

TD6 : Hacheur parallèle

Etude d'un hacheur pour moteur à courant continu (ATS 2015 : Laveuse autoportée)

Présentation du sujet

La société Nilfisk propose une large gamme d'engins de nettoyage des sols. Celle des laveuses autoportées répond aux besoins de lavage pour des surfaces de plusieurs milliers de km carrés. C'est par exemple le cas des sols de super et hypermarché.

Les qualités de ces machines résident dans leur sécurité d'usage, leur faible nuisance sur l'environnement, leur autonomie et leur maniabilité. Cette maniabilité impose des encombrements minimisés en largeur et des rayons de giration très faibles.



En fonction de la position de la pédale et des mesures de vitesse effectuées par la génératrice tachymétrique, les moteurs doivent ralentir ou accélérer. C'est la carte de commande qui élabore cet ordre qu'elle transmet ensuite à l'interface de puissance L29.

Une représentation simplifiée de la structure interne de l'interface de puissance est donnée sur la figure 1. La tension U_0 est supposée constante $U_0 = 24V$ correspond à la tension maximale admissible par le moteur.

- Les interrupteurs seront supposés parfaits.
- M représente le moteur à courant continu.

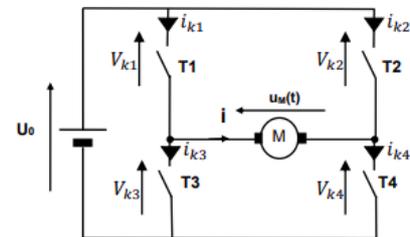


Figure 1 : schéma structurel du convertisseur statique

Les signaux produits par la carte de commande gèrent les interrupteurs T1, T2, T3 et T4. Ils sont commandés avec une fréquence $f = 20 \text{ kHz}$ de période T .

Rappel et convention de signe pour un moteur à courant continu :

- Le couple est proportionnel au courant (donc de même signe)
- On admettra que la tension est sensiblement de même signe que la vitesse de rotation > 0 si $\Omega_m > 0$ et si la vitesse du véhicule $v > 0$ (marche avant). Inversement en marche arrière.

Commande N°1 des interrupteurs de puissance.

Un premier modèle de véhicule, étudié dans cette partie, n'évoluait qu'en marche avant. Sa faible inertie et une résistance au roulement importante permet au véhicule de ralentir suffisamment rapidement sans nécessiter d'inverser le sens du courant.

Il est attendu que le véhicule puisse évoluer à différentes vitesses entre 0km/h et 4km/h ($U_m = 24V$).

1. Tracer les différentes configurations de fermeture des interrupteurs permettant d'assurer le fonctionnement décrit précédemment tout en respectant les règles d'association des sources.
2. La structure du convertisseur statique est-elle simplifiable ? Comment s'appelle une telle structure de convertisseur statique ?
3. Tracer les caractéristiques $i_k(v_k)$ des interrupteurs restants.
4. En déduire le schéma électrique du convertisseur faisant apparaître les symboles électriques des interrupteurs statiques dont les caractéristiques sont celles de la question précédente.
5. Tracer l'évolution de $u_m(t)$ sachant que K1 ne reste fermé que pendant la durée 0 à αT .
6. En déduire la valeur moyenne $\langle u_m \rangle$ de la tension $u_m(t)$ en fonction de α notamment.

7. En déduire la valeur de α permettant d'obtenir une tension moyenne $=18V$.

Hypothèses :

- La résistance de l'induit du moteur est négligeable et on obtient un courant de sortie $i(t)$ triangulaire de valeur moyenne $= 5A$ et d'ondulation 10% soit $\Delta i = 0,5A$.
 - Le rapport cyclique en régime permanent est celui de la question précédente.
8. Tracer l'évolution temporelle des courants i_k et des tensions v_k au niveau des interrupteurs. Calculer et placer sur ces chronogrammes les valeurs de courant moyen, minimum I_{min} maximum I_{max} dus à l'ondulation Δi de $i(t)$
9. Vérifier le choix des interrupteurs à partir des annexes (on calculera notamment le courant efficace I_{k1} circulant dans le transistor (sachant que $i_{k1}(t) = I_{min} + \frac{\Delta i}{\alpha T} t$ tant que $0 \leq t < T$).

Commande N°2 des interrupteurs de puissance.

