

# IUT GEII - DUT 2

## TRAVAUX PRATIQUES D'AUTOMATIQUE

### ASSERVISSEMENT EN TENSION D'UN HACHEUR SÉRIE POUR ALLER PLUS LOIN!

L'asservissement en tension d'un hacheur série a été étudié lors du TP précédent. Dans la pratique, il est impératif de contrôler également le courant de ce type de convertisseur. En effet, une variation trop importante de la charge pourrait amener à une élévation non contrôlée du courant qui aurait pour possible conséquence la destruction de certains composants. Le contrôle de 2 grandeurs électriques ( $V_s$  et  $I_L$  par exemple) à l'aide d'un seul composant commandé (le transistor) n'est possible qu'en ayant recours à une structure de boucles imbriquées. Le montage (partie puissance & partie commande) est le même que dans le TP "Asservissement en tension d'un hacheur série" que vous avez traité la semaine passée.

## 1 Boucle interne de courant

La fonction de transfert liant le courant traversant l'inductance et la tension de commande est notée  $G(p)$ .

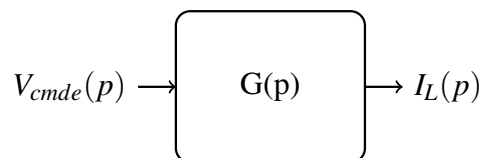


FIGURE 1 – Fonction de transfert en BO de la boucle de courant

1. Afin d'identifier le système, nous allons exciter celui-ci avec un essai indiciel sur la tension de commande ( $V_{cmde}$ ). Pour cela, envoyer un signal carré sur l'entrée de commande ( $DC\ offset = 0,5V$  et  $V_{peak-to-peak} = 0,1V$ ). Attention au choix de la fréquence !
2. Simuler le comportement du système et observer la tension de commande ( $V_{cmde}$ ) et le courant de l'inductance ( $I_L$ ).
3. S'agit-il d'un système du premier ordre ?
4. Identifier alors  $G(p)$  (déterminer les valeurs du gain statique  $K_1$  et de la constante de temps  $\tau_1$ ). Pour l'identification, vous négligerez la légère ondulation de la courant.

## 2 Correction de la boucle de courant

Le cahier des charges nous impose une erreur nulle en régime permanent (précision parfaite ( $\epsilon_\infty = 0$ )). De plus, nous souhaitons une constante de temps en boucle fermée de 1 ms. Pour cela, nous nous

proposons d'utiliser un correcteur proportionnel intégral :  $C_1(p) = K_{PI_1} \times \frac{1 + \tau_{PI_1} \times p}{\tau_{PI_1} \times p}$  (cf. FIGURE 4).

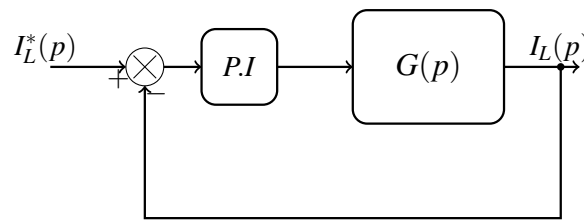


FIGURE 2 – Correction proportionnelle intégrale

Nous utiliserons comme la semaine passée la méthode de la compensation de pôles, à savoir que la constante de temps du correcteur est choisie égale à la constante de temps du système en boucle ouverte :

$$\tau_{PI_1} = \tau_1$$

1. Déterminer la valeur de  $K_{PI_1}$  afin de répondre aux objectifs de rapidité de la boucle.
2. Simuler alors le nouveau comportement du système en boucle fermée et valider votre solution.

### 3 Boucle externe de tension

A la boucle interne de courant, nous allons rajouter une boucle externe de tension. La condition pour coupler les 2 boucles est que la boucle interne ait une constante de temps beaucoup plus rapide que la boucle externe. Dans un premier temps, nous allons identifier la nouvelle fonction de transfert en boucle ouverte. Désormais, l'entrée du système est la consigne de courant ( $I_L^*(p)$ ) et la sortie, la tension  $V_s(p)$ . Nous pouvons définir un système linéaire  $H(p)$  liant ces 2 grandeurs :

