ² [A ²]

Pertes magnétiques dans le stator à vide

$$P_{fs}$$

P_{js}	Les pertes dans le fer à vide dans le stator en watts [W] Elles sont constantes donc identiques à vide et en charge
----------	--

Puissance transmise au rotor à vide

$$P_{tro} = P_o - P_{jso} - P_{fs}$$

P_{tro}	La puissance transmise à vide au rotor en watts [W]
P_o	La puissance électrique absorbée à vide en watts [W]
P_{jso}	Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts [W]
P_{fs}	Les pertes dans le fer du stator en watts [W]

Les pertes par effet joule à vide dans le rotor

$$n_o = n_s$$

n_s	La fréquence de rotation du champ \vec{B} en tours par seconde [tr.s ⁻¹]
n_o	La fréquence de rotation à vide du rotor en tours par seconde [tr.s ⁻¹]


On rappelle que le glissement à vide d'un moteur asynchrone est donné par la relation :

$$g_o = \frac{n_s - n_o}{n_s}$$

g_o	Le glissement du moteur à vide en pourcentage [sans unités]
-------	---


Moteur asynchrone

Les deux relations précédentes donnent :

 $g_o = 0 \%$ Le glissement du moteur à vide est nul

Sachant que :

$P_{jro} = g_o \cdot P_{tro}$ | P_{jro} Les pertes par effet Joule à vide dans le rotor en watts [W]
 g_o Le glissement à vide du moteur asynchrone [sans unités]
 P_{tro} La puissance transmise à vide au rotor en watts [W]


 $P_{jro} = 0 \text{ W}$ Les pertes par effet joule à vide dans le rotor sont nulles

Les pertes mécaniques dans le stator à vide

$P_u = T_u \cdot \Omega_o$ | P_{uo} La puissance utile à vide en watts [W]
 T_u Le moment du couple utile à vide en Newton-mètres [Nm]
 Ω_o La vitesse angulaire du rotor à vide en radians par seconde [$\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$]

Sachant que :

$g_o = 0 \%$ Le glissement du moteur à vide est nul

 $P_{uo} = 0 \text{ W}$ La puissance utile à vide est nulle

Le bilan des puissances complet donne :

$P_o = P_{jso} - P_{fs} - P_{méca}$ | P_o La puissance absorbée à vide en watts [W]
 P_{jso} Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts [W]
 P_{fs} Les pertes dans le fer du stator en watts [W]
 $P_{méca}$ Les pertes mécaniques dans le rotor en watts [W]

La puissance absorbée à vide se mesure aisément avec la méthode des deux wattmètres, Connaissant la résistance des enroulements du stator, les pertes par effet Joule à vide sont facilement calculables. La différence entre la puissance absorbée et la puissance perdue par effet Joule, donne les deux puissances restantes, c'est-à-dire les pertes magnétiques au niveau du stator et les pertes mécaniques.

Plusieurs études sont possibles :

- Soient les pertes magnétiques dans le stator sont données, nous calculons alors la puissance absorbée, les pertes par effet joule dans le stator et nous en déduisons les pertes mécaniques.
- Soient les pertes mécaniques sont données, nous calculons la puissance absorbée, les pertes par effet joule dans le stator et nous en déduisons les pertes magnétiques dans le stator.

- Soit, le cas le plus fréquent, il est précisé que les pertes mécaniques et les pertes magnétiques dans le stator sont égales, nous calculons alors la puissance absorbée, les pertes par effet joule dans le stator et nous en déduisons les pertes mécaniques ainsi que les pertes magnétiques dans le stator.

3.2) L'essai en charge

A) Le point de fonctionnement

Le moteur est maintenant chargé, c'est-à-dire que l'arbre de ce dernier entraîne une charge résistante qui s'oppose au mouvement du rotor.

En régime permanent, ou régime établi, le couple utile T_u délivré par le moteur est égal au couple résistant T_R que lui oppose la charge mécanique :

En régime permanent :

$$T_u = T_R \quad \left| \begin{array}{l} T_u \quad \text{Le couple utile délivré par le moteur en newtons mètres [Nm]} \\ T_R \quad \text{Le couple résistant de la charge mécanique en newtons mètres [Nm]} \end{array} \right.$$

Sur sa partie utile, la caractéristique mécanique est un segment de droite. Pour la tracer, il suffit de deux points. Le premier est généralement donné par l'étude d'un cas précis, le second se déduit de l'essai à vide. Dans cet essai, le couple utile est nul, il est associé à une fréquence de rotation considérée comme égale celle du synchronisme, $n_0 = n_s$.

Le point de fonctionnement se trouve sur l'intersection de la caractéristique mécanique du moteur et de la courbe qui caractérise le couple résistant de la charge.

