

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en
Electrotechnique
Option : machines électriques

Thème Thème

***Etude de la protection électrique des moteurs
asynchrones dans la base pétrolière
TFT***

Proposé par :

SONATRACH

Dirigé par :

M^r : C. BIROUCHE
M^r : A.SIDI SAID

Réalisé par :

YAHY MOHAMMED SAID
MEHAL SOFIANE

Soutenance le 06/07/2009 A 11h00

Promotion 2008/2009

Remerciements

Au terme de ce mémoire, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour mener à bout ce modeste travail.

Egalement, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr C. Birouche qui nous a fait l'honneur de nous prendre sous sa responsabilité, ainsi que pour ces orientations et précieux conseils, qu'il trouve ici toutes les expressions de notre respect et gratitude.

Nous remercions ainsi vivement et du profond de cœur tout le personnel de la Sonatrach, en particulier M^r SIDI SAID.A pour sa contribution appréciable et son suivi tout au long de notre travail.

Nos remerciements s'adressent également aux enseignants qui ont contribué à notre formation, ainsi que les membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Nous tenons enfin, à remercier tous ceux qui nous ont portés leur aide de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Introduction générale

L'énergie électrique présente un besoin fondamental dans plusieurs secteurs de l'activité humaine. Que ce soit dans notre vie domestique ou dans l'industrie, elle joue un rôle très important. Cette énergie produite dans des centrales électriques, est transportée aux zones de consommation ce qui crée des réseaux électriques avec divers appareils et équipements de transport, et d'importants moyens humains qui nécessitent d'être protégés contre les différents défauts et perturbations qui peuvent transiter dans ces réseaux.

Le réseau électrique comprend trois grandes étapes, la production de l'énergie électrique, le transport et la distribution. Chaque équipement est doté d'un ensemble de protections souvent de nature complémentaire et à caractère instantané ou différé.

L'objectif primordial de la protection est d'éliminer le défaut par l'action instantanée d'un relais électromagnétique ou retardée par un relais temporisé. Selon le type du défaut, la protection intelligente émet un signal de déclenchement du disjoncteur, et par conséquent la mise hors tension de l'installation ou un signal pour informer les opérateurs sur la nature du défaut et de prendre les mesures adéquates.

Notre travail consiste à étudier le moteur asynchrone entraînant la pompe d'injection d'eau au sein de la base pétrolière TFT (Tin Fouyin Tabencourt). Cette étude s'intéressera plus à l'étude des systèmes de protection du moteur contre les différents défauts existants. Pour atteindre notre objectif, nous avons subdivisé le travail en quatre chapitres :

Chapitre I : Présentation de la station TFT de production pétrole.

Chapitre II : Les défauts de fonctionnement et les relais de protection.

Chapitre III : Circuit de puissance et de commande de la pompe et ses auxiliaires.

Chapitre IV: Défaut de minimum de tension et sa protection.

I- Historique de la région TFT :

I-1 Situation géographique :

La Région TFT est située au Nord Ouest du bassin d'Illizi, à 1300 km au Sud Est de la capitale, à 500 km au Sud Est de Hassi Messaoud et à 300 km au Nord Ouest d'Ain Amenas.

Du point de vue géologique le gisement de TFT se présente comme un système de compartiments longitudinaux, délimités par des failles transversales par rapport à la direction Est-Ouest du monoclin ; le toit du réservoir ordovicien forme un monoclin de direction Est-Ouest et de pendage Nord. La régularité du monoclin est aussi affectée par une série de failles de direction nord-ouest à Nord- Nord-Ouest et du nord-est à Nord- Nord- Est, par des culminations de la pente structurale.

Des failles dont le rejet atteint 50 à 60 m ont été mises en évidence, dans l'ouest de la structure. Dans la partie Est, le rejet est de 20 à 30 m, dans les régions des champs où les rejets des failles dépassent l'épaisseur de la couche, ces failles représentent des écrans hydrodynamiques.

L'analyse des concentrations au toit de l'ordovicien au mur de la couche productrice prouve que le gisement a une structure divisée en blocs. Les séries sédimentaires sont marquées par deux discordances majeures, la discordance Frasnienne et la discordance Hercynienne. Ces dernières ont engendré la disparition des terrains du dévonien et ceux du trias.

Les premières découvertes dans la région datent des débuts des années soixante, le premier gisement découvert est celui de TFY en 1961, puis se succédèrent ceux de Hassi-Mazoula Sud et Nord en 1963, de TFY Nord et Djoua en 1966, de TFT Ordovicien en 1968 et enfin ceux de Tamendjelt et Amassak en 1970. Le gisement de TFY est situé au Sud de TFT, l'huile est présente dans l'unité F6 du Dévonien (1300 m) et exploitée par la technique du gaz- lift.

Le gisement d'Amassak est situé à 25 km à l'Ouest Nord Ouest du gisement de TFT. Les réserves du gaz et d'huile sont situées dans l'unité 4-3 de l'Ordovicien (2000 m). Leur exploitation utilise deux techniques : Maintien de pression et gaz lift. Le gisement de Djoua se

trouve à l'Est Sud Est de TFT, il produit de l'huile principalement dans le réservoir F6 par pompage électrique. Le gisement de Tamendjelt est situé à environ 6 km au Nord Ouest de TFT, l'huile de son réservoir F6 Dévonien est exploité par gaz- lift. Les gisements de Hassi-Mazoula Nord, Sud et Hassi- Mazoula B produisent de l'huile par pompage électrique à partir du réservoir F6.

I-2 Historique du développement :

Le réservoir de TFT Ordovicien (2000) produit la plus grande partie de la production de la région de TFT, son exploitation a commencé en Novembre 1968. Jusqu'en 1975, les puits forés étaient au nombre de 52, dont 49 producteurs. La surface embrassée par les forages ne présentait que 40% de la surface de TFT, la production d'huile en 1974 a atteint 2634 000 tonnes.

En raison de la diminution de la pression du gisement conduisant à l'épuisement de l'énergie du réservoir, le projet de maintien de la pression est introduit en 1980. Les résultats ont commencé à se manifester à partir de 1984 où il a été produit 2751 651 tonnes, puis 4976886 tonnes en 1991, 4410176 tonnes en 1994 et 3504200 tonnes en 1998.

Dans le but d'augmenter le taux de récupération à plus de 25% et de récupérer les gaz torchés, un autre projet est entré en service en 1987 avec la construction de l'usine de traitement de gaz. Actuellement 400 puits d'huile sont forés dans le réservoir ordovicien du gisement de TFT.

Plusieurs techniques de récupération d'huile ont été utilisées dans la région de TFT : récupération primaire (puits éruptif), et récupération secondaire (gaz- lift, maintien de pression par injection d'eau et pompage électrique).

Il existe trois méthodes de production :

1- La méthode de maintien de pression :

Dans un premier temps le brut remonte à cause de la pression élevée dans le gisement, après un certain temps la pression du gisement diminue, alors la production diminue et pour maintenir cette dernière, on injecte de l'eau à haute pression dans le puits pour augmenter la pression du gisement c'est pour cela qu'on appelle cette méthode, la méthode de maintien de pression.

2- La méthode d'équipement de fond :

On utilise dans cette méthode des pompes plongées dans le puits pour aspirer et refouler le brut.

3- La méthode du gaz lift :

Dans cette méthode on injecte le gaz dans le gisement pour faire monter le brut

I -3 Stations d'injection d'eau à haute pression :

La station d'injection d'eau à haute pression permet de traiter, filtrer et refouler 3500 m³ / jour d'eau à une pression de 230 bars eff maximum , cette station d'injection est installée au centre de TAMENDJALT.

L'alimentation en eau de la station provient de deux bacs de stockage existant à l'entrée de la station, ou sont installées deux pompes BOOSTERS (P02a et P02b), elles servent à compenser les pertes de charges du réseau de tuyauteries et de l'unité de filtration et permettent de disposer d'une pression suffisante à l'aspiration de la pompe d'injection .

L'une des deux pompes est toujours en service, elle est affectée à l'alimentation de la pompe d'injection, l'autre pompe en réserve, est utilisée pour l'alimentation de lavage des filtres, la pression d'alimentation de l'eau de lavage est réglée par une vanne auto régulatrice **pcv07** placée en amont de ces pompes. Une injection de poly électrolyte facilite la floculation des matières en suspension dans l'eau, avant la filtration de celle-ci .

L'eau traverse ensuite un poste de filtration constitué de deux filtres bicouches (s01a et b) installés en parallèles permettant l'élimination des particules supérieures à 3 microns .

Puis, la mise en pression de l'eau filtrée est assurée par la pompe d'injection à haute pression P01.

Une vanne de régulation située au refoulement de la pompe haute pression permet de limiter et de régler le débit et la pression d'eau à la sortie de la station.

II-1 Manifold de distribution et têtes des puits d'injection :

A la sortie de la station d'injection, l'eau à haute pression est alors dirigée par l'intermédiaire d'une dorsale principale de 10 Cm de diamètre vers un manifold de distribution situé sur le champ d'AMASSAK distant de 33,4 Km de la station d'injection.

En suite, un réseau de desserte alimente les puits injecteurs, ces puits actuellement au nombre de 8 sont équipés en surface de matériel nécessaire à leur bonne exploitation (vanne douce, manomètres, soupape, enregistreur local de débit).

II-2 Station d'injection haute pression :

La station d'injection d'eau à haute pression fonctionne à débit continu, le débit d'eau d'injection étant équilibré par le débit d'eau d'alimentation, une baisse excessive de la pression Psl04 (seuil fixe à 0.4 bar eff) à l'entrée de la station provoque l'arrêt d'installation pour éviter la cavitation à l'aspiration des pompes boosters P02a et b.

Les pompes boosters P02a et b peuvent fonctionner au même temps quand l'une est affectée à la production pour maintenir une pression suffisante à l'aspiration de la pompe d'injection, l'autre est affectée au lavage des filtres. Ces tâches peuvent être alternées sur chaque pompe pour équilibrer le nombre de fonctionnement de chacune d'elles.

Pour permettre au démarrage de la pompe P01, une montée en puissance progressive, la vanne est fermée puis elle s'ouvre lentement et fonctionne en régulation de débit tout en suivant un point de consigne qui varie de 0 m³/h à 145 m³/h sur une rampe dont la rampe est de 10m³/h sans être en contradiction avec les différents cas de régulation décrits précédemment. [1]

III- Importance de l'injection d'eau dans le maintien de pression du gisement :

Lorsque la pression du gisement devient faible, de l'eau est injectée pour augmenter la pression, et comme on sait que l'eau est lourde par rapport aux bruts, alors l'eau passe au dessous du bruts qui flottera, en plus de ça l'eau balayera tout le gisement

1. Station d'injection :

L'eau injectée pour le maintien de la pression du gisement passe par le circuit suivant :
A l'aide d'un compresseur on injecte du gaz vers des puits d'eau.
L'eau récupérée est stockée dans des bacs, avec une pompe auxiliaire qui est aspirée et refoulée à une pression de 6 à 7 bars vers des bacs de filtrage, puis vers l'aspiration de la pompe d'injection **P01** qui refoule avec une pression de 220 à 240 bars vers les puits.

2. Fonctionnement :

Les pompes auxiliaires **P02a** et **P02b** fonctionnent en alternance ; c'est-à-dire lorsque la vanne **V1** est ouverte la vanne **V2** est fermée et vis versa.

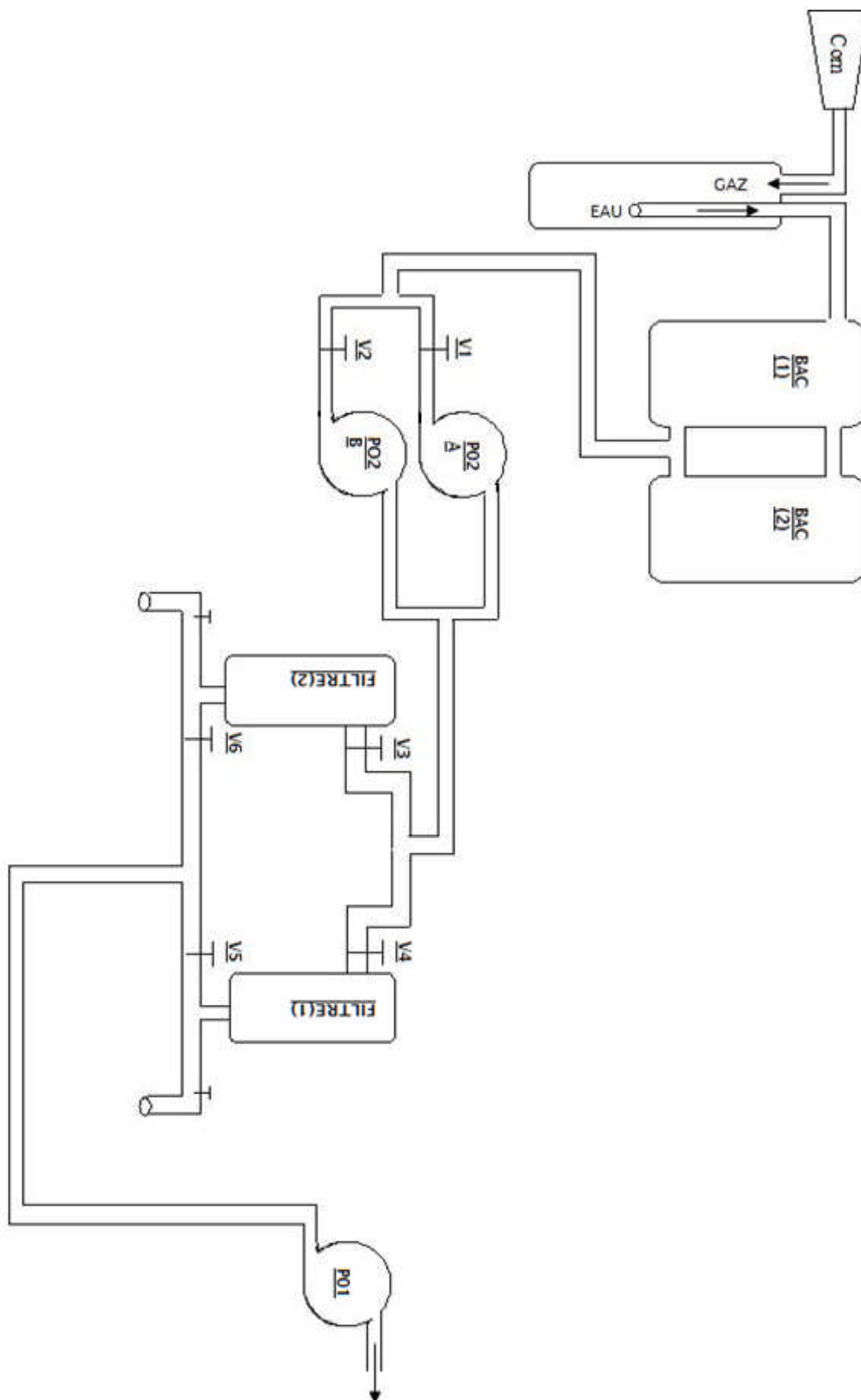
3. Fonctionnement des filtres F1 et F2 :

Les filtres F1 et F2 fonctionnent aussi en alternance c'est-à-dire F1 entre dans la période de fonctionnement pendant 48 heures, tant dis que le filtre F2 entre dans la période de lavage et vis versa.

Pendant le fonctionnement du filtre F₁ les vannes (V₄,V₅) sont ouvertes tandis que (V₃, V₆) sont fermées.

Pendant le fonctionnement du filtre F₂ les vannes (V₄ ,V₅) sont fermées tandis que les vannes (V₃ ,V₆) sont ouvertes.

Fig(1) : Circuit d'Eau



II.1. Introduction :

Les machines électriques tournantes (machine asynchrone) peuvent, comme tous les appareils industriels être affectés par des défauts de fonctionnement. Ces défauts les rendent en général inaptes à plus ou moins long terme à assurer leur service, et perturbent le fonctionnement d'autres matériels. Les défauts, ainsi que les conditions anormales de fonctionnement, doivent donc être détectés le plus rapidement possible et provoquer la déconnection électrique entre la machine et le réseau auquel elle est raccordée.

II.2. Les défauts :

Ils sont caractérisés par un phénomène non conforme au fonctionnement normal des installations et peuvent dans certains cas conduire à des dégâts dangereux pour le personnel ainsi que le matériel.

II.2.1. Les courts-circuits :

C'est le contact entre parties sous tensions :

- Monophasé : phase/terre.
- Polyphasé : phase/phase.

II.2.2. Baisse de tension :

Les baisses de tensions du réseau peuvent provenir d'une insuffisance de production de l'énergie ou de court-circuit. Ces phénomènes entraînent une surcharge en courant du moteur asynchrone.