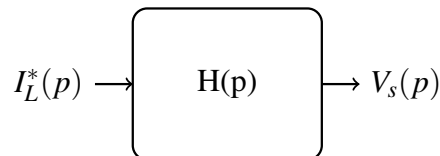


FIGURE 3 – Fonction de transfert en BO de la boucle de tension

1. Afin d'identifier le système, nous allons exciter celui-ci avec un essai indiciel sur l'entrée de commande ( $I_L^*$ ). Pour cela, envoyer un signal carré sur l'entrée de commande ( $DC\ offset = 3V$  et  $V_{peak-to-peak} = 0,5V$ ). Attention au choix de la fréquence !
2. Simuler le comportement du système et observer le courant de consigne ( $I_L^*$ ) et la tension de sortie ( $V_s(p)$ ).
3. S'agit-il d'un système du premier ordre ?
4. Identifier alors  $H(p)$  (déterminer les valeurs du gain statique  $K_2$  et de la constante de temps  $\tau_2$ ). Pour l'identification, vous négligerez la légère ondulation de tension.

### 4 Correction de la boucle de tension

Le cahier des charges nous impose toujours une erreur nulle en régime permanent (précision parfaite ( $\epsilon_\infty = 0$ )). De plus, nous souhaitons une constante de temps en boucle fermée de 10 ms

(constante de temps 10 fois supérieure à la constante de temps en BF de la boucle de courant). Pour cela, nous nous proposons d'utiliser un correcteur proportionnel intégral :  $C_2(p) = K_{PI_2} \times \frac{1 + \tau_{PI_2} \times p}{\tau_{PI_2} \times p}$  (cf. FIGURE 4).

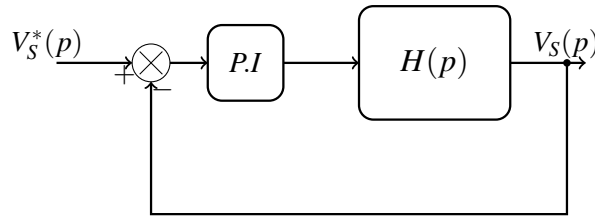


FIGURE 4 – Correction proportionnelle intégrale

Nous utiliserons comme la semaine passée la méthode de la compensation de pôles, à savoir que la constante de temps du correcteur est choisie égale à la constante de temps du système en boucle ouverte :

$$\tau_{PI_2} = \tau_2$$

1. Déterminer la valeur de  $K_{PI_2}$  afin de répondre aux objectifs de rapidité de la boucle.
2. Simuler alors le nouveau comportement du système en boucle fermée et valider votre solution.
3. Pour réellement éviter les dépassements en courant, un limiteur est utilisé sur l'entrée de consigne de courant. Fixer par exemple les valeurs min et max à  $\pm 3V$ , ce qui limitera les valeurs de courant à  $\pm 3A$  (la sonde de courant ayant un calibre  $1V/A$ ).

## 5 Annexes

### 5.1 Schéma PSIM de la boucle de courant

La boucle de courant est représentée FIGURE 5.

### 5.2 Schéma PSIM des boucles imbriquées

Les boucles imbriquées sont représentées FIGURE 6.

