

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université HASSIBA BEN BOUALI - CHLEF -
Faculté des Sciences & Sciences de l'Ingénieur
Département d'Electrotechnique

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de

MAGISTER

Filière : Electrotechnique

Option : Commande Electrique

Présenté par :

ZEGAOUI ABDALLAH

*Etude et simulation d'un
Compensateur de Rééquilibrage de la
Tension d'un Réseau Basse Tension*

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Président :	Dr. AEK ALI BENAMARA,	Maître de conférence (U.H.B CHLEF)
Encadreur :	Dr. B. BELMADANI,	Professeur (U.H.B CHLEF)
Co Encadreur :	A. AISSAOUI,	M.A Chargé de cours (U.CHLEF)
Examineur :	Dr. A. CHAGHI,	Maître de conférence (U.BATNA)
Examineur :	Dr. T. BOUTHIBA,	Maître de conférence (U.S.T ORAN)
Invité d'honneur :	Dr H. BENMOUSSA,	Maître de conférence (U.BATNA)

Promotion 2002

Avant propos

Je remercie Monsieur le Docteur Abdelkader ALI BENAMARA, Maître de conférence à l'université de Chlef, qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Je tiens à remercier mes encadreur sans qui ce mémoire n'aurait jamais eu lieu : Messieurs Docteur Bachir BELMADANI, professeur à l'université de Chlef et Ahmed AISSAOUI, Maître assistant chargé de cours à la même université.

Je remercie aussi Messieurs les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger mon travail à savoir Monsieur le Docteur Tahar BOUTHIBA, Maître de conférence à l'université d'Oran USTO et Monsieur Abdelaziz CHAGHI, MC à L'université de Batna.

Je remercie aussi encore une fois de plus, avec toute ma reconnaissance, Messieurs le Docteur Abdelaaziz CHAGHI, Maître de conférence à l'université de Batna pour ses orientations et ses directives pour mener ce travail à terme ainsi que pour son accueil au niveau de l'université de BATNA.

Aussi je remercie Mr Hadj ALLOUACHE, Chef du département d'électrotechnique à l'université de CHLEF et Mr BOUAZDIA, Chargé de cours à l'université d'Oran (USTO).

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur le Docteur Hocine BENMOUSSA, Maître de conférence à l'université de Batna pour son accueil chaleureux à Batna, son soutien et son aide précieuse pour faire ce travail.

Je remercie aussi Messieurs le Docteur Omar LOUKARFI, Professeur à l'université de Chlef et Monsieur Lahcène DJAAFAR, Chargé de cours à l'université de Chlef et Mr ELCHERIF AËK, enseignant au département d'agronomie à Chlef.

Que tous les enseignants, collègues et amis des départements d'électrotechnique, mécanique et d'électronique trouvent ici le témoignage de mon respect et de ma reconnaissance.

Résumé : Dans un réseau électrique basse tension, les déséquilibres de courant produisant des déséquilibres de tension ont des effets néfastes sur les équipements électriques. De plus, dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'énergie électrique, en la rendant conforme aux nouvelles contraintes normatives, nous avons également été amené à développer et à appliquer des méthodes d'automatique avancées. L'objectif de ce travail de recherche est de traiter le dimensionnement, le pilotage et la simulation d'un compensateur actif de rééquilibrage dynamique de la tension d'un réseau triphasé basse tension avec neutre distribué. Les sources créant le déséquilibre sont identifiées et les structures de l'onduleur de tension et le filtre de sortie qui assurent la compensation sont décrites. Le principe de rééquilibrage consiste à l'identification des courants perturbateurs de référence par la méthode des puissances instantanées réelles et imaginaires. En outre, une formulation du dimensionnement est faite pour lier les paramètres du déséquilibre aux éléments constitutifs du compensateur. L'asservissement des courants et la régulation de la tension de l'onduleur sont analysés en s'appuyant sur la commande par hystérésis et la commande par logique floue. Les résultats de simulation ont permis de valider l'étude du compensateur actif et la robustesse du régulateur flou.

Mots Clés : Filtre actif parallèle, déséquilibre, pollution électrique, méthodes d'identification des perturbations, Régulateur flou, commande à hystérésis.

