

## TP7 : Onduleur Triphasé

**Objectif :** Étudier la commande des thyristors dans un pont triphasé PD3T et l'évolution de la tension selon l'angle  $\psi$ . **Manipulations :**

- Étude pour angle de commande  $\psi = 120^\circ$  :  $u_c$ ,  $i_c$ , intervalles de conduction.
- Étude pour  $\psi = 45^\circ$ .
- Mesures :  $U_{chmoy}$ ,  $U_{cheff}$ ,  $I_{chmoy}$ ,  $I_{cheff}$ , ainsi que les valeurs efficaces et moyennes des thyristors.

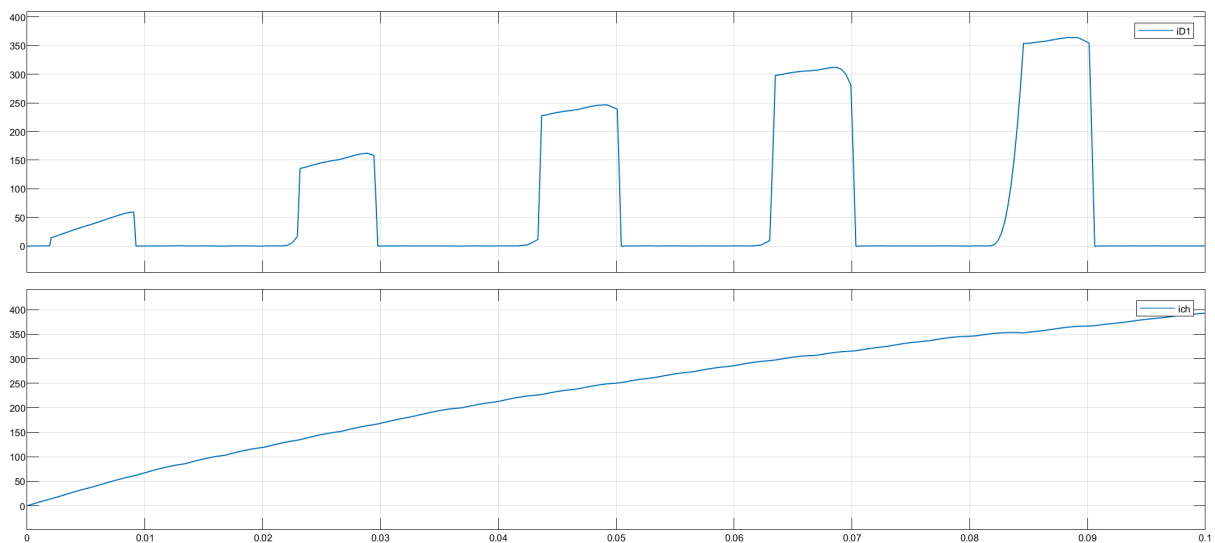
**Partie : Onduleur Triphasé – Commande Pleine Onde** **Objectif :** Relever et analyser les formes d'ondes à la sortie d'un onduleur triphasé sous deux types de commande : pleine onde et MLI.

### Partie 1: Commande pleine onde

Chaque interrupteur est fermé pendant  $T/2$ . Les transistors sont commandés selon :

- T1 :  $0^\circ - 180^\circ$
- T2 :  $120^\circ - 300^\circ$
- T3 :  $240^\circ - 420^\circ$
- T'1 :  $180^\circ - 360^\circ$
- T'2 :  $300^\circ - 480^\circ$
- T'3 :  $60^\circ - 240^\circ$


Simulation sur charge  $R = 10\Omega$ ,  $L = 40\text{mH}$ . Visualisation des tensions et courants de ligne, évaluation de la puissance  $P_c$ .



