

Capítulo VII

Gerenciamento térmico – Conclusão

Por Vicente Scopacasa*

No artigo anterior, abordamos os vários tipos de placas de circuito impresso que podem ser utilizadas com Leds, destacando as características construtivas de cada uma, assim como um quadro comparativo dos prós e contras. No presente capítulo, vamos fornecer mais detalhes sobre a utilização das placas de circuito em alguns projetos através da apresentação de casos práticos e os respectivos testes de temperatura a fim de melhor avaliação das aplicações.

Vimos que, quanto menor for a

resistência térmica de todos os materiais integrantes da montagem, melhor será a transferência de calor desde o ponto gerador (junção do Led) até o ambiente. A placa de circuito impresso é um destes componentes da montagem e, portanto, devemos escolher a melhor solução para a nossa aplicação. Os dois tipos de placas mais utilizadas são a FR-4 e a MCPBC (Metal Core Printed Circuit Board).

As placas do tipo FR-4 são comumente utilizadas devido ao relativo baixo custo quando comparadas com

as placas metálicas, porém, apresentam menor condutividade térmica, o que faz com que tenhamos maiores valores de temperatura de junção. A Figura 1 exibe um experimento, que apresenta um teste comparativo entre três diferentes tipos de placas FR-4, com diferentes áreas de cobre e uma placa metálica.

As placas dos tipos A, B e C são todas feitas do mesmo material (FR-4) com diferentes áreas de cobre, porém, com a mesma espessura de camada de cobre. A

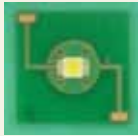
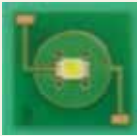
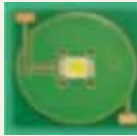

				
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Material	FR-4			Alumínio
Rthj-a	63	50	44	34
Tamanho Placa	30 mm x 30 mm T=1.6 mm			30 mm x 30 mm T=1.7 mm
Área cobre superior	154 mm ² , t=0.07mm	302mm ² , t=0.07mm	616mm ² , t=0.07mm	500 mm ² , t=0.07mm
Área cobre inferior	154 mm ² , t=0.07mm	302 mm ² , t=0.07mm	616 mm ² , t=0.07mm	-
If (mA)	700			
Vf (V)	3.18	3.24	3.29	3.30
Ts (°C)	143	118	95	80
Tj (°C)	165	141	118	103

Figura 1 – Teste comparativo entre placas do tipo FR-4 e metálica.

placa do tipo D (metálica) tem área de 500 mm² com a mesma espessura de cobre das placas FR-4. As placas foram polarizadas com 700 mA de corrente direta e assumimos que as potências dissipadas sejam bem próximas, principalmente, em função dos valores de tensão direta dos LEDs utilizados neste experimento.

A temperatura das quatro placas foi estabilizada e todas medidas com o mesmo termopar. Os valores de Ts são apresentados. O teste realizado foi feito em um Led com Rthj-s igual a 10 °C/W, na temperatura ambiente de 25 °C e com um termopar de 0,076 mm de diâmetro. Levando-se em consideração os valores de Ts encontrados e com base no valor da resistência térmica do Led, calculamos o valor das temperaturas de junção (Tj) para cada uma das situações. Analisando os resultados encontrados, podemos concluir que:

- Considerando os tipos A, B e C, menor

será o valor de Tj quanto maior for a área de cobre, pois quanto maior for a área de cobre menor será o valor da resistência térmica, portanto, devemos projetar com a maior área de cobre possível;

- O menor valor de Tj foi observado com a utilização da placa metálica. Isto

se deve ao fato de que a placa metálica apresenta menor resistência térmica comparado às placas FR-4.

Para melhor visualização dos valores de Tj obtidos, apresentamos o gráfico da Figura 2.

