

BÁO CÁO BÀI TẬP SỐ 1

CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

ĐỀ TÀI:

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SEMISEL  
MÔ PHỎNG NHIỆT CHO BỘ CHỈNH LƯU B6U

Họ và tên: Bùi Minh Phương

MSSV: 2212670

Lớp: TN01

## Contents

<b>1. Yêu cầu số liệu .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Lựa chọn linh kiện.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink.....</b>	<b>7</b>
4.1. Quá trình quá độ .....	7
4.2. Chế độ xác lập .....	7
<b>5. Mô tả kết quả mô phỏng .....</b>	<b>8</b>
5.1. Kết quả khi hoạt động bình thường .....	8
5.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải .....	11
<b>6. Lựa chọn thiết bị và chi phí.....</b>	<b>13</b>
6.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink) .....	13
6.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt .....	14
6.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu .....	14
<b>7. Phụ lục .....</b>	<b>14</b>

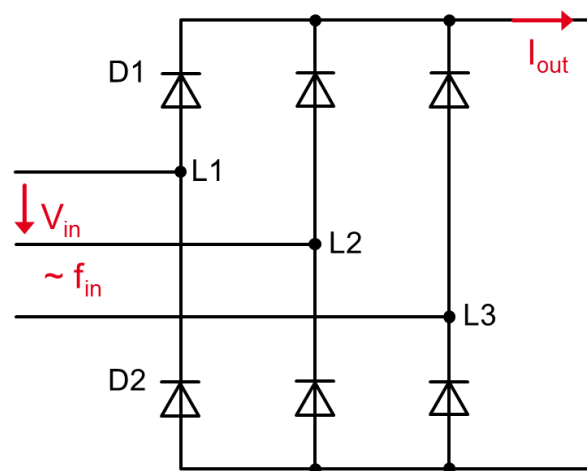
## 1. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

## 2. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 2.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 2.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ )  
200  
A

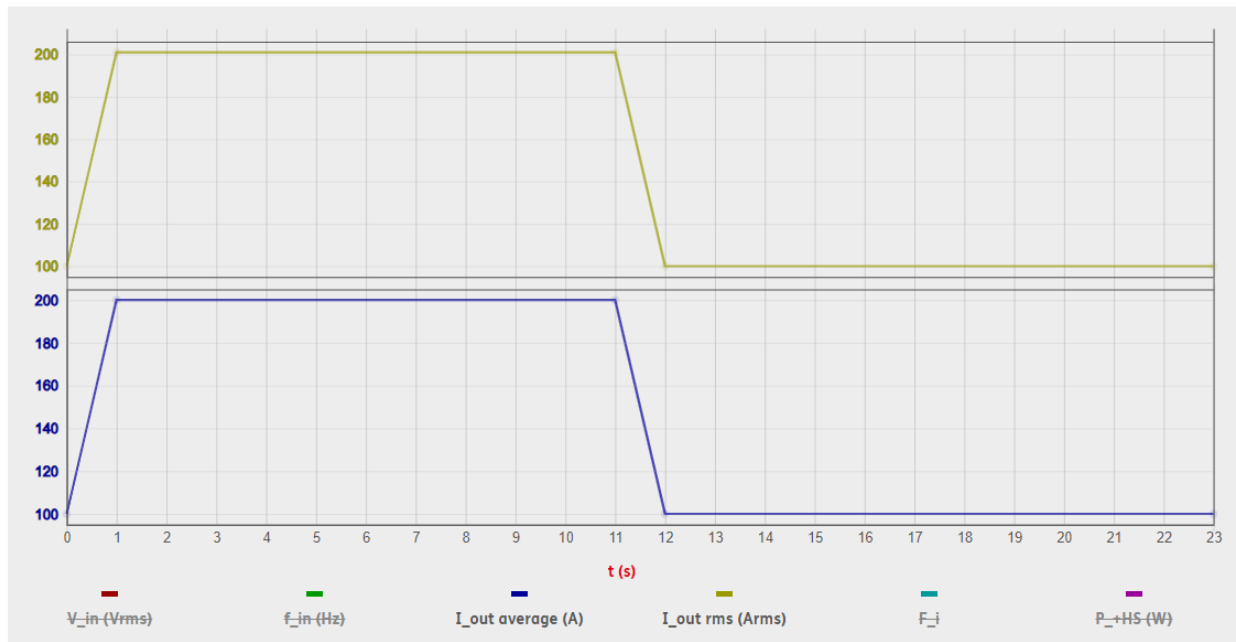
Overload factor  
2

Duration ( $t_{over}$ )  
10  
s

Hình 2.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:

Chart



Hình 2.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

### 3. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

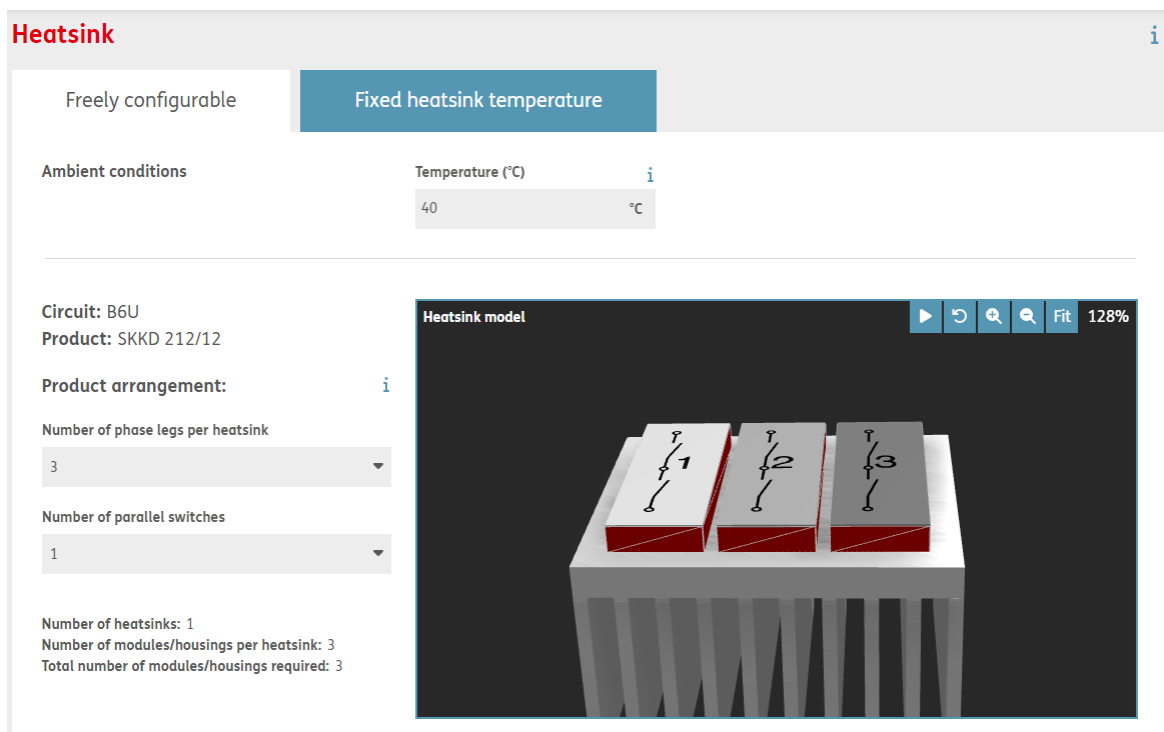
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

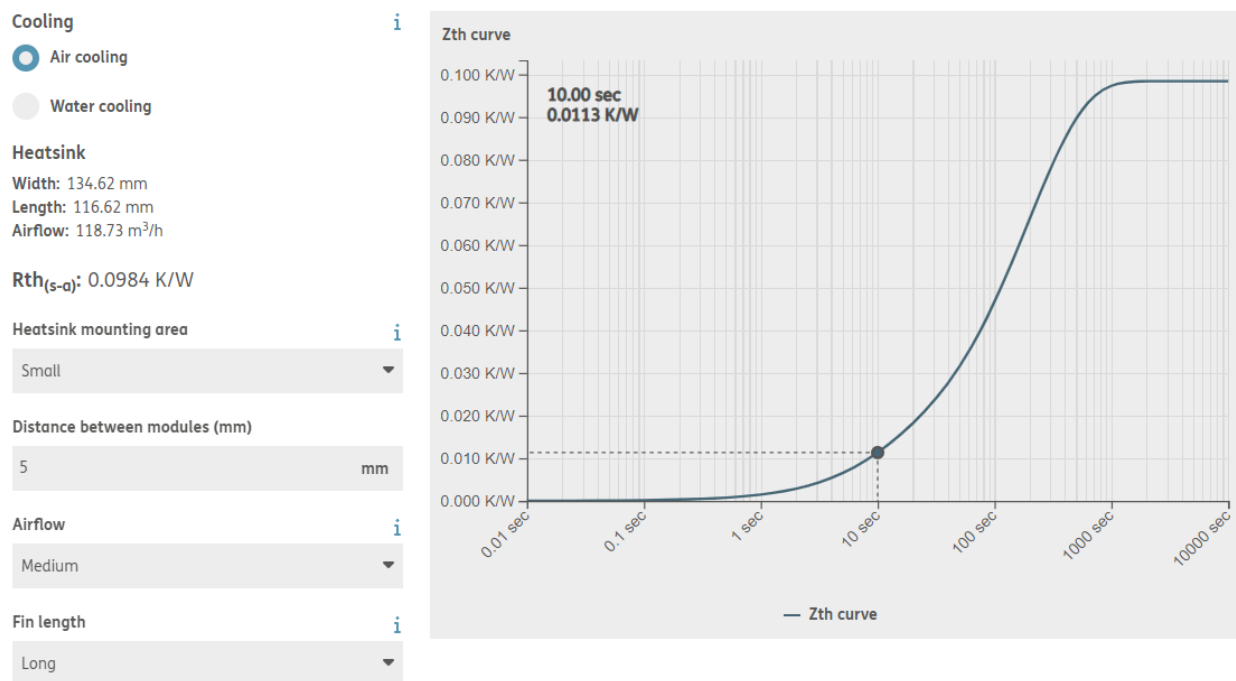


Hình 3.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 3.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 3.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m³/h.

## 4. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 4.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 4.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

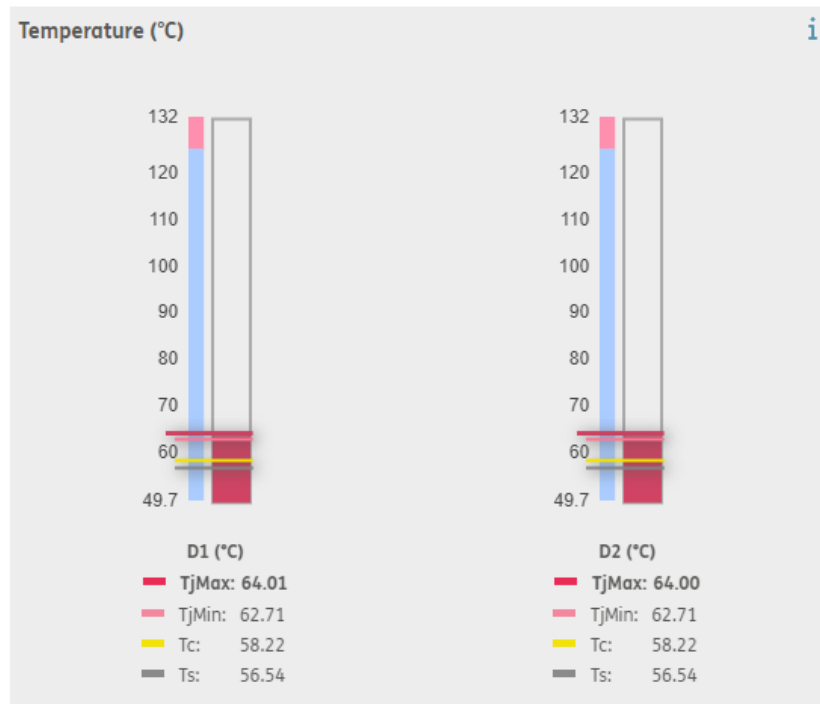
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

## 5. Mô tả kết quả mô phỏng

### 5.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:



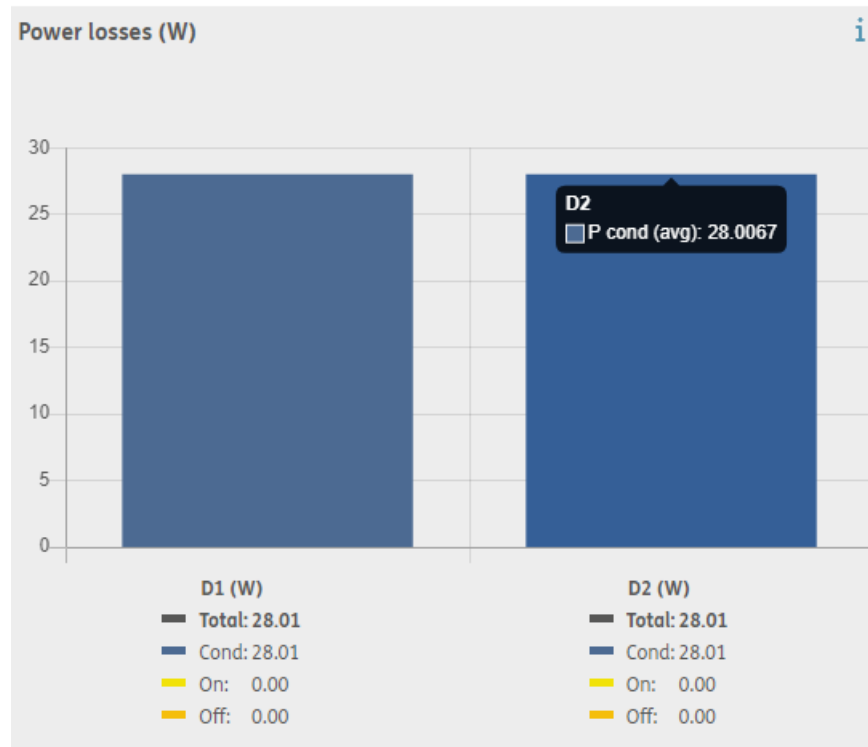
Hình 5.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$



58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



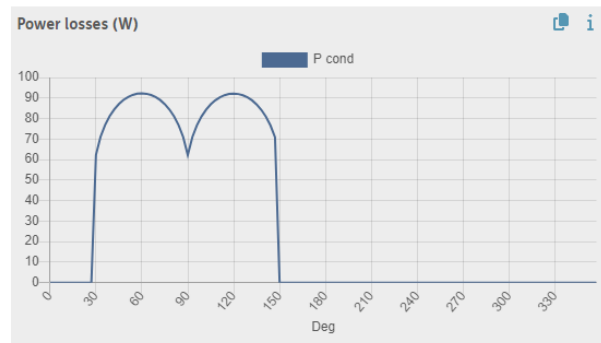
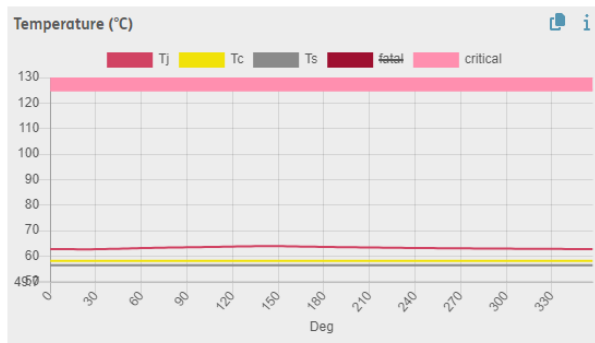
Hình 5.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

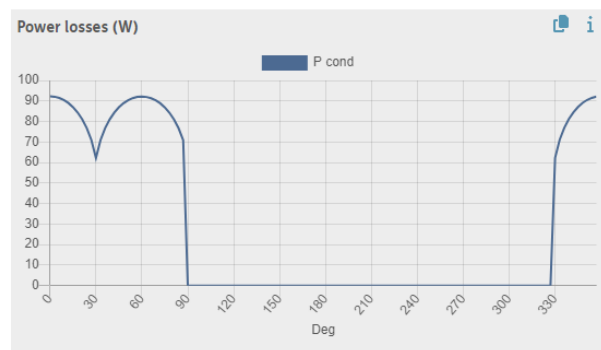
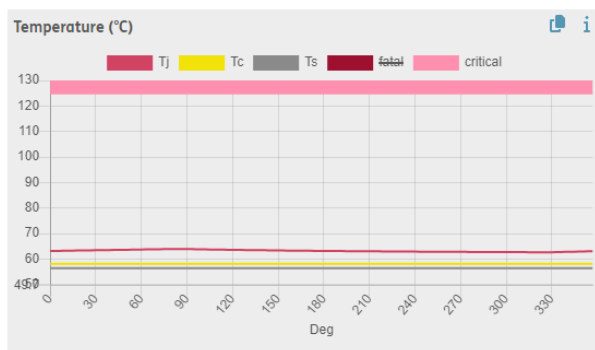
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

### D1 - (D1/1)

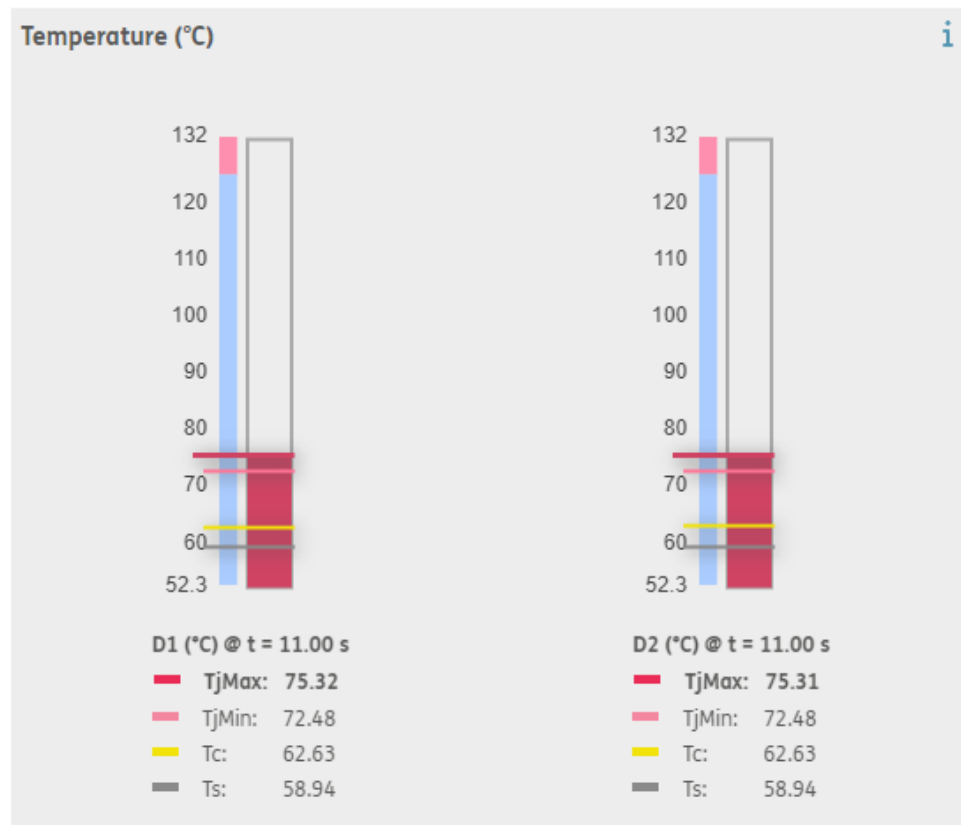


### D2 - (D2/2)



Hình 5.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

## 5.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 5.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:

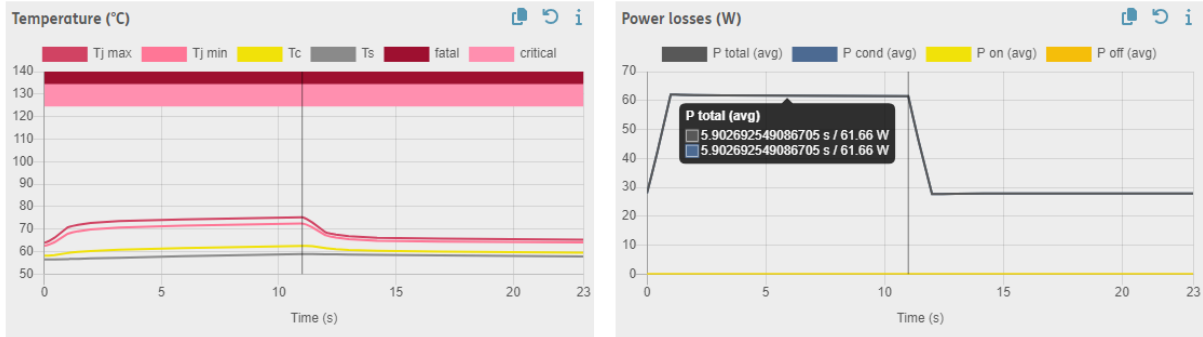


Hình 5.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

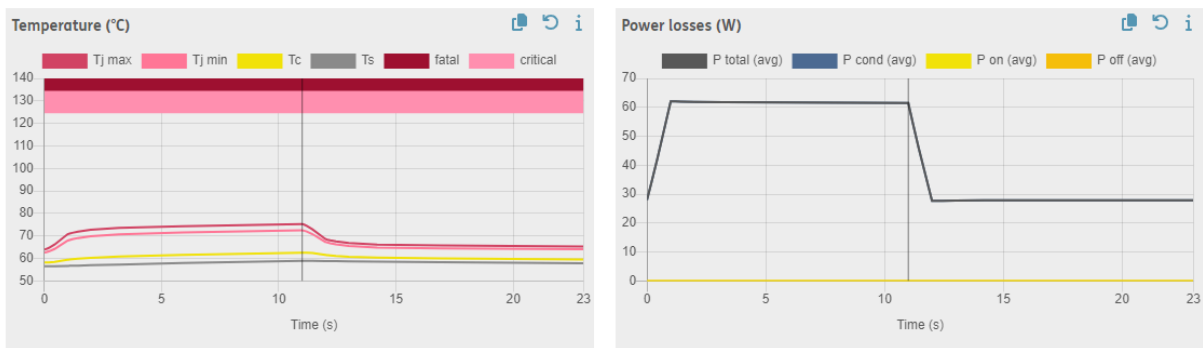
Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$

