

SCOOTER EVT 4000

Problématique Comment Freiner électriquement sur un scooter EVT4000 ?

Contexte

Ce système fait partie de la première génération de scooter à motorisation électrique. La propulsion est assurée par une machine à courant continu à rotor extérieur. Désormais, les machines alternatives synchrones ou asynchrones ont remplacées les machine à courant continu dans toutes les applications de transport (automobile, vélo, trains etc...) car elles demandent moins de maintenance (dans une machine à courant continu, l'énergie électrique arrive sur le rotor et nécessite un collecteur).



Fonction CONVERTIR : Moteur roue, MCC à aimants permanents à rotor extérieur



On retiendra pour les calculs un diamètre de roue $D_R = 30\text{cm}$.

Résistance d'induit $R_a = 0,16\ \text{ohm}$; Inductance d'induit $L_a = 20\text{mH}$;

Constante électromagnétique $K = 0,56\ \text{Nm/A} = 0,56\ \text{V}\cdot\text{rd}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$; Vitesse nominale $N_n = 755\ \text{tr/min}$

Tension nominale = 48V ; Puissance utile nominale $P_{un} = 1800\text{W}$; Rendement $\eta = 0,95$;

Fonction DISTRIBUER : Hacheur abaisseur 1Q

- Transistor : 6 transistor IGBT montés en parallèle
- Diode de roue libre : 7 diodes montées en parallèle
- Fréquence de découpage fixe $f = 16\text{kHz}$
- Rapport cyclique ajustable de 0 à 1 par la poignée au guidon.

Questions

U_{bat} est considérée constante : $U_{bat} = 48\ \text{V}$.

La structure d'un hacheur 2Q est proposée ci-contre :

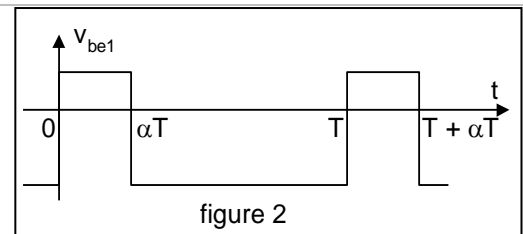
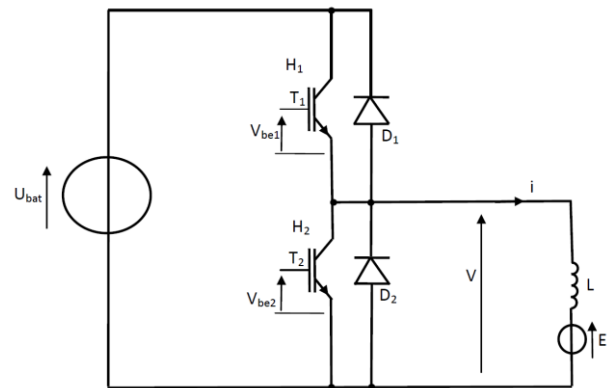
Dans les conditions de fonctionnement, on a toujours : $0 < E < U_{bat}$

T_1 et T_2 sont deux transistors de puissance jouant le rôle d'interrupteurs unidirectionnels commandés à la fermeture et à l'ouverture par leur tension base-émetteur, V_{be} .

pour $V_{be} > 0$ le transistor considéré est saturé,

pour $V_{be} \leq 0$ le transistor est bloqué.

