

**République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur
et de la Recherche scientifique**



**Centre Universitaire d'EL-Oued
Institut des Sciences et de Technologies**



**Mémoire de Fin d'Etude
Présenté pour l'obtention du diplôme de**

LICENCE ACADEMIQUE

**Domaine : Sciences et de Technologies
Filière: Génie Électrique
Spécialité: Contrôle et Diagnostic des Systèmes Électriques**

Thème

**Etude d'un convertisseur de
fréquence AC/AC**

Dirigé par:
Zegueb Boubakeur.

Réalisé par:
Zerig abdel ghani
Trad ferhat

Soutenu le 10 Juin 2012

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

dédicace

Je dédie ce modeste & humble travail A mes chers parents, A mes frères, soeurs , oncles, tantes ainsi que leurs enfants, A tous les membres de ma grande famille.

A tout mes profs qu'il m'ont appris durant toutes mes années d'étude .

A tout les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin pour être un jour licence academique en Contrôle et Diagnostic des Systèmes Électriques.

A tous mes collègues sans exception & à toutes les promos 2012 surtout Contrôle et Diagnostic des Systèmes Électriques.

Je vous remercie tous.

Liste des symboles

V_s : la tension de la source

V_M : la tension maximale

V_{moy} : la tension moyenne

V_{eff} : la tension efficace

$\bar{V}_{\text{ch}}$: la tension de la charge

V_{D_i} la tension de la diode($i=1.2.3.4.5.6$)

$V_{D_{\text{inv}}}$: la tension au borne de la diode inverse

$V_{D_{\text{inv max}}}$: la tension au borne de la diode inverse maximale

V_m : Valeur maximale de la tension de référence.

V_p : Valeur de crête de la porteuse.

U_a : la tension compose

U_b : la tension compos

U_c : La tension continue à l'entrée de l'onduleur.

U_f : la tension d'alimentation de l'onduleur.

$\bar{I}_{\text{ch}}$: le courant de la charge

I_{moy} : le courant moyenne de la charge

I_D : le courant au borne de la diode

$I_{D_{\text{max}}}$: le courant au borne de la diode maximale

I_{mod} : Indice de modulation

R : la resistance de la charge

I_f : La composante continue du courant exigé dans la filtrage

f_c : fréquence de coupure dans la filtrage

L_f : l'inductance de filtre

R_f : la résistance interne dans la filtrage

C_f : La capacité du filtre correspond généralement.

Liste des figures

Fig. I.1. Montage d'un redresseur monophasé mono alternance.....	2
Fig. I.2. Forme d'onde d'un redresseur monophasé mono alternance sur charge résistive.....	3
Fig. I.3. Montage d'un redresseur monophasé double alternance (Pont de Graëtz)	4
Fig. I.4. Forme d'onde d'un redresseur monophasé double alternance sur charge résistive.....	4
Fig. I.5. Montage d'un redresseur monophasé double alternance avec transformateur à point milieu.....	5
Fig. I.6. Forme d'onde d'un redresseur monophasé double alternance sur charge résistive.....	6
Fig. I.7. Montage d'un redresseur triphasé mono alternance	7
Fig. I.8. Forme d'onde d'un redresseur triphasé simple alternance sur charge résistive.....	8
Fig. I.9. Montage d'un redresseur triphasé double alternance.....	9
Fig. I.10. Forme d'onde d'un redresseur triphasé double alternance sur charge résistive.....	9
Fig. II.1: Filter L-C	12
Fig. II.2. . Représentation des tensions:	13
a) Source de tension alternative	
b) Tension à la sortie du redresseur	
c) Tension à la sortie du filtre	
Fig. III.1 Représentation d'un onduleur de tension à deux niveaux.....	16
Fig. III.2. Vecteurs tension d'état d'un onduleur à deux niveaux.....	18
Fig. III.3. Représentation de l'onde modulante et l'onde porteuse.....	19
Fig. III.4 . Schéma de simulation de la MLI sius_triangle.....	20
Fig. III.5. Représentation des tensions:	22
a) Tension à la sortie du redresseur	
b) Tension à la sortie du filtre	
c) Tension V_a , V_b , V_c à la sortie de l'onduleur	

Liste des tableaux

Tableau I.1. Caractéristique d'un redresseur monophasé mono alternance sur charge résistive.....	3
Tableau I.2. Caractéristique d'un redresseur monophasé Redressement double alternance (Pont de Graëtz)	5
Tableau I.3. Caractéristique d'un redresseur monophasé double alternance avec transformateur à point milieu.....	6
Tableau I.4. Caractéristique d'un redresseur triphasé simple alternance sur charge résistive.....	8
Tableau I.5. Caractéristique d'un redresseur triphasé double alternance (Pont de Graëtz) sur charge résistive.	10

SOMMAIRE

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

CHAPITRE I

Redressement non commandé

I. 1. Introduction.....	2
I.2. Redresseurs monophasé	2
I.2.1.Redressement simple alternance	2
a). .Montage.....	2
b). Formes d'onde	3
c). Grandeurs caractéristiques.....	3
I.2.2.Redressement double alternance	4
I. 2.2.1. Redressement Pont de Graetz	4
a). .Montage.....	4
b). Formes d'onde	4
c). Grandeurs caractéristiques.....	5
I.2.2.2. Redressement double alternance avec transformateur à point milieu.....	5
a). .Montage.....	5
b). Formes d'onde	6
c). Grandeurs caractéristiques.....	6
I. 3. Redresseurs triphasés.....	6
a). .Montage.....	6
b). Formes d'onde	7
c). Grandeurs caractéristiques.....	8

I. 3. 2. Redressement parallèle double ou en pont.....	8
a). .Montage.....	8
b). Formes d'onde	9
c). Grandeurs caractéristiques.....	10
d). Modélisation du redresseur triphasé double alternance à diodes	10
I.4. Conclusion	10

CHAPITRE II

Filtre L-C

II .1. Introduction.....	11
II.2.. Différents types de filtres.....	11
II.3. Filtre L-C.....	11
II.3.1. Rôle du Filtre L-C.....	11
II.3.2. Modélisation du filtre L-C.....	12
II.4. Resultants de simulation du filtre L-C.....	13
II.3. Conclusion	14

CHAPITRE III

Onduleur triphasé à deux niveaux

III .1. Introduction.....	16
III .2 Principe de fonctionnement d'un onduleur de tension triphasée	16
III.3.1 . La modulation de largeur d'impulsion (MLI).....	18
III.3.2. Principe.....	19
III.2.3. Bloc de simulation en MLI sius_triangle	19
III .3. Conclusion	21
CONCLUSION GENERALE.....	22

INTRODUCTION GENERALE

Nous allons discuter dans la présente note d'étudier la fréquence de convertisseur AC/ AC et à travers ce nous avons passé en plusieurs chapitres , et c'est :

- Redressement non commandé
- Filtre L-C
- Onduleur triphasé à deux niveaux

Dans le premier chapitre, nous allons constater que les signaux sont autant de signes positifs et je n'allais pas où il travaille Redressement rôle important dans la conversion du courant alternatif à tout déplacement continu combat changement négatif est positif, ce qui fait constamment .

Dans le deuxième chapitre que Redresser cela ne suffit pas de se convertir à la tâche en ajoutant un combat continu Filtrage être attaque presque continue que celui-ci est considéré comme les éléments les plus importants dans la couche sur la continuité de référence.

Dans le troisième chapitre, qui convertit le DC / AC on va essayer de présenter les différentes stratégies de commande du redresseur triphasé à deux niveaux. Ou nous expliquons les stratégies de commande : hystérésis, triangulo-sinusoidale, modulation vectorielle type et la modulation calculé.

Ce document comporte troisième chapitres. Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation du redresseur à MLI deux niveaux dans lesquels nous présenterons les modèles de connaissance et de commande.