D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 5.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 6. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 6.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984\ K/W$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73\ m^3/h$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984\ K/W$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^{\circ}C/W$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting

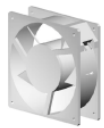
Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5\ ^{\circ}C/W.$$

## 6.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

## 6.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					<b>490.64\$</b>

## 7. Phụ lục

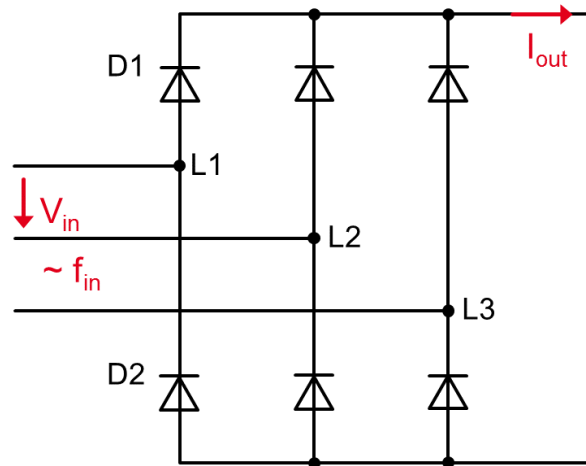
## 8. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

## 9. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 9.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 9.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ )  
200  
A

Overload factor  
2

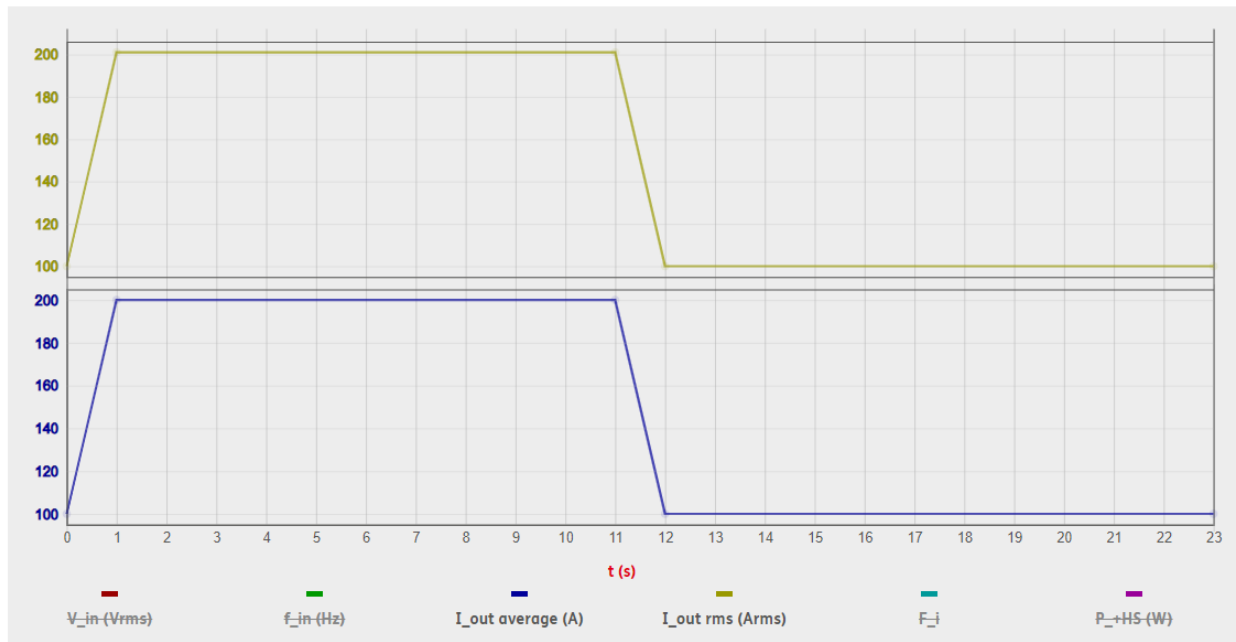
Duration ( $t_{over}$ )  
10  
s

Hình 9.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:



Chart



Hình 9.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

## 10. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

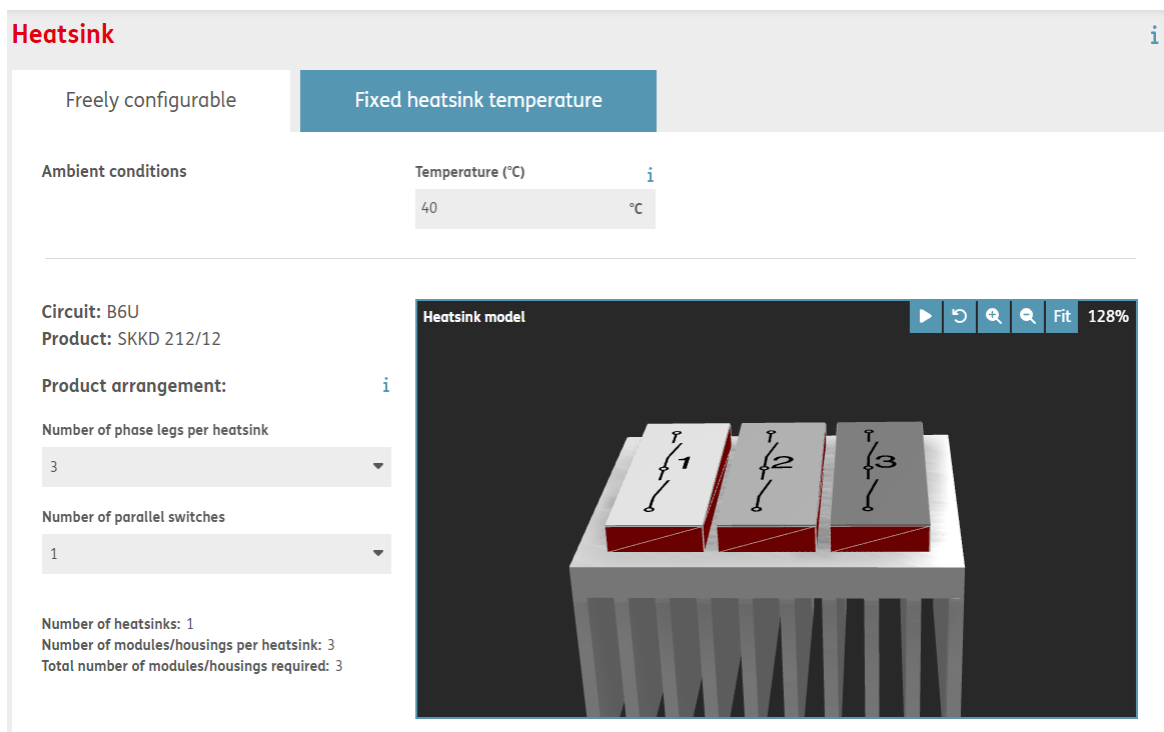
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

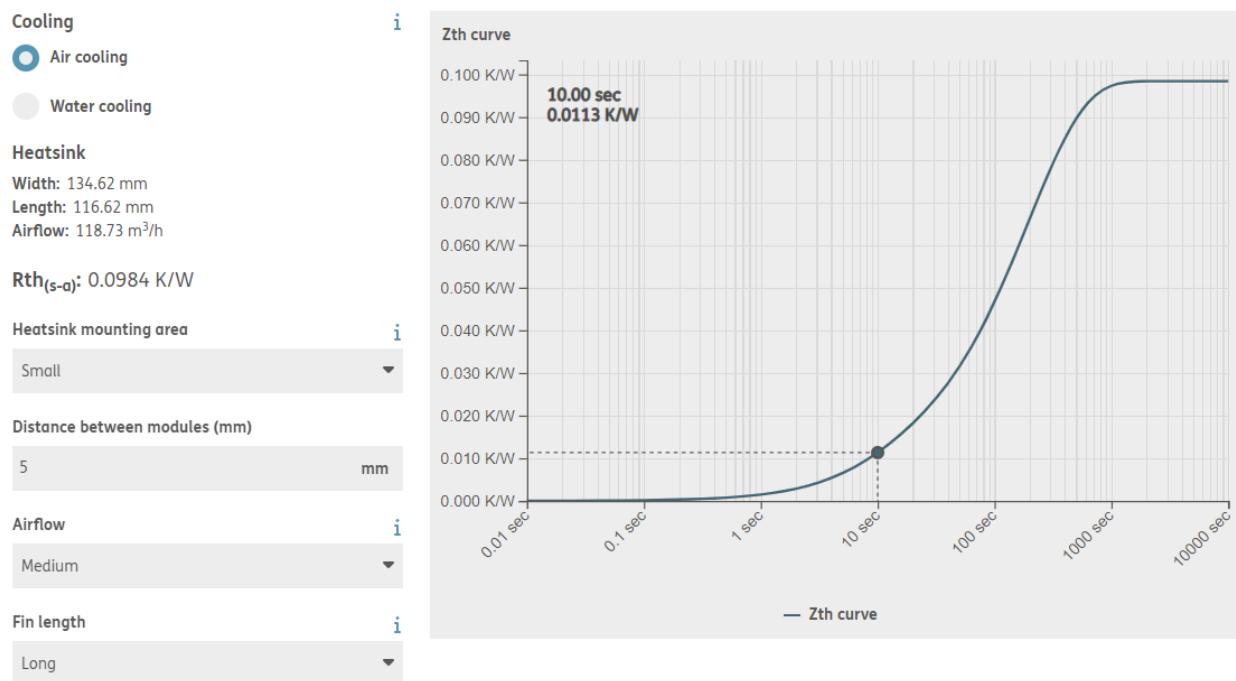


Hình 10.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 10.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 10.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h.

## 11. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 11.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 11.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

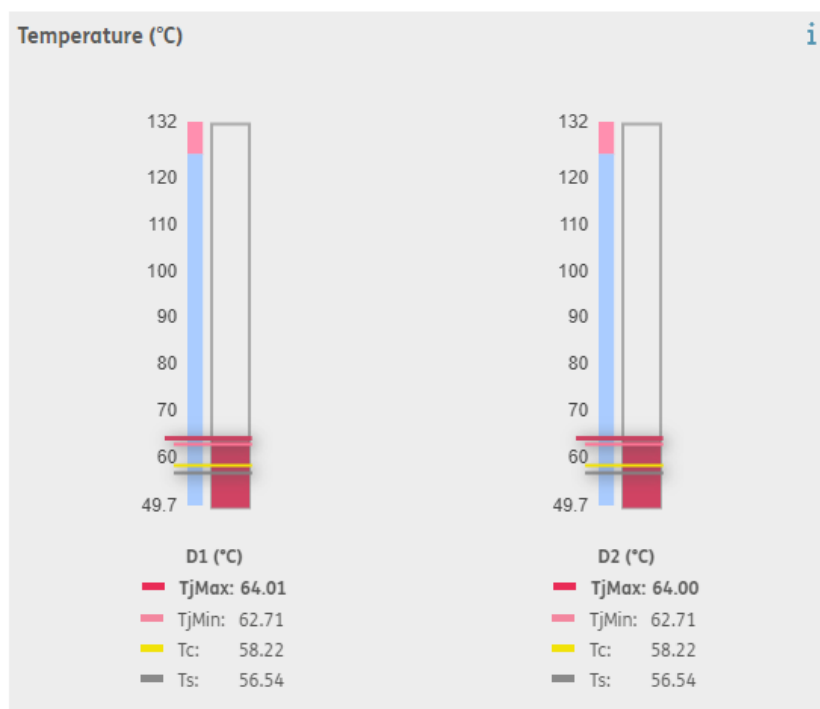
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

## 12. Mô tả kết quả mô phỏng

### 12.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:

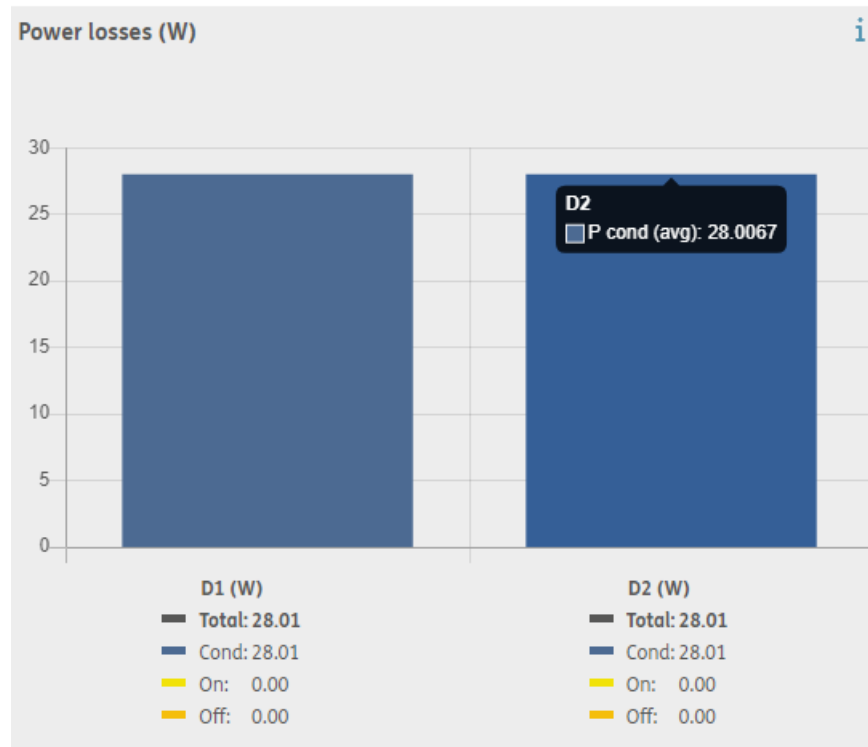


Hình 12.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$

58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



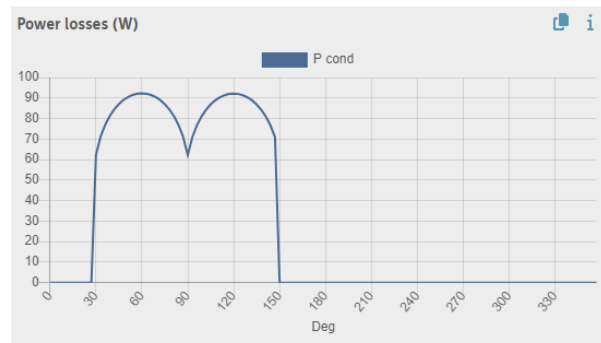
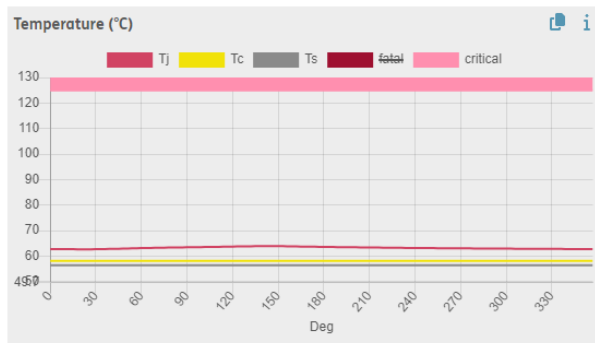
Hình 12.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

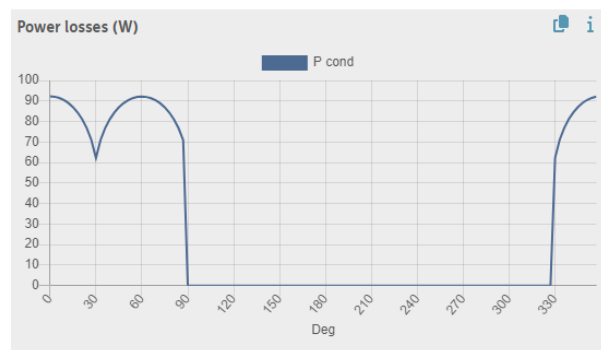
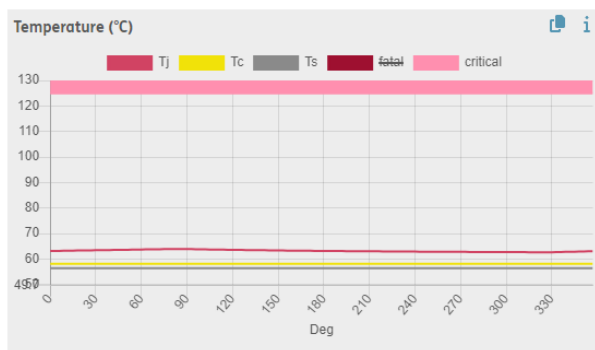
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