II.2.3. Surtensions :

C'est le passage de la tension à valeur supérieure à la valeur nominale. Elles sont dues à :

- un défaut de fonctionnement de la régulation de la tension de la machine

-une diminution brutale de la puissance fournie par la machine ou délestage, par ouverture de la ligne de raccordement au réseau, par exemple.

-coup de foudre.

-Arc à la terre.

II.3. Les conséquences :

-surcharge.

-échauffement des circuits magnétiques par augmentation de perte fer (courants de Foucault).

-contraintes sur les isolants (claquages)

II.4. Les surcharges :

Elles sont dues à une augmentation de la demande d'énergie.

II.4.1. Les causes :

Elles sont essentiellement dues à une augmentation de la demande d'énergie. Elles ont une origine électrique: augmentation anormale due au commencement de la cavitation de la pompe.

II.4.2. Les conséquences :

Les surcharges sont synonymes de surintensités.

Les surcharges provoquent les échauffements exagérés des câbles, des transformateurs, des machines. Elles diminuent la durée de vie des isolants.

II.4.3. Moyens de protection :

Contrôle de l'intensité par un relais thermique, ou par un relais à maximum de courant afin de limiter dans le temps des surcharges constantes et connues.

II.5. Durée des défauts :

Les défauts électriques sont classés en défauts permanents, fugitifs et auto extincteurs :

-si le défaut entraîne des dégradations impliquant des réparations, il est dit : permanent.

-si le défaut disparaît sous l'action des protections sans laisser de dégradation affectant les performances du réseau, le défaut est dit : fugitif.

-si le défaut disparaît de lui-même, il est dit : auto extincteur.

II.6. Détection des défauts :

La détection des défauts électriques des machines tournantes obéit à trois grands principes :

-elle doit être la plus simple possible, pour assurer la plus grande fiabilité et la plus grande rapidité.

-elle doit être sensible, en fonctionnant de manière fiable pour la plus petite variation possible des grandeurs caractéristiques du défaut.

-elle doit être sélective, c'est-à-dire éliminer le défaut par le composant le plus proche.

Cette fonction est assurée par un ensemble d'appareillages, localisé dans les postes :

II.6.1. Les transformateurs de mesure (tension et courant) :

Le transformateur est un appareil électrique très simple. Il permet de modifier la tension et le courant dans un circuit.

Il ramène les valeurs du courant et de la tension des valeurs nominales (quelque dizaine ou centaines de kV et d'ampères) à des valeurs conventionnelles (110V et 5A) qui peuvent alimenter directement le relais. Ce traitement pourrait changer dans le futur avec l'événement des transformateurs optiques qui donnerait l'information directement digitalisée [2].

Les défauts sont toujours détectés par des relais sensibles

II.6.2 Les relais de protection :

1- Définition :

Les relais de protection sont des appareils dont le rôle est la mise hors service immédiat d'un appareil ou d'un élément du réseau quand celui-ci devient le siège d'un défaut électrique. Ils donnent automatiquement des ordres de déclenchement et de signalisations lorsque la grandeur surveillée atteint ou dépasse la valeur de réglage. (Figure II.1)

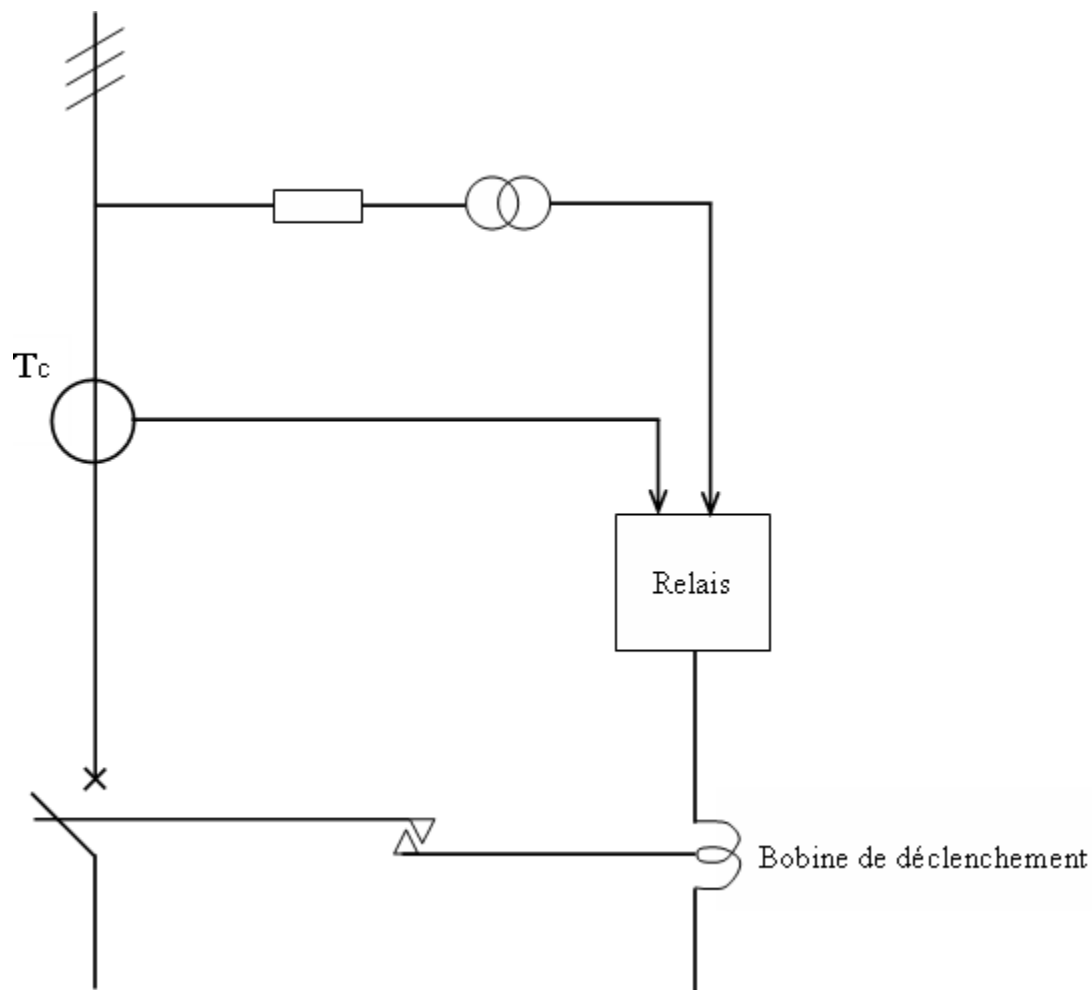


Figure (II.1) : Le relais de protection.

2- Les relais peuvent être :

1- à propre courant (autonome) :

Son énergie de fonctionnement est prise sur le réseau par l'intermédiaire des capteurs (tc, tp, tores).

2- à alimentation auxiliaire :

L'énergie nécessaire à son fonctionnement est prise sur une source auxiliaire de tension (continue ou alternative). [2]

Après détection de tout phénomène anormal, la protection peut :

- procéder au déclenchement du circuit en défaut afin de limiter les contraintes auxquelles ces défauts soumettent le matériel ou déstabilisent le réseau.
- signaler les dépassements pour contrôler en permanence la qualité de l'énergie et assurer la sécurité du matériel et des personnes contre les dangers de l'électricité.

Il faut dire qu'un système de protection dans son ensemble est un élément très déterminant dans la qualité de service d'un réseau et il peut être jugé défaillant autant vis-à-vis d'un manque de fonctionnement que vis-à-vis d'un fonctionnement non désiré . C'est pourquoi seules les protections utiles sont retenues, et ceci pour ne pas avoir des fonctionnements aléatoires et désordonnés qui peuvent occasionner de graves conséquences.

3-Qualité d'un relais de protection :

Pour qu'un système de protection accomplisse convenablement sa mission, il doit présenter les qualités suivantes :

Fiabilité :

La fiabilité exprime le degré de confiance que l'on peut apporter à un matériel, la fiabilité d'un relais est liée à sa robustesse et à la qualité de ses contacts.

La sélectivité :

Les relais mettent hors circuit la partie de l'installation en défaut à l'aide d'interrupteurs les plus proches de cette partie, une telle mise hors circuit permet de réduire au minimum le nombre de récepteur mis à l'arrêt.

La sûreté :

Pour obtenir une grande sûreté de fonctionnement, il faut que le nombre de relais utilisés soit minimal autant que possible.

Rapidité de fonctionnement :

Elle est nécessaire pour diminuer les dégâts provoqués dans le dispositif en panne afin d'éviter ses influences sur le fonctionnement normal des récepteurs dans la partie non avariée.

La sensibilité :

Une très faible perturbation doit suffire pour que l'appareil fonctionne, la sensibilité est nécessaire pour faire intervenir la protection dès qu'un défaut se manifeste [3].

II .7.Les différents types de relais :

II.7.1.Relais de surcharge ou échauffement (thermique) :

Les relais tripolaires de protection thermique sont destinés à la protection des circuits et des moteurs alternatifs contre les surcharges, les coupures de phase, les démarrages trop longs et les calages prolongées du moteur.

Les surcharges prolongées, même de faible valeur échauffent les machines au-delà de leur température normale d'utilisation. Ces échauffements causent le vieillissement des isolants des câbles et des enroulements, le paramètre essentiel à observer est le courant permanent maximum. [3]

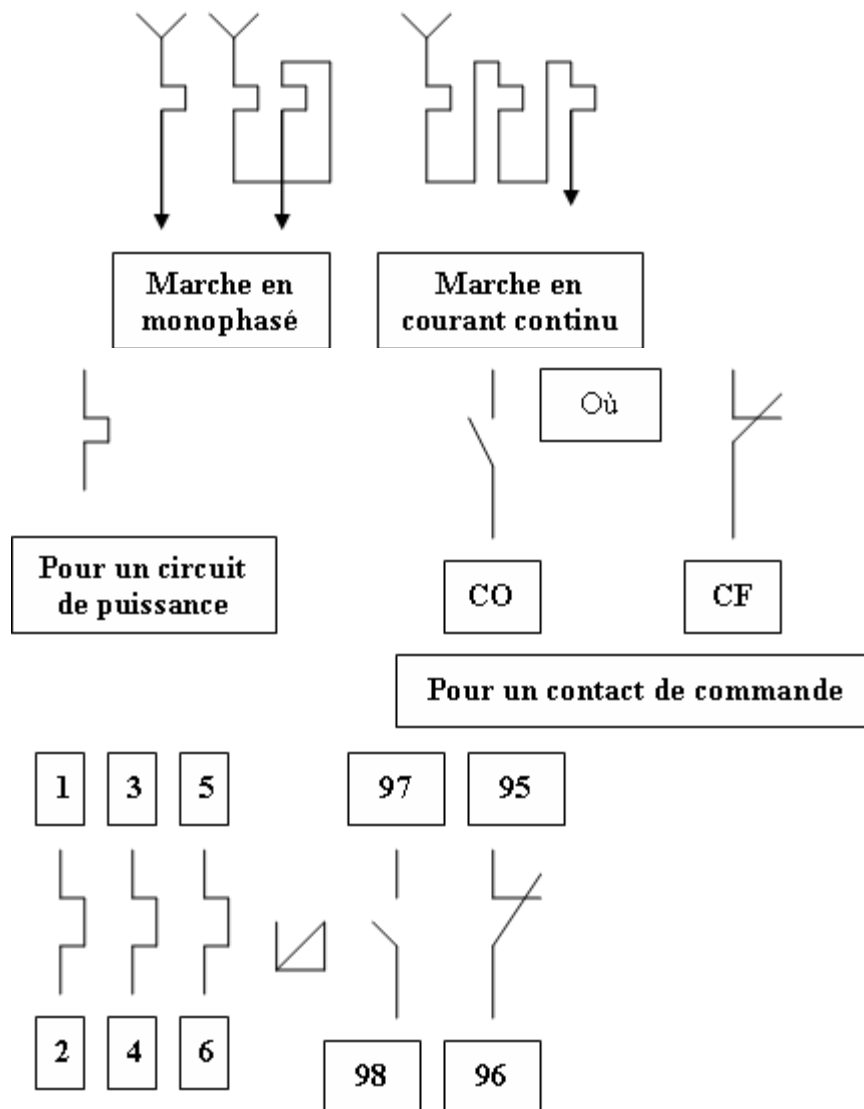
La protection de surcharge peut être conçue de différentes façons par :

- Des relais à image thermique.
- Des relais à maximum de température à sonde thermique.

Les relais à image thermique cherchent à reproduire une image de l'échauffement moyen des enroulements du moteur surveillé. Ils autorisent par exemple des surcharges assez importantes pour une machine restée auparavant sous charge ou à l'arrêt. Ils conviennent bien à des régimes discontinus.

Les relais à maximum de température constitués de sondes en contact direct avec l'enroulement, les relais surveillent la température pour éviter l'endommagement des isolants. [3]

Symbole :



 Signifie : accrochage mécanique.

Il faut réarmer manuellement après chaque déclenchement

Certains relais thermique peuvent être à réarmement automatique (sans avoir à réarmer manuellement, il se remet en service après refroidissement).

Rôle :

Le relais thermique mesure le courant qui circule dans chacun des ses circuits de puissance et le compare avec l'intensité pré réglée.

Si le courant est supérieur dans l'un ou dans plusieurs de ses circuits, il actionne les deux contacts de commande, de plus, il se déclenchera dans le cas d'une différence de courant entre les circuits (manque une phase par exemple), il se déclenche dans le cas de coupure d'une phase.

II.7.1.1.Caractéristiques principales :

- Intensité de réglage (1 à 1.5) fois le courant nominal.
- Intensité maximum supportée par les pôles de puissance (réglage).
- Tension maximum d'isolement entre les pôles de puissance
- Nombre de contacts de commande (ouverture ou fermeture).
- Réarmement manuel ou automatique.
- Appellation : F exemple F1, F2 etc....

Accessoire principal:

Normalement le relais thermique se fixe sous un contacteur mais avec un adaptateur, on peut le rendre indépendant dans la protection des machines et des réseaux industriels à haute tension. [4]

II.7.1.2.Constitution d'un relais thermique : FIGURE I.2

Six éléments sont à retenir dans la constitution d'un relais thermique :

- 1- arrivée de courant
- 2- système de déclenchement
- 3- réglage de déclenchement
- 4- réglettes du différentiel
- 5- élément bimétallique avec résistance (bilame)
- 6- départ de courant.



FIGURE II.2

L'intensité de réglage : (1.15 à 1.2) fois le courant nominal

II.7.1.3.Principe de fonctionnement :

Le relais thermique utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents, il s'incurve lorsque sa température augmente. Pour ce bilame on utilise un alliage de ferro-nickel et de l'invar.

II.7.1.4.Fonctionnement :

- a) déclenchement par surcharges triphasées, déplacement simultané des trois bilames
- b) déclenchement en cas de coupure d'une phase.

Comportements des bilames :

Première position (position à froid) : Les réglottes du différentiel sont liées

Deuxième position (position à chaud) : L'intensité est identique dans les trois bilames (fonctionnement équilibré), déplacement identique des trois bilames

Choix d'un relais thermique :

Pour choisir le relais thermique, il faut connaître l'intensité du moteur. Ce relais thermique est un composant que l'on doit régler à l'intensité du moteur. Le choix se fera donc pour que la valeur de l'intensité à régler se situe si possible vers le milieu de la plage de réglage.

Pour effectuer le choix des composants, il faut connaître l'intensité nominale et la tension d'alimentation du moteur ou la puissance.

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

Il n'est pas apte à couper des courant de court-circuit, il doit être associé à des fusibles qui interviennent au-delà du pouvoir de coupure du contacteur.[4]

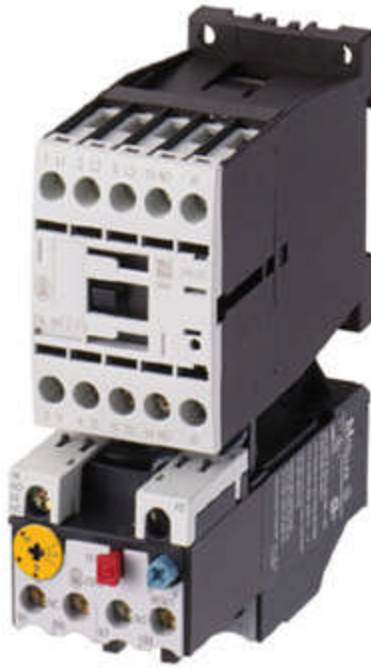


Figure discontacteur

Courbe de déclenchement :

La courbe de la figure (I.3) représente le temps de déclenchement en fonction des multiples de l'intensité du courant de réglage. L'intensité minimale de déclenchement est égale, à 1.15 fois l'intensité de réglage.