CHAPITRE I

Redressement non commandé

I.1. Introduction [2]

Un montage redresseur est un dispositif électronique destiné à réaliser la transformation alternatif-continu. Cette transformation trouve son importance en la possibilité qu'elle offre d'alimenter, à partir du même réseau de distribution électrique, à la fois des machines à courant continu et des machines à courant alternatif. Il n'est plus nécessaire alors d'avoir deux sources de production électrique, ce qui est particulièrement intéressant pour des questions de coût mais aussi de poids et d'encombrement dans le cas de matériel embarqué. Le développement des semi-conducteurs de puissance a largement contribué à l'expansion de ces dispositifs qui autorisent la transition de façon sûre, avec des rendements excellents.

I.2. Redresseurs monophasé[1] [2]

I.2.1.Redressement simple alternance

Un redressement simple alternance élémentaire est composé d'une source de tension alternative $V_s(\theta) = V_M \sin(\theta) = 127 \cdot \sin(\theta)$ et d'une diode de redressement placée en série dans le circuit de charge. Pour un redresseur non commandés il est impossible de faire varier les grandeurs électriques en sortie du convertisseur.

a) Montage

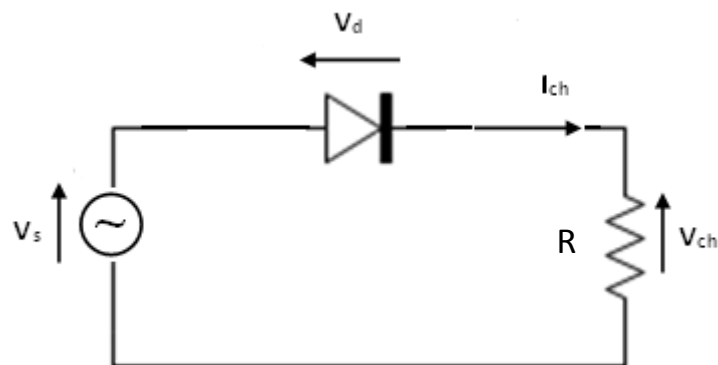


Fig. I.1. Montage d'un redresseur monophasé mono alternance

b) Formes d'onde

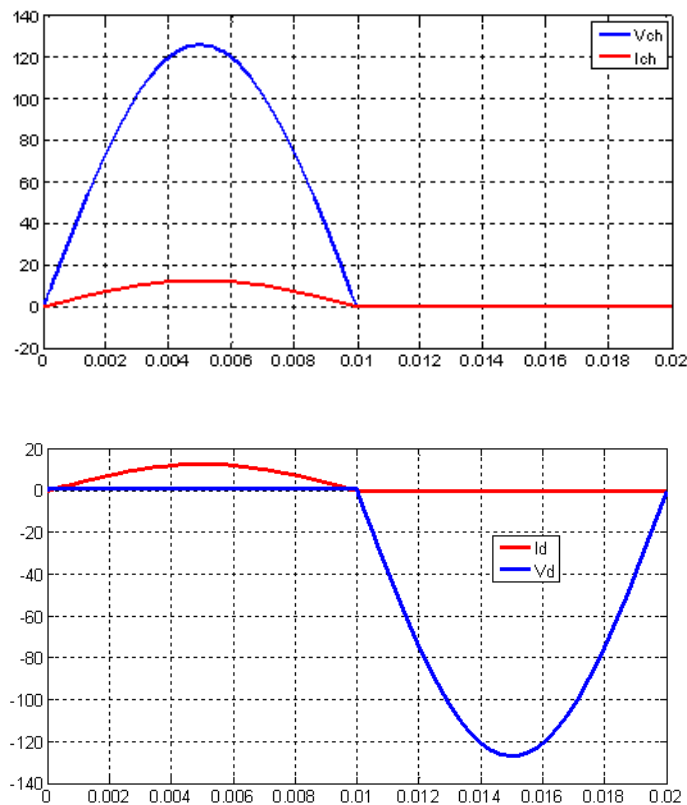


Fig. I.2. Forme d'onde d'un redresseur monophasé mono alternance sur charge résistive

c) Grandeurs caractéristiques

$$\bar{V}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{ch}(t) dt = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} V_M \sin \theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} 0 d\theta \right] = \frac{V_M}{\pi} \quad (I.1)$$

$$\bar{I}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T I_{ch}(t) dt = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} \frac{V_M}{R} \sin \theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} 0 d\theta \right] = \frac{V_M}{\pi \cdot R} \quad (I.2)$$

Valeur moyenne de la tension V_{ch}	$\bar{V}_{ch} = \frac{V_M}{\pi}$
Tension maximale supportée par la diode : $V_{D \text{ inv max}}$	$ V_{D \text{ inv max}} = V_M$
Valeur moyenne du courant I_{ch}	$\bar{I}_{ch} = \frac{V_M}{\pi \cdot R} = \frac{\bar{V}_{ch}}{R}$
Courant maximal supporté par la diode $I_{D \text{ max}}$	$I_{D \text{ max}} = \frac{V_M}{R}$

Tableau I.1. Caractéristique d'un redresseur monophasé mono alternance sur charge résistive.

I.2.2. Redressement double alternance

I.2.2.1. Redressement double alternance (Pont de Graëtz) [2] [3]

a) Montage

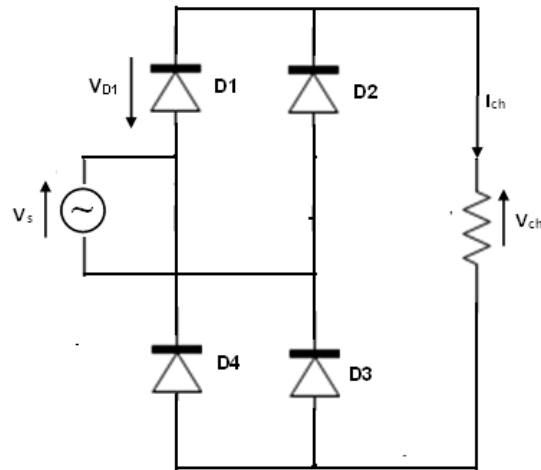


Fig.I.3. Montage d'un redresseur monophasé double alternance (Pont de Graëtz) PD2

b) Formes d'onde

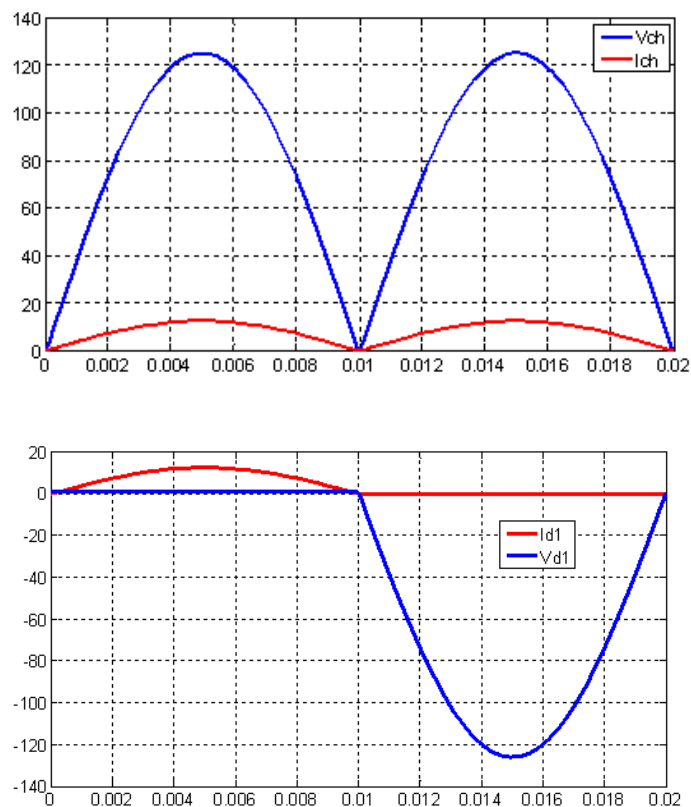


Fig. I.4. Forme d'onde d'un redresseur monophasé double alternance sur charge résistive

c) Grandeurs caractéristiques

$$\bar{V}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{ch}(t) dt = \frac{1}{\pi} \left[\int_0^{\pi} V_M \sin \theta d\theta \right] = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi} \quad (I.3)$$

$$\bar{I}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T I_{ch}(t) dt = \frac{1}{\pi} \left[\int_0^{\pi} \frac{V_M}{R} \sin \theta d\theta \right] = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi \cdot R} \quad (I.4)$$

Le redressement double-alternance améliore le rendement d'un redressement en "récupérant" l'alternance négative de la sinusoïde

Valeur moyenne de la tension V_{ch}	$\bar{V}_{ch} = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi}$
Tension maximale supportée par la diode : $V_{D inv max}$	$ V_{D inv max} = V_M$
Valeur moyenne du courant I_{ch}	$\bar{I}_{ch} = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi \cdot R} = \frac{\bar{V}_{ch}}{R}$
Courant maximal supporté par la diode $I_{D max}$	$I_{D max} = \frac{V_M}{R}$

Tableau I.2. Caractéristique d'un redresseur monophasé mono alternance sur charge résistive.

