Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Eletrônica de Potência

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Prof. Clovis Antonio Petry.

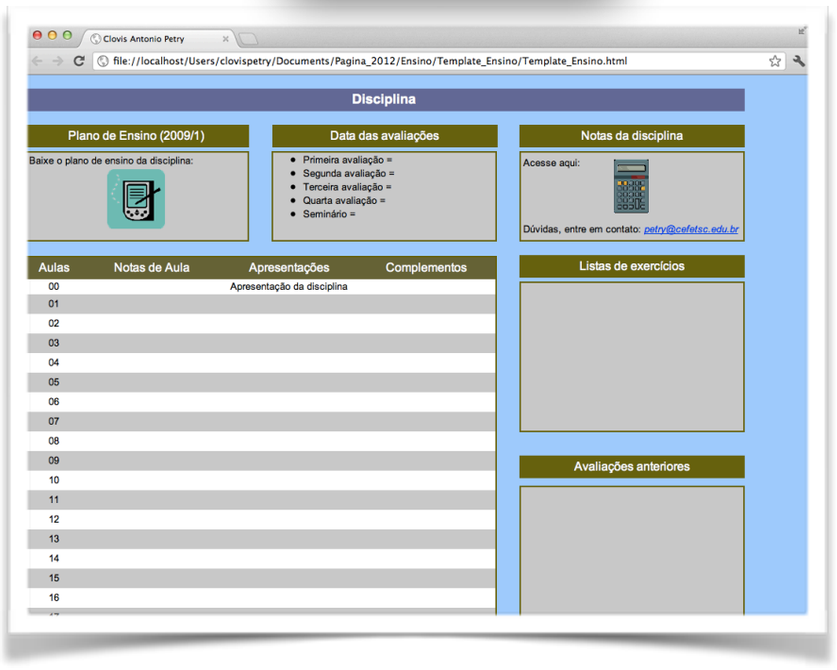
Florianópolis, fevereiro de 2015.

Biografia para Esta Aula

Capítulos 2, 3 e 4:

- Semicondutores de potência.

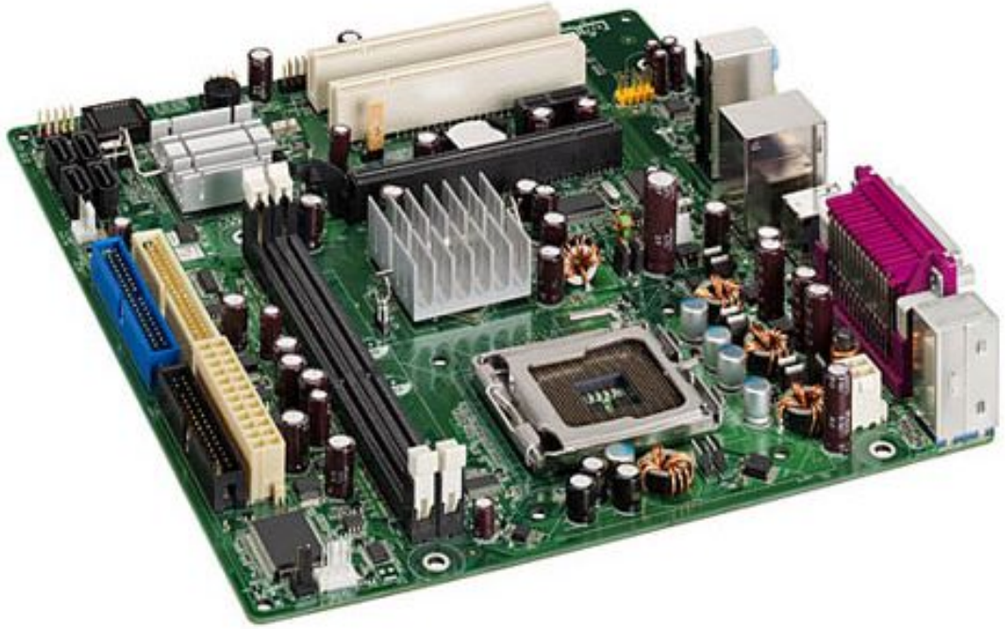
www.ProfessorPetry.com.br



Nesta Aula

Semicondutores de potência:

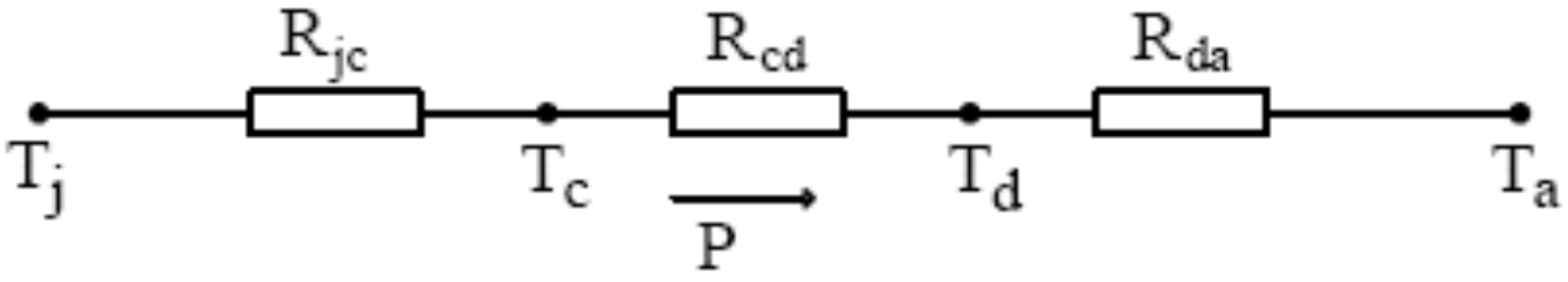
- Introdução;
- Cálculo térmico;
- Exemplos de dimensionamento e especificação.



Cálculo Térmico

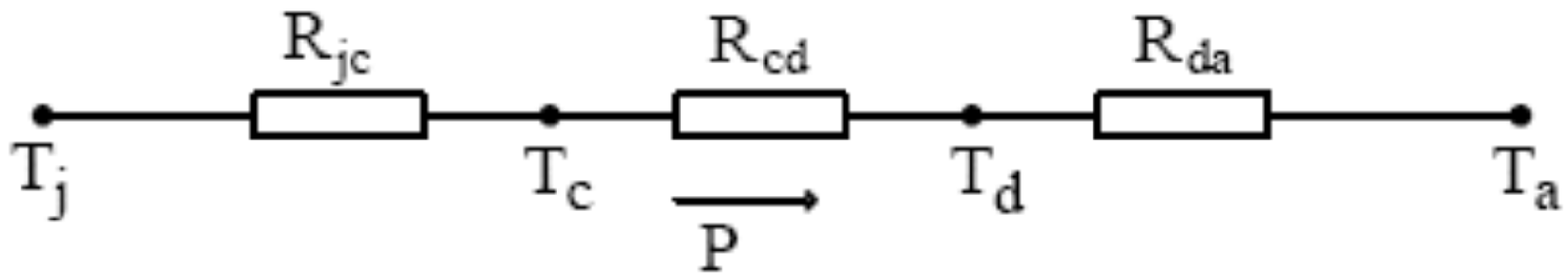
Cálculo térmico:

- Objetivo de verificar a necessidade de uso de dissipador de calor ou não.
- Modelo térmico:



- T_j = temperatura na junção (°C);
- T_c = temperatura na cápsula (°C);
- T_d = temperatura no dissipador (°C);
- T_a = temperatura ambiente (°C);
- R_{jc} = resistência térmica entre junção e cápsula (°C/W);
- R_{cd} = resistência térmica entre cápsula e dissipador (°C/W);
- R_{da} = resistência térmica entre dissipador e ambiente (°C/W);
- P = potência dissipada no componente (W).

Cálculo Térmico



$$R_{ja} = R_{jc} + R_{cd} + R_{da}$$

$$T_j - T_a = R_{ja} \cdot P \quad \Rightarrow \quad R_{ja} = \frac{T_j - T_a}{P}$$