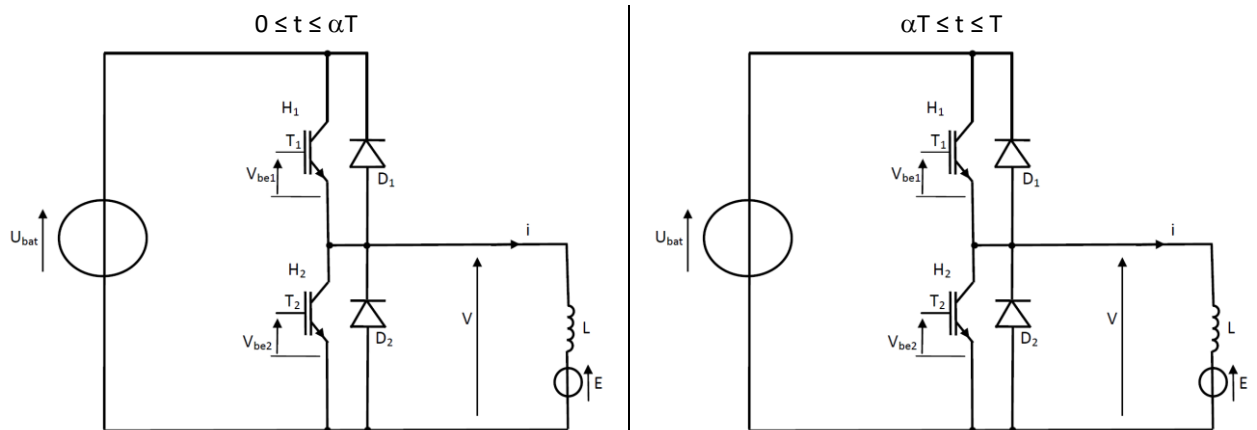
La chute de tension aux bornes d'un interrupteur passant est nulle.



SCOOTER EVT 4000

fonctionnement moteur $\langle i \rangle = 35 A$

On commande périodiquement les interrupteurs T_1 et T_2 (figure 2) de manière complémentaire. Montrer que seuls T_1 et D_2 participent au fonctionnement en régime établi en surlignant le circuit du courant sur les schémas suivants :



Q1 Dessiner les schémas équivalents pour cette étude (on choisit un modèle parfait pour les composants)

$0 \leq t \leq \alpha T$

$\alpha T \leq t \leq T$

Q2 Ecrire les équations différentielles vérifiées par le courant $i_{(t)}$ durant chaque séquence.

$0 \leq t \leq \alpha T$

$\alpha T \leq t \leq T$

Q3 En déduire l'expression $i_{(t)}$ pendant chaque séquence, en appelant I_m et I_M les valeurs extrêmes de $i_{(t)}$

$0 \leq t \leq \alpha T$

$\alpha T \leq t \leq T$

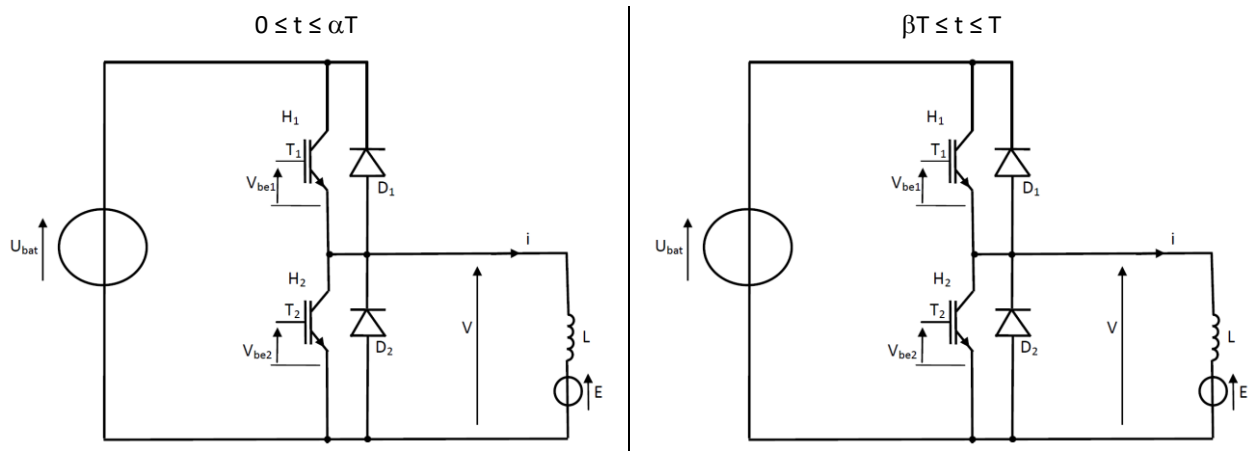
SCOOTER EVT 4000

- Q4** Représenter l'allure du courant $i(t)$ sur le document réponse n°1.
Q5 Représenter l'allure de la tension $v(t)$ sur le document réponse n°1.
Q6 Ecrire la relation liant $\langle v(t) \rangle$ et E puis $\langle v(t) \rangle$ et U_{bat} . En déduire une relation $E=f(U_{bat})$

