



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M...../GE/2019

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Option : ÉLECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE

Par :

Dienta Oumou Koultoum et Traore Aboubacar

Intitulé :

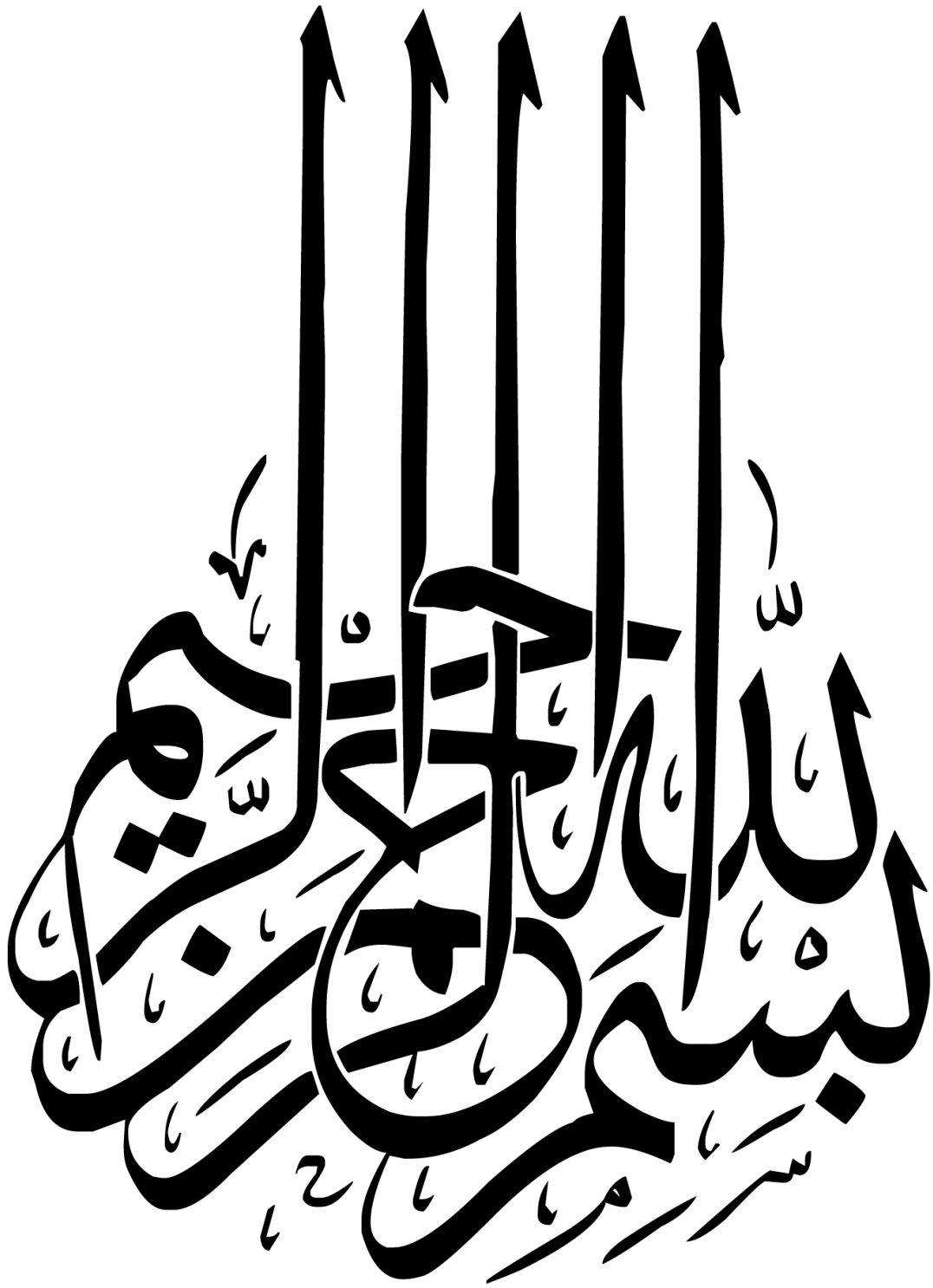
Etude et simulation d'un poste HT/MT par le logiciel ETAP

Soutenu le

2019 devant le jury composé de :

Président : BENTOUNES.H.A	Pr	Université de Mostaganem
Examineur 1 : NEDDAR.H	MAA	Université de Mostaganem
Examineur 2 : REZINI.S	MCB	Université de Mostaganem
Encadrant : SOUAG Slimane	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019



Remerciement

Tout d'abord je ne peux commencer ses quelques mots sans remercier mon Seigneur qui m'a permis d'atteindre ce niveau de ma vie et la force de mener à bien ce travail.

Je remercie mes très chers parents pour leurs amours inconditionnels et surtout leurs encouragements et leurs aides.

J'exprime une profonde gratitude à mon Encadreur Dr. SOUAG Slimane, dont la constante disponibilité, ses conseils précieux et son aide et surtout son encouragement mon permis de mener à bien cette présente étude.

Je remercie également le Professeur BENTOUNES.HA Madame NEDDAR.H ainsi que Madame REZINI.S d'avoir acceptés de juger ce modeste travail.

Nous n'oublions pas tous le corps professionnel du Génie Electrique.

Dédicace

A

Mon père l'homme de ma vie et à ma chère et tendre mère ma raison de vivre je vous dédie ce travail.

Toute notre famille, nos parents en particulier qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite, pour leurs assistances, leurs aides et leurs soutiens. Qu'Allah leur gardes éternellement Heureux.

A

Toute la famille Dienta et Traore.

A nos amis ; Camarades et à toute personne nous ayant aidé de près ou de loin pour réalisation de ce mémoire.

A toutes ses personnes qui nous aiment

Nous dédions ce modeste travail.

DIENTA&TRAORE

Table des matières

Résumé	11
Abstract	12
Introduction générale :	13
Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux électriques	15
1 Introduction :	16
2 Les différents types de réseaux électriques :	16
2 .1 Réseaux de transport et d'interconnexion :	16
2 .2 Réseaux de répartition :	20
2 .3 Réseaux de distribution :	21
3 Différentes structures du réseau électrique :	22
3 .1 Réseau à structure radiale :	22
3 .2 Réseau à structure bouclée :	22
3 .3 Réseau à structure maillée :	23
4 Poste de transport :	23
4 .1 Poste de transmission élévateur :	23
4 .2 Poste de transmission abaisseur :	24
4 .3 Poste de distribution :	25
4 .4 Poste Souterraine de distribution :	27
4 .5 Poste de collecte :	27
4 .6 Poste de conversion :	27
4 .7 Station de commutation :	28
4 .8 Sous –Station Ferroviaire :	28
5 Classification des sous-stations :	29
5 .1 Classification des postes par nature des tâches	29
5 .2 Classification par tension de service rendu	30
5 .3 Classification des sous-stations en fonction de la tension de fonctionnement.....	30
5 .4 Classifications des postes par importance	30
5 .5 Classification des sous-stations par conception	30
6 Conclusion :	31
Chapitre 2 : Description des éléments d'une sous-station électrique.....	32
1 Introduction :	33

2 Schéma type :.....	33
3 Les différents éléments constitutifs d'un poste HT/MT :.....	34
3 .1 Le Jeux de Barres :	34
3 .2 Les cellules de Couplage des Barres	35
3 .3 Les Sections de Barres :	35
3 .4 Les Cellules de Ligne :.....	35
3 .5 Les Cellules de Raccordement :	35
3 .6 Le Banc de Transformation :.....	35
3 .7 La Liaison Omnibus :.....	36
3 .8 Parafoudre	36
3 .9 Transformateur de puissance.....	36
3 .10 Transformateur d'Instrument	37
3 .11 Trappeur de vagues	38
3 .12 Isolateur.....	38
3 .13 Disjoncteur	38
3 .14 Batteries.....	38
3 .15 Poste de départ	39
3 .16 Instruments d'indication et de mesure	39
3 .17 Équipement à courant porteur	39
3 .18 Relais.....	39
3 .19 Isolant.....	39
3 .20 Disjoncteurs :.....	39
3 .21 Interrupteurs à cornes :.....	40
3 .22 Sectionneurs :	40
3 .23 Sectionneur de mise à la terre :	41
3 .24 Parafoudres :.....	41
3 .25 Les fusibles :.....	43
3 .26 Circuit bouchon haute tension :.....	43
3 .27 Les éclateurs :.....	44
4 L'Écoulement des courants de foudre :	45
4 .1 Câbles de garde de ligne :	45
4 .2 Filet de garde :.....	45
5 Rôle d'un ingénieur de Sous-Station :	46
6 Les schémas d'une sous-station : [16].....	46
6 .1 Schéma unifilaire (SLD) :	46

6.2 Schémas de disposition des sous-stations :	47
6.3 Schémas des connexions AC.....	49
6.4 Schémas des connexions CC.....	51
6.5 Schémas de câblage :	53
6.6 Schémas logiques :	55
6.7 Listes de câblage	55
7 Conclusion :	55
Chapitre 3 : Conception et dimensionnement du poste HT/MT assisté par le logiciel ETAP.	56
1 Introduction :	57
2 Considérations générales de conception :[16].....	57
2.1 Exigences initiales et ultimes :	57
3 Considérations sur le site :.....	57
4 Considérations environnementales :.....	58
4.1 Politiques et procédures environnementales :	58
4.2 Apparence :	59
5 Sécurité publique :	59
6 Bruit audible :	59
6.1 Choix du site :	60
6.2 Schéma de configuration :	60
6.3 Niveau :	60
7 Effets électrostatiques et électromagnétiques :	60
8 Effluent :	61
9 Autres considérations :	61
9.1 Animaux sauvages et bétail :	61
9.2 Matières étrangères en suspension dans l'air :	61
10 Considérations relatives aux interfaces :	61
10.1 Tension de ligne	62
11 Considérations de fiabilité :	62
12 Considérations d'exploitation :	63
13 Considérations de sécurité :	63
14 Considérations d'entretien.....	63
15 Fonction de l'ingénieur :	63
15.1 Documents ou études possibles requis de l'ingénieur :	64
16 Besoin de documentation :	64
17 Procédures :	65

18 Achats :	65
19 Dessins :	66
19 .1 Général	66
19 .2 Qualité	66
19 .3 Dessin informatique / Conception et dessin assistés par ordinateur (CDAO)	67
19 .4 Types de dessins	68
19 .5 Études	74
20 Présentation du logiciel ETAP :	74
20 .1 Barre de menu :	74
20 .2 Barre d'outils du projet :	75
20 .3 Modes d'étude	75
20 .4 Modifier les barres d'outils :[17]	75
20 .5 L'éditeur de Câble :	78
21 Conclusion :	81
Chapitre 4 : Résultat de simulation du poste HT/MT sur le logiciel ETAP et discussions	82
1 Introduction :	83
2 Conception sur ETAP :	83
3 Fonctionnement	83
4 L'écoulement de Puissance sur ETAP :	84
5 Résultat de l'écoulement de Puissance sur ETAP :	85
5 .1 Les données de production, charge et tension des bus :	85
5 .2 Données des Transformateurs :	85
5 .3 Connexions des Branches ou Branchement et la valeur (résistance inductance et impédance)	86
5 .4 Résultat de l'écoulement de puissance :	87
6 Analyse de court-circuit :	88
6 .1 Premier défaut :	89
6 .2 Deuxième Défaut :	91
6 .3 Courant de défaut dans le BUS A3	91
6 .4 Interprétation :	92
7 Analyse Harmonique :	92
7 .1 Harmonique sur la charge :	92
7 .2 Fonctionnement Normal :	92
7 .3 Fonctionnement Anormale :	94
7 .4 Harmonique sur la source :	99

8 Les différentes stratégies de continuité de service	102
8 .1 Panne sur la Source :	103
8 .2 Panne sur le jeu de barre B3 :.....	104
8 .3 Panne sur un transformateur triphasé :.....	105
9 Conclusion :.....	107
Conclusion Général	108
Conclusion général :	109
Liste des références bibliographique.....	110
Bibliographie.....	111

Listes des Figures

Figure I- 1 Station de conversion du courant alternatif-continu des Mandarins (Pas-de-Calais) pour l'interconnexion France/Royaume-Uni.....	21
Figure I- 2 Sous-station de transmission alternative améliorée.....	24
Figure I- 3 Sous-station de transport élévateur vers les lignes de transport alternatif.....	24
Figure I- 4 Sous-station de transmission abaisseur	25
Figure I- 5 Transformateur de puissance abaisseur	25
Figure I- 6 Sous station de distribution	26
Figure I- 7 : Poste de Distribution	26
Figure I- 8: Poste de Distribution	26
Figure I- 9: Sous-Station de Distribution	26
Figure I- 10 Sous-Station de distribution souterraine.....	27
Figure II- 1 Jeu de barre HT	34
Figure II- 12 Disposition générale de deux baies de 115 kV: (a) disposition générale, (b) élévation A – A 'et (c) diagramme unifilaire.	48
Figure II- 13: - Sous-station haute tension - connexions AC.	50
Figure II- 14: - Paramètres et conditions du relais de protection	50
Figure II- 15 - Circuit de commande du disjoncteur (à ressort moteur).....	52
Figure II- 16 Schéma logique de protection pour une ligne de ligne de 115 kV.....	53
Figure II- 17 - Vue de face du panneau de protection.....	54
Figure III- 1 Transformateur de puissance (illustré avec le changeur de prise en charge du côté basse tension).69	
Figure III- 2 Transformateur triphasé avec tertiaire.	70
Figure III- 3 Transformateur automatique triphasé.....	70
Figure III- 4 Régulateur de tension par étape avec commutateur de dérivation.....	70
Figure III- 5 Interrupteur de déconnexion triphasé opéré par un groupe avec des lacunes dans l'avertisseur et interrupteur de mise à la terre.	71
Figure III- 6 Sectionneur triphasé à double coupure latérale avec motorisation.....	71
Figure III- 7 Déconnexion par fusible	71
Figure III- 8 Disjoncteur (illustré avec les TC de type manchon et le relais de refermeture).	72
Figure III- 9 Parafoudre.....	72
Figure III- 10 Transformateur de tension.....	72
Figure III- 11 Transformateur de courant.....	72
Figure III- 12 Condensateur de couplage avec transformateur de tension.	73
Figure III- 13 Condensateur à shunt.....	73

Résumé

Notre étude consiste à l'étude d'un Poste de transformation HT/MT assisté par le logiciel ETAP. En effet, le schéma de conception utilisé correspond au Poste de transformation HT/MT 220 KV de la wilaya de Tlemcen.

L'étude consiste à une simulation du poste de transformation en fin de déterminer certains facteurs à savoir : l'écoulement de Puissance, l'analyse de court-circuit, l'analyse Harmonique sans oublié la simulation des différents cas de panne et éventuellement trouver une solution pour la continuité du service. La simulation sur le logiciel ETAP a donné des résultats satisfaisants. En effet, le logiciel ETAP s'étend à un système de gestion d'énergie intelligent en temps réel pour surveiller ,contrôler, automatiser, simuler et optimiser le fonctionnement des systèmes d'alimentation.

Mot-clé : Réseau électrique, Poste de transformation, écoulement de puissance, analyse court-circuit, analyse harmonique.

Abstract

Our study consist in the conception a post of transformation HT/MT assisted by the logical ETAP. In fact, the schema of conception used corresponding in poste of tranformation HT/MT 220 KV of the wilaya of Tlemcen.

Study consists in simulation of post of transformation at the end to determine some factors to know ; The flow of power analyse of short-circuit, the harmonic analyse without forgot the simulation of different case of break down and contingently to find a solution to the following of service.

The simulation on the logical ETAP gave good results. In fact, the logical ETAP spread a system of gestion of intelligent energetic in real time to supervise, check automate, simulate and optimize the functioning of system of turning on.

Keyword : Power grid, transformer substation, power flow, short circuit analysis, harmonic analysis

Introduction générale :

Dans le monde d'aujourd'hui, la consommation d'énergie électrique ne cesse d'augmenter avec l'augmentation de la population et de l'industrie, qui rend les réseaux électriques plus fragile et plus complexe. Cela nous oblige à être plus précis dans nos études concernant le dimensionnement lors de la construction des ouvrages électriques et surtout répondre aux exigences essentielles d'un réseau électrique qui sont : stabilité, économie et continuité du service.

Le réseau est l'élément essentiel qui a pour tâche de réaliser à chaque instant l'équilibre entre la production d'énergie électrique et la consommation nécessaire à l'ensemble des clients connectés au système.

Pour passer d'un réseau à un autre, les postes de transformation jouent le rôle d'échangeurs. La consommation varie donc en permanence au cours de la journée et de l'année. Comme l'électricité ne peut pas être stockée, la production doit être ajustée à cette consommation en temps réel.

En fait, le réseau est composé de trois entités reliées entre elles mais qui correspondent à des fonctions différentes que sont :

-l'acheminement de l'énergie des centrales de productions aux abords des grands centres de consommation, c'est le rôle *du réseau de transport* ;

-la répartition de cette énergie en différents points de chacun des centres de consommation de manière à mieux assurer la sécurité de l'alimentation de l'ensemble des consommateurs, c'est le rôle *des réseaux de répartition* ;

-l'alimentation directe de chacun des consommateurs à partir du réseau de répartition, c'est le rôle *des réseaux de répartition*.

Pour rendre l'électricité transportable sur de longues distances dans le réseau d'interconnexion avec des pertes minimales d'énergie, un transformateur placé à la sortie des principales centrales élève la tension à 400 000 volts.

Puis, le long des lignes dans le réseau de transport et de distribution, l'énergie électrique est guidée, répartie et sa tension est abaissée successivement dans des postes de transformation pour être livrée en quantité et en tension adaptées aux besoins des différents consommateurs et pour alimenter les postes sources du réseau de distribution.

L'énergie électrique n'a pas la même tension quand elle entre dans le poste et quand elle en sort.

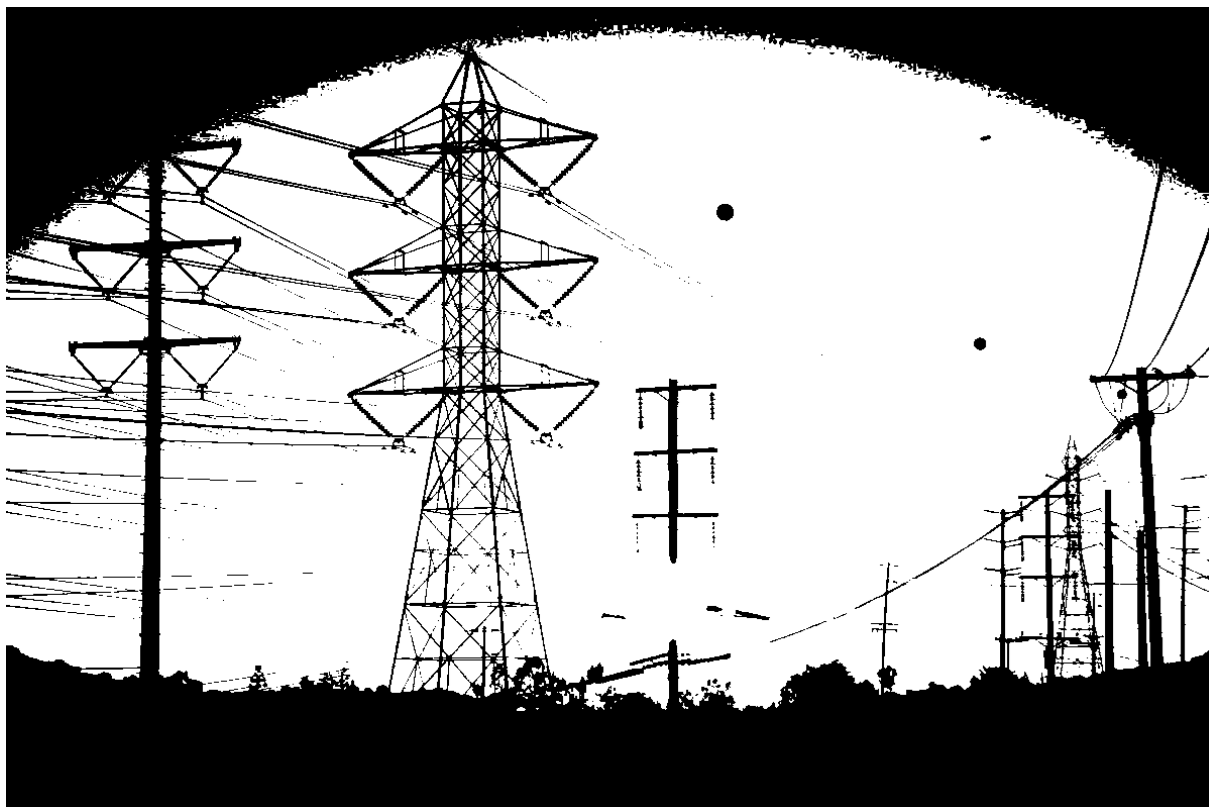
Ces installations électriques sont composées de 3 types d'appareils :

- des transformateurs qui abaissent la tension.
- des disjoncteurs, capables d'interrompre automatiquement en cas de nécessité.
- des sectionneurs, qui établissent ou interrompent un circuit à la demande, permettant l'aiguillage de l'énergie électrique.

Notre travail consiste à une conception d'un poste de transformation assisté par le logiciel ETAP. En effet, on a eu à utiliser le schéma de la conception du poste de transformation 220KV de TLMECEN mais on a eu à modifier certaine particularité du schéma.

Pour cela on a eu à commencer par une introduction générale sur les réseaux électriques aux chapitre I, le chapitre II est basé sur la description des éléments d'un poste de transformation, le chapitre III conception et dimensionnement d'un poste assisté par le logiciel ETAP et le chapitre IV concerne la simulation de notre poste et en fin on a conclu par une conclusion générale.

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux électriques



1 Introduction :

L'électricité circule depuis le lieu où elle est produite (centrales de production) jusqu'à l'endroit où elle est consommée, par l'intermédiaire d'un réseau de lignes électriques aériennes ou souterraines. Ces derniers permettent de transporter et de distribuer l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire (voir Figure I-1 Schéma de transport d'énergie).

Tout réseau électrique en mode de fonctionnement anormal ne doit pas porter atteinte aux personnes ni aux biens. La protection d'un réseau est assurée par un ensemble de dispositions permettant la détection des situations anormales et d'y pallier de façon fiable, sélective et rapide.

Pour procéder au dimensionnement des équipements électrique à installer pour des fins objectives (protection, génie civil, isolation...) il faut connaître en détail le type, le fonctionnement et la constitution du réseau à réaliser.

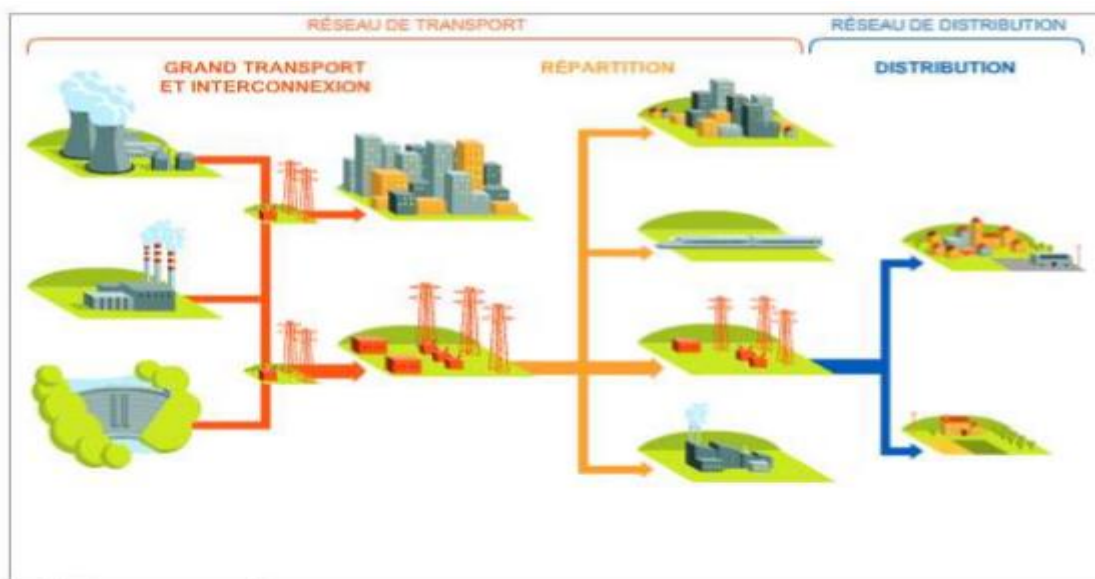


Figure I-1 Schéma de transport d'énergie

2 Les différents types de réseaux électriques :

Les réseaux électriques sont partagés en trois types

2.1 Réseaux de transport et d'interconnexion :

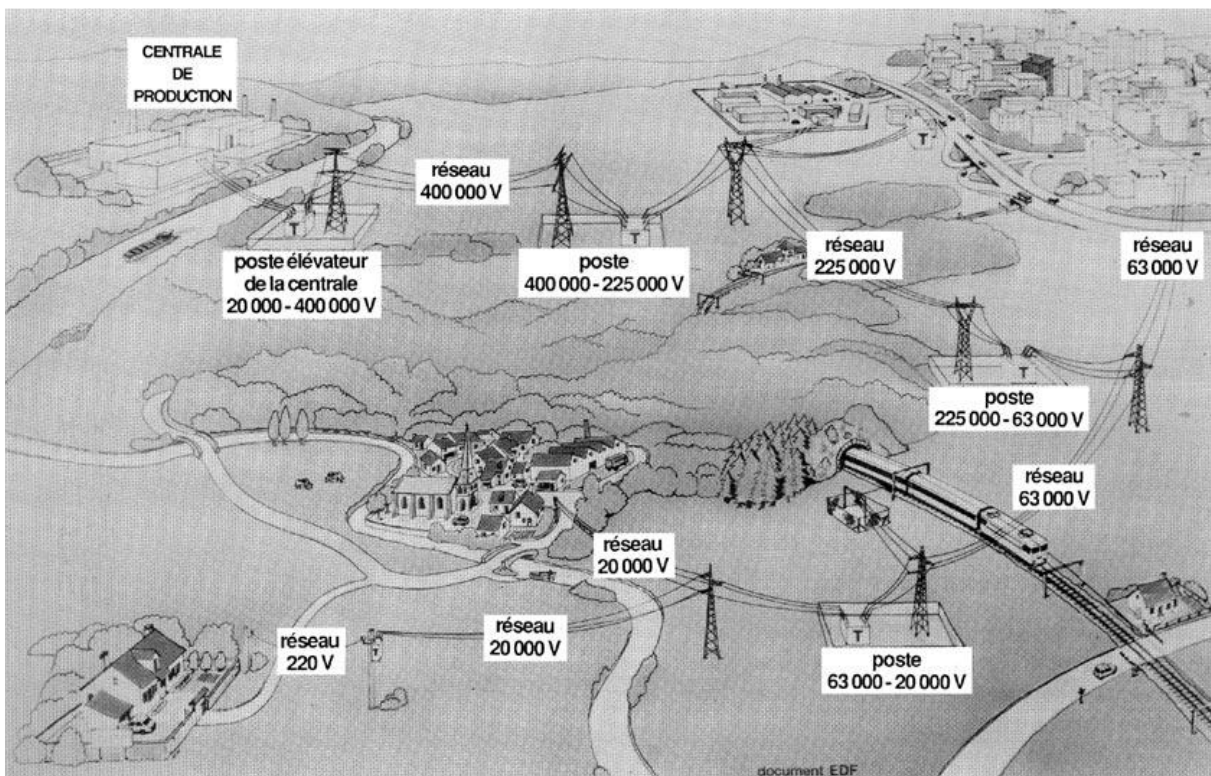
La dispersion géographique entre les lieux de production et les centres de consommation, l'irrégularité de cette consommation et l'impossibilité de stocker l'énergie électrique nécessitent un réseau électrique capable de la transporter sur de grandes distances et de la diriger. Ses lignes atteignent des milliers de kilomètres, par exemple 20 000 km pour le réseau 400 kV. (voir Figure I- 1 Station de conversion du courant alternatif-continu des Mandarins (Pas-de-Calais) pour l'interconnexion France/Royaume-Uni)

Une fonction de "transport" dont le but est d'acheminer l'électricité des centrales de production aux grandes zones de consommation ;

- Une fonction “d’interconnexion nationale” qui gère la répartition de l’offre en orientant la production en fonction de la répartition géographique et temporelle de la demande ;
- Une fonction “d’interconnexion internationale” pour gérer des flux d’énergie entre les pays en fonction d’échanges programmés ou à titre de secours. En général, seuls quelques abonnés à très forte consommation sont raccordés sur ces réseaux.
- La structure de ces réseaux est essentiellement de type aérien.
- Les tensions sont généralement comprises entre 225 et 400 kV, quelques fois 800 kV (ex : 765 kV en Afrique du sud). L’utilisation de ces tensions élevées est liée à un objectif économique. En effet pour une puissance donnée, les pertes en ligne par effet Joule sont inversement proportionnelles au carré de la tension : $P = k / U^2$, avec U = tension du réseau, k = une constante fonction de la ligne.

De plus les puissances transportées sont telles, que l’utilisation d’une tension basse entraînerait des sections de câble tout à fait inadmissibles.

L’usage des tensions élevées se trouve donc imposé malgré les contraintes d’isolement qui se traduisent par des coûts de matériel plus importants, la solution la plus facile étant l’utilisation de lignes aériennes.



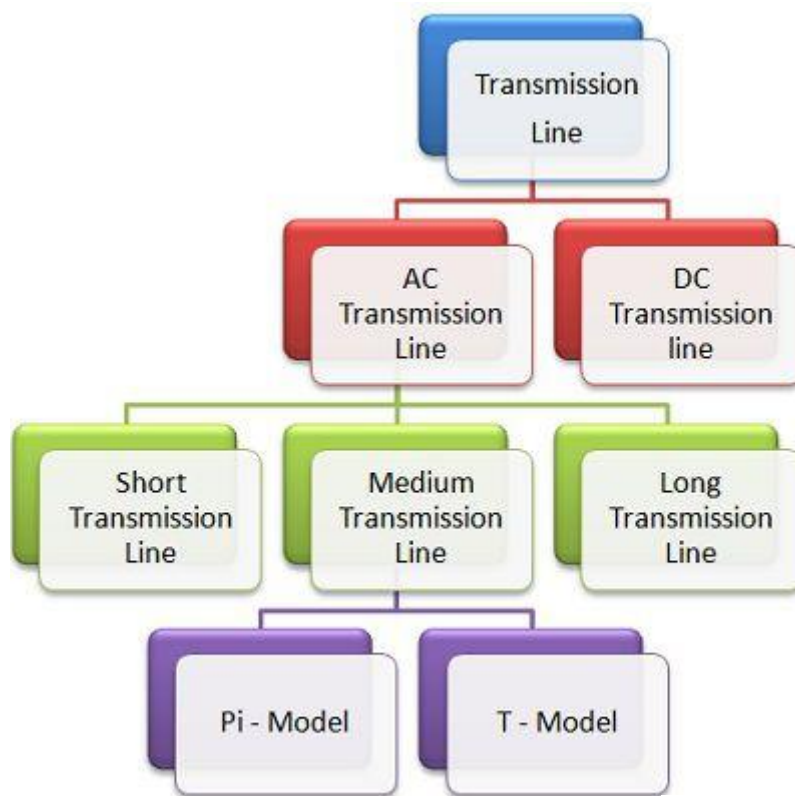
Schémas de la production et transport d’électricité

2.1.a Classification des lignes de transmission :

- La classification des lignes de transmission dépend de la tension et de la longueur du conducteur. La ligne de transmission est le moyen de transférer l’énergie de la centrale au centre de charge. Il est principalement classé en deux types [2].
- Ligne de transmission AC
- Ligne de transmission courte

- Ligne de transmission moyenne
- Modèle Pi d'une ligne de transmission moyenne
- Modèle T d'une ligne de transmission moyenne
- longues lignes de transmission
- Ligne de transmission à courant continu

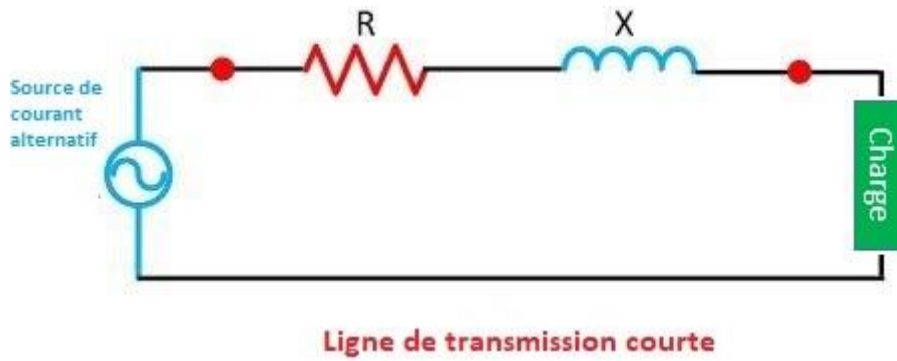
La ligne de transmission présente la résistance R , l'inductance L , la capacité C et la conductance de dérivation ou de fuite G . Ces paramètres, ainsi que la charge et la ligne de transmission, déterminent les performances de la ligne. Le terme performances désigne la tension de l'extrémité émettrice, les courants d'extrémité émettrices, le facteur de puissance émettrice, la perte de puissance dans la ligne, l'efficacité de la ligne de transmission, la régulation et la limitation du flux de puissance pendant le transport et l'efficacité, la régulation et les limites de puissance en régime établi condition transitoire. Le tableau de comparaison de la ligne de transmission est présenté dans la figure ci-dessous. , [2]



La classification des lignes de Transmission

A) Ligne de transmission courte

Si la ligne n'est pas supérieure à 80 km ou si la tension n'est pas supérieure à 66 kV, elle est appelée ligne de transmission courte. La capacité de la ligne est régie par sa longueur. L'effet de la capacité sur la ligne de transmission courte est négligeable, mais pour les câbles où la distance entre le conducteur est faible, l'effet de la capacité ne peut être ignoré. Lors de l'étude des performances de la ligne de transmission courte, seule la résistance et l'inductance de la ligne sont calculées.