#### D1 - (D1/1)

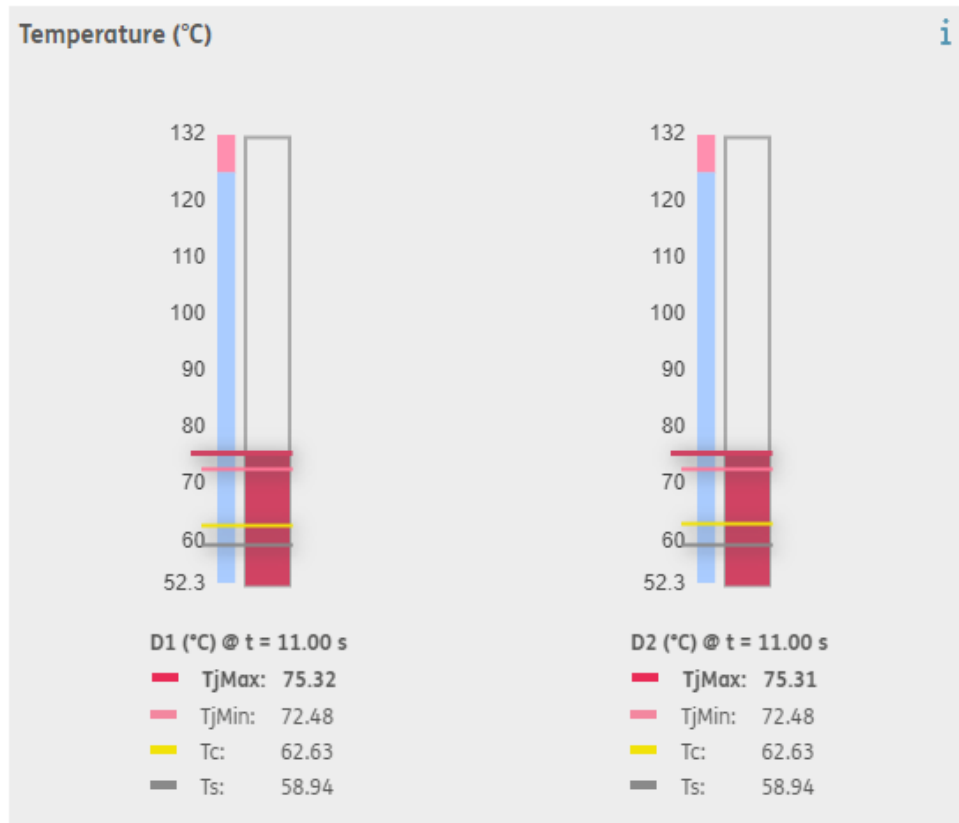


#### D2 - (D2/2)



Hình 12.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

## 12.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 12.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



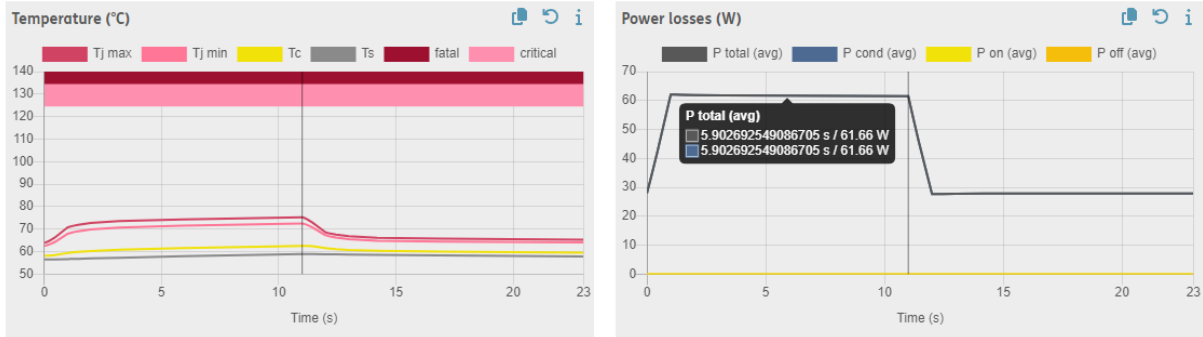
Hình 12.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

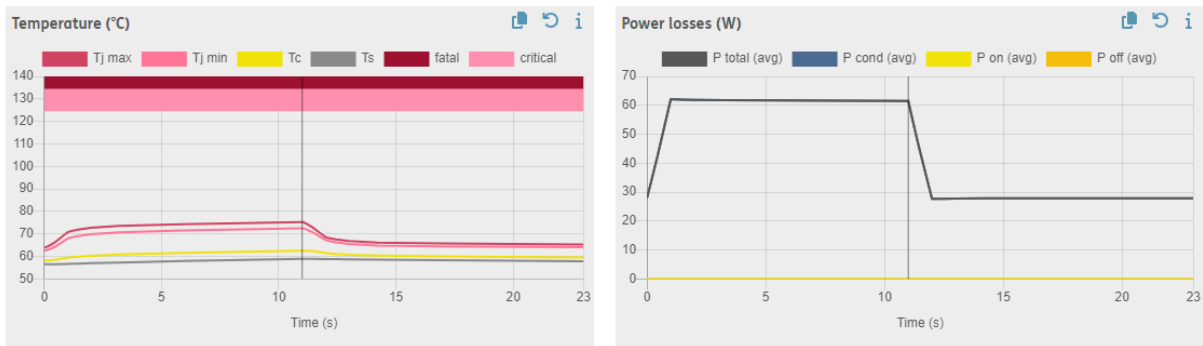
$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$



D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 12.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 13. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 13.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984 \text{ K/W}$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984 \text{ K/W}$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^\circ\text{C/W}$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting


Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5 \text{ } ^\circ\text{C/W}.$$

### 13.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

### 13.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					<b>490.64\$</b>

## 14. Phụ lục

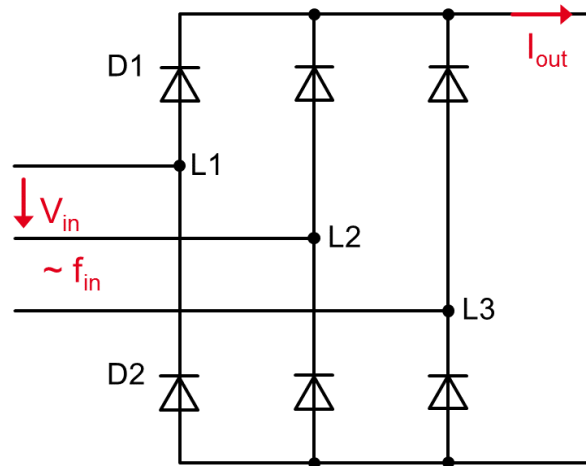
## 15. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

## 16. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 16.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 16.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ ) [i](#)

200

A

Overload factor [i](#)

2

Duration ( $t_{over}$ ) [i](#)

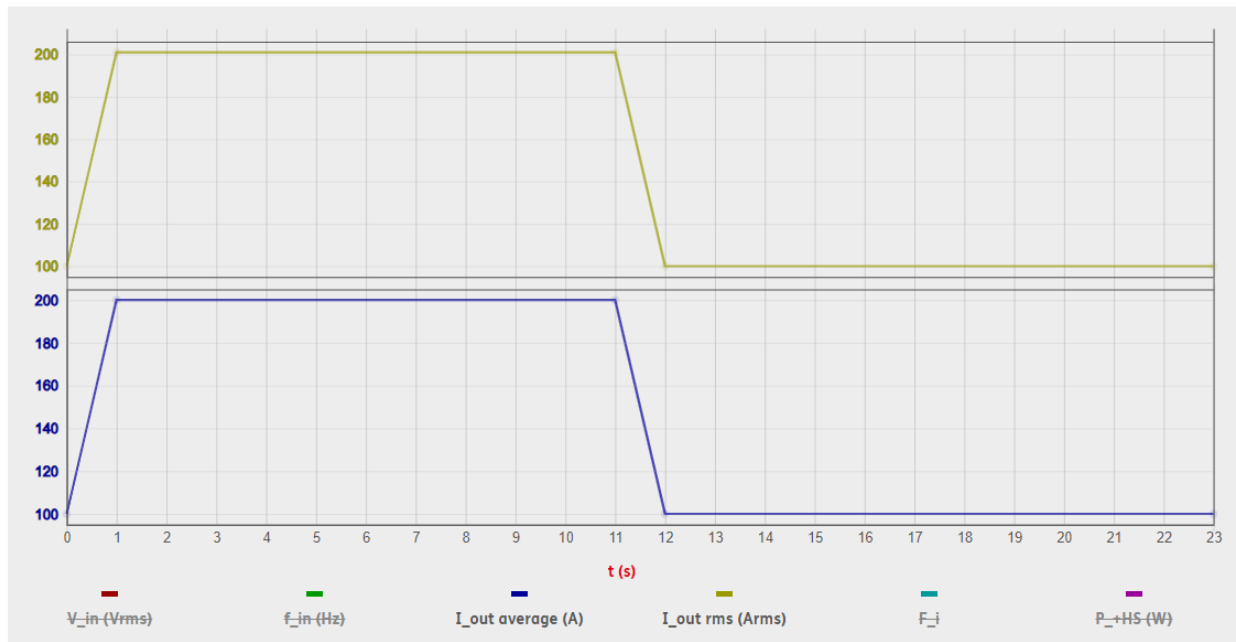
10

s

Hình 16.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:

Chart



Hình 16.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

## 17. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

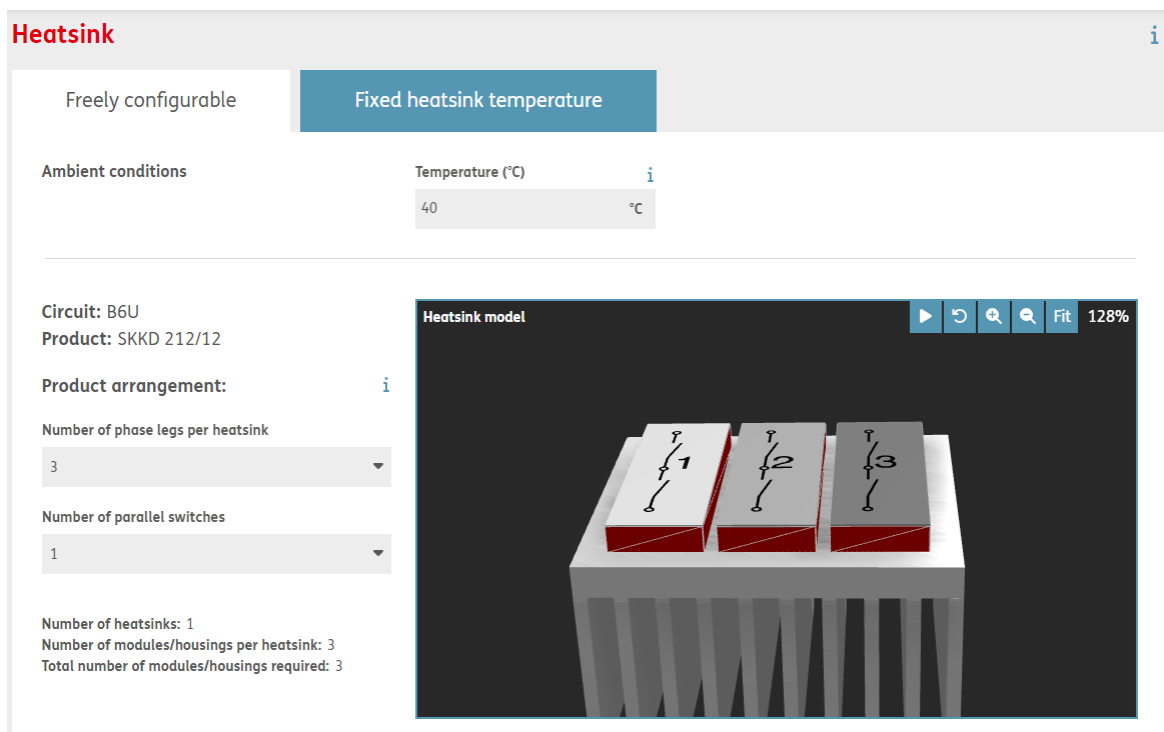
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

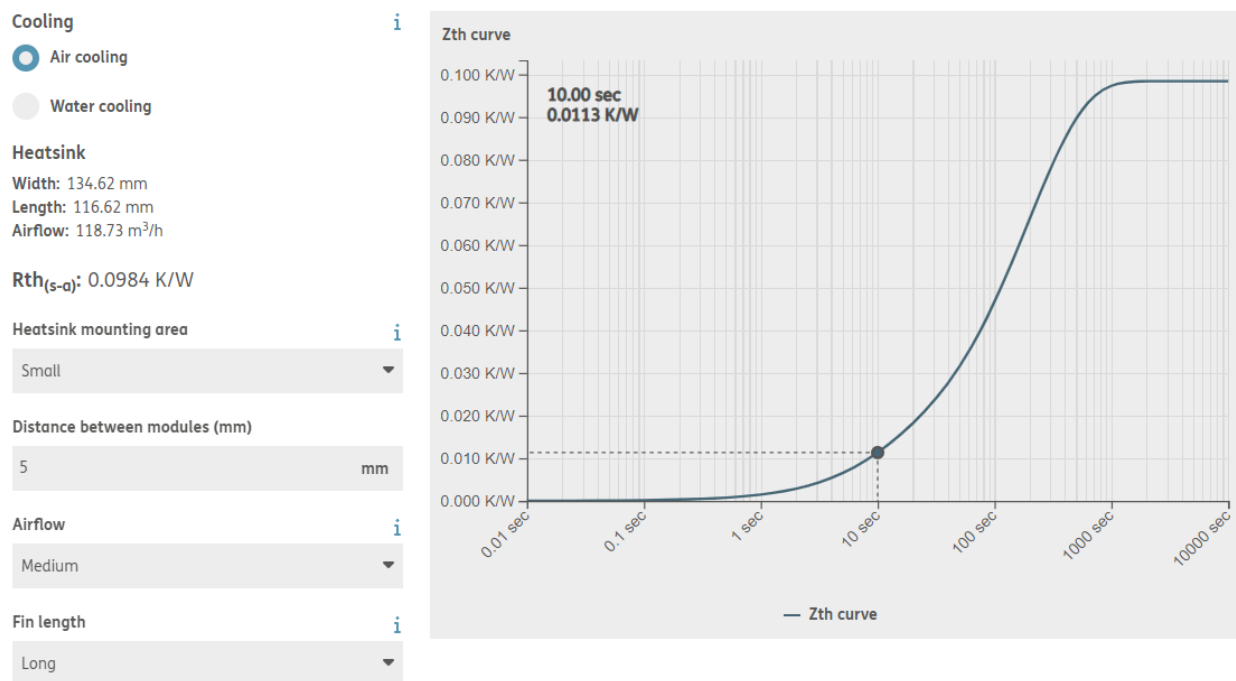


Hình 17.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 17.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 17.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m³/h.

## 18. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 18.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 18.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

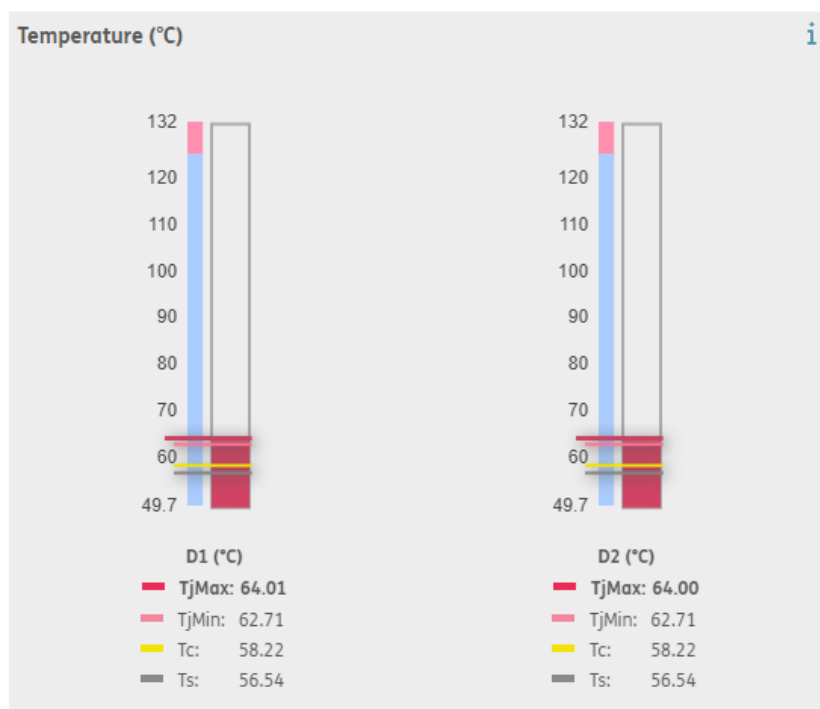
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

## 19. Mô tả kết quả mô phỏng

### 19.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:



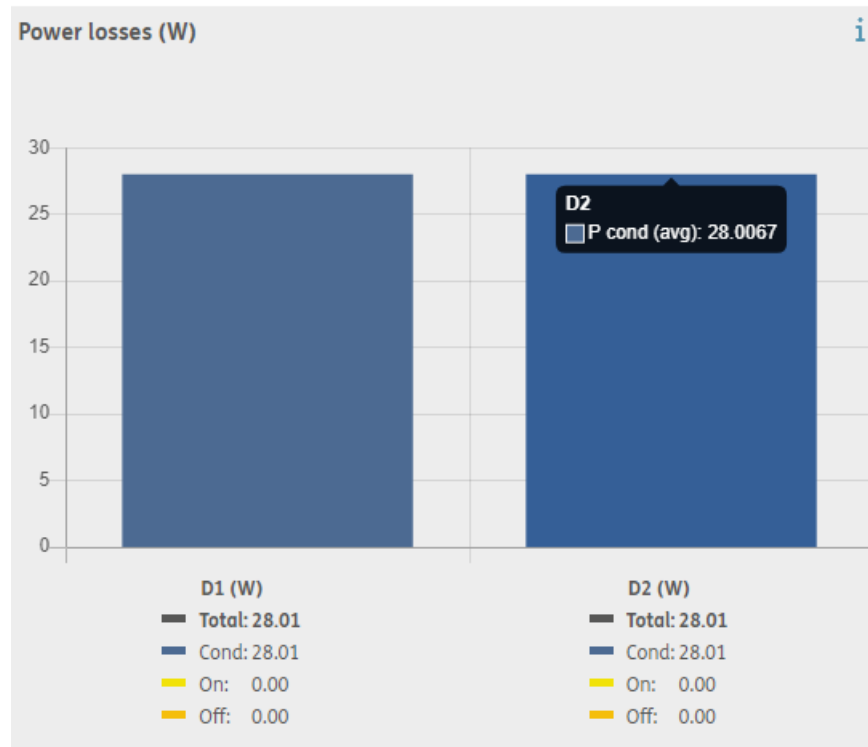
Hình 19.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$



58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



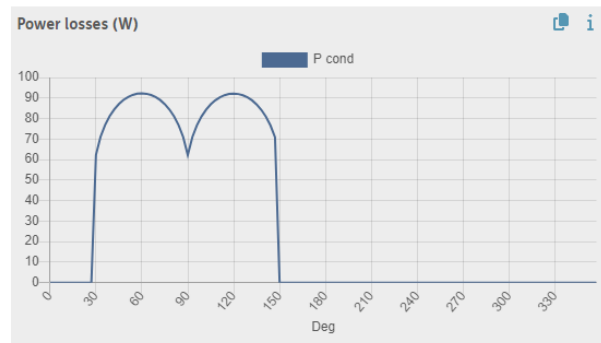
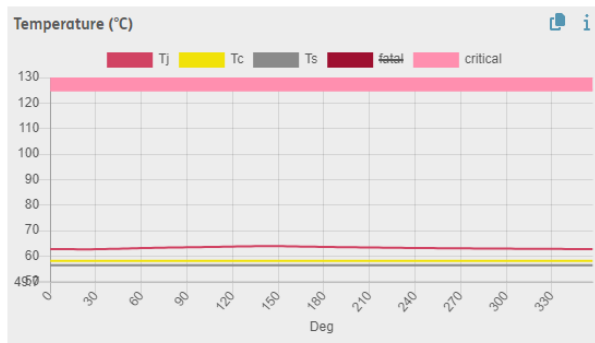
Hình 19.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

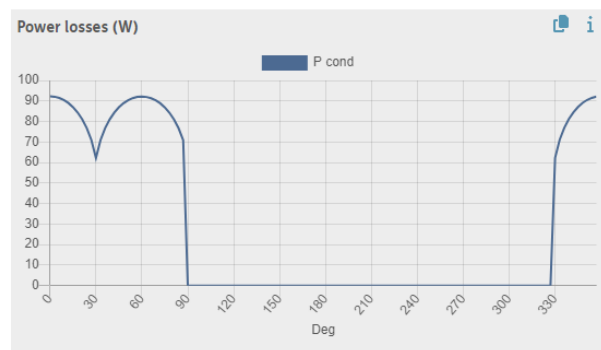
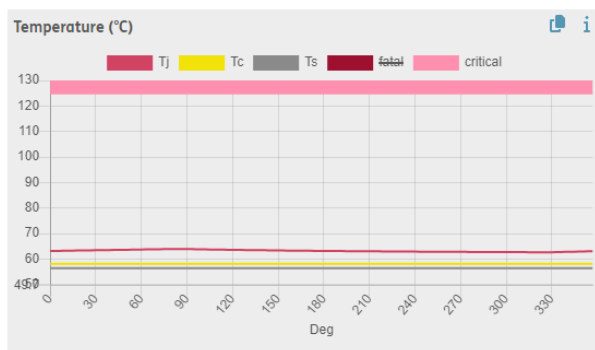
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

