

Tentti 10.3.2008, kello 13 ... 16, sali S1

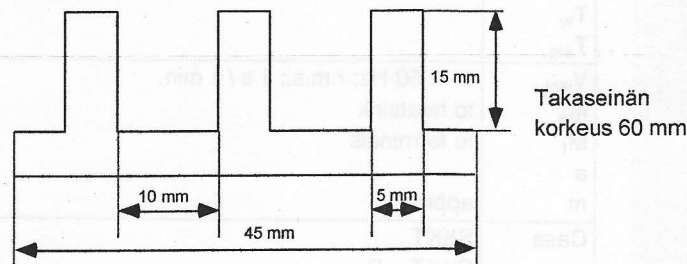
Papereihin

- sukunimi ja etunimet
- opiskelijanumero
- koulutusohjelma.

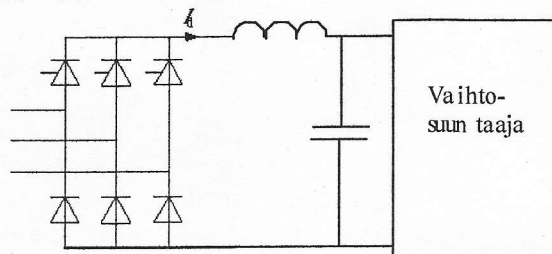
Tentissä sallitut apuvälineet

- kynät, kumit jne.
- taskulaskin
- lukion kaavakokoelma tms. + Laplace taulut

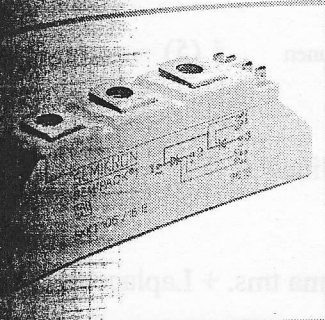
1. Selvitä lyhyesti (max. 2...4 lausetta + mahdollinen kuva), mitä seuraavilla termeillä tarkoitetaan
 - FZ-menetelmä
 - Darlington-transistori
 - PT rakenne
 - NTC-vastus
 - lähivaikutus.
2. Esittele IGBT:n rakenne, toimintaperiaate ja ominaisuudet.
3. Selvitä, mitä vaikeuksia on puolijohdetehokomponenttien rinnankytkennässä ja mitä menetelmiä on käytettävissä niiden voittamiseen. Miten diodien sekä MOSFET- ja IGBT-transistorien ominaisuudet vaikuttavat niiden toimintaan rinnankytkennässä?
4. Erään laitteen hakkuriteholähteen tehopuolijohdetehojen jäähdyttämiseksi luonnollisella tuuletuksella on aiottu muotoilla laitteen takaseinä oheisen kuvan mukaiseksi rivoitukseksi (vain yhden komponentin osuus esitetty). Kuinka suuri saa komponentin häviöteho korkeintaan olla, kun takaseinän sisäpinnan lämpötila ei saa ylittää 80 °C lämpötilaa ulkolämpötilan ollessa 50 °C? Käytä kaavaa $R_{th} = 11,7 A^{-0,7} P_H^{-0,15}$ jossa R_{th} on lämpövastus, yksikkö K/W, A on pinta-ala neliödesimetreissä ja P_H häviöteho watteina. Tehtävässä oletetaan, että laitteen sisällä ei ilma kierrä.



5. Kolmea tyristori/diodi -moduulia SKKH 42/16E (datalehti oheisena) käytetään allaolevasaa kolmivaiheisessa tasasuuntaajasillassa. Mikä on moduulien yhteisen jäähdytysalueen lämpövastuksen $R_{th(s-a)}$ oltava, jotta silta kykenisi syöttämään 80 A tasavirran jäähdytysilman lämpötilan ollessa 65 °C?



