

N° Ordre...../FHC/UMBB/2021.

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département Automatisation

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Présenté par :

- **GHRIEB SAIF EDDINE**
- **BOUZOUINA MOHAMED EL BACHIR**

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Electricité industrielle.

Thème

**ÉTUDE DE COURANT DE COURT-CIRCUIT ET
ÉCOULEMENT DE PUISSANCE DANS LES RÉSEAX
ÉLECTRIQUES**

Sous la direction du : **Professeur M. HAMADACHE**

Devant le jury :

MR. CHAIB AHMED

MCA UMBB president

MR. BEDDEK KARIM

MCA UMBB Examineur

MR. HAMADACHE MOHAMED

MCB UMBB Promoteur

Année Universitaire : 2021/2022

N° Ordre/FHC/UMBB/2021.

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département Automatisation

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Présenté par :

- **GHRIEB SAIF EDDINE**
- **BOUZOUINA MOHAMED EL BACHIR**

Thème

**ÉTUDE DE COURANT DE COURT-CIRCUIT ET
ÉCOULEMENT DE PUISSANCE DANS LES RÉSEAX
ÉLECTRIQUES**

Avis favorable de l'encadreur :

Nom Prénom

MR. HAMADACHE MOHAMED

Signature

Avis favorable du Président du jury

Nom Prénom

MR. CHAIB AHMED

Signature

Cachet et signature

Dédicace

*Je dédie modestement le fruit de mes longues années d'étude tout d'abord :
A la prunelle de mes yeux et la joie de ma vie ma mère, qui a œuvré pour ma réussite,
par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils.
A mon très cher père qui mérite tout mon respect, qui m'a indiqué la bonne voie Tu as su
m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi. Ta
patience*

*sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien
indispensable. je*

*vous dois ce que je suis aujourd'hui et qui je serai demain, Que dieu leur procure
bonne santé*

et longue vie.

A mon cher frère zikou

A mes chères sœurs amina , bouthaina et sara

A mes tantes Atika et Naima

A mes chères amies

A mon copain tendresse de soutien bachire je te souhaite le meilleur et la réussite

A mes enseignants

*A celui qui m'indique que la patience est aussi une unité de mesure non quantifiable tant
qu'il ne cesse pas*

A ceux qui espèrent le plein succès dans ma vie A mes amis les plus sincères

Sans oublier toute la promotion 2022 Avec qui j'ai partagé de très bons moments.

Ghrieb saif eddine

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

Mes très chers parents

En témoignage de ma reconnaissance pour leur soutien,

Leurs sacrifices et tous les efforts qu'ils ont fournis pour mon éducation et ma formation

Mes chers frères : Younes et Brahim

Et mon professeur CHETAT que dieu l'accueille dans son vaste paradis

A mon encadrant Mr Hamadache.M

Bouzouina Mohammed El Bachir.

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des symboles	
I. Introduction générale	I

Chapitre I : présentation de complexe GP1Z

I. Introduction	1
II. Situation géographique et voisinage de complexe GP1Z	1
III. Fiche Technique Du Complexe GP1/Z	1
IV. Principales installations du complexe	2
V. Les caractéristiques du complexe GP1Z	4
VI. Organisation du complexe GP1Z.....	7
VII. Présentation de réseaux électriques GP1Z	8
VII.1 Salles de commutation.....	10
VII.2 Générateurs de Secours	13
VIII. Conclusion	13

Chapitre II : Étude des réseaux électrique

I. Introduction	14
II. Définition de réseaux électriques	14
III. Les différents types de réseaux	15
III.1 Classification des réseaux électrique par niveau de tension	15
III.1.1 Les réseaux le réseau de transport et interconnexion	15
III.1.2 Le réseau de répartition	15
III.1.3 Le réseau de distribution.....	16
III.2 Classification des réseaux électrique selon la fonction ‘ topographie ‘	17

III.2.1 Réseaux aériens	17
III.2.2 Réseaux souterrains	17
III.2.3 Réseaux radiaux	17
III.2.4 Réseaux bouclés	18
III.2.5 Réseaux maillés.....	19
IV. Composantes d'un réseaux électriques	20
IV.1 Les conducteurs.....	20
IV.2 Les isolateurs.....	20
IV.3 Poste de transformation.....	21
IV.3.1 Disjoncteur.....	21
IV.3.2 Sectionneurs.....	22
IV.3.3 Sectionneurs de mise à la terre	22
IV.3.4 Parafoudre.....	23
IV.3.5 Transformateur.....	23
IV.3.6 Transformateur de mise à la terre	24
IV.4 Les supports.....	25
IV.5 Les dispositifs des protections.....	25
IV.6 Les appareille de commande	25
V. Problèmes sur le réseau	27
V.1 Chute de tension.....	27
V.2 Déséquilibré de tension	27
V.3 Creus de tension.....	28
V.4 Surtension	28
V.5Variation de fréquence	29
V.6 Présence d'harmoniques.....	29

VI. Conclusion	30
----------------------	----

Chapitre III : écoulement de puissance et courant de court-circuit

I. Introduction	31
II. Écoulement de puissance	31
II.1 Définition.....	31
II.2 But de l'étude de l'écoulement de puissance.....	31
II.3 Classification de jeu de barre.....	32
II.3.1 Les jeux de barre de contrôle.....	32
II.3.2 Les jeux de barre de charge	32
II.3.3 Les jeux de barre de référence.....	32
III. Courant de court-circuit.....	33
III.1 Définition.....	33
III.2 Caractéristiques de court-circuit	33
III.3 Conséquences des défauts de court-circuit.....	34
III.3.1 Fonctionnement de réseau électrique	35
III.3.2 Tenue des matériels.....	35
III.3.3 Qualité de la fourniture.....	36
III.3.4 Circuits de télécommunications.....	36
III.3.5 Sécurité des personnes.....	36
III.4 Définition du courant de court-circuit.....	37
III.5 Intensité du courant de court-circuit	38
III.6 Etablissement du courant de court-circuit.....	38
IV. Conclusion	39

Chapitre IV : simulation par ETAP

I. Introduction	40
-----------------------	----

II. Présentation du logiciel ETAP	40
II.1 Barre de menu et les outils du projet	41
II.2 Mode d'étude	41
II.3 Modifié les barres d'outils	42
III. Conception sur ETAP	44
III.1 Résultats de l'écoulement de puissance sur ETAP	46
III.2 Résultat de courant court-circuit sur ETAP	49
IV. Conclusion	53

Chapitre V : simulation par MATLAB

I. Introduction	54
II. Présentation du logiciel MATLAB	54
II.1 Présentation Matlab-Simulink	55
II.2 Barre de menu et les outils du projet.....	55
III. Conception sur MATLAB	57
a) Court-circuit dans la barre 1	
a-1) Court-circuit triphasé	58
a-2) Court-circuit biphasé :	59
a-3) Court-circuit monophasé :	60
a) Court-circuit dans la barre 2	
a-1) Court-circuit triphasé	60
a-2) Court-circuit biphasé :	61
a-3) Court-circuit monophasé :	62
a) Court-circuit dans la barre 3	
a-1) Court-circuit triphasé :	62
a-2) Court-circuit biphasé :	63

a-3) Court-circuit monophasé :.....	63
a)Court-circuit dans la barre 4	
a-1) Court-circuit triphasé :	63
a-2) Court-circuit biphasé :.....	64
a-3) Court-circuit monophasé :.....	65
a)Court-circuit dans la barre 5	
a-1) Court-circuit triphasé :.....	65
a-2) Court-circuit biphasé :	66
a-3) Court-circuit monophasé.....	66
a)Court-circuit dans la barre 5	
a-1) Court-circuit triphasé.....	67
a-2) Court-circuit biphasé	68
a-3) Court-circuit monophaser	68
IV. Conclusion	69
II. Conclusion générale	II

LISTES DES FIGURES

Chapitre I : présentation de complexe GP1Z

Figure I.1 : Situation géographique du complexe GP1/Z	1
Figure I.2 : Les sphères de stockage	3
Figure I.3 : Les bacs de stockage	3
Figure I.4 : Les trains de traitement du GP1/Z	3

Chapitre II : Étude des réseaux électriques

Figure II.1 : schéma de réseaux électriques	15
Figure II.2 : Structure en coupure d'artère	18
Figure II.3 : Structure arborescente	18
Figure II.4 : Réseaux bouclés	19
Figure II.5 : Réseaux maillés	19
Figure II.6 : isolateur en verre.....	20
Figure II.7 : commande de l'ouverture d'un disjoncteur	22
Figure II.8 : Parafoudre	23
Figure II.9 : Transformateur de mise à la terre	24
Figure II.10 : IAT, (Interrupteur Aérien Télécommandé)	26
Figure II.11 : exemple de creux de tension	28
Figure II.12 : image d'une onde déformée	30

Chapitre III : écoulement de puissance et courant de court-circuit

Figure III.1 : les différents courts-circuits et leurs courants. Le sens des flèches figurant les courants est arbitraire	34
Figure III.2 : Forme générale d'un courant de court-circuit	37
Figure III.3 : schéma d'un réseau électrique (court-circuit entre a et b)	38

Chapitre IV : simulation par ETAP

Figure IV.1 : Un modèle de simulation d'un réseau électrique à l'aide d'un ETAP	40
Figure IV.2 : schéma unifilaire de réseaux d'étude	44
Figure V.3 : schéma unifilaire de réseaux d'étude (écoulement de puissance)	46
Figure V.4: schéma unifilaire de réseaux d'étude (courant de court-circuit)	49

Chapitre V : simulation par MATLAB

Figure V.1 : réseaux simulés	58
Figure V.2 : court-circuit triphasé dans la barre 1.....	58
Figure V.3 : court-circuit biphasé dans la barre 1.....	59
Figure V.4 : court-circuit monophasé dans la barre 1.....	60
Figure V.5 : court-circuit triphasé dans la barre 2	60
Figure V.6 : court-circuit biphasé dans la barre 2	61
Figure V.7 : court-circuit monophasé dans la barre 2	62
Figure V.8 : court-circuit triphasé dans la barre 3	62
Figure V.9 : court-circuit biphasé dans la barre 3	62
Figure V.10 : court-circuit monophasé dans la barre 3	63
Figure V.11 : court-circuit triphasé dans la barre 4	64
Figure V.12 : court-circuit biphasé dans la barre 4	64
Figure V13 : court-circuit monophasé dans la barre 4	65
Figure V.14 : court-circuit triphasé dans la barre 5	66
Figure V.15 : court-circuit biphasé dans la barre 5	66
Figure V.16 : court-circuit monophasé dans la barre 5	67
Figure V.17 : court-circuit triphasé dans la barre 6	68
Figure V.18 : court-circuit biphasé dans la barre 6	68
Figure V.19 : court-circuit monophasé dans la barre 6	69

LISTES DES TABLEAUX

Chapitre IV : simulation par ETAP

Tableau IV.1 : représenté les Mode d'étude de simulation	41
Tableau IV.2 : calcule- l'écoulement de puissance	47
Tableau IV.3 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 1	50
Tableau IV.4 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 2	50
Tableau IV.5 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 3	51
Tableau IV.6 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 4	51
Tableau IV.7 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 5.....	52
Tableau IV.8 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 6	52

LISTE DES SIMBOLES

GP1Z : gaz de pétrole liquéfié

IHI : japonais Ishikawajima Arima Heavy Industries

BOG : boil off gaze

THT : Les réseaux de transport à très haute tension.

HT : Haute Tension

TBT : Très basses tensions.

BT : Basses tensions

MT : Moyennes tensions.

IAT : Interrupteur Aérien Télécommandé

IATCT : Interrupteur Aérien Télécommandé à Creux de Tension

IN: courant nominal

ICC : courant de court-circuit

ETAP : analyse transitoire des programmes électriques

GEN : générateur

CB : disjoncteur

TR : transformateur

BUS : jeu de barre

MTR : moteur

MATLAB : Matrix Laboratory.

TRANSF : transformateur

JCB : Gaz circuit breaker (disjoncteur a gaz)

VCB : vacuum circuit breaker (disjoncteur à vide)

ACB : air circuit breaker (disjoncteur a air)

U : Tension (V)

P : puissance active (w)

LISTE DES SIMBOLES

Q : puissance réactive (var)

S : puissance apparente (va)

Z : impudence (Ω)

R : résistance (Ω)

X : réactance (Ω)

F : fréquence (HZ)



Introduction générale



Introduction générale

Le domaine de l'énergie est l'un des domaines les plus importants sur lesquels les pays s'appuient pour construire et modéliser les fondements économiques, en particulier les pays du tiers monde qui dépendent fortement des ressources souterraines, dont les plus importantes sont le pétrole et le gaz.

L'énergie électrique, en revanche, est considérée comme l'une des énergies les plus importantes sur lesquelles les gens comptent dans tous les domaines de la vie, qui entre, avec sa nouvelle nature, dans le processus de production et d'exportation et directement dans la gestion des véhicules industriels qui fonctionnent dans la production de pétrole et de gaz en fournissant de l'énergie électrique aux machines et en travaillant sur l'électricité en continu en traitant tous les accidents qui surviennent. Le réseau électrique y est exposé, y compris (le courant de court-circuit, qui est l'un des risques les plus importants pour le réseau, machines et personnes) et ainsi travailler à réduire les risques de pannes en les diagnostiquant et en mettant en place un ensemble de solutions dont la plus importante est la mise en place de machines pour protéger le réseau électrique car le processus de production dépend fortement de la quantité de le produit existant sur le marché

Cette mémoire est divisée en cinq chapitres principaux :

Le premier chapitre était intitulé présentation de complexe GP1Z, qui traitait de donner une idée générale de l'emplacement du complexe GP1Z, de ses utilités et du réseau électrique

Le deuxième chapitre était intitulé généralité de réseaux électrique, qui traitait du réseau électrique et de ses composants et défauts les plus importants dans le réseau

Le troisième chapitre était intitulé écoulement de puissance et courant de court-circuit, qui traitait de la répartition de l'énergie dans le réseau et des résultats des courant de court-circuit

Le quatrième chapitre s'intitulait simulation sur logiciel ETAP, qui traitait de la simulation du réseau électrique à l'aide du programme ETAP et de l'extraction des résultats des calculs

Le cinquième chapitre était intitulé simulation sur logiciel MATLAB, qui traitait de la simulation du réseau électrique à l'aide du programme Matlab, de l'extraction de graphiques



Chapitre I :

Présentation de complexe

GP1Z



CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons la mise en place du complexe GP1Z (gaz de pétrole liquéfié), considéré comme l'un des plus grands composés au monde dans la production d'énergie. L'étude vise à fournir la capacité de production du complexe et du réseau électrique, qui est le premier chemin du processus de production.

II. Situation géographique et voisinage de complexe GP1Z

Le complexe GP1Z est situé sur le littoral de l'ouest algérien, à 40KM approximativement de la ville d'Oran et à 8KM de la ville d'Arzew. Le complexe est de superficie de 120 hectares, est situé dans la zone industrielle d'Arzew ; entre le centre thermique Marsa el hadjadj de la coté est et au côté ouest est les complexes GNL de liquéfaction du gaz naturel (GL4/Z, G le complexe d'ammoniac et le complexe (GP2/Z). L1/Z, GL2/Z).

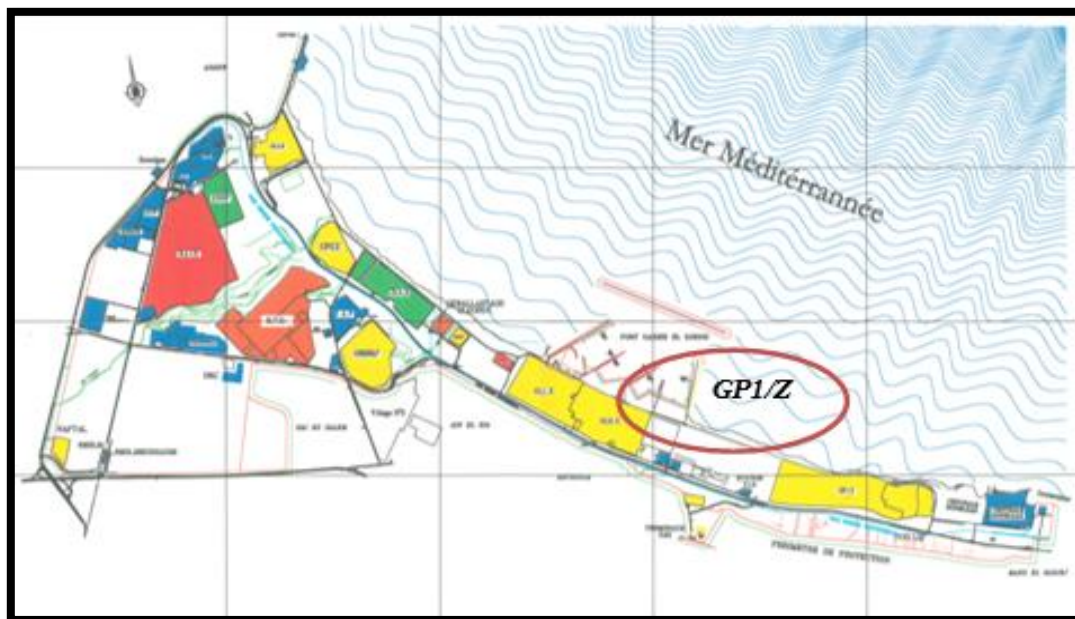


Figure I .1 : Situation géographique du complexe GP1/Z

III. Fiche Technique Du Complexe GP1/Z

Le complexe a pour mission la production du GPL (Propane et Butane) commerciaux destinée aussi bien au marché national qu'au marché international.

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z

- **Raison Sociale** : Complexe GP1Z
- **Superficie** : 120 hectares.
- **Effectifs** : 777 agents.
- **Objectif** : 10.8 Mt/an de GPL.
- **Procédé Utilisé** : Distillation sous pression.
- **Nombre de Trains** : Neuf (09) trains de 1,2 Mt /an chacun.
- **Constructeur** : Consortium japonais IHI (Ishikawajima Arima Heavy Industries) et C. ITOH Compagnies.
- **Date de démarrage des travaux** :10 Novembre 1980
- **Date de Mise en Production du premier train Phase I** :12 Décembre 1983.
- **Date de Mise en Production du premier train Phase II** :24 février 1998.
- **Date de Mise en Production du premier train Phase III** :12 février 2010.
- **Enlèvements** : Deux quais de chargement recevant navire des Gaz Pétrolier Liquéfier d'une capacité de 3 000 à 50 000 tonnes de GPL (D1, M6)
- **Une rampe de chargement par camions** : Six (06) camions.
- **Destination de la Production** : Exportation et Marché national.
- **Source d'Approvisionnement** : Gaz en provenance des champs gaziers du sud algérien.
- **Capacité de stockage**
- **Produits** : Propane Commercial / Butane Commercial.

IV. Principales installations du complexe

On peut citer quelques installations principales du complexe :

- Vingt-deux (22) Sphères de Stockage de la charge : 22 000 m³.
- Quatre (04) Bacs de Stockage de propane réfrigéré : 280 000 m³.
- Quatre (04) Bacs de Stockage du butane réfrigéré : 280 000 m³.
- Quatre (04) sphères, une (01) de propane et trois (03) de butane ambiant : 500 m³ et 1500 m³.
- Une (01) Sphère de stockage pentane : 500 m³

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z



Figure I.2 : Les sphères de stockage



Figure I.3 : Les bacs de stockage



Figure I.4 : Les trains de traitement du GP1/Z

- **02** unités de récupération des vapeurs de propane et butane (BOG propane et BOG butane).
- Section dépentanisations pour les trois trains de la phase III.
- Section démercurisation.
- **02** stations électriques assurent l'alimentation du complexe via SONELGAZ.
- **05** salles de contrôle.
- **06** générateurs de secours
- **02** quais de chargement (D1 et M6) pouvant recevoir des navires d'une capacité variant entre 4 000 et 45 000 tonnes du propane et butane.

V. Les caractéristiques du complexe GP1Z

L'usine comprend les principales zones suivantes :

A- Zone Procès :

Elle comprend Neuf (09) Trains de production dont trois nouvellement installés, Chaque train comprend les sections suivantes :

- Une (01) Section de déshydratation
- Une (01) Section de séparation
- Une (01) Section de réfrigération
- Une (01) Section Huile chaude

B- Zone utilité :

Cette zone sert à fournir les énergies nécessaires pour le fonctionnement de l'usine tel que :

- Production d'eau distillée.
- Production de la vapeur d'eau.
- Production d'air comprimé.
- Une alimentation en azote.
- Une alimentation en gaz naturel
- Une alimentation en méthanol.
- Une alimentation en carburant diesel.
- Un générateur de secours.

Et elle comprend :

- Section de stockage de la charge GPL composée de 22 sphères et un système de filtration de la charge brute de GPL.
- Quatre (04) Chaudières d'une capacité unitaire de 10t/h
- Deux (02) dessaleurs de 10t/h chacun
- Trois (03) Sections de production d'air comprimé.
- Six (06) Générateurs assurant l'énergie de secours du complexe.

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z

- Une (01) section d'azote.
- Trois (03) sections de distribution de gaz naturel.

C-Zone Stockage Et Chargement :

- Produits réfrigérés : Le propane et le butane réfrigérés sont stockés respectivement à -42°C et -5°C dans quatre bacs chacun, d'une capacité unitaire de 70 000 m³.

Le Chargement de ces produits est assuré par deux quais de chargement pouvant recevoir des GPL d'une capacité de 3 000 à 50 000 tonnes. Chaque quai est doté de Trois (03) bras de chargement

- ✓ Un bras (01) retour vapeur (Boil Off)
- ✓ Un Bras (01) de sautage
- Produits ambiants : Le propane et le butane sont stockés à température ambiante dans quatre (04) sphères, d'une capacité unitaire de 500 m³. Le pentane est aussi stocké dans une sphère de 500 m³

Le chargement de ces produits est assuré par une rampe de chargement camions qui est dotée de :

Butane :

- Trois (03) bras de chargement
- Trois (03) bras retour vapeur (Boil Off)

Propane :

- Deux (02) bras de chargement
- Deux (02) bras retour vapeur (Boil Off)

Pentane : heure.

- Un (01) bras de chargement.
- Un (01) bras retour vapeur (Boil Off)

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z

Un (01) Pipe Arzew - Sidi Bel abbés -Tlemcen connu sous le nom de AST est entré en service le 14/10/2005 pour alimenter à partir du complexe GP1Z les trois wilayas en butane ambient vrac à raison de 125 m3

D-Installations de Contrôle et sécurité :

Le complexe est doté de :

- Une (01) Salle de contrôle principale pour le contrôle des installations de production (MCR)
- Une (01) Salle de contrôle locale pour le stockage (LCR)
- Une (01) Salle de contrôle locale pour les expéditions par navires (JCR)
- Une (01) salle de contrôle locale pour les expéditions par camions (CCR)
- Une (01) Salle de contrôle sécurité (SCR)

E-Annexes :

- Un atelier de maintenance
- Un magasin approvisionnement.
- Un centre de formation

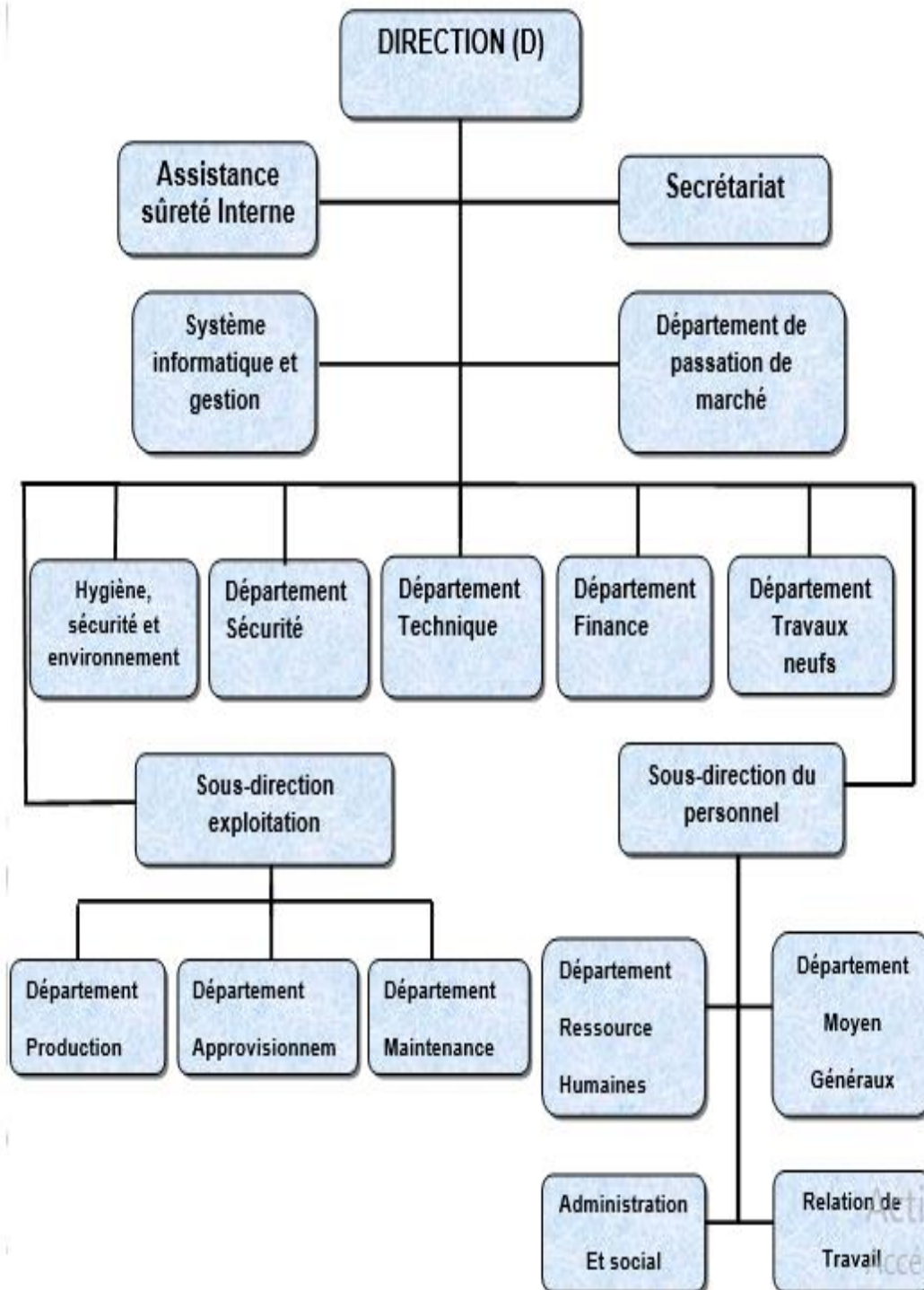
F-Ressources Humaines :

Centre de formation GP1Z, avec une capacité d'accueil de 226 stagiaires et les locaux pédagogiques suivants :

- Une (01) Salle de conférence pour quarante (40) personnes
- Quatre (04) Salles d'application de vingt (20) stagiaires chacune
- Six Salles (06) Salles de cours de dix (10) stagiaires chacune
- Un (01) laboratoire de langues de douze (12) cabines
- Un laboratoire (01) d'instrumentation pour huit (08) stagiaires
- Un Laboratoire (01) de chimie pour huit (08) stagiaires
- Un (01) Salle de panneaux synoptiques pour douze (12) stagiaires
- Un laboratoire DCS pour six (06) Stagiaire

VI. Organisation du complexe GP1Z

Le complexe GP1/Z est composé d'une direction et deux sous directions et des départements de contrôles.



