

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة ألكلي محند أولحاج - بوييرة

UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ — BOUIRA

Faculté des sciences et sciences appliquées

Mémoire de Master

Présenté au département de génie électrique

Pour obtenir le diplôme

De Master En Electrotechnique

Option :

Réseaux électriques

Par :

Ouchiha bilal

Dahli hocine

Thème

COMMANDE ADAPTATIVE D'UN FILTRE ACTIF POUR AMELIORER LA QUALITE D'ENERGIE ELECTRIQUE

Soutenu le 30/10/2021 devant la commission d'examen composée de :

M.	Professeur	Université bouira	Président
Mr. ABDELGHANI YAHIOU	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
Mr. TOUAFEK MOHAMED YAKOUB	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
M. KIRECHE NOURA	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Dédicaces

Le Tout-Puissant a dit : « Si tu remercies, je t'augmenterai. »

Mon Seigneur, louez-vous comme il se doit à la majesté de votre grand visage et de votre autorité, un très bon et béni merci, car vous nous avez aidés à accomplir ce travail et nous avez facilité la tâche difficile. Nous espérons, Dieu, que vous acceptez ce travail et que vous êtes satisfait de nous.

A celui qui nous a soutenu dans son effort, notre professeur dans son travail, et notre superviseur avec sa sagesse, à celui qui ne nous a pas épargné ses précieux conseils et orientations, M. M. TOUAFEK Mohamed Yaakoub

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir cet humble travail, même avec un mot gentil.

Merci beaucoup.

DAHLI HOCINE



Dédicaces

Dieu soit loué, qui a embelli mon chemin de connaissance et nous a accordé l'accomplissement de cette œuvre. Je dédie le fruit de mon humble effort à : le cœur miséricordieux qui m'a nourri, le visage souriant qui m'a élevé et la source tendre qui m'a arrosée d'une abondance de tendresse jusqu'au premier mot de ma langue ~ ma mère bien-aimée~

La prunelle des yeux et le baume de guérison, un exemple et un exemple dans la vie, un amour débordant, un symbole de félicité, un enseignant et les bénédictions des saints ~ Cher Père~

A ceux qui sont dans la maison mes frères bougies avec eux J'arrange mes cahiers et papiers A toute la famille et les proches A ceux qui m'ont réuni à l'université La réunion Comment suis-je sans eux après la séparation.

A nos collègues de l'université, à tous mes amis sans exception, à tous mes chers professeurs tout au long des années d'études.

OUCHIHA BILAL



nderi

Remerciement

Nous rendons nos profondes gratitude à Dieu le tout puissant qui nous a aidés à réaliser ce travail.

Nous tenonne à exprimer notre remerciements à notre chère encadreur: Mr. TOUAFEK Mohamed Yaakoub qui nous a aidé pour rendre ce travail effectif .nous tenonne également à remercier vivement les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous expriment touts nos gratitude a nos famille qui nous ont apporté soutien et encouragements tout au long de nos études.

Enfin, merci à nos amis qui ont partagé au quotidien nos espoirs et nos inquiétudes, qui nous ont réconforté dans les moments difficiles et avec qui ont a partagé d'inoubliables instants de détente.

Un grand merci à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation sans exception

SOMMAIRE

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
1.1. Introduction	3
1.2. Les Perturbations Harmoniques :.....	3
1.2.1. Sources des harmoniques et leurs effets :.....	3
1.2.1.1. Sources harmoniques identifiables :.....	4
1.2.1.2. Sources harmoniques non identifiables :.....	4
1.3. Caractéristique de la pollution harmonique :.....	4
1.3.1. Le taux harmonique de rang h :.....	4
1.3.2. Le taux global de distorsion harmonique :.....	4
1.3.2.1. Les Normes Imposées Sur Le THD	4
1.3.3. Le facteur de puissance.....	5
1.4. Déséquilibre du courant et de tension.....	6
1.5. Solutions de dépollution des réseaux électriques.....	6
1.5.1. Solutions traditionnelles	6
1.5.1.1. Filtres passifs résonants :.....	7
1.5.1.2. Filtres passifs amortis.....	8
1.5.2. Solution moderne.....	8
1.5.2.1. Filtre actif parallèle	9
1.5.2.2. Filtre actif série.....	9
1.5.2.3. La combinaison parallèle-série actifs (UPQC).....	10
1.5.2.4. Filtrage hybride	10
1.6. Conclusion	12
2.1. Introduction	13
2.2. le principe d'un filtrage actif.....	13
2.3. Classification des filtres actifs.....	13
2.4. Les avantages et les inconvénients d'un filtre actif	13
2.5. La Structure générale d'un filtre actif parallèle	14
2.5.1. Filtre actif parallèles a structure de tension	15
2.5.2. Filtre actif parallèle à structure de courant.....	16
2.6. Les principaux techniques de commandes	17
2.7. Les principaux régulateurs :.....	17
2.7.1. Régulateur proportionnel-intégral (PI) :.....	17
2.7.2. Régulation proportionnelle.....	18
2.7.3. Régulation intégrale	18
2.7.4. Commande par retour d'état avec intégrateur	18
2.7.5. Régulateur flou	18
2.7.5.1. Régulateur flou de type Mamdani.....	18

SOMMAIRE

2.7.5.2 Régulateur flou de type Sugeno.....	19
2.7.5.3. Régulateur flou de type ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy-Inference System).....	19
2.8.Etude de la partie commande.....	19
2.8.1..Identification des courants harmoniques de référence	19
2.8.1.1.Méthodes du domaine fréquentiel	19
2.8.1.2.Méthode du domaine temporel.....	20
2.8.2.Stratégie d'identification	20
2.9.Contrôle des courants du filtre actif	20
2.10.Simulation avant filtrage :.....	21
2.10.1.Schéma bloc sous matlab/simulink :	21
2.10.1.Résultats de simulation.....	21
2.10.2.1.Tension de source avant filtrage	21
2.10.2.2.Courant de source avant filtrage :.....	22
2.11.Conclusion	22
3.1.Introduction	23
3.2.La commande a hystérésis et son principe :.....	23
3.3.La commande par logique flou et son principe :.....	23
3.4.Résultat de simulation	24
3.4.1.La tension de source par les deux méthodes de commande et leur spectre :	26
3.4.2.Courant de source par les deux méthodes de commande et leur spectre :	27
3.4.3.Tension et courant du filtre par les deux méthodes :.....	28
3.4.4.Tension de la charge et son spectre par les deux méthodes de commande :.....	29
3.4.5.Courant de la charge par les deux méthodes	30
3.5.Conclusion.....	30
CONCLUSIONS GENERALES.....	31

SOMMAIRE

Liste des figures

Figure -1 : diagramme vectorielle du facteur de puissance.....	5
Figure -2 : Cas particulier de déséquilibre du système triphasé de tension.....	6
Figure -3: Filtre amorti.	8
Figure -4: Structure du filtre actif parallèle.....	9
Figure-5 : Structure du filtre actif série	9
Figure 6: Combinaison Filtre parallèle-série UPQC.....	10
Figure -7 : présente la structure de filtre hybride.	11
Figure -8: Filtre actif série connecté en série avec un filtre passif parallèle.	11
Figure -9: Filtre actif parallèle avec un filtre passif parallèle.	12
Figure -10 : Structure général de filtre actif parallèle.....	14
Figure-11: Filtre actif parallèle a structure de tension.....	16
Figure-12: Filtre actif parallèle a structure de courant.....	17
Figure -13: shema bloc de simulation avant filtrage.	21
Figure -14 : tension et son spectre avant filtrage.	21
figure-15: courant et son spectre avant filtrage.	22
Figure -16 : bande à hystérisés.	23
Figure-17 : principe de la logique flou.	24
Figure -18: schéma bloc de simulation après insertion du filtre actif.	25
Figure -19 : commande hystérésis.	25
Figure-20: commande par logique flou.....	26
Figure -21 : tension de source.	26
Figure -22: spectre de la tension de source.	27
Figure -23 : courant de source.....	27
Figure -24: spectre de courant de source.....	28
Figure -25 : tension du filtre.....	28
Figure-26 : courant du filtre actif.....	29
Figure -27: tension de la charge.	29
Figure -28 : courant de la charge par deux méthodes de commande.	30

SOMMAIRE

Listes des Acronymes et Symboles

Symboles

Sh : le taux d'harmonique

Ch : composante harmonique du range h

H : rang harmonique

C1 : composante fondamentale

Thd : taux globale de distorsion

F.P : facteur de puissance

FAP : filtre actif parallèle

P : puissance actif

Q : puissance réactif

D : puissance déformante

PLL : Phase Locked Loop (boucle a verrouilla de phase)

φ : Le déphasage entre la puissance active et la puissance apparente.

γ : Le déphasage entre la puissance apparente dans le cas d'un système équilibré linéaire S1 et la puissance apparente dans le cas déséquilibré non linéaire S.

Kp : gain de régulateur proportionnel

Ki : gain de régulateur intégral

Vs : tension de source

Is : courant de source

Vf : tension du filtre

Vc : tension de la charge

Vsh : la tension de la source par méthode

hystérésis

Vsf : la tension de la source par la méthode de logique flou

Ish : le courant de la source par méthode hystérésis

Isf : courant de source par la méthode de logique flou

Vfh : la tension du filtre par méthode hystérésis

Vff : la tension du filtre actif par la méthode de logique flou



**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Aujourd'hui, la situation au niveau des réseaux d'énergie électrique est devenue très préoccupante, la qualité du courant dans les installations électriques se dégrade incontestablement. Elle devient donc une préoccupation importante pour les distributeurs de cette énergie et pour leurs clients. Cette dégradation découle directement de la prolifération des charges qui consomment un courant non sinusoïdal, appelées « charges non linéaires ». Ce type de charge est utilisé pour assurer la conversion, la variation et la régulation du courant électrique dans les installations commerciales, industrielles et résidentielles. [1]

L'énergie électrique est généralement distribuée sous la forme de trois tensions constituant un système sinusoïdal triphasé, un des paramètres de ce système est la forme d'onde qui doit être la plus proche possible d'une sinusoïde. Parmi les solutions adoptées, l'efficacité des filtres passifs se limite à la connaissance préalable de la charge polluante imposant la distorsion du courant. Mais aujourd'hui, les récents progrès en matière de technologie de l'électronique de puissance apportent une capacité sans précédent de compensation et de correction de la distorsion harmonique générée par les charges non linéaires en utilisant un compensateur actif parallèle, permettant de dépolluer les réseaux électriques. Le principe de compensation est basé sur l'injection en permanence, au point de connexion (filtre actif parallèle - réseau), des courants qui correspondent à tout moment aux composantes harmoniques des courants absorbés par la charge, de cette manière, le courant fourni par la source d'énergie reste sinusoïdal. Ce dispositif facile à mettre en œuvre, et peut être installé en n'importe quel point d'un réseau notamment de basse tension, pour compenser la puissance absorbée par une ou plusieurs charges non linéaires, évitant ainsi la circulation des courants harmoniques dans tout le réseau. Ce mémoire comporte trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présenterons les perturbations, en courant et en tension, des réseaux électriques connectés à des charges dites polluantes. Les origines de cette pollution harmonique, et ces conséquences, les différentes solutions traditionnelles et modernes de filtrage possibles sont présentés : filtrage passif, actif et hybride.

Dans le second chapitre, nous étudions la structure générale du filtre actif parallèle triphasé permettant de compenser les courants harmoniques présents sur les réseaux électriques triphasés à trois fils. Dans ce chapitre nous intéresserons à l'étude , principe de fonctionnement du filtre actif parallèle et la structure du filtre actif parallèle structure en tension et structure en courant ,ces avantage et ces inconviniant,une étude sur la partie puissance du filtre et la partie commande , ainsi que les principaux

INTRODUCTION GENERALE

technique de commande ,et la commande du courant de sortie du filtre actif parallèle(hystérisis,logique flou)

Dans le troisième chapitre, les resultats de simulations seront évalués en utilisant le logiciel de simulation MATLAB qui nous permet d'analyser les performances et la fiabilité du système de compensation des harmoniques par un filtre actif avec une comparaison entre une commande classique et une commande flou adapté par les réseaux de neurones (ANFIS)

En fin, une conclusion générale de ce travail ainsi que des perspectives clôturent le document.

A decorative graphic of a scroll with a light gray gradient and a black outline. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curled over. The text is centered on the main body of the scroll.

Chapitre 01

Perturbations des réseaux électriques

1.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons parler sur les perturbation dans les réseaux électrique, la source de ces perturbation et les solution moderne et traditionnelle.