#### D1 - (D1/1)

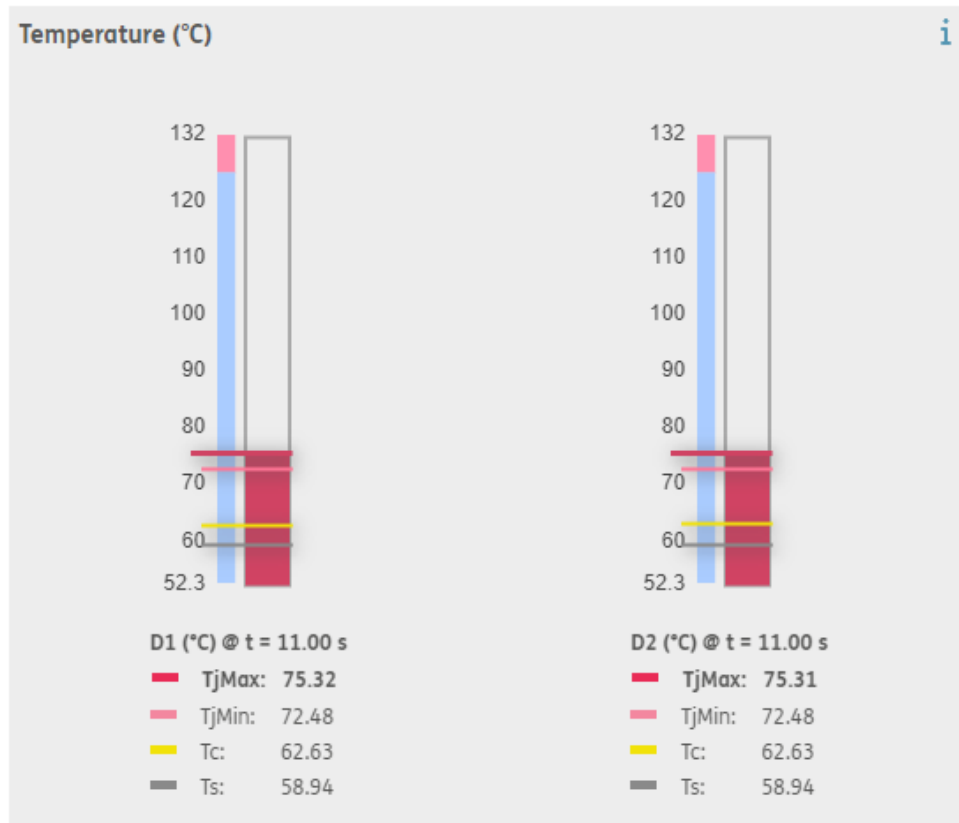


#### D2 - (D2/2)



Hình 19.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

## 19.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 19.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:

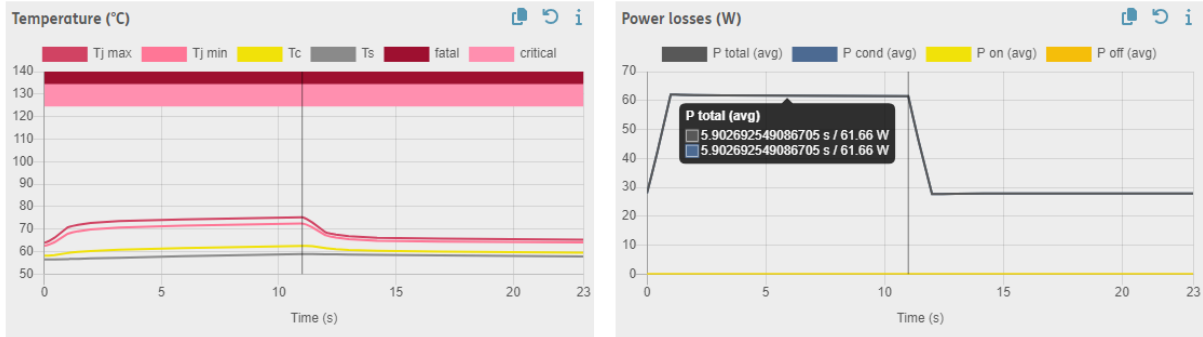


Hình 19.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

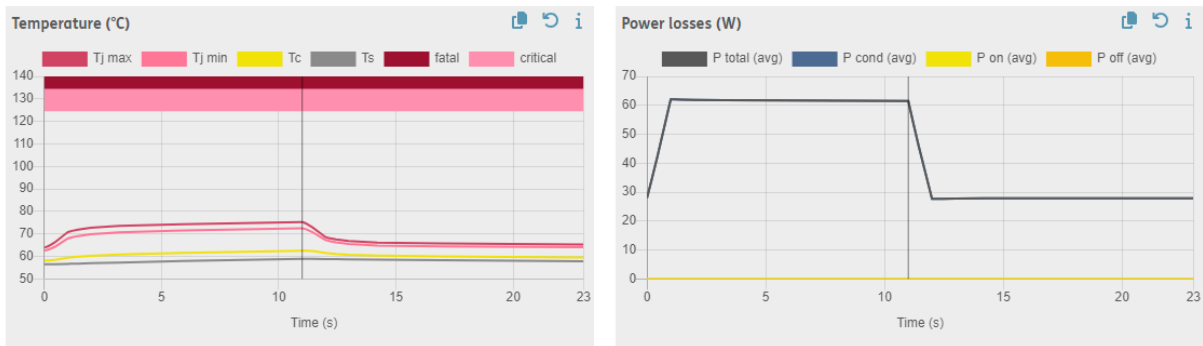
Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$

D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 19.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 20. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 20.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984\ K/W$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73\ m^3/h$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984\ K/W$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^{\circ}C/W$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting


Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5\ ^{\circ}C/W.$$

## 20.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

## 20.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					490.64\$

## 21. Phụ lục

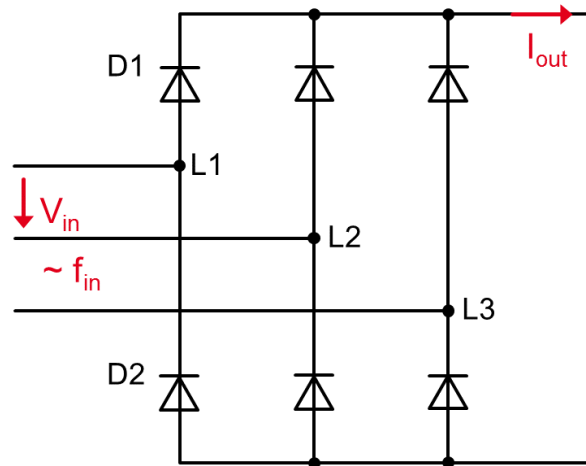
## 22. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

## 23. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 23.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 23.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ )  
200  
A

Overload factor  
2

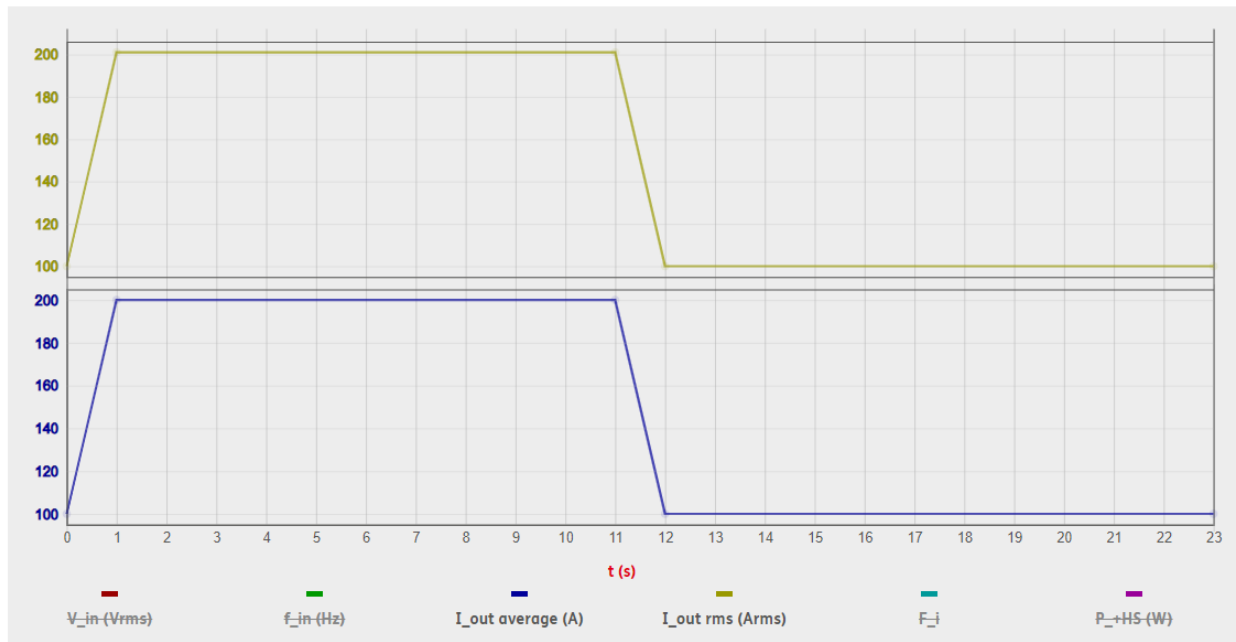
Duration ( $t_{over}$ )  
10  
s

Hình 23.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:



Chart



Hình 23.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

## 24. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

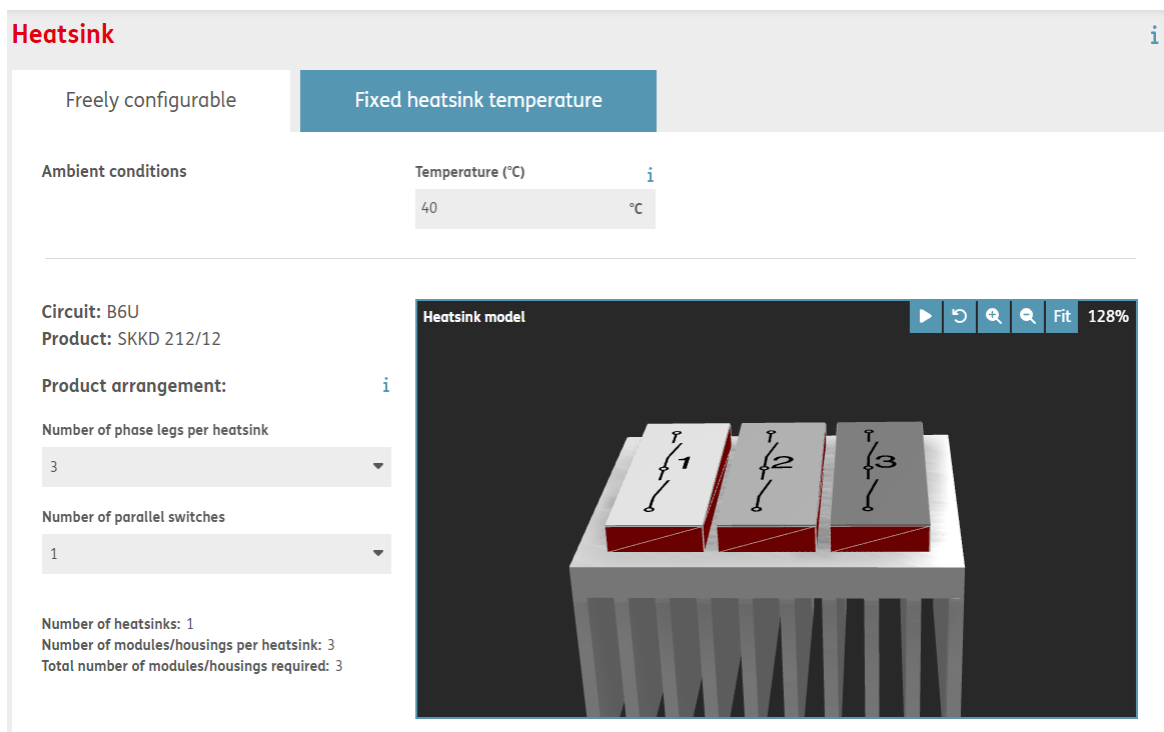
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

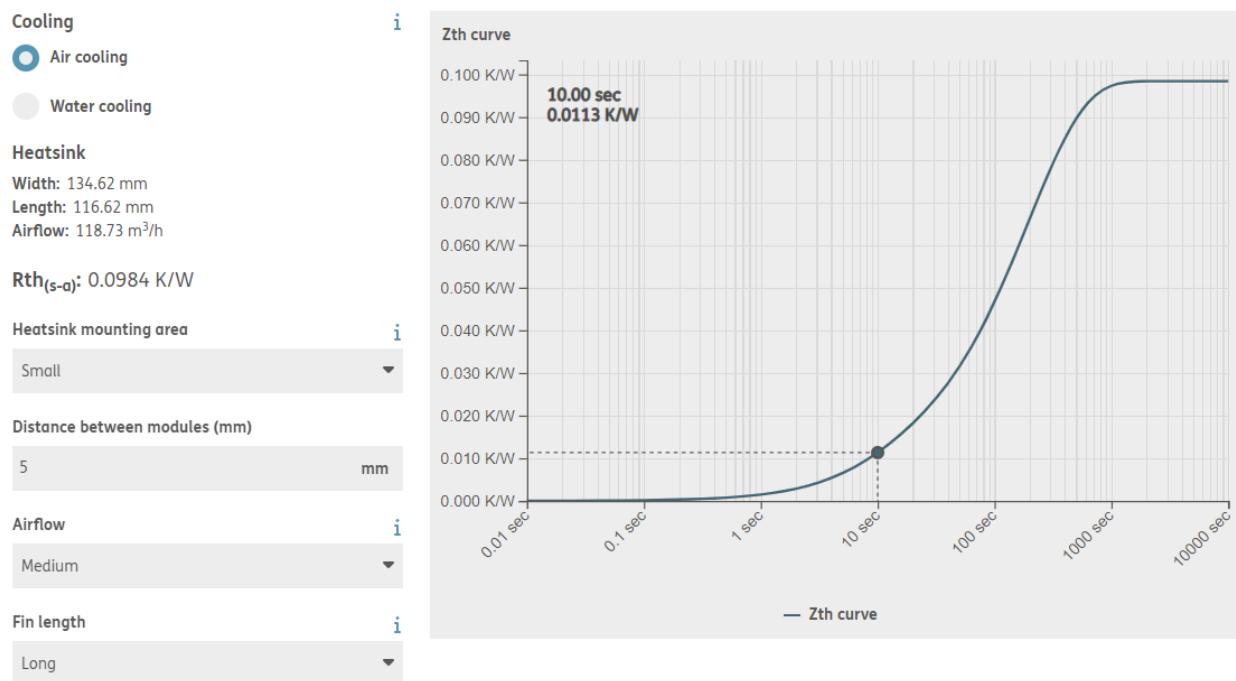


Hình 24.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 24.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 24.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m³/h.

## 25. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 25.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 25.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

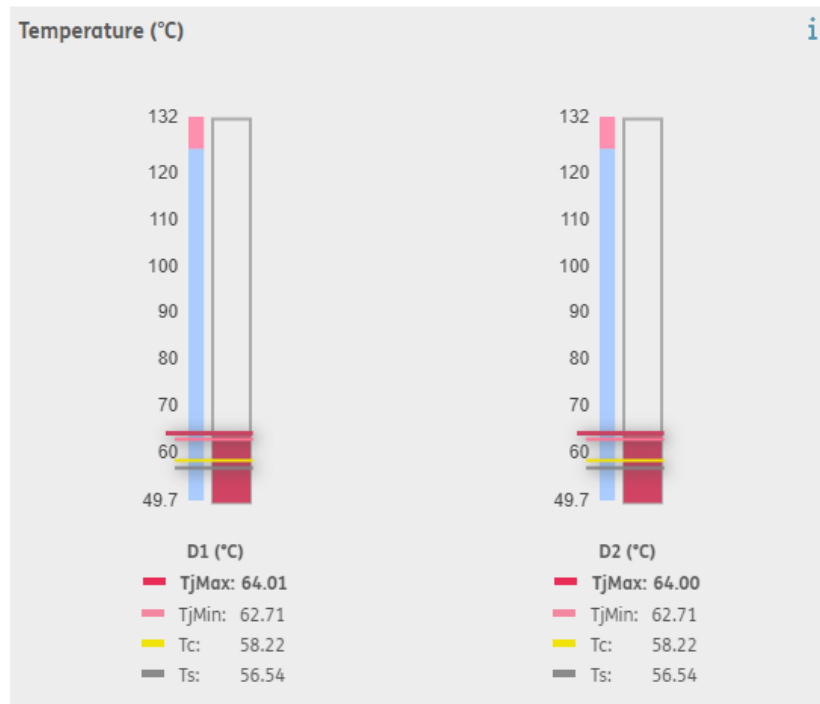
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

## 26. Mô tả kết quả mô phỏng

### 26.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:

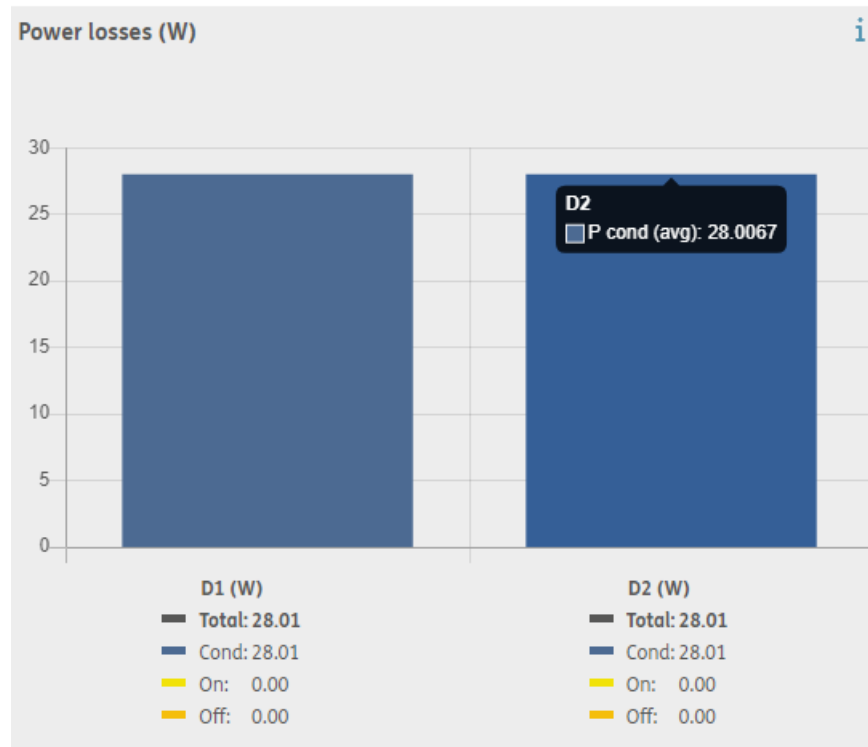


Hình 26.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$

58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



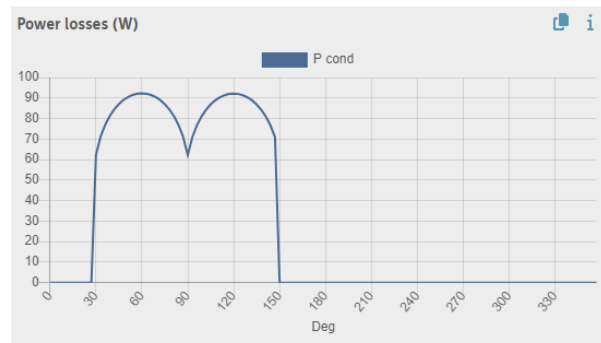
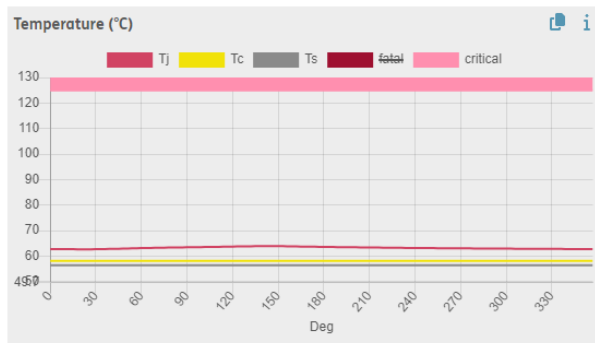
Hình 26.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

