

Objectif :

- L'objectif principal de ce TP est mettre en avant les différentes stratégies de commandes d'un onduleur et de voir comment éliminer ou éloigner les perturbations dans le courant.
- Etudier la qualité du signal

Introduction :

Même si la constitution et le pilotage d'une machine à courant alternatif sont différents d'une machine à courant continu, la variation est de couple pour toutes ces machines reste plus ou moins proportionnelle au courant.

Ainsi, si le courant de pilotage est perturbé (présence d'harmoniques), alors des vibrations seront présentes et viendront détériorer à termes la machine.

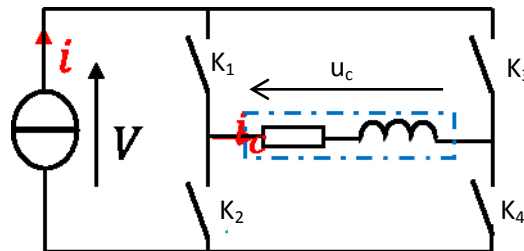
Nous allons voir quelle stratégie adopter pour y remédier.

Remarque importante:

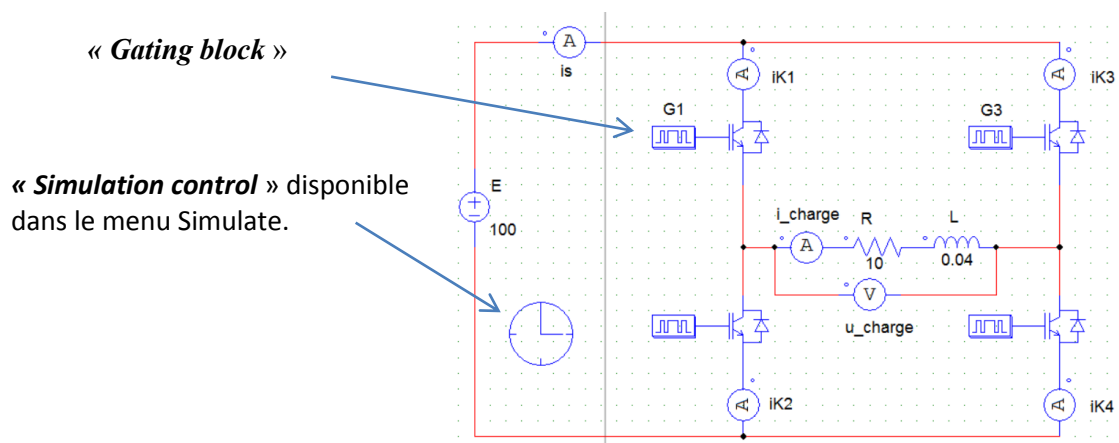
Vous devrez rédiger un compte rendu de votre travail et le renvoyer en **pdf* à la fin de séance à l'adresse mail suivante : grandguillaume.sii@gmail.com. (Ex de nom à donner : TP-Onduleur-Nom1-Nom2.pdf)

1 Mise en place du modèle

Comme nous avons pu le voir en cours, le courant dépend de la charge. Nous allons étudier dans ce TP une charge R-L série car c'est celle qui se rapproche le plus de la constitution du bobinage des moteurs.

