

DOSSIER C

VARIATION DE VITESSE

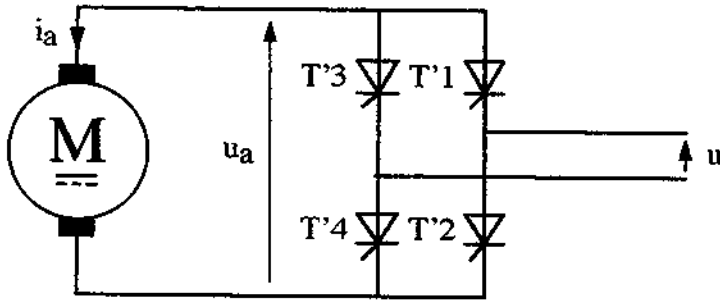
Barème de notation  total du dossier : 40 points.

- Question C1.1	2,5 points	- Question C3.4	2 points
- Question C1.2	2 points	- Question C3.5	2 points
- Question C1.3	2 points	- Question C3.6	1,5 point
- Question C1.4	2 points	- Question C3.7	2 points
- Question C1.5	2 points	- Question C4.1	2 points
- Question C1.6	2 points	- Question C4.2	2 points
- Question C2.1	2 points	- Question C4.3	1 point
- Question C2.2	1 point	- Question C4.4	1 point
- Question C2.3	2 points	- Question C4.5	1 point
- Question C3.1	2 points	- Question C4.6	2 points
- Question C3.2	2 points		
- Question C3.3	2 points		

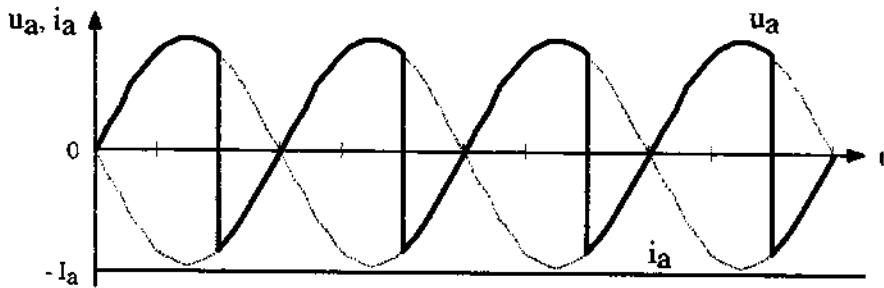
Ce dossier contient les documents suivants :

- Sujet : pages C1 à C6.
- Document réponse : page C7.
- Documentation : Annexes pages C8 à C11.

C2. Etude du Pont n°2



Relevés obtenus pour un angle de conduction $\alpha_2 = \frac{2\pi}{3}$.



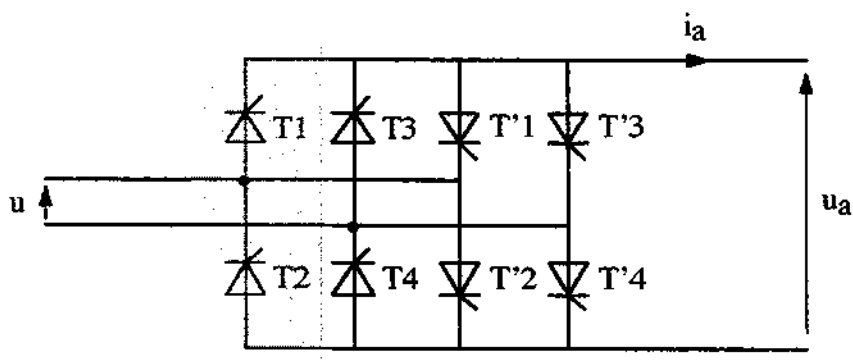
C2.1 : Expliquer pourquoi le pont n°2 ne peut fonctionner que si le courant i_a dans la machine est négatif.

C2.2 : Préciser le signe de la tension moyenne \bar{U}_a aux bornes de la machine.

C2.3 : Indiquer les modes de fonctionnement de la machine et du pont n°2.

C3. Choix du bras du pont tout thyristor T1/T2

Nous nous proposons d'effectuer le choix du bras de pont tout thyristor T1/T2, mis en oeuvre dans le convertisseur :



Le variateur sera dimensionné de manière à pouvoir fournir un courant constant maximal $I = 40 \text{ A}$

C3.1 : Calculer la valeur du courant moyen maximal $I_{T_{\text{moy}}}$ pouvant circuler dans le thyristor T1.

