

Comportamento Térmico dos Semicondutores de Potência

Material Formatado por Anderson Soares

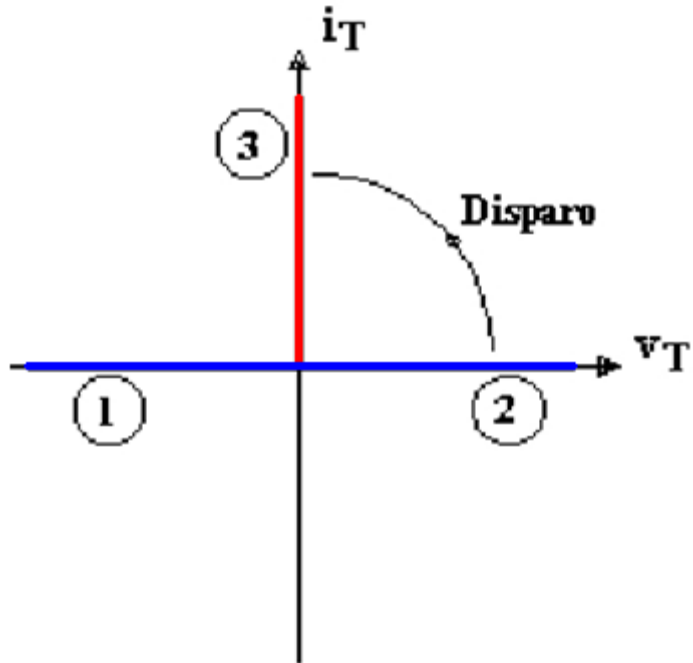
Fonte: “Eletrônica de Potência”