I.2.2.2. Redressement double alternance avec transformateur à point milieu[1] [2]

a) Montag

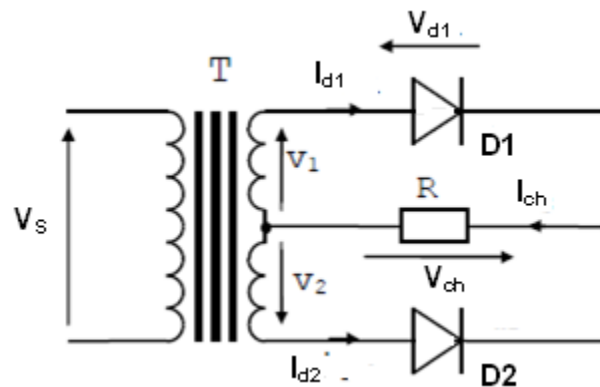


Fig.I.5. Montage d'un redresseur monophasé double alternance avec transformateur à point milieu

b) Formes d'onde

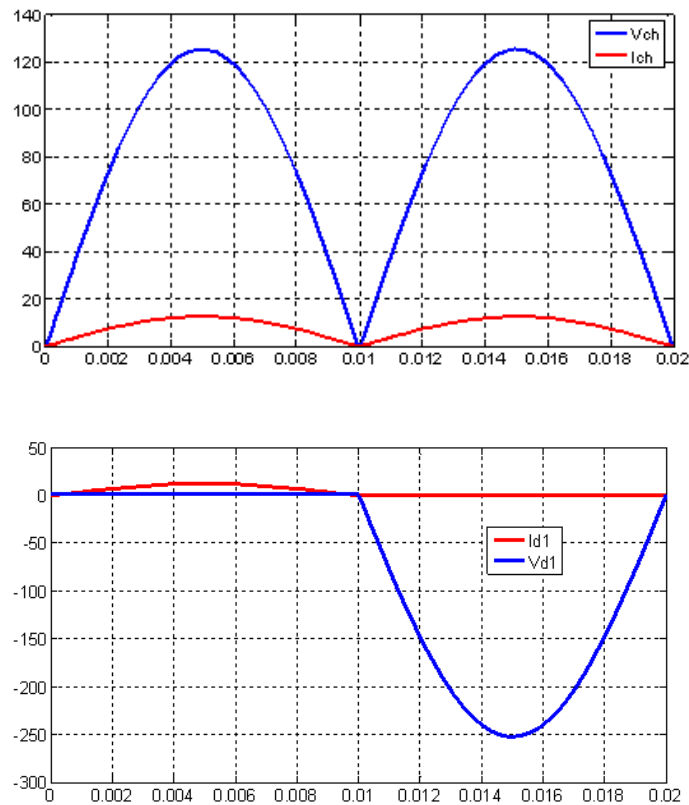


Fig. I.6. Forme d'onde d'un redresseur monophasé double alternance sur charge résistive

c) Grandeurs caractéristiques

$$\bar{V}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{ch}(t) dt = \frac{1}{\pi} \left[\int_0^{\pi} V_M \sin \theta d\theta \right] = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi} \quad (I.5)$$

$$\bar{I}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T I_{ch}(t) dt = \frac{1}{\pi} \left[\int_0^{\pi} \frac{V_M}{R} \sin \theta d\theta \right] = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi \cdot R} \quad (I.6)$$

Valeur moyenne de la tension V_{ch}	$\bar{V}_{ch} = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi}$
Tension maximale supportée par la diode : $V_{D \text{ inv max}}$	$ V_{D \text{ inv max}} = 2 \cdot V_M$
Valeur moyenne du courant I_{ch}	$\bar{I}_{ch} = 2 \cdot \frac{V_M}{\pi \cdot R} = \frac{\bar{V}_{ch}}{R}$
Courant maximal supporté par la diode $I_{D \text{ max}}$	$I_{D \text{ max}} = \frac{V_M}{R}$

Tableau I.3. Caractéristique d'un redresseur monophasé double alternance avec transformateur à point milieu

I.3. Redresseurs triphasé

I.3.1. redresseur triphasé simple alternance [1] [2]

a) Montage

Dans le cas général, les 3 phases, sièges des trois tensions alternatives à redresser, sont couplées en étoile. Grâce à q diodes formant par exemple un commutateur "plus positif", à chaque instant, la borne M est reliée à la plus positive des bornes 1, 2,3. La tension redressée V_{ch} est recueillie entre M et le point neutre N. Dans ce type de redresseur, les diodes effectuent un seul choix. Nous utilisons l'adjectif "parallèle" (P) pour ce type de montage car entre les deux bornes de sortie, on trouve en parallèle les trois voies formées chacune par un enroulement et une diode.

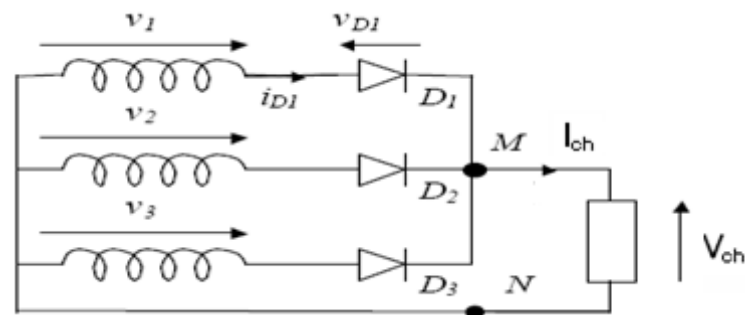


Fig.I.7. Montage d'un redresseur triphasé mono alternance (P3)

a) Formes d'onde

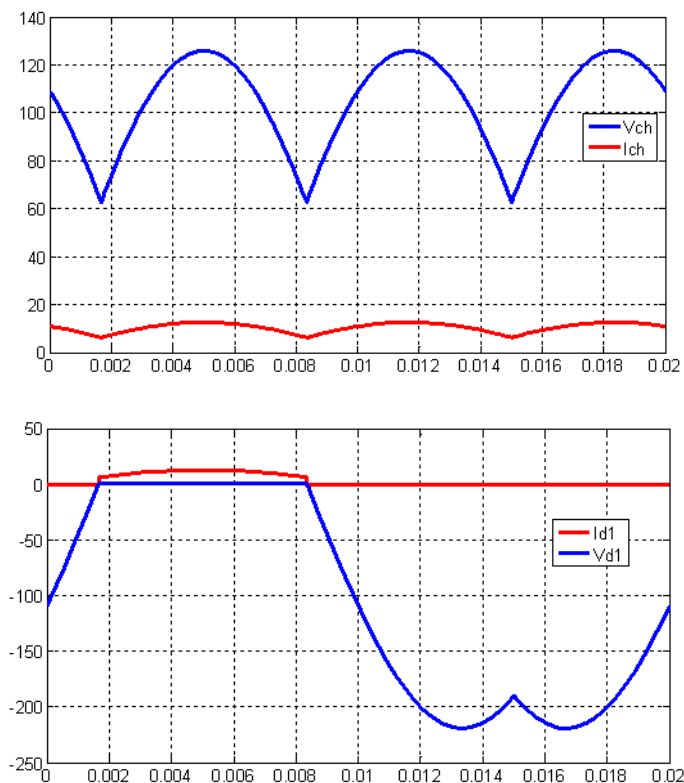


Fig. I.8. Forme d'onde d'un redresseur triphasé mono alternance sur charge résistive

a) Grandeurs caractéristiques

$$\bar{V}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{ch}(t) dt = \frac{3}{2\pi} \left[\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} V_M \sin(\theta + \frac{\pi}{6}) d\theta \right] = \frac{3\sqrt{3}}{2} \frac{V_M}{\pi} \quad (I.7)$$

$$\bar{I}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T I_{ch}(t) dt = \frac{1}{\pi} \left[\int_0^{\pi} \frac{V_M}{R} \sin \theta d\theta \right] = \frac{3\sqrt{3}}{2} \frac{V_M}{\pi \cdot R} \quad (I.8)$$

