

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : **Machines Electriques**

Réf :

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

**Etude des systèmes de contrôle et
commande électrique industrielle A
ENICAB**

Présenté par :

Lamri Walid

Soutenu le : Septembre 2020

Devant le jury composé de :

Me Benyahya Naima

MAA

Président

Mr Megherbi Ahmed Chaouki

MCA

Encadreur

Mr kiyyour brahim

MAA

Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : **Machines Electriques**

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

**Etude des systèmes de contrôle et
commande électrique industrielle A
ENICAB**

Présenté par :

Lamri Walid

Avis favorable de l'encadreur :

Dr. Megherbi Ahmed Chaouki

Avis favorable du Président du Jury

Nom Prénom

Signature

Cachet et signature

RESUMES (Français et Arabe)

Résumé :

Ce mémoire consiste à l'étude des installations électrique industrielle (les transformateurs, les éléments de protection et les moteur électrique) et leurs systèmes de contrôle et de commande.

Ce travail a été réaliser dans une entreprise industrielle spécialisée dans la production et la commercialisation de câbles BT MT (ENICAB).

Cette étude porte sur l'installation industrielle de l'usine et a été réaliser principalement au niveau du hall de production (H2) sur la machine câbleuse à double torsion type PO-CDT-DA-EC.

ملخص :

تتكون هذه الأطروحة دراسة المنشآت الصناعية الكهربائية (المحولات، وعناصر حماية والمحركات الكهربائية) وأنظمة التحكم وقيادتهم.

تم تنفيذ هذا العمل في شركة صناعية متخصصة في إنتاج وتسويق الكابلات ذات الجهد المنخفض والمتوسط (ENICAB).

تتعلق هذه الدراسة بالتركيب الصناعي للمصنع وتم إجراؤها بشكل أساسي على مستوى قاعة الإنتاج على آلة الكابلات المزدوجة الملتوية من نوع

REMERCIEMENTS

Je remercie premièrement Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a données durant toutes ces années d'étude.

J'exprime ma profonde gratitude à mes parents pour leurs encouragements.

J'adresse également mes plus sincères remerciements au Dr. **Megherbi Ahmed Chaouki** pour sa disponibilité, ses précieux conseils, pour m'avoir si bien accueillie, encadrée, encouragée, et permis de mener à bien ce projet.

Je tiens à remercier les ingénieurs Mr. **Farouk Bentrah** et **Mousatfa Ariche** de m'avoir si bien accueillie, pour les aides, ses précieux conseils et ces bons moments.

Je tiens de remercier aussi toutes mes proches et toutes les personnes qu'on m'a aidé dans mon parcours d'étude.

SOMMAIRE

RESUMES (Français et Arabe)	3
REMERCIEMENTS	4
LISTE DE FIGURE	8
LISTE DE TABLEAU	10
INTRODUCTION GENERALE	11
I. CHAPITRE 1 : Généralités sur les installations industrielles	14
I.1 Introduction	15
I.2 Les appareils de commande, de signalisation et de protection.....	15
I.2.1 Disjoncteur	15
I.2.2 Sectionneur.....	15
I.2.3 Interrupteur sectionneur.....	16
I.2.4 Fusible	16
I.2.5 Relais thermique.....	17
I.2.6 Contacteur	17
I.3 Les transformateurs triphasés	18
I.3.1 Définition.....	18
I.3.2 Construction de transformateur triphasé.....	19
I.3.2.1 La partie constitutive	20
I.3.3 Mode de couplage.....	22
I.3.4 Les différents types des transformateurs de puissances	22
I.3.4.1 Transformateur immergé	22
I.3.4.2 Transformateurs secs	22
I.4 Les machines asynchrones triphasés	23
I.4.1 Constitution	23
I.4.2 Principe de fonctionnement.....	24
I.4.3 Création de champ tournant.....	24
I.5 Les machines synchrones	25
I.5.1 Constitution	25
I.6 Machines à courant continu.....	26
I.6.1 Constitution	26
I.6.2 Différents types de moteurs à courant continu	27
I.6.3 Constitution des installations.....	27
I.6.3.1 Circuit de commande.....	27
I.6.3.2 Circuit de puissance.....	28
I.7 Conclusion.....	28

II. Chapitre 2 Etude sur les systèmes de commande des systèmes électrique.....	29
II.1 Introduction	30
II.2 Présentation de l'entreprise	30
II.3 Production de l'entreprise et matière première	30
II.3.1 Câble domestiques.....	30
II.3.2 Câbles moyens tension	30
II.3.3 Câbles de distributions (réseaux).....	31
II.3.4 Câbles industriels.....	31
II.4 Les étapes de fabrication de câble	31
II.5 Distribution de l'Energie électrique [8].....	31
II.5.1 Niveau HT [8]	31
II.5.2 Niveau MT [8].....	31
II.6 Transformateur a l'huile 60/10 KV	32
II.7 Plaque signalétique transformateur à huile 60kv/10kv.....	33
II.8 Constitution de transformateur à huile 60/10KV	33
II.9 Les différents halls de fabrication et les ateliers de l'entreprise.....	34
II.9.1 Hall tréfilage et câblage H2.....	35
II.9.2 Atelier isolation et gainage au PVC H3.....	36
II.9.3 Atelier de l'isolation, assemblage et gainage H4	37
II.9.4 Atelier isolation au PRC H5	38
II.9.5 Atelier assemblage et gainage au PVC H6.....	38
II.10 Conclusion.....	39
III. Chapitre 3 : Etude sur la machine câbleuse à double torsion, Type PO-CDT-DA-EC	40
III.1 Introduction	41
III.2 Caractéristique principale (Caractéristique technique).....	41
III.2.1 Description de la ligne.....	41
III.2.2 Gamme de câbles à produire	41
III.2.3 Composition de la ligne.....	42
III.2.4 Vue d'ensemble de la ligne	43
III.3 DEROLEURS A FUTS, MOD. ACO/A-1000.....	43
III.3.1 Description de la machine (caractéristique technique).....	43
III.3.2 Vue d'ensemble de la machine	44
III.3.3 Opération	45
III.3.3.1 Enfilage de la machine	45
III.3.4 Schéma électrique.....	46
III.3.5 Entretien	47

III.4	DÉROULEUR À TENSION CONSTANTE, MOD. DM-630	47
III.4.1	Caractéristique technique	47
III.4.2	Opération	48
III.4.2.1	Processus de chargement	48
III.4.2.2	Rupture de fil	49
III.4.3	Schéma électrique.....	50
III.4.4	Entretien	51
III.5	PRÉTORDEUR, MOD. PRTA-500	52
III.5.1	Caractéristique principales (Caractéristique technique)	52
III.5.2	Description du système (Description de la machine)	52
III.5.3	Vue générale de la machine.....	53
III.5.4	Opération	53
III.5.4.1	Enfilage de pré torsion.....	53
III.5.5	Commande.....	54
III.5.6	Schéma électrique.....	55
III.5.7	Maintenance de la machine	55
III.6	TORONNEUSE À DOUBLE TORSION, MOD. CDT-1600-DA-EC	56
III.6.1	Caractéristiques principales (Caractéristique technique).....	56
III.6.2	Description du système (Description de la machine)	57
III.6.2.1	Berceau	57
III.6.2.2	Lyres	57
III.6.2.3	Cabestan de tirage.....	57
III.6.2.4	Guide-câbles	58
III.6.2.5	Commande de la bobine	58
III.6.2.6	Plate-forme de levage	58
III.6.2.7	Protections	58
III.6.2.8	Processus de compactage.....	59
III.6.3	Schéma électrique.....	59
III.6.4	Armoire électrique de la machine.....	59
III.7	Conclusion.....	61
	CONCLUSION GENERALE	62
	BIBLOGRAPHIE.....	64
	Annexe	66

LISTE DE FIGURE

Figure I.1 Disjoncteur (A) et son symbole (B).....	15
Figure I.2 Sectionneur fusible (A) et ses symboles en circuit de puissance (B) et en circuit commande (C) [6]	15
Figure I.3 Interrupteur sectionneur (A) et son symbole (B).....	16
Figure I.4 Cartouche fusible cylindrique et à couteaux (A) et son symbole (B).....	16
Figure I.5 Relais thermique (A) et son symbole (B)	17
Figure I.6 Contacteur (A) et son symbole (B).....	17
Figure I.7 : Transformateur monophasé (A) Transformateur triphasé (B) [1].....	18
Figure I.8 Symbole de transformateur de puissance [1].....	18
Figure I.9 Schéma d'un transformateur monophasé [2].....	19
Figure I.10 Schéma d'un transformateur triphasé de type colonne [1].....	19
Figure I.11 Constitutions d'un transformateur triphasé [3].....	20
Figure I.12 Cuve d'un transformateur.....	20
Figure I.13 Couvercle d'un transformateur.....	21
Figure I.14 Traversées d'un transformateur triphasé	21
Figure I.15 Conservateur d'huile d'un transformateur.....	21
Figure I.16 Transformateur immergé dans l'huile [1].....	22
Figure I.17 Transformateur sec.....	23
Figure I.18 Machine asynchrone à rotor à cage d'écureuil (A) et à rotor à bagues (B)	24
Figure I.19 Rotor d'une machine synchrone à aimants permanents.....	26
Figure I.20 Différents types d'excitation des moteurs à courant continu [5].....	27
Figure II.1 Transformateur à l'huile (A) et son plaque signalétique (B) et commande par moteur (C)	33
Figure II.2 Construction de transformateur à huile	33
Figure II.3 Plan d'implantation des équipements de production ENICAB.....	34
Figure II.4 Schéma de l'alimentation et distribution 10 KV et 0.4 KV, SD3 (A) et SL14 (B)	35
Figure II.5 Schéma de l'alimentation et distribution 0.4 KV, SL13 (A) et SL15 (B).....	37
Figure II.6 Schéma de l'alimentation et distribution 10 KV, SD2.....	38
Figure II.7 Schéma de l'alimentation et distribution 10/0.4 KV, SD6 (A) et SL11 et SL12 (B)	39
Figure III.1 Vue d'ensemble de la ligne.....	43
Figure III.2 Éléments principaux de la machine(A) et vue réel (B).....	44
Figure III.3 Schéma d'enfilage et éléments de l'alimentation des bobines.....	45
Figure III.4 Détail de système de détection de rupture	46
Figure III.5 Schéma électrique de contrôle bras.....	46
Figure III.6 Schéma électrique contrôle caisse de fil.....	47
Figure III.7 éléments principaux du dérouleur.....	48
Figure III.8 ensemble d'implantation de dérouleur (A) et vue réel (B)	50
Figure III.9 Schéma électrique caisse de fil	50
Figure III.10 Schéma électrique de l'interconnexion avec ligne.....	51
Figure III.11 Schéma électrique de frein.....	51

Figure III.12 Vue générale de la machine	53
Figure III.13 Schéma d'enfilage.....	53
Figure III.14 Schéma de l'alimentation générale	55
Figure III.15 Schéma électrique générale de la tonneuse	59
Figure III.16 Armoire électrique de la machine	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II-2 Facteurs d'utilisation du transformateur selon les sous stations	36
Tableau III-1 composition de la ligne	43
Tableau III-2 Dimension de la bobine.....	48
Tableau III-3 commande de prétordeur.....	54
Tableau III-4 Caractéristique Technique de Toronneuse	56
Tableau III-5 Dimension de la bobine.....	57

INTRODUCTION GENERALE

Le contrôle industriel a fortement évolué ces dernières années en accompagnant la progression des systèmes d'information omniprésents dans toutes les composantes de l'entreprise industrielle. Toutefois, la technologie et le développement des systèmes d'exécution de la production n'ont pas changé de façon significative la vision d'ensemble du contrôle industriel.

Les moteurs électriques prennent une place prépondérante dans l'industrie. Leur rôle dans les démarches de performances énergétiques de l'outil de production est de plus en plus important du fait des réglementations de plus en plus contraignantes, concernant la réduction de la consommation d'énergie. Leur exploitation est souvent pointée du doigt : preuve qu'en agissant sur la maintenance des moteurs électriques, il est possible de gagner en fiabilité et en durée de vie des moyens de production, mais également de faire d'importantes économies d'énergie et d'argent.

Les protections électriques mettent en œuvre différents éléments : des capteurs, des relais, des automates et des disjoncteurs. Elles fonctionnent typiquement en l'espace de quelques centaines de millisecondes. Chaque composant de l'installation nécessite des types de protections spécifiques.

Ce mémoire consiste à l'étude des installations électrique industrielle (les transformateurs, les éléments de protection et les moteur électrique), principalement sur les systèmes de contrôle et de commande au sein de l'Entreprise spécialisée dans la production et la commercialisation de câbles BT MT (ENICAB).

Le contenu de ce mémoire comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre a pour vocation de présenter les différentes machines électriques dans l'industrie selon leur classification, constitution et leur principe de fonctionnement et aussi les éléments de protection des équipements électriques dans le domaine industriel.
- Dans le deuxième chapitre on va présenter une étude pratique sur les structures de base de l'entreprise de câblerie ENICAB, selon leur produit et les étapes de fabrication de câbles et la distribution de l'Energie électrique grâce à transformateur triphasé (à l'huile) 60 KVA, et la description des halles de production au point de vue électrique.
- Le troisième chapitre a pour vocation une étude pratique sur la machine câbleuse à double torsion type PO-CDT-DA-EC, au niveau du deuxième halle (**H2**), et étudier chaque

dispositif de la machine selon leur caractéristique, opération et entretien et leur commande.

Pour réaliser cette étude pratiquement j'ai effectué un stage au sein de l'entreprise de production des câbles ENICAB.

I. CHAPITRE I :

Généralités sur les installations industrielles

I.1 Introduction

Ce premier chapitre a pour vocation de présenter les éléments de protection des équipements électriques dans le domaine industriel et les différentes machines électriques dans l'industrie selon leur classification, constitution et leur principe de fonctionnement.

I.2 Les appareils de commande, de signalisation et de protection

I.2.1 Disjoncteur

C'est un appareil de protection qui comporte deux relais, relais magnétique qui protège contre les courts-circuits et un relais thermique qui protège contre les surcharges. [6]

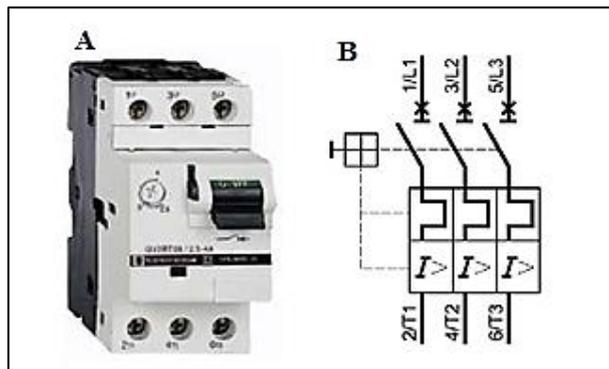


Figure I.1 Disjoncteur (A) et son symbole (B)

I.2.2 Sectionneur

Le sectionneur a pour fonction d'assurer le sectionnement (séparation du réseau) au départ des équipements. Dans la plupart des cas il comporte des fusibles de protection. [6]

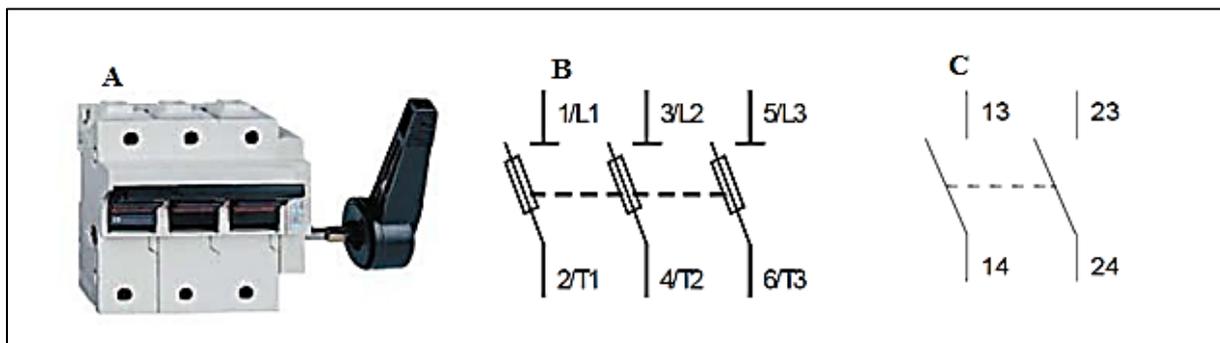


Figure I.2 Sectionneur fusible (A) et ses symboles en circuit de puissance (B) et en circuit commande (C) [6]

Le pouvoir de coupure est le courant maximal qu'un appareil de sectionnement peut interrompre sans aucun endommagement. Le sectionneur n'a pas de pouvoir de coupure, il doit être manipulé à vide.

