

INFLUÊNCIA DE DISSIPADORES DE CALOR NO AQUECIMENTO DE CIRCUITO INTEGRADO EM PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO: UM ESTUDO DE CASO

Eduardo dos Santos Caetano¹; José Paulo Andrade Coelho²; Paulo Roberto dos Anjos Martins Filho³; Juraci de Sousa Araujo Filho⁴; Antonio Carlos Barbosa Zancanella⁵; Rômulo Maziero⁶; Eliane Correia Nascimento Souza⁷; Juan Carlos Campos Rubio⁸

Resumo

O estudo da influência de dissipadores de calor em um circuito integrado L7805, utilizado em uma placa de circuito impresso, consistiu na análise da variação da temperatura sobre o dispositivo em três experimentos. Inicialmente analisou-se o comportamento térmico do circuito integrado ao alimentar uma determinada carga. Posteriormente, dois dissipadores de calor distintos foram acoplados mecanicamente ao componente eletrônico. As resistências térmicas dos dissipadores utilizados foram estimadas de acordo com o referencial teórico e as variações de temperatura foram comparadas em cada caso. O estudo mostrou que dissipadores de calor exercem significativa influência no aquecimento do dispositivo, contribuindo para preservação da vida útil do mesmo.

Palavras-chave: Dissipador de Calor, Circuito Integrado, Regulador de Tensão.

Abstract

The study of the influence of heat sinks on an L7805 integrated circuit, used in a printed circuit board consisted of the analysis of the variation of temperature on the device in three experiments. Initially we analyzed the thermal behavior of the integrated circuit to feed a given load. Subsequently, two separate heat sinks are mechanically coupled to the electronic component. The thermal resistance of the heat sinks used were estimated according to the theoretical framework and temperature variations were compared in each

¹ Graduado em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus São Mateus; E-mail: eduardosantoscaetano@gmail.com.

² Graduado em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus São Mateus; E-mail: josepaulocoelho@gmail.com.

³ Graduado em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus São Mateus; E-mail: paulomartinsfilho@gmail.com.

⁴ Mestre em Engenharia Mecânica e Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica; professor no curso de Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus São Mateus; E-mail: juraciaraujo@ifes.edu.br.

⁵ Mestre em Engenharia Mecânica pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (POSMEC) da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC; professor no curso de Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus São Mateus; E-mail: antonio.zancanella@ifes.edu.br.

⁶ Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais - PROPEMM do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES; professor no curso de Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus São Mateus; E-mail: maziero.ufes@gmail.com.

⁷ Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES); E-mail: elianecns23@gmail.com.

⁸ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo-USP, professor associado da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG; E-mail: juan@demec.ufmg.br.

case. The study showed that heat sinks have a significant influence on the device heating, contributing to the preservation of useful life.

Keywords: Heat Sink, Integrated Circuit, Voltage Regulator.

Introdução

O aquecimento de componentes eletrônicos é um fator que deve ser levado em consideração num projeto de confecção de placa de circuito impresso. Dependendo das características construtivas do componente a utilização de temperaturas fora da faixa suportada pelo dispositivo podem acarretar falha no funcionamento ou até mesmo o dano.

Reguladores de tensão são normalmente utilizados no objetivo de manter constante a tensão de saída de fontes de alimentação lineares, sujeitas a variações de tensão da rede elétrica (WENDLING, 2009). Os reguladores de tensão podem ser obtidos a partir de componentes discretos (diodos zeners e transistores) ou utilizando circuitos integrados (CI).

Os reguladores da série 78XX são CI utilizados para regular tensões positivas, com capacidade máxima de corrente de 1 A. Estes reguladores possuem tensão de saída fixa e os dois últimos dígitos representam a tensão de saída do regulador. O regulador analisado neste trabalho foi o modelo L7805, fabricado pela empresa STMicroelectronics com tensão de saída de 5 V.

A tecnologia de miniaturização de componentes eletrônicos traz enormes vantagens em relação à portabilidade dos mesmos, porém esbarra num grande problema que é a extração do calor gerado por efeito Joule devido circulação de corrente elétrica (BASSANI et al., 2008). Em circuitos eletrônicos integrados o calor decorrente do efeito Joule é produzido na pastilha semicondutora, fluindo daí para ambientes mais frios, como o encapsulamento do dispositivo e o ambiente. Este fluxo de calor depende de fatores como o gradiente de temperatura e as características térmicas dos meios e materiais envolvidos (POMILIO, 2001). O aquecimento destes dispositivos pode interferir no funcionamento do circuito ou danificar o componente. Portanto existe a necessidade do uso de dissipadores de calor.

