

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



Mémoire de Fin d'Etude
En vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et de la Technologie
Filière : Génie Électrique
Spécialité: Contrôle et Diagnostic des Systèmes Électriques

Thème

**Etude de la Conversion
AC/DC (Redresseurs)**

Dirigé par:
Mme : Slimane Wissem
Maitre assistant « A »

Réalisé par:
Habita Abdallah
Merad Moussa
Mansouri Fouad

Soutenu 03-04 Juin 2014

DÉDICACE

Nous dédions ce travail à :

- *Nos très chers grands pères.*
- *Nos très chers parents.*
- *Nos frères et sœurs.*
- *Toutes nos familles.*
- *Nos enseignants, notre encadreur « Mme W. Slimane »*
- *A toute la promotion 2013/2014.*

Merad Moussa

Mansouri Fouad

Habita Abdallah

REMERCIEMENT

Nous remercions avant tout le BON DIEU tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'étude.

Nous tiendrons à exprimer nos remerciements et nos reconnaissances à notre encadreur madame SLIMANE. W. pour ses conseils précieux, son encouragement et son aide le long de ce travail.

Nous tiendrons à remercier également l'ensemble des enseignants de l'institut d'électrotechnique qui ont contribué à mener bien notre formation, aussi que les personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce projet.

Nous remercions aussi les membres du jury qui ont bien voulu nous honorer de leur présence.

Enfin, nous exprimons notre remerciement à tous nos amis.

SOMMAIRE

Chapitre I : Présentation des redresseurs

INTRODUCTION GENERALE	3
I-1) INTRODUCTION.....	5
I-2) Définition	5
I-3) Symbole	7
I-4) Types de redresseur	7
I-4-1) Redresseurs non commandés	7
I-4-2) Redresseurs commandés	7
I-4-3) redresseurs mixtes	7
I-5) Composants des redresseurs	7
I-5-1) Définition de diode	8
I-5-2) Définition de thyristor.....	9
I-6) Différents montages avec charge RLE	10
I-6-1) Montages non commandés.....	10
I-6-1-a) Redresseur monophasé simple alternance	10
a-1) Résultat de simulation.....	11
a-2) Analyse de fonctionnement	11
I-6-1-b) Redresseur monophasé double alternance.....	12
b-1) Résultat de simulation	13
b-2) Analyse de fonctionnement.....	14
I-6-1-c) Redresseur triphasé pont complet.....	14

c-1) Résultat de simulation.....	15
c-2) Analyse de fonctionnement.....	16
I-6-2) Montages commandés.....	17
I-6-2-a) Redresseur monophasé simple alternance	17
a-1) Résultat de simulation.....	18
a-2) Analyse de fonctionnement.....	19
I-6-2-b) Redresseur triphasé simple alternance.....	19
b-1) Résultat de simulation.....	20
b-2) Analyse de fonctionnement.....	21
I-6-3) Redresseur à pont mixte	21
a-1) Résultat de simulation.....	22
a-2) Analyse de fonctionnement	23
I-7) CONCLUSION.....	24

CHAPITRE II : Redresseur MLI

II -1) Introduction.....	26
II-2) Présentation du redresseur à command MLI	26
II-3) MLI "Sinus Triangle.....	27
II-4) Application de la MLI au redresseur 3ϕ en pont complet.....	28
II-4-1) Schéma blocs d'un redresseur 3ϕ alimentant une charge RLE.....	28
II-4-2) Résultats de simulation	29
II-4-3) Schéma bloc de la commande par MLI.....	31
II-4-4) Résultat de simulation.....	31
II-4-5) Redresseur à MLI	32
II-4-6) Synthèses.....	33

II-5) Conclusion	34
CHAPITRE III: Application à la MCC	
III-1)Introduction.....	36
III-2) Alimentation d'une MCC par un redresseur3ϕ en pont complet	36
III-2-1) Schéma blocs	36
III-2-2) Résultats de la simulation	37
III-2-3) Alimentation d'une MCC par un redresseur (à MLI).....	38
III-2-4)Schéma blocs.....	39
III-2-5) Résultat de simulation	39
III-3) Alimentation d'une MCC par un redresseur à MLI	40
III-3-1) schéma blocs	41
III-3-2) Résultats de simulation.....	41
III-4) Synthèse.....	42
III-5) Conclusion.....	43
Conclusion générale.....	44
Bibliographie	46



**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION GENERALE

L'électronique de puissance est une branche de l'électrotechnique qui est aussi connue sous le nom de l'électronique de commutation. Celle-ci domine de nos jours l'actualité de la recherche dans le domaine de l'électrotechnique. Son but est la conversion par des moyens statiques de l'énergie électrique d'une forme donnée à une autre, adaptée à des besoins déterminés.

Ces moyens statiques sont des soupapes électroniques de puissance non commandés (diodes, diacs,...etc) ou commandés (thyristors, triacs, transistors,..etc), aussi que les éléments de l'électronique classique (inductance, condensateur, résistance, transformateur, ...etc).

Tous ces moyens assemblés dans des circuits, permettent de contrôler, et de donner au courant et à la tension les formes souhaitées pour leurs utilisations.

Suivant l'association et la commande de ces soupapes électroniques ou interrupteurs statiques, l'électronique de puissance permet la conversion de l'énergie électrique sous formes diverses.

Il est bon de constater que les convertisseurs : redresseur, hacheur, onduleur ...etc, ne cessent de croître car le cœur de leur évolution étant la recherche de l'interrupteur électronique parfait, permettant la transformation ou l'adaptation de grandeurs électriques avec un minimum de perte d'énergie.

En électronique, de nombreuses applications industrielles, telle que le contrôle de la vitesse des moteurs, demande d'importante puissance réglable soit au courant continu, soit en courant alternatif.

Depuis l'évolution des semi-conducteurs l'électronique de puissance apporte des solutions meilleures, en ce qui concerne l'encombrement, la fiabilité, l'entretien, et surtout le rendement. Le problème qui se pose est d'éliminer les méthodes classiques en les remplaçant par des méthodes plus fiables.

Notre travail concerne la conversion AC/DC donc les redresseurs et il est constitué d'une introduction générale, trois chapitres ainsi qu'une conclusion générale.

Chapitre un sous le titre « Présentation des Redresseurs », comme nous l'avons dit, c'est une présentation de quelques types de redresseurs, leur principe ou méthode de fonctionnement, nous les avons aussi simulé sous le logiciel Matlab/Simulink, présenté les résultats obtenus et nous avons terminé par une synthèse.

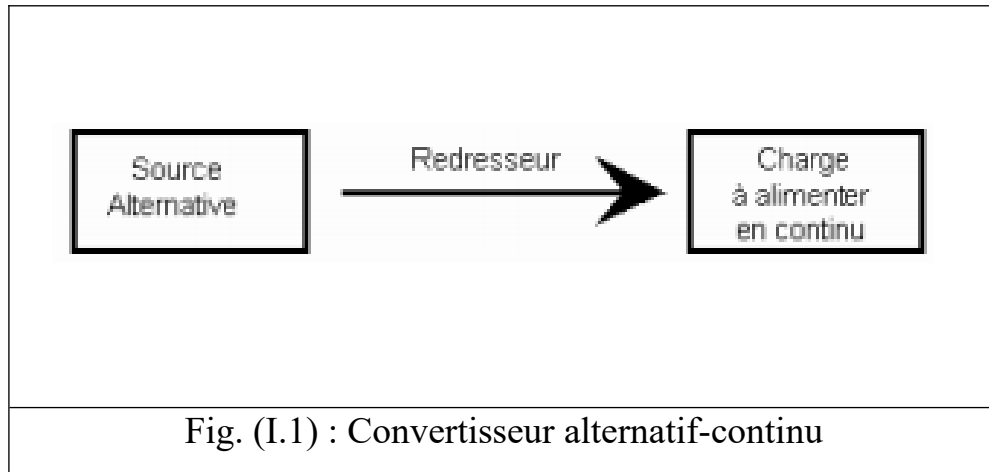
Chapitre deux intitulé : « Redresseurs MLI » est constitué de deux parties : la première est un état de l'art sur la commande MLI, la deuxième propose l'étude d'un redresseur triphasé en pont complet alimentant une charge RLE pour représenter une machine à courant continu, deux commandes sont proposées : une commande directement par des générateurs d'impulsions qui génèrent des signaux carrés, la deuxième la commande par Modulation de la Largeur d'Impulsion (MLI) dont le principe est de comparer deux signaux l'un carré généré par un générateur d'impulsion (le même qui a été appliqué par la première méthode) et le deuxième signal est celui de la porteuse sous forme de dents de scie, on termine ce chapitre par une synthèse et une comparaison.

En dernier le troisième chapitre « Application à la MCC », dans ce chapitre on applique les deux commandes exposées dans le chapitre précédent pour alimenter une machine à courant continu, on termine par une synthèse et une comparaison.

Chapitre I
Présentation des
redresseurs

I-1) INTRODUCTION :

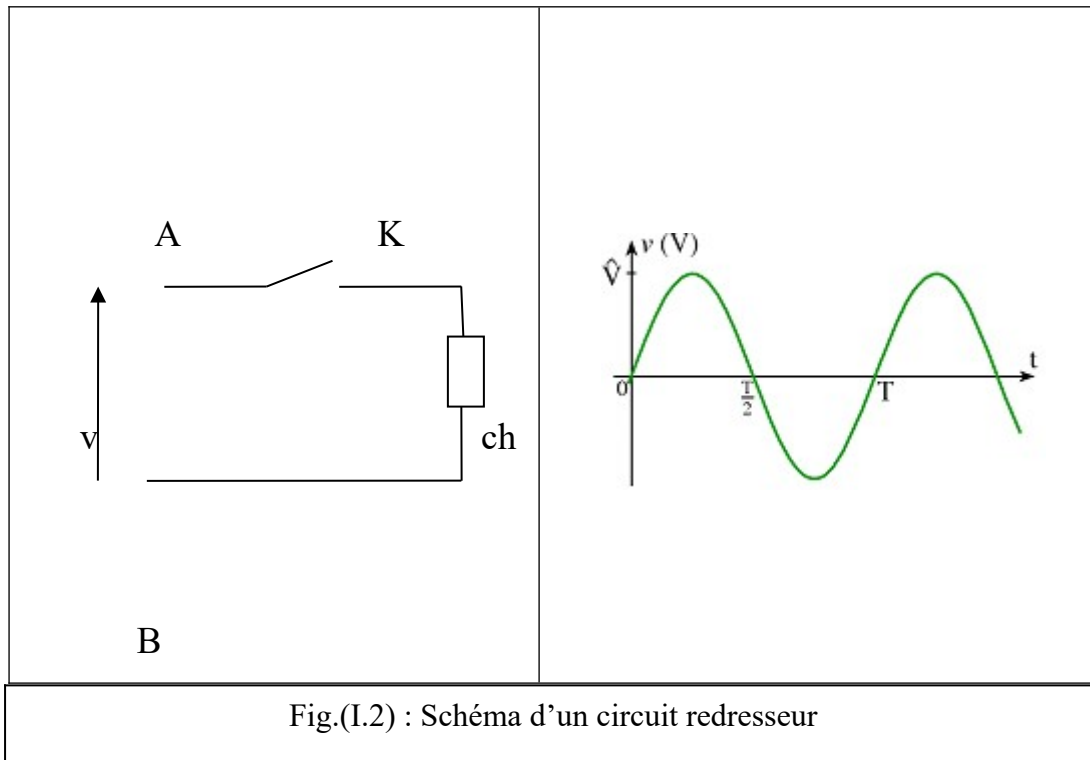
Le convertisseur qui transforme l'énergie électrique délivrée sous forme alternative pour alimenter une charge en continu est le "redresseur" (fig. I.1).



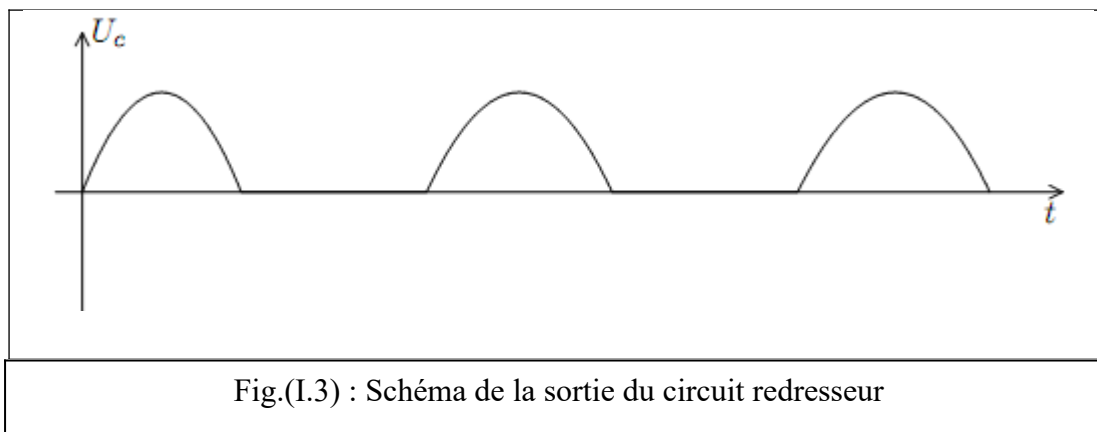
Il est le plus souvent alimenté par un réseau à fréquence industrielle éventuellement polyphasé. Mais il peut aussi être alimenté en haute fréquence. La tension (ou le courant) de sortie peut être ou non réglable par rapport à la grandeur d'entrée (tension ou courant). Il existe des redresseurs monophasés, triphasés et polyphasés. Ils peuvent être constitués de diodes ou de diodes et de thyristors (ils sont dits mixtes). Ils ne sont alors pas réversibles en énergie. Les redresseurs réversibles sont composés uniquement de thyristors.

I-2) Définition :

Le redressement de l'énergie de la forme alternative à la forme contenu à laide d'un convertisseur qui à le principe de fonctionnement présenté par la figure I.2.



On que la source est alternative le courant qui traverse le dipôle passe dans un sens pendant l'alternance positive et dans le sens contraire pendant l'alternance négative , et pour le redressement ont utilise interrupteur qui ce ferme par exemple pendant l'alternance positive et qui s'ouvre pendant l'alternance négative .donc la tension au borne de la charge résistive est de la forme présentée par la fig.I.3.



Mais le problème qui se pose est que l'interrupteur doit fonctionner dans des périodes courtes. Par exemple pour la source du réseau de fréquence 50HZ la période est $1/50=0.02$ s et pour une demi-période sa sera 0.01s (10ms) .

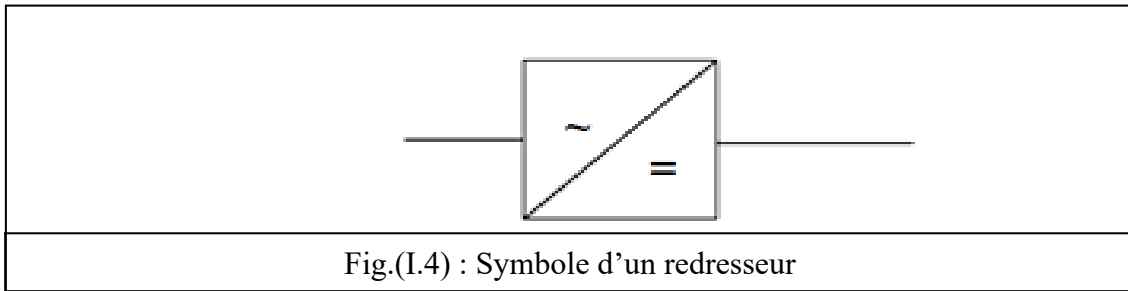
I-3) Symbole:

fig.I.4 Symbole d'un convertisseur AC/DC.

I-4) Types de redresseur :

Selon que le dispositif de redressement (redresseur) soit commandé ou non on distingue trois types : non commandés, commandés et mixtes

I-4-1) Redresseurs non commandés :

Ne comportent que des diodes .ils fournissent une tension moyenne de sortie fixe pour une tension alternative d'alimentation donnée.

I-4-2) Redresseurs commandés :

Sont souvent appelés des convertisseurs bidirectionnels parce que la puissance peut circuler dans les deux sens entre l'alimentation et la charge. Les composants de ces redresseurs totalement sont des thyristors, on règle la tension moyenne (continue) de charge en grandeur et en signe en commandant l'angle d'amorçage des thyristors.

I-4-3) Redresseurs mixtes :

Sont ceux qui contiennent diodes et thyristors

I-5) Composants des redresseurs :

On s'intéresse qu'au caractéristiques , performance et au mode d'utilisations des dispositifs employer, l'étude de leur fonctionnement interne relevé du cours d'électronique .

Le choix des composants (diodes, thyristors et transistors) d'un convertisseur statique s'effectue en fonction de conditions de fonctionnement qui permettent de prévoir le montage de la mise en service de ce convertisseur .