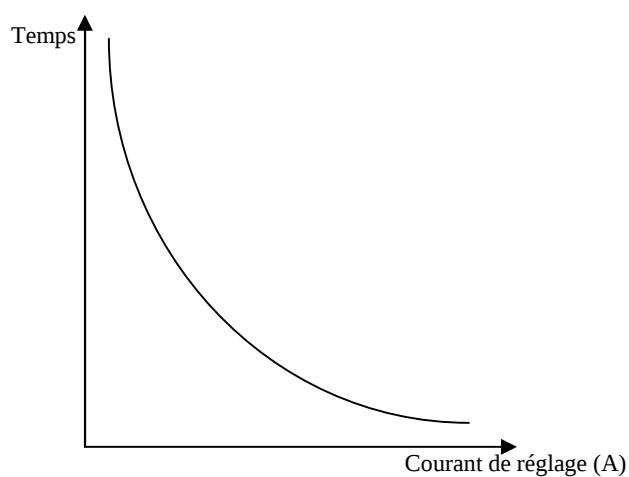


Figure (II.3) : Courbe de déclenchement

II.8.Relais de surtension et baisse de tension :

Ces relais sont utilisés pour le contrôle de la valeur de la tension. Une tension trop forte est un facteur de vieillissement des machines et du matériel et occasionne une augmentation importante des pertes.

Une chute de tension a un mauvais impact sur l'énergie fournie. En provoquant l'ouverture des contacteurs autoalimentés, les chutes de tensions sont à l'origine de troubles importants dans les procédés.

Le relais fonctionne en voltmètre, lorsque la tension dépasse une certaine valeur (en plus ou moins).

II.9.Relais de déséquilibre :

Lorsque les courants dans les trois phases d'un moteur ne sont pas équilibrés, une composante inverse du courant apparaît et crée un champ tournant dans le sens opposé de rotation de l'alternateur. Ce champ tournant en sens inverse induit dans le rotor des courants à 100 Hz (fréquence double de la fréquence nominale). Ces courants induits échauffent le rotor d'autant plus que le déséquilibre est élevé. Donc on mesurant le courant inverse, les relais de déséquilibre détectent ces conditions anormales de fonctionnement.

Le taux de déséquilibre est essentiellement fluctuant et l'on peut estimer qu'au niveau des récepteurs des utilisateurs, sa valeur moyenne est le plus souvent comprise entre 0.5 et 2%.

Pour l'alternateur, le constructeur définit généralement le taux de la composante inverse permanent admissible.

Au niveau de l'alternateur le réglage est compris entre 8 et 25% pour les machines à pôles lisses et 13 à 40% pour les machines à pôles saillants. La temporisation peut être de plusieurs secondes. (10 par exemple). [3]

II.10. Relais directionnel à maximum de courant :

Pour localiser un défaut en amont ou en aval de l'endroit où le courant est mesuré, il faut déterminer le déphasage de ce courant avec une grandeur de référence : tension entre phases pour la directionnelle de phase, tension résiduelle pour la directionnelle de terre. Cette grandeur de référence est appelée grandeur de polarisation.

Ce type de relais directionnel est constitué par l'association d'un relais à maximum de courant avec un élément de mesure du déphasage entre le courant et la grandeur de polarisation.

Le déclenchement est soumis à deux conditions suivantes :

- 1- Le courant est supérieur au seuil.
- 2- Le déphasage entre le courant et la grandeur de polarisation sont recalés par l'angle caractéristique.

II.11. Relais de détection des variations de fréquence :

On compare la fréquence du réseau f à une fréquence étalon f° générée par le relais.

Pour le relais à minimum de fréquence si :

$f - f_0 < 0$: le relais fonctionne.

Pour le relais à maximum de fréquence si :

$f - f_0 > 0$: le relais fonctionne.

f_0 est réglable par l'opérateur. Le relais est unipolaire et prend l'information sur la tension du réseau. [5]

II.12. Relais de retour de puissance active :

La machine synchrone est une machine réversible. Elle peut fonctionner, soit en moteur, soit en générateur, selon le couple dans l'entrefer, résistant ou moteur.

Dans un alternateur, la roue polaire est en avance par rapport au champ tournant, dans un moteur elle est en retard et ce d'autant plus que la charge est importante. En effet, en voulant faire prendre plus de charge à l'alternateur, on donne plus de combustible, lequel va donner plus d'avance à la roue polaire et inversement.

Quand un générateur, couplé au réseau ou à d'autres machines, est l'objet d'une panne d'énergie motrice, il fonctionne en moteur synchrone alimenté par le réseau et se met lui-même à entraîner la turbine ou le moteur qui lui est associé. Comme on l'a vu plus haut c'est électriquement acceptable, mais il faut quand même mettre fin à ce fonctionnement anormal par le fait qu'au lieu de produire, cette machine se met à consommer.

On évite cette anomalie en détectant l'inversion du sens de la puissance active par l'utilisation d'un relais de puissance qui fonctionne en wattmètre quand la machine appelle de la puissance active. Figure (II.4) [3]

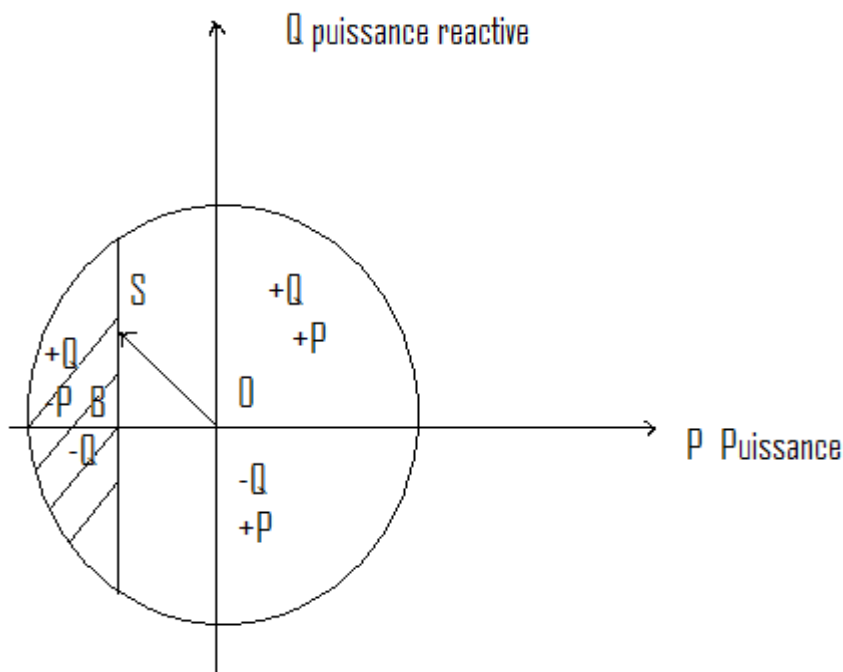


Figure (II.4) : Relais de retour de puissance active

II.13. Relais à maximum de courant pour la détection des courts-circuits phase-phase :

Le relais possède :

- un seuil en intensité
- une temporisation dont l'instant initial est celui du dépassement du seuil.

La temporisation peut être constante pour tout dépassement du seuil, c'est le relais à temps court ou à temps indépendant. Le seuil et la temporisation sont réglables par l'utilisateur.

La temporisation peut dépendre de l'écart entre le courant de court-circuit et le seuil du relais, c'est le relais à temps dépendant ou à temps indépendant. Figure (II.5).

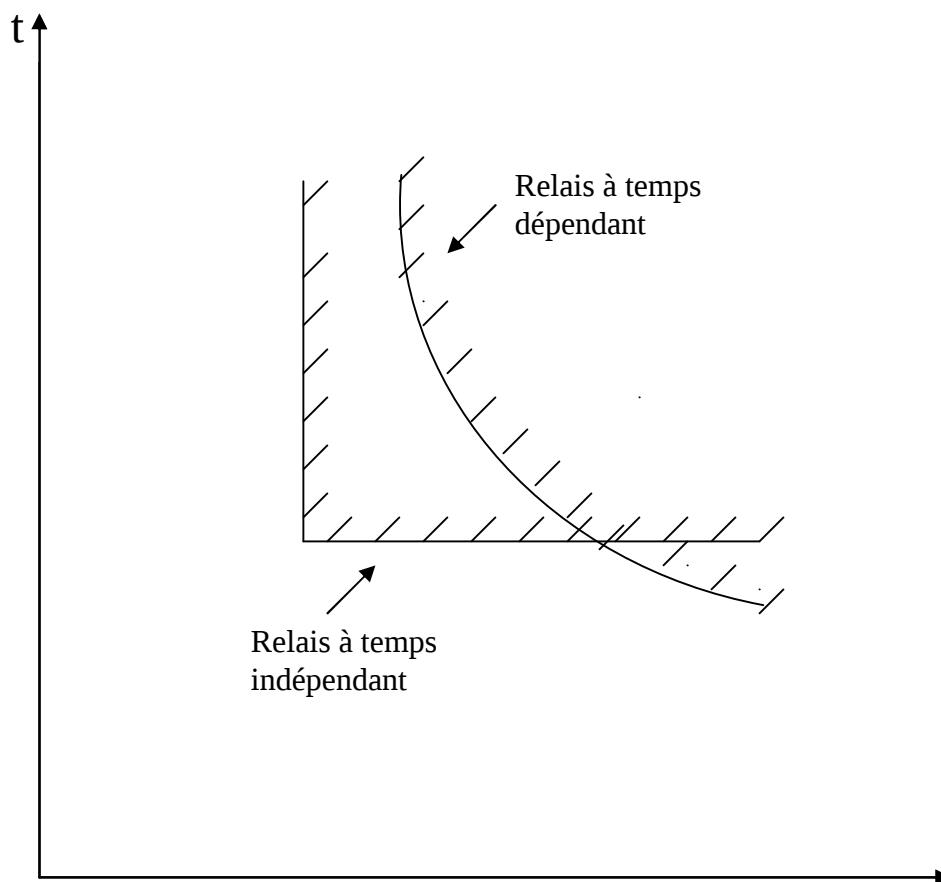


Figure (II.5) : Relais à maximum de courant pour la détection des courts-circuits phase-phase.

II.14. Relais à maximum de courant pour la protection des machines contre les courts-circuits internes :

Le relais est tripolaire mesurant l'intensité différentielle longitudinale de phase. Le relais est sensible uniquement aux défauts qui se situent entre les deux capteurs qui délimitent la zone protégée. Figure (II.6)

$$i_A = k \cdot I_A .$$

$$i_B = k \cdot I_B .$$

$$i = i_A - i_B = k(I_A - I_B).$$

I_A : courant qui rentre sur une phase de la machine.

I_B : courant qui sort de la même phase de la machine.

K : facteur de transformation.

i : courant qui traverse le relais.

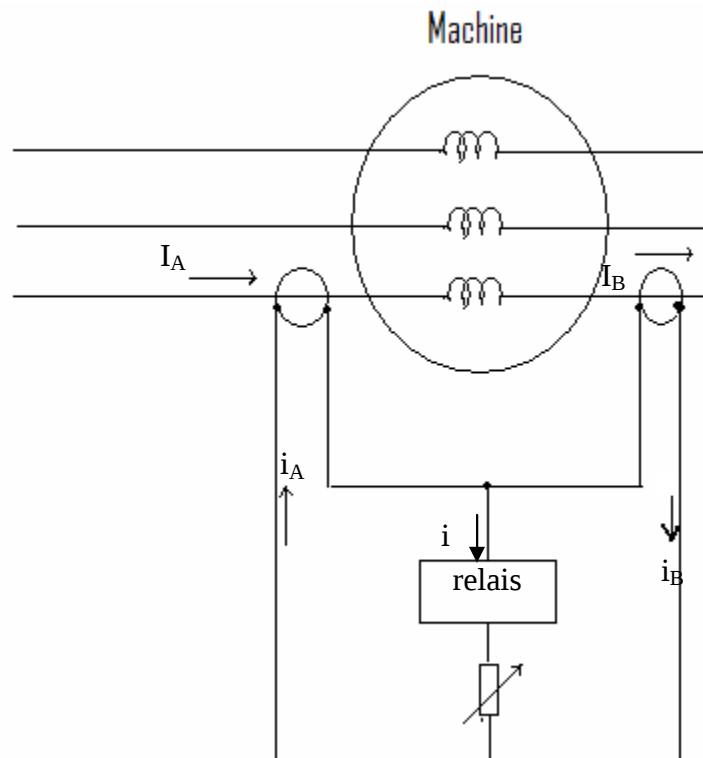


Figure (II.6) : Relais à maximum de courant pour la protection des machines contre le court-circuit interne

R : résistance de stabilisation.

Cette résistance augmente artificiellement l'impédance du relais. De cette façon si l'un des transformateurs de courant vient d'être saturé à cause d'un défaut extérieur, le courant i qui traverse le relais n'atteint pas la valeur du seuil.

En absence de défaut interne, l'intensité du courant entrant dans une phase I_A est identique à l'intensité sortante I_B , alors $i = 0$.

En cas d'un défaut interne, l'intensité de courant entrant dans une phase I_A est différente de l'intensité sortante I_B , alors $i = k (I_A - I_B) \neq 0$.

Le courant i actionne le relais pour le déclenchement.

II.15.Relais à maximum de courant pour la détection directionnelle ou à retour de courant des courts-circuits phase- phase :

C'est un relais à maximum de courant dont la sensibilité est assurée à la phase du courant par rapport à la tension.

Le relais possède donc :

- un seuil en intensité asservi à la phase du courant par rapport à la tension.
- Une temporisation dont l'instant initial est celui du franchissement du seuil.

II.16.Relais différentiel longitudinal à maximum de courant pour la protection des lignes contre les courts-circuits :

Il s'apparente au relais différentiels pour la protection des machines contre les courts-circuits.

II.17.Relais à maximum de courant pour la détection des défauts phase masse ou phase terre :

C'est un relais similaire à celui de protection contre les courts-circuits phase terre, mais unipolaire et plus sensible. Il détecte les courants de défaut phase terre, qui sont des courants homopolaires. Figure (II.7)

Figure (II.7) : Relais à maximum de courant pour la détection des défauts phase-masse ou phase-terre.

II.18. Relais à maximum de courant pour la détection directionnelle (ou à routeur de courant) des défauts phase- masse ou phase- terre :

Le relais est quasi identique avec le relais à maximum de courant pour la détection directionnelle des courts-circuits phase-phase. Il se différencie de ce dernier par :

- La mesure de l'intensité à partir d'un tore qui mesure le courant homopolaire
- La présence d'un filtre d'harmonique 3 sur les entrées
- La tension d'asservissement, tension de référence de l'axe caractéristique, la tension homopolaire et la tension électrique terre-neutre.

II.19. Relais à maximum de tension homopolaire pour la détection des défauts phase-masse ou phase-terre :

C'est un relais à maximum de tension réglée à une fraction de U_n , surveillant la montée en potentiel neutre par rapport à la terre $V_{\text{neutre}} = - V_h$, phénomène dû à un défaut phase-terre dans le réseau.

II.20.Relais de détection des variations de tension :

1) contre les baisses de tension :

C'est un relais à minimum de tension à temps constant, il est bipolaire, installé entre deux phases, il contrôle les deux tensions en valeur efficace.

Il suffit que l'une des deux tensions mesurées passe le seuil avec une valeur inférieure pour obtenir le fonctionnement.

2) contre les hausses de tension :

C'est un relais à maximum de tension à temps constant, il est unipolaire.

Le seuil et la temporisation sont réglables.

II.21.Relais de détection des blocages rotor en marche des moteurs asynchrones :

C'est un relais à maximum d'intensité. Il peut être monophasé car le courant statorique va bloquer le rotor.

Par une temporisation réglable, l'utilisateur inhibe le relais pendant la période de démarrage normal. Au-delà, le relais est sensible à toute surintensité dépassant son seuil. On réglera le relais entre les plus fortes surcharges admissibles et l'intensité de démarrage.

Si on désire réaliser une protection contre le démarrage trop long au démarrage, on règle le relais immédiatement au dessus du courant absorbé pendant le blocage.

II.22.Relais de détection des désamorçages des pompes :

C'est un relais à minimum d'intensité, le fonctionnement du relais est défini par le passage d'un seuil avec une valeur inférieure, le relais ne prend pas en compte les intensités nulles (repos).

