

CHAPITRE IV

ASSERVISSEMENT DES REDRESSEURS MLI TRIPHASES A DEUX ET TROIS NIVEAUX

VI.1. INTRODUCTION

Au chapitre précédent, nous avons étudié des changeurs de fréquence ce qui nous a permis la mise en évidence du problème de fluctuation du potentiel du point milieu M dû à la dérivé des deux tensions U_{c1} et U_{c2} . Pour résoudre ce problème, on peut proposer les trois solutions suivantes qui donnent des performances plus au moins comparables pour la stabilité du potentiel du point M :

- ü Utilisation d'une alimentation continue d'entrée à point milieu.
- ü Utilisation de capacités $C1$ et $C2$ de valeurs importantes.
- ü Régulation des tensions U_{c1} et U_{c2} .

Dans le cadre de ce dernier chapitre, nous nous proposons :

- d'asservir les courants d'alimentation des redresseurs MLI à deux et trois niveaux, afin d'avoir un taux d'harmoniques le plus faible possible et un facteur de puissance unitaire coté réseaux.
- de réguler ou d'asservir les tensions U_{c1} et U_{c2} d'entrée de l'onduleur multi niveaux, en jouant sur le redresseur du changeurs de fréquences. Ainsi, comme on le montrera, la ou les boucles de tension imposent les valeurs efficaces des courants de références des boucles d'asservissement de courant.

Cette étude est faite en respectant bien sur les conditions de commandabilité des redresseurs. Ces conditions, plus particulièrement les limites des valeurs efficaces de la tension et du courant du réseau, sont liées à la caractéristique de réglage de la stratégie utilisée pour la commande de redresseur.

IV.2.ASSEVISSEMENT DE REDRESSEUR TRIPHASE A DEUX NIVEAUX

A- le redresseur est commandé par la stratégie triangulo-sinusoidal

IV.2.1.Modèles des boucles de courant et tension : [1]

La partie alternative d'entrée du redresseur triphasé à deux niveaux peut être modélisée par un circuit RL d'une phase comme le montre la figure (IV.1.a). V_{resk} est la tension d'une phase du réseau triphasé et U_k la tension d'une phase d'entrée du redresseur.

La boucle de tension impose la valeur efficace du courant de la référence du réseau correspondant à la puissance que doit échanger le réseau avec la charge continue. Pour modéliser cette boucle de tension, on utilise le principe de la conservation de puissance instantanée, et on néglige les pertes dans le redresseur. Le système (IV.1.) exprime les puissances d'entrée P_e et de sortie P_s du redresseur triphasé.

$$\begin{cases} P_e = V_{res1} \cdot I_{res1} + V_{res2} \cdot I_{res2} + V_{res3} \cdot I_{res3} = \sum_{k=1}^3 \left(V_{resk} \cdot I_{resk} - R \cdot I_{resk}^2 - \frac{1}{2} \cdot L \cdot \frac{d I_{resk}^2}{dt} \right) \\ P_s = U_c \cdot I_{red} = U_c \cdot (i_c + i_{ch}) \end{cases} \quad (IV.1)$$

En négligeant, la puissance dissipée par l'effet joule dans les résistances R du réseau, on aboutit à :

$$P = \sum_{k=1}^3 V_{resk} \cdot I_{resk} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \sum_{k=1}^3 \frac{d I_{resk}^2}{dt} + U_c \cdot I_{red}$$

En supposant les courants du réseau sinusoïdaux et en phase avec leurs tensions V_{resk} correspondantes, on peut écrire alors :

$$P = 3 \cdot V_r \cdot I_e = U_c \cdot I_{red} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} V_{resk} = V_r \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{2\pi}{3} \cdot (k-1)\right) \\ I_{resk} = I_e \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{2\pi}{3} \cdot (k-1)\right) \end{cases} \quad (IV.2)$$

Ainsi, en triphasé la puissance fluctuante est nulle. D'où aucune contrainte n'est imposée à la période d'échantillonnage T_v de la boucle de tension. **[1]**

Le modèle de la boucle de tension déduit de la relation (IV.2.) est présenté à la figure (IV.1.b). Est dans le coefficient $3V_r/U_c$ pour le triphasé.

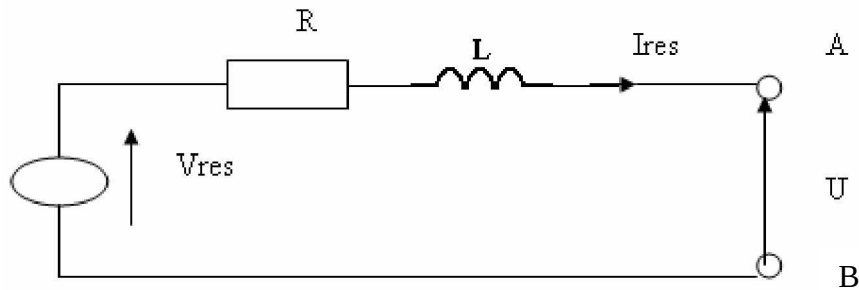


Fig.IV.1.a modèle de la boucle de courant D'une phase de redresseur

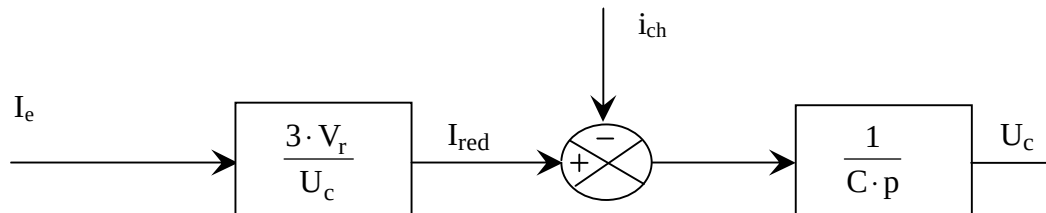


Fig.IV.1.b Modèle de la boucle de tension du redresseur triphasé à deux niveaux

IV.2.2 dimensionnement des régulateurs de courant et de tension :

On utilise des régulateurs PI pour le courant et IP pour la tension.

IV.2.2.1 Boucle de courant :

On asservit les courants des phases pour chacune de ces boucles courantes :

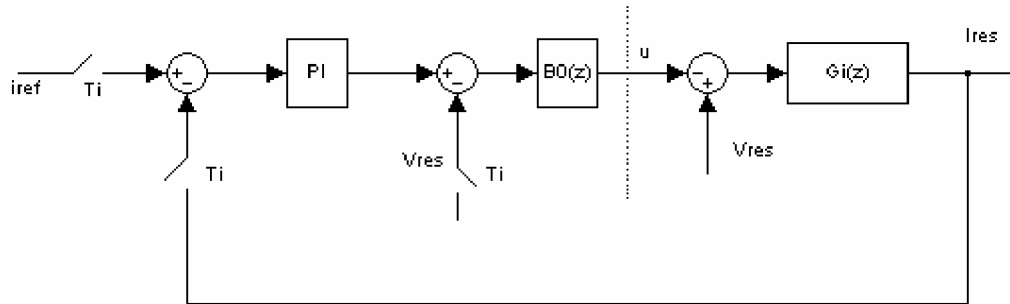
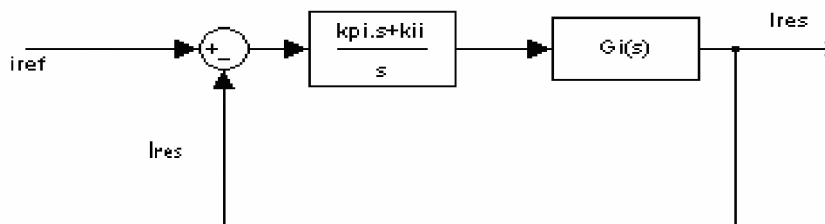


Fig.IV.3 Algorithme de réglage de courant du redresseur triphasé à deux niveaux



FigVI.4 modèle équivalent de la boucle de courant du redresseur

Calcul des paramètres de régulateur de courant :

ü boucle ouverte :

$$G1(S) = \left(Kp + \frac{Ki}{S}\right) \times Gi(S) \quad (IV.3)$$

Avec : $Gi(S) = 1/(R + L \cdot S)$

ü boucle fermée :

-par comparaison au système du deuxième ordre

$$G2(S) = \frac{G1(S)}{1 + G1(S)} = \frac{Ki + Kp \times S}{S^2 + (Kp + R)/L \times S + Ki/L} \quad (IV.4)$$

$$\begin{cases} \omega_n^2 = \frac{Ki}{L} \\ 2 \times \xi \times \omega_n = R + Kp/L \end{cases} \quad (IV.5)$$

$$\begin{cases} Ki = \omega_n^2 \times L \\ Kp = (2 \times \xi \times \omega_n) - R \end{cases}$$

IV.2.2.2 Boucle de tension :

On asservit les tensions U_{c1} et U_{c2} ($U_c = U_{c1} + U_{c2}/2$). Pour chacune de ces boucles

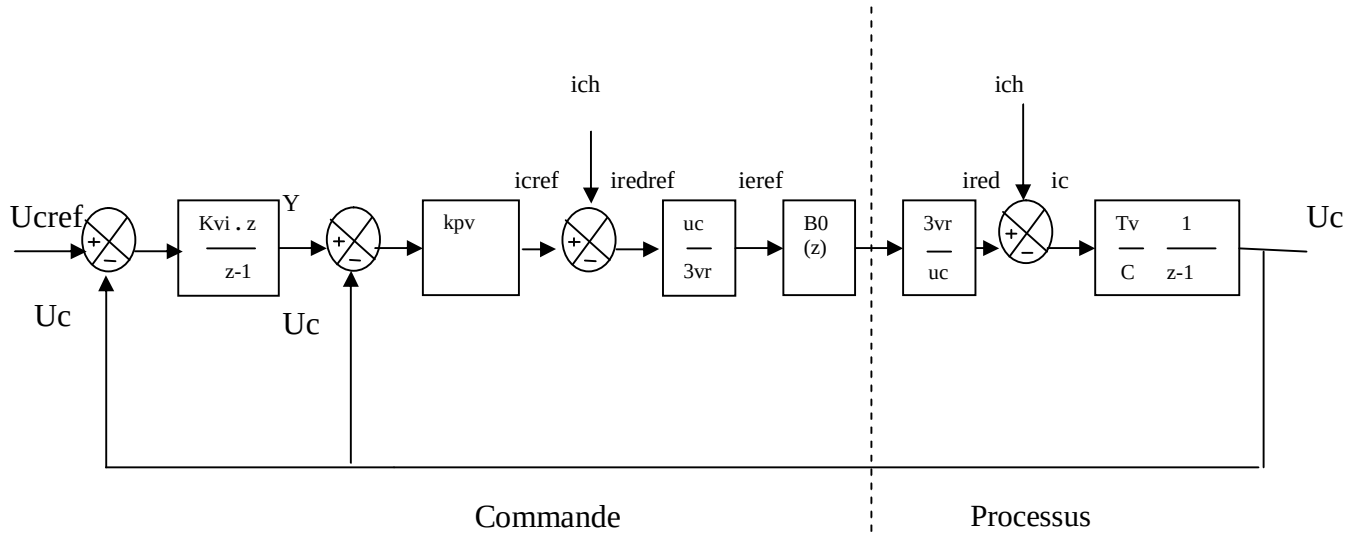


Fig.IV.6 Algorithme de réglage de la tension U_c du redresseur triphasé à trois niveaux

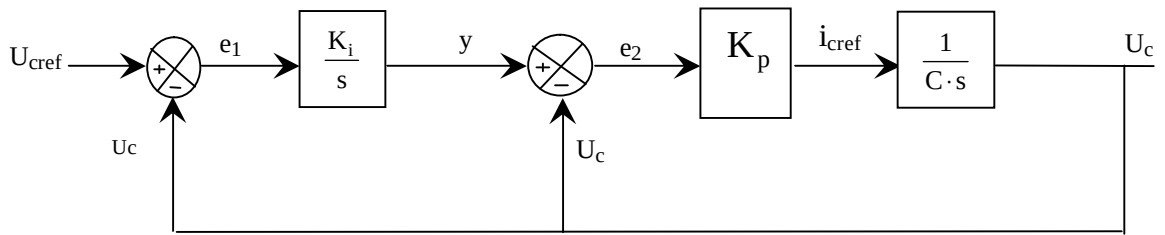


Fig.IV.7. modèle équivalent de la boucle de tension

Le calcul des régulateurs de tension donne :

pour

$$\begin{cases} \omega_n = 50 \text{ rad / s} \\ \zeta = 1 \end{cases}$$

$$G1(S) = \frac{Kp / c \times S}{1 + (Kp / c) \times S} \quad (\text{IV.6})$$

$$G2(S) = \frac{Ki / S \times G1(S)}{1 + Ki / S \times G1(S)} = \frac{Kp \times Ki / c}{S^2 + (Kp / c) \times S + Kp \times Ki / c} \quad (\text{IV.7})$$

$$\begin{cases} \omega_n^2 = \frac{Kp \times Ki}{c} \\ 2 \times \zeta \times \omega_n = Kp / c \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_i = \omega n^2 \times c / K_p \\ K_p = 2 \times \xi \times \omega n / c \end{cases} \quad (\text{IV.8})$$

IV.3 La charge de pont redresseurs du courant triphasé à deux niveaux est une résistance :

Le pont redresseurs triphasé à deux niveaux alimente une résistance pure $R_{\text{charge}}=25\Omega$. Le réseau a une tension efficace de 220V, et $R=0.25\Omega$, $L=10\text{mH}$. La capacité C du filtre de sortie est $C=5\text{mF}$. Les périodes d'échantillonnage des boucles de courant et tension sont respectivement $T_i=10^{-4}$ et $T_v=2.10^{-4}\text{s}$. Les paramètres des correcteurs sont :

- boucle de courant : $K_p=15$ et $K_i=20\text{V/A}$
- boucle de tension : $k_{pv}=2$ et $K_{iv}=25$

Les figures (IV.8.a) et (IV.8.b) montrent les résultats de l'asservissement d'un pont redresseurs triphasés à deux niveaux alimentant une charge résistive pure. On remarque que la tension de sortie suit bien sa référence, les courants I_{resk} du réseau triphasé sont pratiquement sinusoïdaux et en phase avec les tensions V_{resk} . Ainsi, le facteur de puissance du réseau triphasé alimentant ce redresseur est bien proche de l'unité.