Généralement, le distributeur d'énergie délivre l'énergie électrique sous forme d'un système triphasé de tensions sinusoïdales. Les paramètres caractéristiques de ce système sont la fréquence, l'amplitude, la forme d'onde, qui doit être sinusoïdale et la symétrie du système triphasé. Mais depuis quelques années, avec l'évolution technologique des composants d'électronique de puissance les distributeurs d'énergie rencontrent plusieurs problèmes liés à l'accroissement du nombre de convertisseurs statiques raccordés aux réseaux de distribution d'énergie. En effet, ces convertisseurs sont des sources polluantes qui absorbent des courants non sinusoïdaux et consomment pour la plupart de la puissance réactive. Les harmoniques générés sont des perturbations permanentes affectant la forme d'onde de la tension du réseau. Ces perturbations se superposent à l'onde fondamentale. Elles ont donc pour conséquence de modifier l'onde de tension ou de courant ce qui se traduit par une dégradation du facteur de puissance et/ou par la génération de courants et de tensions alternatives de fréquence différente de celle du fondamental [2] Depuis quelques années, les convertisseurs électroniques se sont massivement imposés dans le domaine des fortes puissances nécessitant une transformation de l'énergie électrique, ceci grâce à une fiabilité et à des performances accrues par rapport aux convertisseurs électromécaniques [3].

1.2. Les Perturbations Harmoniques

1.2.1. Sources des harmoniques et leurs effets

La prolifération des équipements électriques utilisant des convertisseurs statiques a entraîné ces dernières années une augmentation sensible du niveau de pollution harmonique des réseaux électriques. Ces équipements électriques sont considérés comme des charges non linéaires émettant des courants harmoniques dont les fréquences sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale, ou parfois à des fréquences quelconques. Le passage de ces courants harmoniques dans les impédances du réseau électrique peut entraîner des tensions harmoniques aux points de raccordement et alors polluer les consommateurs alimentés par le même réseau électrique [4]. La cause principale de l'existence des harmoniques de tension, comme on le montrera ultérieurement, est l'injection dans le réseau des courants non sinusoïdaux par des charges non linéaires.

Il s'agit alors de sources génératrices de courants harmoniques qui peuvent être classées en deux types :

1.2.1.1. Sources harmoniques identifiables :

Les équipements dotés de dispositifs à base d'électronique de puissance, notamment les redresseurs et les cycloconvertisseurs de puissances importantes, installés sur les réseaux haute et moyenne tension sont typiquement des sources harmoniques identifiables. Avec ce type de charge non linéaire, le distributeur d'énergie est capable d'identifier le point d'injection des harmoniques et de quantifier la perturbation provoquée.

1.2.1.2. Sources harmoniques non identifiables :

Ce type de générateur de courants harmoniques est principalement représenté par les appareils utilisés dans les domaines électrodomestiques ou tertiaires tels que les téléviseurs et les micro-ordinateurs. Vue leur très large diffusion, ces équipements comportant souvent un redresseur monophasé à diodes avec un condensateur de lissage, prélèvent des courants harmoniques non négligeables.

1.3. Caractéristique de la pollution harmonique :

Différentes grandeurs sont définies pour chiffrer ces perturbations. Parmi celles-ci les plus utilisées sont

1.3.1. Le taux harmonique de rang h :

$$(I.1) \quad S_h = \frac{C_h}{C_1}$$

Ou C_h représente la composante harmonique de rang h et C_1 représente la composante fondamentale.

1.3.2. Le taux global de d

$$(I.2) \quad THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} \frac{C_h^2}{C_1^2}}$$

1.3.2.1. Les Normes Imposées Sur Le THD

Afin de garantir un niveau de qualité de l'énergie satisfaisant en limitant les effets des perturbations harmoniques, les distributeurs d'énergie et les utilisateurs sont amenés à respecter des normes et des recommandations qui définissent les règles relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) définies [5] :

- au niveau international par la CEI
- au niveau européen par le CENELEC
- au niveau français, par l'UTE et le CEF

1.3.3. Le facteur de puissance

Normalement, pour un signal sinusoïdal le facteur de puissance est donné par le rapport entre la puissance active P et la puissance apparente S . Les générateurs, les transformateurs, les lignes de transport et les appareils de contrôle et de mesure sont dimensionnés pour la tension et le courant nominal. Une faible valeur du facteur de puissance se traduit par une mauvaise utilisation de ces équipements. Dans le cas où il y a des harmoniques, une puissance supplémentaire appelée la puissance déformante (D), donnée par la relation (1-3), apparaît comme le montre le diagramme de Fresnel de la figure (1)

Le facteur de puissance (F.P.) devient :

$$F.P = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}} = \cos\varphi_1 + \cos\gamma$$

On voit bien que les harmoniques affectent aussi le facteur de puissance.

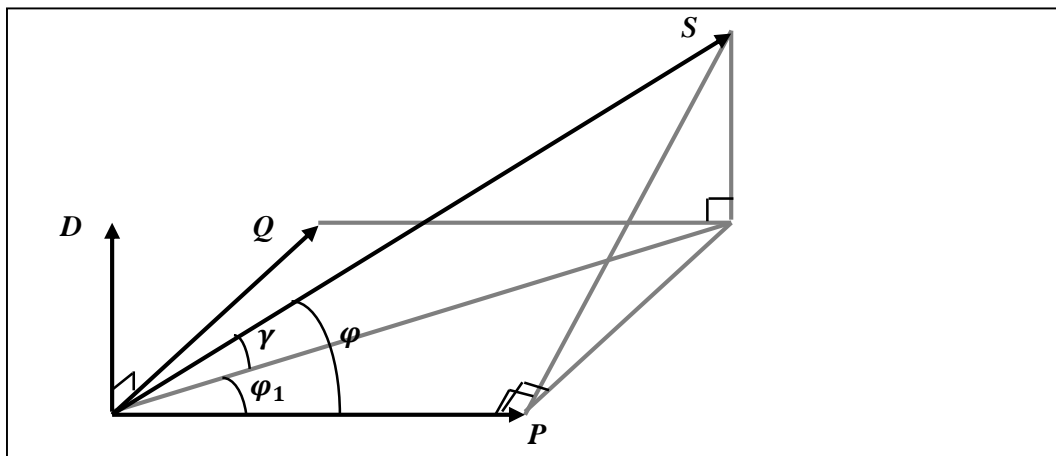


Figure -1 :
diagramme

vectorielle du facteur de puissance.

φ_1 : Le déphasage entre la puissance active et la puissance apparente.

γ : Le déphasage entre la puissance apparente dans le cas d'un système équilibré linéaire S_1 et la puissance apparente dans le cas déséquilibré non linéaire S .

φ : Le déphasage entre la puissance active et la puissance apparente S .

1.4. Déséquilibre du courant et de tension

L'outil principal pour étudier les déséquilibres est les composantes symétriques. Cette théorie a été développée par Charles L. Fortescue à la fin de 1913 [6]. La principale propriété des composantes symétriques réside dans le fait que n'importe quel système triphasé déséquilibré peut être décomposé en trois composantes équilibrées : la composante directe, la composante inverse et la composante homopolaire. Cette décomposition est applicable à n'importe quel système triphasé. Dans le cas particulier du réseau électrique, on l'applique à la tension et au courant.

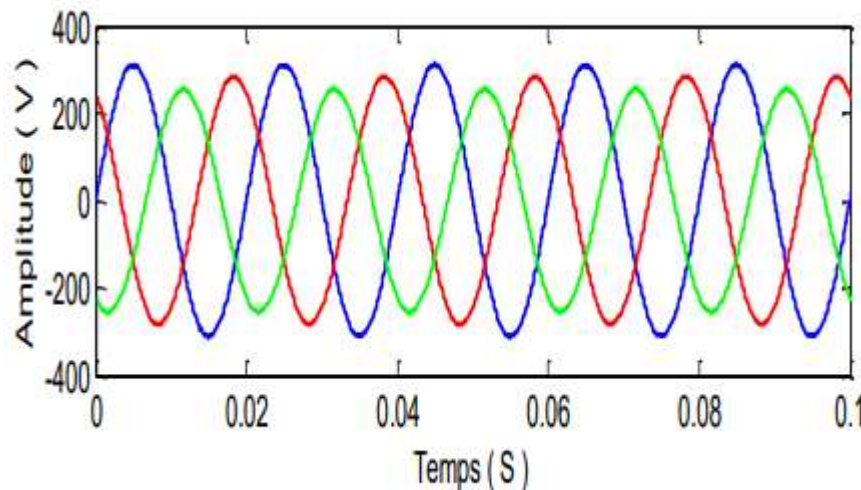


Figure -2 : Cas particulier de déséquilibre du système triphasé de tension

1.5. Solutions de dépollution des réseaux électriques

Deux types de solutions sont envisageables. La première consiste à utiliser des convertisseurs statiques moins ou peu polluants, tandis que la seconde consiste en la mise en œuvre d'un filtrage des composantes harmoniques. La première classe de solutions s'intéresse à la conception tandis que la seconde consiste à compenser les courants ou les tensions harmoniques [7]. Deux groupes de solutions de dépollution pour compenser toutes les perturbations peuvent être distingués : les solutions traditionnelles et les solutions modernes.

1.5.1. Solutions traditionnelles

A fin de dépolluer les réseaux électriques, plusieurs solutions ont été proposées, dont le but est de limiter la propagation et l'effet des harmoniques dans les réseaux électriques [8].

- L'augmentation de la puissance de court circuit du réseau et l'utilisation des convertisseurs peu polluants qui ont pour effet de diminuer la distorsion harmonique.

- L'utilisation de dispositif du filtrage pour réduire la propagation des harmoniques produits par les charges non-linéaires.
- Les filtres passifs: cette solution de dépollution consiste à placer en parallèle sur le réseau d'alimentation une impédance très faible autour de la fréquence à filtrer et suffisamment importante à la fréquence fondamentale du réseau. Parmi les dispositifs du filtrage les plus répandus, On distinguera deux types de filtres assurant la limitation des tensions harmoniques
 - filtre passif résonnant.
 - filtre passif amortie ou passe-haut:

1.5.1.1. Filtres passifs résonants :

Il est constitué par la mise en série d'une inductance, d'une résistance, et d'un condensateur. La figure (2) montre clairement le montage de ce dernier ainsi que leurs impédances en fonction de la fréquence. Ce type de filtre est caractérisé par l'emplacement de trois filtres, deux pour les harmoniques d'ordre inférieurs et un filtre pour les harmoniques d'ordres supérieurs, c'est-à-dire pour un pont triphasé nous avons besoin d'un filtre passe bas pour le cinquième et l'autre pour le septième harmonique et d'un filtre passe haut pour tous les harmoniques au-delà de la 11ème [9].

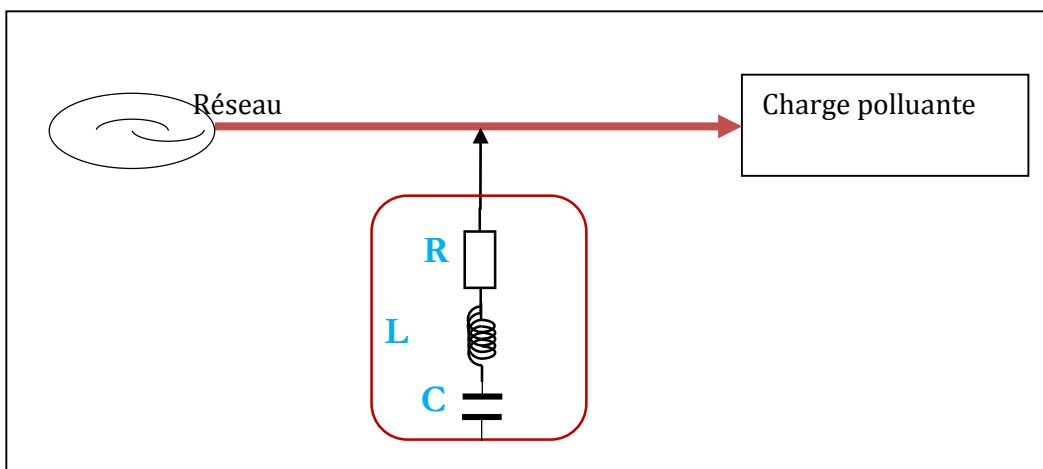


Figure 3: Filtre passif résonnant.

1.5.1.2. *Filtres passifs amortis*

Le filtre amorti peut réduire le risque de résonance non souhaitée, et permet de réduire considérablement la taille du filtre passif [10].

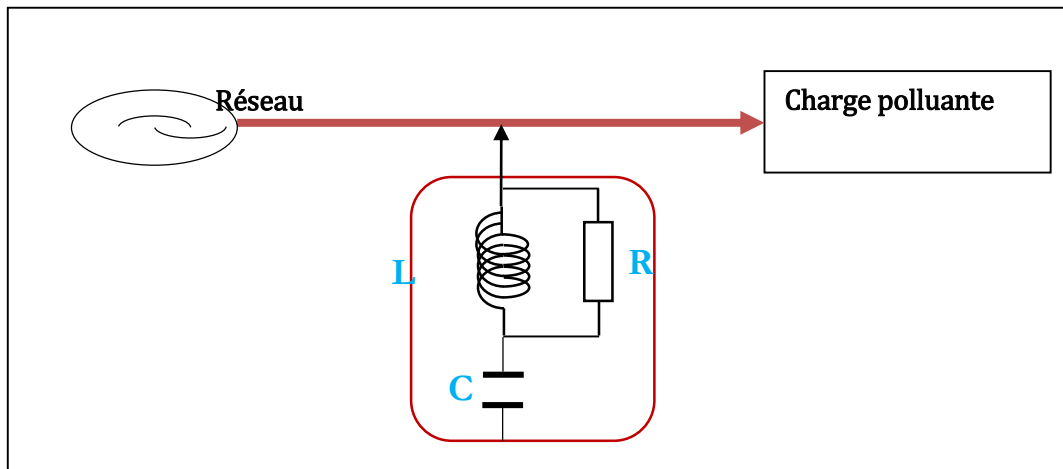


Figure -4: Filtre amorti.