VII. Présentation de réseaux électriques GP1Z

Le complexe GP1/Z est alimenté à partir du poste d'interconnexion MARSAT via deux lignes HTB 60 kV/90 MVA chacune. Tandis que la nouvelle phase III est alimentée provisoirement à travers un piquage sur une des deux lignes HTB 60KV.

Le réseau de distribution d'énergie électrique du complexe est constitué de :

- Deux sous station 60 kV.
- O6 transformateurs HTB/HTA 60/5.5 kV de 17.5 MVA destinés à la phase I.
- O2 transformateurs HTB/HTA 60/5.5 kV de 30 MVA destinés à la phase II.
- O6 transformateurs HTB/HTA 60/5.5 kV dont quatre de 30MVA pour les phases I & II et deux autres de 15MVA destinés à la phase III.
- 30 transformateurs HTA/BTB 5.5/0.38 kV
- 07 salles de commutation.
- 06 groupes de secours.

Sous Station 60 kV :

- L'énergie électrique acheminée à travers les deux lignes de transport est répartie via huit départs transformateurs alimentés à partir de deux demi-jeux de barres dotées d'un disjoncteur de couplage.
- Les arrivées SONELGAZ ainsi que les départs transformateurs sont équipées par des dispositifs :
 - De sectionnement
 - De coupure
 - De protection
 - De comptage et de mesure
 - De supervision

Transformateurs de puissance HTB/HTA

- De type extérieur à noyau et à diaphragme d'étanchéité immergé dans l'huile, ces transformateurs à trois enroulements sont à refroidissement naturel et à scellement
- Hermétique sans pression, type qui ne permet pas une mise en contact de l'huile avec l'air extérieur à l'aide d'une membrane aménagée dans le conservateur d'huile.
- Le primaire est couplé en étoile à la terre via le sectionneur de terre et le secondaire est mis à la terre via une résistance de $31,75 \Omega$ afin de prévenir l'apparition d'une tension anormale et de faciliter la détection d'une mise à la terre accidentelle et le troisième enroulement en triangle.
- Le côté primaire de ces transformateurs, est muni d'un régleur en charge LTC connecter à 17 prises. Le réglage se fait en automatique ou en manuel par le relais de régulation.
- Du côté primaire, le câble 63 kV en provenance du disjoncteur GCB est relié au transformateur à travers un sectionneur d'isolement.
- Du côté secondaire, le transformateur est relié au disjoncteur à vide VCB au moyen d'un conduit de barre omnibus.
- Les transformateurs sont équipés d'un système de protections interne à seul d'alarme et de déclenchement tel que le relais Buchholz, pression et niveau d'huile et température. Le système externe est constitué par des relais de surintensités, surtensions et les défauts à la terre.

Transformateurs de puissance HTA/BTA :

- Destinés pour alimenter les équipements en 380 V. La tension du secondaire peut être réglée en changeant la connexion des bornes de branchement au niveau de l'enroulement primaire, mais pour cela, il est impératif que le transformateur soit en arrêt.
- Les transformateurs pour la phase I sont de type intérieur à sec, c'est-à-dire que, contrairement aux transformateurs principaux, la bobine n'est pas
- Immergée dans l'huile, par contre les transformateurs de phase II sont de type extérieur immergé dans l'huile.

VII.1 Salles de commutation

Salle de commutation phase I :

La salle de commutation de la phase I a pour fonction de fournir l'énergie électrique à l'ensemble des équipements des trains de procédé de la phase I ainsi qu'à chaque salle locale (BOG et chargement, zone de stockage, salle de commutation de la jetée).

Elle est constituée de :

- 03 jeux de barres 5.5 kV, chaque jeu de barre est doté d'un disjoncteur de couplage.
- 06 transformateurs 60/5.5 kV de 17 MVA.
- Le premier et le troisième jeu de barres : Chaque transformateur 60/5.5 kV alimente un demi-jeu de barre destinée à alimenter les équipements 5.5 kV d'un seul et unique train.
- Chaque demi-jeu de barre alimente un transformateur 5.5/0.38 kV destinée à alimenter les équipements 380 d'un seul et unique train.
- Le deuxième jeu de barre (commun) alimenté par 02 transformateur 60/5.5 kV et 02 groupes de secours est destinée aux équipements jugés importants 5.5 kV ainsi que les salles de commutation BOG 1 et 2, JETTY et Chargement.
- Chaque demi-jeu de barre alimente 02 transformateurs 5.5/0.38 kV destinée à alimenter les équipements 380 V commun et jugé importantes.
- 14 transformateurs à sec 5.5/0.38 kV, couplés en Δ/Y à la terre.
- Disjoncteurs ACB type Masterpact 5.5 kV doté d'un déclencheur SSTD.
- Système de protection 50, 51, 51G, 27, 59.
- Panneaux relais assurent les séquences de redémarrage des moteurs HT.
- Panneaux relais assurent les séquences de redémarrage des moteurs BT.
- Panneaux relais d'interface de commandes.

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z

- Batteries de condensateur branché sur les jeux de barre 5.5 kV et équipé d'un régulateur automatique de puissance réactive (AQR) installé sur le panneau de relais.
- Alimentation ininterrompue UPS 110 V CA destinée au contrôle commande, les systèmes de sécurité et aux salles de contrôles.
- Chargeur de batteries 110 V CC destinée au contrôle commande, les systèmes de sécurité et aux salles de contrôles.

Salle de commutation phase II :

Elle est constituée de :

- 02 demi jeux de barres 5.5 kV B10 et B20, doté d'un disjoncteur de couplage.
- 02 transformateurs 60/5.5 kV de 30 MVA.
- Chaque transformateur 60/5.5 kV alimente un demi jeu de barre destinée à alimenter les équipements 5.5 kV des trains 500 et 600 ainsi que la zone de stockage et d'utilité.
- Chaque demi jeu de barre alimente un transformateur 5.5/0.38 kV de 2000 kVa, destinée à alimenter les équipements 380 V des trains 500 et 600 via le MCC 10A et MCC 20A.
- Le deuxième jeu de barre B20 alimente un transformateur 5.5/0.38 kV de 1000 kVa destinée à alimenter les équipements 380 V jugés importants et communs aux deux trains.
- La barre B20 est secourue par deux groupes de secours T/G et D/G.
- 02 transformateurs émergés 5.5/0.38 kV, couplés en Δ/Y à la terre.
- Disjoncteurs ACB type Masterpact 380 kV dotés de déclencheurs STR38S.
- Système de protection 50, 51, 51G, 27, 59.
- Relais numérique de protection S2E21 pour les équipements 5.5 kV et MMR pour les équipements 380 V.
- Panneaux relais d'interface de commandes.

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE COMPLEXE GP1Z

- Batteries de condensateur branché sur les jeux de barre 5.5 kV sont équipées de régulateurs automatiques de puissance réactive (AQR) installé sur le panneau de relais.
- Alimentation ininterrompue UPS 110 V CA destinée au contrôle commande, les systèmes de sécurité et aux salles de contrôles.
- Chargeur de batteries 110 VCC destinée au contrôle commande, les systèmes de sécurité et aux salles de contrôles.

Salle de commutation phase III :

Elle est constituée :

- 04 demi jeux de barres 5.5 kV, chaque deux demi jeux de barres est doté d'un disjoncteur de couplage.
- 04 transformateurs 60/5.5 kV de 30 MVA.
- Chaque transformateur 60/5.5 kV alimente un demi-jeu de barre destinée à alimenter les équipements 5.5 kV des trains 700, 800, 900 et utilités ainsi que la zone BOG.
- La barre 3B11 est secourue par deux groupes de secours D/G.
- 12 transformateurs émergés 5.5/0.38 kV, couplés en Δ/Y à la terre.
- Disjoncteurs VCB pour 5.5 kV. / Disjoncteurs ACB pour 380 V.
- Système de protection par relais numériques pour les équipements 5.5 kV et les équipements 380 V.
- Batteries de condensateur branché sur les jeux de barre 5.5 kV et équipé d'un régulateur automatique de puissance réactive (AQR) installé sur le panneau de relais.
- Alimentation ininterrompue UPS 110 VCA destinée au contrôle commande, les systèmes de sécurité et aux salles de contrôles.

Chargeur de batteries 110 VCC destinée au contrôle commande, les systèmes de sécurité et aux salles de contrôles.

VII.2 Générateurs de Secours

Chaque salle de commutation est secourue par deux groupes de secours. Le premier groupe est entraîné par une turbine à gaz tandis que le deuxième par un moteur diesel pour la phase I et II par contre la phase III est secourue par deux moteurs diesel.

Leurs caractéristiques des groupes de secours sont comme suites :


- **Phase I :**
 - 5.5 kV, 3.7 MW, 486 A.
 - Un seul groupe est sectionneur.
 - Ils alimentent les équipements jugés importants 5.5 kV de la barre EB22 ainsi que les EMCC 12A, 12B, 22A et 22B.

- **Phases II**
 - 5.5 kV, 920 kW, 120 A.
 - Un seul groupe est sectionneur.
 - Ils alimentent les équipements jugés importants 5.5 kV de la barre B20 ainsi que le MCCE 20B.


- **Phases III**
 - 5.5 kV, 3500 kVA, 368 A.
 - Un seul groupe est sectionneur.
 - Ils alimentent les équipements jugés importants 5.5 kV de la barre 3B11

VIII. Conclusion

L'infrastructure du complexe qui gère la production d'énergie a été discutée, y compris tous les véhicules affiliés GP1Z qui contribuent au processus de production, le site, le réseau électrique, les sites de stockage et la capacité d'absorption et de production du complexe.



Chapitre II :
Étude des réseaux
électriques



I. Introduction

Afin de contribuer au développement du pays dans le domaine électrique en particulier dans le domaine de la distribution électrique à travers les villes du producteur au consommateur de la manière la plus simple et économique, tous les composants du réseau électrique et les problèmes qui entravent la communication entre les unités qui entraînent des coupures d'électricité dans des périodes de temps qui peuvent être importantes doivent être traités.

Dans ce chapitre, nous aborderons les composants du réseau électrique et les problèmes auxquels ils sont confrontés, en plus de l'agencement et de classification des réseaux électriques.

II. Définition de réseaux électriques

Un réseau est une structure générale basée sur la bonne conception et le bon fonctionnement d'un ensemble d'équipements, comprenant : (lignes aériennes et souterraines, sous-stations, câbles, appareillage, transformateurs, parafoudres, etc.) qui une fois assemblés, formeront physiquement un réseau ; la qualité détermine grandement la qualité du réseau et donc la qualité de l'alimentation électrique des clients. Au final, c'est tout un ensemble de systèmes qui automatisent et transmettent des informations et des commandes, connectés les uns avec les autres, de sorte que le système nerveux est absolument nécessaire à la protection des structures et des matériaux, à la pérennité du réseau contre les défaillances internes et les influences externes telles que la foudre et les conditions météorologiques externes ; un système est également nécessaire pour que l'opérateur maîtrise un outil technique qui, au moins pour les réseaux publics, n'est pas centralisé en un seul endroit, mais couvre des milliers et des centaines de milliers de kilomètres carrés. Le réseau électrique a pour fonction de relier de production tels que les centrales hydroélectriques, les centrales thermiques, etc. aux centres de consommation (villes, usines, etc.). L'énergie est transportée à haute tension, voire très haute tension, pour limiter les pertes joules (la perte est proportionnelle au carré de la grandeur puis progressivement réduite au niveau de tension de l'utilisateur final (Fig. première) [1,2,3]

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

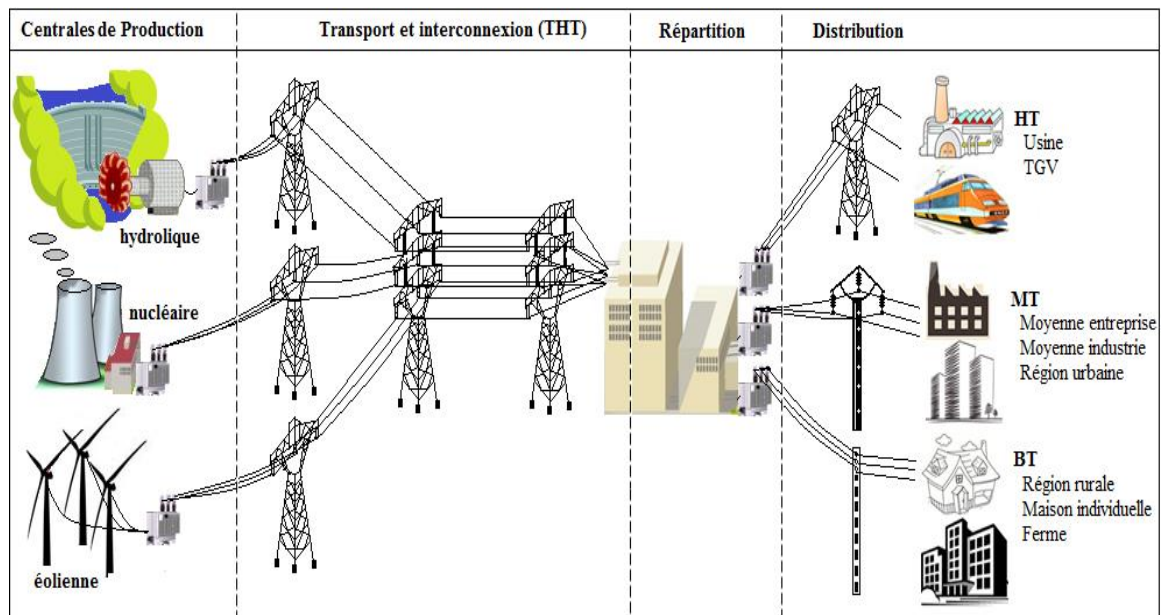


Figure II .1 : schéma de réseaux électriques.

III. Les différents types de réseaux

III.1 Classification des réseaux électrique par niveau de tension

III.1.1 Les réseaux le réseau de transport et interconnexion

Les réseaux de transport et l'interconnexion à très haute tension (THT) assurent les liaisons entre les centres de production et les grandes régions consommatrices. Ils permettant à l'énergie produite à un instant donné d'être transférée là où elle est consommée. Ils peuvent également échanger de l'électricité, par le biais des lignes d'interconnexion, entre des pays ou de vastes zones relevant de différents opérateurs de réseau. [4]

- La tension est 150kv, 220kv et dernièrement 400kv.

III.1.2 Le réseau de répartition

Le réseau de distribution ou réseau à haute tension est responsable de la distribution de l'énergie du réseau de transport au niveau régional. Leur tension est supérieure à 63 kV selon les régions. Ces réseaux sont constitués en grande partie de lignes aériennes, Leur construction est en boucle fermée ou souvent en boucle ouverte, mais peut également se

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

Terminer par une antenne à certains postes. Dans les zones urbaines denses, ces réseaux peuvent être souterrains sur quelques kilomètres seulement. Dans les zones urbaines denses, ces réseaux peuvent être souterrains sur quelques kilomètres seulement. Ces réseaux assurent les réseaux de distribution à travers les postes HT/MT d'une part et, d'autre part, les utilisateurs industriels de taille (supérieure à 60 MVA) nécessitant un raccordement à cette tension.[4]

- La tension est de 90 kV ou 63 kV,

III.1.3 Le réseau de distribution

Le réseau de distribution est organisé en deux tronçons selon la classe de tension.

On distingue le réseau moyen tension et le réseau basse tension. [4]

- **Réseaux moyenne tension :**

Les réseaux moyenne tension représentent des connexions électriques qui peuvent être aériennes ou souterraines. Ce réseau est exploité à 20 kV (dans certains cas 15 kV ou moins) et est généralement arborescent, bouclable, mais exploité radialement sauf en cas de défaut dans le schéma d'alimentation principal. Chaque branche s'appelle un départ et mesure généralement une trentaine de kilomètres.

Le réseau moyenne tension transporte l'énergie électrique du réseau de transport au client HTA et au réseau basse tension. Il s'agit de postes de transformation qui abaissent la tension en général de 63 kV à 20 kV. Les postes sources assurent également la régulation de la tension, la protection du réseau, le comptage, etc.

- **Réseaux moyenne tension :**

Le réseau basse tension représente les liaisons électriques qui peuvent être aériennes ou souterraines. Ce réseau fonctionne en 400 V triphasé ou 230 V monophasé et est généralement radial et non bouclé. Les départs des réseaux basse tension sont plus courts que ceux des réseaux moyenne tension.

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

Le réseau basse tension transporte l'énergie électrique du réseau moyenne tension vers les utilisateurs BT. Ils sont raccordés au réseau moyen tension par des postes de distribution qui abaissent la tension, généralement de 20 kV à 400 V. [4]

III.2 Classification des réseaux électrique selon la fonction ' topographie '

III.2.1 Réseaux aériens

Ce sont des conducteurs aériens de transport suspendus sur des supports (poteaux, pylônes) pour transmettre de l'énergie électrique à haute, moyenne ou basse tensions

Les réseaux de distribution ruraux existants sont constitués de départs aériens MT et BT, constitués de dorsales de réseaux et d'installations dérivées. Les armatures assurent le rôle du processus de transmission de puissance, qui se rétracte lors de son passage par les points de production auxquels sont connectés des grappes de postes. La structure de réseaux arborescente. [5]

III.2.2 Réseaux souterrains

La distribution d'électricité est entièrement souterraine, du réseau principal aux zones locales. Les réseaux de distribution de télécommunications handicapés sont enterrés avec une connectivité dans des socles. Ce type de réseau est principalement adapté aux centres-villes ainsi qu'aux zones résidentielles. Matériels immergés (transformateurs et sectionnement) installés dans les ouvrages civils souterrains ou dans les bâtiments : chambres enterrées de transformateurs, chambres de transformation résidentielle, coffrets de transformateurs. [5]

III.2.3 Réseaux radiaux

Le transport de l'énergie s'effectue jusqu'au client selon un itinéraire unique, la distribution radiale, comme son nom l'indique, un réseau disposé dans un rayon allant de la source au client. De plus, il a une bonne sécurité d'alimentation et une commodité accrue, il nécessite des sous-stations de distribution basse tension, de plus il ne prend pas en compte le changement de technologie. [6]

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

- En coupure d'artère : typique du réseau souterrain. Ces réseaux sont conçus pour un éventuel fonctionnement en boucle ;
- Structure arborescente : typique des réseaux aériens ruraux. Ces réseaux comprennent des points de boucle pour assurer la redondance sur la moyenne tension.



Figure II.2 : Structure en coupure d'artère.

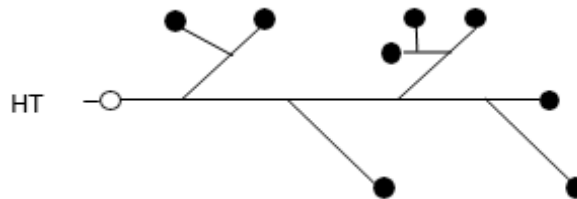


Figure II .3 : Structure arborescente

III.2.4 Réseaux bouclés

La distribution en boucle est constituée d'un ou plusieurs canalisations qui, partant de la source et remontant après l'avoir mise à la disposition de différents abonnés. On peut créer des boucles complexes ou des boucles maillées, y compris des transversales qui permettent de créer des boucles successives.

Le réseau en boucle a des pertes de joules réduites et il a une connexion spéciale aux branches et chaque branche peut fournir jusqu'à deux circuits. [6]

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

Légende :

1. Sources.
2. Consommateurs.
3. Lignes de transport.
4. Jeu de barre.
5. Boucle.

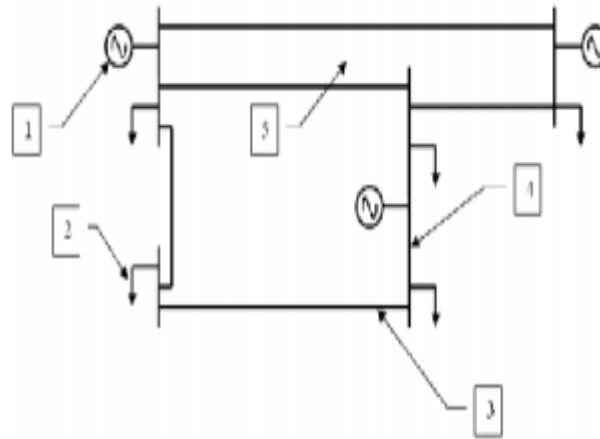


Figure II.4 : Réseaux bouclés

III.2.5 Réseaux maillés

Ce réseau est constitué d'un ensemble de nœuds reliés les uns aux autres par des lignes électriques permettant de choisir entre plusieurs itinéraires d'une entrée au réseau ver une sortie.

Pour ce réseau nous pouvons trouver des branches dont l'ouverture nous amène à un réseau radial, ce réseau radial est appelé l'arbre du réseau maillé. [6]

Légende

1. Jeu de barre.
2. Transformateur.
3. Maille.
4. Nœud.
5. Consommateurs.

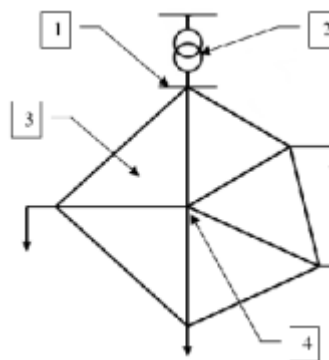


Figure II .5 : Réseaux maillés

IV. Composantes d'un réseaux électriques

IV.1 Les conducteurs

Les conducteurs contiennent un groupe de molécules qui se déplacent d'une orbite à l'autre. En l'absence de champ électrique, le conducteur est en équilibre électrostatique. Cela signifie que sa charge ne bouge pas. Et à travers ce courant est presque inexistant. Lorsqu'un conducteur est soumis à un champ électrique, les charges se déplacent. C'est là qu'intervient le courant électrique. Les électrons se déplacent facilement. Leur résistivité est dite faible car ils résistent très peu au courant.