$$R_{da} = R_{ja} - R_{jc} - R_{cd}$$

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Cálculo Térmico

Wolfram CDF Player

Cálculo Térmico

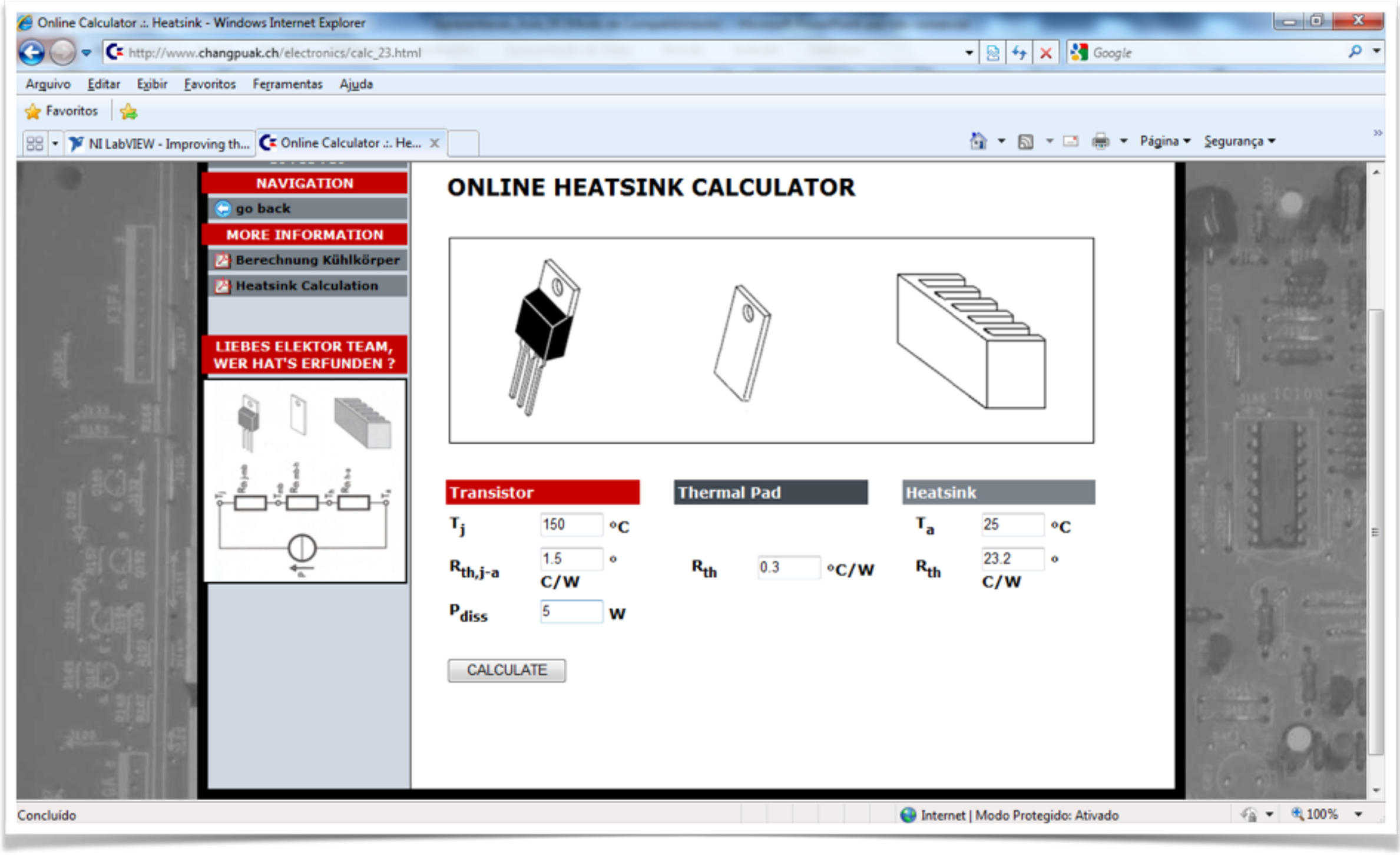
Exemplo:

- Determinar o dissipador necessário:
  - Diodo MSR1560-D;
  - Corrente média = eficaz = 10 A;
  - Temperatura ambiente de 35 °C;
  - Considerar R_{cd} = 1 °C/W;
  - Considerar apenas as perdas por condução.

