

DISSIPADORES DE CALOR

*Por Leandro Teodoro
30 jan 2012*

Os dissipadores de calor são comuns em circuitos eletrônicos. Será apresentado de forma básica como eles são calculados e dimensionados.

1. INTRODUÇÃO

Em muitos casos sistemas eletrônicos é necessário que o componente dissipe quantidades significativas de energia elétrica. Pelo efeito joule esta energia é transformada em calor no núcleo do componente, neste caso a junção de silício. Dependendo da quantidade de energia que será dissipada, o encapsulamento do componente não é capaz de manter seu núcleo em uma temperatura de operação segura. Então, são usados dissipadores de calor para promover uma melhor transferência da energia térmica gerada na junção para o ambiente.

Os dissipadores de calor são fabricados em diferentes perfis (vide anexo C), conforme a necessidade da aplicação. Podem ser utilizados sozinhos ou com sistemas de convecção forçada (uso de ventoinhas). O material usado para confecção geralmente é o alumínio.



Figura 1 - Tipos de Dissipadores de Calor

Uma das principais características físicas no estudo de dissipadores de calor é a resistência térmica. Materiais com alta resistência térmica são menos propícios a conduzirem calor, sendo alguns destes materiais considerados isolantes térmicos. Os dissipadores de calor possuem baixa resistência térmica. A resistência térmica no dissipador varia em função da sua forma, materiais utilizados e circulação de ar no ambiente que será instalado.

2. CÁLCULO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA DO DISSIPADOR

O cálculo da resistência térmica do dissipador é feito empiricamente. Mesmo que em alguns casos o fabricante informar o valor da resistência térmica do dissipador, note que este valor pode ser alterado se a circulação de ar no local onde será instalado o dissipador for diferente das condições onde o fabricante a quantificou.

Conhecida a potência aplicada ao dissipador podemos calcular sua resistência térmica pelas equações:

$$\Delta T = T_D - T_A \text{ (Eq. 1)}$$

Sendo:

ΔT = Variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

T_D = Temperatura no dissipador ($^{\circ}\text{C}$)

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

$$P = V \cdot I \text{ (Eq. 2)}$$

Sendo:

P = Potência aplicada no elemento de aquecimento (W)

V = Tensão no elemento de aquecimento (V)

I = Corrente no elemento de aquecimento (A)

$$R_{TH} = \frac{\Delta T}{P} \text{ (Eq. 3)}$$

Sendo:

R_{TH} = Resistência térmica do dissipador ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)

Pelas equações acima, além do multímetro são necessários dois termômetros para tomada das medições. O termômetro de temperatura ambiente deve ficar perto do dissipador, mas não muito perto que calor irradiado pelo dissipador afete a leitura da temperatura ambiente. Antes da tomada da temperatura do dissipador é importante verificar se houve a estabilização desta temperatura.

A resistência térmica do dissipador pode ser diminuída significativamente com o uso de convecção forçada de ar (ventoinha) conforme gráfico abaixo:

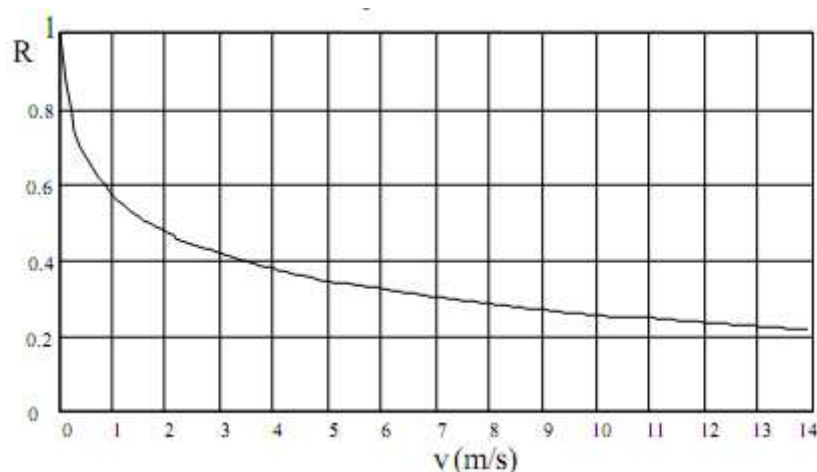


Figura 2 - Variação da resistência térmica com ventilação forçada^[2]

Circuito de aquecimento é uma fonte de calor conhecida conforme esquema abaixo. Também é possível utilizar MOSFET de potência para o circuito de aquecimento.