T 42, SKKT 42B, SKKH 42



SEMIPACK® 1

Thyristor / Diode
Modules

SKKT 42
SKKT 42B
SKKH 42

Features

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

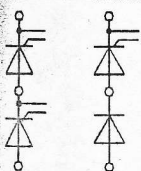
Typical Applications

- 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) See the assembly instructions

V_{RSM}	V_{RRM}, V_{DRM}	$I_{TRMS} = 75$ A (maximum value for continuous operation)		
V	V	$I_{TAV} = 40$ A (sin. 180; $T_c = 85$ °C)		
900	800	SKKT 42/08E	SKKT 42B08E	SKKH 42/08E
1300	1200	SKKT 42/12E	SKKT 42B12E	SKKH 42/12E
1500	1400	SKKT 42/14E	SKKT 42B14E	SKKH 42/14E
1700	1600	SKKT 42/16E	SKKT 42B16E	SKKH 42/16E
1900	1800	SKKT 42/18E	SKKT 42B18E	SKKH 42/18E

Symbol	Conditions	Values	Units
I_{TAV}	sin. 180; $T_c = 85$ (100) °C	40 (28)	A
I_D	P3/180; $T_a = 45$ °C; B2 / B6	50 / 60	A
	P3/180F; $T_a = 35$ °C; B2 / B6	85 / 110	A
I_{RMS}	P3/180F; $T_a = 35$ °C; W1 / W3	110 / 3 * 85	A
I_{TSM}	$T_{vj} = 25$ °C; 10 ms	1000	A
	$T_{vj} = 125$ °C; 10 ms	850	A
i^2t	$T_{vj} = 25$ °C; 8,3 ... 10 ms	5000	A ² s
	$T_{vj} = 125$ °C; 8,3 ... 10 ms	3600	A ² s
V_T	$T_{vj} = 25$ °C; $I_T = 200$ A	max. 1,95	V
$V_{T(TO)}$	$T_{vj} = 125$ °C	1	V
r_T	$T_{vj} = 125$ °C	4,5	mΩ
$I_{DD}; I_{RD}$	$T_{vj} = 125$ °C; $V_{RD} = V_{RRM}; V_{DD} = V_{DRM}$	max. 15	mA
t_{gd}	$T_{vj} = 25$ °C; $I_G = 1$ A; $di_G/dt = 1$ A/μs	1	μs
t_{gr}	$V_D = 0,67 * V_{DRM}$	2	μs
$(di/dt)_{cr}$	$T_{vj} = 125$ °C	max. 150	A/μs
$(dv/dt)_{cr}$	$T_{vj} = 125$ °C	max. 1000	V/μs
t_q	$T_{vj} = 125$ °C	80	μs
I_H	$T_{vj} = 25$ °C; typ. / max.	150 / 250	mA
I_L	$T_{vj} = 25$ °C; $R_G = 33$ Ω; typ. / max.	300 / 600	mA
V_{GT}	$T_{vj} = 25$ °C; d.c.	min. 3	V
I_{GT}	$T_{vj} = 25$ °C; d.c.	min. 150	mA
V_{GD}	$T_{vj} = 125$ °C; d.c.	max. 0,25	V
I_{GD}	$T_{vj} = 125$ °C; d.c.	max. 6	mA
$R_{th(j-c)}$	cont.; per thyristor / per module	0,65 / 0,33	K/W
$R_{th(j-c)}$	sin. 180; per thyristor / per module	0,69 / 0,35	K/W
$R_{th(j-c)}$	rec. 120; per thyristor / per module	0,73 / 0,37	K/W
$R_{th(c-s)}$	per thyristor / per module	0,2 / 0,1	K/W
T_{vj}		- 40 ... + 125	°C
T_{stg}		- 40 ... + 125	°C
V_{isol}	a. c. 50 Hz; r.m.s.; 1 s / 1 min.	3600 / 3000	V~
M_s	to heatsink	5 ± 15 % ¹⁾	Nm
M_t	to terminals	3 ± 15 %	Nm
a		5 * 9,81	m/s ²
m	approx.	95	g
Case	SKKT	A 46	
	SKKT ...B	A 48	
	SKKH	A 47	