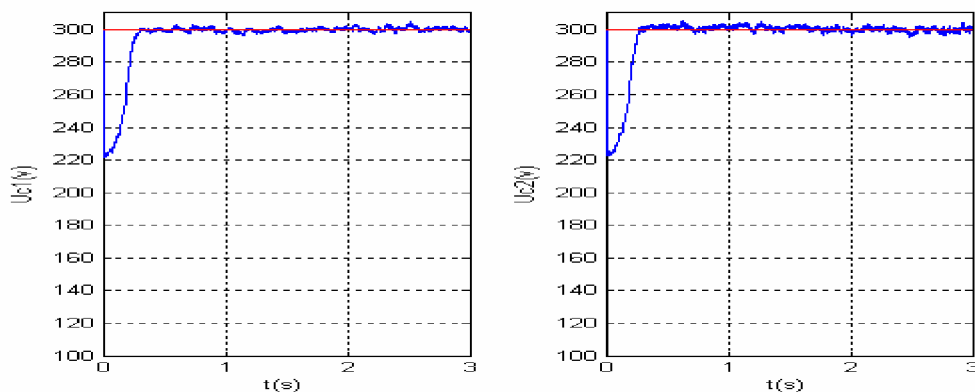


Fig.IV.8.a. les tensions U_{c1} et U_{c2} ainsi que leur références

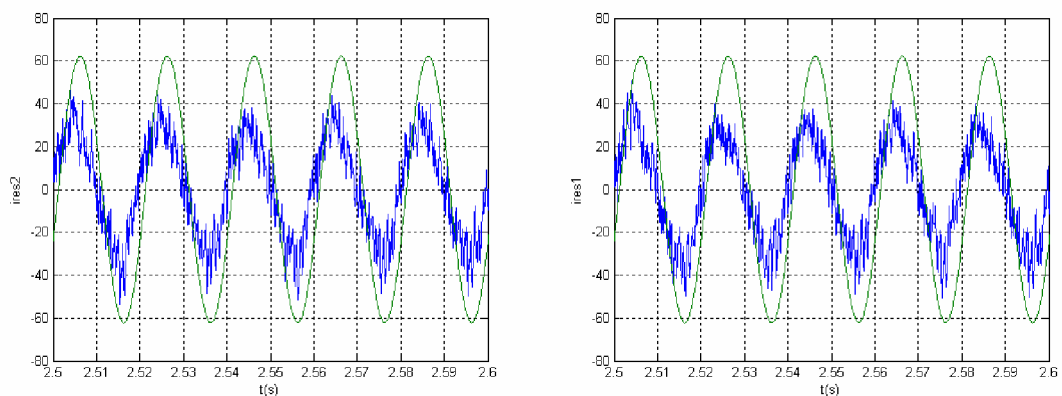


Fig.IV.8.b. courants et tensions d'une phase de réseaux des deux redresseurs

IV.4 Cascade deux redresseurs de courant triphasé à deux niveaux –onduleur triphasé à trois niveaux- Machine asynchrone triphasée :

On applique les algorithmes d'asservissement des redresseurs triphasés à deux niveaux élaborés précédemment pour commander les deux redresseurs triphasés à deux niveaux de la cascade deux redresseurs de courant triphasés à deux niveaux – onduleur triphasé à trois niveaux- machine asynchrone triphasée. La structure de cette cascade est donnée au chapitre (III).

Ainsi, on réalise pour cette partie :

- l'asservissement du pont redresseur n°1 (asservissement de la tension U_{c1} et les courants du réseau alimentant ce redresseur)
- l'asservissement du pont redresseur n°2 (asservissement de la tension U_{c2} et les courants du réseau alimentant ce redresseur).

Les paramètres des filtres d'entrée des deux redresseurs sont $R=0.25$ et $L= 10\text{mH}$. Le filtre capacitif de sortie a comme paramètres $C1=C2=20\text{mF}$. Les deux réseaux triphasés ont des tensions efficaces de 220 V et une fréquence $f_{res}=50\text{Hz}$.

On utilise les mêmes régulateurs de courant et de tension pour les deux redresseurs. Les paramètres de ces régulateurs sont :

- régulateur PI de courant : $k_{pi} = 15 \text{ V/A}$ et $K_{ii}= 20 \text{ V/A}$, $T_i= 10^{-4} \text{ s}$
- régulateur IP de tension : $k_{pv} = 2 \text{ V/A}$ et $K_{iv}= 25 \text{ V/A}$, $T_i= 2.10^{-4} \text{ s}$.

Les figures (IV.9.a) montrent que les asservissements des tensions U_{c1} et U_{c2} des deux redresseurs triphasés répondent parfaitement à toutes les perturbations. La différence $U_{c1}-U_{c2}$ est faible et devient pratiquement nulle en régime établi.

Les courants des réseaux triphasés, alimentant les deux redresseurs de la cascade, suivent bien leurs références sinusoïdales. Les facteurs de puissances de ces deux réseaux sont pratiquement unitaires (IV.9.c). Les courants redressés I_{red1} et I_{red2} des deux redresseurs triphasés sont donnés à la figure (IV.9.e).

Les figures (IV.9.f) et (IV.9.g) et (IV.9.h) présentent les grandeurs du moteur triphasé (courant, couple et vitesse). Les courants de l'onduleur ont une valeur efficace égale à 4A le courant I_{d0} a une valeur moyenne nul en régime établie.

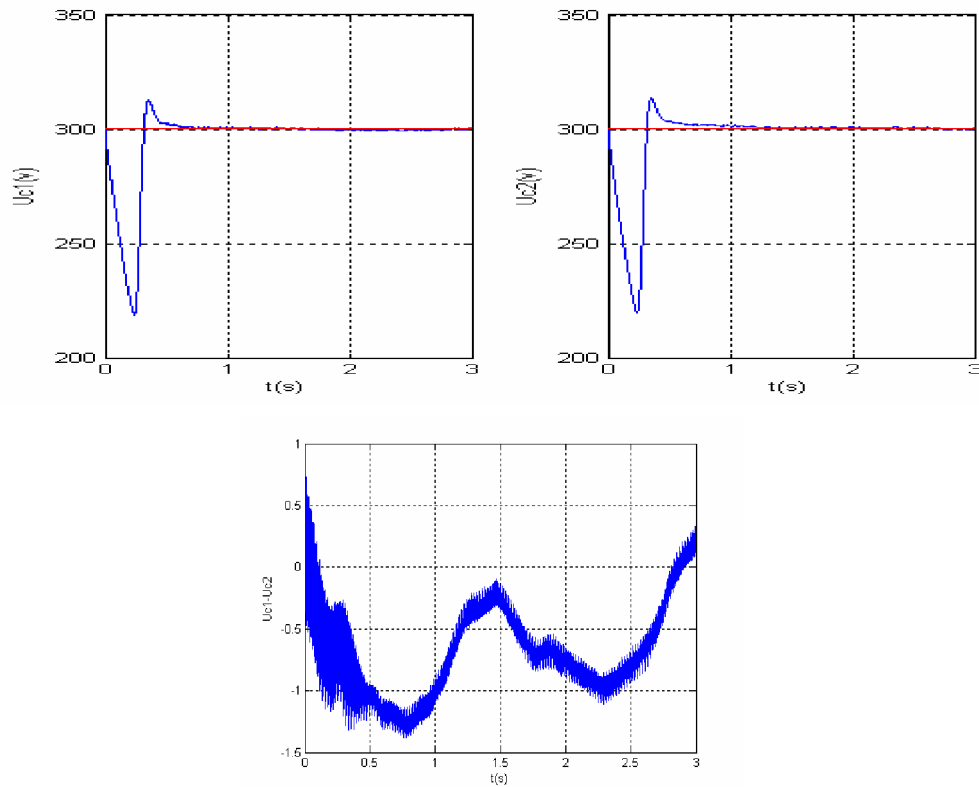


Fig. IV.9.a. Tensions U_{c1} , U_{c2} et U_{ref} ainsi que leur différence

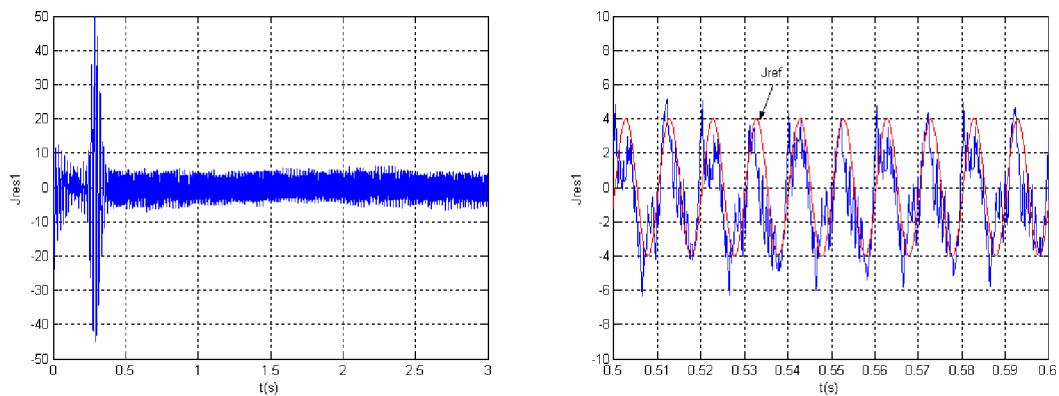


Fig. IV.9.c. Courant réel j_{res1} et courant de référence du redresseur n°2

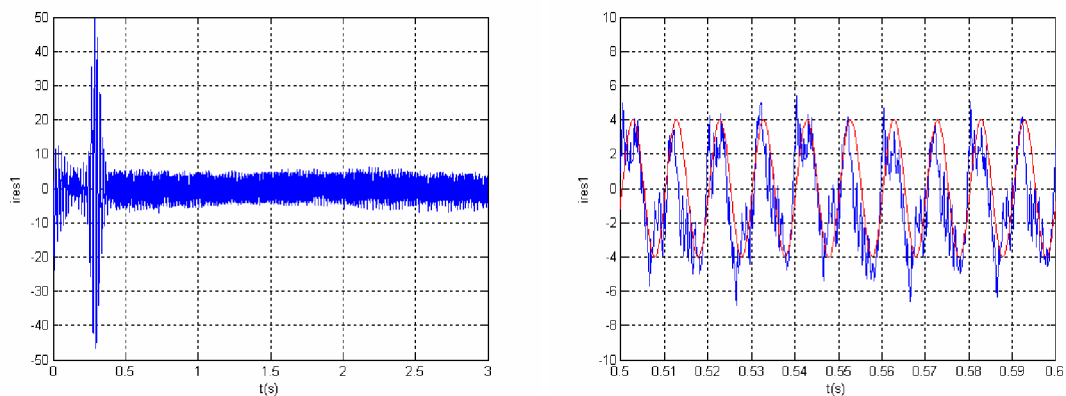


Fig. IV. 9. d. Courant réel i_{res1} et courant de référence i_{ref} du redresseur n°1