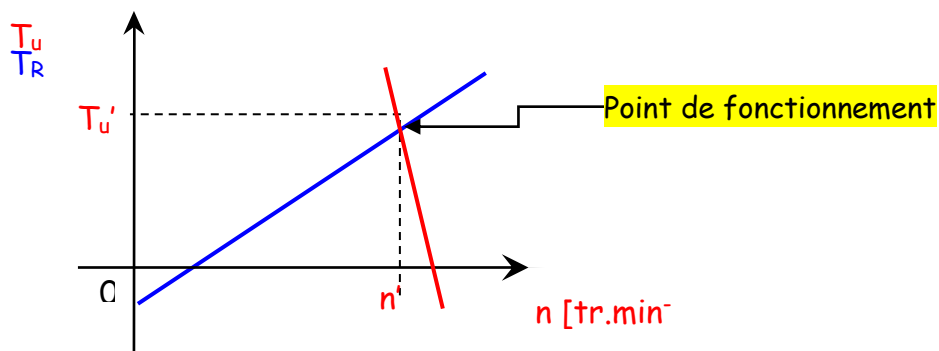
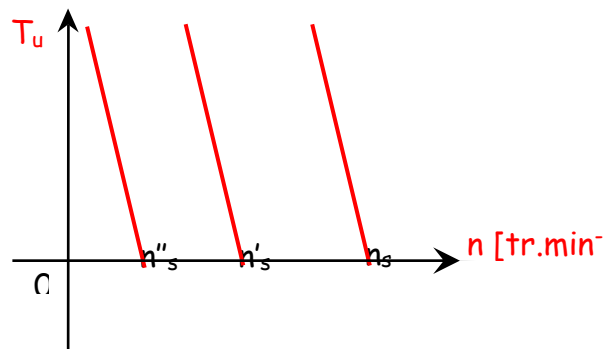


Figure 11 : Evaluation graphique du point de fonctionnement

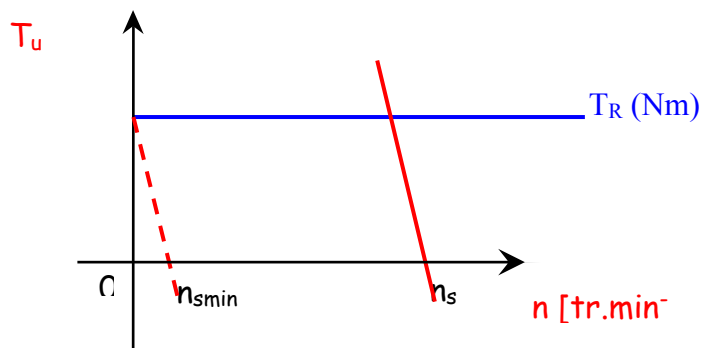
Le point de fonctionnement (T_u' ; n') permet de calculer très facilement le glissement et la puissance utile dans ce cas bien précis.

b) Le fonctionnement à V/f constant

Si les propriétés électriques de l'alimentation du moteur sont telles que le rapport entre la valeur efficace et la fréquence f de la tension $v(t)$ reste constant $\frac{V}{f} = \text{Constante}$, le moment du couple magnétique T_{em} ne dépend que de la différence entre les fréquences de rotation n_s et n . Dans ce cas, toutes les caractéristiques mécaniques sont parallèles les unes avec les autres.



c) Le fonctionnement à V/f constant et à couple résistant constant



En traçant successivement les différentes caractéristiques toutes parallèles entre elles, il est possible de trouver la fréquence minimale qui permet le démarrage du moteur lorsque le couple résistant qui s'oppose au couple utile du moteur est fixé, en utilisant la relation :