C3.2 : Sachant que la valeur efficace F d'un signal $f(t)$ de période T a pour expression :

$$F^2 = \frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) \cdot dt$$

Calculer la valeur du courant efficace $I_{T_{\text{eff}}}$ circulant dans T1.

C3.3 : Déterminer la tension inverse maximale supportée par le thyristor T1 sachant que le variateur est alimenté en 230 V.

C3.4 : En utilisant les documents SEMIKRON fournis en annexe, choisir le bras de pont du variateur en tenant compte d'un facteur de surdimensionnement de 1,2.

C3.5 : Le constructeur donne la relation suivante de façon à estimer la puissance dissipée par un thyristor :

$$P_d = V_{T(T0)} \cdot I_{T_{\text{moy}}} + r_T \cdot I_{T_{\text{eff}}}^2$$

Calculer alors la puissance dissipée dans le thyristor T1.

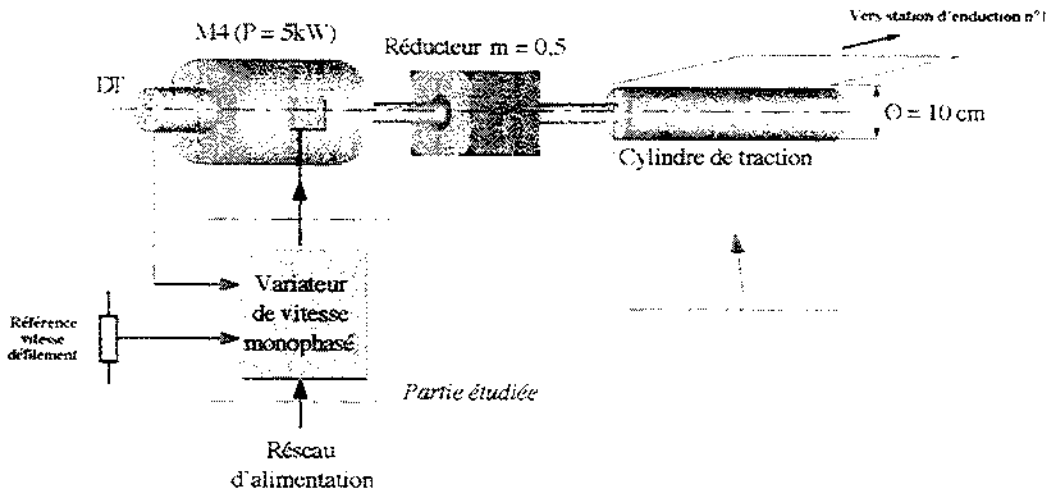
C3.6 : Sachant que la température ambiante est de 45°C , déduire R_{thja} pour le thyristor T1.

C3.7 : Sachant que les quatre thyristors du pont n°1 seront montés sur un radiateur P3, choisir le modèle adapté et donner ses principales caractéristiques.

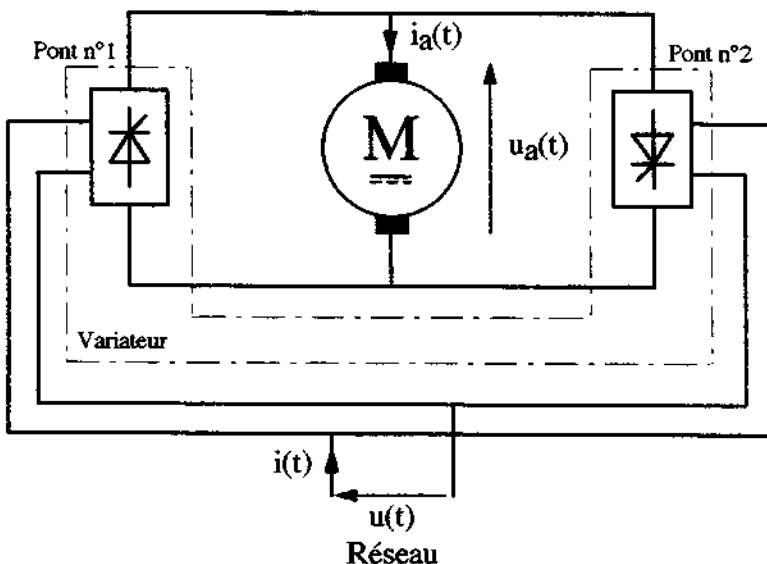
VARIATION DE VITESSE

Tout au long du trajet du film plastique, des moteurs (M3 à M8) de puissance plus faible que ceux utilisés pour l'enrouleur (ou le dérouleur) permettent de réaliser une régulation de la vitesse de défilement.