I.2.3 Interrupteur sectionneur

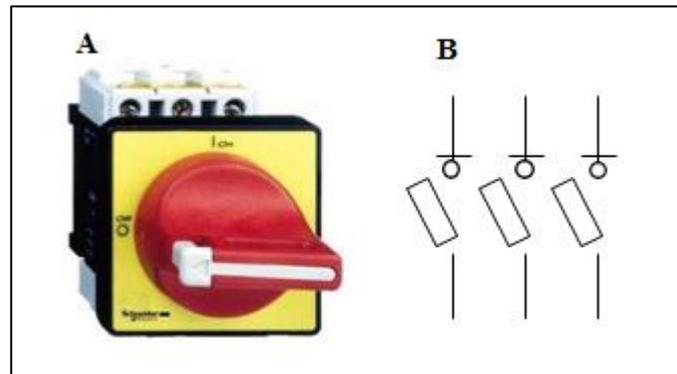


Figure I.3 Interrupteur sectionneur (A) et son symbole (B)

L'interrupteur sectionneur a un pouvoir de coupure, peut être manipulé en charge. [6]

I.2.4 Fusible

C'est un élément comportant un fil conducteur, grâce à sa fusion, il interrompt le circuit électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil. [6]



Figure I.4 Cartouche fusible cylindrique et à couteaux (A) et son symbole (B)

Il existe plusieurs types de fusibles :

- **gf** : fusible à usage domestique, il assure la protection contre les surcharges et les courts-circuits
- **gG** : fusible à usage industriel. Protège contre les faibles et fortes surcharges et les courts-circuits.
- Utilisation : éclairage, four, ligne d'alimentation, ...

- **aM** : cartouche à usage industriel, pour l'accompagnement moteur, commence à réagir à partir de $4 \cdot I_n$ (I_n est le courant prescrit sur le fusible), protège uniquement contre les courts-circuits.

Utilisation : Moteurs, transformateurs, ...

I.2.5 Relais thermique

Le relais de protection thermique protège le moteur contre les surcharges. [6]

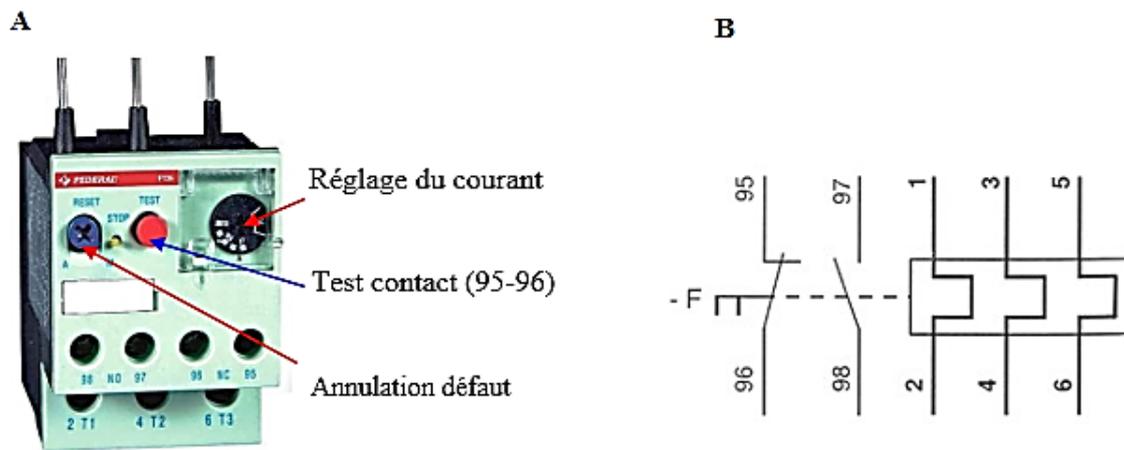


Figure I.5 Relais thermique (A) et son symbole (B)

I.2.6 Contacteur

Le contacteur est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Il assure la fonction **commutation**. En Technologie des Systèmes Automatisés ce composant est appelé Pré actionneur puisqu'il se trouve avant l'actionneur dans la chaîne des énergies [6]

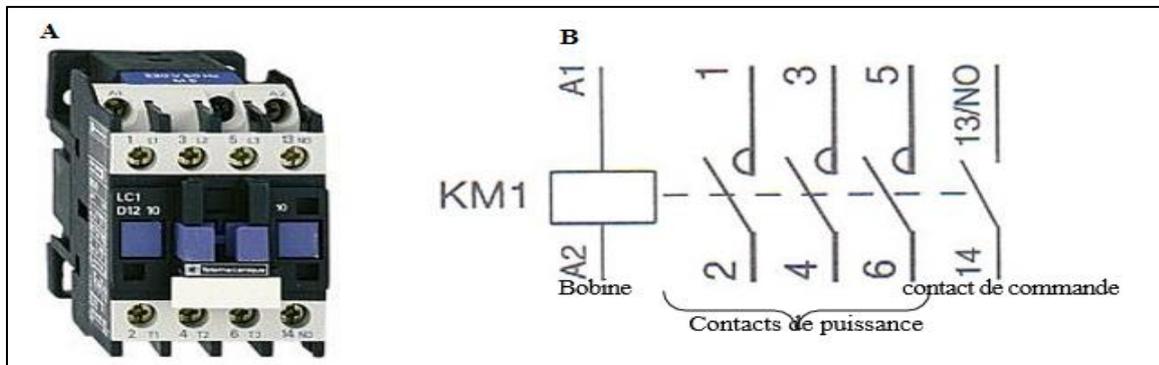


Figure I.6 Contacteur (A) et son symbole (B)

I.3 Les transformateurs triphasés

I.3.1 Définition

Le transformateur est une machine électrique statique, appelé aussi convertisseur statique à induction, il comporte deux ou plusieurs enroulements fixes, destiné à transformer la tension et le courant alternatifs, à une tension et courant alternatifs de même fréquence mais d'amplitudes différentes selon les besoins d'utilisation [1]

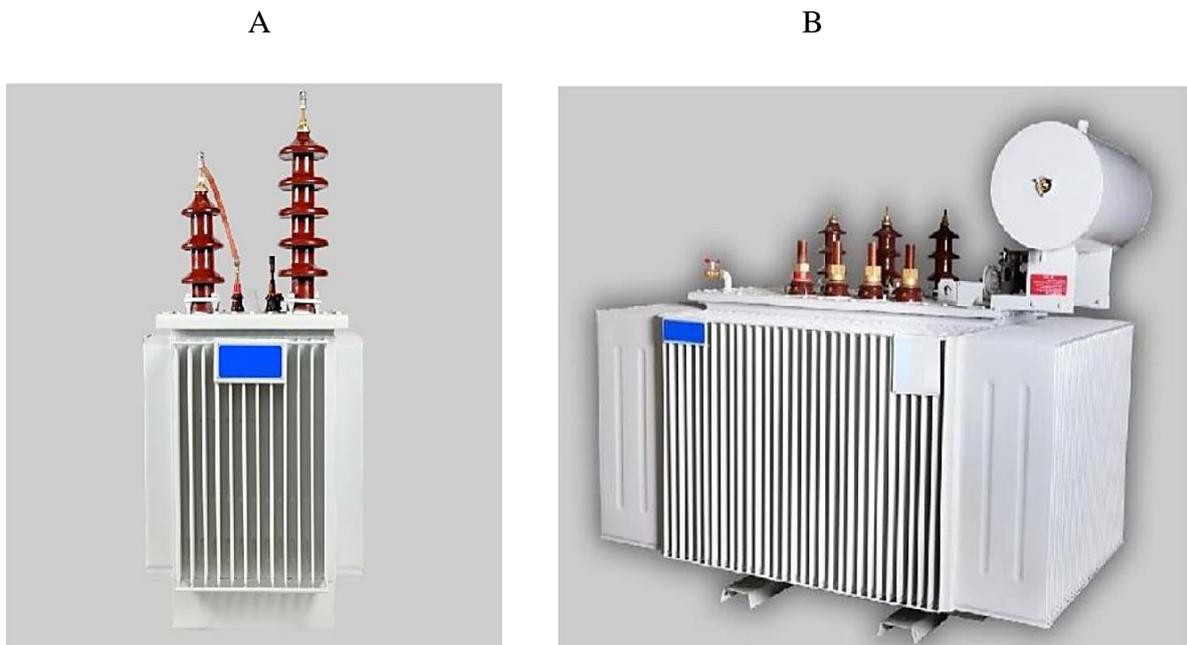


Figure I.7 : Transformateur monophasé (A) Transformateur triphasé (B) [1]

Symbole de transformateur :

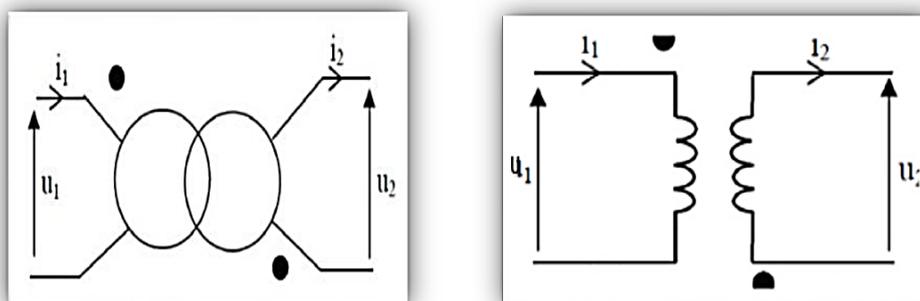


Figure I.8 Symbole de transformateur de puissance [1]

Les deux points représentés dans chaque symbole permettent de repérer le sens conventionnel de la tension et du courant [1].

Schéma :

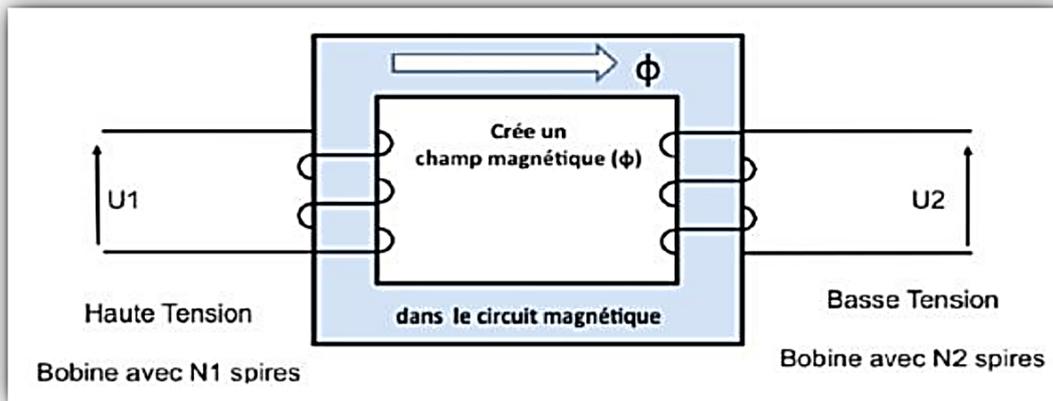


Figure I.9 Schéma d'un transformateur monophasé [2]

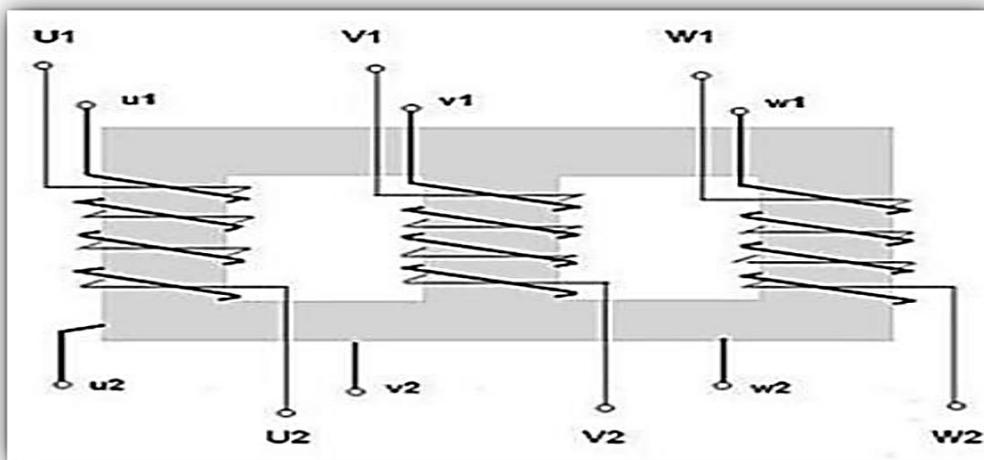


Figure I.10 Schéma d'un transformateur triphasé de type colonne [1]

I.3.2 Construction de transformateur triphasé

Le transformateur est constitué de deux parties essentielles :

- **La partie active** : elle est destinée à assurer la conversion de l'énergie.
- **La partie constitutive** : elle est destinée à la protection et à la fixation de la première partie. [3]

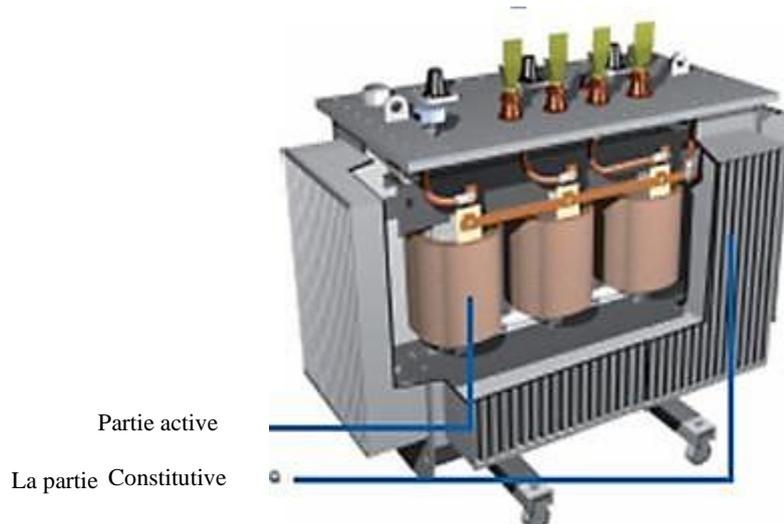


Figure I.11 Constitutions d'un transformateur triphasé [3]

I.3.2.1 La partie constitutive

Cette partie comporte des éléments mécaniques qui servent à la protection, la fixation et le refroidissement de la partie active du transformateur. Ces éléments sont les suivants : [3]

a) La cuve



Figure I.12 Cuve d'un transformateur.

b) Le couvercle

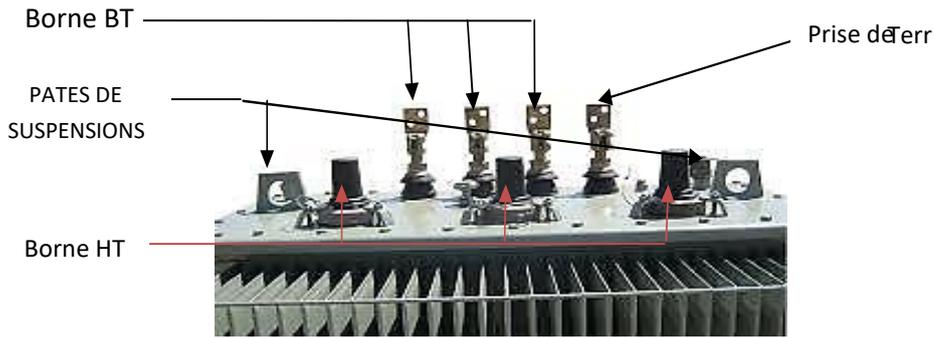


Figure I.13 Couvercle d'un transformateur.

c) Les traversées

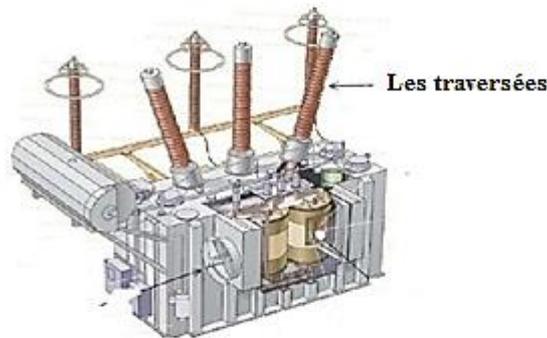


Figure I.14 Traversées d'un transformateur triphasé

d) Le conservateur d'huile



Figure I.15 Conservateur d'huile d'un transformateur

e) Le liquide diélectrique :

C'est un mélange d'hydrocarbures provenant de la distillation du pétrole brut, après extraction des produits volatiles. On obtient ainsi l'huile pour transformateurs, qui est un liquide dont

l'immersion de la partie active a non seulement l'avantage d'une meilleure isolation, mais aussi celui de la facilité de refroidissement par circulation naturelle de l'huile. [3]

I.3.3 Mode de couplage

Il y a six couplages possibles entre primaire et secondaire :

- Y-y : étoile –étoile
- Y-d : étoile-triangle
- Y-z : étoile-zigzag
- D-y : triangle- étoile
- D-d: triangle –triangle
- D-z: triangle-zigzag

I.3.4 Les différents types des transformateurs de puissances

Le domaine d'utilisation des transformateurs est très vaste. Selon le domaine d'utilisation, les appareils présenteront certaines différences dans les caractéristiques de construction.