http://www.hsdissipadores.com.br/catalogo.pdf

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

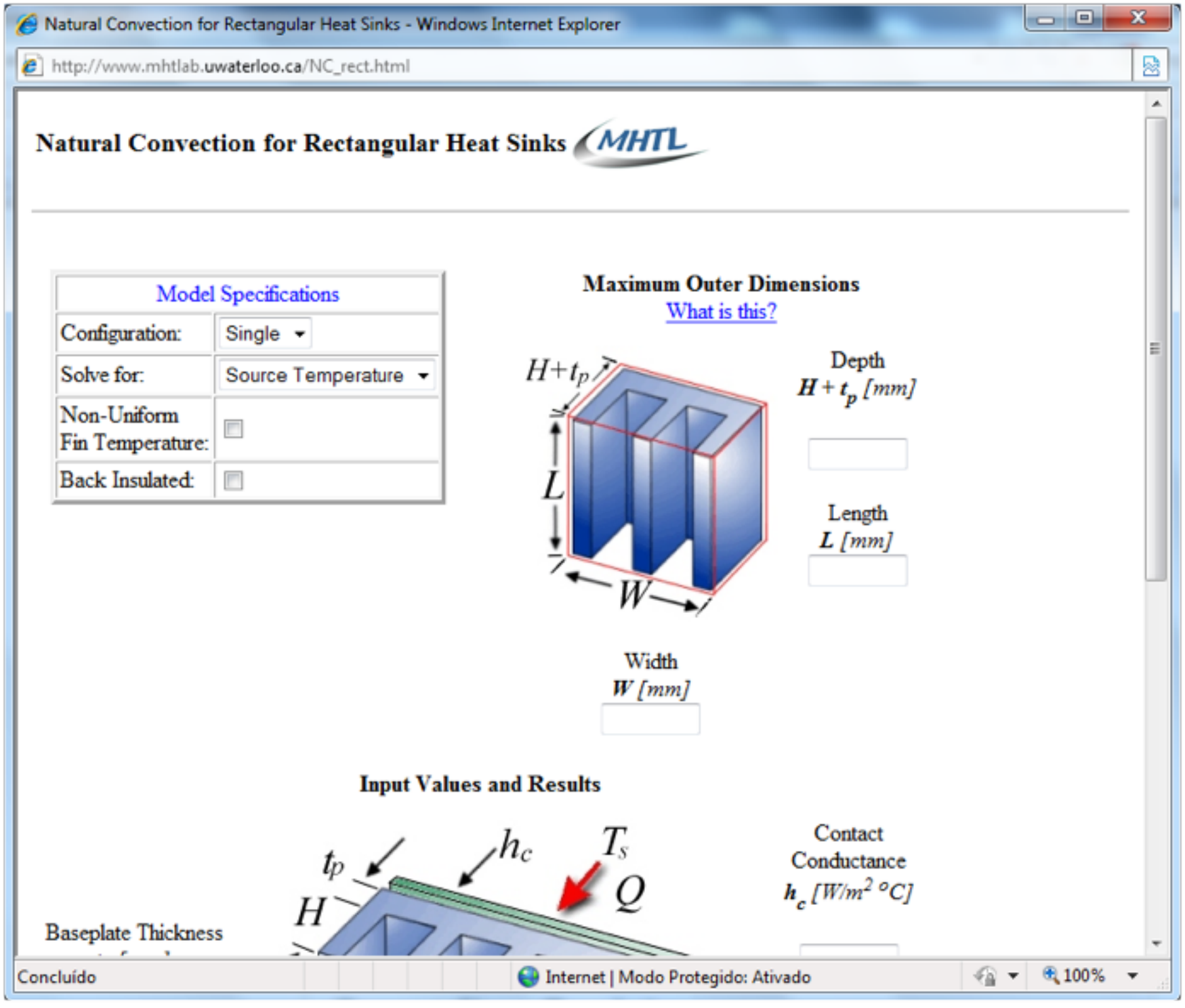
Cálculo Térmico



http://www.changpuak.ch/electronics/calc_23.html

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Cálculo Térmico

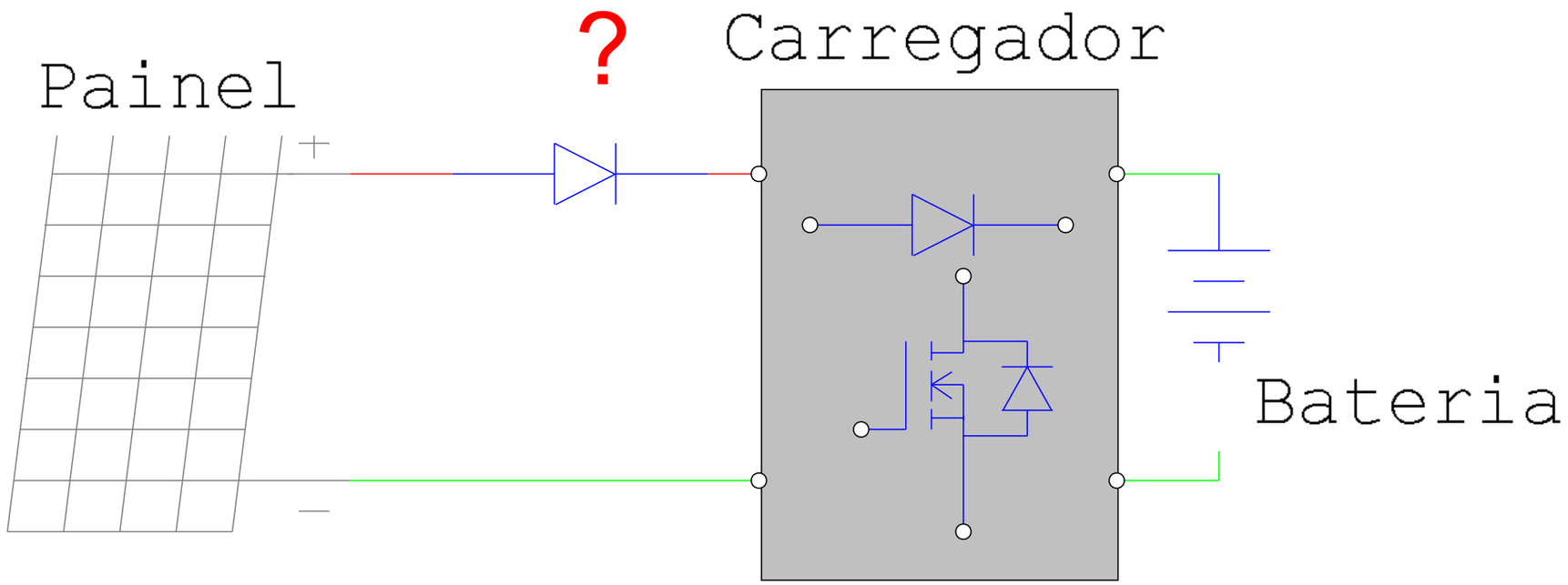


http://www.mhtlab.uwaterloo.ca/NC_rect.html

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 1:

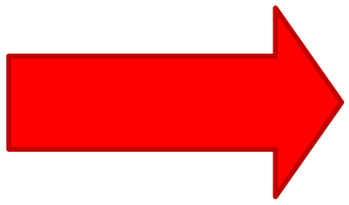
- Considerando o circuito abaixo:
  - Tensão máxima fornecida pelo painel = 18 V;
  - Corrente máxima fornecida pelo painel = 200 mA;
  - Número de horas em média de insolação = 6 h.



Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 1:

- Especificando o diodo:
  - Tensão máxima = 18·1,5 > 30 V;
  - Corrente máxima = 200 · 2 > 500 mA;
  - Corrente média = 200 · 1,2 > 250 mA;
  - Diodo lento, para corrente contínua.



Diodes (1822)

ESD Protection Diodes & Arrays (129)

Schottky Diodes & Rectifiers (374)

Small Signal Switching Diodes (112)

Transient Voltage Suppressors (TVS) (521)

Tuning Diodes (7)

Zener Diodes (679)

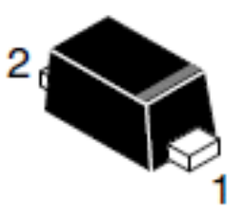
Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 1:

- Escolhendo o diodo:

Select	Product	Data Sheet	Pb-free	Status	Description	V_{RRM} Min (V) 30	V_F Max (V)	I_{RM} Max (uA)	$I_{O(rec)}$ Max (A) 0,5	I_{FSM} Max (A)	t_{rr} Max (ns)	C_j Max (pF)	Package	Price
☐	MBR0530T1			Active	0.5 A, 30 V Schottky Rectifier	30	0.43	130	0.5	5.5			SOD-123 2 LEAD	$0.1267
☐	MBR0530T1G		Pb	Active	0.5 A, 30 V Schottky Rectifier	30	0.43	130	0.5	5.5			SOD-123 2 LEAD	$0.1175
☐	MBR0530T3G		Pb	Active	0.5 A, 30 V Schottky Rectifier	30	0.43	130	0.5	5.5			SOD-123 2 LEAD	$0.1175
☐	NSR0530P2T5G		Pb	Active	30V 0.5A low VF SOD-923 Schottky Diode	30	0.46	200	0.5				SOD-923, 0.40 Max Height	$0.064

www.onsemi.com



Features

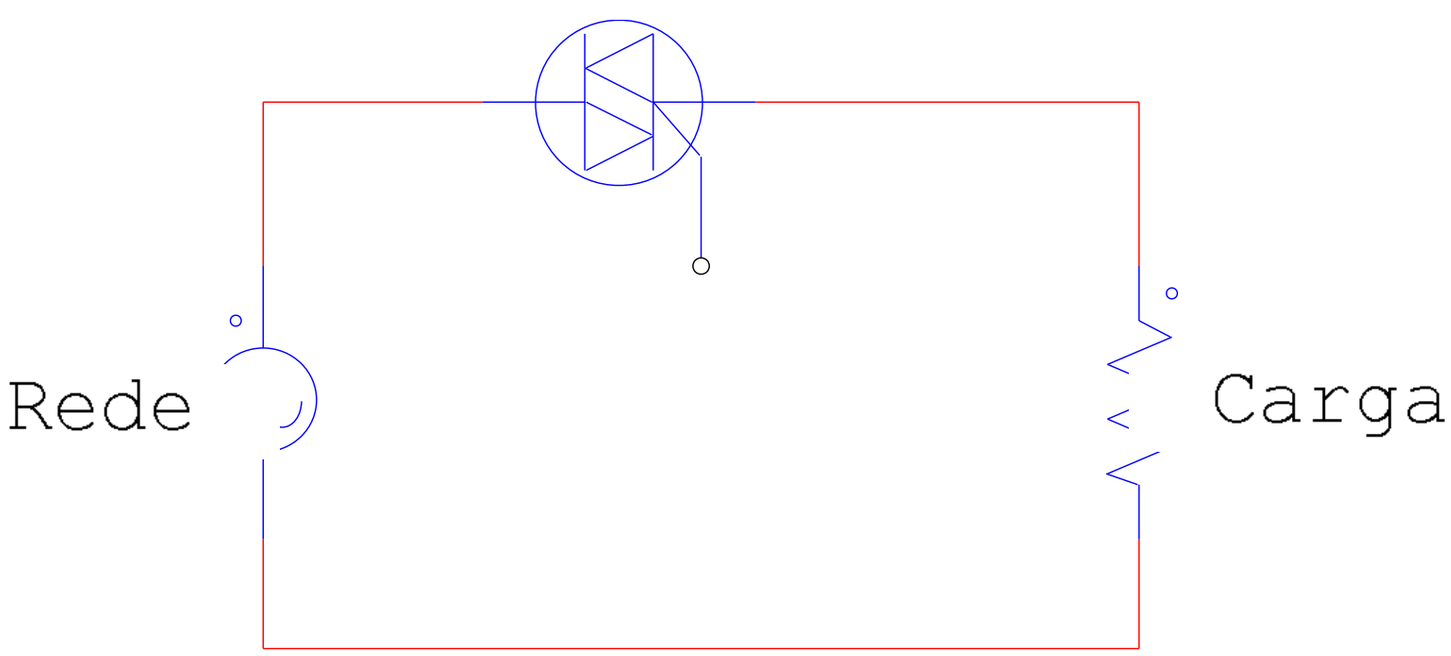
- Very Low Forward Voltage Drop – 370 mV @ 100 mA
- Low Reverse Current – 1.4 μA @ 10 V VR
- 500 mA of Continuous Forward Current
- Power Dissipation of 190 mW with Minimum Trace
- Very High Switching Speed
- Low Capacitance – CT = 10 pF
- This is a Pb–Free Device