Valeur moyenne de la tension V_{ch}	$\bar{V}_{ch} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{V_M}{\pi}$
Tension maximale supportée par la diode : $V_{D \text{ inv max}}$	$ V_{D \text{ inv max}} = \sqrt{3} \cdot V_M$
Valeur moyenne du courant I_{ch}	$\bar{I}_{ch} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{V_M}{\pi \cdot R} = \frac{\bar{V}_{ch}}{R}$
Courant maximal supporté par la diode $I_{D \text{ max}}$	$I_{D \text{ max}} = \frac{V_M}{R}$

Tableau I.4. Caractéristique d'un redresseur triphasé simple alternance sur charge résistive

I.3.2. redresseur triphasé double alternance (Pont de Graëtz)

a) Montage

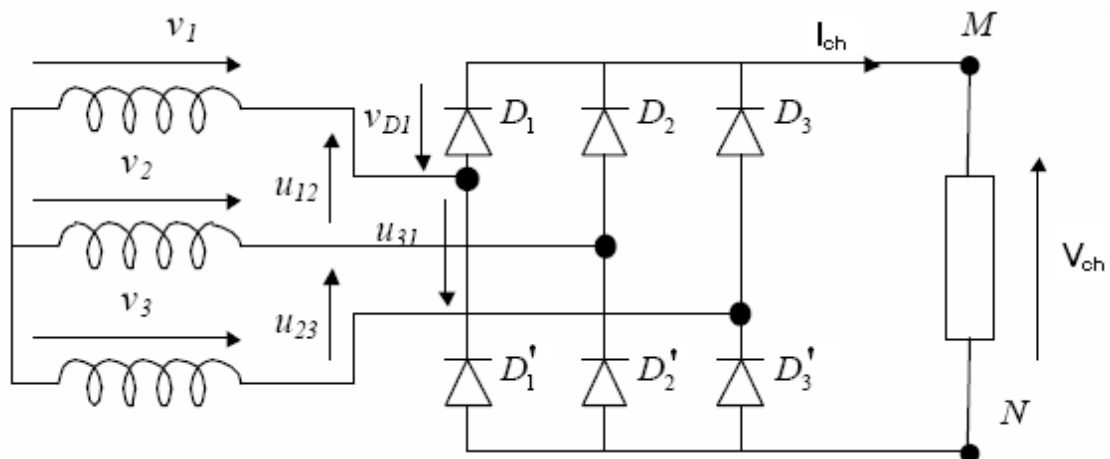


Fig.I.9. Montage d'un redresseur triphasé double alternance

b) Formes d'onde

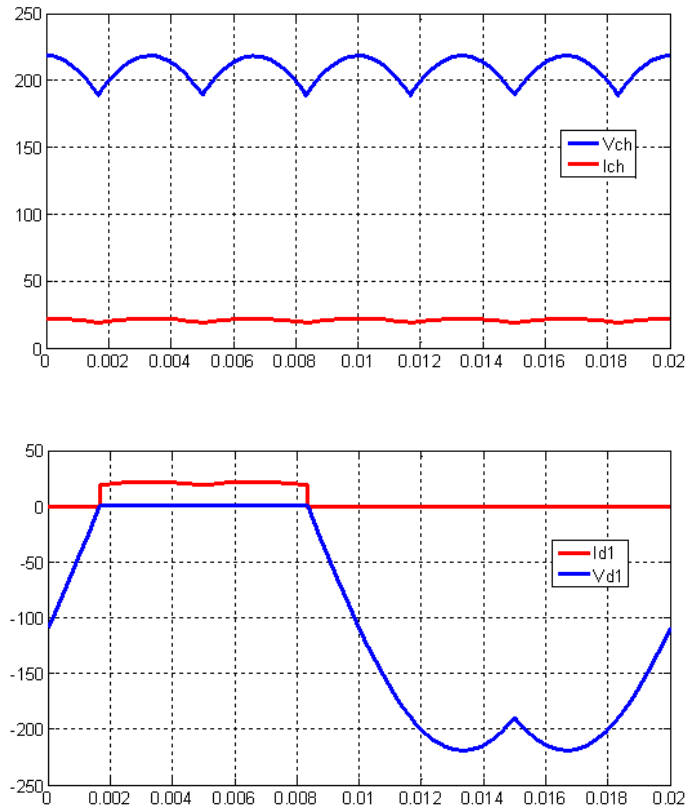


Fig. I.10. Forme d'onde d'un redresseur triphasé double alternance sur charge résistive

b) Grandeurs caractéristiques

$$\bar{V}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{ch}(t) dt = 2 \cdot \frac{3}{2\pi} \left[\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} V_M \sin(\theta + \frac{\pi}{6}) d\theta \right] = 3\sqrt{3} \frac{V_M}{\pi} \quad (I.9)$$

$$\bar{I}_{ch} = \frac{1}{T} \int_0^T I_{ch}(t) dt = \frac{1}{\pi} \left[\int_0^{\pi} \frac{V_M}{R} \sin \theta d\theta \right] = 3\sqrt{3} \frac{V_M}{\pi \cdot R} \quad (I.10)$$

Valeur moyenne de la tension V_{ch}	$\bar{V}_{ch} = 3\sqrt{3} \frac{V_M}{\pi}$
Tension maximale supportée par la diode : $V_{D inv max}$	$ V_{D inv max} = \sqrt{3} \cdot V_M$
Valeur moyenne du courant I_{ch}	$\bar{I}_{ch} = 3\sqrt{3} \frac{V_M}{\pi \cdot R} = \frac{\bar{V}_{ch}}{R}$
Courant maximal supporté par la diode $I_{D max}$	$I_{D max} = \frac{V_M}{R}$

Tableau I.5. Caractéristique d'un redresseur triphasé double alternance sur charge résistive.

c) Modélisation d'un redresseur triphasé double alternance à diodes

Le redresseur triphasé double alternance à diodes comporte trois diodes (D_1, D_2, D_3) à cathode commune assurant l'aller du courant I_d et trois diodes (D_1', D_2', D_3') à anode commune assurant le retour du courant I_d . Le redresseur est alimenté par un réseau triphasé équilibré de tension:

$$\begin{cases} V_a(t) = V_M \sin(\theta) \\ V_b(t) = V_M \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \\ V_c(t) = V_M \sin\left(\theta - \frac{4\pi}{3}\right) \end{cases} \quad (\text{I.11})$$

Si on néglige l'effet d'empiétement, la tension de sortie du redresseur sera définie comme suit:

$$V_{rd}(t) = \text{Max}[V_a(t), V_b(t), V_c(t)] - \text{Max}[V_a(t), V_b(t), V_c(t)] \quad (\text{I.12})$$

I.4. Conclusion [1]

Dans ce chapitre on déduit la transformation alternatif-continu. et trouve son importance en la possibilité qu'elle offre d'alimenter, à partir du même réseau de distribution électrique, qu'aucune technique ne réduit de façon significative ce problème d'harmoniques. Pour calculer un redresseur en pont avec n'importe quel type de récepteur, on peut utiliser les mêmes expressions de calcul du montage à point milieu sauf la tension inverse aux bornes des diodes. L'avantage principal du redresseur en pont par rapport au redresseur à point milieu est qu'il peut fonctionner sans transformateur. Les défauts principaux du redresseur en pont est la nécessité d'utiliser quatre diodes au lieu de deux ainsi les pertes des puissances sont deux fois plus grandes. Cela donne un signal positif car je n'ai pas que nous allons de perles chapitre II, qui travaille pour le règlement des signaux de manière à être continue.