Le seuil du relais sera réglé :

- Au courant de fonctionnement normal des moteurs à vide et à vannes fermées.
- Le courant normalement absorbé. [6]

Il existe d'autres relais comme :

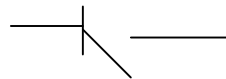
- relais de détection des pertes d'excitation des machines synchrones.
- relais buchhols. [Voir le chapitre III .1.3.a].
- relais de protection contre les démarrages trop fréquents des moteurs.

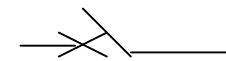
II.23.Conclusion :

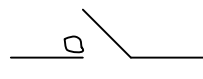
Les relais de protection électrique participent à la limitation des dégradations des machines en cas de fonctionnement anormal ou d'avarie. Ils provoquent automatiquement leur séparation du réseau ou actionnent simplement une alarme, si le niveau de contraintes n'est pas trop élevé, en permettant ainsi à l'opérateur de prendre à temps les décisions appropriées pour assurer la protection du matériel.

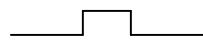
Introduction :

L'alimentation électrique des moteurs ne se fait pas en branchant directement le moteur à la source, mais il faut installer d'abord des éléments de sécurité qui assurent le bon fonctionnement et la protection des charges électriques, que se soit, des moteurs aux d'autres charges, parmi les éléments qu'on trouve dans notre cas :

 : Sectionneur

 : Disjoncteur

 : Contacteur

 : Relais thermique

- 1- Le sectionneur pour l'isolement du circuit de la source en cas d'intervention sur le réseau.
- 2- Le disjoncteur pour la protection contre les maximums de courant, court circuit ...
- 3- Le contacteur il fait passer le courant que lorsque sa bobine est excitée.
- 4- Le relais thermique pour la protection contre les surcharges petites et prolongées.

Ce chapitre est consacré pour :

- La description de l'installation électrique de la station d'injection d'eau : (sectionneurs, disjoncteurs, transformateurs de puissance, de courant et de tension ...).
- Description des circuits de puissance et de commande des différents circuits auxiliaires de la pompe d'injection P01 (pompe booster, pompe d'injection d'huile de lubrification, l'aéro, résistances de préchauffage de l'huile), l'alimentation du moteur asynchrone avec ses protections (relais maximum de courant).

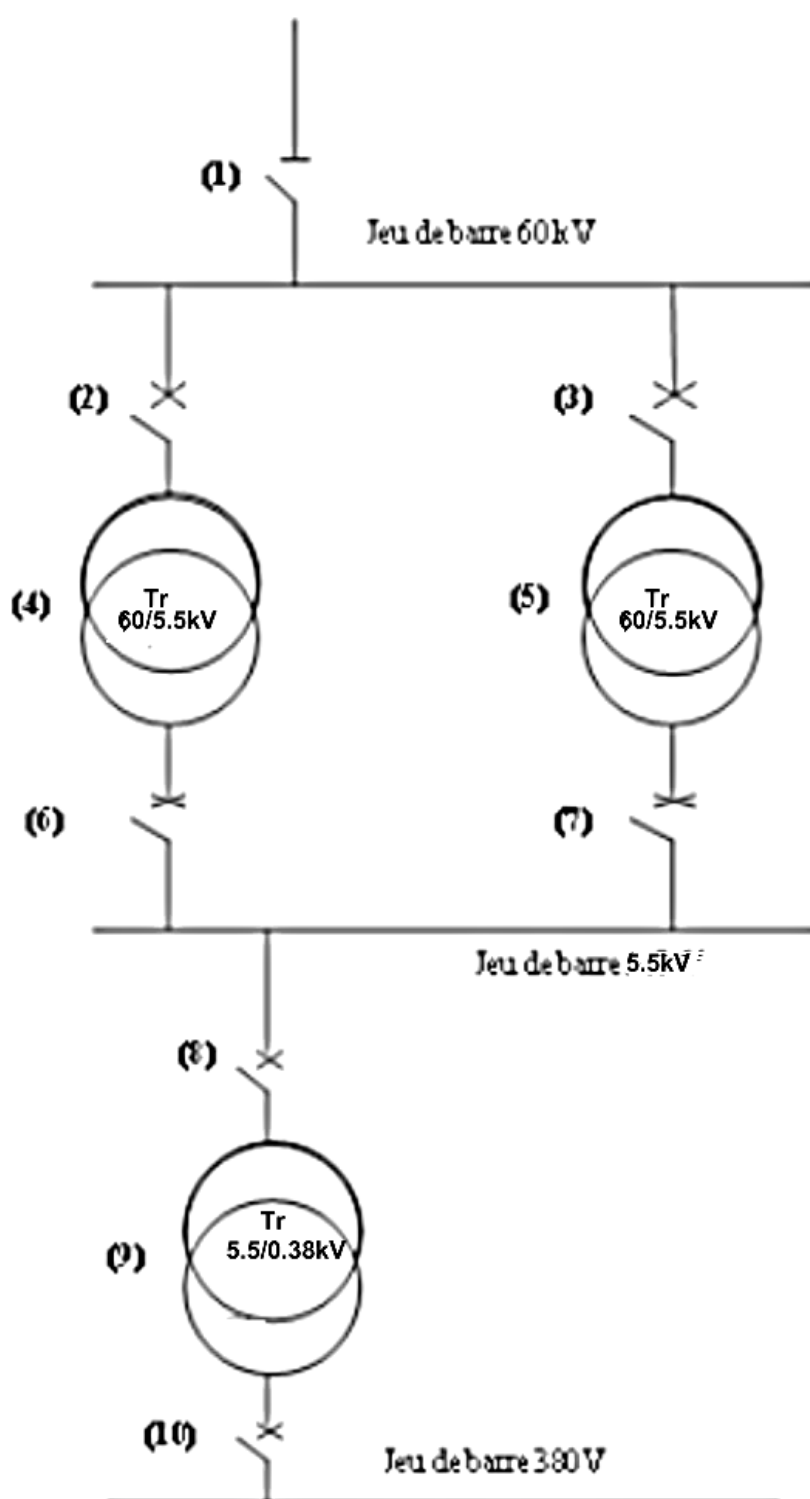
III.1 Installation électrique :

L'installation électrique est alimentée à partir, d'un réseau électrique de 60 kV.

Dans l'installation, on trouve par ordre les éléments suivants : (figure III.1)

- (1) Sectionneur de ligne.
 - Jeux de barre 60kV.
 - (4), (5) Deux transformateurs de puissance en parallèle 60/5.5kV.
- Chaque transformateur est connecté entre deux disjoncteurs.
- (2),(3) Disjoncteurs 60kV en amont.
 - (6),(7) Disjoncteur 5.5kV en aval.
 - Jeux de barre 5.5kV.
 - (8) Disjoncteur 5.5kV.
 - (9) Transformateur de puissance 5.5/0.38kV.
 - (10) Disjoncteur 380 V.
 - jeux de barre 380 V.

Schéma unifilaire de l'installation électrique : Figure III.1



III.1.1- (1) Sectionneur de ligne :

Le sectionneur de ligne est placé avant tout les autres appareils électriques, il est comme un interrupteur, il sert à isoler l'installation électrique du réseau lors d'un travail sur celle-ci, il doit supporter indéfiniment le courant nominal ainsi que les courants de court circuits pendant une courte période. Il ne faut jamais ouvrir un sectionneur en charge, car il n'a pas de moyen d'étouffement d'arc électrique qui se produit à cause de la décharge de l'énergie électromagnétique emmagasinée dans les enroulements des transformateurs et des moteurs au moment de l'ouverture.[7]

III.1.2 - (2), (3) Disjoncteurs de la ligne 60 kV :

Ce sont des disjoncteurs à l'huile (voir figure III.1.2).

III.1.2.a -Définition du disjoncteur :

Le disjoncteur est un appareil qui peut interrompre des courant importants, qu'ils s'agissent des courants nominaux ou des courants de défaut.

Il peut donc être utilisé comme un gros interrupteur commandé, de plus, le disjoncteur ouvre un circuit automatiquement dès que le courant qui le travers dépasse une valeur prédéterminée.

Quand il sert à interrompre les forts courants de court circuit, il joue le même rôle qu'un fusible, mais il a un fonctionnement plus sure, est on n'a pas besoin de le remplacer après chaque interruption.

Les disjoncteurs les plus répandus sont :

- Les disjoncteurs à l'huile.
- Les disjoncteurs à air comprimé.
- Les disjoncteurs au gaz SF₆.
- Les disjoncteurs sous vide.

Le disjoncteur se compose essentiellement d'une cuve contenant de l'huile isolant, les bornes d'entrée et de sortie sont en porcelaine, aux l'extrémité aux quelles se trouvent deux contacts fixes, un contact mobile actionné par le déplacement d'une tige isolante assure l'enclenchement et le déclenchement du disjoncteur. Le courant d'une phase pénètre par la borne d'entrée, traverse le premier contact fixe, le contact mobile, le second contact fixe et sort par la borne de sortie. **[8]**

Lors d'une surcharge, la bobine de déclenchement libère un ressort puissant qui se détend entraînant la tige isolante et provoque l'ouverture des contacts.

Au moment de séparation des contacts, un arc s'établit, ce dernier sera étouffé par l'huile.

III.1.2.b- Coupure dans l'huile :

Au moment de la coupure, l'huile se décompose et libère une grande quantité d'hydrogène, donc c'est ce gaz qui provoque la coupure. Or l'hydrogène est un excellent agent d'extinction de l'arc, possédant une faible constante de temps de désionisation grâce en particulier à ses légendaires propriétés thermiques, d'autant plus efficaces que la pression est plus élevée.

L'hydrogène ainsi formé remonte à la surface pour se répandre dans l'atmosphère, il existe donc toujours un moment où un mélange détonant est présent sous le couvercle; si une cause fortuite en provoque l'allumage, c'est l'explosion suivie d'un incendie. Cette cause peut être une défaillance en coupure, un amorçage interne ou une projection de métal incandescent.

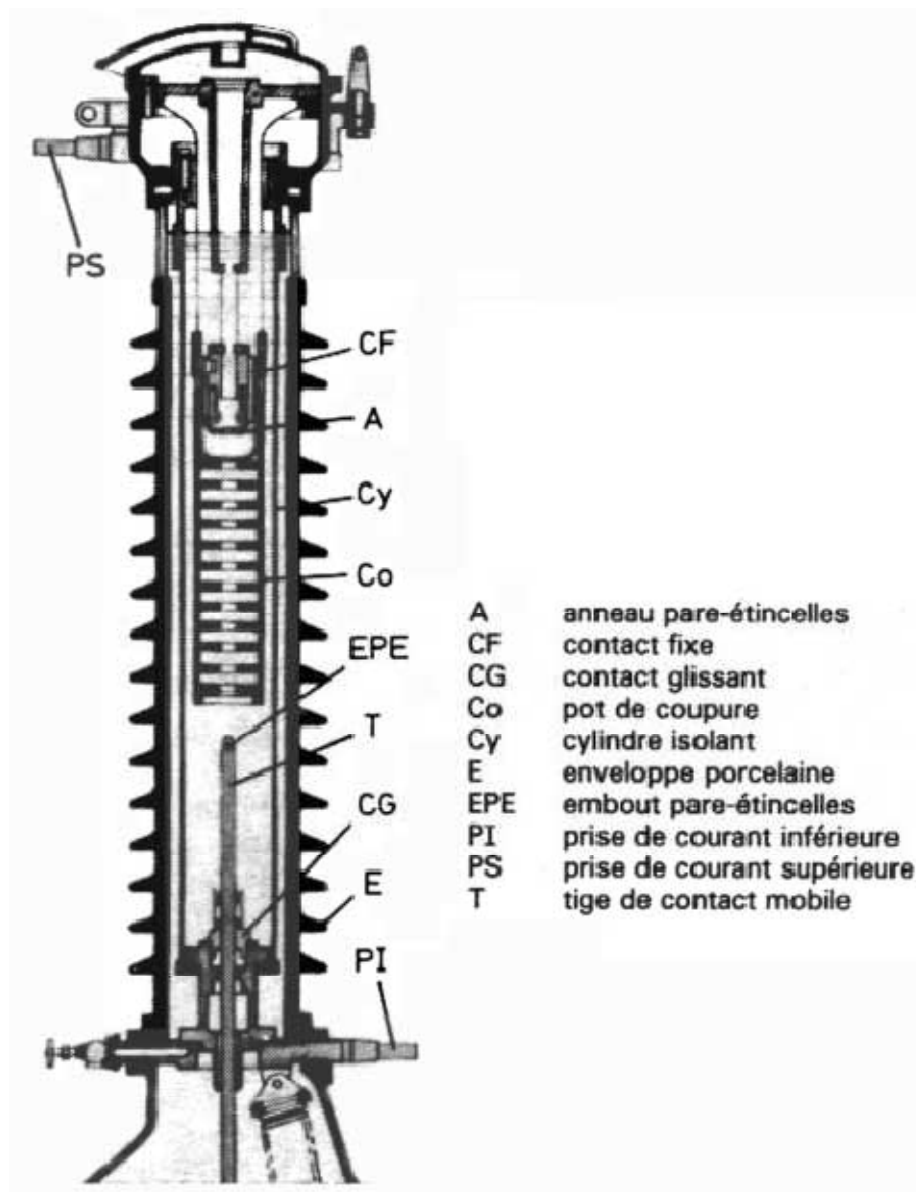


Figure III.1.2 [6]

III.1.3 - (4), (5) Transformateurs de puissance triphasés :

C'est des transformateurs abaisseurs, 60kV / 5.5kV.

Le transformateur triphasé est un appareil permettant de modifier la tension et le courant dans un circuit à courant alternatif. Les transformateurs triphasés peuvent comporter trois enroulements primaires et trois enroulements secondaires montés sur un même noyau ou ils peuvent être réalisés à partir de trois transformateurs monophasés.

Les deux transformateurs sont branchés en parallèle, on utilise ce branchement lorsque la charge dépasse la puissance nominale d'un seul transformateur, et pour assurer la continuité; si par exemple un des deux transformateur tombe en panne, la charge est basculée sur le deuxième transformateur.

Le transformateur est muni d'un relais Buchhols qui le protège le transformateur contre les défauts internes (voir figure III.1.3.a).

Les relais Buchhols sont montés essentiellement sur les gros transformateurs

III.1.3.a - Schéma de principe du relais Buchhols :

2.1 Schéma de principe

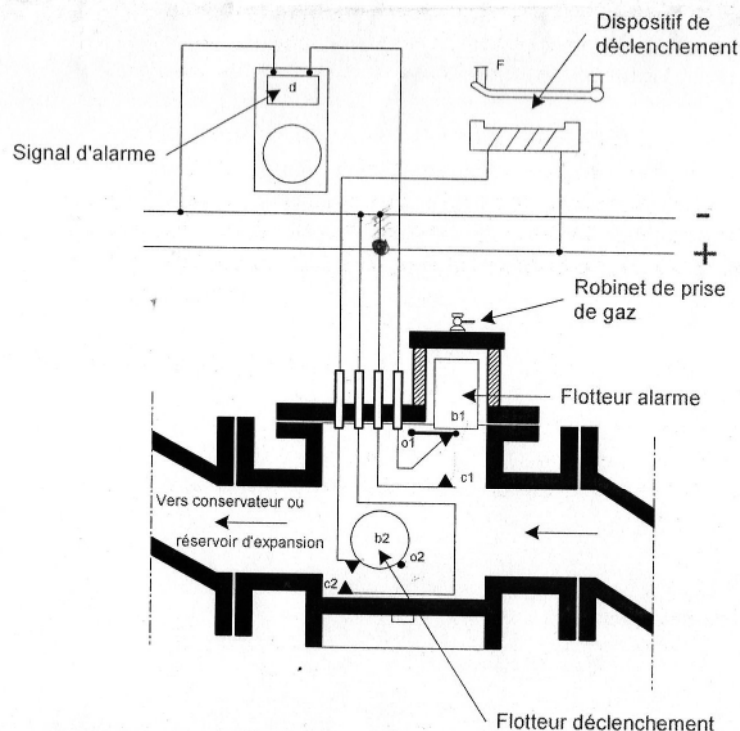


Figure III.1.3.a : Schéma de principe du relais Buchhols

III.1.3.b- Fonctionnement :

Le corps du relais (figure III.1.3.a) renferme deux flotteurs b1 et b2 qui peuvent pivoter respectivement autour des axes o1, o2 et commander ainsi les contacts c1 et c2. Le circuit de contact (c1) actionne un signal d'alarme, le circuit de contact (c2) actionne le dispositif de déclenchement.

Le relais Buchhols protège toujours le transformateur en cas de fuite du diélectrique à condition qu'elle se manifeste au dessous de relais.