Ces dispositifs sont utilisés pour empêcher les courants harmoniques de se propager dans les réseaux électriques. Ils peuvent aussi être utilisés pour compenser la puissance réactive. Malgré leur large utilisation dans l'industrie, ces dispositifs peuvent présenter beaucoup d'inconvénients :

- Manque de souplesse à s'adapter aux variations du réseau et de la charge.
- Equipements volumineux.
- Problème de résonance avec l'impédance du réseau [8]

1.5.2. **Solution moderne**

La première solution de dépollution consiste à fabriquer la charge la moins polluante possible, comme le pont redresseur dodécaphasé, de manière à réduire le taux d'émission d'harmoniques. Les appareils à prélèvement sinusoïdal sont aussi proposés pour la compensation des harmoniques et de la puissance réactive. Cependant, ces solutions entraînent un coût supplémentaire et demandent plus que le savoir-faire habituel pour les mettre en œuvre. De plus, ces solutions ne résolvent pas les problèmes causés par les charges polluantes qui existent sur le marché [11]

Afin d'accompagner l'évolution des contraintes du fournisseur et du consommateur sans imposer un changement aux installations, une famille de filtres a été proposée comme une solution de dépollution des perturbations en courant.

1.5.2.1. *Filtre actif parallèle*

Le filtre actif parallèle composé d'un onduleur connecté au réseau par l'intermédiaire d'un filtre passif L-R. Il se connecte en parallèle avec le réseau triphasé et injecte en temps réel les composantes harmoniques des courants absorbés par les charges non linéaires connectées au réseau. Ainsi, le courant fourni par la source d'énergie devient sinusoïdal. Ces filtres actifs shunt présentent des avantages et des inconvénients par rapport aux filtres passifs [11] Réseau

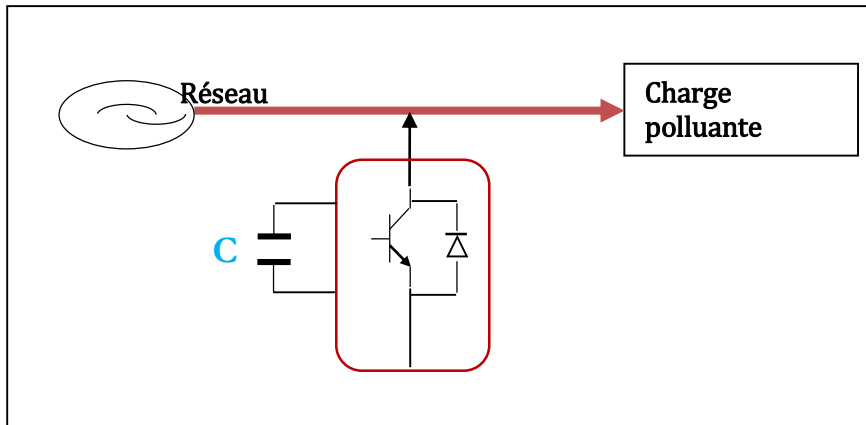


Figure -5: Structure du filtre actif parallèle.

1.5.2.2. *Filtre actif série*

C'est une solution pour protéger les charges sensibles contre les perturbations de tension du réseau électrique. Donc l'objectif (compensateur de tension harmonique) est de jouer le rôle d'une source de tension qui fournit la tension harmonique. Ce type de configuration est indiqué par la figure (-5):

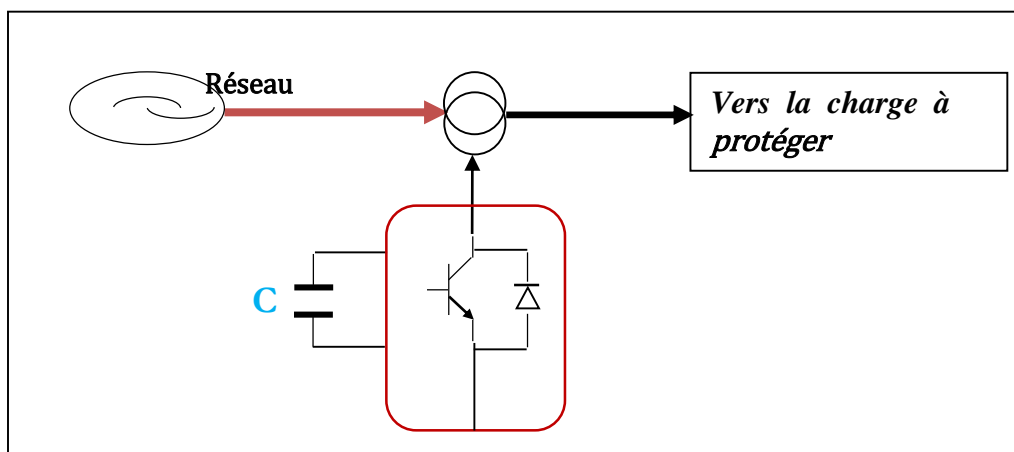


Figure-6 : Structure du filtre actif série

1.5.2.3. La combinaison parallèle-série actifs (UPQC)

Cette combinaison parallèle-série actifs, aussi appelée Unified Power QualityConditioner (UPQC), résulte de l'association des deux filtres actifs parallèle et série, comme le montre la figure (-6) Profitant des avantages des deux filtres actifs, l'UPQC assure un courant et une tension sinusoïdaux du réseau électrique à partir d'un courant et d'une tension perturbés de celui-ci [12].

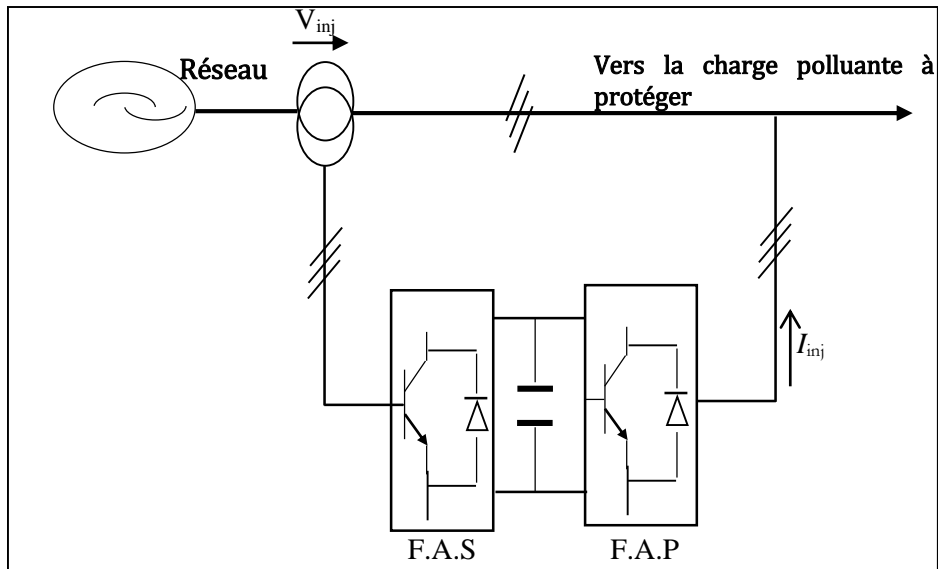


Figure 7: Combinaison Filtre parallèle-série UPQC

1.5.2.4. Filtrage hybride

Afin de réduire le dimensionnement et par conséquent le prix des filtres actifs, l'association de filtres actifs de faible puissance à des filtres passifs peut être une solution. Dans ce cas, les filtres passifs ont pour rôle d'éliminer les harmoniques prépondérants permettant de réduire le dimensionnement des filtres actifs qui ne compensent que le reste des perturbations.*

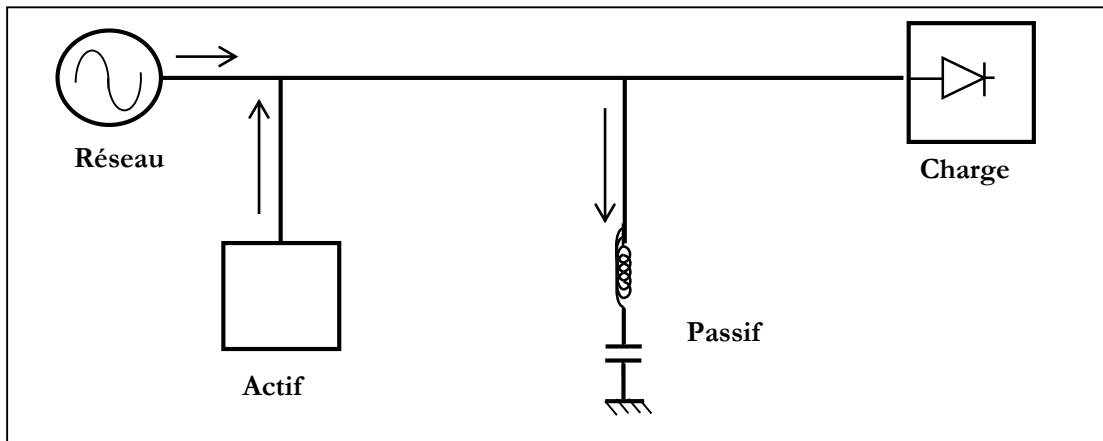


Figure -8 : présente la structure de filtre hybride.

Le filtre actif série connecté en série avec des filtres passifs parallèles :

Le principe de fonctionnement de cette configuration, présentée en figure (1-9) est la même que la précédente avec l'avantage de réduire encore le dimensionnement du filtre actif série car le courant qui le traverse est plus faible [13]. De plus, le filtre actif série est à l'abri d'un éventuel court-circuit de la charge.

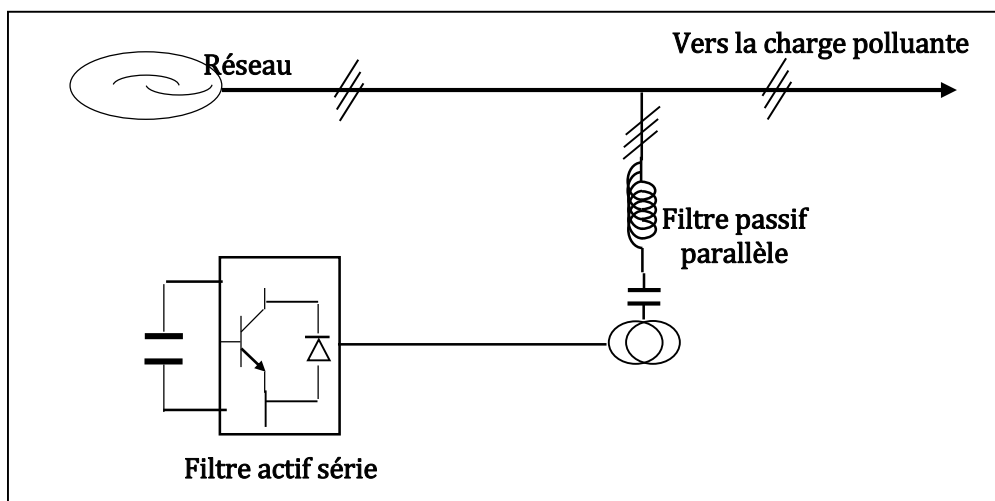


Figure -9: Filtre actif série connecté en série avec un filtre passif parallèle.