Synoptique du sous-système étudié :



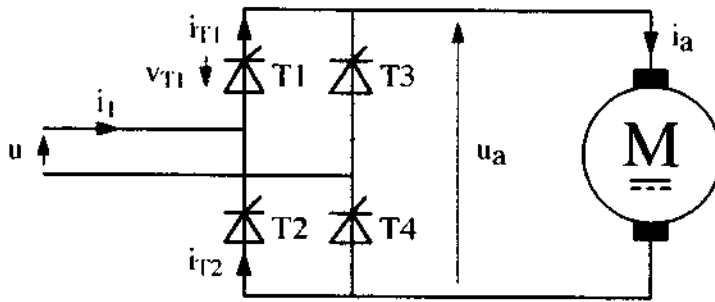
Le moteur M4 est commandé par un variateur monophasé, constitué de deux ponts PD2 montés tête-bêche selon le schéma ci-dessous :



Remarques :

- Nous supposons tout au long de l'étude que les thyristors sont parfaits. Ainsi les commutations sont considérées comme instantanées et les phénomènes d'empiétements négligés.
- Nous limiterons l'étude à la conduction continue pour les deux ponts. Le courant i_a est supposé suffisamment lissé pour être considéré constant. Il sera noté I_a .

C1. Etude du Pont n°1



C1.1 : Représenter sur le document réponse, les tensions et les courants u_a , v_{T1} , i_{T1} , i_{T2} et i_l pour un angle de retard à l'amorçage α_1 de T1 et T4 de $\frac{\pi}{3}$.

C1.2 : Pour un angle d'amorçage α_1 compris entre 0 et $\frac{\pi}{2}$, indiquer le mode de fonctionnement du pont n°1. Justifier votre réponse.

C1.3 : Pour un angle d'amorçage α_1 compris entre $\frac{\pi}{2}$ et π , indiquer le mode de fonctionnement du pont n°1. Justifier votre réponse.

C1.4 : Sachant que la valeur moyenne \bar{F} d'un signal $f(t)$ de période T a pour expression :

$$\bar{F} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cdot dt$$

Donner l'expression de la valeur moyenne \bar{U}_a de u_a en fonction de l'angle de retard à l'amorçage α_1 .

C1.5 : Exprimer la vitesse linéaire V_l du film en fonction de k (constante de la machine), α_1 , U (tension efficace du réseau), m (rapport du réducteur) et r (rayon du cylindre de traction). Nous négligerons la chute de tension ohmique ($R \cdot I_a$) : $\bar{U}_a \approx E = k \cdot \Omega$.

C1.6 : Calculer la valeur de l'angle d'amorçage α_1 permettant d'obtenir une vitesse de défilement du film $V_l = 260$ m/min. La machine à une constante $k = 0,98$.

C4. Fonctionnement dans divers quadrants

Suite à un problème, le système doit s'arrêter le plus rapidement possible afin de limiter les pertes de production. Pour cela, tous les moteurs freinent les pièces en rotation.

Le moteur M4, commandé par le variateur étudié précédemment, participe au freinage.

C4.1 : Quel type de réversibilité (courant ou tension) utilise-t-on pour assurer ce freinage électrique ? Justifier votre réponse.

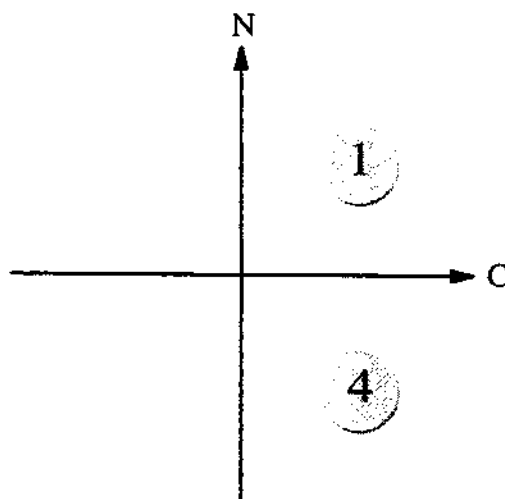
C4.2 : Quel est le pont en service ? Préciser son mode de fonctionnement.