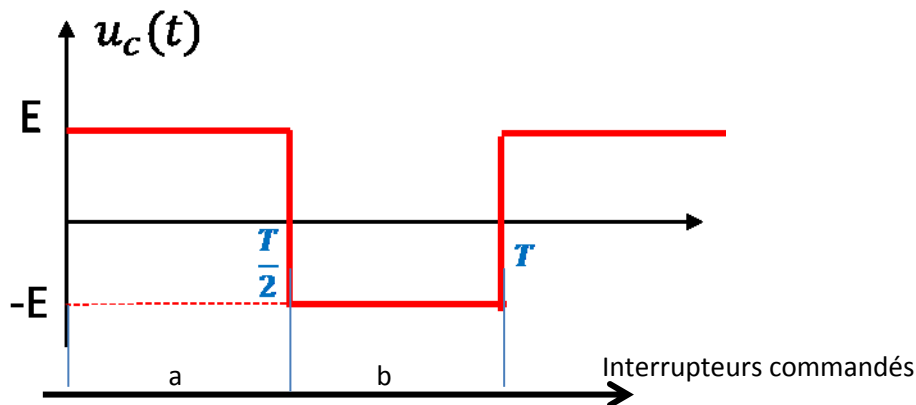


Question 1. A l'aide du logiciel **PSim**, vous allez réaliser le montage suivant et enregistrer-le sous le nom « **commande_symétrique** » :

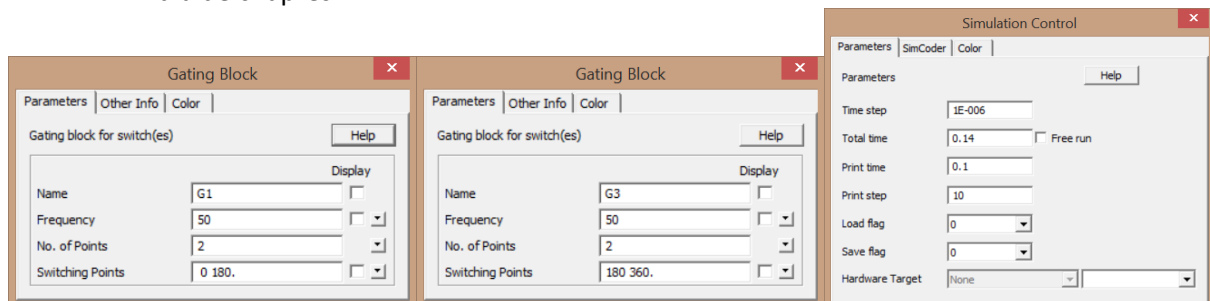


2 Commande symétrique

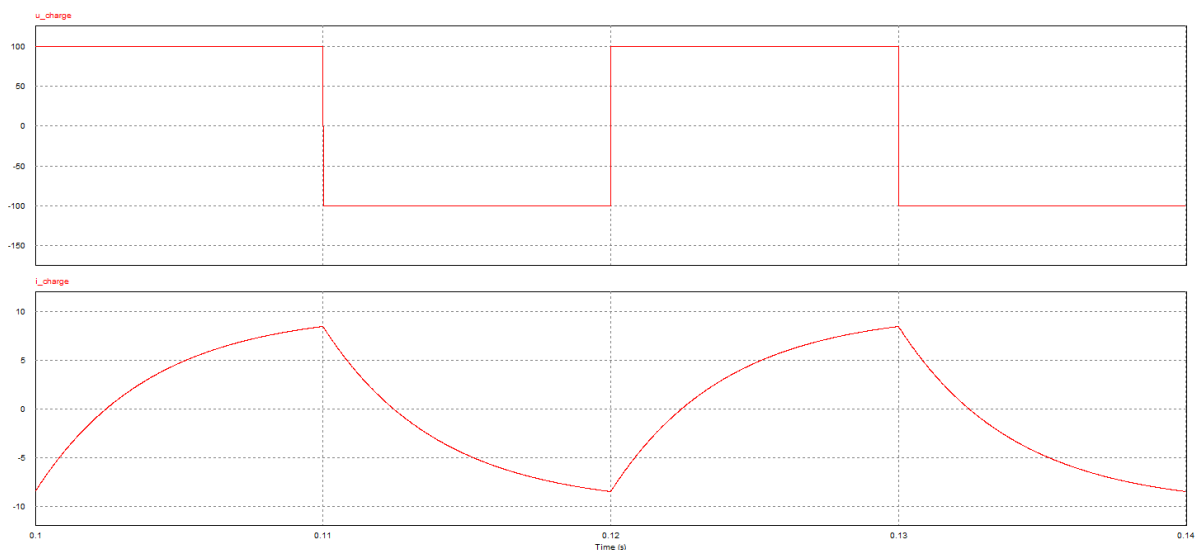
Dans un premier temps, on souhaite réaliser une commande symétrique, comme vu en cours :