Lors d'une avarie de faible importance, le dégagement de bulles de gaz provenant de l'huile du transformateur est recueilli par le relais Buchhols. Le niveau d'huile s'abaisse dans le corps du relais d'où une rotation du flotteur (b1) autour de son axe (o1), ce dernier ferme le contact (c1), suivie du déclenchement de l'alarme.

Lors d'une avarie grave, un dégagement gazeux violent, résultant d'un défaut grave à l'intérieur du transformateur provoque un mouvement d'huile du transformateur vers le conservateur qui fait basculer le flotteur (b2), produisant ainsi la fermeture du contact (c2) donne l'action sur le circuit de la bobine de déclenchement et ordonne l'ouverture de disjoncteur.

III.1.4- (6),(7),(8) Disjoncteurs du ligne 5.5kV :

Ce sont des disjoncteurs à l'huile placé à l'intérieur de la chambre de commande.

De plus deux transformateurs spéciaux sont branchés, pour la mesure du courant et pour la mesure de tension :

III.1.5- Transformateur de courant ;

Il est branché en série avec le transformateur 60kV, pour mesurer le courant dans chaque phase. Les transformateurs de courant sont des transformateurs de haute précision dont le rapport de transformation demeure essentiellement constant même lorsque la charge varie.

Les transformateurs de courant sont utilisés pour ramener à une valeur facilement mesurable les courants intenses des lignes à haute ou basse tension, ils servent aussi à isoler les appareils de mesure ou de protection des lignes à haut tension .

Le primaire de ces transformateurs est monté en série avec la ligne dont on veut mesurer le courant, et le secondaire est branché sur un ampèremètre. [9]

III.1.6- Transformateur de tension :

Il est branché sur le jeu de barres pour mesurer la tension de chaque phase. Les transformateurs de tension sont des transformateurs de haute précision dont le rapport de transformation varie très peu avec la charge. De plus la tension secondaire est en phase avec la tension primaire à une fraction de degré près.

Les transformateurs de tension sont utilisés sur les lignes à haute tension pour alimenter des appareils de mesure (voltmètres, wattmètres) ou de protection (relais). Ils servent à :

- 1- Isoler ces appareils de la haute tension.
- 2- Les alimenter à des tensions appropriées.

Le primaire des transformateurs de tension est branché en parallèle avec le circuit dont on veut mesurer la tension, le secondaire est branché sur un voltmètre.

On doit toujours connecter un des fils de l'enroulement secondaire du transformateur de courant ou de tension à la masse, pour éviter de prendre un choc électrique en touchant l'instrument de mesure ou un fils . [8]

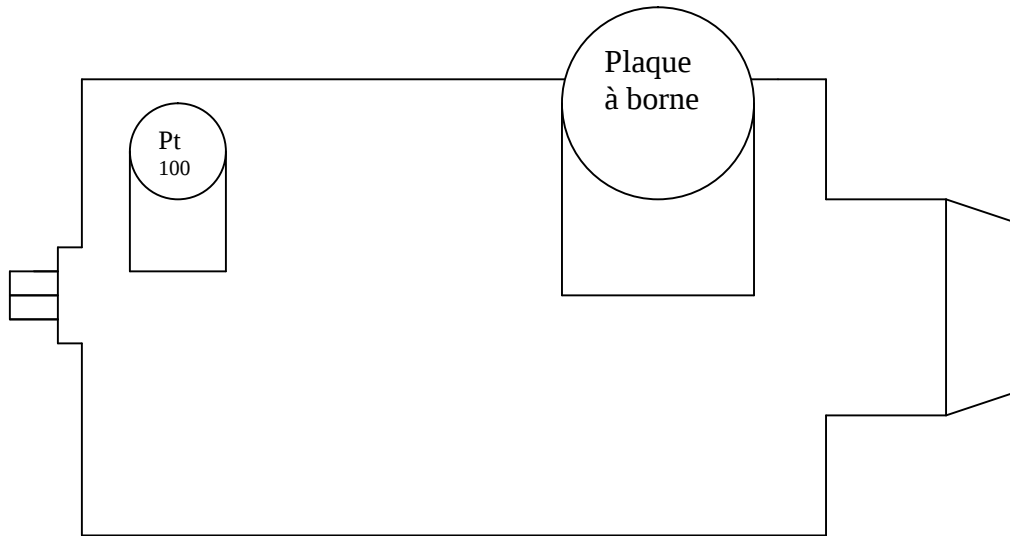
III.2- Description de la pompe d'injection P01 :

La pompe est entraînée par un moteur asynchrone 1550 kW, le moteur tourne à une vitesse de 1487 tr/min, à l'aide d'un multiplicateur de vitesse, la pompe tourne à la vitesse 6000 tr/min. Pour assurer le bon fonctionnement et la protection de la pompe contre la cavitation, les frottements et l'augmentation de la température dans les paliers de la pompe : divers auxiliaires ont été installés.

III.2.1 -Moteur asynchrone de la pompe d'injection P01 : (figure III.2.1)

C'est une machine asynchrone (ABB) triphasée à deux paires de pôle ($p=2$), le rotor du moteur est à cage d'écureuil, le moteur est à enveloppes antidéflagrantes qui sont des matériaux de conception spécial destinés à être utilisés sans risque d'explosion dans des atmosphères explosibles .

- Schéma extérieur du moteur :



-Plaque signalétique du moteur :

Figure III.2.1

Fabricant: A.B.B (ASEA, BROWN, BOVERI)

Type : TACBA 800L4B.

N de séries : 348 430.

Mode de refroidissement : I C 01.51.

Puissance : 1550 kW.

Equilibrage rotor : demi-clavette

Tension : 5500 V.

J rotor = 54.2 kg.m².

Courant nominal: In = 192.6 A.

Id / In = 4.6.

Vitesse de rotation : N = 1487 tr/min.

Cd / Cn = 0.6.

Fréquence : F = 50 Hz.

Cn = 9954 N.m.

Cos φ = 0.8.

Longueur de stator : 1780 mm.

phases : 3 (couples en étoile).

Longueur de toute la machine : 3050 mm.

Classes : I p.W S S.

Sens de rotation : Anti- horaire.

III.2.1.1- Plaque à bornes :

La plaque à bornes se trouve sur la carcasse de la machine, c'est ici que se trouvent les entrées et les sorties des trois bobines du stator ou en peut faire le couplage soit en triangle ou en étoile.

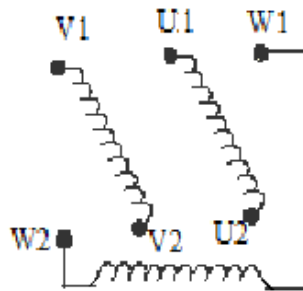


Figure III .2.1.1

III.2.1.1.a- Couplage étoile :

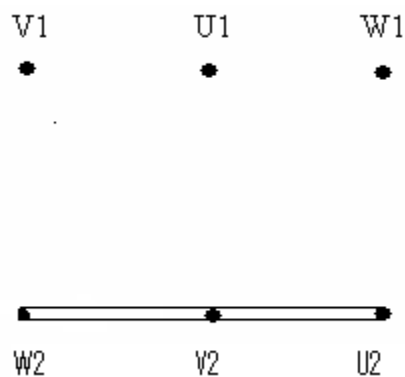
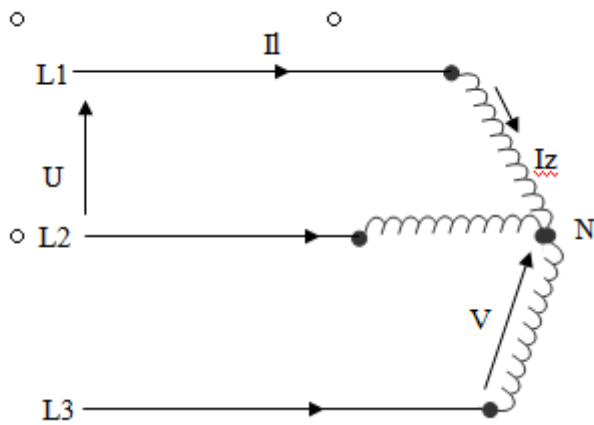


Figure III.2.1.1.a

Pour avoir un couplage en étoile il suffit de relier les sorties des trois bobines.(FigureIII.2.1.1.a).



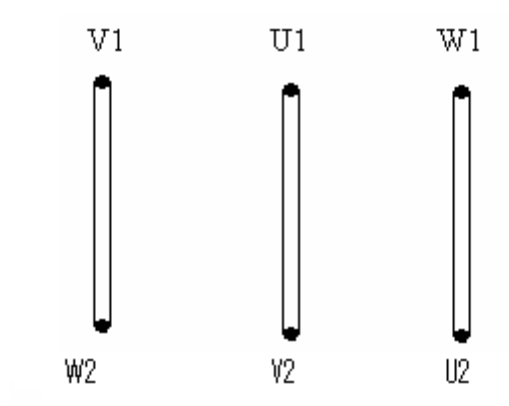
$$V = Z.I_z$$

$$V = \frac{U}{\sqrt{3}} = Z.I_l \Rightarrow Z = \frac{U}{\sqrt{3}.I_l} \quad ; I_l = I_z.$$

Avec : Z : impédance d'un enroulement (ohm).

I_l : courant de ligne (A)

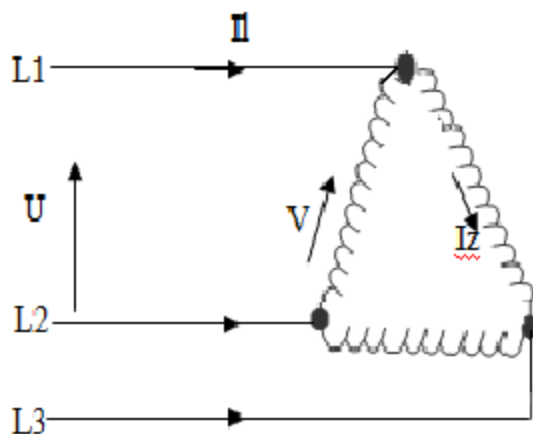
III.2.1.1.b- Couplage triangle :



Figure

III.2.1.1.b

Pour avoir un couplage en triangle il suffit de relier chaque entrée d'une bobine à la sortie d'une autre. (Figure III.2.1.1.b).



$$V = U = Z \cdot I_z$$

$$Z = \frac{U}{I_z}$$

Or : $Z (\text{étoile}) = Z (\text{triangle})$

Alors :

$$\frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_l} = \frac{U}{I_z}$$

Donc :

$$I_z = \sqrt{3} \cdot I_l$$

Avec : Il : courant de ligne.
 Iz : courant traversant un enroulement.

III.2.1.2- Protection par Pt 100 :

La protection par Pt100 sert à protéger les enroulements du moteur contre la température élevée, elle est constituée de sondes qui sont placées sur chacun des enroulements du stator pour capter leurs températures. Les sondes sont munies d'un contact sous forme d'un bilame. Lorsque la température des enroulements augmente, le bilame se dilate et ferme un contact du relais de déclenchement de disjoncteur du moteur.

III.2.2-Les Auxiliaires de la pompe d'injection d'eau P01 :

En raison de protection de la pompe d'injection d'eau elle ne démarre qu'après avoir satisfait ses conditions de démarrages qui vont être assurées par : une pompe booster, une résistance de préchauffage d'huile, une pompe d'injection d'huile de lubrification et un aéro, donc il faut démarrer tout d'abord ses auxiliaires et après sept minutes, la pompe d'injection d'eau peut démarrer.

III.2.2.1- Pompe booster P02 :

Le rôle de la pompe booster est d'aspirer l'eau des bacs vers les filtres, et d'assurer une bonne aspiration de 6 à 7 bars de la pompe d'injection d'eaux P01, pour éviter la cavitation de la pompe. La pompe booster est entraînée par un moteur asynchrone triphasé.

- Plaque signalétique du moteur du P02 :

Puissance : 75 kW.

Courant nominal : 138 A.

Tension : 380 V.

III.2.2.2-Les Résistances de préchauffage de l'huile de lubrification :

Lorsque le temps est froid, l'huile gèle, alors il ne peut pas lubrifier la pompe d'une bonne manière, pour cela les résistances de chauffages sont baignées dans le bac

d'huile pour avoir une bonne viscosité de l'huile. Le fonctionnement des résistances est commandé par un thermostat qui est réglé à 40 degrés. Les résistances de préchauffages ne fonctionnent qu'au démarrage, parce que lorsque la pompe est en marche, l'huile qui circule dans les paliers de la pompe se chauffe jusqu'à 60 degrés à cause des frottements.

III.2.2.3- Pompe d'injection d'huile :

Avant le démarrage de la pompe d'injection d'eau P01, la pompe d'huile fait monter l'huile de lubrification vers un réservoir qui est situé à une hauteur de 5m, pour que même si il y a une coupure de l'énergie électrique, la lubrification de la pompe est assurée jusqu'à l'arrêt du rotor de la pompe qui continue à tourner à cause de son inertie.

Pendant le fonctionnement de la pompe d'injection d'eau P01, la pompe d'huile injecte l'huile de la lubrification vers les paliers de la pompe P01 pour diminuer les frottements. La pompe d'huile est entraînée par un moteur asynchrone.

- Plaque signalétique du moteur :

Puissance : 0.25 kW.

Courant nominal : 0.7 A.

Tension : 380 V.

III.2.2.4- L'aéro :(Ventilateur)

Pendant le fonctionnement de la pompe la température des paliers augmente à cause des frottements, c'est pour cette raison qu'on utilise un aéro (ventilateur) pour refroidir l'huile de lubrification avant qu'il soit injecté dans les paliers de la pompe. L'aéro est entraîné par un moteur asynchrone.

-Plaque signalétique du moteur :

Puissance : 2.2kW.

Courant nominal : 4.8A.

Tension : 380V.

II.3 Circuit de puissance de la pompe et ses auxiliaires :

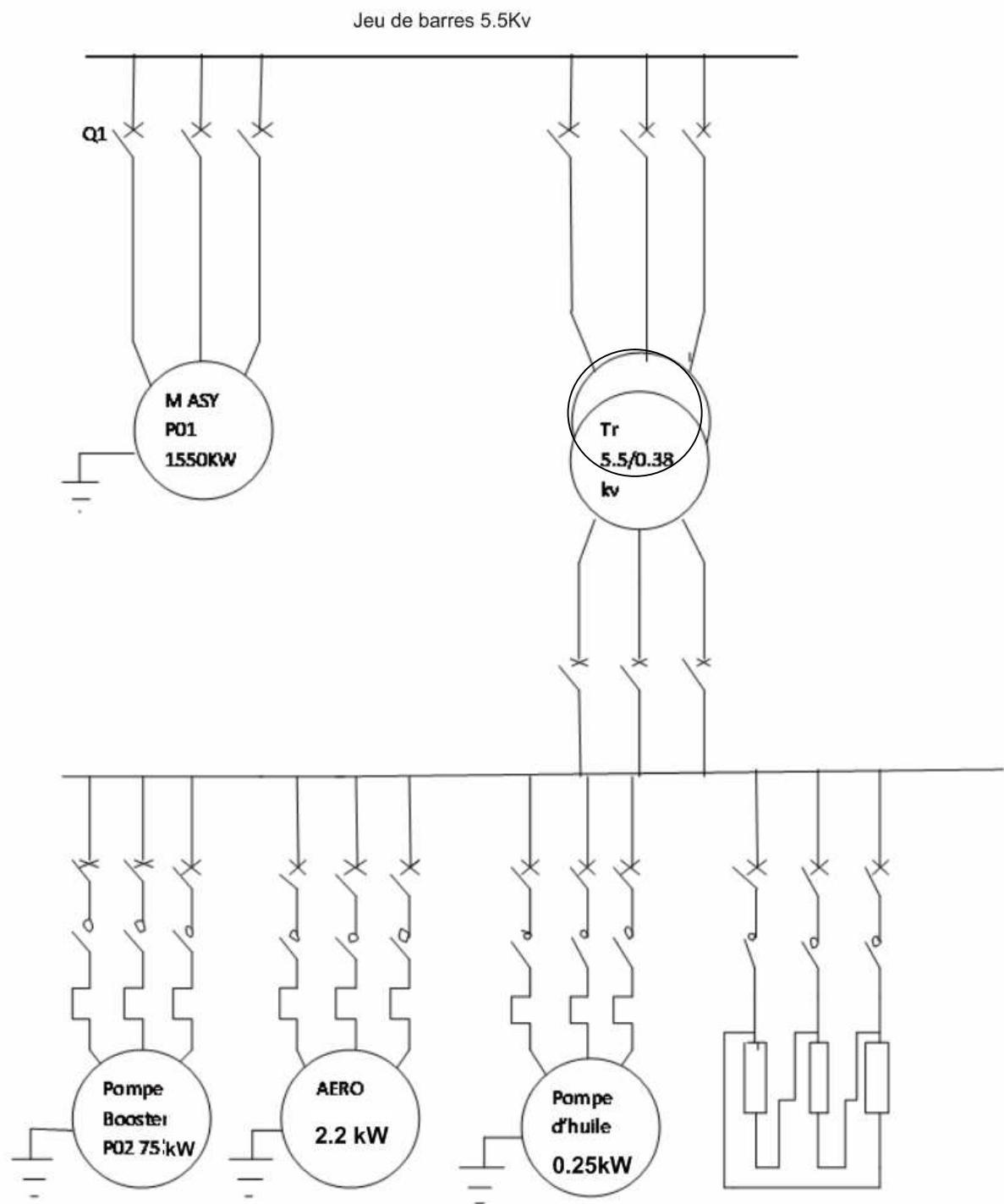


Figure III.3

III.4. Alimentation du moteur de la pompe d'injection P01 :

Le moteur est alimenté à partir d'un jeu de barres de 5,5 kV à travers un disjoncteur qui est commandé à l'ouverture et à la fermeture pour assurer la protection du moteur en cas de surcharge ou de court circuit, ou lorsqu'il manque une ou plusieurs conditions de démarrage de la pompe d'injection. Le disjoncteur contient du vide pour étouffer l'arc électrique qui se produit dans les pôles du disjoncteur lors du déclenchement.