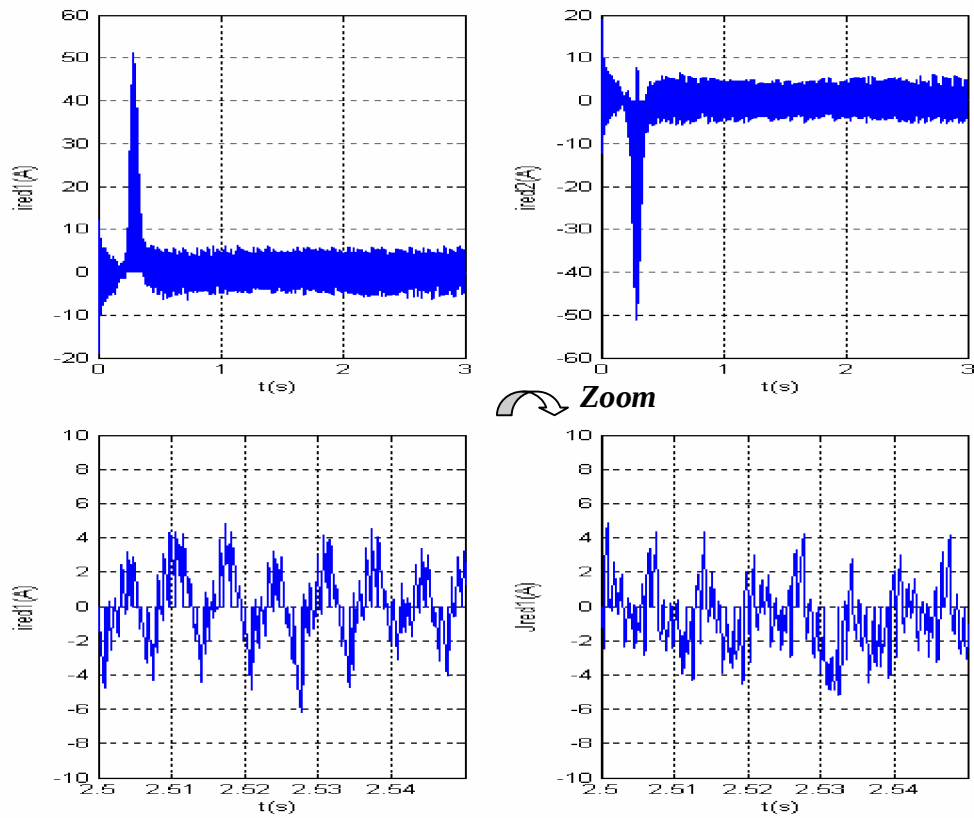


Fig. IV. 9.e. Courants redressés I_{red1} , I_{red2} des deux pont redresseurs

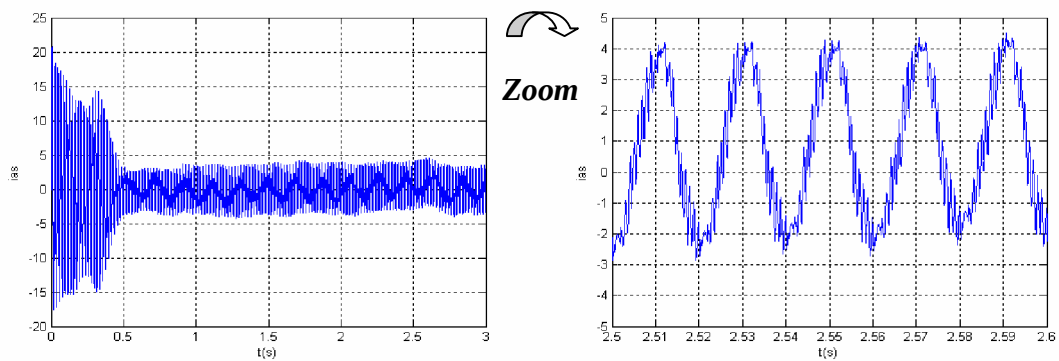


Fig.9.f. Courant d'une phase du moteur triphasé

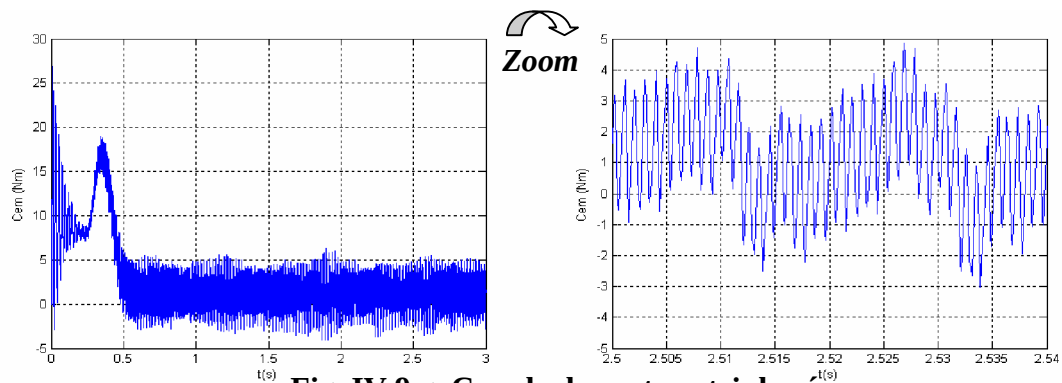


Fig. IV.9.g. Couple du moteur triphasé

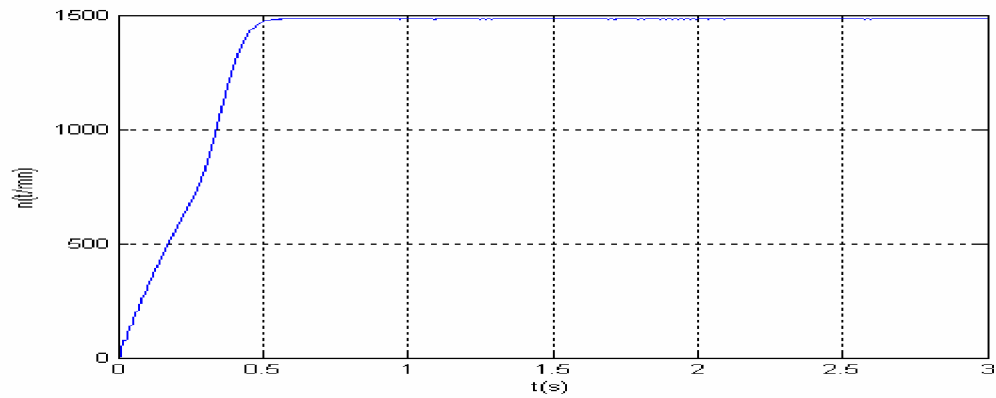
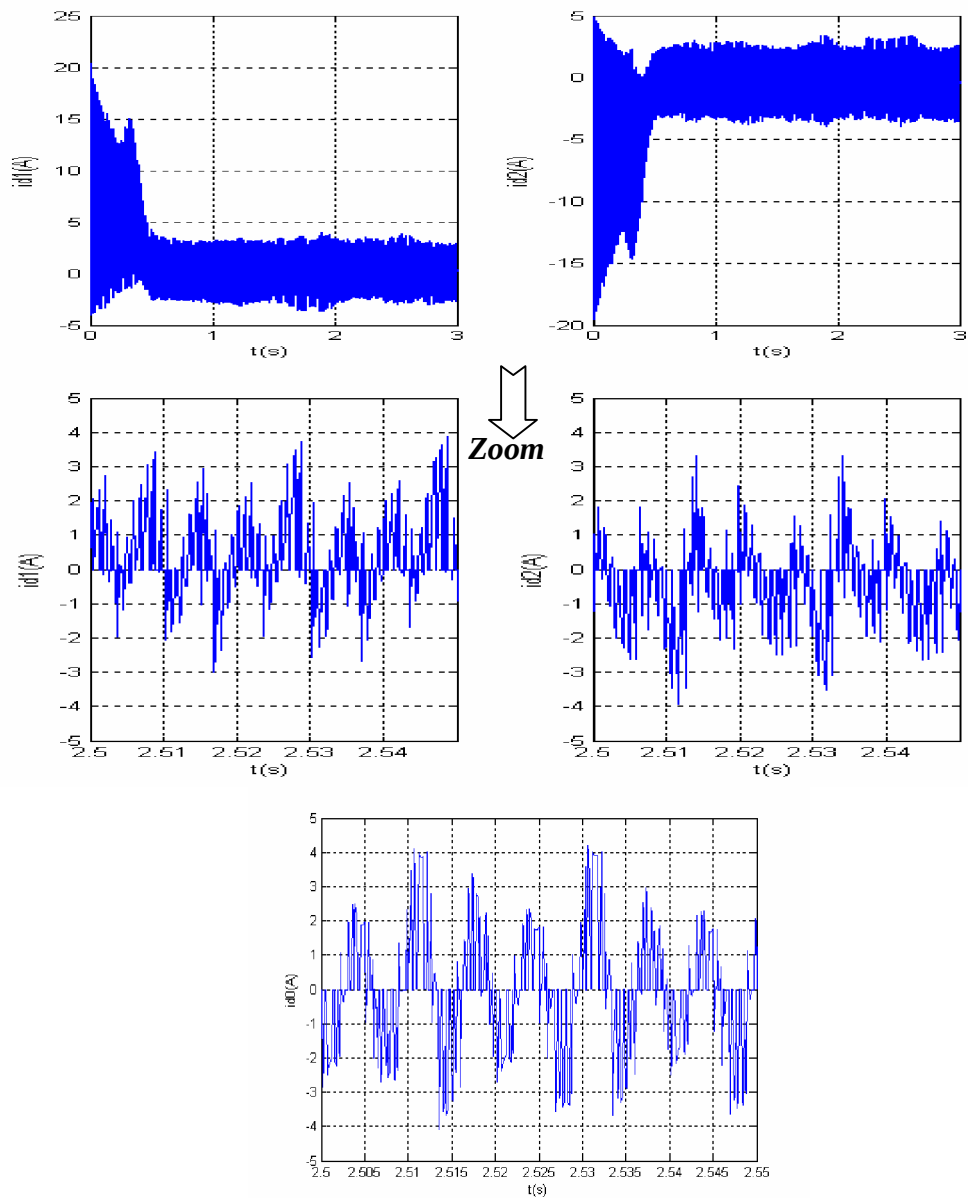


Fig. IV.9.h. Vitesse du moteur triphasé

Fig. IV. 9. i. courants I_{d1} , I_{d2} et I_{d0} de l'onduleur triphasé à trois niveaux

IV.5 ASSERVISSEMENT DU REDRESSEUR MLI TRIPHASÉ À TROIS NIVEAUX

IV.5.1. Modèle de boucle de courant et de tension

Comme pour le redresseur à deux niveaux, La boucle de tension impose toujours la valeur efficace I_e du courant de référence du réseau. En utilisant le principe de la conservation de la puissance instantanée et en négligeant les pertes joules dans la résistance R du réseau, on peut écrire :[1]

$$\begin{cases} P_e = \sum_{k=1}^3 \left(V_{resk} \cdot I_{resk} - \frac{L}{2} \cdot \frac{d I_{resk}^2}{dt} \right) \\ P_s = U_{c1} \cdot (i_{c1} + i_{ch}) + U_{c2} \cdot (i_{c2} + i_{ch}) = -U_{c1} \cdot i_{d1} + U_{c2} \cdot i_{d2} \end{cases} \quad (IV.9)$$

On supposera dans la suite que $U_{c1} = U_{c2} = U_c$ et $C_1 = C_2 = C$. Définissons les grandeurs i_c , i_{ch} et U_c comme suit :

$$i_c = \frac{i_{c1} + i_{c2}}{2}, i_{ch} = \frac{i_{ch1} + i_{ch2}}{2}, U_c = \frac{U_{c1} + U_{c2}}{2}, I_{red} = i_c + i_{ch} \quad (IV.10)$$

Alors la relation (IV.9) permet d'écrire :

$$P = \sum_{k=1}^3 V_{resk} \cdot I_{resk} = 2 \cdot U_c \cdot (i_c + i_{ch}) + \sum_{k=1}^3 \frac{L}{2} \cdot \frac{d I_{resk}^2}{dt} \quad (IV.11)$$

En supposant les systèmes de tension et de courant du réseau triphasé sinusoïdaux et équilibrés, la relation (IV.8) devient :

$$P = 3 \cdot V_r \cdot I_e = 2 \cdot U_c \cdot (i_c + i_{ch}) \quad (V.12)$$

Le modèle de la boucle de courant et de tension du redresseur à trois niveaux déduit de cette relation (IV.12) est représenté à la figure (IV.10).