Prof. Dr. Ing Ivo Barbi

Prof. Dr. Carlos Alberto Canesin

Tiristor Ideal

Característica $V \times I$

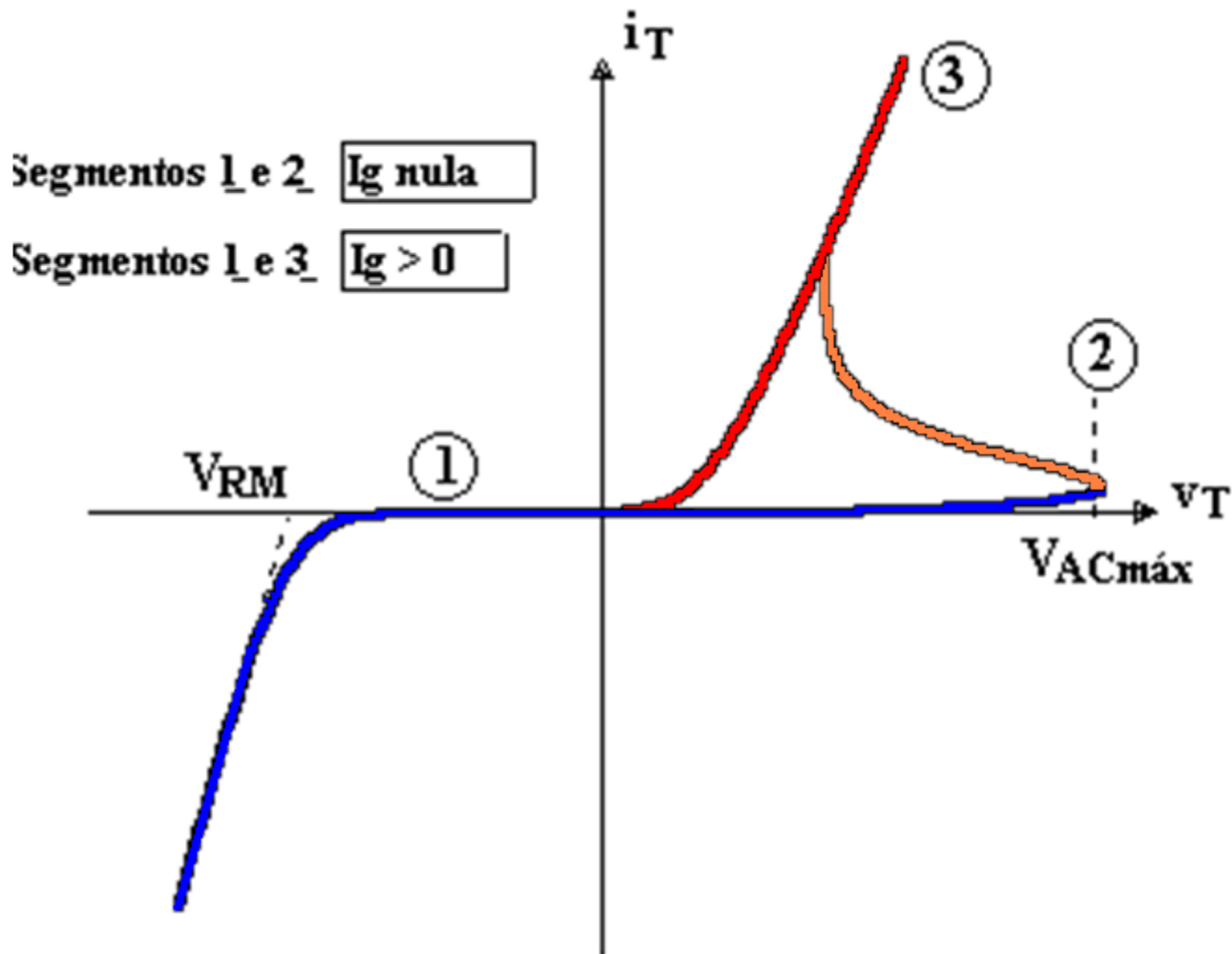


$V_{AK} < 0$ ou > 0 e $I_G = 0$ Representado pelos segmentos 1 e 2.
(*Bloqueio de tensões Positivas e Negativas*)

$V_{AK} > 0$ e $I_G > 0$
Representado pelo segmento 3.
(*Condução*)

$V_{AK} < 0$ e $I_G > 0$
Representado pelo segmento 1.
(*Bloqueio de tensões Negativas*) **Com: $I_G > 0$** Característica de Diodo ideal.