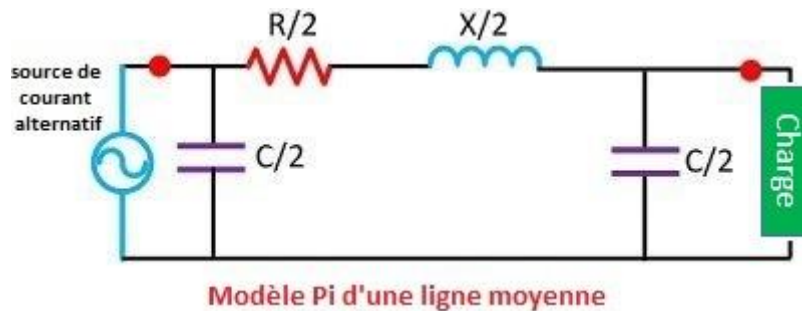


Ligne de transmission moyenne

La ligne, qui s'étend de 80 à 240 km, est appelée ligne de transmission moyenne. La capacité de la ligne de transmission moyenne ne peut être ignorée. La capacité de la ligne de transmission moyenne est considérée comme localisée en un ou plusieurs points des lignes. L'effet de la ligne est plus à haute fréquence, et leur inductance et capacité de fuite est considérée comme négligée. La ligne de transmission moyenne est subdivisée en modèle Pi et modèle T.

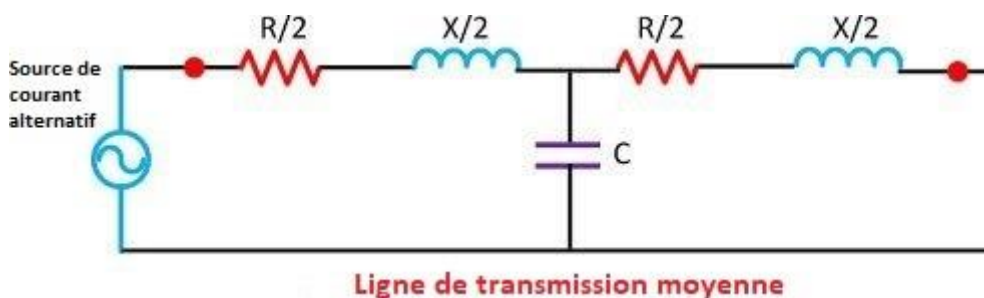
Modèle Pi d'une ligne de transmission moyenne

Dans le modèle Pi nominal, on suppose que la moitié de la capacité se concentre à chaque extrémité de la ligne.



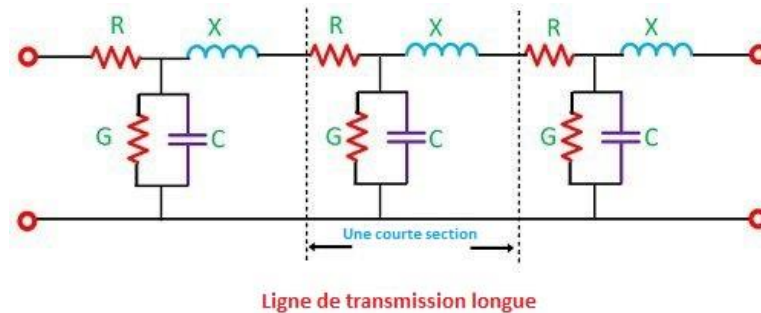
Modèle T de ligne de transmission moyenne :

Dans le modèle T, on suppose que la capacité est concentrée au centre de la ligne.



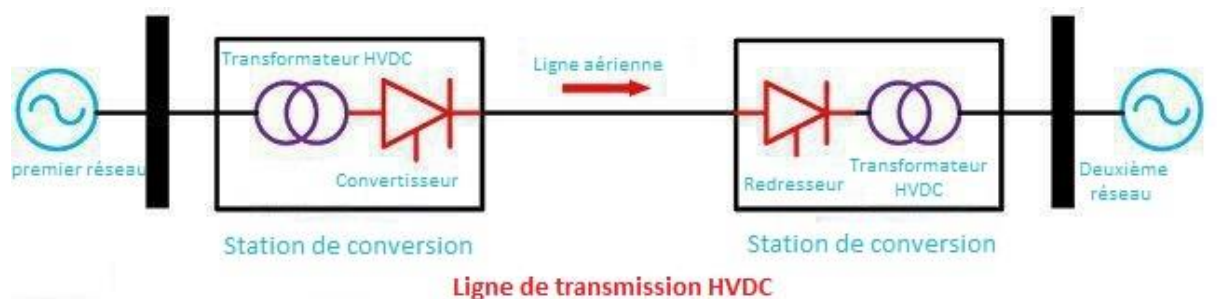
Ligne de transmission Longue :

La ligne ayant une longueur supérieure à 240 km est considérée comme une longue ligne de transmission. Les quatre paramètres (résistance, inductance, capacité et conductance de fuite) se sont révélés être répartis de manière égale sur toute la longueur de la ligne.



2. Ligne de transmission à courant continu :

La transmission CC est principalement utilisée pour la transmission de masse. Pour les transmissions longues distance, le CC est moins coûteux et présente de faibles pertes électriques. Le coût des systèmes de transmission à courant continu est plus élevé pour les lignes de transmission à courte distance, car il nécessite davantage d'équipements convertibles par rapport à un système à courant alternatif.



La station de conversion convertit le courant alternatif en courant continu du côté de l'envoi et le courant continu en courant alternatif du côté de la charge. L'un des principaux avantages du système à courant continu est qu'il permet la transmission de puissance entre deux systèmes à courant alternatif non synchronisés.

2.2 Réseaux de répartition :

Les réseaux de répartition ou réseaux Haute Tension ont pour rôle de répartir, au niveau régional, l'énergie issue du réseau de transport. Leur tension est supérieure à 63 kV selon les régions.

Ces réseaux sont, en grande part, constitués de lignes aériennes, dont chacune peut transiter plus de 60 MVA sur des distances de quelques dizaines de kilomètres. Leur structure est, soit

en boucle fermée, soit le plus souvent en boucle ouverte, mais peut aussi se terminer en antenne au niveau de certains postes de transformation.

En zone urbaine dense, ces réseaux peuvent être souterrains sur des longueurs n'excédant pas quelques kilomètres.

Ces réseaux alimentent d'une part les réseaux de distribution à travers des postes de transformation HT/MT et, d'autre part, les utilisateurs industriels dont la taille (supérieure à 60 MVA) nécessite un raccordement à cette tension.

- La tension est 90 kV ou 63 kV.
- Neutre à la terre par réactance ou transformateur de point neutre.
- Limitation courant neutre à 1500 A pour le 90 kV.
- Limitation courant neutre à 1000 A pour le 63 kV.
- Réseaux en boucle ouverte ou fermée. [1]

<u>Appellation normalisée</u>	<u>Ancienne appellation (toujours d'usage courant)</u>	<u>Niveau de tension usuel en France</u>
HT	Très haute tension(THT)	400 000 V – 225 000 V
	Haute tension(HT)	90 000 V-63000 V
MT	Moyenne tension (MT)	20 000V
BT	Basse tension (BT)	380/230 V

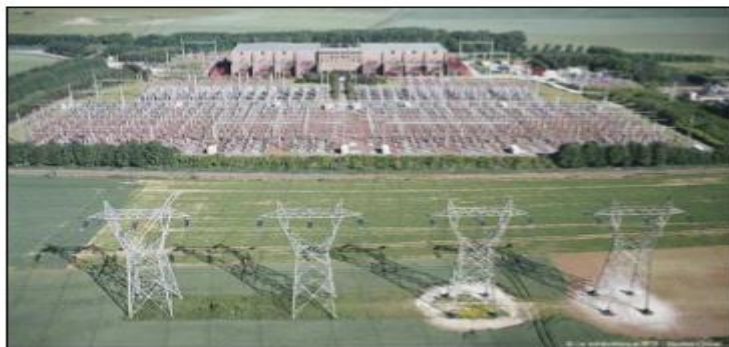


Figure I- 1 Station de conversion du courant alternatif-continu des Mandarins (Pas-de-Calais) pour l'interconnexion France/Royaume-Uni [3]

2 .3 Réseaux de distribution :

Les réseaux de distribution commencent à partir des tensions inférieures à 63 kV et des postes de transformation HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension jusqu'aux postes de répartition HTA/HTA. Le poste de transformation HTA/BTA constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique. [1]

2 .3 .a Réseaux de distribution à moyenne tension :

HTA (30 et 10 kV le plus répandu).

- Neutre à la terre par une résistance,
- Limitation à 300 A pour les réseaux aériens,
- Limitation à 1000 A pour les réseaux souterrains,
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.

2.3.b Réseaux de distribution à basse tension :

BTA (230 / 400 V),

- Neutre directement à la terre,
- Réseaux de type radial, maillés et bouclés.

3 Différentes structures du réseau électrique :

Il existe 3 structures basées sur les qualités de service :

3.1 Réseau à structure radiale :

C'est une structure ultra simple dont le schéma unifilaire est une arborescence, à l'origine se trouve un poste (HT/MT) relié à des réseaux de répartition constitués de postes (MT/BT) qui assure la distribution de l'énergie électrique [1].

Parmi les avantages de ce type de réseau c'est qu'il est extra simple à étudier et à construire, en cas de défaut il suffit d'ouvrir l'appareille de protection placé en tête de ligne, ainsi dans toutes les branches. L'énergie circule dans un sens bien défini, ce qui permet de protéger et de commander celle-ci d'une façon simple, donc par un matériel peut onéreux.

Toutefois, ce genre de réseau présent des lacunes, en effet il provoque une grande chute de tension comparativement à d'autres distributions. De plus, le réseau radial ne peut assurer une bonne continuité de service, du fait qu'un incident ou une coupure entraine la mise hors service du réseau sans aucune possibilité de réalimentation de secours.

3.2 Réseau à structure bouclée :

Une structure bouclée se distingue par l'existence d'un certain nombre de boucles fermées, contenant un nombre limité de sources.

L'avantage principal de ce type de réseau est qu'en cas de défaut d'un élément la continuité de service est toujours assurée, car la mise hors tension d'un tronçon bien défini n'entraine pas des surcharges inadmissibles pour les autres. Fait du rapport de charge est donc de fortes sections.

L'inconvénient de ce type de réseau est lié au coup de réalisation et de sa mise en œuvre qui est très importante sans compter le coup des protections.



Structure bouclée

3.3 Réseau à structure maillée :

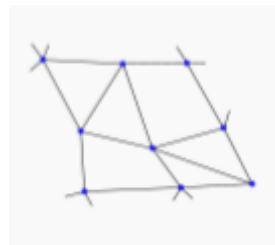
Les réseaux maillés sont des réseaux où les liaisons forment des boucles réalisant une structure semblable à la maille d'un filet.

Ce type de réseau présente l'avantage d'offrir d'une meilleure sécurité d'exploitation et une continuité de service pour les consommateurs, car en cas de défaut il suffit d'isoler le tronçon défectueux entre les deux nœuds.

Son inconvénient réside au niveau de l'étude de ce type de réseau qui est très complexe, aussi sa réalisation est plus coûteuse par rapport à d'autres types de réseaux électriques.

Remarque :

Les choix entre les différentes structures ne peuvent se faire qu'après une étude économique, tenant compte non seulement du prix de revient du réseau, mais aussi de la qualité de service qui pourra être assurée et des possibilités d'extension du réseau.



Structure maillée

4 Poste de transport :

4.1 Poste de transmission élévateur :

La sous-station de transmission élévatrice reçoit de l'électricité de la part d'une centrale voisine et utilise un grand transformateur de puissance pour augmenter la tension de transmission vers des sites distants. Un bus de transmission est utilisé pour distribuer de l'énergie électrique à une ou plusieurs lignes de transmission. Il peut également y avoir un robinet sur l'alimentation électrique entrante provenant de la centrale afin de fournir de l'énergie électrique pour faire fonctionner les équipements de la centrale [4].

Une sous-station peut avoir des disjoncteurs qui sont utilisés pour commuter les circuits de production et de transmission et les mettre hors service si nécessaire ou en cas d'urgence nécessitant l'arrêt du courant d'un circuit ou la redirection du courant.

Les tensions spécifiques sortant d'un poste de transmission élévateur sont déterminées par les besoins du client en matière d'alimentation électrique et par les exigences de toute connexion aux réseaux régionaux. Les tensions typiques sont:

Haute tension HT :	69 kV, 115 kV, 138 kV, 161 kV, 230 kV
Très haute tension (THT) :	345 kV, 500 kV, 765 kV
Ultra haute tension (UHV) :	1100 kV, 1500 kV
Haute tension continue (dc HV):	± 250 kV, ± 400 kV, ± 500 kV

La tension continue est une polarité positive ou négative. Une ligne à courant continu a deux conducteurs, donc l'un serait positif et l'autre négatif.



Figure I- 2 Sous-station de transmission alternative améliorée



Figure I- 3 Sous-station de transport éleveur vers les lignes de transport alternatif

4.2 Poste de transmission abaisseur :

Les sous-stations de transport abaisseur sont situées à des points de commutation dans un réseau électrique. Ils connectent différentes parties d'un réseau et constituent une source pour les lignes de sous-transmission ou les lignes de distribution. La sous-station abaisseur peut transformer la tension de transmission en une tension de sous-transmission, généralement 69 kV. Les lignes de tension de sous-transmission peuvent alors servir de source aux sous-stations de distribution. Parfois, la ligne de sous-transmission utilise l'alimentation pour l'utiliser dans une installation industrielle en cours de route. Sinon, le courant est acheminé vers un poste de distribution.



Figure I- 4 Sous-station de transmission abaisseur



Figure I- 5 Transformateur de puissance abaisseur

4.3 Poste de distribution :

Les sous - stations de distribution sont situées à proximité des utilisateurs finaux. Les transformateurs de sous-stations de distribution modifient la tension de transmission ou de sous-transmission à des niveaux inférieurs pour une utilisation par les utilisateurs finaux. Les tensions de distribution typiques varient de 34 500 Y / 19 920 volts à 4 160 Y / 2400 volts.

34.500Y / 19.920 volts est interprété comme un circuit triphasé avec une source neutre mise à la terre. Cela comporterait trois conducteurs ou fils haute tension et un conducteur neutre mis à la terre, soit un total de quatre fils. La tension entre les conducteurs ou les fils triphasés serait de 34 500 volts et la tension entre un conducteur de phase et la masse du neutre serait de 19 920 volts.

De là, l'électricité est distribuée aux clients industriels, commerciaux et résidentiels.



Figure I- 6 Sous station de distribution



Figure I- 7 : Poste de Distribution



Figure I- 8: Poste de Distribution



Figure I- 9: Sous-Station de Distribution

4.4 Poste Souterraine de distribution :

Les sous - stations de distribution souterraines sont également situées à proximité des utilisateurs finaux. Les transformateurs de sous-stations de distribution modifient la tension de sous-transmission à des niveaux inférieurs pour une utilisation par les utilisateurs finaux. Les tensions de distribution typiques varient de 34 500 V / 19 920 volts à 4 160 V / 2400 volts.

Un système souterrain peut comprendre les éléments suivants :

- Les conduits
- Trous d'intervention humaine
- Câbles souterrains haute tension
- Sous station de distribution Souterraine
- La cave
- Transformateurs

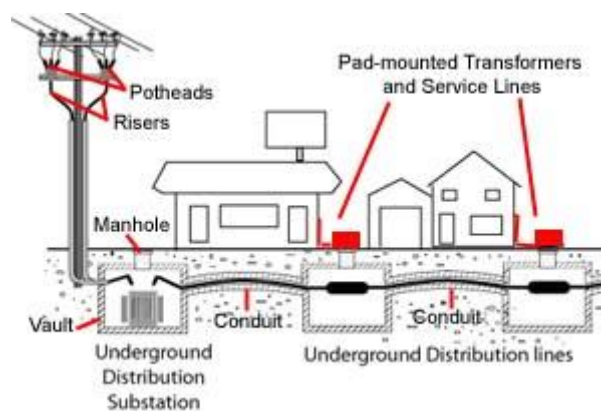


Figure I- 10 Sous-Station de distribution souterraine

De là, l'électricité est distribuée aux clients industriels, commerciaux et résidentiels.

4.5 Poste de collecte :

Une sous-station de collecte fonctionne avec des projets qui collectent de l'énergie à partir de nombreuses petites sources d'énergie. Alors que la sous-station de collecte ressemble à la sous-station de distribution, son flux d'énergie fonctionne dans le sens opposé : elle collecte l'énergie et alimente un réseau de transport. La sous-station de collecte est également capable de collecter de l'énergie thermique et hydroélectrique, ce qui en fait un emplacement à proximité d'une centrale électrique est un moyen efficace de générer de l'énergie.

Dans des projets particuliers tels que les parcs éoliens, les centrales solaires ou les centrales hydroélectriques, un poste de collecte est installé.

Le but est similaire au poste de distribution, mais ils sont utilisés pour augmenter la tension de différentes turbines au système de réseau de transport.

4.6 Poste de conversion :

Les sous-stations de conversion peuvent être associées à des installations de conversion HVDC, à un courant de traction ou à des réseaux interconnectés non synchrones. Ces stations contiennent des dispositifs électroniques de puissance permettant de modifier la fréquence du

courant ou de passer de l'alternance au courant continu ou inversement. Auparavant, les convertisseurs rotatifs changeaient de fréquence pour interconnecter deux systèmes. De nos jours, de telles sous-stations sont rares.

4.7 Station de commutation :

Un poste de commutation est une sous-station sans transformateur qui fonctionne uniquement à un seul niveau de tension. Les stations de commutation sont parfois utilisées comme stations de collecte et de distribution. Parfois, ils sont utilisés pour commuter le courant sur des lignes de secours ou pour mettre en parallèle des circuits en cas de défaillance. Les stations de commutation pour la ligne de transmission HVDC Inga – Shaba en sont un exemple.

Un poste de commutation peut également être appelé poste de commutation, et ceux-ci sont généralement situés directement à proximité d'une centrale. Dans ce cas, les groupes électrogènes de la centrale électrique alimentent le parc en bus électrifiés situés d'un côté du parc, tandis que les lignes de transmission sont alimentées par un bus d'alimentation situé de l'autre côté du parc.

Une fonction importante remplie par une sous-station est la commutation, qui consiste à connecter et à déconnecter des lignes de transmission ou d'autres composants en provenance et à destination du système. Les événements de commutation peuvent être planifiés ou non. Une ligne de transmission ou un autre composant peut nécessiter une mise hors tension pour des raisons de maintenance ou de construction neuve, par exemple, l'ajout ou la suppression d'une ligne de transmission ou d'un transformateur. Pour maintenir la fiabilité des approvisionnements, les entreprises cherchent à maintenir le système en marche tout en effectuant la maintenance. Tous les travaux à effectuer, des tests de routine à l'ajout de postes entièrement nouveaux, doivent être effectués tout en maintenant le système en fonctionnement.

4.8 Sous –Station Ferroviaire :

Les sous-stations de traction sont utilisées pour convertir le courant électrique fourni par le service public d'électricité (ou le réseau de l'opérateur ferroviaire) en un format permettant de fournir de l'énergie à un système ferroviaire (via un troisième rail ou une ligne aérienne). Selon le type de système ferroviaire, cette puissance serait soit en courant continu (courant continu), soit en courant alternatif (courant alternatif).

Pour les systèmes à courant continu, l'équipement de base de la sous-station de traction sera constitué des transformateurs et des redresseurs à utiliser pour convertir le réseau de distribution en courant continu. Les redresseurs ont 6, 12 ou 24 impulsions. De plus, la sous-station de traction à courant continu contiendra des disjoncteurs pour garantir la protection adéquate du système et des dispositifs de commutation permettant son fonctionnement et sa maintenance.



Pour les systèmes à courant alternatif, l'équipement de base de la sous-station de traction sera constitué de transformateurs raccordés au réseau électrique triphasé afin de le convertir en une tension monophasée adaptée au système d'électrification ferroviaire utilisé. De nouveau, des disjoncteurs et des dispositifs de commutation seront fournis pour assurer une protection et un fonctionnement adéquats du système et permettre sa maintenance.

5 Classification des sous-stations :

La sous-station [5] est le moyen de transférer l'énergie du groupe de production au consommateur. Il consiste en différents types d'équipements tels que transformateur, générateur, câble d'alimentation facilitant la transmission de l'énergie. La production, le transport et la distribution constituent le travail principal de la sous-station.

La sous-station qui génère l'énergie est appelée sous-station de production. De même, la sous-station de transport transmet l'électricité et les sous-stations de distribution distribuent l'énergie à la charge. Les sous-catégories des sous-stations électriques sont expliquées ci-dessous.

Elles peuvent être classées de nombreuses manières, telles que par la nature des tâches, la tension de service rendue, l'importance et la conception.

5.1 Classification des postes par nature des tâches

La classification de la sous-station en fonction de la nature des tâches est expliquée ci-dessous en détail.

Sous-stations élévatrices ou principales - Ces types de sous-stations génèrent une basse tension telle que 3,3, 6,6, 11 ou 33 kV. Cette tension est augmentée à l'aide d'un transformateur élévateur pour transmettre la puissance sur de grandes distances. Il est situé près de la sous-station de production

Sous-stations de réseau primaire - Cette sous-station abaisse la valeur des tensions augmentées en primaires. La sortie de la sous-station de réseau primaire sert d'entrée aux

sous-stations secondaires. La sous-station secondaire est utilisée pour réduire la tension d'entrée et la réduire davantage pour une transmission ultérieure.

Sous-stations d'abattage ou de distribution - Cette sous-station est placée près du centre de charge où la distribution principale est réduite pour le sous-transport. Le transformateur de distribution secondaire alimente le consommateur via la ligne de service

5.2 Classification par tension de service rendu

Sous-stations de transformateur - Dans ce type de sous-station, des transformateurs sont installés pour transformer le niveau de puissance d'un niveau de tension à un autre, selon les besoins.

Sous-stations de commutation - Les sous-stations utilisées pour commuter la ligne d'alimentation sans perturber la tension sont appelées sous-stations de commutation. Ce type de sous-stations est placé entre la ligne de transmission.

Conversion de sous-stations - Dans de tels types de sous-stations, le courant alternatif est converti en courant continu ou inversement, ou il peut convertir les hautes fréquences en fréquences plus basses ou inversement.

5.3 Classification des sous-stations en fonction de la tension de fonctionnement

Les sous-stations, en fonction de la tension de fonctionnement, peuvent être classées comme

Sous-stations haute tension (sous-stations HT) - Tensions impliquant entre 11 KV et 66 KV.

Sous-stations à très haute tension - Tensions impliquant entre 132 kV et 400 kV.

Ultra Haute Tension - Tension de fonctionnement supérieure à 400 KV.

5.4 Classifications des postes par importance

Sous-stations de réseau - Cette sous-station est utilisée pour transférer l'énergie en bloc d'un point à un autre. En cas de défaillance de la sous-station, la continuité de l'ensemble de l'alimentation en est affectée.

Postes de ville - Ces postes abaissent la tension à 33/11 kV pour une meilleure distribution dans les villes. En cas de défaillance de cette sous-station, l'alimentation de toute la ville est bloquée.

5.5 Classification des sous-stations par conception

Sous-stations de type intérieur - Dans ce type de sous-stations, l'appareil est installé dans le bâtiment de la sous-station. Ce type de sous-stations est généralement utilisé pour des tensions jusqu'à 11 KV, mais peut être augmenté pour des tensions de 33 KV ou 66 KV lorsque l'air environnant est pollué par de la poussière, des fumées ou des gaz, etc.

Sous-stations d'extérieur - Ces sous-stations sont subdivisées en deux catégories

Postes montés sur pôles - Ces sous-stations sont construites pour les distributions de pouvoir dans les localités. Des structures monopôles ou à pôle H et à 4 pôles avec des plates-formes appropriées fonctionnent pour des transformateurs d'une capacité allant jusqu'à 25 KVA, 125 KVA et plus de 125 KVA.

Sous-stations montées sur des fondations - Ces types de sous-stations sont utilisées pour monter les transformateurs d'une capacité de 33 000 volts ou plus.

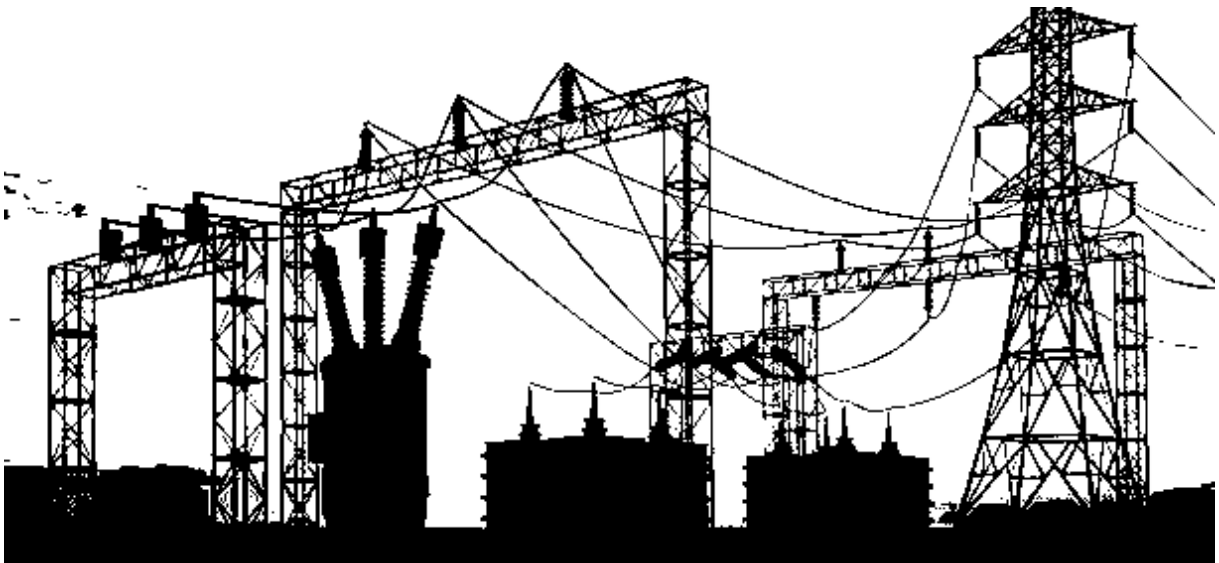
6 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons eu a évoqué une bref généralité sur les réseaux électriques étant donné qu'on ne peut introduire les postes de transformations sans passer par cela.

Après on s'est accentué sur la classification des lignes de transmission qui est primordial dans les réseaux de transports et ensuite une aperçue sur les cinq (5) grandes types de postes pour en terminer avec la classification des sous station.

Ce chapitre nous a permis d'avoir une idée claire sur les postes de transformation et leurs classifications. Cela nous permettra d'entamer notre deuxième chapitre qui se focalisera sur la description d'un poste et les éléments qui s'y trouvent.

Chapitre 2 : Description des éléments d'une sous-station électrique



1 Introduction :

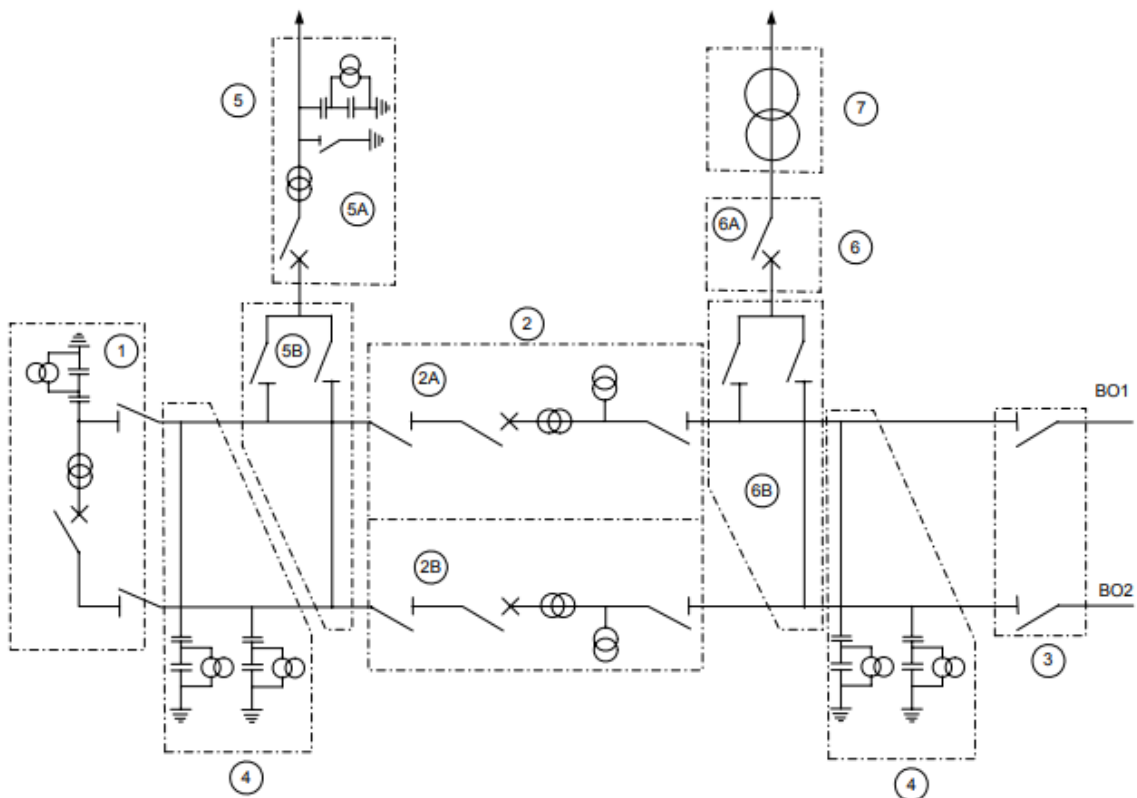
Les postes sont des lieux où se réalisent des connections entre des liaisons différentes. On désigne ici par le terme liaison, les branches du réseau qu'elles soient constituées chacune par une ligne aérienne, un câble souterrain ou même un transformateur (ou même éventuellement un convertisseur alternatif/continu) [6].

Pour le transfert de l'énergie électrique d'une unité de production à une unité de distribution, différents types d'équipements électriques sont nécessaires. Les équipements tels que les barres omnibus, l'isolateur, le transformateur d'alimentation, etc., sont assemblés dans la sous-station électrique par laquelle les consommateurs sont alimentés. Les principaux équipements requis pour les installations de sous-station sont expliqués ci-dessous en détail :

2 Schéma type :

Un poste est constitué d'une multitude d'éléments.

A titre d'illustration, un schéma type avec ces différents éléments est donné ci-dessous.



BO	Jeux de barre
1	Couplage
2	2A Tronçonnement de barres BO1
	2B Tronçonnement de barres BO2
3	Sectionnement de barres
4	Contrôle barres
5	Cellule ligne
	5A – Tête de cellule
	5B – Aiguillage sur les jeux de barres
6	Cellule raccordement transformateur
	6A – Tête de cellule
	6B – Aiguillage sur les jeux de barres
7	Banc de transformation

Tableau pour la nomination des différents éléments.

3 Les différents éléments constitutifs d'un poste HT/MT :

Les postes de livraison HT/MT sont constitués de différents équipements comme [7] :

3.1 Le Jeu de Barres :

Un jeu de barres est un ouvrage électrique triphasé régnant sur la longueur du poste. Il permet de relier entre eux les départs de même tension qui y aboutit. Un poste électrique peut être doté de un, deux, voire trois jeux de barres pour une tension donnée.

Lorsque le défaut survient dans le jeu de barres, tous les équipements de circuit connectés à cette section doivent être déclenchés pour assurer une isolation complète dans les plus brefs délais, par ex. (60ms) afin d'éviter tout dommage à l'installation dû au chauffage des conducteurs.