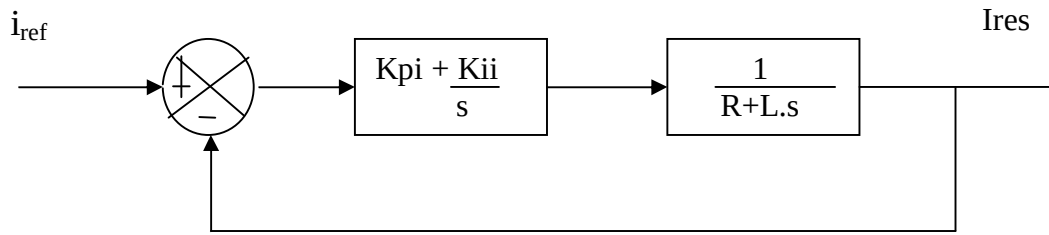


Fig.IV.10. Modèle de la boucle de courant du redresseur triphasé à trois niveaux

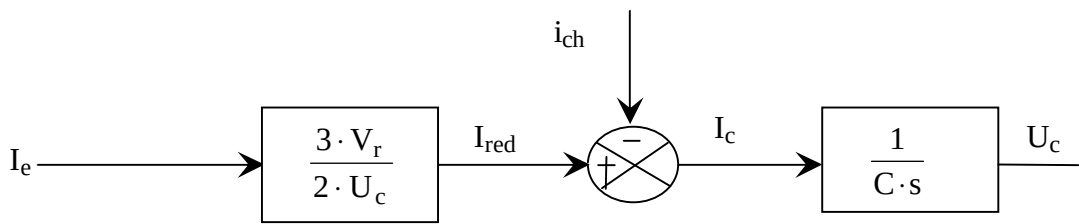


Fig.IV.11. Modèle de la boucle de tension du redresseur triphasé à trois niveaux.

IV.5.2. Dimensionnement du régulateur de courant et de tension

IV.5.2.1 la boucle de courant

On asservit les trois courants des phases du réseau, pour chacune des trois boucles des courants le calcul des régulateurs est identique à celui effectué pour les autres redresseurs.

La figure (IV.12) montre l'algorithme de réglage d'une phase k du redresseur.

On calcule les paramètres k_{pi} k_{ii} des régulateurs de courants de façon d'avoir en boucle fermée $\omega_{ni}=50$ rad/s et une période d'échantillonnage $T_i=0.0001s$ et un amortissement unitaire.

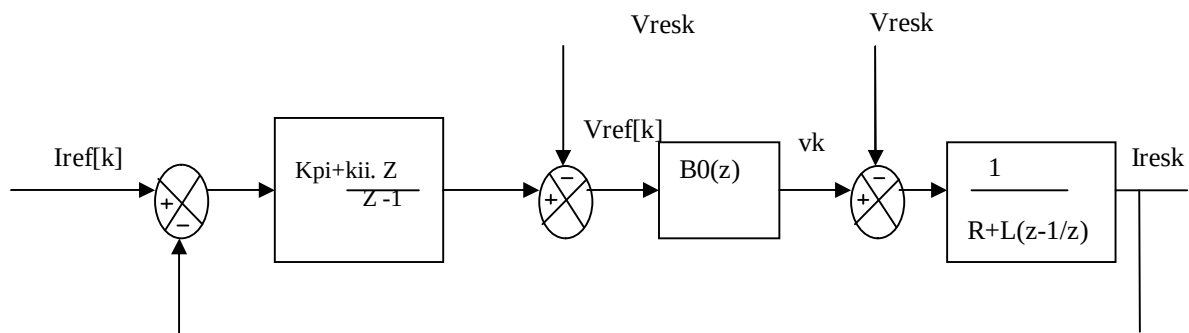


Fig.IV.12. Algorithme de réglage d'une phase du courant du redresseur triphasé à trois niveaux

IV.5.2.2 la boucle de tension

L'algorithme de réglage de la tension redressée U_c du redresseur triphasé à trois niveaux est donné sur la figure (IV.13).

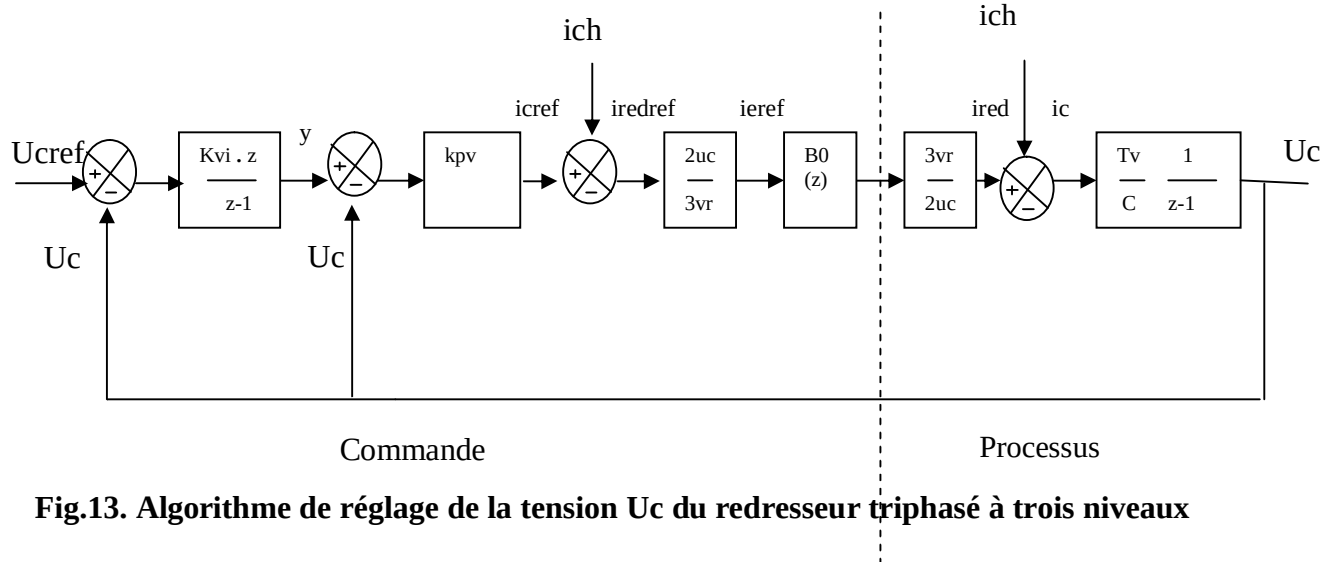


Fig.13. Algorithme de réglage de la tension U_c du redresseur triphasé à trois niveaux

Après **compensation** du courant de charge **ich** et **linéarisation**, on aboutit au algorithme d'asservissement de la tension U_c (U_c est la moyenne des tensions U_{c1} et U_{c2}) montré à la figure (IV.14).[1]

On calcule les paramètres k_{pv} et k_{iv} des régulateurs **IP** de tension afin d'avoir un système équivalent du seconde ordre en boucle fermé avec une pulsation propre $\omega_{ni}=50$ rad/s une période d'échantillonnage $T_i=0.0002s$ et un amortissement unitaire.

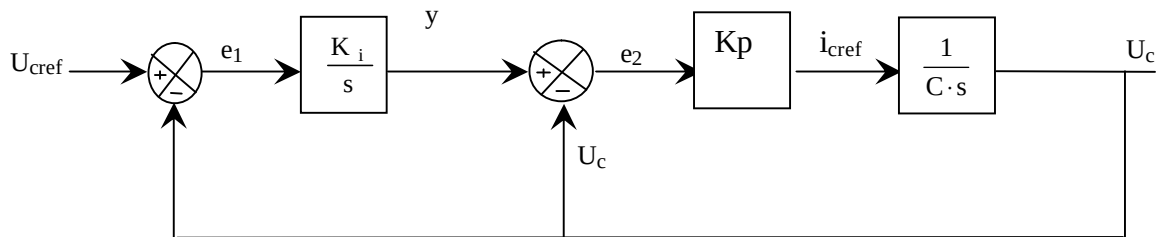


Fig.IV.14. modèle équivalent de la boucle de tension

Le calcul des régulateurs est le même que pour le redresseur à deux niveaux, les paramètres du régulateur IP sont :

$$\begin{cases} K_i = \omega_{n2} \times c / K_p \\ K_p = 2 \times \xi \times \omega_n / c \end{cases}$$

IV.6 la charge du redresseur de courant triphasé à trois niveaux est une résistance

Le redresseur triphasé à trois niveaux alimente une résistance pure $R_{charge}=25\Omega$. le réseau a une tension efficace de 220V ; $R=0.25\Omega$, $L=10\text{mH}$ et les capacités $C1$ et $C2$ sont de 20mF.

Les périodes d'échantillonnage des boucles des courants et des tensions sont respectivement $T_i=0.0001\text{s}$ et $T_v=0.0002\text{s}$. les paramètres des différents correcteurs sont :

- $K_{pi}=15$ et $k_{ii}=20$ $T_i=0.0001\text{s}$ pour la boucle de courant.
- $K_{pv}=2$ et $k_{iv}=25$ $T_v=0.0002\text{s}$ pour la boucle de tension.

Les figures (IV.15) montrent les performances de l'asservissement du redresseur triphasé à trois niveaux alimentant une charge résistive. Les courants du réseau triphasé sont sinusoïdaux. Aussi, les tensions U_{c1} et U_{c2} suivent bien la tension de référence U_{ref} .

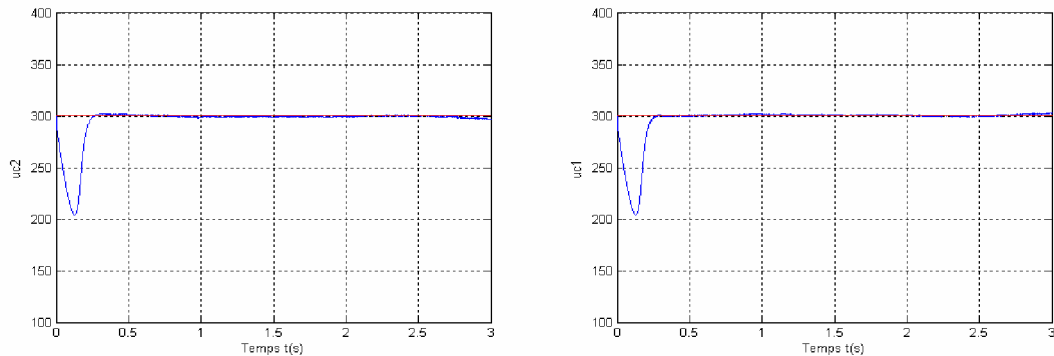


Fig.IV.15.a.tensions U_{c1} et U_{c2} et U_{ref}

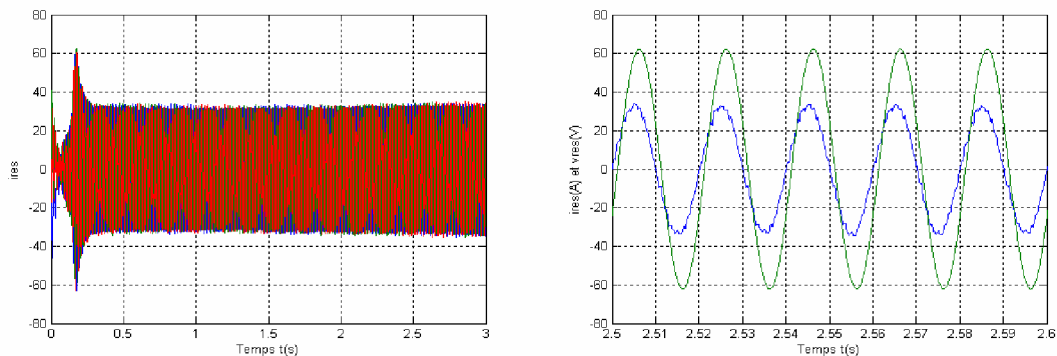


Fig.IV.15.b.courant et tension d'une phase de réseau

IV.7 Cascade d'un redresseur de courant triphasé à trois niveaux –onduleur triphasé à trois niveaux –machine asynchrone

On applique l'algorithme d'asservissement de courant et de tension élaboré précédemment pour commander le redresseur triphasé à trois niveaux de cette cascade. Les paramètres du réseau triphasé sont $R=0.25\Omega$ et $L=10\text{mH}$.

Les paramètres de filtre de sortie sont $C_1=C_2=20$ mF. La valeur efficace du tension de réseau est 220V avec une fréquence de $f_{res}=50$ Hz.

