

TP 02 : onduleur de tension monophasé

1. Objectif :

On se pose dans ce TP d'étudier un onduleur monophasé de tension en pont et de montrer l'influence de la technique de commande "modulation de largeur d'impulsions MLI" sur le contenu harmonique de la tension de sortie de cet onduleur et l'impact de cette technique "MLI" sur le dimensionnement du filtre de sortie.

2. Présentation :

Soit un onduleur autonome qui permet de reconstituer un réseau alternatif 115 v / 400 Hz monophasé à partir d'une batterie délivrant une tension continue U_B .

Ce convertisseur indirect est constitué de deux étages :

- Un onduleur en pont complet qui fournit la tension $v_{MN}(t)$ (figure 1)
- Un filtre de sortie qui fournit la tension $v_s(t)$ (figure 2)

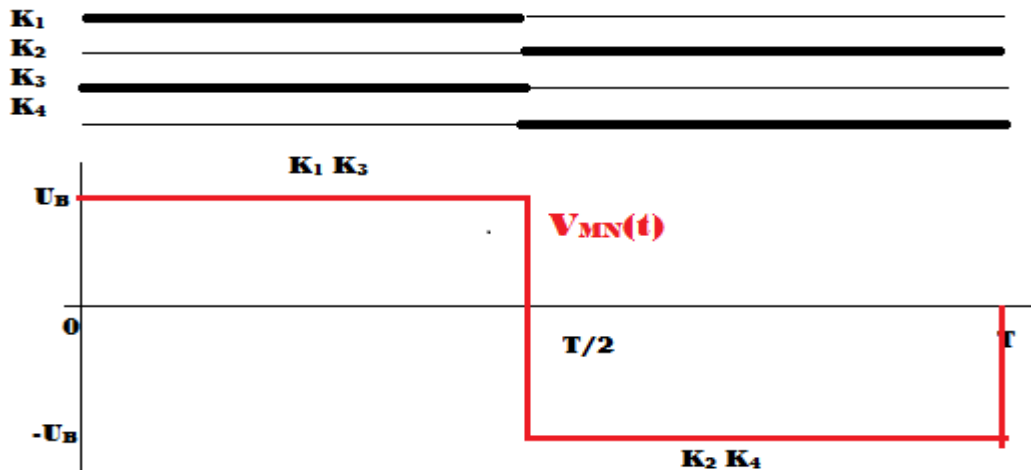
Cahier des charges de l'onduleur muni de son filtre de sortie passe-bas :

Valeur efficace du fondamental de la tension de sortie du filtre : V_{s1}	115 v
Fréquence de sortie : f	400 Hz
Puissance apparente nominale de sortie	1.0 KVA
Facteur de puissance	$0.7 < \cos \Psi < 1$
Taux global de distorsion harmonique de la tension de sortie	<5%

3. Calculs préliminaires

Partie 01 : étude des tensions de sortie de l'onduleur :

- Le graphe de la tension $V_{MN}(t)$:



- La valeur efficace V_{MN} DE $v_{MN}(t)$ en fonction de U_B :

$$V_{mn}^2 = 2/2\pi \int U_B^2 d\theta$$

$$V_{eff} = U_B$$

- L'expression de $v_1(t)$, fondamental de $v_{MN}(t)$.rn déduire l'expression de sa valeur efficace V_1 en fonction de U_B :