I.3.4.1 Transformateur immergé

Le transformateur est disposé dans un bain d'huile qui assure l'isolement et le refroidissement. Ce transformateur est moins onéreux et a des pertes moindres que le transformateur sec [1].



Figure I.16 Transformateur immergé dans l'huile [1]

I.3.4.2 Transformateurs secs

Les enroulements BT et les enroulements HT sont concentriques et enrobés dans une résine époxy. Le transformateur sec peut être disposé dans une enveloppe de protection qui permet de l'isoler du monde extérieur et d'assurer l'évacuation de la chaleur au travers de ses parois. Le

transformateur sec présente les meilleures garanties de sécurité contre la pollution (pas de fuite de liquide, pas de vapeurs nocives en cas d'incendie) [1].



Figure I.17 Transformateur sec.

I.4 Les machines asynchrones triphasés

Les machines asynchrones triphasés sont les plus utilisés dans l'industrie pour l'entraînement des équipements. Ces machines s'imposent en effet dans un grand nombre d'applications en raison des avantages qu'ils présentent : normalisés, ils sont robustes, simples d'entretien, faciles à mettre en œuvre et de faible coût. [5]

I.4.1 Constitution

Une machine asynchrone triphasé à cage comporte deux parties principales : un inducteur ou stator et un induit ou rotor. Le stator c'est la partie fixe de la machine. Une carcasse en fonte ou en alliage léger renferme une couronne de tôles minces en acier au silicium. Le rotor c'est l'élément mobile de la machine, il est constitué d'un empilage de tôles minces isolées entre elles et formant un cylindre claveté sur l'arbre de la machine. Cet élément, de par sa technologie, permet de distinguer deux familles de machines asynchrones : ceux dont le rotor est dit « à cage d'écureuil » (a), et ceux dont le rotor bobiné est dit « à bagues » (b), montré dans la Figure (21) [5]

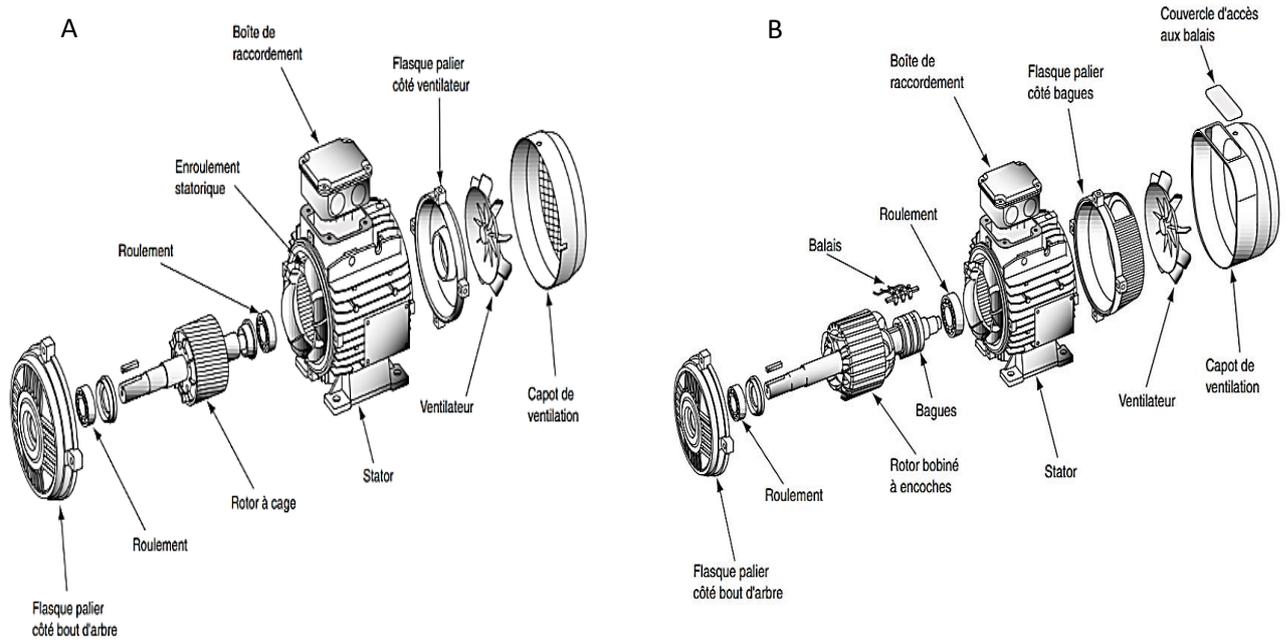


Figure I.18 Machine asynchrone à rotor à cage d'écureuil (A) et à rotor à bagues (B)

I.4.2 Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'une machine asynchrone repose sur la création d'un courant induit dans un conducteur lorsque celui-ci coupe les lignes de force d'un champ magnétique, d'où le nom de « moteur à induction ». L'action combinée de ce courant induit et du champ magnétique crée une force motrice sur le rotor de la machine. Les spires sont soumises à un flux variable et devient le siège d'une force électromotrice induite qui donne naissance à un courant induit (loi de Faraday). [5]

I.4.3 Création de champ tournant

La création du champ tournant sur une machine asynchrone triphasé nécessite trois enroulements, géométriquement décalés de 120° , sont alimentés chacune des phases d'un réseau triphasé alternatif. Les enroulements sont parcourus par des courants alternatifs présentant le même décalage électrique, et qui produisent chacun un champ magnétique alternatif sinusoïdal. Sa vitesse est fonction de la fréquence du réseau et du nombre de paires de pôles. Elle est appelée « vitesse de synchronisme ». [5]

I.5 Les machines synchrones

La machine synchrone est une machine réversible de conversion électromécanique. On la rencontre dans de nombreux dispositifs de conversion d'énergie aussi bien en :

- Production d'énergie électrique à partir d'énergie mécanique ou elle porte le nom de génératrice synchrone lorsque la vitesse est variable ou d'alternateur lorsque sa vitesse est fixe.
- Production d'énergie mécanique à partir d'énergie électrique ou elle porte le nom de moteur synchrone.

I.5.1 Constitution

La machine synchrone se compose, d'un stator et d'un rotor séparés par l'entrefer. Il s'en différencie par le fait que le flux dans l'entrefer n'est pas dû à une composante du courant statorique, il est créé par des aimants ou par le courant inducteur fourni par une source à courant continu extérieure qui alimente un enroulement placé dans le rotor. Le stator comprend une carcasse et un circuit magnétique généralement constitués de tôles d'acier au silicium et d'un bobinage triphasé analogue à celui d'une machine asynchrone triphasé pour produire un champ tournant. Le rotor porte des aimants ou des bobines d'excitation parcourues par un courant continu qui créent des pôles Nord et Sud intercalés. Il existe donc deux types distincts de machines synchrones : les machines à aimants et les machines à rotor bobiné.

Pour les premiers, le rotor de machine est équipé d'aimants permanents « Figure ? », en général en terre rare pour obtenir un champ élevé dans un volume réduit. Ces machines peuvent accepter des courants de surcharge importants pour réaliser des accélérations très rapides. Ils sont toujours associés à un variateur de vitesse généralement sont destinés à des marchés spécifiques comme ceux des robots...etc.

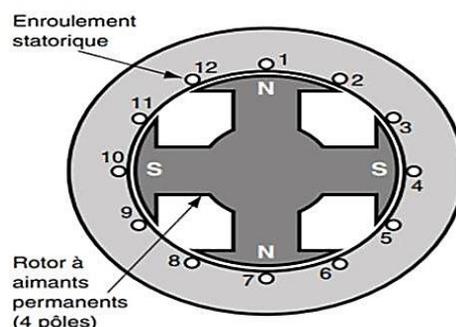


Figure I.19 Rotor d'une machine synchrone à aimants permanents.

Les autres machines synchrones sont à rotor bobiné sont deux types selon le rotor : Rotor bobiné à pôles lisses et à pôles saillants, elles sont réversibles et peuvent fonctionner en générateurs (alternateurs) ou en moteurs. Pendant longtemps ces machines ont surtout été utilisées en alternateurs. Leur usage en moteur était pratiquement confiné aux applications où il était nécessaire d'entraîner des charges à vitesse fixe. Bien que dans l'industrie on trouve des machines synchrones dans la gamme de puissance de 150 kW à 5 MW, majoritairement associés à des variateurs de vitesse. [5]

I.6 Machines à courant continu

Les machines à courant continu à excitation séparée sont encore quelquefois utilisées pour l'entraînement des équipements industrielles à vitesse variable, Très faciles à miniaturiser, ils s'imposent dans les très faibles puissances et les faibles tensions. Généralement les tensions les plus utilisées dans l'industrie sont 12 et 24 V, Ils se prêtent également fort bien, jusqu'à des puissances importantes (plusieurs mégawatts), à la variation de vitesse avec des technologies électroniques simples et peu onéreuses pour des performances élevées. Leurs caractéristiques permettent également une régulation précise du couple, en moteur ou en générateur. Leur vitesse de rotation nominale, indépendante de la fréquence du réseau, sont aisément adaptables par construction à toutes les applications. Ils sont chers, tant en coût matériel qu'en maintenance, car ils nécessitent un entretien régulier du collecteur et des balais. [5]

I.6.1 Constitution

Une machine à courant continu est composée des éléments suivants :

- **L'inducteur ou stator** : c'est un élément du circuit magnétique immobile sur lequel un enroulement est bobiné afin de produire un champ magnétique.
- **L'induit ou rotor** : c'est un cylindre en tôles magnétiques isolées entre elles. L'induit est mobile en rotation autour de son axe et est séparé de l'inducteur par un entrefer, ses conducteurs sont régulièrement repartis.
- **Le collecteur et les balais** : le collecteur est solidaire de l'induit. Les balais sont fixes, ils frottent sur le collecteur et ainsi alimentent les conducteurs de l'induit. [5]

I.6.2 Différents types de moteurs à courant continu

- A excitation parallèle (séparée ou shunt)
- A excitation série
- A excitation série parallèle (composée)

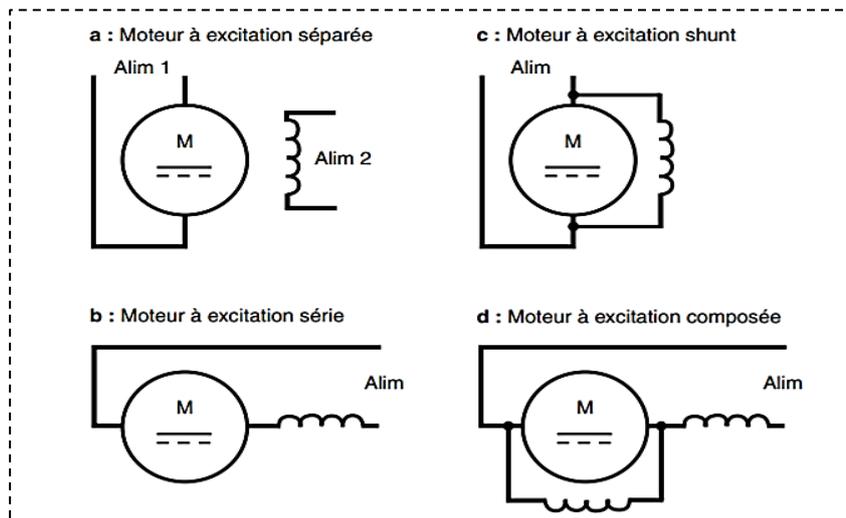


Figure I.20 Différents types d'excitation des moteurs à courant continu [5]

I.6.3 Constitution des installations

Les installations industrielles des automatismes sont constituées de deux parties distinctes appelées : circuit de commande et circuit de puissance. [6]

I.6.3.1 Circuit de commande

Il comporte l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance et comprend :

- La source d'alimentation
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, disjoncteur).
- Un appareil de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique).
- Organes de commande (bobine du contacteur).

La source d'alimentation et l'appareillage du circuit de commande ne sont pas nécessairement celle du circuit de puissance, elle dépend des caractéristiques de la bobine.

I.6.3.2 Circuit de puissance

Il comporte l'appareillage nécessaire aux fonctionnements des récepteurs de puissance suivant un automatisme bien défini. Il comprend :

- Une source de puissance (généralement réseau triphasé)
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, relais de protection).
- Appareils de commande (les contacts de puissance du contacteur).
- Des récepteurs de puissances (moteurs). [6]

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les généralités les éléments de protection des équipements électriques dans le domaine industriel, nous avons aussi donné un aperçu sur le transformateur électrique.

A la fin de ce chapitre, les différentes machines électriques dans l'industrie.

II. Chapitre II : Etude sur les systèmes de commande des systèmes électrique.

II.1 Introduction

Dans ce chapitre on va présenter une étude pratique sur les structures de base de l'entreprise de câblerie ENICAB, selon leur produit et les étapes de fabrication de câbles et la distribution de l'Energie électrique grâce à transformateur triphasé (à l'huile) 60 KVA, et description les halles de production.

II.2 Présentation de l'entreprise

L'Entreprise Nationale des Industries des Câbles de Biskra (E.N.I.C.A.B) est considérée comme l'un des grands projets et investissements à l'échelle nationale dans la production des câbles électriques. L'ENICAB (filial général câble) est une entreprise, qui a obtenu la certification internationale de la qualité ISO 9001 et ISO 9002.

Cela par un engagement ferme de la direction de l'entreprise et de l'ensemble du personnel par la maîtrise de la qualité y compris la mise en application du Système Qualité conforme à la norme ISO 9002 reconnu mondialement.

Elle est située dans la zone industrielle à l'est de Biskra. Elle occupe 44 hectares, dont 12 hectares couverts et dallés et dispose d'une infrastructure importante, ses halls de production des câbles occupent 7,5 hectares. [7]

II.3 Production de l'entreprise et matière première

L'entreprise des industries des câbles de Biskra a une production annuelle de 28000 tonnes (125362 km). Cette entreprise produit actuellement plusieurs types de câbles électriques pouvant atteindre les 400. Ces câbles correspondent à plusieurs familles répartis selon l'usage, comme suit :

II.3.1 Câble domestiques

Il existe 229 types, utilisés dans les maisons et les bâtiments. Ils sont isolés au PVC (polychlorure de vinyle), conducteurs en cuivre, de tension entre 250 volts et 500 volts, de section allant de 0.5 mm² à 35 mm² et à 1-4 brins.

II.3.2 Câbles moyens tension

Il existe presque 80 types de ce modèle de câble, ils peuvent être en cuivre ou en aluminium. Ces types ont une tension allant de 10 KV à 30 KV et une section variante entre 50 mm² à 240mm²

II.3.3 Câbles de distributions (réseaux)

Il existe presque 70 types de ces câbles, qui sont isolés au PRC, conducteurs en aluminium, de section allant de 6mm^2 à $3 \times 70\text{mm}^2$ et de tension entre 0.6 KV à 1KV.

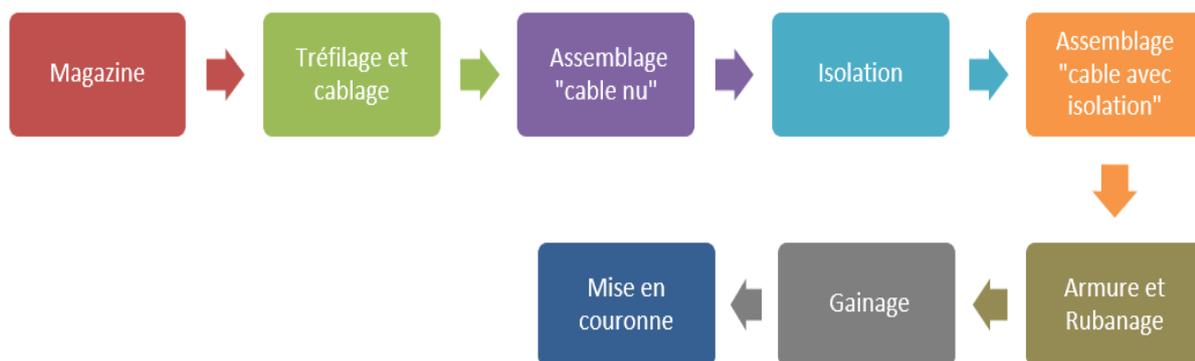
II.3.4 Câbles industriels

Il existe 70 types, leur tension entre 0.6 KV et 1 KV, conducteurs en cuivre ils sont isolés ou bien au PRC dont la section varie de 1.5mm^2 à 240mm^2 , ou bien au PVC dont la section varie de 1.5mm^2 à 150mm^2 .