Les paramètres de régulateur **PI** de courant et **IP** de tension sont calculés par la même méthode précédente (redresseur à 2 niveaux) ce qui permet d'avoir :

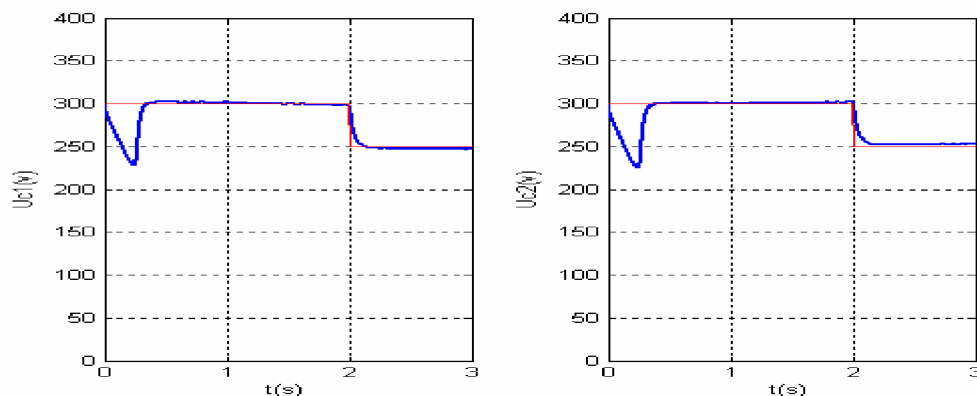
- $K_{ii}=25$, $K_{pi}=15$, avec une période d'échantillonnage $T_i=0.0001$ pour le courant.
- $K_{ii}=25$, $K_{pi}=2$, avec une période d'échantillonnage $T_v=0.0002$ pour la tension.

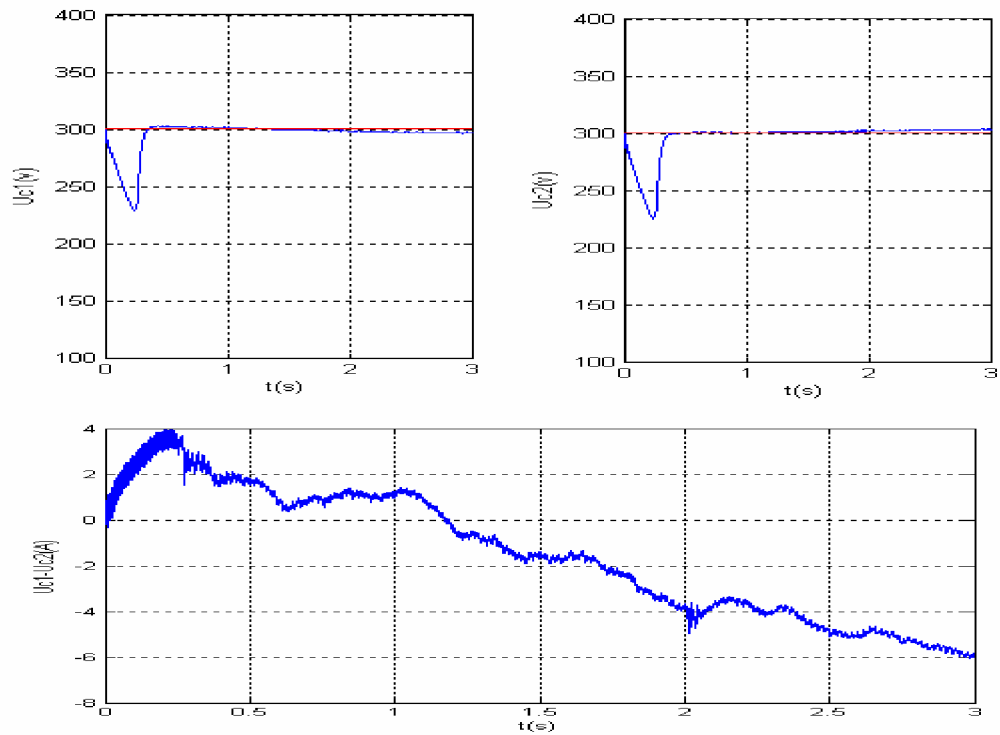
Les figures (IV.16) présentes les résultats de l'asservissement du redresseur triphasé à trois niveaux alimentant la cascade onduleur triphasé à trois niveaux commandé par la stratégie triangulo sinusoïdal ($r=0.8$, $m=21$, $f=50$ hz).

Les tensions U_{c1} et U_{c2} suivent bien la référence U_{ref} . Au départ, la tension U_{c1} (U_{c2}) décroît rapidement car entre $[0, T_v]$ la valeur efficace de courant de référence est nulle et ensuite U_{c1} (U_{c2}) croit pour rejoignent leur références. Le décalage $U_{c1}-U_{c2}$ reste toujours faible fig. (IV.16.a).

Les courants I_{resk} du réseau triphasé suivent bien leurs références sinusoïdales I_{refk} , les courants i_{red1} ; i_{red2} ; i_{red0} sont donné aux figures (IV.16.c).

Les grandeurs du moteur triphasé (courant, couple et vitesse) sont présentés aux figures (IV.16.d). Le couple et le courant se stabilisent après qu'ils ont été instables en régime transitoire .la vitesse de synchronisme du moteur est de 1500tr/s.





FigIV.16.a. Tensions U_{c1} , U_{c2} , pour deux valeurs de U_{cref} ainsi que leur différence

Zoom

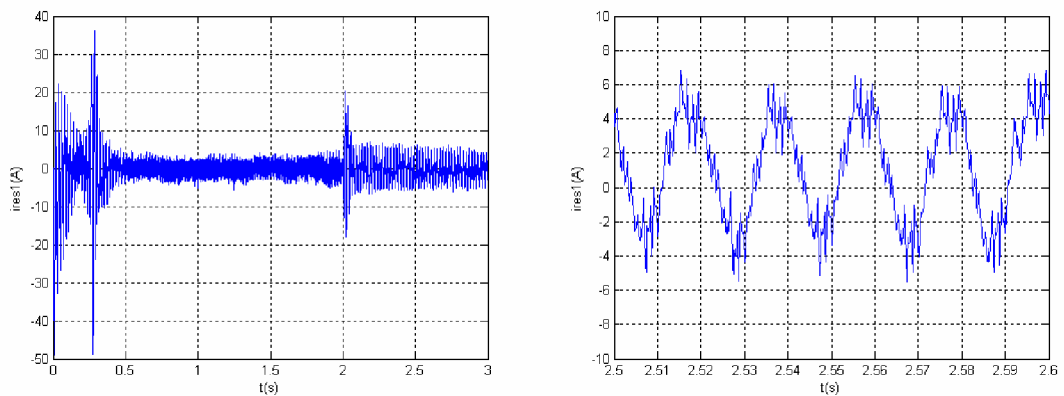
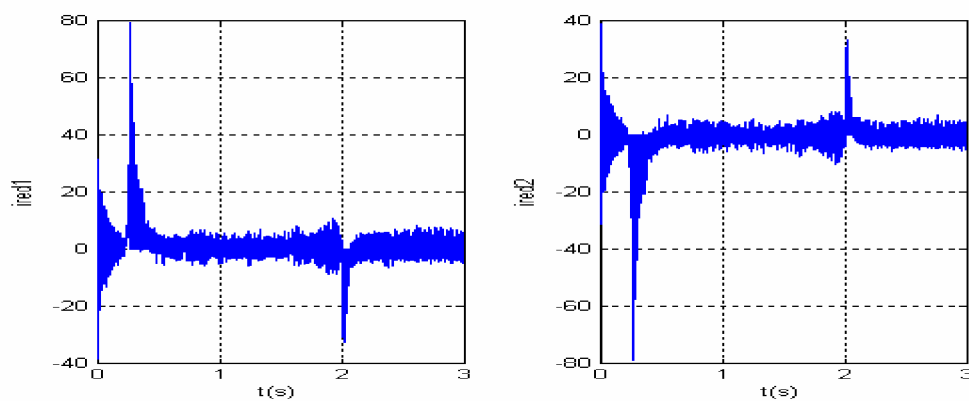


Fig.IV.16.b. Courant réel du réseau alimentant le redresseur



zoom

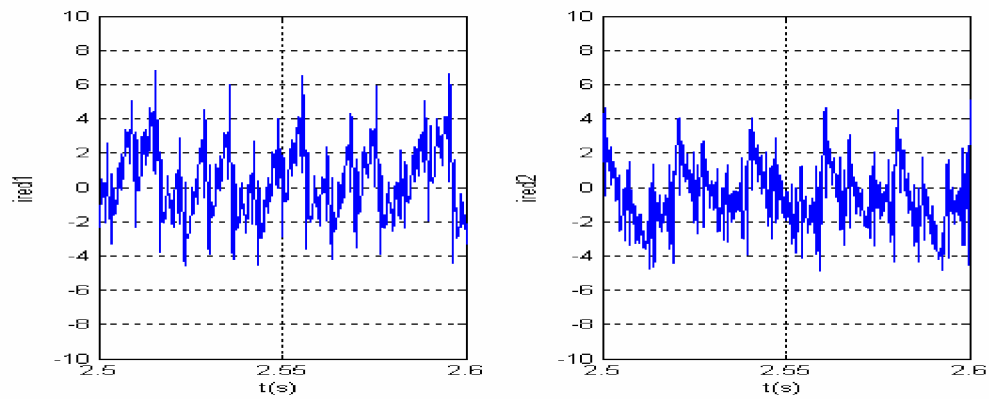


Fig.IV.16.c. Courants Ired1, Ired2 du redresseur

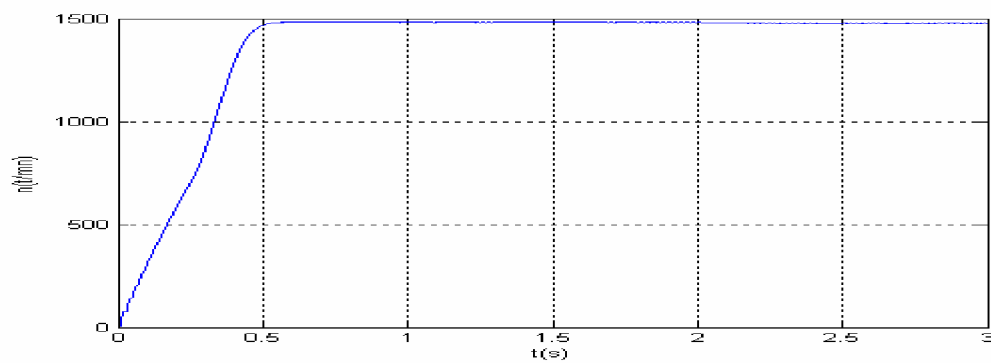
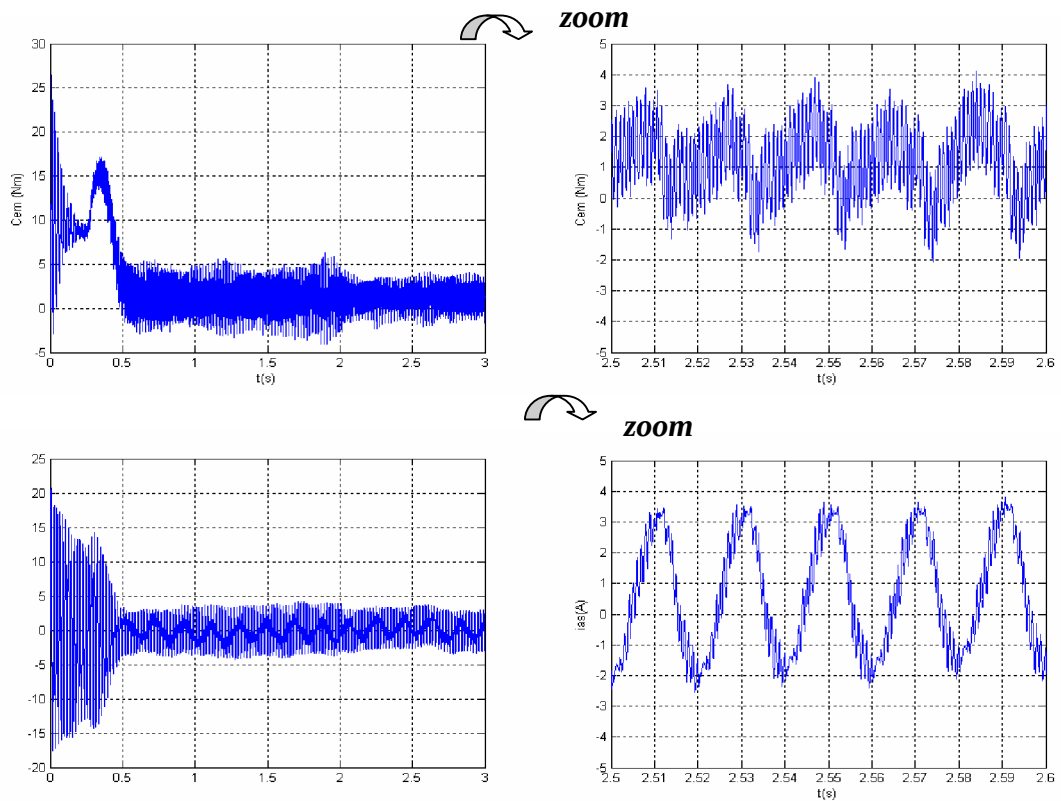