C4.3 : Expliquer brièvement pourquoi la valeur de la limitation en courant du variateur à une influence sur le temps de freinage.

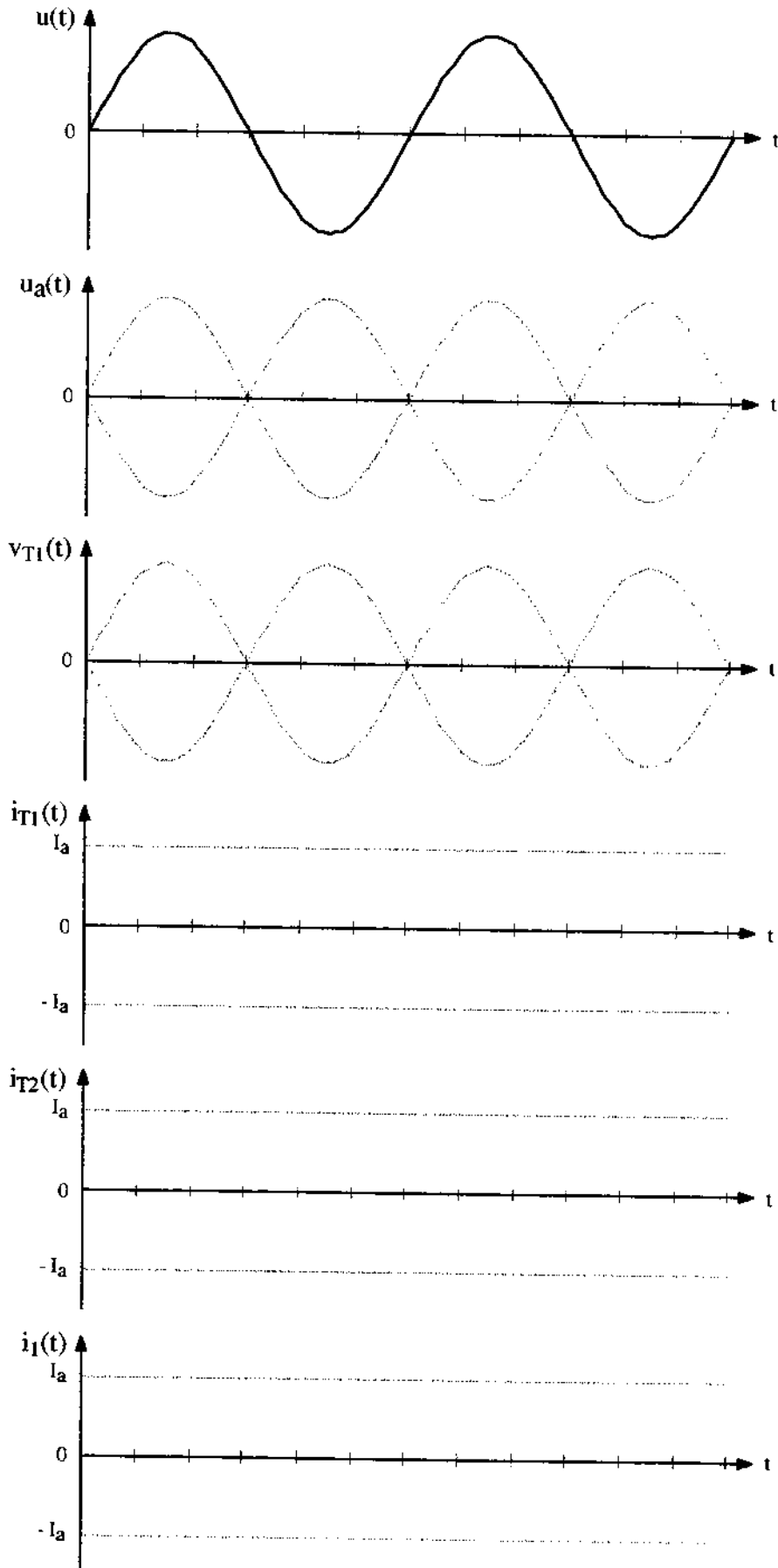
C4.4 : Donner le nombre de quadrants de fonctionnement possible avec ce variateur.

C4.5 : Donner le nombre de quadrants de fonctionnement utilisés réellement (la chaîne d'encollage est unidirectionnelle).

C4.6 : Pour cette application, pourrions nous utiliser un variateur ayant les quadrants de fonctionnement suivants ? Justifier votre réponse.



