

## **Circuitos não isolados e isolados em luminárias – O que são e quais os riscos para o consumidor?**

*(\*) Rafael Schreiber Mineiro Sá*

Atualmente, a maioria dos produtos tem algum componente eletrônico. O fato é que as fontes de alimentação eletrônicas estão presentes com grande participação no custo final de equipamentos utilizados diariamente pelo consumidor. Um exemplo são aqueles da linha branca (liquidificadores, processadores de alimentos, mixers, etc), ferramentas “hobby” (furadeira, etc) e iluminação em geral (lâmpadas LED, lâmpadas compactas, painéis, refletores).

As fontes chaveadas comutadas estão presentes numa grande quantidade de equipamentos substituindo as antigas fontes lineares, analógicas. Aparecem em diversas topologias, podendo tanto abaixar a tensão – conversores tipo “buck” –, quanto podem aumentar a tensão de entrada – conversores tipo “boost”. No aspecto de eficiência energética são muitas vezes superiores às fontes analógicas, que têm reconhecidamente baixo rendimento e ainda permitem a fabricação de produtos mais leves.

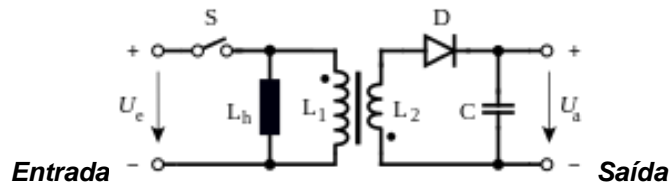
Como em toda evolução, um desenvolvimento sem um controle traz alguns riscos que devem ser sempre avaliados. A isolação nestes circuitos é um tema que merece mais atenção, pois em projetos novos, por exemplo, na iluminação, não estão mais dispendo da isolação galvânica. Um dos motivos é o custo do indutor em comparação com o dos demais componentes. Por ser de fabricação mais complexa e impedância controlada, fontes com circuitos integrados já buscam eficiência em custo. Logo, retira-se o indutor.

### **Isolação Galvânica**

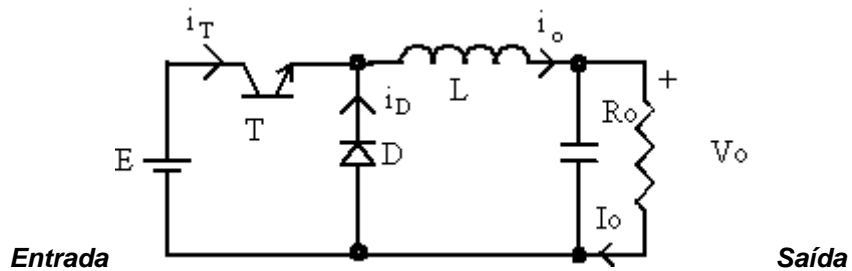
A isolação galvânica acontece quando a transferência de energia ocorre por campo magnético entre o primário e o secundário do elemento transformador (indutor/transformador), assim pode-se dizer que há um desacoplamento da rede. Circuito não isolado possui ligação direta entre a etapa de entrada e saída do circuito (curto). Logo o circuito está acoplado à rede elétrica.

É um método eficaz de separar os circuitos, prevenindo que correntes indesejadas fluam entre duas seções que compartilham um mesmo terra. A

isolação galvânica também é utilizada para segurança, evitando choques acidentais nos usuários.



**Imagem1 - Isolação Galvânica em um Indutor, não há ligação direta  $L_1$  para  $L_2$**



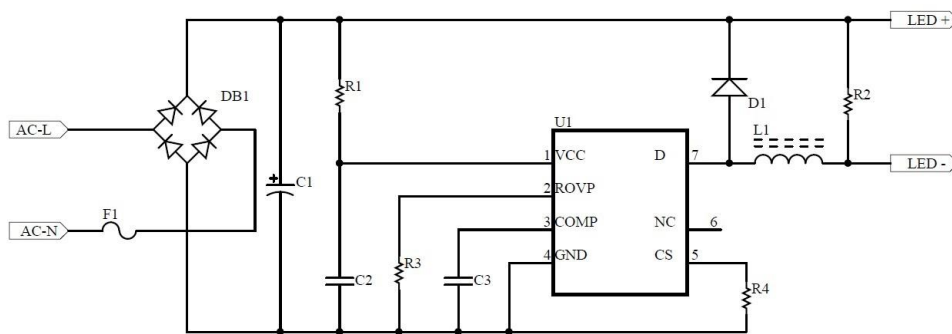
**Imagem 2 - Circuito Buck– Típica fonte CA/CC Não Isolado**