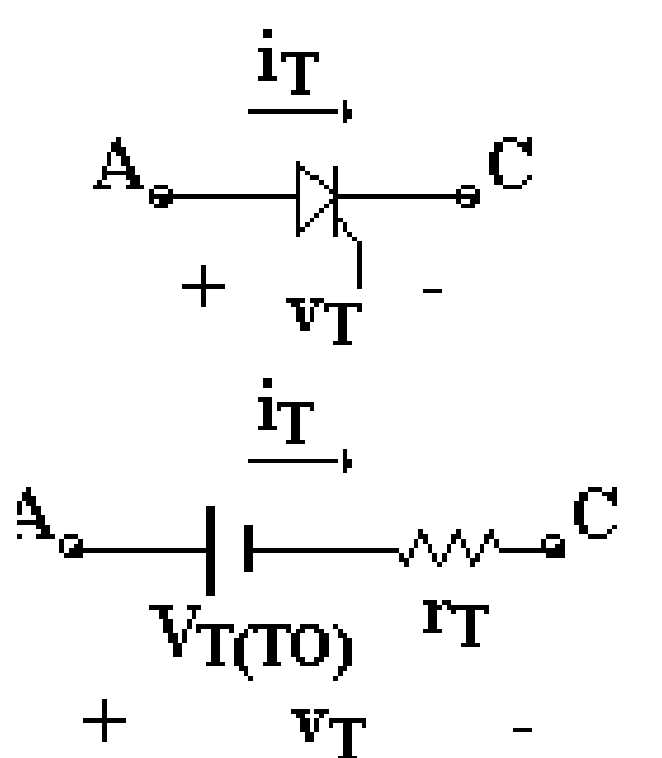
Tiristor Real



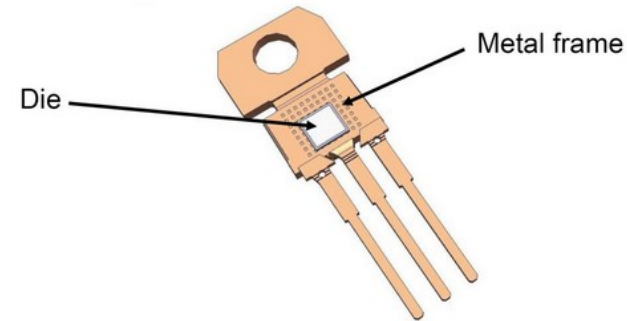
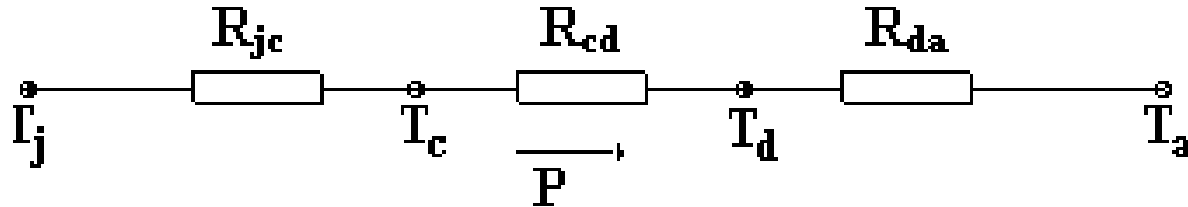
Tensões máximas de bloqueio, tanto direta quanto inversa, são limitadas.

Tiristor Real

Em condução ele é representado por uma força eletromotriz V_{T0} associada em série com uma resistência r_T .



Cálculo Térmico em Regime Permanente



Onde:

T_j - temperatura da junção ($^{\circ}\text{C}$);

T_c - temperatura da cápsula ($^{\circ}\text{C}$);

T_d - temperatura do dissipador ($^{\circ}\text{C}$);

T_a - temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$);

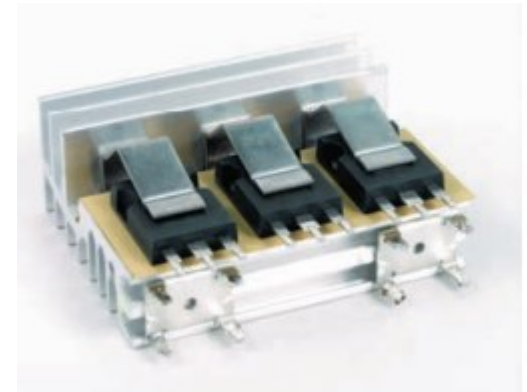
P - Potência térmica, circula no componente e é transferida ao ambiente (W);

R_{jc} - resistência térmica junção-cápsula ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$);

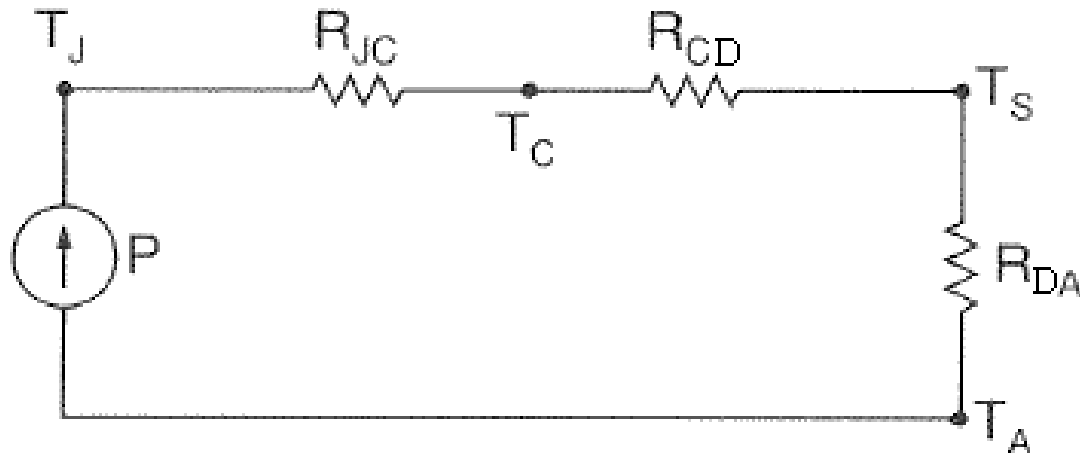
R_{cd} - resistência térmica cápsula-dissipador ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$);

R_{da} - resistência térmica dissipador-ambiente ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$),

R_{ja} - resistência térmica junção-ambiente ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$).