Document réponse (à rendre avec la copie)



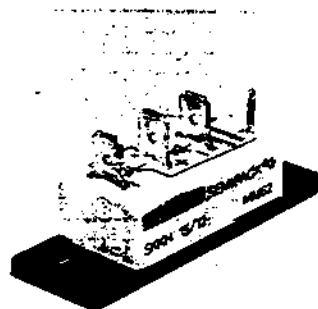
Annexe C8 - Document technique SEMIKRON

SEMIKRON

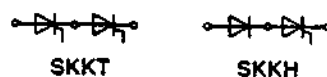
V _{RSM}	V _{RRM} V _{ORM}	(dv/dt) _{cr}	I _{TSM} (maximum values for continuous operation)	
			24 A ¹⁾ ; 28 A ²⁾	24 A ¹⁾ ; 28 A ²⁾
V	V	V/μs	I _{TAV} (sin. 180; T _{case} = 65 °C)	
			17,5 A ²⁾	17,5 A ²⁾
500	400	500	SKKT 15/04	SKKH 15/04
700	600	500	SKKT 15/06	SKKH 15/06
900	800	500	SKKT 15/08	SKKH 15/08
1300	1200	500	SKKT 15/12	SKKH 15/12
1500	1400	500	SKKT 15/14	SKKH 15/14
1700	1600	500	SKKT 15/16	SKKH 15/16

SEMPACK® 0 Thyristor/ Diode Modules

SKKT 15 SKKH 15



Symbol	Conditions	SKKT 15 SKKH 15
I _{TAV}	sin. 180; (T _{case} = ...)	17,5 A (65) ²⁾ 15 A (75) ¹⁾
I _D	B2/B6 T _{amb} = 45 °C; P 13/100	14 A/17 A
I _{RMS}	W1/W3 T _{amb} = 45 °C; P 13/100	21 A/3 x 12 A
I _{TSM}	T _{VJ} = 25 °C T _{VJ} = 125 °C	320 A 280 A
i ² t	T _{VJ} = 25 °C T _{VJ} = 125 °C	510 A ² s 390 A ² s
t _{gd}	T _{VJ} = 25 °C; I _G = 1 A; di _G /dt = 1 A/μs	1 μs
t _{gr}	V _D = 0,67 · V _{DRM}	1 μs
(di/dt) _{cr}	T _{VJ} = 125 °C	100 A/μs
I _G	T _{VJ} = 125 °C	typ. 80 μs
I _H	T _{VJ} = 25 °C; typ./max.	80 mA/150 mA
I _L	T _{VJ} = 25 °C; R _G = 33 Ω; typ./max.	150 mA/300 mA
V _T	T _{VJ} = 25 °C; I _T = 75 A	max. 2,45 V
V _{T(TO)}	T _{VJ} = 125 °C	1,1 V
r _T	T _{VJ} = 125 °C	20 mΩ
I _{GD} ; I _{RD}	T _{VJ} = 125 °C; V _{DD} = V _{DRM} ; V _{RD} = V _{RRM}	max. 8 mA
V _{GT}	T _{VJ} = 25 °C; d. c.	3 V
I _{GT}	T _{VJ} = 25 °C; d. c.	100 mA
V _{GD}	T _{VJ} = 125 °C; d. c.	0,25 V
I _{GD}	T _{VJ} = 125 °C; d. c.	5 mA
R _{thjc}	cont.	1,6/0,8 °C/W
R _{thch}	sin. 180 } per thyristor/per module	1,7/0,9 °C/W
T _{VJ}	rec. 120 }	1,8/0,9 °C/W
T _{stg}		0,2/0,1 °C/W
V _{scd}	a. c. 50 Hz; r.m.s.; 1 s/1 min	-40 ... +125 °C
M ₁	Case to heatsink; SI units/US units	-40 ... +125 °C
a		3000 V → 2500 V-
w	approx.	1,5 Nm/13 lb. in. ± 15 % ³⁾
Case	→ page B 1 - 28	5 · 9,81 m/s ² 50 g
		A 1 (SKKT 15) A 2 (SKKH 15)



Features

- Heat transfer through ceramic isolated metal baseplate
- Hard soldered joints for high reliability
- All plastic materials UL recognized

