

TD7 : Laveuse autoportée (ATS 2015)

A- Présentation

NILFISK propose des laveuses autoportées pour nettoyer de vastes surfaces, comme les supermarchés. Ces machines sont sécurisées, écologiques, autonomes et maniables, avec un design compact et un rayon de braquage réduit. Leur fonctionnement repose sur une carte de commande qui ajuste la vitesse des moteurs via l'interface de puissance L29, en fonction de la pédale et des données de la génératrice tachymétrique. Idéales pour les grands espaces, elles allient performance et respect de l'environnement.

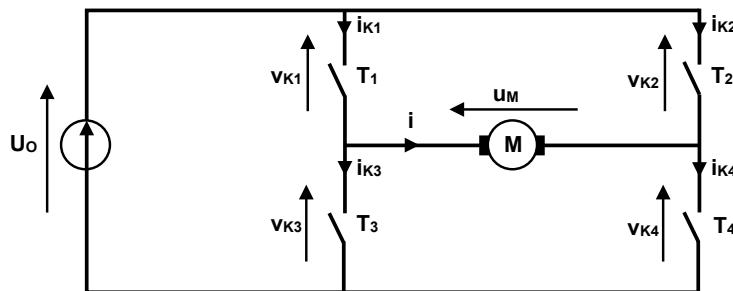


Figure 1 : Schéma structurel du convertisseur statique



La figure 1 présente une représentation simplifiée de la structure interne de l'interface de puissance. La tension U_0 , supposée constante à 24 V , correspond à la tension maximale supportée par le moteur.

- Les interrupteurs sont considérés comme parfaits.
- Le symbole M représente le moteur à courant continu.

Les signaux générés par la carte de commande pilotent les interrupteurs T1, T2, T3 et T4. Ces interrupteurs sont actionnés à une fréquence $f = 20\text{ kHz}$, correspondant à une période T.

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

- ✓ Le couple est proportionnel au courant (ils ont donc le même signe).
- ✓ On considère que la tension a sensiblement le même signe que la vitesse de rotation : elle est positive si $\Omega_m > 0$ et si la vitesse du véhicule $v > 0$ (marche avant). Inversement, elle est négative en marche arrière.

B- Commande N°1 des interrupteurs de puissance.

Un premier modèle de véhicule, analysé dans cette section, était conçu pour se déplacer uniquement en marche avant. Grâce à sa faible inertie et à une résistance au roulement élevée, le véhicule ralentit suffisamment vite sans avoir besoin d'inverser le sens du courant. L'objectif est que le véhicule puisse atteindre des vitesses variables comprises entre 0 km/h et 4 km/h , correspondant à une tension maximale de 24 V ($U_m = 24\text{ V}$).

- **Question 1 :** Identifier les configurations de fermeture des interrupteurs permettant le fonctionnement décrit, tout en respectant les règles d'association des sources.
- **Question 2 :** La structure du convertisseur statique peut-elle être simplifiée ? Quel est le nom de ce type de structure de convertisseur statique ?
- **Question 3 :** Tracer les caractéristiques $i_k(v_k)$ des interrupteurs restants.
- **Question 4 :** Déduire le schéma électrique du convertisseur en représentant les symboles des interrupteurs statiques, dont les caractéristiques correspondent à celles de la question précédente.

- **Question 5 :** Tracer l'évolution de $u_m(t)$ en considérant que T1 reste fermé uniquement pendant l'intervalle de 0 à αT .
- **Question 6 :** Déterminer la valeur moyenne de la tension $u_m(t)$ en fonction de α et U_0 .

Déduire la valeur de α permettant d'obtenir une tension moyenne $\langle u_m \rangle = 18 \text{ V}$.