- Question 1.** Précisez lors des séquences a et b ci-dessus, quel(s) interrupteur(s) est/sont commandé(s) à la fermeture afin d'obtenir le signal $v(t)$.
- Question 2.** Lancer la simulation, après avoir paramétré les différents correctement, quelques éléments d'aide ci-après.

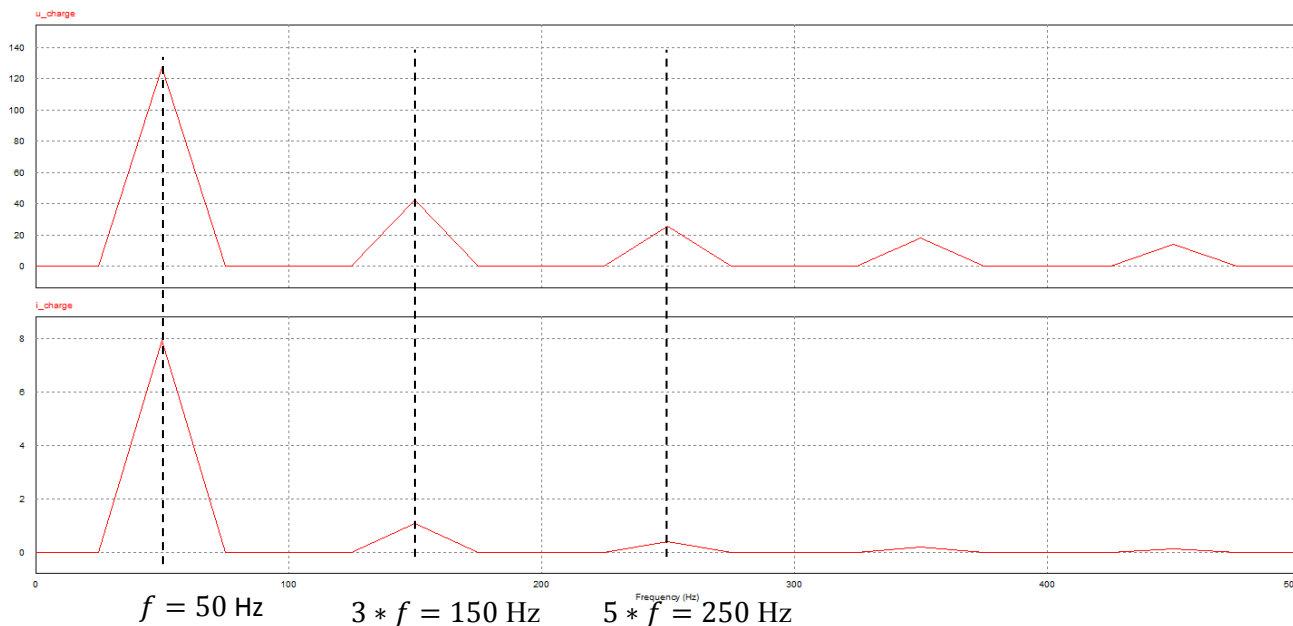


Vous devriez obtenir les courbes ci-dessous.



- Question 3.** Relevez la valeur du taux de distorsion « THD » pour la fréquence du fondamentale 50 Hz.

Si l'on regarde la répartition **FFT (en se limitant à 500 Hz)**, on s'aperçoit de la présence d'harmoniques. Ils peuvent être néfastes pour la machine (vibrations, parasites). **Il est donc nécessaire de les éliminer** ou de les renvoyer loin du fondamental.