III.4.1. Disjoncteur :

Q1 est un disjoncteur à vide, qui fonctionne sur un principe différent de celui des autres disjoncteurs car l'absence d'un gaz évite le problème d'ionisation lors de l'ouverture des contacts. Ces disjoncteurs sont scellés hermétiquement de sorte qu'ils n'occasionnent aucun problème de contamination ni de bruit.

Leur tension de rupture est limitée à une valeur de 30 kV environs. Pour des tensions plus élevées, on monte plusieurs modules en série.

-Le moteur asynchrone de la pompe d'injection (P01) a un démarrage direct qui est un procédé simple, obtenu en un seul temps, le stator du moteur est couplé directement sur le réseau qui peut assurer la forte pointe d'intensité de courant de démarrage qui est de l'ordre $I_d = 4 \text{ à } 8 I_n$. Lorsque le moteur atteint 80% de sa vitesse, la pointe d'intensité est complètement amortie.

- Le couple de démarrage est toujours supérieur au couple résistant ($C_d > C_r$)

- Le couple à l'instant de démarrage étant voisin de 1,5 du couple résistant ($C_d = 1,5 C_r$)

- Le disjoncteur 5,5 kV est conçu de sorte qu'il ne se déclenche pas lors d'apparition de la pointe du courant. [1]

III.5. Alimentations des moteurs auxiliaires et la résistance de préchauffage de l'huile :

* Tous les moteurs auxiliaires et la résistance de chauffage sont alimentés avec une tension de 380 V.

*A partir du jeu de barres 5,5 kV, on place un transformateur Tr 5,5/0,38 kV, et pour sa protection, on place deux disjoncteurs en amont et en aval pour alimenter un jeu de barres de 380 V.

III.5.1.Caractéristique du moteur de la pompe auxiliaire P02 : (Booster)

-Puissance : 75 kW

- Disjoncteur : C 161 H 3 MA 160 A

- Courant nominale $I_n = 138 \text{ A}$

- Contacteur : LC1 – F 185

- Tension $V = 380\text{ V}$
- Relais thermique : LR2 – D1305 (16)

III.5.2.Moteur de l' AérO :

Il est alimenté à partir du jeu de barres 380 V en passant par un disjoncteur triphasé, contacteur triphasé et un relais thermique triphasé pour la protection du moteur.

Caractéristique du moteur de l'aéra pompe d'injection (P01) :

Puissance $P = 2,2\text{ kW}$

Courant nominale $I_n = 4,8\text{ A}$

Tension $V = 380\text{ V}$

Disjoncteur : C 60 L 3 M A 6,3 A

Contacteur : LP1- D 1210

Relais thermique : LR2 – D1310 (6)

III.5.3.Moteur auxiliaire de la pompe d'injection de l'huile de lubrification de l'arbre et palier de la pompe P01 :

Lubrification avec l'huile torba 46.

Le moteur est alimenté à partir de jeu de barres 380 V en passant par un disjoncteur, contacteurs et relais thermique (triphasé), pour la protection de ce moteur.

Caractéristique du moteur de lubrification :

Puissance $P = 0,25\text{ kW}$

. Disjoncteur : C 60 L 3 MA 1,6 A

Courant nominale $I_n = 0,7\text{ A}$

. Contacteur : LP1 – D 1210

Tension $V = 380\text{ V}$

. Relais thermique : LR2 – D 1305 (0,8)

III.5.4. Résistance de préchauffage de l'huile de lubrification :

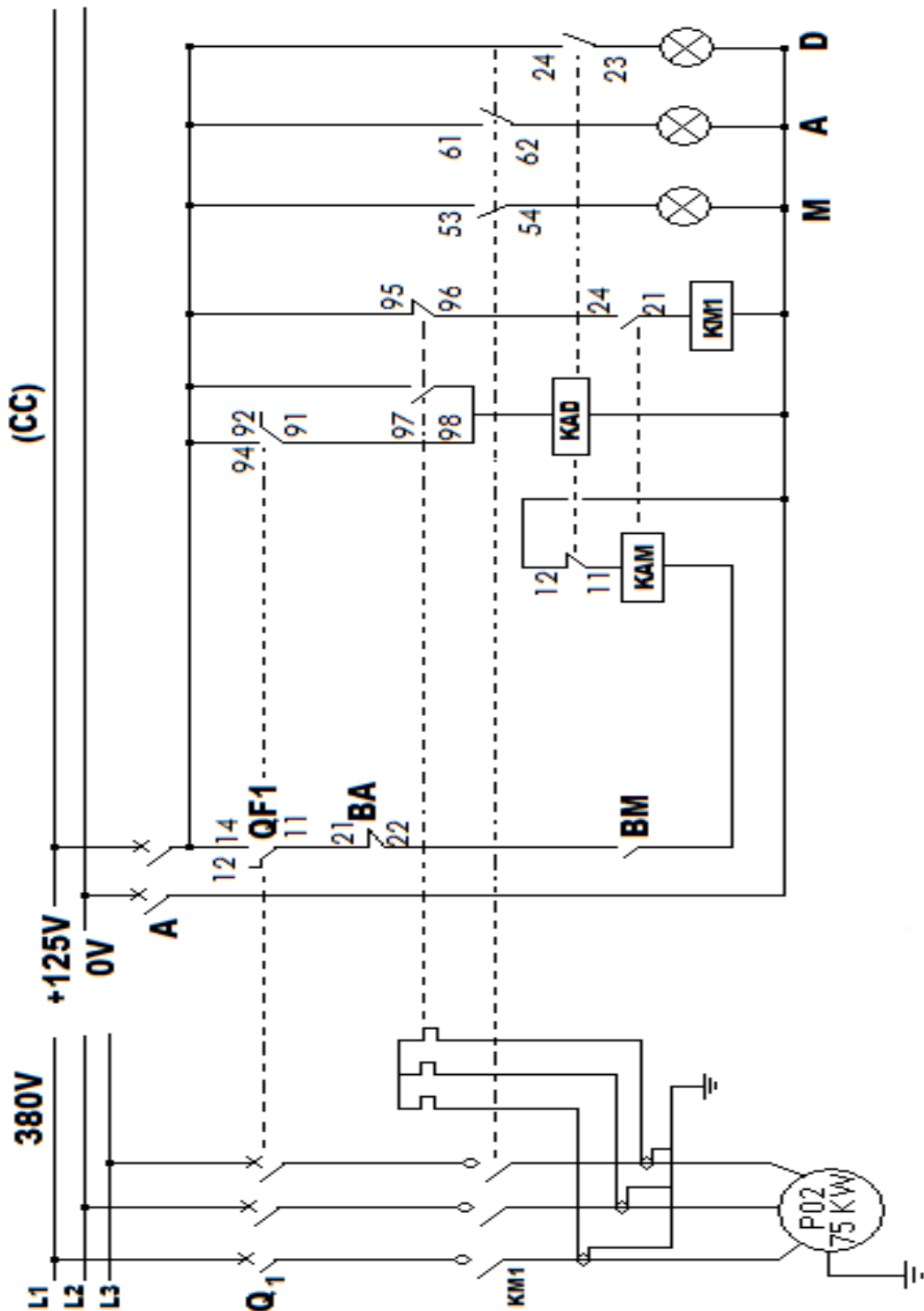
Pour assurer une bonne lubrification de l'arbre et des paliers de la pompe, l'huile de lubrification doit avoir une bonne viscosité, et pour cela, on la chauffe à 40°C par l'introduction des résistances dans le bac de l'huile, ces dernières sont alimentées à partir du jeu de barres 380 V.

III.6. Différents schémas de commande des auxiliaires :

On utilise des circuits de commande alimentés par un courant continu pour commander l'enclenchement ou le déclenchement des différents auxiliaires, et pour leurs protections contre les courts circuits et les surcharges. [1]

1)-Schéma de commande du moteur de la pompe Booster P02 :

-Le



circuit de commande est alimenté par une tension continue de 125 V.

Principe de fonctionnement du schéma de commande de la pompe P02 :

1. Pour le démarrage :

- On ferme le disjoncteur Q1 et les tranches de commande A.
- QF1 se ferme avec Q1.
- On appuie sur le bouton marche (BM), la bobine (KAM) s'excite.
- Lorsque (KAM) s'excite, le relais auxiliaire (21, 24) se ferme, donc la bobine d'enclenchement (KM1) s'excite et ferme le contacteur KM1.
- le contact (53, 54) se ferme et le voyant de marche s'allume.

2. Pour le déclenchement :

-On a 2 déclenchements :

1) Lors d'un court circuit dans le circuit de puissance :

- Le disjoncteur Q1 se déclenche, le contact (91, 94) se ferme.
- Lorsque (91, 94) est fermé la bobine de déclenchement (KAD) s'excite.
- Lorsque (KAD) est excité le contact (12, 11) s'ouvre, alors (KAM) se désexcite.
- (KAM) est désexcité, (21, 24) s'ouvre alors (KM1) se désexcite donc le contacteur KM1 se déclenche.
- Le contact (23, 24) se ferme, le voyant (D) s'allume (défaut).

2) Lors d'une surcharge :

- La bilame de relais thermique (F) se chauffe.
- Le contact (97, 98) se ferme et (KAD) s'excite, (95, 96) s'ouvre, (KM1) se désexcite alors le contacteur KM1 déclenche.
- (KAD) s'excite alors (11, 12) s'ouvre et la bobine (KAM) désexcite et (21, 24) s'ouvre.
- Le contact (23, 24) se ferme et le voyant de défaut s'allume.

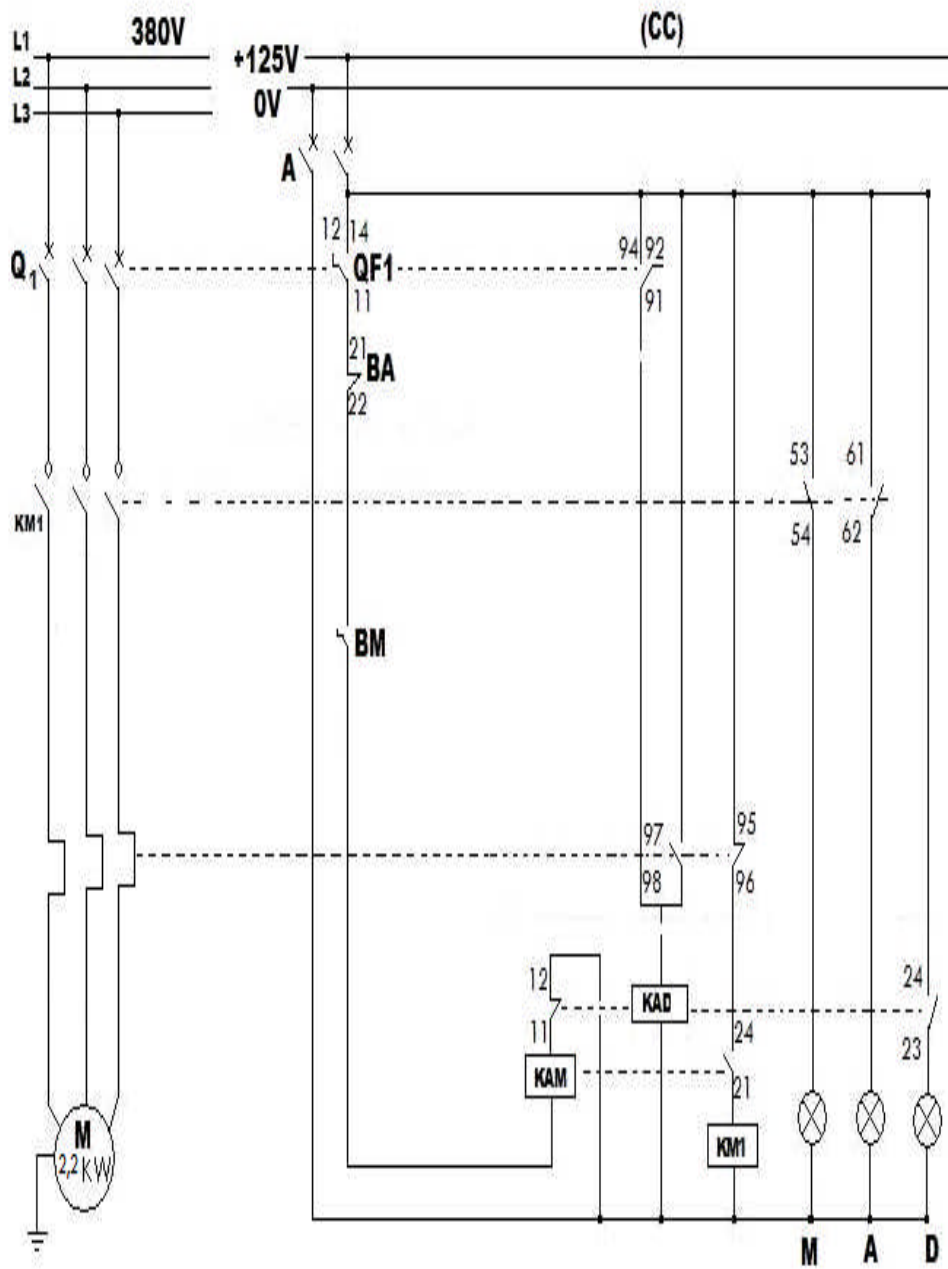
3) Pour arrêter le moteur P02 :

- On appuie sur le bouton d'arrêt (BA) (8 A).

Protection :

- Q1 contre les courts circuits.
- Le relais thermique (F) contre les surcharges.

2)-Schéma de commande de l'aéro :



Le circuit de commande est alimenté avec une tension continue 125V.

Marche :

- On ferme Q1 et les tranches (A) et Qf1 se ferment avec Q1.
- On appuie sur le bouton marche (BM).
- La bobine (KAM) s'excite.
- Le contact (24,21) se ferme.
- La bobine (KM1) s'excite et ferme le contacteur (KM1).
- Le contact (53,54) se ferme, le voyant de marche s'allume.

Arrêt :

- On appuie sur le bouton d'arrêt, le contact (21,22) s'ouvre.
- La bobine (KAM) s'excite.
- Le contact (24,21) s'ouvre donc la bobine (KM1) se désexcite et le contacteur KM1 s'ouvre.

