



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Electrotechnique
Machines électriques

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Hadmer zakarya

Le : samedi 23 juin 2018

Etude des appareillages de protection des systèmes électrique dans une installation d'une unité industrielle :Lafarge ciment Biskra

Jury :

Mr	BAHRI Mbarek	Prof	président	Statut
Mr	MEGHREBI Ahmed Chaaouki	MCA	Encadreur	Statut
Mr	TKOUTI Nacira	MAA	Examineur	Statut

Didicace

Je dédie ce modeste mémoire de magistère à:

A ma mère Malika

Ma soeur : Nour el houda

A mes frères : Mohamed, Islam, Mohyeddin

A toute mes familles.

A tous mes amis : Hassane, Nabile, Hichem, Abdleatif.

Sont oublier mes très chères responsables du Groupe lafarege ciment Biskra.

Remerciements

Ce mémoire de fin de formation est l'aboutissement des efforts conjugués d'un certain nombre de personnes qui nous ont apporté une assistance morale, technique et matérielle.

Qu'il nous soit donc permis de nous acquitter d'un devoir, celui de présenter nos sincères remerciements à toutes ces personnes. Alors, nous présentons nos vifs remerciements à nos parents qu'ils sont toujours proches de nous par leurs encouragements et par leurs soutiens.

Nous exprimons nos remerciements à Dr. MEGHERBI Ahmed Chaouki , notre Encadreur qui a manifesté son entière disponibilité pour nous aider, et n'a ménagé aucun effort pour l'aboutissement de ce travail. Nos remerciements vont également à tous les enseignants de notre département de génie électrique-Biskra qui ont toujours donné le meilleur d'eux-mêmes afin de nous assurer une formation de qualité.

Nous tenons à remercier aussi le Prf. BAHRI Mbarek (président de jury) et le membre du jury Dr.TKOUTI Nacira de l'intérêt dont ils font preuve à notre égard pour lire ce mémoire et en assistant à notre soutenance. Enfin nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, à trouver dans le même hommage le témoignage de notre estime et de notre gratitude.

Enfin, nous n'oublions pas de remercier tous les responsables de l'entreprise du Lafarge ciment Biskra pour leurs efforts et leur aide pour atteindre l'objectif souhaité de ce stage.

Liste des tableaux

Tableaux I.1. Références des relais thermiques selon les zones de réglage	Page 25
--	---------

Liste des figures

Figure I.1. Disjoncteur Magnétothermique	Page 7
Figure I.2. Principe thermique de disjoncteur magnétothermique	Page 8
Figure I.3. Principe magnétique de disjoncteur magnétothermique	Page 8
Figure I.4. Chambre de coupure de disjoncteur magnétothermique	Page 9
Figure I.5. Symbole de disjoncteur magnétothermique	Page 9
Figure I.6. Courbe de déclenchement du disjoncteur magnétothermique	Page 11
Figure I.7. Types des courbes de déclenchement de disjoncteur magnétothermique	Page 12
Figure I.8. Constitution du disjoncteur magnétothermique	Page 12
Figure I.9. Différentes techniques utilisées par les disjoncteurs magnétothermiques.	Page 14
Figure I.10. Symbole de disjoncteur différentiel	Page 14
Figure I.11. Caractéristiques principales de fusible	Page 16
Figure I.12. Fusibles gG.	Page 17
Figure I.13. Fusibles aM	Page 18
Figure I.14. Fusibles AD	Page 18
Figure I.15. Fusibles UR	Page 19
Figure I.16. Relais thermique	Page 21
Figure I.17. Symbole de relais thermique	Page 21
Figure I.18. Constitution de relais thermique	Page 22
Figure I.19. Les outils de réglages d'un relais thermique	Page 23
Figure I.20. Principe de fonctionnement	Page 24
Figure I.21. Principe de la compensation de la température ambiante	Page 24
Figure I.22. Temps de fonctionnement moyen en fonction des multiples du courant de réglage	Page 25

Figure I.23. Objet technique de relais magnétique vue au coté et en face	Page 27
Figure I.24. Principe de fonctionnement de relais magnétique	Page 28
Figure I.25. . Symbole de relais magnétique	Page 29
Figure I.26. Sectionneur	Page 31
Figure I.27. .Symbole de sectionneur porte-fusibles	Page 33
Figure II.1. . Schéma électrique de distribution d'énergie électrique dans l'usine	Page 37
Figure II.2. . Broyeur vertical cru	Page 39
Figure II.3. Cuisson	Page 41
Figure II.4. Broyage du ciment	Page 42
Figure III.1. Ensacheuses rotatives GIROMAT® EVO	Page 44
Figure III.2. Principaux éléments de la machine ensacheuse rotative GIROMAT®EVO	Page 45
Figure III.3. Armoire électrique d'ensacheuse rotative	Page 47
Figure III.4. Schéma électrique du moteur rotation ensacheuse	Page 50
Figure III.5. Court circuit moteur de crible	Page 52
Figure III.6. Moteur sas	Page 53

Résumé

La protection des réseaux électriques et les machine électrique désignent l'ensemble des appareils de surveillance et de protection assurant la stabilité d'un réseau électrique. Cette protection est nécessaire pour éviter la destruction accidentelle d'équipements coûteux et pour assurer une alimentation électrique ininterrompue. Dans ce travail, nous avons proposé la réalisation pratique d'une protection en utilisant l'appareillage de protection électrique.

Sommaire

Introduction générale	Page 1
Chapitre I : Les appareillages de protection électrique.	
1. Introduction	Page 3
2. Choix et classifications de l'appareillage	Page 3
3. Appareillage électrique est classé en plusieurs catégories	Page 3
3.1. Fonction	Page 3
3.1.1. Sectionnement.....	Page 3
3.1.2. Interruption.....	Page 3
3.1.3. Protection contre les courts-circuits.....	Page 3
3.1.4. Protection contre les surcharges	Page 4
3.1.5. Commutation	Page 4
3.2. Tension.....	Page 4
3.3. Destination.....	Page 4
3.4. Installation.....	Page 4
3.5. Type de matériel	Page 5
3.6. Température de service	Page 5
3.7. Technique de coupure	Page 5
4. Introduction aux installations industrielles	Page 5
4.1. Constitution des installations	Page 5
4.2. Circuit de commande.....	Page 5
4.3. Circuit de puissance.....	Page 6
5. Fonctions de l'appareillage électrique	Page 6
5.1. Appareillages de protection	Page 7
5.1.1. Disjoncteur Magnétothermique	Page 7

5.1.2. Principe	Page 7
5.1.2.1. Principe thermique.....	Page 7
5.1.2.2. Principe magnétique.....	Page 8
5.1.3. Chambre de coupure	Page 9
5.1.4 Symbolisation	Page 9
5.1.5. Caractéristiques et classification	Page 10
5.1.6. Courbe de déclenchement	Page 11
5.1.7. Constitution	Page 12
5.1.8. Différentes techniques utilisées par les disjoncteurs	Page 13
5.1.8.1. Thermique.....	Page 13
5.1.8.2. Magnétique	Page 13
5.1.8.3. Différentielle	Page 14
5.1.2. Différentes types de disjoncteurs	Page 15
5.1.2.1. Disjoncteur divisionnaire (domestique)	Page 15
5.1.2.2. Disjoncteur industriel BT	Page 15
5.1.2.3. Disjoncteurs sur châssis métallique	Page 15
5.1.2.4. Disjoncteur moyenne tension MT	Page 15
5.1.2.5. Disjoncteur haute tension HT	Page 15
5.1.3. Techniques de coupure pour disjoncteurs	Page 15
5.2. Fusible	Page 16
5.2.1. Rôle.....	Page 16
5.2.2. Caractéristique principales.....	Page 16
5.2.2.1. Courant nominal ou calibre d'une cartouche.....	Page 17
fusible I_n	Page 17
5.2.2.2. Tension nominale d'une cartouche fusible U_n	Page 17
5.2.2.3. Courant de fusion I_f	Page 17

5.2.2.4. Courant de non fusion <i>Inf</i>	Page 17
5.2.2.5. Pouvoir de coupure d'une cartouche fusible	Page 17
5.2.3. Différents types et formes de fusible	Page 17
5.2.3.1. Fusibles <i>gG</i>	Page 17
5.2.3.2. Fusibles <i>aM</i>	Page 18
5.2.3.3. Fusibles <i>AD</i>	Page 18
5.2.3.4. Fusibles <i>UR</i>	Page 19
5.2.4. Choix d'un fusible	Page 19
5.2.5. Avantages et inconvénients d'un fusible	Page 20
5.2.5.1. Avantages.....	Page 20
5.2.5.2. Inconvénients	Page 20
5.3. Relais thermique	Page 21
5.3.1. Symbole	Page 21
5.3.2. Constitution	Page 22
5.3.3. Principe de fonctionnement	Page 23
5.3.3.1. Principe du dispositif différentiel	Page 24
5.3.3.2. Principe de la compensation en température.....	Page 24
5.3.4. Courbe de déclenchement	Page 24
5.3.5. Classes de déclenchement	Page 24
5.3.6. Choix d'un relais thermique.....	Page 25
5.4. Relais magnétique (électromagnétique)	Page 27
5.4.1. Rôle	Page 27
5.4.2. Principe de fonctionnement.....	Page 27
5.4.3. Symbole.....	Page 29
5.4.4. Réglage	Page 29
5.5. Relais magnéto-thermique	Page 29

5.6. Discontacteur.....	Page 29
6. Appareillages de connexion et de séparation	Page 30
6.1. Contacts permanents	Page 30
6.2. Bornes de connexion	Page 30
6.3. Prises de courant (basse tension)	Page 31
7. Sectionneurs.....	Page 31
7.1. Rôle.....	Page 31
7.2. Principe de fonctionnement	Page 31
7.3. Caractéristiques principales.....	Page 31
7.4. Différentes organes	Page 32
7.4.1. Contacts principaux (1-2), (3-4) et (5-6).....	Page 32
7.4.2. Contacts auxiliaires (13-14), (23-24)	Page 32
7.4.3. Poignée de commande	Page 32
7.4.4. Fusibles.....	Page 32
7.5. Choix de composant	Page 33
7.6. Symbole Q	Page 33
7.7. Différents types de sectionneurs	Page 33
7.7.1. Sectionneur porte-fusibles tripolaire avec contact(s) de pré-coupure avec poignée extérieure	Page 33
7.7.2. Sectionneur porte-fusibles tripolaire avec contact de neutre et de pré-coupure avec poignée extérieure	Page 33
7.7.3. Sectionneurs BT domestique.....	Page 33
7.7.4. Sectionneurs BT industriels.....	Page 33
7.7.5. Sectionneurs MT et HT.....	Page 33
8. Conclusion.....	Page 34

Chapitre II : Description du schéma électrique d'une installation industriel

1. Présentation de l'usine	Page 35
2. Informations générale	Page 35
3. Distribution de l'énergie électrique dans l'usine	Page 36
3.1. Schéma électrique de distribution d'énergie électrique dans l'usine....	Page 37
3.2. Description...	Page 38
4. Différentes zones d'usine	Page 39
4.1. Broyeur vertical cru	Page 39
4.1.1. Description.....	Page 39
4.1.2. Principaux éléments du broyeur cru vertical.....	Page 39
4.2. Cuisson.....	Page 41
4.2.1. Description.....	Page 41
4.3. Broyage du ciment.....	Page 42
4.3.1. Description.....	Page 42
4.3.2. Principaux éléments du broyeur du ciment.....	Page 42
5. Conclusion	Page 43

Chapitre III : Etude des appareillages de protection dans une installation d'une unité industriel

1. Stockage du ciment et les expéditions	
1.1. Introduction	Page 44
1.2. Configuration.....	Page 44
1.3. Description de la machine	Page 45
1.4. Protections d'installation électrique	Page 46
1.5. Installation de l'armoire électrique et la protection de l'ensacheuse.....	Page 47

1.6. Contenu d'une armoire électrique.....	Page 47
1.7. Utilité d'une armoire électrique.....	Page 48
1.7.1. Protection.....	Page 48
1.8. Les composants du cette armoire électrique.....	Page 48
1.9. Schéma électrique du moteur rotation ensacheuse.....	Page 50
1.9.1. Un variateur de vitesse.....	Page 51
1.9.2. Démarrage et arrêt de moteur.....	Page 51
2. Défauts électrique qui son arrivé dans le période de mon stage.....	Page 52
2.1. Court circuit moteur de crible.....	Page 52
2.2. Défaut surcharge sas alimentation.....	Page 53
3. Conclusion	Page 53

Introduction générale

La protection des réseaux électriques et les machines électriques désigne l'ensemble des appareils de surveillance et de protection assurant la stabilité d'un réseau électrique. Cette protection est nécessaire pour éviter la destruction accidentelle d'équipements coûteux et pour assurer une alimentation électrique ininterrompue. Un réseau électrique comporte trois parties la production, les lignes de transport haut tension et la distribution à moyenne et basse tension. Dans l'une ou l'autre de ces parties, chaque ouvrage peut être l'objet d'incidents, tels que le court-circuit.

C'est pourquoi toute une gamme d'appareils est installée dans une unité industrielle pour éviter que ces incidents ne détruisent l'ouvrage. Parmi ces appareils, on cite les relais de protection chargés de mettre hors tension la partie en défaut. Les systèmes de protections permettent d'éviter les conséquences des incidents qui peuvent être dangereuses pour les personnes et pour le matériel. Pour cela, ils doivent pouvoir :

- Assurer la protection des personnes contre tout danger électrique.
- Limiter les contraintes thermiques, diélectriques et mécaniques.
- Préserver la stabilité du réseau.

La protection d'une installation électrique industrielle est assurée lorsque les éléments défectueux sont mis hors tension le plus rapidement possible par les dispositifs de coupure.

Pour un bon fonctionnement du système de protection, on est amené à recorder les organes de protections avec la procédure de sélectivité. La sélectivité des protections a pour but d'assurer la continuité de service et de garantir la fonction secours entre les différents éléments de la protection,

Ainsi La protection d'une installation électrique industrielle constitue le sujet du présent travail qui sera porté sur l'étude des appareillages de protection des équipements et systèmes électriques dans l'usine Lafarge ciment Biskra qui fera l'objet de ce mémoire. . Le travail étant organisé selon les parties suivantes :

- Nous nous sommes concentrés sur le premier chapitre de la définition des différents types des appareillages de protections électriques industrielles et le principe de fonctionnement de chacun d'entre eux.