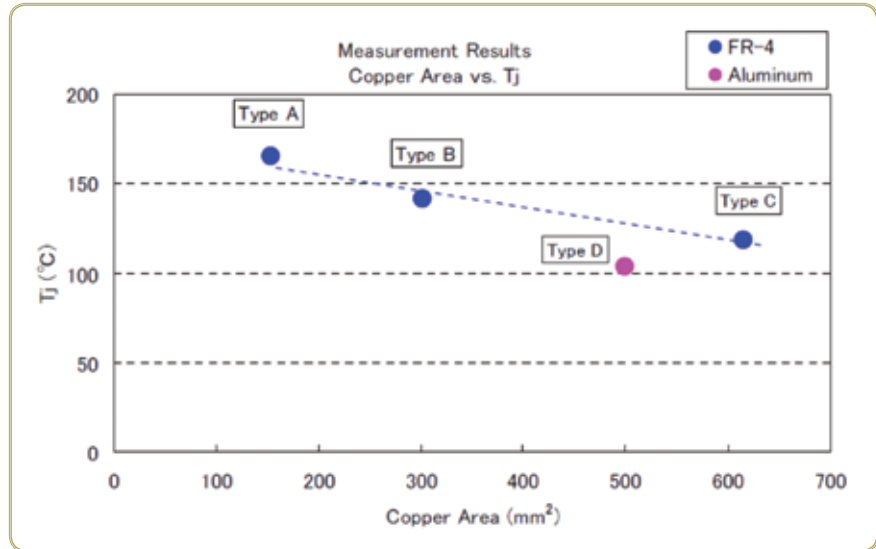


Figura 2 – Gráfico do valor de Tj em função da área de cobre na placa.

O gráfico da Figura 2, mostra o decréscimo do valor de T_j em função do aumento da área de cobre na placa. Destacamos que o resultado do tipo D, apesar de ter uma área de cobre menor do que a do tipo C, apresentou menor valor de T_j em função da placa ser de alumínio.

No caso de placas do tipo FR-4, pode-se utilizar o artifício da inclusão de furos metalizados ou furos preenchidos. Este artifício é somente possível quando utilizamos placas FR-4 com dupla face, ou seja, com camada de cobre nas duas faces da placa. Estes furos são responsáveis pela

transferência do calor gerado na superfície onde o Led está montado para a outra face da placa e aí então ser acoplado ao dissipador térmico. Isto faz com que a placa FR-4 normal, com resistência térmica alta, tenha melhor desempenho na transferência de calor e consiga, em muitos casos, ter desempenho térmico ainda melhor do que as placas metálicas.

Uma dúvida muito frequente entre os projetistas é relativa ao espaçamento que deve ser considerado entre os Leds montados em uma placa. Na verdade, não existe uma resposta única, uma vez que

dependemos de muitos fatores para que possamos determinar este espaçamento. A potência do Led e o tipo do encapsulamento são alguns deles, além do tipo de placa que estamos considerando. Como regra geral, quanto mais próximos os Leds estão uns dos outros, pior será o espalhamento do calor sobre a placa, comprometendo o desempenho em função do aumento da resistência térmica do arranjo.

A Figura 3 apresenta um gráfico que mostra, para um determinado tipo de Led, o valor da resistência térmica para 3 tipos de placas em função do espaçamento dos Leds. Nota-se que, quanto maior for o espaçamento, menor será o valor da resistência térmica tendendo à estabilização.

Para avaliarmos com mais detalhes o que foi comentado, apresentamos mais um experimento em que o mesmo tipo e quantidade de Leds foram montados em três diferentes tipos de placas com tamanhos e espaçamento entre Leds distintos. A Figura 4 traz o resultado deste experimento, em que foram obtidos valores distintos de T_s em função do espaçamento entre os Leds. Notamos que, quanto maior o espaçamento menor será a temperatura T_s , o que indica que o calor está sendo transferido com maior eficiência quando comparado com a placa onde o espaçamento é menor.

Na verdade, aqui podemos considerar dois fatores que efetivamente estão contribuindo para o resultado encontrado. O primeiro é o espaçamento entre os Leds e o segundo é que, com o maior espaçamento, temos condições de aumentar a área de cobre na placa e, como visto anteriormente, isto também tem impacto na redução da resistência térmica e consequente diminuição na temperatura do Led.