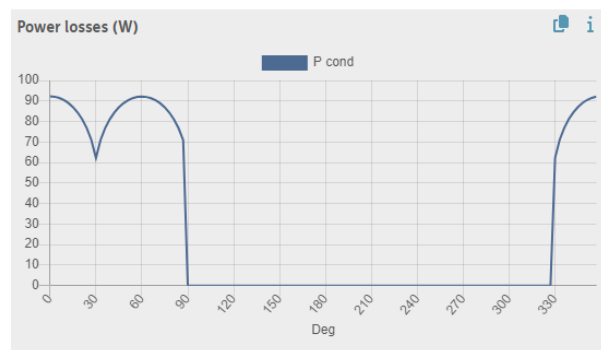
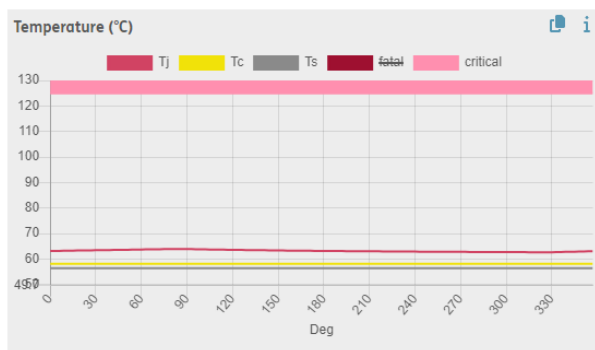
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

#### D1 - (D1/1)

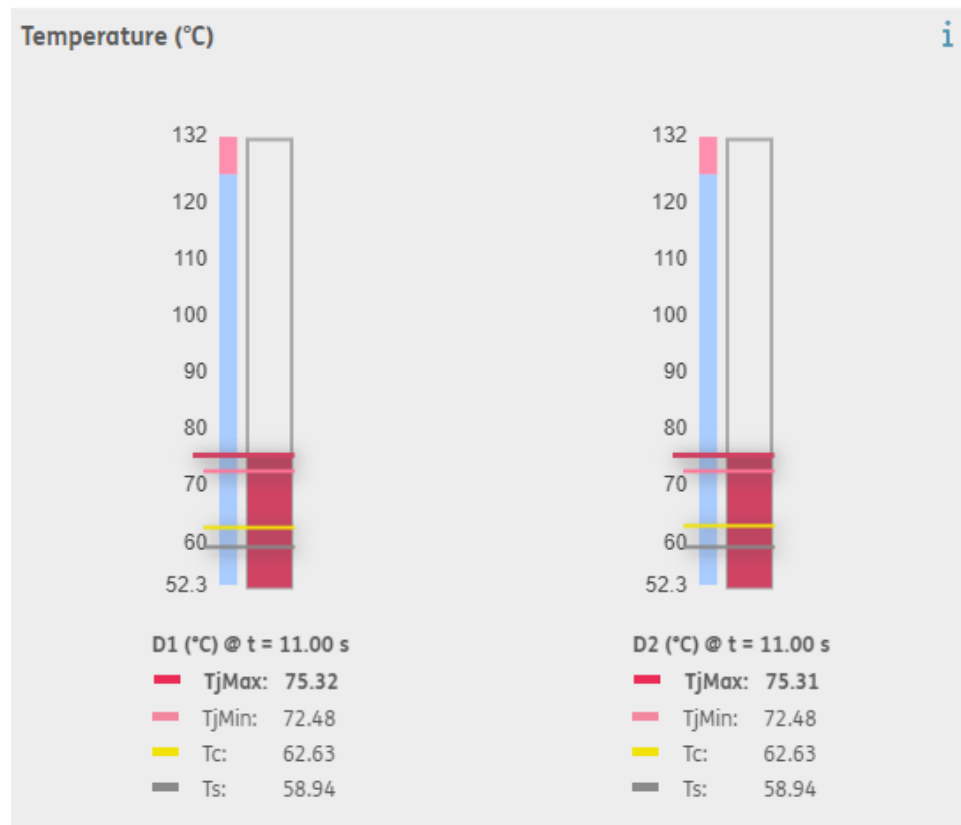


#### D2 - (D2/2)



Hình 26.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

## 26.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 26.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



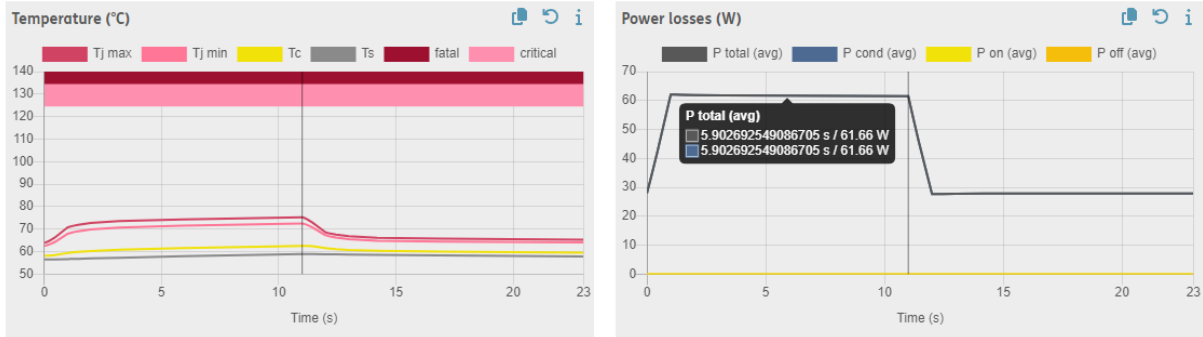
Hình 26.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

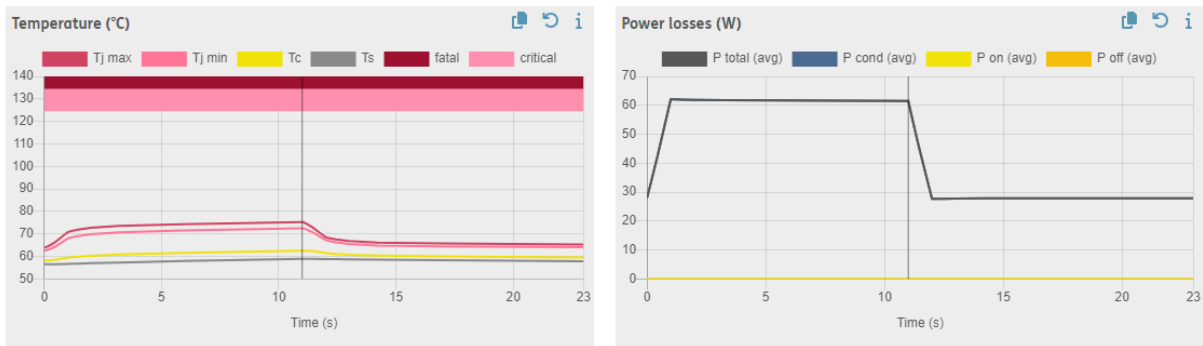
$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$



D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 26.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 27. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 27.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984 \text{ K/W}$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984 \text{ K/W}$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^\circ\text{C/W}$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting


Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5 \text{ }^\circ\text{C/W}.$$

## 27.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

## 27.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					<b>490.64\$</b>

## 28. Phụ lục

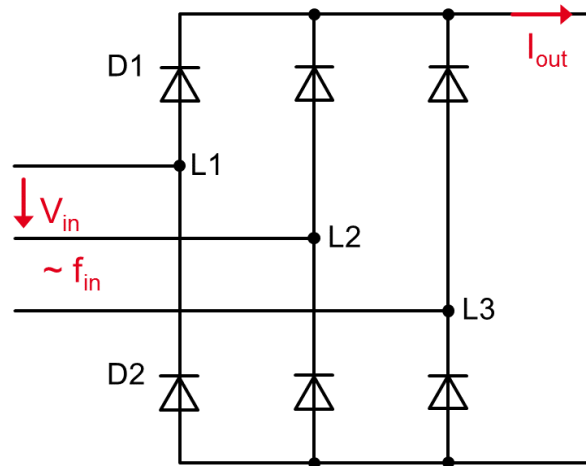
## 29. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

### 30. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 30.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 30.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ ) [i](#)

200

A

Overload factor [i](#)

2

Duration ( $t_{over}$ ) [i](#)

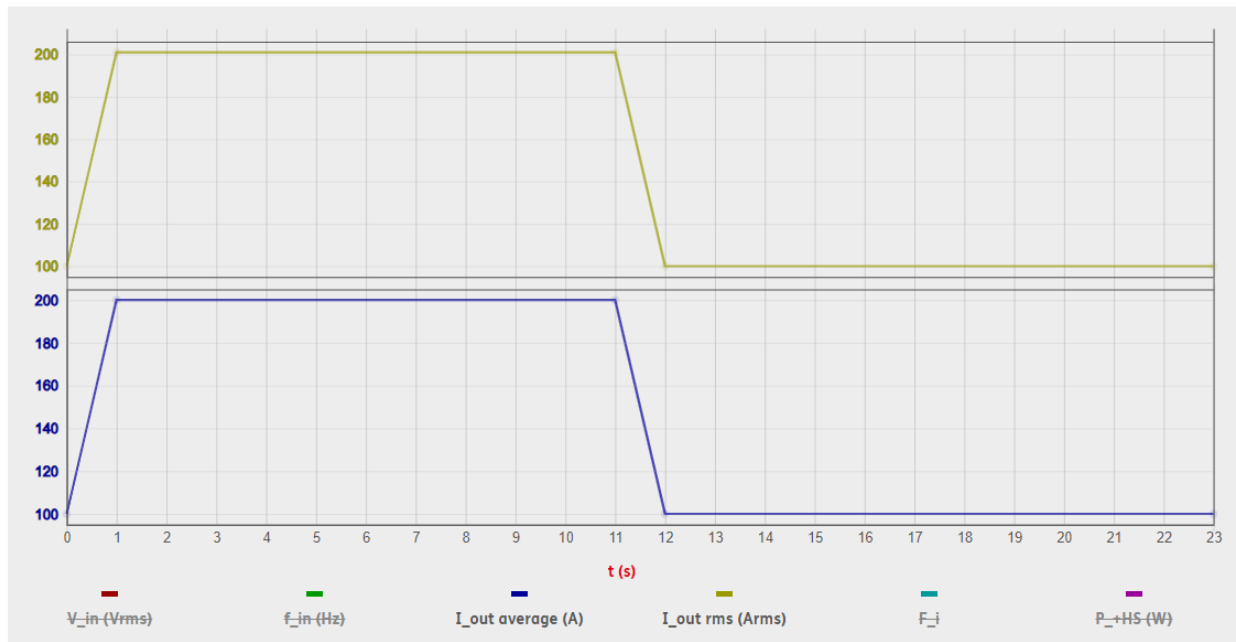
10

s

Hình 30.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:

Chart



Hình 30.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

### 31. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

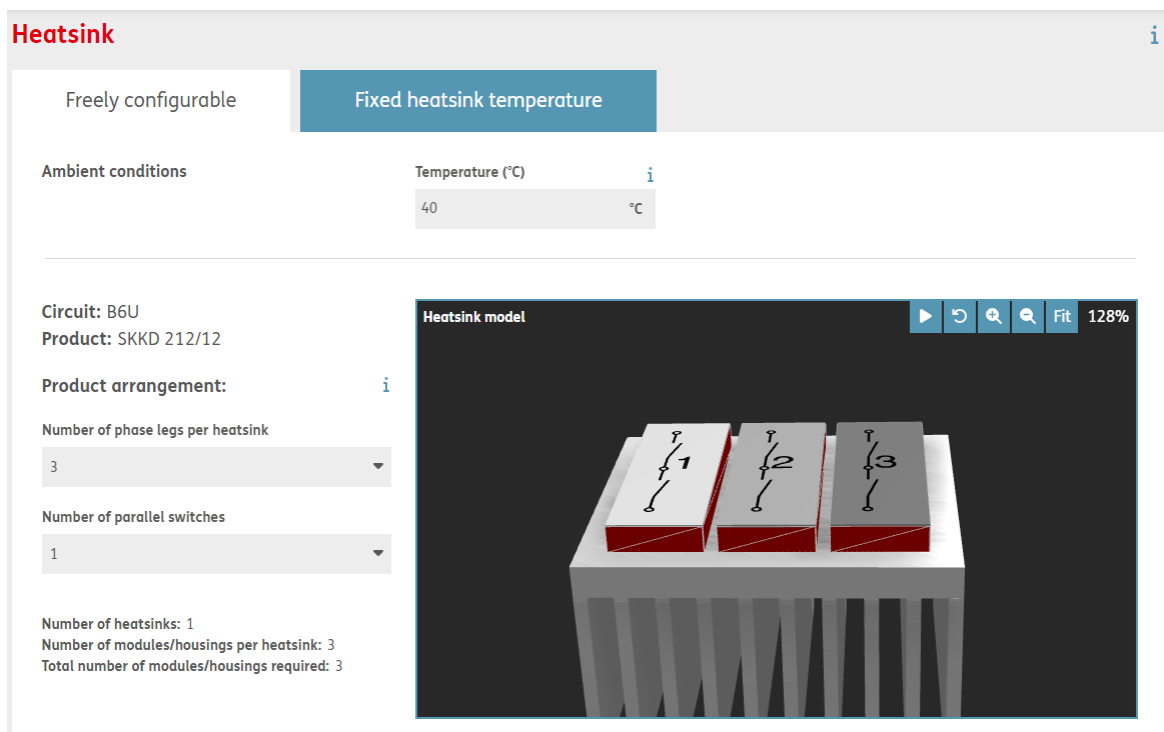
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

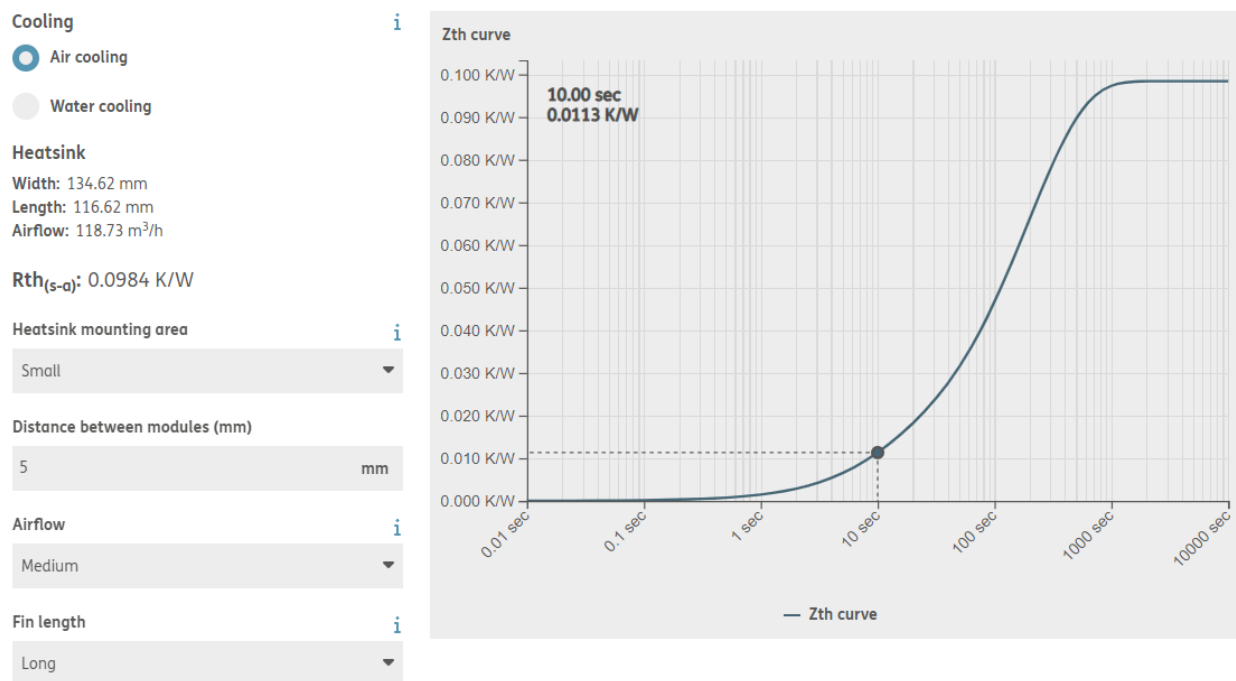


Hình 31.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 31.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 31.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h.

## 32. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 32.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 32.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

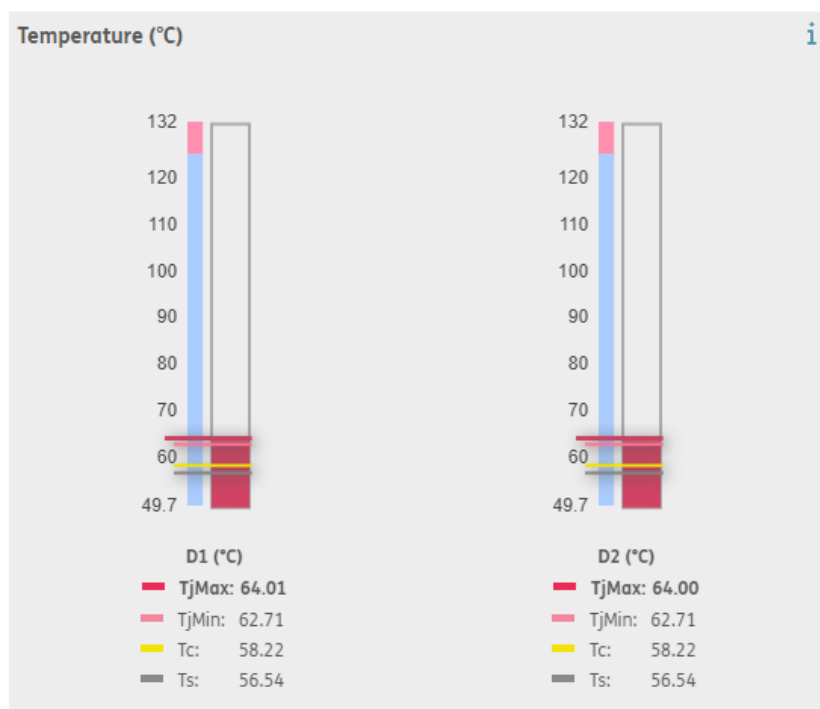
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

### 33. Mô tả kết quả mô phỏng

#### 33.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:



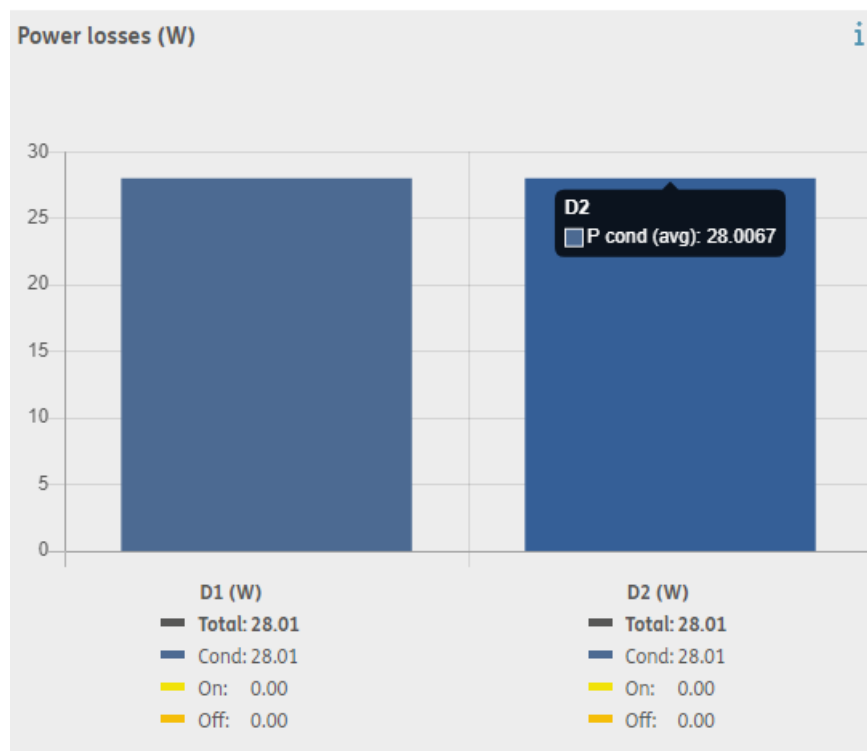
Hình 33.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$