➤ Dans la deuxième chapitre, nous avons décrit l'unité industrielle (Cilas cimenterai) sujet de cette étude.

➤ Dans le dernier chapitre on a présenté (le côté pratique) en se basant sur l'étude de l'installation et le fonctionnement de l'ensacheuse et les éléments d'appareillage de sa protection.

Ce travail est terminé par une conclusion générale

Chapitre I

Les appareillages de protection électrique

1. Introduction

L'appareillage électrique est un élément qui permet d'obtenir la protection et l'exploitation sûre et ininterrompue d'un réseau électrique. La parfaite maîtrise de l'énergie électrique exige de posséder tous les moyens nécessaires à la commande et au contrôle de la circulation du courant dans les circuits qui vont des centrales de production jusqu'aux consommateurs. L'appareillage électrique permet d'adapter, à chaque instant, la structure du réseau aux besoins de ses utilisateurs, producteurs et consommateurs d'électricité, et de préserver, totalement ou partiellement, cette fonction en cas d'incident.

2. Choix et classifications de l'appareillage

Choisir l'appareillage électrique adapté au récepteur demande une bonne connaissance du comportement du récepteur lors de l'utilisation normale et lors de dysfonctionnement en prenant en considération la cadence de fonctionnement, le risque de surcharge, la résistance aux courts-circuits et la résistance aux surtensions. [1]

3. Appareillage électrique est classé en plusieurs catégories

3.1. Fonction

Pour adapter la source d'énergie au comportement du récepteur, il est défini cinq grandes fonctions à remplir par l'appareillage électrique :

3.1.1. Sectionnement

Il est nécessaire d'isoler, en tout ou partie, les circuits, les récepteurs de leur source d'énergie afin de pouvoir intervenir sur les installations en garantissant la sécurité des intervenants (électriciens habilités).

3.1.2. Interruption

Alors que l'installation est en service, le récepteur remplissant sa fonction, il est parfois nécessaire d'interrompre son alimentation en pleine charge, ceci pouvant faire office d'arrêt d'urgence.

3.1.3. Protection contre les courts-circuits

Afin d'éviter la détérioration des installations et des appareillages, les perturbations sur le réseau d'alimentation et les risques d'accidents humains, il est indispensable de détecter ces courts-circuits et d'interrompre rapidement le circuit concerné.

3.1.4. Protection contre les surcharges

Les surcharges mécaniques et les défauts des réseaux d'alimentation sont les causes les plus fréquentes de la surcharge supportée par les récepteurs (moteurs). Ils provoquent une augmentation importante du courant absorbé, conduisant à un échauffement excessif du récepteur, ce qui réduit fortement sa durée de vie et peut aller jusqu'à sa destruction.[6]

3.1.5. Commutation

Son rôle est d'établir et de couper le circuit d'alimentation du récepteur.

3.2. Tension

On distingue les domaines de tension suivants:

- La basse tension BT qui concerne les tensions inférieures à 1 kV ;
- La moyenne tension MT (HTA) qui concerne les tensions entre 1 kV et 50 kV ;
- La haute tension HT (HTB) qui concerne les tensions supérieures à 50 kV.[1]

3.3. Destination

L'appareillage électrique est destiné à fonctionner dans les réseaux ou installations principaux suivants:

- Installations domestiques BT (< 1 kV)
- Installations industrielles BT (< 1 kV)
- Installations industrielles HT (3,6 à 24 kV)
- Réseaux de distribution (< 52 kV)
- Réseaux de répartition ou de transport (≥ 52 kV). [2]

3.4. Installation

On peut distinguer :

- ❖ Le matériel pour l'intérieur, qui est destiné à être installé uniquement à l'intérieur d'un bâtiment, à l'abri des intempéries et de la pollution, avec une température ambiante qui n'est pas inférieure à - 5 °C (éventuellement - 15 °C ou - 25 °C).
- ❖ Le matériel pour l'extérieur, qui est prévu pour être installé à l'extérieur des bâtiments, et qui par suite doit être capable de fonctionner dans des conditions climatiques et atmosphériques contraignantes. [2]

3.5. Type de matériel

Deux types sont distingués :

1. Le matériel ouvert, dont l'isolation externe est faite dans l'air.
2. Le matériel sous enveloppe métallique ou blindé, muni d'une enveloppe métallique, reliée à la terre, qui permet d'éviter tout contact accidentel avec les pièces sous tension. [2]

3.6. Température de service

L'appareillage est prévu pour fonctionner avec les températures normales de service suivantes:

- La température maximale de l'air ambiant n'excède pas 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée pendant une période de 24 h, n'excède pas 35 °C.
- La température minimale de l'air ambiant n'est pas inférieure à - 25 °C ou - 40 °C. [2]

3.7. Technique de coupure

L'histoire de l'appareillage électrique est riche d'inventions diverses, de principes de coupure performants, de technologies très variées utilisant des milieux aussi différents pour l'isolement et la coupure que l'air à pression atmosphérique, l'huile, l'air comprimé, l'hexafluorure de soufre et le vide. [7]

4. Introduction aux installations industrielles

4.1. Constitution des installations

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

4.2. Circuit de commande

Il comporte l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance. On trouve :

- 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. [3]

4.3. Circuit de puissance

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

- 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). [3]

5. Fonctions de l'appareillage électrique

Sous la dénomination appareillage, nous rangeons l'ensemble des matériels permettant d'établir ou d'interrompre et de distribuer l'énergie électrique, et d'assurer les fonctions de connexion, de commande et de protection. [6]

5.1. Appareillages de protection

5.1.1. Disjoncteur Magnétothermique

Un disjoncteur est un appareil de connexion électrique capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit ou de la surcharge. [2]



Fig I.1. Disjoncteur Magnétothermique.[4]

5.1.2. Principe

Le disjoncteur assure la protection des canalisations selon 2 principes:

- Thermique
- Magnétique

5.1.2.1. Principe thermique

Une lame bimétallique (bilame) est parcourue par le courant. Le bilame est calibré de telle manière qu'avec un courant nominal I_n , elle ne subisse aucune déformation. Par contre si des surcharges sont provoquées par les récepteurs, en fonction du temps, la lame va se déformer et entraîner l'ouverture du contact en 0,1sec au minimum (Fig.I.2). [5]

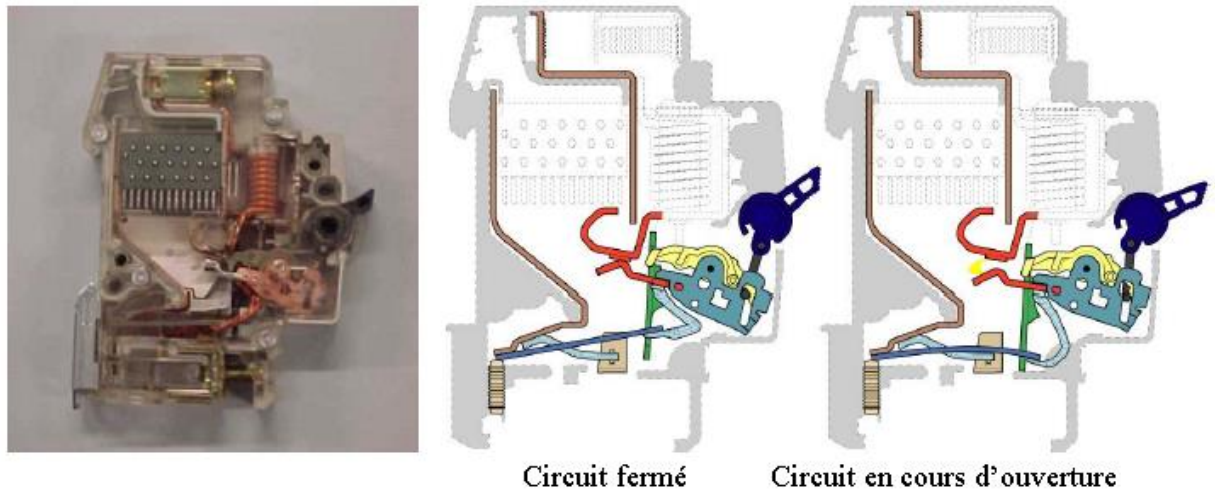


Fig I.2. Principe thermique de disjoncteur magnétothermique. [5]

5.1.2.2. Principe magnétique

En service normal, le courant nominal circulant dans la bobine, n'a pas assez d'influence magnétique (induction magnétique) pour pouvoir attirer l'armature mobile fixée sur le contact mobile. Le circuit est fermé. Si un défaut apparaît dans le circuit aval du disjoncteur de canalisation, l'impédance du circuit diminue et le courant augmente jusqu'à atteindre la valeur du courant de court-circuit. Dès cet instant, le courant de court-circuit provoque une violente aimantation de l'armature mobile. Cela a comme conséquence d'ouvrir le circuit aval du disjoncteur en 0,1sec au maximum. [5]

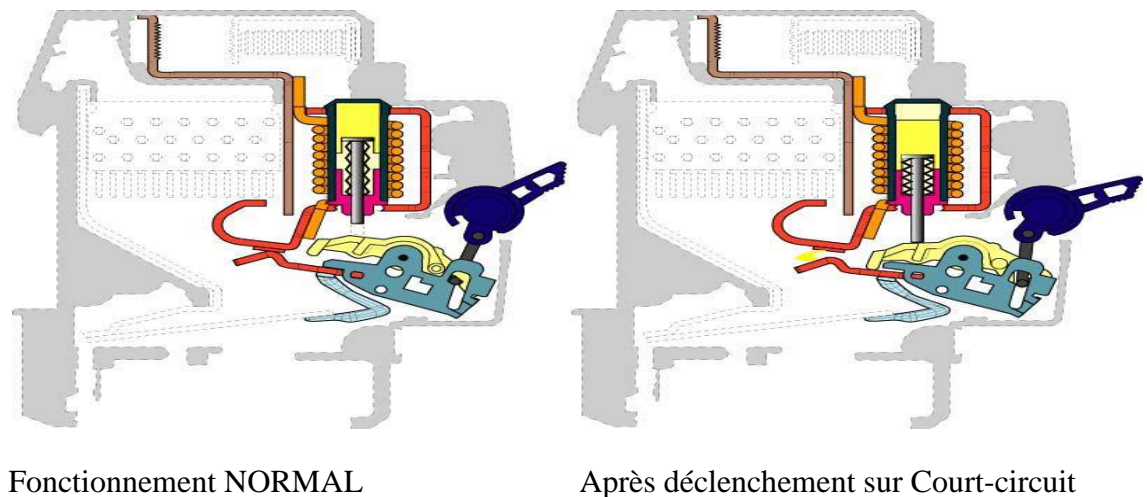


Fig I.3. Principe magnétique de disjoncteur magnétothermique. [5]

5.1.3. Chambre de coupure

Le but de cette chambre est de couper le plus rapidement possible l'arc électrique qui se produit à l'ouverture du contact.

Dès la séparation des contacts, l'arc est déplacé vers la chambre de coupure sous l'effet de la force dite de Laplace, induite par la géométrie des contacts fixe et mobile.

Au cours du trajet entre les contacts et la chambre, l'arc est canalisé entre deux joues qui permettent :

- D'augmenter sa vitesse de déplacement.
- De guider sa trajectoire, de l'allonger. [7]

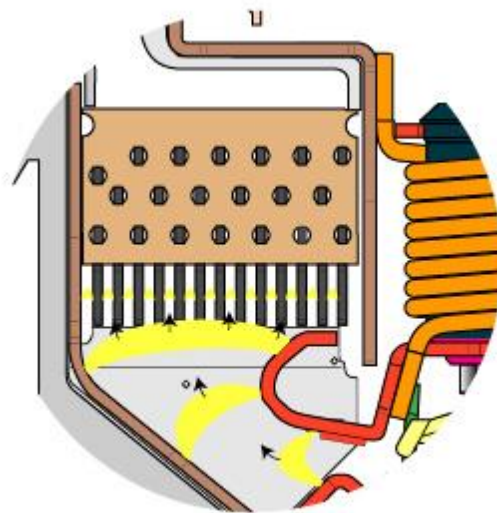


Fig I.4. Chambre de coupure de disjoncteur magnétothermique. [7]

5.1.4 Symbolisation

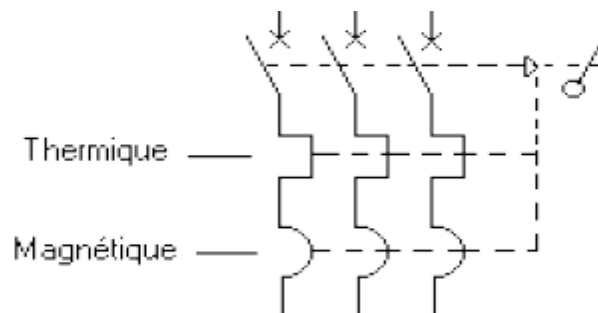


Fig I.5. Symbole de disjoncteur magnétothermique. [5]

5.1.5. Caractéristiques et classification

Les principales caractéristiques électriques des disjoncteurs sont :

- La tension assignée d'emploi U_e qui représente la tension maximale de fonctionnement du disjoncteur,
- Le courant assigné I_n , encore appelé « calibre », qui correspond à la valeur maximum du courant que le disjoncteur peut supporter de manière permanente,
- Le pouvoir de coupure ultime I_{cu} ou pouvoir de coupure nominal I_{cn} qui correspond à l'intensité maximale d'un courant de court-circuit théorique, que le disjoncteur est capable d'interrompre sans risque de destruction, il doit être supérieur au courant de court-circuit que l'on peut atteindre sur la ligne.
- L'aptitude au sectionnement qui garantit que le disjoncteur est capable d'assurer la séparation des circuits et qu'aucun courant résiduel dangereux ne peut circuler lorsque l'appareil est ouvert,
- Le pouvoir de limitation qui caractérise l'aptitude à ne laisser passer qu'une partie du courant lors d'un court-circuit,
- Le nombre de pôles coupés et le nombre de pôles protégées (4P, 3P,..): il est fonction du réseau et de la charge.
- Le modèle (modulaire, compact,..) : Le modèle est principalement imposé par I_n .

[3]

5.1.6. Courbe de déclenchement

C'est l'association de la courbe de déclenchement du relais thermique et de la courbe de déclenchement du relais magnétique.