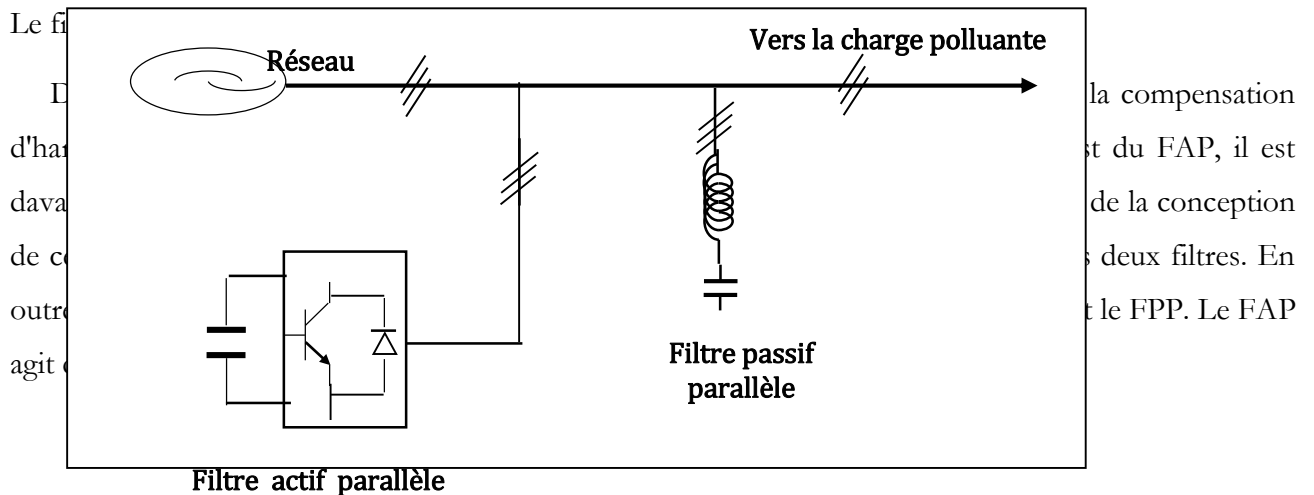


Figure -10: Filtre actif parallèle avec un filtre passif parallèle.

1.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté Les Perturbations Harmoniques et Caractéristique De La Pollution Harmonique. Ensuite Déséquilibre du courant et de la tension. Alors que pour éliminer ces effets, plusieurs solutions traditionnelles et modernes de dépollution ont été présentées. La solution classique à base de filtres passifs est souvent pénalisée en termes d'encombrement et de résonance, de plus elles ne peuvent pas s'adapter à l'évolution du réseau et aux charges polluantes.



Chapitre 02
Structure d'une filtre
Active

2.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons ce focalisé sur le fonctionnement du filtre actif, sa structure, son principe de fonctionnements et les différentes méthodes de commande du filtre.

Traditionnellement, un filtre passif est utilisé pour éliminer les harmoniques, cependant cet équipement de compensation comporte certains inconvénients, pour cela les filtres actifs ont été proposés pour bien améliorer la qualité d'énergie électrique. Une des applications principales de filtres actifs est l'élimination ou la réduction des harmoniques de courant et de tension [15].

2.2. le principe d'un filtrage actif

Le principe du filtrage actif est de compenser les harmoniques présents sur les réseaux électriques en injectant des harmoniques de même amplitude mais en opposition de phase [16].

L'information concernant les courants harmoniques et d'autres variables de système sont transmises à la compensation de (courant/tension) estimateur de signal de référence. Le signal de référence de compensation de l'estimateur conduit le contrôleur du système dans son ensemble et fournit la commande du générateur de signal de déclenchement. La sortie du générateur de signal de déclenchement commande le circuit d'alimentation par l'intermédiaire d'une interface appropriée. Enfin, le circuit d'alimentation dans le diagramme généralisé peut être connecté en configuration parallèle, série ou parallèle –série « filtre actif universelle (UPQC) [12].

2.3.Classification des filtres actifs

Dans la littérature il existe une grande variété de types de filtres actifs. Ils sont classés de différentes manières selon le nombre de phases «monophasés ou triphasés», la technologie de l'onduleur «avec ou sans neutre raccordé», et la topologie «l'onduleur de tension ou de courant» [17].

2.4.Les avantages et les inconvénients d'un filtre actif

Le filtre actif offre de nombreux avantages [18]:

- Il peut compenser plusieurs rangs harmoniques (dans la limite de sa bande passante); il s'adapte automatiquement à l'évolution des charges et du réseau.
- Il est insensible à la variation des caractéristiques du réseau.
- Il n'y a aucun risque de surcharge lorsque le niveau de pollution harmonique à compenser dépasse le dimensionnement du filtre actif, puisque il fonctionne au maximum de ses capacités et tout risque de destruction est écarté; La compensation de la puissance réactive est envisageable.

CHAPITRE 02 STRUCTURE D'UNE FILTRE ACTIVE

- Le risque de résonance (amplification des harmoniques) entre filtre et impédance du réseau, qui existe avec un filtre passif est supprimé.

Toutefois, le filtrage actif présente quelques inconvénients [19]:

- Le filtrage actif n'est possible que dans le cas des réseaux de faible puissance.
- Il permet la compensation de l'énergie réactive, mais à un coût très élevé par rapport au filtrage passif.

2.5. La Structure générale d'un filtre actif parallèle

Nous distinguons donc deux types de filtres actifs parallèles, le filtre actif à structure tension et le filtre actif à structure courant. Le filtre actif se compose de deux parties distinctes: La partie puissance et la partie commande. [20]

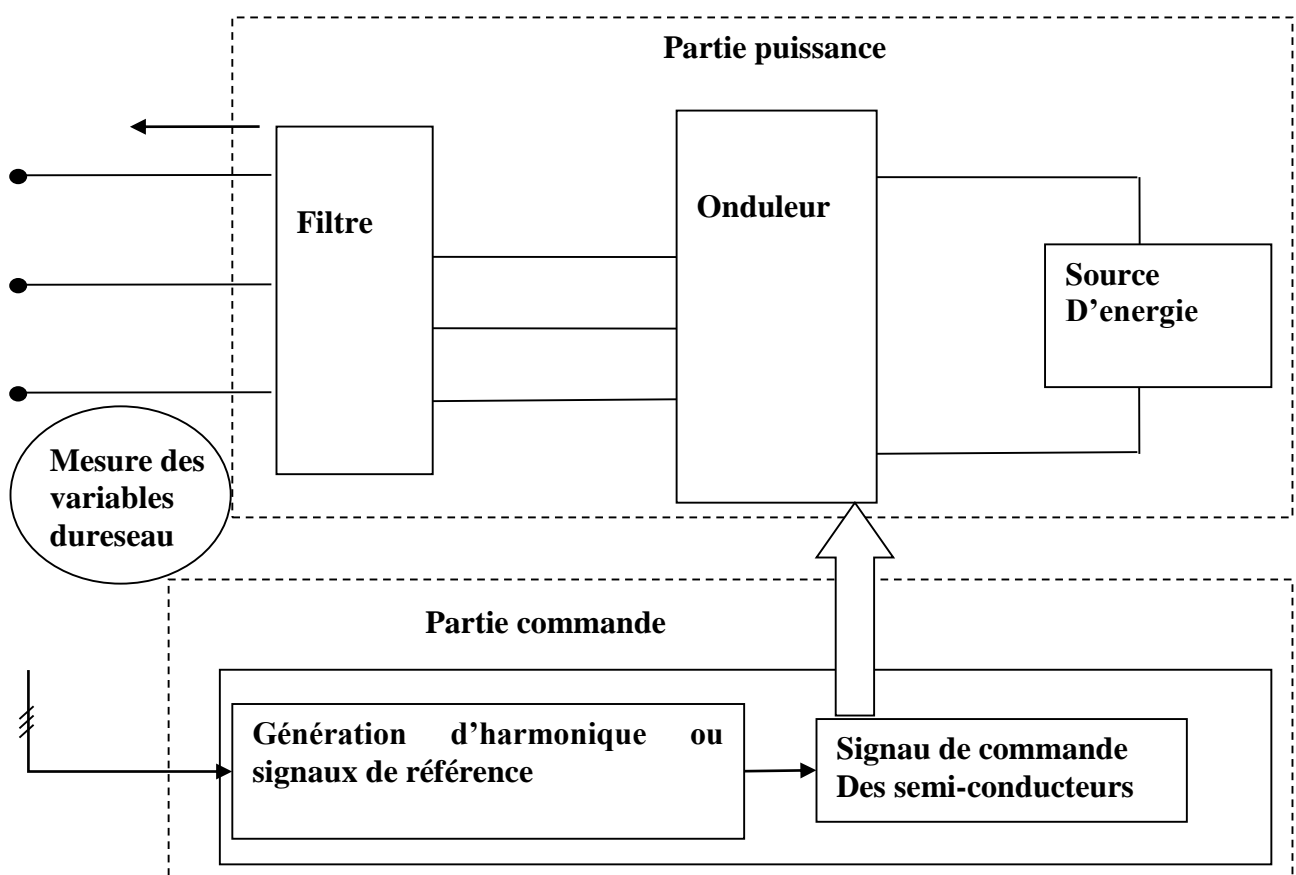


Figure -11 : Structure général de filtre actif parallèle.

La partie puissance qui est constituée :

- D'un onduleur de tension

- D'un circuit de stockage d'énergie, souvent capacitif
- D'un filtre de sortie

La partie de commande qui est constituée :

D'un circuit d'identification des courants perturbés.

- D'un système à base PLL (boucle de verrouillage de phase) qui sera intégré dans la méthode d'identification des courants.

De la régulation de la tension continue appliquée aux éléments de stockage d'énergie.

- De la régulation du courant injecté sur le réseau à partir de l'onduleur de tension

2.5.1. Filtre actif parallèles à structure de tension

La capacité et l'inductance de couplage caractérisent cette structure. L'élément servant de source d'énergie est la capacité qui doit délivrer une tension à valeur quasi constante. La fluctuation de cette tension doit être faible. Elle ne doit pas dépasser la limite de tension supportable par les semi-conducteurs. De plus, pour une inductance donnée, cette tension ne doit pas être inférieure à une certaine limite, car cela affecterait les performances de compensation du filtre actif [21]. L'inductance par laquelle l'onduleur est relié au réseau sert à filtrer les courants harmoniques hautes fréquences [22]. Ces courants harmoniques sont causés par les impulsions de tension générées par l'onduleur. Pour la structure de tension, les interrupteurs sont unidirectionnels en tension et doivent être réversibles en courant. Pour y parvenir, les éléments semi-conducteurs composant l'onduleur doivent être associés en parallèle avec des diodes. Ces semi-conducteurs sont commandés à la fermeture et à l'ouverture. [22]

Cette structure ne permet pas la fermeture simultanée des semi-conducteurs d'un même bras sous peine de court-circuiter le condensateur. Par contre, dans certains cas, ils peuvent être tous les deux ouverts (temps mort). La continuité des courants est alors assurée par la mise en conduction d'une des diodes d'un même bras. En pratique, on commande les deux semi-conducteurs d'un même bras de façon complémentaire : la conduction de l'un entraîne le blocage de l'autre. Les états des interrupteurs équivalents ne dépendent pas du sens des courants. Ils sont uniquement contrôlés par la commande. Le mode où les semi-conducteurs d'un même bras sont ouverts tous les deux n'existe que durant les commutations afin d'éviter les court-circuits [22].

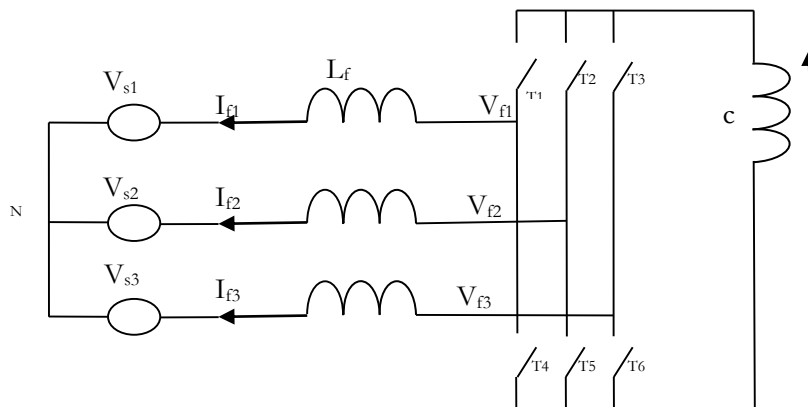


Figure-12: Filtre actif parallèle a structure de tension.

2.5.2.Filtre actif parallèle à structure de courant

L'inductance et le filtre passe –bas de deuxième ordre de sortie caractérisent cette structure L'élément servant de source d'énergie est l'inductance qui doit délivrer un courant continu de valeur quasi constante. Tout comme le filtre à structure de tension, la présence du filtre de couplage sert à filtrer les tensions harmoniques générées par les courants de l'onduleur. Les harmoniques près de la fréquence de résonance du filtre passe – bas sont amplifiés et peuvent causer de graves dommages au montage .Dans le but de prévenir ce phénomène indésirable, des résistances peuvent être insérées dans le filtre passe-bas ou un contrôle approprié du courant, qui tient en compte la dérivée du courant instantané du filtre actif, peut être adopté [21]

Les semi-conducteurs servant d'interrupteur à l'onduleur sont unidirectionnels en courant, mais bidirectionnels en tension. Ces semi-conducteurs se commandent en fermeture en ouverture.