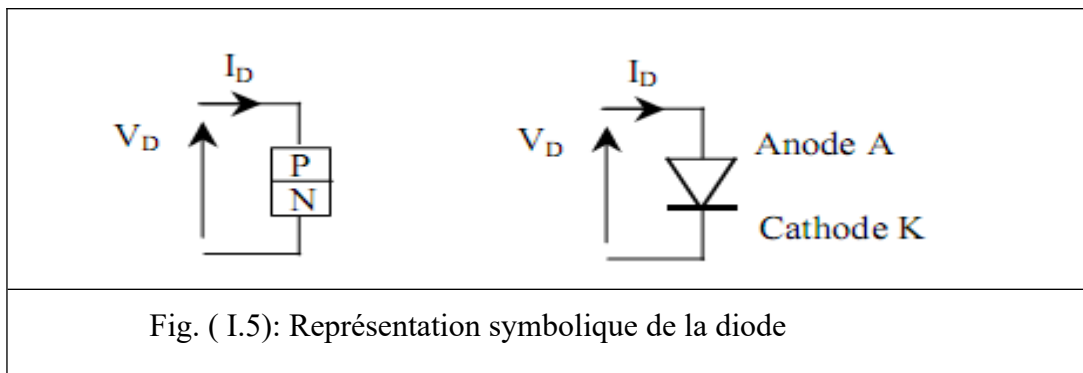
Indiquons les principales grandeurs caractéristiques générales :

- Tension maximale.
- Température de jonction.
- Intensité maximale.
- Résistance thermique.[1]

I-5-1) Définition de la diode :

Les diodes sont réalisées à partir d’une jonction PN. La représentation symbolique indique le sens du courant.

La diode à deux bornes l’une relié à la gauche du type (p) appelé anode (A) et l’autre à la gauche du type (N) appelé cathode (K), fig. I.5.



• Fig. (I.5): Représentation symbolique de la diode

Principes de fonctionnement :

a) Etat passant :

Lorsqu’ une tension est appliquée au bornes d’une diode , de façon que l’anode soit positive par rapport à la cathode, la diode se comporte comme un interrupteur fermé Fig.I.6. On dit que la diode est polarisée dans le sens direct.

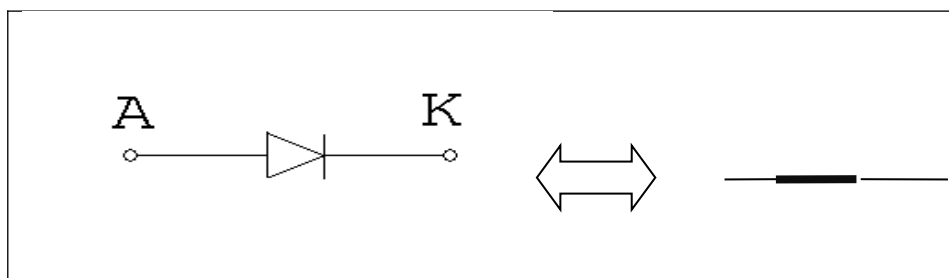
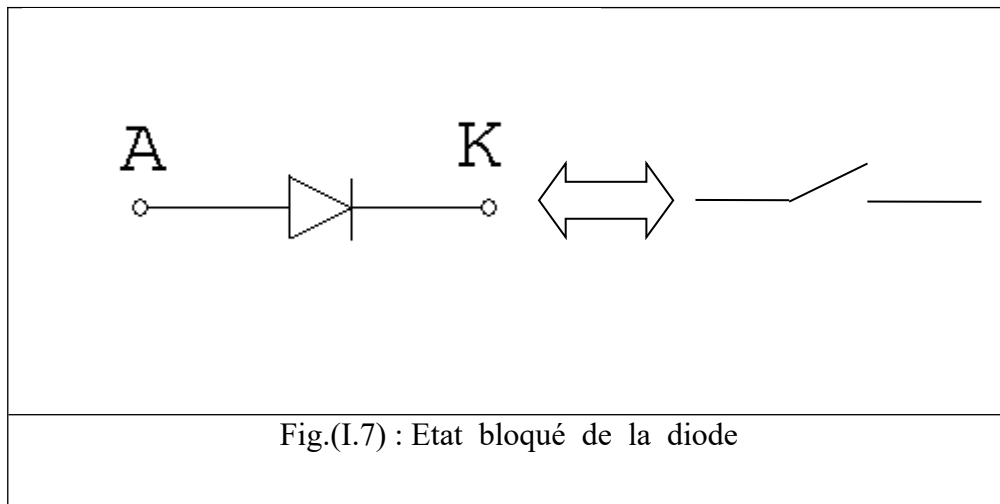


Fig.(I.6): Etat passant de la diode

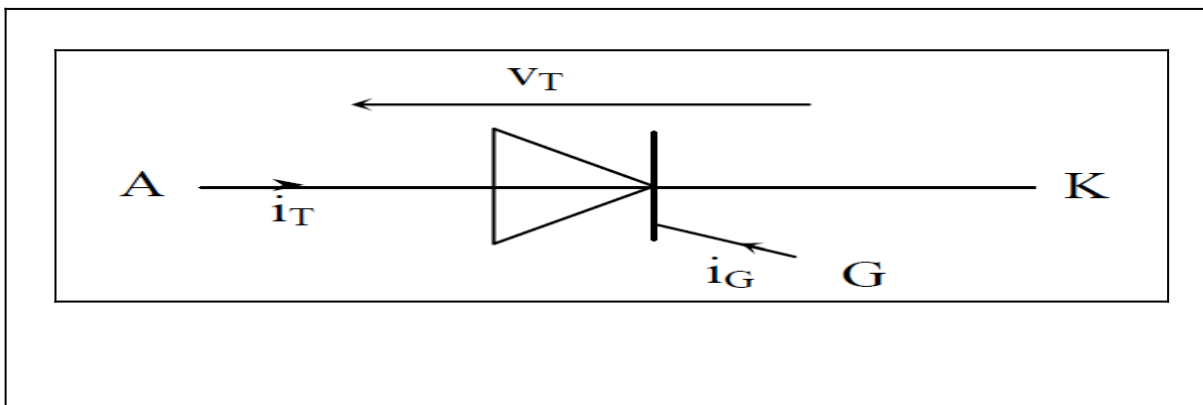
b) Etat bloqué :

Maintenant si on applique une tension au borne de la diode . de façon à ce que l'onde soit négative par rapport à la cathode , la diode correspond à un interrupteur ouvert Fig I.7 et aucun courant ne la traverse on dit que la diode est polarise dans le sens inverse



I-5-2) Définition du thyristor:

C'est un interrupteur électronique unidirectionnel commandé:



A : anode

K : cathode

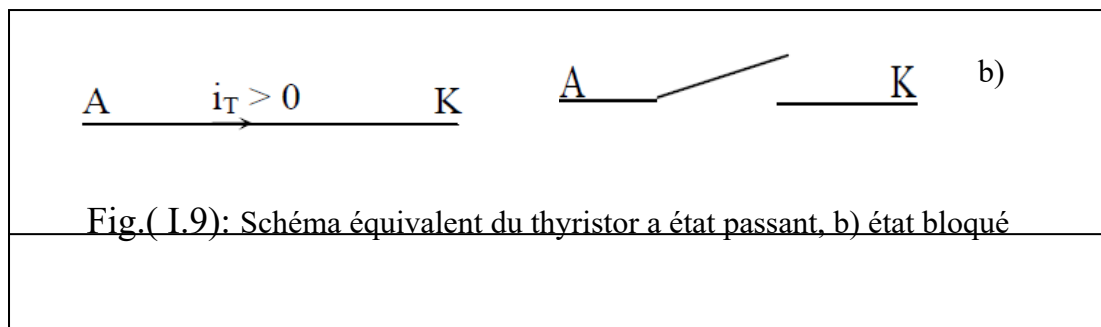
G : gachette.

α : angle de retard à l'amorçage:

- Le courant de gâchette i_G sert uniquement à la commande du thyristor. Il est envoyé sous forme d'impulsion.
- Conditions d'amorçage du thyristor : $v_T > 0$ et commande par i_G .

Alors i_T circule : thyristor passant.

- Conditions de blocage du thyristor : i_T s'annule ou v_T devient négative.[2]



I-6) Différents montages avec charge RLE :

I-6-1) Montages non commandés:

I-6-1-a) Redresseur monophasé simple alternance :

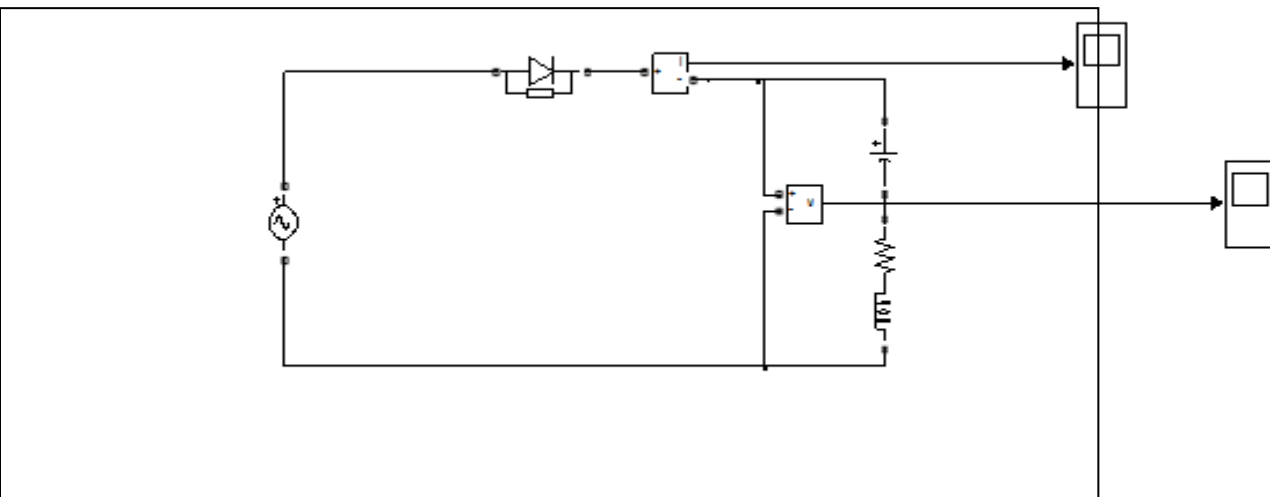


Fig.(I.10) : Schéma blocs d'un redresseur monophasé simple alternance

a-1) Résultat de simulation:

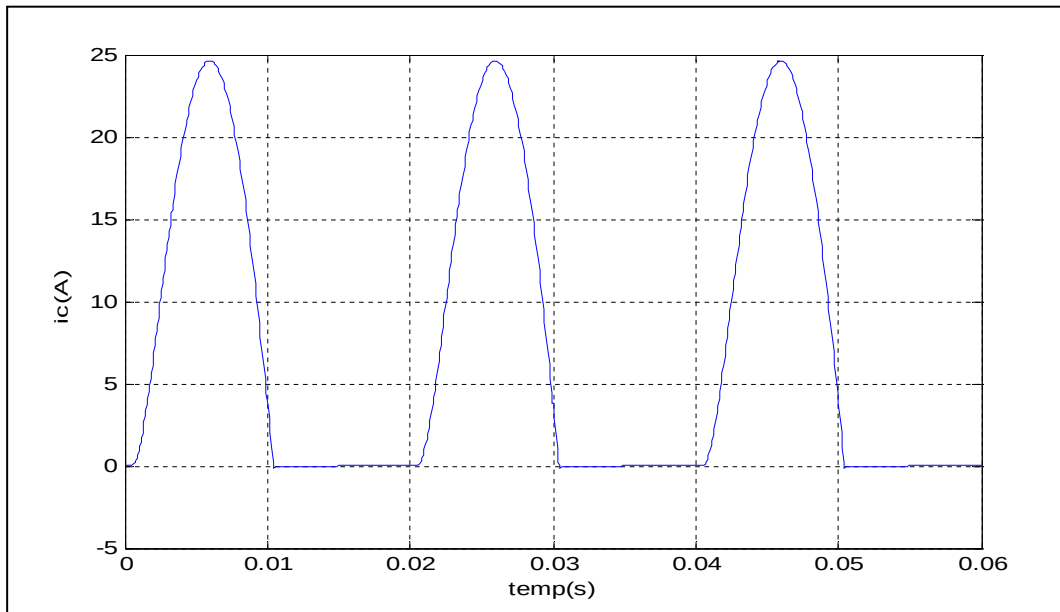
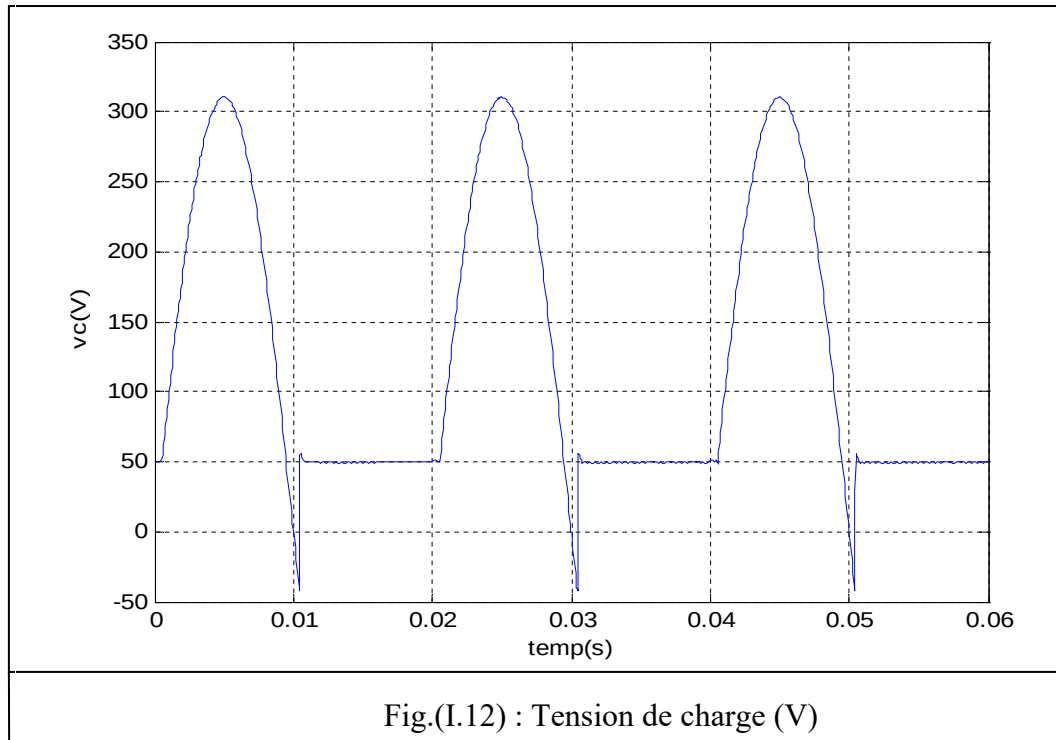


Fig.(I.1)1 : Courant de charge(A)



a-2) Analyse de fonctionnement :

Si : $\theta = 0$, $i_c(0) = 0$

* $0 < \theta < \pi$ D (passant) : $V_d = 0$

$$V_c = V_s = V_m \sin \theta = R_i + L \frac{di}{dt} + E$$

* $\beta < \theta < 2\pi$ D (bloqué) : $I = 0$, $V = 0$, $V_d = V_s$

* Estimation de β :

$$\pi + \varphi < \beta < 2\pi + \varphi .$$

I-6-1-b) Redresseur monophasé double alternance :

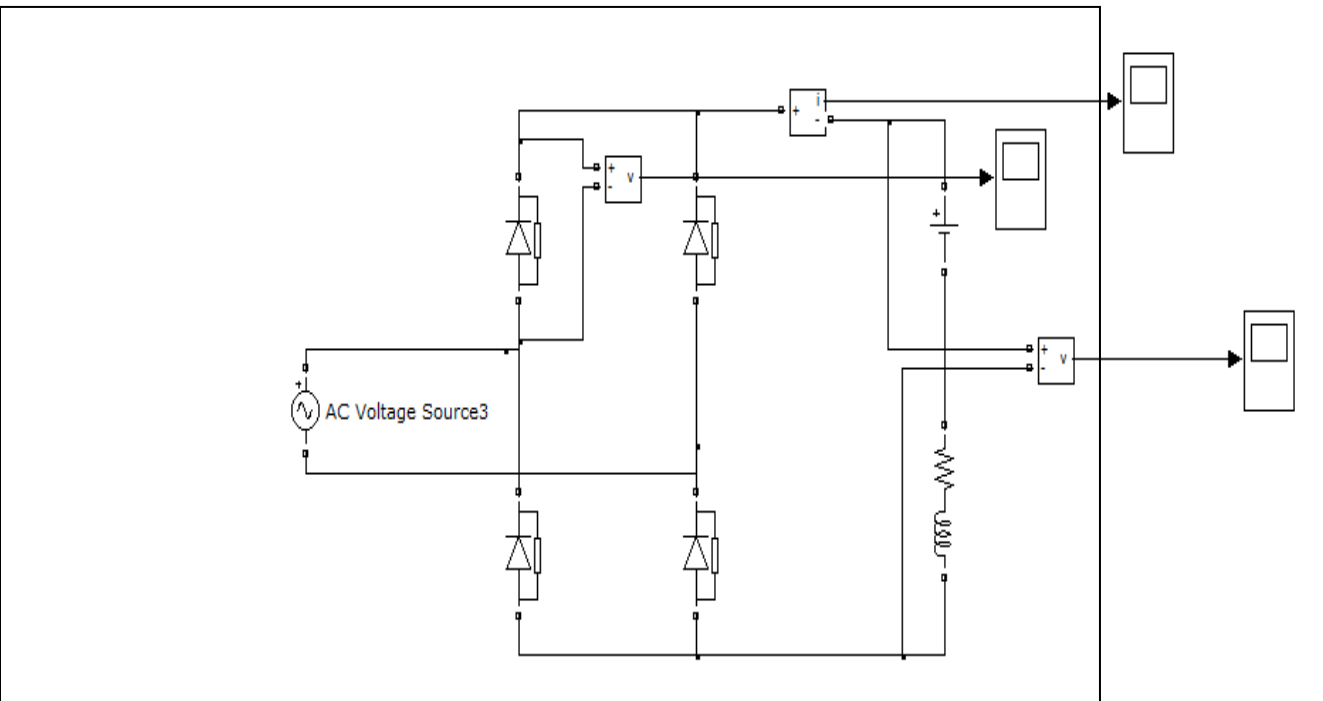


Fig.(I.13): schéma blocs d'un redresseur monophasé double alternance

b-1) Résultat de simulation:

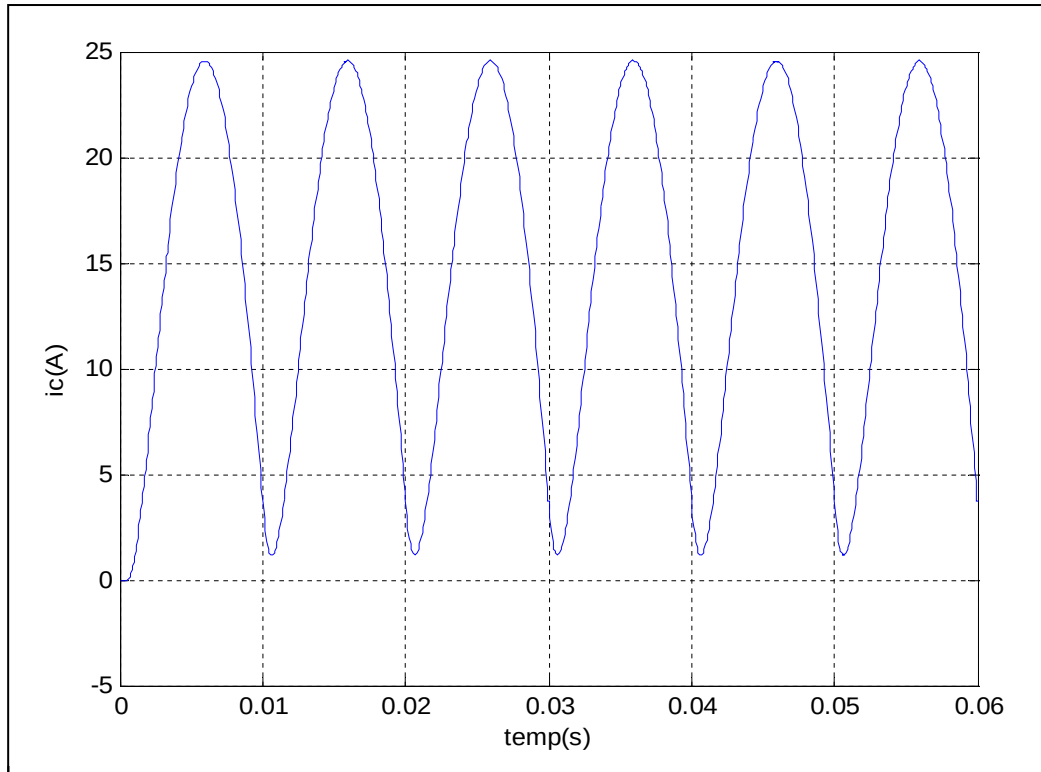


Fig.(I.15): Courant de charge(A)

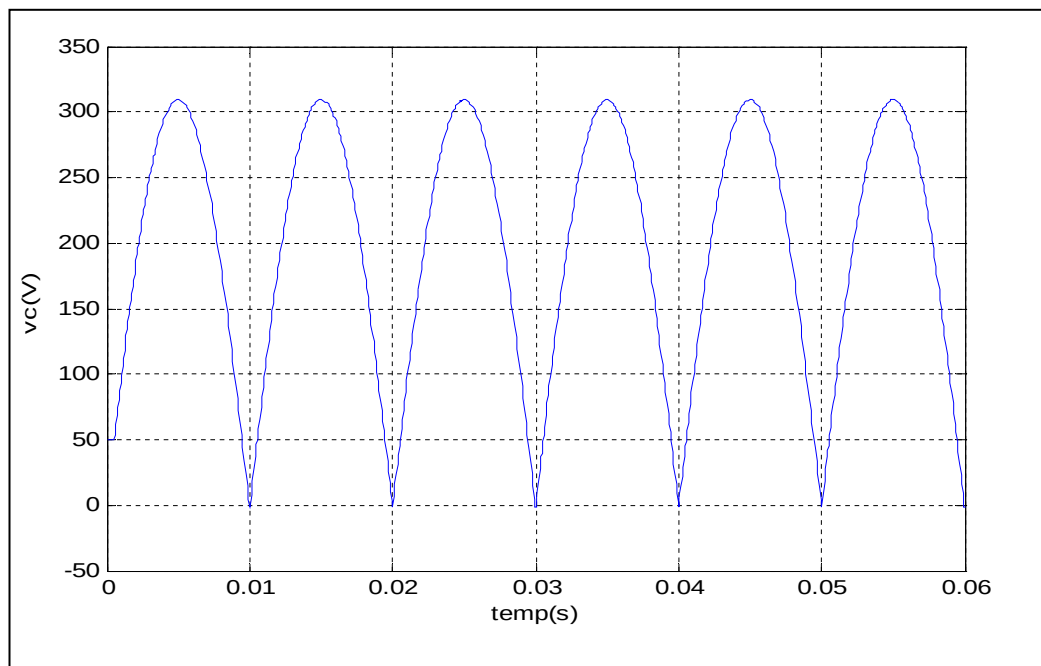


Fig.(I.14)(: Tension de charge (V)

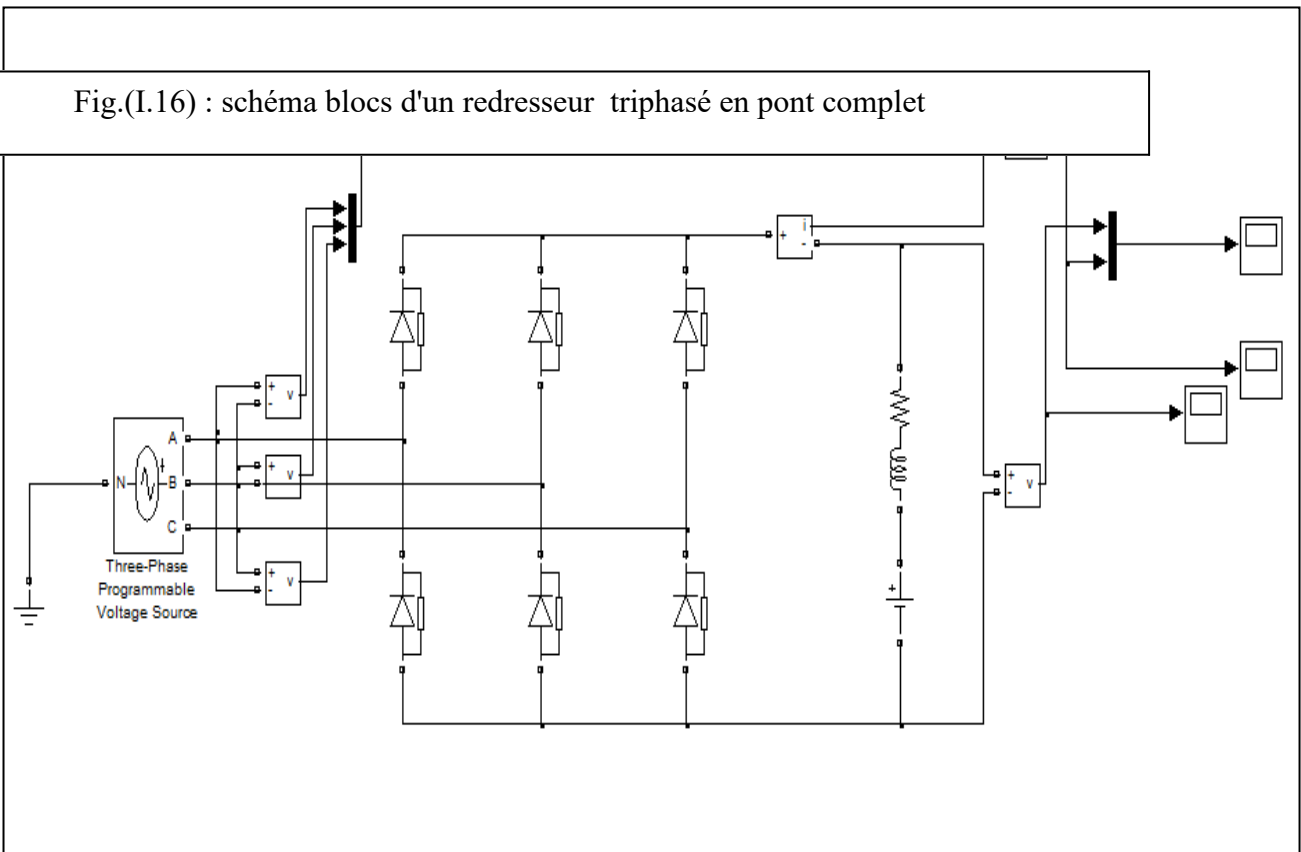
b-2) Analyse de fonctionnement :

$t \in [0 - \pi]$ D1 D4 passant
 D2 D3 bloqué
 $V_e = V_c$ et $I_c = I_e$

$t \in [\pi - 2\pi]$ D2 D3 passant
 D1 D4 bloqué
 $V_e = -V_c$ et $I_c = -I_e$

I-6-1-c) Redresseur triphasé pont complet :

Fig.(I.16) : schéma blocs d'un redresseur triphasé en pont complet



c-1) Résultat de simulation:

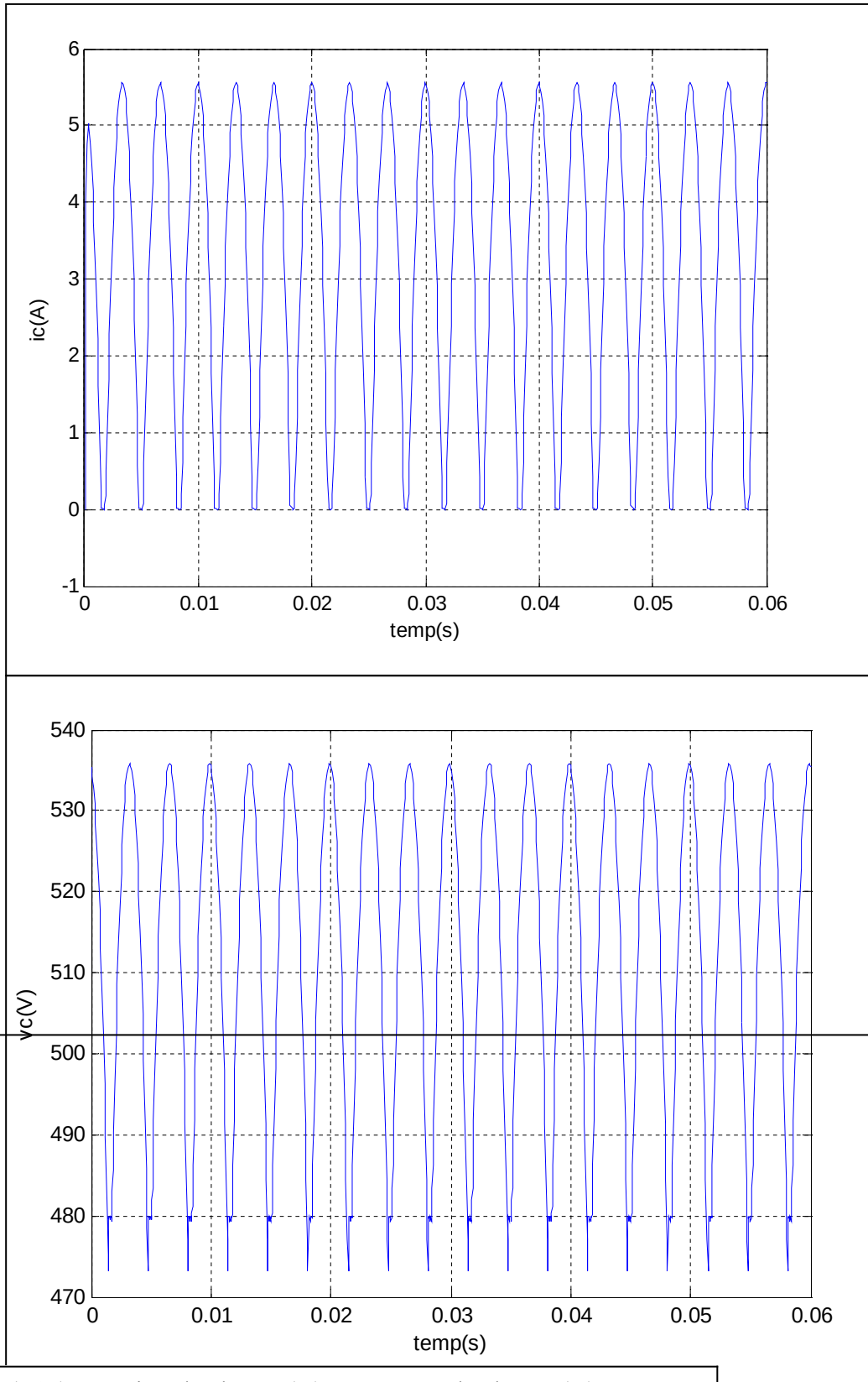


Fig.(I.17): Tension de charge (V) et Courant de charge (A)

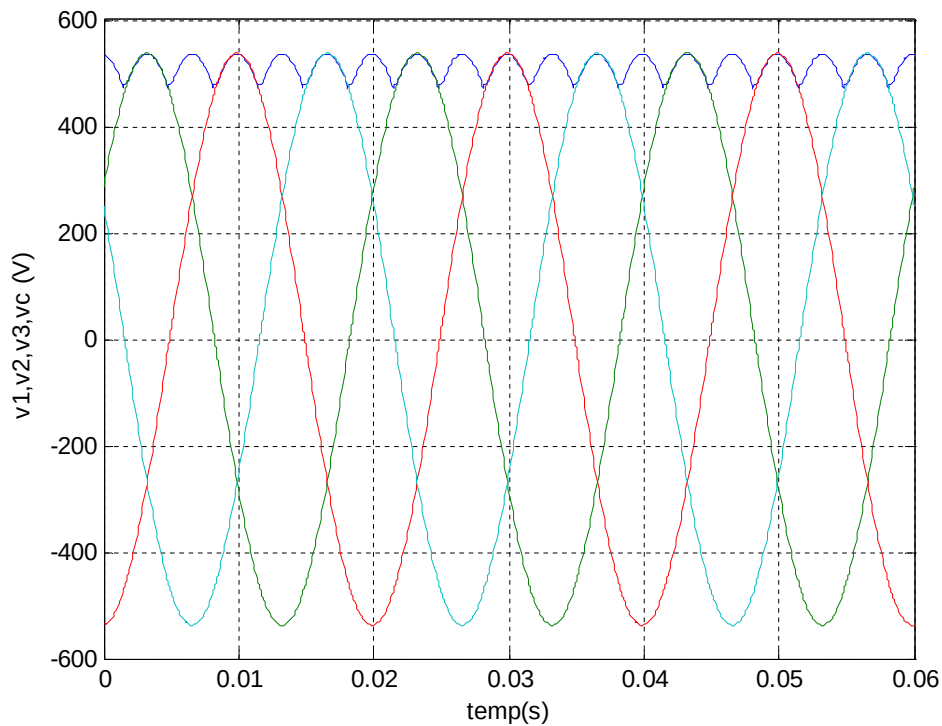


Fig.(I.18): V1, V2, V3 (V)

c-2) Analyse de fonctionnement:

Les tensions V1, V2 et V3 sont des tensions entre phase et neutre de valeur efficace V.

Les fonctions Max et Min assurent que parmi les diodes D1, D3 et D5, celle qui a la tension sur son anode la plus positive conduit parmi les diodes D2, D4 et D6, celle qui a la tension sur sa cathode la plus négative conduit. Supposons que nous avons le système triphasé suivant :

$$V1 = V \sqrt{2} \sin(\omega t)$$

$$V2 = V \sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$V3 = V \sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

$$T = \frac{\pi}{6}$$

Posons, la période de ces tension

$$\frac{T}{12}$$

Entre 0 et $\frac{T}{12}$, la tension V3 est maximale et la tension V2 est minimale. Par conséquent, les diodes

D5 et D6 conduisent donc et la tension Vs de sortie vaut la tension U32 entre les phases 3 et 2.

$$\frac{T}{4} \quad \frac{T}{4}$$

Entre $\frac{T}{4}$ et $\frac{3T}{4}$, la tension V1 est maximale et la tension V2 est minimale. Par conséquent, les diodes

D1 et D6 conduisent donc et la tension Vs de sortie vaut la tension U12 entre les phases 1 et 2.

$$\frac{T}{4} \quad \frac{5T}{12}$$

Entre $\frac{T}{4}$ et $\frac{5T}{12}$, la tension V1 est maximale et la tension V3 est minimale. Par conséquent, les diodes

D1 et D2 conduisent donc et la tension Vs de sortie vaut la tension U13 entre les phases 1 et 3.