- Q7** Calculer l'expression de l'ondulation de courant $\Delta i = f(\alpha, U_{bat}, f, L)$

fonctionnement freinage électrique $\langle i \rangle = -30 \text{ A}$

- Q8** Montrer que seuls T_2 et D_1 participent au fonctionnement en régime établi en surlignant le circuit du courant sur les schémas suivants :



Avant le freinage $\alpha=0,8$;

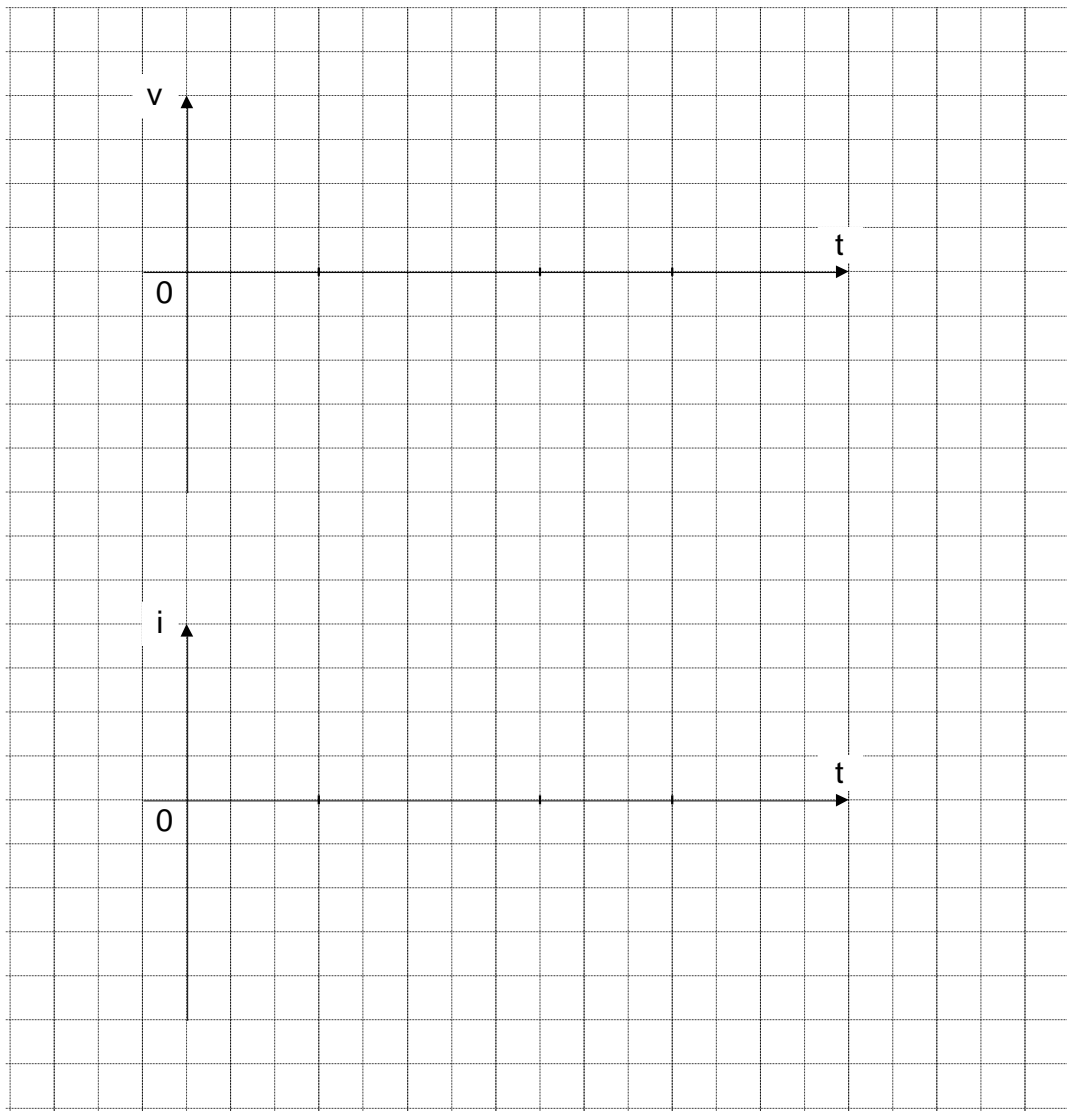
- Q9** Calculer la valeur de la tension $v(t)$ au début du freinage et le α_f correspondant, et montrer qualitativement comment maintenir le courant de freinage à sa valeur.