Hypothèses :

- La résistance de l'induit du moteur est négligée.
 - Le courant de sortie $i(t)$ est triangulaire, avec une valeur moyenne de 5 A et une ondulation de 10 %, soit $\Delta i = 0,5 \text{ A}$.
 - Le rapport cyclique en régime permanent est celui déterminé dans la question précédente.
- **Question 7 :** Tracer l'évolution temporelle des courants i_K et des tensions v_K aux bornes des interrupteurs.
 - **Question 8 :** Calculer et indiquer sur les chronogrammes les valeurs du courant moyen, du courant minimum I_{min} et du courant maximum I_{max} , résultant de l'ondulation Δi de $i(t)$.
 - **Question 9 :** Vérifier le choix des interrupteurs à l'aide des annexes, en calculant notamment le courant efficace I_{k1} circulant dans le transistor. Ce courant est défini par $i_{k1}(t) = I_{min} + \frac{\Delta i}{\alpha T} t$ avec $0 \leq t \leq \alpha T$.

C- Commande N°2 des interrupteurs de puissance

Dans cette configuration, une marche arrière est possible, et la commande fonctionne comme suit :

- Pour t compris entre 0 et αT , les interrupteurs **T1** et **T4** sont fermés, tandis que **T2** et **T3** sont ouverts.
- Pour t compris entre αT et T , les interrupteurs **T2** et **T3** sont fermés, tandis que **T1** et **T4** sont ouverts.

La réversibilité en courant est essentielle pour démarrer le véhicule en marche arrière (afin de surmonter les frottements), mais l'inversion du courant lors du freinage reste inutile.

- **Question 10 :** Tracer le diagramme $C_m(\Omega_m)$ illustrant les quadrants de fonctionnement attendus du moteur, en lien avec la description précédente.
- **Question 11 :** Représenter les configurations correspondant aux différentes phases de fermeture des interrupteurs décrites, ainsi qu'aux phases de réversibilité en courant.
- **Question 12 :** Tracer le chronogramme de la tension $u_m(t)$ sur deux périodes, pour un rapport cyclique de 0,25.
- **Question 13 :** Exprimer la valeur moyenne de la tension $u_m(t)$ aux bornes de l'induit de la machine à courant continu (MCC) en fonction de la tension U_0 et du rapport cyclique α . En déduire le sens du mouvement pour $\alpha = 0,25$.
- **Question 14 :** À partir de cette relation, proposer un encadrement du rapport cyclique α .
- **Question 15 :** Déterminer la valeur du rapport cyclique permettant au véhicule d'avancer en marche avant à une vitesse réduite (correspondant à $u_m = 18 \text{ V}$).
- **Question 16 :** Conclure sur la compatibilité de la commande pour les deux modèles de véhicule.
- **Question 17 :** Tracer les caractéristiques $i_K(v_K)$ des interrupteurs 1 et 2.
- **Question 18 :** Identifier les composants assurant ces commutations.
- **Question 19 :** Tracer le schéma électrique du convertisseur statique utilisant des transistors MOS et des diodes.

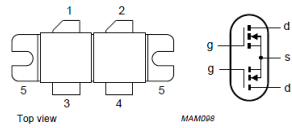
Documents constructeurs

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_p (%)
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	$T_{mb} \leq 25^\circ\text{C}$; total device; both sections equally loaded	-	500	W
T_{stg}	storage temperature		-65	150	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		-	200	$^\circ\text{C}$



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/ μs)
- Low forward voltage: $V_F = 1.4$ V typ. (at $I_F = 50$ A)
- Low reverse current: $I_R = 25$ μA max. (at $V_R = 600$ V)

Outline

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

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

Absolute Maximum Ratings

($T_c = 25^\circ\text{C}$)

Item	Symbol	Ratings	Unit
Maximum reverse voltage	V_{RM}	600	V
Average rectified forward current	I_o	30	A
Continuous forward current	I_F	$T_c = 25^\circ\text{C}$	50
		$T_c = 100^\circ\text{C}$	25
Peak surge forward current	I_{FSM}	140	A
Junction to case thermal resistance	θ_{j-cd}	2.0	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Junction temperature	T_j	150	$^\circ\text{C}$
Storage temperature	T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics

($T_a = 25^\circ\text{C}$)

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	μA	$V_R = 600$ V
Reverse Recovery Time	t_{rr}	—	100	—	ns	$I_F = 30$ A, $di/dt = -100$ A/ μs