Cálculo Térmico em Regime Permanente – Diodos e Tiristores

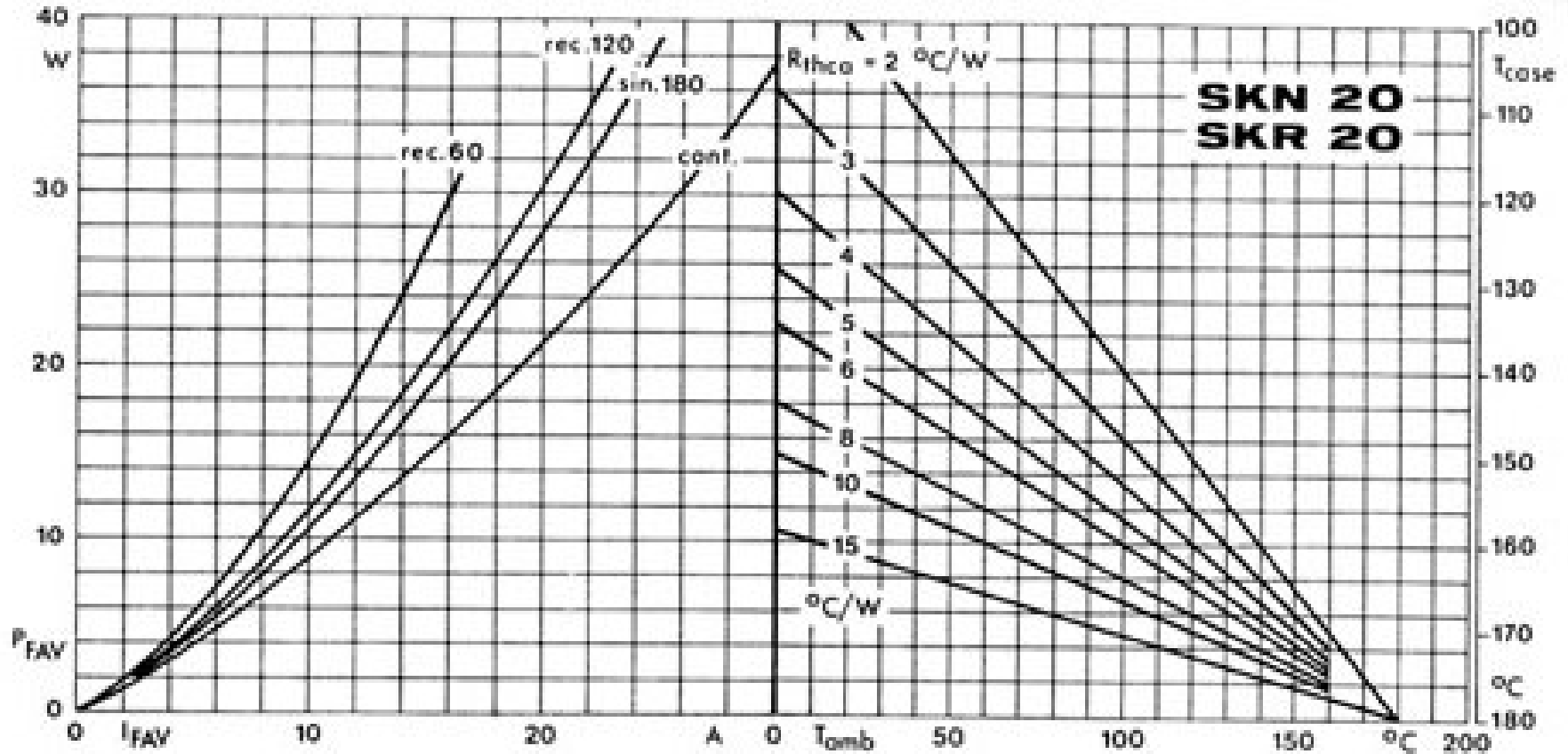


$$R_{ja} = R_{jc} + R_{cd} + R_{da}$$