- Q10** Représenter l'allure du courant $i(t)$ sur le document réponse n°2 pour α_f .

- Q11** Représenter l'allure de la tension $v(t)$ sur le document réponse n°2 pour α_f .

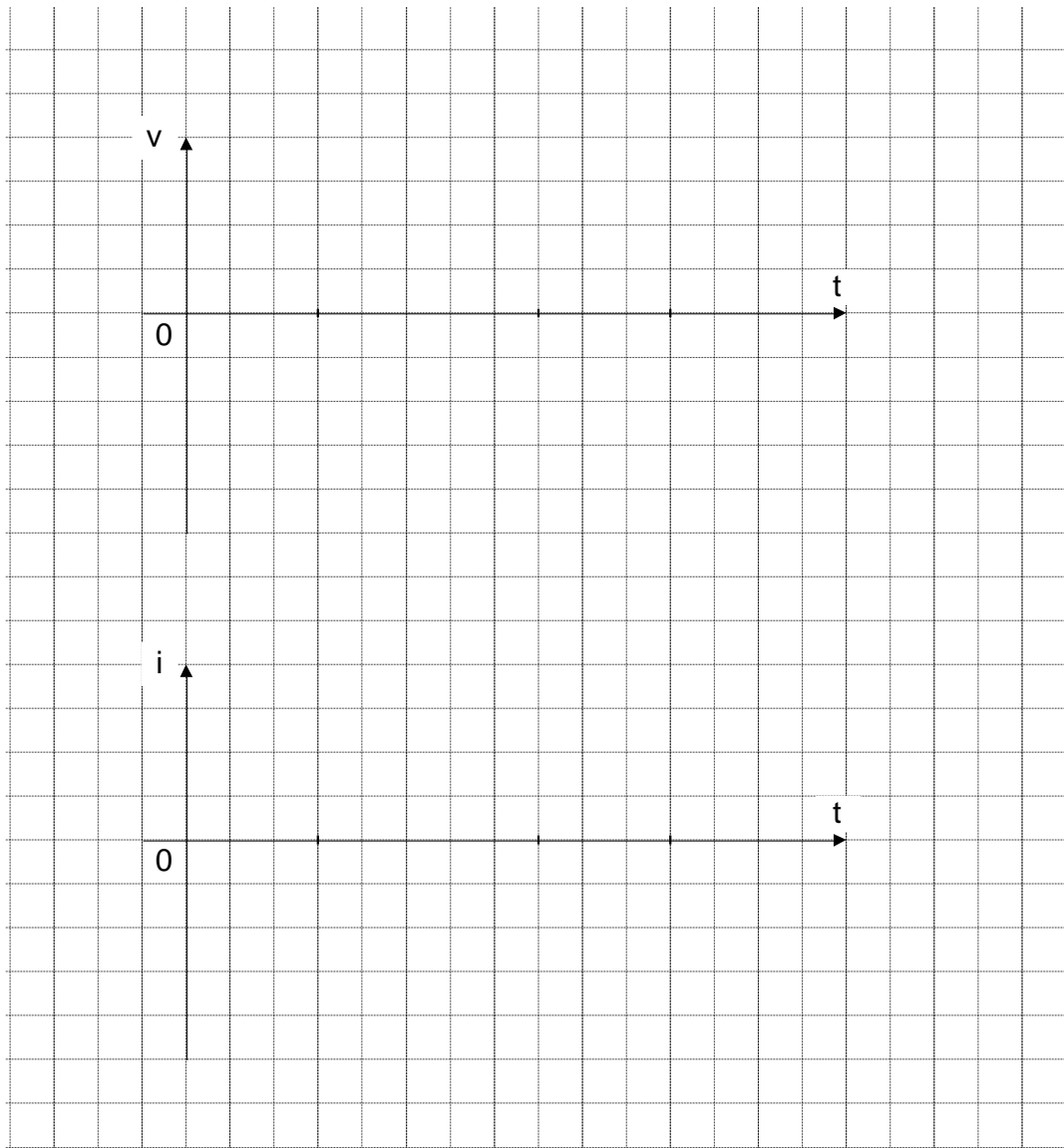
SCOOTER EVT 4000

Document DR1



SCOOTER EVT 4000

Document DR2



SCOOTER EVT 4000

Commande complémentaire Hacheur 2Q

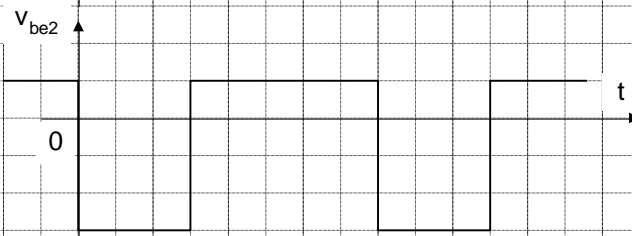
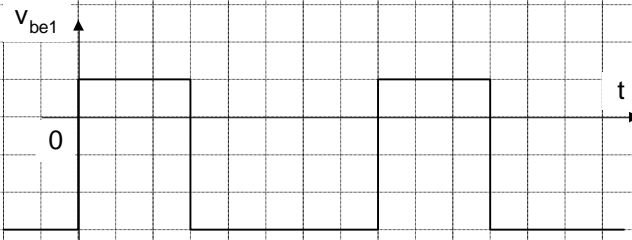
Les transistors T_1 et T_2 sont commandés de manière complémentaire. La charge peut être active (comportement moteur ou générateur). Pour trois valeurs de couple, on a relevé les oscillogrammes de courant (document réponse n°2).