Figure II- 1 Jeu de barre HT

3.2 Les cellules de Couplage des Barres

Ils permettent de relier entre eux deux quelconques des jeux de barres du poste ou deux de leurs sections ou tronçons disposés du même côté d'un sectionnement ou d'un tronçonnement de barres s'il en existe un. Leur équipement comprend un disjoncteur, les sectionneurs d'aiguillage sur les différents jeux de barres et des réducteurs de mesures. , [7]

3.3 Les Sections de Barres :

Lorsqu'un jeu de barres peut être partagé en plusieurs parties par sectionneurs ou par disjoncteurs, on appelle : "Section de barres". Une partie d'un jeu de barres comprise entre 2 sectionneurs, entre un sectionneur et une extrémité de barres, ou entre un sectionneur et un disjoncteur ou interrupteur de tronçonnement, "Tronçon de barres" une partie d'un jeu de barres comprise entre 2 disjoncteurs de tronçonnement, ou entre un disjoncteur de tronçonnement et une extrémité de barres. Le tronçonnement permet de réaliser autant de sommets d'exploitation qu'il y a de tronçons de jeux de barres délimités par des disjoncteurs. Les sectionnements se composent uniquement d'un sectionneur et permettent d'obtenir autant de sommets qu'il y a de sections. [7]

3.4 Les Cellules de Ligne :

Pour lesquelles on distingue :

La tête de cellule qui regroupe les équipements de contrôle, de protection, de coupure, d'isolement et de mise à la terre de la ligne : transformateurs de mesure courant et tension, disjoncteur, éventuel sectionneur d'isolement à coupure visible et de mise à la terre de la ligne.

La partie aiguillage qui permet de connecter la tête de cellule à l'un ou l'autre des jeux de barres du poste. Elle ne comporte, comme appareillage, que les sectionneurs qui permettent d'effectuer les manœuvres de raccordement désirées.

3.5 Les Cellules de Raccordement :

Des Transformateurs de Puissance Qui diffèrent des cellules de lignes par la suppression :

- Du sectionneur d'isolement du banc de transformation dont la fonction de "coupure visible" est assurée par les sectionneurs d'aiguillage encadrants proches.
- Et, le cas échéant, des transformateurs de mesure courant et tension qui ne sont installés, en l'absence de protection de débouclage ou de jeux de barres, que sur l'enroulement de plus faible tension du transformateur de puissance.

3.6 Le Banc de Transformation :

Proprement dit comprend, outre le transformateur ou l'autotransformateur de puissance et ses accessoires :

- L'appareillage annexe : parafoudres de phases, inductance de neutre, parafoudre de neutre, associé à des transformateurs de mesure de courant et tension, transformateur de protection de cuve, transformateur de point neutre.
- Les installations HTA raccordées à son enroulement tertiaire : transformateur de soutirage pour l'alimentation des aéroréfrigérants et, le cas échéant, des services auxiliaires du poste, ainsi qu'éventuellement, les équipements de compensation de l'énergie réactive.

- Les liaisons primaire et secondaire

3.7 La Liaison Omnibus :

Qui permet de relier deux quelconques tronçons de jeux de barres disposés de part et d'autre d'un tronçonnement de barres. Elle comporte un disjoncteur et les sectionneurs d'aiguillage sur tous les tronçons de jeux de barres déterminés par le tronçonnement correspondant, ainsi que les transformateurs de mesure nécessaires pour l'alimentation des protections.

Les caractéristiques des différents éléments et cellules, comme définis ci-dessus, découlent :

- De la disposition choisie, pour les conditions d'implantation des matériels et connexions.
- Du schéma et du rôle dans le réseau pour le choix du calibre des différents éléments (appareillage et conducteurs).
- Des conditions d'exploitation et de protection, pour les équipements BT de contrôle commande, protection et signalisation. [7]

3.8 Parafoudre

Le parafoudre est le premier membre des sous-stations électriques. Il protège l'équipement de la sous-station contre les hautes tensions transitoires et limite également la durée et l'amplitude du flux de courant. Le parafoudre est connecté entre la ligne et la terre, c'est-à-dire en parallèle avec les équipements sous protection au niveau de la sous-station. Le parafoudre dévie le courant des surtensions vers la terre et protège ainsi l'isolation et le conducteur du système des dommages. Les parafoudres sont de plusieurs types et ils sont classés en fonction des tâches qu'ils exercent.

3.9 Transformateur de puissance

Les transformateurs de puissance servent à augmenter la tension pour le transport dans la centrale et à réduire la tension pour une distribution ultérieure aux sous-stations de transformation abaisseur principale. Des transformateurs triphasés à deux enroulements et triphasés de type immergé dans l'huile, généralement refroidis naturellement sont utilisés pour une puissance nominale jusqu'à 10 MVA. Les transformateurs de calibre supérieur à 10 MVA sont généralement refroidis à l'air. Pour une note très élevée, la force huile, le refroidissement à l'eau et le refroidissement à l'air peuvent être utilisés.

Ce type de transformateur fonctionne à pleine charge et est déconnecté à des heures de charge réduite. Les transformateurs de puissance sont disposés en banques et peuvent être lancés en parallèle avec d'autres unités. Ainsi, l'efficacité du transformateur de puissance est maximale à pleine charge (c'est-à-dire avec un rapport de perte entre fer et perte de cuivre à pleine charge de 1: 1).



Figure II- 2 : Schéma d'un transformateur de Puissance

3.10 Transformateur d'Instrument

Le transformateur d'instrument est utilisé pour réduire les hautes tensions et courants à une valeur sûre et pratique pouvant être mesurée par des instruments conventionnels (la plage est normalement de 1A ou 5A pour le courant et de 110 V pour la tension). Il est également utilisé pour actionner le relais de protection de type AC en fournissant le courant et la tension par le transformateur de courant et de potentiel. Les transformateurs d'instruments sont classés en deux types

- [Transformateur de courant](#) - Un transformateur de courant est un dispositif permettant de transformer le courant d'une valeur supérieure à une valeur inférieure. Il est utilisé en parallèle avec des instruments à courant alternatif, des compteurs ou des appareils de contrôle, de sorte que le compteur ou la bobine d'instruments ne peut pas être fabriqué de manière appropriée avec une capacité de transport de courant suffisante.

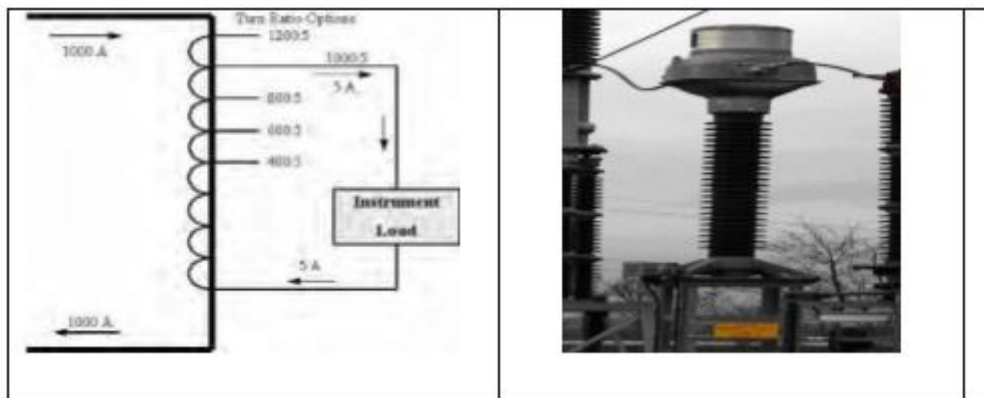


Figure II-3 : Schéma d'un Transformateur de Courant.

- [Transformateur de tension](#) - Un transformateur de tension peut être défini comme un transformateur d'instrument pour la transformation de tension d'une valeur supérieure à une valeur inférieure.



Figure II-4 : Schéma d'un Transformateur de tension

3 .11Trappeur de vagues

Il est placé sur les lignes entrantes pour capter l'onde haute fréquence. L'onde haute fréquence provenant de la sous-station distante perturbe les ondes de tension et de courant. Le piège à ondes déclenche l'onde haute fréquence et la redirige vers le panneau de télécommunication.

3 .12Isolateur

C'est un type de commutateur qui est utilisé uniquement pour isoler le circuit lorsque le courant a seulement été interrompu. L'isolateur est appelé commutateurs déconnectés et fonctionne sans charge. Ils ne sont pas équipés de dispositifs d'extinction d'arc. Ils n'ont pas de capacité de coupure de courant ni de capacité de production de courant spécifiées. Dans certains cas, il est utilisé pour interrompre le courant de charge de la ligne de transmission. [8]

3 .13Disjoncteur

Le disjoncteur est un type de commutateur électrique utilisé pour ouvrir ou fermer un circuit électrique chaque fois que des défauts surviennent dans le système. Il est constitué de deux contacts mobiles normalement fermés. Chaque fois que le défaut survient dans le système, le relais envoie la commande de déclenchement au disjoncteur et leurs contacts sont donc séparés. Ainsi, le problème survient dans le système devient clair.

3 .14Batteries

Dans les centrales électriques et les sous-stations de grande capacité, les circuits de fonctionnement et de contrôle automatique, le système de relais de protection, ainsi que les circuits d'éclairage de secours, sont alimentés par des batteries de centrale. La batterie de la station est assemblée avec un certain nombre de cellules d'accumulateur, en fonction de la tension de fonctionnement du circuit à courant continu respectif.

Les accumulateurs sont de deux types : accumulateur au plomb et accumulateur acide-alcalin. Les batteries au plomb sont le plus souvent utilisées dans les centrales électriques et les sous-stations car leur tension est élevée et leur tension basse très économique Banque de condensateur

La batterie de condensateurs est composée de condensateurs connectés en série ou en parallèle. Il stockait l'énergie électrique sous forme de charges électriques. La batterie de condensateurs absorbe le courant principal, ce qui augmente le facteur de puissance du réseau et augmente également la capacité de transfert de puissance du système.

3 .15 Poste de départ

Les installations de commutation, les transformateurs, les disjoncteurs et les interrupteurs permettent de connecter et de déconnecter les transformateurs et les disjoncteurs. Il dispose également de parafoudres pour la protection de la centrale contre les coups de foudre.

3 .16 Instruments d'indication et de mesure

Ampèremètres, voltmètres, wattmètres, compteurs kWh, compteurs KVARH, compteurs de facteur de puissance Les voltmètres réactifs sont installés dans des sous-stations afin de contrôler et de surveiller le courant circulant dans les circuits et les charges.

3 .17 Équipement à courant porteur

Cet équipement est installé dans les sous-stations pour la communication, le relais, le télémètre ou le contrôle. L'équipement est monté de manière appropriée dans une pièce appelée pièce de transport et connecté au circuit d'alimentation haute tension.

3 .18 Relais

Il protège le composant du système d'alimentation contre les conditions anormales telles que les défauts. Le relais est un dispositif de détection qui détecte le défaut, puis détermine son emplacement et envoie enfin des commandes de déclenchement au circuit. Après avoir reçu la commande du relais, le disjoncteur déconnecte l'élément défaillant. Les relais protègent le matériel des dommages et, partant, des risques ultérieurs tels que le feu, le risque de mort sont réduits en enlevant la section particulièrement défaillante.

3 .19 Isolant

Il est utilisé dans les centrales électriques et les sous-stations pour réparer et isoler les systèmes de barres omnibus. Ils peuvent être subdivisés en types post et bague. Un poteau isolant est constitué de corps en porcelaine et leur capuchon est en fonte. Il est directement boulonné au jeu de barres au moyen de colliers de serrage. Un isolant traversant est constitué d'un corps en coquille de porcelaine et de l'avis de repérage supérieur et inférieur utilisés pour fixer la position d'une barre dans une coquille.

3 .20 Disjoncteurs :

Le disjoncteur est un appareil qui peut interrompre des courants importants, qu'il s'agit du courant normal ou des courants de défauts. Il peut donc être utilisé comme un gros interrupteur, commandé sur place par un bouton poussoir ou télécommandé. De plus, le disjoncteur ouvre un circuit automatiquement dès que le courant qui le traverse dépasse une valeur prédéterminée. Quand il sert à interrompre les forts courant de court – circuit, il joue le même rôle qu'un fusible, mais il a un fonctionnement plus sûr pas besoin de le remplacer après chaque interruption. (Figure A, B)



Figure II-4.1 : Deux disjoncteurs au SF6



Figure II-4.2 : Disjoncteurs à bain d'huile

Les disjoncteurs les plus répandus sont :

Les disjoncteurs à air comprimé, les disjoncteurs à vide, les disjoncteurs à l'huile et les disjoncteurs au SF6

Dans les disjoncteurs à gaz, le courant est coupé lorsqu'un soufflage suffisant est exercé sur l'arc électrique pour le refroidir et l'interrompre.

3.21 Interrupteurs à cornes :

Les interrupteurs à cornes sont des appareils qui peuvent couper les faibles courants des lignes de transport, mais qui ne peuvent pas interrompre les courants de charge normaux (figure ci-dessous).

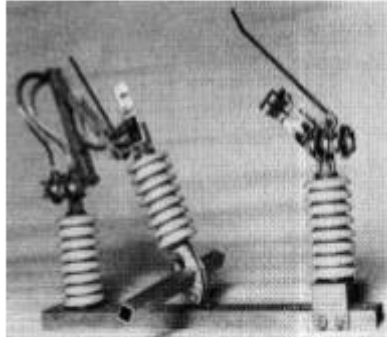


Figure II- 5 : Schéma d'un Interrupteur à cornes

3.22 Sectionneurs :

Les sectionneurs sont des appareils destinés à ouvrir ou fermer un circuit électrique à vide, ne possèdent aucun pouvoir de coupure, ils ne permettent d'ouvrir un circuit qu'en l'absence de tout courant, contrairement aux interrupteurs à cornes (Figure ci-dessous). La fonction principale d'un sectionneur haute tension est de pouvoir séparer un élément d'un réseau électrique (ligne à haute tension, transformateur, portion de poste électrique, ...) afin de permettre à un opérateur d'effectuer une opération de maintenance sur cet élément sans risque de choc électrique.



Figure II- 6.1 : Sectionneur

3 .23 Sectionneur de mise à la terre :

Les sectionneurs de mise à la terre sont des interrupteurs de sécurité qui isolent un circuit et qui grâce à leur mise à la terre empêchent l'apparition de toute tension sur une ligne pendant les réparations.

C'est également un organe de sécurité qui complète le sectionneur en dérivant vers la terre de façon sûre, tout courant qui pourrait naître dans le conducteur qu'il protège. (Figure ci-dessous).



Figure II- 6.2 : Sectionneur de mise à la terre

3 .24 Parafoudres :

Le parafoudre est un appareil de protection électronique qui se comporte comme une impédance variable en fonction de la tension à ses bornes :

- en fonctionnement normal (pas de coup de foudre) le parafoudre est vu comme un circuit ouvert par le reste de l'installation (tension nominale du réseau aux bornes du parafoudre (impédance infinie).
- au moment du coup de foudre, le parafoudre devient passant (augmentation importante et rapide de la tension ; impédance nulle). Le rôle du parafoudre est alors double :
 - écouler la surintensité (sans qu'elle traverse les récepteurs)
 - limiter la surtension (afin de ne pas "claquer" les récepteurs).

La tendance actuelle est vers les parafoudres à oxyde de zinc qui possèdent des performances meilleures. Les parafoudres à oxydes métalliques sans éclateurs emploient, en tant que partie active, une varistance céramique composée, pour la plus grande partie, d'oxyde de zinc (ZnO). Ils sont caractérisés par :

Courant de décharge d'un parafoudre

Onde de courant écoulee par le parafoudre après amorçage des éclateurs série.

Courant de suite d'un parafoudre

Courant à fréquence industrielle débité par le réseau et écoulé par le parafoudre après le passage du courant de décharge.

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît entre les bornes d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge. [1]

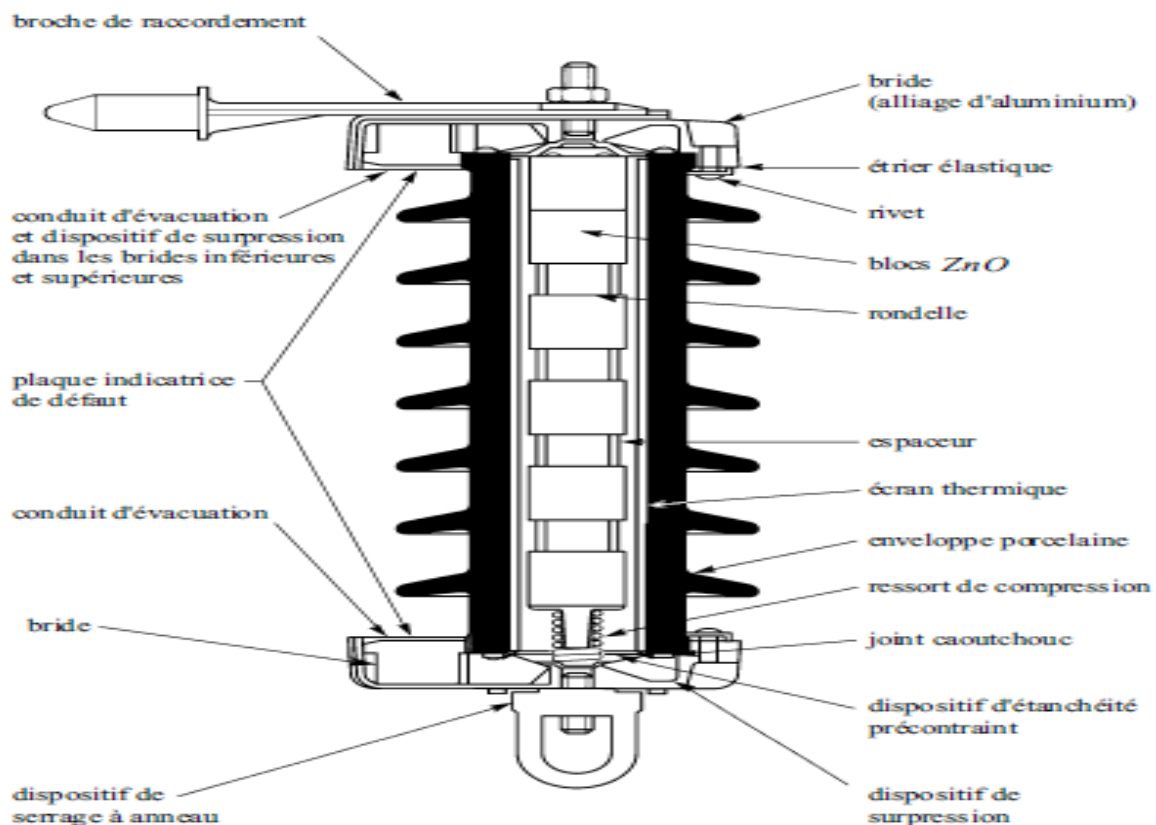




Figure II-7 : Parafoudre

3 .25 Les fusibles :

Il est utilisé soit directement comme un dispositif de coupure soit indirectement connecté au circuit secondaire d'un transformateur de courant, avec un contact de fusion donnant un ordre de déclenchement au disjoncteur. L'inconvénient majeur de ces dispositifs réside dans le fait qu'ils sont endommagés par les défauts et qu'ils ont une faible sensibilité.

- L'exploitation doit disposer d'un grand nombre de fusibles de recharge pour les différents calibres. La grande variété de réseaux électrique impose des modèles de fusibles de différentes natures selon l'application.

3 .26 Circuit bouchon haute tension :

Les circuits bouchons sont utilisés dans les réseaux de transport et de distribution. Les circuits bouchons sont des composants clés des systèmes de courant porteurs en ligne (CPL), utilisés pour les signaux de télécommande, les communications vocales, la télémetrie et la télé conduite entre les postes d'un réseau électrique. (Figure ci-dessous).



Figure II- 8: Photo réelle de circuit bouchon

3.27 Les éclateurs :

L'éclateur est un dispositif simple constitué de deux électrodes, la première reliée au conducteur à protéger, la deuxième reliée à la terre.

A l'endroit où il est installé dans le réseau, l'éclateur représente un point faible pour l'écoulement des surtensions à la terre et protège ainsi le matériel.

La tension d'amorçage de l'éclateur est réglée en agissant sur la distance dans l'air entre les électrodes, de façon à obtenir une marge entre la tenue au choc du matériel à protéger et la tension d'amorçage au choc de l'éclateur (voir fig. 5-5). Par exemple, $B = 40 \text{ mm}$ sur 20 kV .

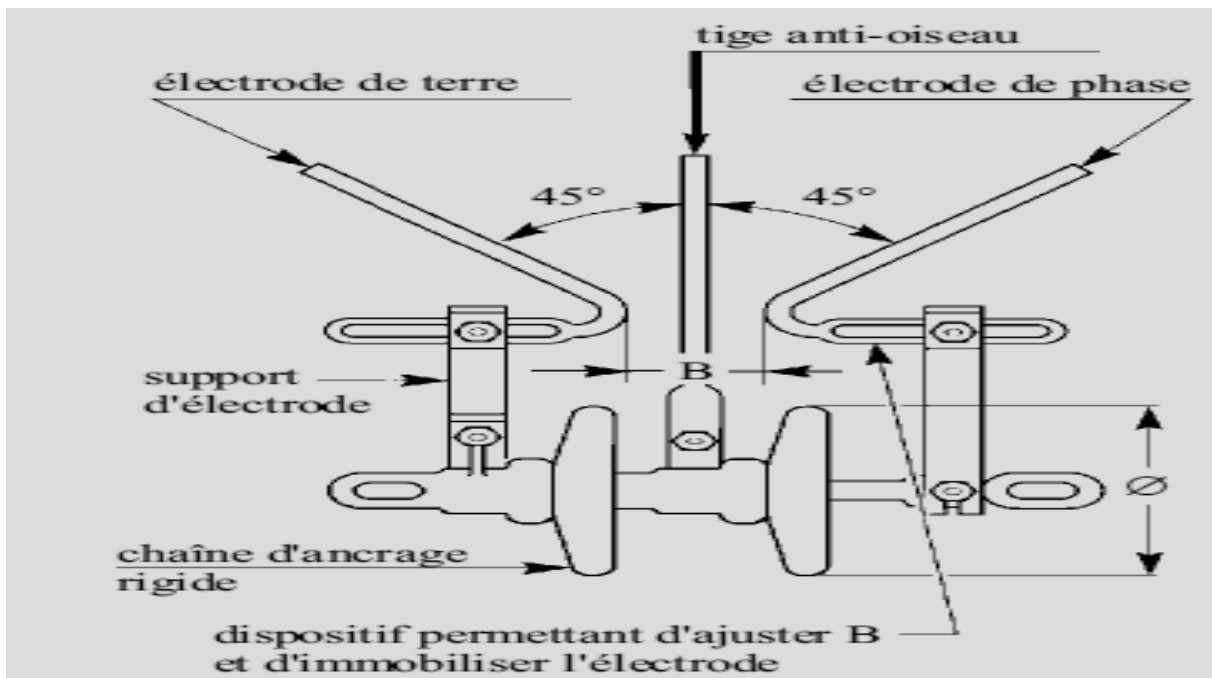


Figure II -9 : éclateur MT avec tige anti-oiseaux

■ Avantages

Les principaux avantages des éclateurs sont :

- leur faible prix
- leur simplicité
- la possibilité de réglage de la tension d'amorçage.

■ Inconvénients

- les caractéristiques d'amorçage de l'éclateur sont très variables (jusqu'à 40 %) en fonction des conditions atmosphériques (température, humidité, pression) qui modifient l'ionisation du milieu diélectrique (l'air) entre les électrodes.
- le niveau d'amorçage dépend de la valeur de la surtension.
- l'amorçage de l'éclateur provoque un court-circuit phase-terre à fréquence industrielle en raison du maintien de l'arc, celui-ci dure jusqu'à son élimination par les appareils

de coupure (ce court-circuit s'appelle courant de suite). Cela rend nécessaire l'installation de disjoncteurs shunt ou de dispositifs de réenclenchement rapide sur les disjoncteurs situés en amont. De ce fait, les éclateurs sont inadaptés à la protection d'une installation contre les surtensions de manœuvre.

- l'amorçage provoqué par une surtension à front raide n'est pas instantané. En raison de ce retard à l'amorçage, la tension réellement atteinte dans le réseau est supérieure au niveau de protection choisi. Pour tenir compte de ce phénomène, il est nécessaire d'étudier les courbes tension-temps de l'éclateur.
- l'amorçage provoque l'apparition d'une onde coupée à front raide susceptible d'endommager les enroulements des transformateurs ou des moteurs situés à proximité.

Encore en place sur certains réseaux de distribution publique, les éclateurs sont actuellement remplacés par des parafoudres.

4 L'Écoulement des courants de foudre :

Les courants de foudre dans les postes peuvent provenir, soit de coups de foudre directs ou indirects sur les installations, soit de coups de foudre sur les lignes qui y aboutissent.

Dans la plupart des cas le courant de foudre est suivi d'un courant de défaut à 50 Hz dû au contournement des isolateurs.

Par conséquent, le dispositif de protection contre la foudre doit être relié à une prise de terre très peu inductive capable d'écouler de très grandes intensités pendant un temps très court (le courant de foudre est assimilable à une onde à front raide), ce circuit de terre devant aussi pouvoir écouler les courants de défauts à 50 Hz.

Dans les postes, le réseau général de terre doit comporter des dimensions suffisantes et un maillage assez développé pour jouer le rôle de cette prise de terre.

Le dispositif de protection contre la foudre (parafoudres ou éclateurs) est donc relié au réseau général de terre du poste par l'intermédiaire des charpentes ou d'un conducteur de terre spécifique, qui doivent être dimensionnés pour écouler les courants de défaut à 50 Hz et de foudre.[7]

4.1 Câbles de garde de ligne :

Les câbles de garde des lignes arrivant au poste sont connectés au réseau général de terre du poste. Ces câbles assurent ainsi la protection contre la foudre des têtes de cellules.

De plus, la connexion des câbles de garde des lignes à la terre du poste améliore l'écoulement des courants lors de défauts se produisant aussi bien dans le poste qu'en ligne.

4.2 Filet de garde :

La protection des postes est assurée par un filet de garde constitué par un ensemble de conducteurs couvrant la surface des installations à une hauteur et avec des dispositions telles que tous les matériels se trouvent dans la zone de protection.

Les conducteurs constituant le filet de garde doivent être adaptés et dimensionnés en fonction :

- Des courants de court-circuit susceptibles d'y transiter,
- De la disposition constructive adoptée.

5 Rôle d'un ingénieur de Sous-Station :

Un ingénieur de sous-station doit bien comprendre l'équipement électrique et la disposition des sous-stations de haute tension . Il est également important de comprendre la relation entre la protection et les autres équipements des sous-stations et du système de distribution.



Figure II-10 : Schémas de conception de sous-stations haute tension

L'article en question n'est pas une recette qui couvre complètement la conception des postes électriques ,elle contient des informations de base sur la disposition des équipements de postes électriques et d'autres schémas de conception importants qu'un ingénieur de postes électriques devrait pouvoir manipuler sans difficulté, afin de garantir un travail fiable et sûr des équipements de postes électriques meilleure appréciation des systèmes de protection et des réglages de relais, ainsi que des procédures opérationnelles.

En dehors des aspects électriques, la conception d'un poste englobe plusieurs domaines d'ingénierie à savoir civil, Mécanique et électronique.

6 Les schémas d'une sous-station : [16]

Dans cette conception électrique, les diagrammes de base utilisés sont les suivants :

6.1 Schéma unifilaire (SLD) :

Un schéma unifilaire montre la disposition des équipements dans une sous-station, ou un réseau, de manière simplifiée, en utilisant des symboles internationalement reconnus pour représenter divers équipements tels que transformateurs, disjoncteurs et sectionneurs, généralement avec une seule ligne pour représenter les équipements. Connexions triphasées.

Les principales données relatives à l'équipement HT sont souvent incluses dans le diagramme. Les schémas unifilaires plus détaillés comprennent des éléments tels que les transformateurs

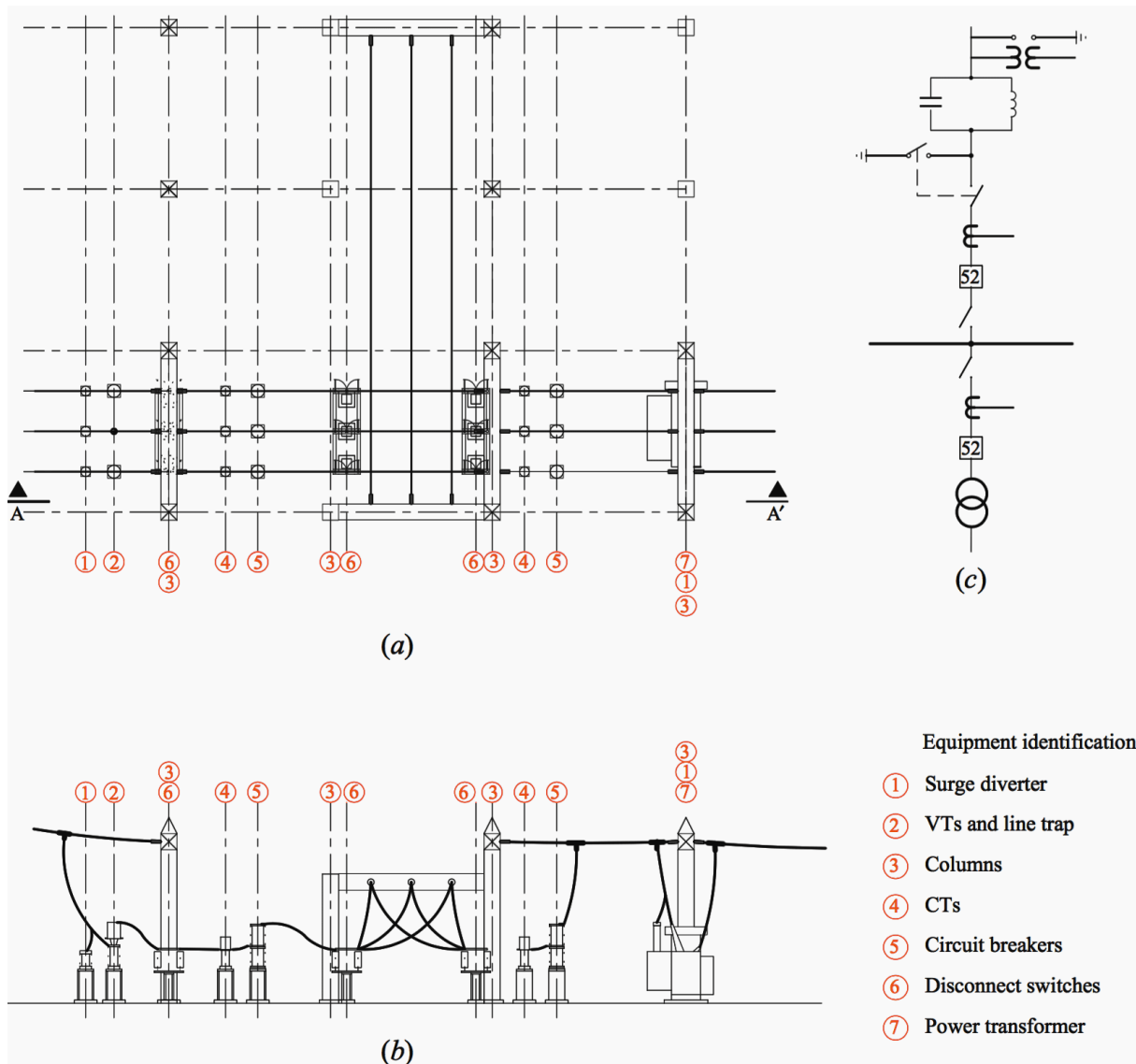


Figure II- 11 Disposition générale de deux baies de 115 kV: (a) disposition générale, (b) élévation A – A 'et (c) diagramme unifilaire.

Identification des équipements :

1-Surge diverter	Déviateur de surtension
2-VTs and line trap	Courant porteur en ligne (CPL) et Transformateur de tension
3-Columns	Des colonnes
4-CTs	Transformateur de Courant
5-Circuit breakers	Disjoncteur
6-Disconnect switches	Sectionneurs
7-Power tranformer	Transformateur de puissance

Bien que les ingénieurs impliqués dans le relais de protection puissent ne pas être directement impliqués dans les schémas de configuration, ces dessins montrent la relation entre divers

équipements principaux et l'emplacement de ces éléments associés aux systèmes de protection.

Par exemple, les transformateurs de courant et de tension qui peuvent être situés séparément des autres équipements ou placés dans des équipements haute tension tels que des disjoncteurs.

L'ingénieur de protection est ainsi en mesure de s'assurer qu'il peut localiser en toute sécurité les équipements de protection dans la sous-station.