3 Commande décalée

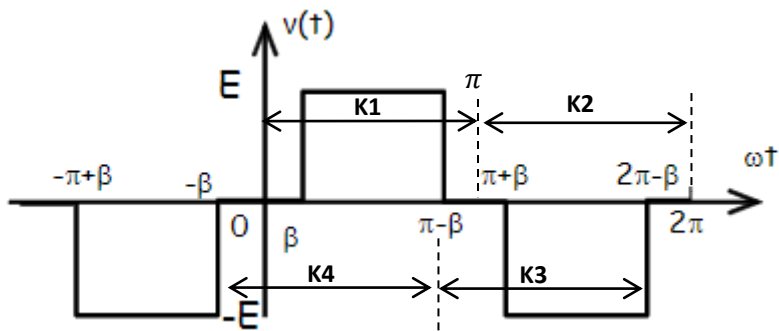
Pour pallier ce problème, il est possible d'éliminer un harmonique en particulier, par exemple le n°3.

C'est ce que nous allons voir grâce à la « **commande décalée** ».

Les différents interrupteurs sont toujours commandés durant une période valant $T/2$, mais décalés d'un angle (noté β ici) par rapport à tout à l'heure.

Précédemment, la tension de commande passait alternativement de $+E$ à $-E$.

A présent elle passera de 0 à $+E$, de $+E$ à 0, de 0 à $-E$, puis de $-E$ à 0 ainsi de suite comme décrit ci-dessous :



Pour obtenir ce signal on décale la commande des interrupteurs $K3$ et $K4$ de $-\beta$.

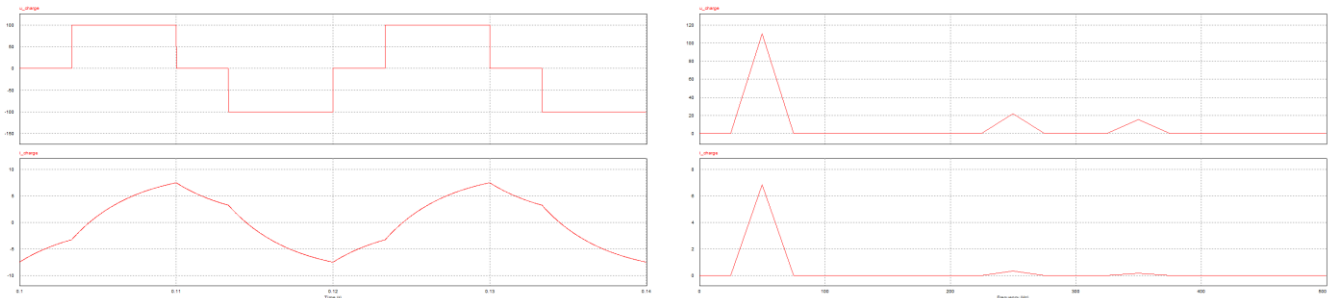
Si l'on souhaite éliminer l'harmonique d'ordre 3, on va décaler la commande de $\beta = \frac{\pi}{3}$ de la demi-période.

Question 4. A partir des indications ci-dessus, **compléter** la colonne de droite du tableau ci-dessous :

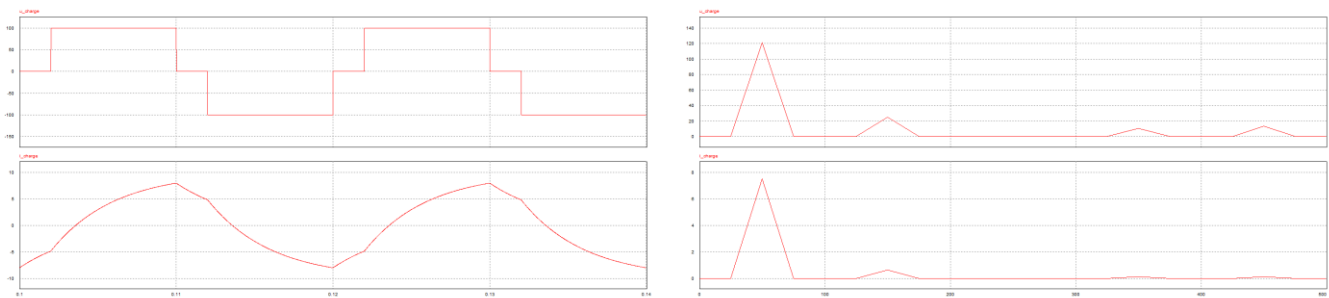
interrupteurs	Angle de commande (switching point) commande symétrique	Angle de commande (switching point) commande décalée
K1	0 180	
K2	180 360	
K3	180 360	
K4	0 180	