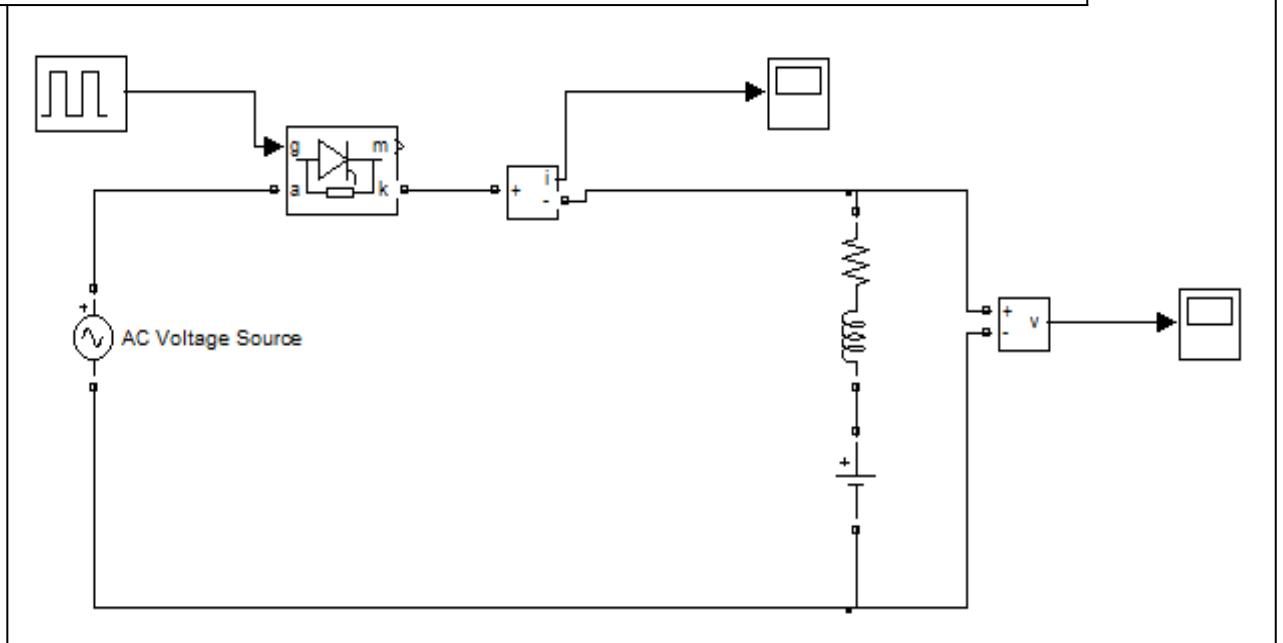
Résumons les valeurs de la tension de sortie en fonction des diodes qui conduisent :

Couple de diodes	1,5	1,6	3,5	3,4	2,4	2,6
Tension de sortie Vs	U12	U13	U32	UT31	U21	U23

I-6-2) Montages commandés:

I-6-2-a) Redresseur monophasé simple alternance :

Fig.(I.19): schéma blocs d'un redresseur monophasé simple alternance



a-1) Résultat de simulation:

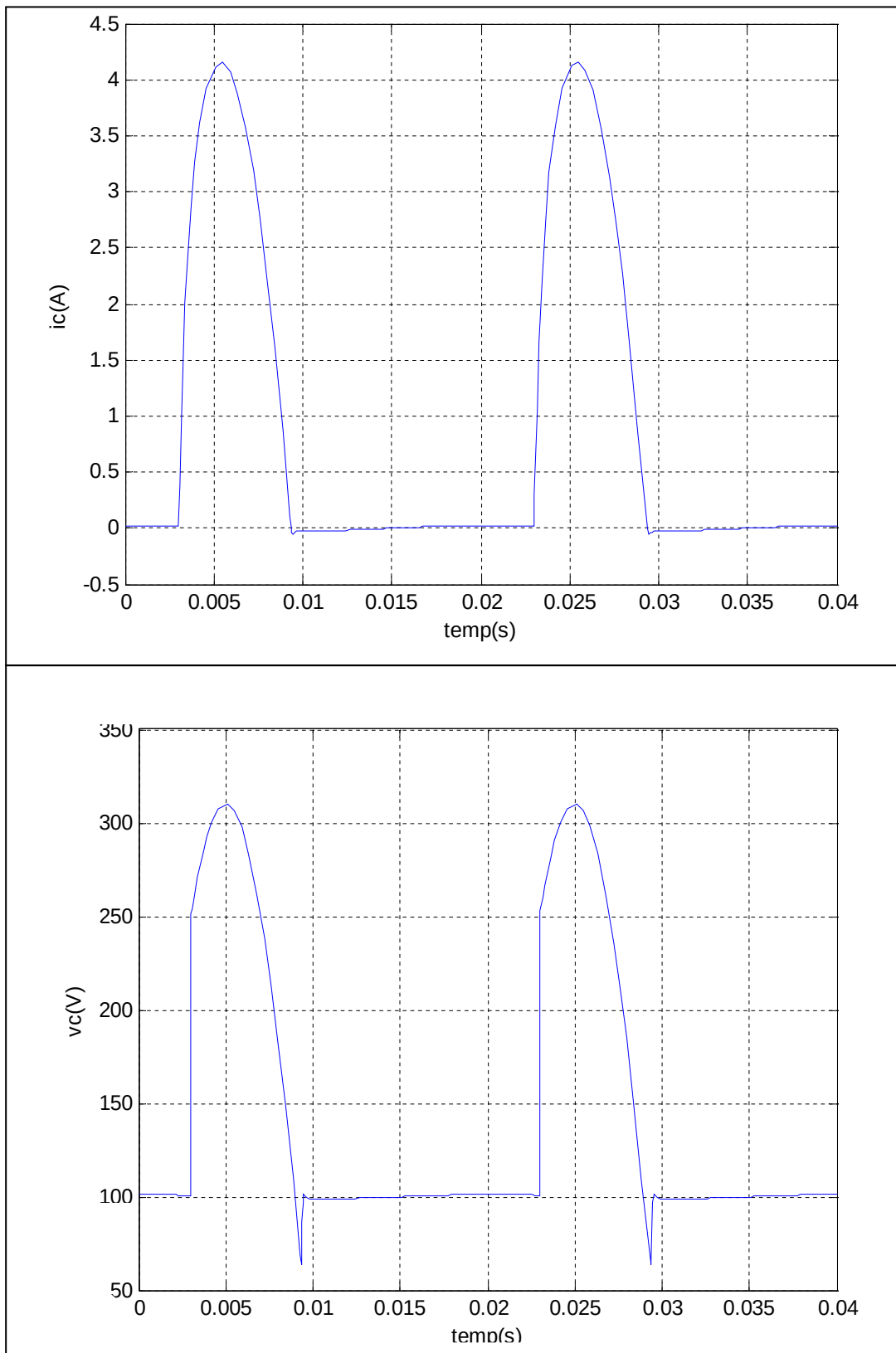


Fig.(I.20): Tension et courant de charge (V) , (A)

a-2) Analyse de fonctionnement:

* $0 < \theta < \alpha$: T (ouvert) : $V_T = V_s$, $I_c = 0$, $V_c = E$

* $\alpha < \theta < \pi$: T (fermée) : $V_T = 0$, $V_c = V_s$, $I_c = (V_s - E) / R$

I-6-2-b) Redresseur triphasé simple alternance :

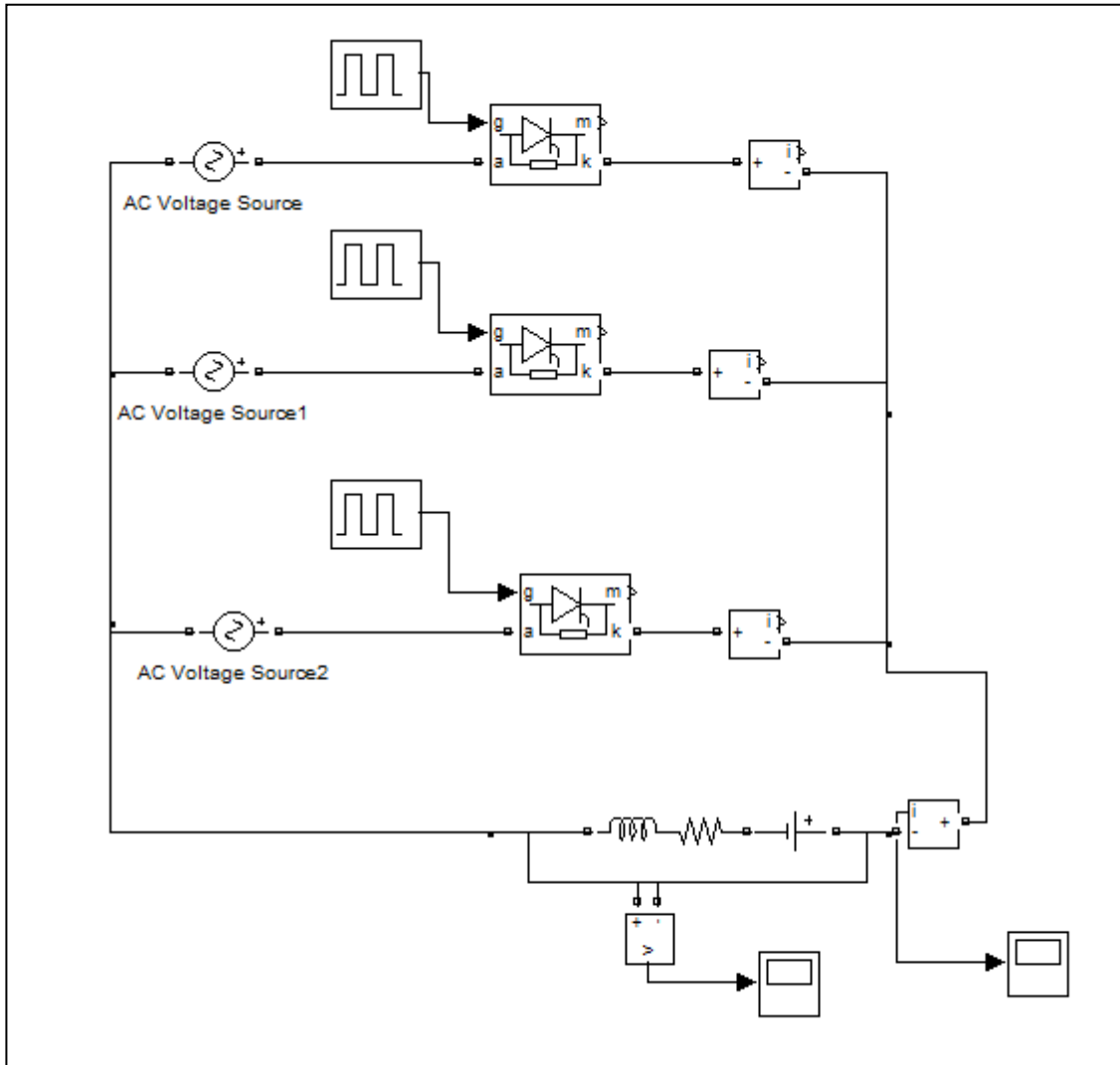


Fig.(I.21): schéma blocs d'un redresseur triphasé simple alternance

b-1) Résultat de simulation:

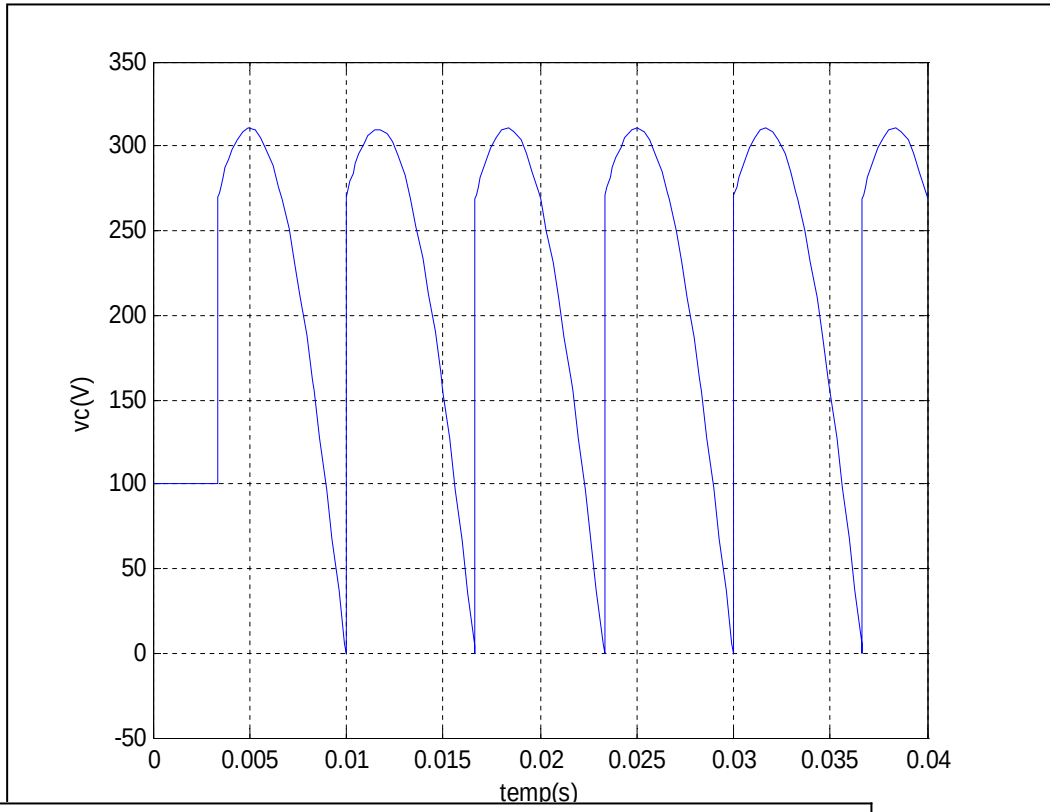


Fig.(I.22): Tension de charge (V)

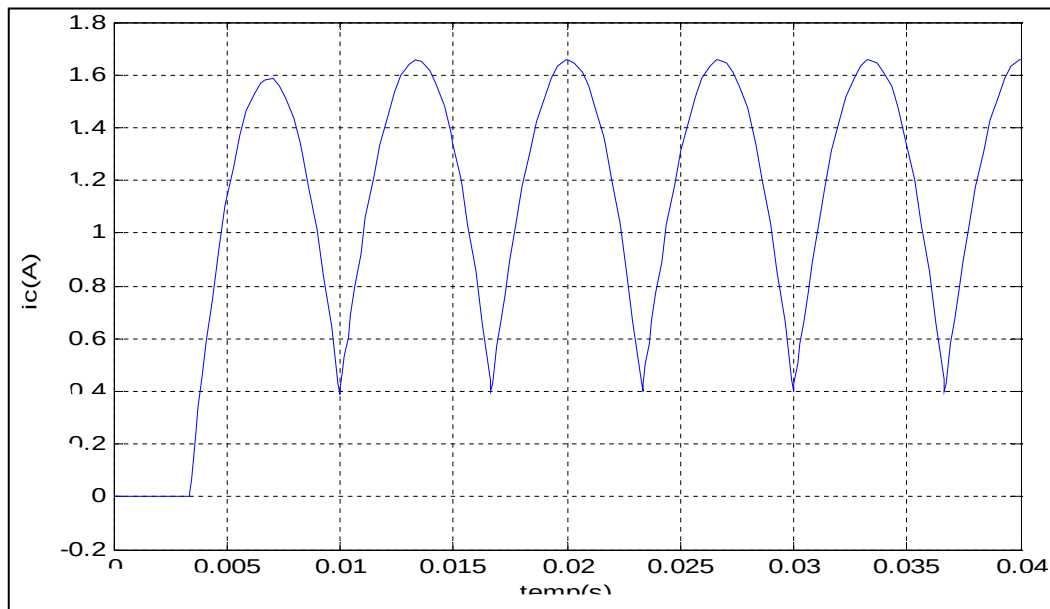


Fig.(I.23): courant de charge (A)

b-2) Analyse de fonctionnement :

Les intervalles de conduction des diodes dépendent des valeurs de V_1 , V_2 et V_3 , comme vu avec la fonction Max. En effet, lorsque V_1 est maximal, la diode D1 conduit, lorsque V_2 est maximal, la diode D2 conduit, lorsque V_3 est maximal, la diode D3 conduit.

Chaque diode conduit donc successivement en fonction de la tension qui est appliqué sur son anode. Le courant dans chaque diode vaut I_0 quand elle conduit.