Com o constante aumento na eficácia dos Leds, cada vez mais produzimos menos calor na transformação da energia elétrica em luz e, consequentemente, menos necessidade de utilização de dissipadores de calor. Dependendo da aplicação, da área de placa disponível, do tipo de Led e da corrente a ele aplicado, podemos projetar luminárias sem a necessidade de incorporar

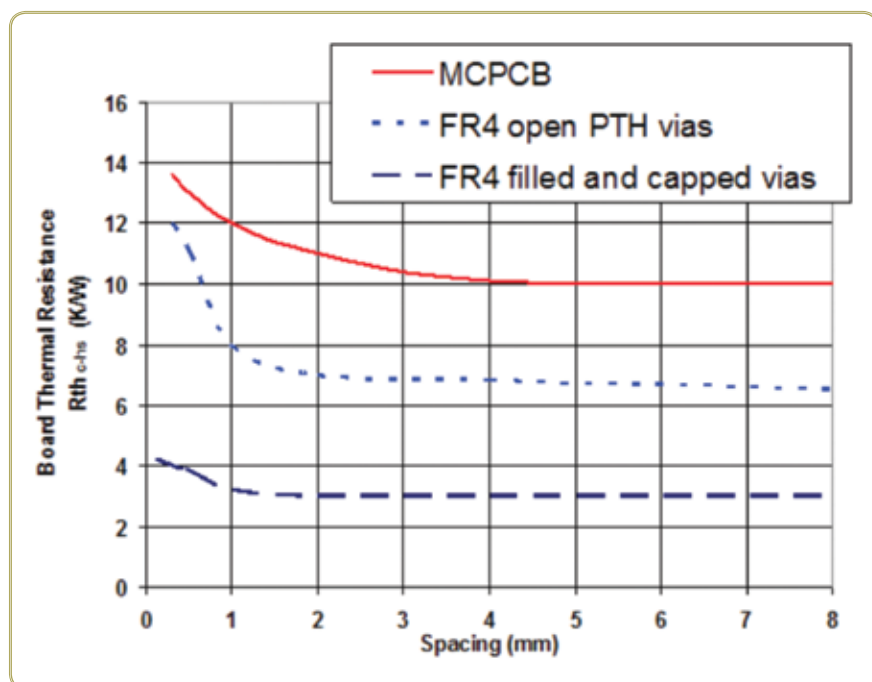


Figura 3 – Gráfico da resistência térmica da placa em função do espaçamento entre os Leds.

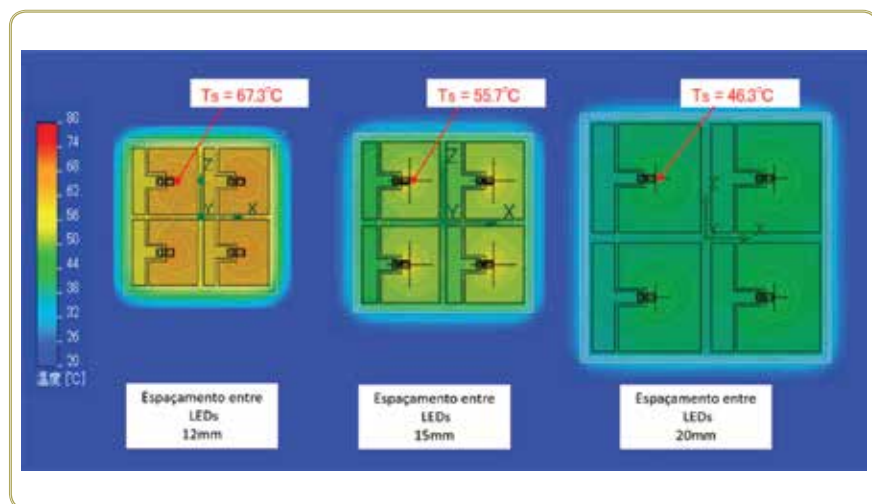


Figura 4 – Medidas de T_s em função do espaçamento entre Leds.

dissipadores. A dissipação do calor pode ser feita na própria placa de circuito impresso, utilizando a camada de cobre.

Considerando-se casos mais críticos, aí sim a necessidade da utilização do dissipador torna-se necessária para que possamos atingir a condição ideal de operação dos Leds. A seguir, vamos apresentar outro experimento, em que, utilizando a mesma placa de Led com e sem dissipador, será avaliado o comportamento da temperatura de junção.