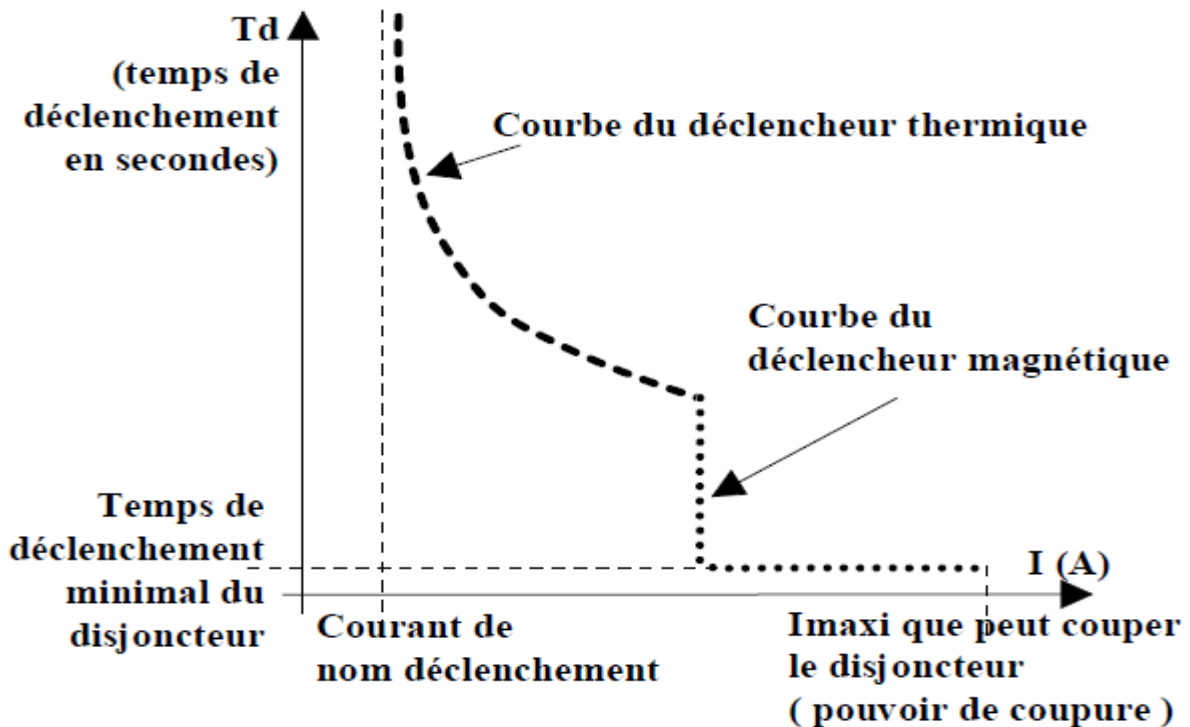


Fig I.6. Courbe de déclenchement du disjoncteur magnétothermique. [7]

Courbe B

- Protection des générateurs, des lignes de grande longueur, où il n'y a pas de pointes de courant.
- Réglage de I_m : 3 à 5 I_n .

Courbe C

- Protection générale des circuits
- Réglage de I_m : 5 à 10 I_n .

Courbe D

- Protection des circuits à **fort courant d'appel** (primaires transformateurs BT/BT, moteurs,...).
- Réglage de I_m : 10 à 14 I_n .
- Le choix du type se fait en fonction du type d'installation (domestique, distribution, moteur ...). [7]

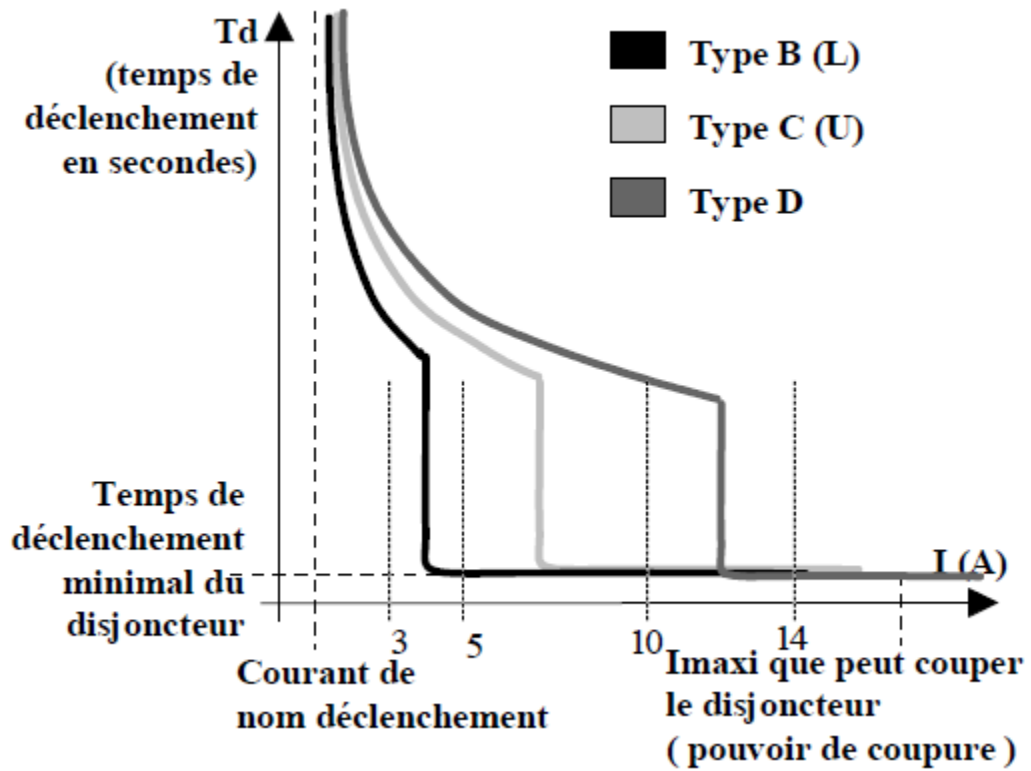


Fig I.7. Types des courbes de déclenchement de disjoncteur magnétothermique. [7]

5.1.7. Constitution

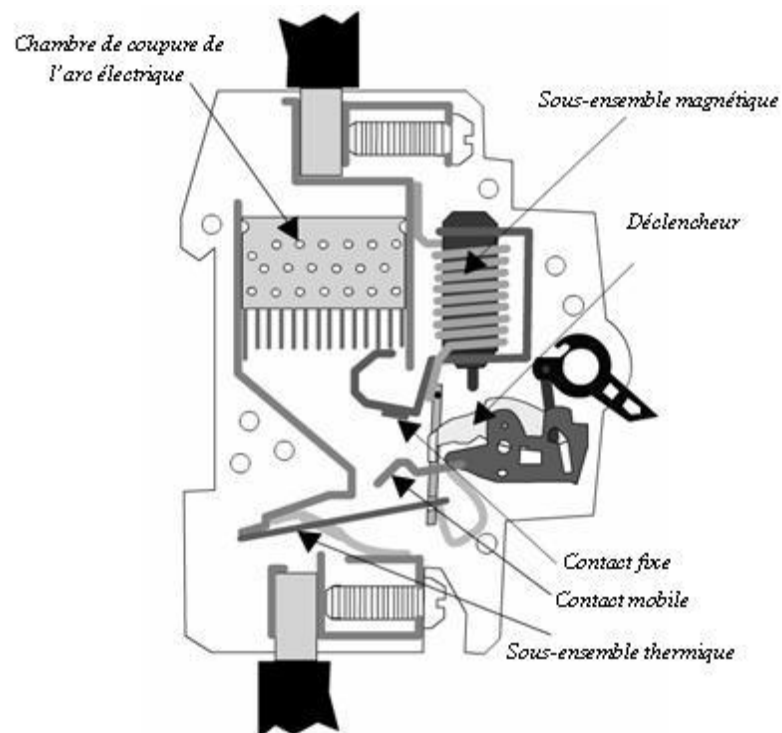


Fig I.8. Constitution du disjoncteur magnétothermique.

5.1.8. Différentes techniques utilisées par les disjoncteurs

5.1.8.1. Thermique

- Le courant traverse le disjoncteur où des spires de fil chauffent par effet Joule un bilame, si l'échauffement devient suffisamment important, le bilame se déclenche interrompant ainsi le courant. Ce système électromécanique est assez simple et robuste.
- Par contre, il n'est pas très précis et son temps de réaction est relativement lent.
- C'est l'une des fonctions classiquement remplie par un fusible gG (anciennement gl - usage général) .
- La protection thermique a pour principale fonction la protection des conducteurs contre les échauffements dus aux surcharges prolongées de l'installation. [2]

5.1.8.2. Magnétique

Un bobinage détecte le champ électromagnétique généré par le courant traversant le disjoncteur, lorsqu'il détecte une pointe de courant supérieur à la consigne, l'interruption est "instantanée" dans le cas d'une bobine rapide ou "contrôlée" par un fluide dans la bobine qui permet des déclenchements retardés. Il est généralement associé à un interrupteur de très haute qualité qui autorise des milliers de manœuvres.

Ce fonctionnement peut remplacer le fusible sur les courts-circuits ; Suivant le type de disjoncteur, la valeur d'intensité de consigne va de 3 à 15 fois l'intensité nominale (pour les modèles courants) ; Nombreuses courbes de déclenchement pour CC, CA 50/60 Hz et 400 Hz.

C'est la fonction remplie par un fusible aM (protection des moteurs). La protection magnétique a pour principale fonction la protection des équipements contre les défauts (surcharge de l'équipement, court-circuit, panne, ...). Il est choisi par l'ingénieur qui a le souci de protéger son équipement avec très grande précision. [2]

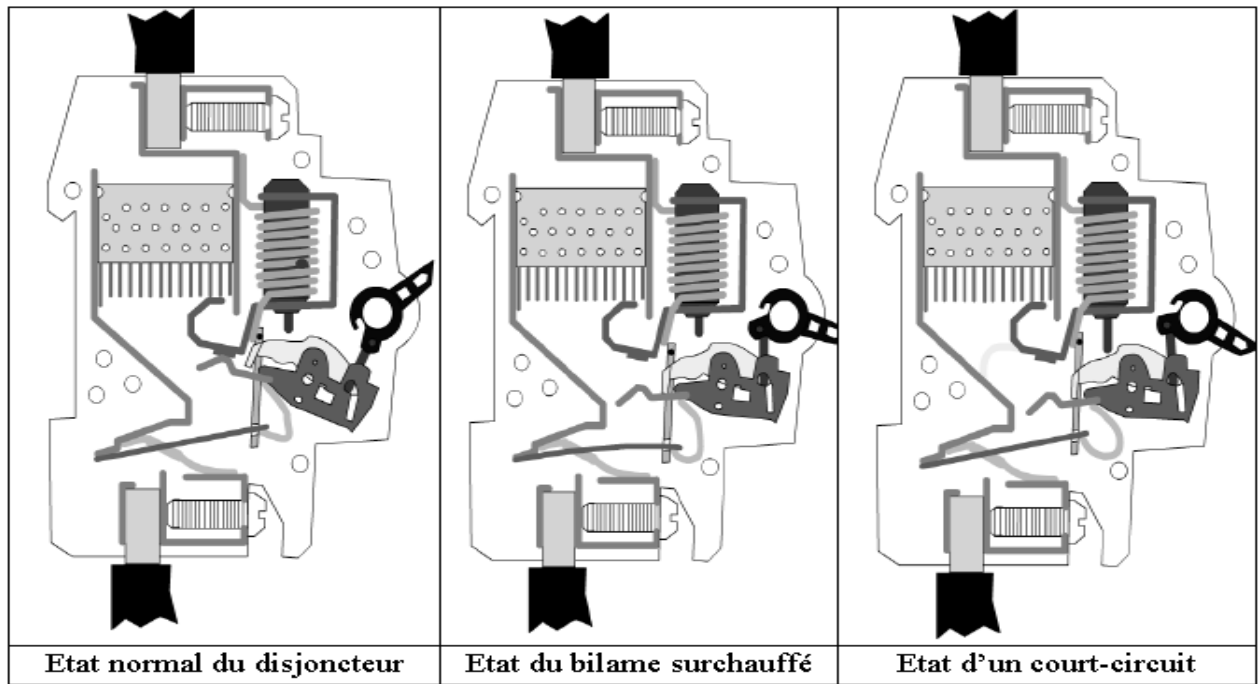


Fig I.9. Différentes techniques utilisées par les disjoncteurs magnétothermiques. [2]

5.1.8.3. Différentielle

Un disjoncteur différentiel est un interrupteur différentiel réalisant également une protection en courant de court-circuit (surcharge).

Le principe d'un dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) est de comparer les intensités sur les différents conducteurs qui le traversent. Par exemple, en monophasé, il compare l'intensité circulant dans le conducteur de phase, et celle du conducteur de neutre. C'est un appareil de protection des personnes et de détection des courants de fuite à la terre de l'installation électrique.

Le dispositif différentiel est basé sur le principe suivant : dans une installation normale, le courant électrique qui arrive par un conducteur doit ressortir par un autre. [8]

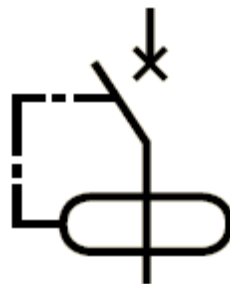


Fig I.10. Symbole de disjoncteur différentiel. [8]

5.1.2. Différentes types de disjoncteurs

5.1.2.1. Disjoncteur divisionnaire (domestique)

La tendance est au remplacement des fusibles sur les tableaux de distribution d'abonnés par des disjoncteurs magnéto-thermiques qui assurent la protection des lignes et des appareils d'utilisation. **Caractéristiques** : Réseau 220-380 V, pouvoir de coupure : 6000 A. Calibres : 10-15-20-25-32 A.

5.1.2.2. Disjoncteur industriel BT

Pour la commande de la protection des circuits de moteurs et de distribution, il existe deux types de construction de disjoncteurs. **a) Les disjoncteurs sous boîtier moulé de 32 à 1250 A.**

La commande de ces disjoncteurs est en général manuelle, ils sont équipés de relais thermiques magnétiques ou magnétothermiques.

5.1.2.3. Disjoncteurs sur châssis métallique

La commande de ces disjoncteurs peut être manuelle ou électrique. Les déclencheurs peuvent être magnétiques, thermiques ou magnétothermiques. **Caractéristiques** : Courant nominal thermique : 800 à 6300 A. Pouvoir de coupure sous 500 V : 70000 A. Pouvoir de fermeture : 175000 A. Déclencheurs magnétothermiques réglés de 8 à 9 In.