CHAPITRE II

Filtre L-C

II.1. Introduction

Les redresseurs simple alternance et double alternance nous permettent d'obtenir un signal de signe constante composé d'une composante continue (la valeur moyenne) et d'une composante alternative (qui est la somme des signaux sinusoïdaux découlant de la décomposition suivant les séries de fourrier).

Les ondulations autour de la valeur moyenne restent très importantes : 12% en simple alternance, 48% en double alternance pour les charges résistives. Ces ondulations sont de nature à perturber le fonctionnement de certains récepteurs qui ne supportent qu'exclusivement l'alimentation continue (par exemple les moteurs à courant continues).

Aussi a-t-on recours aux dispositifs appelé filtre qui permettent :

- D'augmenter la valeur de la composante continue.
- Réduire l'ondulation autour de la valeur continue.

II.2. Différents types de filtres [3] [4]

Les filtres les plus courants sont les suivants :

- Le filtre capacitif ou filtre de tension : Réserver aux charges de faibles courants.
- Les filtres inductifs ou filtres de courant : Pour les charges appelant les forts courants.
- Les filtres mixtes associant les inductances et les condensateurs pour améliorer les taux d'ondulation des filtres précédents.

II.3. Filtre L-C

II.3.1. Rôle du Filtre L-C

Pour filtrer la tension continue délivrée par le pont redresseur on utilise un filtre (L-C). Le rôle essentiel de ce filtre peut être résumé dans les points suivants :

- Il assure la fourniture du courant sous basse impédance et transitoirement le stockage des impulsions renvoyées par l'onduleur et empêche qu'ils ne soient injectés dans le réseau d'alimentation.
- Il évite les fluctuations importantes de la tension continue d'alimentation délivrée par le redresseur (filtrage des harmoniques de la tension redressée).
- Il limite la vitesse de croissance des courants de court-circuit. En freinant, grâce à l'inductance. L'apport d'énergie extérieur en cas de «rate» de commutation de l'onduleur.

II.3.2. Modélisation d'un filtre L-C

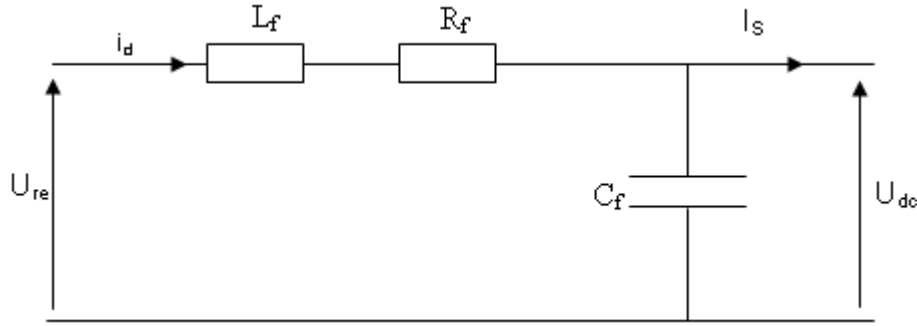


Fig.II.1. Représentation d'un filtre passe bas

Les grandeurs qui interviennent pour fixer le dimensionnement du filtre sont :

- la tension U_f d'alimentation de l'onduleur.
- La composante continue du courant exigé I_f .
- L'ondulation maximale de ce courant est celle tolérée sur la tension U_f dans les plus mauvaises conditions.

Dans un tel filtre l'inductance L_f (de résistance interne R_f) doit le plus souvent correspondre à une valeur élevée s'exprimant en mH.

La capacité C_f du filtre correspond généralement à des valeurs considérables de plusieurs mF le cas échéant

On utilise un filtre passe-bas « LC », pour éliminer les hautes fréquences . Ce filtre est schématisé par la figure (II.1).

Le modèle du filtre est défini par le système d'équation suivant :

$$\begin{cases} U_{re} = L_f \frac{dI_d(t)}{dt} + U_{dc}(t) + R_f \cdot I_d(t) \\ \frac{dU_{dc}(t)}{dt} = \frac{1}{C_f} [I_d(t) - I_s(t)] \end{cases} \quad (\text{II. 1})$$

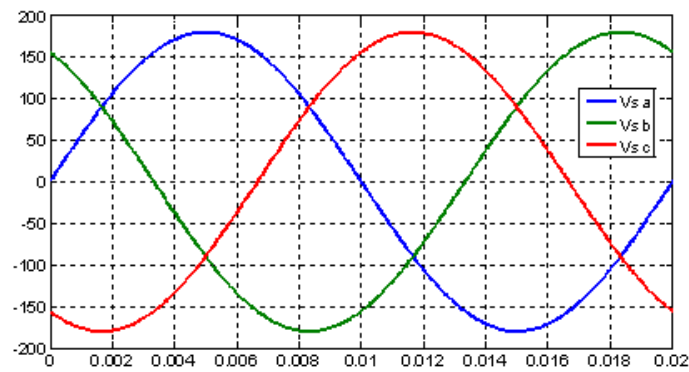
La fonction du transfert du filtre est donnée par :

$$F(S) = \frac{U_{dc}(t)}{U_{rd}(t)} = \frac{1}{1 + (\sqrt{L_f C_f} S)^2} \quad (\text{II. 2})$$

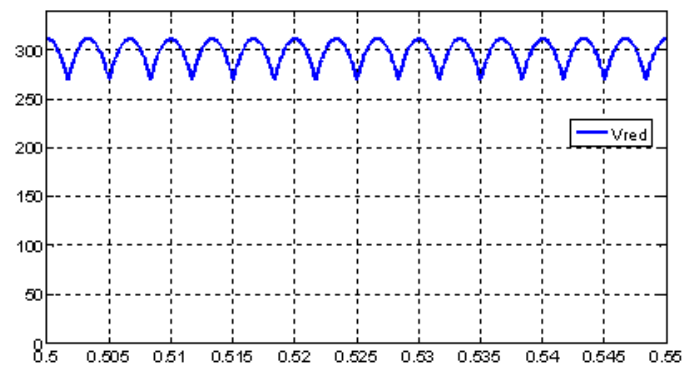
C'est un filtre de deuxième ordre avec une fréquence de coupure égale à :

$$f_c = \frac{1}{\sqrt{L_f C_f}} = \frac{1}{1 + (\sqrt{L_f C_f} S)^2} \quad tt \quad (\text{II. 3})$$

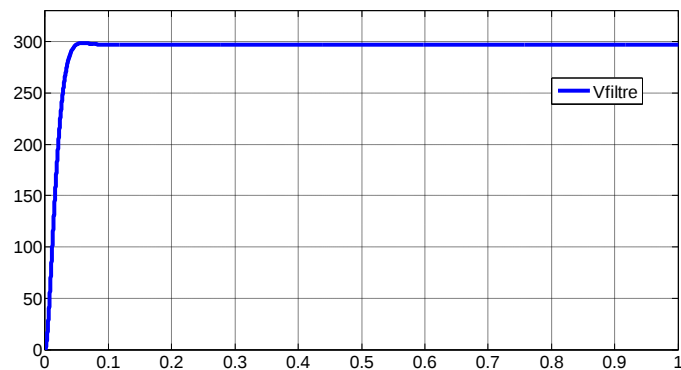
II.4. Resultants de simulation du filtre L-C



a) Source de tension alternative



b) Tension à la sortie du redresseur



c) Tension à la sortie du filtre

Fig.II.2. . Représentation des tensions:

- a) Source de tension alternative
- b) Tension à la sortie du redresseur
- c) Tension à la sortie du filtre.