Typical Applications

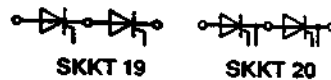
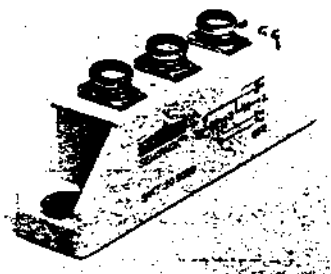
- DC motor control (e. g. for machine tools)
- Temperature control (e. g. for ovens, chemical processes)
- Professional light dimming (studios, theaters)

¹⁾ Using tin plated connectors with flexible leads of 6 mm² for the main terminals

²⁾ Flexible leads of 6 mm² soldered to the main terminals

³⁾ See the assembly instructions

Annexe C9 - Document technique SEMIKRON

SEMIKRON**SEMIPACK® 1**
Thyristor/ Diode Modules**SKKT 19**
SKKT 20
SKKT 20 B**Features**

- Heat transfer through aluminium oxide ceramic isolated metal baseplate
- Hard soldered joints for high reliability
- UL recognized, file no. E 63 532

Typical Applications

- DC motor control (e. g. for machine tools)
- AC motor soft starters
- Temperature control (e. g. for ovens, chemical processes)
- Professional light dimming (studios, theaters)

V_{RSM}	V_{RRM}	$(dv/dt)_{cr}$	I_{TMS} (maximum value for continuous operation)		
V	V	V/ μ s	40 A		
			I_{TAV} (sin. 180; $T_{case} = 60^\circ C$)		
			25 A		
700	600	500	SKKT 19/06 D	SKKT 20/06 D	-
900	800	500	SKKT 19/08 D	SKKT 20/08 D	SKKT 20 B 08 D
1300	1200	500	SKKT 19/12 D	-	-
		1000	SKKT 19/12 E	SKKT 20/12 E	SKKT 20 B 12 E
1500	1400	1000	SKKT 19/14 E	SKKT 20/14 E	SKKT 20 B 14 E
1700	1600	1000	SKKT 19/16 E	SKKT 20/16 E	SKKT 20 B 16 E

Symbol	Conditions	SKKT 19	SKKT 20 SKKT 20 B
I_{TAV}	sin. 180; ($T_{case} = \dots$)	25 A ($60^\circ C$) 18 A ($85^\circ C$)	
I_D	B2/B6 $T_{amb} = 45^\circ C$; P 3/180 $T_{amb} = 35^\circ C$; P 14/120 F P 3/180 F	31 A/38 A 45 A/59 A 46 A/60 A	
I_{RMS}	W1/W3 $T_{amb} = 45^\circ C$; P 3/180	42 A/3 x 30 A	
I_{TSM}	$T_{vj} = 25^\circ C$ $T_{vj} = 125^\circ C$	320 A 280 A	
i^2t	$T_{vj} = 25^\circ C$ $T_{vj} = 125^\circ C$	510 A ² s 390 A ² s	
t_{gd} t_{gr}	$T_{vj} = 25^\circ C$; $I_G = 1 A$; $di_G/dt = 1 A/\mu s$ $V_D = 0,67 \cdot V_{DRM}$	1 μs 1 μs	
$(di/dt)_{cr}$	$T_{vj} = 125^\circ C$	100 A/ μs	
I_Q	$T_{vj} = 125^\circ C$	typ. 80 μs	
I_H	$T_{vj} = 25^\circ C$; typ./max.	100/200 mA	
I_L	$T_{vj} = 25^\circ C$; $R_G = 33 \Omega$; typ./max.	250/400 mA	
V_T	$T_{vj} = 25^\circ C$; $I_T = 75 A$	max. 2,3 V	
$V_{T(RO)}$	$T_{vj} = 125^\circ C$	1,0 V	
r_T	$T_{vj} = 125^\circ C$	16 m Ω	
I_{DO} ; I_{RD}	$T_{vj} = 125^\circ C$; $V_{DD} = V_{DRM}$; $V_{RD} = V_{RRM}$	max. 10 mA	
V_{GT}	$T_{vj} = 25^\circ C$; d. c.	3 V	
I_{GT}	$T_{vj} = 25^\circ C$; d. c.	150 mA	
V_{GD}	$T_{vj} = 125^\circ C$; d. c.	0,25 V	
I_{GD}	$T_{vj} = 125^\circ C$; d. c.	5 mA	
R_{thjc}	cont. } per thyristor/per module sin. 180 } rec. 120 }	1,2 °C/W / 0,6 °C/W 1,3 °C/W / 0,65 °C/W 1,35 °C/W / 0,68 °C/W	
R_{thch}		0,2 °C/W / 0,1 °C/W	
T_{vj}		- 40 ... +125 °C	
T_{stg}		- 40 ... +125 °C	
V_{isol}	a. c. 50 Hz; r.m.s.; 1 s/1 min	3000 V- / 2500 V-	
M_1	Case to heatsink	5 Nm/44 lb. in. $\pm 15\%$ ¹⁾	
M_2	Busbars to terminals	3 Nm/26 lb. in. $\pm 15\%$	
a		5 · 9,81 m/s ²	
w	approx.	120 g	
Case	→ page B 1 - 85	SKKT 19: A 5 SKKT 20: A 46 SKKT 20 B: A 48	