ملخص. إن التيارات غير المتوازنة تؤثر سلباً على نوعية الخدمات في الشبكات الكهربائية و تلحق ضرراً بالأجهزة الموصولة بها. تهدف هذه الدراسة إلى المعالجة الآلية لضبط توتر متوازن في الأطوار الثلاثة و جعل التيار الساري في الطور الأحادي في حدود المعايير المسموح بها دولياً. يقوم بهذا الدور مصفاة الكترونية توصل على التوازي عن طريق مصفاة عادية مع الشبكة. تسمح لنا طريقة الطاقة الأتية باستخراج التيارات المرجعية لحلقات التحكم الآلي في التيارات التي تحقنها المصفاة الفعالة في أطوار الشبكة لتحقيق توتر متوازن. إن استعمال نظرية المنطق الغامض في دارة التحكم للتيارات أعطت نتائج جيدة مقارنة مع طرق التحكم الكلاسيكية.

الكلمات المفتاحية. المصفاة الفعالة على التوازي، التلوث الكهربائي، التيارات المشوشة، اللاتوازن، التحكم الآلي، المنطق الغامض.

Abstract: In an electrical supply network low tension, imbalances of current producing of imbalances of tension have harmful effects on the electric components. Moreover, in the objective to improve quality of the electric power, while making it in conformity with the new normative stresses, we were also brought to develop and apply advanced methods of automatic. The objective of this research task is to treat dimensioning, the control and of the simulation of an active compensator of dynamic rebalancing of the tension of a three-phase network low tension with distributed neutral. The sources creating imbalance are identified and the structures of the inverter of tension and the filter of exit which ensure the compensation are described. The principle of rebalancing consists with the identification of the currents of reference by the method of the real and imaginary instantaneous powers. Moreover a formulation of dimensioning is made to bind the parameters of imbalanced load to the components of the compensator. The control of the currents and the regulation of the tension of the inverter are analyzed while being based on the control by hysteresis and the control by fuzzy logic. The results of simulation made it possible to validate the study of the active compensator and the robustness of the fuzzy regulator.

Key Words: Parallel active Filter, imbalanced load, electric pollution, methods of identification of the disturbances, fuzzy Regulator, control with hysteresis.

Sommaire

Introduction générale.

Chapitre I : Perturbations des réseaux électriques et principe de compensation active.

I.1 Introduction	06
I.2 Caractéristiques et origines des perturbations électriques	06
I.2.1 Perturbations harmoniques en tensions et en courants	08
I.2.2 Déséquilibre de courants et de tensions	12
I.3 Solutions de dépollution électrique	15
I.3.1 Solutions de dépollutions traditionnelles	15
I.3.1 Solutions de dépollutions modernes	18
I.4 Filtres actifs « compensateur actif »	19
I.5 Conclusion	22

Chapitre II : Stratégies de commandes classiques du compensateur

II.1 Introduction	25
II.2 Méthodes d'identifications des courants perturbés	25
II.2.1 Généralités sur les méthodes d'identification	25
II.2.2 Méthode des puissances fluctuantes	26
II.2.3 Méthodes des puissances instantanées réelles et imaginaires	34
II.3 Régulation de la tension continue	38
II.4 Commande de l'onduleur	40
II.4.1 Commande par hystérésis	40
II.4.2 Commande par MLI	41
II.5 Régulation du courant du compensateur actif parallèle	42
II.5.1 Structure de la boucle de régulation	42
II.5.2 Méthode de régulation par PI	44
II.6 Conclusion	47

Chapitre III : Structure et dimensionnement du compensateur actif

III.1 Introduction	49
III.2 Structure générale du compensateur actif	50
III.3 Etage alternatif – Onduleur de tension –	52
III.3.1 Structure générale	52
III.3.2 Tension fournie par l’onduleur	53
III.4 Dimensionnement du compensateur actif	54
III.5 Etage continu - Système de stockage d’énergie -	57
III.6 Filtre de sortie	59
III.7 Conclusion, résultats de simulation et commentaires	60

Chapitre IV : Commande par logique floue

IV.1 Introduction	72
IV.2 Notions de base	73
IV.2.1 L’univers de discours	73
IV.2.2 Discrétisation de l’univers de discours	73
IV.2.3 Ensembles flous, Variables linguistiques et degré d’appartenance	74
IV.2.4 Différents types de fonctions d’appartenance	75
IV.2.5 Normalisation	77
IV.3 Raisonnement flou	77
IV.4 Inférence	79
IV.5 Commande par logique floue	81
IV.6 Conclusion, Résultats de simulation et commentaires	88

<i>Conclusion générale</i>	93
----------------------------	----

<i>Bibliographie</i>	96
----------------------	----

<i>Annexes</i>	101
----------------	-----