Pour que les états des interrupteurs ne dépendent que des signaux de contrôle, il faut commander un seul composant par demi- pont .Le mode où il y a deux composants d'un demi- pont simultanément conducteurs existe uniquement lors des passages de courant d'une phase à l'autre .Des trois interrupteurs reliés à la même borne de la source de courant continu, il faut qu'il y en ait toujours un fermé pour que cette source de courant ne soit jamais en circuit ouvert [23]

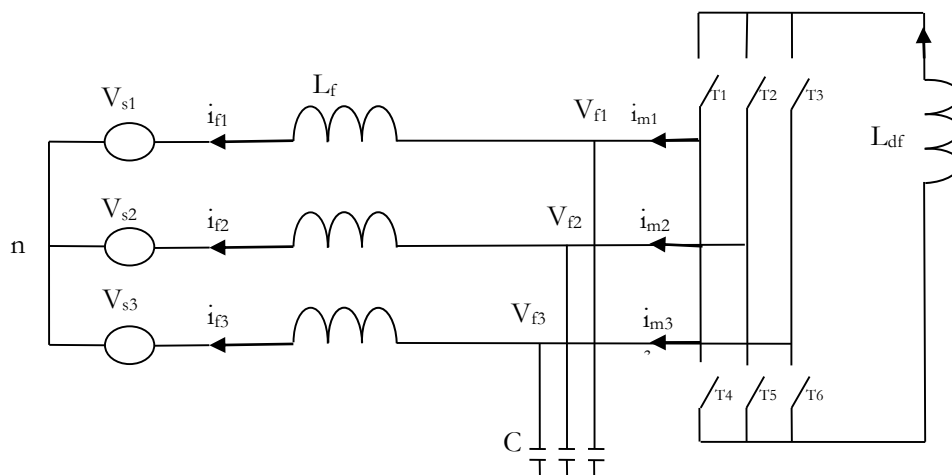


Figure-13: Filtre actif parallèle a structure de courant.

2.6. Les principaux techniques de commandes

Les performances des filtres actifs ou hybrides dépendent très fortement d'une part de plusieurs facteurs :

- de l'algorithme de commande utilisé pour identifier les références de courants ou de tensions.
- du mode de contrôle utilisé (MLI, hystérésis, hystérésis modulée, ...) pour la génération des ordres de commande des interrupteurs de puissance.
- des performances de la boucle de régulation de la tension du réservoir capacitif D'autre part, les performances du filtre actif dépendent également de la technique retenue (analogique ou numérique) lors de la mise en œuvre pratique de la commande. Le filtrage actif exige en effet des performances temps réels élevées lors de l'implantation de la commande, compte tenu des fréquences des harmoniques à générer. Aujourd'hui, les travaux de recherche dans le domaine du contrôle des systèmes électriques s'orientent principalement vers deux technologies numériques lors de l'implantation des commandes : le système de prototypage dSPACE ou la technologie FPGA [24]

2.7. Les principaux régulateurs :

2.7.1. Régulateur proportionnel-intégral (PI) :

Ce type de contrôleur est largement utilisé pour la commande des systèmes linéaires [23]

2.7.2. Régulation proportionnelle

Le rôle du gain K_p est de réduire l'erreur de réglage, qui est inversement proportionnelle à ce gain. Plus le gain est grand, plus l'erreur est réduite et plus la réponse devient de plus en plus oscillatoire [25].

2.7.3. Régulation intégrale

Le rôle principal de l'action intégrale k_{is} est d'éliminer l'erreur statique. Toutefois l'action intégrale est un élément à retard de phase, donc l'augmentation de l'action intégrale (c.à.d. diminué T_i) produit une instabilité car elle déplace le lieu de Nyquist vers la gauche. La valeur optimale est choisie pour satisfaire un compromis stabilité- rapidité [23].

2.7.4. Commande par retour d'état avec intégrateur

Le correcteur par retour d'état ne permet pas de faire le rejet de perturbation (annulation de l'erreur en régime permanent). Ce correcteur est modifié en lui rajoutant une action intégrale de telle façon à assurer le rejet de perturbation [25].

2.7.5. Régulateur flou

La logique floue est introduite par Zadeh en 1987. Elle intervient dans la manipulation des connaissances imparfaites, elle aide à formaliser la représentation et le traitement des connaissances imprécises ou approximatives. L'objectif de l'utilisation du régulateur flou est d'atteindre de meilleurs résultats en les comparant aux régulateurs classiques et d'apporter une éventuelle amélioration de la réponse du système (temps de réponse et dépassement) [23]. il en existe trois type de régulateur flous :

2.7.5.1. Régulateur flou de type Mamdani

La méthode de Mamdani utilise une approche basée sur les connaissances du domaine pour élaborer les règles d'inférences et le choix des fonctions d'appartenance. Une autre méthode permettant de déduire ces règles se fait à partir des connaissances à priori des résultats obtenus avec des régulateurs linéaires classiques [23].

L'étape de fuzzification consiste à définir des ensembles flous pour les variables d'entrées et de sorties. Pour chacune de ces variables, on doit connaître à priori son intervalle de définition. Le régulateur flou reçoit comme entrée, l'erreur et la variation de l'erreur et comme sortie la tension de commande. L'étape d'inférence est l'étape où on établit les règles floues qui permettent d'aboutir à la commande en fonction des valeurs de l'erreur et de la variation de l'erreur. Ces règles peuvent être déduites par

l'expertise de la personne, où peuvent être déduites en utilisant des résultats préalablement acquis avec les régulateurs classiques tels que le proportionnel-intégral (PI), le proportionnel-intégral dérivée (PID). L'étape de défuzzification consiste à obtenir une valeur réelle à partir de la surface obtenue dans l'étape d'inférence. Plusieurs méthodes de défuzzification existent. On peut citer : Centroid, Bisector, Mom, Som, lom [23].

2.7.5.2 Régulateur flou de type Sugeno

La méthode Takagi-Sugeno-Khan est introduite en 1985. Elle est similaire à celle de Mamdani sur plusieurs aspects. Les deux premières parties (moteur d'inférence et fuzzification) sont exactement les mêmes, la différence principale réside à la sortie du régulateur flou (commande u). Dans la méthode de Sugeno, la sortie est de type linéaire ou de type constant [23]

2.7.5.3. Régulateur flou de type ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy-Inference System)

Le système utilise un apprentissage avec minimisation d'erreur de type hybride (mélange entre retropropagation et les moindres carrés) pour optimiser les paramètres du système flou de 1^{er} ordre (système Sugeno). Le principe d'optimisation consiste à récupérer les données à l'entrée et à la sortie du régulateur flou précédemment déterminé avec la méthode de type e et de la Δ Mamdani ou Sugeno. Ensuite ces données seront présentées à l'entrée de ANFIS (AdaptativeNeuro-Fuzzy-InferenceSystems), ces données sont composées des entrées e et cible [23].

2.8. Etude de la partie commande

2.8.1. Identification des courants harmoniques de référence

2.8.1.1. Méthodes du domaine fréquentiel

Cette méthode utilise la transformée de Fourier rapide dans le domaine fréquentiel, pour extraire les harmoniques du courant. Cette méthode est bien adaptée aux charges où le contenu harmonique varie lentement. Elle donne aussi l'avantage de sélectionner les harmoniques individuellement et de ne choisir de compenser que les plus prépondérants. Il est à noter que cette méthode nécessite une grande puissance de calcul afin de réaliser, en temps réel, toutes les transformations nécessaires pour extraire les harmoniques. Les inconvénients les plus importants de ces méthodes sont des résultats moyens en régime transitoire et un volume de calcul et une allocation de mémoire très considérables [12].

2.8.1.2. Méthode du domaine temporel

• Les méthodes du domaine temporel permettent une réponse plus rapide et requièrent moins d'opérations que les méthodes précédentes. Le principe de ce type de méthodes est la séparation du fondamental ou de certains harmoniques du reste des harmoniques par filtrage. Les méthodes les plus importantes sont [24] :

- La théorie P-Q de la puissance instantanée
- . Algorithme du Repère de Référence Synchronisé (SRF)
- . Algorithme de la détection synchronisée (SDA)
- . Algorithme Fryze-Bucholz-Depenbanck (FBD)
- La méthode sinusoidale Généralisée de Fryze (SGF)
- . La méthode basée sur le courant actif
- . La méthode tri-monophasée
- . La méthode basée sur la régulation de la tension

2.8.2. Stratégie d'identification

La stratégie de commande se base sur la détection des courants perturbateurs dans le domaine temporel. Il existe 3 possibilités d'identification des courants perturbateurs

- Identification à partir de la détection du courant de la charge polluante
- Identification à partir de la détection du courant de la source
- Identification à partir de la détection de la tension de la source

La première méthode est la plus utilisée pour le filtre actif parallèle pour compenser les courants perturbateurs causés par les charges polluantes. [24]

2.9. Contrôle des courants du filtre actif

Pour maintenir le courant à la sortie du filtre actif autour de sa référence calculée au chapitre précédent, deux techniques de commande peuvent être utilisées :

-la commande par hystérésis

- La commande par logique floue

L'objectif de la commande, que se soit par logique floue, ou par hystérésis, est de générer les ordres d'ouverture/fermeture des interrupteurs de manière à ce que le courant du filtre actif soit le plus proche de sa référence [12].

2.10. Simulation avant filtrage :

2.10.1. Schéma bloc sous matlab/simulink :

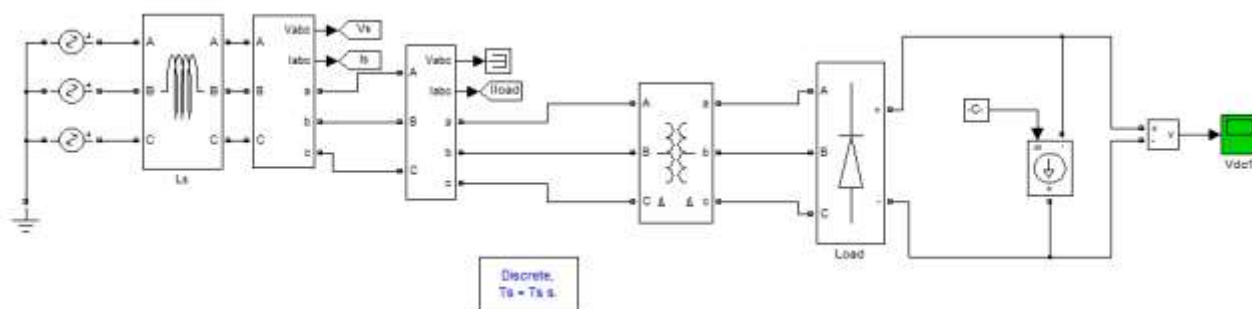


Figure -14: schéma de simulation avant filtrage.

2.10.1. Résultats de simulation

Dans cette section on présente les résultats pour le fonctionnement du réseau sans filtre actif.

2.10.2.1. Tension de source avant filtrage

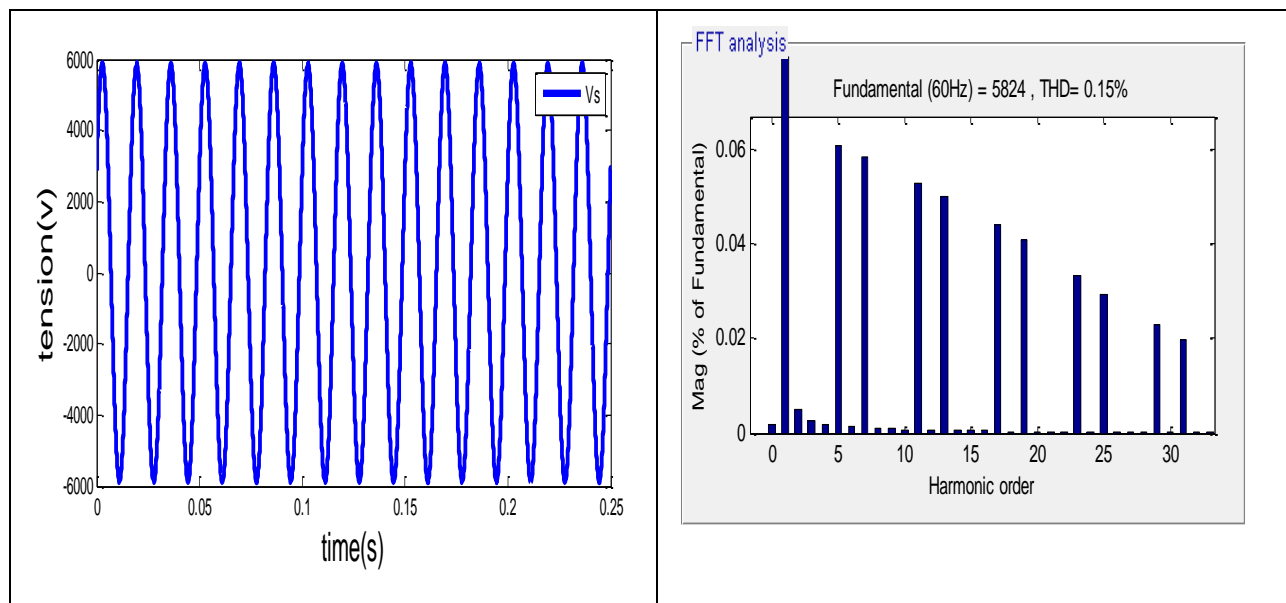


Figure -15 : tension de source et son spectre avant filtrage.