6.3 Schémas des connexions AC

Un diagramme des connexions de courant alternatif montre généralement la disposition triphasée de l'équipement d'alimentation de sous-station et des circuits de courant alternatif associés aux équipements de mesure, de contrôle et de protection, sous forme schématique.

Les diagrammes AC d'une sous-station typique contiennent des informations correspondant aux baies des lignes de transmission entrantes, des coupleurs de bus et des coupleurs, des transformateurs de puissance et des circuits d'alimentation MT. En outre, il y aurait également des diagrammes contenant des informations sur des éléments tels que les moteurs et le chauffage qui fonctionnent en courant alternatif.

La mise en page des diagrammes de connexions AC doit être effectuée en respectant les points suivants :

Chaque diagramme doit inclure tous les équipements correspondant à une baie, avec des disjoncteurs, des sectionneurs et des transformateurs représentés par des symboles schématiques. Dans les circuits de courant de TC, seules les bobines de courant des instruments de mesure et les relais de protection doivent être dessinés, indiquant clairement quelles bobines sont connectées à chaque phase et lesquelles au neutre. La polarité de l'équipement doit être indiquée sur les dessins.

Il est utile d'indiquer les équipements dont l'installation future peut être prévue à l'aide de lignes en pointillés.

Les relais de protection à semi-conducteurs doivent être représentés schématiquement par des carrés indiquant le nombre de bornes et la méthode de connexion du câblage portant les signaux de tension et de courant. Les points où une connexion à la terre existe doivent également être indiqués dans ce diagramme, par exemple lorsque le neutre des transformateurs de mesure est connecté en étoile.

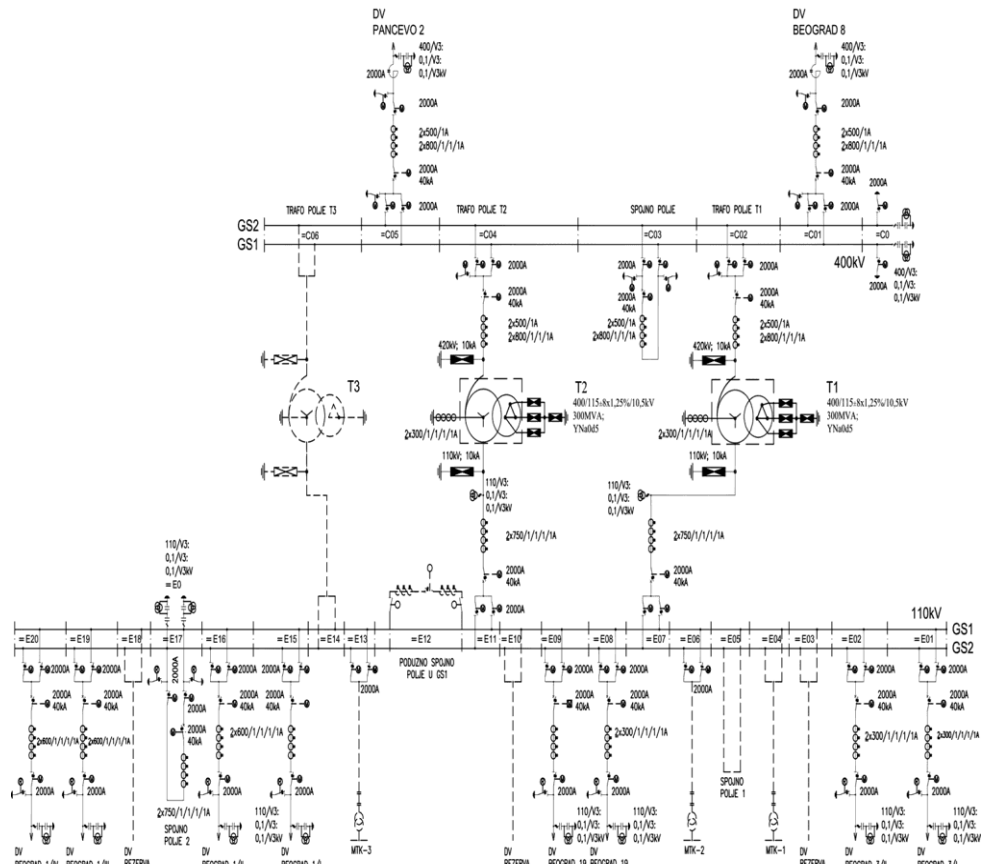


Figure II- 12: - Sous-station haute tension - connexions AC.

Les principales caractéristiques nominales doivent être marquées à proximité de chaque équipement.

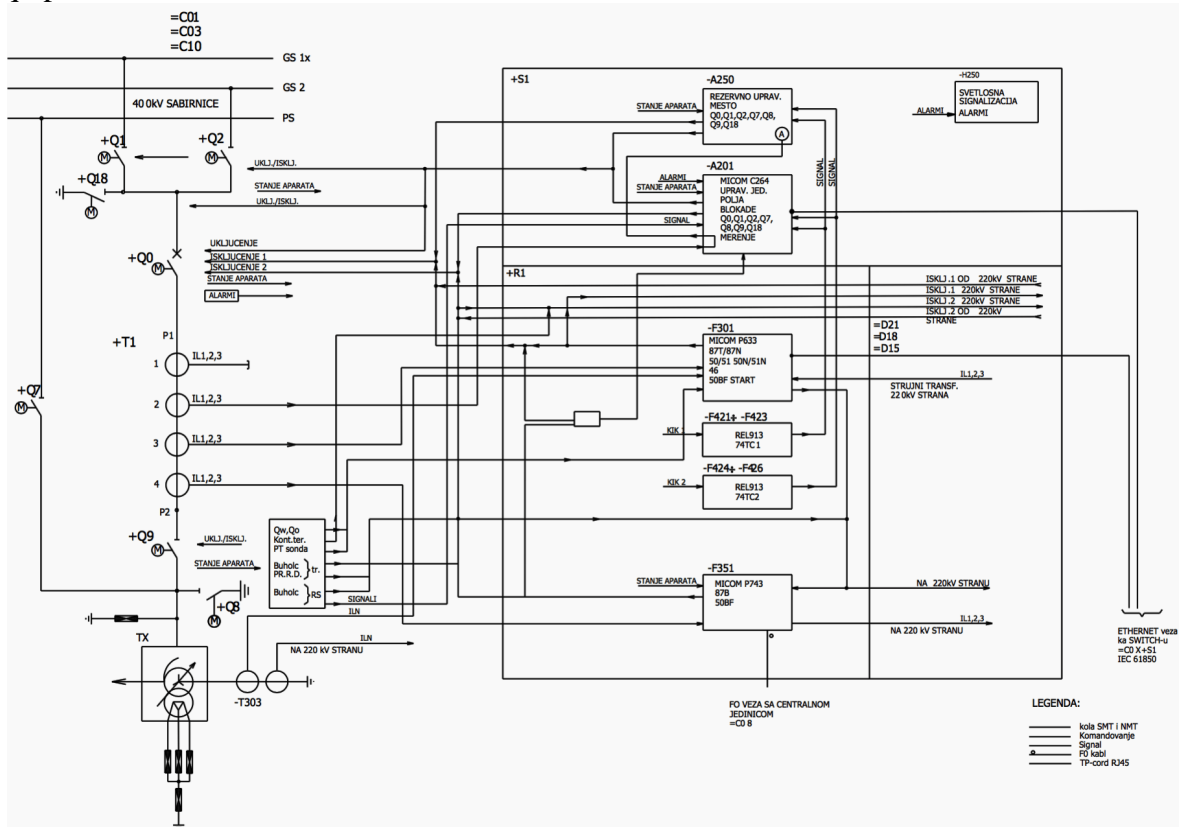


Figure II- 13: - Paramètres et conditions du relais de protection

Par exemple, pour les transformateurs de puissance, le rapport de tension, la puissance nominale et le groupe de vecteurs doivent être fournis ; pour les disjoncteurs, le courant nominal et le courant de court-circuit ; les rapports de transformation pour les transformateurs de tension et de courant, et la tension nominale des parafoudres.

Les circuits de transformateur de tension doivent être séparés physiquement du reste des circuits et les connexions aux bobines des instruments nécessitant un signal de tension doivent également être indiquées.

Au minimum, le diagramme CA d'un transformateur doit inclure tous les équipements de la baie situés entre le jeu de barres haute tension et les traversées secondaires du transformateur.

6.4 Schémas des connexions CC

Les diagrammes des connexions CC illustrent les circuits de courant continu dans une sous-station et doivent clairement montrer les différentes connexions aux services auxiliaires CC.

Ces diagrammes contiennent des informations correspondant à des équipements tels que :

- Les disjoncteurs et sectionneurs,
- Systèmes de protection et de contrôle pour transformateurs, barres omnibus, lignes de transmission et départs,
- Annonceur systèmes,
- Circuits moteur et chauffage fonctionnant en courant continu
- L'éclairage de secours et des prises.

Un diagramme des connexions de tous les équipements de sous-station qui s'approvisionnent à partir du système à courant continu doit être fourni.

Les alimentations positives sont normalement indiquées en haut du diagramme et les négatifs en bas et, dans la mesure du possible, les équipements inclus dans les diagrammes doivent être dessinés entre les barres positive et négative.

En raison de la quantité considérable d'équipements de protection et de contrôle dans une sous-station, il est généralement pratique de séparer les connexions CC en différents groupes fonctionnels tels que les équipements de contrôle et de protection et d'autres circuits tels que les moteurs et le chauffage.

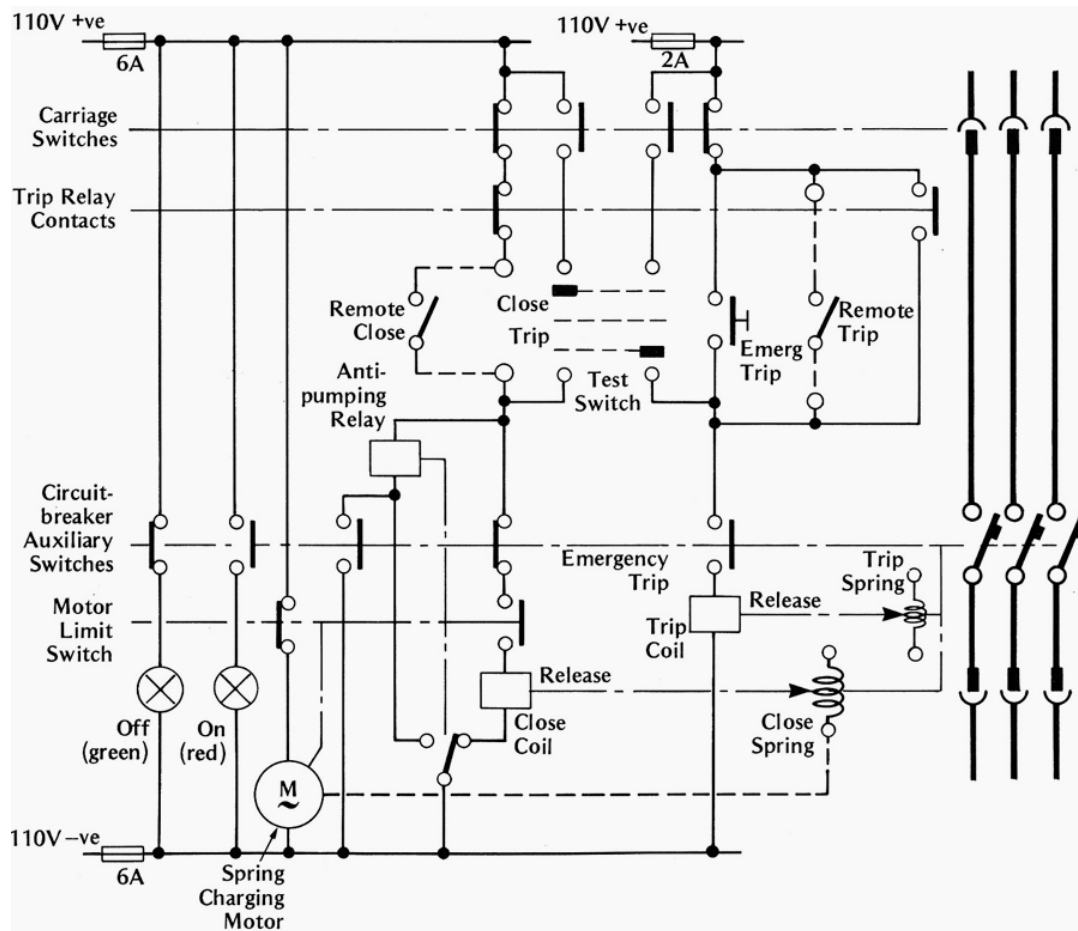


Figure II- 14 - Circuit de commande du disjoncteur (à ressort moteur)

Il est courant de tracer des lignes horizontales en pointillés pour indiquer la démarcation entre les équipements situés dans l'appareillage et ceux situés dans les panneaux de relais de protection.

Il est utile que l'équipement de signalisation et de commande du relais et du panneau de commande se trouve dans une partie du diagramme et que l'équipement de protection soit dans une autre partie. Chaque terminal doit être identifié de manière unique sur le dessin.

Dans la mesure du possible, les contacts, les bobines, les boutons poussoirs et les commutateurs de chaque mécanisme doivent être rapprochés et marqués d'un rectangle en pointillé afin de faciliter l'identification du matériel associé et de son rôle dans le circuit.

Les circuits internes de l'équipement de protection ne sont pas représentés, car il suffit d'indiquer les contacts de déclenchement et les points d'interconnexion avec d'autres équipements à l'intérieur d'un rectangle en pointillé. Compte tenu de la complexité des relais de distance, il peut s'avérer nécessaire de créer un diagramme distinct pour indiquer leurs connexions au système à courant continu et l'interconnexion des terminaux. Il est également possible que des schémas distincts soient nécessaires pour la protection différentielle du transformateur et du jeu de barres.

Chaque baie d'alimentation doit avoir deux circuits CC:

Un pour l'alimentation des équipements de protection et un autre pour la signalisation et le contrôle des disjoncteurs et des sectionneurs. Les deux alimentations doivent rester indépendantes les unes des autres et il convient de veiller à ne pas connecter d'équipement entre les deux alimentations CC.

6.5 Schémas de câblage :

Les schémas de câblage illustrent l'interconnexion des câbles multiconducteurs, par exemple entre l'appareillage et les tableaux de commande associés, ainsi que l'acheminement des différents câbles vers les équipements installés dans les tableaux de contrôle et de relais.

Ces schémas sont nécessaires pour faciliter le câblage des équipements de mesure, de protection et de contrôle lors de la phase de construction de la sous-station. Le câblage doit être effectué conformément à la disposition indiquée dans les schémas CA et CC.

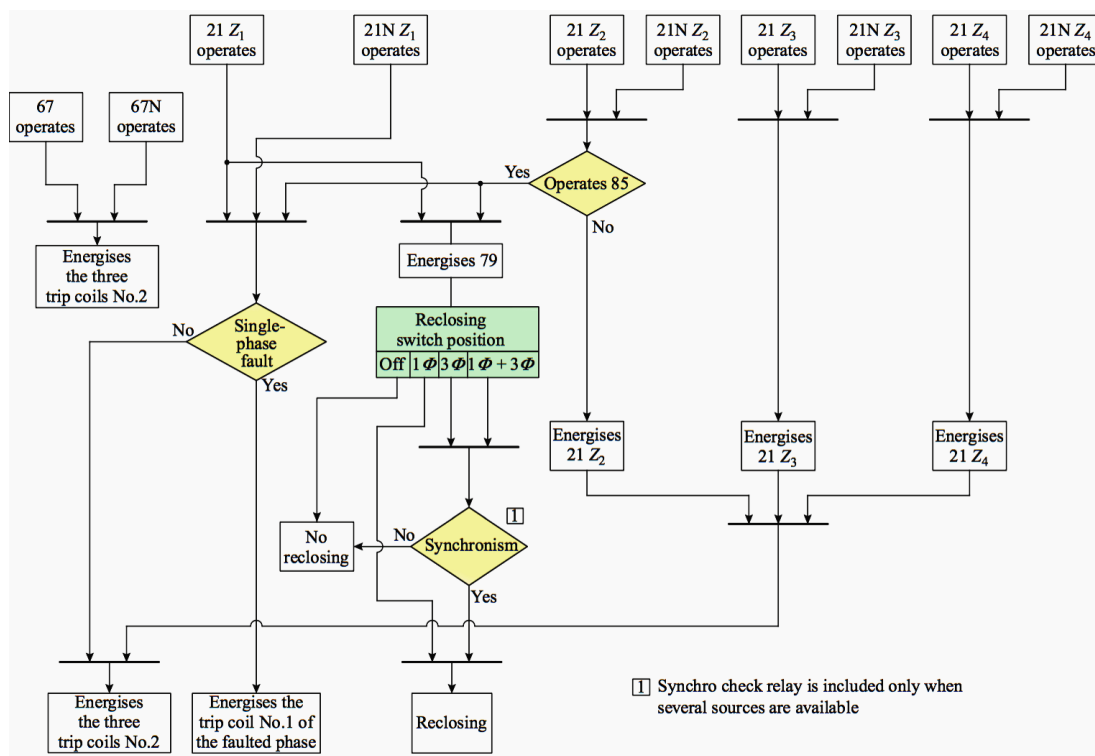


Figure II- 15 Schéma logique de protection pour une ligne de ligne de 115 kV.

Il est logique que la disposition des différents dispositifs sur les schémas de câblage soit telle que vue de l'arrière des panneaux de relais et de commande, comme dans la pratique. Chaque appareil doit être représenté par son schéma, chaque terminal étant placé conformément à sa position réelle sur le panneau.

Chaque conducteur doit porter le même code d'identification que le terminal auquel il est connecté, ainsi que, à chaque extrémité, l'emplacement de l'extrémité distante du conducteur, conformément à un code prédéterminé.

Pour faciliter l'installation du câblage, l'emplacement des câbles sur le schéma de câblage doit correspondre à l'emplacement proposé dans le relais et le panneau de commande.

Dans les schémas de câblage, les éléments suivants doivent être identifiés de manière unique: terminaux et ensembles de terminaux, câbles multiconducteurs allant au tableau, conducteurs allant des terminaux individuels aux équipements situés dans les panneaux de commande et de relais, et équipements installés dans le relais et panneaux de contrôle.

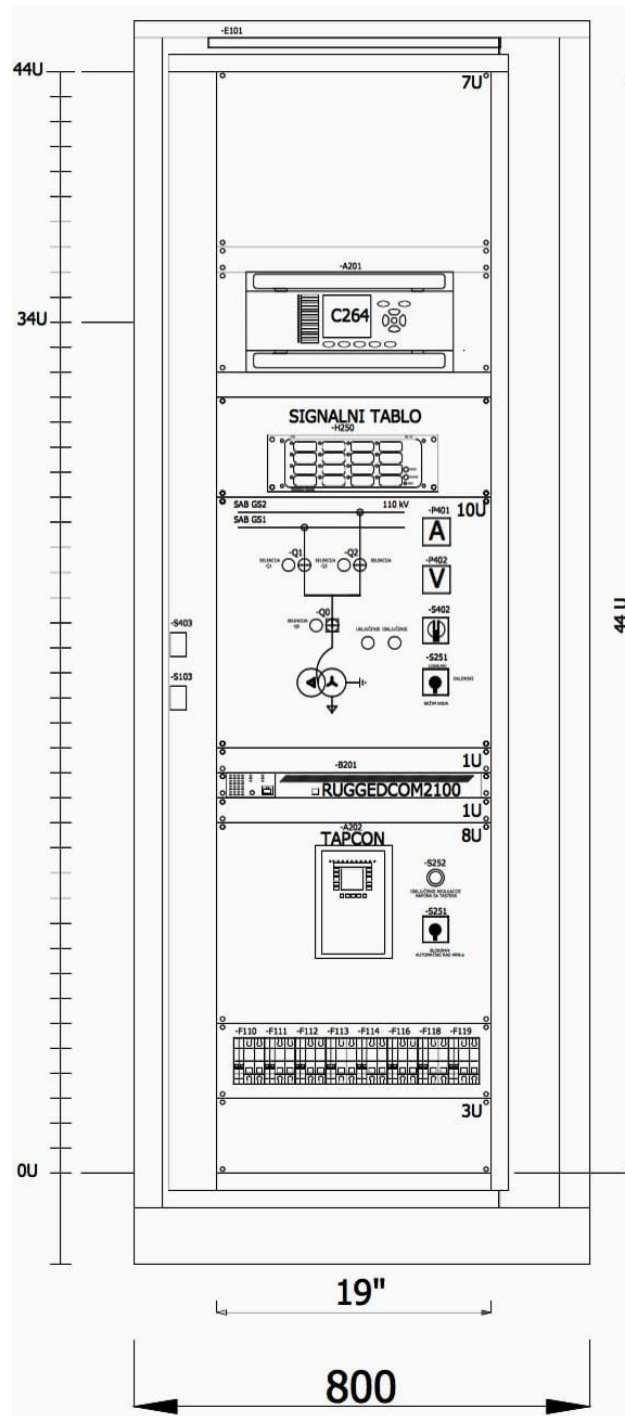


Figure II- 16 - Vue de face du panneau de protection

6.5 .a Câbles multiconducteur

Chaque câble multiconducteur doit avoir un numéro d'identification. De plus, chaque conducteur de chaque câble doit être numéroté. Il est utile que la numérotation des câbles multiconducteurs soit effectuée consécutivement par niveau de tension. Dans cet esprit, il convient de fournir une large gamme de numéro, par exemple, des multiples de 100 pour chaque niveau de tension, garantissant ainsi un nombre suffisant de numéros consécutifs disponibles pour tout câblage supplémentaire à l'avenir.

Tous les conducteurs du schéma de câblage doivent être marqués à chaque extrémité avec l'emplacement de l'extrémité distante du conducteur (étiquetage bidirectionnel)

6.6 Schémas logiques :

Ces diagrammes représentent les schémas de protection des différentes baies de poste à l'aide de structures logiques normalisées afin de montrer de manière structurée le comportement du système de protection de poste pour toute éventualité.

La figure 2 illustre un exemple de diagramme de ce type pour une travée de ligne de 115 kV dans une sous - station.

6.7 Listes de câblage

Les listes de câblage fournissent des informations sur les câbles multiconducteurs reliant différents équipements et facilitent la vérification du câblage de la sous-station pour les travaux de maintenance.

Les listes devraient inclure les informations suivantes :

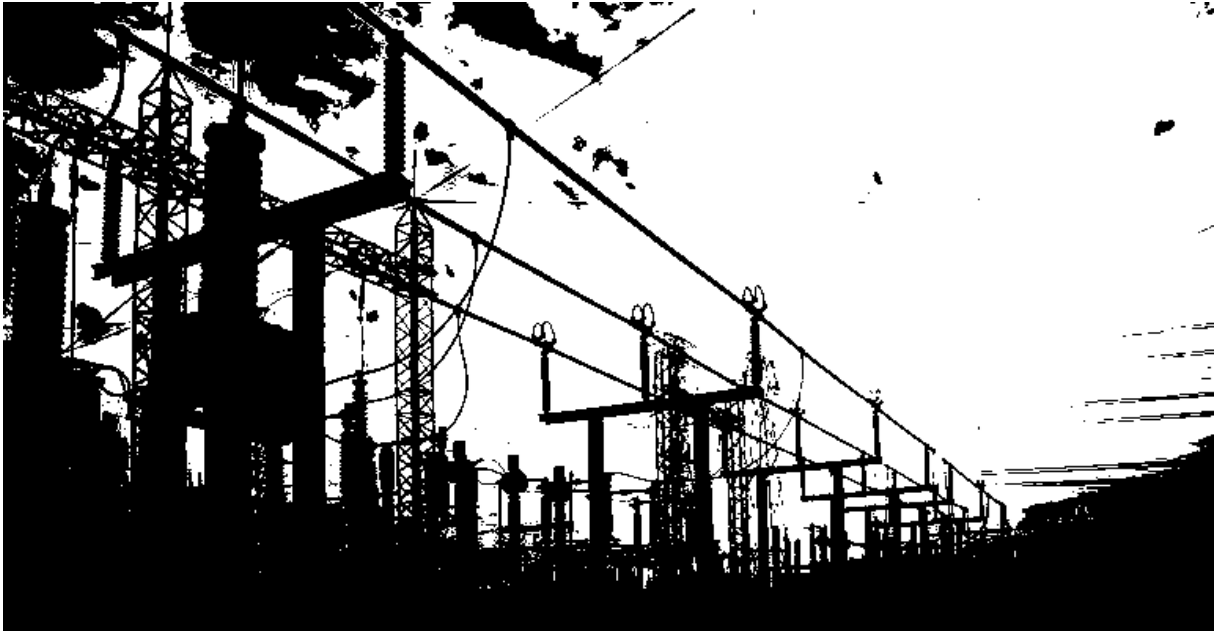
- Nombre, longueur et type de câble multiconducteur ;
- Couleur ou numéro de chaque conducteur du câble multiconducteur ;
- Identification de chaque extrémité du conducteur ;
- Identification de l'équipement à chaque extrémité du conducteur ;
- La fonction du conducteur.

7 Conclusion :

Après avoir donné une généralité sur le réseau électrique en chapitre 1 nous nous sommes focalisés sur la description d'un poste, partant de cela nous avons décrit les différents éléments constitutifs d'un poste, le Rôle que peut-avoir un ingénieur dans la conception des postes électriques et après une brève mention des Diagrammes de bases.

Ce chapitre nous a permis de comprendre le fonctionnement de certaine éléments et leurs utilités dans les postes de transformation, cette distinction nous permettra de déterminer les différents types de protections et leurs rôles dans le chapitre suivant ainsi que le logiciel ETAP qui doit être utilisé pour la simulation de notre poste.

Chapitre 3 : Conception et dimensionnement du poste HT/MT assisté par le logiciel ETAP



1 Introduction :

Dans notre étude nous allons utiliser le logiciel de calcul et d'estimation de charge ETAP qui est le principale logiciel de conception de réseau électrique.

Certaines considérations techniques doivent être prisent en comptes pour la conception future d'un nouveau poste à savoir l'exigence des pannes lorsque d'autres équipements sont ajoutés.[16]

2 Considérations générales de conception :[16]

2.1 Exigences initiales et ultimes :

Les coopératives doivent prendre en compte les plans à court et à long terme dans le développement de leurs systèmes.

L'élaboration opportune de plans n'est pas seulement essentielle pour l'intégrité physique et financière des réseaux électriques, il est également essentiel de fournir aux clients un service adéquat.

Le plan à long terme identifie les exigences d'une sous-station non seulement pour son utilisation initiale mais aussi pour quelques années.

A l'avenir considérer les besoins ultimes pendant la conception initiale. Faites des comparaisons économiques pour découvrir quoi des provisions sont nécessaires pour faciliter l'addition.

3 Considérations sur le site :

Deux des facteurs les plus critiques dans la conception d'une sous-station sont son emplacement et son implantation. L'échec à examiner attentivement ces facteurs peut entraîner des investissements excessifs dans le nombre de sous-stations et installations de transmission et de distribution associées.

Il devient de plus en plus important de procéder à des enquêtes initiales sur les sites avant l'achat de propriété. Les utilisations précédentes d'une propriété peuvent rendre son utilisation très coûteuse en tant que site de sous-station neuve.

Ces utilisations antérieures pourraient inclure son utilisation comme dépotoir là où des matériaux enfouis ou des déchets toxiques ont été détruits. Être enlevé avant tout nivellement ou installation de fondations.

Les facteurs suivants doivent être évalués lors de la sélection d'un site de sous-station :

- a. Emplacement du centre de charge actuel et futur
- b. Emplacement des sources d'énergie existantes et futures
- c. Disponibilité d'un droit de passage approprié et accès au site par voie aérienne ou souterraine circuits de transmission et de distribution
- d. Considérations alternatives d'utilisation des terres
- e. Emplacement des lignes de distribution existantes

F. Proximité des voies d'évitement autoroutières et ferroviaires, accès aux équipements lourds sous toutes les conditions météorologiques et routes d'accès au site

g. Objections possibles concernant l'apparence, le bruit ou les effets électriques

h. Les exigences d'entretien du site, y compris la réparation du matériel, l'arrosage, la tonte, l'aménagement paysager, rangement et peinture

i. Objections possibles concernant les impacts présents et futurs sur d'autres installations privées ou publiques.

j. Résistivité du sol

k. Drainage et conditions du sol

l. Coût de l'enlèvement de la terre, l'addition de terre et le terrassement

m. Conditions atmosphériques: contamination saline et industrielle

n. Coût de nettoyage des sols contaminés ou des matériaux enfouis

o. Espace pour le futur et le présent

p. Limitations de titres fonciers, restrictions de zonage et d'ordonnances

q. Caractéristiques topographiques générales du site et de la région immédiatement adjacente; éviter de lignes de faille sismiques, plaines d'inondation, zones humides et terres agricoles de choix ou uniques, dans la mesure du possible

r. La sécurité publique

s. Préoccupation du public; éviter les écoles, les garderies et les terrains de jeux

t. Sécurité contre le vol, le vandalisme, les dommages, le sabotage et les aléas climatiques

u. Coût total, y compris les lignes de transport et de distribution, en tenant dûment compte des facteurs environnementaux

v. Espèces menacées et en voie de disparition et leur habitat essentiel

w. Ressources culturelles

X. Effets négatifs possibles sur les installations de communication voisines

Choisissez un emplacement de poste qui empêche de placer des installations de communication dans la sous-station.

4 Considérations environnementales :

4.1 Politiques et procédures environnementales :

Le présent règlement spécifie exigences environnementales en application de la loi sur la protection et Règlement du Conseil sur la qualité de l'environnement. Il fait également référence à des autorités supplémentaires, directives et instructions relatives à la protection de l'environnement.

4.2 Apparence :

L'apparence revêt d'une importance croissante pour le public. Dans certaines régions, les réglementations de zonage et les suggestions des organisations civiques impliquent souvent un filtrage, des conceptions discrètes ou d'autres mesures pour améliorer l'apparence.

La tendance générale est de localiser les postes de manière qu'ils ne sont pas remarquablement visibles pour le public. Une sous-station en retrait d'une route très fréquentée peut nécessiter peu ou pas de traitement architectural pour être acceptable.

La silhouette d'une sous-station peut être réduite de plusieurs manières, notamment par l'utilisation de structures en structure solide sections.

Des conceptions plus basses pour les équipements haute tension de sous-stations peuvent être rentables dans la conception et réduire le profil que la sous-station projette.

L'aménagement paysager ou la sélection architecturale peuvent constituer un moyen efficace d'intégrer une sous-station au milieu environnant. L'aménagement paysager comprend généralement l'utilisation d'arbres, d'arbustes, etc. examiner la sous-station. Dans certains cas, des murs de maçonnerie ou des enceintes ont été nécessaires pour répondre aux besoins exigences dans les zones à usage spécial. Certains sites peuvent fournir un écran naturel avec de la végétation ou des barrières naturelles.

En règle générale, il est préférable d'utiliser des couleurs complémentaires plutôt que contrastées. Parfois, la coloration peut être utilisée pour mélanger l'équipement de sous-station dans l'arrière-plan.

L'éclairage extérieur du site de la sous-station peut avoir une incidence sur l'acceptation de celle-ci dans la communauté. L'éclairage est généralement un moyen de dissuader le vandalisme Il assure également la sécurité des équipages de ligne qui peut effectuer la maintenance de nuit.

5 Sécurité publique :

Les sous-stations devraient être sûres pour les personnes qui pourraient avoir l'occasion de se trouver à proximité.

Le principal moyen de garantir la sécurité publique aux sous-stations consiste à installer une barrière appropriée telle qu'une clôture en métal.

Des moyens supplémentaires de protection du public sont fournis par la conception adéquate de toutes les installations situées à l'intérieur du bâtiment.

Des panneaux d'avertissement appropriés doivent être posés sur la barrière de protection périphérique de la sous-station. L'ingénieur devrait spécifier leur emplacement et leur conception. Les sous-stations, aussi petites soient-elles, devraient avoir un panneau par côté, au moins. Pour chaque site de sous-station, déterminez si les panneaux standards sont suffisants. Spécial bilingue des panneaux peuvent être utiles dans certaines régions. Des signes supplémentaires, tels que «Pas d'intrusion», peuvent être utiles certaines zones.

6 Bruit audible :

Les sources de bruit audible dans une sous-station comprennent les transformateurs, la tension régulateurs, disjoncteurs et autres générateurs de bruit intermittents. Parmi les sources, les

transformateurs ont le plus grand potentiel de production de bruit indésirable. L'ingénieur de conception devrait envisager des documents de référence et règlements relatifs au bruit audible.

La couronne, qui est une défaillance diélectrique incomplète localisée, provoque un sifflement. Bruit couronne se produisant à des tensions de 230 kV et moins est rarement grave. Le bruit Couronne est généralement maintenu à un niveau tolérable si les directives pour minimiser les effets électriques sont suivies. La conception des systèmes à 345 kV sera normalement requièrent des connecteurs et des raccords EHV (très haute tension) ou des écrans corona pour réduire le bruit de la couronne aux niveaux tolérables.