$$T_j - T_a = R_{ja} P$$

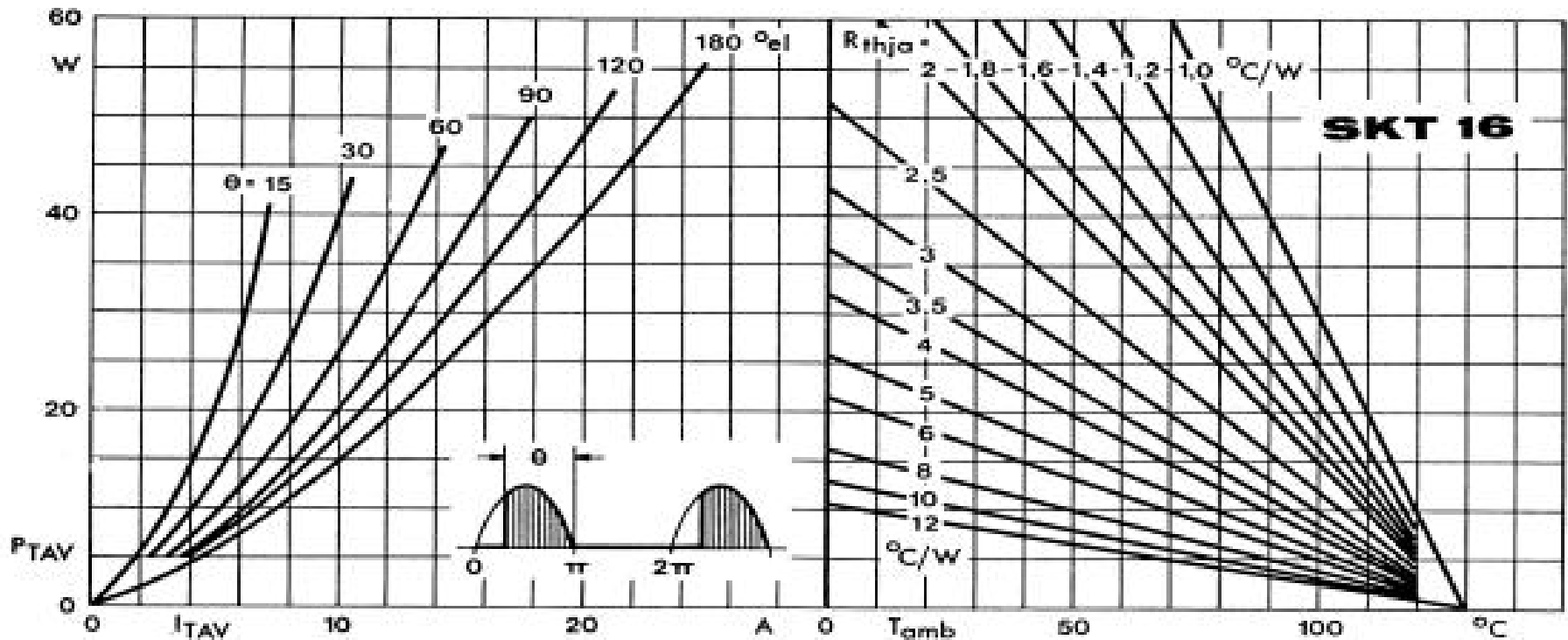
$$\Delta T = P (R_{jc} + R_{cd} + R_{da})$$