De plus, l'entreprise utilise comme matière primaire une matière chimique appelée Polyéthylène Réticule Chimiquement (PRC) sous forme de granulée, l'aluminium sous forme de fils de 9.5 mm de diamètre, le cuivre sous forme de fils de 8 mm et le bois.

II.4 Les étapes de fabrication de câble

Voici le processus de fabrication de câbles :



II.5 Distribution de l'énergie électrique [8]

L'entreprise contient trois niveaux de tension qui sont : HT=60KV, MT=10 KV, BT=0.4 KV.

II.5.1 Niveau HT [8]

Cet étage est composé de :

- Poste simplifié à deux travées 60KV
- Deux transformateurs 60/10KV, 20 MVA
- Deux transformateurs auxiliaires 10 / 0,4 KVA, 100 KVA.

II.5.2 Niveau MT [8]

Il contient jusqu'à douze sous-stations de transformation et de distribution comprenant :

- 22 transformateurs ont 1600 KVA.
- Deux transformateurs ont 1500 KVA.
- Douze transformateurs ont 1000 KVA.
- Longueur réseau câble a 10 KV / 9565 m.

II.6 Transformateur a l'huile 60/10 KV

L'entreprise transfère la tension vers ces halls grâce à un transformateur abaisseur triphasé 20 MVA 60/10 kV, son travail consiste à convertir la tension de 60 KV a 10 kV en maintenant la stabilité de puissance, montré dans la (figure I.1) :



Figure II.1 Transformateur à l'huile (A) et son plaque signalétique (B) et commande par moteur (C)

II.7 Plaque signalétique transformateur à huile 60kv/10kv

- Marque: veb transformatoren und röntgenwerk hermann mater.
- Puissance: 20MVA
- Courant nominal: 1100 A
- Tension HT: 60KVA \pm 16%
- Tension MT: 10KVA
- Tensions d'isolement: 72,5/12 KV
- Couplage: YN yn0
- Fréquence: 50 Hz
- Réglage: En charge 19 position
- Tension de court-circuit : 10,3%
- Temperature max C°: 45 °
- Mode de refroidissement: ONAF
- Type d'huile: BORAK 22

II.8 Constitution de transformateur à huile 60/10KV

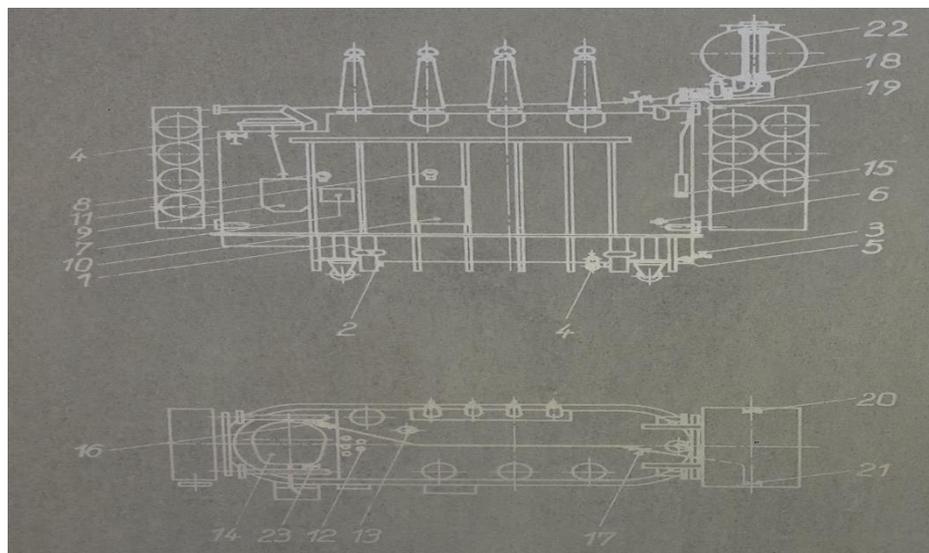


Figure II.2 Construction de transformateur à huile

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1- Appui de vérin | 11- Télérhémomètre à ressort pour ventilateurs |
| 2- Prise de mise à la terre | 12- Doigt de gant pour sonde thermostatique |
| 3- Vanne de vidange | 13- Bride de raccordement pour vanne à vide |

- 4- Vanne de rinçage
- 5- Robinet de prise d'échantillan d'huile, pen-bas
- 6- Robinet de prise d'échantillan d'huile, en-haut
- 7- Boite à Barnes
- 8- Télé thermomètre à ressort
- 9- Commande par moteur
- 10- Armoire de commande pour ventilateur,
- 14- Commutateur de réglage en charge incorporé
- 15- Assécheur d'aire
- 18- Vanne pour la conduite de raccordement du conservateur d'huile
- 19- Relais BuchHolz
- 22- Indicateur du niveau d'huile
- 23- Vanne 1 pour la vidange d'huile du commutateur

II.9 Les différents halls de fabrication et les ateliers de l'entreprise

Les équipements de production et les halls de fabrication occupent 7.5 hectares, montré dans la figure (II.3)

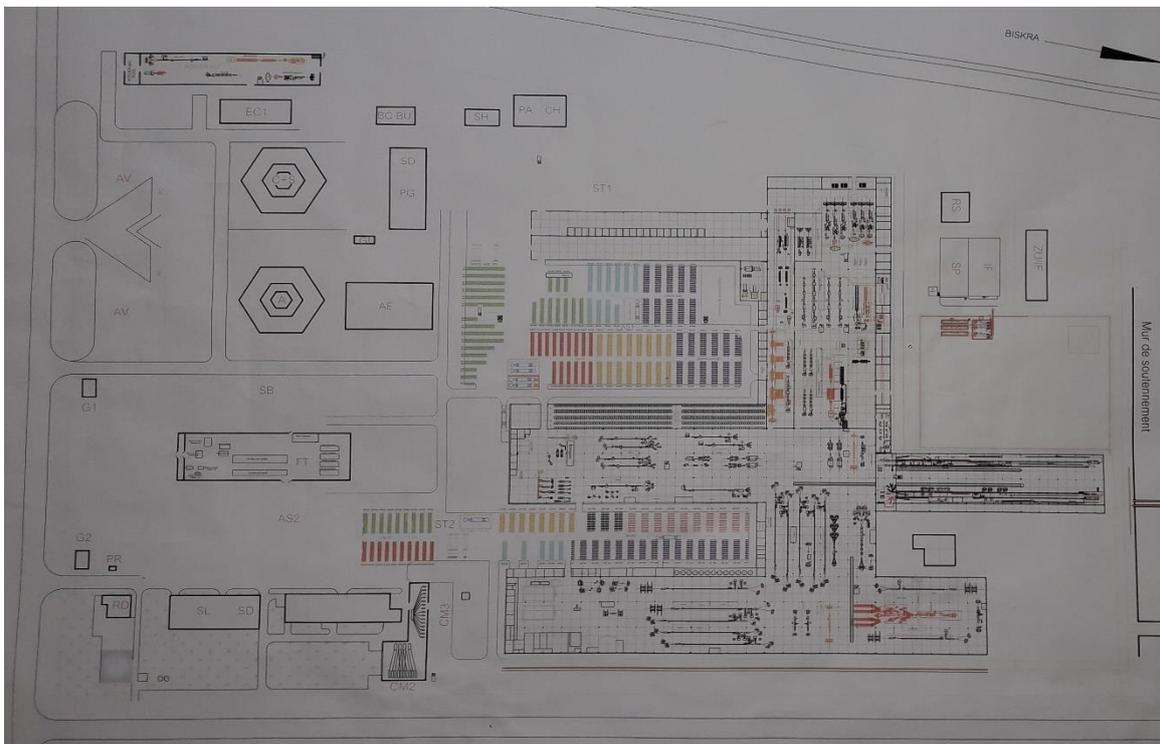


Figure II.3 Plan d'implantation des équipements de production ENICAB

- Atelier d'entretien **AE**
- Bâtiment commande électrique de l'usine **BC/EU**
- Bâtiment stockage préparation PVC **CM1**
- Groupe électrogène station distribution **GE/SD**
- Hall stockage matière première (Magazine) **H1**

Le processus de fabrication des câbles passe par les ateliers (halls) jusqu'au produit fini comme suit :

II.9.1 Hall tréfilage et câblage H2

L'atelier tréfilage et câblage H2 est spécialisé dans la fabrication des fils et câbles nus de différents diamètres et compositions, particulièrement du cuivre et de l'aluminium et ses alliages ainsi que l'aluminium/acier. Les possibilités de tréfilage varient de diamètre 0.8 mm au diamètre de la section 0.15 mm² à la section 240 mm² (à la section 412 mm² pour câble aluac)

Les sous-stations SD3 et SL14 alimentent et distribuent 10 KV/ 0.4 KV au hall H2 comme il est illustré dans la (Fig.II.3)

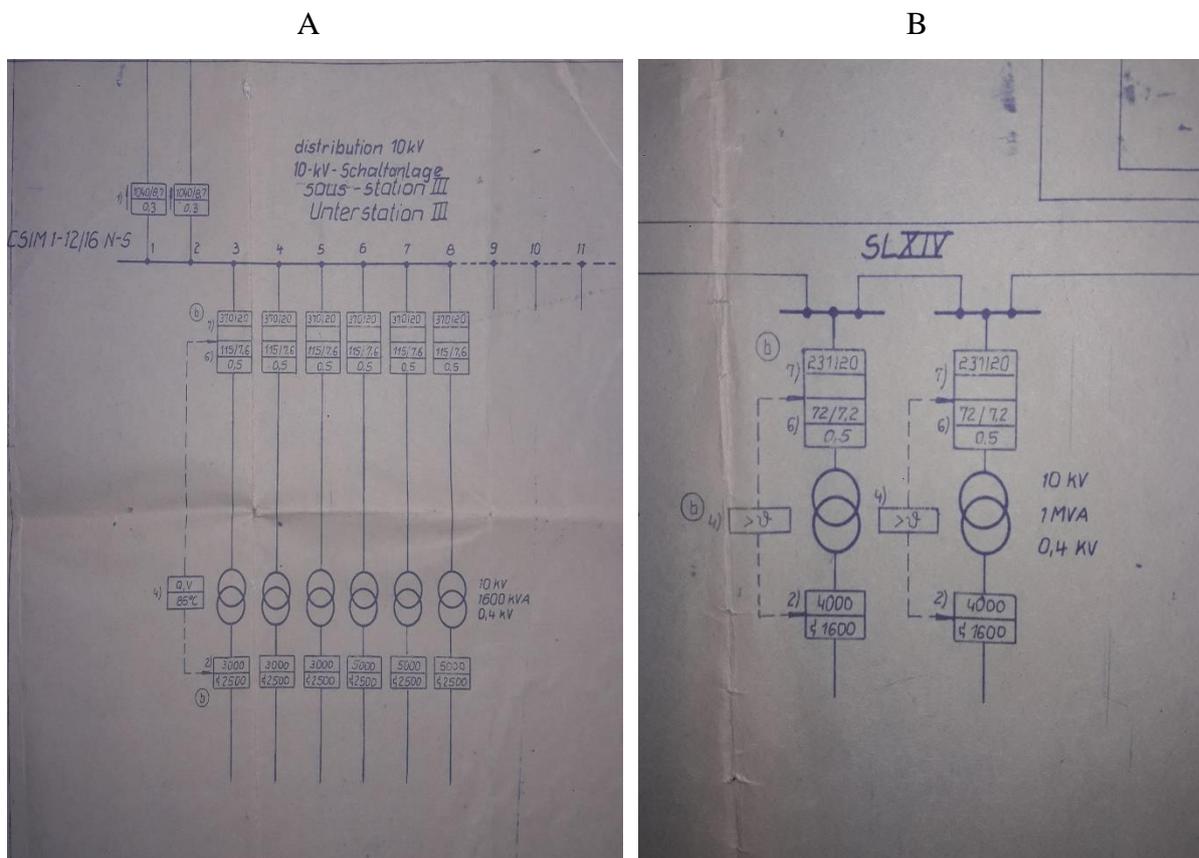


Figure II.4 Schéma de l'alimentation et distribution 10 KV et 0.4 KV, SD3 (A) et SL14 (B)

- ✚ L'entreprise utilise des transformateurs abaisseurs triphasés montrés dans la figure (II.4), 1 MVA 10kV (à l'huile) dans les sous-stations électriques SD et des transformateurs 0.4KV (à sec) dans les sous-stations électriques SL, dans le centre de consommation d'énergie électrique. Cela est dû aux facteurs suivants montrés dans le tableau :

Transformateur à l'huile (SD)	Transformateur à sec (SL)
- Milieu extérieure	- Milieu intérieure.
- Provoquer une surpression déformation de la cuve.	- Mieux pour la sécurité contre l'incendie
- Provenir d'un joint défectueux ou de la rupture d'une canalisation.	- Eviter la pollution (pas de fuite de liquide. Pas de vapeurs nocives en cas d'incendie).
- Peuvent polluer la nappe phréatique.	- Installés dans une enveloppe de protection.
- Dégage des produits toxiques et génère de l'opaque gênant l'intervention des secours.	- Ils doivent être protégés contre les contacts directs.
- Plusieurs protections.	- Seulement la protection thermique.

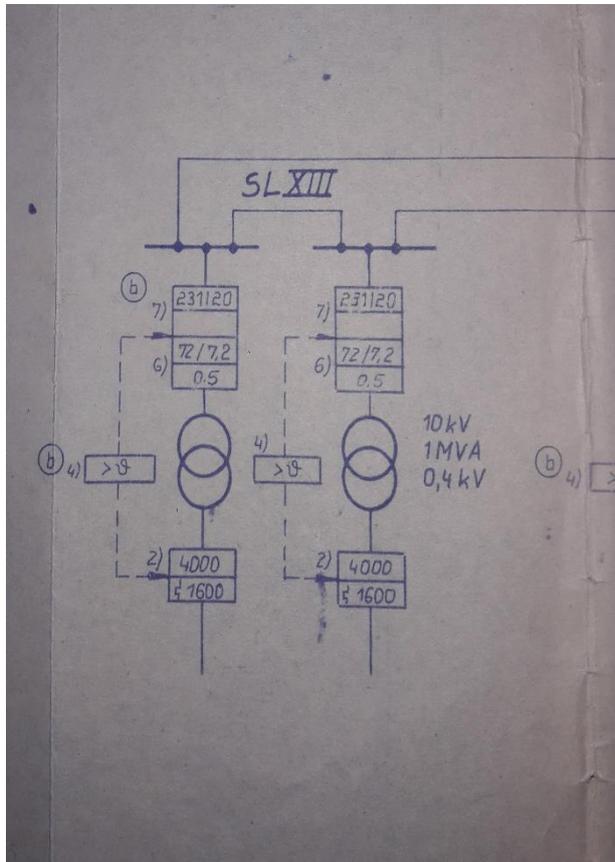
Tableau II-1 Facteurs d'utilisation du transformateur selon les sous stations

II.9.2 Atelier isolation et gainage au PVC H3

L'atelier d'isolation au PVC est spécialisé dans l'isolation des conducteurs avec des mélange à base de résine PVC dans les formulations a été spécialement étudiée pour offrir la meilleure protection électrique ainsi que les qualités mécaniques adéquates pour assurer une meilleure longévité d'utilisation des produits, les possibilités d'isolation varie de la section 0.5 mm² à 300 mm².