Protection :

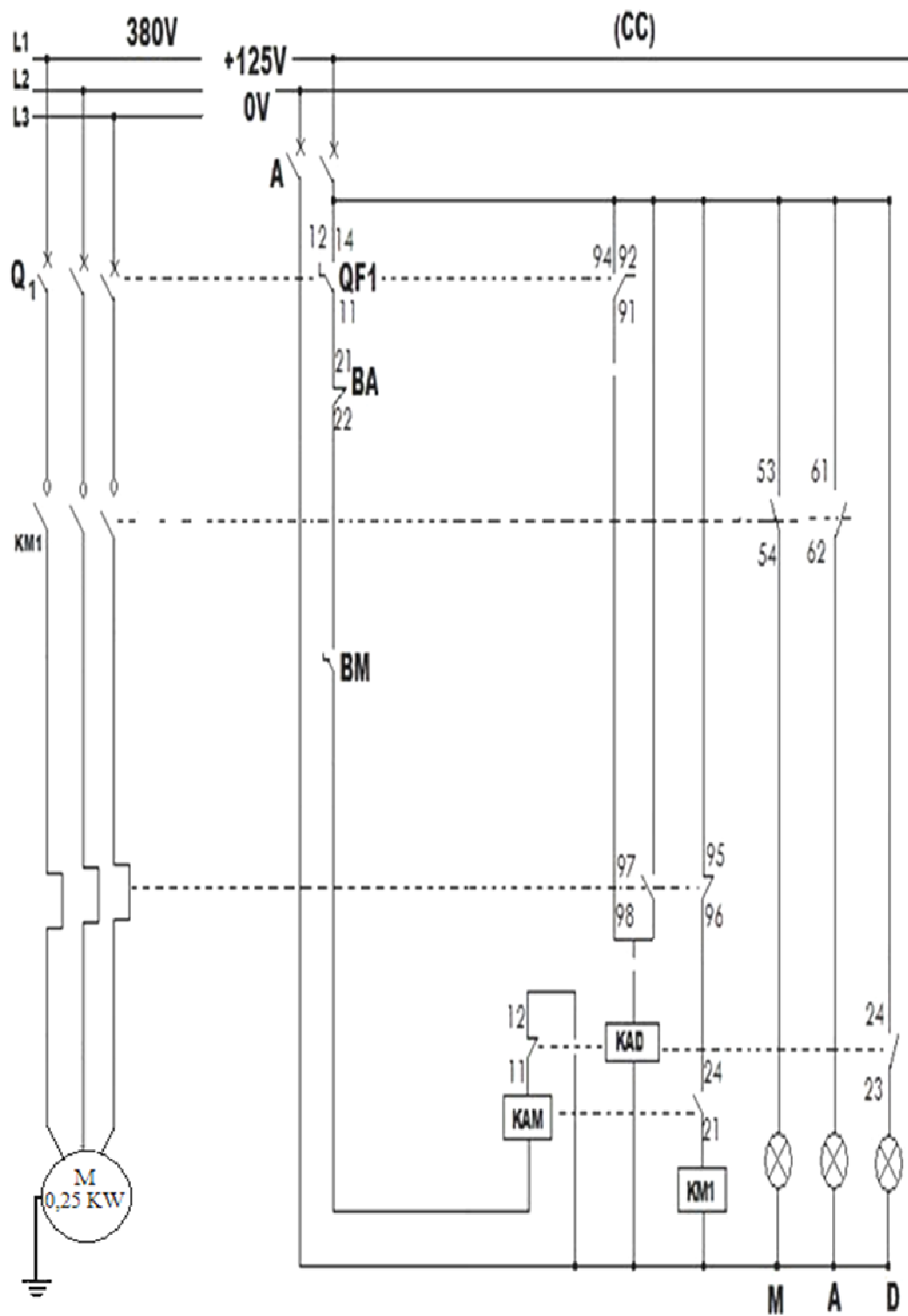
1-Lors d'un court circuit :

- Q1 s'ouvre.
- Qf1 s'ouvre.
- La bobine (KAM) se désexcite.
- Le contact (24,21) s'ouvre donc la bobine (KM1) se désexcite et puis elle ouvre le contacteur KM1.
- Le contact (SD) (94,91) se ferme pour exciter la bobine (KAD).
- (11,12) s'ouvre pour assurer la désexcitation de (KM1) jusqu'à la résolution de court circuit.
- (24,23) se ferme alors le voyant de défaut (D) s'allume.

2- Lors d'une surcharge :

- Le contact F_1 s'ouvre ainsi que (95,96) pour désexciter (KM1) qui ouvre le contacteur KM1.
- (97,98) se ferme et (KAD) s'excite donc (11,12) s'ouvre alors (KAM) se désexcite, (24,21) s'ouvre.
- (24,23) se ferme, le voyant de défaut (D) s'allume.

3)-Schéma de commande de la pompe d'injection de l'huile :



-le circuit de commande est alimenté avec une tension de 125V continu

-Marche :

-On ferme Q_1

- Q_{f1} se ferme avec Q_1

-On appuie sur le bouton marche (BM)

-La bobine (KAM) s'excite

-Le contact (24,21) se ferme

-La bobine (KM1) s'excite et ferme le contacteur KM1.

-Le contact (53,54) se ferme, le voyant marche s'allume.

-Arrêt :

-On appuie sur le bouton d'arrêt, (21,22) s'ouvre

-La bobine (KAM) se désexcite.

-Le contact (24,21) s'ouvre et (KM1) se désexcite, alors le contacteur s'ouvre.

-(61,62) se ferme, le voyant d'arrêt s'allume.

-Protection :

1-Lors d'un court circuit :

- Q_1 s'ouvre

- Q_{F1} s'ouvre

-(KAM) désexcite

-(24,21) s'ouvre, la bobine (KM1) se désexcite et ouvre le contacteur KM1.

-Le contact (SD) (94,91) se ferme pour exciter la bobine (KAD).

-(11,12) s'ouvre pour assurer la désexcitation de (KM1) jusqu'à la disparition du court circuit

-(24,23) se ferme alors le voyant de défaut (D) s'allume.

2- lors d'une surcharge :

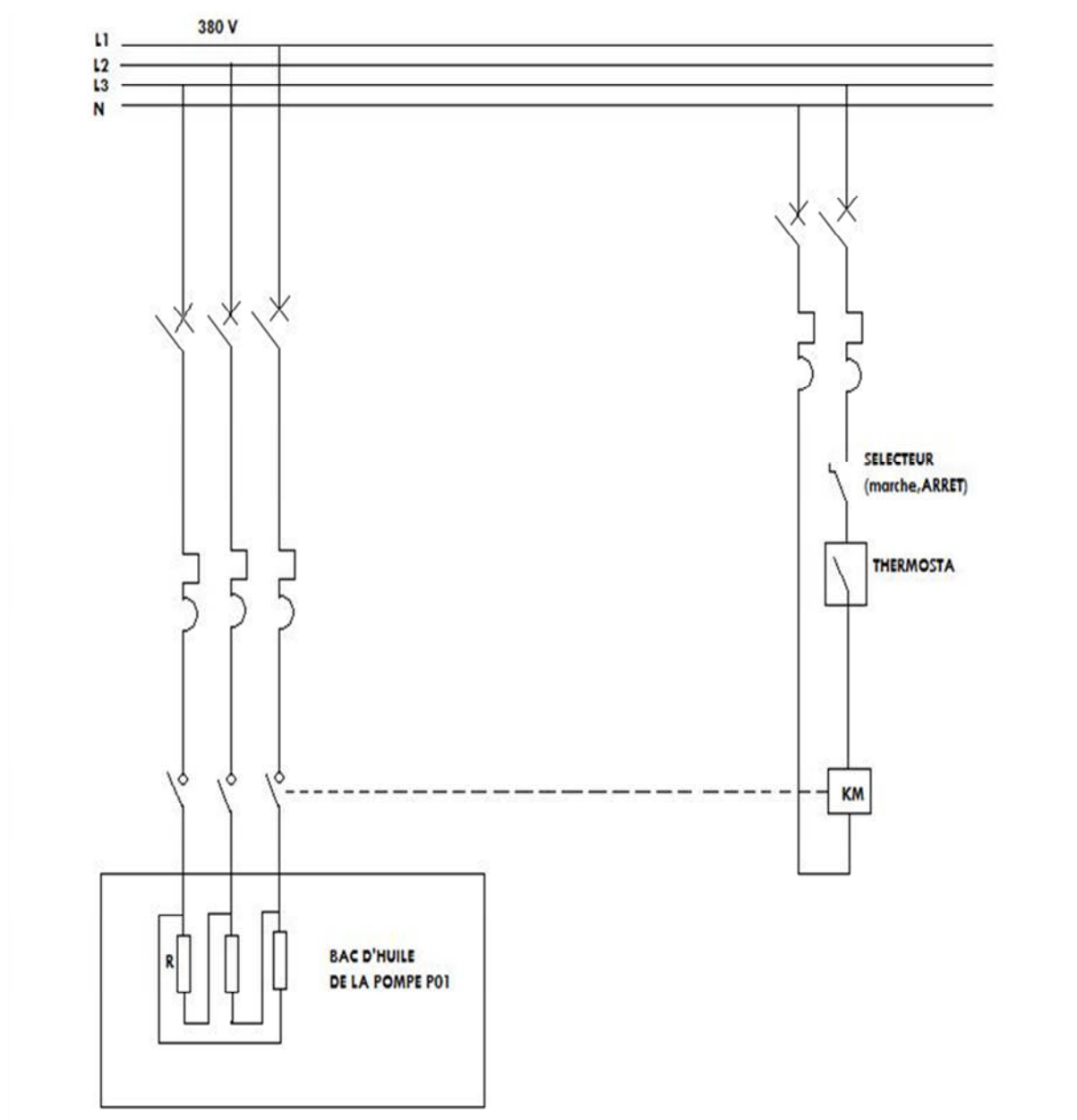
-Le contact F_1 s'ouvre ainsi que (95,96), (KM1) se désexcite et ouvre le contacteur KM1.

-Le contact (97,98) se ferme, (KAD) s'excite donc (11,12) s'ouvre.

-Lorsque (KAM) désexcite (24,21) s'ouvre.

-Le contact (24,23) se ferme, le voyant de défaut (D) s'allume.

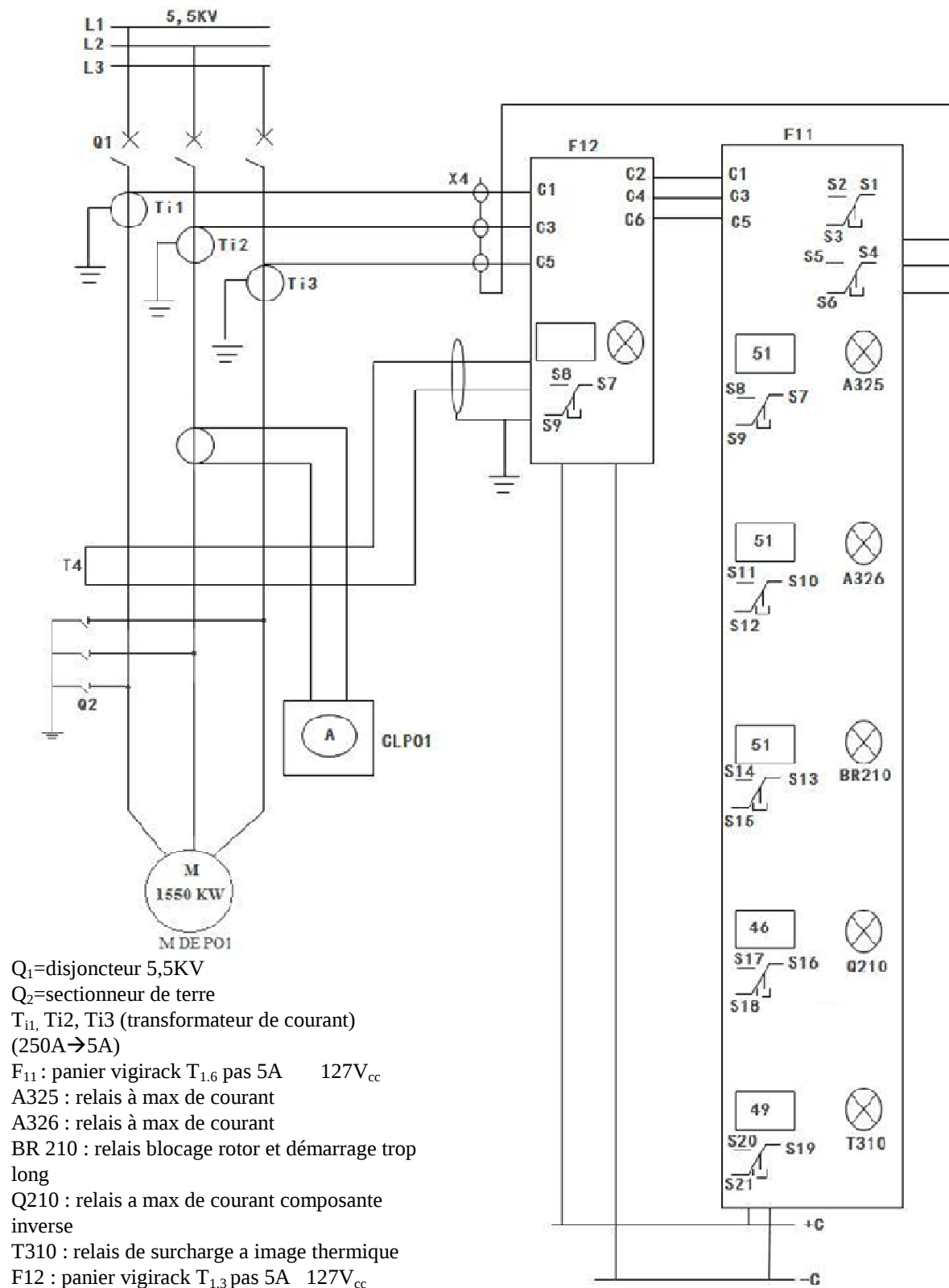
4)-Schéma de command des résistances de préchauffage d'huile de lubrification :



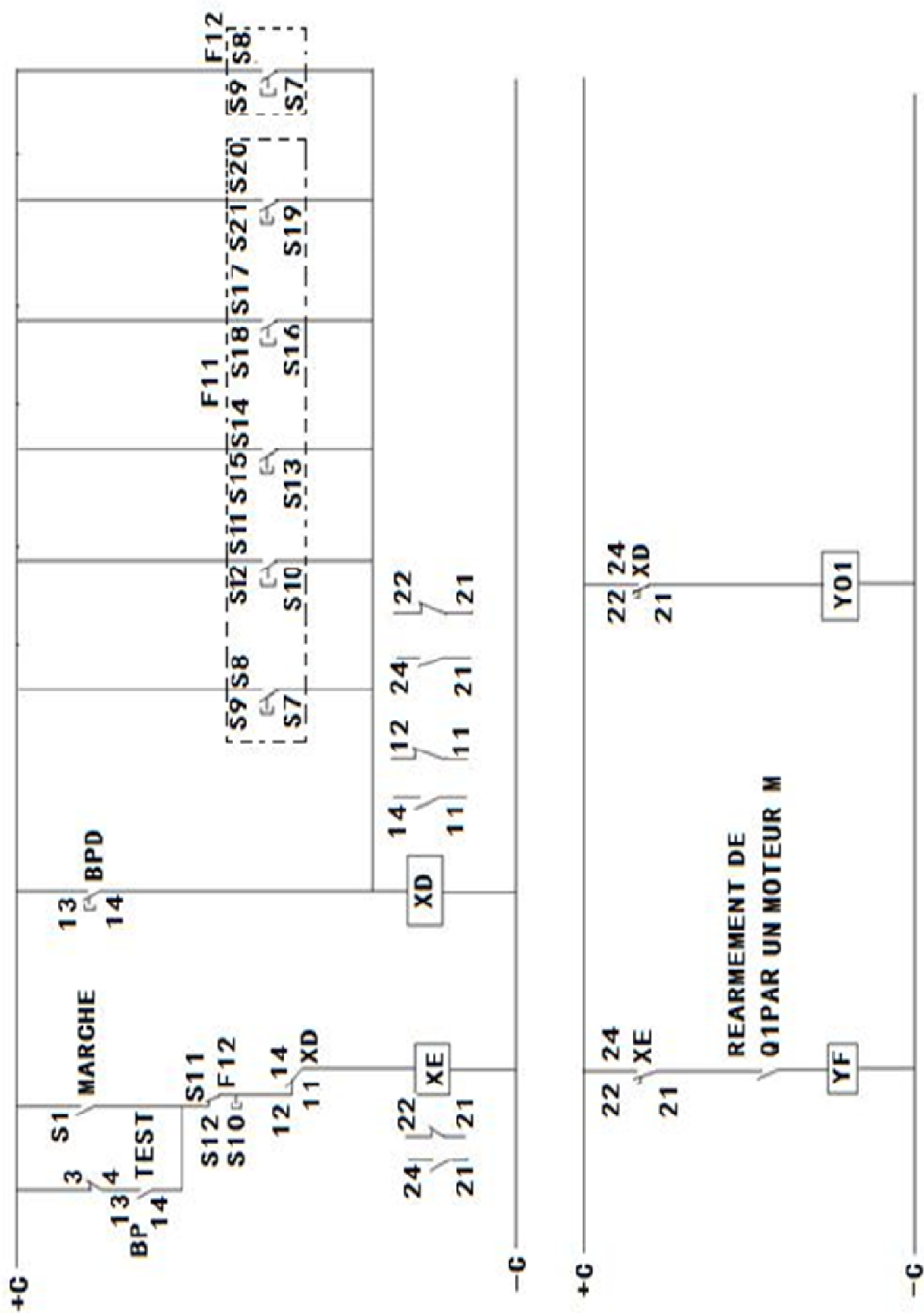
Pour assurer la viscosité de l'huile qui lubrifie la pompe P01, on utilise des résistances de préchauffage.