### Travail à effectuer

**Préciser la séquence de commande des interrupteurs**

**L'interrupteur K1 :**

 Block Parameters: Pulse Generator ✕

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Sample based ▾

Time (t): Use simulation time ▾

Amplitude:

1 ▮

Period (number of samples):

0.002 ▮

Pulse width (number of samples):

50 ▮


Phase delay (number of samples):

0 ▮

Sample time:

1 ▮

☐ Interpret vector parameters as 1-D

 OK Cancel Help Apply

L'intercepteur K1' :

Block Parameters: Pulse Generator5

end

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 1

Period (secs): 0.002

Pulse Width (% of period): 50

Phase delay (secs):  $(.002 \cdot 180) / 360$  0.001

☐ Interpret vector parameters as 1-D

OK Cancel Help Apply

L'intercepteur K2 :

Block Parameters: Pulse Generator1

$Y(t) = 0$   
end

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Sample based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 1

Period (number of samples): 0.002


Pulse width (number of samples): 50

Phase delay (number of samples):  $(.002*120)/360$  0.00066667

Sample time:

OK Cancel Help Apply

L'intercepteur K2' :

 Block Parameters: Pulse Generator6 ×

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Sample based ▼

Time (t): Use simulation time ▼

Amplitude:

1 ⋮

Period (number of samples):

0.002 ⋮

Pulse width (number of samples):

50 ⋮


Phase delay (number of samples):

$(.002*300)/360$  *0.0016667* ⋮

Sample time:

1 ⋮

☐ Interpret vector parameters as 1-D

 OK Cancel Help Apply

L'interpreteur K3 :