Les sous-stations SL13 et SL15 alimentent et distribuent 0.4 KV au hall H3, montré dans la **(Fig II.5)**

A



B

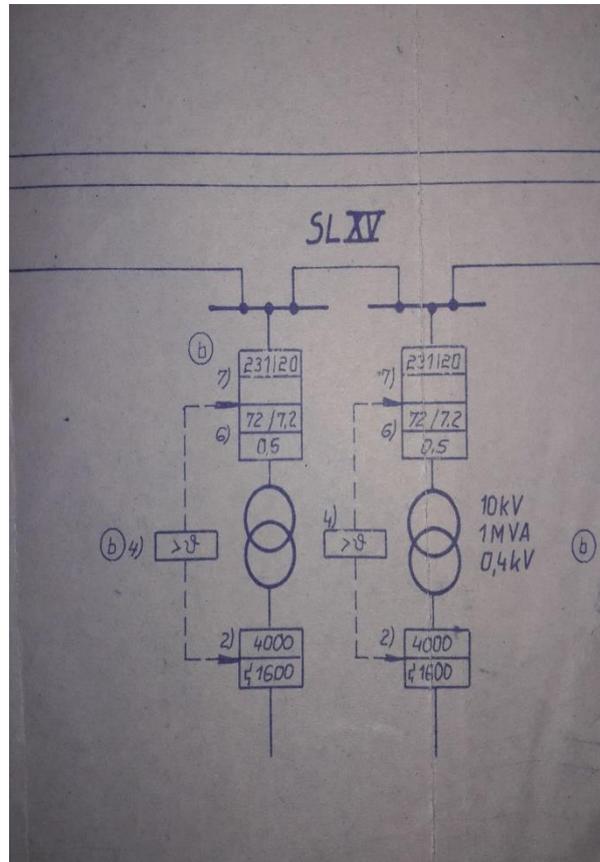


Figure II.5 Schéma de l'alimentation et distribution 0.4 KV, SL13 (A) et SL15 (B)

II.9.3 Atelier de l'isolation, assemblage et gainage H4

Spécialiser pour le bourrage et gainage des mélange à base de résine PVC spécialement étudiés et adaptés de ses clients, l'entreprise dispose de ligne tandem spécialement conçue pour réaliser une extrusion simultanée de la gaine de bourrage et gaine extérieur, ceci permet d'augmenter encore la capacité de production et d'assurer au mieux la qualité de produits.

Les halls H4 et H5 alimentés par la sous-station SD2 montré dans la (fig.II.6)

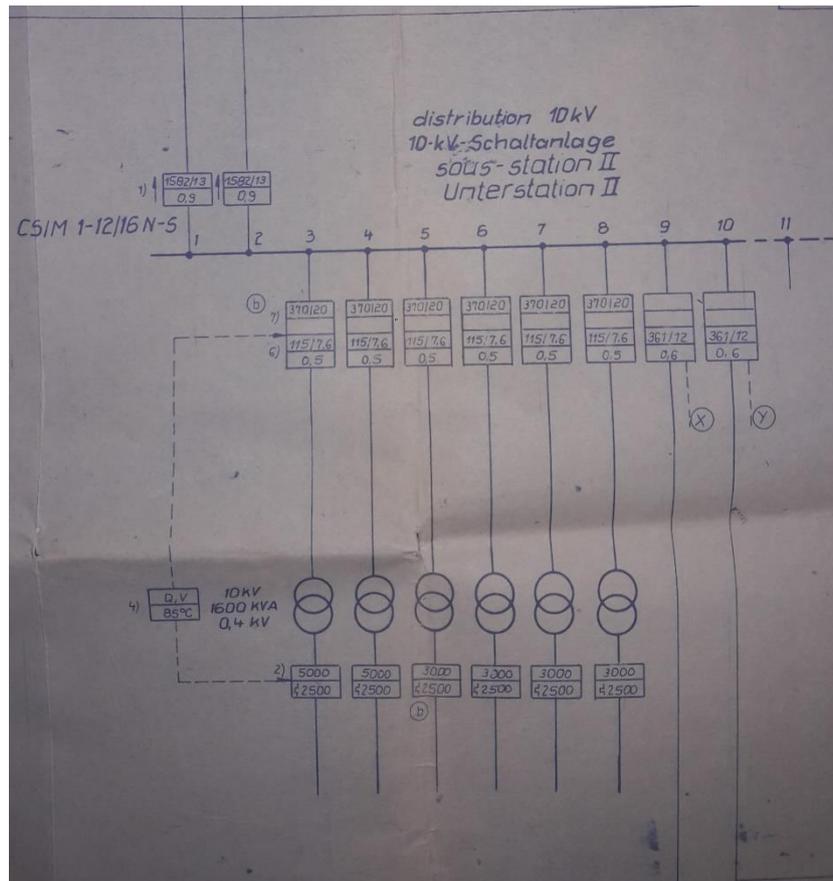


Figure II.6 Schéma de l'alimentation et distribution 10 KV, SD2

II.9.4 Atelier isolation au PRC H5

L'atelier d'isolation au PRC H5 se spécialise dans l'isolation des conducteurs et aluminium (et alliage aluminium) avec du polyéthylène réticule chimiquement, matière offrant la meilleure qualité dans le monde pour la production industrielle des câbles d'énergies.

Cet atelier se compose de quatre lignes de réticulation chimique sous atmosphère d'azote dont trois sont pour le câble 1KV (câble industriel et câble de distribution) et une ligne spécialisée pour câble MT, cette dernière permet extrusion simultanée de trois couches de PRC (deux pour semi-conducteur et un pour isolation).

II.9.5 Atelier assemblage et gainage au PVC H6

En plus de ses fonctions d'assemblage des conducteurs isolé et du gainage les câbles que nous avons déjà cités, cet atelier H6 également spécialisé dans le renforcement de la production de la protection mécanique de câbles par l'enroulement en spirale de deux bandes acier sur le bourrage ou la gaine de séparation. Cette ceinture armée sera recouverte par la gaine extérieur

en PVC, ce renforcement permet la protection du câble contre tout aléas d'accident mécanique notamment affaissement de terrain, chute d'objet lourd, passage d'engins lourd...et.

Les sous-stations SD6 et SL11 et SL12 alimentent et distribuent 10 KV/ 0.4 KV au halle H6 comme il est illustré dans la (Fig.II.7).

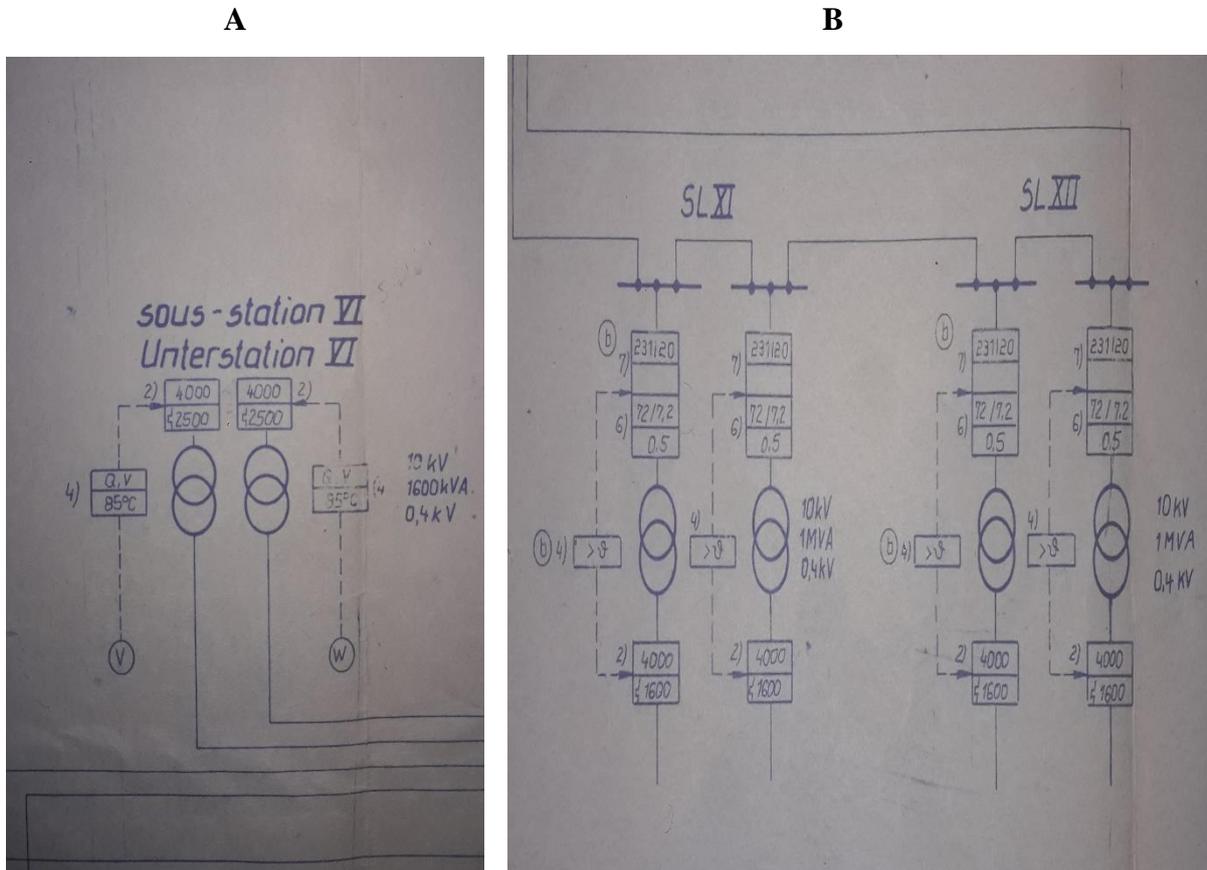


Figure II.7 Schéma de l'alimentation et distribution 10/0.4 KV, SD6 (A) et SL11 et SL12 (B)

II.10 Conclusion

Dans ce chapitre nous a permis étude pratique sur la structure de base de l'entreprise Enicab, et aussi donné un aperçu sur la distribution de l'Energie vers les halles qui nous avons également décrit.

III. Chapitre III :

Etude sur la

machine câbleuse à

double torsion Type

PO-CDT-DA-EC

III.1 Introduction

Ce troisième chapitre a pour vocation une étude pratique sur la machine câbleuse à double torsion type PO-CDT-DA-EC au niveau du deuxième hall (**H2**), et étudiez chaque dispositif de la machine selon leur caractéristique, opération et entretien et leur commande.

La chaîne qui va être étudiée dans ce chapitre est incomplète puisqu'elle constituée de dispositifs secondaires. L'entreprise n'a pas besoin de ces dispositifs et n'ont donc pas été achetés.

III.2 Caractéristique principale (Caractéristique technique)

- Sens de travail : Gauche-Droite.
- Hauteur de passage du câble : 1.100 mm
- Réseau: 3 x 380V /50 Hz.
- Circuits de contrôle : 2x 220V AC.
- Niveau de bruit maxime : 82 dBA.
- Vitesse maxime de câblage : 1.200 TPM (*)
- Vitesse maxime de la ligne : 200 m/min (*)
- Pression pneumatique minime : 6 bars

III.2.1 Description de la ligne

Cette ligne peut être destiné à la fabrication des suivants produits :

- a) Conducteurs d'aluminium nus en composition 1+6 ou 1+6+12. Unilay
- b) Câbles d'acier-Alum. De (1+6) ACSR, ou (1+6) +12 avec détorsion a 100%
- c) Câbles en pas croisé en Cu en deux passes et détorsion à 100%
- d) Câbles-en pas croisé en Al en deux passes avec détorsion à 100%.
- e) Câbles d'alliage d'aluminium de (1+6) (Almelec) avec une gamme de fils de 3 mm à 4,78 mm avec prétordeur et postformateur intérieur a la double torsion.
- f) Câbles alliage aluminium de (1+6+12) en pas croisé limiter à une gamme de fils au-dessus de 2,55 mm (95 mm²)

III.2.2 Gamme de câbles à produire

- Cuivre compacté en composition (1+6) : 10 mm² ÷ 75 mm²
Degré de compactage 90% x diamètre

- Cuivre compacté en composition (1+6+12) : 50 mm² ÷ 95 mm² (**Unilay**)
Degré de de compactage 90% x diamètre
- Cuivre câblé en compositions (1+6+12) : 60 mm² ÷ 107 mm² (**Pas croisé**)
Degré de compression 97% x diamètre
- Al compacté en compositions (1+6) : 16 mm² ÷ 75 mm²
Degré de compactage 90% x diamètre

Et la machine produise une autre gamme celle si :

- Al compacté en compositions (1+6+12) : 60 mm² ÷ 120 mm² **Unilay**
Degré de compactage 90% x diamètre
- Al câblé en compositions (1+6+12) : 60 mm² ÷ 120 mm² (**Pas croisé**)
Degré de compression 97% x diamètre
- Alliage Al en composition (1+6) : 34,4 mm² ÷ 125 mm²(f= 4,78 mm)
- Alliage Al en composition (1+6+12) : Deux pas. 93,3 mm² (f= 2,5 mm)

III.2.3 Composition de la ligne

Voir figure (III.1)

Numéro	MACHINE	MODELE	Numéro d'identification de C.M. Caballé	Quant
1	Dérouleur à double torsion	DDTA-1250	OF193004	1
2	Dérouleurs à fûts	ACO/A-1000	OF193001	19
3	Ensemble de graissage	HI-EN/CES	OF193003	1
4	Dérouleur à tension constante	DM-630	OF193002	12
5	Rouleaux de freinage et équilibrage	TE-(6+12) x400	OF193005	1
6	Plat de formation double	PFHR (1+6+12)	OF193006	1
7	Prétordeur	PRTA-500	OF193007	1
8	Toronneuse à double torsion	CDT-1600-DA-EC	OF193008	1

Tableau III-1 composition de la ligne

III.2.4 Vue d'ensemble de la ligne

L'entreprise utilisera cette chaîne en fonction de ses besoins, elle a donc acheté quatre éléments de cette chaîne, qu'elle juge indispensables pour réaliser ce type de câble, ces éléments que nous étudierons dans la suite :

- Dérouleurs à futs, MOD. ACO/A-1000
- Dérouleur à tension constant, MOD. DM-630
- Prétordeur, MOD. PRTA-500
- Toronneuse à double torsion, MOD. CDT-1600-DA-EC

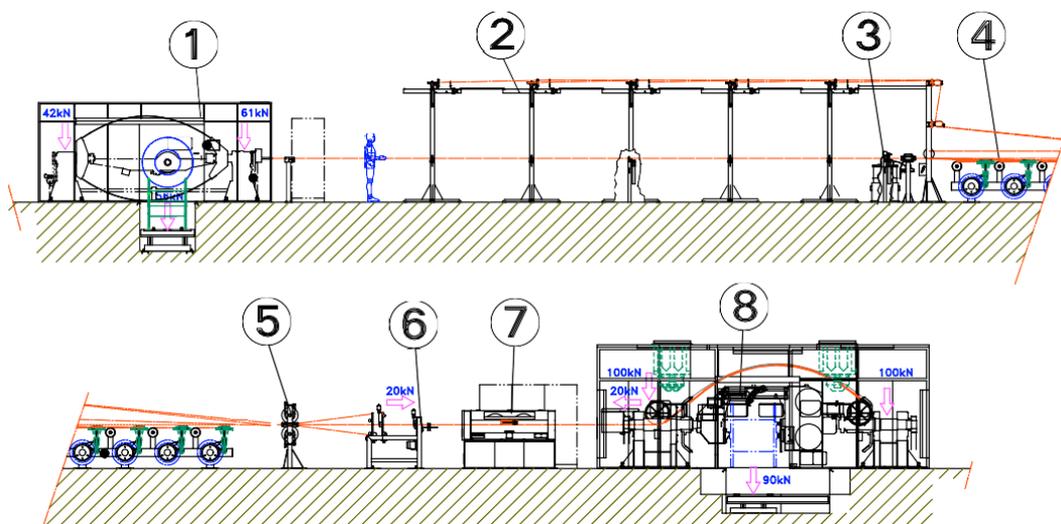


Figure III.1 Vue d'ensemble de la ligne

III.3 DEROULEURS A FUTS, MOD. ACO/A-1000

III.3.1 Description de la machine (caractéristique technique)

- Le système d'alimentation à bobines doubles avec changement automatique est composé d'un poteau. Ce poteau supporte les deux bras mobiles chargés du changement automatique des bobines.
- Le bras de changement incorpore un dispositif de raidissage du fil (9), (figure III.2) et les poulies de renvoi. Le raidissage a pour but d'appliquer une certaine tension d'alimentation et d'éliminer la mémoire du fil. On réalise l'application ou la

suppression de la tension d'alimentation au moyen d'une vis de réglage du fil (10) On règle cette vis au moyen d'une clé de réglage (6), (figure III.2), fournie avec l'équipement.

- On réalise le guidage des fils au moyen des filières de Widia et des poulies de renvoi montées sur le dernier support.
- On a placé sur les poulies de renvoi de chaque poteau les détecteurs inductifs de rupture de fil ainsi qu'un frein, afin d'éviter l'inertie de la poulie lorsqu'un fil se casse.