I-6-3) Redresseur à pont mixte :

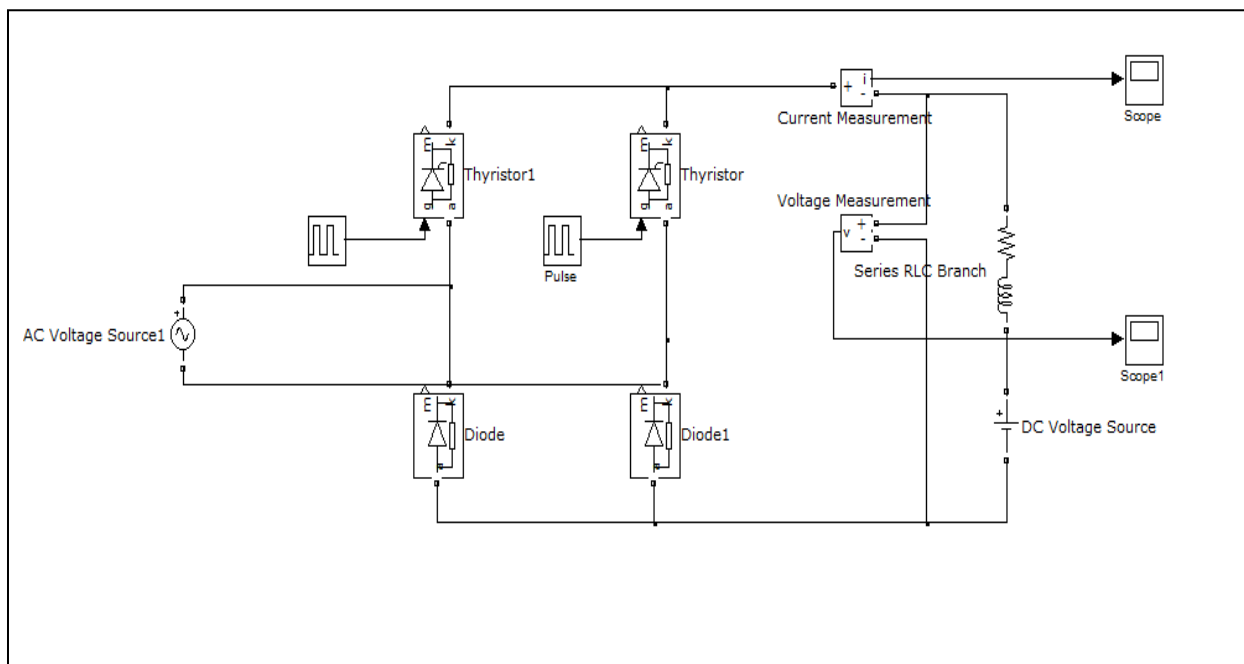


Fig.(I.24): Schéma blocs d' un redresseur à pont mixte

a-1) Résultat de simulation:

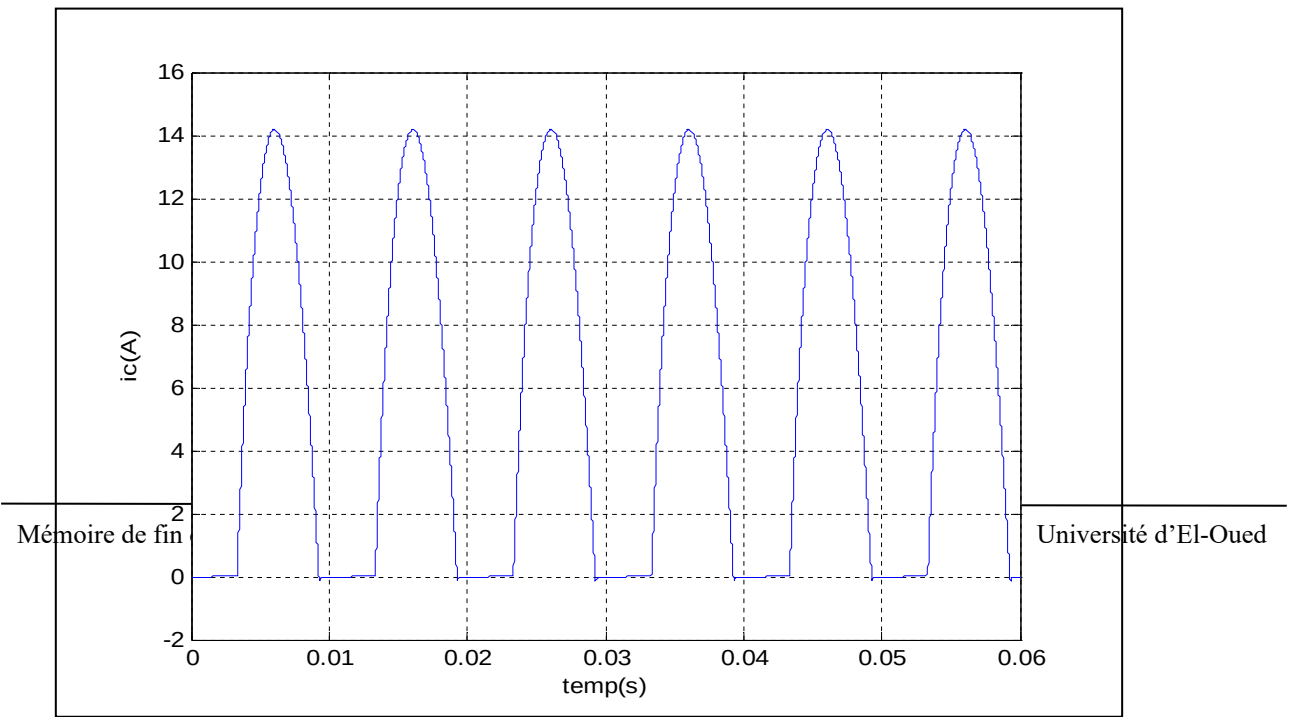
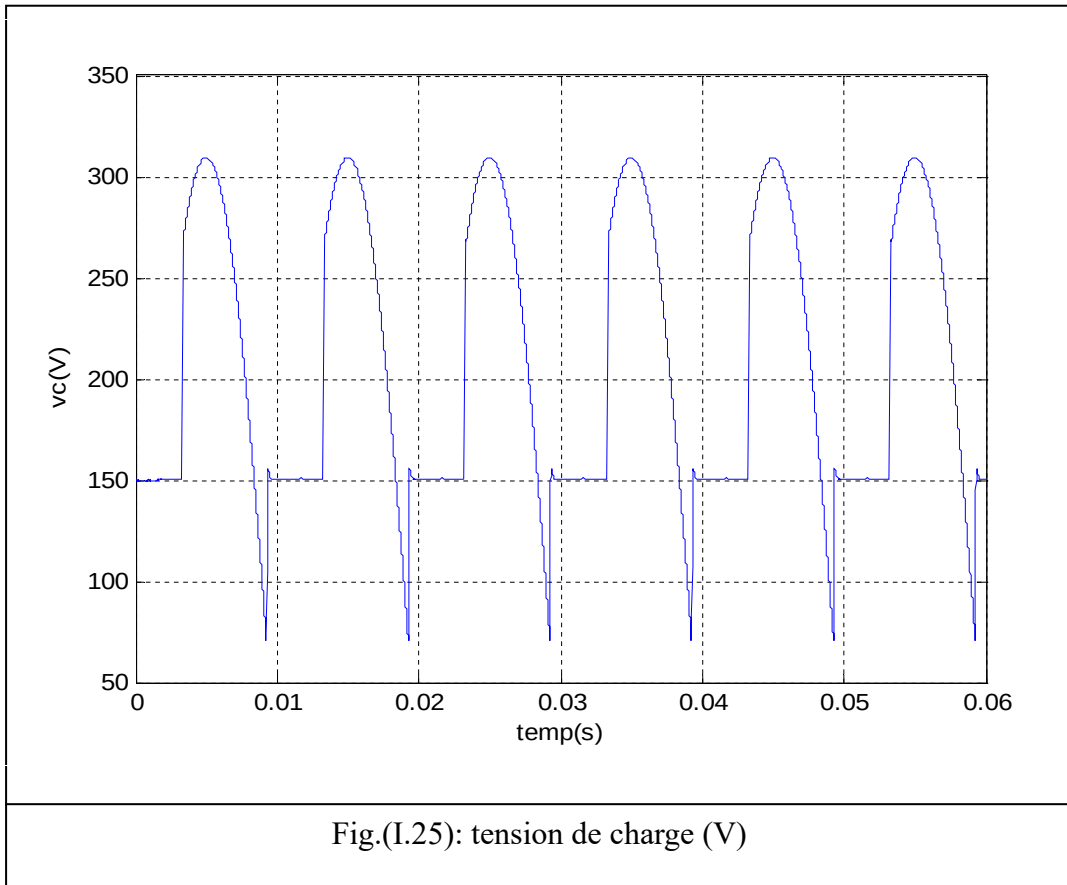


Fig.(I.26): Courant de charge(A)

a-2) Analyse de fonctionnement :

* De 0 à π : $V > 0$; $i > 0$.

* 0 à α : la diode D2 s'amorce quand $V > 0$ (car $V_A > V_B$), le thyristor Th2 reste passant car Th1, susceptible de conduire, n'est pas amorcé. D où : $U=0$, $I_s=0$: phase de roue libre.

* α à π : la diode D2 toujours passante puisque $V > 0$, le thyristor Th1 est amorcé. Donc: $U=V$, $I_s=0$

* De π à 2π : $v < 0$; $i > 0$.

* π à $\pi + \alpha$: la diode D1 s'amorce quand $V < 0$ (car $V_A < V_B$), le thyristor Th1 reste passant car Th2, susceptible de conduire, n'est pas amorcé. D'où: $U=0$, $I_s=0$.

* $\pi + \alpha$ à 2π : la diode D2 toujours passante puisque $V < 0$, le thyristor Th1 est amorcé.

Donc: $U = -V$, $I_s = -I$.

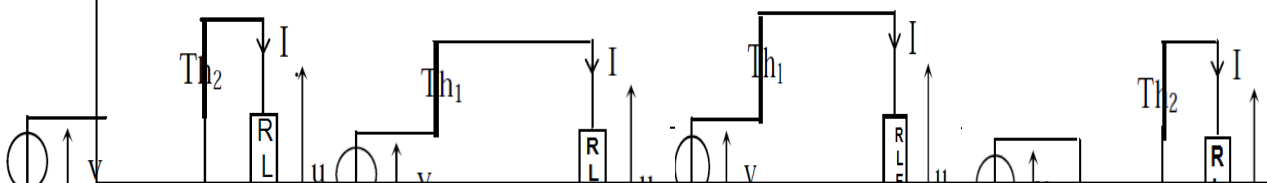


Fig.(I.27) : séquences de fonctionnement : a) (T2, D2) conduisent, b) (T1, D2) conduisent, c) (T1, D1) conduisent, d) (T2, D1) conduisent

I-7) CONCLUSION:

Les applications industrielles de la vitesse aux moteurs à courant continu sont extrêmement nombreuses et couvrent un domaine très vaste. Le réglage de la vitesse des moteurs à CC demeure cependant difficile quand on dispose d'une tension continue fixe. Une solution pour ce problème c'est l'alimentation par un redresseur qui fournit une tension variable pour contrôler la vitesse des MCC.

Dans ce chapitre nous avons exposé quelques types de redresseurs, les avons simulés, donné les résultats de simulation. Dans le prochain chapitre nous allons choisir le redresseur triphasé en pont complet pour lui effectuer deux commandes différentes, la première est une commande par des signaux carrés générés par des générateurs d'impulsion, la deuxième est une commande par MLI en comparant les signaux carrés de la première méthode avec le signal de la porteuse sous forme de dents de scie.

Chapitre II
Redresseur MLI

II-1) Introduction

L'avènement de l'électronique de puissance a eu un impact majeur sur le monde industriel au cours des dernières décennies. Cet avènement s'est produit par l'arrivée sur le marché des composants d'électronique de puissance tels les thyristors, les triacs, les GTO, les IGBT ou les transistors de forte puissance.

Ces composantes ont permis le développement de convertisseurs statiques de grande puissance qui permettent la conversion de la puissance électrique d'une forme quelconque à une autre forme. Ces convertisseurs apportent un progrès considérable au niveau des procédés industriels.

L'utilisation de ces convertisseurs statiques dans les installations de conversion d'énergie électrique participe à détériorer la "qualité" du courant et de la tension des réseaux de distribution.

En effet, ces systèmes consomment des courants non sinusoïdaux, les paragraphes suivants présentent une synthèse des redresseurs commande MLI, qui sont classés comme une solution de ce problème [3].

II-2-) Présentation du redresseur à command MLI :

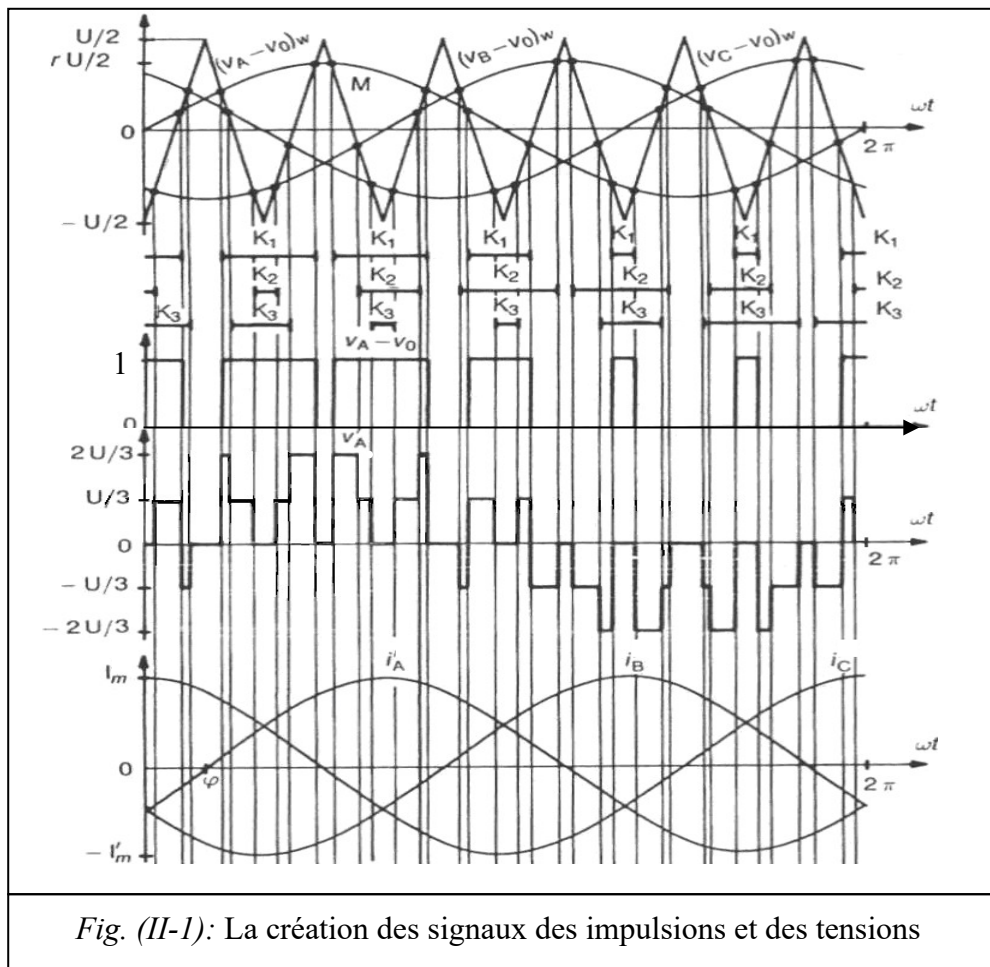
Les redresseurs à *MLI* sont devenus de plus en plus un moyen intéressant d'interfaçage avec le réseau électrique pour différentes applications industrielles, surtout les entraînements électriques hautement performants. Ceci est dû à la possibilité de réduction du contenu harmonique des courants prélevés sur le réseau, la capacité de régénération, la réponse dynamique rapide et aussi à la limitation d'encombrement, de poids et de coût.

En effet, l'injection de courants harmoniques dans le réseau, provoquée par les ponts redresseurs à diodes et à thyristors, déforme la tension et induit des effets négatifs sur les récepteurs voisins et sur le réseau de distribution. De plus, la dégradation du facteur de puissance, liée spécialement aux ponts redresseurs, est à l'origine d'une augmentation significative de la charge équivalente vue par le réseau et par conséquent l'augmentation de la consommation électrique et du coût. Pour des systèmes classiques, l'utilisation d'inductances de fortes valeurs du côté réseau et de large capacité du côté continu n'est pas souhaitable, voir parfois inacceptable à cause du volume, du poids et du coût élevé .

Les redresseurs à *MLI* représentent une alternative performante pour résoudre les problèmes abordés auparavant par le biais de la modulation de largeur d'impulsion appliquée aux interrupteurs commandables qui se substituent alors aux diodes ou aux thyristors. Grâce à leur capacité de fonctionnement soit en mode redresseur soit en mode régénérateur, ils font l'objet de nombreux travaux de recherche concernant leur modélisation et leur commande.

II-3) MLI "Sinus Triangle"

La *MLI* Sinus Triangle utilise le principe d'intersection entre une référence sinusoïdale de fréquence f_r , appelée modulante et un signal triangulaire de haute fréquence f_m , appelée la porteuse, pour déterminer les instants de commutation. Le schéma de principe est donné par la Fig. (II-3). [4]



Les principaux objectifs de la M.L.I sont les suivants:

- Alimenter les moteurs électriques avec des courants proches de l'onde sinusoïdale, par le contrôle des rapports cycliques et grâce à une fréquence élevée des commutations des interrupteurs par rapport à la fréquence des tensions de sortie.
- Permettre un contrôle fin de l'amplitude du fondamental des tensions de sortie généralement sur une plus grande plage possible et pour une fréquence de sortie largement variable.[5]

Les paramètres essentiels de la **M.L.I** sont :

- L'indice de modulation :

$$m = \frac{f_m}{f}$$

Où :

f_m est la fréquence de modulation

f est la fréquence du fondamentale des grandeurs de sortie de l'onduleur

- Le coefficient de réglage:

$$r = \frac{A_r}{A_m}$$

Où:

A_r : la valeur crête de la tension de référence

A_m : la valeur crête de la tension de commande

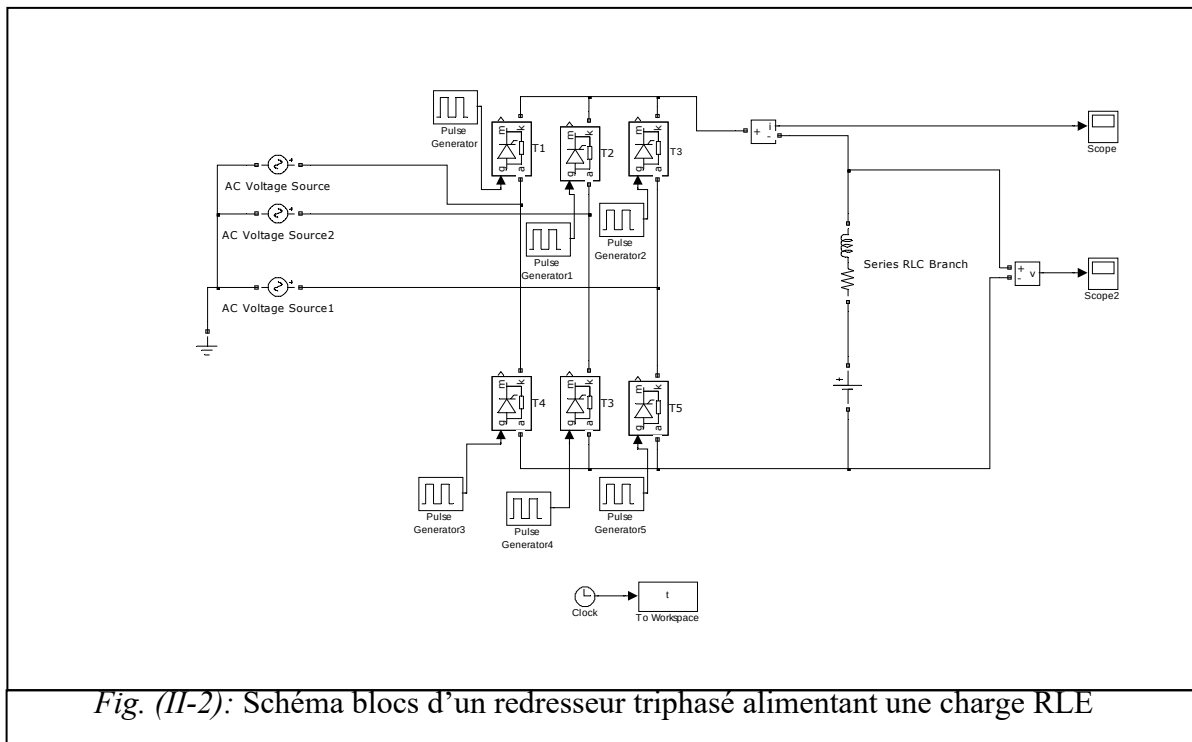
On cherche généralement à obtenir une valeur maximale de r la plus élevée.