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

- Considerando o circuito abaixo:
  - Tensão da rede 220 V ± 20%;
  - Carga (chuveiro) de 6800 W;
  - Pior caso = tiristor conduzindo o tempo todo.

?



Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

- Especificando o tiristor:
  - Tensão máxima = [(220+20%) ·1,41] ·1,2 > 500 V;
  - Corrente máxima = [(6800/220) ·1,41] ·1,2 > 53 A;
  - Corrente eficaz = (6800/220) · 1,2 > 37 A;
  - Tiristor lento, para 60 Hz.

Thyristors (456)

Programmable Unijunction Transistors (PUTs) (12)

SIDACs (11)

Silicon Controlled Rectifiers (SCRs) (163)

Thyristor Surge Protection Devices (TSPDs) (93)

Triacs (177)

Não atende!!

www.onsemi.com

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

- Especificando o tiristor:
  - Tensão máxima = [(220+20%) ·1,41] ·1,2 > 500 V;
  - Corrente máxima = [(6800/220) ·1,41] ·1,2 > 53 A;
  - Corrente eficaz = (6800/220) · 1,2 > 37 A;
  - Tiristor lento, para 60 Hz.

Thyristors & ACSwitches Families

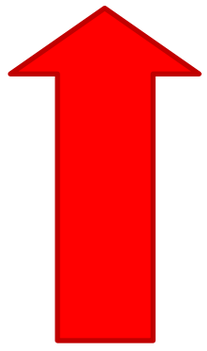
SCR
- Sensitive Gate SCRs
- Standard SCRs
- Voltage Switches

Triac
- Snubberless High Tj Triacs
- Standard and Snubberless Triacs

Diac
- Diacs

AC Switches
- AC Switch

ASD Thyristor
- Ignitors Industrial
- Ignitors Lighting
- Power Control

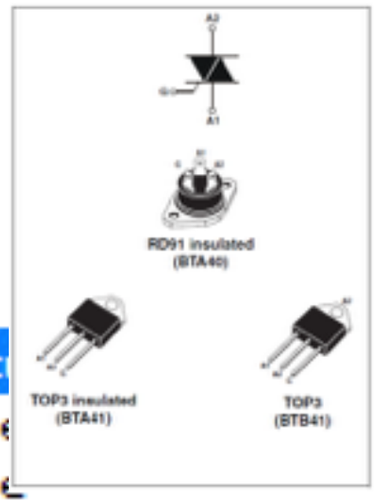


www.st.com

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

- Escolhendo o tiristor:



Generic Part Number	Orderable Part Number			Stat
BTA40	Purchase		BTA40-600B	Active
	Purchase		BTA40-800B	Active
BTA41	Purchase		BTA41-600BRG	Active
	Purchase	Samples	BTA41-800BRG	Active
BTB41	Purchase		BTB41-800BRG	Active
	Purchase	Samples	BTB41-600BRG	Active

Symbol	Parameter	BTA40(1)	BTA41(1)	BTB41	Unit
$I_{T(RMS)}$	On-state rms current	40	41	41	A
V_{DRM}/V_{RRM}	Repetitive peak off-state voltage	600 and 800	600 and 800	600 and 800	V
I_{GT}	Triggering gate current	50	50	50	mA

www.st.com

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

- Projetando o dissipador para o tiristor:

Symbol	Test conditions		Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	RD91 (insulated) / TOP3 insulated	0.9	°C/W
		TOP3	0.6	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	TOP3 / TOP3 insulated	50	°C/W