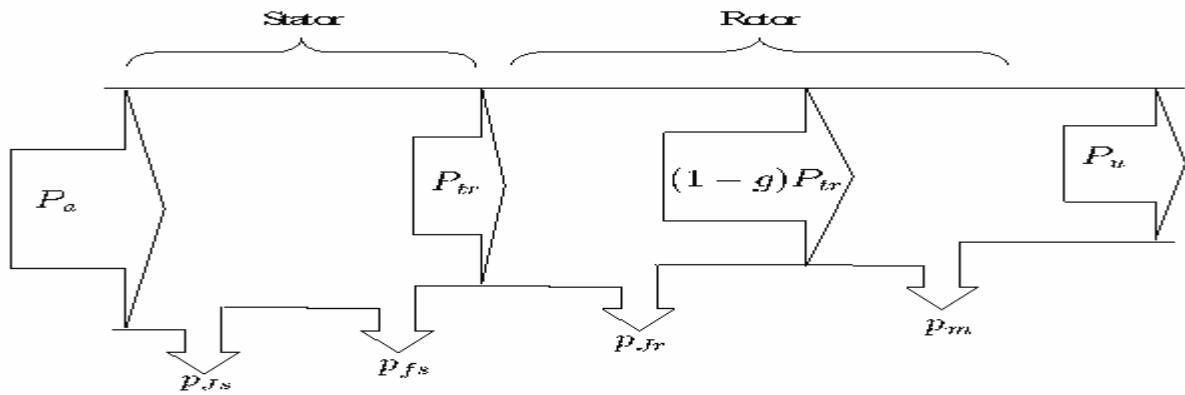
$$f_{\min} = n_{s\min} \cdot p$$

4) Bilans de puissance

4.1) Bilan de puissance de la machine fonctionnant en moteur

On utilise les notations suivantes :

- P_a : puissance absorbée ou puissance électrique fournie à la machine
- P_u : puissance utile ou puissance mécanique transmise à la charge



Les pertes sont généralement notées en minuscule :

- P_{Js} : pertes par effet Joule dans le bobinage du stator
- P_{fs} : pertes dans le fer du stator
- P_{Jr} : pertes par effet Joule dans le cuivre (barres + anneaux) du rotor
- P_{fr} : pertes dans le fer du rotor. Très souvent, on fait l'hypothèse qu'elles sont négligeables car ces dernières dépendent de la fréquence des courants qui induisent le champ magnétique dans le fer. Or la fréquence des courants dans le rotor ($|g|f$), lors du fonctionnement normal de la machine **alimentée en régime sinusoïdal de courant**, est très faible. Néanmoins il faut parfois en tenir compte lorsque la machine est alimentée par un onduleur ou dans certains types de fonctionnement à fort glissement.
- P_m : pertes mécaniques.
- Le schéma ci-dessous représente la transmission de la puissance à travers la machine :

$$P_{tr} = P_a - p_{Js} - p_{fs} \text{ Est la puissance transmise au rotor}$$

On peut vérifier que $p_{Jr} = g \cdot P_{tr}$, d'où $P_u = (1 - g)P_{tr} - p_m$ si l'on néglige p_{fr} .

4.2) Bilan de puissance de la machine fonctionnant en génératrice

Par rapport au cas précédent, la puissance utile devient la puissance électrique fournie au réseau et la puissance mécanique est la puissance absorbée.

- P_a : puissance absorbée = puissance mécanique fournie à la machine (en général, absorbée au niveau du rotor)
- P_u : puissance utile = puissance électrique transmise au réseau (transmise par le stator).

Les pertes sont les mêmes que pour le fonctionnement en moteur.

5) Conclusion :

Pendant 15 jours de stage au niveau de la société Alfa Pipe à Ghardaïa, nous avons eu l'occasion de développer nos connaissances théoriques et d'avoir des idées assez concrètes de l'environnement industriel.

Ce travail nous a permis de savoir des procédures de fabrications de tube pipeline avec différents diamètres et les normes et les contrôles non destructif (ultrason, radiographique..) et destructif (traction dureté ...) et les étapes de revêtements intérieur et extérieur.

Nous avons mis en évidence une définition sur les moteurs asynchrones qui présentent la construction simple de la machine, ainsi que les différents modes de fonctionnement (moteur, génératrice). Finalement on déduit que le moteur asynchrone est le domaine des entraînements réglés à vitesse de rotation variable, il est souvent employé dans l'industrie.

Notre stage a été très bénéfique, il nous a permis d'enrichir notre parcours en développant des compétences professionnelles, d'acquérir des connaissances pratiques et développer nos compétences.

Liste des abréviations

API: American Petroleum Institute Standards.

API 5L: specification for line Pipe, 44^{ème} edition,

API Q1: specification for quality programs.

ASME: American Society for Mechanical Engineers

ASME Partie C: Spécification Pour Baguettes d'Apport, Electrodes et Métaux d'Apport.

ASNT: American Society for Non-Destructive Testing ASNT

SNT-TC-1A : Pratiques Recommandées pour la Qualification et la Certification du Personnel du Contrôle Non Destructif

BANDE : élément de préparation de bobine

Webographie

- [1] <http://en.wikipedia.org/> , site de documentation
- [2] <http://ww2.ac-poitiers.fr/electrotechnique/>
- [3] <http://www.socomec.com>
- [4] <http://www.energieplus-lesite.be/> , Energie+ - conception et rénovation des bâtiments tertiaires
- [5] <http://www.etudier.com>

Bibliographie

- [1] archive d'ALFAPIPE
- [2] Bernard de FORNEL., « Alimentation des machines Asynchrones »