5.1.2.4. Disjoncteur moyenne tension MT

Ils sont destinés à la protection des réseaux de distribution, et des postes de transformation, ils vont de 3 à 36 kV, ils sont réalisés soit avec coupure dans l'air, soit ils utilisent le gaz hexafluorure de soufre (SF6) pour l'isolement et la coupure.

5.1.2.5. Disjoncteur haute tension HT

Après la construction des disjoncteurs à gros puits à faible volume d'huile, et le disjoncteur à air comprimé, la nouvelle génération des disjoncteurs HT utilisent SF6. Selon la tension un pôle de disjoncteur est constitué d'une ou plusieurs chambres de coupure.

5.1.3. Techniques de coupure pour disjoncteurs

Il y a des différentes techniques utilisées par le disjoncteur comme :

- Les disjoncteurs à l'huile.
- Les disjoncteurs à air comprimé.

- Les disjoncteurs au gaz *SF6*.
- Les disjoncteurs à vide (coupure dans le vide). [6]

5.2. Fusible

Le fusible est un élément de faiblesse dans un circuit électrique. S'il y a surintensité c'est là que le circuit doit se couper. Actuellement les fusibles sont en cartouche.

5.2.1. Rôle

La fonction du fusible est d'assurer la protection des circuits électriques contre les courts-circuits et les surcharges par la fusion d'un élément calibré lorsque le courant qui le traverse dépasse la valeur de son calibre. La fusion est créée par un point faible dans le circuit grâce à un conducteur dont la nature, la section et le point de fusion sont prédéterminés par le conducteur.

5.2.2. Caractéristiques principales

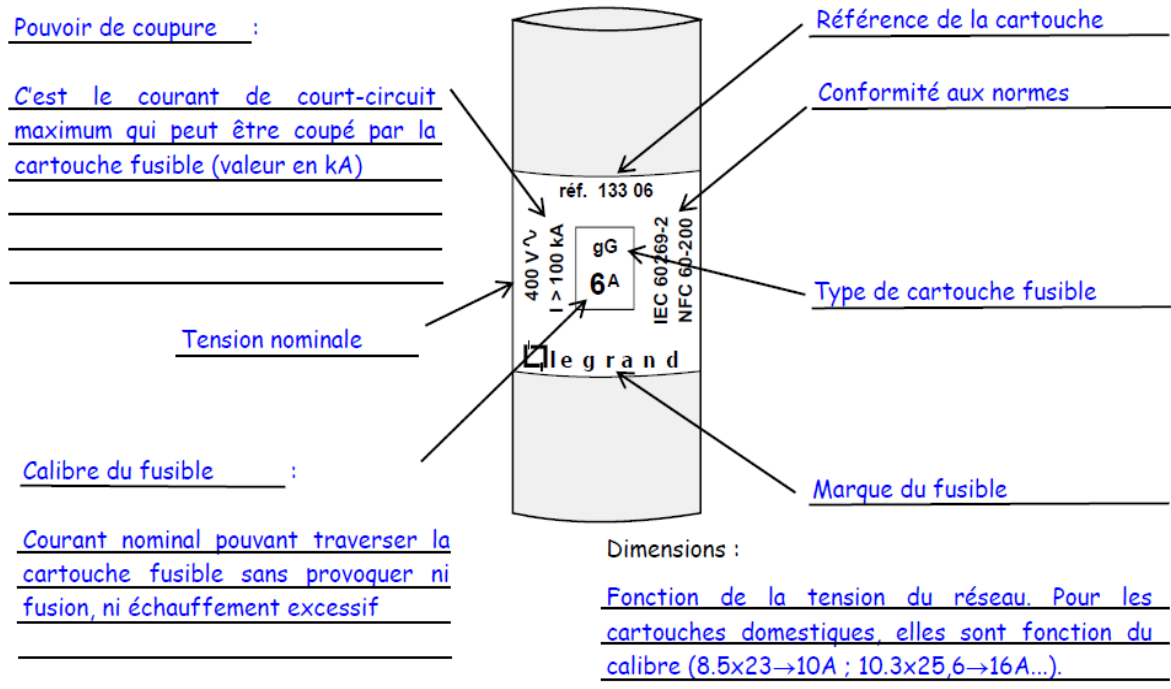


Fig I.11. Caractéristiques principales de fusible.

5.2.2.1. Courant nominal ou calibre d'une cartouche fusible I_n

C'est le calibre du fusible. Il peut donc traverser le fusible en permanence sans provoquer la fusion ni d'échauffement anormal.

5.2.2.2. Tension nominale d'une cartouche fusible U_n

C'est la tension maximale pour laquelle le fusible peut être utilisé (250, 400, 500 ou 600V). Il existe des fusibles pour la haute tension.

5.2.2.3. Courant de fusion I_f

C'est la valeur spécifiée du courant qui provoque la fusion de la cartouche avant la fin du temps conventionnel.

5.2.2.4. Courant de non fusion I_{nf}

C'est la valeur du courant qui peut être supporté par le fusible pendant un temps conventionnel sans fondre.

5.2.2.5. Pouvoir de coupure d'une cartouche fusible

C'est le courant maximal qu'un fusible peut couper sans que la tension de rétablissement ne provoque un réamorçage de l'arc. Les fusibles possèdent de très hauts pouvoirs de coupure (de 80 à 170 kA). [2]

5.2.3. Différents types et formes de fusible

Il existe principalement quatre types de fusibles :

5.2.3.1. Fusibles gG

Les fusibles gG sont des fusibles dit « protection générale », protègent les circuits contre les faibles et fortes surcharges ainsi que les courts-circuits.

Les inscriptions sont écrites en noir. L'image montre un fusible cylindrique.



Fig I.12. Fusibles gG . [1]

5.2.3.2. Fusibles aM

Les fusibles **aM** sont des fusibles dit « accompagnement moteur », protègent les circuits contre les fortes surcharges ainsi que les courts-circuits.

Ils sont conçus pour résister à une surcharge de courte durée tel le démarrage d'un moteur. Ils seront associés à un système de protection thermique contre les faibles surcharges.

Les inscriptions sont écrites en vert.

L'image montre un fusible à couteaux.



Fig I.13. Fusibles aM. [1]

Remarque : Les fusibles **aM** n'étant pas prévus pour une protection contre les faibles surcharges, les courants conventionnels de fusion ou de non fusion ne sont pas fixés. Ils fonctionnent à partir de $4.I_n$ environ.

5.2.3.3. Fusibles AD

Les fusibles **AD** sont des fusibles dits «accompagnement disjoncteur», ce type de fusibles est utilisé par les distributeurs sur la partie de branchement. Les inscriptions sont écrites en rouges.



Fig I.14. Fusibles AD. [1]

5.2.3.4. Fusibles UR

Les fusibles ultra-rapides (**UR**) assurent la protection des semi- conducteurs de puissance et des circuits sous tension continue.



Fig I.15. Fusibles UR. [1]

Désignation : diamètre (mm), longueur (mm), calibre (A)et type (g1 , gf ou Am)

Exemple : fusible 10.3 x 38 20 A Am.

5.2.4. Choix d'un fusible

Pour choisir un fusible, il faut connaître les caractéristiques du circuit à protéger :

- circuit de distribution, fusibles gG;
- circuit d'utilisation moteur, fusible aM.

Une protection par fusible peut s'appliquer à un départ (ligne) ou à un récepteur. Le choix du fusible s'effectue sur les points suivants :

- La classe : gG ou aM.
- Le calibre I_n
- La tension d'emploi U (inférieure ou égale à nominale U_n)
- Le pouvoir de coupure P_{dc}
- La forme du fusible (cylindrique ou à couteaux)
- La taille du fusible.

Par ailleurs, il faut vérifier que la contrainte thermique du fusible est bien inférieure à celle de la ligne à protéger : $I^2.t$ du fusible $< I^2.t$ de la ligne. [1]

5.2.5. Avantages et inconvénients d'un fusible

5.2.5.1. Avantages

- Coût peu élevé.
- Facilité d'installation.
- Pas d'entretien.
- Très haut pouvoir de coupure.
- Très bonne fiabilité.
- Possibilité de coupure très rapide (UR).

5.2.5.2. Inconvénients

- Nécessite un remplacement après fonctionnement ;
- Pas de réglage possible ;
- Déséquilibre en cas de fusion d'un seul fusible sur une installation triphasée ;
- Surtension lors de la coupure. [8]

5.3. Relais thermique

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en *aval* contre les surcharges et les coupures de phase. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur.

En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Un contact du relais thermique ouvre le circuit de commande d'un contacteur est le contacteur qui coupe le courant dans le récepteur. [2]



Fig I.16. Relais thermique. [2]

5.3.1. Symbole

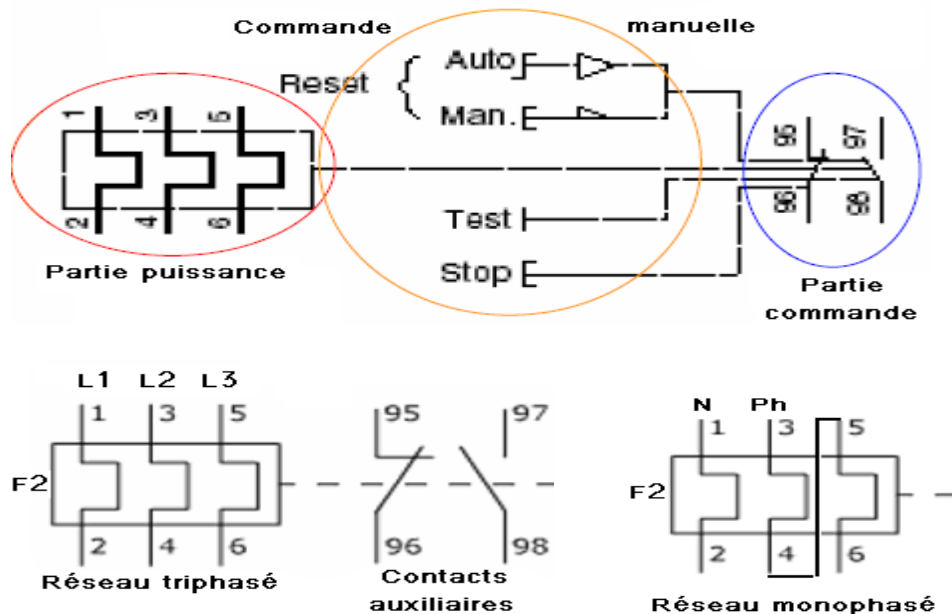


Fig I.17. Symbole de relais thermique. [4]

5.3.2. Constitution

1	Arrivé du courant
2	Système de déclenchement
3	Réglage du calibre de déclenchement
4	Départ courant
5	Élément bimétallique
6	Contact auxiliaire
7	Bouton de réarmement

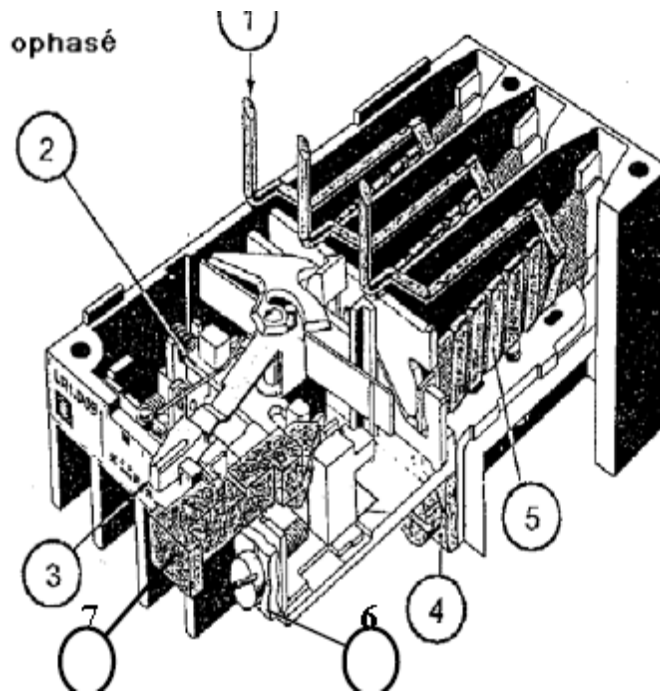
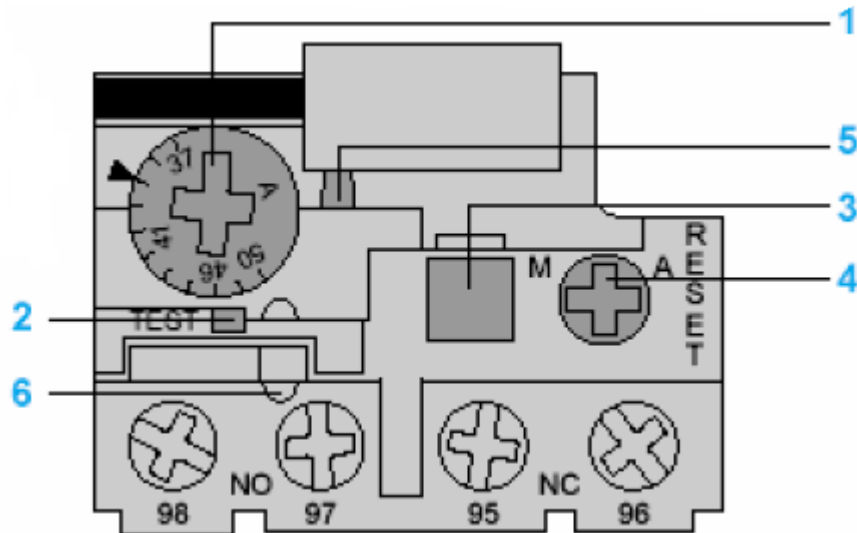


Fig I.18. Constitution de relais thermique. [3]



1	Bouton de réglage I_r
2	Bouton Test : L'action sur le bouton Test permet: <ul style="list-style-type: none"> - le contrôle du câblage du circuit de commande - la simulation du déclenchement du relais (action sur les 2 contacts "O" et "F").
3	Bouton Stop. Il agit sur le contact "O" et est sans effet sur le contact "F"
4	Bouton de réarmement et sélecteur de choix entre réarmement manuel et auto.
5	Visualisation du déclenchement
6	Verrouillage par plombage du capot

Fig I.19. Les outils de réglages d'un relais thermique. [6]