Question 5. Enregistrer votre fichier actuel en modifiant le nom : **enregistrer sous \« commande_décalée »**, puis **modifier la commande** des 4 interrupteurs selon ce que vous avez défini à la question précédente.

Question 6. Lancer une simulation, vous devriez obtenir ceci (le 3^e harmonique a disparu) :



Question 7. Si l'on souhaite éliminer l'harmonique de rang 5, que doit valoir β ? Modifier la commande et lancer une nouvelle simulation afin de valider votre valeur. Vous devriez obtenir ceci (le 5^e harmonique a disparu) :



Question 8. Relevez la valeur du taux de distorsion « THD » pour la fréquence du fondamentale 50 Hz pour chacune des deux simulations ci-dessus.

4 Commande par Modulation de Largeur d'Impulsions (MLI)

Comme vous avez pu la constater, il est possible d'annuler un harmonique précisément, cependant lorsque plusieurs harmoniques sont dérangeants il est souhaitable de pouvoir les traiter dans leur globalité.

La commande par modulation de largeur d'impulsions (MLI) le permet. En effet, grâce à ce type de commande, les harmoniques sont rejetés à des fréquences plus élevées. Il suffit par la suite de placer un filtre passe-bas et le signal obtenu sera « purifié ».

Ce type de commande a été vu en cours, au travers de ce TP nous allons valider les performances de cette commande.

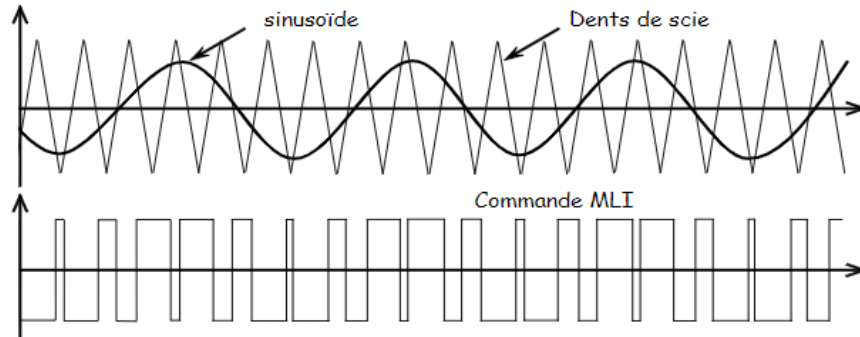
Il existe plusieurs stratégies de commande MLI, la commande pleine onde (bipolaire) et la commande demi-onde (unipolaire) et la commande calculée.

Nous allons aborder dans ce TP les deux premières.

Deux signaux seront générés : $v_p(t)$ la **porteuse** (en dents de scie) et $v_s(t)$ le signal sinusoïdal **modulant**.