SKKT SKKH

SKKT 42, SKKT 42B, SKKH 42

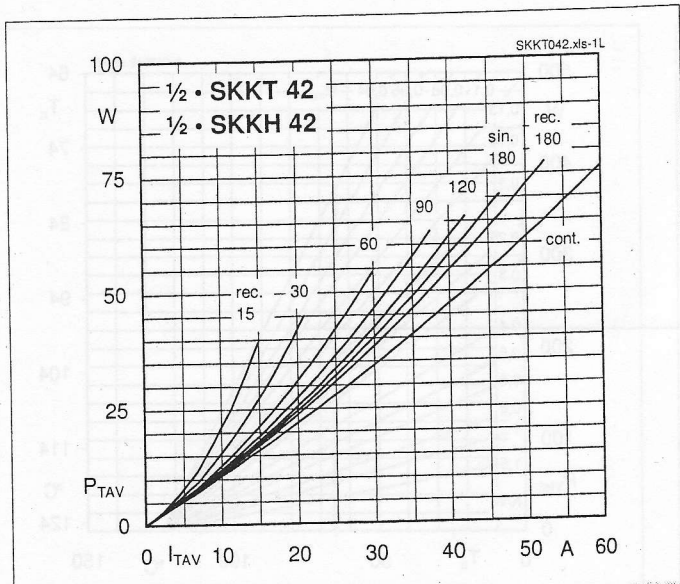


Fig. 1L Power dissipation per thyristor vs. on-state

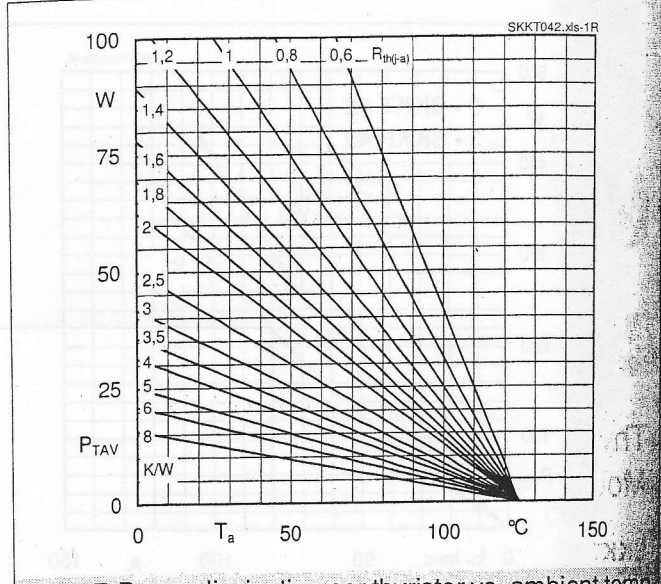


Fig. 1R Power dissipation per thyristor vs. ambient temp

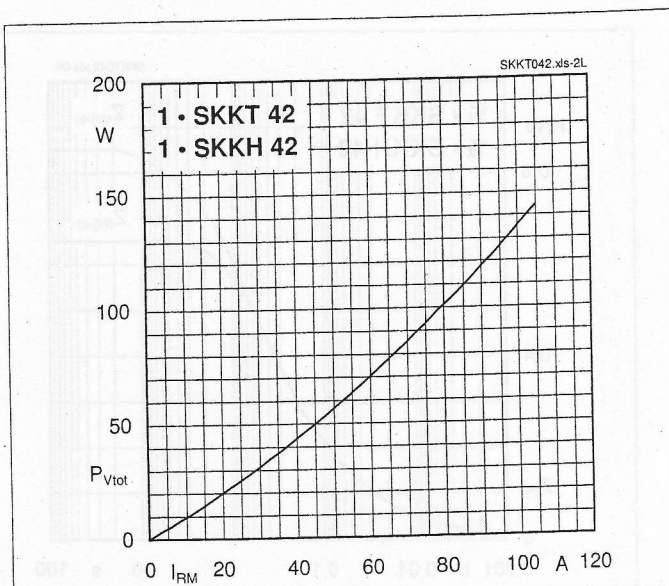


Fig. 2L Power dissipation per module vs. rms current