Q12 Déterminer, pour chaque cas, la séquence de conduction des quatre interrupteurs. Que peut-on dire de la vitesse de rotation du groupe si α a la même valeur dans les 3 cas ?

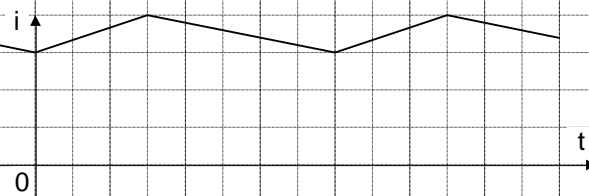
Q13 En considérant le cas b, quel est l'avantage d'une commande complémentaire de T_1, T_2 par rapport aux fonctionnements envisagés auparavant

SCOOTER EVT 4000

document réponse n°2

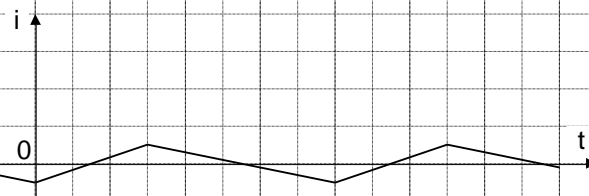


cas a



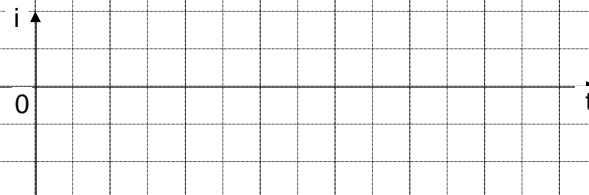
T_1	D_1
T_2	D_2

cas b



T_1	D_1
T_2	D_2

cas c



T_1	D_1
T_2	D_2