II-4) Application de la MLI au redresseur triphasé en pont complet :

II-4-1) Schéma blocs d'un redresseur triphasé alimentant une charge RLE:

Le schéma blocs est représenté par la fig.II-2, c'est un redresseur triphasé commandé par des signaux carrés issus de six générateurs d'impulsions (ou trois signaux et leurs trois signaux inverses) alimentant une charge RLE.

Les résultats de simulation sont donnés par les fig.II-3 : tension de la charge en fonction du temps, et la fig.II-4 : courant de la charge en fonction du temps.[6].



II-4-2) Résultats de simulation :

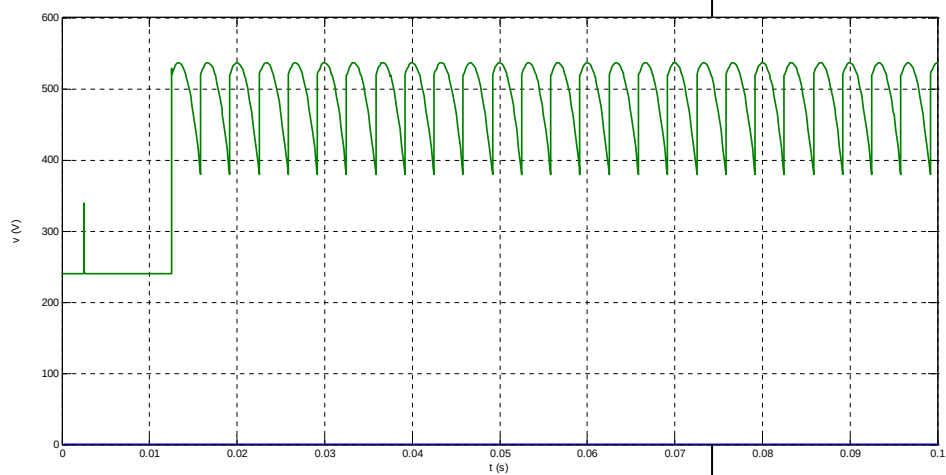


Fig. (II-3): Tension de charge en fonction du temps

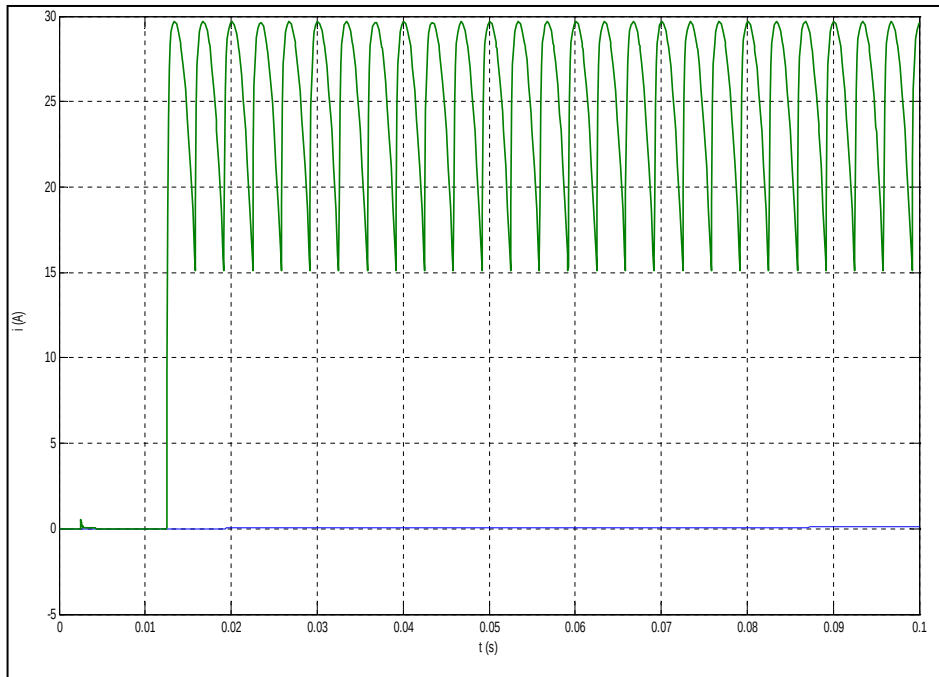


Fig. (II-4): Courant de charge en fonction du temps

Avec une précision de 0.1000, Matlab nous donne les résultats suivant :

Pour la tension redressée : $\max(v) = 537.0085$

$\min(v) = 379.2656$ (estimée avec zoom)

$\max(v) - \min(v) = 157.7492$

Pour la courant redressée : $\max(i) = 29.6679$

$\min(i) = 15.08$ (estimée avec zoom)

$\max(i) - \min(i) = 14.5879$

rapport cyclique $\alpha = 0.17$

II-4-3) Schéma bloc de la commande par MLI

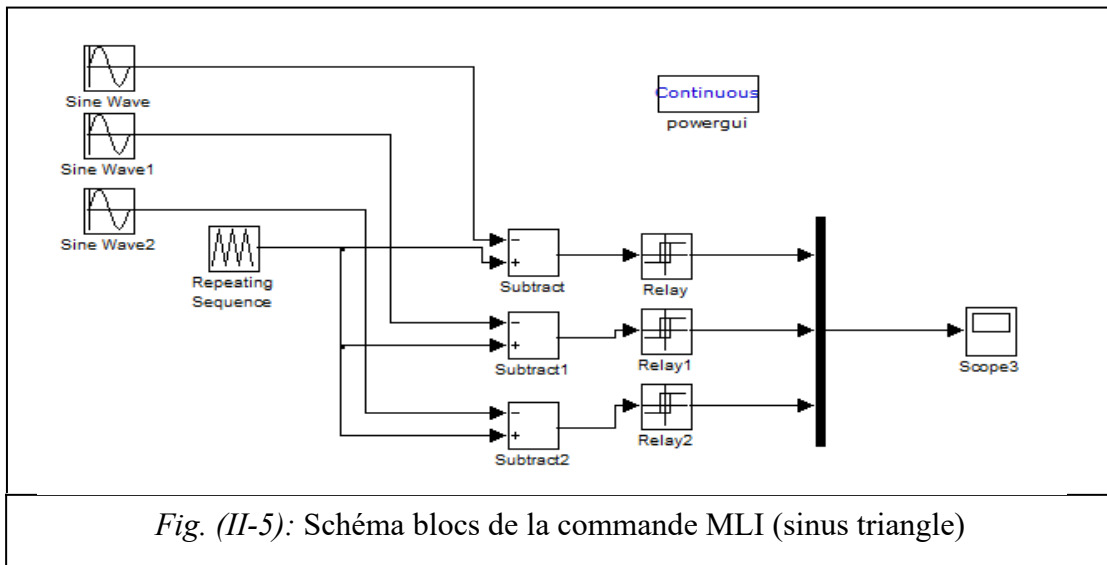


Fig. (II-5): Schéma blocs de la commande MLI (sinus triangle)

: II-4-4) Résultat de simulation

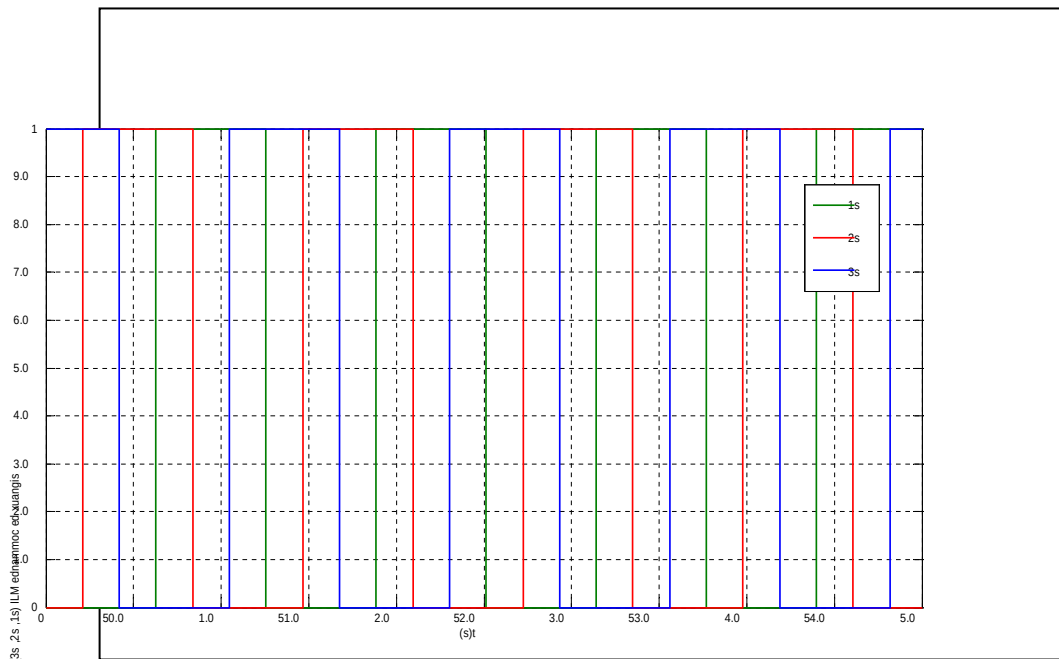


Fig. (II-6): Signaux de commande MLI

II-4-5) Redresseur MLI :

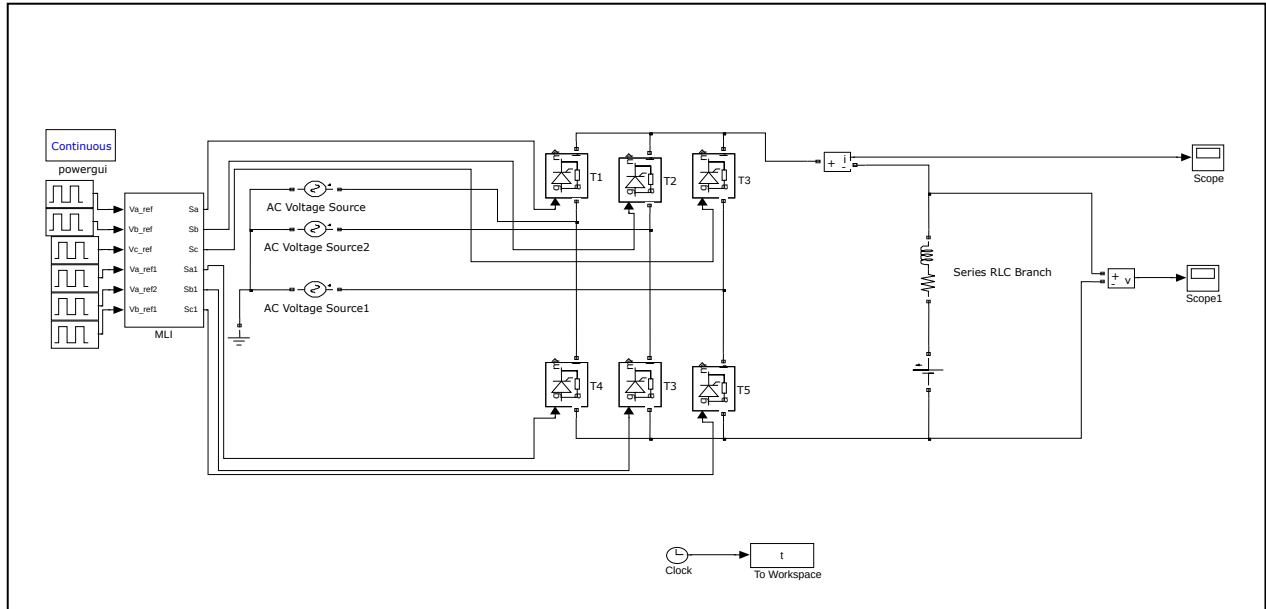


Fig. (II-7): Schéma blocs d'un redresseur MLI

Dans ce schéma blocs nous avons substitué les signaux de commande des six gâchettes des thyristors par six signaux de commande MLI mais cette fois si en comparaison six signaux de la commande carrés du montage de la fig.II-2 avec la porteuse sous forme de dents de scie. Les résultats d'une telle application sont donnés sur les fig.II-8 et fig.II-9.

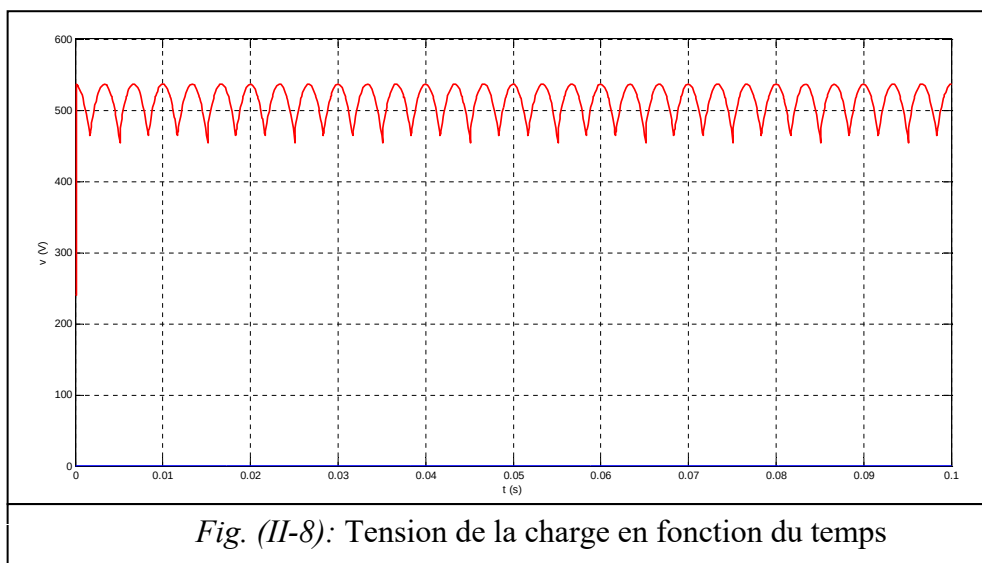
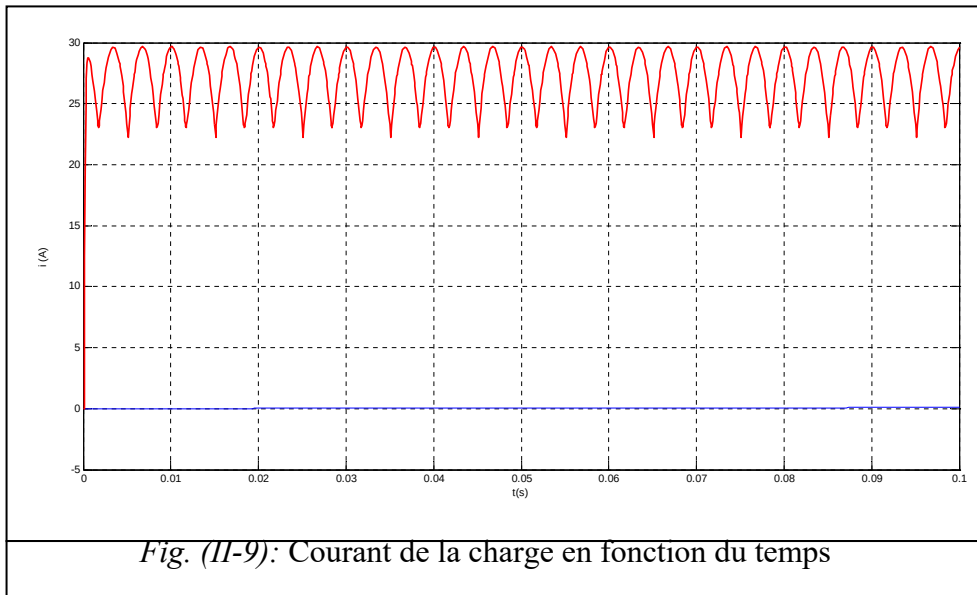


Fig. (II-8): Tension de la charge en fonction du temps



Avec une précision de 0.1000, Matlab nous donne les résultats suivant :

Pour la tension redressée : $\max(v) = 537.0085$

$\min(v) = 454$ (estimée avec zoom)

$\max(v) - \min(v) = 83.0085$

Pour la courant redressée : $\max(i) = 29.6735$

$\min(i) = 22.25$ (estimée avec zoom)

$\max(i) - \min(i) = 7.4235$

II-4-6) Synthèses:

En comparant les résultats de la simulation on trouve que la commande MLI appliqué au redresseur triphasé en pont complet avec une charge RLE, donne des résultats bien meilleurs qu'au premier cas car les ondulations du courant et de la tension sont diminuées plus que la moitié de la première valeur (premier montage).