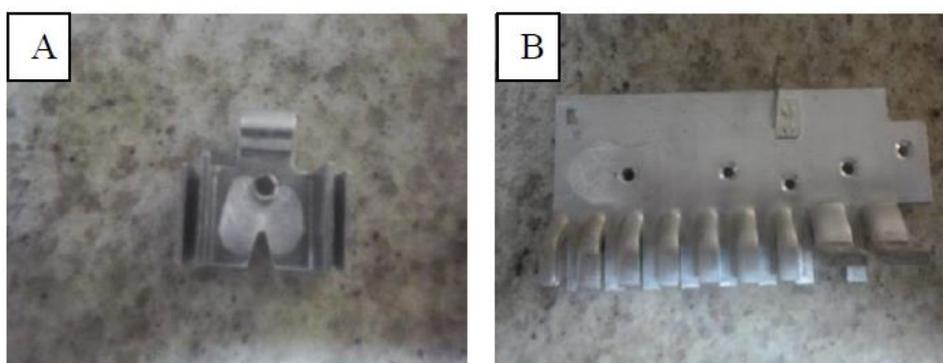
Os dissipadores de calor são fabricados em diversos perfis conforme necessidade da aplicação. O material utilizado para confecção geralmente é o alumínio. Alguns dissipadores colocam núcleos de cobre e então os envolvem em alumínio, a fim de aumentar a eficiência térmica sem tornar o custo inviável (GUIDO et al., 2010). Materiais que possuem condutividade térmica elevada melhoram a troca de calor por condução (BASSANI et al., 2008).

Dissipadores de calor são aplicados a circuitos integrados visando a remoção do calor gerado pelo funcionamento do dispositivo, garantindo a temperatura de operação numa faixa confiável. Neste trabalho, foi realizada a análise da influência de dissipadores de calor no aquecimento de um circuito integrado L7805, produzido pela empresa STMicroelectronics, numa aplicação específica.

1 Materiais e métodos

Os testes experimentais foram desenvolvidos no Laboratório de Instalações Elétricas e Manutenção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus São Mateus. Nestes experimentos o CI L7805 foi operado a temperatura ambiente de 25 °C em três situações distintas: a primeira condição de trabalho, sem o uso de dissipador de calor. Nesta condição optou-se por inserir no terminal de entrada do CI uma tensão de 8 V, tensão esta que seria regulada e reduzida pelo dispositivo para 5 V na saída e alimentar uma carga de 40,4 Ω, consumindo-se assim 0,12 A de corrente elétrica. Tais parâmetros foram adotados pois conforme recomendação do fabricante, ao operar-se o L7805 sem dissipador de calor, a corrente elétrica não deve ultrapassar 10% do valor da corrente máxima suportada pelo componente (1 A). Na segunda e terceira situações a mesma tensão de entrada e mesma carga alimentada foram utilizadas, porém foram adicionados ao circuito dissipadores (A e B, respectivamente) de dimensões distintas reaproveitados de outros circuitos, conforme Figura 1.

Figura 1 - Dissipadores A e B, respectivamente, utilizados nos experimentos.

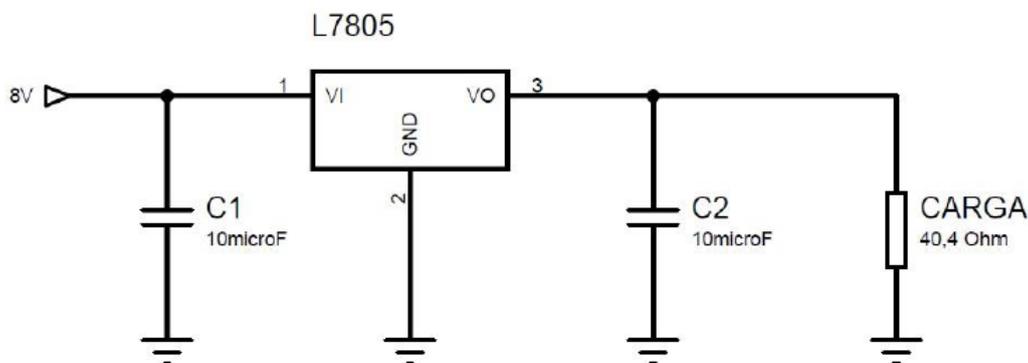


Fonte: Autores, (2016).

Para obter um contato eficiente entre componente e dissipador, foi utilizado uma pasta térmica. Geralmente, pastas térmicas são feitas de materiais com prata, o que

maximiza a transferência de calor (GUIDO *et al.*, 2010). O circuito foi montado numa protoboard conforme diagrama representado na Figura 2.

Figura 2 - Diagrama de montagem do circuito.



Fonte: Autores, (2016).

Os experimentos consistiram em tomadas instantâneas de temperatura lidas em um multímetro com um termopar posicionado em um mesmo ponto do dispositivo a cada 30 segundos até a estabilização da temperatura, quando também foi medida a temperatura dos dissipadores num ponto mais próximo ao anteriormente citado. Com os dados obtidos construiu-se um gráfico Temperatura (°C) x Tempo (s) a partir do qual foi possível visualizar o comportamento térmico do regulador L7805 e atestar a influência do uso de dissipador de calor neste dispositivo.