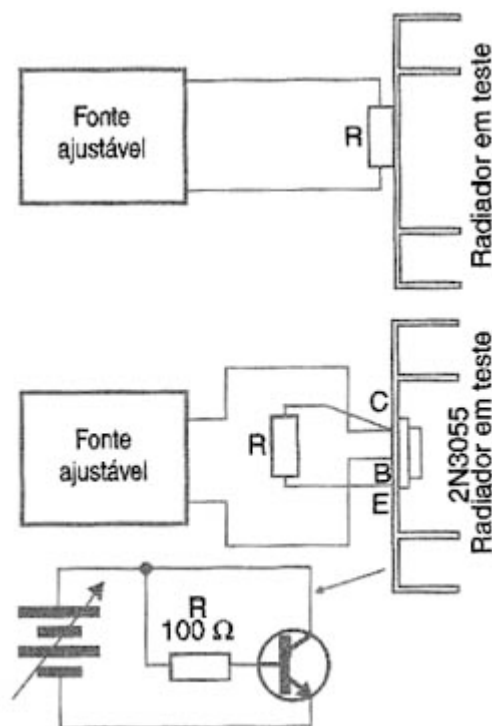


Figura 3 - Fonte de calor^[1]

3. ESCOLHENDO O DISSIPADOR ADEQUADO

O objetivo é escolher um dissipador que possua resistência térmica adequada. Para que o componente protegido não ultrapasse sua temperatura máxima de junção.

Dentro do componente, o calor gerado pela junção é transferido até o exterior. Sendo que a resistência térmica muda quando o calor é permeado entre meios diferentes. O fabricante especifica estes valores nas folhas de dados do componente (vide datasheet IRF540N, anexo A).

Sendo as resistências térmicas:

$R_{\Phi JC}$ – Junction-to-case

$R_{\Phi CS}$ – Case-to-Sink, Flat, Greased Surface

$R_{\Phi JA}$ – Junction-to-Ambient

A resistência térmica $R_{\Phi CS}$ refere-se a interface entre o invólucro do componente e o dissipador. Tipicamente a resistência térmica da mica, que pode ser usada como isolante elétrico e condutor térmico, vale $0,5^{\circ}\text{C}/\text{W}$. A Tabela 1 mostra os valores típicos de $R_{\Phi CS}$ dependendo do material utilizado como isolador.

Encapsulamento	Tipo de Isolador	$R_{\Phi CS}$ (°C/W)	
		c/ pasta térmica	s/ pasta térmica
TO-3	s/ isolador	0,1	0,3
	teflon	0,7 a 0,8	1,25 a 1,45
	mica	0,5 a 0,7	1,2 a 1,5
TO-66	s/ isolador	0,15 a 0,2	0,4 a 0,5
	teflon	0,6 a 0,8	1,5 a 2,0
	mylar	0,6 a 0,8	1,2 a 1,4
TO-220AB	s/ isolador	0,3 a 0,5	1,5 a 2,0
	Mica	2,0 a 2,5	4,0 a 6,0
Obs.: mica e mylar com espessura de 50 mm a 100 mm.			

Tabela 1 - Valores $R_{\Phi CS}$ de para isolantes^[2]

As temperaturas de operação da junção e temperatura ambiente são necessárias para os cálculos. Por exemplo, o MOSFET IRF540N possui temperatura de junção máxima de 175°C, logo deve operar abaixo deste limite. A temperatura ambiente leva em consideração a temperatura máxima no ambiente onde o dissipador será instalado.

Outro parâmetro é a potência aplicada no componente. Esta potência varia conforme o método de operação, por exemplo, se o componente está operando em classe A ou chaveamento. O cálculo de potência é feito basicamente multiplicando os sinais de corrente e tensão. Observe a curva Potência dissipada X Potência de saída do amplificador de áudio TDA2525, cujo datasheet está no anexo B.

A equação para o cálculo básico para dissipadores de calor é mostrada abaixo:

$$T_J - T_A = P(R_{\theta JC} + R_{\theta CS} + R_{TH}) \quad (Eq. 4)$$

Sendo:

T_J = Temperatura de operação da junção

T_A = Temperatura ambiente

P = Potência que é transformada em calor

Não se deve arbitrariamente utilizar dissipadores grandes. Estes demoram a atingir a temperatura de funcionamento, podendo o componente já ter ultrapassado sua temperatura máxima de junção. Esse efeito é conhecido como inércia térmica.

CONCLUSÃO

O dimensionamento correto dos dissipadores é parte fundamental no projeto. O superdimensionamento pode causar a queima do componente por inércia térmica. A colocação de ventoinha diminui o tamanho do dissipador, já que diminui o coeficiente de filme. Porém é mais um componente para falhar, além de manutenção periódica, como remoção de poeira.

REFERÊNCIAS

[1] DISSIPADORES DE CALOR. Newton C. Braga Disponível em:
<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/1405-art208.html>>.
Acesso em : 03 fev. 2012.

[2] DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE DISSIPACÃO DE CALOR PARA DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES DE POTÊNCIA, Eletrônica de Potência - Cap. 11, J. A. Pomilio