II.3. Conclusion [4]

dans ce chapitre, nous trouvons que la conversion ne suffit pas que nous entrons dans celui de la continuité de ce chapitre, qui illustre certains des types de Filtre.

La partie filtrage du redressement mono alternance obéit a quelques contraintes :

- sur charge L l'énergie n'est pas disponible a tout moment : ni la tension ni le courant ne sont redressé : on a ainsi du mal a lui apercevoir un domaine d'application.

- sur charge C de l'énergie est disponible a tout moment : Ce circuit est particulièrement adapté si la charge veut voir une tension fixe.

- sur charge R on n'as pas de filtre. Son unique utilité consiste a voir les harmoniques que l'on a créer par l'adjonction de la diode afin de comparer sur le filtrage quelles raie spectrales ont été atténués.

un des gros problèmes de ce type de filtrage c'est qu'avec un filtrage de type inductif ou capacitif, on ne redresse pas courant et tension telle que la puissance instantanée que consomme le charge est nulle dans une partie du cycle. Pour remédier a cela, Cela permettrait d'avoir une puissance instantanée qui ne sera jamais nulle.

.

CHAPITRE III

Onduleur triphasé à deux niveaux

III.1. Introduction [7]

L'onduleur est un convertisseur statique capable de transformer l'énergie électrique d'une source de tension continue en une énergie électrique de type alternative, l'utilisation des onduleurs est très vaste dans l'industrie, tels que les variateurs de vitesse pour les moteurs triphasés, les alimentations de secours.....etc.

Grâce au développement technologique des semi-conducteurs, et l'apparition des nouvelles techniques de commandes les onduleurs sont devenus plus performants. D'autre part la forme de tension de sortie d'un onduleur doit être plus proche d'une sinusoïde pour la quelle le taux d'harmoniques soit le plus faible possible, cette dernière dépend largement de la technique de commande utilise.

III.2. Principe de fonctionnement d'un onduleur de tension triphasée[5] [7]

Un onduleur de tension triphasé à deux niveaux est constitué de trois bras de commutation à transistors ou à thyristor GTO pour les grandes puissances. Chaque bras composé de deux cellules comportant chacune une diode et un transistor, la sortie correspondant au point milieu du bras. Tous ces éléments sont considérés comme des interrupteurs idéaux. Les commandes des interrupteurs d'un bras sont complémentaires. Donc pour chaque bras, il y a deux états indépendants. Ces deux états peuvent être considérés comme une grandeur booléenne.

L'onduleur de tension est alimenté par une source de tension continue d'impédance interne négligeable, sa tension n'est pas affectée par les variations du courant qui la traverse. La source continue impose la tension à l'entrée de l'onduleur et donc à sa sortie [4][5].

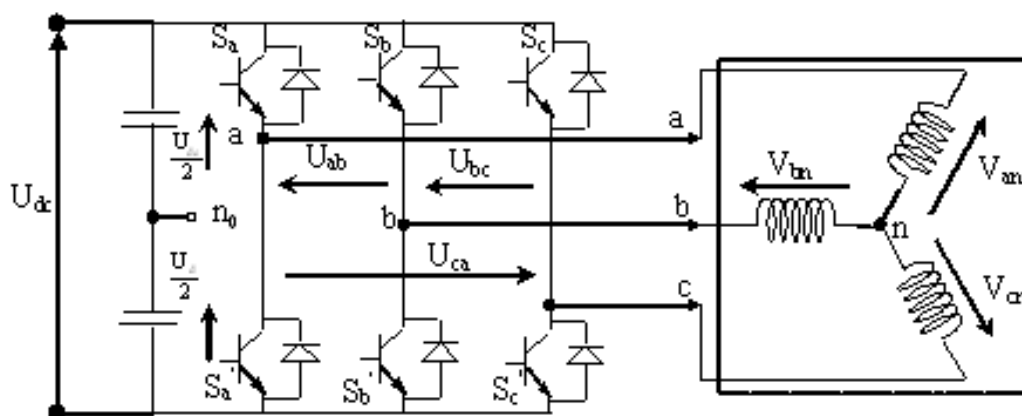


Fig.III.1. Représentation d'un onduleur de tension à deux niveaux

L'état des interrupteurs, supposées parfaites peuvent être défini par trois grandeurs booléennes de commande $S_i (i = abc)$

- Si le transistor supérieur est en conduction, les variables $S_i = 1$
- Si le transistor inférieur est en conduction, les variables $S_i = 0$

Dans ces conditions on peut écrire les tensions de phase $U_{ina,b,c}$ en fonction des signaux de commande S_i :

$$U_{ina,b,c} = S_i U_c - \frac{U_c}{2} \quad (\text{III.1})$$

Les tensions composées des trois phases sont obtenues à partir des relations suivantes en tenant compte du point fictif "o" figure (III.1)

$$\begin{cases} V_{ab} = V_{ao} + V_{oo} \\ V_{bc} = V_{bo} + V_{co} \\ V_{ca} = V_{co} + V_{ao} \end{cases} \quad (\text{III.2})$$

Soit "n" le point neutre du coté alternatif (charge), alors on a:

$$\begin{cases} V_{ao} = V_{an} + V_{no} \\ V_{bo} = V_{bn} + V_{no} \\ V_{co} = V_{cn} + V_{no} \end{cases} \quad (\text{III.3})$$

La charge est considérée équilibrer, il l'en résulte:

$$V_{an} + V_{bn} + V_{cn} = 0 \quad (\text{III.4})$$

La substitution de (III.3) dans (III.4) nous donne:

$$V_{no} = \frac{1}{3} \cdot (V_{ao} + V_{bo} + V_{co}) \quad (\text{III.5})$$

En remplaçant (III.5) dans (III.3) on obtient:

$$\begin{cases} V_{an} = \frac{2}{3} V_{ao} - \frac{1}{3} V_{bo} - \frac{1}{3} V_{co} \\ V_{bn} = -\frac{1}{3} V_{ao} + \frac{2}{3} V_{bo} - \frac{1}{3} V_{co} \\ V_{cn} = -\frac{1}{3} V_{ao} - \frac{1}{3} V_{bo} + \frac{2}{3} V_{co} \end{cases} \quad (\text{III.6})$$

L'utilisation de l'expression (III.1) permet d'établir les équations instantanées des tensions simples en fonction des grandeurs de commande:

$$\begin{bmatrix} V_{an} \\ V_{bn} \\ V_{cn} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot U_{dc} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \end{bmatrix} \quad (\text{III.7})$$

Pour simplifier les calculs et représenter ces tensions dans le plan ($\alpha \beta$) (fig III.3); on applique la transformation triphasée/biphasée respectant le transfert de puissance (transformation de Concordia):

$$\begin{bmatrix} V_{s\alpha} \\ V_{s\beta} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{an} \\ V_{bn} \\ V_{cn} \end{bmatrix} \quad (\text{III. 8})$$

En remplaçant (III.8) dans (III.7) on obtient:

$$\begin{bmatrix} V_{s\alpha} \\ V_{s\beta} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot U_{dc} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \end{bmatrix} \quad (\text{III. 9})$$

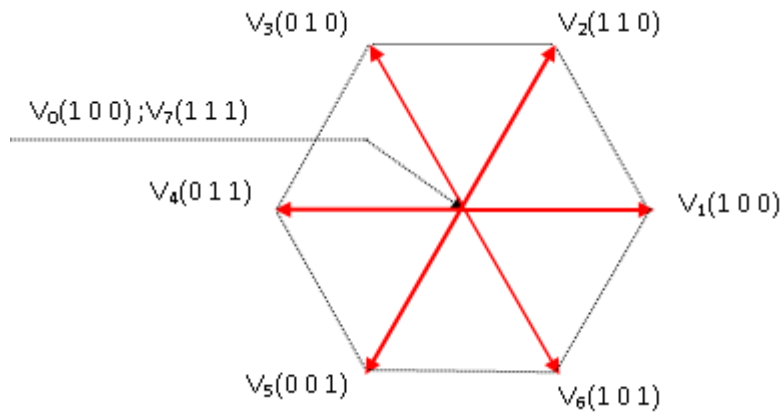


Fig.III.2. Vecteurs tension d'état d'un onduleur à deux niveaux

L'onduleur a pour objectif de générer à sa sortie, des tensions le plus sinusoïdal possible, à cet effet, différentes stratégies de commande permettant de déterminer les trois fonctions logiques S_i ($i=1,2,3$). Dans notre travail technique de Modulation de Largeur d'Impulsions (MLI) sinus-triangle.