Un conducteur équivaut à un isolant faible car sa résistivité ne lui permet pas d'agir comme une barrière au courant électrique. Conductance et conductivité sont deux notions nécessaires pour connaître la capacité d'un matériau à ne pas résister à un courant électrique. [7]

IV.2 Les isolateurs

Un isolateur est un élément utilisé pour supporter un conducteur électrique nu. Il est réalisé en matériau isolant, non conducteur. La transmission du courant est difficile dans les diélectriques car leurs atomes retiennent énergétiquement les électrons. En raison de la grande résistance au courant électrique

Est très forte. Ainsi, un diélectrique placé entre deux conducteurs s'oppose au passage du courant entre eux. On le trouve dans les lignes à haute tension et dans les sous-stations qui dépendent principalement de l'isolation entre les conducteurs et les pylônes. [7]



Figure II .6 : isolateur en verre

IV.3 Poste de transformation

La plupart des postes de transformation, y compris les affectés au réseau de transport, sont constitués des équipements principaux suivants :

- | | |
|-------------------|--------------------------------------|
| 1- Disjoncteur | 4- Transformateur de mise à la terre |
| 2- Sectionneurs | 5- Sectionneurs de mise à la terre |
| 3- Transformateur | 6- Parafoudres |

IV.3.1 Disjoncteur

Les disjoncteurs sont des dispositifs capables d'interrompre des courants importants, qu'ils soient normaux ou de défaut. Par conséquent, il peut être utilisé comme un grand interrupteur, contrôlé localement par un bouton poussoir ou une télécommande. De plus, le disjoncteur ouvre automatiquement un circuit dès que le courant qui le traverse dépasse une valeur prédéterminée. Lorsqu'il est utilisé pour interrompre des courants de court-circuit élevés, il agit comme un fusible, mais fonctionne de manière plus fiable et n'a pas besoin d'être remplacé après chaque déclenchement. Les disjoncteurs les plus courants sont :

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1. disjoncteur à huile | 2. Disjoncteur pneumatique |
| 3. disjoncteur SF6 | 4. les disjoncteurs à vide |

Disjoncteur à vide Plaque signalétique du disjoncteur indiquant le courant nominal en régime permanent, le courant de déclenchement (courant maximal que le disjoncteur peut déclencher), la tension nominale et temps de cycle ouvert*. Grâce au soufflage puissant et à la déionisation rapide de l'arc, le circuit peut être ouvert pendant trois à huit cycles sur un réseau de 60 Hz. La coupure rapide des circuits réduit les dommages aux lignes et aux équipements de et, surtout, elle empêche le réseau de devenir instable L'ouverture d'un disjoncteur peut être commandée directement en coupant le courant dans les bobines ou plus communément via des relais. Ce relais est essentiellement un dispositif capable de détecter des conditions anormales sur le réseau. Par exemple, une bobine de relais est

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

Alimentée par le courant secondaire d'un transformateur de courant en série avec l'un des conducteurs de la ligne à protéger. Si le courant dans la ligne dépasse une valeur spécifiée, le courant secondaire circulant dans la bobine de relais provoque la fermeture des contacts C 1 et C2. La fermeture de ces contacts termine le circuit d'alimentation de la bobine de déclenchement. Cela provoque alors l'ouverture des trois contacts principaux ainsi que d'autres opérations nécessaires à l'extinction de l'arc.[7]

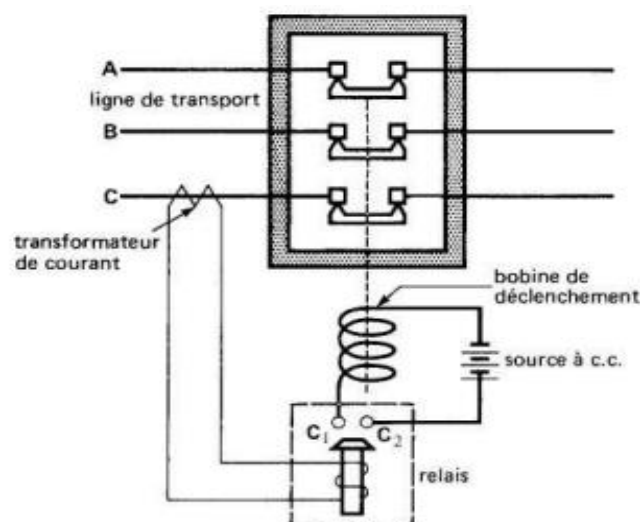


Figure II.7 : commande de l'ouverture d'un disjoncteur

IV.3.2 Sectionneurs

Les sectionneurs ne sont doués d'aucun pouvoir de coupure. Ils ne permettent d'ouvrir un circuit qu'en l'absence de tout courant. Ils servent à réparer et à isoler, Ce sectionneur est commandé par une perche ; il est muni d'un dispositif de verrouillage qui l'empêche de s'ouvrir sous l'action des forces électromagnétiques intenses produites par les courants de court-circuit. [7]

IV.3.3 Sectionneurs 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.[7]

IV.3.4 Parafoudre

Les parafoudres sont des dispositifs destinés à limiter les surtensions imposées aux transformateurs, instruments et machines électriques par la foudre et par les manœuvres de commutation. La partie supérieure du parafoudre est reliée à l'un des fils de la ligne à protéger, et la partie inférieure est reliée à la terre en mettant à la terre une faible résistance généralement inférieure à ohms. [7]

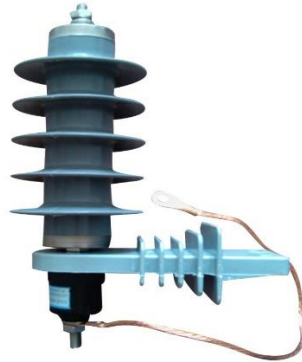


Figure II .8 : Parafoudre

IV.3.5 Transformateur

Le transformateur électrique a plusieurs fonctions, il permet de baisser ou d'augmenter la tension du courant circulant dans le réseau. De la centrale électrique au domicile du consommateur, l'électricité est acheminée par des câbles à très haute, haute, moyenne et basse tension. Pour permettre au courant de circuler d'une ligne à l'autre, il est nécessaire d'abaisser sa tension.

Un transformateur de puissance est constitué d'une paire d'enroulements, les enroulements primaire et secondaire ou communément appelés Haute Tension (HT) et Basse Tension (BT) reliés par un circuit magnétique. Lorsqu'une tension alternative est appliquée à l'un de ces enroulements, selon la définition générale du primaire, le courant induit une force magnétique dynamique alternative et donc un flux alternatif dans le circuit magnétique. Ce flux alternatif en reliant les bobines produit une force électromotrice dans chaque enroulement.

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

On obtient ici le rapport de transformation entre les tensions primaire et secondaire qui est la caractéristique d'un transformateur donné. A tension fixe, si une charge est connectée au secondaire, un courant proportionnel variable sera tiré du primaire.[7]

IV.3.6 Transformateur de mise à la terre

Sur un réseau. Triphasé à trois fils il est parfois nécessaire d'ajouter un fil neutre ce qui le convertit en réseau triphasé à 4 fils.

Dans ce cas, on utilise un transformateur triphasé de mise à la terre. C'est essentiellement un autotransformateur triphasé dont les enroulements sont raccordés en zigzag. Si l'on branche une charge monophasée entre une ligne et la terre (neutre), le courant I se divise en trois courants égaux $I/3$ dans les enroulements. Comme ces courants restent égaux, le point neutre N ne se déplace pas et les tensions ligne à neutre sur chaque phase restent équilibrées, comme dans le cas d'un réseau à 4 fils.

En pratique, la charge monophasée est répartie le plus équitablement possible entre les trois lignes et la terre, car le courant I à circuler dans le neutre n'est généralement qu'un courant monophasé résiduel assez faible. Le transformateur est mis à la terre, et appelé transformateur zigzag, utilisé pour créer un réseau triphasé à 4 fils. [7]

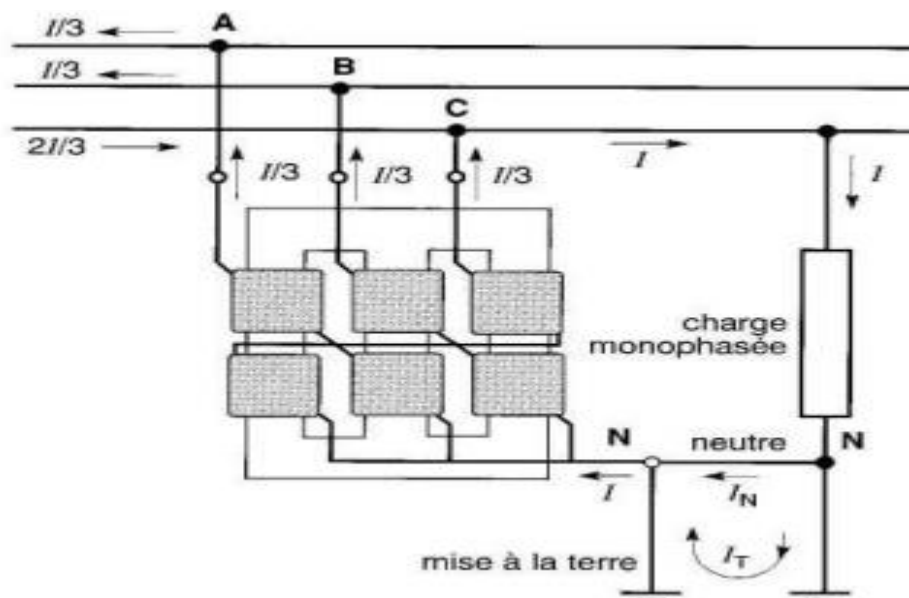


Figure II .9 : Transformateur de mise à la terre

IV.4 Les supports

Les supports maintiennent les conducteurs à la hauteur appropriée au-dessus du sol par l'intermédiaire de traverses ou bras. Pour les lignes inférieures à 70 kV, le peut être utilisé comme support de poteaux bois simples ; pour une tension plus élevée, le bois n'est utilisé que sous la forme de portiques. Le bois est souvent injecté de créosote ou de sel métallique pour le préserver contre la pourriture. Pour les lignes à très haute tension, des pylônes métalliques sont toujours utilisés.

Ils comportent des cornières vissées. La distance entre les conducteurs doit être suffisante pour empêcher leur contact, même par vent fort. La distance entre les fils doit être plus grande car plus la distance entre les pylônes est grande et plus la tension de ligne est élevée. Par exemple, l'espacement des phases est typiquement de 12 m sur une ligne de 735 kV. [7]

IV.5 Les dispositifs des protections

La parfaite maîtrise des réseaux électriques nécessite la possession de l'ensemble des moyens de commande, de contrôle et de protection nécessaires. Celles-ci ont pour but de protéger les éléments du réseau contre les dommages. Parmi les dispositifs de protection installés sur le réseau électrique, on trouve les disjoncteurs, les fusible et les parafoudres... etc. [7]

IV.6 Les appareille de commande

Les dispositifs de commande et d'interruption sont des dispositifs de protection partielle, ils peuvent être actionnés manuellement, automatiquement ou à distance tels que IAT, (Interrupteur Aérien Télécommandé) et les IATCT (Interrupteur Aérien Télécommandé à Creux de Tension).[8]

- IAT : Le système d'aide à la recherche permet l'ouverture ou la fermeture à distance. Cette télécommande se fait via un réseau sans fil ou une connexion téléphonique. Le choix du type de télécommande dépend du type de carte électronique équipant l'objet technique (I.A.T.).

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

Il est chargé de surveiller ou de contrôler l'intensité des lignes. Et effectuer un délestage si nécessaire pour répartir la charge selon les besoins. En effet, la plupart du temps, le système peut être entièrement automatisé et dans ce cas, l'opérateur ne fait que surveiller le processus.

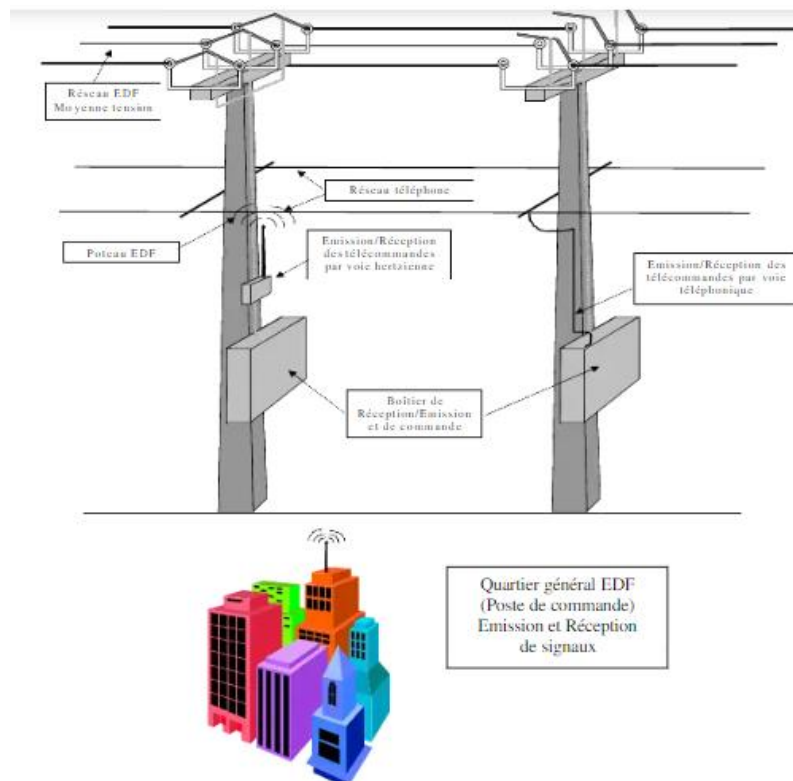


Figure II.10 : IAT, (Interrupteur Aérien Télécommandé)

- . Le quartier général envoie un ordre (par voie hertzienne ou par liaison téléphonique) d'ouverture ou de fermeture des interrupteurs télécommandés.
- . Le boîtier d'émission / réception et l'unité de contrôle déterminent le message reçu, exécutent la commande demandée et envoient le rapport.
- IATCT : interrupteur aérien avec ouverture automatique en cas de creux de tension. Dispositif de commande mécanique manuel, ouverture et fermeture brutale et ouverture automatique en cas de panne permanente en aval. Les défauts temporaires et semi-permanents sont éliminés par les cycles de réenclenchement du disjoncteur. [9]

V.Problèmes sur le réseau

V.1 Chute de tension

Dans un circuit électrique, une chute de tension se produit généralement lorsque le courant circule dans un câble. Il traite de la résistance ou de l'impédance du courant aux éléments passifs du circuit, y compris les câbles, les contacts et les connecteurs affectant le degré de chute de tension. Plus le circuit ou la longueur du câble est long, plus la perte de tension est importante. Les effets de la chute de tension peuvent entraîner les problèmes suivants : le moteur est lent, le radiateur ne dégage pas autant de chaleur que son potentiel réel, les lumières sont faibles. Pour compenser la chute de tension, on peut utiliser des câbles de plus grande section, qui offrent moins de résistance/impédance au flux de courant. [10]

V.2 Déséquilibré de tension

Dans un réseau triphasé, il existe des amplitudes idéales de tension et d'intensité égales sur chacune des trois phases, et déphasées d'un angle de 120° . Lorsque la tension ou le courant présente une différence d'amplitude, un déséquilibre se produit et cela peut entraîner des problèmes pour l'équipement triphasé Connecté au réseau. L'effet le plus courant du déséquilibre est la surchauffe de l'équipement et donc la détérioration de l'isolation et la réduction de la durée de vie.

Un déséquilibre de tension et de courant se produit généralement lorsque la charge est déséquilibrée. En effet, toute charge triphasée doit tirer la même quantité de courant sur chaque phase. Quant aux charges monophasées connectées à un réseau triphasé, elles doivent être réparties aussi équitablement que possible entre les trois phases.

De plus, certains cas de déséquilibre de tension résultent du fonctionnement et de la nature des équipements du réseau électrique Normalement, les charges n'ont besoin que d'une protection contre les déséquilibres de courant. Nous recommandons un dispositif de protection qui intervient pendant un minimum de 10 secondes lorsqu'un déséquilibre de courant de 12 % ou plus est détecté, ce qui est suffisant pour la plupart des charges telles que les moteurs. [11]

V.3 Creus de tension

Le creux de tension est défini comme une chute soudaine de 10 % ou plus de la tension nominale, affectant une ou plusieurs phases, durant de huit millisecondes (demi-cycle) à par minute. En règle générale, les creux sont des bruits (et non des pannes ou des interruptions) de moins d'une seconde avec une chute de tension de 60 % ou moins.

Aucun système électrique n'est à l'abri de perturbations indésirables telles que les chutes de tension. S'agissant de phénomènes aléatoires et imprévisibles, aucune norme ne limite leur nombre, leur amplitude ou leur durée. [12]

Toute chute de tension peut entraîner l'arrêt soudain de l'équipement et, dans certains cas, un dysfonctionnement, selon le type d'équipement et le processus utilisé.

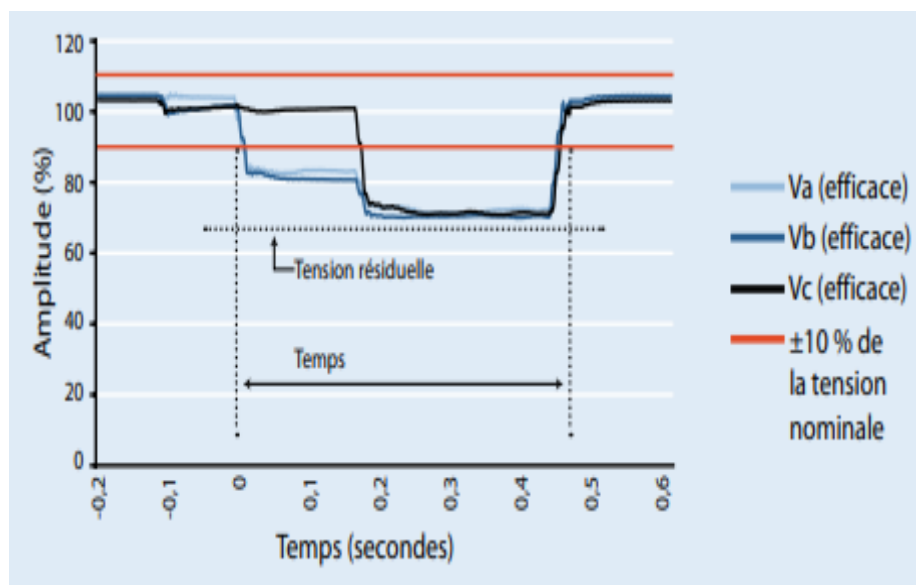


Figure II.11 : exemple de creux de tension

V.4 Surtension

La surtension indique le fait que pour un élément particulier du dipôle électrique il doit y avoir une tension à ses bornes supérieure à la tension aux extrémités du dipôle complet. La surtension est l'une des causes possibles de défaillance des circuits électriques ou électroniques. Matériels, même s'ils sont de mieux en mieux protégés contre ce type de panne.

CHAPITRE II ÉTUDE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUE

En interne, les surtensions sont provoquées par des pointes de tension provoquées par des défauts ou par des équipements ; lorsqu'elles se déclenchent, ces surtensions sont appelées "pics de tension".

La surtension externe est causée par des fluctuations de tension, des perturbations du réseau électrique, la foudre. [13]

V.5 Variation de fréquence

La fréquence utiliser la valeur nominale de 50 Hz, En effet, d'une part, la fréquence en constante évolution rendra l'électricité inutilisable pour de nombreuses utilisations, d'autre part, la plupart des parties du système électrique sont conçues pour fonctionner dans une seule gamme de fréquences, de plus, l'appareil sera souffert de graves dysfonctionnements. Ça peut arriver.

La fréquence change légèrement, ce qui dépend fortement de la consommation d'énergie affectant la sortie. L'écart de fréquence est mesuré en millièmes de Hertz. Système de contrôle de précision de la centrale pour ces variations de fréquence. [14]

V.6 Présence d'harmoniques

La perturbation harmonique est définie comme la distorsion de la forme d'onde d'un signal sinusoïdal pur. Sur les réseaux électriques, le bruit de forme d'onde est principalement dû à la présence de charges non linéaires. On peut prendre par exemple des variateurs à vitesse variable, des ballasts électroniques pour l'éclairage, des équipements informatiques et plus généralement des appareils avec des étages d'entrée à composants électroniques de puissance. [15]

:

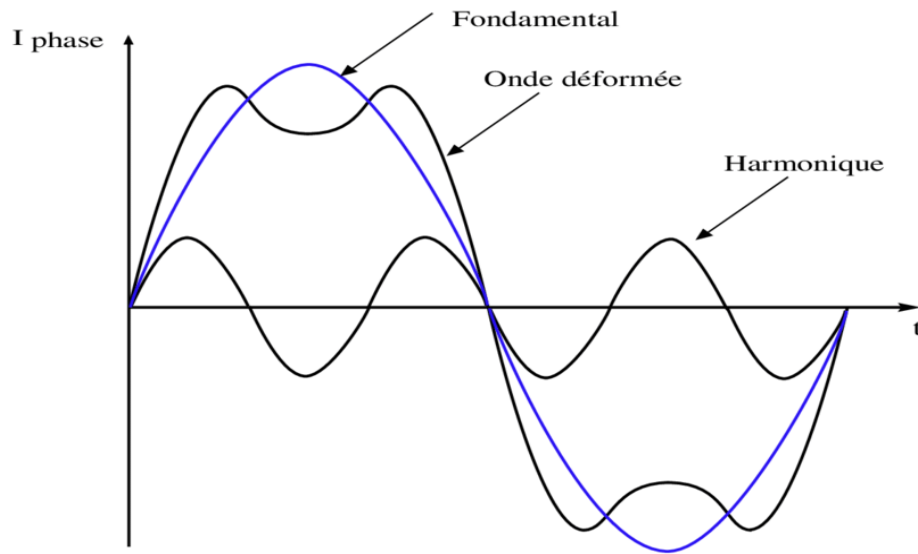


Figure II .12 : image d'une onde déformée

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, une vue d'ensemble des réseaux électriques a été abordée à travers la gradation des composants du réseau et une explication d'un ensemble de concepts liés aux problèmes et perturbations qui affectent le réseau électrique et qui conduisent à des défauts de petite et grande portée.



Chapitre III :

Écoulement de puissance et
les courant de court-circuit



CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous abordons un groupe d'éléments sur lesquels nous nous appuyons directement dans l'installation et la construction de réseaux électriques en passant par le processus de distribution et écoulement de puissance jusqu'à travailler pour protéger le réseau électrique des dangers de court-circuit.

A travers cela, nous étudions les types de jeu de barre qui permettent l'écoulement de puissance et l'ensemble des facteurs qui caractérisent le court-circuit électrique et les résultats qui y conduisent.

II. Écoulement de puissance

II.1 Définition

L'écoulement de puissance est une étude en régime permanent d'un réseau électrique qui consiste à déterminer tout d'abord, au niveau de chaque jeu de barres, l'amplitude et la phase de la tension ainsi que la puissance active et réactive appliquée.

Connaissant la tension (amplitude et phase) au jeu de barres ainsi que la puissance appliquée (active et réactive), à partir de laquelle on peut calculer le courant et la puissance dans les lignes et la puissance due aux jeux de barres d'alimentation.[16]

II.2 But de l'étude de l'écoulement de puissance

- Assurer l'équilibre entre la production et la demande d'électricité (améliorer les dépenses d'électricité, production d'énergie pilotée par la demande).
- Ne pas dépasser les valeurs limites (stabilité théorique, bon usage dans le temps).
- Planification du réseau (basée sur le calcul de la charge). Améliorer la sécurité opérationnelle du réseau grâce à une bonne stratégie contre les perturbations. [16]

II.3 Classification de jeu de barre**II.3.1 Les jeux de barre de contrôle**

Ce jeu de barres est également appelé jeu de barres PV, et sur ce jeu de barres, l'amplitude de tension correspondant à la génération de tension et la puissance réelle ou la puissance active P correspondant à sa valeur nominale sont indiquées. L'amplitude de la tension est maintenue constante à une valeur spécifiée en injectant de la puissance réactive. La puissance réactive Q et l'angle de phase δ de la tension doivent être calculés.[17]

II.3.2 Les jeux de barre de charge

Aussi connu sous le nom de jeu de barres (P Q), pour ce type de jeu de barres, charges sont généralement liées. Ce dernier se caractérise par une consommation d'énergie active et réactive. Il est également possible d'associer des générateurs à puissance active et réactive fixes. Variables déterminées comme module et phase de tension.[17]

II.3.3 Les jeux de barre de référence

Le jeu de barres de référence dans un système d'alimentation absorbe ou émet la puissance active ou réactive du système d'alimentation. Le jeu de barres de référence ne transporte aucune charge. Sur le jeu de barres, l'amplitude et l'angle de phase de la tension sont spécifiés. L'angle de phase de la tension est généralement fixé égal à zéro. La puissance active et réactive de ce jeu de barres est généralement déterminé par la solution d'équations.