$$V_1 = 4U_b / \pi \sin(\omega t)$$

- $V_{1eff} = 4U_b / \sqrt{2\pi}$

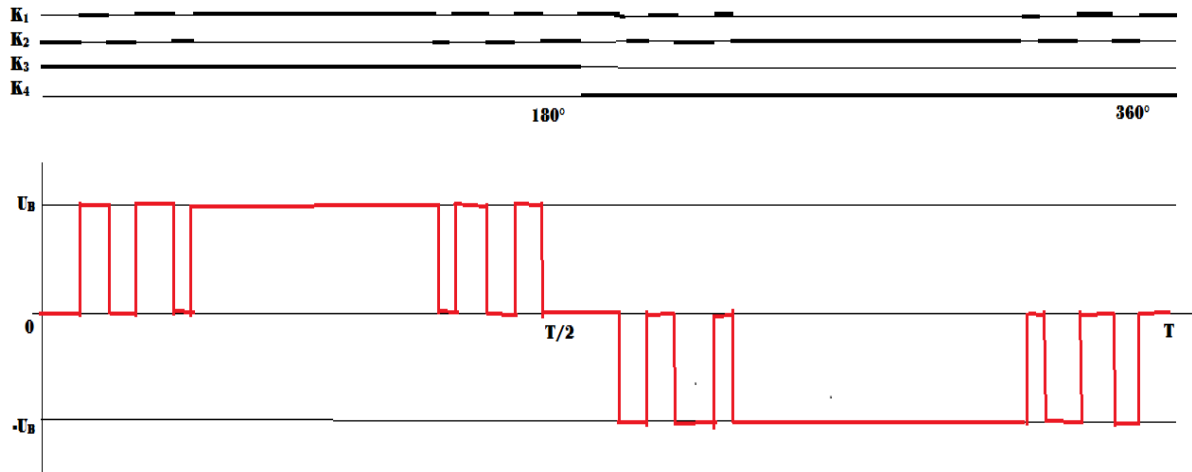
- la valeur de U_B pour btenir $V_1 = 115$:

$$U_B = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot 150 / 4} = 128 \text{ v}$$

- le THV_{MN} de la tension de sortie :

$$THV_{MN} = \sqrt{(v_{MN}^2 - v_1^2) / v_1^2} = \sqrt{(128^2 - 115^2) / 115^2} = 0.48 = 48\%$$

- Le graphe de la tension $V_{MN}(t)$ correspondant :



- La valeur efficace V_{MN} de $v_{MN}(t)$ en fonction de U_B et des angles $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$:

$$V_{MN} = 2 \cdot U_B \sqrt{(90 - \alpha_1 - \alpha_2)^\circ}$$

- l'expression de $v_1(t)$ fondamentale de $v_{MN}(t)$:

$$v_1(t) = (4 \cdot U_B / \pi \sqrt{2}) \cdot 0.802 \sin(\omega t)$$

- l'expression de sa valeur efficace V_1 en fonction de U_B :

$$V_1 = (4 \cdot U_B / \pi \sqrt{2}) \cdot 0.802$$

Partie 02 :

Filtre de sortie de l'onduleur :

- la valeur de R lorsque le filtre fournit 1kw à la charge avec $V_s = 115V$:

.....

- la valeur de U_B qui permet d'obtenir $V_{s1} = 115V$:

.....

- les expressions de Z_{L13} et Z_{C13} , impédance complexe de la bobine et du condensateur vis-à-vis de l'harmonique de rang 13 :

.....

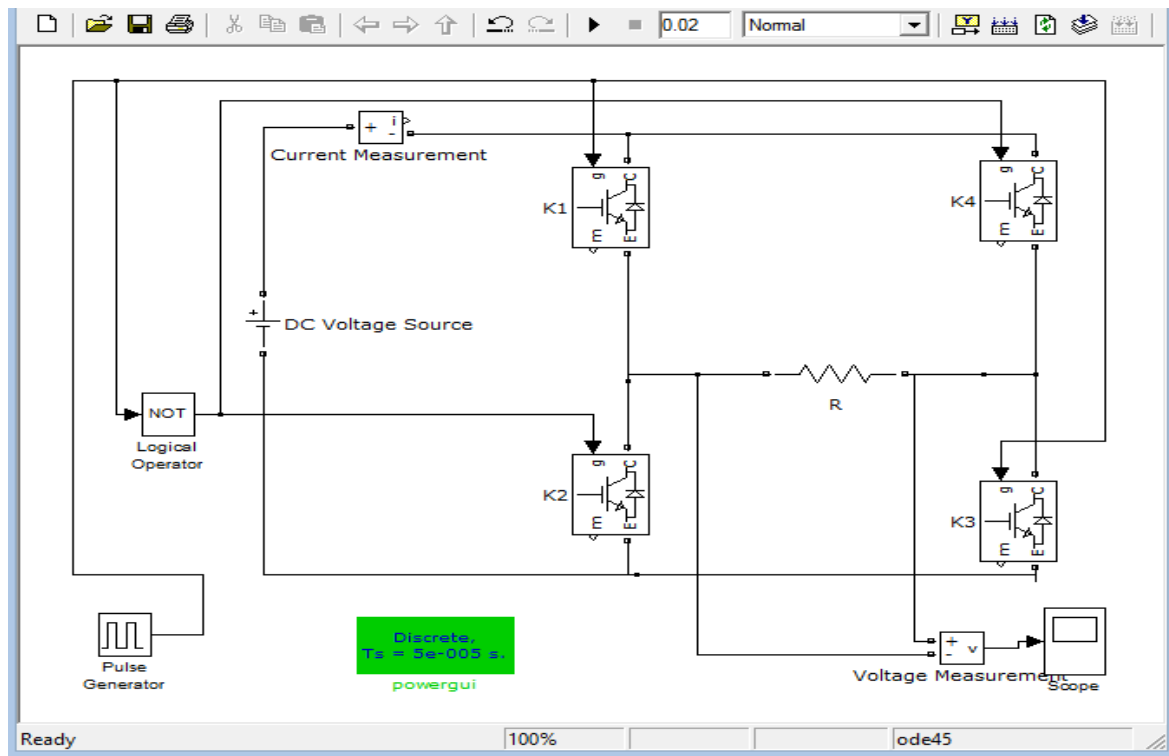
- les modules de Z_{L13} et Z_{C13} :