Block Parameters: Pulse Generator2

end

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 1

Period (secs): 0.002

Pulse Width (% of period): 50

Phase delay (secs):  $(.002*240)/360$  0.0013333

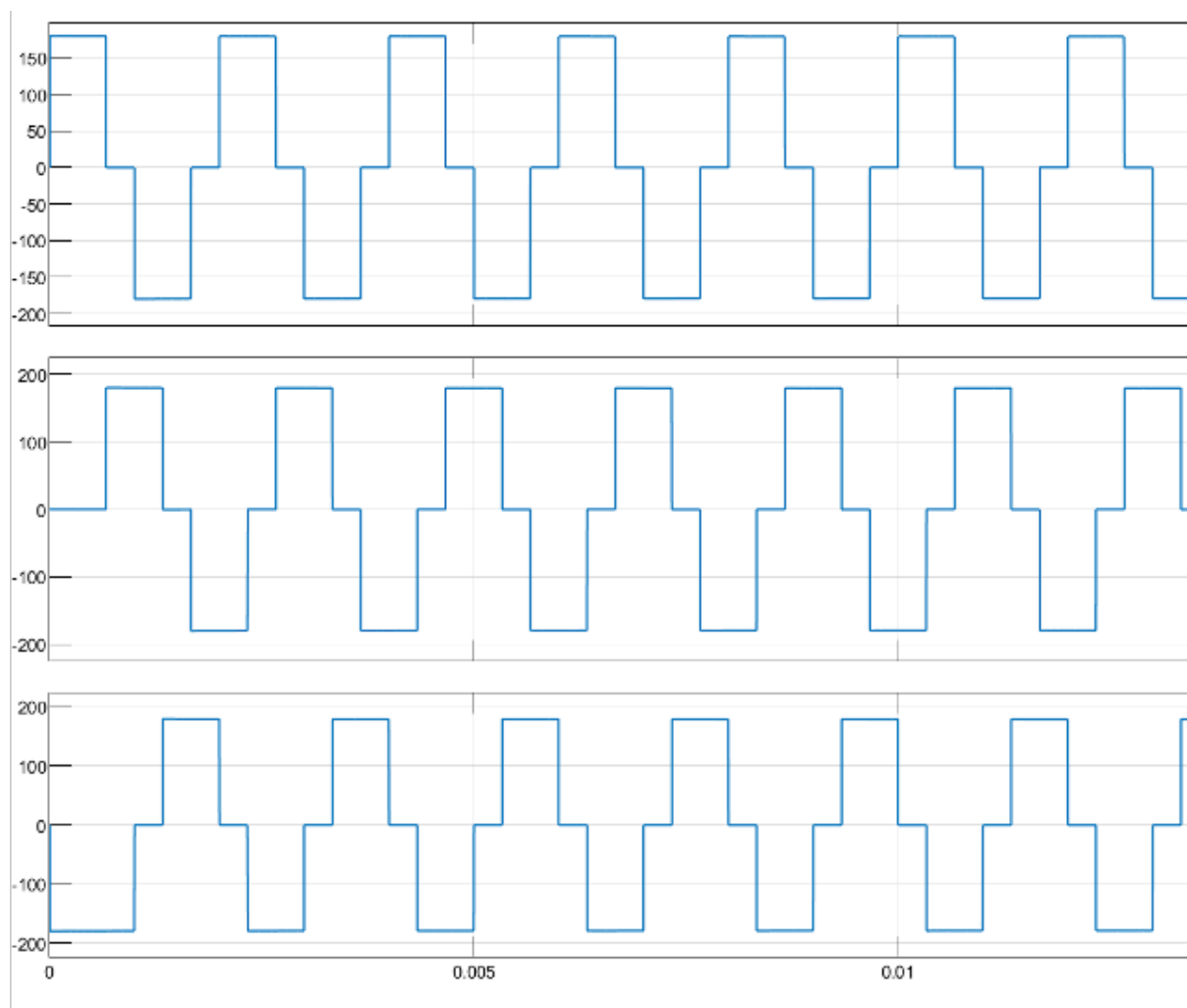
☐ Interpret vector parameters as 1-D

OK Cancel Help Apply

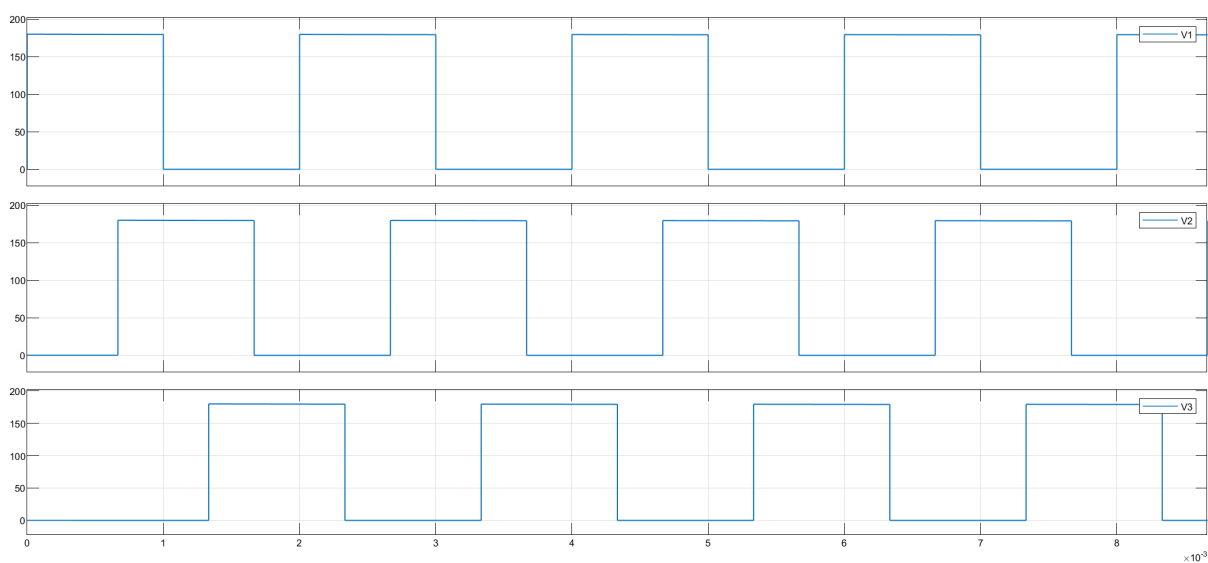
L'interrepteur K3' :



Le graphe des tension U12, U23 et U31



Représenter les tensions simples  $V_{1N}$ ,  $V_{2N}$ ,  $V_{3N}$ . Etablir l'expression de  $V_{\text{cheff}}$  en fonction de  $E$ .