5.3.3. Principe de fonctionnement

Le relais thermique utilise un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Le bilame s'incurve lorsque sa température augmente. Pour ce bilame, on utilise un alliage de Ferronickel et de l'Invar (un alliage de Fer (64 %) et de Nickel (36 %) avec un peu de Carbone et de Chrome). Si le moteur est en surcharge, l'intensité I qui traverse le relais thermique augmente, ce qui a pour effet de déformer davantage les trois bilames. Un système mécanique, lié aux bilames, assure l'ouverture du contact auxiliaire (NC 95-96). [5]

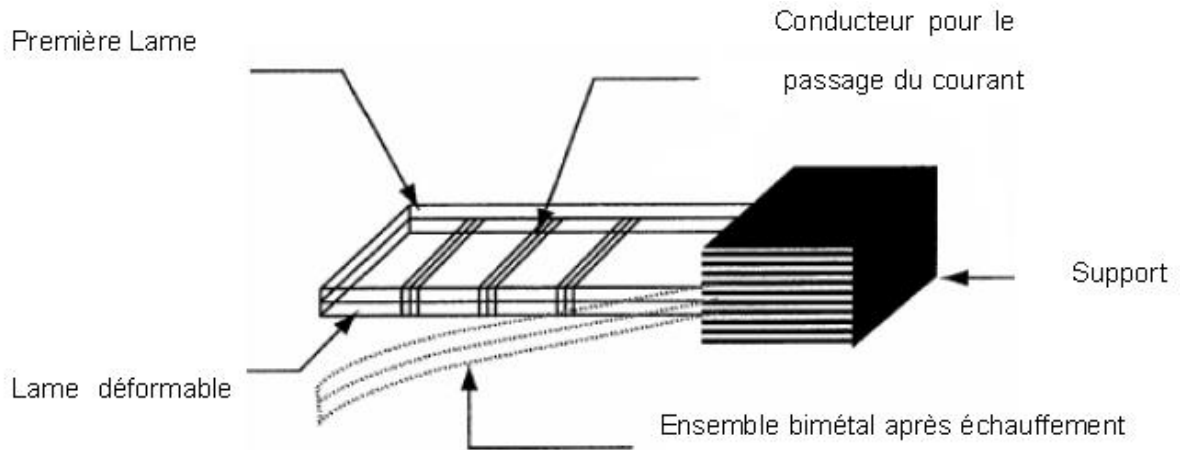


Fig.I.20. Principe de fonctionnement. [7]

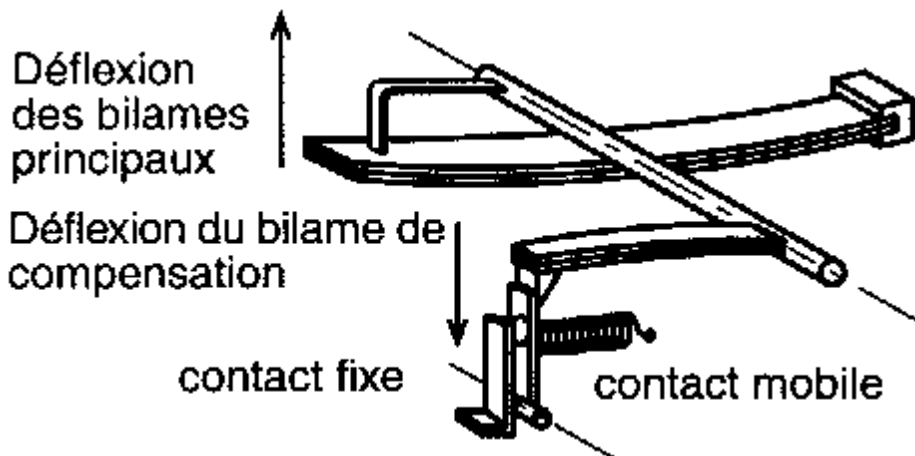
5.3.3.1. Principe du dispositif différentiel

En cas de coupure de phase ou de déséquilibre sur les trois phases d'alimentation d'un moteur, le dispositif dit différentiel agit sur le système de déclenchement du relais thermique.

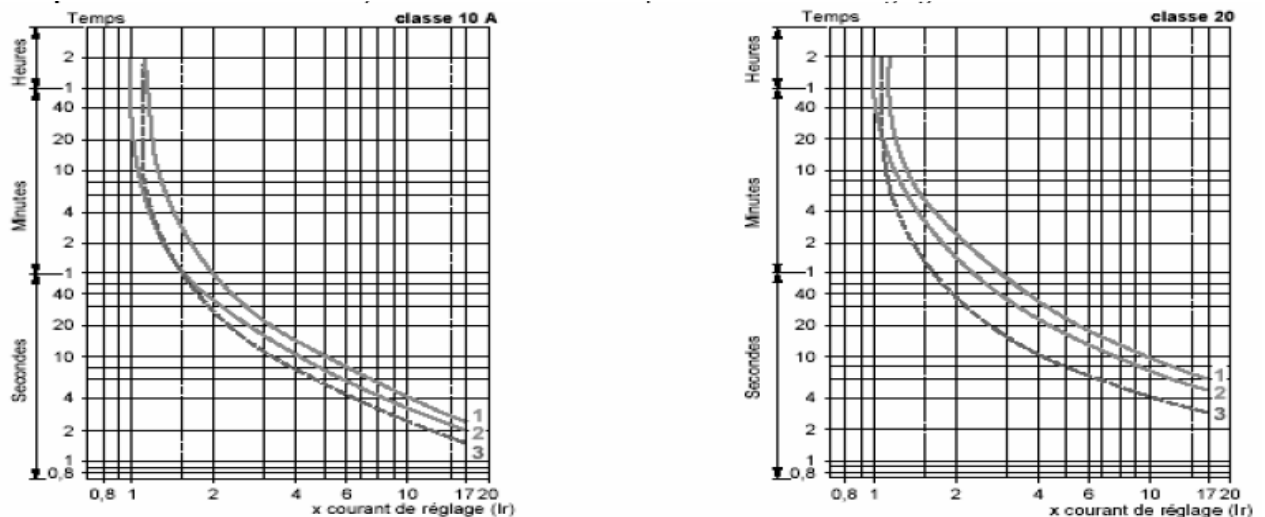
5.3.3.2. Principe de la compensation en température

Afin d'éviter un déclenchement intempestif dû aux variations de la température ambiante, un bilame de compensation est monté sur le système principal du déclenchement.

Ce bilame de compensation se déforme dans le sens opposé à celui des bilames principaux.



FigI.21. Principe de la compensation de la température ambiante. [7]



- 1 Fonctionnement équilibré, 3 phases, sans passage préalable du courant (à froid).
- 2 Fonctionnement sur les 2 phases, sans passage préalable du courant (à froid).
- 3 Fonctionnement équilibré 3 phases, après passage prolongé du courant de réglage (à chaud).

Fig I.22. Temps de fonctionnement moyen en fonction des multiples du courant de réglage. [7]

5.3.4. Courbe de déclenchement

C'est la courbe qui représente le temps de déclenchement du relais thermique en fonction des multiples de l'intensité de réglage.

5.3.5. Classes de déclenchement

Il existe quatre classes de relais thermique : 10A, 20A, 30A. Ces classes sont fonctions du temps de déclenchement à partir de l'état froid (pas de passage préalable de courant).

5.3.6. Choix d'un relais thermique

Le relais thermique se choisit en fonction de la classe désirée et/ou du courant nominal du récepteur à protéger.

La classe est définie en fonction de la durée de déclenchement pour un courant de 7,2 fois le courant de réglage.

- **Classe 10A** : Temps de déclenchement compris entre 2 et 10 s.
- **Classe 20 A** : Temps de déclenchement compris entre 6 et 10 s[2]

✓ **Remarque :**

- Lorsqu'un contacteur est muni d'un relais thermique, l'ensemble constitue un discontacteur.

- Le relais thermique ne protège pas contre les courts-circuits ;
- Le relais thermique ne protège pas le moteur en cas de court-circuit, il ne le protège que contre les surcharges. Il faut donc prévoir un autre équipement, comme un sectionneur porte fusible équipé de fusibles de type **aM**, qui eux ne protègent pas le moteur contre une surcharge mais contre un court circuit ;
- On peut également utiliser un «disjoncteur moteur» de type magnétothermique, qui lui assure les deux fonctions : magnétique (court-circuit) et thermique (surchage).

Zone de réglage du relais	Fusibles à associer			Pour montage sous contacteur LC1, LP1	Référence	Masse
	aM	gl-gL	BS88			
A	A	A	A			kg
0,10 - 0,16	0,25	2	-	D09-D32	LR2 D13 01	0,165
0,16 - 0,25	0,5	2	-	D09-D32	LR2 D13 02	0,165
0,25 - 0,40	1	2	-	D09-D32	LR2 D13 03	0,165
0,40 - 0,63	1	2	-	D09-D32	LR2 D13 04	0,165
0,63 - 1	2	4	-	D09-D32	LR2 D13 05	0,165
1 - 1,6	2	4	6	D09-D32	LR2 D13 06	0,165
1,25 - 2	4	6	6	D09-D32	LR2 D13 X6	0,165
1,6 - 2,5	4	6	10	D09-D32	LR2 D13 07	0,165
2,5 - 4	6	10	16	D09-D32	LR2 D13 08	0,165
4 - 6	8	16	16	D09-D32	LR2 D13 10	0,165
5,5 - 8	12	20	20	D09-D32	LR2 D13 12	0,165
7 - 10	12	20	20	D09-D32	LR2 D13 14	0,165
9 - 13	16	25	25	D12-D32	LR2 D13 16	0,165
12 - 18	20	35	32	D18-D32	LR2 D13 21	0,165
17 - 25	25	50	50	D25-D32	LR2 D13 22	0,165
23 - 32	40	63	63	D25-D32	LR2 D23 53	0,320
28 - 36	40	80	80	D32	LR2 D23 55	0,320
17 - 25	25	50	50	D40-D95	LR2 D33 22	0,510
23 - 32	40	63	63	D40-D95	LR2 D33 53	0,510
30 - 40	40	100	80	D40-D95	LR2 D33 55	0,510
37 - 50	63	100	100	D50-D95	LR2 D33 57	0,510
48 - 65	63	100	100	D50-D95	LR2 D33 59	0,510
55 - 70	80	125	125	D65-D95	LR2 D33 61	0,510
63 - 80	80	125	125	D80-D95	LR2 D33 63	0,510
80 - 93	100	160	160	D95	LR2 D33 65	0,510

Tab I.1. Références des relais thermiques selon les zones de réglage. [2]

5.4. Relais magnétique (électromagnétique)

5.4.1. Rôle

Le relais magnétique, encore appelé relais de protection à maximum de courant, est un relais unipolaire (un pour chaque phase d'alimentation) dont le rôle est de détecter l'apparition d'un court-circuit. Il s'ensuit qu'il n'a pas de pouvoir de coupure et que ce sont ses contacts à ouverture (91-92) et à fermeture (93-94) qui vont être utilisés dans le circuit de commande pour assurer l'ouverture du circuit de puissance du récepteur et signaler le défaut. Ce relais est recommandé pour la protection des circuits sans pointe de courant ou au contrôle des pointes de démarrage des moteurs asynchrones à bagues. [4]

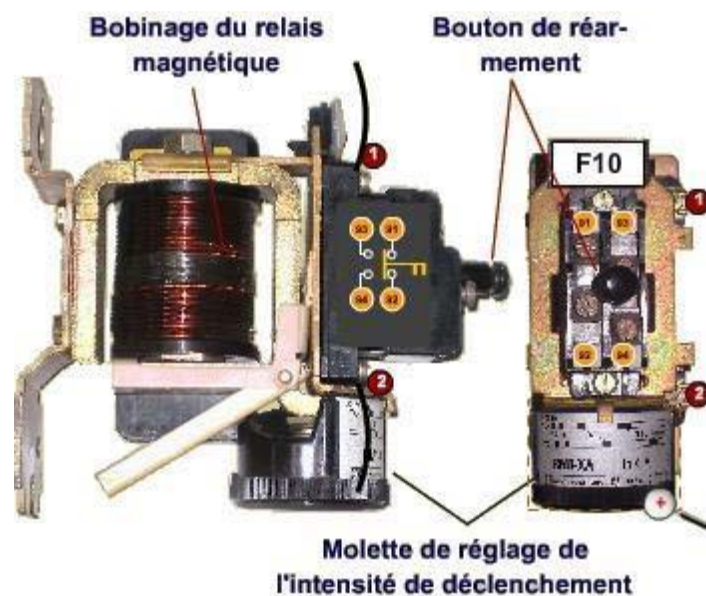


Fig I.23. Objet technique de relais magnétique vue au coté et en face. [4]

5.4.2. Principe de fonctionnement

En fonctionnement normal, le bobinage du relais magnétique est parcouru par le courant du court-circuit. En cas de forte surcharge ou de court-circuit, la force engendrée par le champ magnétique de la bobine devient supérieure à la force du rappel du ressort et le relais magnétique déclenche. [8]