6.1 Choix du site :

Si la sous-station doit être située dans ou à proximité d'une zone résidentielle, sélectionnez un site avec la plus grande distance des résidences à proximité et si possible, éviter une ligne de vue directe avec eux.

Un site avec des barrières naturelles telles que des monticules de terre ou des arbustes est souhaitable car de telles barrières peuvent aider réduire l'impact psychologique d'une nouvelle installation.

6.2 Schéma de configuration :

Une bonne pratique en matière de contrôle du bruit consiste à localiser les transformateurs au maximum d'une distance possible de la clôture de la sous-station. Une fois qu'un transformateur est localisé, son niveau de bruit à n'importe quelle distance peut être estimé en utilisant la formule standard. Si le bruit est censé être un problème, des niveaux sonores réduits sont disponibles auprès du fabricant du transformateur ou la disposition de l'équipement doit être modifiée.

Aménagé pour permettre l'installation d'un mur antibruit. Les besoins futurs prévus devraient également être pris en compte car des transformateurs supplémentaires augmenteront le niveau de bruit.

6.3 Niveau :

En règle générale, le bruit de la sous-station ne pose pas de problème si, combiné avec bruit ambiant, il est inférieur à 5 dB au-dessus du niveau de bruit ambiant. Il peut être souhaitable de mesurer les niveaux de bruit ambiant aux endroits préoccupants. Les mesures doivent être prises pendant les périodes les plus calmes, environ minuit à 4 heures du matin. Le calcul du niveau sonore résultant indiquera alors si un complément d'étude est nécessaire. Les références figurant à la fin de ce chapitre suggèrent des méthodes pour traiter rigoureusement problèmes de bruit.

7 Effets électrostatiques et électromagnétiques :

Il faudrait envisager de prévenir la radio et interférences télévisuelles pouvant résulter d'une couronne visible. Couronne importante pourrait être causée par pièces sous tension de petits rayons ou de conducteurs de petit diamètre, en particulier lorsqu'elles sont conductrices les conditions climatiques prévalent. L'expérience a cependant montré que les raccords de conducteur et les pièces sous tension autres que les conducteurs ne produisent pas d'effet couronnant grave à des tensions composées inférieures ou égales à 230 kV.

À 345 kV, les gradients de tension électrique sont tels que les boucliers couronnes et les connecteurs conçus pour atténuer l'effet couronne devrait être utilisé. Il faut toutefois tenir compte de la taille des conducteurs.

Les condensateurs de couplage ne doivent pas être dimensionnés du point de vue du courant. D'une couronne du point de vue des conducteurs, les conducteurs ne devraient pas être inférieurs à 3/0 à 230 kV ou 1/0 à 161 kV et 138 kV. À 345 kV, les cavaliers d'équipement doivent être constitués de conducteurs groupés.

8 Effluent :

Les normes CEI prévoient une réglementation visant à éliminer la pollution des eaux navigables, voies navigables. L'essence de ce règlement est que, en cas de défaillance d'un conteneur rempli de polluant, l'huile dans un transformateur ou un disjoncteur d'huile, aucune quantité nocive de ce polluant (huile) ne peut être autorisée à entrer dans une voie navigable. La prévention absolue et le confinement des déversements d'hydrocarbures n'est pas nécessaire par les règlements ; Cependant, le rejet de quantités nocives de polluants dans les voies navigables est interdit. La réglementation et ses interprétations sont dynamiques. Il est nécessaire d'avoir un déversement

Plan d'action pour l'élimination des effluents, en cas de déversement ou des fuites se produisent.

9 Autres considérations :

9.1 Animaux sauvages et bétail :

Une sous-station doit être protégée contre les animaux sauvages et le bétail. Le principal moyen de protection est la barrière de périmètre. C'est généralement une clôture à mailles en chaîne animaux plus grands. Il peut également être nécessaire d'avoir des barrières contre les rongeurs et / ou les reptiles. Il est recommandé que tous les matériaux de sous-station ne soient pas des éléments nutritifs, car des barrières imprenables seraient trop difficiles à atteindre. Insecte, le dépistage doit être appliqué lorsque l'expérience locale indique que cela est bénéfique. Eviter une nidification attrayante et les sites de perchage minimisent généralement les dommages causés par les oiseaux. Des dégagements adéquats doivent être prévus pour empêcher l'électrocution d'espèces d'oiseaux locales.

9.2 Matières étrangères en suspension dans l'air :

Graines, feuilles, débris, poussières et sels en suspension dans l'air, ces phénomènes pourraient être un problème. Une accumulation pourrait se produire qui compromettrait l'isolation électrique ou interférer avec le refroidissement. Des mesures de prévention appropriées doivent être incluses dans la conception d'une sous-station devrait être exposé à une telle contamination.

10 Considérations relatives aux interfaces :

Les postes interagissent avec les routes, le drainage en surface, les systèmes de communication et les lignes électriques.

Il faut prévoir un délai suffisant pour coordonner les activités avec les agences publiques en matière d'accès par route et avec les agences de communication pour les installations de communication.

Lorsque vous localisez une nouvelle sous-station, coordonnez l'emplacement, la conception et la construction avec d'autres services publics.

Les autres problèmes d'utilité incluent, mais ne sont pas limités à:

1. Télécommunications
2. Télévision câblée
3. L'eau et les égouts
4. gaz
5. Stations de radio et de télévision

Il devrait y avoir peu de difficulté à s'assurer que la sous-station est correctement connectée à la distribution, à la sous-transmission, et lignes de transmission. Des plans opportuns doivent être établis pour qu'il y ait un accord mutuel entre la sous-station ingénieur et les différents ingénieurs de ligne sur les points suivants :

1. Connecter la responsabilité des achats de matériel
2. Connexion du matériel à la structure de support de ligne
3. Identifications de ligne et connexions électriques pour répondre aux exigences techniques de planification
4. Orientation du poste et approche en ligne
5. Identification du conducteur de phase et du fil blindé
6. Élévations, espacements, tensions et angles d'arrachage

10 .1 Tension de ligne

La confusion se produit parfois lorsqu'il s'agit de spécifier les tensions de ligne dans les sous-stations. Dans certains cas, les tensions sur le côté ligne d'une approche en ligne ou d'une structure en bout de rouleau seront beaucoup plus grandes que sur la ligne structure de soutien dans la sous-station. L'ingénieur de la sous-station doit spécifier la tension qui entraînera la charge maximale sur la structure de support de ligne de sous-station avec le fil sous la plus grave combinaison de la température, du vent et de la glace. La condition à laquelle la tension maximale se produit à être connu afin de sélectionner les facteurs de surcharge appropriés.

En règle générale, les tensions de décollage ne doivent pas dépasser 8900 newtons (2000 livres) par conducteur pour petits postes de distribution. Cependant, l'alignement de la ligne de transmission entrante, la taille du fil et les différences d'élévation peuvent augmenter les tensions requises.

11 Considérations de fiabilité :

Un des principaux objectifs du fonctionnement d'un système électrique est de fournir un service fiable dans les limites de tension acceptables.

12 Considérations d'exploitation :

Pour la simplicité et la facilité de maintenance, agencements d'équipement de sous-station, connexions électriques, panneaux de signalisation.

Les plaques signalétiques doivent être aussi claires et concises que possible.

Une sous-station peut parfois rencontrer des conditions d'exploitation d'urgence nécessitant du matériel effectué dans des situations anormales. En fonction de la durée, la fourniture de courant inhabituel, la capacité de certains équipements ou connexions doit toujours être prise en compte et de manière appropriée pris en compte dans la conception.

13 Considérations de sécurité :

Il est primordial que les postes électriques soient sûrs :

Pour le grand public et pour le fonctionnement et la maintenance personnelle. Les approches pratiques comprennent l'emploi et la formation de personnel qualifié, des règles et procédures de travail, bonne conception et bonne construction. La sécurisation des équipements doit également être prise en compte dans la conception des sous-stations.

Les normes de travail du personnel sont prescrites par des règlements de la sécurité et de la santé au travail.

Il convient de noter que ce bulletin présente uniquement des informations indicatives sur la conception des postes électriques et non dispositions réglementaires détaillées, notamment en matière de sécurité. L'ingénieur est responsable de la recherche en s'assurant que les sous-stations sont conçues conformément aux exigences applicables de la RUS, le code national de sécurité électrique, Code national d'électricité, OSHA et réglementations locales. L'ingénieur est également responsable de l'analyse des conditions locales prévues et, le cas échéant, des dispositions de conception des postes au-delà des dispositions minimales de sécurité établies dans les divers codes de réglementation.

14 Considérations d'entretien

La conception des sous-stations doit permettre de réaliser la maintenance avec un impact minimal sur fonctionnement de la sous-station. L'attribution d'un espace de travail adéquat est nécessaire.

Lors du choix de l'équipement, tenez compte des intervalles de maintenance recommandés par les fabricants et par le passé l'expérience dans l'utilisation des équipements d'un fabricant particulier.

15 Fonction de l'ingénieur :

La fonction principale d'un ingénieur concepteur de sous-station est de produire ou de superviser le développement de plans formels à partir desquels une sous-station peut être construite.

Le calendrier et l'ordre chronologique des documents peuvent varier en fonction de la sous-station concernée.

15.1 Documents ou études possibles requis de l'ingénieur :

- 1. Comparaison de site et évaluation de la pertinence
2. Évaluation environnementale (EE) ou rapport environnemental (RE)
3. Formulaire récapitulatif de conception de poste
- 4. Schéma fonctionnel à une ligne
5. Demande de modification de zonage ou de modification
- 6. Spécifications pour l'équipement
7. Demande de propositions pour l'équipement
8. Évaluation des propositions d'aménagement d'équipement
- 9. Dessins du plan de construction
- 10. Esquisses et calculs de sauvegarde pour les plans de construction
- 11. Dessins de sous-station (schémas détaillés à une ligne, élémentaires et schématiques)
- 12. Réquisition de matériel et d'équipement
13. Demande de permis de construire
- 14. Demande de permis pour l'interface chaussée / drainage
15. Demande de licence FCC
- 16. Spécifications de construction
17. Demande de propositions pour la construction
18. Évaluation des propositions du contractant
- 19. Lettres de commentaires sur les documents soumis par les vendeurs d'équipement
20. Calculs pour la sélection de relais de protection et de dispositifs
- 21. Comparaisons économiques

La documentation officielle devrait être clairement présentée. Puisque le secteur des services d'électricité utilise des unités anglaises pour spécifier la construction et les matériaux de conception des postes, la documentation peut être complétée à :

Unités de mesure anglaises. Les unités métriques équivalentes peuvent également être incluses entre parenthèses, par exemple 8,0 pieds (2,45 m).

Lors de la formulation de la conception, des croquis et des calculs sont nécessaires pour arriver aux conceptions optimales. Bien qu'ils ne fassent pas partie des plans officiels, ils sont néanmoins utiles pour la planification et sont souvent précieux pour référence future.

16 Besoin de documentation :

La documentation constitue la base de l'expression et de l'évaluation des concepts d'ingénierie. Un document sert de véhicule à la coopérative et à l'ingénieur pour parvenir à un

accord sur un sujet particulier. Dans sa forme finale, un document remplit son rôle principal d'établissement des exigences de conception et de fonctionnement. Un document sert également à enregistrer ce qui a été construit, spécifié ou évalué. L'importance de bons disques en la conception des postes mérite d'être soulignée. Des conceptions réussies et des enregistrements précis sont des références pratiques pour les conceptions et les approches normalisées pour les nouvelles sous-stations. Les disques peuvent aussi être très utiles pour diagnostiquer et corriger les problèmes.

17 Procédures :

(RUS) Le service public rural a exigé des procédures de conception des sous-stations et, de plus, chaque coopérative peut avoir certaines procédures adaptées à ses besoins.

Chronologie de conception des sous-stations

1. Identification des besoins en postes à partir de la prévision de charge (anciennement Étude des besoins en énergie) et plan à long terme de la coopérative
2. Ingénierie avant emprunt
3. demande de prêt;
4. Approbation du prêt
5. Achat final de biens immobiliers
6. Sélection du matériel majeur
7. Préparation des plans et devis
8. Le formulaire RUS 764, «Contrat de montage de sous-stations et de postes de commutation», généralement requis pour systèmes avec des forces de construction limitées
9. L'approbation de la conception par la RUS telle que définie dans 7 CFR 1724.54 «Exigences pour l'approbation de plans et devis »
10. Sélection d'un entrepreneur en construction
11. construction
12. inspection ;
13. Test
14. Energisant

18 Achats :

Les méthodes et la documentation pour obtenir du matériel de sous-station sont les suivantes :

1. Bon de commande à la suite de devis informels
2. Contrat et bon de commande après appel d'offres officiel.

Les directives et procédures applicables à la sélection des matériaux et de l'équipement comprennent les éléments suivants :

Documents :

- 7 CFR 1728, «Normes et spécifications électriques relatives aux matériaux et à la construction»
- 7 CFR 1726.22, «Méthodes de construction»
- Publication d'information 202-1, «Liste des matériaux acceptables pour une utilisation sur des systèmes de RUS

Emprunteurs d'électrification ”

- 7 CFR 1726.21, “Nouveaux matériaux”
- Bulletin 43-9, «Exigences relatives à l'achat américain», mis à jour conformément à l'avis publié au Fédéral

S'inscrire le 19 février 1997 à 62 FR 7205

- 7 CFR 1728.20, “Établissement de normes et de spécifications”

La taille et la complexité d'un projet peuvent grandement influencer les choix en matière d'approvisionnement. Délais de livraison pour l'achat d'équipements majeurs et / ou spéciaux peut souvent favoriser des achats supplémentaires de l'équipement.

Les petits projets peuvent se prêter davantage à des achats de type «paquet standard», tandis que les achats pour des projets plus importants peuvent nécessiter de nombreux fournisseurs.

19 Dessins :

19.1 Général

Pour un poste de distribution de base, un "schéma unifilaire" et un "plan de tracé" peuvent être les seuls dessins qui doivent être personnalisés par l'ingénieur. Par exemple, si une sous-station est petite, il peut être possible de montrer détails de la fondation sur le «plan de la parcelle». De même, la disposition et les détails de la mise à la terre peuvent également être affichés sur un «plan de parcelle».

Les plus grandes sous-stations nécessiteront nécessairement une documentation plus détaillée.

19.2 Qualité

Les dessins de sous-station de tout type doivent être conformes aux exigences de qualité acceptées par l'industrie.

19.2.a Pratique de rédaction :

Il est recommandé que les pratiques de rédaction soient conformes aux :

Manuel de rédaction des normes, ANSI Std. Y14. Les impressions des dessins seront utilisées dans la construction, pas toujours dans les conditions environnementales les plus favorables. L'expérience montre une préférence pour équipement décrit avec des représentations picturales détaillées. Interfaces de composants pertinentes et les connexions doivent être illustrées de manière suffisamment détaillée pour la construction et l'enregistrement. Les dimensions des distances pertinentes doivent être indiquées. Les dessins, même s'ils sont faits à l'échelle, ne devraient pas être mis à l'échelle à des fins de construction. Il faudrait songer à

choisir des échelles et des tailles de lettrage appropriées pour le type de dessin. Il serait souhaitable d'utiliser des échelles graphiques de type barres sur tous les dessins, car dénombrées ils peuvent être reproduits en différentes tailles. Les plans, les élévations et les sections doivent être organisés pour clarté maximale. Les tolérances doivent être notées sur les dessins, tels que ceux spécifiant l'ancrage de la fondation, emplacements des boulons et trous de fixation de l'équipement sur les panneaux de commande. La simplicité et la clarté des dessins sont essentielles.

19 .3 Dessin informatique / Conception et dessin assistés par ordinateur (CDAO)

19 .3 .a Généralités :

Depuis le début des années 1980, l'utilisation du CDAO a explosé, avec une bonne planification, CDAO est un outil très productif. Pratiquement toutes les sous-stations modernes sont maintenant conçues sur des systèmes CDAO.

19 .3 .b Démarrage :

Les paramètres doivent être établis avant la création de tout dessin avec CDAO.

Ces paramètres sont fondamentaux pour CDAO et permettent à CDAO de tirer parti de sa force et de sa flexibilité pour produire des produits de qualité. Ces paramètres mèneront finalement à la productivité accrue que les utilisateurs attendent de CDAO :

1. Établissez ou révissez les critères de dessin clés. L'ingénieur a besoin de savoir ce qui doit être montré sur chaque dessin.
2. Établissez des légendes pour les symboles qui seront utilisés.
3. Standardisez les épaisseurs de ligne et les tailles de texte.
4. Établissez des schémas de couche ou de niveau standard.
5. Prévoir la possibilité d'isoler les couches et de référencer d'autres fichiers.
6. Permettre d'apporter des modifications à un fichier et de les refléter sur les fichiers associés. Dessins, en évitant de devoir changer les autres dessins.
7. Établissez une bibliothèque de cellules ou des blocs, à l'emplacement des fichiers standard, des éléments qui seront continuellement réutilisés dans les dessins de la coopérative.
8. Créez des fichiers de départ ou des fichiers prototypes pouvant servir de base à la préparation du dessin.

19 .3 .c Directives de détail :

L'utilisation de CDAO génère de nouvelles considérations et nécessite de nouvelles des lignes directrices. Cependant, de bonnes pratiques de description manuelle telles que les suivantes s'appliquent toujours aux ordinateurs détaillant :

1. Dessinez tout à l'échelle si possible.
2. Utilisez un bon dimensionnement clair.

3. Sélectionnez soigneusement les épaisseurs de ligne et les tailles de texte. Utilisez des tailles standard, le cas échéant.
4. Ne pas trop détailler les dessins avec l'utilisation de CDAO. Cela n'a aucun sens de montrer les fils sur les boulons juste parce que vous le pouvez.
5. Utilisez les manuels et procédures détaillés de la coopérative ou coordonnez-les avec d'autres concevoir et détailler le personnel de la coopérative.
6. Si vous ne voulez pas montrer un détail avec de l'encre sur du mylar, cela ne devrait pas être dessiné avec le logiciel CDAO.
7. Évitez les traductions. Le logiciel CDAO traduira rarement les dessins préparés par un autre logiciel du fournisseur complètement avec précision. Il est toujours préférable d'utiliser la norme de la coopérative

Logiciel CDAO.

8. Évitez de mélanger des dessins de différents packages CDAO sur un projet ou dans une coopérative.

L'utilisation de plusieurs packages CDAO différents au sein d'une organisation aura tendance à conduire à confusion dans les détails.

19.3 .d Légendes, notes et symboles :

Mettez une légende définitive sur la première feuille de chaque type de dessin. Cette légende ne doit pas seulement inclure les symboles standards, mais tous les symboles spéciaux ou désignations. Un ensemble de notes se révèle souvent être un complément souhaitable pour un dessin. Utilisez votre jugement pour éviter de faire trop de notation. Il peut être préférable d'envisager des détails supplémentaires sur les dessins plutôt qu'une longue liste de notes. Les symboles électriques doivent être conformes à la norme IEEE. 315, "Symboles graphiques pour Schémas électriques et électroniques. "

19.3 .e Dessins de référence :

S'occuper de la liste des dessins de référence afin d'assurer un motif cohérent et concis.

19.3 .f Titre :

Créez des titres de dessin concis, précis et spécifiques. Ils ne devraient pas être si généraux que le dessin lui-même doit être vu pour voir ce qu'il couvre.

19.3 .g Approbations :

Assurez-vous que chaque dessin ou révision d'un dessin indique les approbations appropriées et les dates.

19.4 Types de dessins

Vous trouverez ci-dessous les principaux types de construction de poste et les dessins de référence souvent requis.

1. Schéma à une ligne - Commutation
2. Schéma à une ligne - Relais fonctionnel
3. Schéma en trois lignes

4. Plan de la parcelle électrique
5. Préparation du site
6. Disposition de la clôture
7. Dispositions électriques
8. Schémas de montage de la structure
9. Disposition des fondations
10. Mise à la terre
11. Disposition des conduits
12. Maison de contrôle - architecture, équipement, aménagement, éclairage, etc.
13. Diagrammes de service de station AC et DC
14. Listes de câbles et listes de conduits
15. Nomenclatures
16. Liste des dessins
17. Panneaux de contrôle
18. Schémas de câblage schématiques et détaillés

19.4.a Schémas unifilaires :

Les schémas unifilaires servent de plans de référence principaux pour les sous-stations et nécessitent une attention particulière. Ces références devraient être les premiers dessins préparés. La commutation et les informations de relais fonctionnelles peuvent apparaître sur le même diagramme unifilaire si la présentation n'est pas trop précise, compliqué. Il est recommandé de préparer des schémas unifilaires à l'aide de la procédure «Poste typique».

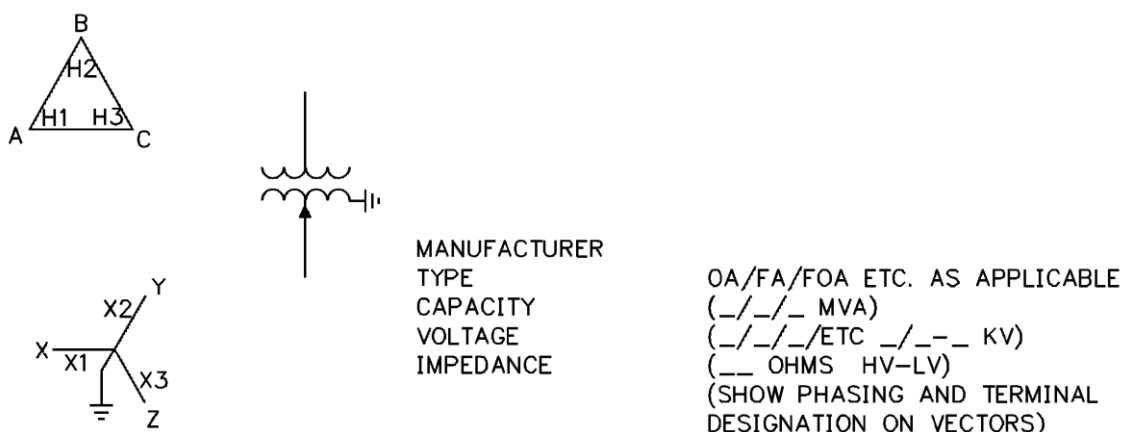


Figure III- 1 Transformateur de puissance (illustré avec le changeur de prise en charge du côté basse tension).

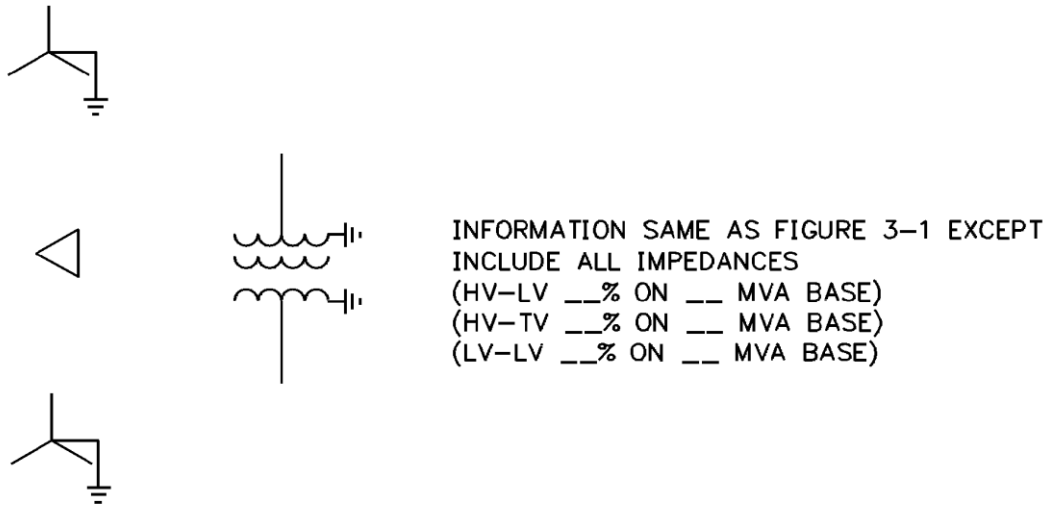


Figure III- 2 Transformateur triphasé avec tertiaire.

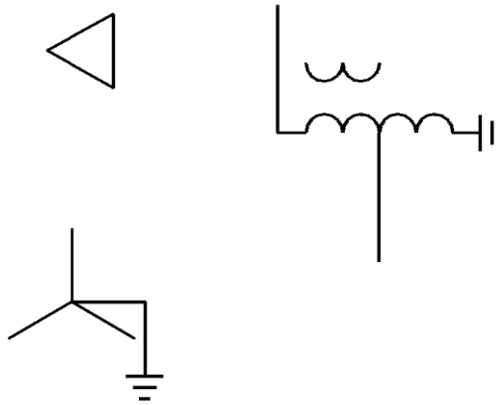


Figure III- 3 Transformateur automatique triphasé.

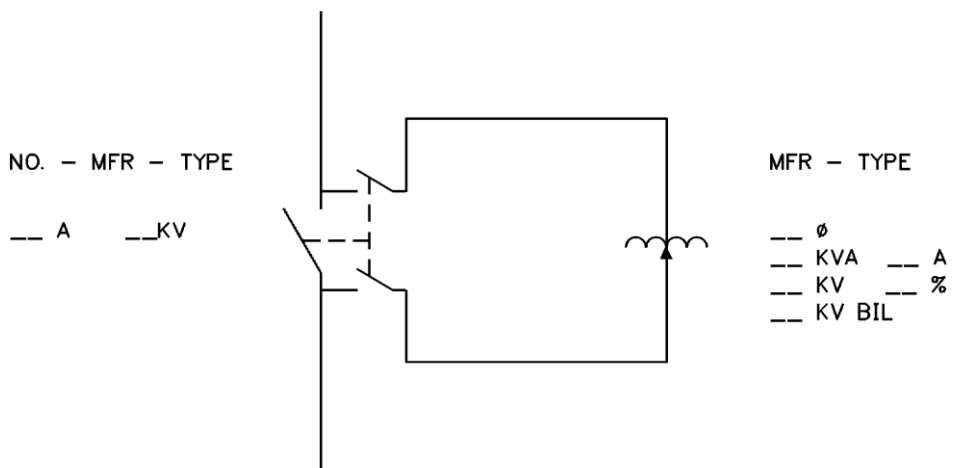
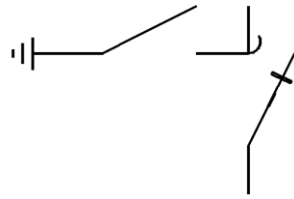
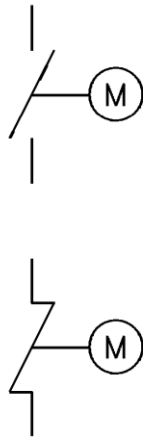


Figure III- 4 Régulateur de tension par étape avec commutateur de dérivation.



MFR - TYPE
 ___ A ___ KV
 ___ KV BIL

Figure III- 5 Interrupteur de déconnexion triphasé opéré par un groupe avec des lacunes dans l'avertisseur et interrupteur de mise à la terre.



MFR - TYPE
 ___ A ___ KV
 ___ KV BIL

Figure III- 6 Sectionneur triphasé à double coupure latérale avec motorisation.



1 OR 3 - MFR - TYPE
 ___ A ___ KV
 ___ A LINK (OR MFR CAT. NO.)
 ___ KV BIL

Figure III- 7 Déconnexion par fusible

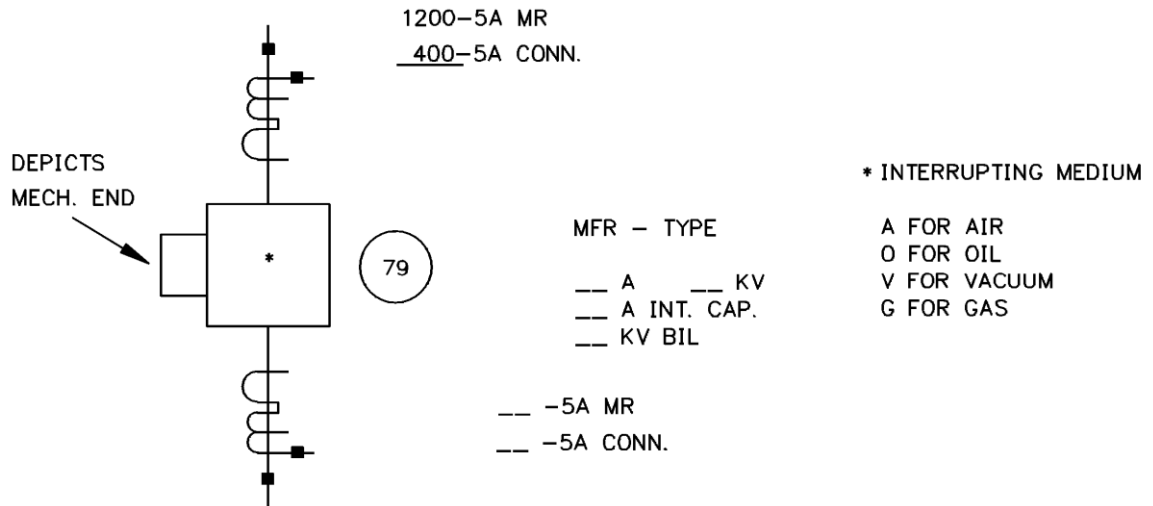


Figure III- 8 Disjoncteur (illustré avec les TC de type manchon et le relais de refermeture).

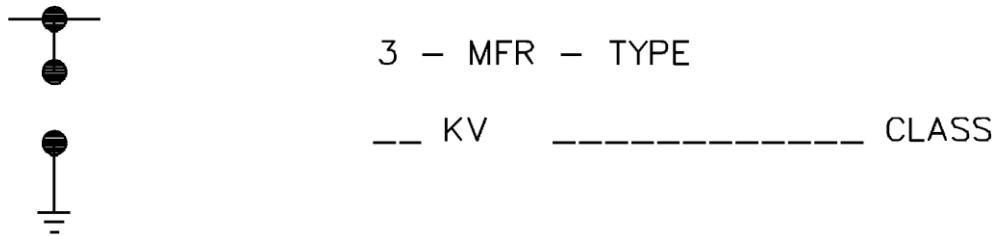


Figure III- 9 Parafoudre.

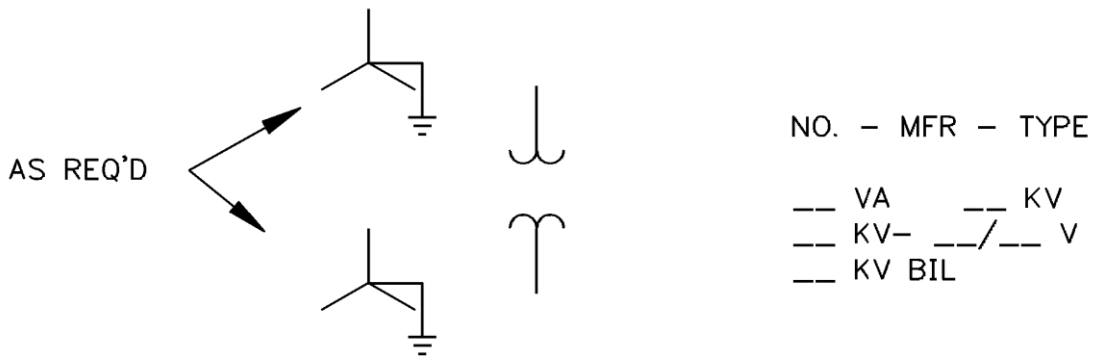


Figure III- 10 Transformateur de tension.

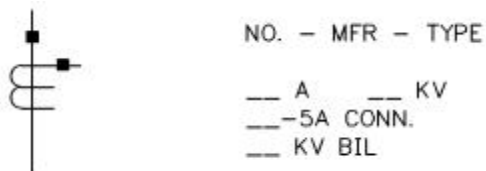


Figure III- 11 Transformateur de courant

19.4.d Schémas de câblage schématiques et détaillés:

Ces schémas de câblage doivent être préparés en suivant les instructions de la norme ANSI Std. Y14.15, «Schémas électriques et électroniques».