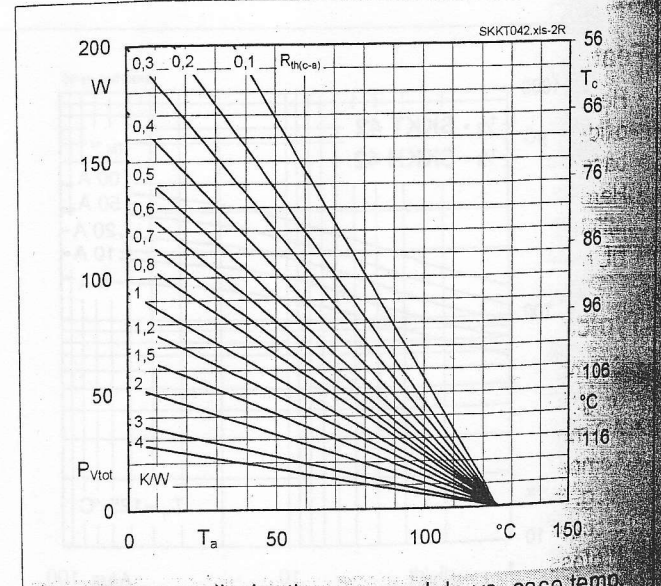


Fig. 2R Power dissipation per module vs. case temp

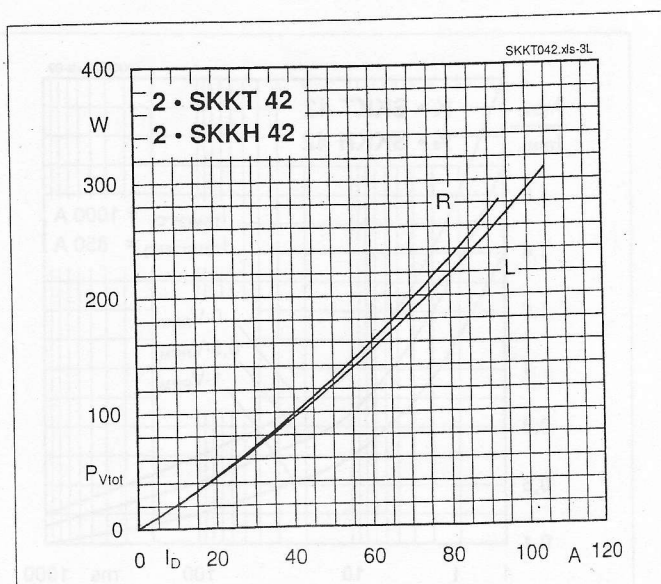


Fig. 3L Power dissipation of two modules vs. direct

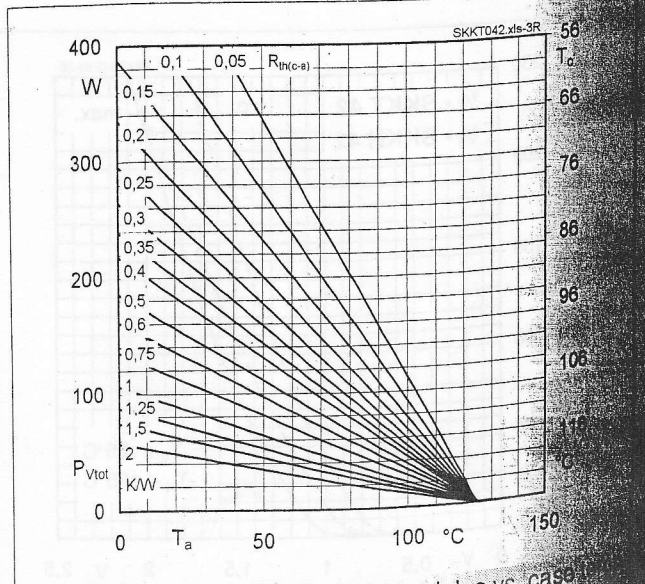


Fig. 3R Power dissipation of two modules vs. case

SKKT 42, SKKT 42B, SKKH 42

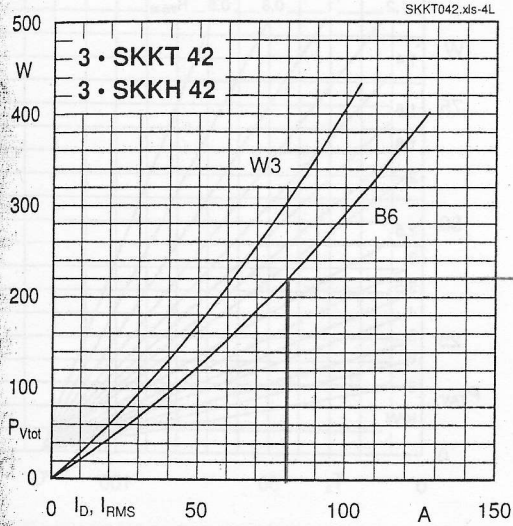