Le jeu de barres de référence est un concept fictif dans les études de flux de charge et survient parce que les pertes du système ne sont pas connues avec précision à l'avance pour le calcul du flux de charge. Par conséquent, la puissance totale injectée ne peut pas être spécifiée sur chaque jeu de barres de référence. L'angle de phase de la tension sur le jeu de barres de référence est généralement pris comme référence ou zéro. [17]

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

III. Courant de court-circuit

III.1 Définition

En courant alternatif, un court-circuit est dû à un contact accidentel entre phase et neutre ou, dans le cas d'une installation en triphasé, entre deux phases. En continu, un court-circuit se produit lorsque les deux polarités entrent en contact. Ce phénomène peut être provoqué par le branchement d'un appareil défectueux, par une ampoule électrique qui « grille », par la présence d'eau sur les lignes électriques, etc. [18].

III.2 Caractéristiques de court-circuit

Ils sont principalement caractérisés par :

- Leurs durées : auto-extincteur, fugitif ou permanent ;
- Leurs origines :
 - Mécaniques (rupture de conducteurs, liaison électrique accidentelle entre deux conducteurs par un corps étranger conducteur tel que outils ou animaux).
 - Surtensions électriques d'origine interne ou atmosphérique,
 - Ou à la suite d'une dégradation de l'isolement, consécutive à la chaleur, l'humidité ou une ambiance corrosive
- Leurs localisations : interne ou externe à une machine ou à un tableau électrique.
- Les types courts-circuits peuvent être :
 - Monophasés : 80 % des cas ;
 - Biphasés : 15 % des cas. Ces défauts dégénèrent souvent en défauts triphasés ;
 - Triphasés : 5 % seulement dès l'origine.[19].

Ces différents courants de court-circuit sont présentés sur la figure suivante :

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

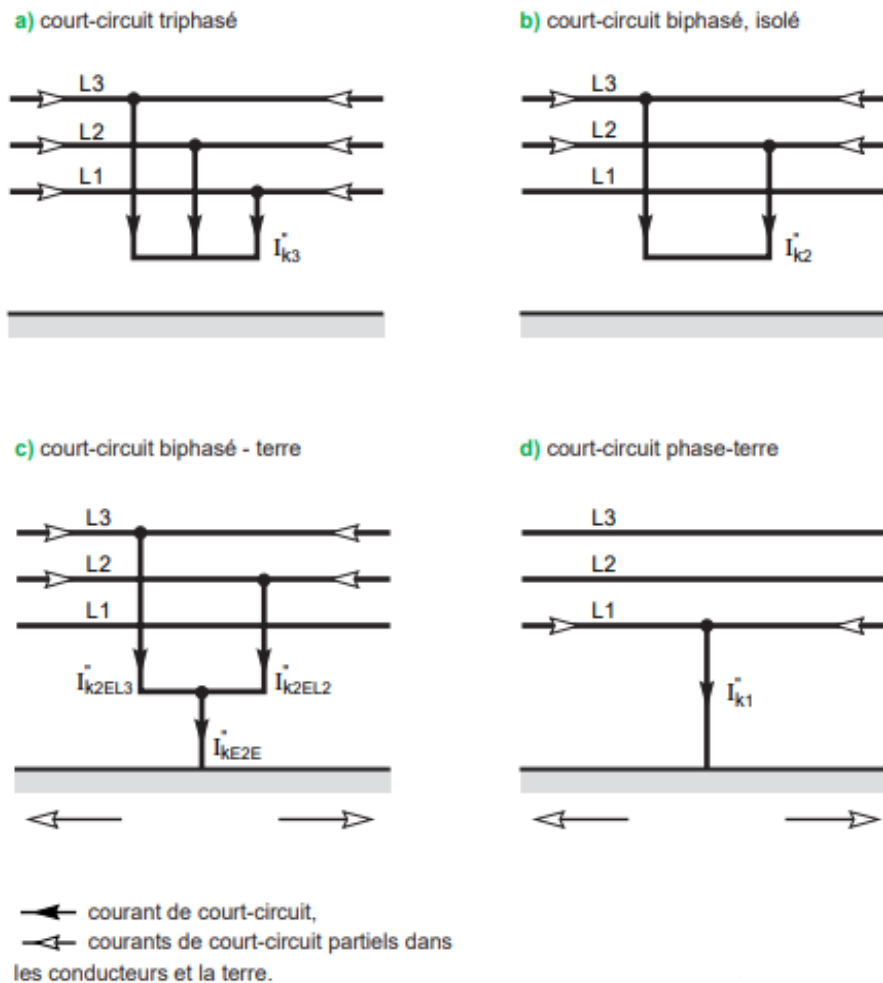


Figure III-1 : les différents courts-circuits et leurs courants. Le sens des flèches figurant les courants est arbitraire

III.3 Conséquences des défauts de court-circuit

Ils varient selon la nature et la durée des défauts, le point de montage concerné et l'intensité du courant.

- Au point de défaut, la présence d'arcs de défaut, avec :
 - Détérioration des isolants
 - Fusion des conducteurs,
 - Incendie et danger pour les personnes

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

- Pour le circuit défectueux : Les efforts électrodynamiques, avec :
- Déformation des JDB (jeux de barres),
 - Arrachement des câbles.
 - Surchauffe due à l'augmentation des pertes en joules, avec risque de perte de qualité de l'isolation.
 - Pour les autres circuits du réseau concerné ou des réseaux voisins.
 - Chutes de tension lors de la suppression des erreurs, de quelques millisecondes à plusieurs centaines de millisecondes.
 - Désactiver une portion plus ou moins importante du réseau selon sa disposition et la sélectivité de ses protections.
 - Instabilité dynamique et/ou perte de synchronisation machine.
 - Perturbations dans les circuits de commande et de contrôle [19].

III.3.1 Fonctionnement de réseau électrique

Les effets néfastes des itinéraires courts concernent principalement systèmes électriques HTB que des groupes créent capacités puissantes débitées. En particulier les polyphasé et près de usines, conduisant à la réduction du couple de résistance (CR) de machines et rompre ainsi l'équilibre entre Celui-ci et le couple de moteur (cm), si elles n'ont pas été supprimées rapidement.

Elles peuvent entraîner une perte de stabilité des générateurs et activités agonal curent causant des inconvénients pour matières à court terme de commande 100 jusqu'à 150 ms sont généralement considérées comme des valeurs. La valeur ne dépasse pas Networks d'alimentation HTB. [20]

III.3.2 Tenue des matériels

Un court-circuit provoque une surintensité. En cas de défaut triphasé du, Le courant de court-circuit peut dépasser 20 à 30 fois le courant nominal du (I_n).

Ces courants excessifs provoquent deux types de contraintes :

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

- Contrainte thermique : due au dégagement de chaleur par effet Joule (RI^2) dans le conducteur.
- Contrainte mécanique : due aux forces électromotrices, provoquant notamment le balancement des conducteurs aériens et le déplacement des enroulements du transformateur, ces efforts s'ils sont dépassés La limite admissible de pendant la construction est souvent la cause de dommages graves à De plus, l'arc électrique provoqué par un court-circuit entraîne. [20]

III.3.3 Qualité de la fourniture

Dans le cas des cas, des transactions courtes transfèrent aux utilisateurs en réduisant la tension d'amplitude et la durée est fonction de différents facteurs tels que la nature du court-circuit, la structure du réseau affecté, les méthodes de fonctionnement du réseau, la méthode de fonctionnement du réseau, le fonctionnement mode. Mode de mise à la terre du neutre, performance de protection, etc. ... ; Ces troubles peuvent partir de creux ; Tension ou couper jusqu'à ce que l'interruption fournisse complètement. [20]

III.3.4 Circuits de télécommunications

La présence d'un court-circuit non pas important entre une ou deux phase d'une ligne d'énergie électrique et la terre provoque la circulation du courant d'homopolaire dans le sol par les points neutres du réseau.

Une pression d'alimentation causée verticalement, proportionnelle Pour ce courant, apparaît sur des lignes de télécommunication avec une voie parallèle avec une ligne d'énergie électrique, Ce stress peut atteindre valeurs dangereuses pour les informations et les installations de télécommunications[20].

III.3.5 Sécurité des personnes

Augmentation de la résistance accidentelle des masses, des hauteurs potentielles liées au flux de courant électrique sur le sol, les conducteurs tombés au sol, etc... Toutes les situations peuvent introduire des risques pour la sécurité humaine Mode de mise à la terre de points neutres jouent donc un rôle important [20].

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

III.4 Définition du courant de court-circuit

Les courants de court-circuit sont des courants provoqués par des défauts d'impédance négligeables entre les points d'installation, présentant généralement une différence de potentiel, Le courant de court-circuit est divisé en 3 niveaux :

- Le courant crête de court-circuit (ICC crête) correspond à la valeur extrême de l'onde, produisant des forces électrodynamiques élevées, notamment au niveau des jeux de barres et des contacts ou connexions des équipements.
- Courant de court-circuit efficace (ICC EFF) : La valeur efficace d'un courant de défaut qui peut provoquer une surchauffe des équipements et des conducteurs et peut placer un grand nombre d'équipements électriques à des potentiels dangereux.
- Courant de court-circuit minimum (ICC min) : la valeur efficace du courant de défaut établi dans un circuit à haute impédance, (Conducteurs de section réduite et conduites très longues...) et son impédance est également augmentée par l'échauffement de la conduite défaillante. Il est nécessaire d'éliminer rapidement ce type de défaut dit impudent par des moyens appropriés.[21].

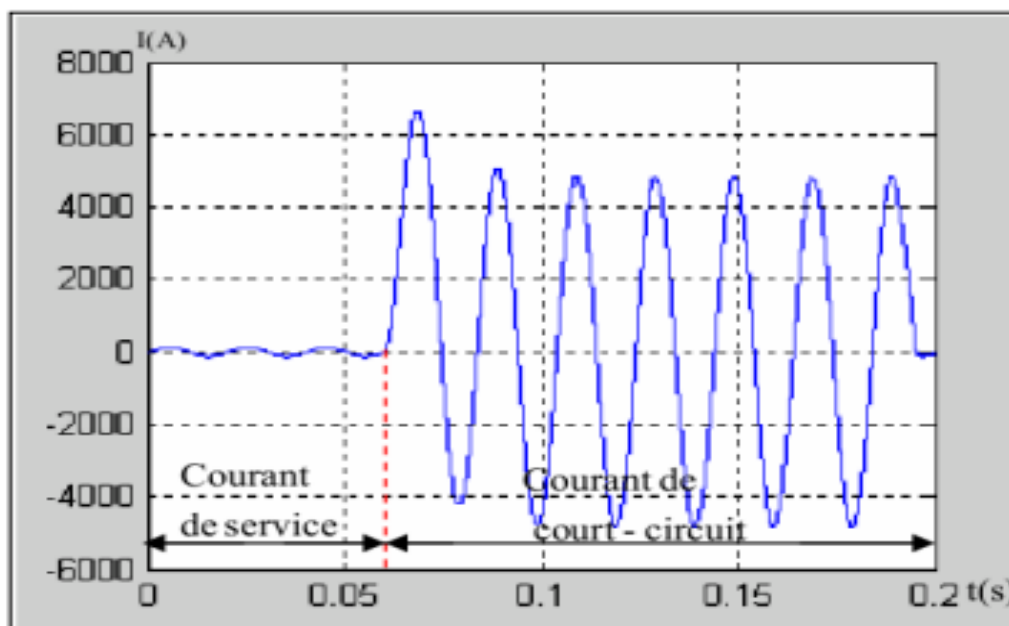


Figure 3-2 : Forme générale d'un courant de court-circuit.

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

III.5 Intensité du courant de court-circuit

L'intensité du courant de court-circuit est une caractéristique importante qui détermine la sévérité de la contrainte appliquée au réseau et aux équipements défaillants. Cela dépend de la forme du court-circuit et, pour les court-circuit impliquant la terre, de la manière dont le neutre est mis à la terre.[22]

III.6 Etablissement du courant de court-circuit

Un réseau simplifié est réduit à une source de tension alternative constante, un interrupteur et une impédance Z_{CC} représentant toutes les impédances situées en amont de l'interrupteur, et une impédance de charge Z_S .

En effet, l'impédance de la source est constituée de tout ce qui se trouve en amont du court-circuit, des réseaux de tensions différentes (HT, BT) et des canalisations en série de sections et longueurs différentes.

Dans le schéma (Fig. 3), l'interrupteur est fermé et, sauf en cas de défaut, l'intensité du courant de service, I_s , circule dans le réseau.

Un défaut d'impédance négligeable entre les points A et B se traduit par un courant de court-circuit I_{CC} très élevé, limité uniquement déterminé par l'impédance Z_{CC} . L'intensité I_{CC} est établie à partir de l'état de transition à partir de la réactance X et de la résistance R qui composent l'impédance Z_{CC} :[23].

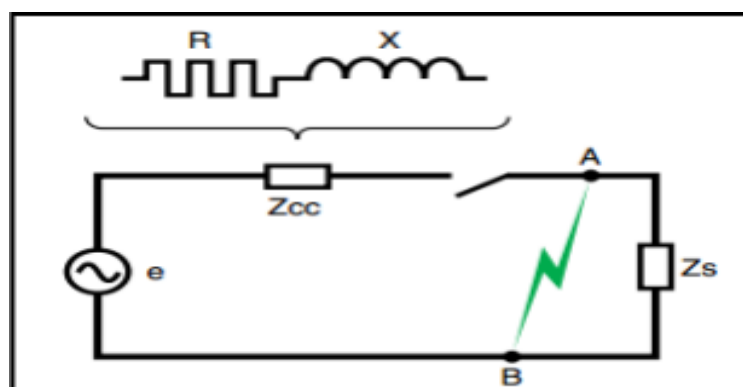


Figure III-3 : schéma d'un réseau électrique (court-circuit entre a et b)

CHAPITRE III ÉCOULEMENT DE PUISSANCE ET COURANT DE COURT CIRCUIT

En distribution de puissance, la réactance $X = L \cdot \omega$ est généralement bien plus élevée que la résistance R , et le rapport R / X se situe entre 0,1 et 0,3. Il est pratiquement égal pour ces faibles valeurs au $\cos \varphi$ (en court-circuit) soit : [23]

$$\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{X^2 + R^2}}$$

IV. Conclusion

En fin de compte, nous concluons que le flux d'énergie est l'un des éléments les plus importants qui doivent être pris en compte dans l'étude du réseau électrique afin d'obtenir une répartition égale de l'énergie.

Quant au court-circuit, c'est l'un des accidents les plus dangereux qui affectent le réseau électrique, qui affecte directement les charges et le réseau électrique.



Chapitre IV :
Simulation par ETAP



I. Introduction

Dans ce chapitre, une partie du réseau électrique sera étudiée à l'aide du programme ETAP, qui travaille sur le dessin du réseau en simulant tous les composants électriques qui le composent et en calculant le courant de court-circuit et l'écoulement de puissance, qui est l'un des plus importantes étapes qui contribuent à la stabilité du réseau électrique.

II. Présentation du logiciel ETAP

ETAP (analyse transitoire des programmes électriques) est la solution logicielle d'ingénierie électrique la plus complète pour la simulation de conception, l'exploitation et l'automatisation de la distribution de transmission de production et des systèmes d'alimentation industriels.

Il est développé dans le cadre d'un programme d'assurance qualité établi et est utilisé dans le monde entier comme logiciel à fort impact.

Il est entièrement localisé en sept langues avec des rapports de sortie traduits en huit langues en tant que solution d'entreprise entièrement intégrée, ETAP s'étend à un système de gestion de l'énergie en temps réel pour contrôler, automatiser, simuler et optimiser le fonctionnement du système d'alimentation.[24]

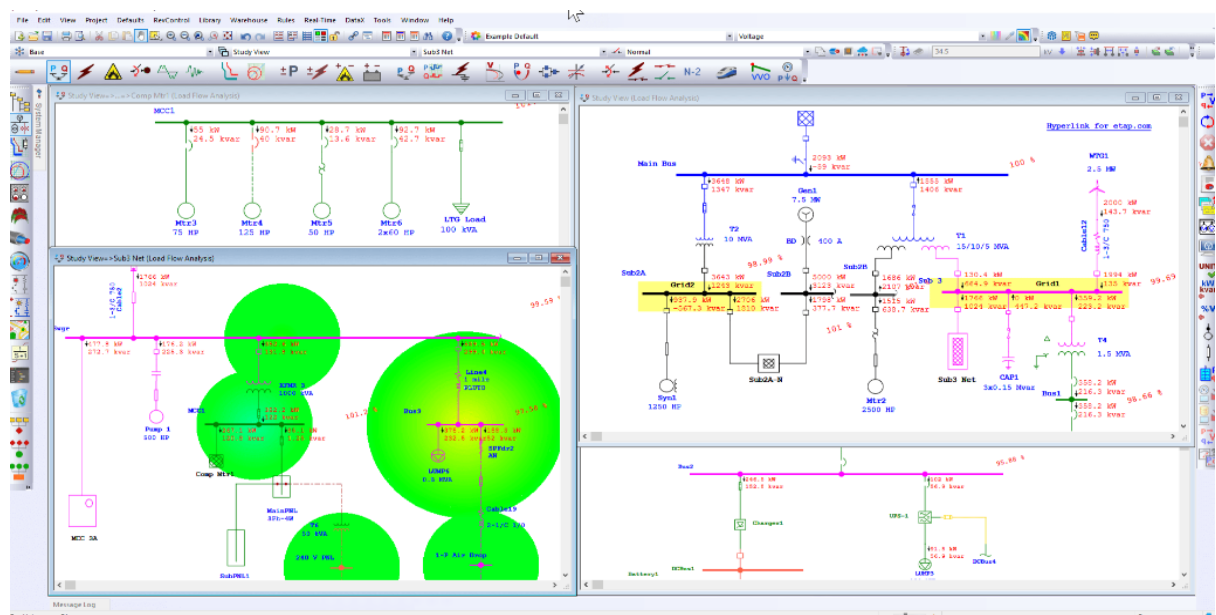
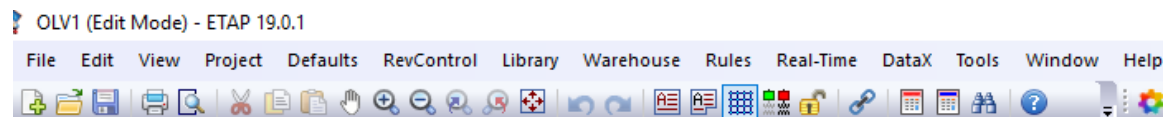


Figure IV-1 : Un modèle de simulation d'un réseau électrique à l'aide d'un ETAP

II.1 Barre de menu et les outils du projet

Le ruban contient un ensemble d'options qui contrôlent l'action souhaitée, Chaque option active une liste déroulante de commandes telles que Opérations sur les fichiers, Impression, Conversations de base de données, Echange de données, Objets OLE de projet, Paramètres de projet et Options de projet, Bibliothèques, Valeurs par défauts, Polices d'annotation, Base et Révision.



La barre d'outils contient un ensemble d'icônes qui ont plusieurs fonctions, notamment : Créer des projets, Ouvrir des projets, Enregistrer des projets, Imprimer, Aperçu avant impression, Couper, Copier, Coller, Zoom panoramique, Annuler, Rétablir, Zone de texte. [24]

II.2 Mode d'étude

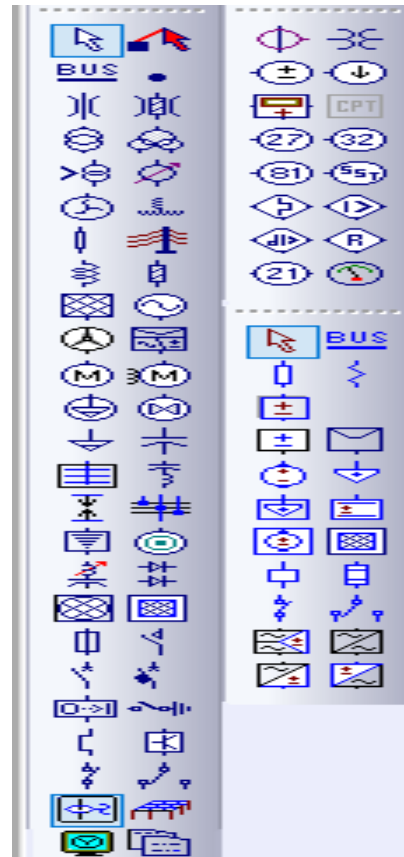
	Analyse du flux de charge	
	Analyse des <u>court-circuits</u>	
	Coordination des dispositifs de protection	
	Analyse des harmoniques	
	Analyse de stabilité	
	Déséquilibre de charge	
	Analyse du démarrage de moteur	
	Analyse d'écoulement de puissance	

Tableaux IV-1 : représenté les Mode d'étude de simulation

II.3 Modifié les barres d'outils

La barre d'outils contient tous les éléments du circuit électrique à travers lesquels le circuit à étudier est réalisé, qu'il soit en courant alternatif ou en courant continu, en plus de cela. Vous pouvez effectuer les opérations suivantes les fonctions :

- Afficher et imprimer des rapports de sortie personnalisables
- 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 l'élément OLD peuvent être visualisées en ouvrant son éditeur. Par exemple, double-cliquez sur Transformer et générateur pour ouvrir Transformer et générateur Editor. Cliquez sur n'importe quel onglet de l'éditeur pour ouvrir la page correspondante. Les données ne peuvent être saisies manuellement que dans les champs avec un fond blanc.

A travers la page rating, nous pouvons entrer un ensemble de calculs dont dépend le réseau électrique à étudier, par exemple, au niveau du générateur, nous pouvons entrer la tension et la puissance active et réactive. Quant au transformateur, nous pouvons entrer la valeur de la tension primaire et secondaire et de la puissance active. [24]

Synchronous Generator Editor - Gen1

Harmonic Info Protection Rating Reliability Capability Fuel Cost Imp./Model Time Domain Grounding O and M Inertia Remarks Exciter Comment Governor PSS

0 kV 0 MW Voltage Control

Rating

MW: 0 kV: 0 % PF: 85 MVA: 0 % Eff.: 95 Poles: 4

% of Bus Nom. kV: FLA: 0 RPM: 1500

	Gen. Category	% V	Angle	MW	Mvar	% PF	Qmax	Qmir
1	Design	100		0			0	0
2	Normal	100		0			0	0
3	Shutdown	100		0			0	0
4	Emergency	100		0			0	0
5	Standby	100		0			0	0

Prime Mover Rating

Continuous HP: 0 MW: 0 Peak HP: 0 MW: 0

Mvar Limits

Capability Curve User-Defined Peak Mvar: 0

Operating Values

% V: 0 Vangle: 0 MW: 0 Mvar: 0

Gen1

2-Winding Transformer Editor - T1

Reliability Remarks Comment

Info Rating Impedance Tap Grounding Sizing Protection Harmonic

0 MVA IEC Liquid-Fill Other 65 C 0 0 kV

Voltage Rating

Prim. kV: 0 FLA: Nominal Bus kV: Z Base: MVA: 0

Sec. 0 Other 65

Power Rating

MVA

Rated: 0 Derated: 0 % Derating: 0

MFR: Alert - Max: MVA: 0 Derated MVA User-Defined

Installation

Altitude: 1000 m Ambient Temp.: 30 °C

Type / Class

Type: Liquid-Fill Sub Type: Other Class: Other Temp. Rise: 65

T1

III. Conception sur ETAP

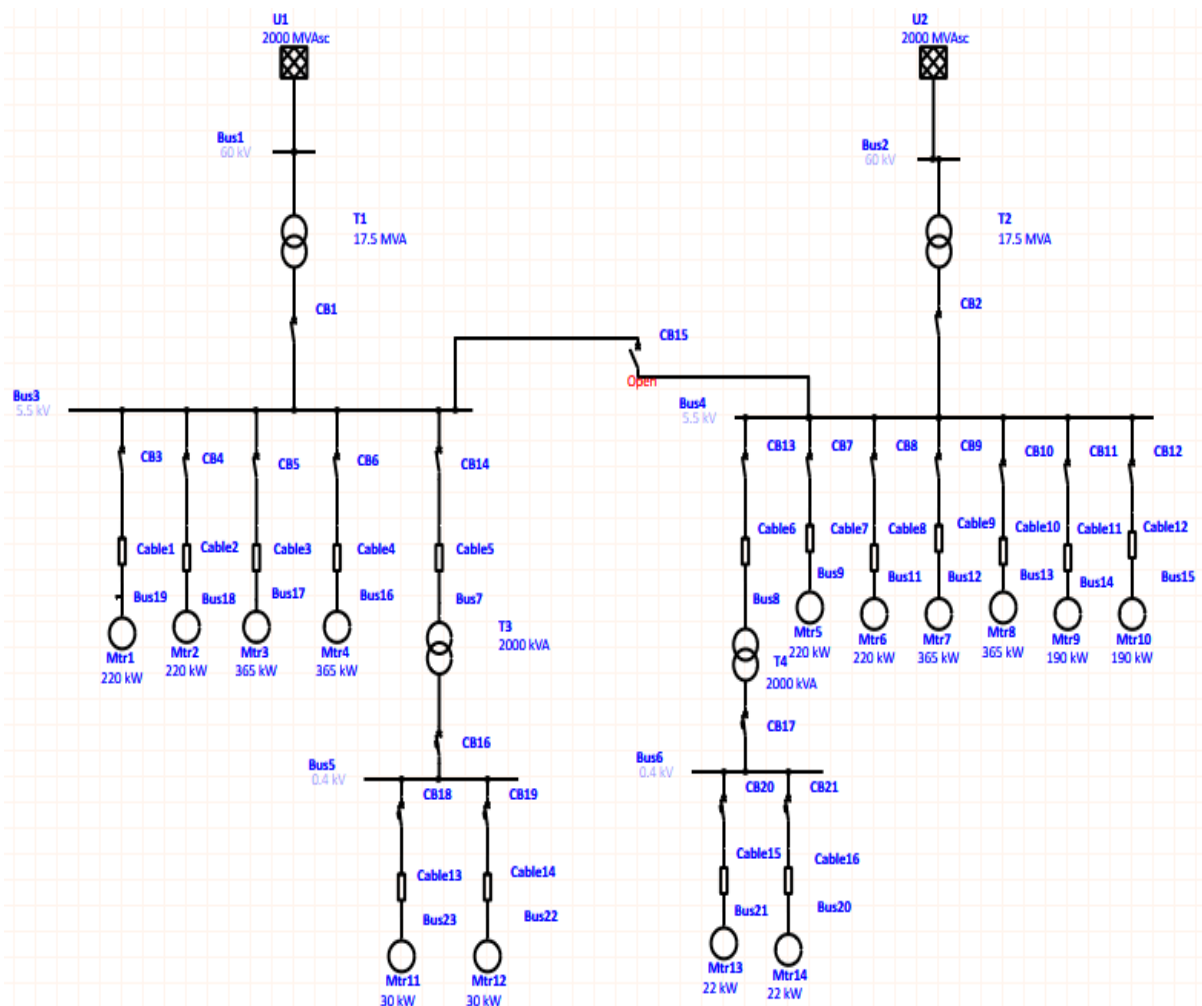


Figure IV-2 : schéma unifilaire de réseaux d'étude

CB : disjoncteur

TR : transformateur

BUS : jeu de barre

MTR : moteur

• **Partie moyen tension MT (5.5 KV)**

Dans la partie haute tension, nous avons deux réseaux (U1etU2) la valeur de la tension est de 60 kV et la puissance apparente est de 2000 MVA travaillant pour alimenter les jeux de barres1 et 2, qui à son tour est reliée au transformateur 1 et 2, ce qui réduit la tension à 5,5 kV et la puissance apparente est de 17,5 MVA

- **Partie moyen tension MT (5.5 KV)**

Le premier transformateur est connecté au premier disjoncteur, et ce dernier est connecté au troisième jeu de barres, qui fonctionne pour faire passer la tension au jeu de barres 16 jusqu'à 19 et 7 via le disjoncteur 3 jusqu'à 6 et 14 et le câble 1 jusqu'à 4 et 5 respectivement pour alimenter les moteurs 1 jusqu'à 4 fonctionnant avec une puissance active de 220x 365 kW Le septième jeu de barres est connecté au transformateur 3 qui réduit la tension à 0,4kv et la puissance apparente est de 2000kva.