.....

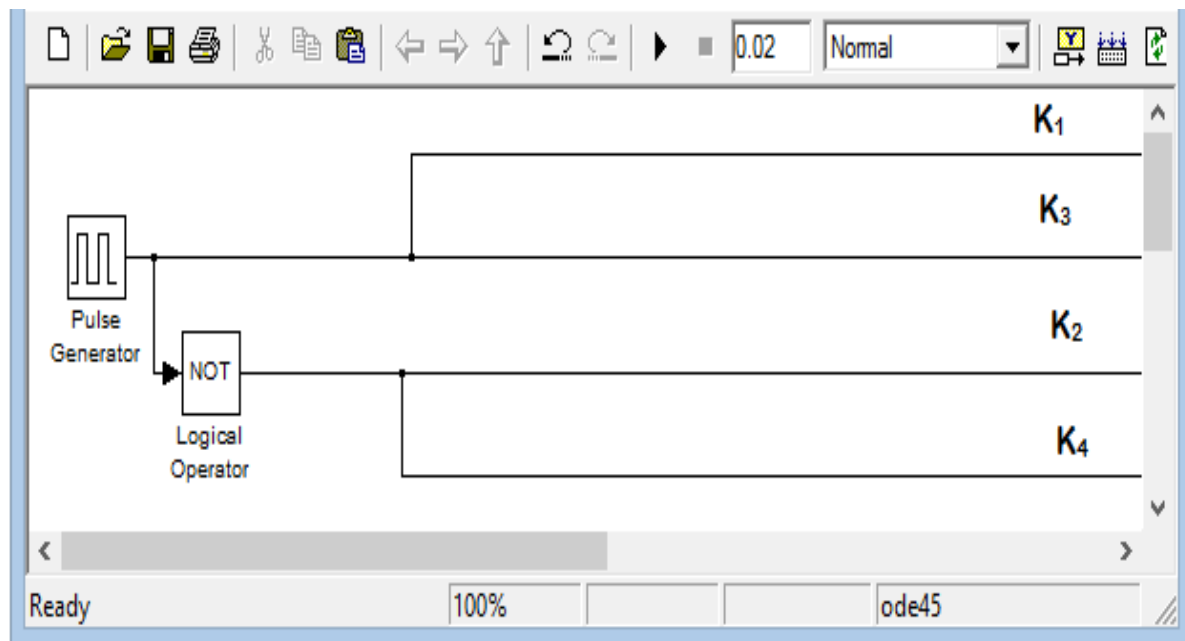
4. simulation :

4.1 commande 'pleine onde' :