Fig. 4L Power dissipation of three modules vs. direct and

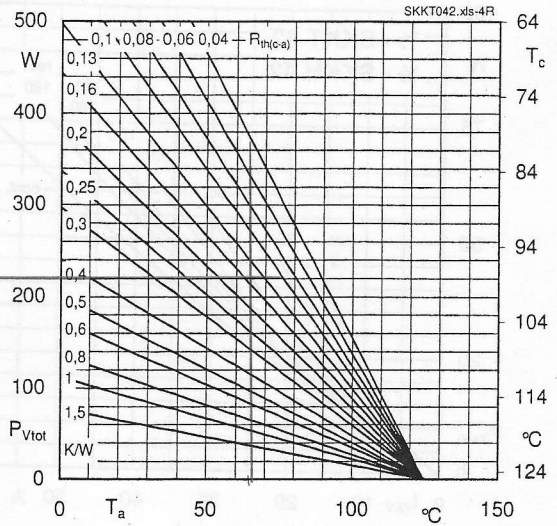


Fig. 4R Power dissipation of three modules vs. case

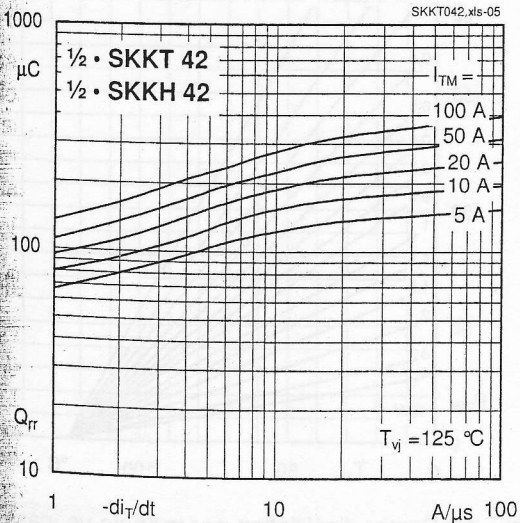


Fig. 5 Recovered charge vs. current decrease

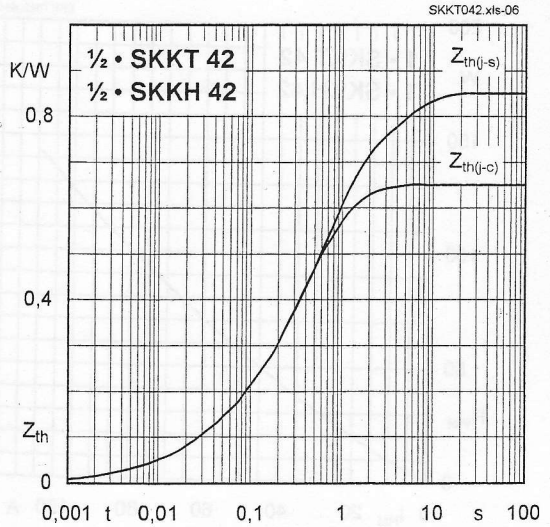


Fig. 6 Transient thermal impedance vs. time