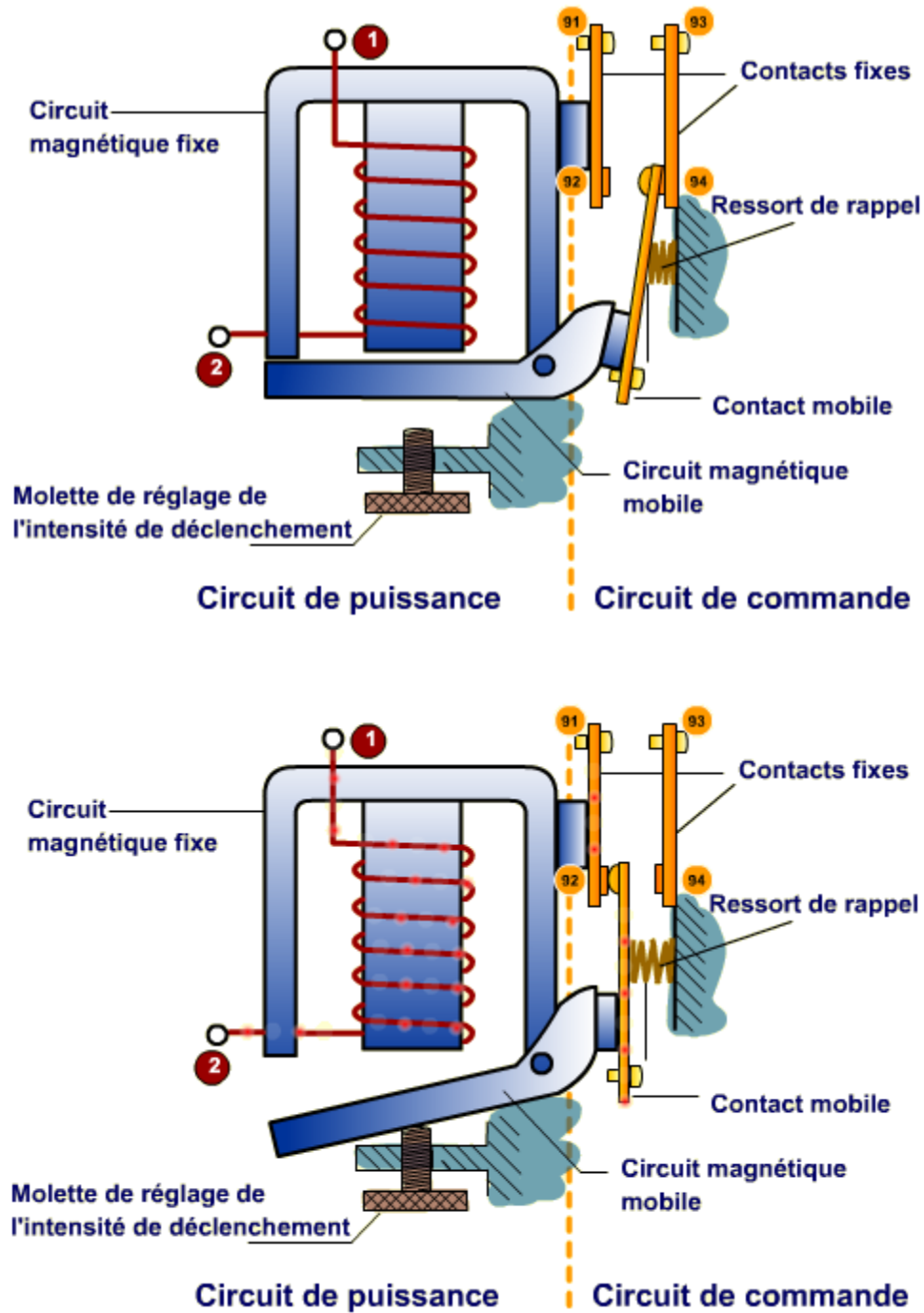


Fig I.24. Principe de fonctionnement de relais magnétique. [1]

La raideur du ressort permet de régler pour quelle valeur du courant se produira la coupure. Le déclenchement est instantané avec un temps de réponse de l'ordre de milliseconde. [6]

5.4.3. Symbole

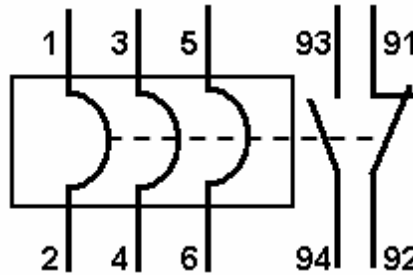


Fig I.25. Symbole de relais magnétique. [6]

5.4.4. Réglage

Le réglage de l'intensité de déclenchement s'obtient en faisant varier l'entrefer du relais à l'aide d'une vis (ou une molette) graduée directement en Ampères. Le choix du réglage doit tenir compte

- De l'intensité du réglage en service permanent ;
- De la valeur du réglage qui doit être supérieure au courant et aux pointes normales.

5.5. Relais magnéto-thermique

C'est un déclencheur ou relais à maximum de courant qui fonctionne à la fois sous l'action d'un électro-aimant et sous l'effet thermique provoqué par le courant qui le parcourt. C'est l'association d'un relais magnétique et d'un relais thermique, le premier assurant la protection contre les surintensités brutales (déclenchement instantané), éventuellement les courts-circuits, le second ; Le discontacteur est un contacteur équipé d'un relais thermique destiné à assurer la protection contre les surcharges.

5.6. Discontacteur

- Permet la commande à distance ;
- Réalise des systèmes automatiques ;
- Détecte toute coupure de l'alimentation ;
- Assure des verrouillages électriques ;
- Sépare le circuit de commande du circuit de puissance [5]

6. Appareillages de connexion et de séparation

Les appareillages de connexion sont conçus pour exécuter la fonction de séparation qui correspond à la mise hors tension de tout ou une partie d'une installation et garantir sa séparation de toute source d'énergie électrique. En basse tension, ils sont des dispositifs établis généralement une fois pour toutes et ne pouvant être modifiés sans intervention sur leurs éléments, le plus souvent à l'aide d'outils. Il s'agit de :

- Jeux de barres béto-barres et dérivations (soudés, boulonnés, assurés par serre-barres)
- Bornes de différents modèles (bornes à vis, sans vis, à cages, à plage, à tige, à étrier, à plots, en barrettes...).
- Cosses et raccords (soudés, sertis, à griffes, à brides...).
- Cosses, clips et languettes, pour connexions rapides...
- Raccords et connexions à *perçement d'isolant*, utilisés dans des applications particulières (téléphonie, lignes aériennes et conducteurs isolés en faisceaux...).
- Boîtes en plastique ou en fonte remplies de paraffine pour les connexions immergées.

Ces connexions sont effectuées soit sur les bornes des appareillages, soit sur des bornes placées dans les enveloppes des appareillages (coffrets, tableaux...), soit encore dans des boîtes affectées à ce seul usage (boîtes de connexion), de façon à rester accessibles pour vérifications ou interventions. [3]

6.1. Contacts permanents

Les contacts permanents sont destinés à relier électriquement de façon permanente de parties d'un circuit électrique. On peut les classer en deux grandes catégories : La première est celle des contacts *non démontables* (embrochés, soudé...etc.) La seconde est celle des contacts *démontables* (boulonnés ou par coincement...etc.). [4]

6.2. Bornes de connexion

Sont des dispositifs exécutés aux niveaux des appareils électriques (machines électriques, transformateurs, appareils de mesure...) pour réaliser des contacts permanents simples et démontables. [4]

6.3. Prises de courant (basse tension)

Organes de connexion dans lesquelles les appareils électriques sont reliés aux sources d'énergie d'une façon simple. [3]

7. Sectionneurs

7.1. Rôle

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant est nul ou pratiquement nul, afin d'isoler la partie de l'installation en aval du sectionneur. [4]



Fig I.26. Sectionneur[1]

7.2. Principe de fonctionnement

Mettre hors tension une installation électrique ou une partie de cette installation en toute sécurité électrique. (Pas de pouvoir de coupure, quand le sectionneur est manœuvré, le courant doit être nul. Cela permet, par exemple, de condamner un circuit électrique (avec cadenas le cas échéant) afin de travailler en toute sécurité. [1]

7.3. Caractéristiques principales

- Intensité maximum supportée par les pôles de puissance
- Tension maximum d'isolement entre les pôles de puissance
- nombre de pôles de puissance (tripolaire ou tétra-polaire)
- nombre de contact de pré-coupure

- Peut être avec ou sans manette
- Peut être avec ou sans système de détection de fusion de fusible
- S'installe majoritairement en tête d'une installation électrique ;
- Permet d'isoler un circuit électrique du réseau d'alimentation;
- Est un organe de sécurité lors d'une intervention de maintenance: cadenassé en position ouverte par un agent de maintenance, il interdit la remise en route du système
- Peut être manipulé depuis l'extérieur de l'armoire électrique grâce à une poignée.

Contrairement à l'interrupteur sectionneur, le sectionneur porte fusible n'a pas de pouvoir de coupure : il ne permet pas de couper un circuit électrique en charge (moteur électrique en rotation, résistances de chauffage alimentées,...) ;

A la différence du sectionneur porte-fusibles, l'interrupteur sectionneur n'a pas de fusible associé, il faudra donc rajouter dans le circuit un système de protection contre les courts-circuits[6]

7.4. Différentes organes

7.4.1. Contacts principaux (1-2), (3-4) et (5-6)

Permettent d'assurer le sectionnement de l'installation.

7.4.2. Contacts auxiliaires (13-14), (23-24)

Permettent de couper le circuit de commande des contacteurs avant l'ouverture des contacts principaux. L'ouverture du circuit de commande de l'équipement entraînant l'ouverture de son circuit de puissance, celui-ci n'est donc jamais ouvert en charge. Inversement, à la mise sous tension, le contact auxiliaire est fermé après la fermeture des contacts principaux.

7.4.3. Poignée de commande

Elle peut être verrouillée en position ouverte par un cadenas (sécurité).

7.4.4. Fusibles

Assurant la protection contre les surcharges et les courts-circuits dans l'installation ou l'équipement électrique. [4]

7.5. Choix de composant

Le choix d'un sectionneur porte-fusibles dépend de la taille des fusibles qui lui sont associés, donc par conséquent, de la puissance absorbée par la partie puissance du circuit. Le choix de l'interrupteur sectionneur dépendra de la puissance absorbée par l'ensemble de l'installation. [8]

7.6. Symbole Q

Plusieurs types de configurations peuvent être utilisées en fonction du besoin du système. Voici quelques exemples :

Sectionneur porte-fusibles		
<i>bipolaire (phase-neutre)</i>	<i>bipolaire (phase-phase)</i>	<i>unipolaire (1 phase)</i>

Fig I.27.Symbole de sectionneur porte-fusibles. [6]

7.7. Différents types de sectionneurs

7.7.1. Sectionneur porte-fusibles tripolaire avec contact(s) de pré-coupure avec poignée extérieure

A utiliser dans un circuit triphasé (sans neutre) ; Les contacts de pré-coupure permettent d'isoler la partie commande du circuit.

7.7.2. Sectionneur porte-fusibles tripolaire avec contact de neutre et de pré-coupure avec poigné extérieure

A utiliser dans un circuit triphasé avec neutre; le neutre du sectionneur ne doit pas contenir de fusible, mais une barrette de neutre prévue à cet effet.

Le sectionneur ouvert, il n'y a plus de tension nulle part dans l'installation qui en dépend, sauf sur les bornes 1 , 3 , 5

7.7.3. Sectionneurs BT domestique

La fonction sectionneur est obligatoire au départ de chaque circuit est réalisée par des sectionneurs à fusibles incorporés.

7.7.4. Sectionneurs BT industriels

Ces appareils assurent la fonction de sectionnement au départ des équipements. En général des derniers comportent des fusibles et des contacts auxiliaires.

7.7.5. Sectionneurs MT et HT

Sont très employés dans les réseaux de moyenne et haute tension pour garantir l'isolement des lignes et des installations avec coupure visible. [5]

8. Conclusion

Ce chapitre a été consacré a la présentation du appareillage de protection électrique utilisé dans les procède industrielles actuel, ainsi que la commende et la rôle et le Principe de fonctionnement de l'appareillage.

Chapitre II

Description du schéma électrique d'une installation industriel

1. Présentation de l'usine

Le démarrage des opérations de la cimenterie CILAS à Biskra a commencé le 15 juillet 2016 avec la mise en service du four soit 11 jours avant la date d'exploitation programmée.

Cette unité de production d'une capacité de 2.7 millions de tonnes de ciment par an, est la cimenterie la plus moderne du groupe Lafarge Holcim, leader mondial des matériaux de construction. CILAS Biskra est le fruit d'un partenariat d'exception, dans le cadre de la règle d'investissement 49/51, entre le Groupe international Lafarge Holcim, leader mondial des matériaux de construction et le Groupe Industriel Souakri Frères. Ce fleuron industriel est un projet Greenfield d'un investissement de 33 milliards de dinars construit en 21 mois, avec une excellente performance en matière de Santé & Sécurité avec 5 millions d'heures travaillées sans accident, emploiera à terme plus de 600 personnes et contribuera à réduire significativement les importations de ciment. Cette cimenterie référence réalisée dans l'état de l'art bénéficie des technologies de fabrication les plus avancées avec un fort focus service client tout en minimisant au maximum son empreinte environnementale :

- Opérations de broyage réalisées avec le plus gros broyeur vertical au monde
- Modèle opérationnel d'excellence Lafarge Holcim
- Ensachage et palettisation entièrement automatisés pour mieux servir la clientèle
- Design autour de la santé et de la sécurité au travail
- Intégration visuelle
- Efficacité énergétique - 30% par rapport à la référence
- Réduction des émissions de poussière avec l'utilisation du plus grand filtre à manche au monde

2. Informations générale

Cilas est une co-entreprise entre le Groupe Industriel Souakri Frères (51%) et LafargeHolcim (49%) À propos de Lafarge Algérie Membre du Groupe LafargeHolcim, Lafarge Algérie est le 1er producteur de matériaux de construction à travers ses activités «Ciment, Granulats, Béton et Plâtre». Activité ciment : 2 cimenteries «M'Sila, Oggaz» délivrant une production de 8.8 mit/an. Lafarge Algérie gère en partenariat avec le GICA la cimenterie de Meftah (1.5 mit/an) et le Groupe Souakri Frères la cimenterie Cilas 2.7 mi t/an.