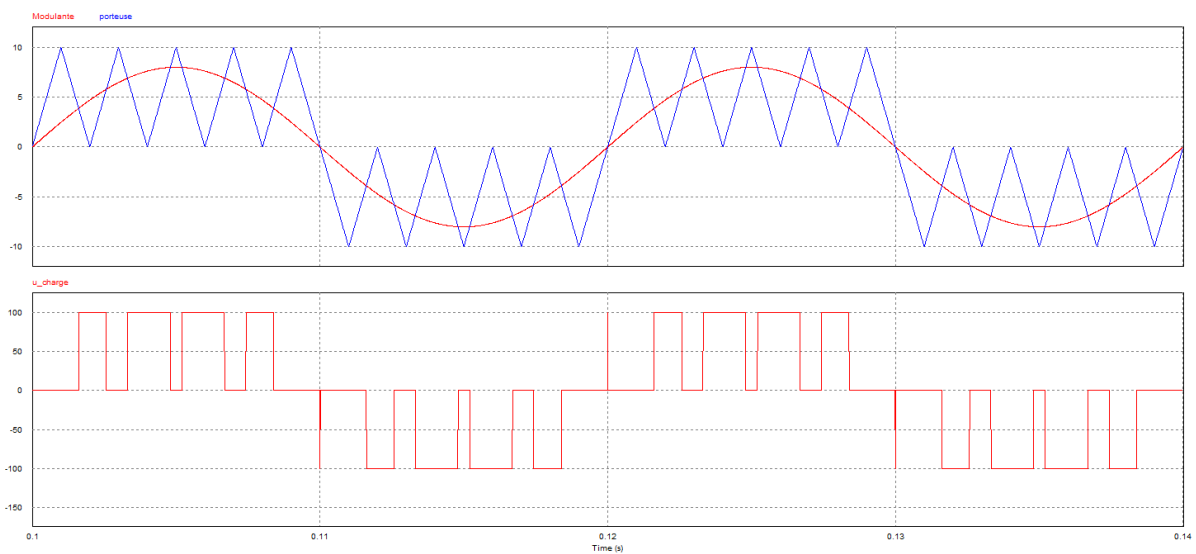
La commande bipolaire :

- ✓ Si $v_p(t) < v_s(t)$: $u(t) = -E$
- ✓ Si $v_p(t) > v_s(t)$: $u(t) = +E$



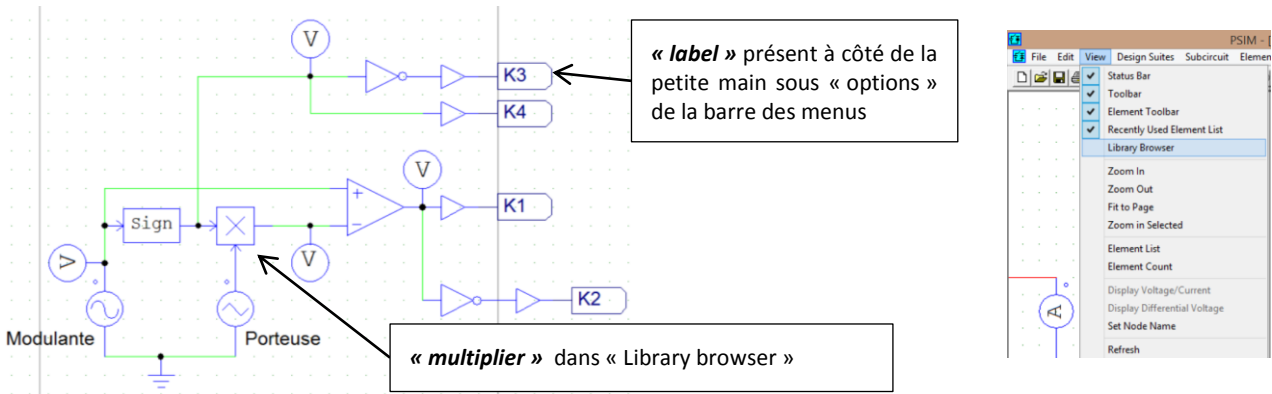
La commande unipolaire : $v_s(t)$ et $v_p(t)$ doivent être de même signe