Fig.IV.16.d. Paramètres de moteur triphasé
(couple, courant, vitesse)

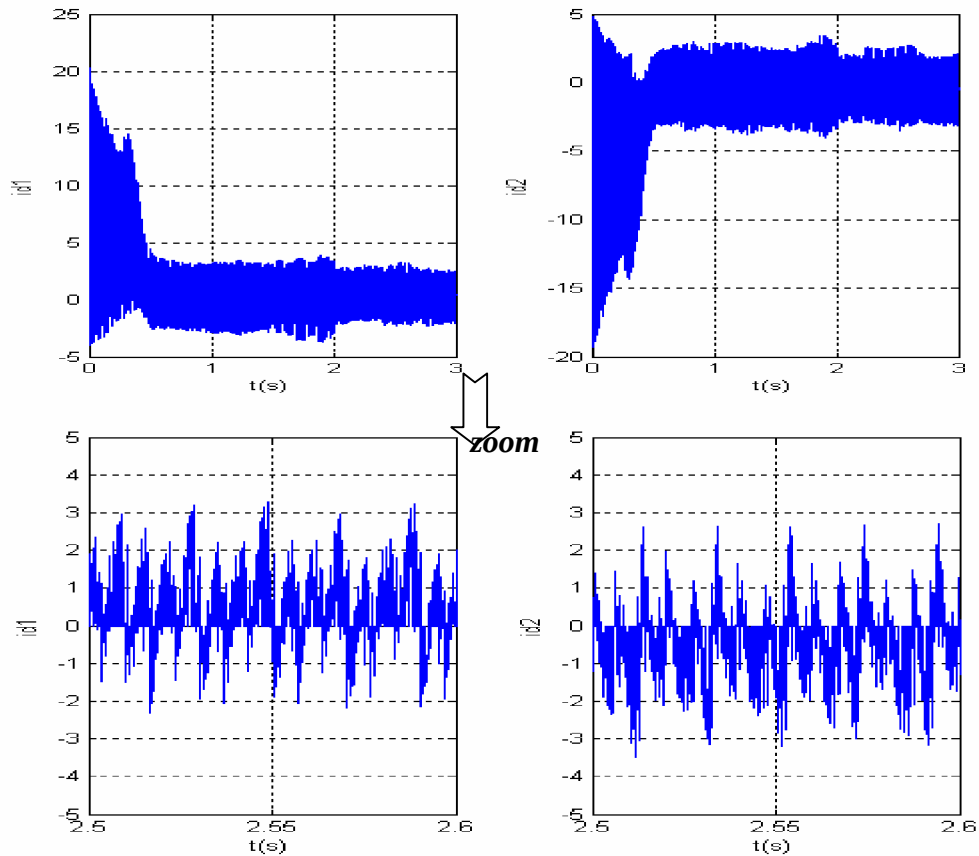
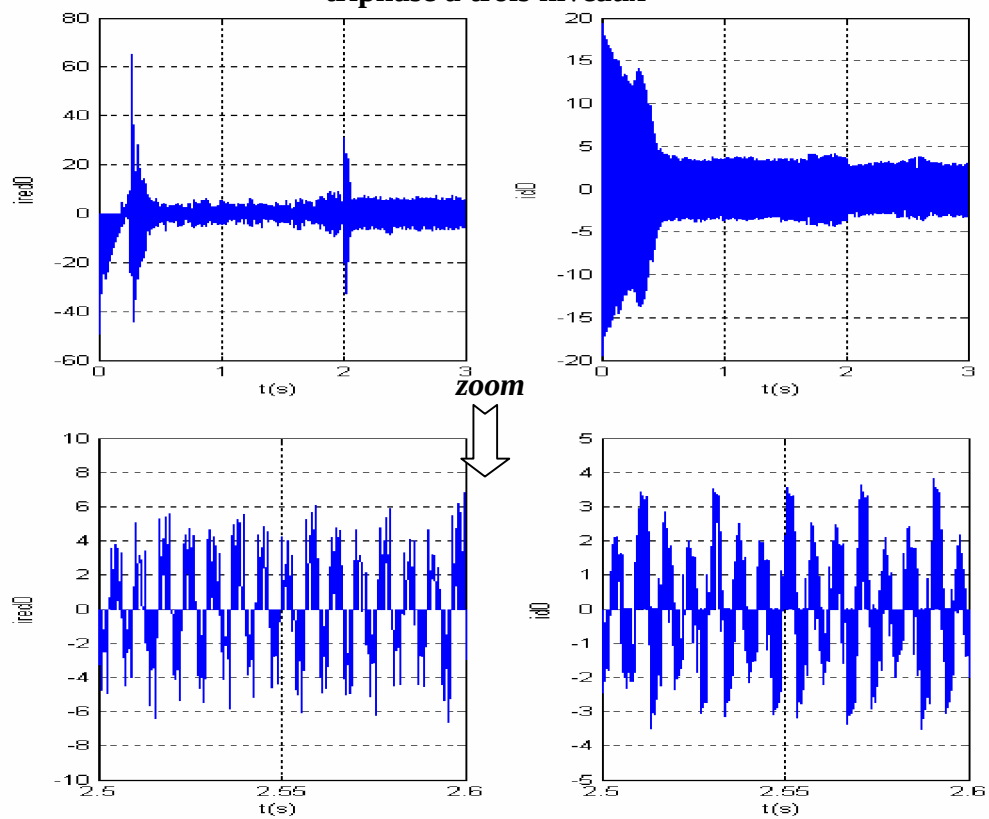


Fig.IV.16.e. courant i_{d1} , i_{d2} de l'onduleur triphasé à trois niveaux



FigIV.16.f.Courants I_{red0} , I_{d0} du point milieu M

Remarque :

- i. Pour les blocs de linéarisation de la boucle de tension on peut soit utiliser la valeur échantillonnée de la tension U_c (linéarisation dynamique) ou bien sa tension de référence linéarisation statique. Pour notre cas, on a utilisé une linéarisation dynamique.
- ii. Afin que le modèle de la boucle de tension soit valide, il faut utiliser une période T_v multiple de $1/f_{res}$. [11]

B- le redresseur est commandé par la stratégie d'hystérésis en courant

La même méthode qui a été effectuée pour le redresseur MLI sera utilisée dans le cas d'un redresseur commandé par hystérésis en tenant compte que nous avons pas besoin de la boucle de courant car cette stratégie même est une boucle fermée du courant, ainsi que toute l'étude théorique et tous les valeurs numériques calculées précédemment sont analogues, les résultats obtenus sont montrés dans les figures suivantes :

IV.8 Cascade deux redresseurs de courant triphasé à deux niveaux –onduleur triphasé à trois niveaux- Machine asynchrone triphasée :

La machine est chargée par un couple résistant $C_r = 10 \text{ N.m}$, Après une seconde de son démarrage.

Le courant statorique de la première phase de la machine asynchrone est montré à la figure (IV.17.a), l'appelle de courant augmente à cause de C_r . Le couple a une fréquence deux fois celle de l'onduleur, ainsi qu'il croît au moment où la MAS est chargée. Il est représenté dans la figure (IV.17.b).

La figure (IV.17.c) représente la vitesse de la machine asynchrone alimentée par cette cascade la vitesse de synchronisme est de 1500tr/mn. On remarque que la vitesse diminue au moment où la MAS est soumise par le couple résistant.

La figure (IV.17.d) montre l'asservissement des tensions U_{c1} et U_{c2} des deux redresseurs triphasés qui suivent bien la tension de référence U_{ref} . La différence entre ces deux tensions est pratiquement nulle.

Les courants redressés est les courants de charge sont présentés respectivement aux figures (IV.17.e) et (IV.17.f).le courant I_{d0} a une valeur moyenne nulle figure (IV.17.g).

Les courants des réseaux triphasés alimentant les deux redresseurs de la cascade sont donnés dans les figures (IV.17.h) et (IV.17.i). Ils sont en phase avec leurs tensions d'où un facteur de puissance unitaire.