De acordo com Baruqui (2012), o cálculo de dissipadores de calor torna-se simples se o sistema é considerado em equilíbrio térmico e as fontes de potência (fontes de calor) constantes. Conhecida a potência em *watts* dissipada pelo dispositivo na forma de calor (P), a diferença da temperatura do dispositivo pela temperatura ambiente ($TD - TA$) em °C, pode-se calcular a resistência térmica RT do dissipador em °C/W pela Equação 1.

$$(TD - TA) = RT \cdot P \quad (1)$$

A potência dissipada no CI pode ser obtida pela Equação 2, onde V é queda de tensão no elemento de aquecimento (V) e I a corrente consumida (A).

$$P = V \cdot I \quad (2)$$

A corrente I pode ser calculada a partir da Equação 3.

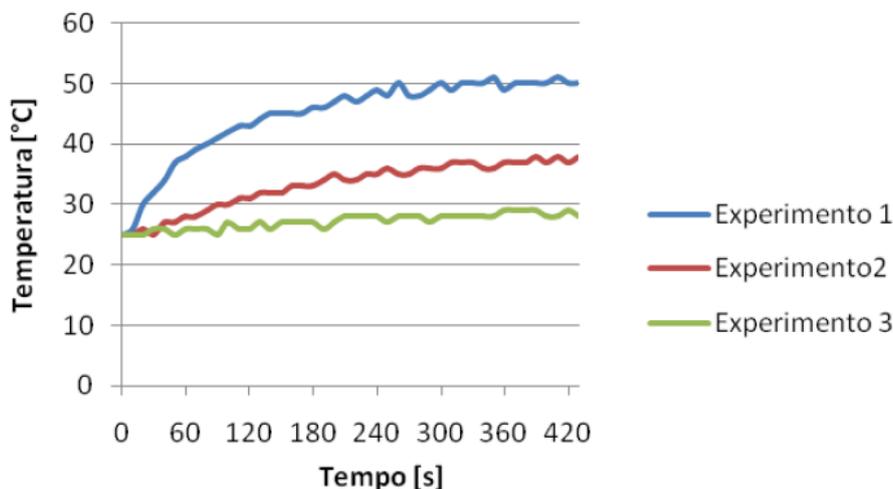
$$I = Vc / Rc \quad (3)$$

Onde, Vc é a tensão sobre a carga (V) e Rc a resistência ôhmica da carga (Ω).

2 Conclusões

A Figura 3 apresenta a partir dos dados registrados nos experimentos o comportamento térmico do CI L7805.

Figura 3 - Diagrama Temperatura (°C) x Tempo (s).



Fonte: Autores, (2016).

Após a estabilização da temperatura nos experimentos 2 e 3, as temperaturas instantâneas registradas dos dissipadores foram muito próximas às medidas no CI. Os experimentos foram realizados à temperatura ambiente de 25 °C. A carga consome corrente elétrica de 0,12 A e a queda de tensão sobre o regulador L7805 é de 3 V. De acordo com os dados obtidos e as equações 1, 2 e 3, estimou-se a resistência térmica dos dissipadores utilizados, mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Resistências térmicas estimadas dos dissipadores utilizados.

Dissipador	Temperatura [°C]	Resistência térmica [°C/W]
A	38	35
B	28	8

Fonte: Autores, (2016).

3 Conclusões

O uso de dissipadores é parte fundamental no projeto de circuitos eletrônicos e placas de circuito impresso. A ausência da remoção do calor gerado por componentes eletrônicos em funcionamento pode causar a queima do componente ou interferir no funcionamento.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES (Campus São Mateus) pela disponibilização do espaço físico e equipamentos para realização dos experimentos e aos professores Tiago Zanotelli e Aloísio Ramos da Paixão pelas sugestões e suporte cedidos aos alunos durante a realização deste trabalho.

Referências

- BARUQUI, F. A. P. **Apostila de Eletrônica IV**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Eletrônica. Disponível em: <http://www.pads.ufrj.br/~fbaruqui/>, 2012. Acesso em: 25 de julho de 2015.
- BASSANI, P. V.; FARIA, P. V.; SGARBI, P. V.; BRUSIUS JR., W. **Bancada para comparação de desempenho de dissipadores de calor**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica. Porto Alegre, Brasil. 2008.
- GUIDO, L.; CALEMES, L. O. F.; GERMER, C. M.; DIAS, E. H. **Componentes dissipativos para semicondutores de potência**. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. 2010.
- POMILIO, J. A. **Dimensionamento de sistemas de dissipação de calor para dispositivos semicondutores de potência**. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. 2001.
- STMicroelectronics. **L7800 Series: Positive voltage regulators**. Datasheet. 2006.
- WENDLING, M. **CI Reguladores de Tensão**. UNESP - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, Brasil. 2009.