- ✓ Lorsque $v_s(t) > 0$:
 - si $v_p(t) > v_s(t)$: $u(t) = 0$
 - si $v_p(t) < v_s(t)$: $u(t) = +E$
- ✓ Lorsque $v_s(t) < 0$:
 - si $v_p(t) > v_s(t)$: $u(t) = -E$
 - si $v_p(t) < v_s(t)$: $u(t) = 0$

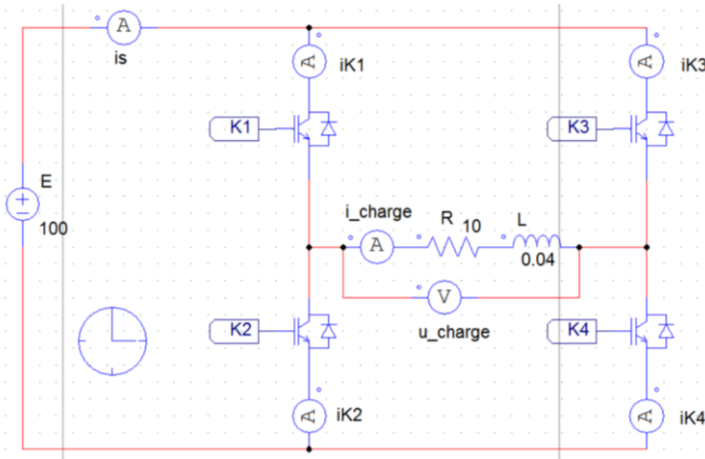


1.1 Commande unipolaire

Question 9. Enregistrer votre fichier actuel en modifiant le nom : **enregistrer sous** \« **commande_MLI_Unipolaire** », puis **réaliser** le montage ci-dessous qui permettra de piloter les 4 interrupteurs afin d'obtenir une commande unipolaire.



Question 10. Modifier votre schéma en **remplaçant** les commandes des 4 interrupteurs correctement, en paramétrant correctement les 2 signaux. Puis **lancer une simulation**, **vérifier** que vous obtenez bien les signaux page précédente (modulante, porteuse, u_charge) :



Les paramètres de la porteuse et de la modulante sont les suivants :

Triangular

Parameters | Color

Triangular-wave voltage source Help

	Value	Display
Name	Porteuse	☒
V _{peak to peak}	10	☐
Frequency	500	☐
Duty Cycle	0.5	☐
DC Offset	0	☐
Tstart	0	☐
Phase Delay	0	☐

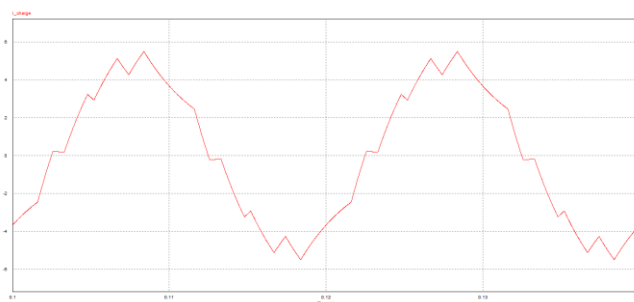
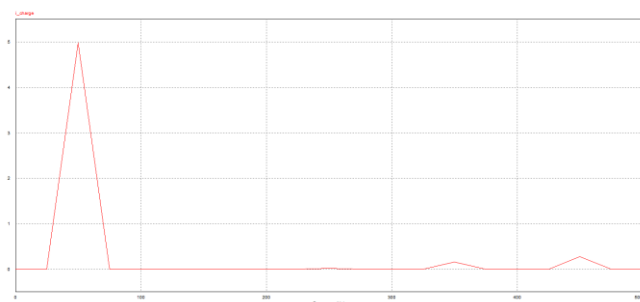
Sine

Parameters | Color

Sinusoidal voltage source Help

	Value	Display
Name	Modulante	☒
Peak Amplitude	8	☐
Frequency	50	☐
Phase Angle	0	☐
DC Offset	0	☐
Tstart	0	☐