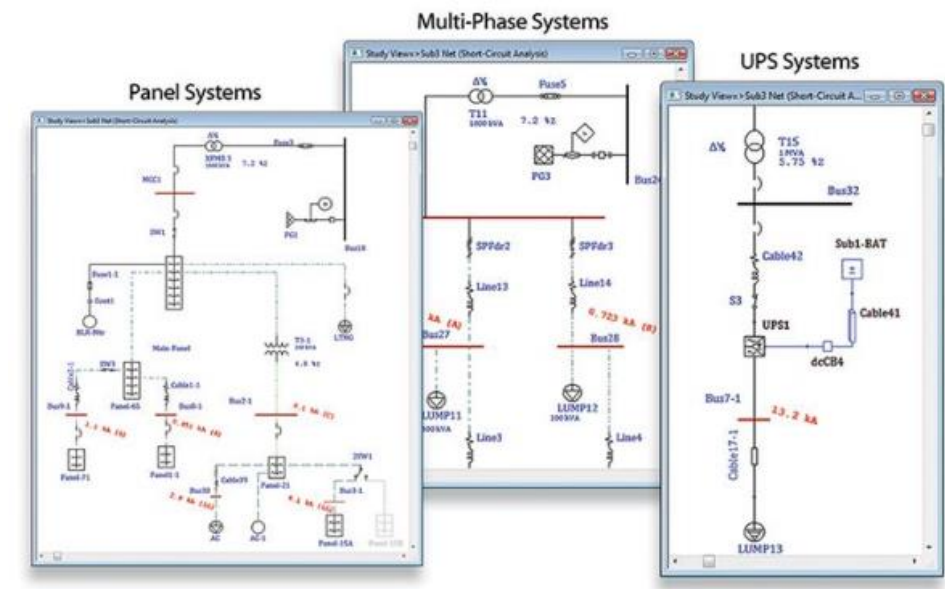
19.5 Études

Pour de nombreuses sous-stations, il sera nécessaire de réaliser plusieurs études telles que des études de faisabilité, comparaisons économiques, calculs de chute de tension pour circuits de commande et de puissance auxiliaires, rigides et de déformation comparaisons de conception d'autobus, calculs de conception structurelle, etc. Les résultats de ces études ainsi que les calculs doivent être conservés avec d'autres documents relatifs au poste en question.

20 Présentation du logiciel ETAP :

ETAP (Analyse transitoire des programmes électriques) est la plate-forme d'analyse la plus complète pour la conception, la simulation, le fonctionnement et l'automatisation des systèmes de production, de distribution et d'énergie industrielle. ETAP est développé dans le cadre d'un programme d'assurance qualité établi et est utilisé dans le monde entier comme un logiciel à fort impact. ETAP est complètement localisé en quatre langues avec des rapports de sortie traduits en six langues. En tant que solution d'entreprise entièrement intégrée, ETAP s'étend à un système de gestion d'énergie intelligent en temps réel pour surveiller, contrôler, automatiser, simuler et optimiser le fonctionnement des systèmes d'alimentation.

ETAP est une entreprise de logiciels d'ingénierie analytique à spectre complet spécialisée dans l'analyse la simulation, la surveillance, le contrôle, l'optimisation et l'automatisation de systèmes d'alimentation électrique. Le logiciel ETAP offre la suite la plus complète de solutions d'entreprise de système d'alimentation intégré.



20.1 Barre de menu :



La barre de menus contient une liste complète des options de menu. Chaque option active une liste déroulante de commandes telles que Opérations sur les fichiers, Impression, Conversions

de base de données, Echange de données, Objets OLE, Normes de projet, Paramètres de projet et Options de projet, Bibliothèques, Valeurs par défaut, Polices d'annotation, Base et Révision .

20 .2 Barre d'outils du projet :



La barre d'outils Project contient des boutons qui fournissent des raccourcis pour de nombreuses fonctions couramment utilisées. Ces fonctions sont : Créer des projets, Ouvrir des projets, Enregistrer des projets, Imprimer, Aperçu avant impression, Couper, Copier, Coller, Zoom panoramique, Annuler, Rétablir, Zone de texte, Affichage grille, Vérification de continuité, Thèmes,

Obtenir un modèle, Ajouter au modèle OLV, Lien hypertexte, calculateur de puissance, recherche et aide.

Dans la barre d'outils, cliquez sur Power Grid bouton. Le curseur se transforme en icône Grille de puissance quand vous passez sur l'OLV. Cliquez sur n'importe où dans l'OLV pour placer un utilitaire sur votre diagramme à une ligne.

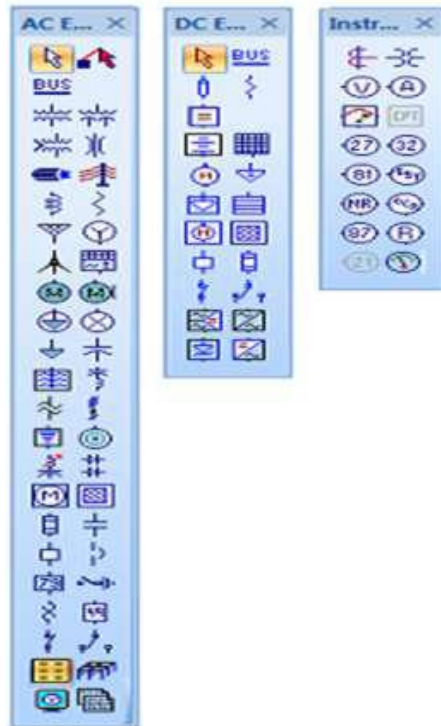
20 .3 Modes d'étude



20 .4 Modifier les barres d'outils :[17]

Les barres d'outils Modifier sont actives lorsque vous êtes en mode Edition. Vous pouvez cliquer ou double-cliquez pour sélectionner, glisser-déposer des éléments CA, CC et d'instrument sur les diagrammes à une ligne. En outre, vous pouvez effectuer les opérations suivantes les fonctions:

- Afficher et imprimer des rapports de sortie personnalisables (Rapports texte et Crystal)
- Modifier les options d'affichage
- Gestionnaire de rapports du calendrier d'accès
- Ajout de nouveaux systèmes de grille au sol
- Ajouter des réseaux composites et des moteurs composites.



Les données contenues dans un élément de l'OLD peuvent être consultées en ouvrant son éditeur.

Double-cliquez sur Cable1 pour ouvrir l'éditeur de câble. Vous pouvez cliquer sur n'importe quel onglet dans l'éditeur pour ouvrir sa page respective. Les données peuvent être saisies manuellement dans les champs avec un fond blanc uniquement.

Cable Editor - Cable2

Sizing - Phase	Sizing - GND/PE	Reliability	Routing	Remarks	Comment	
Info	Physical	Impedance	Configuration	Loading	Capacity	Protection

Info

ID

From 12 kV

To 0,38 kV

Revision Data

Equipment

Tag #

Name

Description

Condition

Service In Out

State

No. of Conductors / Phase

Length

Length

Tolerance %

Library

Link to Library

Connection

3 Phase 1 Phase

20.5 L'éditeur de Câble :

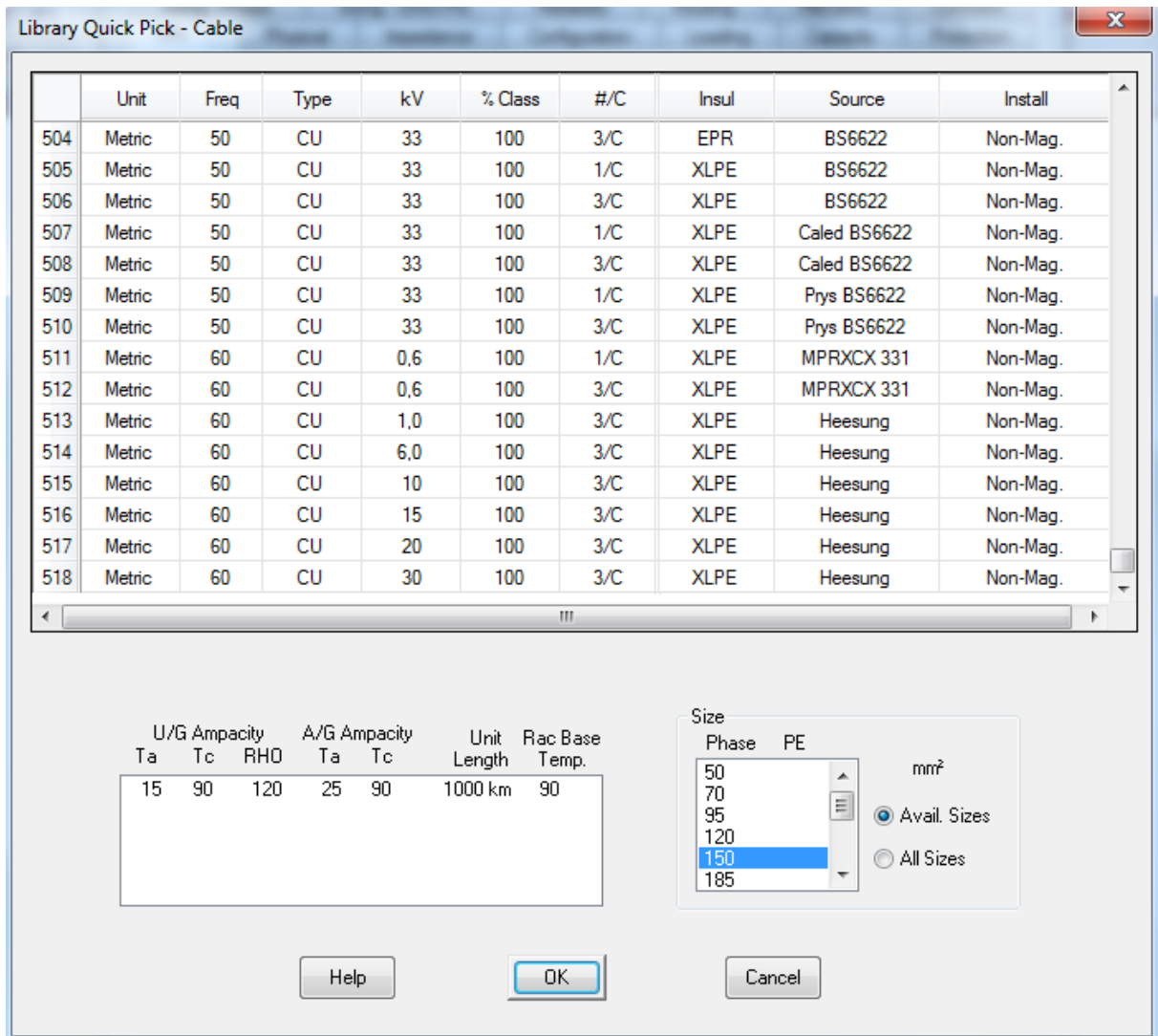

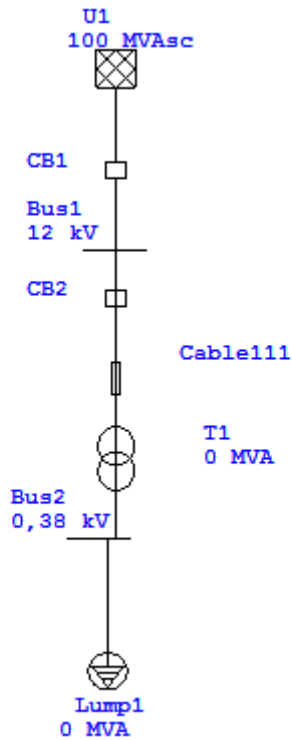


Fig : 3.6 Bibliothèque câble de sélection rapide

Cliquez sur le bouton Bibliothèque sur la page Info pour sélectionner un câble. Cliquez ensuite sur OK pour quitter la fenêtre Quick Pick et la fenêtre de l'éditeur. Les propriétés d'ingénierie du câble sélectionné sont maintenant saisies dans l'éditeur To check if an

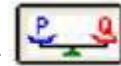



L'élément est sous tension cliquez sur l'icône de continuité  situé dans le projet barre d'outils. Tous les éléments qui ne sont pas sous tension seront grisés. Par exemple, avec le contrôle de continuité, ouvrez CB4. Comme le montre la figure à droite, CB4 et les éléments en aval sont grisés



Créer un diagramme d'une ligne dans ETAP est rapide et facile. Une fois terminé, vous pouvez tirer pleinement parti de tous les outils puissants qu'ETAP a à offrir.

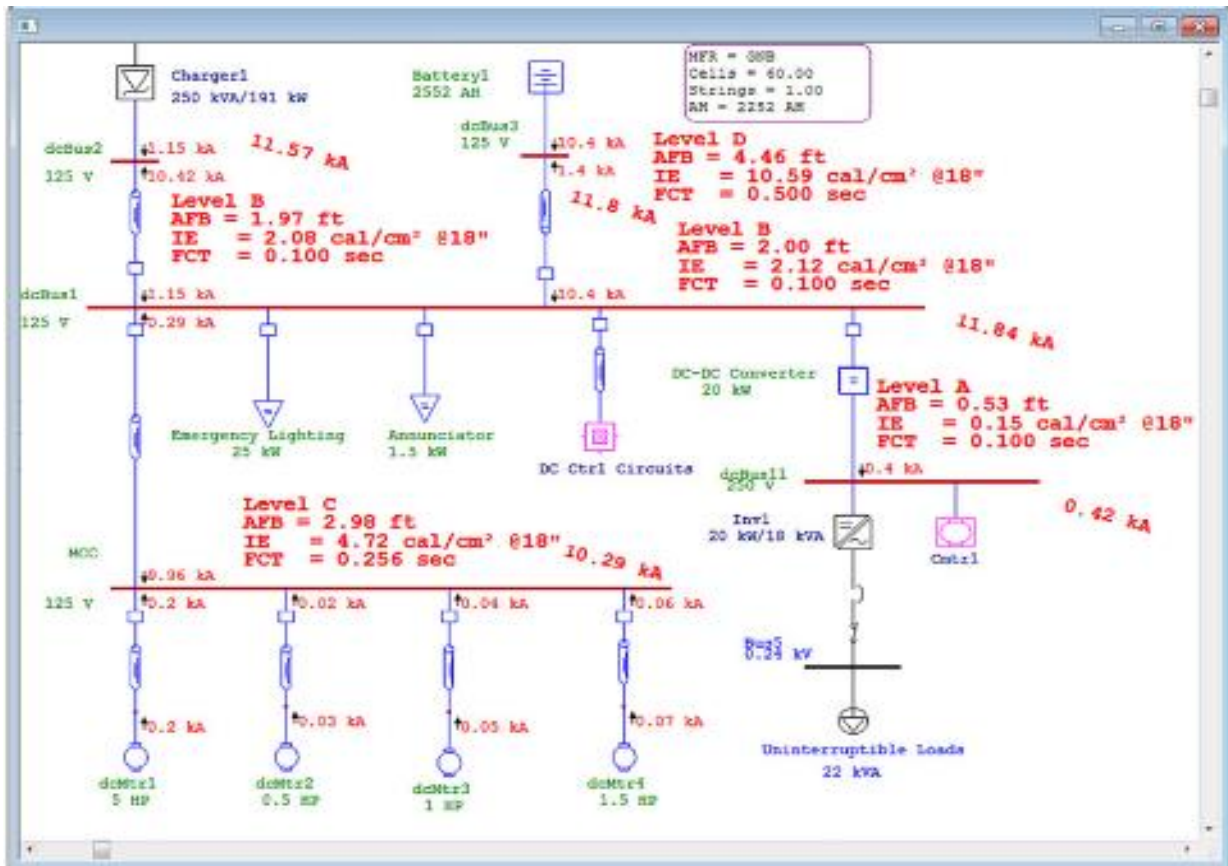
a). Avec la fenêtre de diagramme "My One-Line" active, cliquez sur l'icône pour activer la charge Mode d'étude de flux.



b) Cliquez sur l'icône  dans la barre d'outils pour exécuter l'écoulement de puissance. Entrez un nom de fichier pour le rapport et cliquez sur le bouton "OK". Le résultat de l'écoulement de charge sur la configuration "Etape 1" est maintenant affiché sur la ligne. De même, effectuez les étapes a) et b). Le résultat de la base de l'écoulement de puissance de charge sur la configuration "Normal" est maintenant affiché sur la ligne.

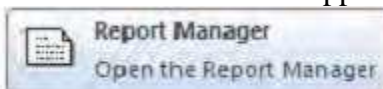
Vous pouvez maintenant comparer rapidement l'effet de l'écoulement de charge entre le "Normal" et le "Stage 1"

Les résultats de l'étude peuvent être consultés sur l'OLD. Les informations affichées sur l'OLD peuvent être modifiées dans les options d'affichage. Pour des résultats encore plus détaillés, les rapports de sortie peuvent être visualisés.

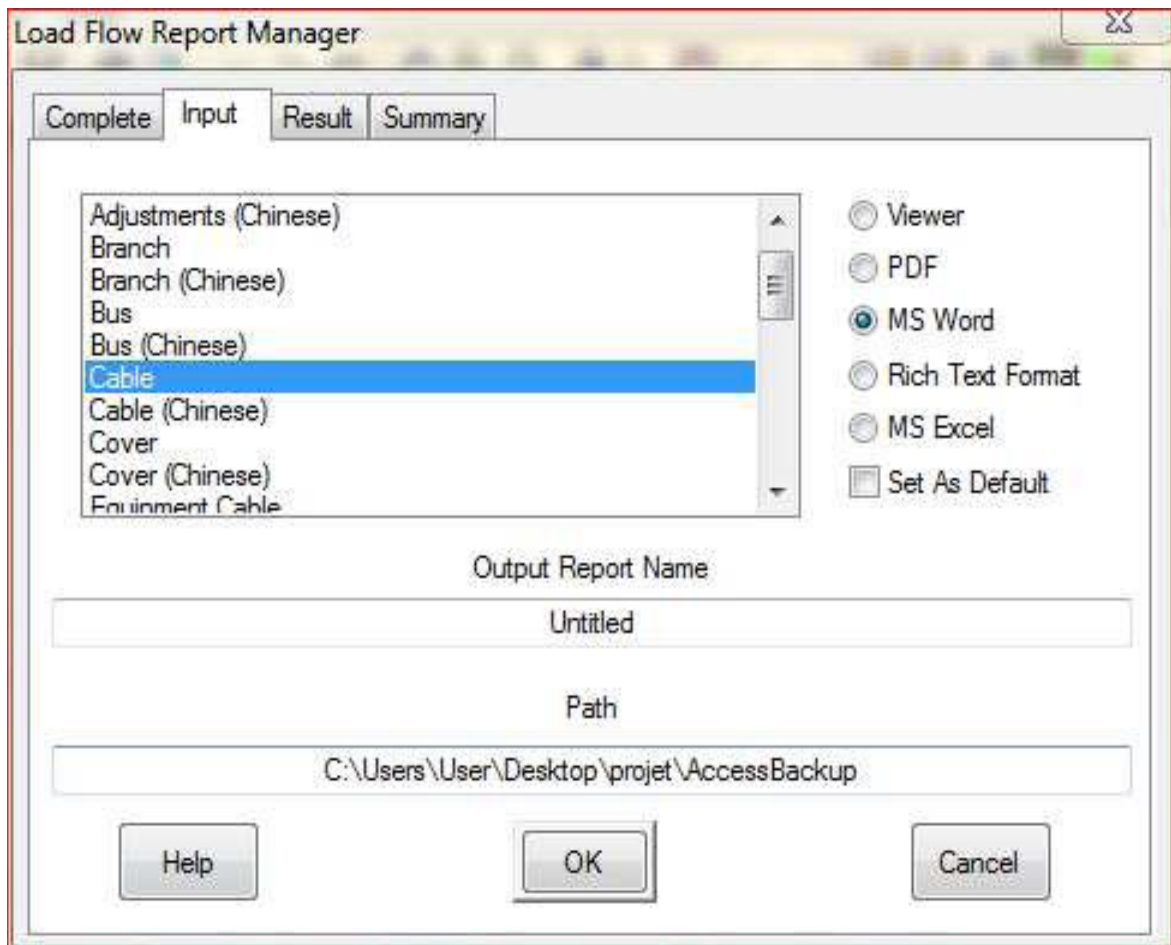


Pour afficher les problèmes de surcharge, cliquez simplement sur le bouton Affichage des alertes dans la barre d'outils Flux de charge. Cela ouvrira une fenêtre contenant une liste d'équipements sous-dimensionnés. Veuillez noter que le bouton d'affichage des alertes est désactivé dans la démonstration ETAP.

Pour afficher le rapport de sortie, cliquez sur Gestionnaire de rapports



dans la barre d'outils de court-circuit, accédez à la page de résultats et sélectionnez Rapport de court-circuit. [17]

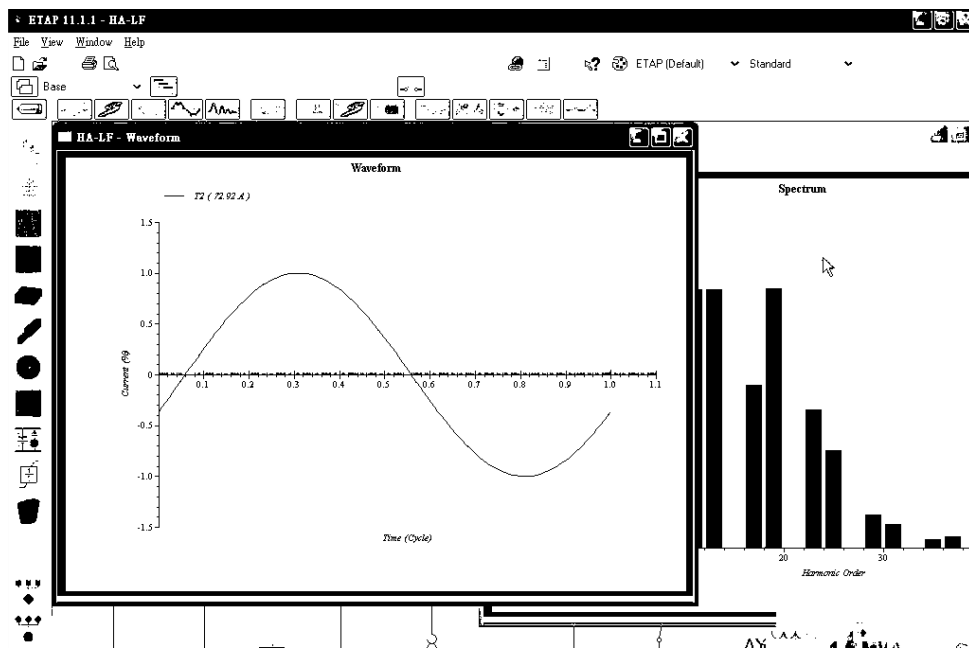


Report Manager

21 Conclusion :

Dans ce Chapitre on a eu à faire une étude théorique de la conception et dimensionnement d'une sous-station. Etant donné qu'on ne peut pas entamer l'étude d'un site sans certaines considérations général à savoir : Une considération sur le site, sur l'environnement et sur d'autres aspect qui méritent également une attention particulière. Pour finaliser on a fait une brève présentation de notre logiciel de simulation ETAP afin de connaitre certaine particularité le concernant. Le chapitre quatre (4) sera focalisé sur la Simulation de notre poste ainsi que son fonctionnement.

Chapitre 4 : Résultat de simulation du poste HT/MT sur le logiciel ETAP et discussions



1 Introduction :

Ce Chapitre englobe la conception sur le logiciel ETAP, nous présenterons l'écoulement de puissance, l'analyse de court-circuit, l'analyse Harmonique.

Le logiciel ETAP étant utilisé pour le calcul et l'estimation de charge nous permet d'avoir une vue sur notre poste de transformation ainsi que sur les différents éléments qui s'y trouvent.

2 Conception sur ETAP :

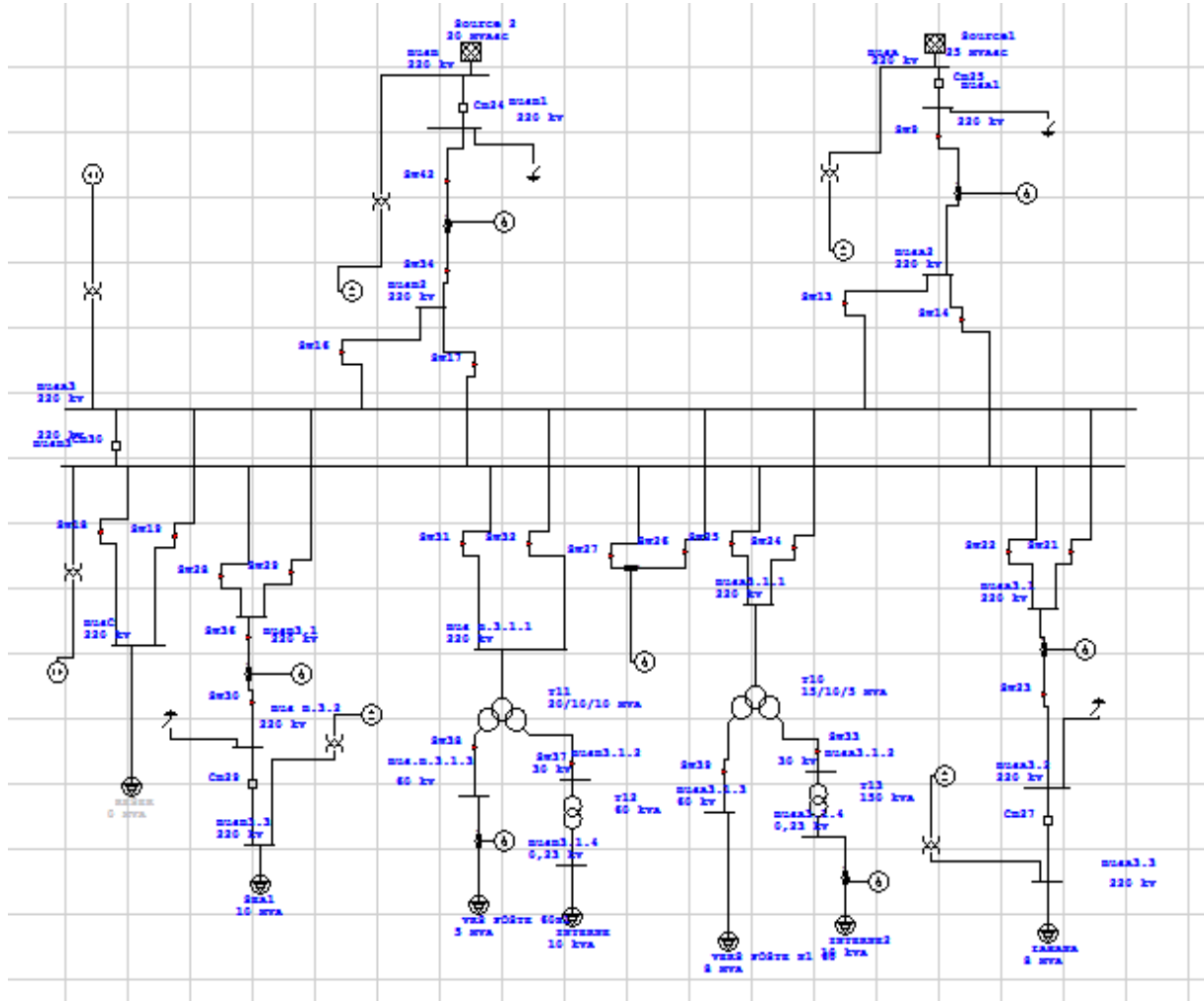


Figure 4.1 : Schéma de conception d'un Poste de Transformation HT/MT double sources, double jeux de barres

3 Fonctionnement

Notre poste est alimenté par deux sources :

On peut dire que la source 1 alimente le jeu de barre A1-3 tandis que la source 2 alimente le jeu de barre B1-3. Le disjoncteur de couplage est maintenu ouvert en fonctionnement normal.

En cas de panne de l'une des sources l'autre peut assurer la totalité de l'alimentation.

En cas de défaut également sur un jeu de barre l'autre peut assurer la totalité de l'alimentation des départs suivant l'état des sectionneurs qui lui sont associées.

Il y'a également une partie qui est conservé pour la réserve qui est inactive en fonctionnement normal.

L'architecture de notre poste nous permet d'avoir une bonne disponibilité d'alimentation et également une très grande souplesse d'utilisation pour l'affectation des sources et des charges et pour la maintenance des jeux de barres.

4 L'écoulement de Puissance sur ETAP :

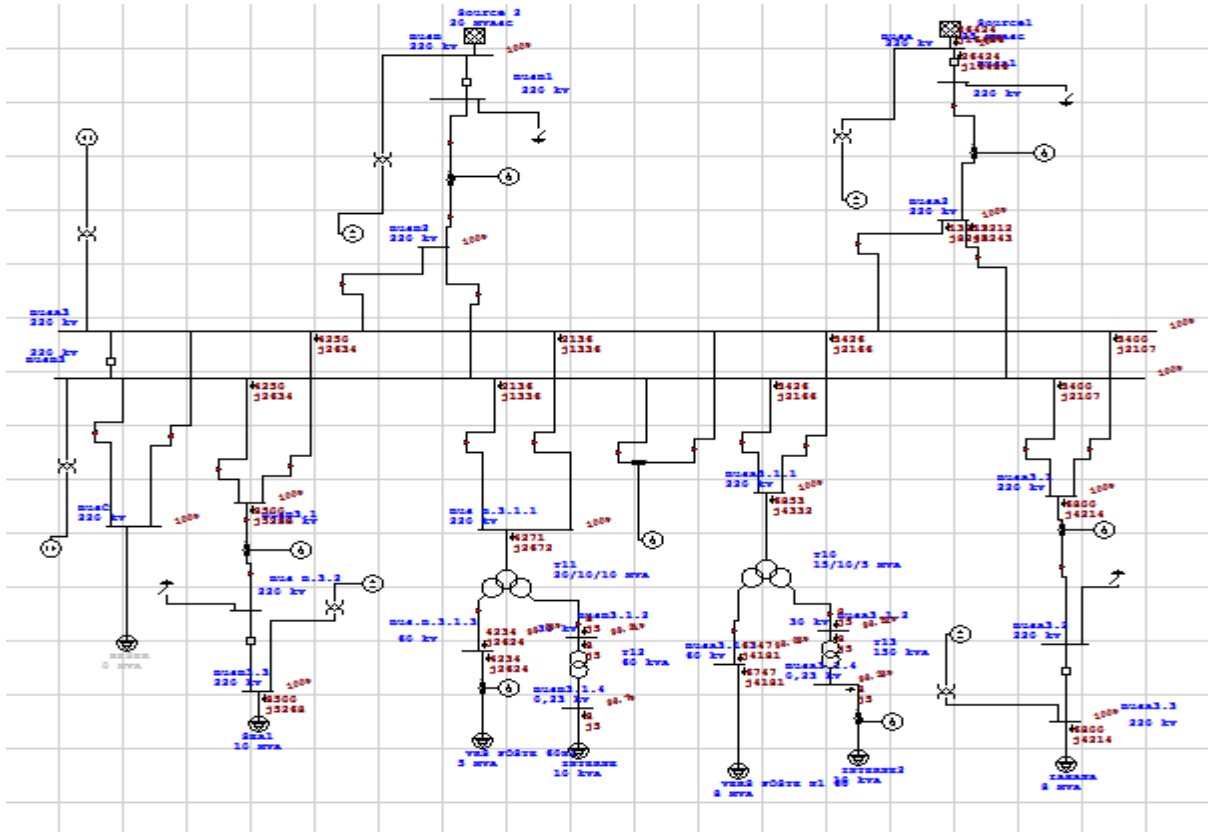


Figure 4-2 : écoulement de puissance sur ETAP

5 Résultat de l'écoulement de Puissance sur ETAP :

5.1 Les données de production, charge et tension des bus :

Les données en question correspondent aux différents de la tension, de la puissance en KW et en Kvar au niveau du jeu de barre.

Bus		Initial Voltage			Load							
					Constant kVA		Constant Z		Constant I		Generic	
ID	kV	Sub-sys	%Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar
Bus B.3.1.1	220.000	1	100.0	0.0								
Bus.B.3.1.3	60.000	1	100.0	0.0	3.400	2.107	0.850	0.527				
BusA	220.000	1	100.0	0.0								
BusA2	220.000	1	100.0	0.0								
BusA3	220.000	1	100.0	0.0								
BusA3.1	220.000	1	100.0	0.0								
BusA3.1.1	220.000	1	100.0	0.0								
BusA3.1.2	30.000	1	100.0	0.0								
BusA3.1.3	60.000	1	100.0	0.0	5.440	3.371	1.360	0.843				
BusA3.1.4	0.230	1	100.0	0.0	0.007	0.004	0.002	0.001				
BusA3.3	220.000	1	100.0	0.0	5.440	3.371	1.360	0.843				
BusB	220.000	1	100.0	0.0								
BusB2	220.000	1	100.0	0.0								
BusB3	220.000	1	100.0	0.0								
BusB3.1	220.000	1	100.0	0.0								
BusB3.1.2	30.000	1	100.0	0.0								
BusB3.1.4	0.230	1	100.0	0.0	0.007	0.004	0.002	0.001				
BusB3.3	220.000	1	100.0	0.0	6.800	4.214	1.700	1.054				
BusC	220.000	1	100.0	0.0								

Generation Bus				Voltage		Generation			Mvar Limits	
ID	kV	Type	Sub-sys	%Mag.	Angle	MW	Mvar	%PF	Max	Min
BusA	220.000	Swing	1	100.0	0.0					
BusB	220.000	Voltage Control	1	100.0	0.0	0.000			0.000	0.000
						0.000	0.000			

5.2 Données des Transformateurs :

Les différentes données des transformateurs à double et triple enroulement.