### Topologias de Iluminação com Driver Integrado

Uma forte tendência, que é imposta pela grande manufatura na China, onde importadores nacionais produzem seus produtos, são os circuitos com DOB (*Driver On Board*), onde o driver está incorporado à placa fonte de luz em um sistema único. Isto foi possível após a grande evolução dos circuitos integrados chaveadores para LED. Estes incorporam no encapsulamento grande parte dos componentes discretos aplicados na fonte, necessitando poucos componentes.

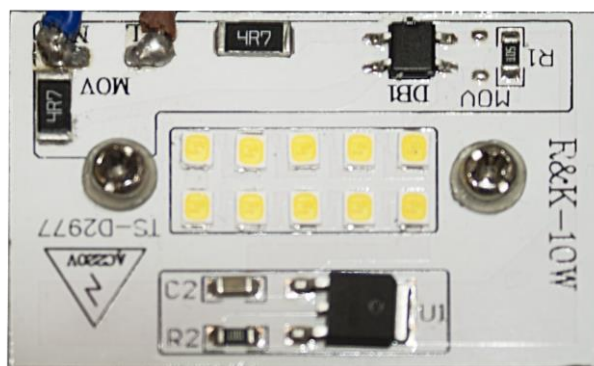


**Foto 1: Exemplo de solução 15W LED com CI, com 12 componentes, não isolado.**

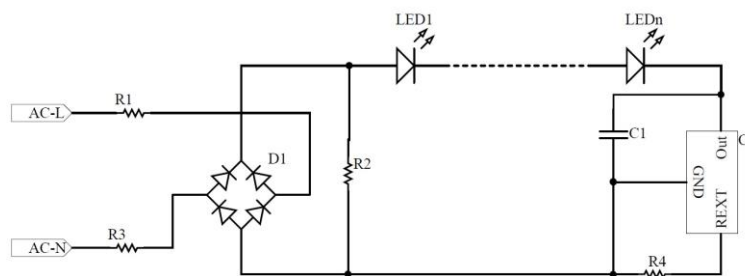


**Esquemático da solução 15W LED, não isolado**

Para suprimir ainda mais os circuitos, surgiram projetos lineares que operam somente em tensões específicas (90-120Vac ou 210-230Vac) em DOB, onde a variação de tensão remanesce no chaveador, que não consegue resistir a transientes de tensão maiores que 10%. Uma vantagem destes circuitos lineares é não fazer uso de capacitores eletrolíticos, que é o componente que geralmente limita a vida das fontes. Com a retirada destes, a vida pode passar de 50.000 horas, em teoria.

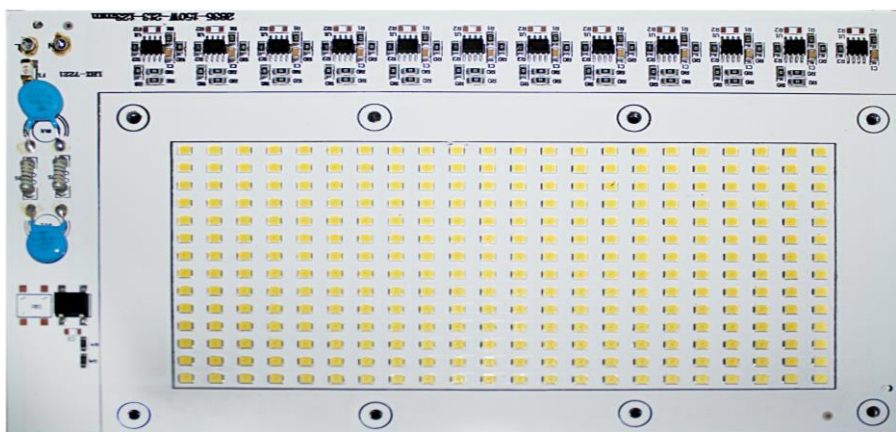


**Foto 2: Uma solução de 10W LED com CI linear, tensão específica, não isolado, com 7 componentes**



**Esquemático da solução 10W LED com CI linear**

As topologias em DOB fazem uso de chaveadores específicos para cada aplicação. Os CIs usam geralmente circuitos sem etapa de potência externa, ou seja, pela incapacidade de drenar correntes altas (geralmente máximo 300mA) necessitam cascadeamento. O uso em grande escalada destas topologias iniciou-se com circuitos até 10W, e hoje já existem circuitos em cascadeamento operando com até 150W , como o exemplo mostrado a seguir.