3. Distribution de l'énergie électrique dans l'usine

L'électricité est une énergie souple et adaptable mais elle est difficilement de la stockage, alors que la consommation des clients et la coïncidence de la demande sont constamment variables. Ces exigences nécessitent la permanence du transport et la mise à disposition de l'énergie par un réseau de distribution de Haute Tension pour les fortes puissances et les longues distances, Sur l'illustration ci-dessous, nous voyons l'organisation du transport de l'énergie électrique de la centrale de production (sonalgaz) vers l'utilisateur final (lafarage holcine) via le réseau de distribution.[8]

3.1. Schéma électrique de distribution d'énergie électrique dans l'usine.

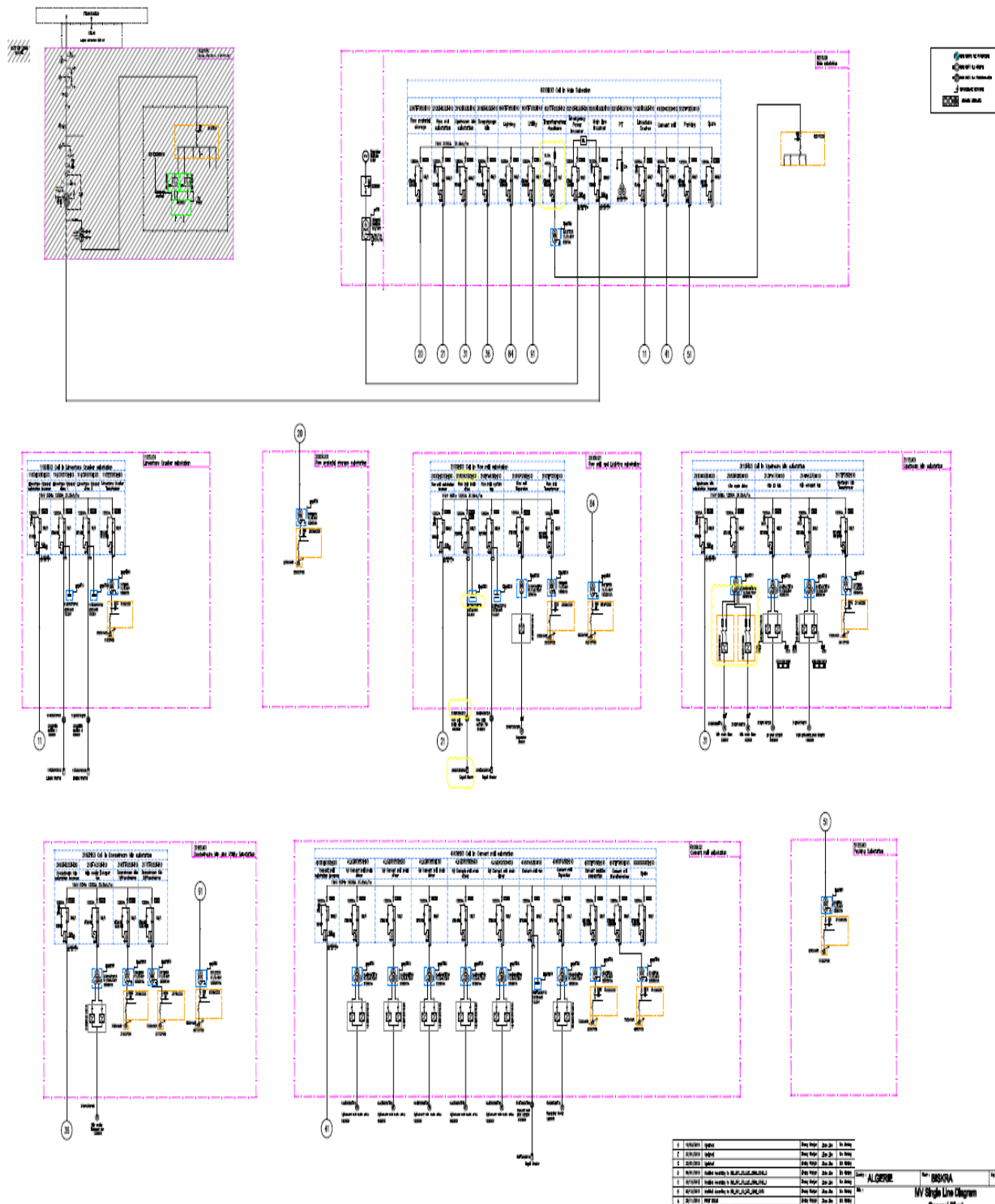


Fig II.1. Schéma électrique de distribution d'énergie électrique dans l'usine.

3.2. Description

L'usine est alimentée à partir du réseau électrique sous une tension triphasée 220 kV. Cette arrivée alimente un transformateur qui assure coté basse tension une distribution de 11 KV

La tension de 11 kv alimente une cellule de distribution, qui alimente un jeu de barre qui est responsable d'alimenter 9 autres cellules. Ces dernières alimentent 9 sous stations, chacune d'elle alimente une zone selon leur besoin de 11 kv et d'autres 690 v ou 400v

Selon le schéma de distribution ils sont réalisés aux cellules HTA utilisant une technologie spécifique et assurant outre le raccordement, le sectionnement, la protection et le comptage de l'énergie.

En absence de ligne de Sonalgaz (alimentation de secours) il y a une autre alimentation qui assure la continuité de l'alimentation de l'usine c'est un grand groupe électrique mais ce générateur alimente seulement les équipements essentiels.

4. Différentes zones d'usine

4.1. Broyeur vertical cru



Fig II.2. Broyeur vertical cru.[9]

4.1.1. Description

- Le broyage et le séchage du cru est assuré par un broyeur vertical à six galets et à recirculation externe.
- Ce broyeur est conçu pour broyer le mélange cru constitué du mélange (calcaire + argile) concassé et des ajouts de correction (sable, minerai de fer, gypse),
- La chaleur nécessaire pour le séchage de la matière dans le broyeur est apporté par les gaz du four ou par un générateur des gaz chauds et la farine crue produite dans le broyeur est récupérée dans une batterie de cyclones de dépoussiérage. [9]

4.1.2. Principaux éléments du broyeur cru vertical

- Un groupe d'entraînement composé d'un moteur et d'un réducteur.
- Une table de broyage fixée sur le réducteur et tournant à faible vitesse
- Six galets stationnaires avec des systèmes de tension et d'étanchéité.
- Le séparateur qui est intégré dans le broyeur.
- Le sas alvéolaire d'alimentation du broyeur.
- Un dispositif d'injection d'eau sur la couche de la matière.
- Sept centrales de lubrification.

- Le broyage de la couche de matière introduite par le sas alvéolaire sur la table de broyage, se fait par pression des galets sur cette couche par un système de tension hydropneumatique.
- La matière broyée est poussée vers l'extérieur de la table de broyage dans l'anneau à tuyères qui est traversé par les gaz chauds montant de bas en haut puis elle est aspirée par le flux gazeux et traverse le séparateur où elle est séparée en matière fine et matière grossière.
- La matière grossière (graux) retombe sur la table de broyage pour continuer à être broyée et la matière fine (produit fini) est véhiculée par le flux gazeux vers les cyclones et le filtre à manches où elle est dépoussiérée.
- La finesse du produit fini (farine crue) peut ajustée par réglage de la vitesse de rotation de la roue du séparateur.
- Le broyeur fonctionne avec une recirculation externe :
- La matière non broyée est évacuée à l'extérieur puis réintroduite à l'entrée du broyeur via un couloir métallique vibrant et un élévateur à godets.
- La marche du broyeur est stabilisée par injection d'eau sur la couche de matière dans des tuyères situées ente les galets et la couche de matière.[9]

4.2. Cuisson



Fig II.3. Cuisson.[10]

4.2.1. Description

La farine crue produite dans l'atelier de broyage cru est cuite dans la ligne de cuisson composée des équipements principaux suivants :

- Le préchauffeur et le précalcinateur.
- Le by pass.
- Le four rotatif.
- Le refroidisseur.
- Les installations de traitement des gaz du four et du refroidisseur.
- La cuisson consiste à faire subir à la farine crue, des transformations physico-chimiques qui aboutissent à la formation du clinker :
- Préchauffage et décarbonatation de la farine crue dans le préchauffeur et le precalcinateur Clinkérisation de la farine décarbonatée dans le four.
- Refroidissement du clinker à l'air atmosphérique dans le refroidisseur.
- La chaleur nécessaire pour ces transformations est apportée par les gaz chauds produits par la combustion du gaz naturel à hauteur de 40% dans le four et 60% dans le précalcinateur.[10]

4.3. Broyage du ciment



Fig II.4. Broyage du ciment.[11]

4.3.1. Description

- Le broyage du ciment est réalisé par un broyeur vertical à six galets entraîné par cinq groupes et d'entraînement de 1825 kW de puissance unitaire.
- L'installation est conçue pour marcher suivant les procédés de broyage séparé et de co-broyage.
- Le co-broyage consiste à broyer l'ensemble des composants du ciment dans le broyeur ciment. Il est utilisé lors de la marche du broyage avant la mise en service de l'atelier de cuisson et lors des arrêts de cet atelier.
- Le broyage séparé consiste à broyer le calcaire d'ajout dans le broyeur cru et le mélange (clinker, gypse) dans le broyeur ciment et à mélanger ces deux produits dans le filtre du broyeur ciment.
- Ce procédé de broyage présente les principaux avantages suivants :
- Profiter au maximum des gaz du four pour le séchage et le broyage du calcaire HT d'ajout ciment dans le broyeur cru.
- Réduire la capacité du broyeur ciment au détriment de celle du broyeur cru.[11]

4.3.2. Principaux éléments du broyeur du ciment

- Un système d'entraînement composé de cinq groupes d'entraînement et d'une structure portant un palier à butée à segments avec une couronne dentée.
- Un bol de broyage tournant à faible vitesse disposé sur la bride du palier.

- Six galets stationnaires avec des systèmes de tension et d'étanchéité.
- Le séparateur qui est intégré dans le broyeur.
- Dix centrales hydrauliques de lubrification.
- Le sas alvéolaire d'alimentation du broyeur.
- Un dispositif d'injection d'eau sur la couche de la matière.
- Un dispositif d'injection des adjuvants de mouture.
- Le broyage de la couche de matière introduite par le sas alvéolaire sur la table de broyage, se fait par pression des galets sur cette couche.
- La pression des galets est assurée par un système de tension hydropneumatique et peut être adaptée à la couche de matière.[11]

5. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté une étude sur distribution d'énergie électrique (le schéma électrique et les appareillages de protection) dans les différentes zones d'usine avec leur fonctionnement.

Chapitre III

Etude des appareillages de protection dans une installation d'une unité industriel

1. Stockage du ciment et les expéditions

1.1. Introduction



Fig III.1. Ensacheuses rotatives GIROMAT® EVO.

Les ensacheuses rotatives GIROMAT® EVO ont été projetées et construites pour doser et remplir des sacs avec des produits en poudre (ciment, chaux, plâtre, talc ou produits pré-mélangés).

1.2. Configuration

Grâce à sa modularité et à l'interchangeabilité de ses groupes fonctionnels, la machine peut être projetée avec des configurations différentes. L'exécution finale de la machine dépend du type de produit à ensacher et de la demande de productivité. Selon le nombre de bacs l'alimentation du produit peut être réalisée avec un ou deux distributeurs ou en alternative à ce type d'alimentation l'on peut installer une vis transporteuse.

Grâce à ses réglages, le groupe de pesage s'adapte aux dimensions et capacités du sac; la position en hauteur du siège d'appui-sac est achevée en manuel par moyen de boulons de fixations.

La machine peut être pourvue de trémies ou de vis transporteuses pour la récupération des poudres, ainsi que de trémies pour l'alimentation du produit (dispositifs optionnels). [12]

1.3. Description de la machine

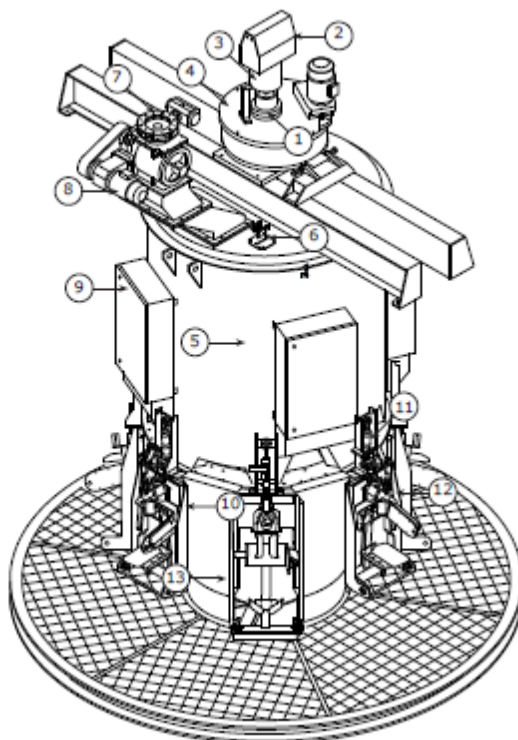


Fig III.2. Principaux éléments de la machine ensacheuse rotative GIROMAT® EVO[12]

L'ensacheuse rotative est composée par les groupes fonctionnels suivants:

1. Le corps de la machine, composé par un arbre central commandé par un motoréducteur et soutenu par des poutres de support prévues à cet effet;
2. Un groupe encodeur détecte la position angulaire de l'ensacheuse;
3. Un collecteur électrique transmet la puissance à tous les composants électriques de l'ensacheuse;
4. Un réducteur de rotation transmet la rotation du motoréducteur à l'arbre de l'ensacheuse;
5. Un réservoir contient le produit à ensacher;
6. Un indicateur de niveau monté à l'intérieur du réservoir, signale tout manque de produit éventuel;
7. Une vanne papillon permet le passage du produit de la trémie supérieure;

8. Un distributeur remplit le réservoir de l'ensacheuse avec le produit à ensacher;
9. Un groupe de commande , présent tous les deux becs contient tous les dispositifs électriques, pneumatiques et électroniques pour la commande des becs;
10. Les groupes pompe , montés derrière le groupe de pesage, envoient le produit du réservoir à la buse de l'ensacheuse;
11. Les groupes guillotine montés entre le groupe pompe et le groupe de pesage, règlent le passage de produit du réservoir à la buse de l'ensacheuse;
12. Les groupes de pesage soutiennent le sac pendant le cycle de remplissage;
13. Un support inférieur permet la rotation de l'ensacheuse.[12]

1.4. Protections d'installation électrique

L'installation électrique a été projetée et fabriquée pour protéger les opérateurs de tout risque de secousse électrique et toute la machine de tout risque de surchauffage ou d'autres conditions anormales dangereuses.

Toutes les parties métalliques accessibles de la machine sont branchées au circuit de protection équipotentiel, pour éviter des dangers dérivant de pannes de tout genre d'isolation.

En outre, tous les dispositifs électriques avec lesquels les opérateurs sont en contact (poussoirs, indicateurs, etc.) sont alimentés avec une tension très basse dérivante d'un transformateur (qui les sépare galvaniquement de la partie à haute tension), et ils sont imperméables aux liquides ou aux vapeurs qui pourraient causer des court-circuits ou la détérioration des isolations.