Cálculo Térmico em Regime Permanente - Diodos



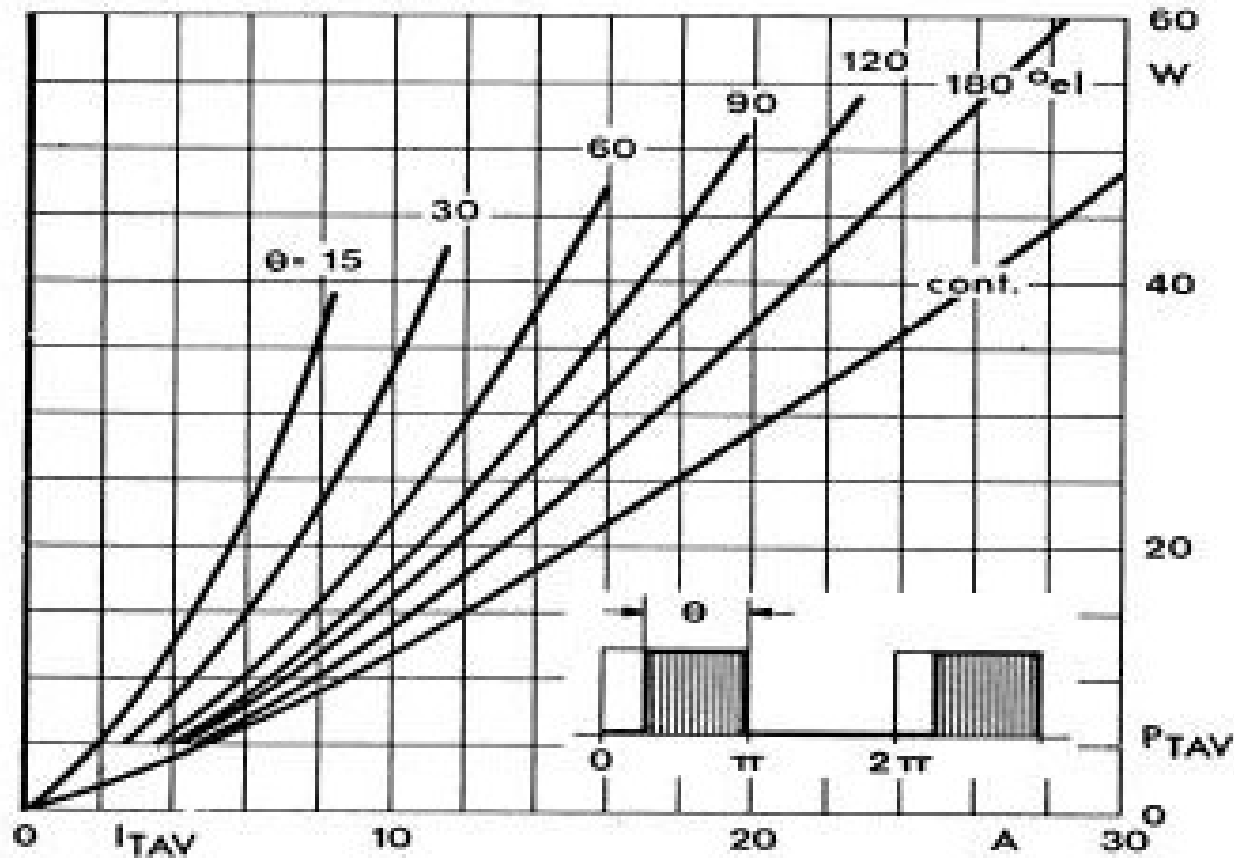
- a) Potência dissipada P_{Fmed} em função da corrente direta média I_{med} , para corrente contínua pura (cont.), para meia-onda senoidal (sin.180) e para ondas retangulares (rec.60) e (rec.120);
- b) Temperatura da cápsula T_c em função da temperatura ambiente T_a para diferentes resistências térmicas R_{thca}