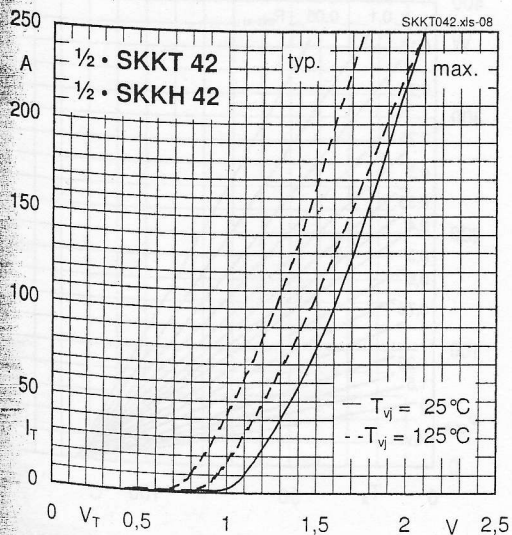


Fig. 7 On-state characteristics

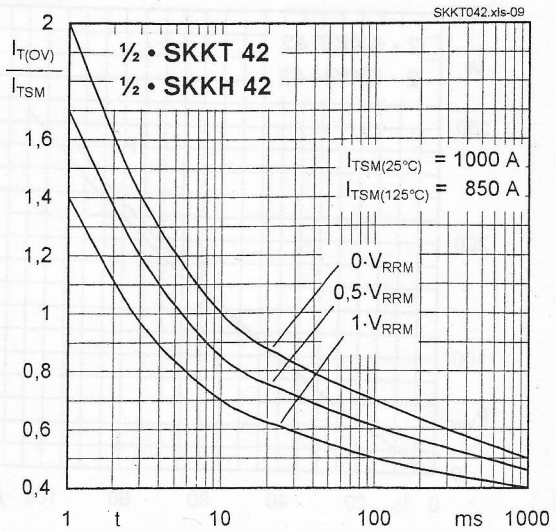


Fig. 8 Surge overload current vs. time

SKKT 42, SKKT 42B, SKKH 42

SKKT042.xls-10

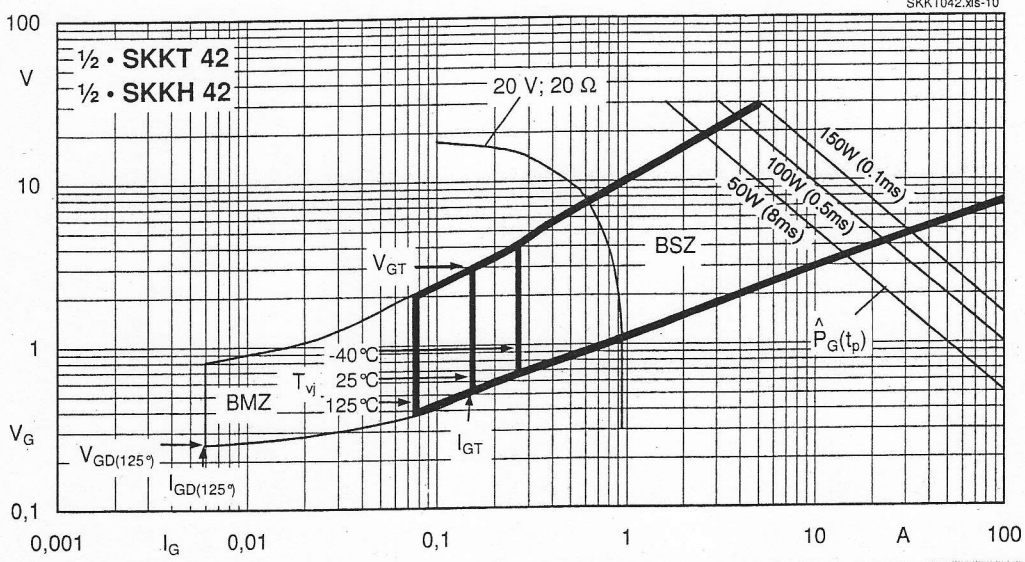
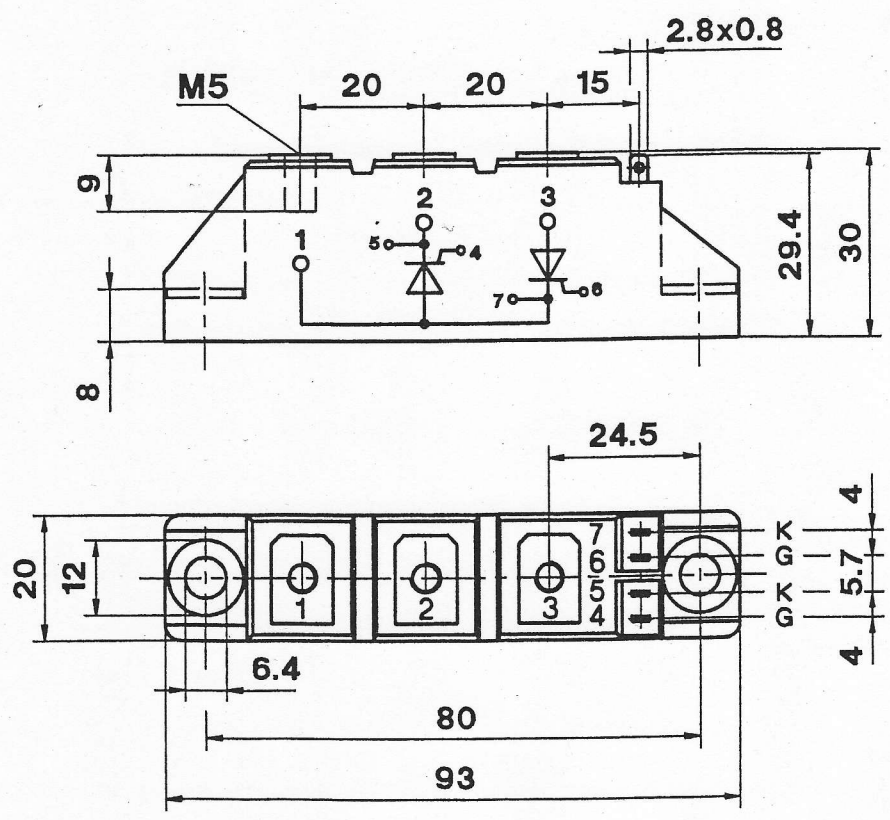
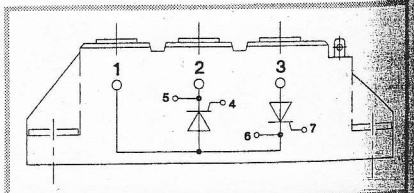