La valeur de tension efficace  $V_{\text{cheff}}$  vaut:



$$V_{\text{cheff}} = \frac{1}{T} \sqrt{\int_{T_1}^{T_2} V_{\text{max}}^2(t) \cdot dt} = \frac{1}{2} \sqrt{\int_0^2 V_{\text{max}}^2 \cdot dt} = \frac{1}{2} \sqrt{E^2(2-0)} = \frac{1}{2} E\sqrt{2}$$

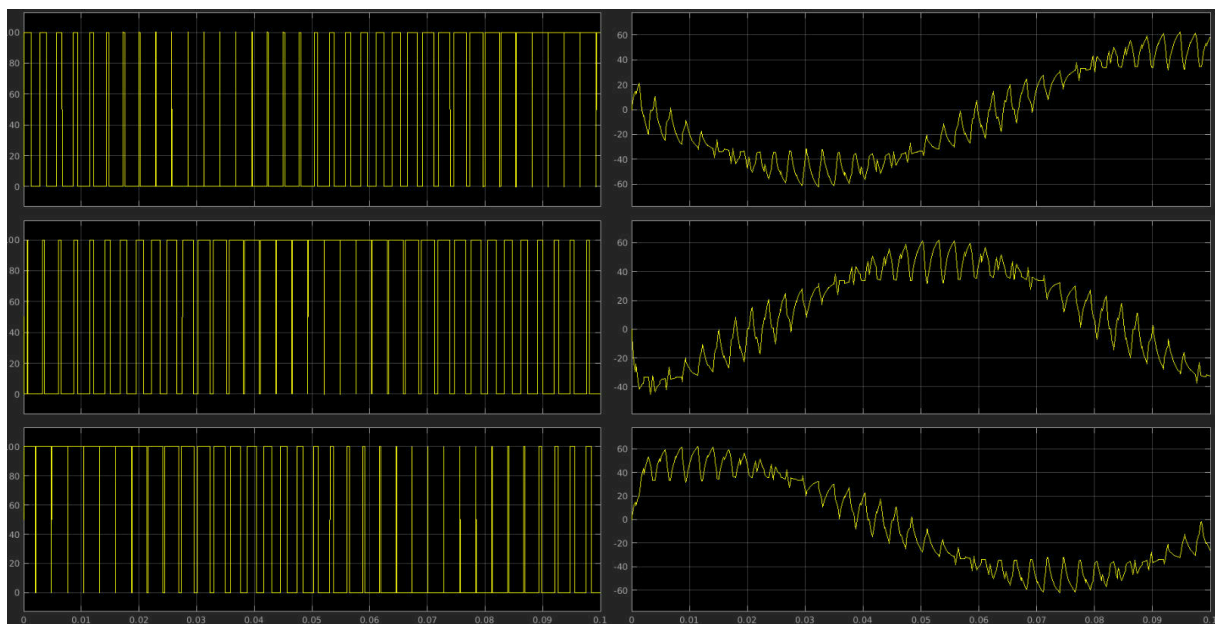
**Donner l'expression du courant de ligne  $i_1(t)$**