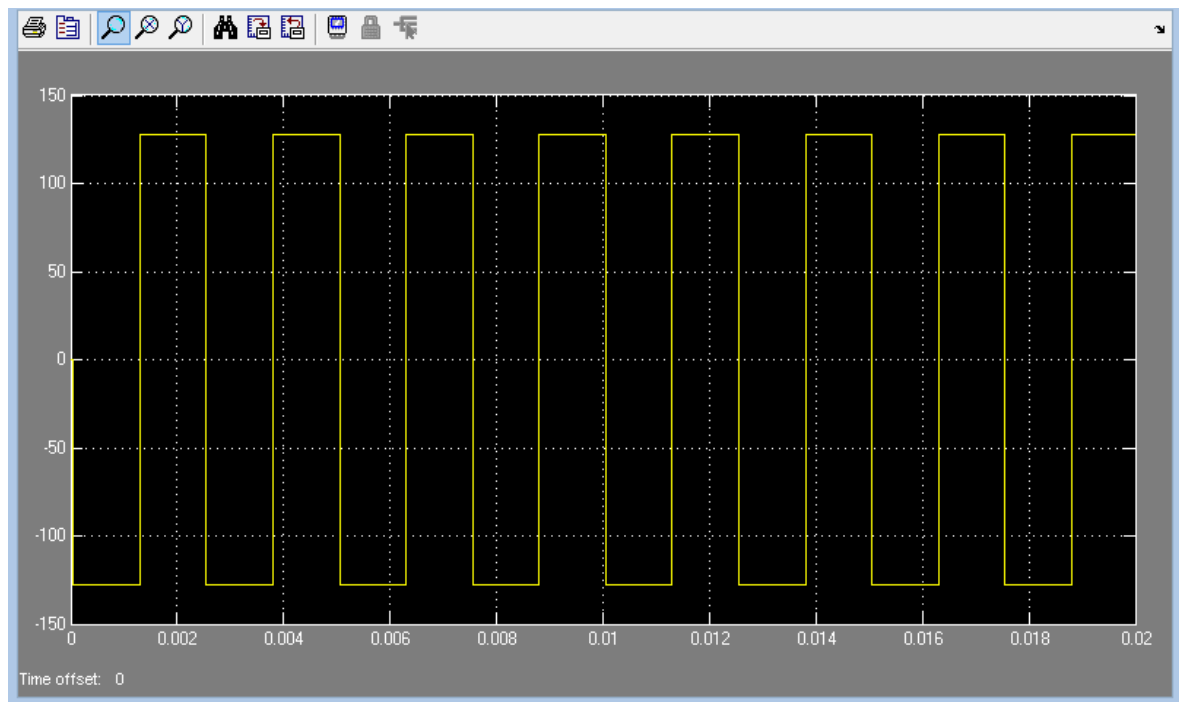
le model simulation utilisé :



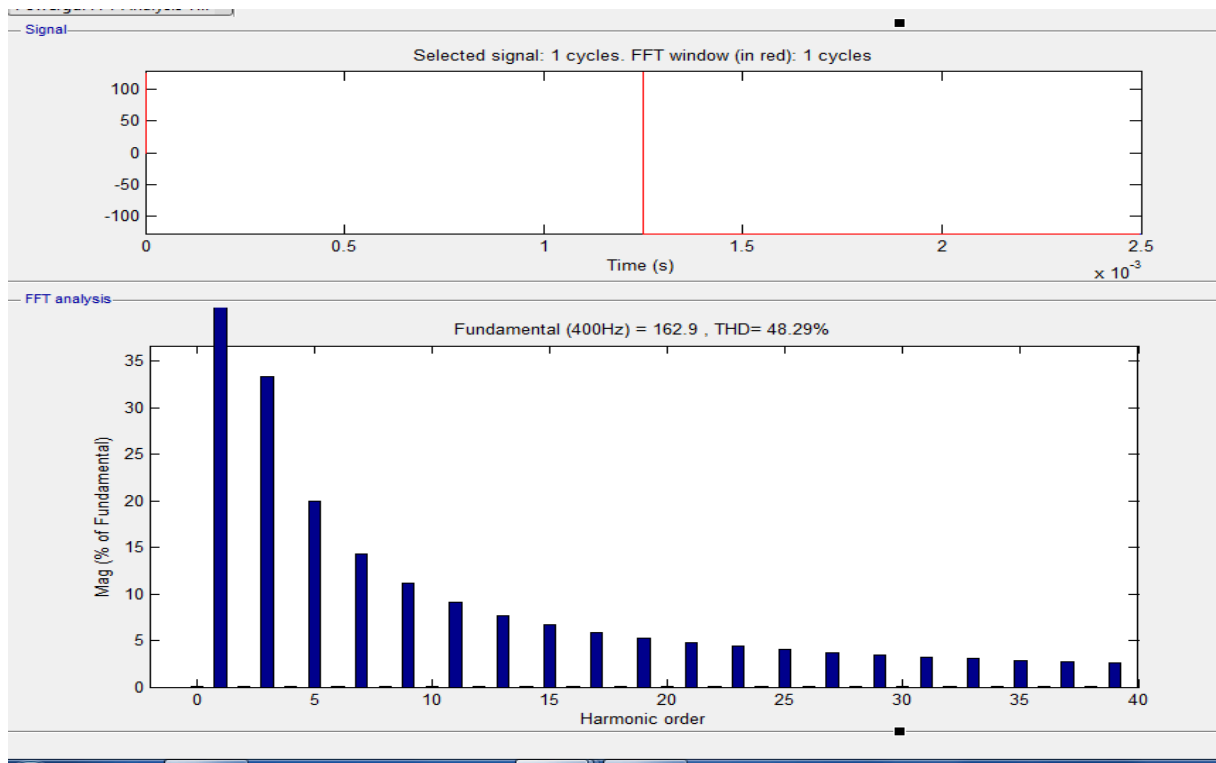
La commande « pleine onde » :