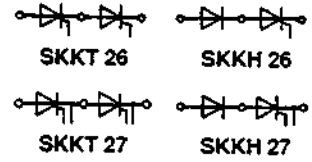
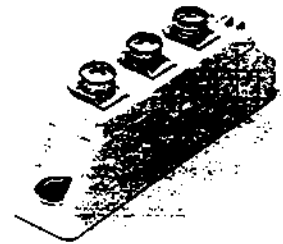
1) See the assembly instructions

Annexe C10 - Document technique SEMIKRON



SEMPACK® 1 Thyristor/ Diode Modules

SKKT 26 SKKH 26
SKKT 27 SKKH 27
SKKT 27 B



Features

- Heat transfer through aluminium oxide ceramic isolated metal baseplate
- Hard soldered joints for high reliability
- UL recognized, file no. E 63 532

Typical Applications

- DC motor control (e. g. for machine tools)
- AC motor soft starters
- Temperature control (e. g. for ovens, chemical processes)
- Professional light dimming (studios, theaters)

1) The voltage grades SKKT 27/08 D, 12 E, 14 E and 16 E are also available in SKKT . . . B configuration (case A 48).

2) See the assembly instructions

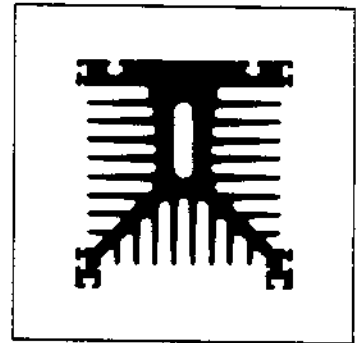
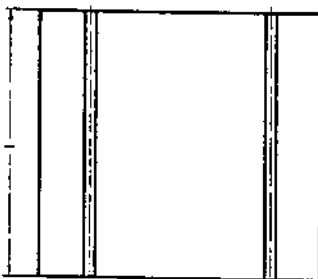
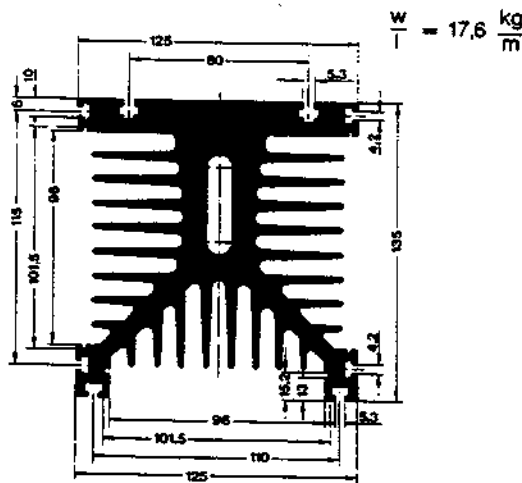
V _{ASM}	V _{ARM}	(dv/dt) _{cr}	I _{RMS} (maximum value for continuous operation)			
			50 A			
V	V	V/μs	I _{TAV} (sin. 180; T _{case} = 68 °C)			
			32 A			
500	400	500	-	-	SKKH 26/04 D	-
700	600	500	SKKT 26/06 D	SKKT 27/06 D	SKKH 26/06 D	SKKH 27/06 D
900	800	500	SKKT 26/08 D	SKKT 27/08 D ¹⁾	SKKH 26/08 D	SKKH 27/08 D
1300	1200	500	SKKT 26/12 D	-	SKKH 26/12 D	-
		1000	SKKT 26/12 E	SKKT 27/12 E ¹⁾	-	SKKH 27/12 E
1500	1400	1000	SKKT 26/14 E	SKKT 27/14 E ¹⁾	SKKH 26/14 E	SKKH 27/14 E
1700	1600	1000	SKKT 26/16 E	SKKT 27/16 E ¹⁾	SKKH 26/16 E	SKKH 27/16 E