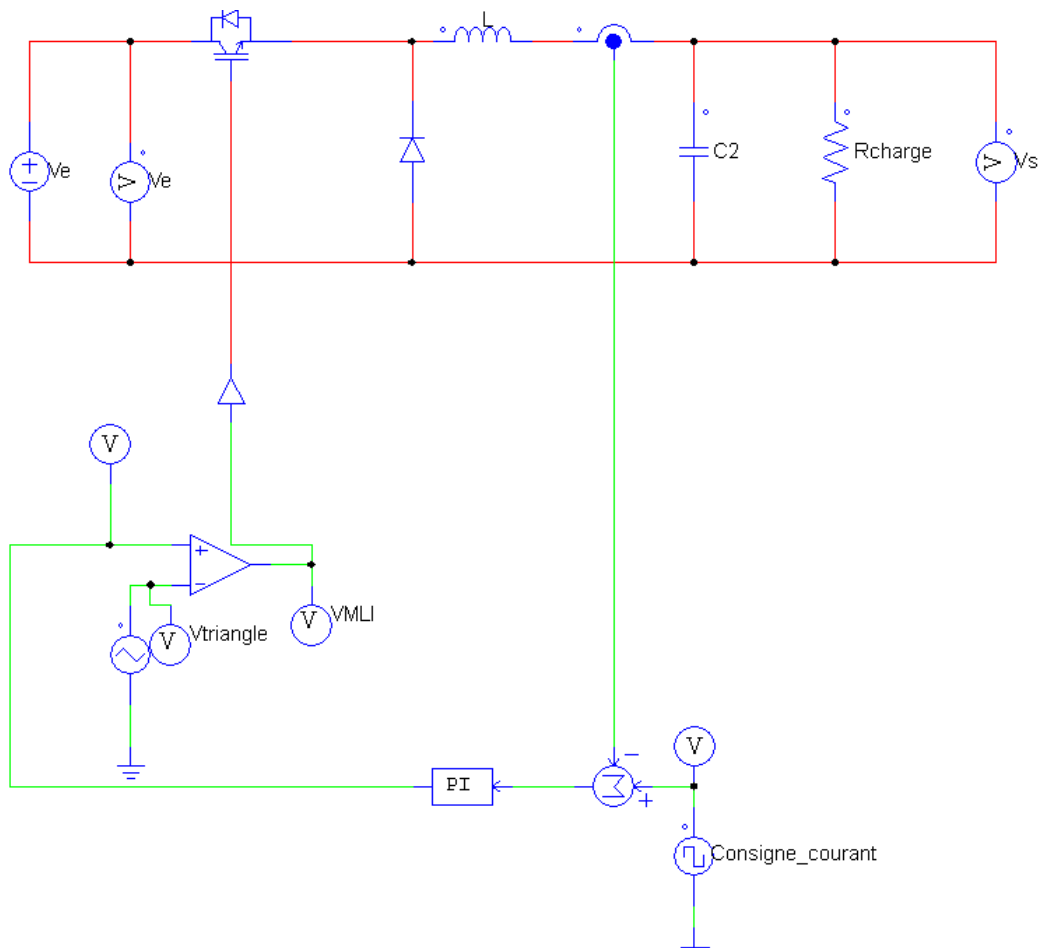


FIGURE 5 – Schéma PSIM de la boucle de courant

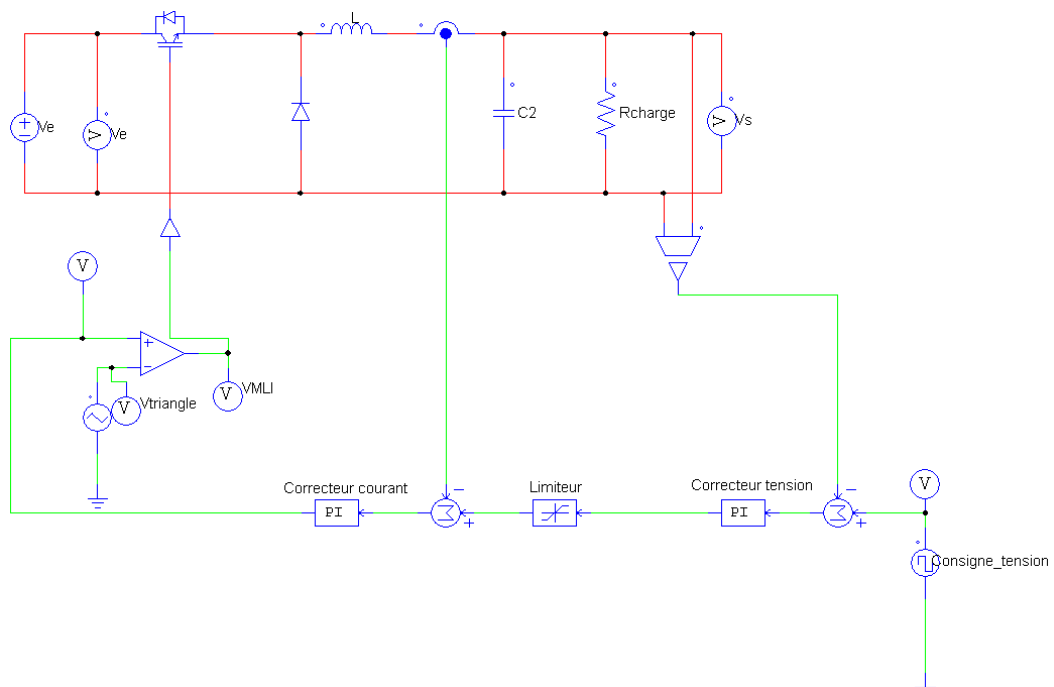


FIGURE 6 – Schéma PSIM des boucles imbriquées