Fig. 9 Gate trigger characteristics

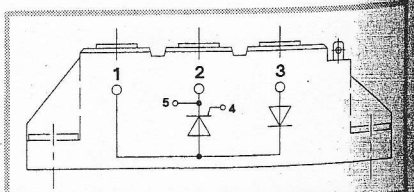
Dimensions in mm



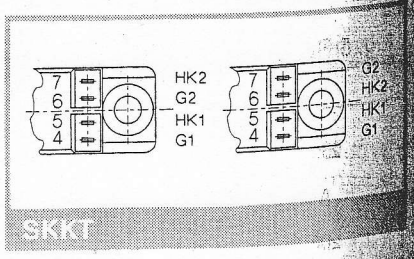
Case A 46 (SKKT)



Case A 48



Case A 47



SKKT

This technical information specifies semiconductor devices but promises no characteristics. No warranty or guarantee expressed or implied is made regarding delivery, performance or suitability.

Tehtävät 1-3: Katso kirja

Tehtävä 4

$$R_{thsa} = 11,7 A^{-0,7} \cdot P_H^{-0,15} = \frac{T_s - T_A}{P_H}$$

$$\Rightarrow P_{Hmax}^{0,85} = \frac{T_s - T_A}{11,7 A^{-0,7}}$$

$$\Rightarrow P_{Hmax} = \left(\frac{T_s - T_A}{11,7 A^{-0,7}} \right)^{\frac{1}{0,85}}$$

Kotelon sisällä oletettiin ilmakeierron olevan mitättömän \Rightarrow jäähdytys-elementti jäähtyy vain ulkopinnaltaan