L'alimentation de ces résistances est commandée par un thermostat qui est réglé à la température 40°C.

III.7. Protection du moteur P01 contre le maximum du courant :



**Protection du moteur de la P01
au maximum de courant**



-Fermeture du disjoncteur Q₁ de 5,5KV de (P01) :

- On appuie sur bouton marche (S1).
- Le relais auxiliaire (XE) s'excite.
- Le contact (21 ,24) se ferme.
- Disjoncteur réarmait (Q₁).
- La bobine de fermeture (YF) de Q₁ s'excite.
- Le disjoncteur Q₁ s'enclenche.

-Ouverture du disjoncteur Q₁ de 5,5kV (P01) :

- Si on veut ouvrir le disjoncteur manuellement, on appuie sur le bouton (13, 14).
- la bobine (XD) s'excite et ferme le contact (21,24), alors (Y01) s'excite, donc le disjoncteur s'ouvre.

-Protection de la P01 contre le maximum de courant dans les lignes :

- Lorsque il y'a un défaut asymétrique sur les trois phases, l'un des relais de F₁₁ se ferme, alors (XD) s'excite et ferme le contact (21,24).
- La bobine d'ouverture (Y01) s'excite, donc le disjoncteur Q₁ déclanche.
- Le contact (11,12) s'ouvre pour assurer le non enclenchement du disjoncteur Q₁ jusqu'à la disparition de défaut.

Protection de la P01 contre le maximum de courant homopolaire :

Lorsque il y'a un défaut de terre :

- Le relais de F₁₂ ferme le contact (S7, S8).
- La bobine (XD) s'excite et ferme le contact (21,24).
- La bobine d'ouverture (Y01) s'excite, alors le disjoncteur Q₁ s'ouvre.

III.8. Conclusion :

Dans ce chapitre on a vu les différents éléments de l'installation électrique, ainsi que l'alimentation électrique de moteur qui entraîne la pompe d'injection P01 et ses auxiliaires, plus les circuits de commandes.

Pour la protection de moteur de la pompe P01 un relais maximum de courant assure cette fonction.

IV.1.Introduction :

Vu l'importance de la continuité et du bon fonctionnement d'une installation, il est indispensable de veiller à les tenir en état de marche constante.

Toute installation électrique, prévue pour une tension, peut être le siège de perturbation accidentelle due à des fausses manœuvres ou à des causes non prévisibles pouvant être dangereuses pour le personnel et le matériel, il y a donc lieu de prévoir des moyens de protection appropriés.

IV.2.Définition de minimum de tension :

Une chute de tension faible provoque un échauffement important à cause de l'augmentation du courant qui en résulte. Les grandeurs d'entrées du relais sont prises dès que la valeur crête la plus petite descend au dessous de la référence affichée, il y'aura une signalisation.

IV.3.Problème :

Lorsque la tension du réseau chute, la pompe s'arrête ainsi que ses auxiliaires, le problème c'est que lorsque la tension du réseau est rétablie la pompe démarre directement avant de satisfaire les conditions de démarrage, et provoque, la cavitation de la pompe à cause du manque de débit d'aspiration et l'augmentation de la température des paliers de la pompe, ce qui provoque la destruction de la pompe.

IV.4.Solution :

La solution à ce problème est de couper l'alimentation électrique de la pompe juste après avoir un problème de minimum de tension, pour que la pompe ne redémarre pas après la disparition de la chute de tension, cette fonction est assurée par un relais de minimum de tension.

Le relais de minimum de tension ouvre automatiquement le disjoncteur d'alimentation (Q1) de la pompe lors d'une chute de tension.

Le déclencheur à minimum de tension interdisant la remise en route intempestive d'un récepteur après une interruption de l'alimentation secteur. Il peut être utilisé pour faire déclencher à distance le disjoncteur.

IV.5.Réglage de relais minimum de tension :

Domaine de réglage	0.4...1.2 U_N
Temps de mise au travail	0.1S ou 30 S

IV.6.Schéma de relais de protection contre le minimum de tension :

Moteur P01

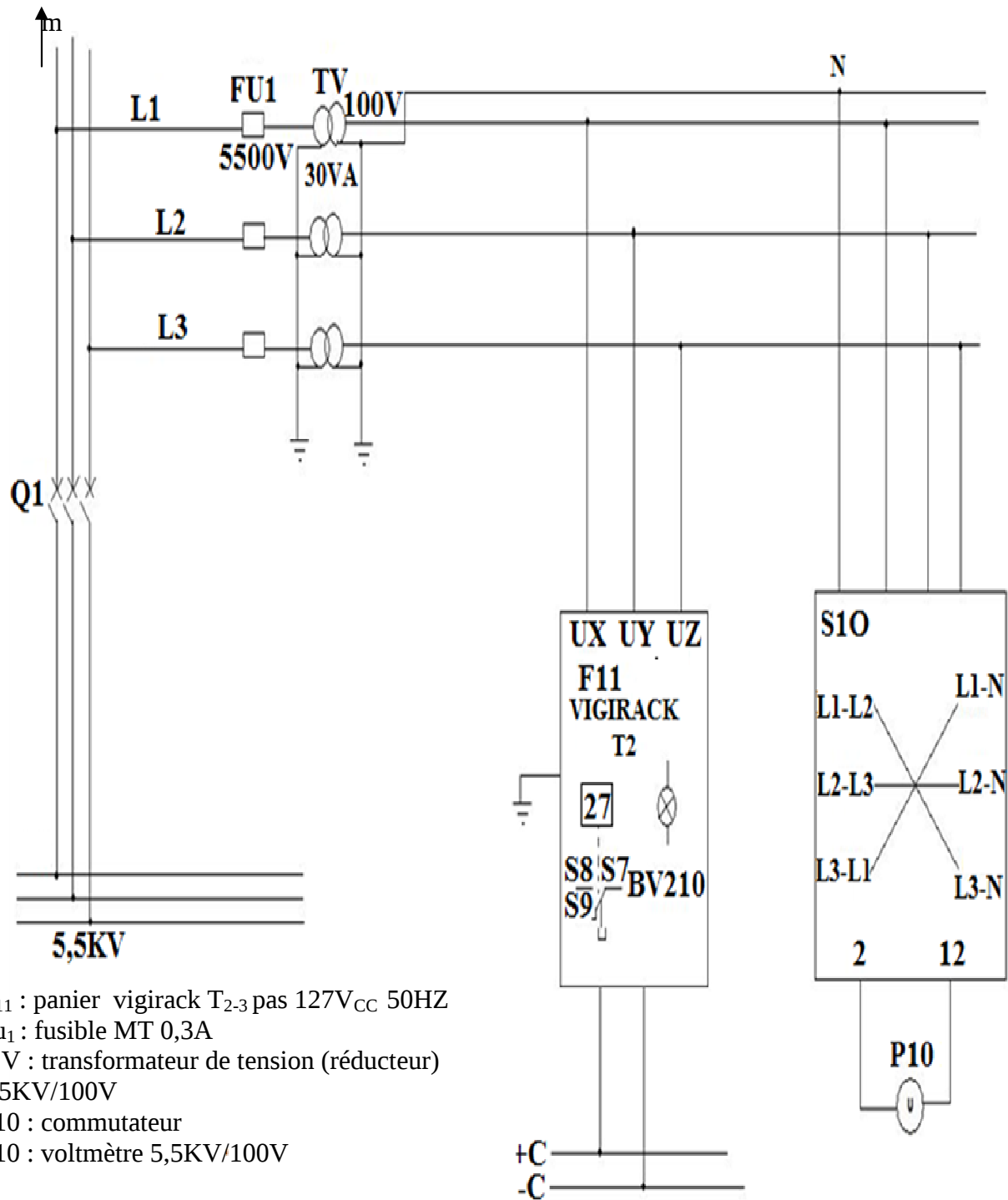
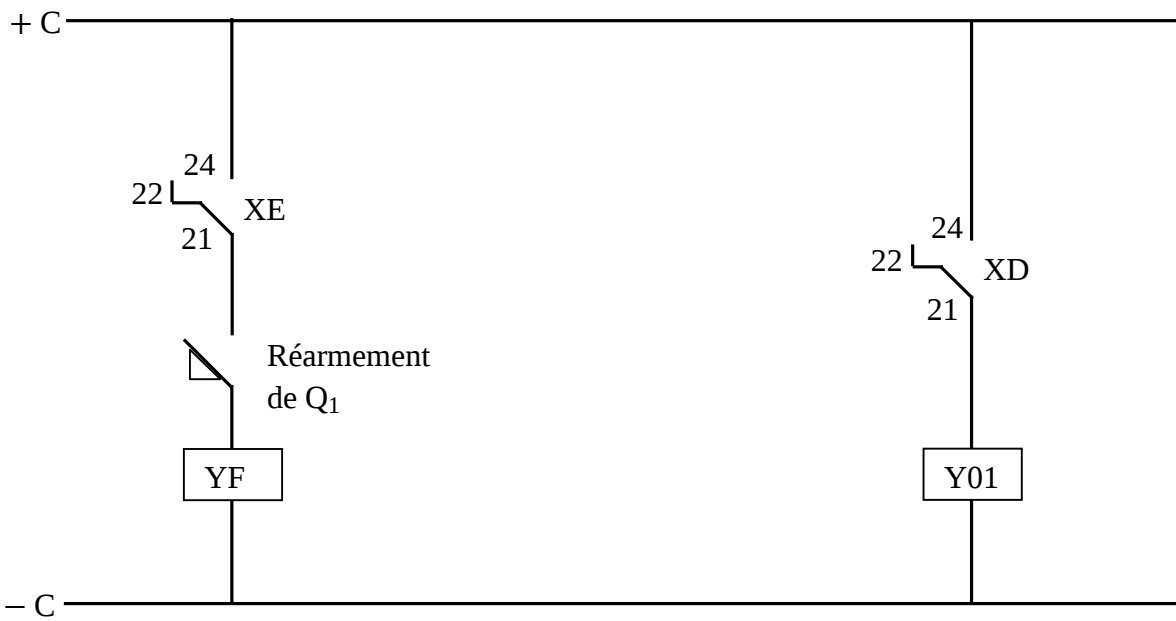
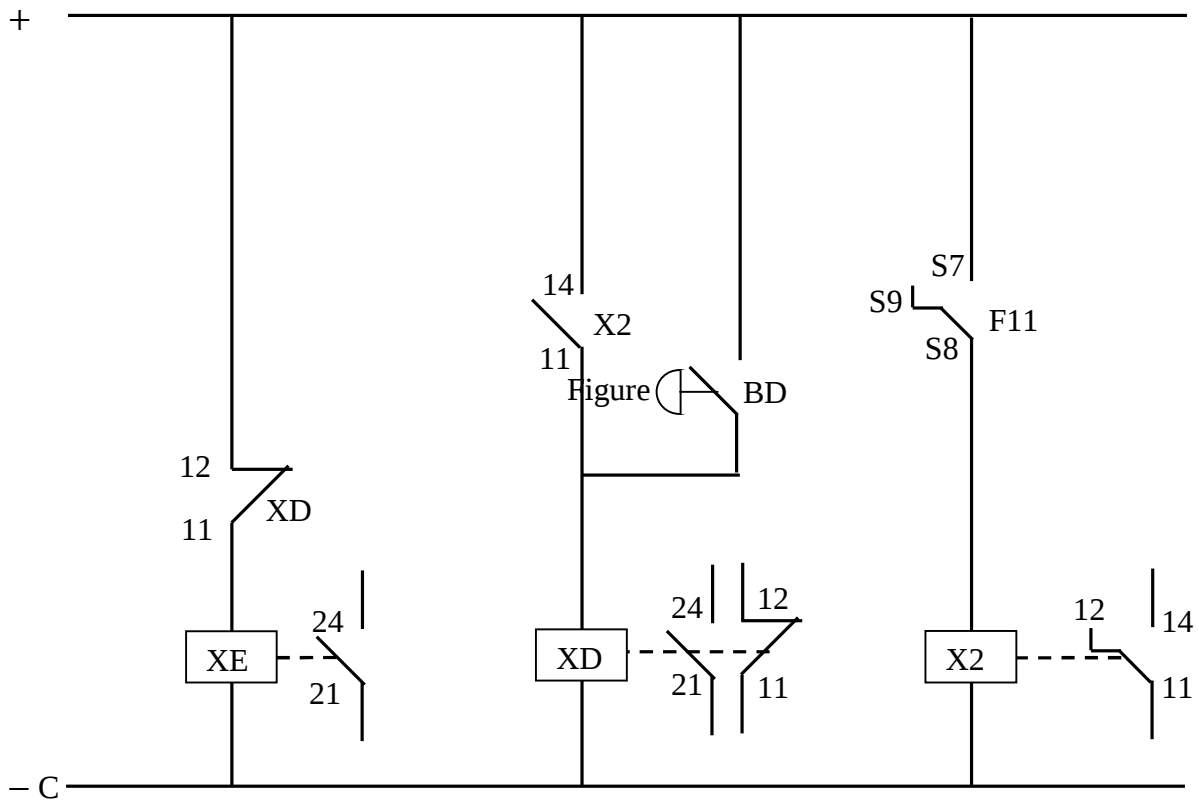


Figure 2.



IV.7.Principe de fonctionnement :

Lorsque la tension du réseau est normale la bobine (27) est excitée, et une fois la tension d'alimentation chute la bobine (27) se désexcite ce qui provoque la fermeture de contact (S7,S8). Voir panier **F11**. Figure 1.

-Lorsque (S7, S8) est fermé la bobine (X2) s'excite et ferme le contact (11,14), alors la bobine (XD) s'excite. Figure 2.

-Lorsque (XD) s'excite, elle ferme le contact (21,24), alors la bobine de déclenchement du disjoncteur Q₁ (Y01) s'excite et déclenche se dernier. Figure 3.

-Le contact (11, 12) s'ouvre pour assurer la désexcitation de la bobine d'enclenchement (XE) du disjoncteur Q1 jusqu'à le rétablissement de la tension. Figure 2.

IV.8.Conclusion :

Avec ce relais de minimum de tension, on assure la protection de la pompe contre le redémarrage avant la satisfaction des conditions de démarrage lors d'une chute de tension.

Conclusion générale

Le choix des relais de protection des moteurs répond au besoin d'élimination rapide des défauts électriques cela dans le but de limiter les dégradations apportées à ces machines, sans trop perturber le fonctionnement des équipements qui leur sont raccordés. Un Schéma de protection doit être le plus complet possible.

Dans notre étude, on s'est intéressé à la protection des machines asynchrones. Certains dispositifs, comme disjoncteurs, contacteurs, relais thermiques et transformateurs sont introduits directement dans le circuit de puissance pour interrompre, mesurer ou modifier le courant.

D'autres dispositifs sont utilisés dans le circuit de commande à basse tension, ces composants comprennent des boutons poussoirs, des interrupteurs spéciaux, des lampes témoins, des relais de commandes, ils sont connectés de façon à réaliser un système de commande et les fonctions de signalisations.

D'après notre étude, on peut conclure que tous les moteurs utilisés à la base TFT sont bien protégés et équipés pour parer à tout défaut pouvant menacer leur bon fonctionnement.

Notre contribution a été limitée au niveau du problème de cavitation de la pompe due au cycle chute et rétablissement de la tension, nous avons proposé une solution qui consiste à introduire un relais minimum de tension. Ce dernier permettra à la pompe de redémarrer dans des bonnes conditions.

Bibliographie :

- [1]** Document interne de AIN AMINAS (Sonatrach TFT) .

- [2]** ELECTROTECHNIQUE machine électrique Edition 3 de boeck Théodore Wildi-
Gilbert SYBILLE .

- [3]** Mohamed Bachir BENABID (les protections électriques des centrales de production
de L'électricité.

- [4]** Pierre Roccia - Merlin Gerin service information 380 50 (GRNOBLE CEDEX).

- [5]** Pierre Roccia (protection des machines et des réseaux industriels haute tension)

CT n°113, Merlin GERIN. 1985

- [6]** Techniques d'ingénieurs (Appareillage électrique d'interruption à haute tension).

- [7]** ELECTROTECHNIQUE Electronique de puissance et système de Commande

industrielle des moteurs. Edition 4 de boeck. Théodore Wildi, Gilbert Sybille

- [8]** ELECTROTECHNIQUE Distribution de l'énergie électrique. Edition 4 de boeck

Théodore Wildi , Gilbert Sybille .

- [9]** ELECTROTECHNIQUE Transformateur spéciaux Edition 3 de boeck. Théodore Wildi

Gilbert Sybille .