La figure (-15) montre la forme de la tension de la source en fonction du temps et de forme sinusoïdale avec un thd dans les environs de 0.15% ce qui montre que le taux de présence d'harmonique dans le signal de tension est faible.

2.10.2.2.Courant de source avant filtrage :

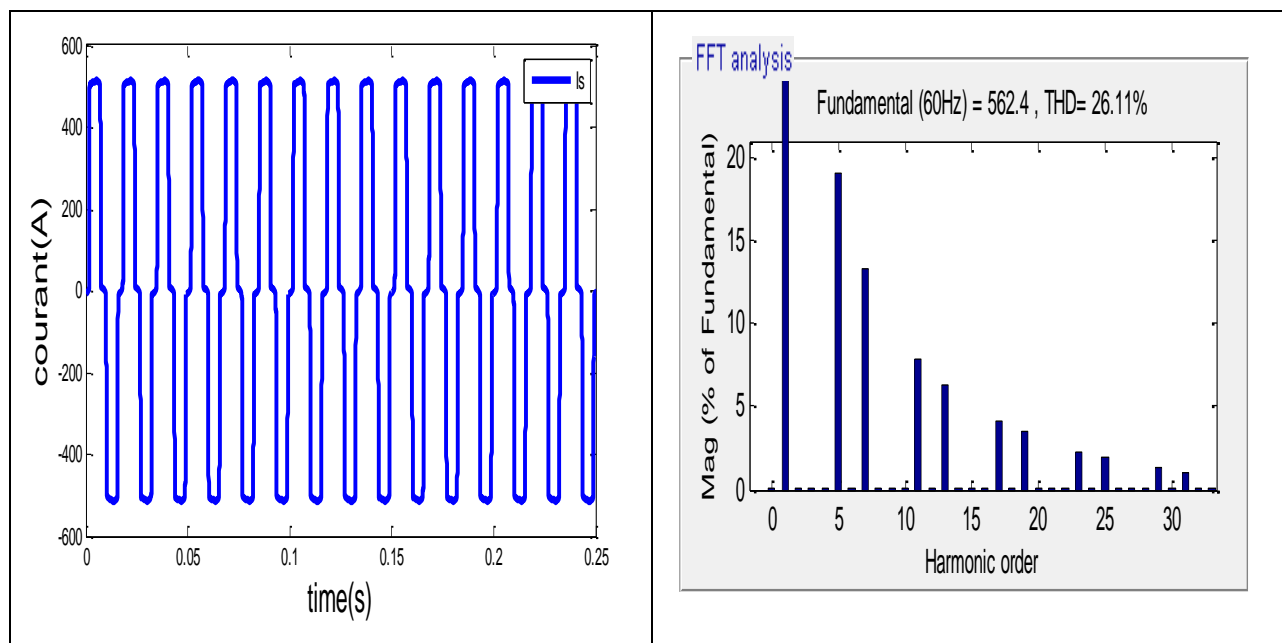


figure-16:courant de source et son spectre avant filtrage.

D'après la figure.(-16)on remarque que la forme de la courbe du courant est de forme sinusoïdale déformer et le Thd et a une valeur de 26.11% ce qui montre que le taux de présence des harmonique dans le signal de courant et élevé.

2.11.Conclusion

Dans ce chapitre, on a évoqué essentiellement la structure générale d'un Filtre actif parallèle triphasé permettant de compenser les harmoniques de courant d'un réseau électrique triphasé et les différente technique qui nous permettons de commander le filtre ensuite on a réalisé une simulation qui nous montre le comportement et les formes d'onde des signaux de courant et dans tension sans l'insertion du filtre.



Chapitre 03

Résultats de Simulation

3.1.Introduction

Dans ce chapitre on va réaliser une simulation qui va nous permettre de faire une étude comparative entre une commande classique par hystérésis d'un filtre actif et une commande intelligente par logique floue.

3.2.La commande a hystérésis et son principe :

La commande conventionnelle par hystérésis est très couramment utilisée de par sa simplicité d'utilisation et sa robustesse. En fait, cette stratégie assure un control satisfaisant du courant sans exiger une connaissance poussée du modèle du système à contrôler ou de ses paramètres.

La figure (16) expose son principe qui consiste à établir dans un premier temps le signal d'erreur, différence entre le courant de référence i_{ref} et le courant produit par l'onduleur i_f . Cette erreur est ensuite comparée à un gabarit appelé bande d'hystérésis afin de fixer les ordres de commande des interrupteurs. Cette commande présente cependant un inconvénient majeur : elle ne permet pas de contrôler la fréquence de commutatif des semi-conducteurs, d'où la présence d'un nombre important d'harmoniques dans les courants générés [26]

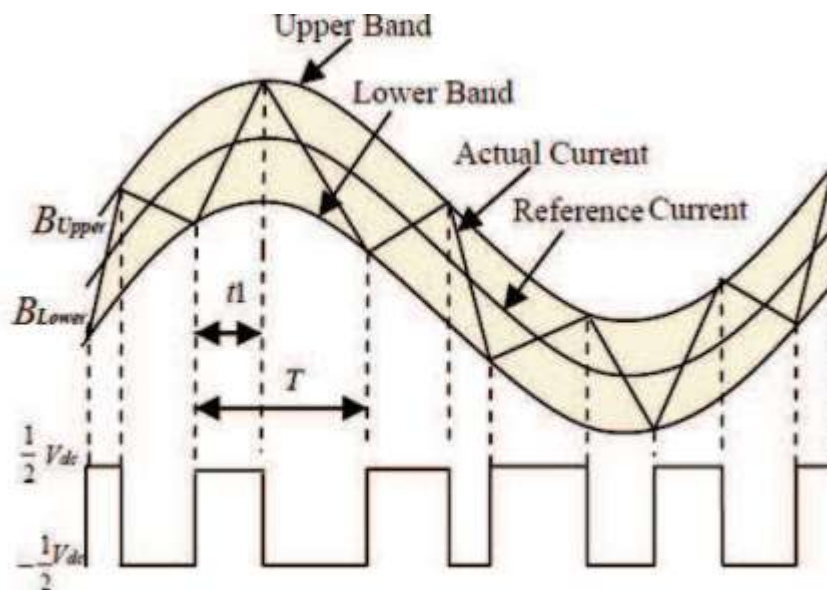


Figure -17 : bande à hystérésis.

3.3.La commande par logique flou et son principe :

Aujourd'hui, la logique floue (en anglais fuzzylogic) est de grande actualité. Il s'agit d'une nouvelle méthode de traitement pour les problèmes de réglage ou de commande.

La commande floue est certainement le domaine d'application de la logique floue le plus utilisé. Son

CHAPITRE 03 RESULTATS DE SIMULATION

but est, comme en automatique classique de gérer un processus selon une consigne désirée, par action sur des grandeurs physiques. Sa particularité est de reproduire le comportement d'un opérateur humain, plutôt que de réaliser un modèle mathématique du système [27].

Un système flou est composé de quatre parties essentielles [28]:

La base de connaissance constituée d'une base de données et d'une base de règles

- Le système d'inférence
- L'interface de fuzzification
- L'interface de défuzzification

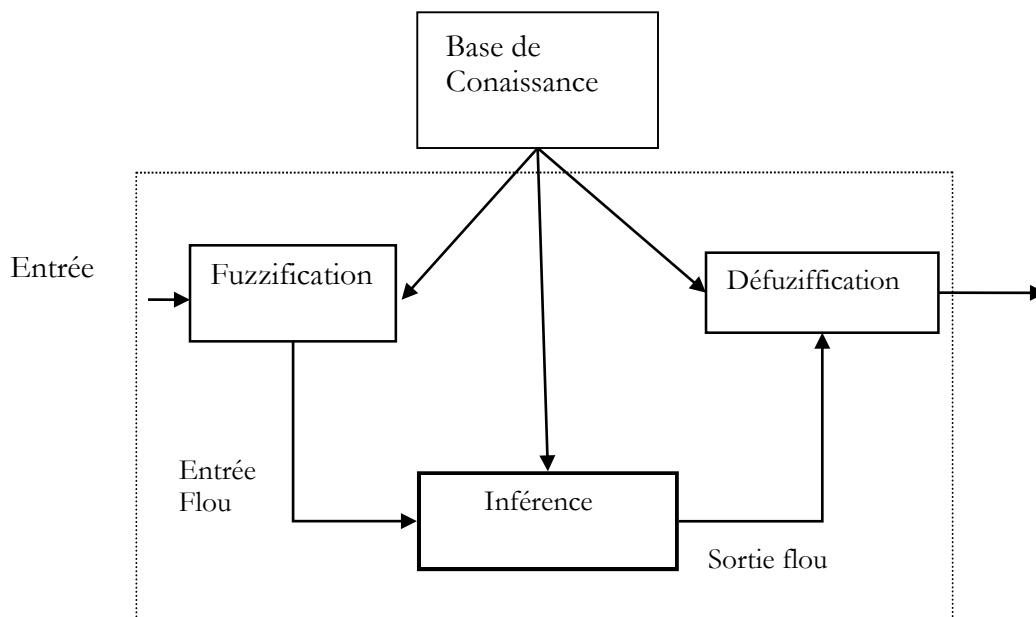


Figure-18 :principe de la logique flou.

3.4.Résultat de simulation

Les modèles et l'ensemble des simulations sont réalisés dans l'environnement Matlab/Simulink. L'objectif est de valider et de montrer l'efficacité de l'utilisation de la commande dans le filtrage actif parallèle appliquée à une charge non linéaire.

CHAPITRE 03 RESULTATS DE SIMULATION

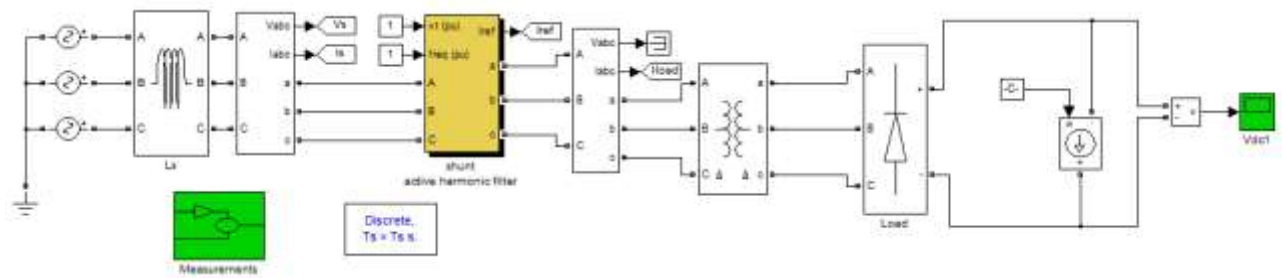


Figure -19: schéma bloc de simulation après insertion du filtre actif.

On va réaliser une étude comparatif entre deux méthode de commande du filtre actif une commande par hystérésis et une commande par logique flou.

La commande par hystérésis

Schéma bloc matlab :

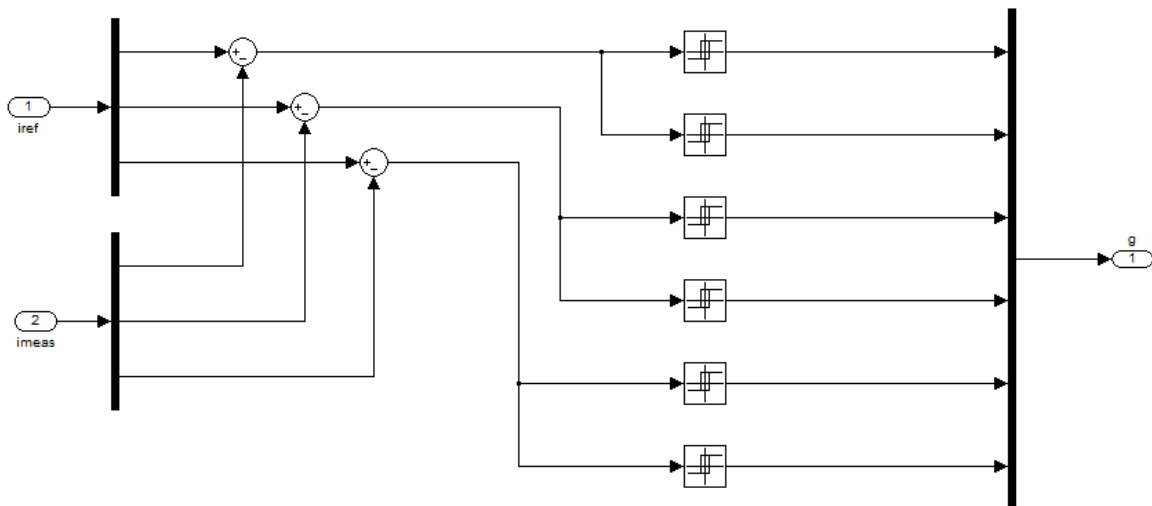


Figure -20 : commande hystérésis.