A Figura 5 mostra os resultados dos testes realizados com estas duas situações e concluímos que a temperatura de junção é menor com a utilização do dissipador, 97 °C, contra 118 °C da mesma placa sem o dissipador. Por outro lado, notamos também que a diferença entre as duas situações não é muito grande e, dependendo dos resultados dos testes LM80-08 do fabricante do Led, podemos considerar a possibilidade de ter o Led trabalhando sem o dissipador em uma condição mais extrema, desde que não comprometa a sua vida útil.

Convém lembrar que, sempre que utilizamos o dissipador de calor, temos necessariamente que utilizar uma interface térmica entre a placa de circuito e o dissipador, assegurando, assim, o preenchimento dos bolsões de ar entre as duas superfícies, aumentando a eficiência

do projeto térmico através da eliminação do ar, que é um péssimo condutor de calor.

Falando um pouco mais sobre os materiais de interface térmica, podemos dizer que eles têm papel fundamental quanto ao desempenho térmico do sistema, sendo importante a escolha do melhor material para tal função. Como dito anteriormente, a principal função dos materiais de interface térmica é o de preencher os bolsões de ar que normalmente aparecem quando da junção de dois materiais, no caso, a placa de circuito impresso ao dissipador. Além disso, estas interfaces podem ter funções adicionais, como atuar como isolante elétrico ou promover uma conexão mecânica entre duas superfícies.

Existem vários tipos de interfaces térmicas, como pastas, fitas, pads, mantas, entre outras. Cada uma destas interfaces apresenta vantagens e desvantagens quanto à eficácia, automação e praticidade na utilização, necessidade de retrabalho e principalmente quanto à sua espessura. Como podemos notar, várias são as características que devemos considerar quando da escolha da interface térmica e não somente a sua condutividade. A espessura da interface é muito importante, pois a resistência térmica é dependente desta espessura como podemos ver na equação a seguir:

$$R\theta = L \div k \times A$$

Em que:

$R\theta$ é a resistência térmica da interface (K/W)

L é a espessura da interface (m)

k é a condutividade térmica da interface (W/mK)

A é a área da superfície de contato (m²)

Normalmente, estas informações são fornecidas pelos fabricantes sendo importante que tenhamos o conhecimento de como estes parâmetros trabalham em conjunto para cada aplicação. Como exemplo, podemos citar que, em muitos casos, um material com baixa condutividade térmica, porém, com menor espessura pode ter menor resistência térmica do que um material com alta condutividade térmica, com maior espessura. Resumindo, quanto menor for a espessura da interface térmica melhor.

Com isto concluímos o assunto sobre projetos térmicos. No próximo capítulo, iniciaremos uma nova fase, abordando aspectos do projeto elétrico com Leds.

REFERÊNCIAS:

1. Thermal design of the LEDs, SE-AP0002A, June 15 2011, da Nichia.
2. AB32 LUXEON Rebel Platform Assembly and Handling Information Application Brief 20150330 da Lumileds.
3. Thermal management of Cree XLamp LEDs, CLD-AP05 rev 3E da Cree.

**Vicente Scopacasa é engenheiro eletrônico com pós-graduação em administração de marketing. Tem sólida experiência em semicondutores, tendo trabalhado em empresas do setor por mais de 40 anos. Especificamente em Leds, atuou por mais de 30 anos em empresas líderes na fabricação de componentes, tanto no Brasil como no exterior. Atua hoje como consultor na área de iluminação de estado sólido e como professor em cursos de especialização e de pós-graduação.*

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br


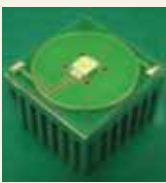
		
	Sem dissipador	Com dissipador
Material	FR-4	
Rthj-a	44	32
Tamanho Placa	30 mm x 30 mm T=1.6 mm	
Área cobre	616 mm ² , t=0.07mm	
If (mA)	700	
Vf (V)	3.29	3.49
Ts (°C)	95	73
Tj (°C)	118	97

Figura 5 – Resultados do experimento realizado com a mesma placa de Led com e sem dissipador.