On a prévu des protections contre la surintensité pour éviter que des pannes puissent causer des surchauffages ou des conditions dangereuses. [12]

1.5. Installation de l'armoire électrique et la protection de l'ensacheuse :

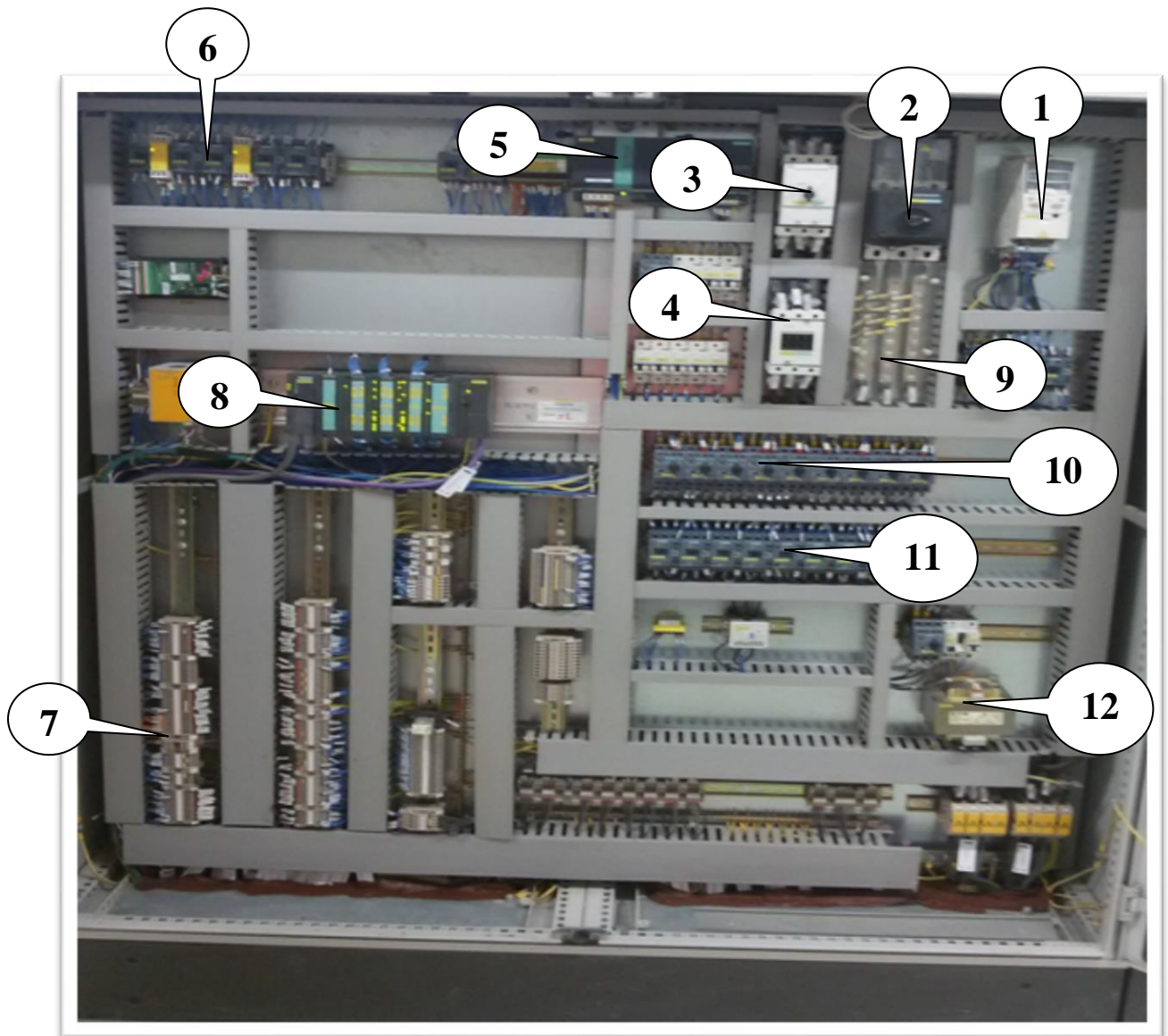


Fig III.3. Armoire électrique d'ensacheuse rotative.

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés différents systèmes participant à la distribution d'une installation électrique

1.6. Contenu d'une armoire électrique

Le contenu est modulable selon l'installation, la puissance disponible, l'utilisation des locaux, etc. Mais une armoire électrique contient en général :

- ❖ L'enveloppe de l'armoire électrique, c'est-à-dire la structure qui va contenir les équipements. Elle peut être en métal ou en plastique.

- ❖ Des systèmes de réglettes et de fixations, permettant d'accrocher les différents modules formant le contenu.
- ❖ Les modules eux-mêmes, comme les protections (disjoncteur, tableau de répartition avec coupe-circuits pour chaque partie de l'installation, etc.).

1.7. Utilité d'une armoire électrique

Ses fonctions sont multiples et garantissent une bonne utilisation du réseau électrique.

1.7.1. Protection

Une armoire électrique permet de regrouper et de dimensionner les protections nécessaires.

Ces protections concernent les lignes, pour éviter les courts-circuits et les surtensions qui pourraient endommager l'installation, voire provoquer un incendie.[7]

1.8. Les composants de cette armoire électrique :

1. Un variateur de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie de celui-ci

2. Un sectionneur : L'objectif d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties.

3. Le disjoncteur général d'alimentation qui Protège la machine et tous ses moteurs et protège l'armoire elle-même

4. Le contacteur principal : qui destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique.

5. Un redresseur, également appelé convertisseur alternatif/continu, est un convertisseur destiné à alimenter une charge qui nécessite de l'être par une tension et un courant tous deux les plus continus possibles

6. Un pulz qui Est-ce une collection de contacteur

7. les borner qui est un dispositif permettant d'assurer la continuité électrique entre un câble et une autre partie de l'installation.

- 8.** les cartes d'automate pour la commande de machine.
- 9.** Un jeu de barres tétra polaires, en aval de l'interrupteur général, distribue les trois phases et le neutre pour les différents départs.
- 10.** Une rangée de disjoncteurs regroupe les protections pour les circuit des moteurs de la machine.
- 11.** L'ensemble des contacteurs des différents départs se situe au dessus des disjoncteurs.
- 12.** Un transformateur 400V - 24 V 400VA pour l'alimentation du circuit de commande. La source 24VAC est également disponible sur bornier repéré

1.9. Schéma électrique du moteur rotation ensacheuse

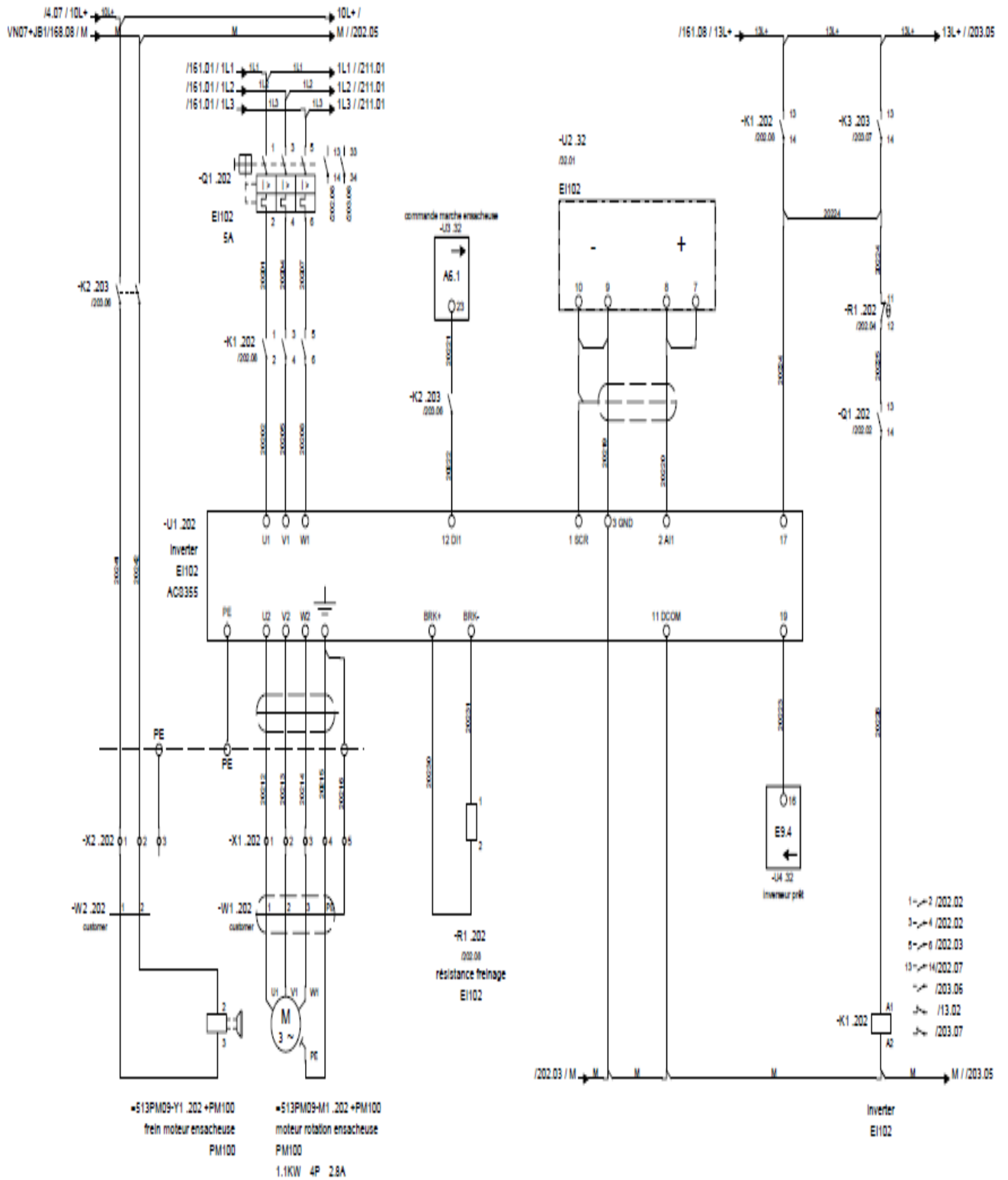


Fig III.4. Schéma électrique du moteur rotation ensacheuse[12]

Le schéma suivant permettent d'alimenter un moteur asynchrone triphasé sur le réseau. Le moteur est commandé par un variateur de vitesse.

Le schéma électrique est constitué principalement d'un disjoncteur, d'un contacteur et d'un variateur de vitesse.

1.9.1. Un variateur de vitesse

Est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie de celui-ci.

1.9.2. Démarrage et arrêt de moteur

Afin d'éviter de forts courants d'enclenchement au démarrage des moteurs, les variateurs de fréquence appliquent tout d'abord une fréquence et une tension faible au moteur. Elles sont ensuite augmentées progressivement. Les méthodes de démarrage permettent typiquement au moteur de développer 150 % de son couple nominal tout en limitant le courant à 50 % de sa valeur nominale à faible vitesse. Un variateur de fréquence peut aussi être configuré afin de produire un couple de 150 % de son nominal de la vitesse nulle à la vitesse nominale. Cette configuration a cependant tendance à faire chauffer le moteur si la période de faible vitesse se prolonge. L'ajout de ventilateurs est une option pour dissiper la chaleur produite.

La séquence d'arrêt d'un moteur avec un variateur de fréquence est l'opposée de la séquence de démarrage. La fréquence et la tension sont diminuées progressivement. Quand la fréquence devient proche de zéro, le moteur est arrêté. Un couple de freinage faible est alors appliqué pour que le moteur arrête de tourner en roue libre plus rapidement. Un circuit de freinage extérieur peut rendre le freinage plus rapide. Il est constitué de transistors et de résistances, il dissipe l'énergie contenue dans le circuit. Les variateurs de fréquence quatre quadrants peuvent également freiner le moteur en envoyant l'énergie dans le réseau électrique.

2. Défaits électrique qui son arrivé dans le période de mon stage

2.1. Court circuit moteur de crible



Fig III.5. Court circuit moteur de crible

Lors de fonction de machine ensacheuse, le crible s'arrête par coupure du disjoncteur de moteur, après la rétablissement de disjoncteur ce dernier disjoncte se qui montre qu'il ya un court circuit alors on a vitrifié le moteur et on a trouvé qu'il ya une échauffement de bobine du moteur et la cause de se problème est due au remplissage de crible par des blocques de ciment

Solution prise

Changement le moteur de crible avec réduction du seuil de déclenchement de disjoncteur du crible.

2.2. Défaut surcharge sas alimentation



Fig III.6. Moteur sas

Lors de démarrage de l'ensacheuse le sas distributeur [513RA08] s'arrête par défaut de surcharge le disjoncteur disjoncte (le terroir électrique) lors d'inspection du moteur sas distributeur on a trouvé que le moteur bloqué a l'intérieur après l'ouverture de carcasse on a trouvé que l'ailette de sas son déformé se qui a provoquer le blocage le moteur sas

Solution prise

Réglage l'ailette du moteur de sas et assurer a vérification chaque jour.

3. Conclusion

Cette étude détaillé, nous a permet de ce familiariser avec la machine, par ces défèrent éléments de protection du moteurs et bien comprendre le fonctionnement du machine ensacheuse.

Conclusion générale

Dans ce travail, nous nous intéressons à l'étude de la protection électrique de l'installation dans une unité industrielle l'usine Cimenterie de Biskra à été pris cas d'étude

Dans la première partie de cet mémoire nous avons présenté les définitions sur la protection électriques et les différentes appareillages de protections utilisées dans les installations électriques industriels afin d'assurer la protection et la continuité de service des différentes stations de l'usine.

Dans la deuxième partie nous avons présenté les différentes parties de l'usine avec description de leurs installations électriques et protections.

Dans La troisième partie on s'est focalisé sur l'installation de l'ensacheuse ou on a décrit L'installation électrique et la protection de cette dernière.

Bibliographie

- [1] Dr. BENAÏRED Noredine .Année : 2014 (Schémas et Appareillages électriques).
Département de Génie Electrique Relizane
- [2] Réalisé par : Adel SAÏD et Yassine JEMAI (INSTALLATIONS INDUSTRIELLES)
.Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul.
- [3] Mr Hassene Bedoui Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Ksar-Hellal(Cours
installation électrique)
- [4] louis blieriot (appareillages industriel)
- [5] Zaaboubi Khaled 04 Juin 2013 Département de Génie Electrique Biskra(Pilotage sous
LabView d'un système de Protection à max de courant).
- [6] Phoenix contact (Protection contre les surcharges et les courts-circuits).
- [7] guide pratique Schémas électriques | moeller an eaton brand. 2008 Automatisation et
distribution d'énergie.
- [8] ZELLAGUI Mohamed 2010 DÉPARTEMENT D'ÉLECTROTECHNIQUE
MAGISTÈRE (ÉTUDE DES PROTECTIONS DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES MT (30 &
10 kV)).
- [9] Mohammed AYADI : Consultant Sénior - ASER Formation CILAS « Broyage cru » -
Juillet 2016
- [10] Mohammed AYADI : Consultant Sénior - ASER Formation CILAS « cuisson » -
Juillet 2016
- [11] Mohammed AYADI : Consultant Sénior - ASER Formation CILAS « Broyage ciment »
- Juillet 2016
- [12] MAP-IT FLSmidth Ventomatic, 8 janvier 2014 (Ensacheuse GIROMAT® EVO) Créé
par: MOM-IT