58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



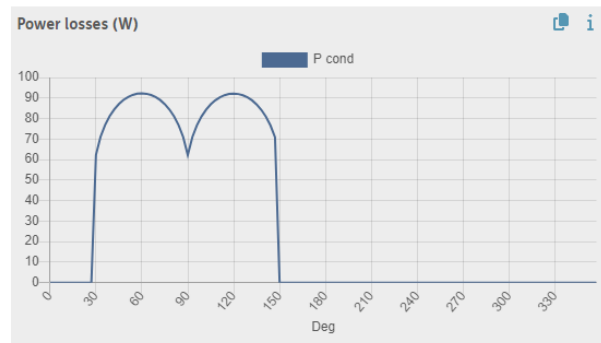
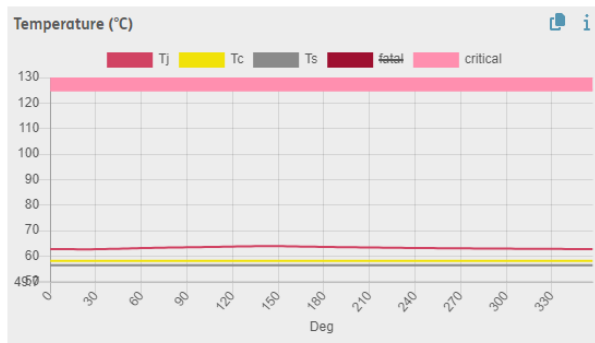
Hình 33.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

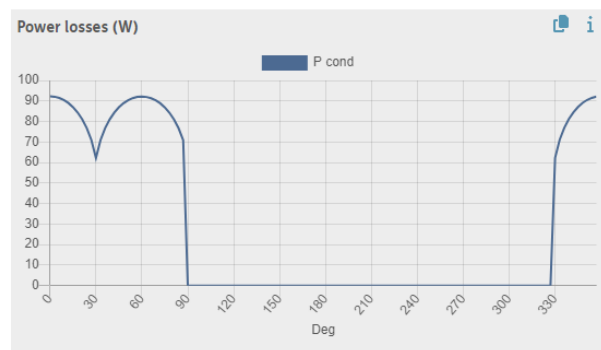
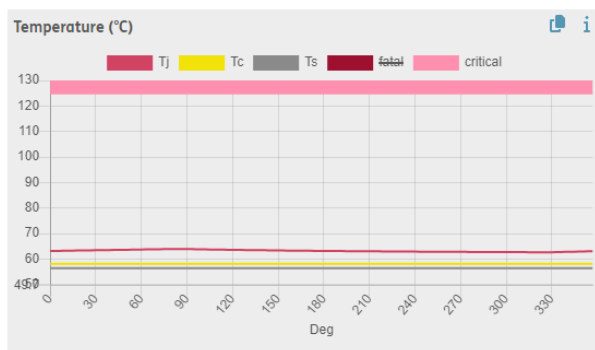
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

#### D1 - (D1/1)

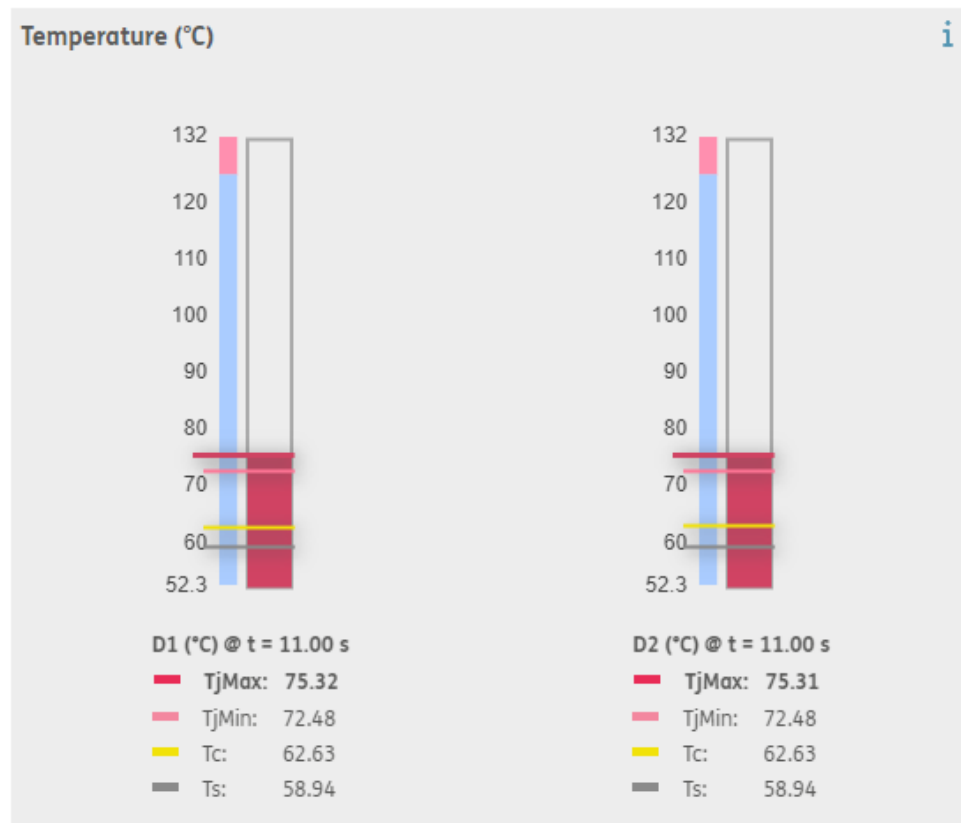


#### D2 - (D2/2)



Hình 33.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

### 33.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 33.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:

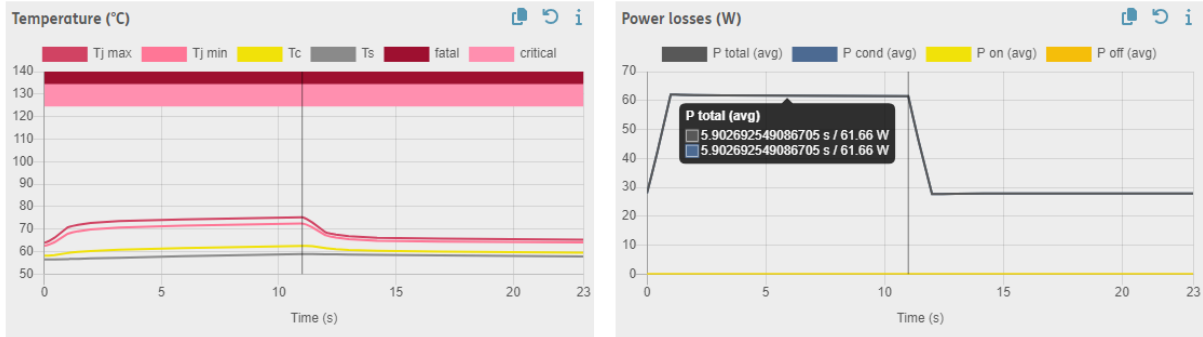


Hình 33.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

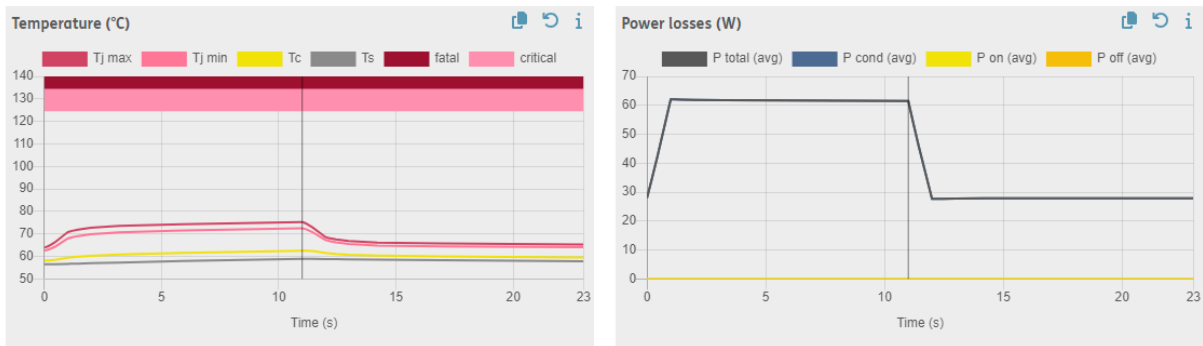
Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$

D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 33.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 34. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 34.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984 \text{ K/W}$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984 \text{ K/W}$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^\circ\text{C/W}$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting

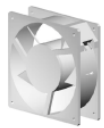
Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5 \text{ }^\circ\text{C/W}.$$

### 34.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

### 34.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					<b>490.64\$</b>

## 35. Phụ lục

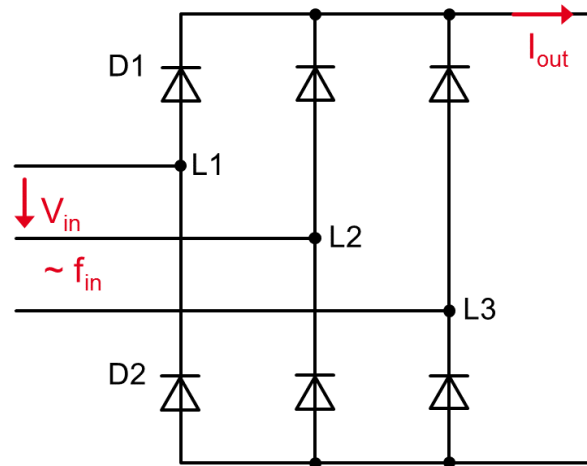
### 36. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

### 37. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 37.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 37.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ ) [i](#)

200

A

Overload factor [i](#)

2

Duration ( $t_{over}$ ) [i](#)

10

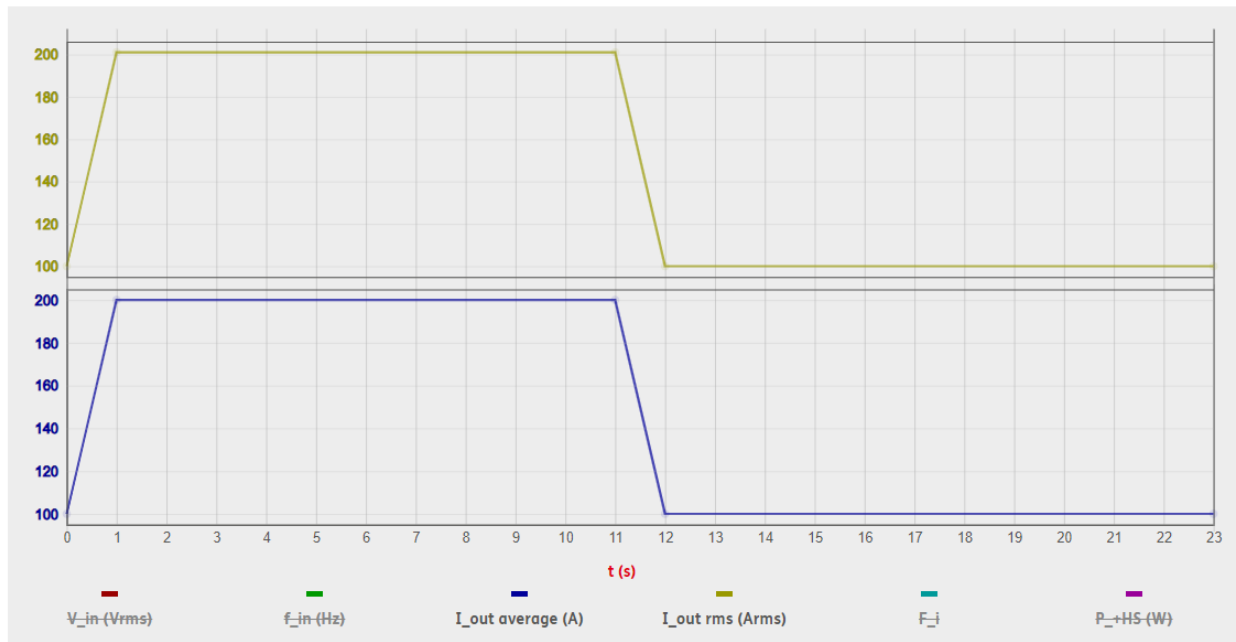
s

Hình 37.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:



Chart



Hình 37.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

### 38. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

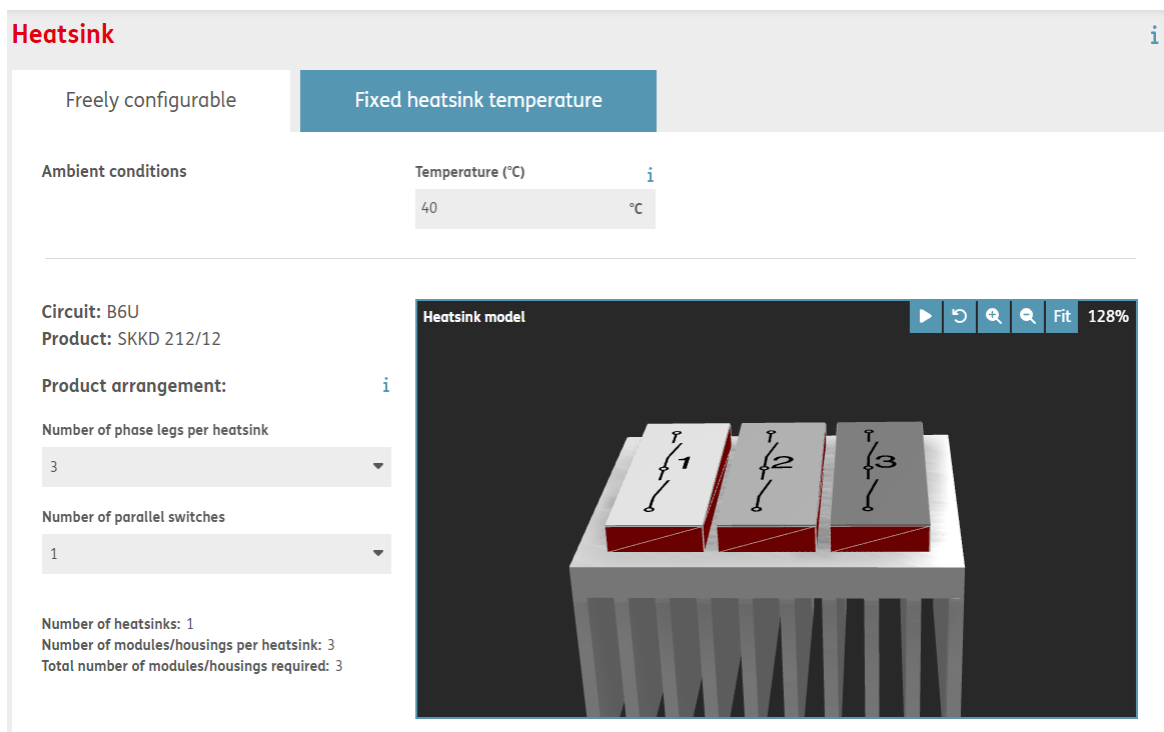
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

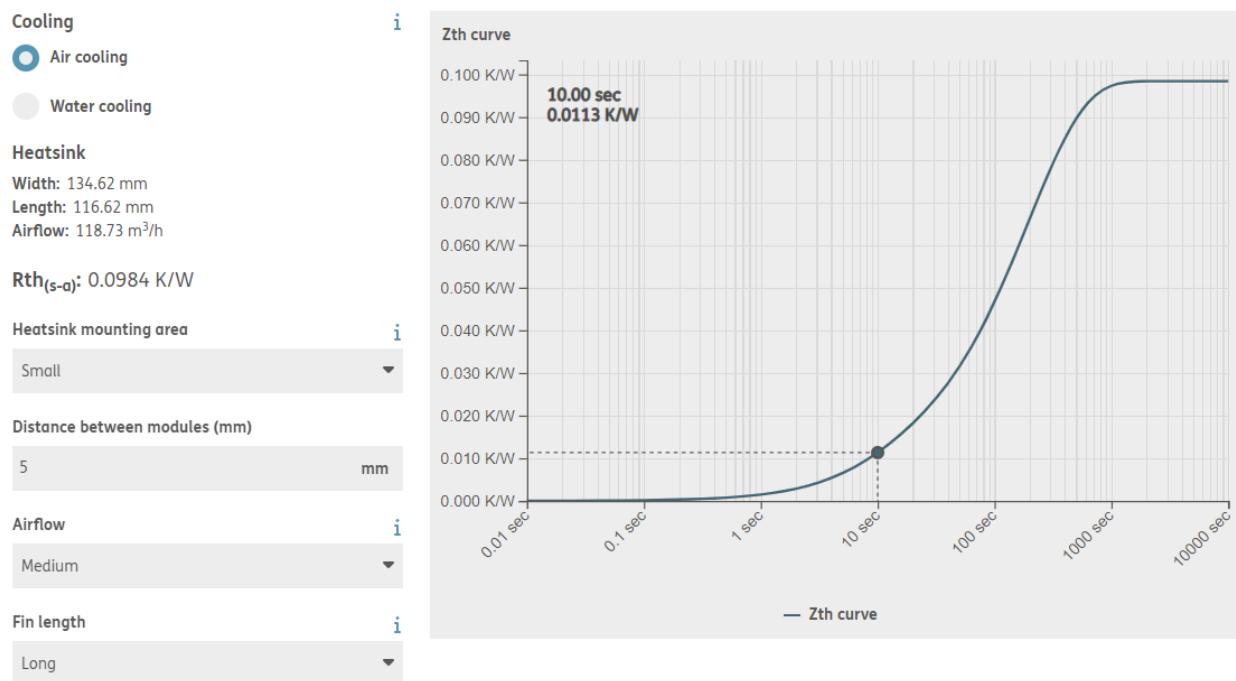


Hình 38.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 38.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 38.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h.