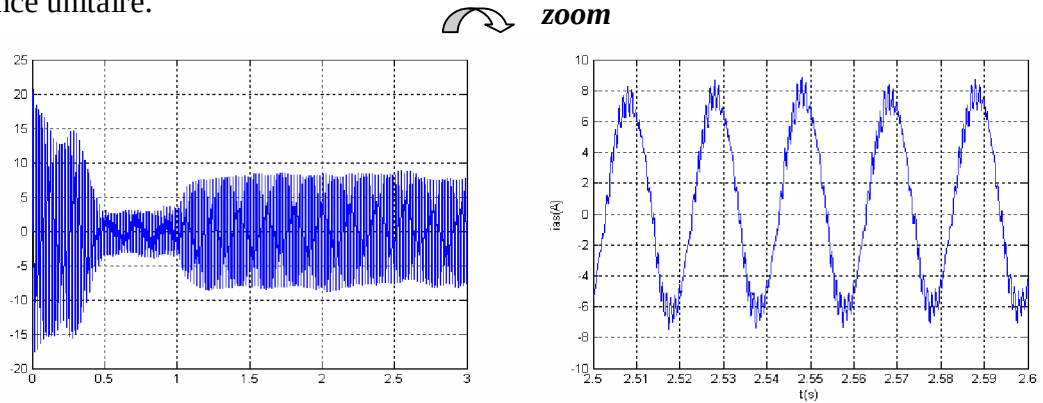


Fig.17.a. Courant d'une phase du moteur triphasé

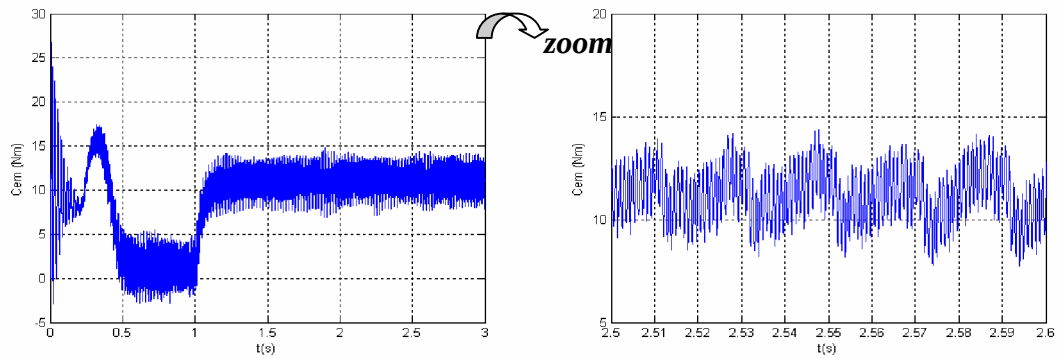


Fig.17.b. Couple du moteur triphasé

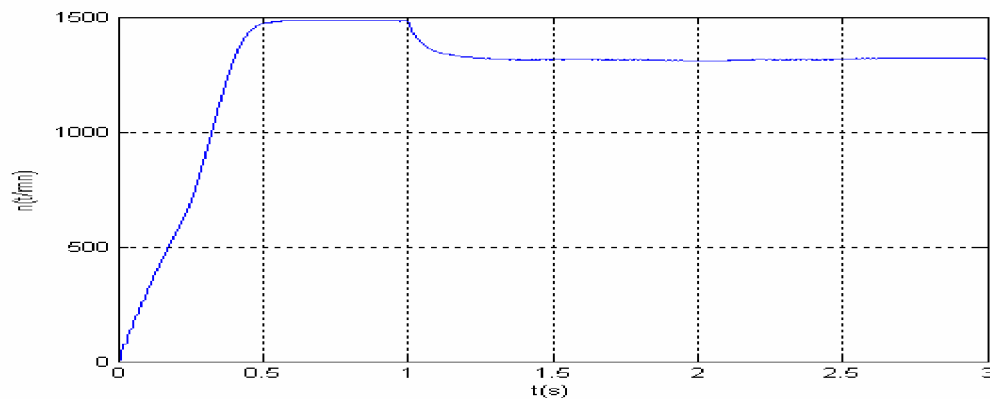
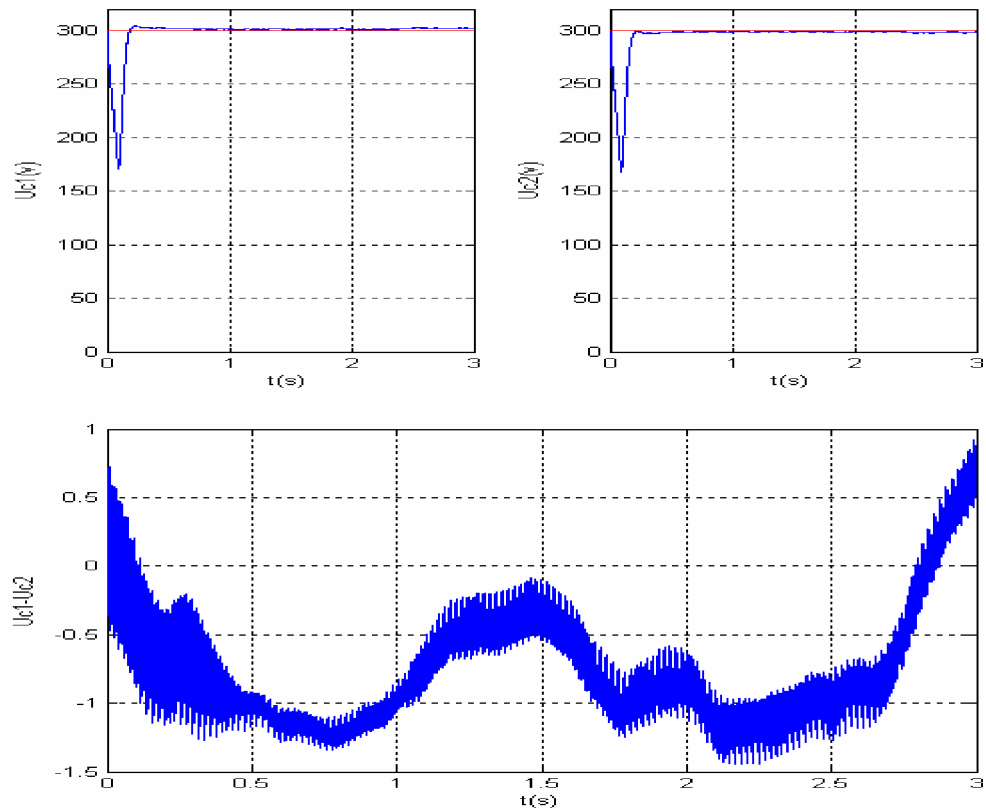
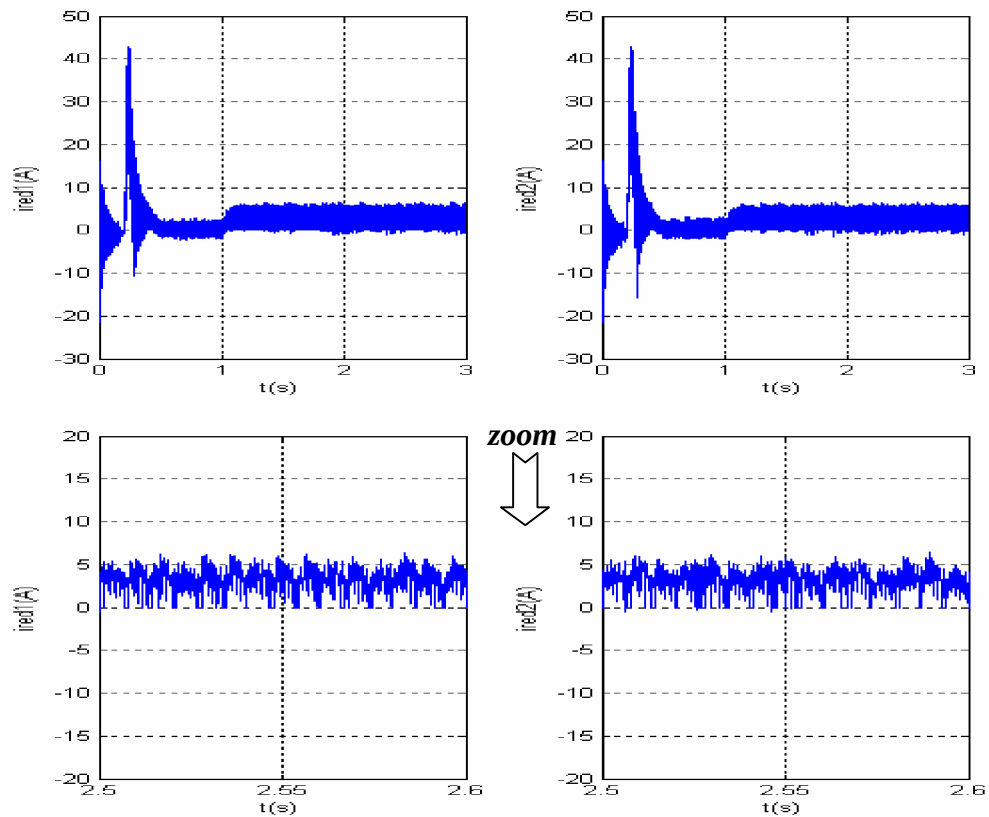


Fig.17.c. Vitesse du moteur triphasé

FigIV.17.d. Tensions U_{c1} , U_{c2} , U_{ref} et leur différenceFig.IV.17.e. courant $ired1$, $ired2$ des deux redresseurs triphasé à deux niveaux

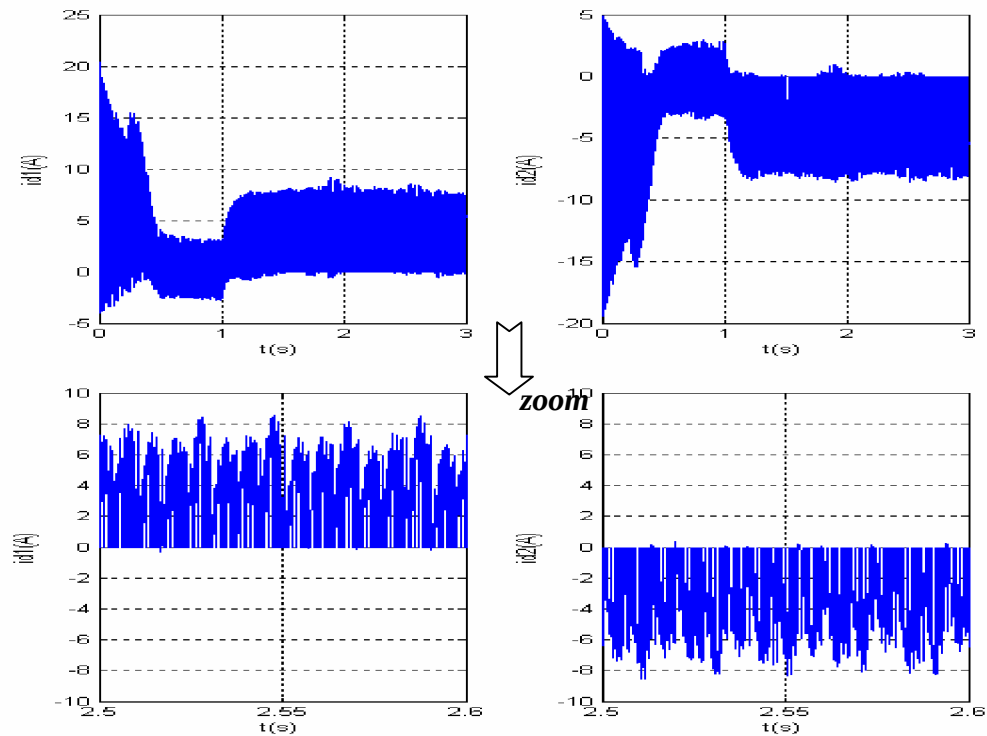


Fig.IV.17.f. courant i_{d1} , i_{d2} de l'onduleur triphasé à trois niveaux

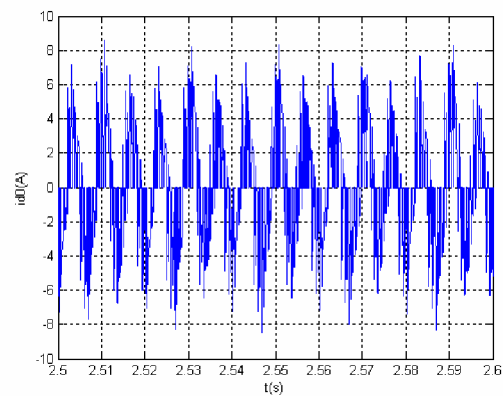


Fig.IV.17.g. courant i_{d0} de l'onduleur triphasé à trois niveaux

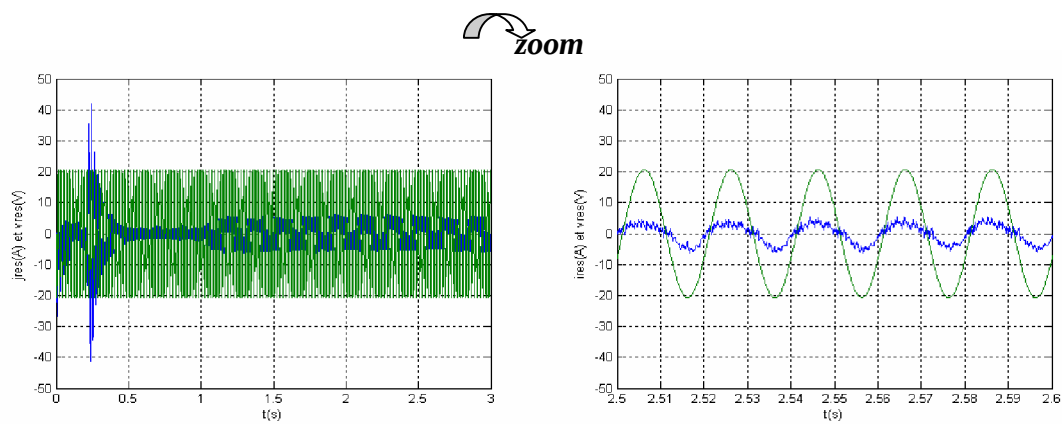


Fig.IV.17.h.courants et tensions de réseaux alimentant les deux redresseurs

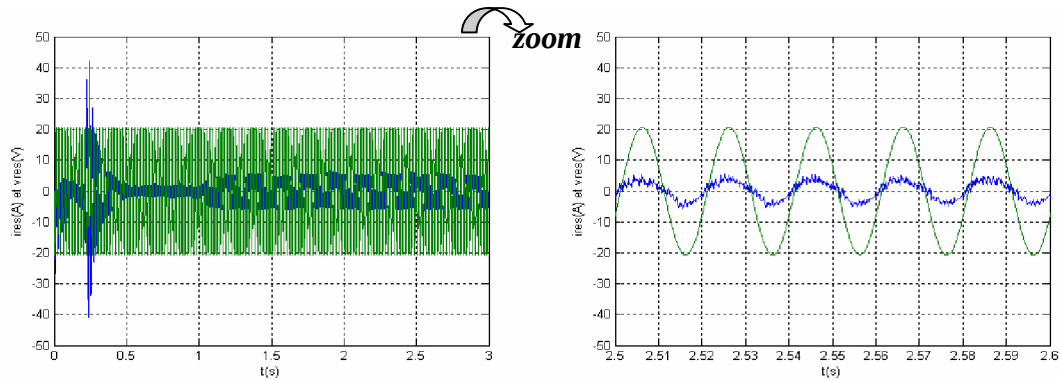


Fig.IV.17.i.courants et tensions de réseaux alimentant les deux redresseurs

IV.9 Cascade d'un redresseur de courant triphasé à trois niveaux –onduleur triphasé à trois niveaux –machine asynchrone

La machine est toujours soumise à un couple résistant $C_r = 10 \text{ N.m.}$ après une seconde de son démarrage.

Le courant statorique de la première phase de la machine asynchrone est montré à la figure (IV.18.a), l'appelle de courant augmente à cause de C_r . Le couple à une fréquence deux fois celle de l'onduleur, ainsi qu'il croit au moment ou la MAS est chargée par le couple résistant. (Figure (IV.18.b)).

La figure (IV.18.c) représente la vitesse de la machine asynchrone alimentée par cette cascade, la vitesse de synchronisme est de 1500tr/mn. On remarque que la vitesse diminue au moment ou la MAS est entraînée par le couple résistant.

La figure (IV.18.d) montre l'asservissement des tensions U_{c1} et U_{c2} des deux redresseurs triphasés qui suivent bien la tension de référence U_{ref} . La différence entre ces deux tensions est pratiquement nulle.