Cálculo Térmico em Regime Permanente - Tiristores



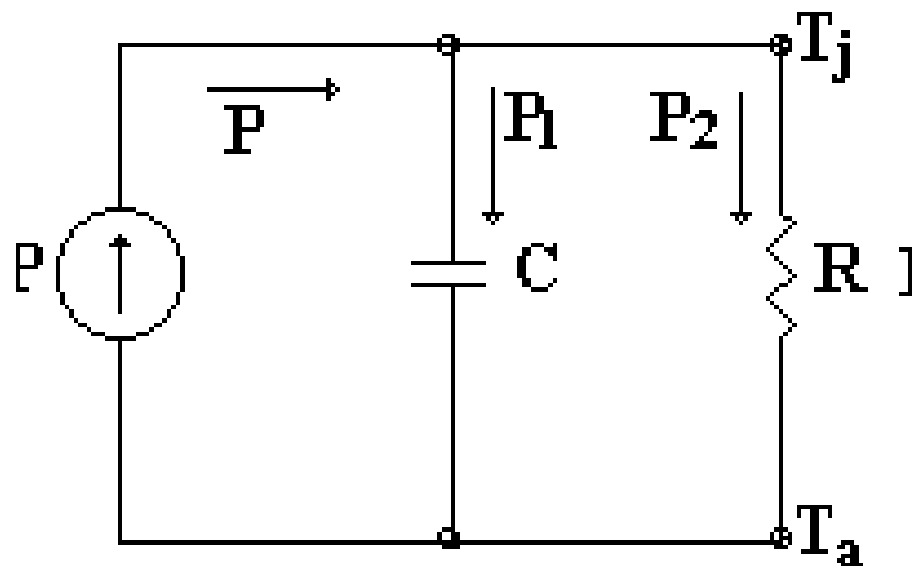
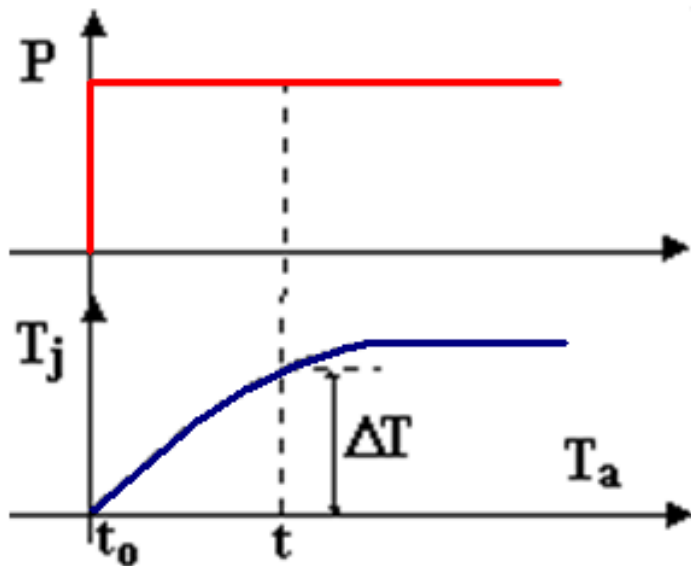
- Potência dissipada P_{Tmed} em função da corrente média I_{Tmed} , para diferentes ângulos de condução, para correntes senoidais;
- Potência dissipada P_{Tmed} em função da temperatura ambiente T_a , para diferentes resistências térmicas totais junção-ambiente, R_{thja} .

Cálculo Térmico em Regime Permanente - Tiristores



Potência dissipada P_{Tmed} em função da corrente média I_{Tmed} , para diferentes ângulos de condução, para correntes retangulares.

Cálculo Térmico em Regime Transitório



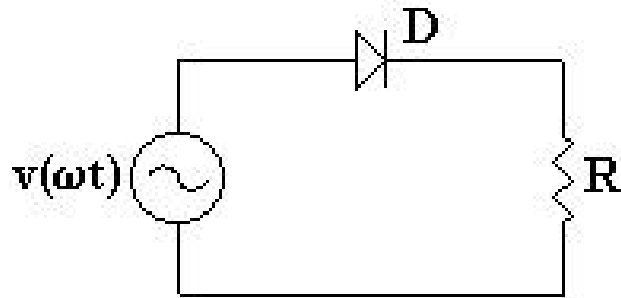
Circuito térmico equivalente incluindo a capacidade térmica

$$\Delta T = Z_t P$$

Onde: Z_t representa a impedância térmica, que é variável com o tempo.

O conceito de impedância térmica é muito importante quando o componente funciona com correntes impulsivas (grande intensidade e curta duração).