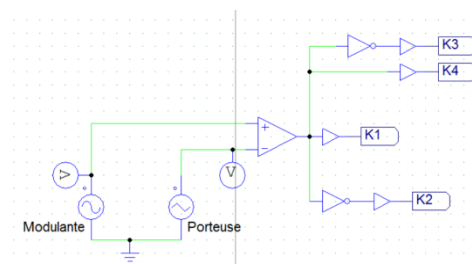
Question 11. Vérifier que le courant dans la charge devient alors quasi sinusoïdal et que les harmonique 3 et 5 ont disparus, les suivants atténués :



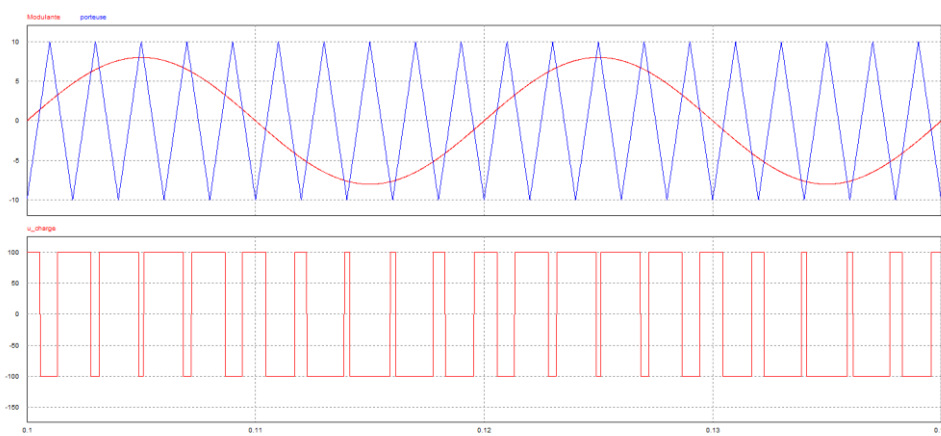
Question 12. Relevez la valeur du taux de distorsion « THD » pour la fréquence du fondamentale 50 Hz.

1.2 Commande bipolaire

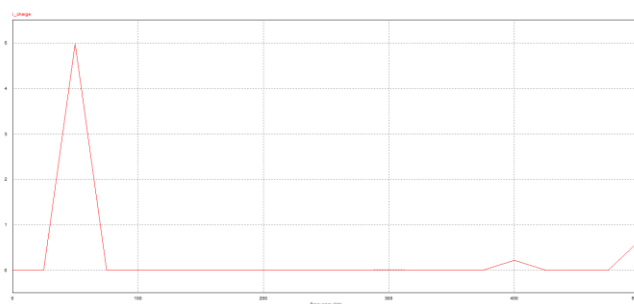
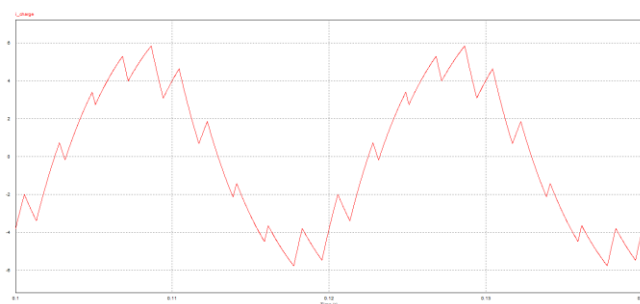
Question 13. Enregistrer votre fichier actuel en modifiant le nom : enregistrer sous « commande_MLI_bipolaire », puis modifier la commande des interrupteurs afin de réaliser une commande bipolaire :



Question 14. Vérifier que vous obtenez bien la commande souhaitée :



Question 15. Observer le signal du courant dans la charge (temporel et FFT), que remarquez-vous ?



Question 16. Relevez la valeur du taux de distorsion « THD » pour la fréquence du fondamentale 50 Hz.

Question 17. Après avoir réalisé une synthèse, conclure sur la stratégie de commande à adopter.