Entré de Transformateur à double enroulement

Transformer		Rating					Z Variation			% Tap		Adjusted	Phase Shift	
ID	Phas	MVA	Prim kV	Sec. kV	% Z1	X1/R1	+ 5%	- 5%	% Tol.	Prim.	Sec.	% Z	Type	Angle
T12	3-Pha	0.060	30.000	0.230	4.00	1.50	0	0	0	0	0	4.0000	Dvn	0.000
T13	3-Pha	0.150	30.000	0.230	4.00	1.50	0	0	0	0	0	4.0000	Dvn	0.000

Entré de Transformateur à triple enroulement

Transformer		Rating		Tap	Impedance				Z Variation		Phase Shift	
ID	Winding	MVA	kV	%	% Z1	X1/R1	MVA _B	% Tol.	+ 5%	- 5%	Type	Angle
T10	Primary:	15.000	220.000	0	Z _{ps} =	4.00	1.50	15.000	0	0		
	Secondar	10.000	60.000	0	Z _{pt} =	4.00	1.50	15.000	0		Std Pos.	0.000
	Tertiary:	5.000	30.000	0	Z _{st} =	2.00	1.50	15.000	0		Std Pos.	0.000
T11	Primary:	20.000	220.000	0	Z _{ps} =	4.00	1.50	20.000	0	0		
	Secondar	10.000	60.000	0	Z _{pt} =	4.00	1.50	20.000	0		Std Pos.	0.000
	Tertiary:	10.000	30.000	0	Z _{st} =	2.00	1.50	20.000	0		Std Pos.	0.000

5.3 Connexions des Branches ou Branchement et la valeur (résistance inductance et impédance)

CKT/Branch		Connected Bus ID		% Impedance, Pos. Seq., 100 MVA Base			
ID	Type	From Bus	To Bus	R	X	Z	Y
T12	2W XFMR	BusB3.1.2	BusB3.1.4	3698.00	5547.00	6666.67	
T13	2W XFMR	BusA3.1.2	BusA3.1.4	1479.20	2218.80	2666.67	
T10	3W Xfmr	BusA3.1.1	BusA3.1.3	25.89	38.83	46.67	
	3W Xfmr	BusA3.1.1	BusA3.1.2	25.89	38.83	46.67	
	3W Xfmr	BusA3.1.3	BusA3.1.2	8.63	12.94	15.56	
T11	3W Xfmr	Bus3.1.1	Bus3.1.3	19.41	29.12	35.00	
	3W Xfmr	Bus3.1.1	BusB3.1.2	19.41	29.12	35.00	
	3W Xfmr	Bus3.1.3	BusB3.1.2	6.47	9.71	11.67	

5.4 Résultat de l'écoulement de puissance :

La valeur de la tension et de la puissance active et réactives des différents bus

LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage			Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
Bus B.3.1.1	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusB3	-2.136	-1.336	6.6	84.8		
								BusA3	-2.136	-1.336	6.6	84.8		
								Bus.B.3.1.3	4.271	2.672	13.2	84.8		
								& BusB3.1.2						
Bus.B.3.1.3	60.000	99.083	-0.2	0	0	4.234	2.624	BusB3.1.2	-4.234	-2.624	48.4	85.0		
								& Bus B.3.1.1						
* BusA	220.000	100.000	0.0	23.539	13.181	0	0	BusA2	23.539	13.181	70.8	87.3		
BusA2	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusA	-23.539	-13.181	70.8	87.3		
								BusA3	11.770	6.590	35.4	87.3		
								BusB3	11.770	6.590	35.4	87.3		
BusA3	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusA2	-11.770	-6.590	35.4	87.3		
								BusB2	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusC	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusA3.1	3.400	2.107	10.5	85.0		
								BusA3.1.1	1.984	0.514	5.4	96.8		
								BusB3	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusB3.1	4.250	2.634	13.1	85.0		
BusA3.1	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusA3.3	6.800	4.214	21.0	85.0		
								BusA3	-3.400	-2.107	10.5	85.0		
								BusB3	-3.400	-2.107	10.5	85.0		
BusA3.1.1	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusA3	-1.984	-0.514	5.4	96.8		
								BusB3	-1.984	-0.514	5.4	96.8		
								BusA3.1.3	3.968	1.027	10.8	96.8		
								& BusA3.1.2						
BusA3.1.2	30.000	99.390	-0.3	0	0	0	0	BusA3.1.4	0.008	0.005	0.2	84.9		
								BusA3.1.1	-0.008	-0.005	0.2	84.9		
								& BusA3.1.3						
BusA3.1.3	60.000	99.188	-0.4	0	0	3.935	0.984	BusA3.1.2	-3.935	-0.984	39.4	97.0		
								& BusA3.1.1						
BusA3.1.4	0.230	99.146	-0.4	0	0	0.008	0.005	BusA3.1.2	-0.008	-0.005	25.2	85.0		
BusA3.3	220.000	100.000	0.0	0	0	6.800	4.214	BusA3.1	-6.800	-4.214	21.0	85.0		
* BusB	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusB2	0.000	0.000	0.0	0.0		
BusB2	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusB	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusA3	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusB3	0.000	0.000	0.0	0.0		

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
BusB3	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusA2	-11.770	-6.590	35.4	87.3		
								BusB2	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusC	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusA3.1	3.400	2.107	10.5	85.0		
								BusA3.1.1	1.984	0.514	5.4	96.8		
								BusA3	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusB3.1	4.250	2.634	13.1	85.0		
								Bus B.3.1.1	2.136	1.336	6.6	84.8		
BusB3.1	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusB3.3	8.500	5.268	26.2	85.0		
								BusB3	-4.250	-2.634	13.1	85.0		
								BusA3	-4.250	-2.634	13.1	85.0		
BusB3.1.2	30.000	99.311	-0.2	0	0	0	0	BusB3.1.4	0.008	0.005	0.2	84.9		
								Bus B.3.1.1	-0.008	-0.005	0.2	84.9		
								& Bus.B.3.1.3						
BusB3.1.4	0.230	98.699	-0.3	0	0	0.008	0.005	BusB3.1.2	-0.008	-0.005	25.3	85.0		
BusB3.3	220.000	100.000	0.0	0	0	8.500	5.268	BusB3.1	-8.500	-5.268	26.2	85.0		
BusC	220.000	100.000	0.0	0	0	0	0	BusB3	0.000	0.000	0.0	0.0		
								BusA3	0.000	0.000	0.0	0.0		

* Indicates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)

Indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA

6 Analyse de court-circuit :

L'analyse de court-circuit nous permet de visualiser le fonctionnement de notre poste en cas de défaut triple, double ou monophasé ou défaut à la terre.

Pour bien comprendre ce fonctionnement on a eu à introduire certaines défaut soit venant de la source ou de l'un des jeux-de barre en fin de connaitre comment va se comporter notre poste et essayer de trouver un remède en cas de fonctionnement anormal de notre poste.

SHORT-CIRCUIT REPORT

3-Phase fault at bus: BusA

Nominal kV = 220.000
 Voltage c Factor = 1.10 (User-Defined)
 Peak Value = 1.029 kA Method C
 Steady State = 0.118 kA rms

Contribution		Voltage & Initial Symmetrical Current (rms)				
From Bus ID	To Bus ID	% V From Bus	kA Real	kA Imaginary	X/R Ratio	kA Magnitude
BusA	Total	0.00	0.059	-0.430	7.3	0.434
Source1	BusA	100.00	0.013	-0.064	5.0	0.066
Bus.B.3.1.3	Bus B.3.1.1	4.76	0.005	-0.038	8.1	0.038
BusB3.1.2	Bus B.3.1.1	3.57	0.003	-0.028	8.1	0.028
SEA1	BusB3.3	100.00	0.014	-0.138	10.0	0.139
BusA3.1.3	BusA3.1.1	0.01	0.000	0.000	2.4	0.000
BusA3.1.2	BusA3.1.1	0.01	0.000	0.000	2.4	0.000
ZAHANA	BusA3.3	100.00	0.011	-0.110	10.0	0.111
Source 2	BusB	100.00	0.013	-0.051	4.0	0.052
BusB3.1.2	Bus.B.3.1.3	3.57	-0.013	0.103	8.2	0.104
VRS POSTE 60N1	Bus.B.3.1.3	100.00	0.030	-0.241	8.2	0.243
BusB3.1.4	BusB3.1.2	6.44	0.000	-0.001	2.2	0.001
BusA3.1.2	BusA3.1.3	0.01	0.000	0.000	2.4	0.000
BusA3.1.4	BusA3.1.2	1.25	0.000	-0.001	2.4	0.001
Bus B.3.1.1	BusB3	0.00	0.004	-0.033	8.1	0.033
Bus B.3.1.1	BusA3	0.00	0.004	-0.033	8.1	0.033
BusA2	BusA	0.00	0.046	-0.365	8.0	0.368
BusA3	BusA2	0.00	0.023	-0.183	8.0	0.184
BusB3	BusA2	0.00	0.023	-0.183	8.0	0.184
BusB2	BusA3	0.00	0.006	-0.025	4.0	0.026
BusC	BusA3	0.00	0.000	0.000	9999.0	0.000
BusA3.1	BusA3	0.00	0.006	-0.055	10.0	0.055
BusA3.1.1	BusA3	0.00	0.000	0.000	2.4	0.000
BusB3	BusA3	0.00	0.000	0.000	9999.0	0.000
BusB3.1	BusA3	0.00	0.007	-0.069	10.0	0.069
BusA3.3	BusA3.1	0.00	0.011	-0.110	10.0	0.111
BusA3.1	BusB3	0.00	0.006	-0.055	10.0	0.055

6.1.b Interprétation :

En cas de défaut sur une source par exemple source 1 plus précisément au niveau du jeu de barre A nous constatons que l'autre source assure la totalité de l'alimentation jusqu'à ce que la source 1 soit fonctionnel. La propagation du courant de défaut d'après la forme est très rapide en fonction du temps ce qui entraîne une isolation rapide de la source via les appareils de protections.

6.2 Deuxième Défaut :

Dans ce cas le défaut se situera sur l'un des jeux de barre, comment va fonctionner notre poste alors ?

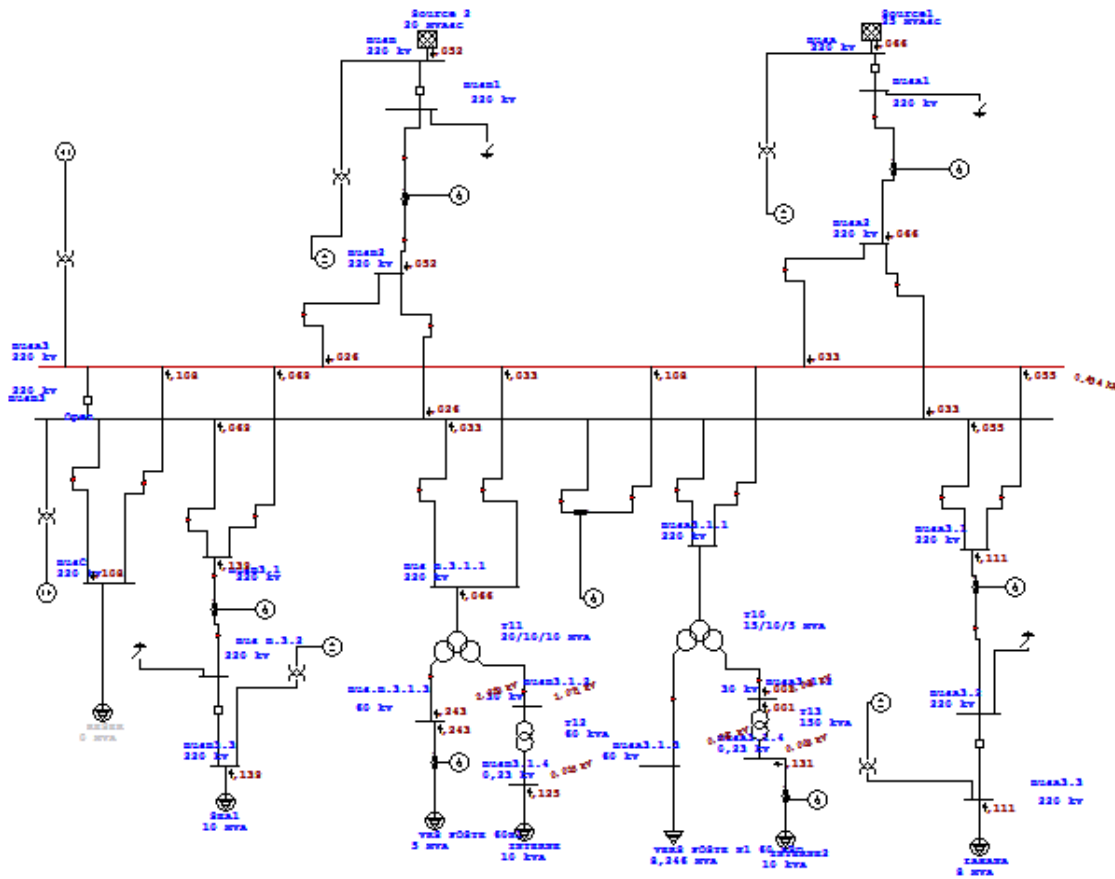


Figure 4-5 : écoulement du courant de défaut A3

6.3 Courant de défaut dans le BUS A3

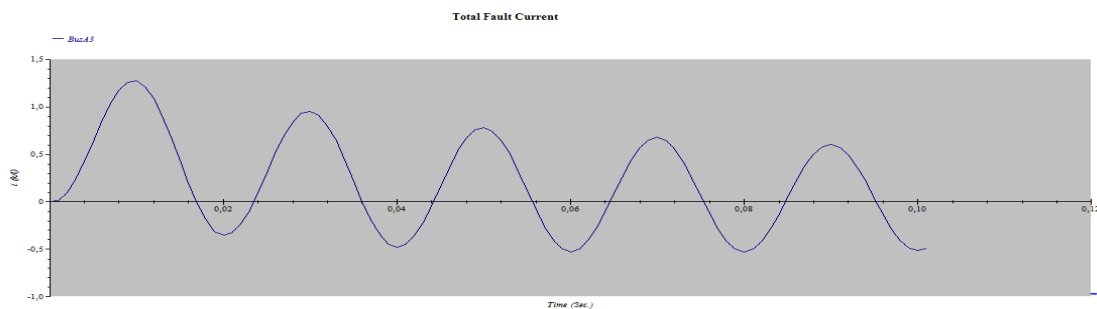


Figure 4-6 : Forme d'onde du courant de défaut Total : Bus A3

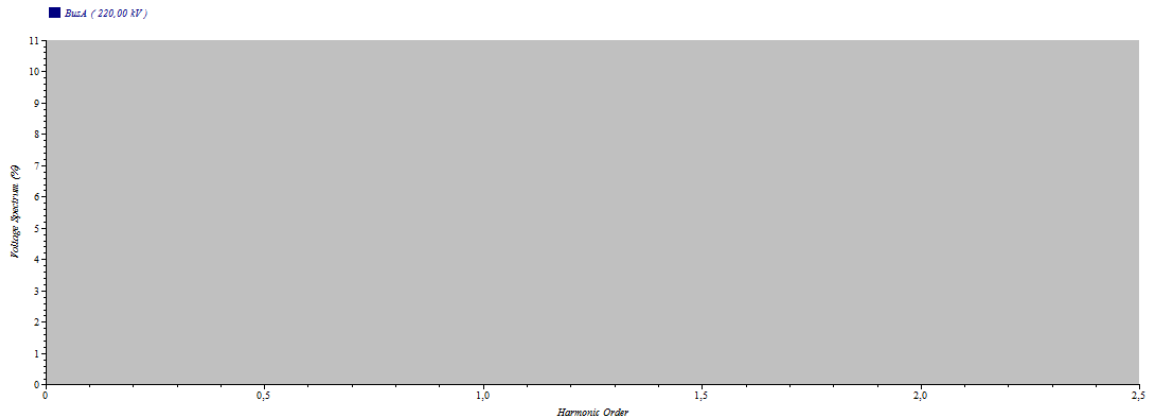
System Harmonics Bus Information

Bus		Voltage Distortion								
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus B.3.1.1	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus B.3.1.3	60.000	99.08	99.08	99.08	0.01	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA2	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.1	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.2	30.000	99.39	99.39	99.39	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.3	60.000	99.19	99.19	99.19	0.01	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.4	0.230	99.15	99.15	99.15	0.02	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.3	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB2	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3.1	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3.1.2	30.000	99.31	99.31	99.31	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3.1.4	0.230	98.70	98.70	98.70	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3.3	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
BusC	220.000	100.00	100.00	100.00	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00

* Indicates THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.

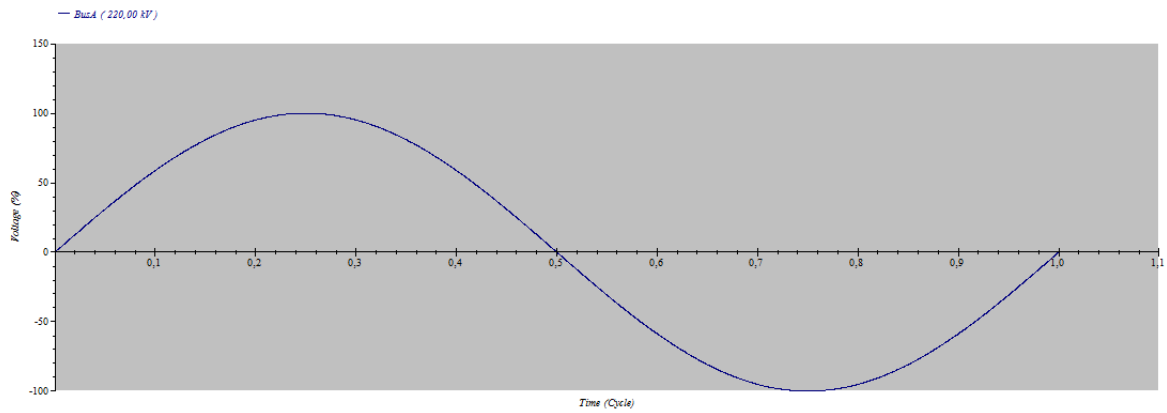
Indicates IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.

Spectrum



Spectre

Waveform



Forme d'onde normale

7.3 Fonctionnement Anormale :

Alors en cas d'harmonique sur la charge nous allons voir une modification de la forme d'onde de notre réseau à cause des charges ayant un ASD (adjustable speed drives : entrainement à vitesse variable).

System Harmonics Bus Information

Bus		Voltage Distortion								
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus B.3.1.1	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
Bus B.3.1.3	60.000	99.08	99.09	100.87	0.95	15.01	0.00	0.00	0.95	0.95
BusA	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusA2	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusA3	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusA3.1	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusA3.1.1	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusA3.1.2	30.000	99.39	99.41	103.44	1.83	45.31	0.00	0.00	1.83	1.83
# BusA3.1.3	60.000	99.19	99.21	103.90	2.09	55.63	0.00	0.00	2.09	2.09
BusA3.1.4	0.230	99.15	99.16	102.85	1.75	38.19	0.00	0.00	1.75	1.75
BusA3.3	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusB	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusB2	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusB3	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusB3.1	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusB3.1.2	30.000	99.31	99.32	101.16	0.98	15.65	0.00	0.00	0.98	0.98
BusB3.1.4	0.230	98.70	98.70	100.39	0.91	14.13	0.00	0.00	0.91	0.91
BusB3.3	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06
BusC	220.000	100.00	100.01	102.07	1.06	17.72	0.00	0.00	1.06	1.06

* Indicates THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.
Indicates IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.

System Harmonics Branch Information

Bus		Current Distortion											
From Bus ID	To Bus ID	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus B.3.1.1	BusB3	6.61	6.61	6.61	0	0.50	3.31	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3	6.61	6.61	6.61	0	0.50	3.31	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bus B.3.1.3	13.22	13.24	14.78	5.98	95.66	1267.03	1267.03	0.00	0.00	0.00	5.98	5.98
Bus B.3.1.3	Bus B.3.1.1	48.38	48.38	48.38	0	0.50	24.19	24.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA	BusA2	35.40	35.40	35.54	0.20	2.73	96.70	96.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20
BusA2	BusA	35.40	35.40	35.54	0.20	2.73	96.70	96.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20
	BusA3	17.70	17.70	17.70	0	0.50	8.85	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	17.70	17.70	17.84	0.41	5.39	95.47	95.47	0.00	0.00	0.00	0.41	0.41
BusA3	BusA2	17.70	17.70	17.70	0	0.50	8.85	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB2	17.70	17.70	17.70	0	0.50	8.85	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusC	0	0	0	0	0	0.00	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1	10.50	10.50	10.50	0	0.50	5.25	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1.1	5.38	5.38	5.64	2.46	43.34	233.20	233.20	0.00	0.00	0.00	2.46	2.46
	BusB3	0	0	0	0	0	0.00	233.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3.1	13.12	13.12	13.58	1.81	30.15	395.73	395.73	0.00	0.00	0.00	1.81	1.81
	Bus B.3.1.1	6.61	6.61	6.81	1.59	25.16	166.36	166.36	0.00	0.00	0.00	1.59	1.59
BusA3.1	BusA3.3	20.99	21.00	21.36	0.90	15.09	316.72	316.72	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90
	BusA3	10.50	10.50	10.50	0	0.50	5.25	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	10.50	10.50	10.87	1.81	30.15	316.59	316.59	0.00	0.00	0.00	1.81	1.81
BusA3.1.1	BusA3	5.38	5.38	5.38	0	0.50	2.69	2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	BusA3.1.3	10.76	10.76	11.02	1.23	21.68	233.24	233.24	0.00	0.00	0.00	1.23	1.23
BusA3.1.2	BusA3.1.4	0.19	0.19	0.20	1.47	32.05	6.20	6.20	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47
	BusA3.1.1	0.19	0.19	0.19	0	0.50	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.3	BusA3.1.1	39.35	39.35	39.35	0	0.50	19.68	19.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.4	BusA3.1.2	25.23	25.24	26.02	1.47	32.05	808.69	808.69	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47
BusA3.3	BusA3.1	20.99	21.00	21.36	0.90	15.09	316.72	316.72	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90
BusB	BusB2	35.40	35.40	35.51	0.17	2.23	78.87	78.87	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17
BusB2	BusB	35.40	35.40	35.51	0.17	2.23	78.87	78.87	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17
	BusA3	17.70	17.70	17.70	0	0.50	8.85	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	17.70	17.70	17.81	0.33	4.37	77.37	77.37	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33
BusB3	BusA2	17.70	17.70	17.84	0.41	5.39	95.47	95.47	0.00	0.00	0.00	0.41	0.41
	BusB2	17.70	17.70	17.81	0.33	4.37	77.37	77.37	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33
	BusC	0	0	0	0	0	0.00	77.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1	10.50	10.50	10.87	1.81	30.15	316.59	316.59	0.00	0.00	0.00	1.81	1.81
	BusA3.1.1	5.38	5.41	6.47	10.41	167.72	906.98	906.98	0.00	0.00	0.00	10.41	10.41
	BusA3	0	0	0	0	0	0.00	906.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3.1	13.12	13.12	13.12	0	0.50	6.56	6.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bus B.3.1.1	6.61	6.66	8.17	11.96	190.31	1267.01	1267.01	0.00	0.00	0.00	11.96	11.96

Bus		Current Distortion											
From Bus ID	To Bus ID	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
BusB3.1	BusB3.3	26.24	26.24	26.71	0.90	15.09	395.90	395.90	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90
	BusB3	13.12	13.12	13.12	0	0.50	6.56	6.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3	13.12	13.12	13.58	1.81	30.15	395.73	395.73	0.00	0.00	0.00	1.81	1.81
BusB3.1.2	BusB3.1.4	0.19	0.19	0.20	0.76	11.79	2.29	2.29	0.00	0.00	0.00	0.76	0.76
	Bus B.3.1.1	0.19	0.19	0.19	0	0.50	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3.1.4	BusB3.1.2	25.30	25.30	25.66	0.76	11.79	298.21	298.21	0.00	0.00	0.00	0.76	0.76
BusB3.3	BusB3.1	26.24	26.24	26.71	0.90	15.09	395.90	395.90	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90
BusC	BusB3	0	0	0	0	0	0.00	395.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3	0	0	0	0	0	0.00	395.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Bus Tabulation

Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)

Bus ID: Bus B.3.1.1

Fund. kV: 220.000

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.30	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.83	13.00	650.00	0.55	17.00	850.00	0.03	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.05	35.00	1750.00	0.05	37.00	1850.00	0.03	47.00	2350.00	0.01	49.00	2450.00	0.01			

Bus ID: Bus.B.3.1.3

Fund. kV: 59.450

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.29	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.75	13.00	650.00	0.47	17.00	850.00	0.02	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.03	35.00	1750.00	0.02	37.00	1850.00	0.01	47.00	2350.00	0.00	49.00	2450.00	0.00			

Bus ID: BusA

Fund. kV: 220.000

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.30	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.83	13.00	650.00	0.55	17.00	850.00	0.03	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.05	35.00	1750.00	0.05	37.00	1850.00	0.03	47.00	2350.00	0.01	49.00	2450.00	0.01			

Bus ID: BusA2

Fund. kV: 220.000

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.30	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.83	13.00	650.00	0.55	17.00	850.00	0.03	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.05	35.00	1750.00	0.05	37.00	1850.00	0.03	47.00	2350.00	0.01	49.00	2450.00	0.01			

Bus Tabulation

Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)

Bus ID: BusB3.1.2
Fund. kV: 29.793

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.29	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.77	13.00	650.00	0.49	17.00	850.00	0.02	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.03	35.00	1750.00	0.03	37.00	1850.00	0.02	47.00	2350.00	0.01	49.00	2450.00	0.01			

Bus ID: BusB3.1.4
Fund. kV: 0.227

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.29	7.00	350.00	0.17	11.00	550.00	0.72	13.00	650.00	0.44	17.00	850.00	0.02	23.00	1150.00	0.01
25.00	1250.00	0.02	35.00	1750.00	0.02	37.00	1850.00	0.01	47.00	2350.00	0.00	49.00	2450.00	0.00			

Bus ID: BusB3.3
Fund. kV: 220.000

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.30	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.83	13.00	650.00	0.55	17.00	850.00	0.03	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.05	35.00	1750.00	0.05	37.00	1850.00	0.03	47.00	2350.00	0.01	49.00	2450.00	0.01			

Bus ID: BusC
Fund. kV: 220.000

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.30	7.00	350.00	0.18	11.00	550.00	0.83	13.00	650.00	0.55	17.00	850.00	0.03	23.00	1150.00	0.02
25.00	1250.00	0.05	35.00	1750.00	0.05	37.00	1850.00	0.03	47.00	2350.00	0.01	49.00	2450.00	0.01			

Branch Tabulation

% Harmonic Current Contents in 1 MVA Base

Branch ID: T12

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.00	7.00	350.00	0.00	11.00	550.00	0.01	13.00	650.00	0.00	17.00	850.00	0.00	23.00	1150.00	0.00
25.00	1250.00	0.00	35.00	1750.00	0.00	37.00	1850.00	0.00	47.00	2350.00	0.00	49.00	2450.00	0.00			

Branch Tabulation

% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)

Branch ID: T12
Fund. A: 0.19

Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %	Order	Freq. Hz	Mag. %
5.00	250.00	0.24	7.00	350.00	0.15	11.00	550.00	0.60	13.00	650.00	0.37	17.00	850.00	0.02	23.00	1150.00	0.01
25.00	1250.00	0.02	35.00	1750.00	0.01	37.00	1850.00	0.01	47.00	2350.00	0.00	49.00	2450.00	0.00			

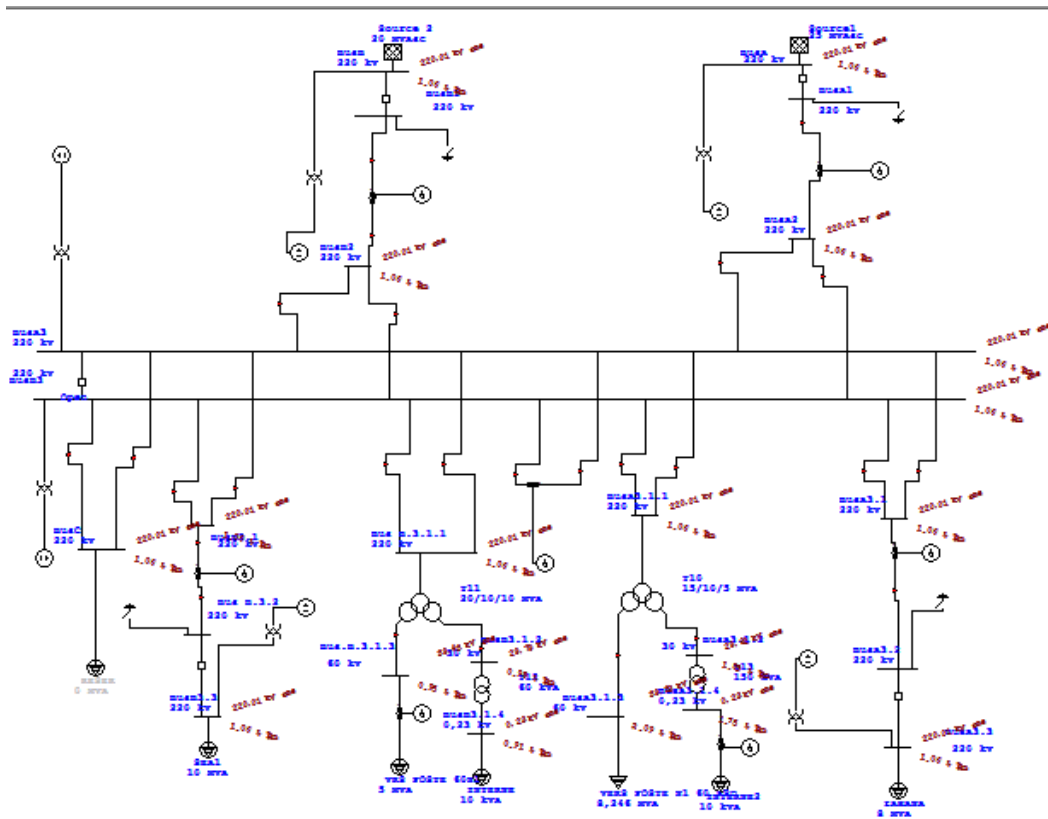


Figure 4-8 : écoulement du Taux de distorsion en mode anormal

Nous voyons à présent sur le schéma que le Taux Harmonique de Distorsion est très différent de 0.00% ce qui montre la présence d'une charge perturbatrice.

Voici son Spectre et sa forme d'onde sur le bus A3.1.3.

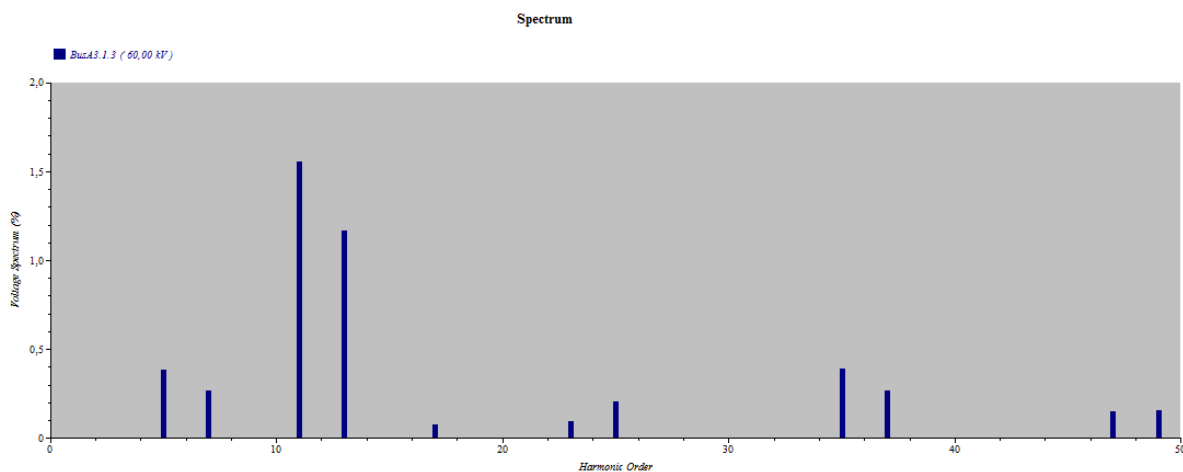


Figure 4-9 : Spectre de l'harmonique

Les tensions de bus fondamentaux et harmonique, les courants de dérivation et les distorsions harmoniques correspondantes sont donnés dans le tableau.