III.3.2 Vue d'ensemble de la machine

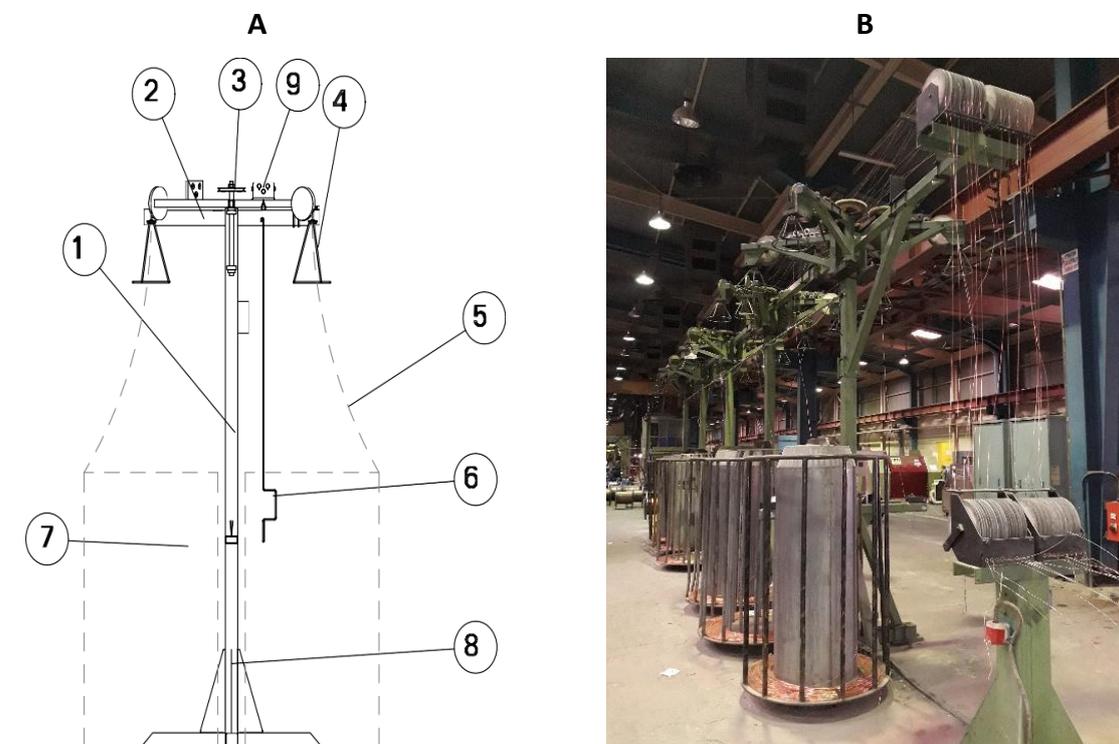


Figure III.2 Éléments principaux de la machine(A) et vue réel (B)

- | | | |
|---------------------|-------------------|---------------|
| 1. Poteau | 4. Cône d'entrée | 7. Bobine |
| 2. Barre mobile | 5. Fil | 8. Poteau |
| 3. Poulie de renvoi | 6. Clé de réglage | 9. Raidisseur |

III.3.3 Opération

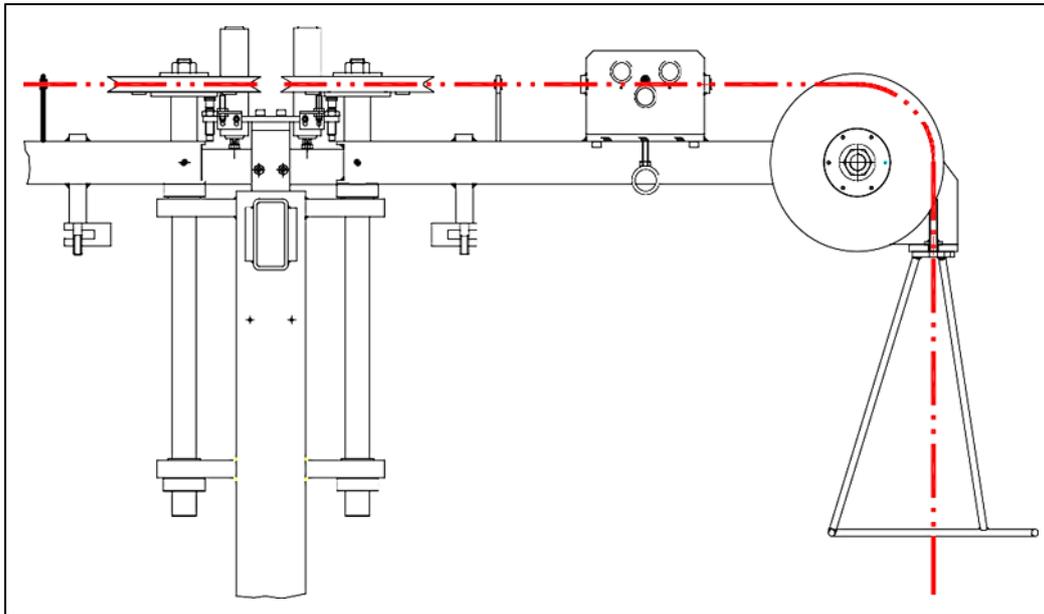


Figure III.3 Schéma d'enfilage et éléments de l'alimentation des bobines

III.3.3.1 Enfilage de la machine

- Le schéma d'enfilage, (figure III.3).
- Grâce à cette structure, on met en place correctement les fils avant l'entrée du rouleau égaliseur.
- Les poulies de renvoi incorporent un détecteur inductif de rupture du fil, signalés par le numéro (11) sur la (figure III.4), ainsi qu'un frein d'inertie de la poulie (12) ont la mission est de freiner en douceur la poulie de renvoi, ce qui favorise la mission du détecteur de rupture.
- On doit contrôler et régler le frein d'inertie de façon périodique en raison du potentiel dérèglement produit par le frottement entre le filtre du frein et la poulie en plastique.
- On réalise le réglage du frein en déplaçant le positionneur du frein (14) (figure III.4), depuis le point (B) jusqu' à la distance permettant de récupérer le contact de freinage avec la poulie, enfin bloquez le positionneur du frein au moyen de l'écrou de blocage (13).

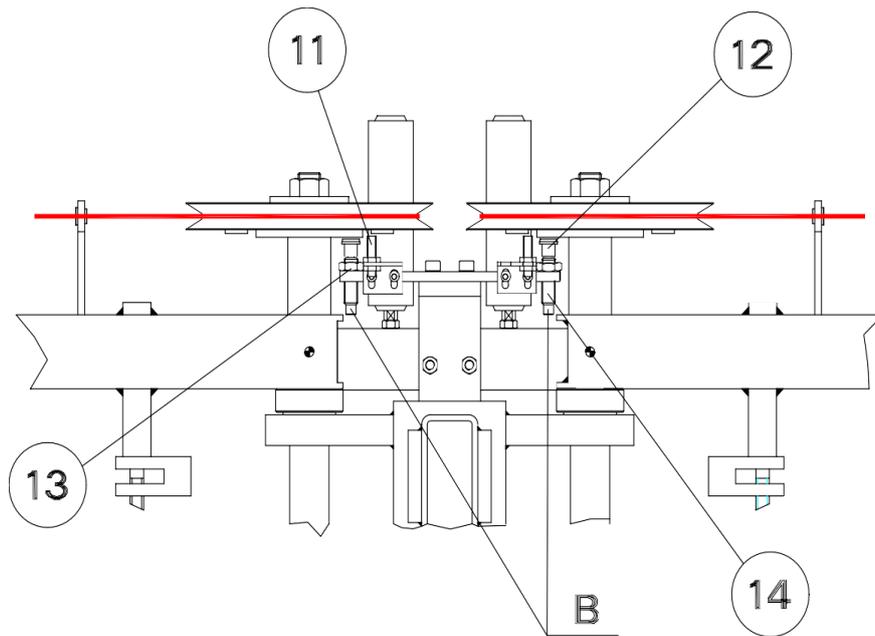


Figure III.4 Detaille de système de détection de rupture

III.3.4 Schéma électrique

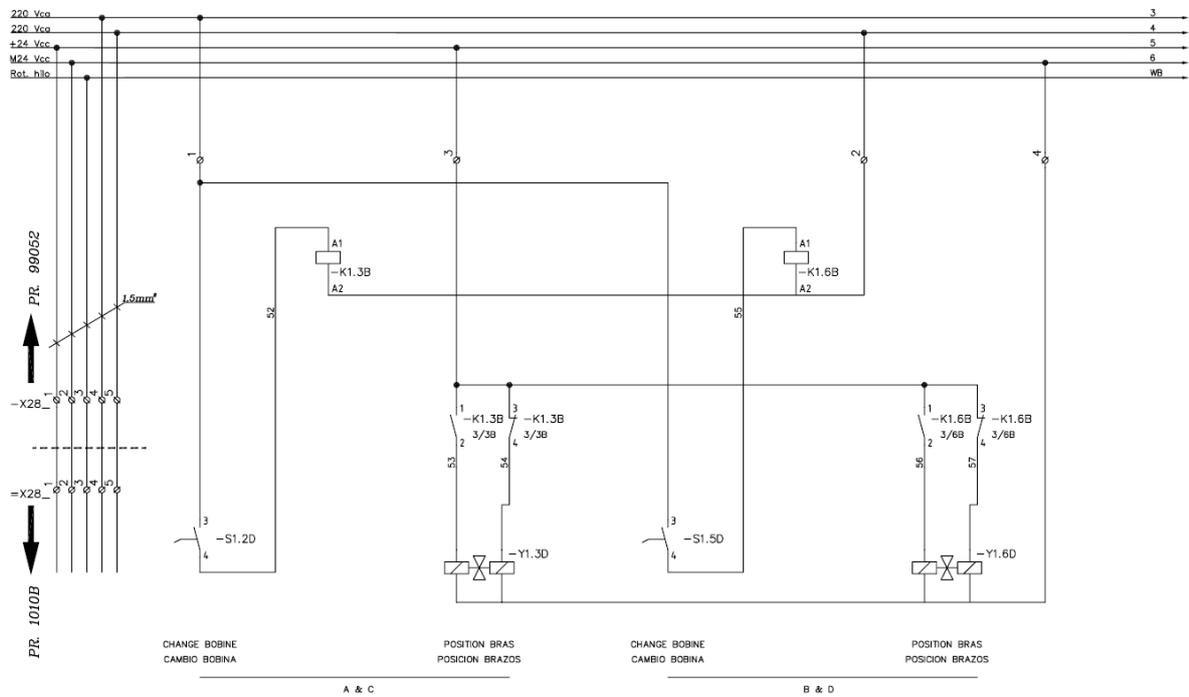


Figure III.5 Schéma électrique de contrôle bras

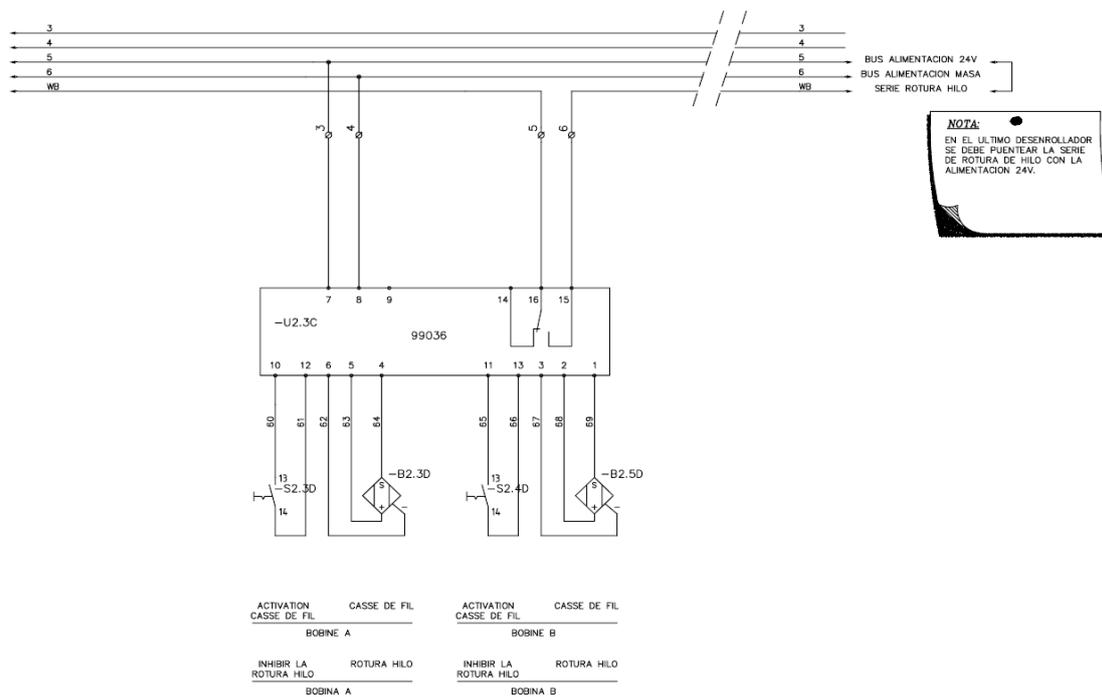


Figure III.6 Schéma électrique contrôle caisse de fil

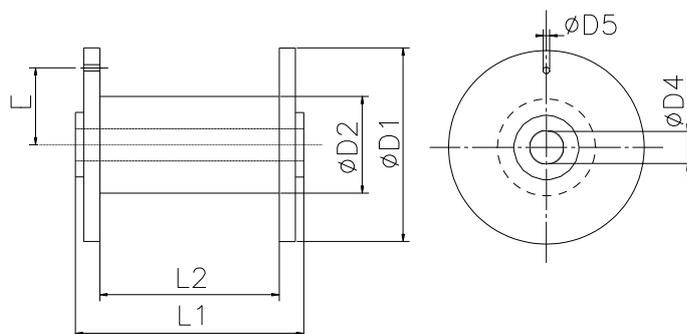
III.3.5 Entretien

La machine n'a pas besoin d'aide spéciale pour les opérations d'entretien. Tous les éléments ayant besoin de graissage ont été graissés pour toute la vie utile.

III.4 DÉROULEUR À TENSION CONSTANTE, MOD. DM-630

III.4.1 Caractéristique technique

Bobine prévue :



D1 (mm)	D2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	D4 (mm)	D5 (mm)	E (mm)	Poids (Kg)
630	*	*	*	*	*	*	*

Tableau III-2 Dimension de la bobine

✚ Dimension selon les spécifications

III.4.2 Opération

III.4.2.1 Processus de chargement

- Voir la (figure III.7)
- Arrêter la ligne.
- Dévisser l'écrou de blocage.
- Mettre la bobine (1) sur l'axe (2) et mettre en place le téton d'entraînement (3).
- Visser et fixer la bobine au moyen de l'écrou de blocage.
- Enfiler le fil au travers du rouleau (6) et de la poulie de déviation (7).