## 39. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 39.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 39.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

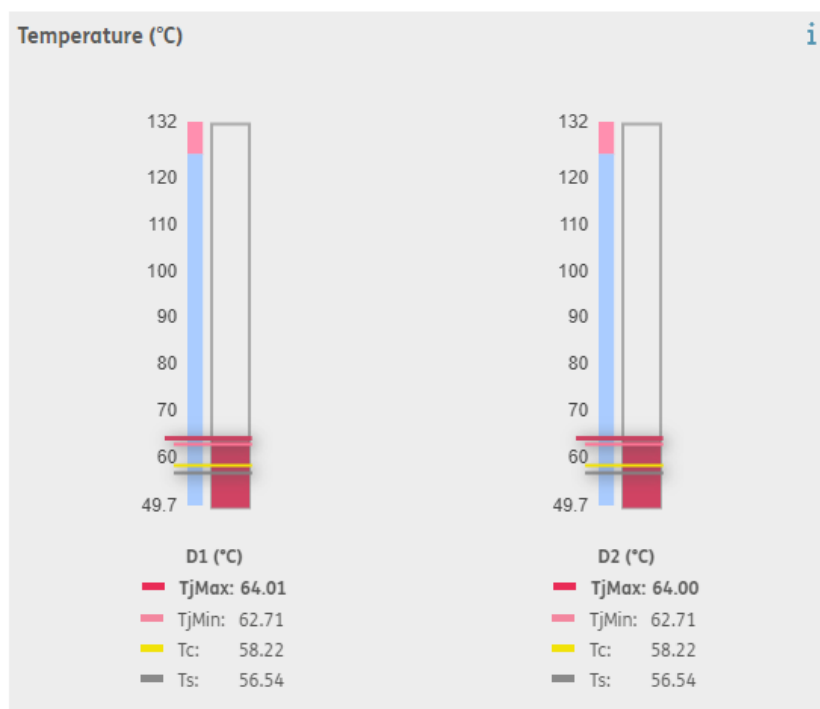
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

## 40. Mô tả kết quả mô phỏng

### 40.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:

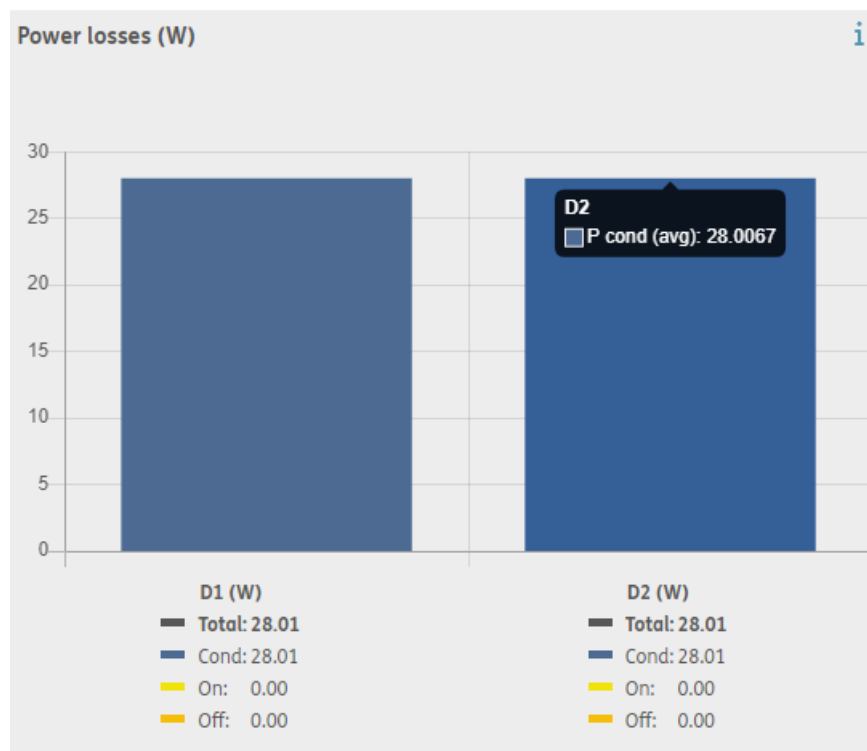


Hình 40.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$

58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



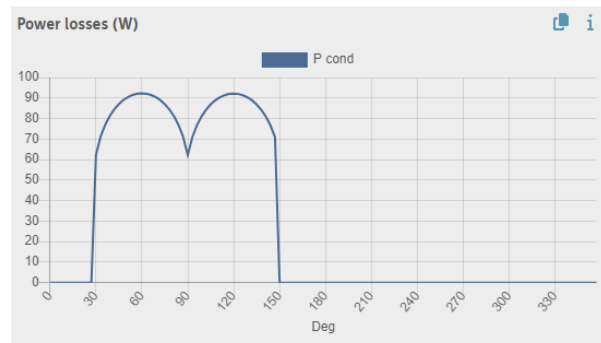
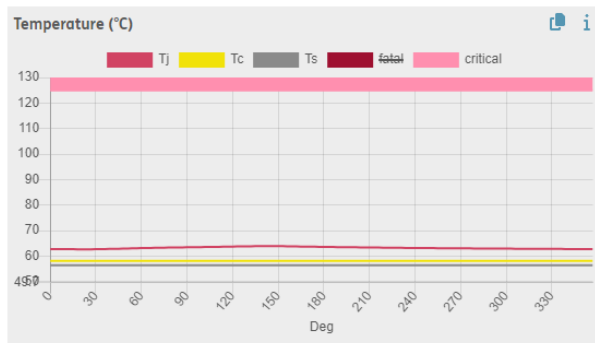
Hình 40.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

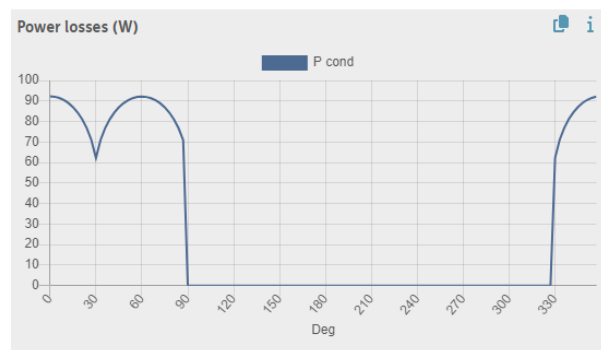
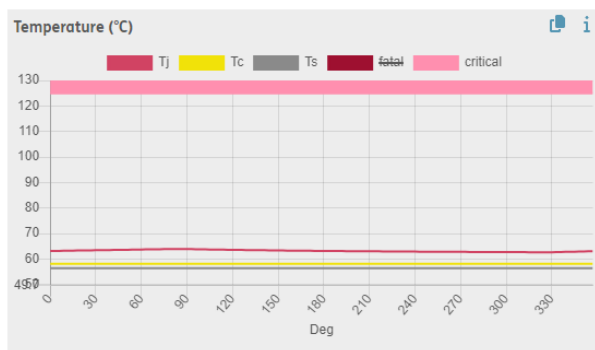
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

#### D1 - (D1/1)

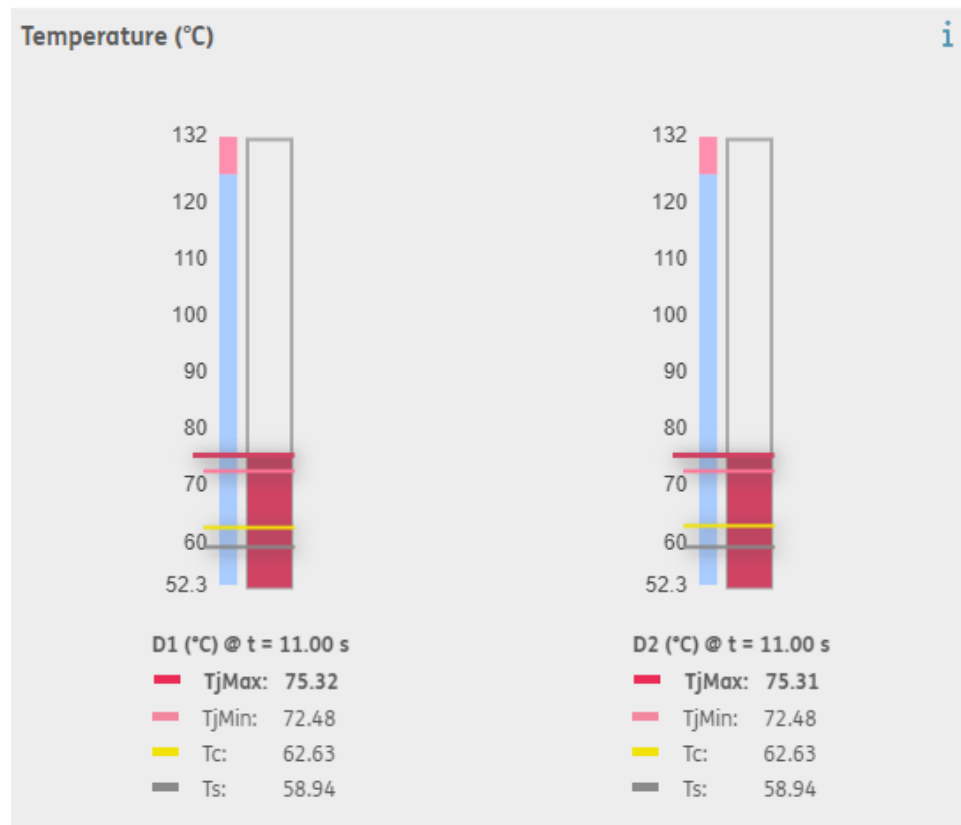


#### D2 - (D2/2)



Hình 40.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

## 40.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 40.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



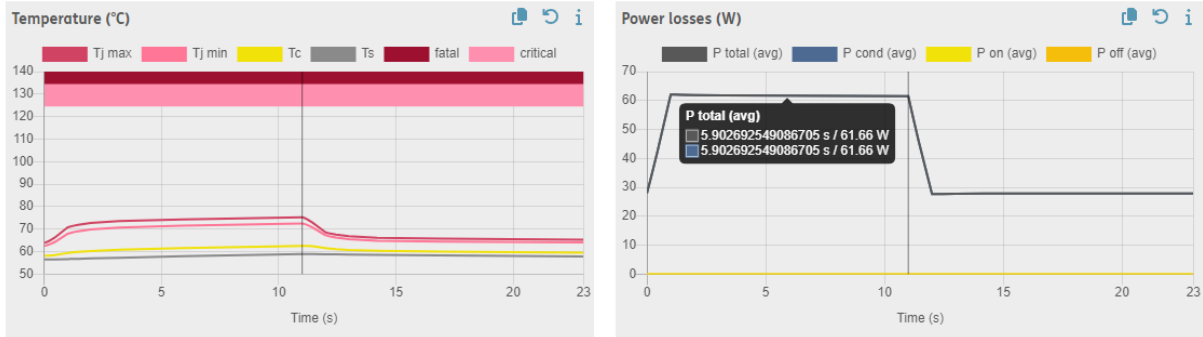
Hình 40.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

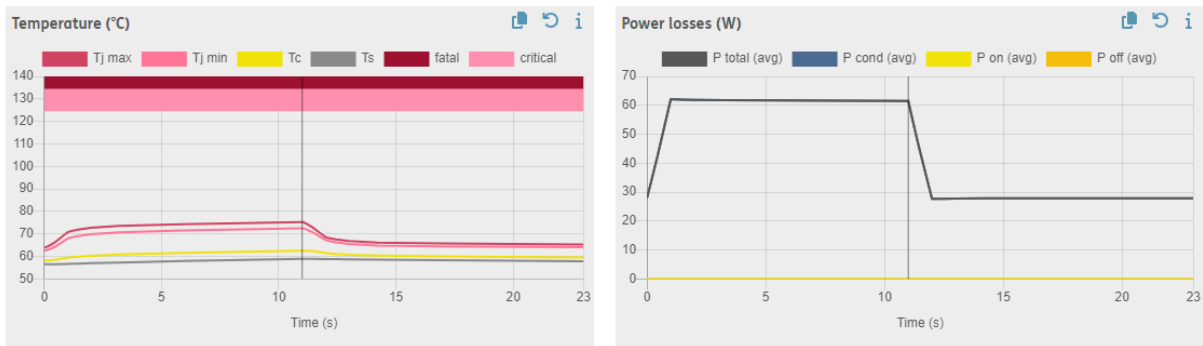
$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$



D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 40.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 41. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 41.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984 \text{ K/W}$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984 \text{ K/W}$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^\circ\text{C/W}$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting


Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5 \text{ }^\circ\text{C/W}.$$

## 41.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

## 41.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					<b>490.64\$</b>

## 42. Phụ lục

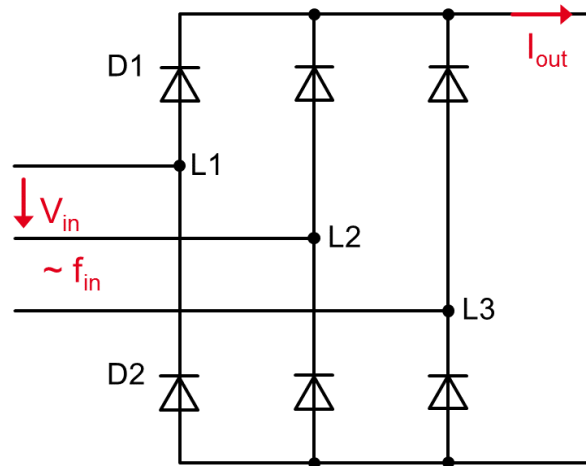
## 43. Yêu cầu số liệu

Cấu hình bộ chỉnh lưu cầu diode (B6U) với các thông số sau:

Cấu hình (tham khảo Semisel)	Áp nguồn	Tần số nguồn [Hz]	Dòng chỉnh lưu [A]	Tỉ số quá tải [%]	Thời gian quá tải [s]
B6U	380	50	100	200	10

## 44. Sơ đồ mô phỏng và kí hiệu

Thực hiện mô phỏng bộ chỉnh lưu trên trang web SEMIKRON DANFOSS ta được cấu hình mạch như sau:



Hình 44.1: Cấu tạo bộ chỉnh lưu B6U

Trong đó:

$V_{in}$  : Trị hiệu dụng áp dây đầu vào (380 V).

$F_{in}$  : Tần số nguồn (50 Hz).

$I_{out}$  : Trị hiệu dụng dòng điện đầu ra (100 A)...

Ở chế độ hoạt động bình thường, ta thiết lập các thông số như sau:

## Nominal load

Input voltage ( $V_{in}$ )	<a href="#">i</a>	Input frequency ( $f_{in}$ )	<a href="#">i</a>
380	Vrms	50	Hz
Output current ( $I_{out\ average}$ )	<a href="#">i</a>	Output current RMS ( $I_{out\ rms}$ )	<a href="#">i</a>
100	A	100	Arms
Current form factor ( $F_i$ )	<a href="#">i</a>	Additional losses per heatsink ( $P_{+HS}$ )	<a href="#">i</a>
1.74		0	W

Hình 44.2: Thông số mạch ở chế độ bình thường

Giả thiết ban đầu chưa có bộ tản nhiệt nên  $P_{+HS} = 0W$ .

Ở chế độ quá tải (over load), ta có thời gian quá tải là 10s và tỉ số quá tải là 200% (200A).

**Overload** [i](#)

Simple overload configuration

Extended overload configuration

Overload current ( $I_{over}$ ) [i](#)

200

A

Overload factor [i](#)

2

Duration ( $t_{over}$ ) [i](#)

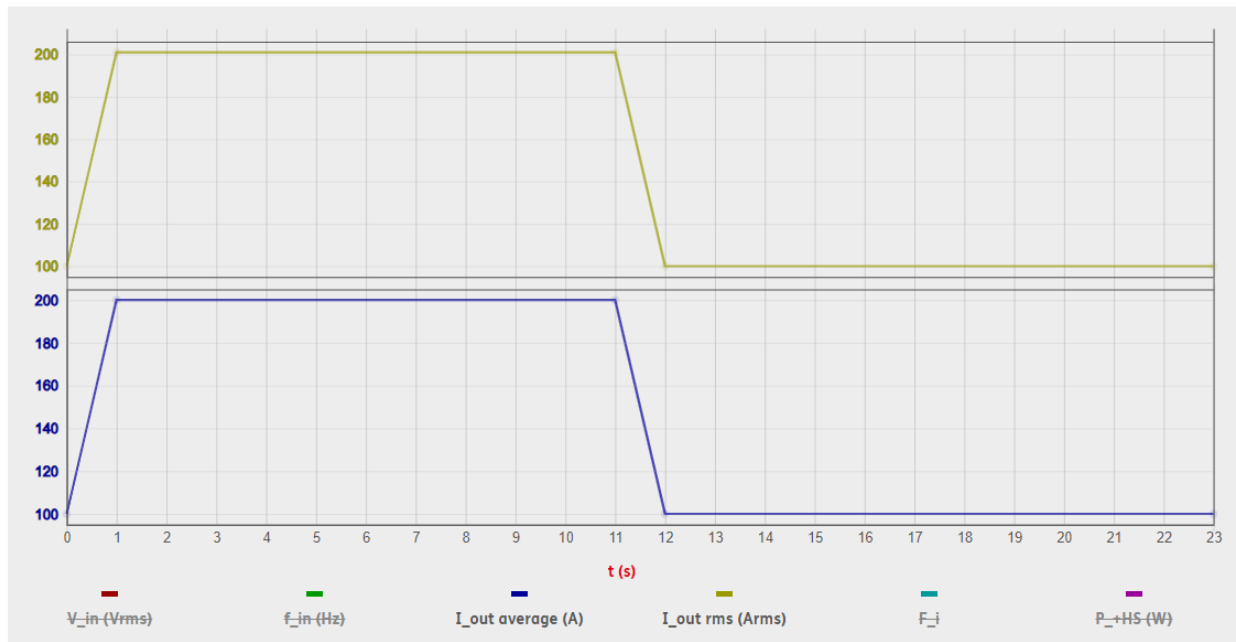
10

s

Hình 44.3: Thông số mạch ở chế độ quá tải

Sau khi hiệu chỉnh thông số ta có đồ thị của dòng điện trung bình và dòng điện hiệu dụng đầu ra của mạch chỉnh lưu như hình sau:

Chart



Hình 44.4: Đồ thị dòng điện đầu ra của bộ chỉnh lưu

## 45. Lựa chọn linh kiện

Danh sách các linh kiện được chọn cho mạch chỉnh lưu:

Product	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FAVI}$ (A)	Topology	Quantity	Housing
SKKD 212/12	1600	212	Half Bridge	3	SEMIPACK 2

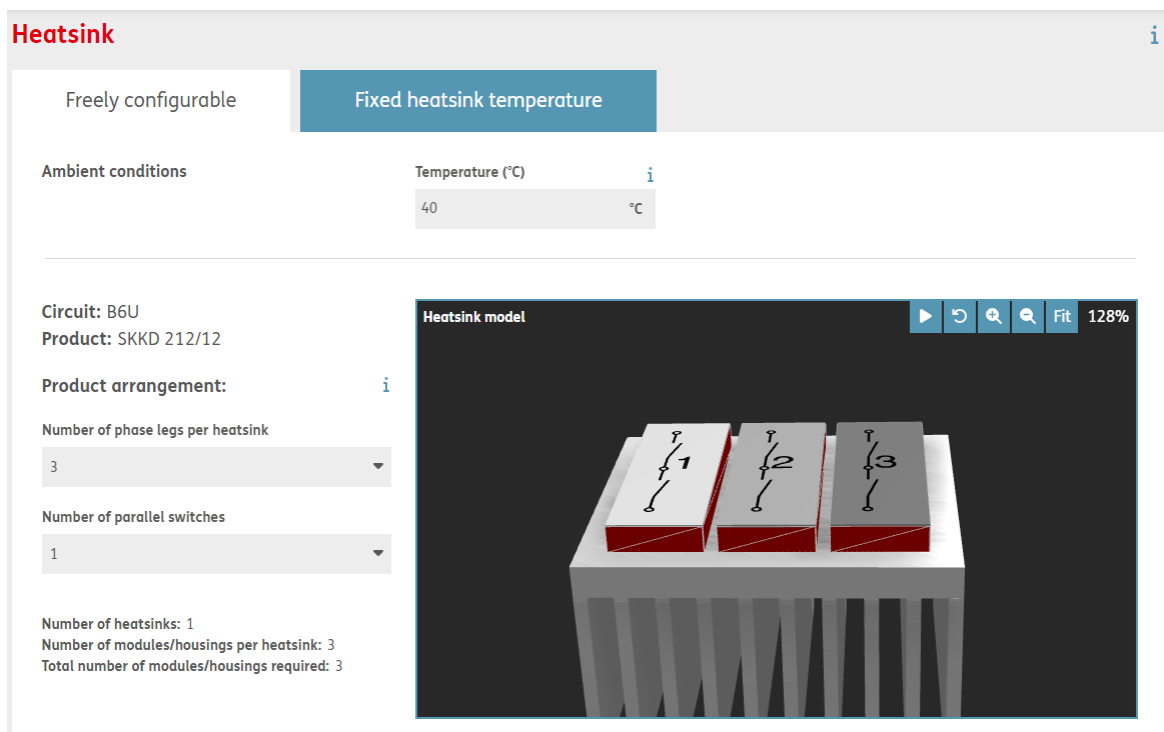
Chọn module chỉnh lưu SEMIKRON SKKD 212/12 vì có đặc tính dòng và áp phù hợp với mạch ứng dụng, được Semikron gợi ý.