System Harmonics Bus Information

Bus		Voltage Distortion								
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
* Bus B.3.1.1	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* Bus.B.3.1.3	60.000	99.08	104.31	190.44	32.91	651.01	0.00	0.00	32.91	32.91
* BusA	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusA2	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusA3	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusA3.1	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusA3.1.1	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusA3.1.2	30.000	98.52	103.44	186.78	31.99	635.76	0.00	0.00	31.99	31.99
* BusA3.1.3	60.000	98.03	102.51	174.78	30.57	477.10	0.00	0.00	30.57	30.57
* BusA3.1.4	0.230	98.28	102.94	179.73	31.19	537.39	0.00	0.00	31.19	31.19
* BusA3.3	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusB	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusB2	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusB3	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusB3.1	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusB3.1.2	30.000	99.31	104.86	198.61	33.88	769.89	0.00	0.00	33.88	33.88
* BusB3.1.4	0.230	98.70	103.56	181.56	31.76	539.72	0.00	0.00	31.76	31.76
* BusB3.3	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34
* BusC	220.000	100.00	106.74	223.44	37.34	1156.33	0.00	0.00	37.34	37.34

System Harmonics Branch Information

Bus		Current Distortion											
From Bus ID	To Bus ID	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus B.3.1.1	BusB3	6.61	6.61	6.61	0	0.50	3.31	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3	6.61	6.61	6.61	0	0.50	3.31	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bus B.3.1.3	13.22	13.22	13.22	0	0.50	6.61	6.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus.B.3.1.3	Bus B.3.1.1	48.38	48.38	48.38	0	0.50	24.19	24.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA	BusA2	81.73	85.33	156.52	30.01	763.48	65151.47	65151.47	0.00	0.00	0.00	30.01	30.01
BusA2	BusA	81.73	85.33	156.52	30.01	763.48	65151.47	65151.47	0.00	0.00	0.00	30.01	30.01
	BusA3	40.87	40.87	40.87	0	0.50	20.43	20.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	40.87	47.66	115.65	60.01	1366.96	65151.46	65151.46	0.00	0.00	0.00	60.01	60.01
BusA3	BusB3	0	0	0	0	0	0.00	65151.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA2	40.87	40.87	40.87	0	0.50	20.43	20.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB2	0	0	0	0	0	0.00	20.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusC	0	0	0	0	0	0.00	20.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1	10.50	10.50	10.50	0	0.50	5.25	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1.1	10.64	11.69	28.04	45.46	1754.35	20500.29	20500.29	0.00	0.00	0.00	45.46	45.46
	BusB3	0	0	0	0	0	0.00	20500.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3.1	13.12	15.56	40.72	63.73	1770.04	27541.63	27541.63	0.00	0.00	0.00	63.73	63.73
	Bus B.3.1.1	6.61	7.56	16.85	55.39	1004.38	7590.05	7590.05	0.00	0.00	0.00	55.39	55.39
BusA3.1	BusA3.3	20.99	22.03	43.07	31.87	999.94	22033.30	22033.30	0.00	0.00	0.00	31.87	31.87
	BusA3	10.50	10.50	10.50	0	0.50	5.25	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	10.50	12.45	32.58	63.73	1770.04	22033.30	22033.30	0.00	0.00	0.00	63.73	63.73

BusA3.1.1	BusA3	10.64	10.64	10.64	0	0.50	5.32	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	10.64	10.64	10.64	0	0.50	5.32	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1.3	21.28	21.82	38.68	22.73	939.58	20500.29	20500.29	0.00	0.00	0.00	22.73	22.73
BusA3.1.2	BusA3.1.4	0.19	0.20	0.33	25.91	450.67	90.55	90.55	0.00	0.00	0.00	25.91	25.91
	BusA3.1.1	0.19	0.19	0.19	0	0.50	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.3	BusA3.1.1	77.91	77.91	77.91	0	0.50	38.96	38.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusA3.1.4	BusA3.1.2	25.37	26.21	42.80	25.91	450.67	11810.27	11810.27	0.00	0.00	0.00	25.91	25.91
BusA3.3	BusA3.1	20.99	22.03	43.07	31.87	999.94	22033.30	22033.30	0.00	0.00	0.00	31.87	31.87
BusB	BusB2	0	0	0	0	0	0.00	22033.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB2	BusB	0	0	0	0	0	0.00	22033.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BusB3	BusA3	0	0	0	0	0	0.00	22033.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3	0	0	0	0	0	0.00	22033.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3	0	0	0	0	0	0.00	22033.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA2	40.87	47.66	115.65	60.01	1366.96	65151.46	65151.46	0.00	0.00	0.00	60.01	60.01
	BusB2	0	0	0	0	0	0.00	65151.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusC	0	0	0	0	0	0.00	65151.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusA3.1	10.50	12.45	32.58	63.73	1770.04	22033.30	22033.30	0.00	0.00	0.00	63.73	63.73
	BusA3.1.1	10.64	11.92	24.40	50.59	733.53	8745.06	8745.06	0.00	0.00	0.00	50.59	50.59
	BusA3	0	0	0	0	0	0.00	8745.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BusB3.1	13.12	13.12	13.12	0	0.50	6.56	6.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus B.3.1.1	6.61	6.61	6.61	0	0.50	3.31	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Bus		Current Distortion												
From Bus ID	To Bus ID	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %	
BusB3.1	BusB3.3	26.24	27.54	53.84	31.87	999.94	27541.63	27541.63	0.00	0.00	0.00	31.87	31.87	
	BusB3	13.12	13.12	13.12	0	0.50	6.56	6.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BusA3	13.12	15.56	40.72	63.73	1770.04	27541.63	27541.63	0.00	0.00	0.00	63.73	63.73	
BusB3.1.2	BusB3.1.4	0.19	0.20	0.33	26.57	455.80	91.48	91.48	0.00	0.00	0.00	26.57	26.57	
	Bus B.3.1.1	0.19	0.19	0.19	0	0.50	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
BusB3.1.4	BusB3.1.2	25.30	26.18	43.04	26.57	455.80	11932.62	11932.62	0.00	0.00	0.00	26.57	26.57	
BusB3.3	BusB3.1	26.24	27.54	53.84	31.87	999.94	27541.63	27541.63	0.00	0.00	0.00	31.87	31.87	
BusC	BusB3	0	0	0	0	0	0.00	27541.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BusA3	0	0	0	0	0	0.00	27541.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

La forme d'onde de tension et son spectre sur le Bus B où se trouve l'ASD à 6 impulsions sont indiqués ci-dessous.

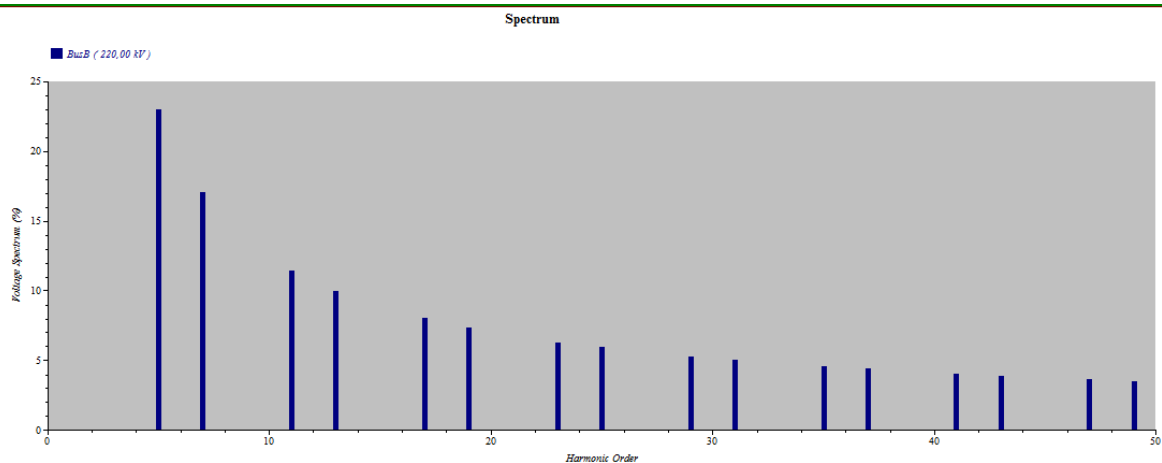


Figure4-12 : Spectre de l'harmonique

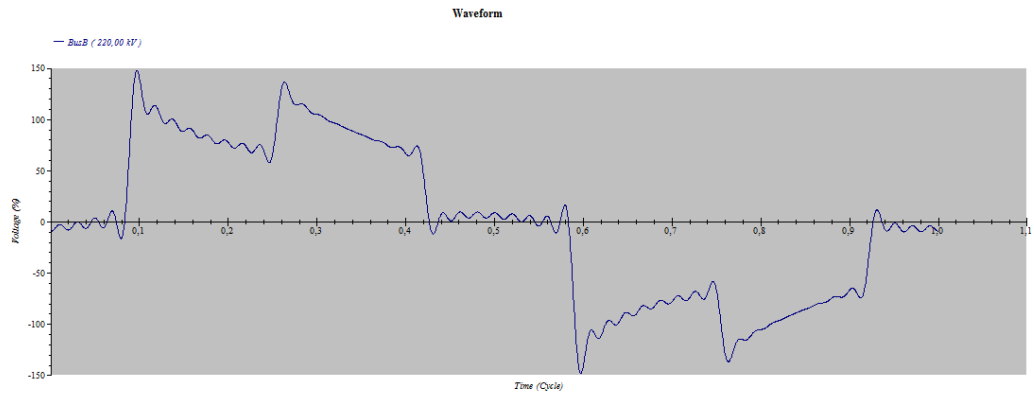


Figure 4-13 : Forme d'onde de l'harmonique

7.4.a Interprétation :

Nous voyons une modification très large de la forme d'onde à cause de l'harmonique à 6 impulsions qui a été introduit dans la source.

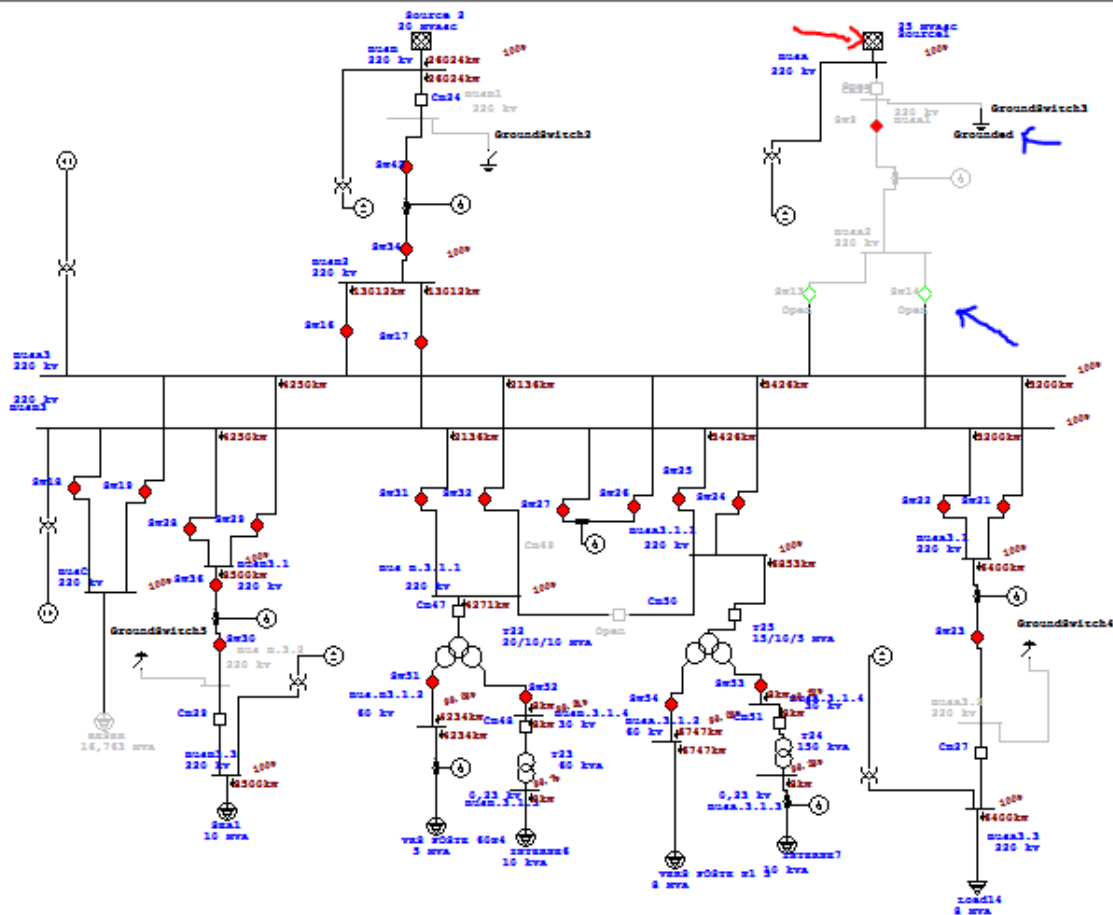
8 Les différentes stratégies de continuité de service

Pour assurer une meilleure qualité de service, le réseau doit être apte à s'adapter à plusieurs cas de dysfonctionnement pouvant causer des problèmes aussi bien économiques qu'en particulier les biens et les personnes. De ce fait pour assurer une bonne continuité de service de notre Poste on a intégré dans notre Simulation les différents cas Pannes qui peuvent se répercuter sur le réseau en général et sur le poste en particulier.

Le fonctionnement normal étant évident, la configuration est basée sur le cas anormal. Parmi ceci nous avons choisis un cas de panne sur la source, sur un jeu de barre principal, un jeu de barre auxiliaire, sur un transformateur triphasé et sur un transformateur biphasé et voici les différents cas de simulation avec l'analyse des résultats.

8.1 Panne sur la Source :

Considérons qu'il y'a une panne sur la Source 1 voyons comment va se comporter notre réseau :



Interprétation :

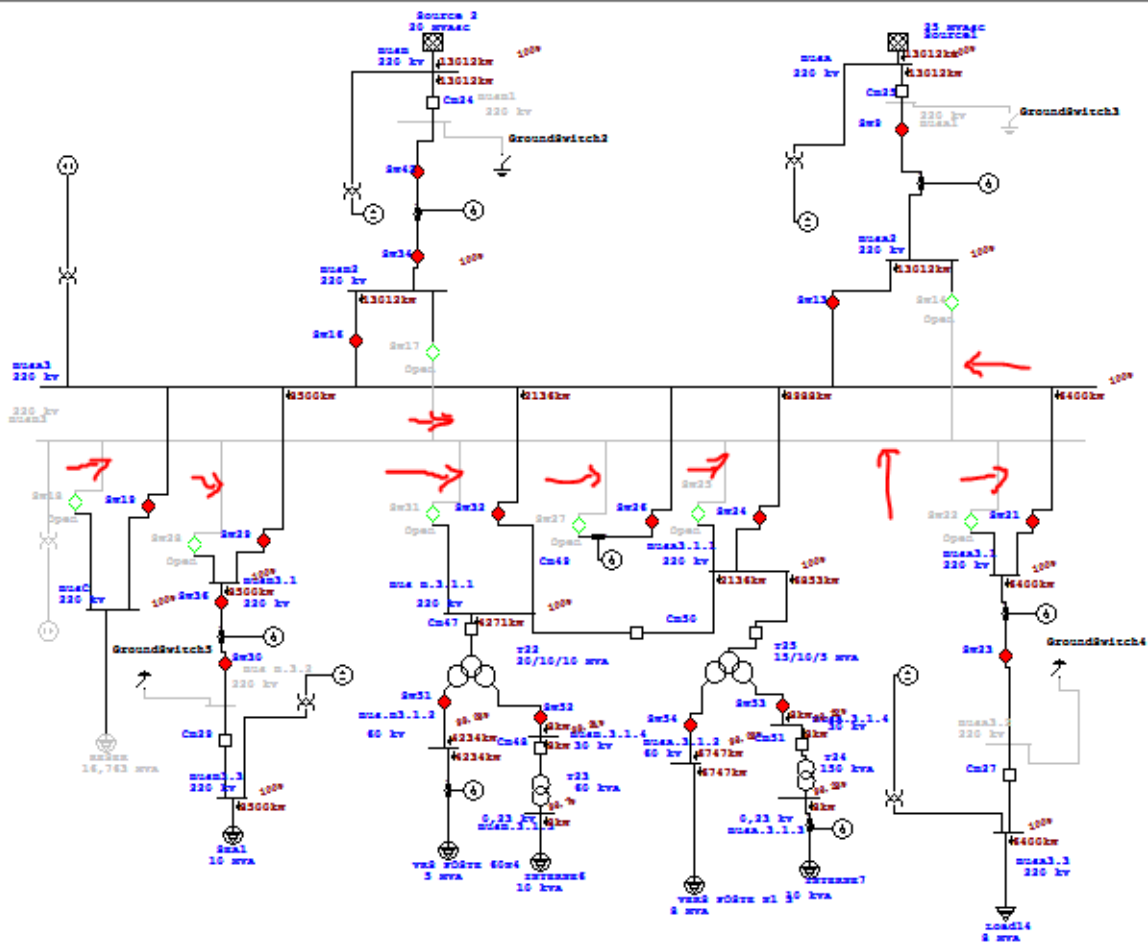
En cas de panne sur la source 1 l'alimentation est directement assurée par la source 2 qui assure la continuité de service sans coupure d'une manière temporaire jusqu'à la maintenance de la source 1.

En cas de panne le disjoncteur près de la source déclenche ainsi que les interrupteurs (Ils assurent l'isolation du circuit)

Le sectionneur de mise à la terre est également fermé car en cas de maintenance à vide il protège les appareils ainsi que la personne qui fait la maintenance.

8.2 Panne sur le jeu de barre B3 :

Considérons qu'il y'a un panne sur le jeu de barre B3 l'un des jeux de barre d'interconnexion :

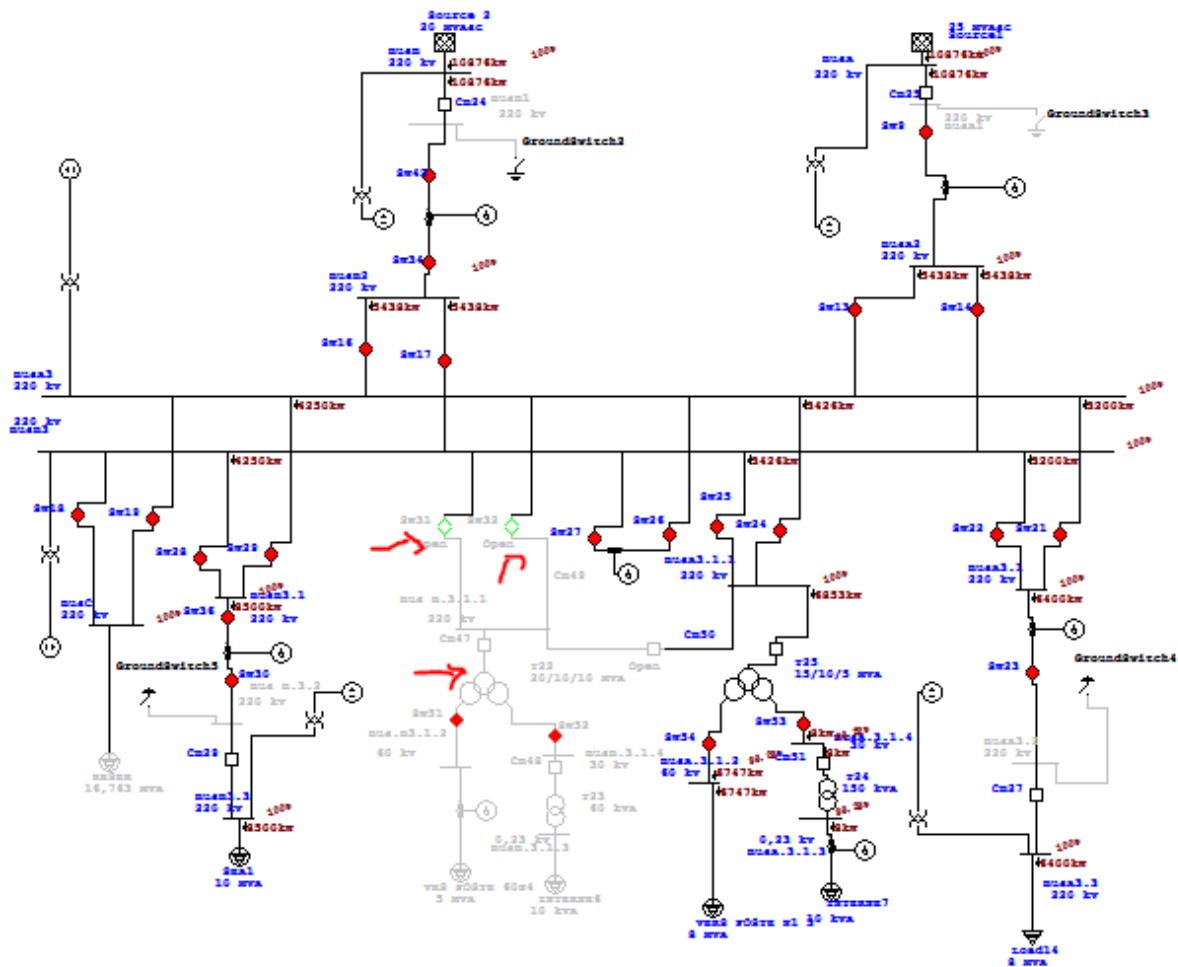


Interprétation :

Nous constatons qu'en cas de panne sur le jeu de barre B3 tous les interrupteurs qui y sont liés sont ouvertes pour assurer l'isolation complète du circuit en fin d'éviter des courant de fuite en cas de maintenance. En revanche la jonction des courants entrants et sortants est assurée par le jeu de barre A3, ainsi la continuité de service est assurée pouvant permettre aux charges de recevoir les alimentations sans discontinuité ni sans perturbation et c'est l'une des avantages de ce poste.

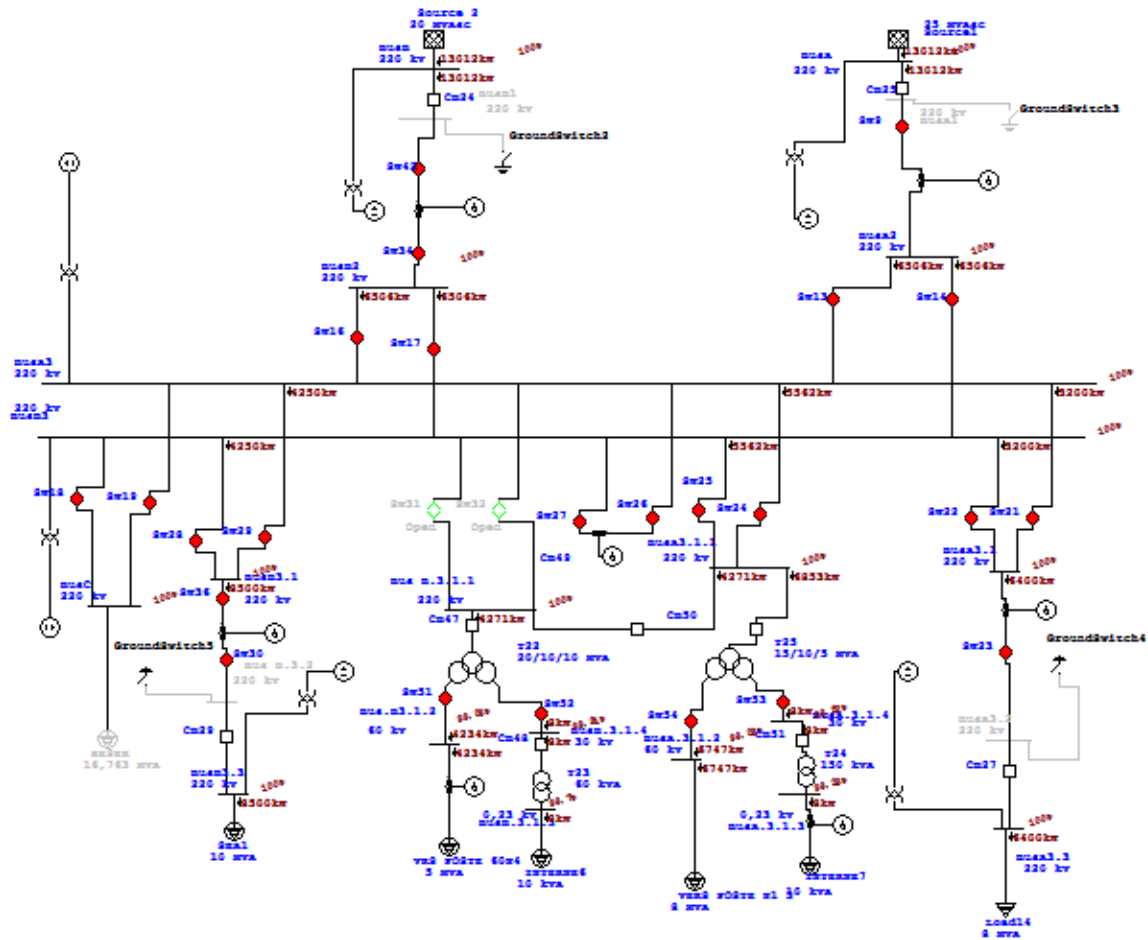
8.3 Panne sur un transformateur triphasé :

Considérons une panne liée par certain circuit d'un transformateur :



Interprétation :

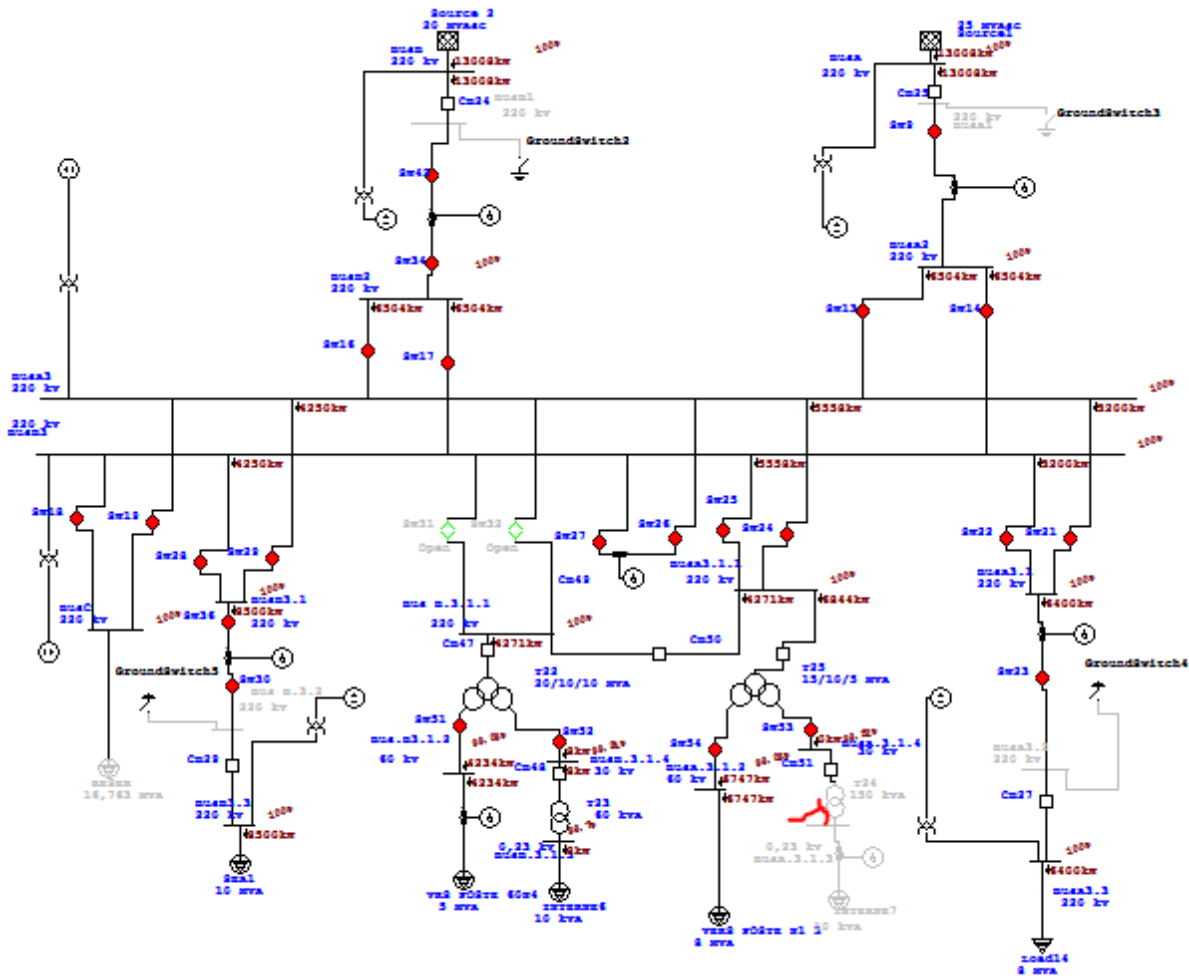
En ouvrant les interrupteurs sw31 et sw32 nous constatons que notre transformateur ne reçoit plus d'alimentation pour alimenter les charges qui lui sont liés à cet effet, nous avons placé un disjoncteur de couplage pouvant relier deux tronçons de jeu de barre.



En cas de ce genre de panne, le disjoncteur de couplage est fermé ce qui permettra à notre transformateur d'être alimenté et alimenter les charges à son tour.

Cas particulier

Considérons que le transformateur biphasé ne fonctionne pas



Interprétation :

Dans ce genre de cas l'alimentation de la charge qui lui est lié est coupée. Donc il faudra une maintenance du transformateur après on pourra lancer le fonctionnement.

9 Conclusion :

Dans ce Chapitre nous avons simulé notre schéma sur le logiciel ETAP afin de nous apercevoir de l'écoulement de charge de notre Poste, l'analyse de court-circuit avec une interprétation et analyse adéquate, l'analyse Harmonique permettant de savoir comment le réseau en général se comporte en cas de perturbation que cela soit coté source ou charge.

Le logiciel ETAP est un outil performant pour la conception des réseaux étant donné qu'à travers ça on peut savoir les éventuels menaces qui se trouvent dans les réseaux et dont nous pouvons simuler une solution et également prévenir contre d'autres défauts qui peuvent surgir aux cour du fonctionnement normal du réseau.

Conclusion Général

Conclusion général :

A la suite de cette étude sur l'étude d'un poste de transformation HT/MT, nous avons pu voir que le logiciel ETAP est bien conçu pour la conception des dessins assistés par ordinateur. En effet, le poste de transformation étant le cœur du réseau électrique doit être bien structuré en fin de pallier à certaine contrainte pouvant engendrer une mauvaise transmission d'énergie.

Etant conçu pour le calcul et la simulation, le logiciel ETAP nous a facilité la tâche pour la conception de notre poste, cela nous a permis de voir comment va se comporter notre poste en cas de différents types de perturbation.

Durant ce travail on s'est focalisé sur le problème d'analyse de court-circuit et de perturbation engendré par les harmoniques dans le réseau électrique ; ainsi que les stratégies de manœuvre en cas de pannes ou de maintenance.

L'optimisation dans la conception des postes de transformation est une recherche permanente pour les ingénieurs en Electrotechnique ce qui fait l'intégration de l'outil informatique est primordiale.

En outre, nous avons appris les bases d'une conception assistée par ordinateur en utilisant le logiciel ETAP qui nous a fournis des résultats satisfaisantes pouvant mener à bien le reste de notre étude, on a pu se servir des différentes notions qu'on a reçu de base dans les différents modules dans notre cursus universitaire. Par faute de temps on a jugé nécessaire de laisser la partie Protection et coordination de l'isolément pour un autre mémoire de Master pour les étudiants de l'année prochaine.

Liste des références bibliographique

Bibliographie

- [1] Bouazza Karima et Bentouati Nabila. « Etudes de raccordement d'une cite résidentielle en utilisant le logiciel ETAP » université de Mostaganem ibn badis science et technologie département génie électrique. ETAP® 14.0.0 démo certification no. 10002889.
- [2] Chibane, Adel. « Études et dimensionnement du nouveau poste de livraison 30kv a Sonatrach de Bejaia », mémoire de fin d'étude, université Abderrahmane mira-Bejaïa faculté de technologie, département génie électrique 2013-2014.
- [3] Jean-Claude Sabonnadière et Nouredine Hadj Saïd. « Lignes et réseaux électriques 1 », Lavoisier, édition 2007 .
- [4] J.M. DELBARRE. « Postes à HT et THT - Rôle et Structure », Techniques de l'Ingénieur, Traité Génie électrique, D 4570, 2004.
- [5] John Wiley & Sons." Electric Power Transmission System Engineering, Analysis and Design" Turan Gönen 1988.
- [6] Merlin Gerin, Schneider électrique. « Protection des réseaux électriques Guide de la protection », édition 2003.
- [7] Siemens. « Power En Goering Guide - Transmission and Distribution » 4th édition, 2005.
- [8] STE D'EDF GDF SERVICE. « Electrotechnique de réseau B61-24» guide technique de la distribution d'électricité, Edition février 1994.
- [9] STE D'EDF GDF SERVICE «Principe de protection B61-21» guide technique de la distribution d'électricité, Edition février 1994.