Les courants redressés est les courants de charge sont présentés respectivement aux figures (IV.18.e) et (IV.18.f).le courant I_{d0} a une valeur moyenne nulle figure (IV.18.g).

Le courant d'une phase de réseau triphasé alimentant le redresseur de la cascade est donnés dans la figure (IV.18.h). Il est en phase avec la tension d'où un facteur de puissance unitaire.

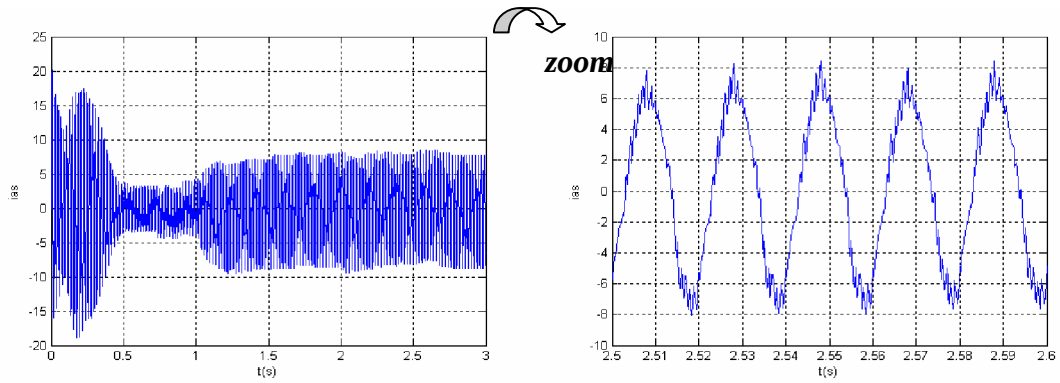


Fig.18.a. Courant d'une phase du moteur triphasé

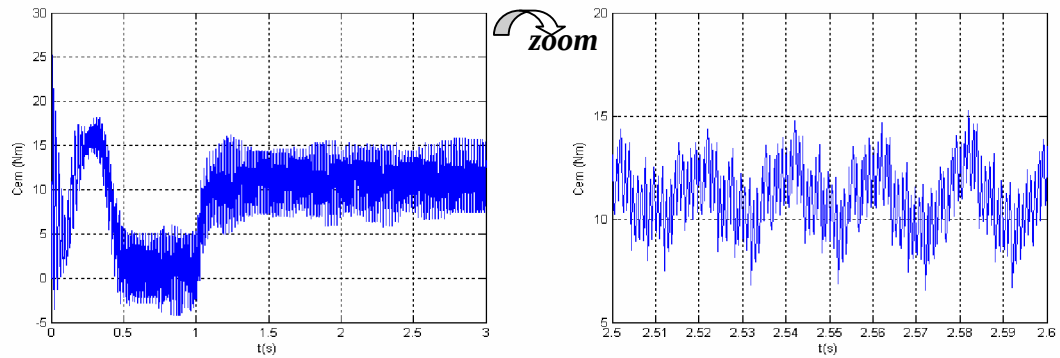


Fig.18.b. Couple du moteur triphasé

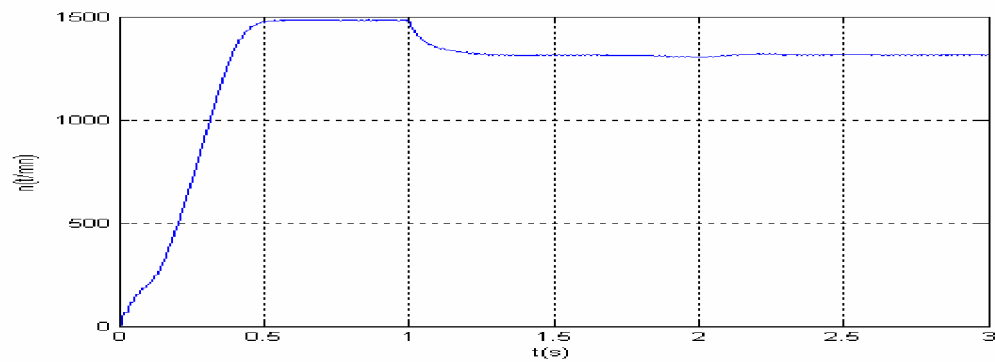
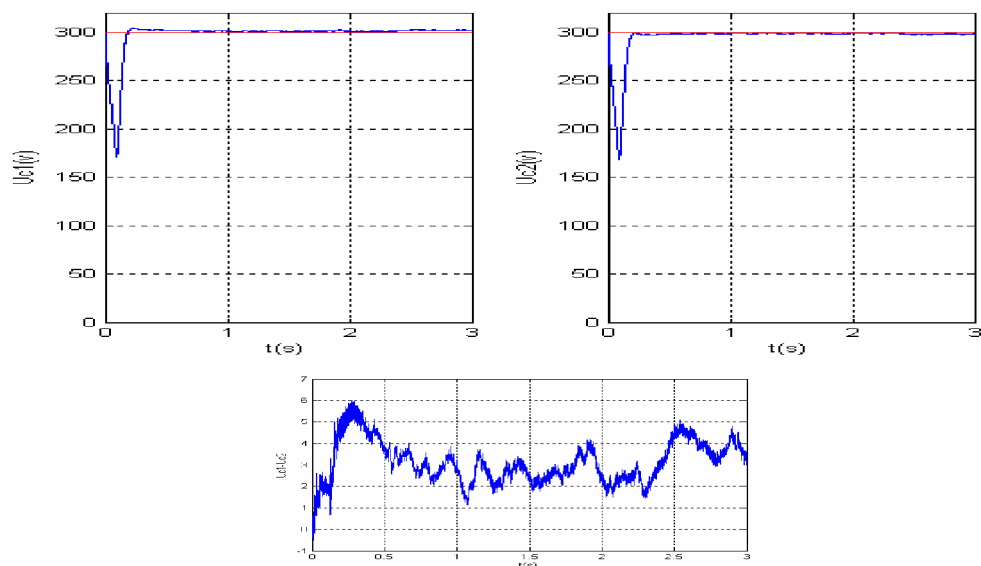


Fig.18.c. Vitesse du moteur triphasé

FigIV.18.d. Tensions U_{c1} , U_{c2} , U_{ref} et leur différence

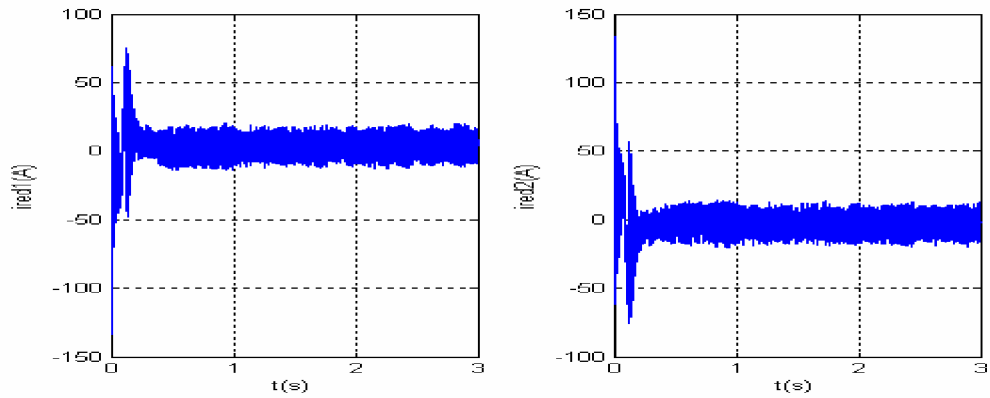


Fig.IV.18.e. courant redressé ired1, ired2 de redresseur triphasé à trois niveaux

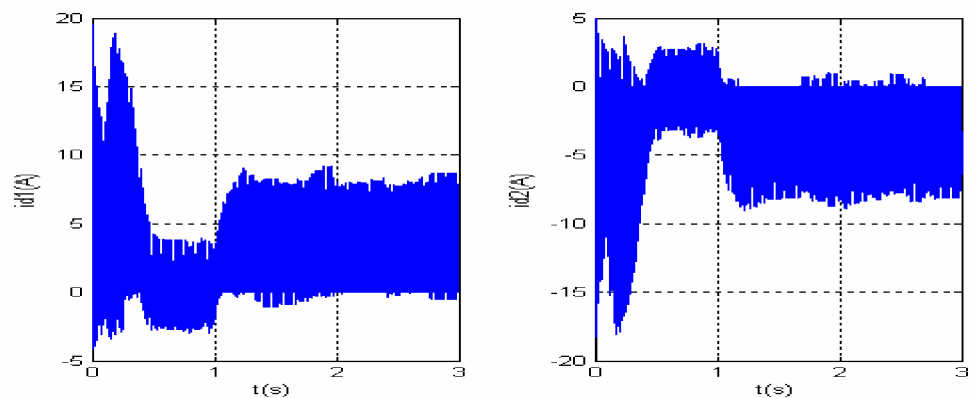


Fig.IV.18.f. courant id1, id2 de l'onduleur triphasé à trois niveaux

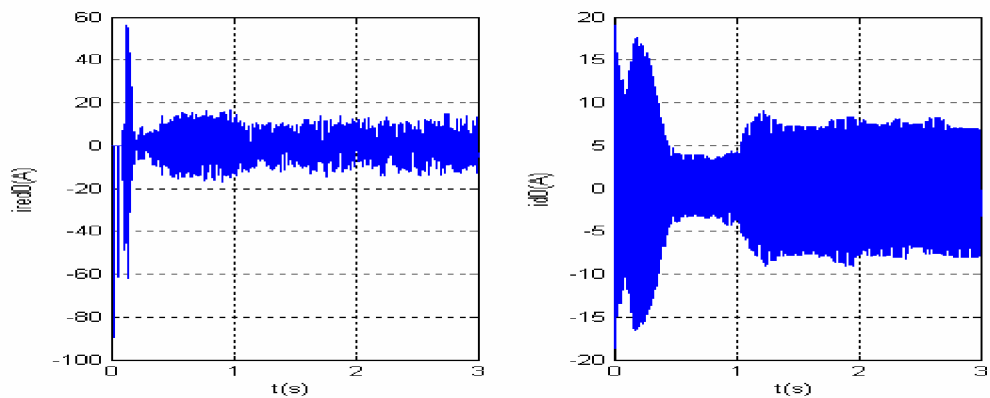


Fig.IV.18.g.courant redressé ired0 et de charge id0

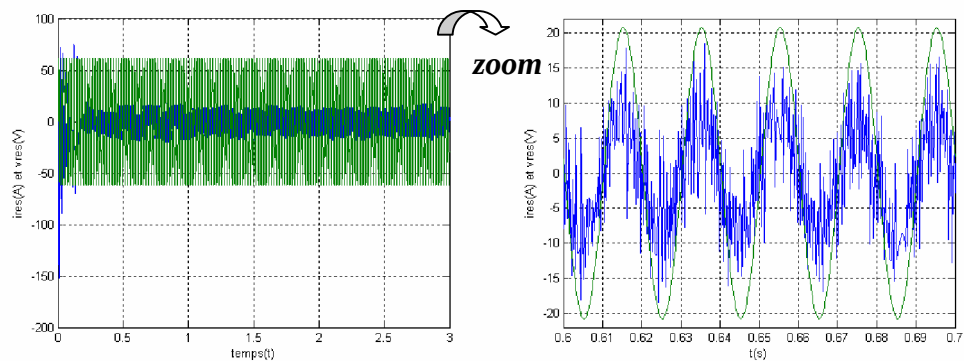


Fig.IV.18.h.courant et tension d'une phase de réseau alimentant le redresseur

IV.10 CONCLUSION :

On a étudié dans ce chapitre les algorithmes d'asservissement (courant et tension) des redresseurs à deux et trois niveaux. Les résultats présentés dans ce chapitre montre bien :

ü La possibilité de réaliser une cascade alternatif- alternatif à pont de sortie multi niveaux absorbant un courant réseaux le moins pollué possible avec un facteur de puissance pratiquement unitaire coté réseaux.

ü L'asservissement des tensions U_{c1} et U_{c2} d'entrée de l'onduleur à trois niveaux permet d'avoir un faible décalage entre ces deux tensions uniquement pendant les régimes transitoires. En régime établi, la différence $U_{c1} - U_{c2}$ est pratiquement nulle.

ü Avec cet asservissement, on peut aussi régler U_{c1} et U_{c2} , pour une stratégie donné de l'onduleur de sortie à trois niveaux, afin d'avoir le meilleur taux d'harmoniques de la tension de sortie de cet onduleur et la valeur efficace désiré pour le fondamentale de cette tension. Cette propriété est particulièrement intéressante pour les asservissements des machines asynchrones triphasées.