La commande par logique flou

Schéma bloc matlab :

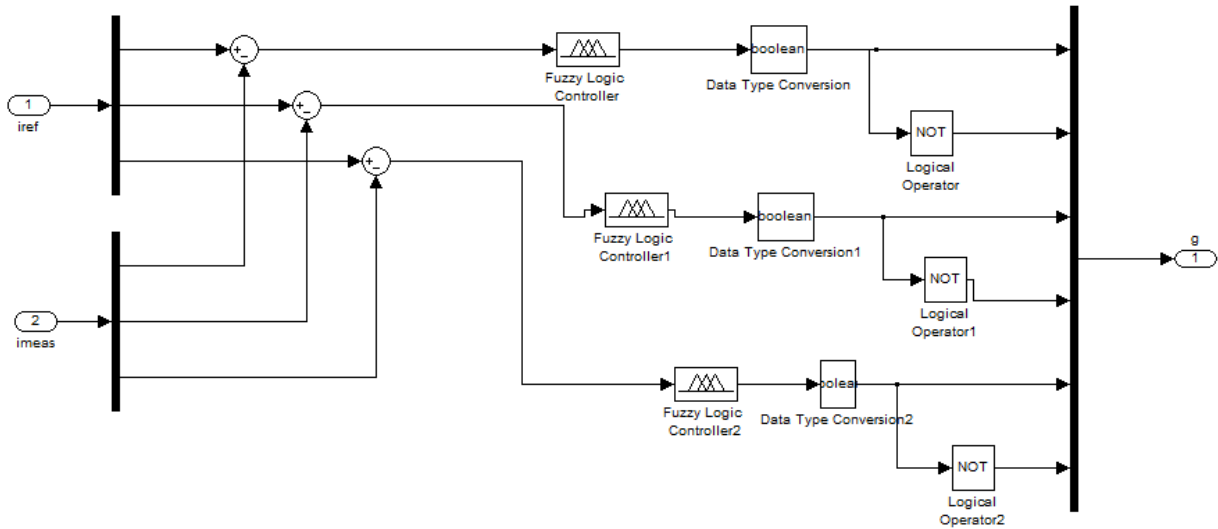


Figure-21: commande par logique flou.

Après simulation par les deux méthodes on obtient les résultats représenté dans les figures si dessous :

3.4.1.La tension de source par les deux méthodes de commande et leur spectre :

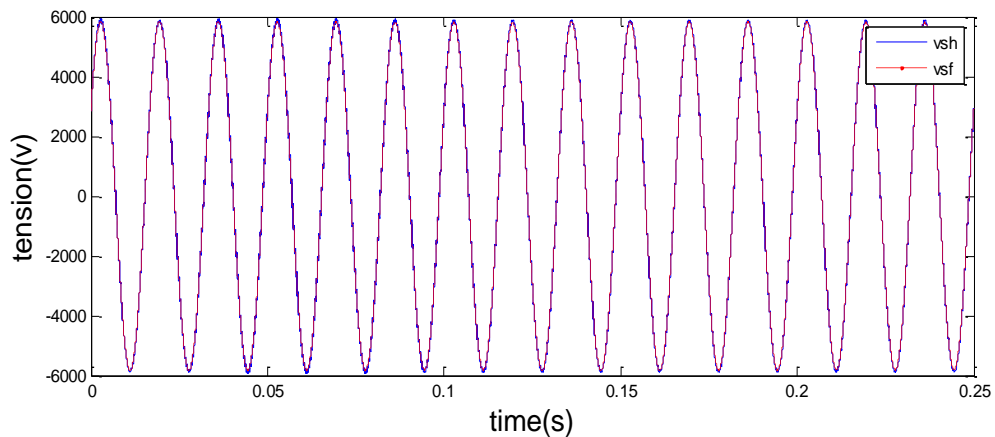


Figure -22 : tension de source.

La figure (-22)present les courbes de tension de source en fonction du temps après simulation par deux technique de commande de l'onduleur (hystérésis, logique flou) on remarque que les deux tensions sont superposé et la forme d'onde de la tension et sinusoïdal.

CHAPITRE 03 RESULTATS DE SIMULATION

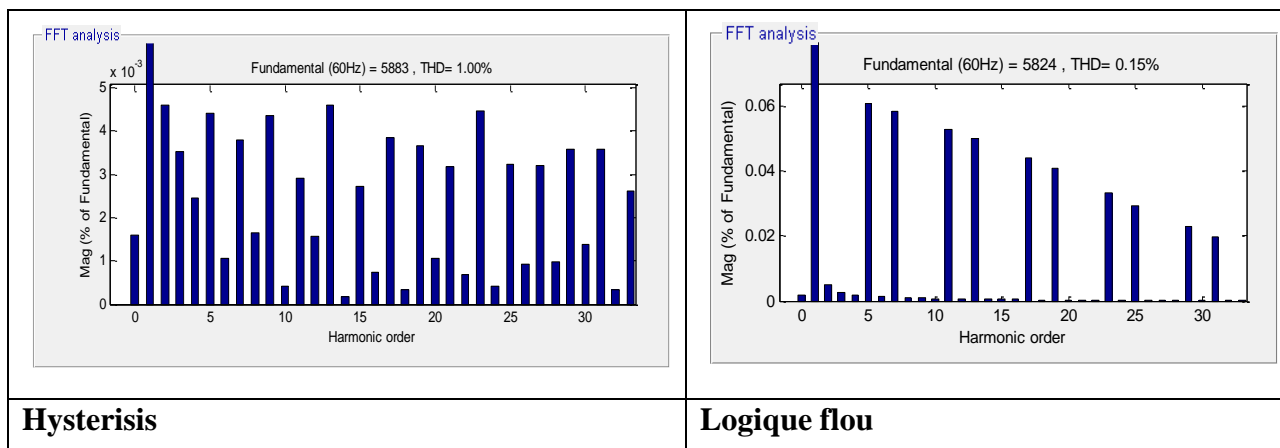


Figure -23: spectre de la tension de source.

D'après l'analyse spectral de la tension de source on remarque que le thd et a une valeur de 1.00% lorsque on a commandé l'onduleur avec la méthode hystérésis et a 0.15% lorsque on a commandé l'onduleur avec la méthode de logique flou.

3.4.2. Courant de source par les deux méthodes de commande et leur spectre :

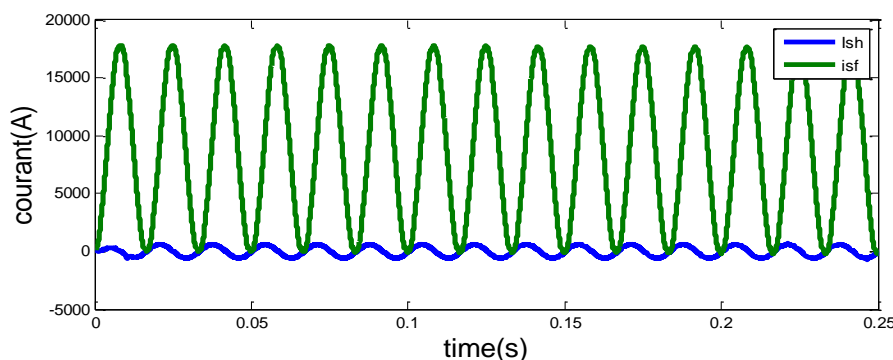


Figure -24 : courant de source.

On remarque d'après la figure (-24) que le courant de source après filtrage par les deux méthodes à donner un résultat et que les forme d'onde sont pratiquement sinusoïdales, on remarque que après l'insertion du filtre le courant de source et presque filtrer de toute perturbation harmonique.

CHAPITRE 03 RESULTATS DE SIMULATION

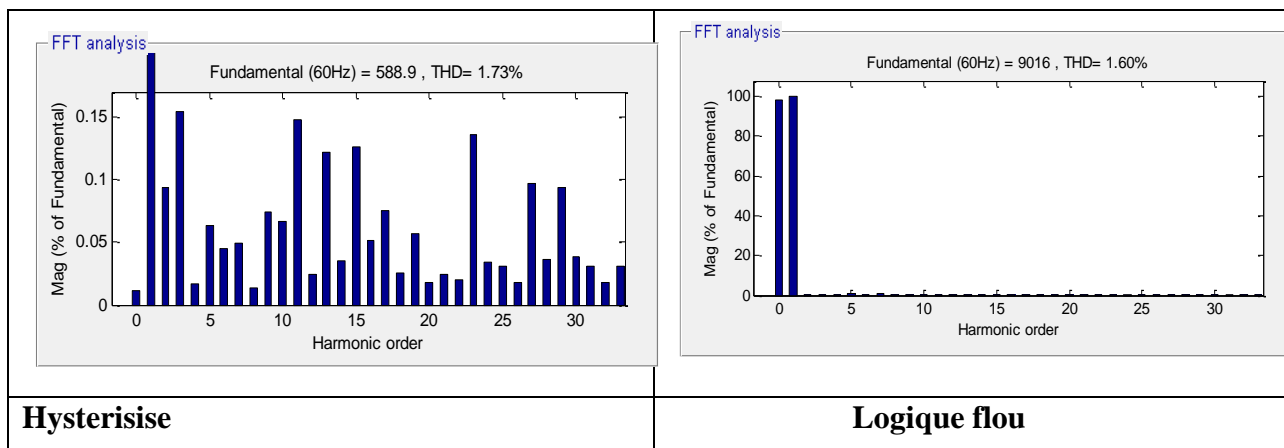


Figure -25:spectre de courant de source.

Figure (-25): le spectre de courant de source montre que le thd après l'insertion du filtre actif et réduit ce qui montre la bonne qualité du filtrage .le filtre a permis de réduire la valeur de thd. Avant l'insertion du filtre le thd a été a une valeur de 26% le filtre actif nous a permet de réduire le thd jusque a une valeur de 1.73% par la méthode de commande par hystérésis , et a une valeur de 1.60% par la méthode de commande logique flou .autrement dit le filtre nous a permis de bien compenser les courant harmonique présent sur le réseau.

3.4.3.Tension et courant du filtre par les deux méthodes :

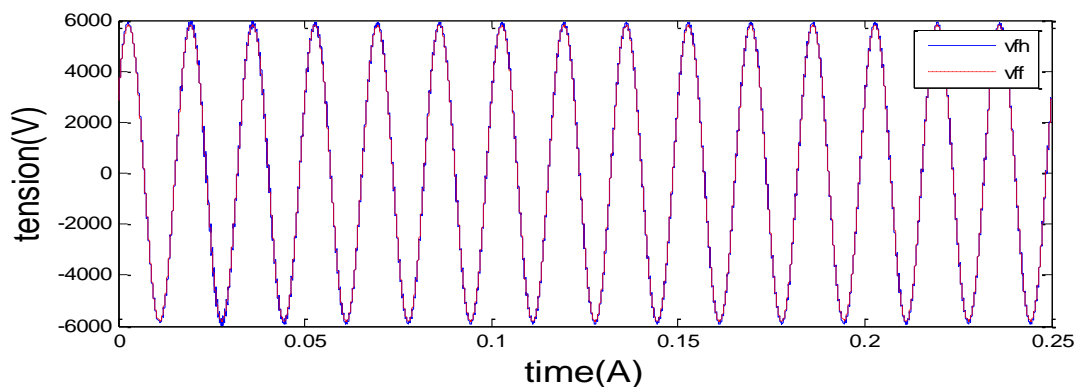


Figure -26 : tension du filtre.

la tension du filtre actif comme le montre la figure (-26)et pratiquement de la même forme que la tension de source.

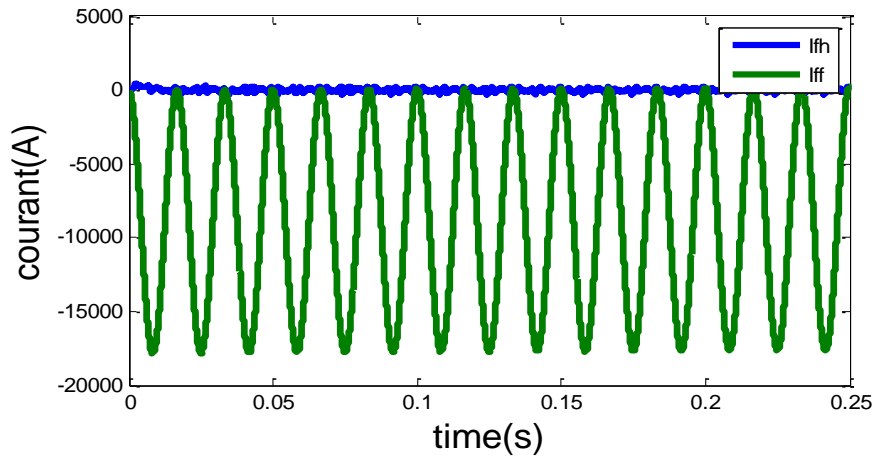


Figure-27 : courant du filtre actif.

La figure 27 montre le courant injecté par le filtre actif par les deux méthodes de commande c'est le courant que injecte le filtre pour la compensation des courant harmonique présents dans le réseau.