T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C
R_d (2)	Dynamic resistance	T_j = 125 °C	MAX.	10	mΩ

$$P = R \cdot I^2 = 10 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{6800}{220} \right)^2 = 9{,}55W$$

$$R_{ja} = \frac{T_j - T_a}{P} = \frac{125 - 40}{9{,}55} = 8{,}9\,^oC/W$$

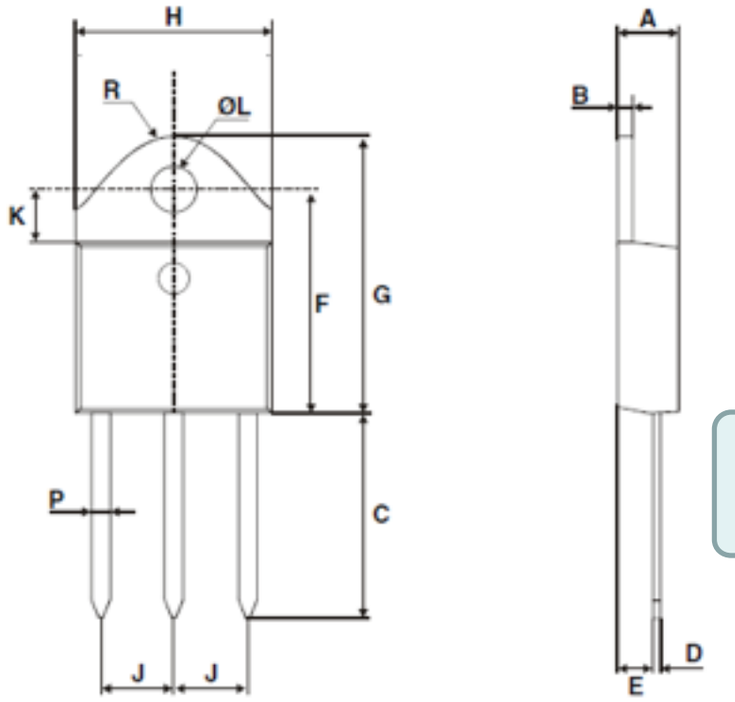
$$R_{da} = R_{ja} - R_{jc} - R_{cd}$$

$$R_{da} = 8{,}9 - 0{,}6 - 1 = 7{,}3\,^oC/W$$

Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

- Escolhendo o dissipador:



Ref.	Dimensions			
	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	4.4	4.6	0.173	0.181
B	1.45	1.55	0.057	0.061
C	14.35	15.60	0.565	0.614
D	0.5	0.7	0.020	0.028
E	2.7	2.9	0.106	0.114
F	15.8	16.5	0.622	0.650
G	20.4	21.1	0.815	0.831
H	15.1	15.5	0.594	0.610
J	5.4	5.65	0.213	0.222
K	3.4	3.65	0.134	0.144
ØL	4.08	4.17	0.161	0.164
P	1.20	1.40	0.047	0.055
R	4.60 typ.		0.181 typ.	

http://www.hsdissipadores.com.br/catalogo.pdf

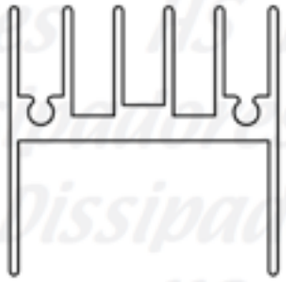
Dimensionamento e Especificação de Semicondutores

Exemplo 2:

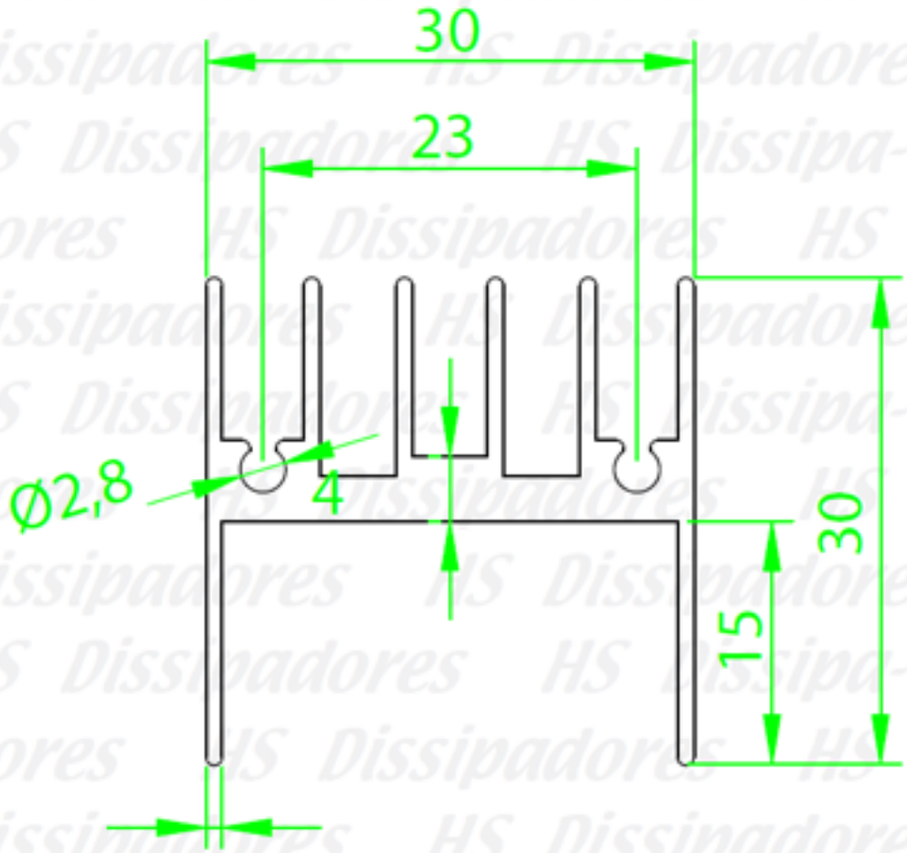
- Escolhendo o dissipador:

Código : HS 3030

Dimensões aproximadas: 30 x 30 mm
Perímetro: 270 mm
Resistência Térmica: 5,72 °C / W / 4"



ESCALA 1:1



Fator de correção = 7,3/5,72 = 1,276

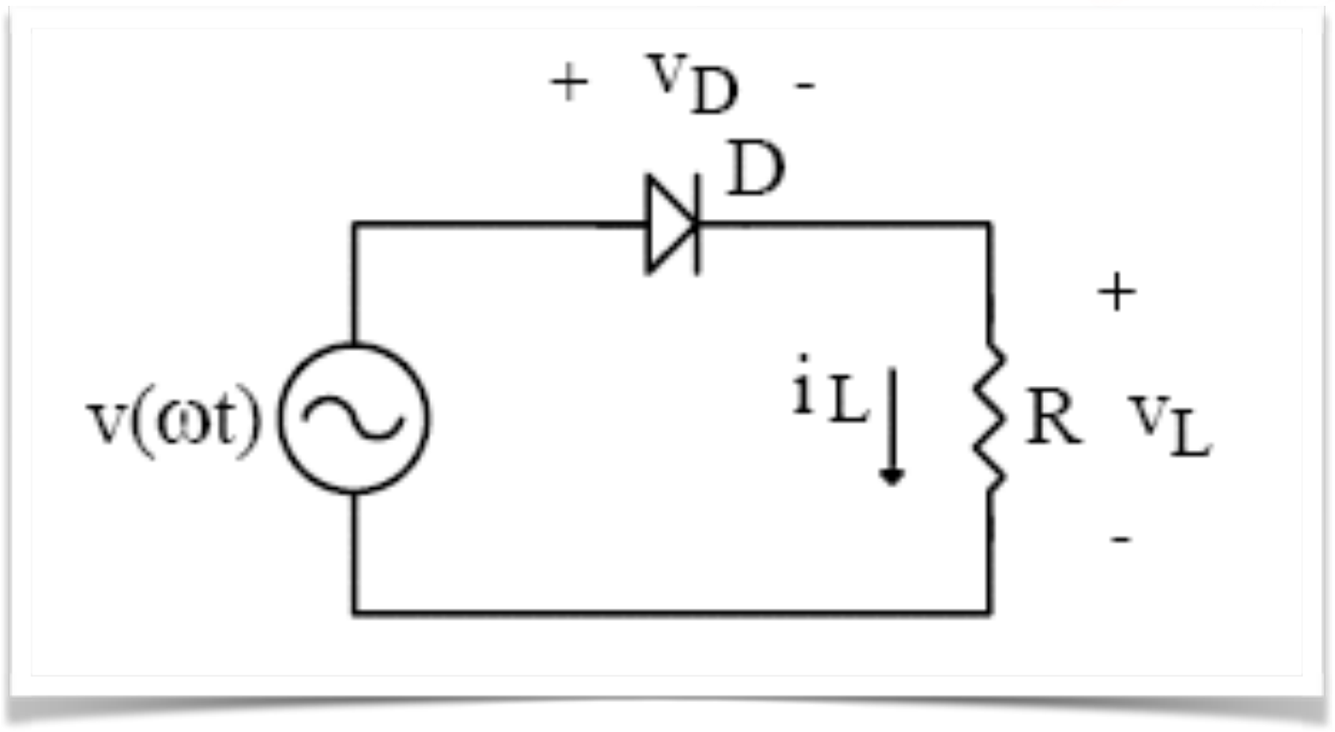
comprimento	fator de correção
10 mm	3,05
20 mm	2,21
30 mm	1,82
40 mm	1,59
50 mm	1,43
70 mm	1,22
100 mm	1,04

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Próxima Aula

Retificadores monofásicos:

- Carga resistiva.



www.ProfessorPetry.com.br