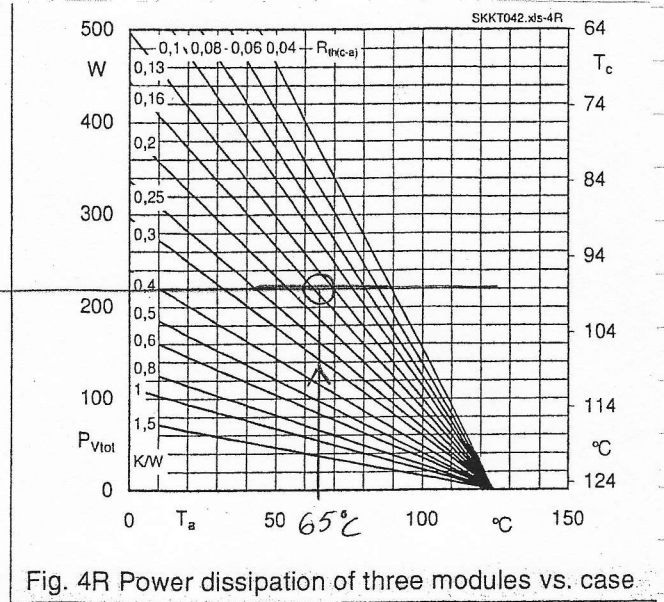
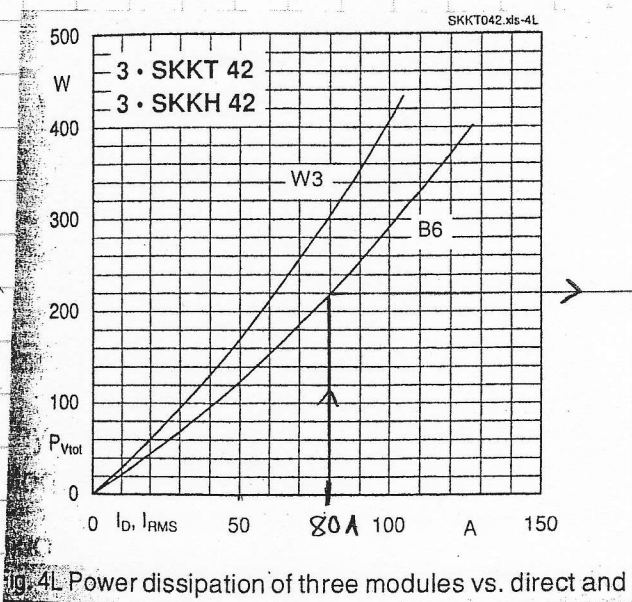
$$\Rightarrow A = (45 \text{ mm} + 6 \cdot 15 \text{ mm}) \cdot 60 \text{ mm} = 8100 \text{ mm}^2 = 0,81 \text{ dm}^2$$

jos elementin ylä- ja alapintoja ei huomioida
(niiden pinta-ala = $6 \cdot 15 \cdot 5 \text{ mm} = 450 \text{ mm}^2 = 0,045 \text{ dm}^2$
 \Rightarrow pieni, lisäksi ilma ei niissä välttämättä liiku)

$$\Rightarrow P_{Hmax} \approx \left(\frac{80 - 50}{11,7 \cdot 0,81^{-0,7}} \right)^{\frac{1}{0,85}} = \underline{\underline{2,55 \text{ W}}}$$

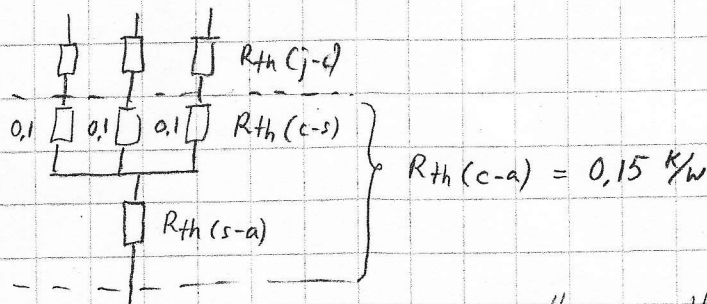
Tehtävä 5

- Datalehden sivulta 1081 saadaan $R_{th(c-s)} = 0,1 \text{ K/W}$ per moduli
- Kuvaparista 4L ja 4R saadaan piirtämällä oheiset suorat lämpövastukseksi $R_{th(c-a)} \approx 0,15 \text{ K/W}$
- Siten $R_{th(s-a)} \leq R_{th(c-a)} - \frac{R_{th(c-s)}}{3} = 0,15 - \frac{0,1}{3} \approx 0,12 \text{ K/W}$



Huomaa:

- Kuvassa käyrän tunnus B6 tarkoittaa kuusipulssi siltaa, joka on tehtävämme kytkentä.
- Tämän käyrän vaakasteikko on I_D eli suoraan sillan tasavirta
- Kuvien otsikoissa on painovirhe (valitettavan tavallista...) eikä rivien loppua ei näy \Rightarrow vaikeuttaa sopivasti tätä muuten aika triviaalia tehtävää
- Tehtävässä hysyttiin yhteisen jäähdytys elementin lämpövastusta. Tilanne on siten seuraava:



- Tehtävän voi ratkaista myös monella muulla tavalla.