Mfr. Part #: SKKD 212/12 / RS Stock #: 70252796

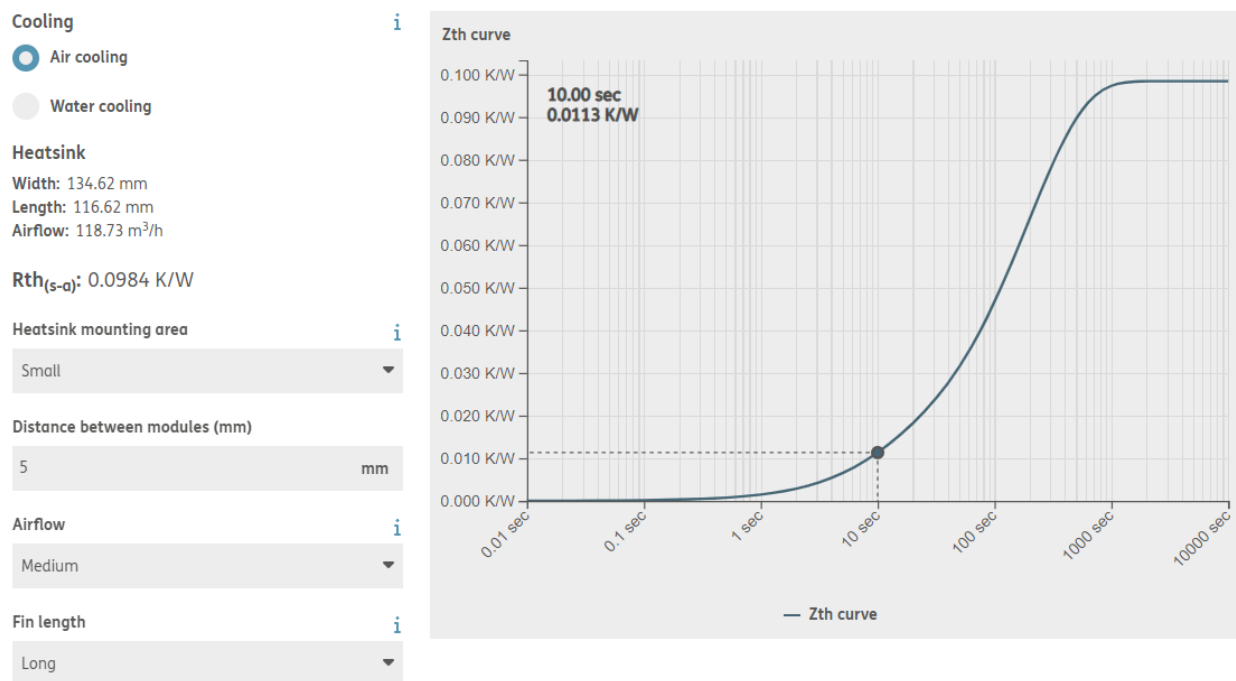


Hình 45.1: Ngoại quan linh kiện SEMIKRON SKKD 212/12

Đặt giả thiết ban đầu là bộ chỉnh lưu hoạt động ở nhiệt độ môi trường 40 độ C, ta sử dụng 1 tản nhiệt (heatsink) gắn được 3 module diode chỉnh lưu. Mô hình có dạng như sau:



Hình 45.2: Mô hình 3 module diode và 1 heatsink



Hình 45.3: Điều kiện hoạt động của bộ tản nhiệt

Sử dụng loại tản nhiệt bằng không khí: Air cooling, với kích thước tiêu chuẩn. Rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m³/h.

## 46. Đánh giá khả năng tản nhiệt của bộ heatsink

### 46.1. Quá trình quá độ

Bảng hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  theo thời gian trong quá trình quá độ:

Time (s)	0.01	0.1	1	10	100	1000
$Z_{th}$ (K/W)	0	0.0002	0.0015	0.0113	0.0467	0.0973

Ta thấy, trong thời gian quá độ của bộ tản nhiệt, hệ số tản nhiệt  $Z_{th}$  tăng dần và sau khoảng 400s thì hệ số tản nhiệt đạt 90% giá trị khi ở chế độ xác lập.

### 46.2. Chế độ xác lập

Tại chế độ xác lập, hệ số tản nhiệt ổn định ở mức  $R_{th} = 0.0984$  K/W.

Công thức tính nhiệt độ giảm bớt của linh kiện khi gắn thêm heatsink, biết công suất và hệ số tản nhiệt:

$$T = P \times Z_{th} \text{ (độ K)}$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tản bớt tính theo độ K.

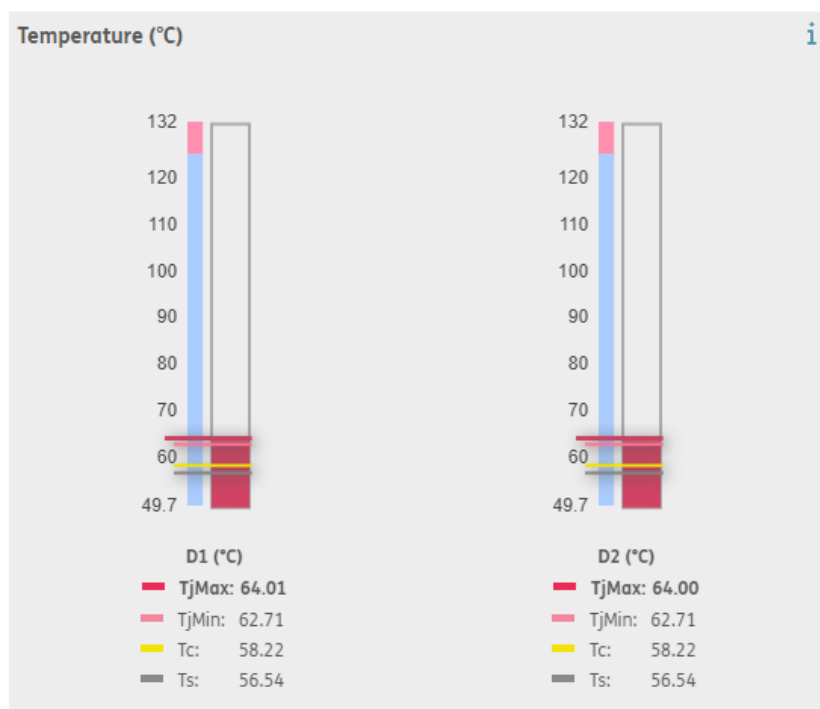
P: Công suất hoạt động của linh kiện.

$Z_{th}$ : hệ số tản nhiệt.

## 47. Mô tả kết quả mô phỏng

### 47.1. Kết quả khi hoạt động bình thường

Tại chế độ làm việc bình thường, mỗi diode dẫn trong 1/3 chu kì điện áp và ta có kết quả mô phỏng như sau:



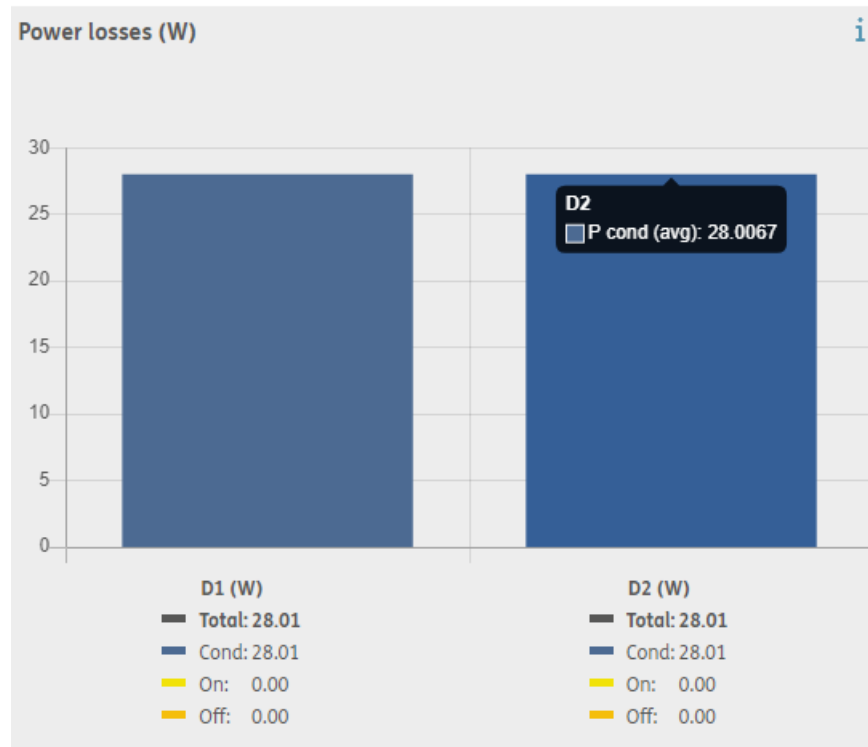
Hình 47.1: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc bình thường

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink theo tiêu chuẩn (rộng 134.6 mm, dài 116.62 mm, tốc độ lưu thông khí là 118.73 m<sup>3</sup>/h) sẽ có nhiệt độ  $T_s = 56.54$  °C. Nhiệt độ của module diode là  $T_c =$



58.22 °C. Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ 62.71 °C đến 64.01 °C. Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là: -40 ... 125 °C.

Tại điểm làm việc đó, diode 1 (D1) đại diện cho 1 diode của nhánh trên của mạch chỉnh lưu; diode 2 (D2) đại diện cho 1 diode thuộc nhánh dưới của mạch chỉnh lưu. Trong một thời điểm thì chỉ có 1 diode của mỗi nhánh dẫn điện. Công suất tiêu hao mô phỏng được là:



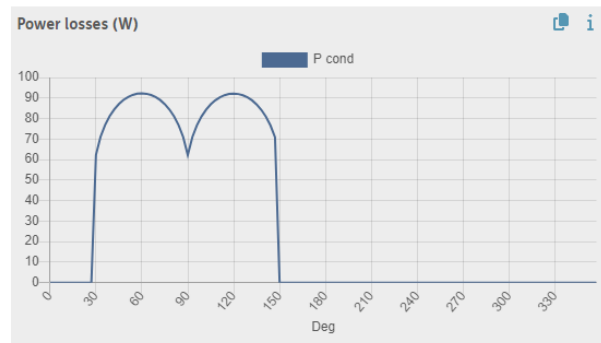
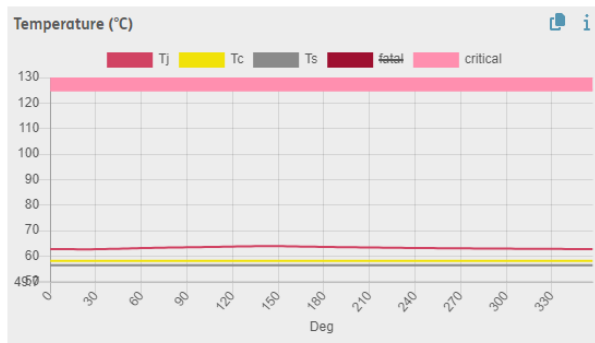
Hình 47.2: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện thường

Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

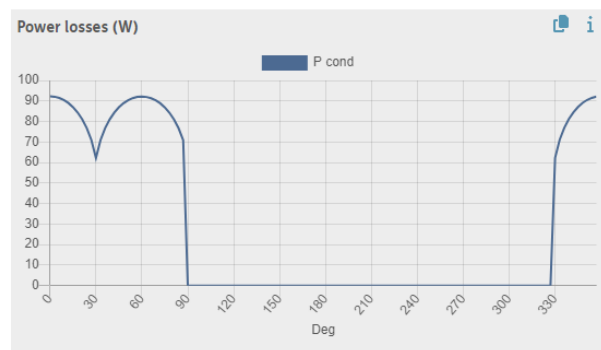
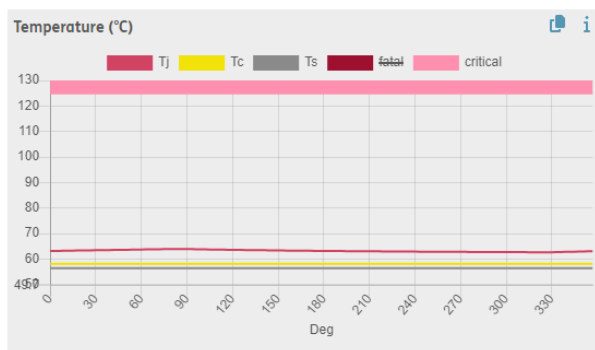
$$\sum P = 28 * 6 = 168W$$

Kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường:

#### D1 - (D1/1)

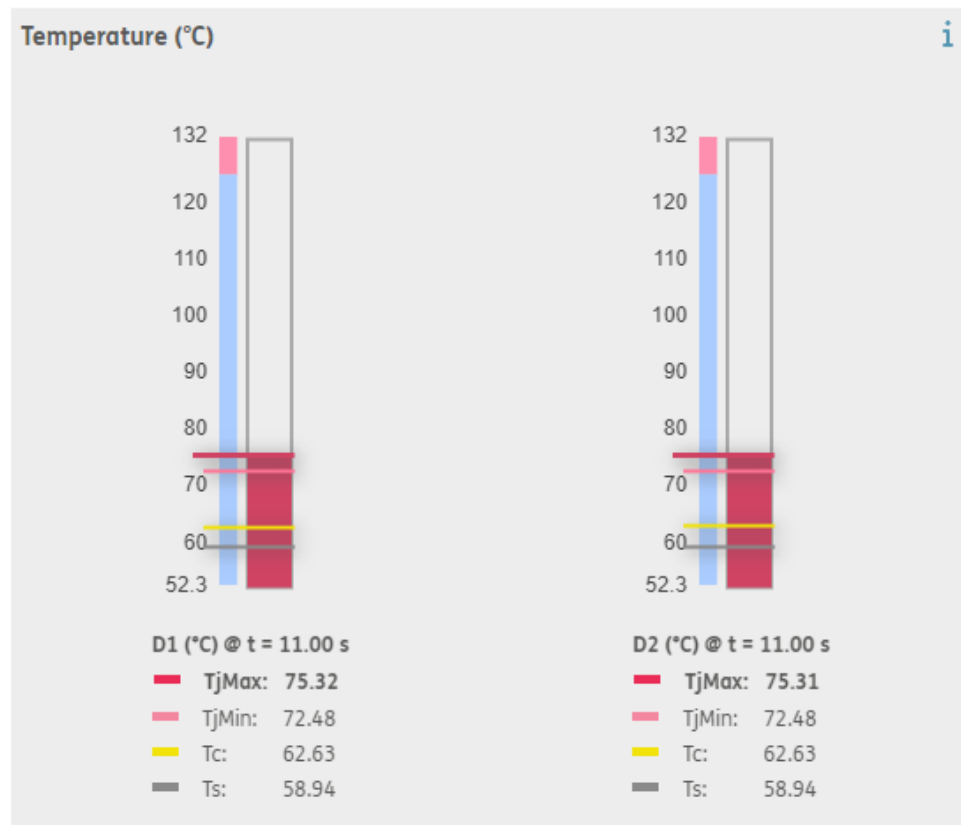


#### D2 - (D2/2)



Hình 47.3: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ bình thường

## 47.2. Kết quả khi hoạt động với chế độ quá tải



Hình 47.4: Mô phỏng nhiệt độ các thiết bị tại điểm làm việc quá tải

Trong đó, nhiệt độ của tấm heatsink là  $T_s = 58.94^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ của module diode là  $T_c = 62.63^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ làm việc của diode nằm phía trong vỏ module là từ  $72.48^{\circ}\text{C}$  đến  $75.32^{\circ}\text{C}$ . Khoảng nhiệt độ này phù hợp với khoảng nhiệt độ làm việc ổn định của diode theo datasheet là:  $-40 \dots 125^{\circ}\text{C}$ .

Công suất tiêu hao mô phỏng được là:

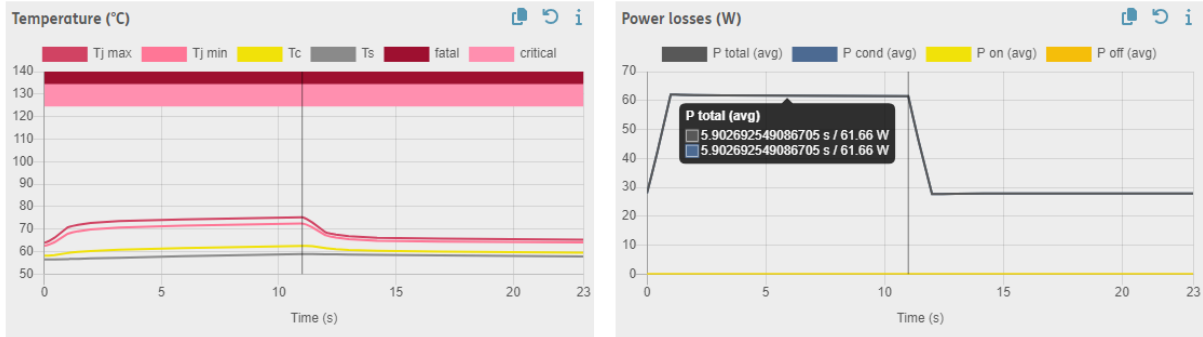


Hình 47.5: Mô phỏng công suất tiêu hao của linh kiện tại điều kiện quá tải

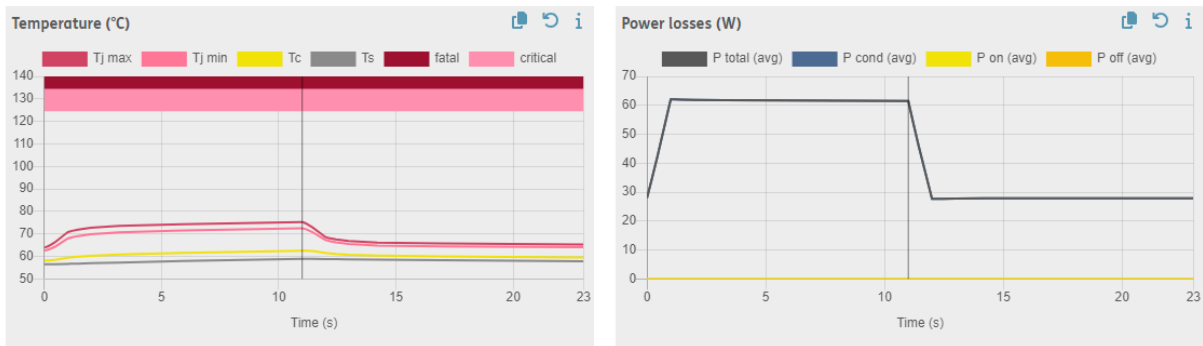
Trung bình mỗi diode tiêu thụ hết công suất 28W. Do đó, tổng công suất hao phí cho bộ chỉnh lưu này hoạt động trong chế độ làm việc bình thường là:

$$\sum P = 61.5 * 6 = 369W$$

D1 (D1/1)



D2 (D2/2)



Hình 47.6: Công suất tiêu hao của thiết bị trong 1 chu kỳ ở chế độ quá tải

## 48. Lựa chọn thiết bị và chi phí

### 48.1. Lựa chọn bộ tản nhiệt (heatsink)

Theo mô phỏng của Semikron, hệ số tản nhiệt tối thiểu của heatsink là  $R_{th} = 0.0984 \text{ K/W}$  với tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Theo đó, ta chọn heatsink có  $R_{th} > 0.0984 \text{ K/W}$ .

**crydom**

**DataSheet** Panel Mount



**HS053**

- $0.5^\circ\text{C/W}$  Thermal resistance
- Suitable for 1, 2 or 3 single or dual SSRs Or one 3 Phase SSR
- Panel mounting


Chọn bộ heatsink HS053 có thể lắp được 3 SSR hoặc 3 Diode với hệ số điện trở nhiệt

$$R_{th} = 0.5 \text{ }^\circ\text{C/W}.$$

## 48.2. Lựa chọn quạt tản nhiệt

Tốc độ lưu thông khí tối thiểu là tốc độ lưu thông khí là  $118.73 \text{ m}^3/\text{h}$ . Do đó ta chọn quạt hút Axial Fans SKF 3-230-01 với lưu lượng hút là  $159\text{-}190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### Axial Fans

Types	Ident No.		f Hz	V <sub>1</sub> V	Max volume m <sup>3</sup> /h	P W	T <sub>amb</sub> max °C	Weight kg	Noise dB
SKF 3-230-01	30031061		50 / 60	230	159 / 190	15 / 14	70	0,55	37 / 41
SKF 3-115-01	30031110		50 / 60	115	160 / 190	15,5 / 14,5	70	0,55	37 / 41
SKF 3-24c-01	VE001030		DC	24	185	7,5	70	0,26	43
SKF 8-230-01	30145431		50	230	325	45	50	1,1	48
SKF 9-230-01	30142395		50	230	375	24	70	1	54

## 48.3. Bảng giá của bộ chỉnh lưu

STT	Mã kinh kiện	Tên linh kiện	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	SKKD 212/12	Power Diode 1200V, 212A	93.76\$	3	281.28\$
2	SKF 3-230-01	Axial Fans	42.51\$	1	42.51\$
3	HS053	Panel Mount, 0.5C/W Heatsink	166.85\$	1	166.85\$
Tổng					490.64\$

## 49. Phụ lục