Dans cette évolution, une marche arrière est disponible est la commande est la suivante :

- Pour t compris entre 0 et αT , $T1-T4$ sont fermés et $T2-T3$ sont ouverts. Sur le reste de la période (t compris entre αT et T), $T2-T3$ sont fermés et $T1-T4$ sont ouverts.

La réversibilité en courant est nécessaire pour mettre en route le véhicule en marche arrière (lutte contre les frottements) mais l'inversion du courant lors du freinage n'est toujours pas nécessaire.

10. Tracer le diagramme $C_m(\omega_m)$ représentant les quadrants de fonctionnement attendus du moteur, d'après la description précédente.
11. Tracer les configurations correspondant aux différentes phases de fermeture des interrupteurs décrites dans la présentation de cette partie et aux différentes phases de réversibilité en courant.
12. Représenter le chronogramme sur deux périodes de la tension u_M pour un rapport cyclique de $0,25$.
13. Exprimer la valeur moyenne de la tension u_M aux bornes de l'induit de la MCC en fonction de la tension U_0 et du rapport cyclique α . En déduire le sens du mouvement pour $\alpha=0,25$.
14. À partir de cette dernière relation, proposer un encadrement du rapport cyclique.
15. Déterminer la valeur du rapport cyclique permettant au véhicule d'avancer en marche avant à une vitesse réduite ($=18V$).
16. Conclure sur la compatibilité de la commande pour les 2 modèles de véhicule.
17. Tracer les caractéristiques $i_k(v_k)$ des interrupteurs 1 et 2.
18. Identifier les composants assurant ces commutations.
19. Tracer le schéma électrique du convertisseur statique utilisant des transistors MOS et des diodes.

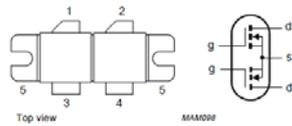
Documents constructeurs

Philips Semiconductors

Product Specification

VHF push-pull power MOS transistor

BLF278



PINNING - SOT262A1

PIN	DESCRIPTION
1	drain 1
2	drain 2
3	gate 1
4	gate 2
5	source

QUICK REFERENCE DATA

RF performance at $T_h = 25^\circ\text{C}$ in a push-pull common source test circuit.

MODE OF OPERATION	f (MHz)	V _{DS} (V)	P _L (W)	G _p (dB)	η_D (%)
CW, class-B	108	50	300	>20	>60
CW, class-C	108	50	300	typ. 18	typ. 80
CW, class-AB	225	50	250	>14 typ. 16	>50 typ. 55

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum System (IEC 60134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
Per transistor section					
V _{DS}	drain-source voltage		—	125	V
V _{GS}	gate-source voltage		—	±20	V
I _D	drain current (DC)		—	18	A
P _{tot}	total power dissipation	T _{mb} ≤ 25 °C; total device; both sections equally loaded	—	500	W
T _{stg}	storage temperature		−65	150	°C
T _J	junction temperature		—	200	°C



Data Sheet

RJU60C6SDPQ-A0

600V - 25A - Single Diode
Fast Recovery Diode

R07DS1268EJ0110
Rev. 1.10
May 29, 2015

Features

- Fast reverse recovery time: $t_{rr} = 100$ ns typ. (at $I_F = 30$ A, $di/dt = -100$ A/ μ s)
- Low forward voltage: $V_F = 1.4$ V typ. (at $I_F = 50$ A)
- Low reverse current: $I_R = 25$ μ A max. (at $V_R = 600$ V)

Outline

RENESAS Package code: PRSS0003ZH-A
(Package name: TO-247A)

1. Anode
2. Cathode
3. Anode
4. Cathode

Absolute Maximum Ratings

(T_c = 25°C)

Item	Symbol	Ratings	Unit
Maximum reverse voltage	V _{RM}	600	V
Average rectified forward current	I _O	30	A
Continuous forward current	I _F	T _c = 25°C	50
		T _c = 100°C	25
Peak surge forward current	I _{FSM}	140	A
Junction to case thermal resistance	θ_{j-cd}	2.0	°C/W
Junction temperature	T _J	150	°C
Storage temperature	T _{stg}	−55 to +150	°C

Electrical Characteristics

(T_a = 25°C)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test conditions
Forward Voltage	V _F	—	1.4	2.0	V	I _F = 50 A
Reverse current	I _R	—	—	25	μ A	V _R = 600 V
Reverse Recovery Time	t _{rr}	—	100	—	ns	I _F = 30 A, di/dt = −100 A/ μ s