- La forme d'onde de la tension de sortie v_{MN} de l'onduleur obtenu :



- Analyse d'harmonique (FFT) de cette tension :



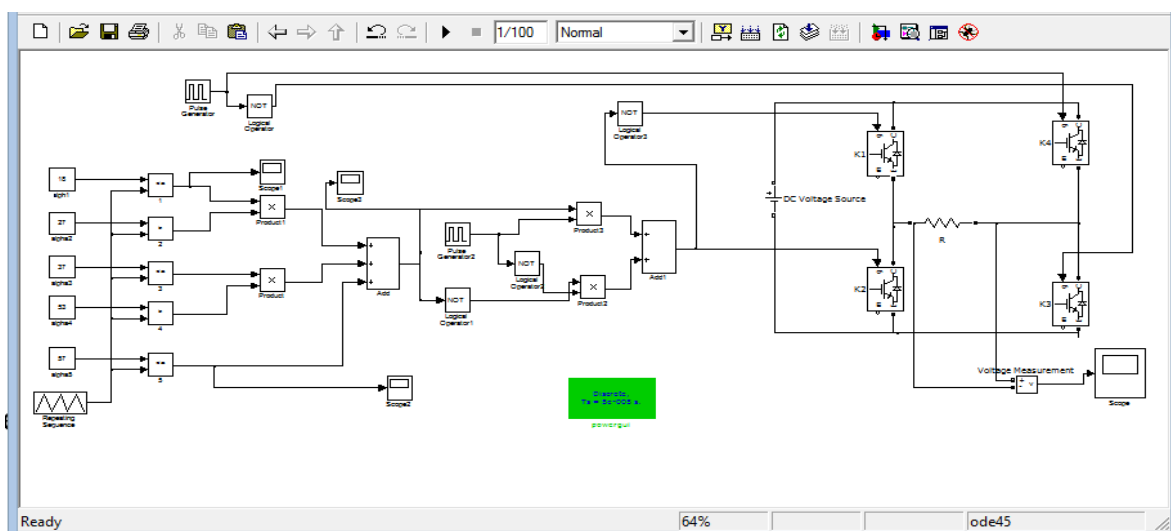
Commentaires :