Le deuxième transformateur est connecté au deuxième disjoncteur, et ce dernier est connecté au quatrième bus, qui fonctionne pour faire passer la tension au jeu de barres 10 jusqu'à 15 et 8 via le disjoncteur 7 jusqu'à 12 et 13 et le câble 7 jusqu'à 12 et 6 respectivement de sorte que la puissance est délivrée aux moteurs 5 jusqu'à 10 qui fonctionnent avec une puissance active de 220kw, 365 kW ,190kw Le septième jeu de barres est connecté au transformateur 4 qui réduit la tension à 0,4kv et la puissance apparente est de 2000kva.

Et nous avons un disjoncteur 15 connecté à un jeu de barres 3 et 4, qui fonctionne en cas de coupure entre l'un des générateurs pour connecter la tension au réseau électrique du côté du générateur 1 au circuit.

- **Partie basse tension BT (0.4 KV)**

Le troisième transformateur est connecté disjoncteur 16, et ce dernier est connecté au cinquième bus, qui fonctionne pour faire passer la tension au jeu de barres 23 et 22 via le disjoncteur 18 et 19 et le câble 13 et 14 respectivement de sorte que la puissance est délivrée aux moteurs 11 et 12 qui fonctionnent avec une puissance active de 30kw.

Le quatrième transformateur est connecté disjoncteur 17, et ce dernier est connecté bus 6, qui fonctionne pour faire passer la tension au jeu de barres 21 et 20 via le disjoncteur 20 et 21 et le câble 15 et 16 respectivement de sorte que la puissance est délivrée aux moteurs 13 et 14 qui fonctionnent avec une puissance active de 22kw.

IV. Résultats de l'écoulement de puissance sur ETAP

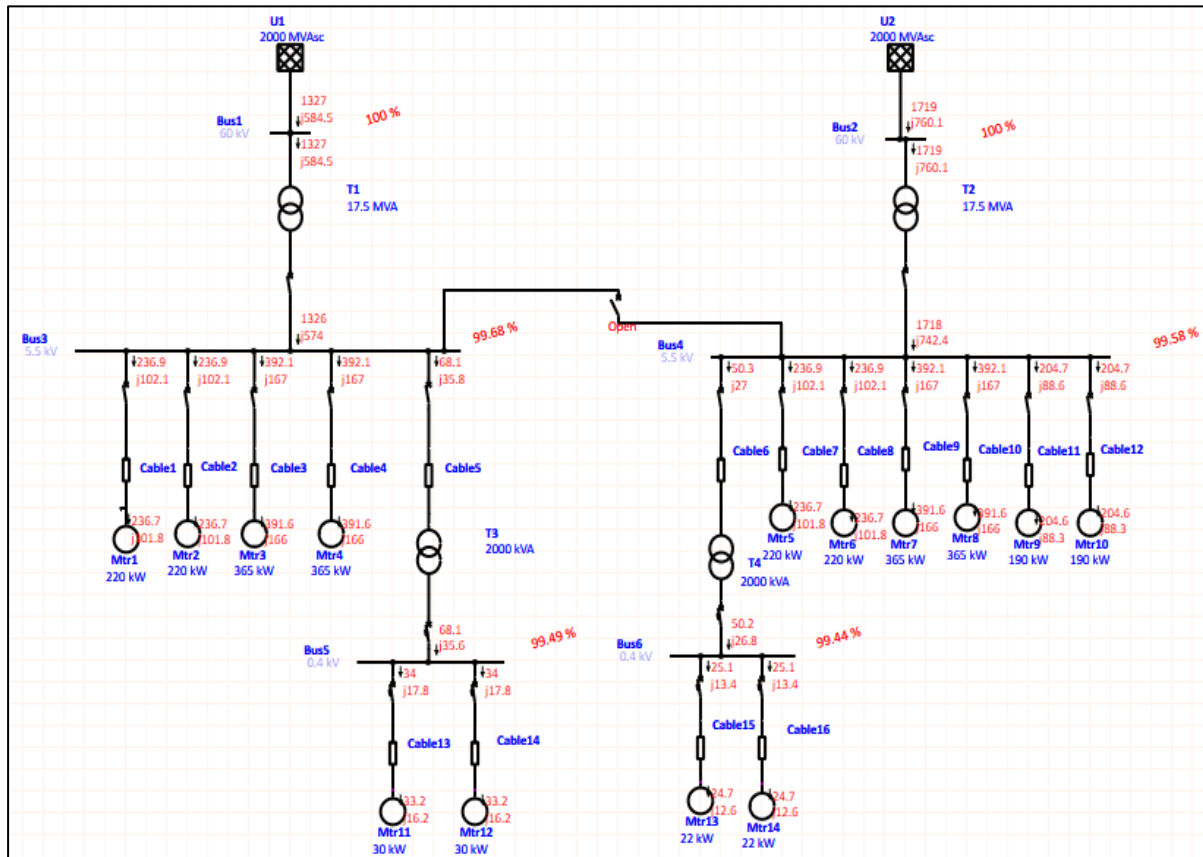


Figure IV-3 : schéma unifilaire de réseaux d'étude (écoulement de puissance)

LOAD FLOW REPORT													
Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
* Bus1	60.000	100.000	0.0	1.327	0.585	0.000	0.000	Bus3	1.327	0.585	13.9	91.5	
* Bus2	60.000	100.000	0.0	1.719	0.760	0.000	0.000	Bus4	1.719	0.760	18.1	91.5	
Bus3	5.500	99.677	-0.4	0.000	0.000	0.000	0.000	Bus19	0.237	0.102	27.2	91.8	
								Bus18	0.237	0.102	27.2	91.8	
								Bus17	0.392	0.167	44.9	92.0	
								Bus16	0.392	0.167	44.9	92.0	
								Bus7	0.068	0.036	8.1	88.5	
								Bus1	-1.326	-0.574	152.2	91.8	
Bus4	5.500	99.581	-0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	Bus8	0.050	0.027	6.0	88.1	
								Bus9	0.237	0.102	27.2	91.8	
								Bus11	0.237	0.102	27.2	91.8	
								Bus12	0.392	0.167	44.9	92.0	
								Bus13	0.392	0.167	44.9	92.0	
								Bus14	0.205	0.089	23.5	91.8	
								Bus15	0.205	0.089	23.5	91.8	
								Bus2	-1.718	-0.742	197.3	91.8	

Bus5	0.400	99.493	-0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	Bus23	0.034	0.018	55.7	88.6
								Bus22	0.034	0.018	55.7	88.6
								Bus7	-0.068	-0.036	111.4	88.6
Bus6	0.400	99.443	-0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	Bus21	0.025	0.013	41.3	88.2
								Bus20	0.025	0.013	41.3	88.2
								Bus8	-0.050	-0.027	82.7	88.2
Bus7	5.500	99.638	-0.4	0.000	0.000	0.000	0.000	Bus3	-0.068	-0.036	8.1	88.5
								Bus5	0.068	0.036	8.1	88.5
Bus8	5.500	99.552	-0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	Bus4	-0.050	-0.027	6.0	88.1
								Bus6	0.050	0.027	6.0	88.1
Bus9	5.500	99.458	-0.5	0.000	0.000	0.237	0.102	Bus4	-0.237	-0.102	27.2	91.9
Bus11	5.500	99.458	-0.5	0.000	0.000	0.237	0.102	Bus4	-0.237	-0.102	27.2	91.9
Bus12	5.500	99.379	-0.6	0.000	0.000	0.392	0.166	Bus4	-0.392	-0.166	44.9	92.1
Bus13	5.500	99.379	-0.6	0.000	0.000	0.392	0.166	Bus4	-0.392	-0.166	44.9	92.1
Bus14	5.500	99.475	-0.5	0.000	0.000	0.205	0.088	Bus4	-0.205	-0.088	23.5	91.8

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
Bus15	5.500	99.475	-0.5	0.000	0.000	0.205	0.088	Bus4	-0.205	-0.088	23.5	91.8	
Bus16	5.500	99.475	-0.5	0.000	0.000	0.392	0.166	Bus3	-0.392	-0.166	44.9	92.1	
Bus17	5.500	99.475	-0.5	0.000	0.000	0.392	0.166	Bus3	-0.392	-0.166	44.9	92.1	
Bus18	5.500	99.554	-0.4	0.000	0.000	0.237	0.102	Bus3	-0.237	-0.102	27.2	91.9	
Bus19	5.500	99.554	-0.4	0.000	0.000	0.237	0.102	Bus3	-0.237	-0.102	27.2	91.9	
Bus20	0.400	96.720	-1.7	0.000	0.000	0.025	0.013	Bus6	-0.025	-0.013	41.3	89.1	
Bus21	0.400	96.720	-1.7	0.000	0.000	0.025	0.013	Bus6	-0.025	-0.013	41.3	89.1	
Bus22	0.400	95.857	-2.1	0.000	0.000	0.033	0.016	Bus5	-0.033	-0.016	55.7	89.9	
Bus23	0.400	95.857	-2.1	0.000	0.000	0.033	0.016	Bus5	-0.033	-0.016	55.7	89.9	

Tableaux IV-2 : calcule- l'écoulement de puissance

- **Analyse des résultats du l'écoulement de puissance**

Le programme ETAP affiche tous les calculs liés à la distribution de puissance dans le jeu de barres en affichant les résultats de l'échange d'énergie entre les jeux de barres en commençant par le générateur principal connecté au jeu de barres 1 jusqu'à tous les jeux de barres qui lui sont connectés

La tension, la puissance active et réactive et l'angle sont affichés pour les jeux de barres de contrôle, tandis que les jeux de barres de charge affichent la puissance active et réactive, le courant et le facteur de puissance.

Exemple du deuxième jeu de barre de contrôle :

- La tension :60kv
- Puissance active :1.719 MW
- Angle : 0
- Puissance réactive : 0.760 MVAR

Quatrième jeu de barre de charge :

- Facteur de puissance : 91.8 %
- Puissance active : -1.718 MW
- Courant :197.3A
- Puissance réactive : -0.742 MVAR

Première jeu de barre de contrôle :

- La tension :60kv
- Puissance active :1.327MW
- Angle : 0
- Puissance réactive : 0.585 MVAR

Troisième jeu de barre de charge :

- Facteur de puissance :91.8 %
- Puissance active : -1.326 MW
- Courasurnt : 152.2 A
- Puissance réactive : -0.574 MVAR

IV.1 Résultat de courant court-circuit sur ETAP

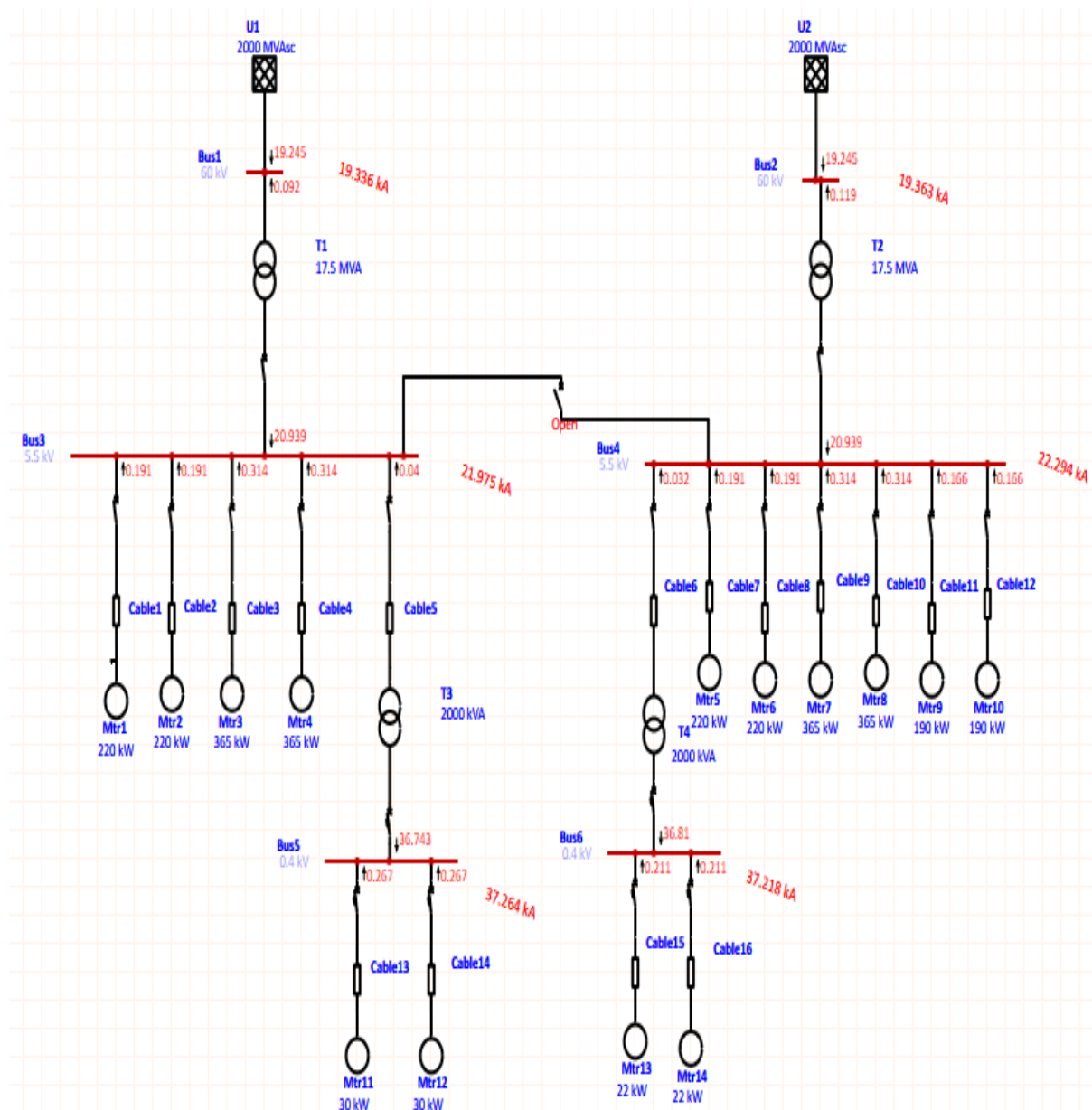


Figure IV-4 : schéma unifilaire de réseaux d'étude (courant de court-circuit)

- Courant court-circuit au niveau de jeu de barre :

SHORT-CIRCUIT REPORT

3-Phase fault at bus: **Bus1**

Nominal kV = 60.000
 Voltage c Factor = 1.10 (User-Defined)
 Peak Value = 50.735 kA Method C
 Steady State = 19.245 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
Bus1	Total	0.00	1.030	-19.309	18.7	19.336
Bus3	Bus1	4.75	0.019	-0.090	4.8	0.092
U1	Bus1	110.00	1.011	-19.218	19.0	19.245
Bus19	Bus3	5.77	0.039	-0.179	4.6	0.183
Bus18	Bus3	5.77	0.039	-0.179	4.6	0.183
Bus17	Bus3	6.41	0.056	-0.295	5.2	0.301
Bus16	Bus3	6.41	0.056	-0.295	5.2	0.301
Bus7	Bus3	4.98	0.015	-0.035	2.3	0.038

Tableau IV.3 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 1

3-Phase fault at bus: **Bus2**

Nominal kV = 60.000
 Voltage c Factor = 1.10 (User-Defined)
 Peak Value = 50.792 kA Method C
 Steady State = 19.245 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
Bus2	Total	0.00	1.036	-19.335	18.7	19.363
Bus4	Bus2	6.14	0.025	-0.116	4.7	0.119
U2	Bus2	110.00	1.011	-19.218	19.0	19.245
Bus8	Bus4	6.31	0.013	-0.027	2.2	0.030
Bus9	Bus4	7.13	0.038	-0.177	4.6	0.181
Bus11	Bus4	7.13	0.038	-0.177	4.6	0.181
Bus12	Bus4	7.76	0.055	-0.292	5.3	0.297
Bus13	Bus4	7.76	0.055	-0.292	5.3	0.297
Bus14	Bus4	7.00	0.035	-0.153	4.4	0.157
Bus15	Bus4	7.00	0.035	-0.153	4.4	0.157

Tableau IV.4 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 2

3-Phase fault at bus: **Bus3**

Nominal kV = 5.500
 Voltage c Factor = 1.10 (User-Defined)
 Peak Value = 57.399 kA Method C
 Steady State = 20.939 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
Bus3	Total	0.00	1.274	-21.939	17.2	21.975
Bus19	Bus3	1.13	0.042	-0.187	4.4	0.191
Bus18	Bus3	1.13	0.042	-0.187	4.4	0.191
Bus17	Bus3	1.86	0.061	-0.308	5.0	0.314
Bus16	Bus3	1.86	0.061	-0.308	5.0	0.314
Bus7	Bus3	0.24	0.016	-0.037	2.3	0.040
Bus1	Bus3	99.03	1.051	-20.912	19.9	20.939
Mtr1	Bus19	110.00	0.042	-0.187	4.4	0.191
Mtr2	Bus18	110.00	0.042	-0.187	4.4	0.191
Mtr3	Bus17	110.00	0.061	-0.308	5.0	0.314
Mtr4	Bus16	110.00	0.061	-0.308	5.0	0.314
Bus5	Bus7	1.38	0.016	-0.037	2.3	0.040
U1	Bus1	110.00	0.096	-1.917	19.9	1.919

Tableau IV.5 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 3

3-Phase fault at bus: **Bus4**

Nominal kV = 5.500
 Voltage c Factor = 1.10 (User-Defined)
 Peak Value = 58.074 kA Method C
 Steady State = 20.939 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
Bus4	Total	0.00	1.348	-22.253	16.5	22.294
Bus8	Bus4	0.19	0.014	-0.029	2.1	0.032
Bus9	Bus4	1.13	0.042	-0.187	4.4	0.191
Bus11	Bus4	1.13	0.042	-0.187	4.4	0.191
Bus12	Bus4	1.86	0.061	-0.308	5.0	0.314
Bus13	Bus4	1.86	0.061	-0.308	5.0	0.314
Bus14	Bus4	0.98	0.038	-0.161	4.2	0.166
Bus15	Bus4	0.98	0.038	-0.161	4.2	0.166
Bus2	Bus4	99.03	1.051	-20.912	19.9	20.939
Bus6	Bus8	1.09	0.014	-0.029	2.1	0.032
Mtr5	Bus9	110.00	0.042	-0.187	4.4	0.191
Mtr6	Bus11	110.00	0.042	-0.187	4.4	0.191
Mtr7	Bus12	110.00	0.061	-0.308	5.0	0.314
Mtr8	Bus13	110.00	0.061	-0.308	5.0	0.314
Mtr9	Bus14	110.00	0.038	-0.161	4.2	0.166
Mtr10	Bus15	110.00	0.038	-0.161	4.2	0.166
U2	Bus2	110.00	0.096	-1.917	19.9	1.919

Tableau IV.6 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 4

3-Phase fault at bus: **Bus5**

Nominal kV = 0.400
 Voltage c Factor = 1.05 (User-Defined)
 Peak Value = 82.087 kA Method C
 Steady State = 36.528 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
Bus5	Total	0.00	7.362	-36.530	5.0	37.264
Bus23	Bus5	21.71	0.108	-0.244	2.3	0.267
Bus22	Bus5	21.71	0.108	-0.244	2.3	0.267
Bus7	Bus5	76.52	7.145	-36.042	5.0	36.743
Mtr11	Bus23	105.00	0.108	-0.244	2.3	0.267
Mtr12	Bus22	105.00	0.108	-0.244	2.3	0.267
Bus3	Bus7	91.75	0.520	-2.621	5.0	2.672

Tableau IV.7 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre

3-Phase fault at bus: **Bus6**

Nominal kV = 0.400
 Voltage c Factor = 1.05 (User-Defined)
 Peak Value = 81.972 kA Method C
 Steady State = 36.528 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
Bus6	Total	0.00	7.360	-36.483	5.0	37.219
Bus21	Bus6	17.14	0.091	-0.190	2.1	0.211
Bus20	Bus6	17.14	0.091	-0.190	2.1	0.211
Bus8	Bus6	76.66	7.179	-36.103	5.0	36.810
Mtr13	Bus21	105.00	0.091	-0.190	2.1	0.211
Mtr14	Bus20	105.00	0.091	-0.190	2.1	0.211
Bus4	Bus8	91.91	0.522	-2.626	5.0	2.677

Tableau IV.8 : calcule-le courant de court-circuit dans la barre 6

- **Analyse des résultats du court-circuit**

Le programme ETAP fonctionne en calculant le courant de court-circuit dans tous les jeux de barres connectés les uns aux autres et en produisant des résultats séparés et en les agrégeant lorsque le jeu de barres à calculer au courant de court-circuit.

Exemple au premier jeu de barres, le courant de court-circuit total est de 19,336 KA, et affiche tout le courant de court-circuit dans les jeux de barres connectés dans le premier jeu de barres, en plus, en affichant les résultats de la résistance sur la réactance 18.7, le rapport de tension dans le jeu de barres est 0, et la valeur du courant réel et imaginaire 1.030, -19,309 ka, respectivement.


V. Conclusion

Dans ce chapitre, une part importante des calculs dont dépend le réseau électrique pour distribuer la puissance et travailler à l'installation des protections sur le réseau a été abordée à travers le calcul de la courant de court-circuit et écoulement de puissance dans le programme ETAP, qui est l'un des plus importants programmes utilisés dans les calculs de tout ce qui concerne le réseau électrique.