Nous remarquons et nous observons aussi le fonctionnement instantané dans le montage commandé par MLI or dans le premier montage ce retard existe.

II-5) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté la commandé MLI (sinus triangle) qui sagit d'une comparaison entre deux signaux l'un sinusoïdal et l'autre dents de scie comme son nom le dit). Ensuite nous avons appliqué cette commande à un redresseur triphasé en pont complet. Les résultats montrent que la commande par MLI offre deux avantages :

- Instantanéité de la réponse (omission de retard au fonctionnement).
- Minimisation des ondulations de la tension et de courant redressés.

Dans le prochain chapitre nous allons appliquer les deux montages précédents pour alimenter une machine à courant continu pour constater l'effet du choix de la commande sur le fonctionnement de cette machine.

Chapitre III
Application à la MCC

:III-1) Introduction

La conversion du courant alternatif en courant continu est réalisée avec un redresseur contrôlé. Il alimente un moteur à courant continu, on est en présence d'un système à vitesse variable. Lorsque .le redresseur est contrôlé et réversible, il permet le transfert d'énergie en inverse

Dans ce chapitre nous allons appliquer les deux montages précédents pour alimenter une machine à courant continu pour constater l'effet du choix de la commande sur le fonctionnement de cette machine.[8]

III-2) Alimentation d'une machine à courant continu par un redresseur triphasé : en pont complet

Les paramètres de la machine à courant continu sont :

- [Ra = 10 ohm La = 1e-3 H]: résistance et inductance de l'inducteur.
- [Rf = 240 ohm Lf = 120 H]: résistance et inductance de l'induit.
- [Laf = 1.8 H]: inductance mutuelle entre l'induit et l'inducteur.
- [Ef =240 V]: f.e.m de la machine, avec une application d'une vitesse w qui est donnée sur la fig.III.2.

: III-2-1) Schéma blocs

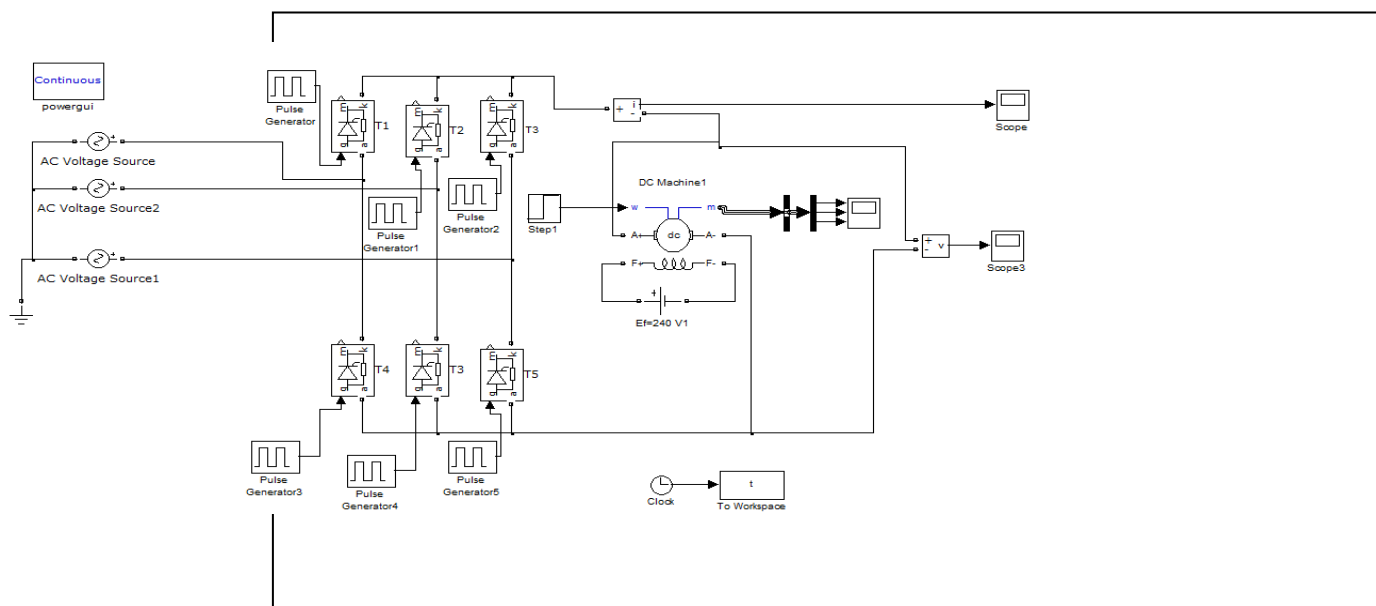


Fig. (III -1): Alimentation d'une MCC par un redresseur triphasé en pont complet

: III-2-2) Résultats de la simulation

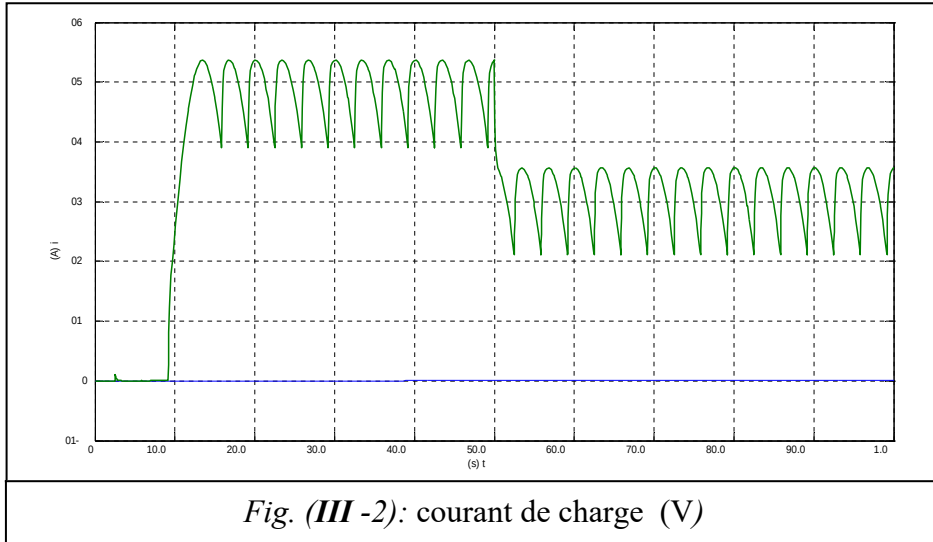
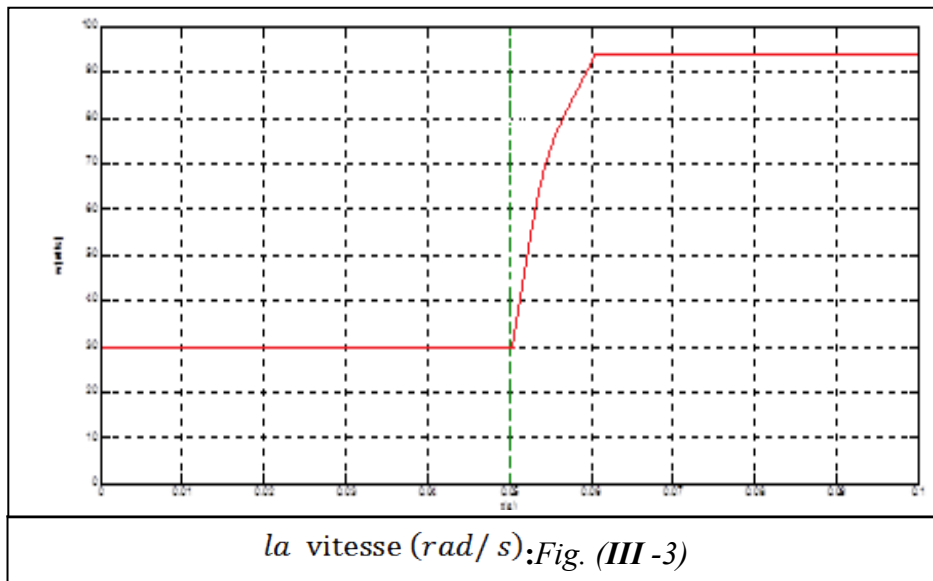
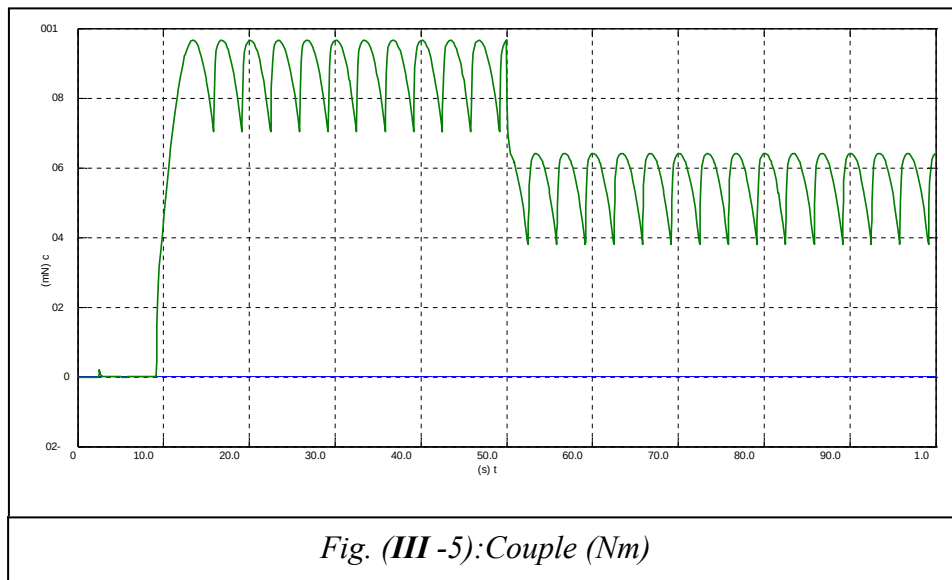
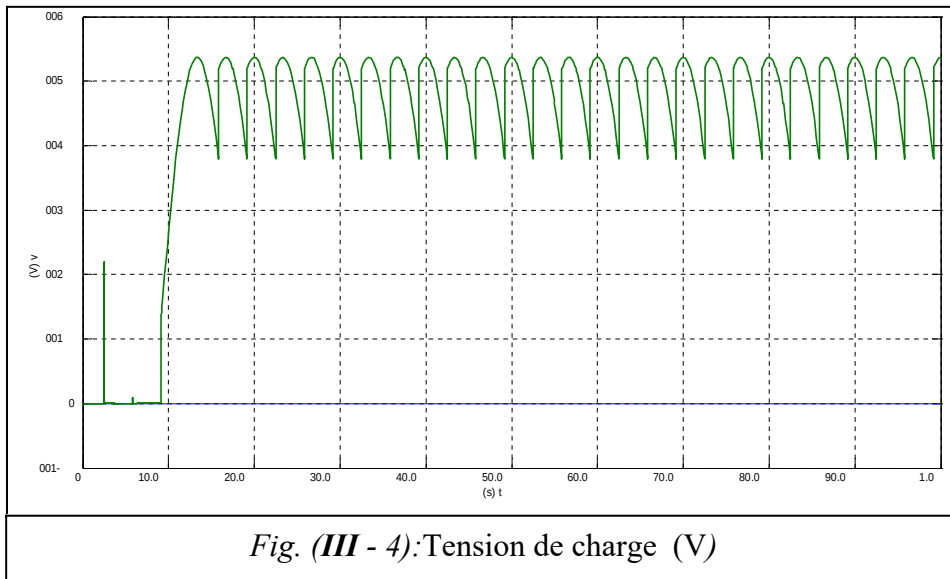


Fig. (III -2): courant de charge (V)



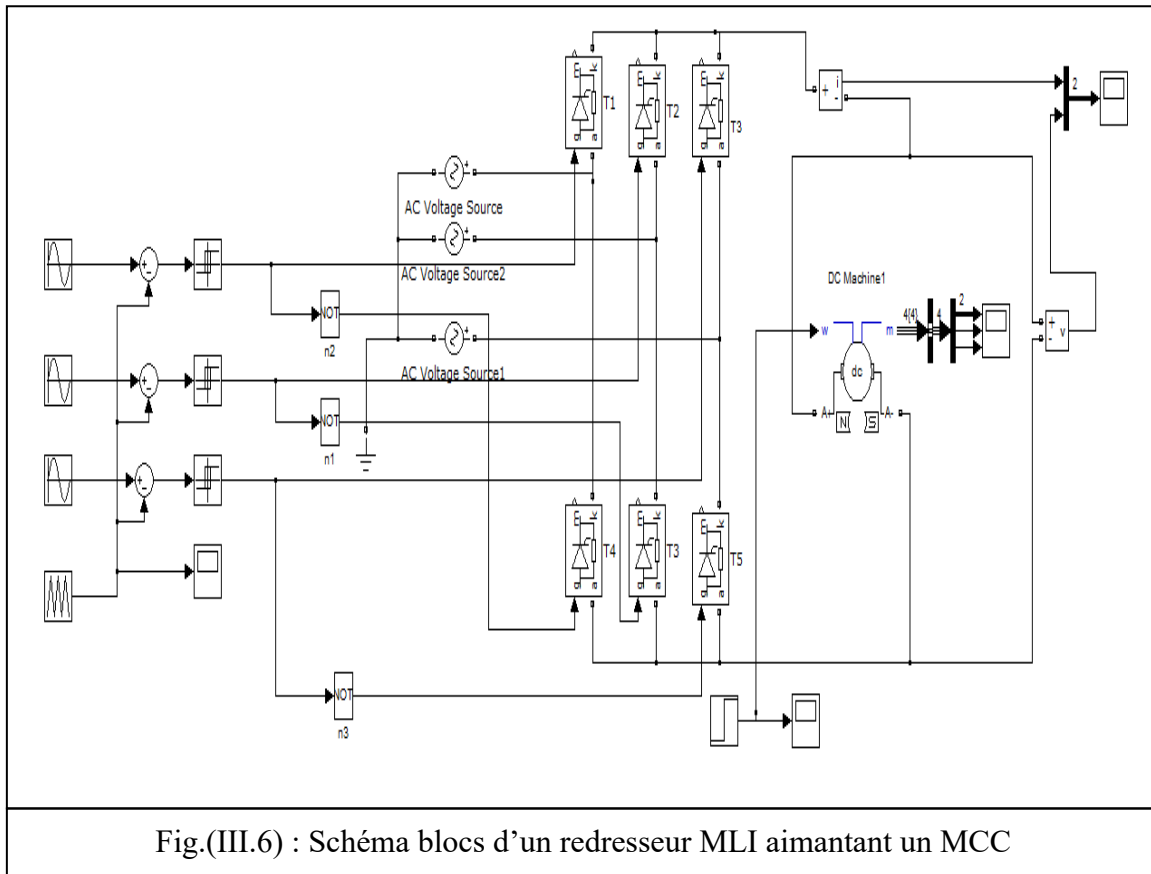
la vitesse (rad/ s):Fig. (III -3)



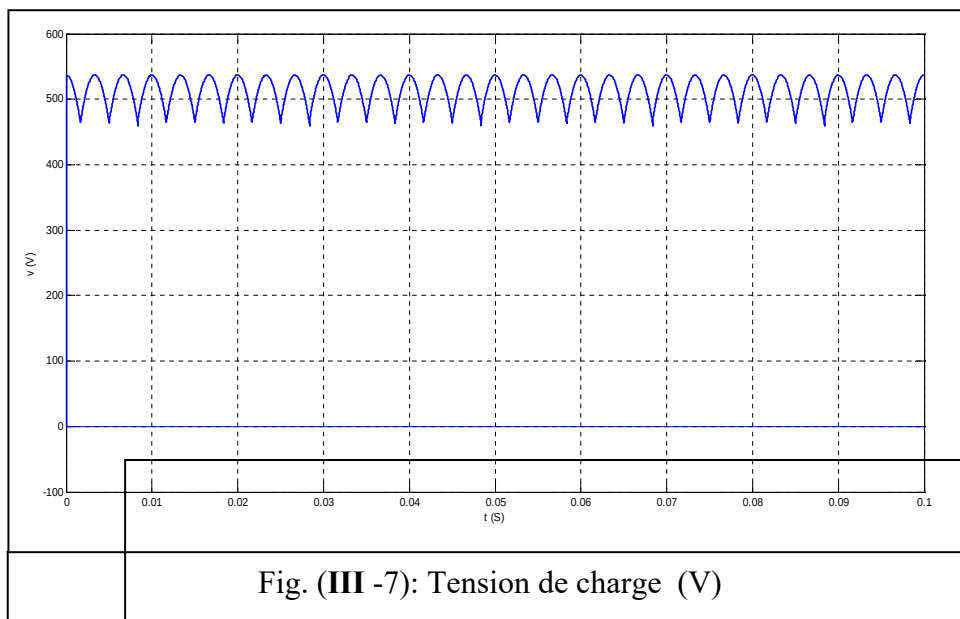
III-3) Alimentation d'une machine à courant continu par un redresseur (à MLI):