III.3.1 . Modulation de largeur d'impulsion (MLI) [5]

Les onduleurs de tension commandés en MLI sont des convertisseurs de type continu-alternatif, à commutation forcée, ils peuvent être associés à la machine synchrone ou asynchrone. Au jour d'hui, cette association est la plus indiquée . Ce type d'onduleur a la particularité d'avoir une très bonne réponse dynamique, avec un faible niveau d'ondulation de couple. De nos jours, c'est le type de convertisseur le plus convoité en raison de l'amélioration apportée sur les composants électroniques et les innovations apportées sur les topologies de convertisseurs tels que les onduleurs multi-niveaux.

III .3.2. Principe[5]

Le principe général consiste à convertir une modulante (tension de référence au niveau commande), généralement sinusoïdale, en une tension sous forme de crêteaux successifs de largeur variable (d'où le nom MLI, modulation de largeur d'impulsion, PWM pulse width modulation en anglais). Les angles de commutation sont calculés de façon à éliminer un certain nombre d'harmonique généré à la sortie de l'onduleur (niveau puissance).

Cette technique repose sur la comparaison entre deux signaux (Fig. III.3):

- Le premier qui est appelé signal de référence $V_{\text{réf}}$ représente l'image de la sinusoïde qu'on désire à la sortie de l'onduleur. Ce signal est modulable en amplitude et en fréquence.
- Le second qui est appelé signal de la porteuse V_{por} , généralement triangulaire, définit la cadence de la commutation des interrupteurs statiques de l'onduleur. C'est un signal de haute fréquence HF par rapport au signal de référence.

Ces deux signaux sont comparés, les résultats de comparaison servent à commander l'ouverture et la fermeture des interrupteurs du circuit de puissance.

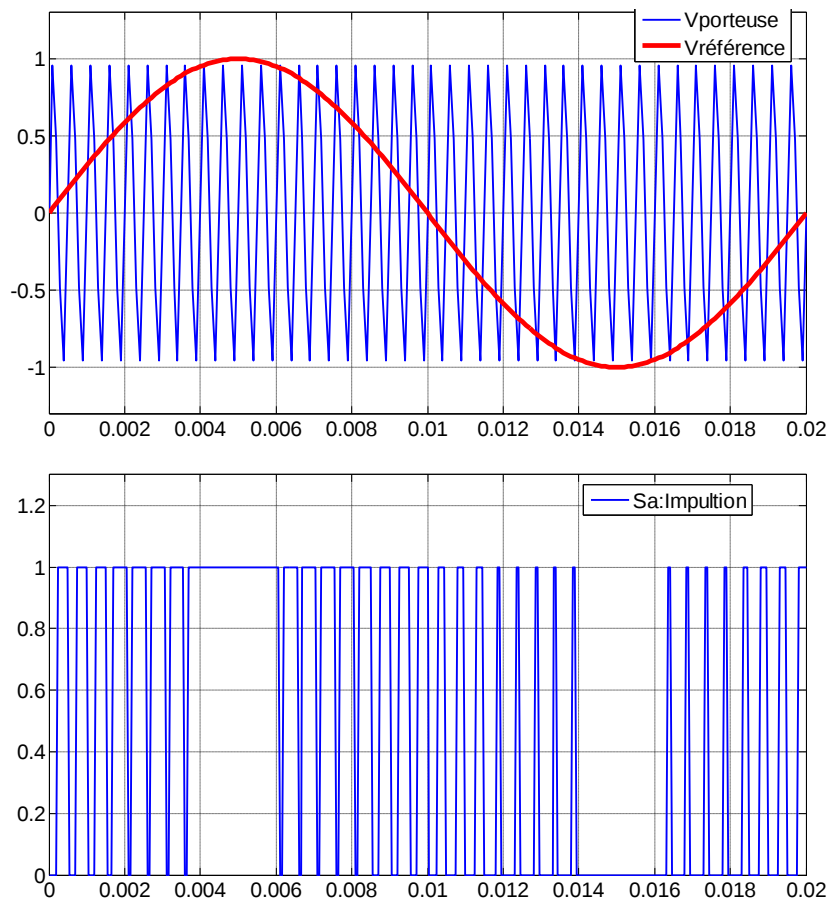


Fig.III.3. Représentation de l'onde modulante et l'onde porteuse

L'intersection de ces signaux donne les instants de commutation des interrupteurs. L'onde en impulsion est meilleure que l'onde rectangulaire si la fréquence:

$$f_{\text{porteuse}} > 20f_{\text{référence}} \quad (\text{III.10})$$

La technique de MLI se caractérise par deux paramètres:

- L'indice de modulation, il permet de déterminer l'amplitude du fondamental de l'onde de modulation de largeur d'impulsion.

$$I_{\text{mod}} = \frac{V_m}{V_p} \quad (\text{III.11})$$

I_{mod} : Indice de modulation

V_m : Valeur maximale de la tension de référence.

V_p : Valeur de crête de la porteuse.

- La valeur maximale de la tension fondamentale (à la sortie de l'onduleur)

$$V_{1\text{max}} = \frac{U_c}{2} I_{\text{mod}} \quad (\text{III.12})$$

U_c : La tension continue à l'entrée de l'onduleur.

La figure (III.4) illustre le schéma de simulation permettant la représentation de la MLI *sius_triangle*.

III.3.3. Bloc de simulation en MLI. [5]