Exemplo 01



$$v(\omega t) = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(\omega t)$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$D = \text{SKN20/04}$$

O objetivo é a determinação da resistência térmica do dissipador a ser empregado para manter a temperatura da junção abaixo do limite estabelecido pelo fabricante.

$$R_{jc} = 2^\circ\text{C/W} \text{ (Rthjc)} \quad R_{cd} = 1^\circ\text{C/W} \text{ (Rthch)}$$

$$T_j = 180^\circ\text{C} \text{ (Tvj)}$$

$$T_a = 50^\circ\text{C} \text{ (Temperatura ambiente)}$$

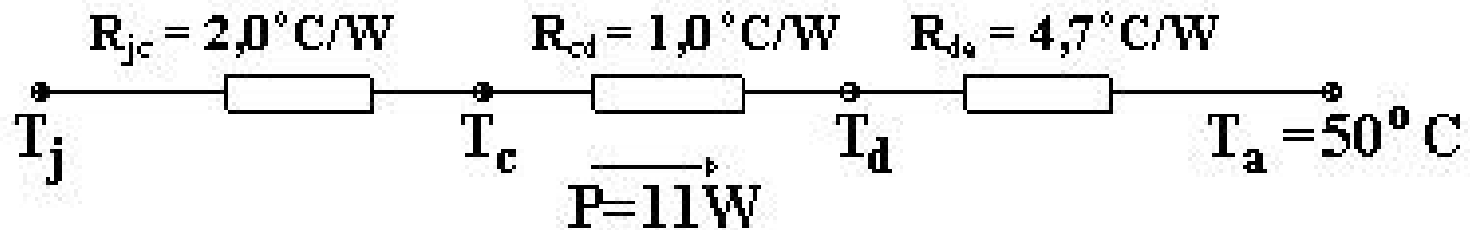
$$V_{T0} = 0,85 \text{ V}$$

$$r_T = 11 \text{ m}\Omega$$

Exemplo 2

Considerando o exercício anterior, se o dissipador escolhido tiver uma resistência térmica entre o dissipador e o ambiente de $4,7^{\circ}\text{C/W}$. Determine:

- a) Temperatura na junção do componente
- b) Temperatura no corpo do componente

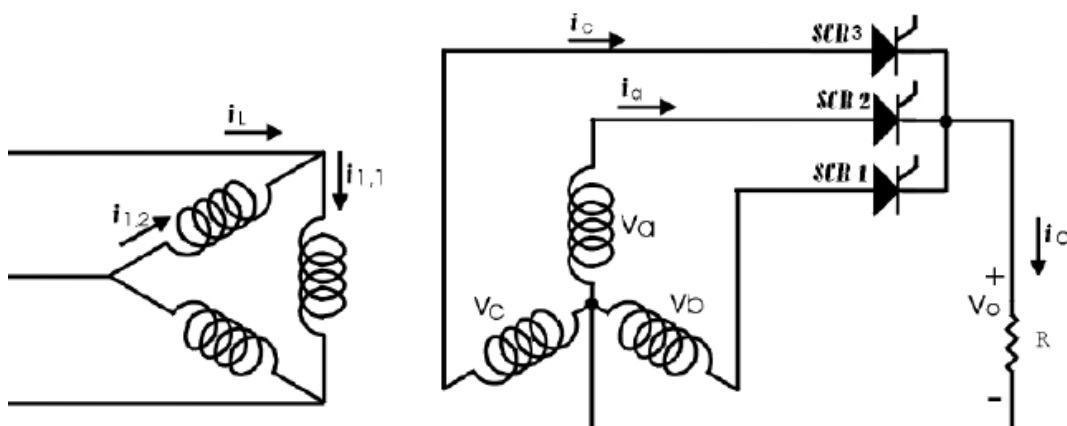


Trabalho Aula

Considere o tiristor TIC 126N, operando como retificador trifásico com ângulo de disparo de 60° e temperatura ambiente de 45°C . Considere a tensão de linha do primário de 220V_{rms} , relação de espiras de $1:1,72$ e resistência de carga de 40 ohm .

Assim, determine:

- A R_{da} para a escolha do dissipador;
- Utilizando os dados do dissipador HS 4225 com 60mm de comprimento e sem ventilação forçada (1 m/s de velocidade do ar), calcule a temperatura de junção do tiristor.



Dados do Tiristor:

$$V_{\text{TO}} = 1,4\text{V}$$

$$r_t = 20\text{m ohm}$$

$$T_j = 125^\circ\text{C}$$

$$R_{jc} = 2,4^\circ\text{C/W}$$

$$R_{cd} = 5^\circ\text{C/W}$$