3.4.4. Tension de la charge et son spectre par les deux méthodes de commande :

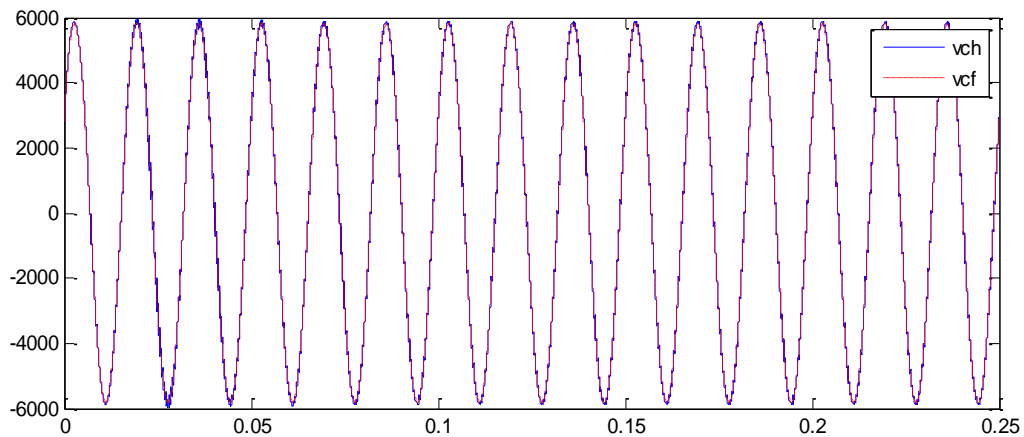


Figure -28: tension de la charge.

On remarque d'après la figure(-28) que la forme d'onde de la tension de la charge et pratiquement la même que celle de la tension de source et celle du filtre actif.

3.4.5. Courant de la charge par les deux méthodes

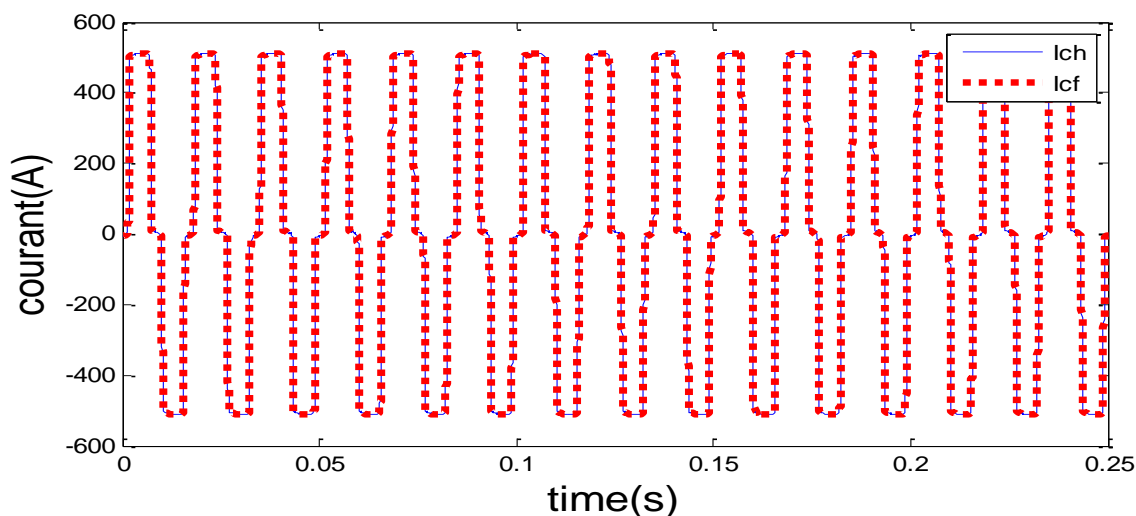


Figure -29 : courant de la charge par deux méthodes de commande.

La figure (-29) montre la forme de courant absorbé par la charge non linéaire on remarque que par les deux méthodes de commande de l'onduleur les deux courants obtenus sont superposés et le courant de charge est pratiquement le même.

Interprétation des résultats obtenus :

Les figures (27, 28, 29) ont montré que :

- Le filtre actif parallèle est une technique moderne pour éliminer les harmoniques de courant.
- La commande par logique floue a donné des résultats satisfaisants et légèrement meilleurs que celle de la méthode de commande à hystérésis.

3.5. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les résultats de simulation et les interprétations obtenues avec deux différentes stratégies de commande de l'onduleur à savoir la commande à hystérésis et la commande par logique floue. On constate que dans les deux cas de commande les courants de lignes délivrés par la source sont sinusoïdaux avec quelques petites composantes à hautes fréquences. On note que la logique floue nous a permis d'avoir des résultats meilleurs par rapport à la commande à hystérésis.

Les évolutions techniques et réglementaires qui ont eu lieu ces dernières années sur le réseau électrique ont donné lieu à des exigences chaque fois plus élevées pour les systèmes à base d'électronique de puissance. Mais le besoin croissant induit automatiquement une multiplication de ces équipements, qui à leurs tours provoquent la pollution du réseau électrique. Ces pollutions sont principalement causées par des charges non linéaires, ces derniers à base de convertisseurs de puissances offrent de l'énergie sous plusieurs formes et sont de plus en plus utilisées dans l'industrie. Pour la dépollution des réseaux de ces perturbation harmonique plusieurs solution sont mise en œuvre pour éliminer et réduire ses perturbation, filtrage passif, filtrage actif, dans notre mémoire en ce baser sur le filtrage actif parallèle.

Dans le travaille présenté on a étudié le rôle du filtre actif dans la dépollution du réseau, et son efficacité , en réalisant une simulation avant filtrage , on remarque le comportement du réseau avant l'insertion du filtre ,puis on a réalisé une autre simulation on commandent le courant de sortie du filtre avec deux méthodes de commande différente une commande conventionnelle par hystérésis et une commande intelligente par logique flous ,et on analyse les résultat obtenu , on a remarqué que lorsque on a commander le filtre par la méthode de logique flou on a obtenu des resultat meilleur que celle de la méthode a hystérésis.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- [1] OMEIRI Amar, « Simulation d'un filtre actif parallèle de puissance pour la compensation des Harmoniques de courant », thèse de doctorat, université d'Annaba, 2007.
- [2] Mohamed MuftahAbdusalam, « Structures et Stratégies de Commande des Filtres Actifs Parallèle et Hybride avec Validations Expérimentales », Thèse de Doctorat, Univ. H. Poincaré, Nancy-I, Mai 2008.
- [3] N. Bruyant, « Etude et commande généralisées de filtres actifs parallèles, compensation global ou sélective des harmoniques, régime équilibré ou déséquilibré ». Thèse de doctorat de l'université de Nantes, France, (1999).
- [4] M. A. E. Alali, Contribution à l'étude des compensateurs actifs des réseaux électriques basse tension, Thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur Strasbourg I, France, (2002)
- [5] Ab. Hamadi, , S. Rahmani « A New Hybrid Series Active Filter Configuration to Compensate Voltage Sag, Swell, Voltage and Current Harmonics and Reactive Power » IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2009) Seoul Olympic Parktel, Seoul, Korea July 5-8, 2009
- [6] I. Etxeberria-Otadui, « Sur les systèmes de l'électronique de puissance dédiés a la distribution électrique – application a la qualité de l'énergie » Thèse de Institut National Polytechnique De Grenoble, 26 septembre 2003
- [7] M. Fatiha, «Etude et Commande d'un Filtre Actif Parallèle à Structure de Tension », Mémoire de Magister, Univ. Oran, Octobre 2001.
- [8] Kamil Mohammed & NouiriSalih, «Commandes non linéaires d'un filtre actif parallèle» Thèse d'ingénieur d'état. Université de M'sila, 2009-2010.
- [9] BENKECHIDA Noureddine, «Identification de courant harmonique généré par une charge non linéaire», mémoire d'ingénieur, université de M'sila, 2005
- [10] BAKHI Hamza, « Commande d'un Filtre Actif Triphasé Shunt par Logique Floue », mémoire de master, universitaire de M'sila, 2015
- [11] M Tidjani, «Stratégies de Commande d'un Filtre Actif Parallèle à Quatre Fils», Thèse de magistère, CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED, 2012 M Tidjani, «Stratégies de Commande d'un Filtre Actif Parallèle à Quatre Fils», Thèse de magistère, CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED, 2012
- [12] Mr. Tadjer Sid-Ahmed, «Etude d'un système de compensation d'harmonique en utilisant un générateur photovoltaïque "GPV" », mémoire de Magister, Université M'Hamed Bougara de Boumerdes, 2008.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [13] M. AlaaEddinAlali, « Contribution à l'Etude des Compensateurs Actifs des Réseaux Electriques Basse Tension », Thèse Doctorat de l'Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 2002
- [14] Steeve Beaulieu, «Etude et mise au point d'un filtre actif d'harmoniques En vue d'améliorer la qualité de l'alimentation électrique », mémoire d'ingénieur, Université du Québec à Chicoutimi, 2007
- [15]. S.P. Litrán « Control strategy for hybrid power filter to compensate unbalanced and nonlinear, three phase loads », EPE
- [16]K.djazia «Etude des filtres actifs pour réseaux déséquilibrés et distordus»these doctorat, université de setif ,2015
- [17]. M. Magraoul « Validation de techniques de commande d'un filtre actif parallèle», Mémoire comme exigence partielle à l'obtention de la maîtrise en génie électrique. Université du Québec 2007.
- [18]. S. Rechka « Etude de méthodes de filtrage des harmoniques dans les réseaux électriques de distribution », Mémoire comme exigence partielle pour l'obtention d'un diplôme de maître en sciences appliquées en génie électrique. Université du Québec à Trois-Rivières 2002.
- [19] HammamidChaouki, «Amélioration de la compensation active du courant harmonique par la commande MLI vectorielle», Thèse de master. Université de M'sila, 2011/2012
- [20]L. Benchaita, S. Saadate et A. Salem Nia, «A comparison of voltage source and current source shunt active filter by simulation and experimentation », IEEE trans. Power Systems., Vol. 14, pp. 642-647, Mai 1999.
- [21] O.Harici, «Etude d'un filtre actif à commande Intelligente », Mémoire de maîtrise, Université de oran, octobre 2012.
- [22] S. Mouttou, « Nouvelles approches de commande d'un filtre actif parallèle à source de courant », Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Trois-Rivières, Octobre 2002.
- [23] A. Hamadi, Contribution a l'etude des filtres hybrides de puissance utilises pour améliorer la qualité de l'énergie dans le réseau électrique de distribution. Thèse de doctorat de l'université du québec (2010
- [24]. : Melle HindDjeglroud, « FILTRAGE ACTIF DE PUISSANCE », Thèse de Doctorat, Université de Constantine ,2007
- [25]: STEEVE BEAULIEU, « Etude et mise au point d'un filtre actif d'harmoniques en vue d'améliorer la qualité de l'alimentation électrique », Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en Ingénierie, Université du Québec à Chicoutimi, Mai 2007
- [26].A. zeouak «comande de filtre actif par logique flou», Mémoire master . Université de Msila 2019.
- [27]T. DEFLANDRE et P. MAURS, « Les Harmoniques sur les Réseaux Électriques », Direction

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

des Etude et Recherche en France -Edition EYROLLES, 1998

[28] HammamidChaouki, «Amélioration de la compensation active du courant harmonique par la commande MLI vectorielle», Thèse de master. Université de M'sila, 2011/2012

Résumé :

Dans ce mémoire nous exposons le problème des perturbations et la dégradation du courant dans les installations électrique, qui découle directement de la prolifération des charges non linéaires, pour le résoudre, nous avons utilisé dans notre travail un filtre actif parallèle, qui injecte l'inverse des courants harmoniques au point de connexion au réseau avec méthode de compensation. Nous mettrons en évidence deux stratégies de commande par hystérésis, et par logique floue. Les résultats de simulation utilisant Simulink de Matlab montrent une réduction du THD conformément à la norme IEEE-519 standard.

Mots clés :

Summary

In this thesis we expose the problem of the disturbances and the degradation of the current in the electrical installations, which results directly from the proliferation of the nonlinear loads, to solve it, we used in our work a parallel active filter, which injects the reverse harmonic currents at the point of connection to the network with compensation method. We will demonstrate two control strategies by hysteresis, and by fuzzy logic. Simulation results using Matlab's Simulink show a reduction in THD in accordance with the IEEE-519 standard.

Key Words :

ملخص

في هذه الأطروحة نعرض مشكلة الاضطرابات وتدهور التيار في التركيبات الكهربائية والتي تنتج مباشرة من تكاثر الأحمال اللاخطية ، ولحلها استخدمنا في عملنا مرشح نشط متوازي يقوم بحقن العكس. التيارات التوافقية عند نقطة الاتصال بالشبكة بطريقة التعويض. سوف نعرض استراتيجيتين للتحكم عن طريق التخلفية والمنطق الضبابي. تظهر نتائج المحاكاة باستخدام محاكاة Matlab's Simulink انخفاضاً في THD وفقاً لمعيار IEEE-519.

الكلمات المفتاحية :