Chapitre V

Simulation par MATLAB



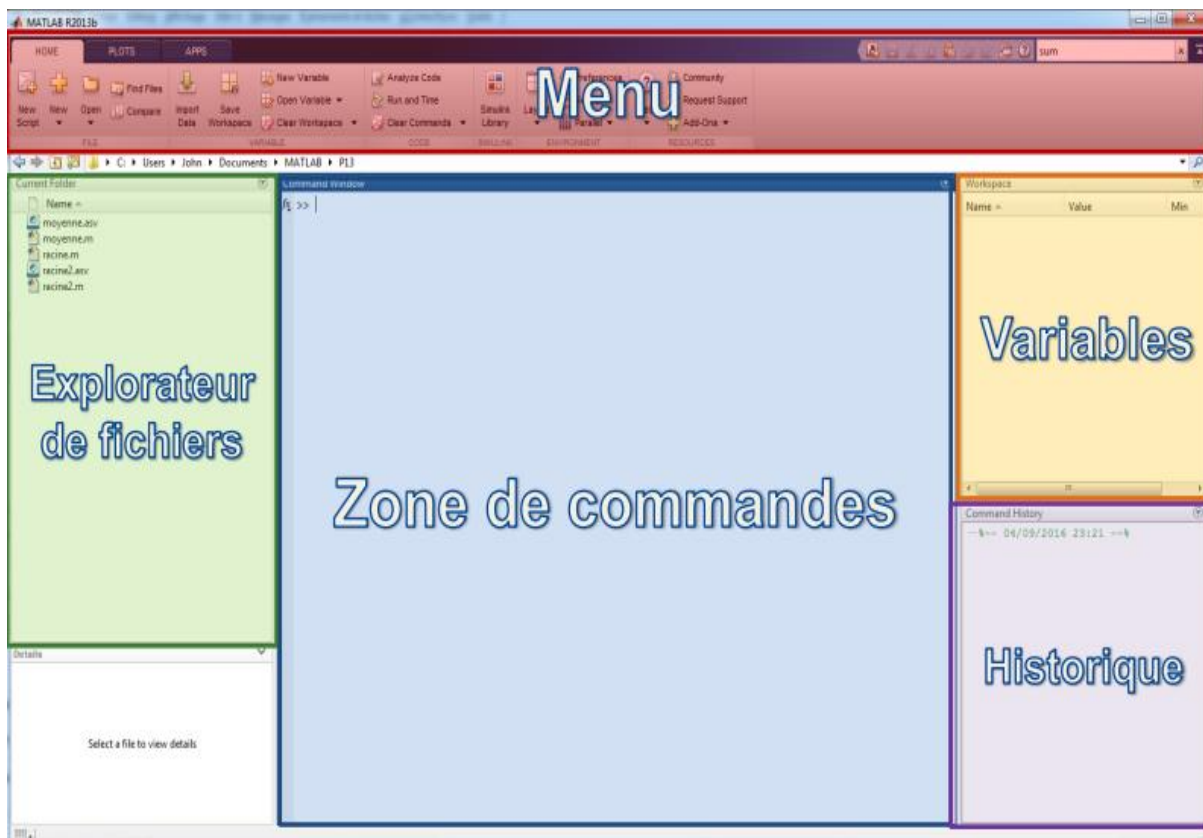
I. Introduction

Dans ce chapitre, une partie du réseau électrique sera étudiée à l'aide du programme MATLAB, qui travaille sur le dessin du réseau en simulant tous les composants électriques qui le composent Et dessin le courant de court-circuit, qui dépend de l'apparition d'une erreur dans le réseau électrique afin de connaître l'étendue de l'effet du courant dans le réseau, et à partir de ce principe la protection nécessaire est établie.

II. Présentation du logiciel MATLAB

Est un système de programmation scientifique interactif, pour le calcul numérique et la visualisation graphique, basé sur une représentation matricielle des données, dont le nom dérive de Matrix Laboratory.

MATLAB peut être complété par des outils ("boîtes à outils") dédiés à certains domaines comme le traitement du signal, l'imagerie, l'automatique, les statistiques, la mécanique, le calcul symbolique, les réseaux de neurones... Un environnement Simulink supplémentaire qui permet la programmation par schémas-blocs. [25]

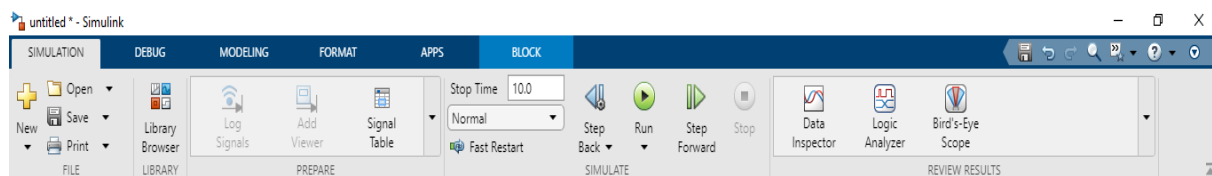


II.1 Présentation Matlab-Simulink

Simulink est une extension graphique de MATLAB pour représenter fonctions mathématiques et systèmes sous forme de diagramme en blocs et pour simuler le fonctionnement de ces systèmes. [26]

II.2 Barre de menu et les outils du projet

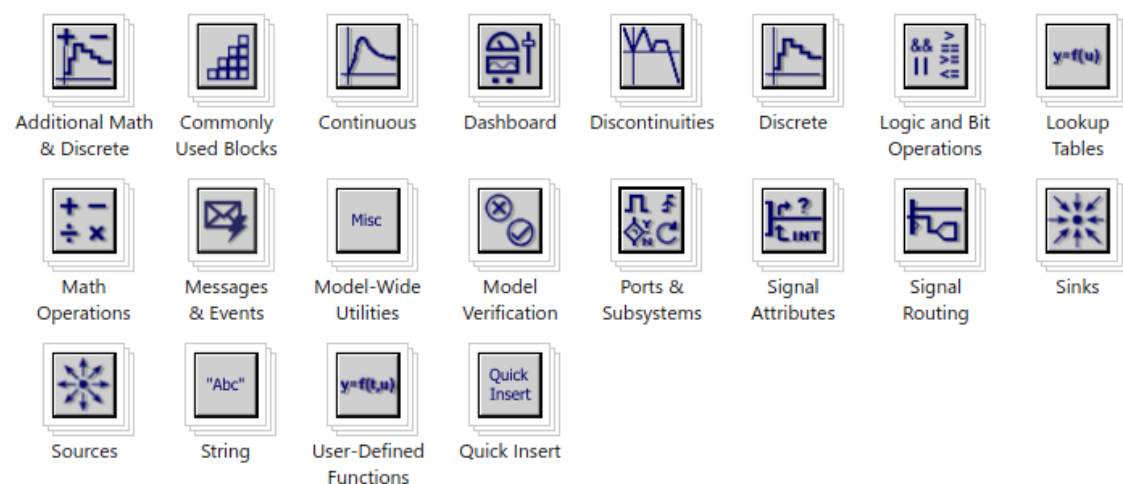
Le ruban contient un ensemble d'options qui contrôlent l'action souhaitée, Chaque option active une liste déroulante de commandes telles que Opérations sur les fichiers, bloc, applications, format, la modélisation, déboguer, Simulation.



La barre d'outils contient un ensemble d'icônes qui ont plusieurs fonctions, notamment : Créer des projets, Ouvrir des projets, Enregistrer des projets, Imprimer, Aperçu avant impression, Couper, Copier, Coller, Zoom panoramique, Annuler, Rétablir, Zone de texte. [26]

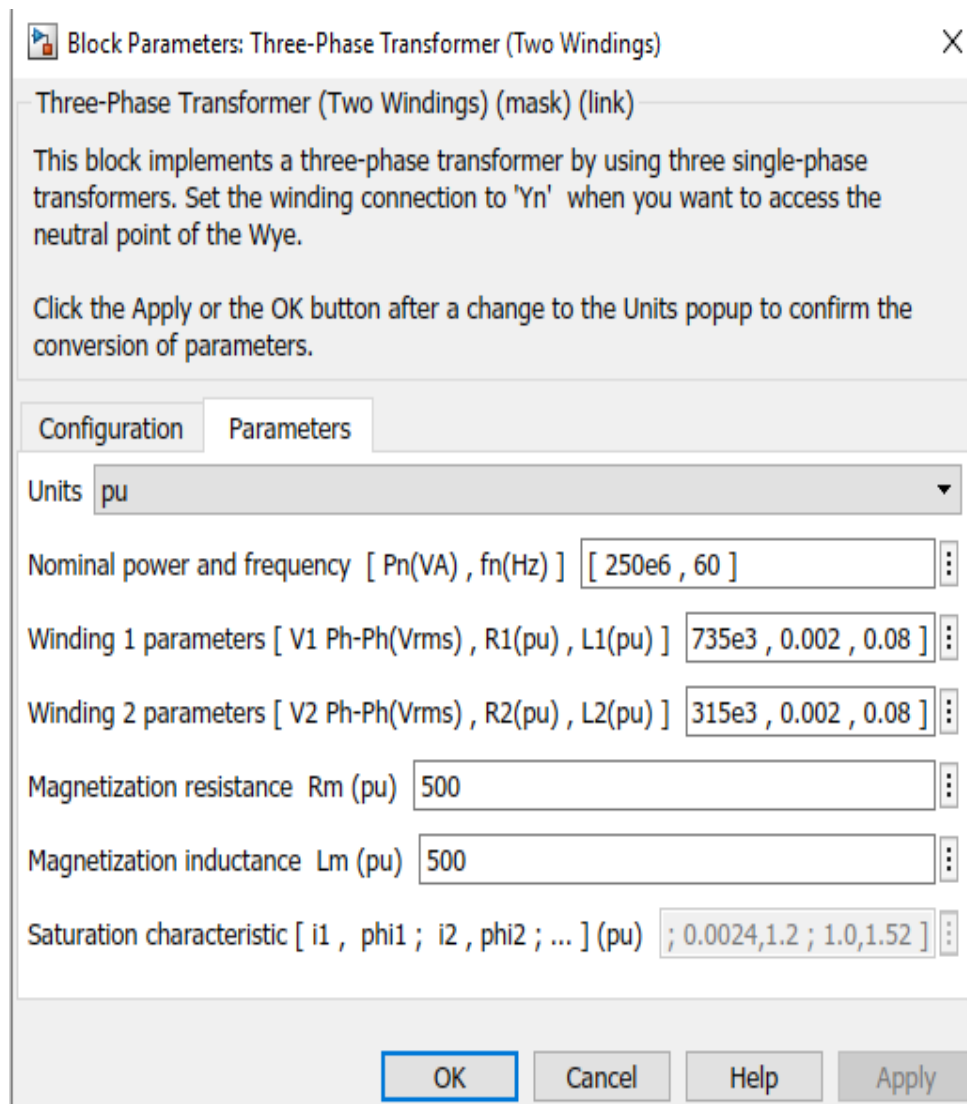
- **La fenêtre Library browser**

Dans cette interface, tous les éléments dont dépend le processus de simulation sont affichés, de la modélisation aux éléments à étudier, en passant par les sources, les éléments électriques et mécaniques, le temps de simulation, etc.



Les données contenues dans l'élément OLD peuvent être visualisées en ouvrant son éditeur. Par exemple, double-cliquez sur Transformer et générateur pour ouvrir Transformer et générateur Editor. Cliquez sur n'importe quel onglet de l'éditeur pour ouvrir la page correspondante. Les données ne peuvent être saisies manuellement que dans les champs avec un fond blanc.

A travers la page rating, nous pouvons entrer un ensemble de calculs dont dépend le réseau électrique à étudier, par exemple, au niveau du générateur, nous pouvons entrer la tension et fréquence, inductance et résistance. Quant au transformateur, nous pouvons entrer la valeur de la tension primaire et secondaire et résistance inductance, fréquence et puissance active. [26]



III. Conception sur MATLAB

Afin d'afficher la tension et le courant du court-circuit électrique au niveau du jeu de barres, imposer un défaut au niveau très phases (entre les trois phases) biphasé (entre la première phase et le second) monophasés (entre la phase et la terre).

- Temp de simulation :0.15 s
- Durée de court-circuit :0.05 (0.10 à 0.15) s
- TRANSF : transformateur
- GCB : Gaz circuit breaker (disjoncteur a gaz)
- VCB : vacuum circuit breaker (disjoncteur à vide)
- ACB : air circuit breaker (disjoncteur a air)

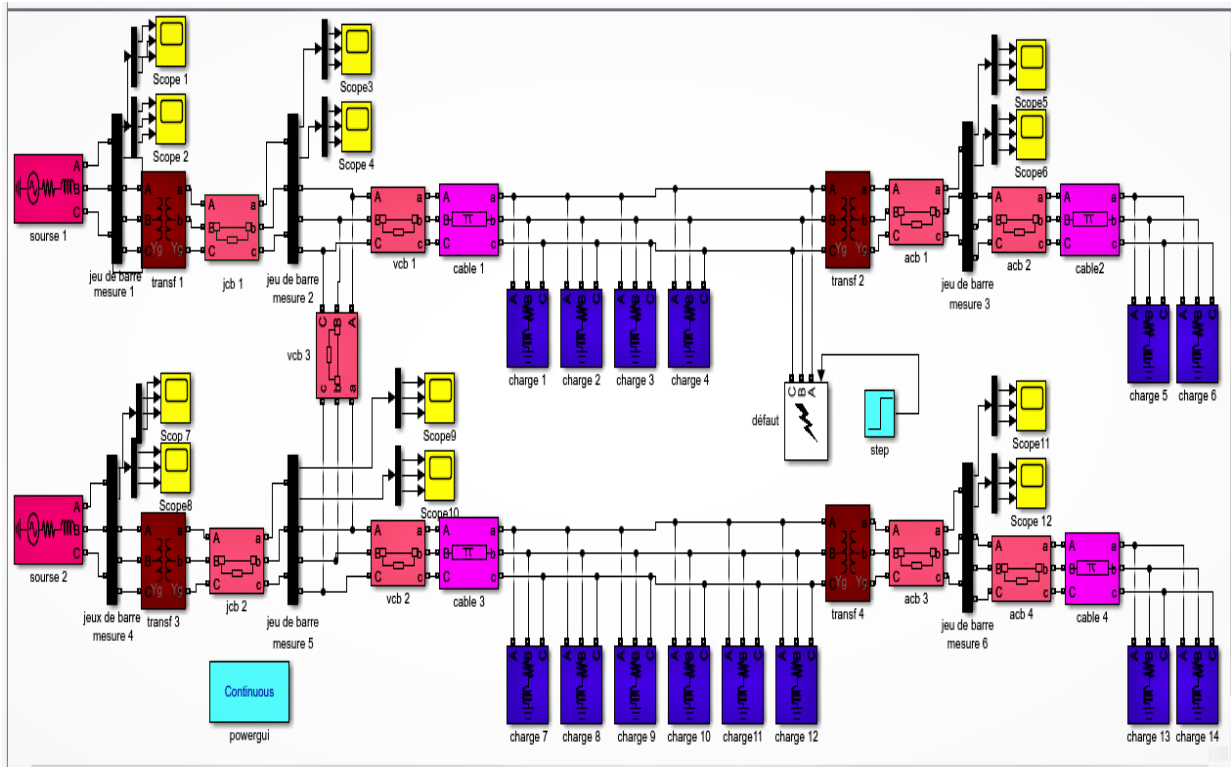
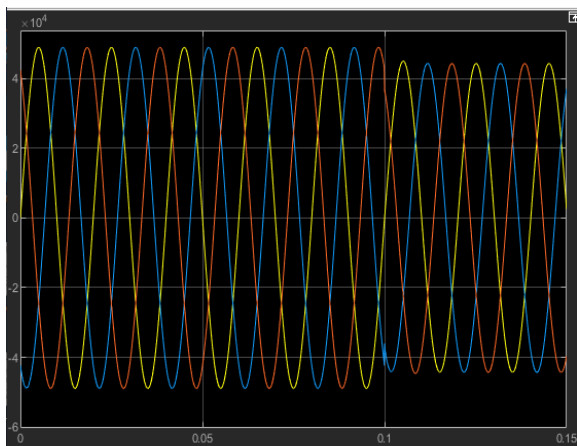


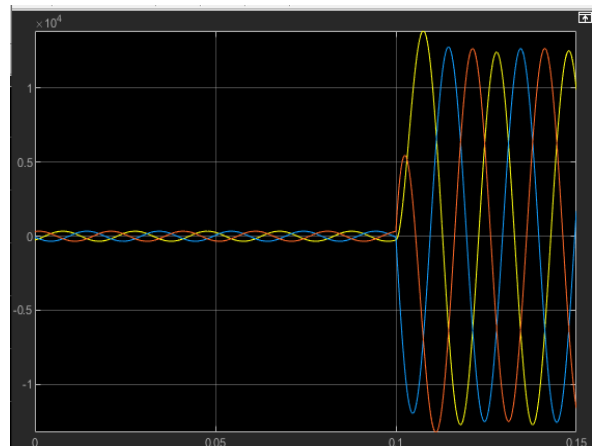
Figure V-1 : réseaux simulés

Le graphique obtenu par MATLAB :

- a) Court-circuit dans la barre 1
- a-1) Court-circuit triphasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

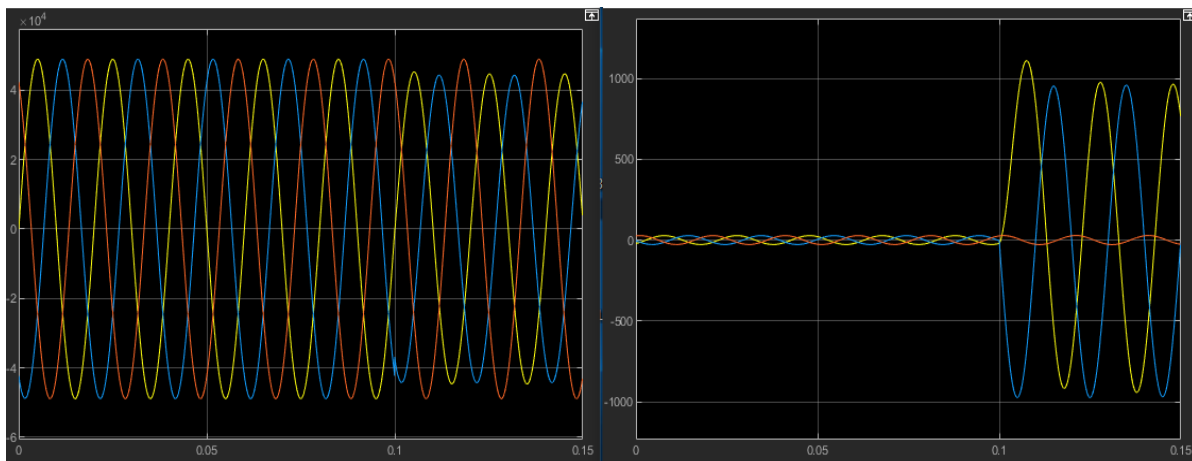


b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-2 : court-circuit triphasé dans la barre 1

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tension composer U12, U23 et U31 était équilibrée, où la valeur la plus élevée atteinte à 60 KV et déphasée à un angle de 120°, les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 300 A et déphasé à un angle de 120° après l'apparition de défaut , les tension U12, U23 et U31 réduite à 45 KV et le courant dans toutes les phases I1 I2 I3 est très grande , ce qui confirme les résultats des calculs obtenus dans les simulations précédentes

a-2) Court-circuit biphasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

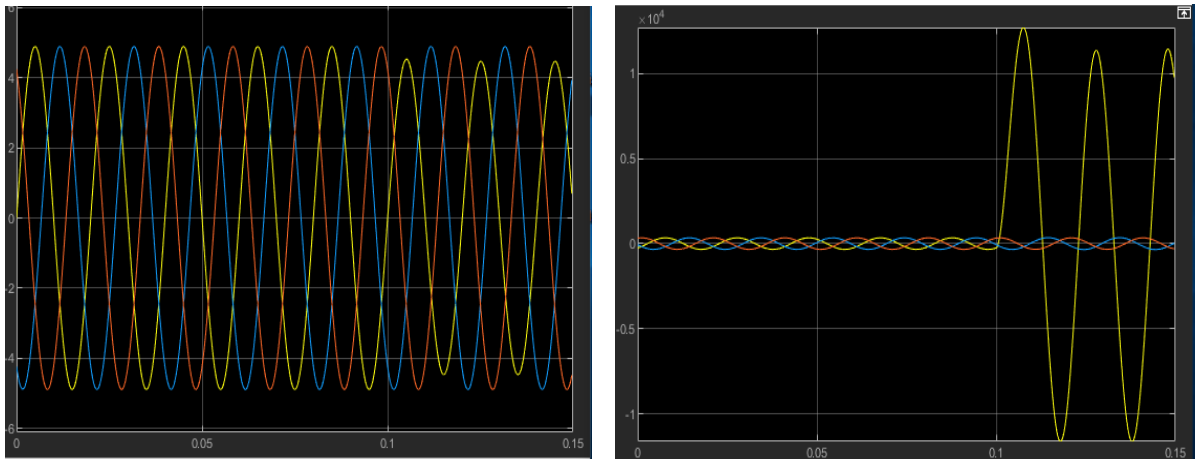
b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-3 : court-circuit biphasé dans la barre 1

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tensions composer U12, U23 et U31 était équilibrée, où la valeur la plus élevée atteinte à 60 KV et déphasée à un angle de 120°, les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 300 A et déphasé à un angle de 120°, Après l'apparition de défaut, on constate que la tension U12, U23 est descendue à 45 KV et U31 est restée à 60 KV comme avant défaut. Quant au courant, on constate que les phases I1 et I2 sont de grande valeur et I3 reste à 300 A, et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

a-3) Court-circuit monophasé :

Après que le défaut entre la phase et la terre, nous remarquons que U12 est descendu à 45 KV et U13 U23 est resté à 60 KV comme il était avant l'erreur. Quant au courant, nous remarquons que la phase I1 est une grande valeur et I2 I3 reste à 300 A et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

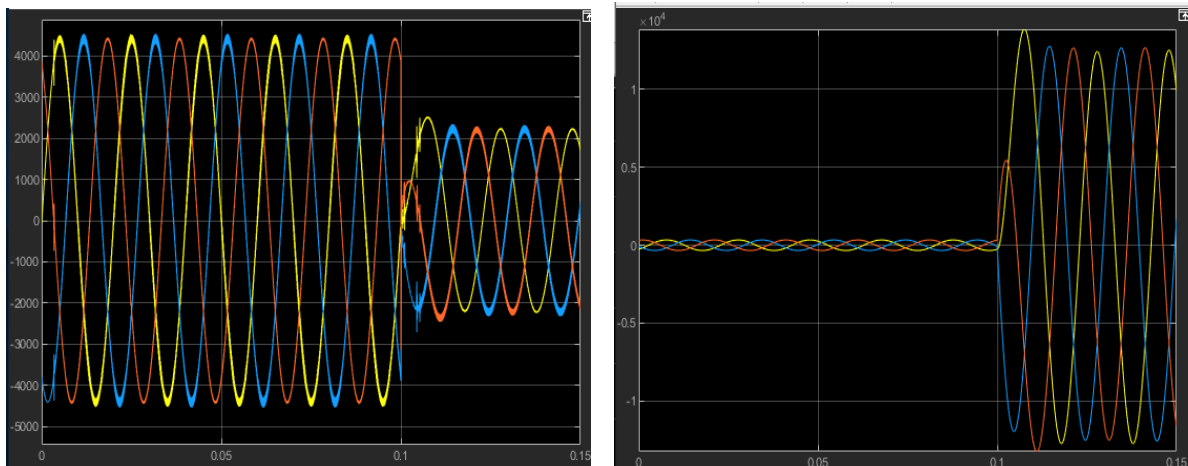


a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans labarre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-4 : court-circuit monophasé dans la barre 1

a) Court-circuit dans la barre 2
a-1) Court-circuit triphasé :



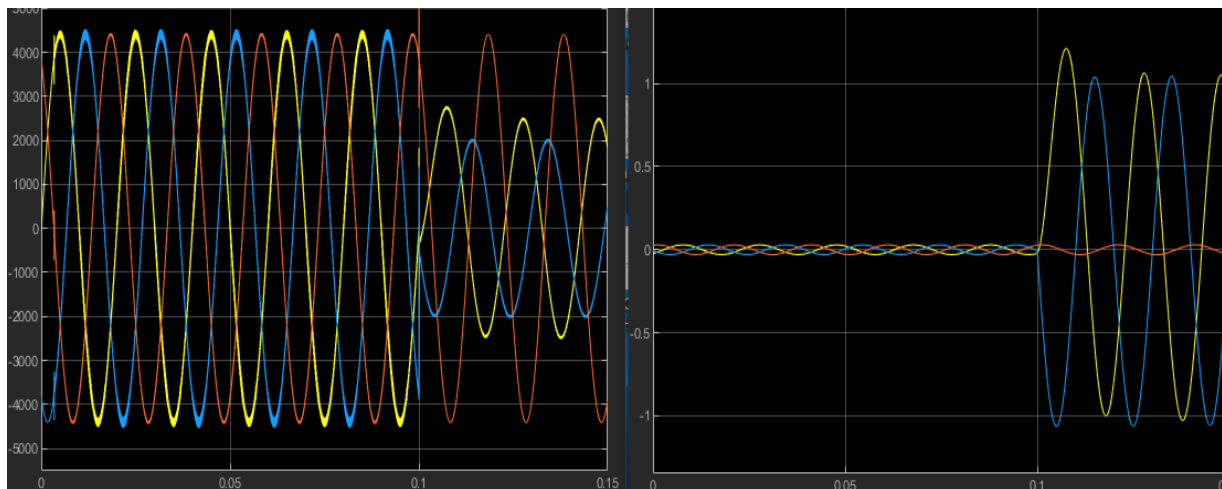
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-5 : court-circuit triphasé dans la barre 2