**Foto 3: DOB Refletor 150W Linear, cascadeado em 12 Chaveadores, com 7 componentes cada, não isolado**

Outro impulsionador desta topologia foi o fato dos LED componentes, antes apenas compostos de um único DIE (núcleo), onde conseguiam operar apenas com 3Vdc, hoje já estarem sendo compostos de múltiplos núcleos e podendo operar com 6, 9, 18, 36 Vdc. Isto possibilita barramentos de tensão mais altos e correntes menores por séries (Ci DOB).

Aliado a esta alta tensão de trabalho e a retirada do indutor que faz a isolação galvânica torna o circuito “não isolado”, necessitando assim de medidas de proteção ao contato direto mais efetivas.

### **Riscos ao contato direto humano**

Infelizmente, uma grande realidade das instalações elétricas existentes no País, principalmente as residenciais, é que não estão adequadas às normas vigentes pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), como a NBR5410/1994 rev. 2015 (baseada na IEC 60364), que trata de instalações elétricas de baixa tensão. Esta Norma estabelece os requisitos e condições mínimas de uma instalação, objetivando a segurança dos usuários, animais e das edificações.

Entretanto, ela se destina às instalações novas, mas não obriga a adequação das existentes. Só para exemplificar, esta norma estipula padrões mínimos de segurança de cabeamentos (padronização de cores dos condutores e bitolas), uso de barramentos de terra e neutro e exige dispositivo de proteção contra descarga parcial, que limita a corrente em caso de choque elétrico a 30mA (IDR - Interruptor Diferencial Residual) e obriga o aterramento de todo o sistema. Um contato humano, em um circuito não isolado, em instalações não normalizadas, pode sim gerar um grande dano ao equipamento e risco de morte. O uso de circuitos não isolados é amplo em outros países, onde as instalações já em teoria estão com IDR e aterramento em funcionamento, mas não é apropriado para o nosso País.

### **Proteção do sistema não isolado ao contato direto**

Existem formas de tratar o risco de choque elétrico destes produtos. Interrompendo o contato direto, através de corpos plásticos e materiais dielétricos, isolando eletricamente o produto. Entretanto, o uso de plástico gera outros problemas, como a dissipação térmica, que é prejudicada. Metais possuem alto coeficiente de dissipação térmica, como por exemplo: placa de alumínio ( $2\text{mK/m}^2$ ). Em potências altas, faz-se necessário o uso de materiais com melhores coeficientes de dissipação, como no caso do Refletor de 150W, comprometendo o uso de plástico. Plásticos de engenharia como ABS conseguem operar em maiores temperaturas, porém comprometem a vida do LED componente, que opera em temperaturas mais elevadas.

Já no caso do contato acidental, o uso de limitadores de corrente na fonte (fusíveis rápidos), trilhas fusíveis na placa, e o correto aterramento da placa e partes metálicas aliadas ao aterramento da instalação minimizam os efeitos.

Concluindo, percebe-se hoje que uma evolução das fontes para drivers on board (DOB) já é uma realidade, e novos chaveadores ganham mercado por possuir uma lista de componentes periféricos reduzida, vida elevada em teoria (faltam dados estatísticos) e montagem apenas em SMD (Inserção automática com Pasta de Solda), versus montagem manual de componentes. Existem inúmeros provedores de tais CIs, porém pouca literatura, testes de vida e impacto da gestão térmica na operação real. Com o ingresso destes produtos, faz-se necessário uma atenção do consumidor que deve adequar sua instalação elétrica, a fim de mitigar os efeitos das altas tensões de operação e possíveis choques elétricos fatais e aquecimentos perigosos.

A Abilumi (Associação Brasileira de Importadores e Fabricantes de Produtos de Iluminação) vem discutindo com o Inmetro a regulamentação de luminárias de uso domiciliar, interno e externo, onde serão abordadas as condições para elevar os níveis de isolamento destes produtos, de forma a garantir as condições de segurança do consumidor e de seu patrimônio.

**Rafael Schreiber Mineiro Sá** é engenheiro de telecomunicações, técnico em eletrônica, possui mais de 10 anos experiência em desenvolvimento de produtos e manufatura eletrônica.