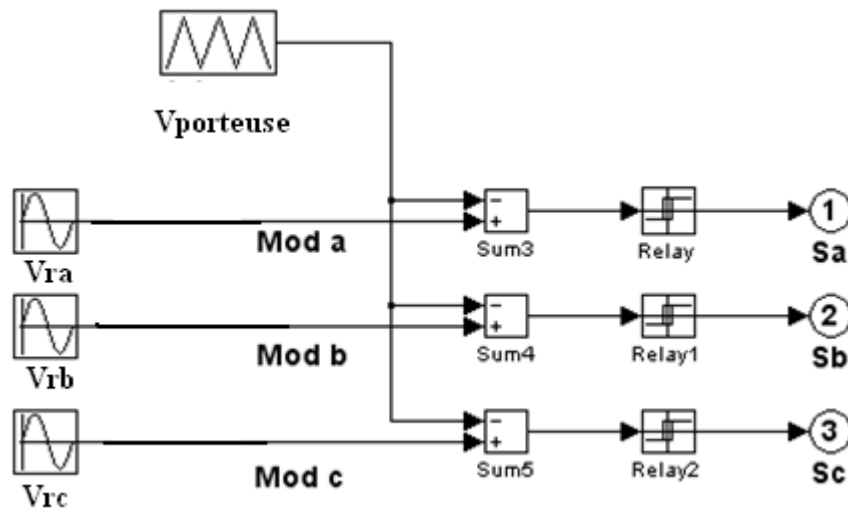
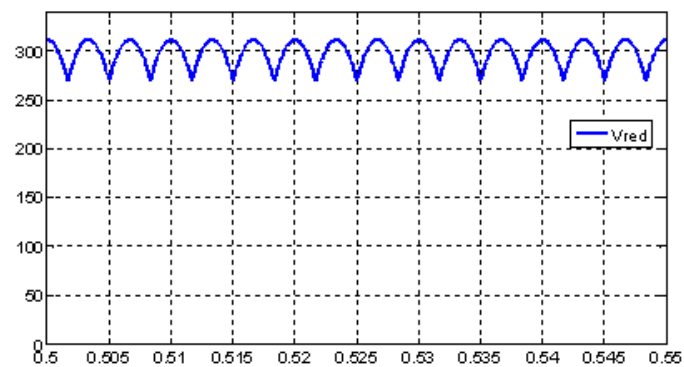
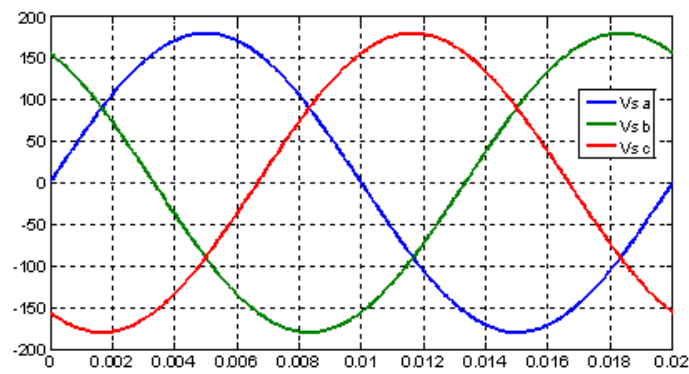
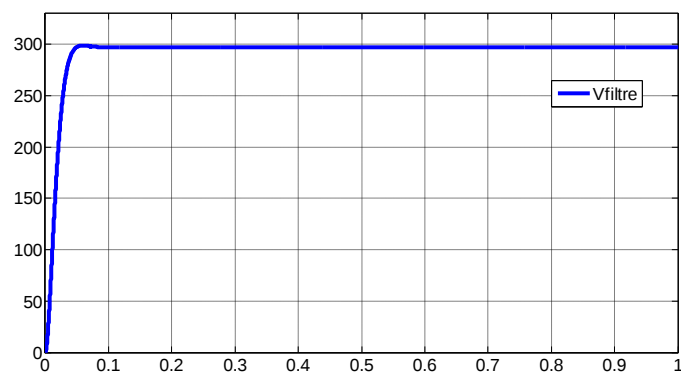


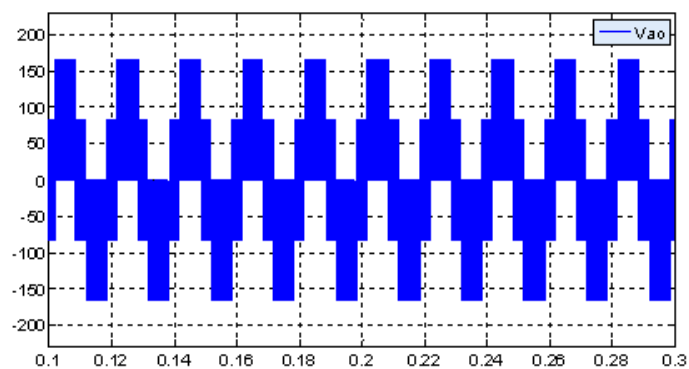
Fig.III.4. Schéma de simulation de la MLI *sious_triangle*



a) Tension à la sortie du redresseur



b) Tension à la sortie du filtre



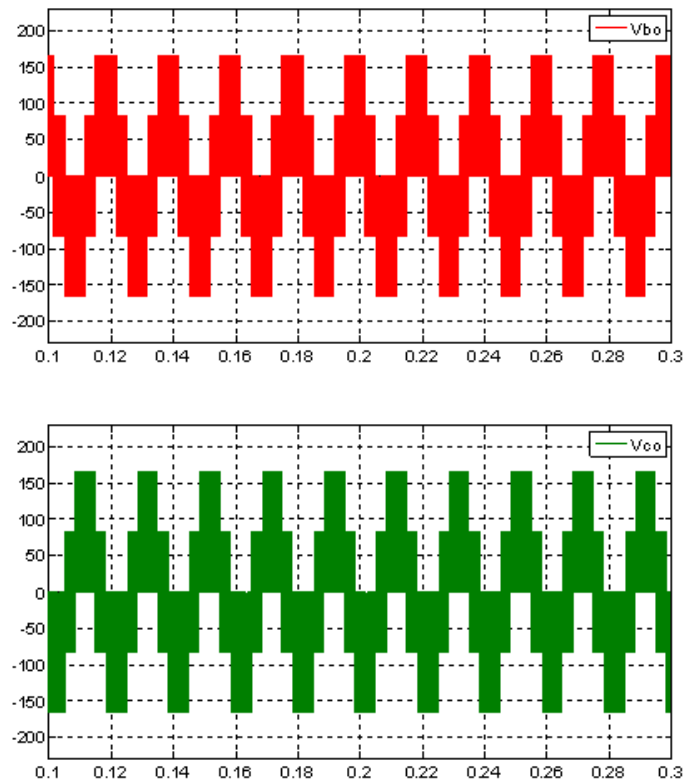
c) Tension V_a , V_b , V_c à la sortie de l'onduleur

Fig.III.5. . Représentation des tensions:

- a) Tension à la sortie du redresseur
- b) Tension à la sortie du filtre
- c) Tension V_a , V_b , V_c à la sortie de l'onduleur

III.3.Conclusion[7]

Dans ce chapitre, nous avons présenté le modèle de fonctionnement d'un onduleur de tension triphasé à deux niveaux..

La MLI permet de se rapprocher du signal désiré; cependant cette technique est imparfaite .Le contenu des harmoniques généré par une onde MLI entraîne des pertes dans le réseau (pertes fer dans les transformateurs, pertes joule dans la ligne et le convertisseur), dans la charge (pertes joule, pertes fer et pertes par courant de Foucault).

CONCLUSION GENERALE

Nous constatons que les différents signaux en fonction de la composition de la qualité du premier chapitre quand nous sommes entrés Redresser convertit le négatif en un signal positif et rester positif aussi bien que positifs, ce qui montre la continuité de l'effort et j'ai une impulsion égale.

Dans le deuxième chapitre lorsque nous avons introduit Filtre à préserver la continuité de référence comme nous avons constaté que Filtre ce dernier pour former un signal semi-continu que nous pouvons à travers elle avec les calculs de Onduleur.

Dans le troisième chapitre, nous constatons que lors de l'entrée du signal du signal sinusoïdal de modélisation Onduleur avec un triangle dans le dernier recours pour obtenir une référence sinusoïdale.

Lorsque nous voulons contrôler la fréquence dois-je changer la fréquence appartenant à l'augmentation de Alimentations ou diminuer la tension et soit nous contrôlons dans de l'effort au sein de la Onduleur.

Elle génère dans les machines tournantes des oscillations du couple, des bruits acoustiques et des résonances électromagnétiques. Il est donc impératif de minimiser les harmoniques; ce qui fera l'objet de l'étude des techniques dites avancées.

Bibliographie

[1] : **Guy Séguier**. « Electronique de puissance », *Edition Dunod*, 1999.

[2] : <http://fr.scribd.com/doc/12352952/COURS-Electronique-de-Puissance>

[3] : **B. Fouad** et **M .Ilyase** « diagnostic en temps réel des défaillances d'un ensemble Moteur asynchrone –convertisseur électrique par application des techniques d'intelligence artificielles (réseaux de neurones) ». PFE. Université de M'sila, 2004.

[4]: **"Etude par simulation d'un filtre actif parallèle de puissance pour la compensation "** des courants harmoniques générés par un pont redresseur triphasé"
MAGISTER, université de Annaba 2000.

[5] : **F. labrique, R . Bausiere**. "La conversion continue – alternative." Londers new York. Paris 1995.

[6] : **G .Seguier**"La conversion alternative – continue." Londers new york. paris 1992

[7] : **B.Mimi** et **B. Elhafid** « Identification et contrôle de la machine a induction par les réseaux de neurones » **PFE**. Université Mentori, 2000.