**Calculer la puissance  $P_c$  reçue par la charge**

**Exprimer  $i_{Ti}$ , et  $i_{Di}$  en fonction de  $i_{ki}$  et du signe de  $i_{ki}$ .**

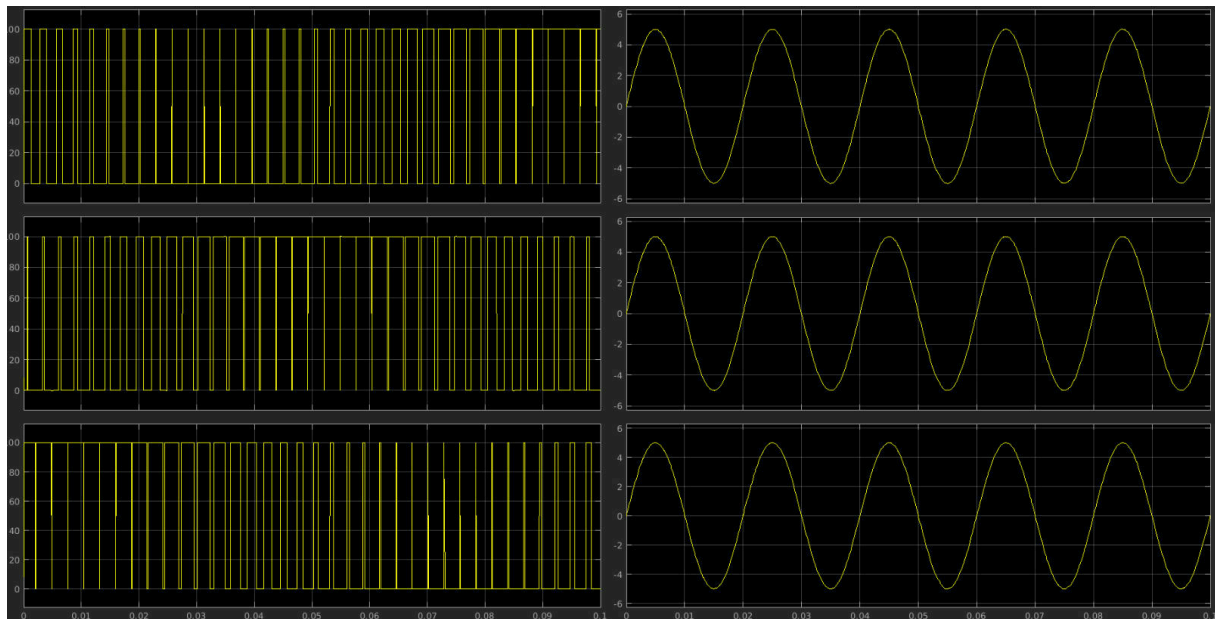
## Partie 2: Commande MLI

Signaux de commande obtenus par comparaison : sinusoïde modulante vs signal triangulaire porteuse. Paramètres :  $m = 0.6$ ,  $p = 6$ . Étude pour  $m = 0.8$ . Mesures :  $U_{12}$ ,  $V_{1N}$ ,  $i_1$ ,  $i_{k1}$ ,  $i_{k'1}$ ,  $U_{\text{eff}}$ ,  $V_{\text{eff}}$ ,  $I_{\text{eff}}$ , puissance  $P_s$  et  $P_c$ . Vérification de la nature sinusoïdale de la tension de sortie.



## Partie 3: Commande MLI avec charge inductive

La charge inductive est remplacée par trois générateurs de courants sinusoïdaux correspondant aux fondamentaux des courants  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ , d'amplitude  $I_o = 5A$ , de fréquence 50Hz, et déphasés de  $120^\circ$ . On ajoute des résistances de valeur importante  $10k\Omega$ , en parallèles sur chaque générateur de courant, afin de permettre le calcul des tensions simples par SIMULINK.



## Conclusion

La commande pleine onde, où chaque interrupteur conduit pendant  $180^\circ$ , génère des tensions de sortie en créneaux avec des harmoniques élevés. Simple à mettre en œuvre, elle est adaptée aux applications robustes ne nécessitant pas une qualité de signal optimale (ex: moteurs asynchrones). Cependant, son facteur de puissance et son rendement sont inférieurs à ceux de la MLI en raison des pertes par commutation et de la distortion harmonique. Son principal avantage réside dans sa simplicité et sa fiabilité pour des charges peu sensibles aux harmoniques.

La commande MLI, basée sur la comparaison d'une sinusoïde modulante et d'un signal triangulaire porteuse (paramètres  $m=0.6$ ,  $p=6$ ), permet de générer des tensions de sortie quasi-sinusoïdales avec une ondulation réduite. Pour  $m=0.8$ , les mesures des tensions ( $U_{12}$ ,  $V_{1n}$ ), courants ( $i_1$ ,  $i_{k1}$ ,  $i_{k'1}$ ) et puissances ( $P_s$ ,  $P_e$ ) confirment l'efficacité de cette technique, offrant un excellent compromis entre qualité du signal et performance énergétique, tout en maintenant un facteur de distortion harmonique faible. La nature sinusoïdale de la tension de sortie est ainsi validée, démontrant l'adéquation de la MLI pour des applications nécessitant des signaux propres et stables.

## Comparaison avec la MLI :

- Avantage MLI : Qualité de signal supérieure (faible THD), meilleur rendement.
- Avantage Pleine Onde : Simplicité de commande, coût réduit.

Choix selon l'application : MLI pour les charges sensibles, pleine onde pour les systèmes économiques.