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tension composées U_{12} , U_{23} et U_{31} étaient équilibrées, où la valeur la plus élevée atteinte à 5.5 KV et déphasée à un angle de 120° , les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 200 A et déphasés à un angle de 120° après l'apparition de défaut, les tensions U_{12} , U_{23} et U_{31} réduites à 2.3 KV et le courant dans toutes les phases I1 I2 I3 est très grande ($ICC=1.5 \text{ KA}$), ce qui confirme les résultats des calculs obtenus dans les simulations précédentes.

a-2) Court-circuit biphasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

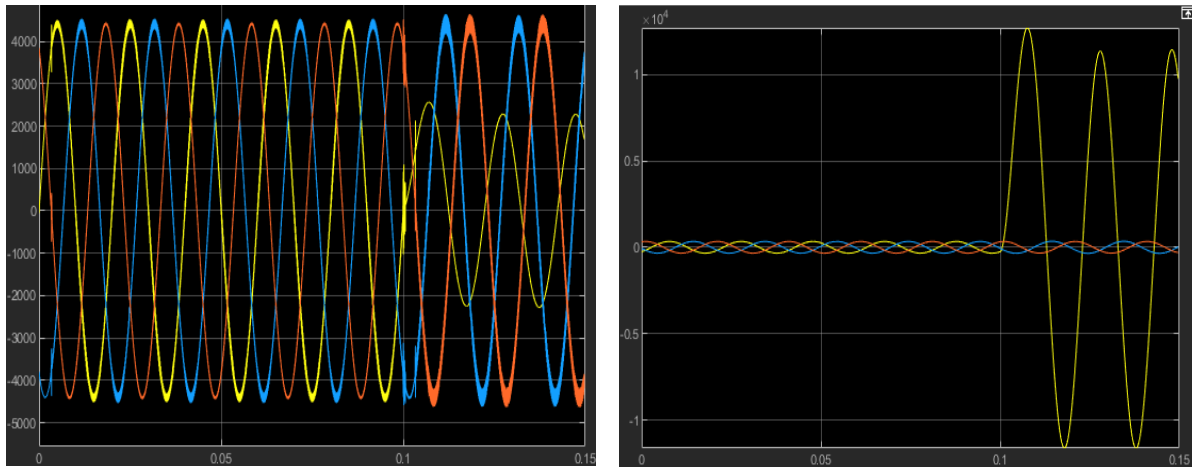
b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-6 : court-circuit biphasé dans la barre 2

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tensions composées U_{12} , U_{23} et U_{31} étaient équilibrées, où la valeur la plus élevée atteinte à 5.5 KV et déphasée à un angle de 120° , les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 200 A et déphasés à un angle de 120° . Après l'apparition de défaut, on constate que la tension U_{12} , U_{23} est descendue à 3 et 4 KV et U_{31} est restée à 5.5 KV comme avant défaut. Quant au courant, on constate que les phases I1 et I2 sont de grande valeur $I_{CC}=1.5$ KA et I3 reste à 200 A, et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

a-3) Court-circuit monophasé :

Après que le défaut entre la phase et la terre, nous remarquons que U_{12} est descendu à 2.3KV et U_{13} U_{23} est resté à 5.5 KV comme il était avant l'erreur. Quant au courant, nous remarquons que la phase I1 est une grande valeur $I_{CC}=1.5$ KA et I2 I3 reste à 200 A.



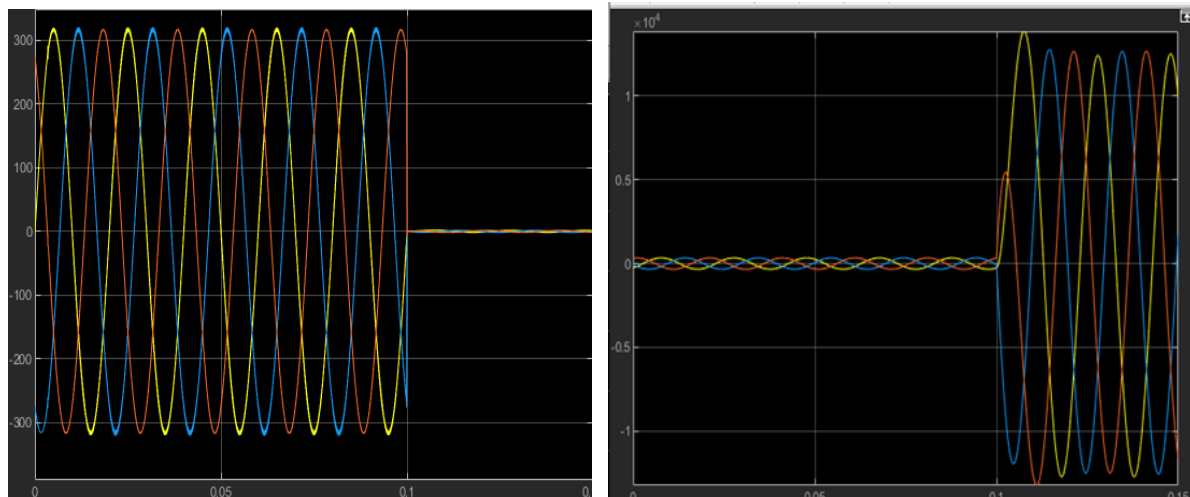
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans labarre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-7 : court-circuit monophasé dans la barre 2

a) Court-circuit dans la barre 3

a-1) Court-circuit triphasé :



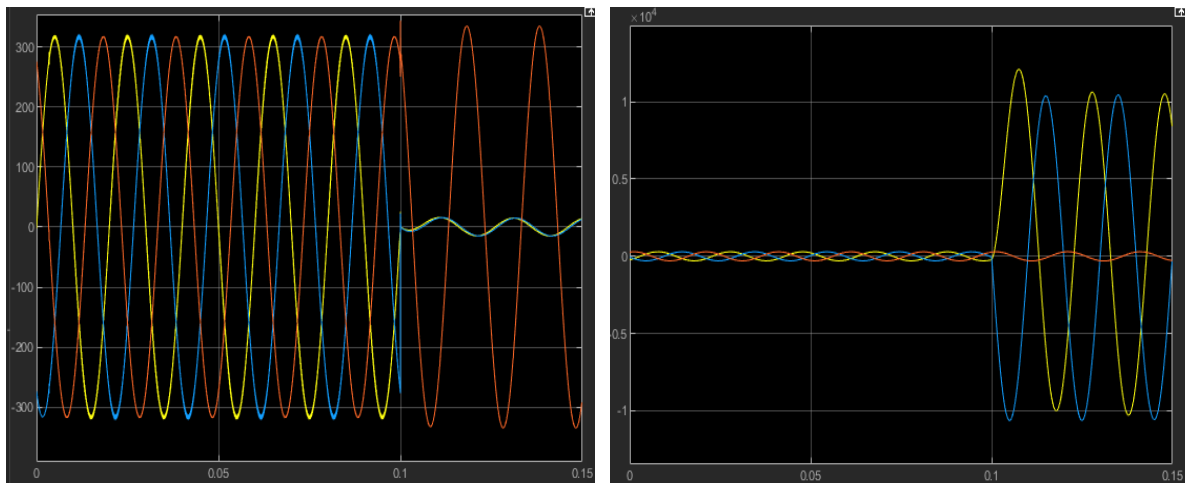
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-8 : court-circuit triphasé dans la barre 3

Avant un court-circuit dans le réseau électrique, la tension U12, U23 et U31 est équilibrée, avec un pic de 320 V, et déphasée à un angle de 120°, et les courants sont équilibrés, atteignant sa valeur la plus élevée de 100A, et déphasé à un angle de 120°. Après un court-circuit, on constate une augmentation significative du courant de court-circuit dans Toutes les phases I1 I2 et I3 où la valeur la plus élevée est de ICC=1.5 kV et la tension U12, U23 et U31 est nulle.

a-2) Court-circuit biphasé :



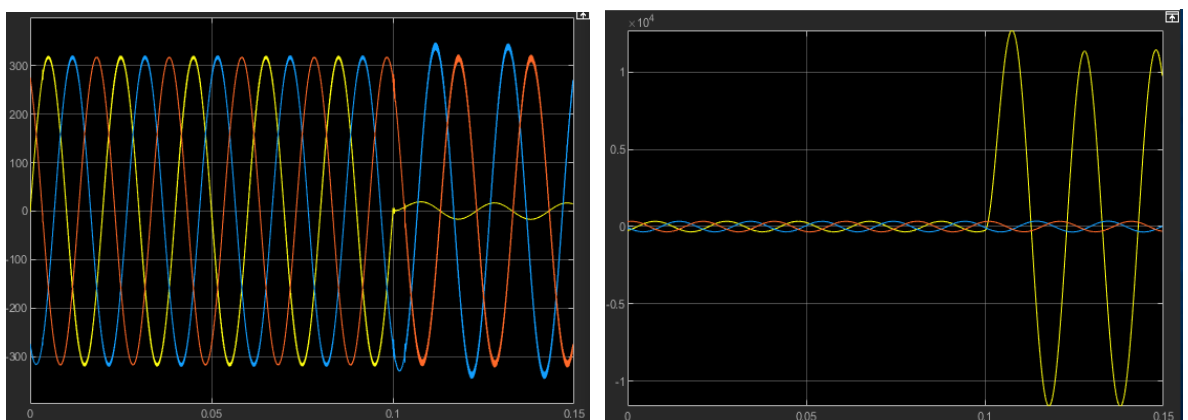
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-9 : court-circuit biphasé dans la barre 3

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tensions composées U_{12} , U_{23} et U_{31} étaient équilibrées, où la valeur la plus élevée atteinte à 320 V et déphasée à un angle de 120° , les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 100 A et déphasés à un angle de 120° . Après l'apparition de défaut, on constate que la tension U_{12} , U_{23} est nulle et U_{31} est restée à 320 KV comme avant défaut. Quant au courant, on constate que les phases I1 et I2 sont de grande valeur $ICC=1.5$ KA et I3 reste à 100 A, et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

a-3) Court-circuit monophasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

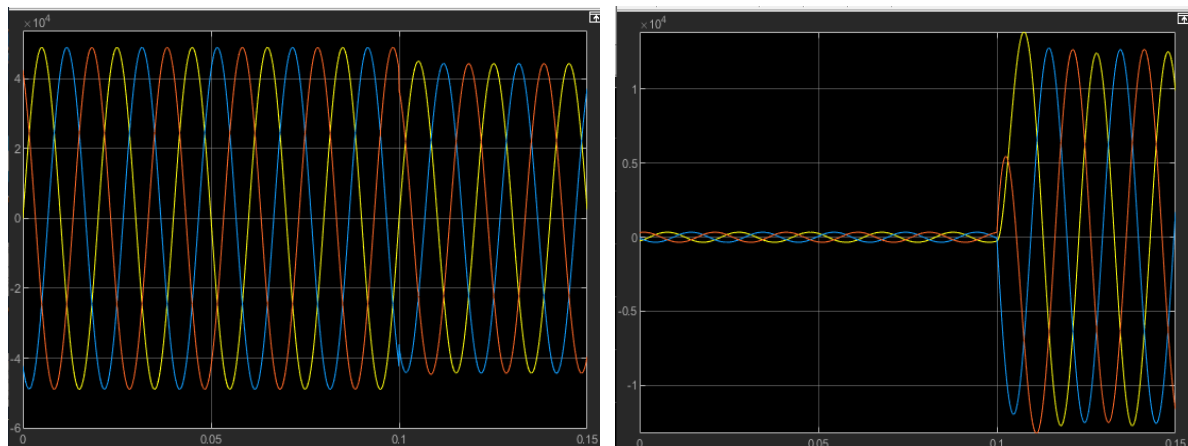
b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-10 : court-circuit monophasé dans la barre 3

Après que le défaut entre la phase et la terre, nous remarquons que U12 est nulle et U13 U23 est resté à 320V comme il était avant l'erreur. Quant au courant, nous remarquons que la phase I1 est une grande valeur ICC=1.5 KA et I2 I3 reste à 100 A.

a) Court-circuit dans la barre 4

a-1) Court-circuit triphasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

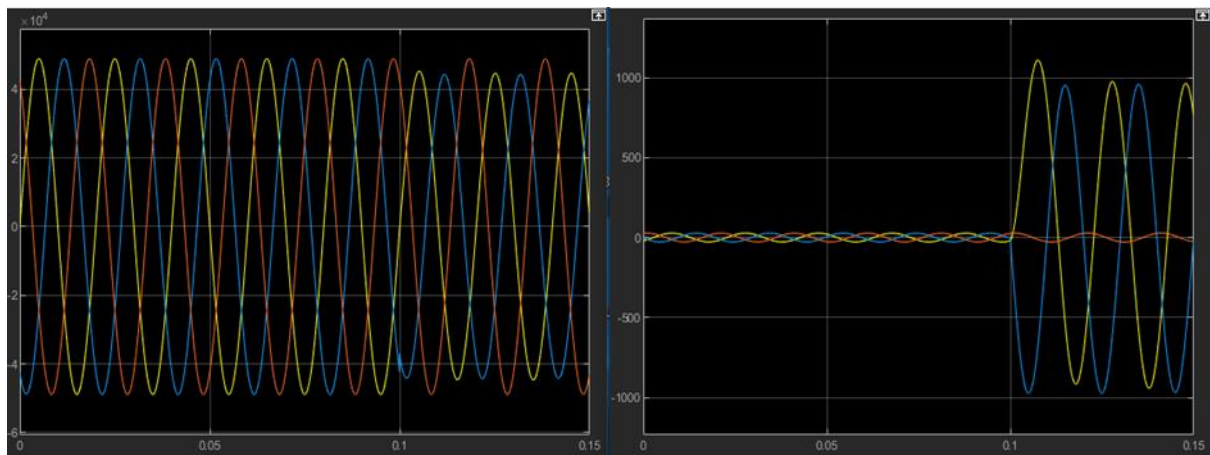
b) courant dans la barre1 [I(a)=f(t-s)]

Figure V-11 : court-circuit triphasé dans la barre 4

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tension composer U12, U23 et U31 était équilibrée, où la valeur la plus élevée atteinte à 60 KV et déphasée à un angle de 120°, les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 300 A et déphasé à un angle de 120° après l'apparition de défaut , les tension U12, U23 et U31 réduite à 45 KV et le courant dans toutes les phases I1 I2 I3 est très grande , ce qui confirme les résultats des calculs obtenus dans les simulations précédentes.

a-2) Court-circuit biphasé :

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tensions composer U12, U23 et U31 était équilibrée, où la valeur la plus élevée atteinte à 60 KV et déphasée à un angle de 120°, les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 300 A et déphasé à un angle de 120°, Après l'apparition de défaut, on constate que la tension U12, U23 est descendue à 45 KV et U31 est restée à 60 KV comme avant défaut. Quant au courant, on constate que les phases I1 et I2 sont de grande valeur et I3 reste à 300 A, et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

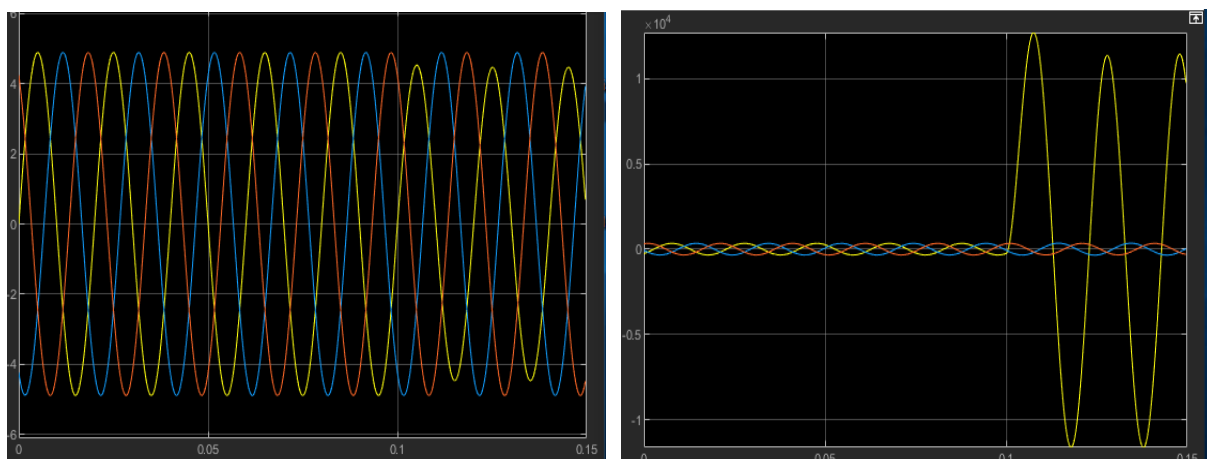


a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-12 : court-circuit biphasé dans la barre 4

a-3) Court-circuit monophasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

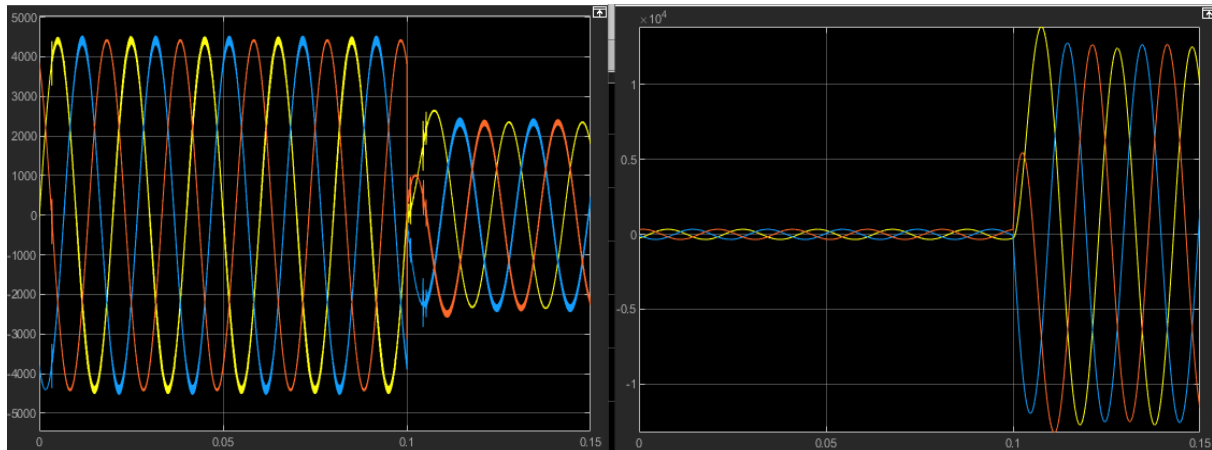
b) courant dans labarre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-13 : court-circuit monophasé dans la barre 4

Après que le défaut entre la phase et la terre, nous remarquons que U12 est descendu à 45 KV et U13 U23 est resté à 60 KV comme il était avant l'erreur. Quant au courant, nous remarquons que la phase I1 est une grande valeur et I2 I3 reste à 300 A et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

a) Court-circuit dans la barre 5

a-1) Court-circuit triphasé :



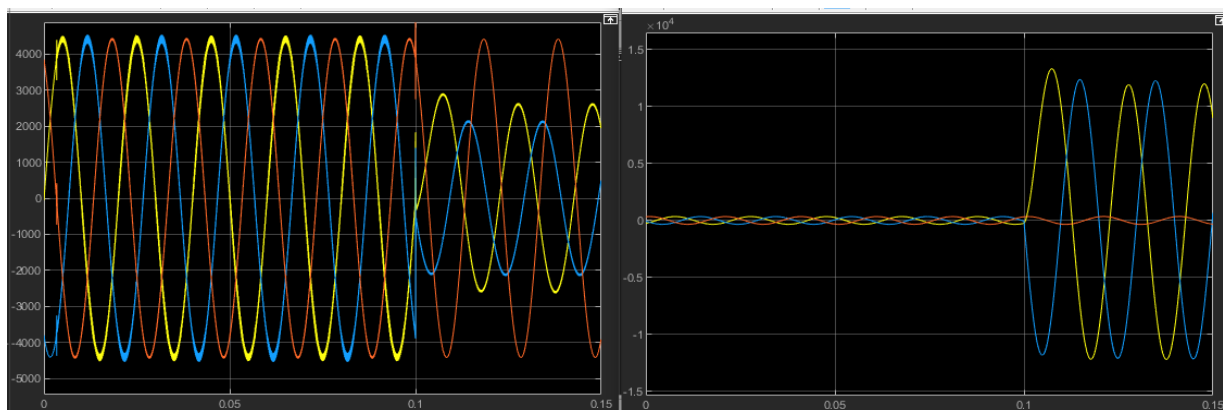
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1 [I(a)=f(t-s)]

Figure V-14 : court-circuit triphasé dans la barre 5

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tension composées U_{12} , U_{23} et U_{31} étaient équilibrées, où la valeur la plus élevée atteinte à 5.5 KV et déphasée à un angle de 120° , les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 200 A et déphasés à un angle de 120° . Après l'apparition de défaut, les tensions U_{12} , U_{23} et U_{31} sont réduites à 2.3 KV et le courant dans toutes les phases I1 I2 I3 est très grand ($I_{CC}=1.5 \text{ KA}$), ce qui confirme les résultats des calculs obtenus dans les simulations précédentes.

a-2) Court-circuit biphasé :



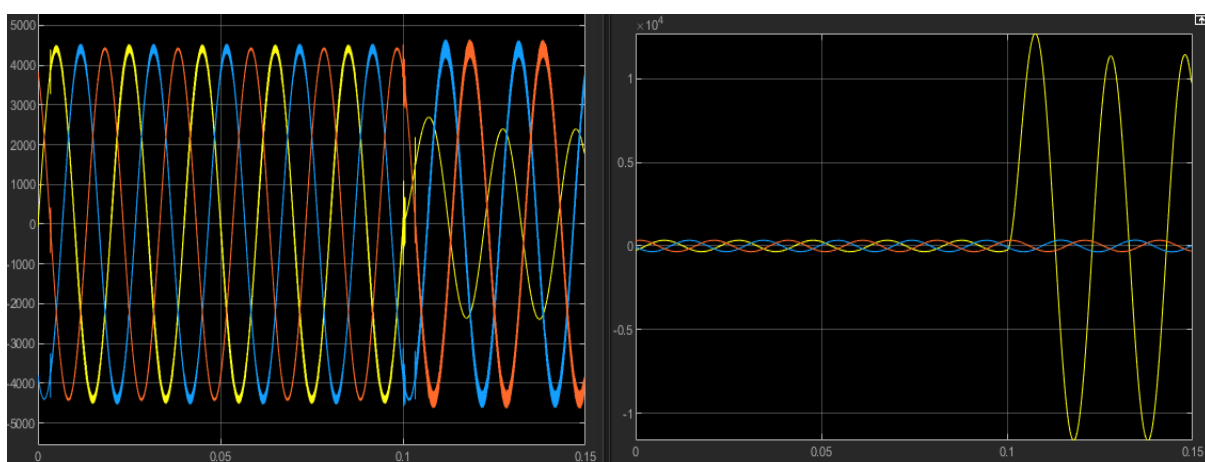
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1 [I(a)=f(t-s)]

Figure V-15 : court-circuit biphasé dans la barre 5

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tensions composées U12, U23 et U31 étaient équilibrées, où la valeur la plus élevée atteinte à 5.5 KV et déphasée à un angle de 120°, les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 200 A et déphasé à un angle de 120°. Après l'apparition de défaut, on constate que la tension U12, U23 est descendue à 3 et 4 KV et U31 est restée à 5.5 KV comme avant défaut. Quant au courant, on constate que les phases I1 et I2 sont de grande valeur ICC=1.5 KA et I3 reste à 200 A, et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

a-3) Court-circuit monophasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans labarre1[I(a)=f(t-s)]

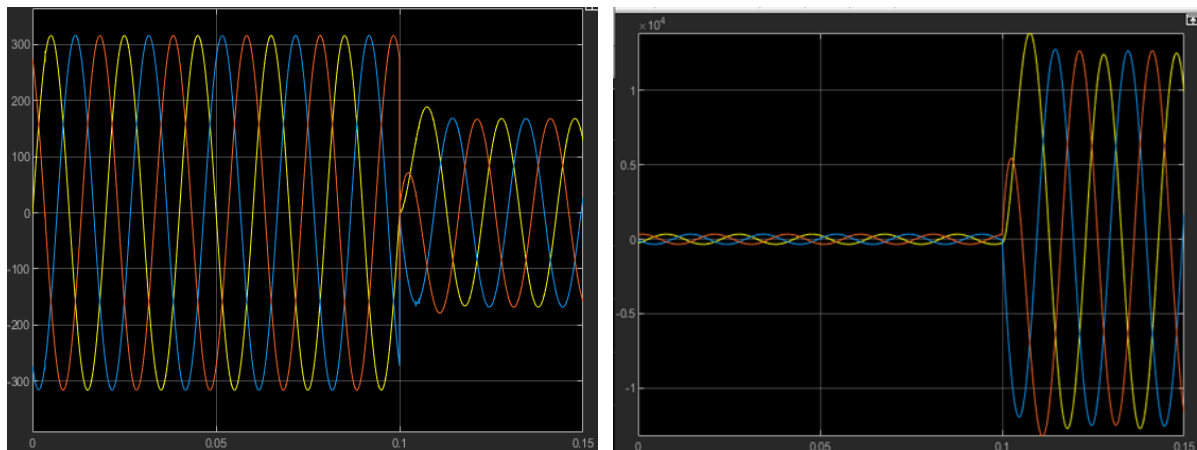
Figure V-16 : court-circuit monophasé dans la barre 5

Après que le défaut entre la phase et la terre, nous remarquons que U12 est descendu à 2.3KV et U13 U23 est resté à5.5 KV comme il était avant l'erreur. Quant au courant, nous remarquons que la phase I1 est une grande valeur ICC=1.5 KA et I2 I3 reste à 200 A.

a) Court-circuit dans la barre 6

a-1) Court-circuit triphasé :

Avant un court-circuit dans le réseau électrique, la tension U12, U23 et U31 est équilibrée, avec un pic de 320 V, et déphasée à un angle de 120°, et les courants sont équilibrés, atteignant sa valeur la plus élevée de 100A, et déphasé à un angle de 120°. Après un court-circuit, on constate une augmentation significative du courant de court-circuit dans Toutes les phases I1 I2 et I3 où la valeur la plus élevée est de ICC=1.5 kV et la tension U12, U23 et U31 est descendu à 150V.