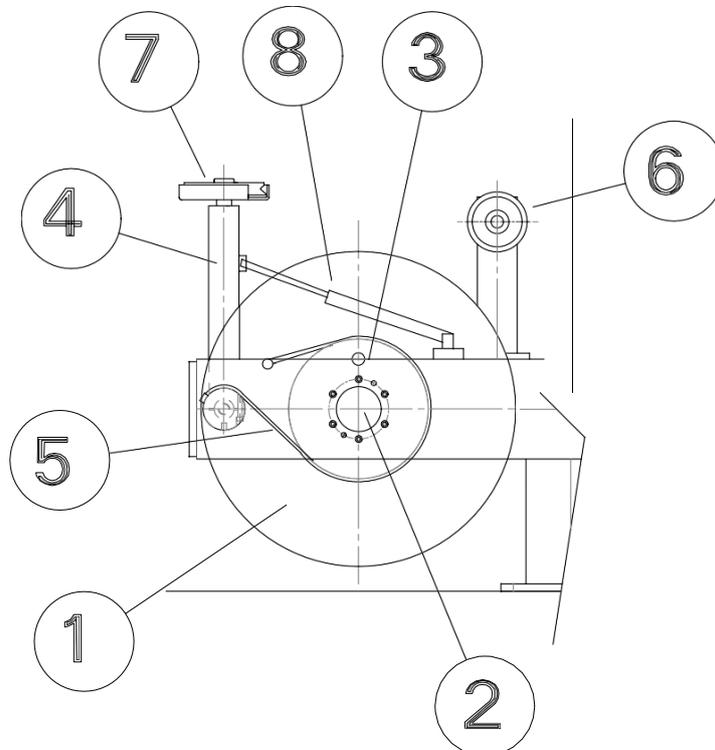


Figure III.7 éléments principaux du dérouleur



Figure III.8 ensemble d'implantation de dérouleur (A) et vue réel (B)

III.4.3 Schéma électrique

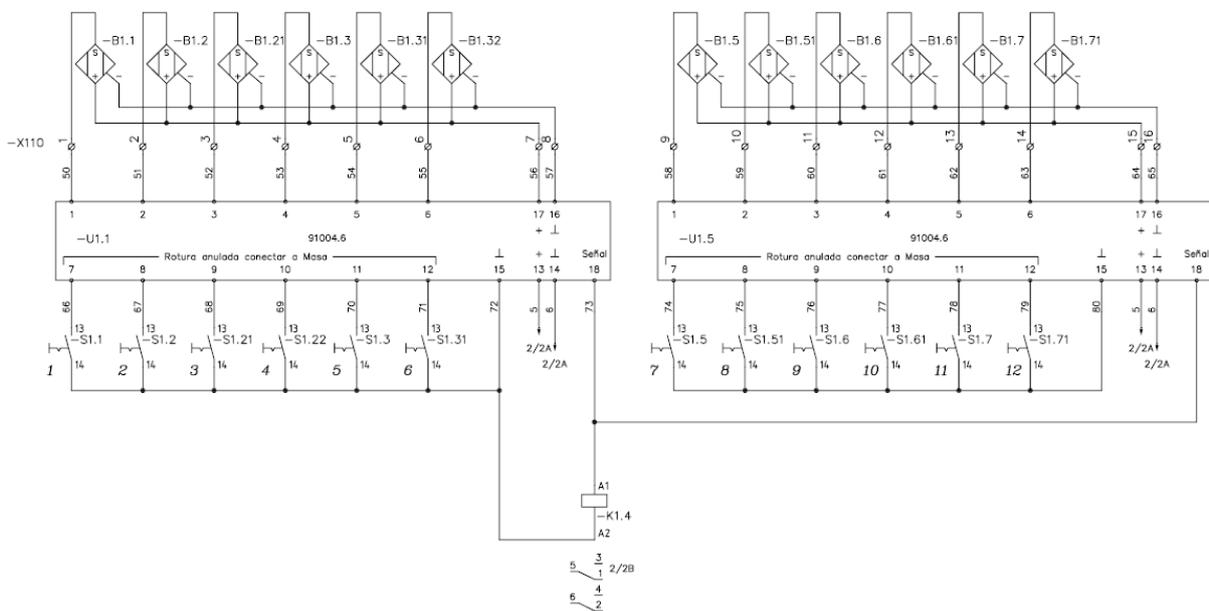


Figure III.9 Schéma électrique caisse de fil

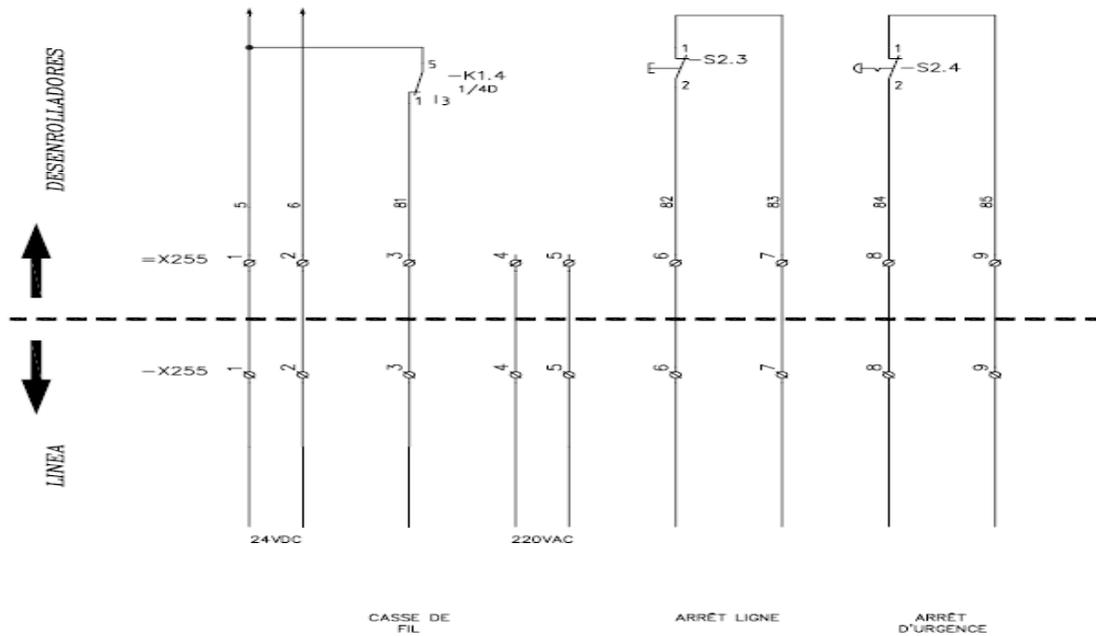


Figure III.10 Schéma électrique de l'interconnexion avec ligne

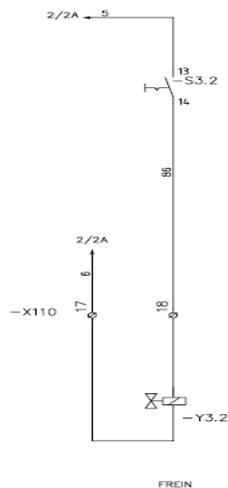


Figure III.11 Schéma électrique de frein

III.4.4 Entretien

- La machine n'a pas besoin d'aide spéciale pour les opérations d'entretien.
- Tous les coussinets ont été graissés pour toute la durée de leur vie utile.

Il est nécessaire de lubrifier le circuit pneumatique. On recommande de vérifier l'huile de façon périodique et d'utiliser le cas échéant de l'huile type 2' 8° - 3' 2° Engler à 50°C.

III.5 PRÉTORDEUR, MOD. PRTA-500

III.5.1 Caractéristique principales (Caractéristique technique)

- Diamètre des poulies : 500 mm
- Taux de prétorsion : 33 ÷ 115 %

III.5.2 Description du système (Description de la machine)

- La machine est placée après la filière de fermeture, cet appareil nous permet de produire directement une prétorsion réglable sur le câble. On obtient ce réglage au moyen d'un moteur indépendant CC géré depuis le tableau de contrôle.
- La machine est composée d'une structure rotative à bobine électro-soudée qui réalise la prétorsion du fil à fabriquer, en égalant les torsions et en assurant la correcte distribution du fil, selon sa composition.
- Au niveau de l'entrée de la prétorsion et enclenché dans un châssis indépendant, on trouve un plat d'union et les supports de la filière de fermeture. Il est possible de régler la distance entre la table d'union et la filière afin de changer l'angle d'incidence des fils sur l'âme.
- La machine est livrée avec des protections qui sont munies d'un dispositif de verrouillage électrique qui ne permet d'ouvrir les portes lorsque la machine fonctionne. S'il y avait une panne électrique et que les portes restaient fermées, il serait possible d'ouvrir ces portes avec des clés de clouage. On devra au préalable enlever la petite plaque qui couvre les vis. Lorsque les portes sont ouvertes, la machine est en arrêt.

III.5.3 Vue générale de la machine



Figure III.12 Vue générale de la machine

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Protection | 5. Tableau de commande |
| 2. verrouillage électrique | 6. Structure rotative |
| 3. Clé à diviseur | 7. Plaque d'Union |
| 4. Boulon à œil pour les opérations de levage | |

III.5.4 Opération

III.5.4.1 Enfilage de prétorsion

Voire la (figure III.13)

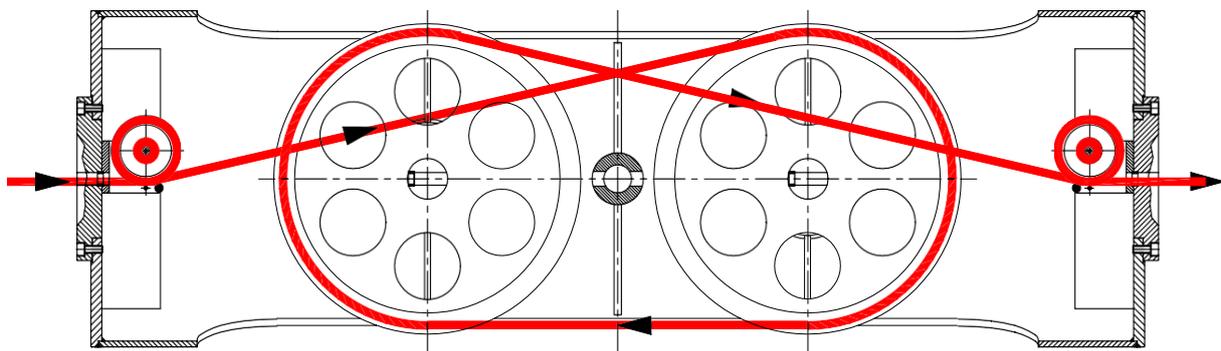


Figure III.13 Schéma d'enfilage

- On n'utilisera la prétorsion que lorsqu' on fabrique un câble avec une âme en acier et six fils en aluminium. Lorsqu' on fabrique des câbles à 19 fils, la prétorsion aura une rotation qui sera le double d'une câbleuse à double torsion (1200 min), mais cela ne marchera pas. Dans tous les autres cas, la machine ne fonctionnera pas et elle ne tournera pas non plus, le câble passera au travers des orifices tout au long de l'axe.

III.5.5 Commande

- La commande de prétordeur montré dans le tableau suivant :

Synchronisation	Un potentiomètre (10 révolutions) règle la vitesse de la machine
R.P.M. (Écran)	Un écran à 4 digits permet de visualiser les variations de vitesse réalisées au moyen du potentiomètre.
Démarrage de la torsion	Bouton-poussoir éclairé pour démarrer la machine.
Arrêt de la machine	Bouton-poussoir pour arrêter la machine.
Frein ON/OFF	Cette commande débloque la machine lorsqu' elle est arrêtée, permettant ainsi une rotation manuelle du rotor.
Démarrage de la ligne	Bouton-poussoir éclairé pour démarrer la ligne. La ligne s'accélère suivant l'inclinaison réglée sur le terminal opérateur Il est possible de changer la rampe d'accélération sur le terminal opérateur.
Arrêt de la ligne	Bouton-poussoir pour arrêter la ligne. Il est possible de régler le délai d'arrêt depuis la vitesse maximale de la ligne à partir du terminal opérateur.
Impulsions	Appuyez sur le bouton qui fait bouger la ligne lentement tant qu'on appuie dessus. C'est utile pour les opérations initiales comme l'enfilage de la machine, les tests...
Arrêt d'urgence	L'objectif de l'arrêt d'urgence est d'arrêter la ligne aussi vite que possible. Il ne doit être utilisé que dans les circonstances extraordinaires comme les accidents, toutes les machines perdent leur synchronisation.

Tableau III-3 commande de prétordeur

III.5.6 Schéma électrique

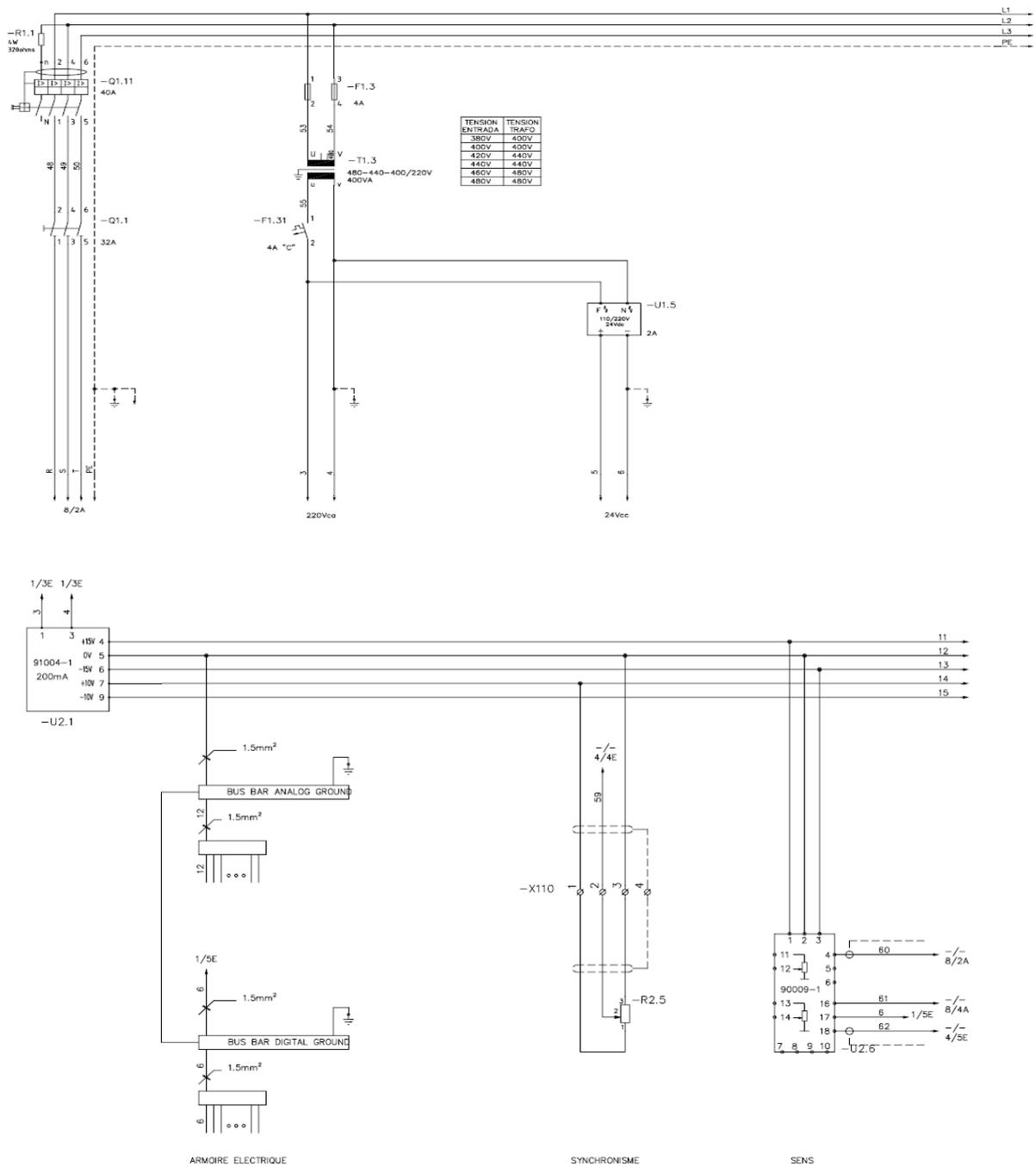


Figure III.14 Schéma de l'alimentation générale

III.5.7 Maintenance de la machine

Pour préserver la machine dans des parfaites conditions de travail doivent être suivies les étapes suivantes :

- Réalisez des contrôles périodiques de lubrification.

- Veillez à ce que les guide-câbles et les rouleaux n'aient pas de poussières ni de saletés. Vérifiez le fonctionnement correct des parties rotatives.
- Vérifiez les disques et les éléments de freinage (remplacez-les si nécessaire)

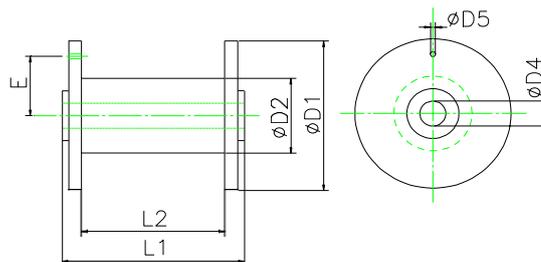
III.6 TORONNEUSE À DOUBLE TORSION, MOD. CDT-1600-DA-EC

III.6.1 Caractéristiques principales (Caractéristique technique)

Diamètre fils en Al/Cu	1,5 ÷ 4,8 mm
Section compacté 7/19 fils Cu	16÷107 mm ² .
Section tordue 19 fils Cu	16÷127 mm ² .
Section compacté 7/19 fils Al	16÷127 mm ² .
Section tordue 19 fils Al	16÷150 mm ² .
Diamètre maximum du câble	25 mm
Taux de compactage maximum	10 %.
Vitesse de rotation maximum	600 RPM (*).
Vitesse de torsion maximum	1.200 TPM (*).
Vitesse de ligne maximum	200 m/min (*).
Commettage	50 ÷ 700 mm
Niveau sonore à 1 m de distance	80 ÷ 82 dBA.

Tableau III-4 Caractéristique Technique de Toronneuse

- Dimension de la bobine :



Code Bobine	Ø D1 (mm)	Ø D2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Ø D4 (mm)	Ø D5 (mm)	E (mm)
1250	1250	630	950	800	80	-	160
1600	1600	800	940	800	80	35	116,5
DIN46 395	1600	800	1180	1000	80	-	300

Tableau III-5 Dimension de la bobine

- Poids maximum de la bobine : 8.000 kg.
- (*) Toutes les vitesses indiquées sont des vitesses cinétiques maximales. Les performances de l'équipement dépendront de la taille/type de câble à produire et des détails technologiques

III.6.2 Description du système (Description de la machine)

- La toronneuse est conçue pour fabriquer des conducteurs nus, avec ou sans compactage, et aussi pour garder des conducteurs isolés.
- Le rotor est assemblé sur un châssis électro-soudée avec ses lyres et le berceau qui supporte la bobine. La structure en acier supporte le rotor au moyen de roulements pour supporter les pressions élevées, axiales et radiales, créées lorsqu'elle est en marche.

