

Master 1 EEA

EMEAG2A1 Modélisation et commande des convertisseurs statiques

Examen du 25 juin 2018

Sans document

Durée : 1H30

EXERCICE (8 PTS)

• On considère le convertisseur représenté sur la figure I-1, permettant d'échanger du courant entre 2 sources de tension continue. E_2 représente une batterie d'accumulateurs. La position de l'interrupteur K est représentée par une variable u : $u=1$ lorsque K est passant (interrupteur fermé), $u=0$ lorsque K est bloqué (interrupteur ouvert).

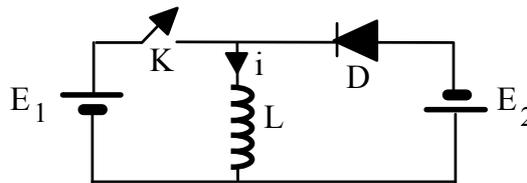


Figure I-1

I-1 - Dans quel sens peut-on échanger de la puissance ? Pourquoi ?

I-2 - Donner l'équation d'état représentant l'évolution du courant $i(t)$ en fonction de u , **en conduction continue**.

I-3 - u est piloté par Modulation de Largeur d'Impulsion, avec un rapport cyclique α et une période T .

a - Représenter l'allure du courant $i(t)$ et en déduire une condition de régime permanent liant α , E_1 , et E_2 .

b - Donner l'équation d'état aux valeurs moyennes de ce convertisseur.

Le courant moyen I dans la bobine est asservi à une référence I_{ref} au moyen de la boucle de commande représentée sur la figure I-2.

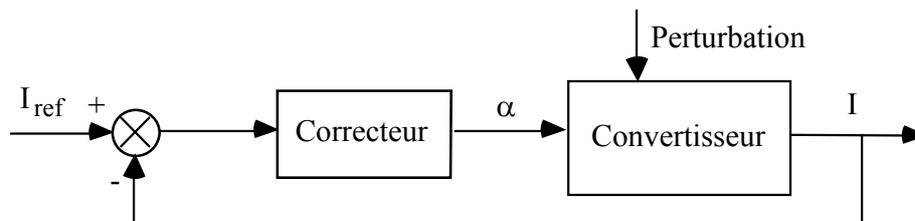


Figure I-2

I-4 - Expliciter le bloc convertisseur en exprimant "la perturbation".

I-5 – Proposer, en le justifiant, un correcteur.

I-6 - Calculer la fonction de transfert de poursuite en boucle fermée pour une perturbation nulle.

I-7 - Proposer une démarche pour choisir les paramètres du correcteur.

I-8 - Calculer la fonction de transfert de rejet de perturbation pour une consigne nulle. Que vaut l'erreur statique de position ?

PROBLÈME (14 PTS)

On considère le convertisseur **courant-tension** DC-DC de la figure II-1. La source d'entrée est un générateur de courant continu idéal. L'interrupteur K est supposé réversible en courant et sa position est repérée par la variable u . Dans la suite, on se propose d'asservir la tension de sortie v_s à une valeur de consigne V_{ref} .

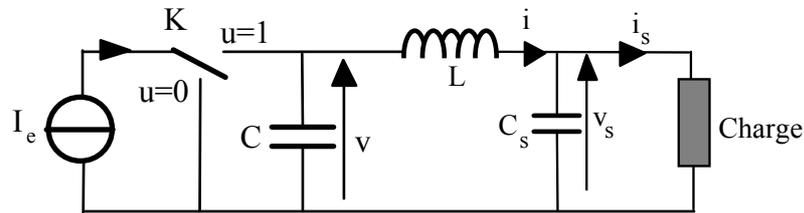


Figure II-1

II-1 - Donner les équations d'état de ce convertisseur, avec u comme variable de commande. La charge sera modélisée comme une source variable : préciser et justifier sa nature.

On réalise la loi de commande en amplitude idéale suivante, pour maîtriser la tension aux bornes du condensateur C :

$$\begin{cases} u = 1 & \text{si } v < V_c \\ u = 0 & \text{si } v > V_c \end{cases} ; \text{ où } V_c \text{ représente la consigne de ce "mode tension".}$$

II-2 - Quelle est la condition sur le courant i pour que cette loi permette effectivement de "capturer" v au moyen de V_c ? On pourra s'aider d'un tracé qualitatif de la forme d'onde sur v consécutive à quelques commutations de K supposées non infiniment proches (on considérera pour cela i quasi constant).

II-3 - On suppose que les commutations de K s'effectuent à "fréquence infinie" et que la tension de consigne V_c et la tension v sont ainsi confondues. V_c est alors la nouvelle commande. Déterminer la représentation d'état réduite de ce convertisseur ainsi piloté.

II-4 - Donner un schéma électrique équivalent de ce convertisseur doté de cette commande en "mode tension". Que devient l'ordre dynamique "apparent" du système ?

On veut réaliser une commande par retour d'état de ce convertisseur afin d'asservir la tension de sortie v_s à la consigne V_{ref} en agissant sur la variable de commande V_c .

II-5 - On considère que V_{ref} et i_s sont constants. Donner les conditions d'équilibre sur un point $(V_{c0}, i_0, V_{s0} = V_{ref})$.

II-6 - En déduire la représentation d'état du système écarté de sa position d'équilibre. On posera :

$$\tilde{V}_c = V_c - V_{c0} ; \tilde{i} = i - i_0 ; \tilde{v}_s = v_s - v_{s0}.$$

On réalise une commande par retour d'état d'expression $\tilde{V}_c = -k_1 \tilde{i} - k_2 \tilde{v}_s$.

II-7 - Donner la représentation d'état en boucle fermée autour du point d'équilibre imposé par la consigne V_{ref} .

II-8 - Exprimer le polynôme caractéristique du système en boucle fermée. En assimilant l'expression de ce polynôme à une forme standard, En déduire des critères de réglage des gains du retour d'état vis à vis de la stabilité et de la rapidité.

II-9 - Écrire la loi de commande explicite donnant V_c en fonction des gains du retour d'état, des variables d'état i et v_s , de la consigne V_{ref} , et des conditions d'équilibre. Présenter rapidement un schéma de principe de cette commande.

II-10 - Proposer une loi de commande améliorée et le schéma de principe associé, permettant de résoudre d'éventuels problèmes d'erreurs statiques liés à des erreurs de modélisation ou encore à une mauvaise mesure des variables internes.

* * *