Symbol	Conditions	SKKT 26 SKKH 26	SKKT 27 SKKT 27 B SKKH 27
I _{TAV}	sin. 180; (T _{case} = . . .)	32 A (68 °C) 25 A (85 °C)	
I _D	B2/B6 T _{amb} = 45 °C; P 3/180 T _{amb} = 35 °C; P 14/120 F P 3/180 F	38 A/50 A 58 A/77 A 60 A/77 A	
I _{RMS}	W1/W3 T _{amb} = 45 °C; P 3/180	52 A/3 x 37 A	
I _{RSM}	T _{vj} = 25 °C	470 A	
i _t	T _{vj} = 125 °C	400 A	
	T _{vj} = 25 °C	1100 A ² s	
	T _{vj} = 125 °C	800 A ² s	
t _{gd}	T _{vj} = 25 °C; I _G = 1 A; di _G /dt = 1 A/μs	1 μs	
t _{gr}	V _D = 0.67 · V _{DRM}	1 μs	
(di/dt) _{cr}	T _{vj} = 125 °C	100 A/μs	
t _q	T _{vj} = 125 °C	typ. 80 μs	
I _H	T _{vj} = 25 °C; typ./max.	100/200 mA	
I _L	T _{vj} = 25 °C; R _G = 33 Ω; typ./max.	250/400 mA	
V _T	T _{vj} = 25 °C; I _T = 75 A	max. 1,8 V	
V _{T(TO)}	T _{vj} = 125 °C	0,9 V	
r _T	T _{vj} = 125 °C	12 mΩ	
I _{DD} ; I _{RD}	T _{vj} = 125 °C; V _{DD} = V _{DRM} ; V _{RD} = V _{ARM}	max. 10 mA	
V _{GT}	T _{vj} = 25 °C; d. c.	3 V	
I _{GT}	T _{vj} = 25 °C; d. c.	150 mA	
V _{GD}	T _{vj} = 125 °C; d. c.	0,25 V	
I _{GD}	T _{vj} = 125 °C; d. c.	5 mA	
R _{thjc}	cont. } per thyristor/per module	0,9 °C/W / 0,45 °C/W	
R _{thch}	sin. 180	0,95 °C/W / 0,48 °C/W	
	rec. 120	1,0 °C/W / 0,5 °C/W	
		0,2 °C/W / 0,1 °C/W	
T _{vj}		- 40 ... + 125 °C	
T _{stg}		- 40 ... + 125 °C	
V _{isol}	a. c. 50 Hz; r.m.s.; 1 s/1 min	3000 V - /2500 V -	
M ₁	Case to heatsink	5 Nm/44 lb. in. ± 15 % ²⁾	
M ₂	Busbars to terminals	3 Nm/26 lb. in. ± 15 %	
a		5 · 9,81 m/s ²	
w	approx.	120 g	
Case	→ page B 1 - 85	SKKT 26: A 5 SKKH 26: A 6	SKKT 27: A 46 SKKT 27 B: A 48 SKKH 27: A 47

Annexe C11 - Document technique SEMIKRON

SEMIKRON**Heatsink
P 3**

Standard lengths ¹⁾	n	b mm	R _{thja} ²⁾ natural cooling °C/W	R _{thja} ³⁾ forced air cooling °C/W	w kg
P3/120	1	20	0,55 (100 W)	0,167	2,1
	2		0,53 (100 W)	0,157	
	3		0,43 (150 W)	0,147	
P3/180	1	20	0,47 (70 W)	0,145	3,1
	2		0,39 (150 W)	0,132	
	3		0,36 (180 W)	0,120	
	6		0,33 (200 W)	0,108	
	1	34		0,144	3,1
	2			0,126	
3			0,118		

**P 3**

P3/120 : l = 120 mm
 P3/180 : l = 180 mm
 P3/265 : l = 265 mm
 P3/300 : l = 300 mm

Dimensions in mm

Features

- Intended for isolated power modules: the SEMIPACK and SEMITRANS ranges, and also for the SEMIPONT bridge rectifier range
- Available in various lengths
- Mounting channels are provided for the power modules as well as for additional accessories
- A suitable axial fan is available
- A large selection of mounting hardware is available

¹⁾ Non-standard lengths available on request

²⁾ At the given power dissipation per semiconductor component

³⁾ With fan type W2S 107-AA 01-16