III.6.2.1 Berceau

- Le berceau est fixé à l'armature au moyen de deux roulements, ce qui permet l'oscillation du berceau.
- La bobine est fixée à un berceau libre au moyen de contrepointes. Le berceau dispose d'une fixation mécanique (barre) pour bloquer le berceau lors de l'enfilage ou des réparations, en permettant de les monter sans qu'il n'y ait d'oscillations dangereuses.

III.6.2.2 Lyres

- Les lyres sont en fibre de carbone et sont renforcées avec une plaque en acier. Des rouleaux sont installés tout au long des lyres pour contenir et pour guider le câble.
- Les têtes du rotor sont mises en mouvement par un moteur CC avec encodeur, par l'intermédiaire d'un axe de transmission, au moyen de courroies dentées.

III.6.2.3 Cabestan de tirage

- Le fil est tiré par deux cabestans en acier ayant cinq rainures chacun, il est aussi mis en mouvement par un moteur CC synchronisé avec la rotation de lyres afin de conserver de façon constante le rythme de torsion désiré, même dans les périodes d'accélération ou d'arrêt.
- On sélectionne le rythme de torsion depuis le tableau de contrôle.

III.6.2.4 Guide-câbles

- Lorsque le fil sort de la filière de compactage, il est tiré par le cabestan de la machine et il est guidé au travers des rouleaux courbes vers le système guide-câbles.
- Le mouvement du guide-câble est obtenu au moyen d'un moteur CC synchronisé avec le moteur de la bobine pour avoir un rythme de torsion constant indépendamment des révolutions de la bobine. On sélectionne le rythme du guide-câble depuis le tableau de contrôle.

III.6.2.5 Commande de la bobine

- La bobine est soutenue par des contrepoinces que l'on ouvre pneumatiquement et que l'on ferme au moyen de ressorts. La fermeture des contrepoinces est contrôlée par des microinterrupteurs.
- La bobine est commandée par un moteur CC à puissance contrôlée avec encodeur de façon à avoir une tension d'enroulement constante lors du processus d'enroulement tout entier. Il est possible de régler la tension d'enroulement depuis le tableau de commande principal.
- La bobine est mise en mouvement par un moteur CC indépendant avec encodeur de façon à avoir une tension d'enroulement constante lors du processus d'enroulement tout entier.
- Il est possible de régler la tension d'enroulement depuis le tableau de commande.

III.6.2.6 Plate-forme de levage

- Il y a une plate-forme de levage hydraulique, pour le chargement et le déchargement, qui est munie de dispositifs de sécurité pour éviter les opérations erronées.
- La plate-forme offre plusieurs positions de chargement en sens vertical.
- Déplacement de la plate-forme :
 - Niveau 0 ou position de travail.
 - La position de chargement des bobines sera différente selon le diamètre de la bobine ; c'est la raison pour laquelle ces positions sont contrôlées au moyen d'un potentiomètre.

III.6.2.7 Protections

- Protections isolées acoustiquement indépendantes de la machine avec un collecteur (qui s'ouvre et se ferme au moyen d'un cylindre pneumatique), une fenêtre viseur et une

ventilation forcée. Les panneaux de protection sont démontables, ce qui permet un accès facile à la machine.

III.6.2.8 Processus de compactage

- Le processus de compactage d'un câble rond est fait en deux phases :
 - Compactage et lissage.

III.6.3 Schéma électrique

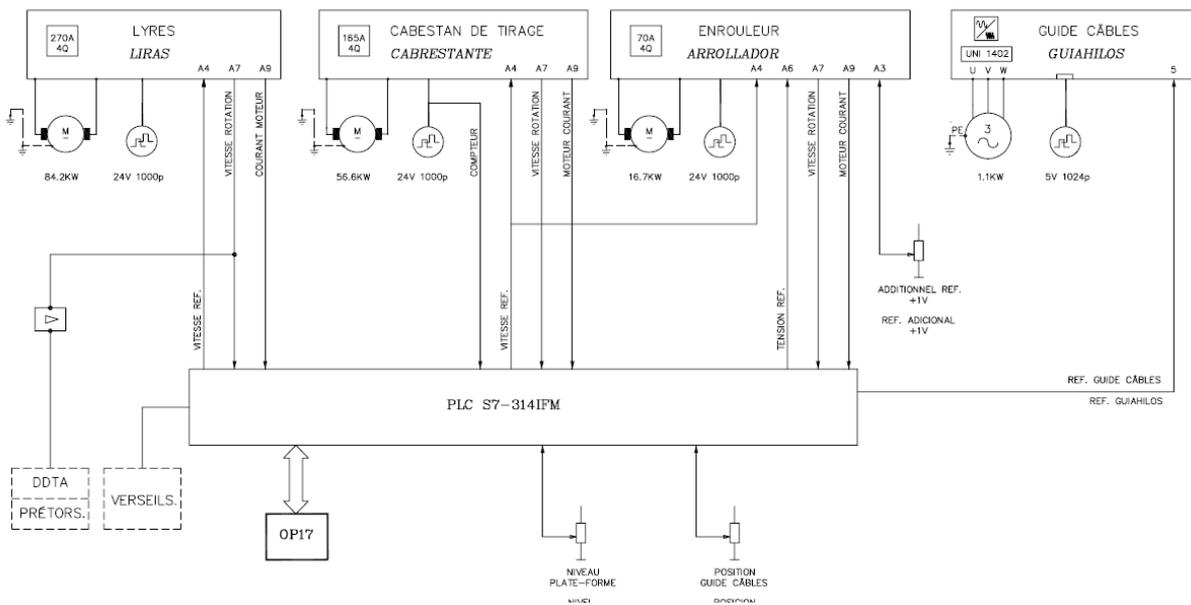
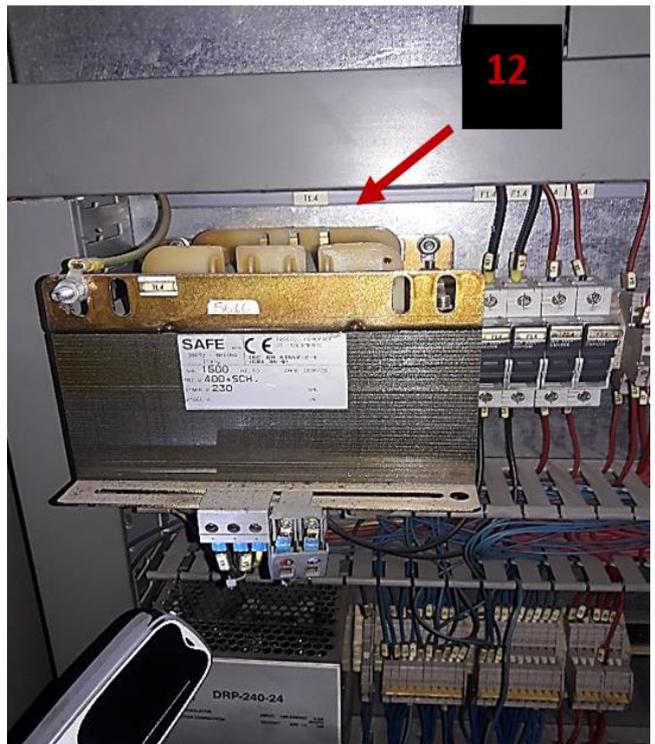
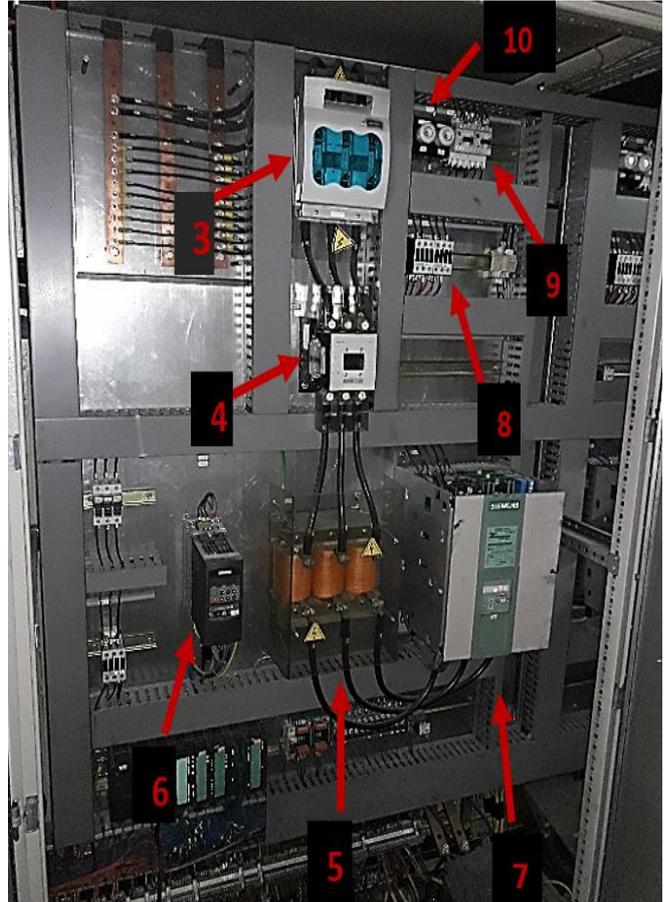
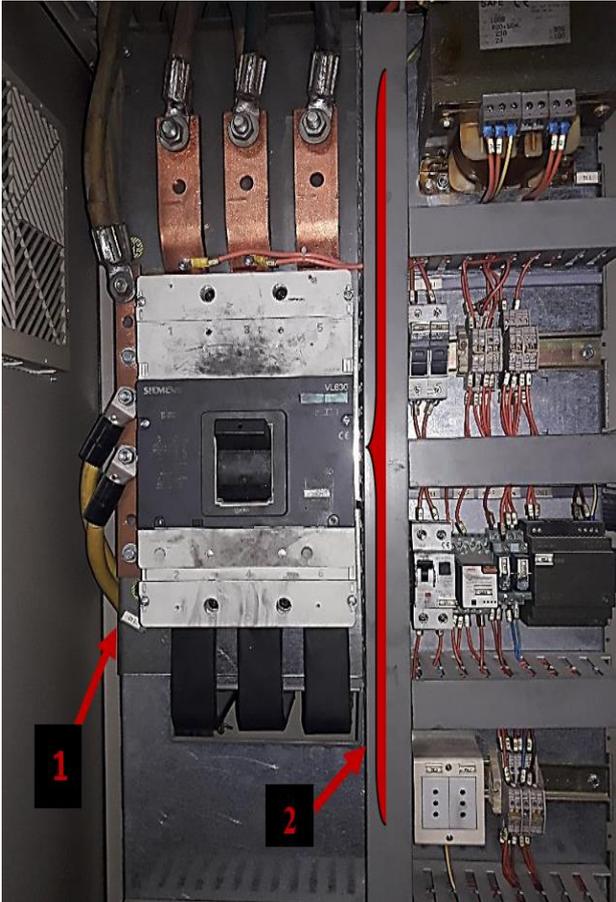


Figure III.15 Schéma électrique générale de la toronneuse

III.6.4 Armoire électrique de la machine



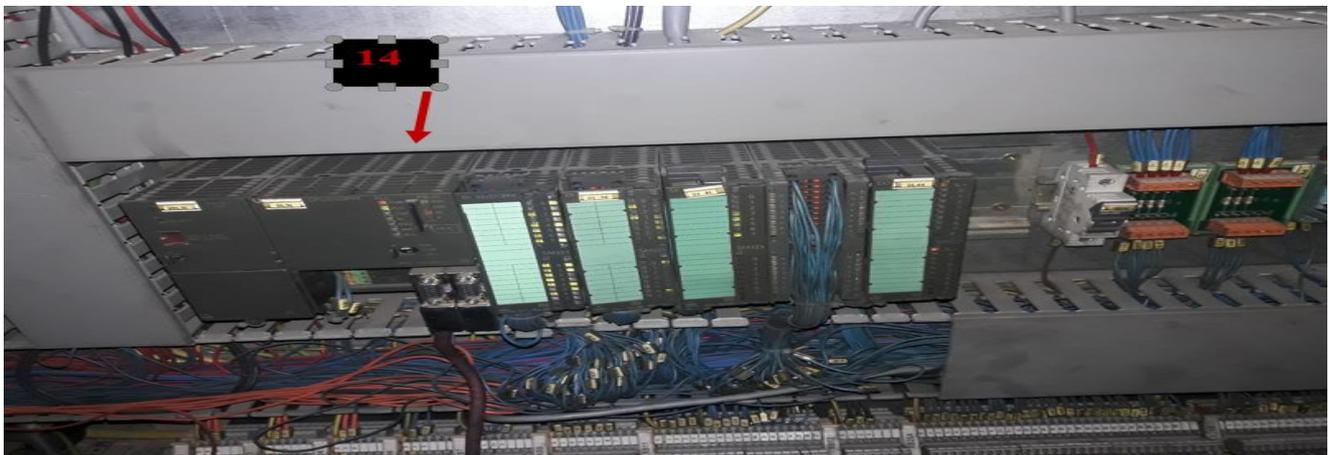


Figure III.16 Armoire électrique de la machine

- | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|
| 1. Disjoncteur principale siemens VL630 | 2. Alimentation au secours | 3. Porte de fusible |
| 4. Contacteur de puissance | 5. Filtre de lissage | 6. Micromaster siemens 440 |
| 7. Variateur simorge -DC | 8. Contacteur | 9. Disjoncteur |
| 10. Fusible simple | 11. Alimentation stabilisé | 12. Transformateur 320/220 |
| 13. Ensembles des relais de protection | 14. Automate CPU314DPM | |

III.7 Conclusion

Le présent chapitre, nous a permis étude pratique sur la machine câbleuse à double torsion type PO-CDT-DA-EC et étudiez chaque dispositif de la machine.

CONCLUSION GENERALE

Dans un contexte de contrôle commande industrielle, la complexité des systèmes industriels s'est considérablement accrue au cours des dernières décennies. Les systèmes de contrôle commande répondent aux besoins grandissants des industriels de piloter et de sécuriser leurs installations. Avec l'évolution des technologies, ils doivent également permettre de favoriser le retour d'expérience issu de l'exploitation comme levier de performance industrielle.

Les opérations sont ainsi tracées, les ateliers deviennent flexibles et la maintenance se veut prédictive.

Le contrôle-commande permet de maîtriser, surveiller et commander les équipements en fonctionnement normal, incidentel ou accidentel. Il doit tout d'abord répondre aux enjeux de performance tout en respectant les normes pour en garantir sa sécurité et ce sur toute la durée de vie des installations.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons fait une étude théorique et pratique sur (stage industriel au niveau de l'entreprise ENICAB de Biskra) sur les appareillages de protection et des éléments de commande et de contrôle dans l'installation électriques industrielle de l'entreprise avec les systèmes de commande et de contrôle (les transformateurs, les éléments de protection et les moteur électrique), ce travail se termine par une étude sur la machine câbleuse à double torsion type PO-CDT-DA-EC selon leur caractéristique, opération et entretien et leur commande.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] S. N. Abdelkebir Amir, «Application de la Logique Floue pour le diagnostic des Transformateurs de Puissance par Analyse des Gaz dissous,» mémoire de magister, BOUMERDES, Juin 2017.
- [2] I. E. Harzelli, «Mémoire de magister Contribution à la modélisation par la méthode des volumes finis d'un transformateur de courant,» département d'électrotechnique, biskra, Octobre 2014..
- [3] S. s. f. Azouaou sadi, «Optimisation de la construction d'un transformateur de puissance triphasé moyenne tension-moyenne tension fabriqué par Electro-Industries.,» Tizi-Ouzou, 2015.
- [4] A. Mansour, «« Transformateur triphasé », Cours Electro technique GE 2,» 2011-2012..
- [5] E. Gaucheron, «Les moteurs électriques... pour mieux les piloter et les protéger. Cahier Technique, (207).».
- [6] J. Y. Adel SAID, «(INSTALLATIONS INDUSTRIELLES) .Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul.,» 2013-2014.
- [7] «Documentation, technique de l'ENICAB câblerie électrique,» biskra.
- [8] O. Awatef, «Protection et maintenance des transformateurs dans l'unité industrielle,» Biskra, Juillet 2019.

Annexe

Schéma électrique globale de réseau de distribution 60 KV dans l'entreprise ENICAB.