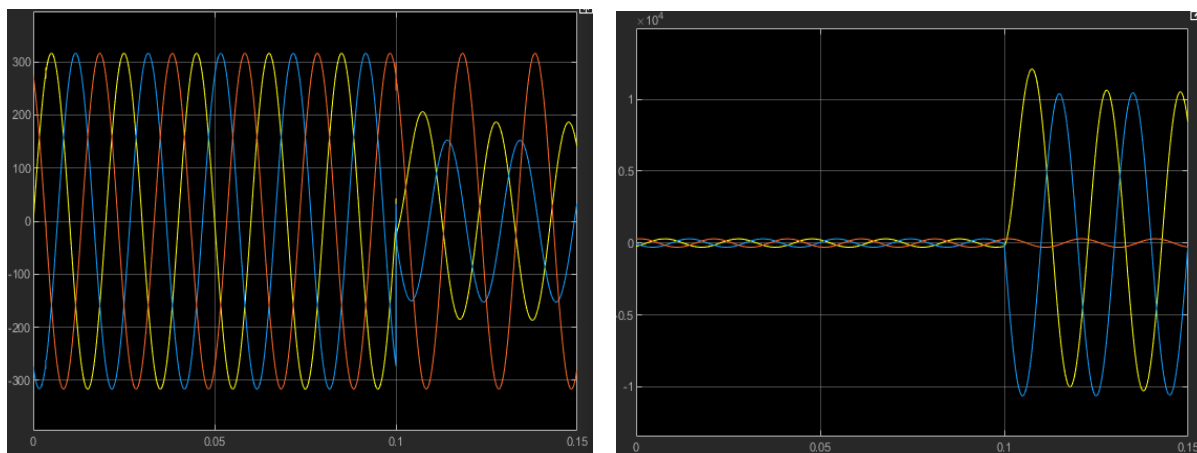


a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1 [I(a)=f(t-s)]

Figure V-17 : court-circuit triphasé dans la barre 6

a-2) Court-circuit biphasé :



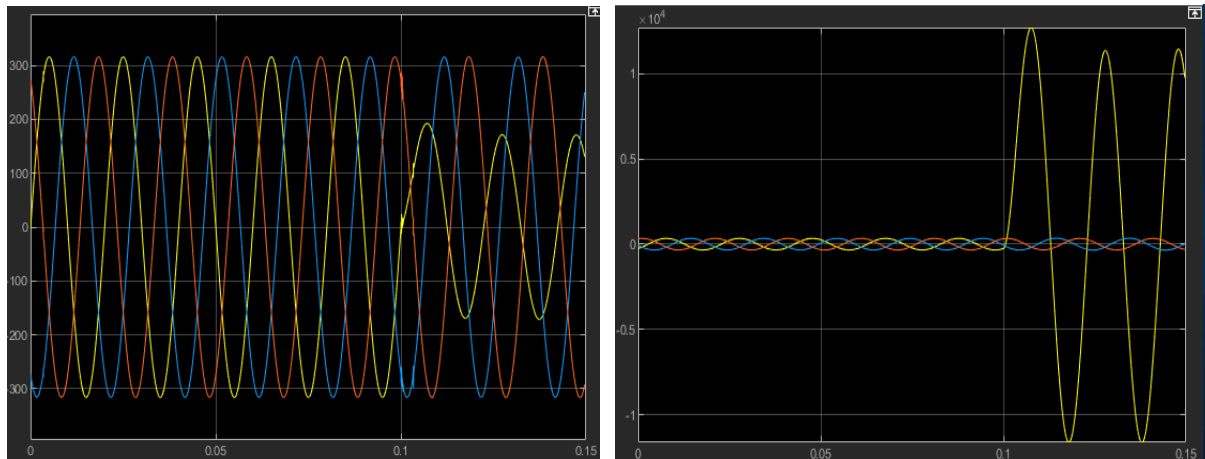
a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans la barre1 [I(a)=f(t-s)]

Figure V-18 : court-circuit biphasé dans la barre 6

Avant l'apparition d'un court-circuit dans le réseau électrique, les tensions composées U_{12} , U_{23} et U_{31} étaient équilibrées, où la valeur la plus élevée atteinte à 320 V et déphasée à un angle de 120° , les courants électriques sont équilibrés, atteignant leur valeur la plus élevée de 100 A et déphasés à un angle de 120° . Après l'apparition de défaut, on constate que la tension U_{12} , U_{23} est réduite à 180V et 150 V et U_{31} est restée à 320 KV comme avant défaut. Quant au courant, on constate que les phases I1 et I2 sont de grande valeur $I_{CC}=1.5 \text{ KA}$ et I3 reste à 100 A, et cela confirme les calculs atteints dans les simulations précédentes.

a-3) Court-circuit monophasé :



a) Tension dans la barre1 [U(v)=f(t-s)]

b) courant dans labarre1[I(a)=f(t-s)]

Figure V-19 : court-circuit monophasé dans la barre 6

Après que le défaut entre la phase et la terre, nous remarquons que U12 est réduit à 180V et U13 U23 est resté à 320V comme il était avant l'erreur. Quant au courant, nous remarquons que la phase I1 est une grande valeur ICC=1.5 KA et I2 I3 reste à 100 A.

IV. Conclusion

Dans ce chapitre, une étude importante a été abordée à l'aide du programme Matlab, qui est l'un des programmes les plus importants utilisés dans le domaine électrique par les ingénieurs. Où une partie du réseau électrique a été simulée pour traiter le courant de court-circuit en tirant les trois phases et en faisant une comparaison entre la situation avant et après le défaut.



Conclusion générale



Conclusion générale

Travail sur la mise en place d'un réseau électrique qui a de nombreuses exigences pour le succès du processus d'alimentation des charges en énergie électrique. L'écoulement de puissance et le courant de court-circuit doivent être pris en compte, car ces éléments ont été étudiés et traités dans la mémoire.

Dans le premier chapitre, la définition du complexe GP1Z et de tous ses services publics, le réseau électrique et les phases de réseaux.

Le deuxième chapitre a traité d'une définition générale du réseau électrique, de ses composants et des défauts qui se produisent au niveau du réseau.

Dans le troisième chapitre, le processus d'écoulement de puissance, la classification des bus et le courant de court-circuit et les résultats qui en résultent ont été discutés.

Le quatrième chapitre a traité de la simulation d'une partie du réseau électrique dans le programme ETAP, du calcul de l'électrique. L'écoulement de puissance et du courant de court-circuit dans les jeux de barre, et du commentaire des résultats.

Il a été noté que le processus L'écoulement de puissance est l'une des étapes les plus importantes du réseau électrique, car il fonctionne pour alimenter les jeux de barres de manière équilibrée. Quant au courant de court-circuit, nous notons que sa valeur est très grande en raison à la présence de deux générateurs.

Dans le cinquième chapitre, la simulation d'une partie du réseau électrique a été abordée dans le programme Matlab, affichant des graphiques avec les calculs du courant de court-circuit et commentant les résultats.

Où il a été observé que le courant de court-circuit atteint des niveaux et des valeurs élevés pour le courant de court-circuit triphasé et biphasé, monophasés après que le défaut se soit produit.

Où l'on arrive au final que le programme Etape fonctionne sur l'extraction des comptes de manière simple et est le plus utilisé dans les entreprises internationales. Quant aux graphes, ils sont la spécialité du programme Matlab Simulink.



Bibliographie



Bibliographie

1. Pierre Bornard : directeur de la division système électrique a rte (réseaux de transport d'électricités) .<https://www.techniques-ingenieur.fr>
2. Michel Pavard : agent d'électricité de France en inactivité <https://www.techniques-ingenieur.fr>
3. George Testud : chef adjoint du département exploitation du système électrique a rte, <https://www.techniques-ingenieur.fr>
4. Miguel Fontella et al, « functional specification of electric networks with high degrees of distributed generation ». Rapport d1.1 enk5-ct-2002-00673 crisp project Grenoble 2002
5. Alain Dolet jan Paule horsin : <https://www.techniques-ingenieur.fr>.
6. Electrical distribution networks, edited by Nordine hadg said gean-claude sabondiére, first published, library of congress cataloging-in-publication data, Britain and united states,2011, pp:9 10 11
7. Électrotechnique, wildi sibille,4éme Edition, bibliothèque nationale, paris, juin 2005, pp :1026,1027,1053 jusqu'à 1062
8. Rrrr <http://academia.edu/29527891>
9. بوسيف عدو، Les dispositifs de coupure sur les réseaux aériens (HTA)• <http://academia.edu/40510570>
10. Détermination des sections de câbles, <wp-content/uploads/2018/01/Guide-BT-Schneider.pdf>
11. <https://www.hydroquebec.com/data/affaires/pdf/desequilibre-tension-courant.pdf>
12. B Boujoudi, E Kheddioui, N Rabbah, N Belbounaguia, N Machkour. Elaboration d'un identificateur de creux de tension pour contrôler une génératrice éolienne connectée à un réseau électrique perturbé. Journal International de Technologie, de l'Innovation, de la Physique, de l'Energie et de l'Environnement, Université Clermont Auvergne, 2015, 1 (1), ff10.18145/jitipee. V1i1.68. G54ff. Ffhal01495757
13. Schneiderélectrique,<http://www.se.com/fr/fr/work/productes/productelaunche/guide/sur-entension-electrique.jsp>

BIBLIOGRAPHIE

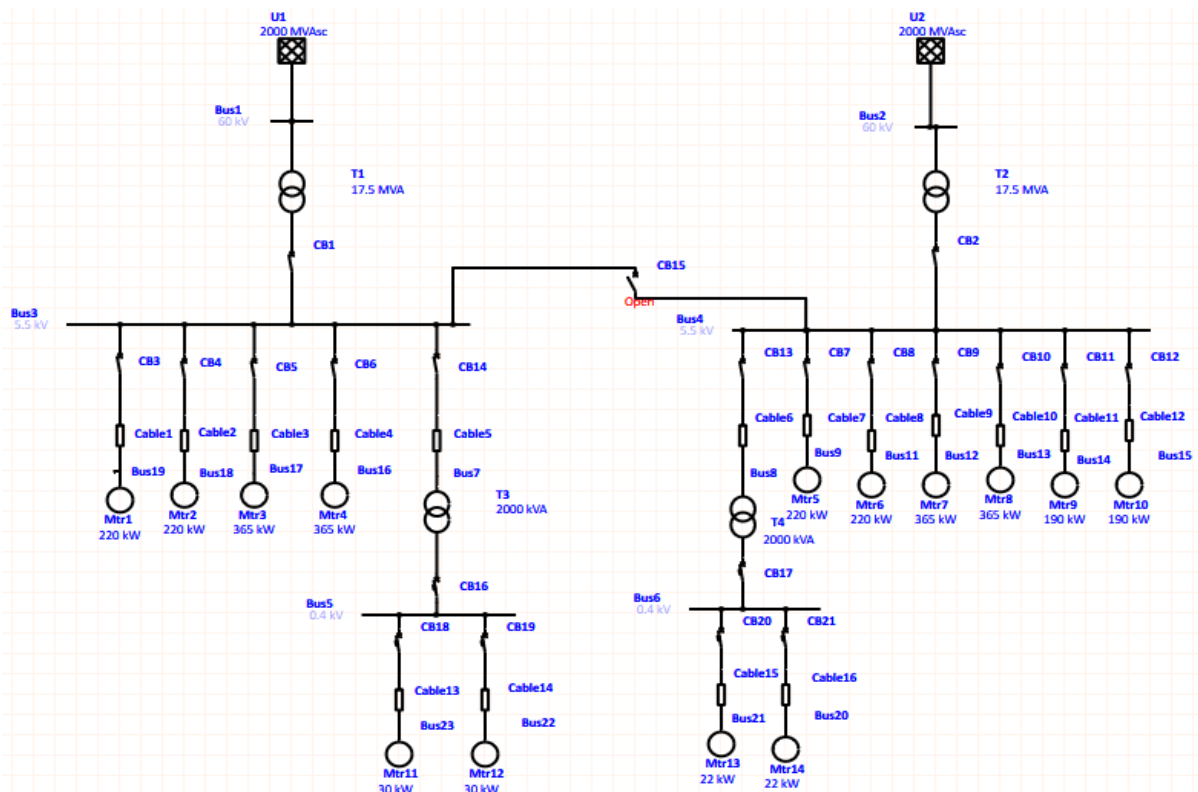
14. Abdelfettah BOUSSAID, Filtrage actif des harmoniques dans les réseaux électriques. Contribution à l'amélioration de l'énergie électrique, FACULTÉ DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE, UNIVERSITÉ DES FRÈRES MENTOURI – CONSTANTINE
15. Wilfried Frelin. Impact de la pollution harmonique sur les matériels de réseau. Energie électrique. Université Paris Sud - Paris XI, 2009. Français. Fftel-00441877f
16. Ecoulement de puissance, régime transitoire électromagnétique, jean mahseredjian,10 fevr 2008, .<https://www.techniques-ingenieur.fr>
17. Classification of Power System Buses; <https://circuitglobe.com/classification-of-power-system-buses.html>
18. D. Gedullo, T. Gallauziaux [FRENCH] - Le Grand Livre de l'Electricite [electrical wiring - residential] (2008) - libgen.lc.pd
19. Cahier Technique Schneider Electric n° 158 / p.
20. D. Beeman "Industrial Power Systems Handbook", 1999 Edition McGraw Hill, Intensité de courant ; Labeled Djamel, « Production décentralisée et couplage au réseau », Mémoire de Doctorat en Electrotechnique, Université de Mentouri, Constantine, 2008.
21. Cahier technique - Electronique - Electrotechnique Catalogue général SOCOMEC f1d2d36
22. D. Beeman "Industrial Power Systems Handbook", 1999 Edition McGraw Hill, Intensité de courant ; Labeled Djamel, « Production décentralisée et couplage au réseau », Mémoire de Doctorat en Electrotechnique, Université de Mentouri, Constantine, 2008.
23. Cahier Technique Schneider Electric n° 158 / p.7
24. ETAP Product Overview (netelec.com)
25. Jacques PRADO : Docteur en électronique - Maître de conférences à l'École nationale supérieure des télécommunications (ENST), <https://www.techniques-ingenieur.fr>
26. Introduction à MATLAB et Simulink, Hoang Le-Huy Professeur Département de génie électrique et de génie informatique Université Laval Québec, CANADA Septembre 1998



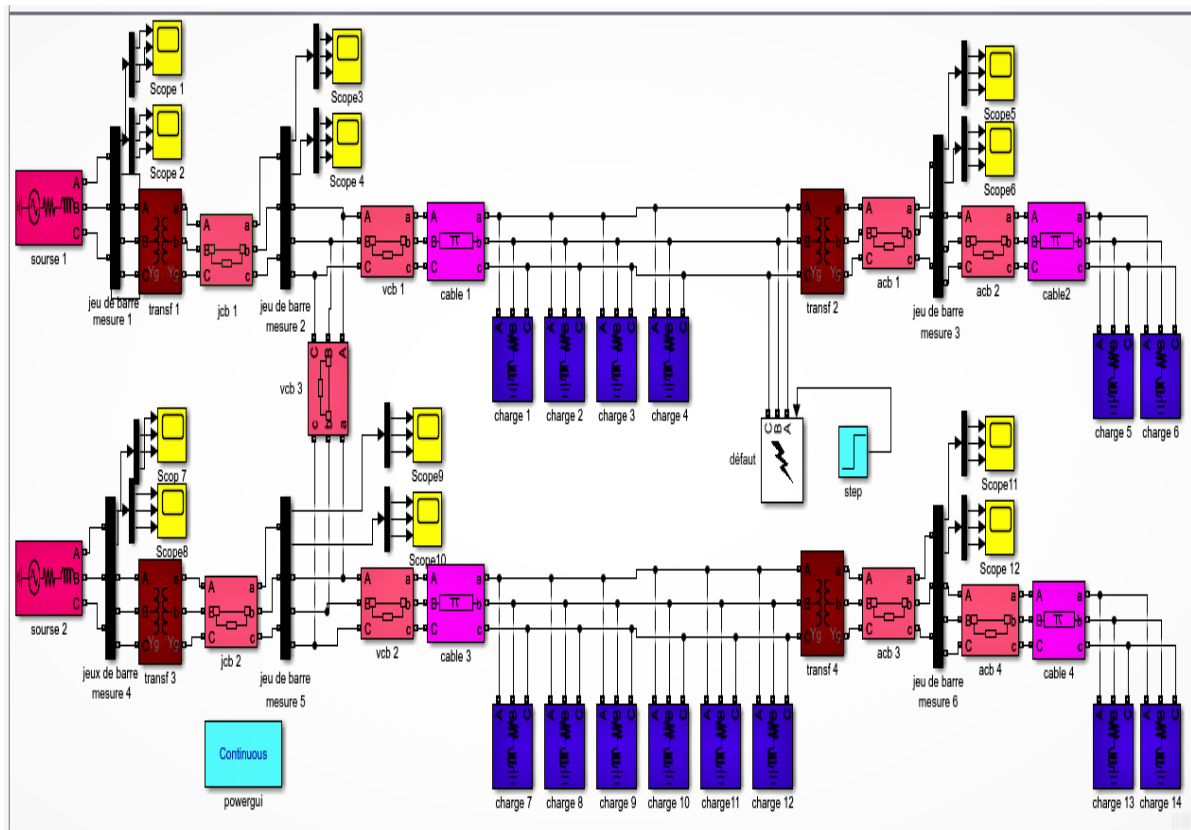
Annexes



I. Réseaux de simulation sur logiciel ETAP



II. Réseaux de simulation sur logiciel MATLAB



III. Données des composants du réseau électrique

- **RÉSEAUX :**

- Tension 60KV
- Puissance active 2000 MW

- **Transformateur :**

- Transformateur abaisseur (60KV 5.5kv)
- Impudence 8.75%
- Puissance apparente 17.5MVA

- **Transformateur :**

- Transformateur abaisseur (5.5KV 0.4kv)
- Impudence 6.25%
- Puissance apparente 2000 KVA

- **Moteur :**

- Tension 5.5KV
- Puissance active 220 KW

- **Moteur :**

- Tension 5.5KV
- Puissance active 345 KW

- **Moteur :**

- Tension 5.5KV
- Puissance active 190 KW

- **Moteur :**

- Tension 0.4 KV
- Puissance active 22 KW

- **Moteur :**

- Tension 0.4 KV
- Puissance active 30 KW

Fonctions de protection Liste des fonctions

Les principales fonctions de protection sont indiquées dans le tableau ci-dessous, en précisant leur code selon la norme ANSI C37.2 ainsi qu'une brève définition ; le classement est fait selon l'ordre numérique.

Code ANSI	Libellé de la fonction	Définition
12	Survitesse	Détection de survitesse des machines tournantes
14	Sous-vitesse	Détection de sous-vitesse des machines tournantes
21	Protection de distance	Détection de mesure d'impédance
21B	Minimum d'impédance	Protection de secours des générateurs contre les courts-circuits entre phases
24	Contrôle de flux	Contrôle de surfluxage
25	Contrôle de synchronisme	Contrôle d'autorisation de couplage de deux parties de réseau
27	Minimum de tension	Protection pour contrôle d'une baisse de tension
27D	Minimum de tension directe	Protection des moteurs contre un fonctionnement à tension insuffisante
27R	Minimum de tension rémanente	Contrôle de disparition de la tension entretenue par les machines tournantes après déconnexion de l'alimentation
27TN	Minimum de tension résiduelle harmonique 3	Détection de défaut d'isolement à la terre d'enroulements statoriques
32P	Maximum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance active
32Q	Maximum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance réactive
37	Minimum de courant phase	Protection triphasée contre les minima de courant
37P	Minimum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance active
37Q	Minimum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance réactive
38	Surveillance de température de paliers	Protection contre les échauffements anormaux des paliers des machines tournantes
40	Perte d'excitation	Protection des machines synchrones contre défaut ou perte d'excitation
46	Maximum de composante inverse	Protection contre les déséquilibres des courants des phases
47	Maximum de tension inverse	Protection de tension inverse et détection du sens de rotation inverse de machine tournante
48 - 51LR	Démarrage trop long et blocage rotor	Protection des moteurs contre le démarrage en surcharge ou sous tension réduite, et pour charge pouvant se bloquer
49	Image thermique	Protection contre les surcharges
49T	Sonde de température	Protection contre les échauffements anormaux des enroulements des machines
50	Maximum de courant phase instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases
50N ou 50G	Maximum de courant terre instantanée	Protection contre les défauts à la terre : 50N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 50G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
50V	Maximum de courant phase à retenue de tension instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
50/27	Mise sous tension accidentelle générateur	Détection de mise sous tension accidentelle de générateur
51	Maximum de courant phase temporisée	Protection triphasée contre les surcharges et les courts-circuits entre phases
51V	Maximum de courant phase à retenue de tension temporisée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
59	Maximum de tension	Protection de contrôle d'une tension trop élevée ou suffisante
59N	Maximum de tension résiduelle	Protection de détection de défaut d'isolement
64REF	Différentielle de terre restreinte	Protection contre les défauts à la terre d'enroulements triphasés couplés en étoile avec neutre relié à la terre
64G	100 % stator générateur	Détection de défauts d'isolement à la terre des enroulements statoriques (réseau à neutre impédant)
66	Limitation du nombre de démarrages	Protection contrôlant le nombre de démarrages des moteurs
67	Maximum de courant phase directionnelle	Protection triphasée contre les courts-circuits selon le sens d'écoulement du courant
67N/67N C	Maximum de courant terre directionnelle	Protection contre les défauts à la terre selon le sens d'écoulement du courant
78	Saut de vecteur	Protection de découplage à saut de vecteur
78PS	Perte de synchronisme (pole slip)	Détection de perte de synchronisme des machines synchrones en réseau
79	Réenclencheur	Automatisme de refermeture de disjoncteur après déclenchement sur défaut fugitif de ligne
81H	Maximum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement élevée
81L	Minimum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement basse
81R	Dérivée de fréquence (rocof)	Protection de découplage rapide entre deux parties de réseau
87B	Différentielle jeu de barres	Protection triphasée contre les défauts internes de jeu de barres
87G	Différentielle générateur	Protection triphasée contre les défauts internes d'alternateurs
87L	Différentielle ligne	Protection triphasée contre les défauts internes de ligne
87M	Différentielle moteur	Protection triphasée contre les défauts internes de moteur
87T	Différentielle transformateur	Protection triphasée contre les défauts internes de transformateur