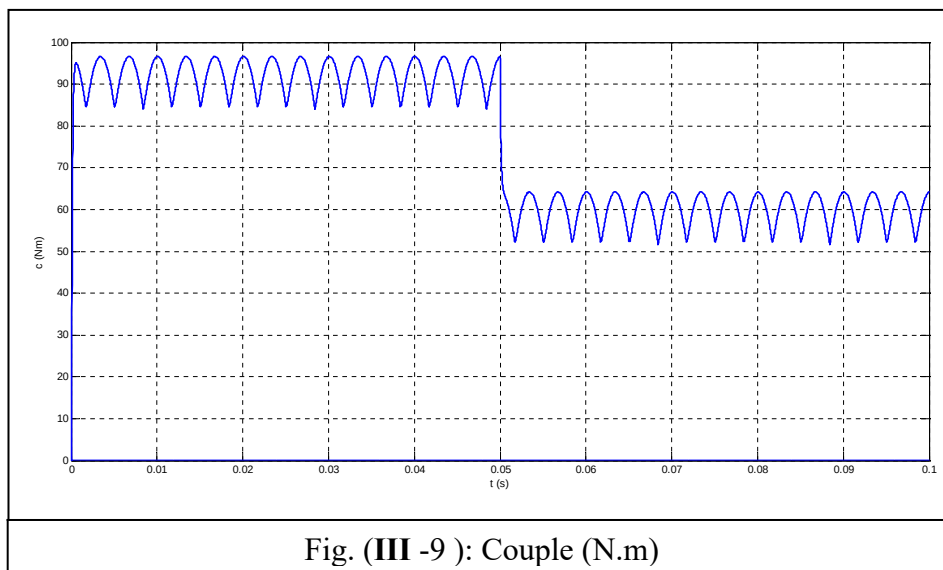
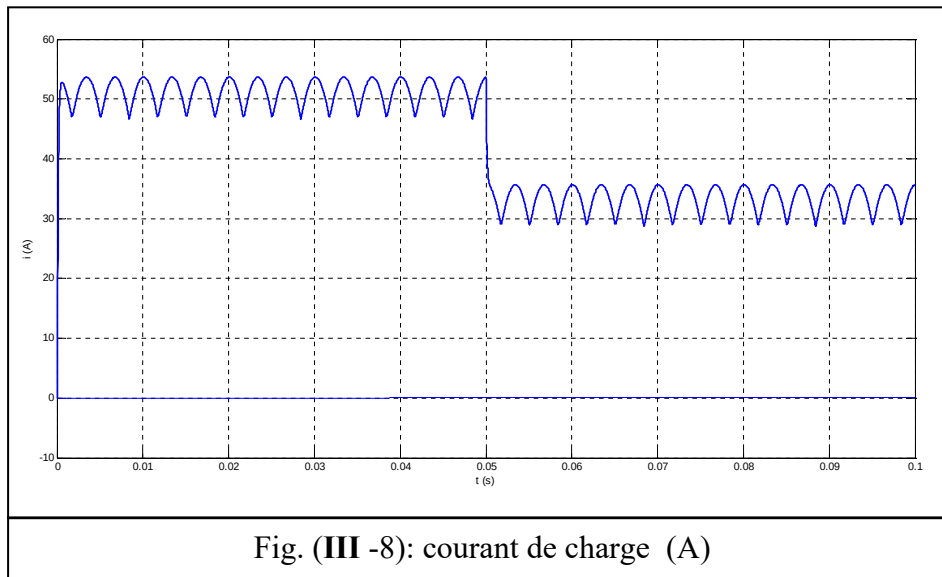
Ce montage est un redresseur triphasé en pont complet à commande MLI en comparant des signaux sinusoïdaux avec la fonction dents de scie. Il va être appliqué pour l'alimentation de la machine à courant continu.

III-2-1) Schéma blocs :



III-2-2) Résultat de simulation :





III-3) Alimentation d'une machine à courant continu par un redresseur à MLI:

Le dernier montage du chapitre précédent (redresseur triphasé en pont complet à commande MLI en comparant des signaux carrés avec la fonction dents de scie) est celui qui va être appliqué pour l'alimentation de la machine à courant continu.

III-3-1) schéma blocs :

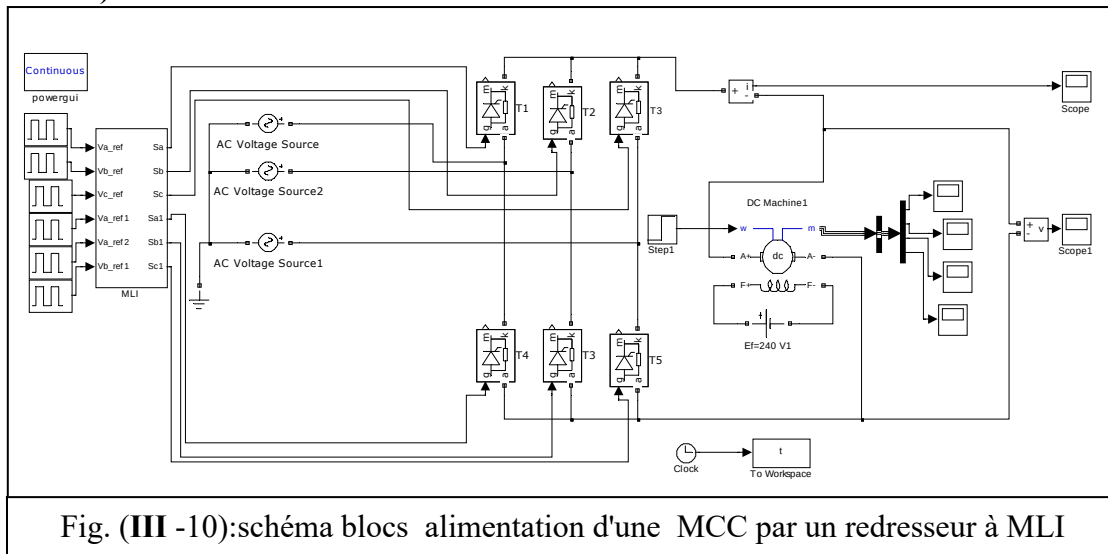


Fig. (III -10):schéma blocs alimentation d'une MCC par un redresseur à MLI

III-3-2) Résultats de simulation:

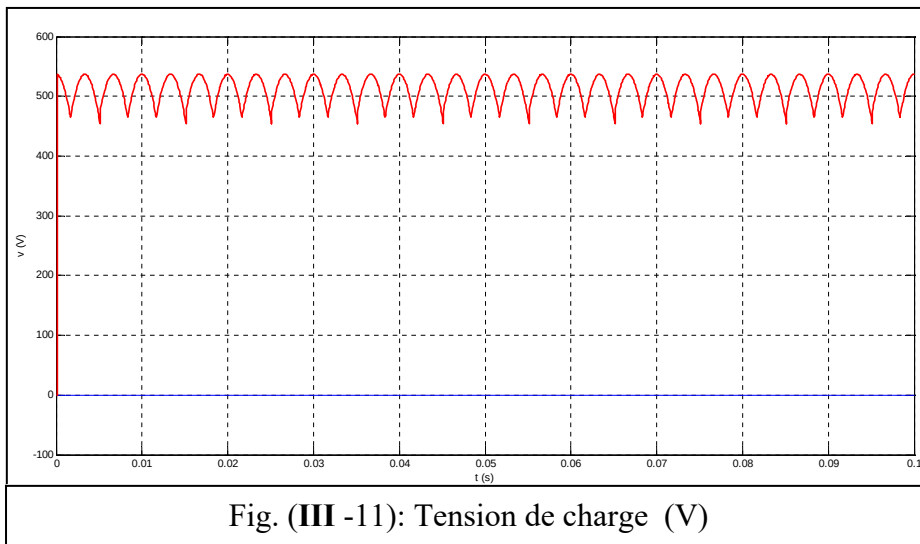


Fig. (III -11): Tension de charge (V)

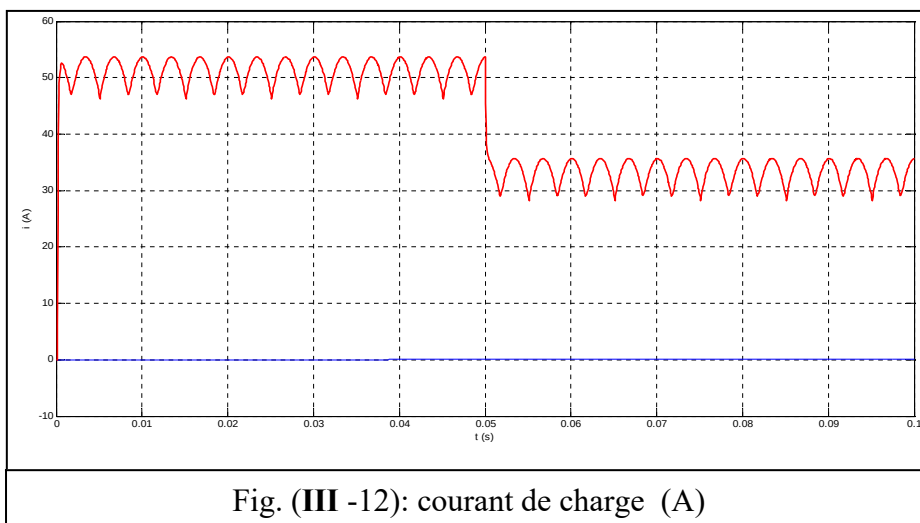
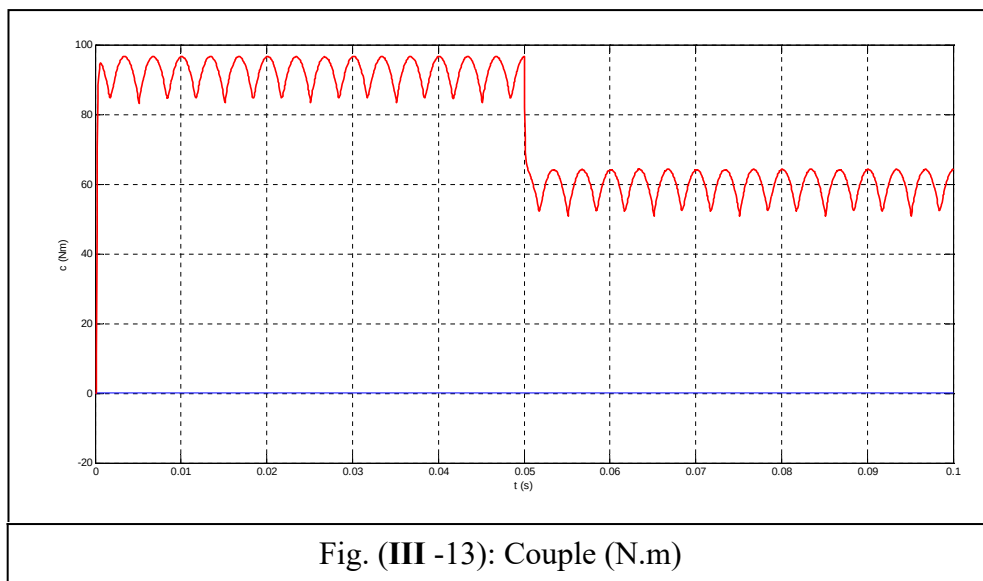


Fig. (III -12): courant de charge (A)



III-4) Synthèse:

Les fig.III.1, fig.III.6 et fig.III.10 représentent trois schémas blocs d'une MCC alimentée par un redresseur triphasé en pont complet commandé par : des générateurs d'impulsion, MLI sinus-triangle, MLI carrée-triangle.

Les fig.III.3, fig.III.7 et la fig.III.11 donnent la variation de la tension d'alimentation en fonction du temps.

Les fig.III.4, fig.III.8 et la fig.III.12, montrent la variation du courant d'alimentation en fonction du temps.

Les fig.III.5, fig.III.9 et la fig.III.13, illustrent la variation du couple de la MCC en fonction du temps.

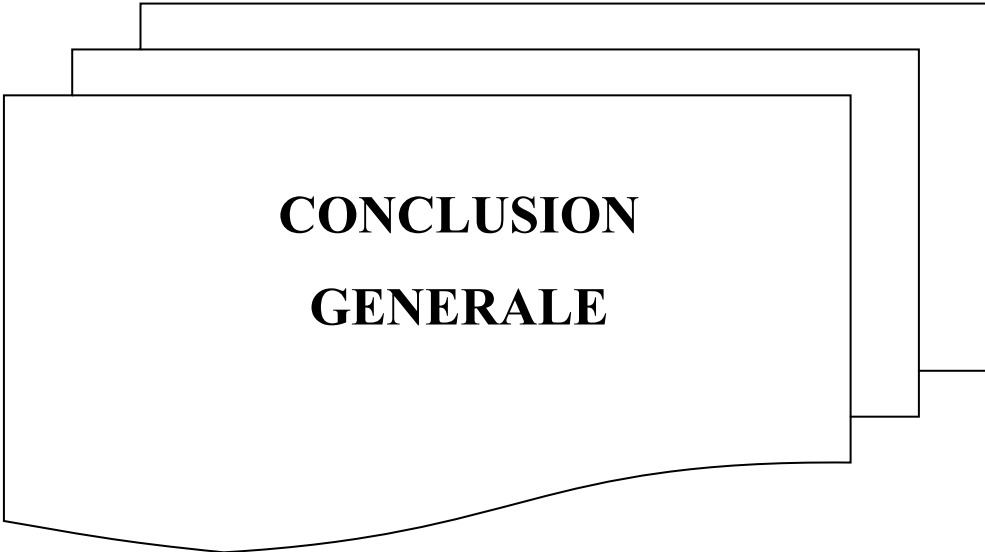
Et on trouve ce qui suit :

- Les deux derniers montages des redresseurs qu'ils soient commandés par MLI carré-triangle ou sinus-triangle donne typiquement les mêmes résultats.
- La commande MLI (comme déjà mentionné dans le chapitre précédent) minimise les ondulations de la tension et du courant d'alimentation jusqu'à une valeur parfois inférieure à la moitié que pour le premier cas.
- La commande MLI, aussi, offre un fonctionnement instantané du système car elle élimine le retard observé dans le premier montage.

III-5) Conclusion:

Les application industrielles de la vitesse aux moteurs à courant continu sont extrêmement nombreuses et couvrent un domaine très vaste. Le réglage de la vitesse des moteurs à CC demeure cependant difficile quand on dispose d'une tension continue fixe. C'est pour cela qu'on est obligé d'investir dans les convertisseurs AC/DC (les redresseurs).

Dans ce chapitre nous avons présenté trois systèmes de redresseurs triphasés l'un commandé par des générateurs d'impulsions, le deuxième par MLI sinus-triangle, le dernier par MLI carré-triangle. Et bien sûr nous la commande MLI soit sinus ou carré triangle donne de meilleurs résultats.



**CONCLUSION
GENERALE**

CONCLUSION GENERALE

Les applications industrielles de la vitesse aux moteurs à courant continu sont extrêmement nombreuses et couvrent un domaine très vaste. Le réglage de la vitesse des moteurs à CC demeure cependant difficile quand on dispose d'une tension continue fixe, c'est pourquoi, on est amené à les alimenter par les variateurs de tension qui actuellement sont des dispositifs électriques à thyristors suivant la puissance du moteur.

Notre travail qui a été consacré à la conversion AC/DC débouche sur trois chapitres, le premier donne les schémas blocs de certains types de redresseurs avec les résultats de simulations et leur interprétation, le deuxième qui a été consacré à la comparaison entre la commande à MLI et la commande par des signaux carrés générés directement depuis des générateurs de tension, le dernier chapitre concernait l'alimentation d'une MCC par le redresseur triphasé en pont complet commandé par les deux méthodes.

Dans un travail futur, Afin de vérifier la performance du redresseur, on devra montrer que les variations de la valeur moyenne de la tension de sortie peuvent être contrôlées par un angle d'amorçage α . Si α diminue, la tension redressée prend des valeurs croissantes (et vice versa) cette dernière entraîne l'augmentation de la vitesse du moteur. Donc pour le contrôle de la vitesse de la MCC on contrôle le redresseur par la variation de l'angle d'amorçage.



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Mr. Boukhalifa Mostapha , Mr. Kherfi Djaber, « Etude et réalisation d'un redresseur triphasé commandé », mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, département d'électrotechnique université de Batna 2007.
- [2] Mr : Z. metalat et S douad , « Etude d'un redresseur triphasé commandé à thyristor GTO », mémoire de fin d'étude cycle DEUA /départ /elt/batna /2002.
- [3] G.Seguir, « Électronique de puissance les fonctions de base et leurs principales applications », Edition Dunod, Paris1999.
- [4] L. Zellouma et B.S. Salem, « Etude et réalisation d'un onduleur monophasé utilisant la technique PWM à base des MOSFET », Mémoire d'ingénieur, biskra 2007.
- [5] Denoun hakim, «Des convertisseurs AC/ DC à MLI à facteur de puissance unitaire », Thèse de doctorat en électrotechnique, université mouloud mammeri de tizi – ousou, 2006 .
- [6] M.Pinard, « Commande électronique des moteurs électriques », Edition Dunod, Paris 2004.
- [7] M.Lavabre, « Électronique de puissance, conversion de l'énergie, cours et exercices résolus», Editions Casteilla, Paris, 1998.
- [8] Michel piou, « Convertisseur pour MCC, Electrotechnique», 2001

