

Table des Matières

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : Généralités sur la Supraconductivité

I.1. Introduction	3
I.2. Historique de la supraconductivité	3
I.3. Propriétés élémentaires des matériaux supraconducteurs	4
I.3.1. Résistivité électrique	4
I.3.2. Effet Meissner	4
I.3.3. Surface critique	6
I.4. Grandeurs Critiques	7
I.4.1. Température Critique	7
I.4.2. Champ Magnétique Critique	8
I.4.3. Densité de courant critique	10
I.4.4. Mobilité des vortex	11
I.5. Les types de supraconducteurs	12
I.5.1. Supraconducteurs de type I	12
I.5.1.1. Diagramme de phase	12
I.5.2. Supraconducteurs de type II	13
I.5.2.1. Diagramme de phase	14
I.5.3. Matériaux à haute température critique	14
I.6. Transition de l'état supraconducteur à l'état normal	15
I.7. Conclusion	16

CHAPITRE II : Modélisation des Matériaux Supraconducteurs

II.1. Introduction	17
II.2. Equations mathématiques régissent le phénomène physique (Edp)	17
II.2.1. Équation de maxwell	17
II.2.2. Relation $B(H)$	18
II.2.3. Relation $E(J)$	18
II.3. Les lois de comportement	19
II.3.1. Loi de BEAN	19

II.3.2.Loi de KIM	20
II.3.3.Loi de PUISSANCE	21
II.4.Principales applications des supraconducteurs	22
II.4.1.Applications en vie quotidienne.....	22
II.4.1.1.Les applications médicales	22
II.4.1.2. Les moyens de Transport.....	22
II.4.2.Applications en physique fondamentale	23
II.4.3.Applications en électrotechnique	23
II.4.3.1.Machines tournantes.....	23
II.4.3.2.Câbles de transport	23
II.4.3.3.Stockage d'énergie	24
II.4. 4.Limitation de courant.....	24
II.5.Conclusion	24

CHAPITRE III : Limitation de Courant de Défaut

III.1.Introduction	25
III.2.Limitation de courant dans les réseaux électriques	25
III.2.1.Les réseaux et les courants de court-circuit.....	25
III.2.1.1.Les différents réseaux et leurs niveaux de tension.....	25
III.2.1.2.Les défauts	26
III.2.1.3.L'élimination des défauts	27
III.2.1.4. Les courant de défaut	29
III.2.2.Intégration dans les réseaux électriques	29
III.3.Fonctionnement de limiteur de court-circuit	30
III.3.1.Définition.....	30
III.3.2.Pourquoi limiter le courant ?	31
III.3.2.1. Effet électromagnétique	31
III.3.2.2.Effets mécaniques	31
III.3.2.3.Effet thermique	32
III.3.3.Comment limiter ?	32
III.4.Intérêt du limiteur de courant de défaut.....	33
III.5.Limiteur de courant : solution classique.....	34
III.5.1. Arc électrique	34
III.5.2.Condensateur	34

III.5.3. Inductances	35
III.5.4. Réactance série	35
III.5.5. Limiteur commandé.....	35
III.5.6. Résistance variable	36
III.6. Caractéristiques spéciales du disjoncteur limiteur.....	36
III.7. Limiteurs supraconducteurs de courant	37
III.7.1. Principes et réalisations des limiteurs supraconducteurs	37
III.7.2. Les types des limiteurs supraconducteurs	38
III.7.2.1. Limiteur résistif.....	38
III.7.2.2. Limiteur inductif	39
III.7.2.3. SCFCL de type noyau magnétique écrané	42
III.7.2.4. SCFCL de type pont redresseur	43
III.7.2.5. SCFCL de type contrôleur du courant de défaut.....	44
III.7.2.6. SCFCL de type noyaux magnétiques saturés	45
III.7.3. Emplacements d'un limiteur.....	45
III.7.4 Avantages et inconvénients propres aux supraconducteurs.....	48
III.8. Conclusion.....	49

CHAPITRE IV : Calcul et Simulation du Courant de Défaut

IV.1. Introduction	50
IV.2. Les court-circuits :	50
IV.2.1. Origines :	50
IV.2.2. Caractéristiques :	50
IV.2.2.1. Types :	50
IV.2.2.2. Nature:	51
IV.2.3. Conséquences sur le réseau électrique :	51
IV.2.3.1. Action sur le fonctionnement des réseaux électriques :	51
IV.2.3.2. Action sur la tenue de matériels :	51
IV.2.3.3. Action sur la qualité de la fourniture :	52
IV.2.3.4. Action sur les circuits de télécommunications :	52
IV.2.3.5. Action sur la sécurité des personnes :	52
IV.3. Exemples d'application sur un réseau de quatre jeux de barres:	53
IV.3.1. Schéma équivalent d'une ligne électrique :	54
IV.3.2. Cas Général :	56

IV.3.3. Elimination des jeux de barres :	57
IV.3.4. Pour un jeu de barre qui contient une charge	57
IV.3.5. Cas de différentes structures jeux de barres :	58
IV.3.5.1. Jeu de barre de Générateur :	58
IV.3.5.1. Jeu de barre de Générateur-Transformateur :	58
IV.3.5.3. Jeu de barre de Générateur-Transformateur-Charge :	59
IV.4.Insertion du limiteur supraconducteur :	59
IV.5. Calcul des courants de court de circuit.....	61
IV.5.1. Détermination des courants de lignes :	65
IV.5.2.Cas particulier :	65
IV.6.Simulation et discussion des résultats :	65
IV.6.1. Résultats de Simulation du Circuit Sans Défaut.....	67
IV.6.1.1. Circuit Sans Défaut et Sans Limiteur :	67
IV.6.1.2. Circuit Sans Défaut et Avec Limiteur :	69
IV.6.2. Résultats de simulation du Circuit Avec Défaut	71
IV.6.2.1. Court-Circuit Biphase	71
a-	C
ircuit avec Défaut et Sans Limiteur	71
b-	C
ircuit avec Défaut et Avec Limiteur	74
IV.6.2.2. Court-circuit Triphasé.....	76
a-	C
ircuit avec Défaut et Sans Limiteur :	76
b-	C
ircuit avec Défaut et Avec Limiteur :	79
IV.7.Conclusion.....	81
CONCLUSION GENERALE	82

Références bibliographiques

Annexe