La forme de tension est redressé de forme carré

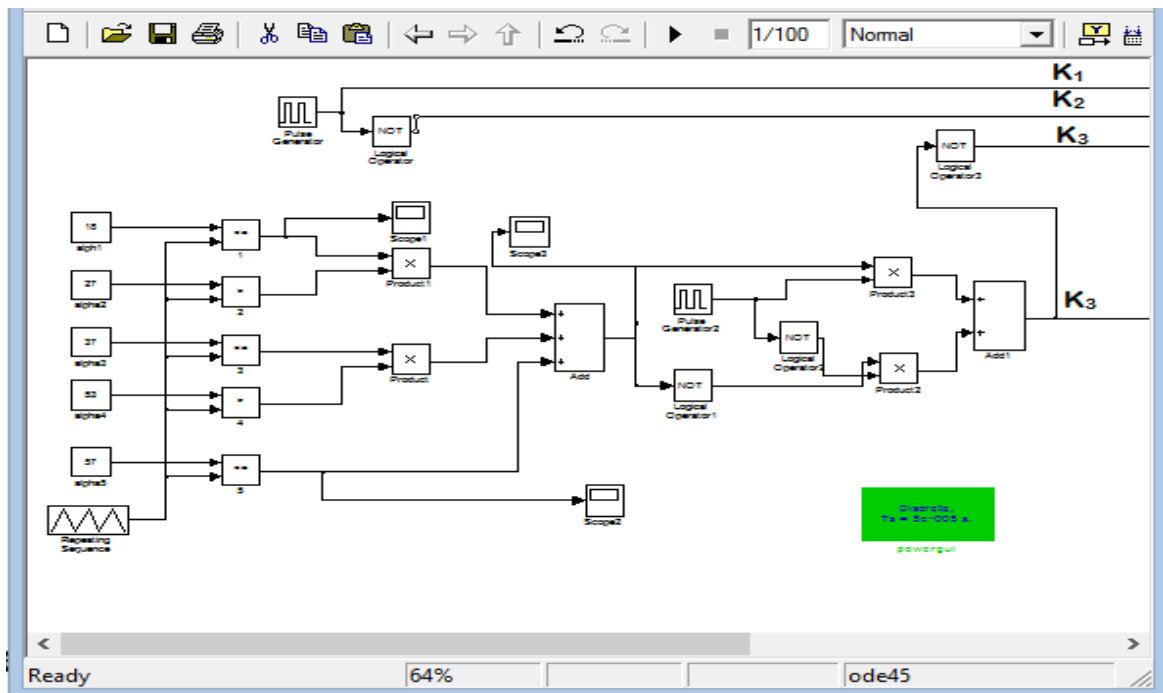
Le THD de cette tension est de valeur 48.29% et cette valeur est grande elle montre que la tension V_{MN} est riche en harmoniques .

4.2 commande 'MLI' :

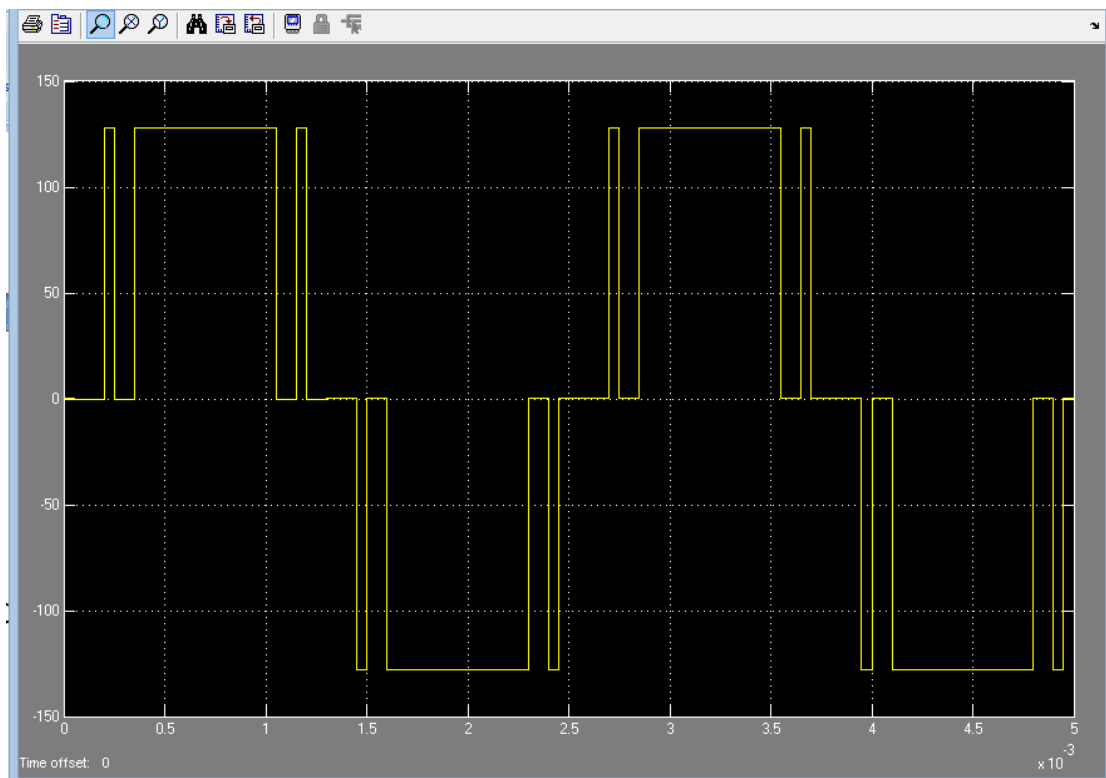
le model simulation utilisé :



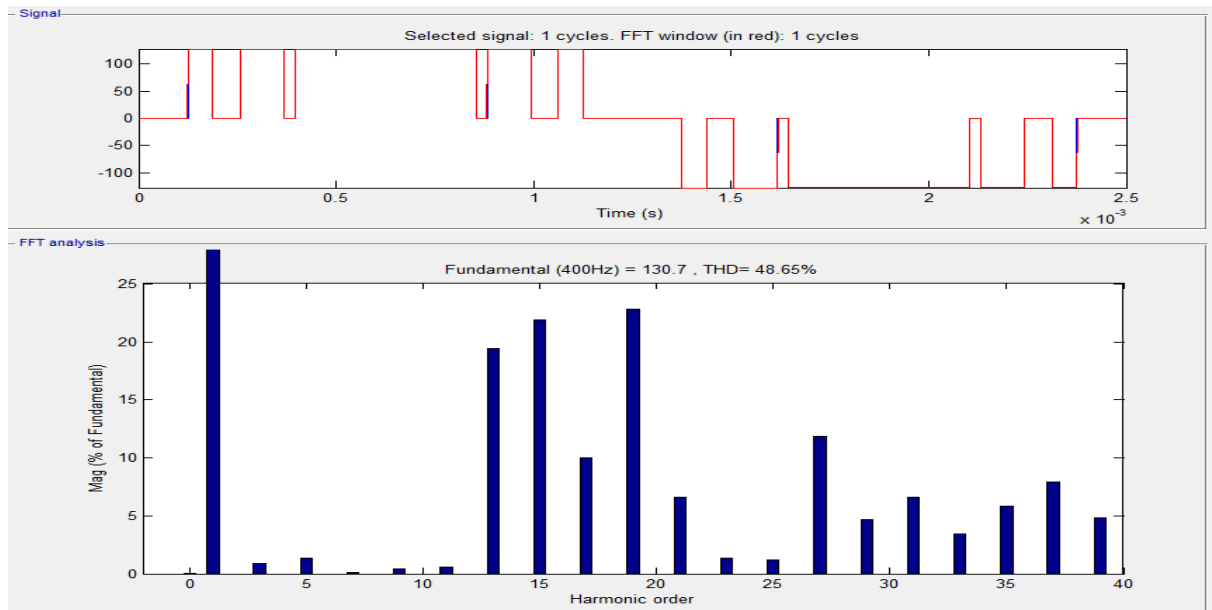
La commande MLI :



la forme d'onde de la tension V_{MN} de l'onduleur sur deux périodes :



Analyse d'harmonique (FFT) de cette tension :



Commentaire :

la commande MLI sert à éliminer les harmoniques d'ordre 3, 5, 7, 9, 11

et le THD égale à 48.65%

Conclusion

On conclut que :

- *la technique de commande en pleine onde est la stratégie la plus simple à mettre en œuvre, par contre la tension de sortie est très riche en harmonique de rang faible et donc de fréquence basse ; le filtrage est difficile.
- *la technique de commande MLI permet de réaliser une tension de charge dont la décomposition en série de Fourier ne contient pas d'harmoniques à fréquences trop basses (les angles de commutation sont calculés de façon à éliminer un certain nombre d'harmoniques), et donc facilite le filtrage.
- *la technique MLI avec filtre sert à diminuer le THD.