

Semáforos de LED's

Sun Hsien Ming *

(adaptado de artigo publicado na revista Engenharia 544 do Instituto de Engenharia)

A geração de luz utilizando a propriedade de emissão de diodos formados por cristais de materiais semicondutores, denominados Light Emitting Diode – LED, vem sendo objeto de intensa pesquisa tecnológica.

Os semáforos de LED's têm sido objeto de análise e avaliação pela CET quanto à sua implementação em larga escala para a cidade de São Paulo.

As principais vantagens da utilização de “lâmpadas LED” são:

- ✓ baixo consumo de energia, resultando em ganhos de redução da ordem de 80 a 90%, quando comparado ao consumo de lâmpadas incandescentes de mesma intensidade luminosa;
- ✓ a luz emitida é monocromática, não sendo necessários filtros para se obter uma determinada cor;
- ✓ a vida útil de um LED é de aproximadamente 100.000 horas;
- ✓ a queima de alguns LED's não compromete totalmente a indicação luminosa, pois vai restar uma porcentagem considerável de elementos ainda ativos.

De maneira geral, os aspectos que ainda restringem a ampla adoção do LED como padrão de iluminação residem nos custos elevados,

Nas aplicações de engenharia de tráfego, o desenvolvimento do LED já se tornou técnica e comercialmente exequível, existindo disponíveis no mercado linhas de produtos tais como painéis de mensagens variáveis, placas de sinalização e semáforos.

Em 1990 a CET de São Paulo fez o primeiro teste para avaliar a aplicação da tecnologia LED na sinalização semaforizada. O protótipo da primeira lâmpada foi instalado num grupo focal de pedestres da Av. Faria Lima, próximo à rua Grécia. Passados 15 anos, a lâmpada continua em perfeito estado de conservação, sem ter ocorrido queima de nenhum de seus diodos. Atualmente, existem dois cruzamentos semaforizados que utilizam LED's na Radial Leste. Além disso, os grupos focais de pedestres da Rótula central da cidade também utilizam esta solução.

Como se vê, a aplicação desta tecnologia ainda é muito incipiente em São Paulo e isso se deve ao custo considerável do investimento inicial.

Como funciona a “lâmpada LED”?

Para as cores vermelha e amarela, os LED's utilizados em semáforos são derivados de uma tecnologia de combinação de cristais denominada AlInGaP (Alumínio, Índio, Gálio e

Fósforo). Para a cor verde, é utilizada a tecnologia InGaN (Índio, Gálio e Nitrogênio). A figura 1 apresenta os valores correspondentes dos comprimentos de onda em função de cada cor.



figura 1

Um LED é composto por um chip de material semicondutor, encapsulado numa resina epóxi, montado sobre dois terminais – anodo e cátodo. A figura 2 mostra a estrutura básica do LED.

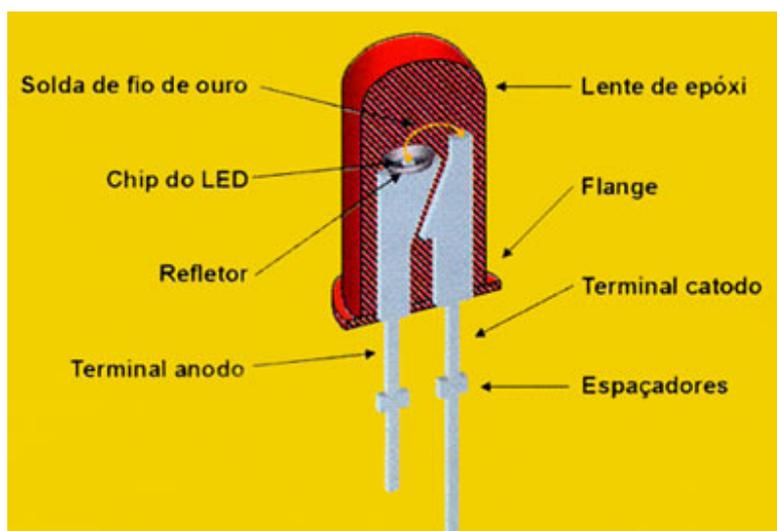


figura 2

Para compor a parte ótica do grupo focal, os LED's são colocados numa placa geralmente circular. Este conjunto denomina-se "bolacha" de LED's e é apresentado na figura 3. Numa bolacha, os LED's estão distribuídos em arranjos de ligação serial, tendo cada circuito 5 diodos, em média. Os arranjos seriais são conectados entre si em ligações paralelas. O conjunto dos arranjos seriais forma a matriz luminosa. A figura 4 ilustra, esquematicamente, três circuitos seriais, com cinco diodos cada, ligados em paralelo entre si. Esta arquitetura de disposição de diodos tem como vantagem a permanência da lâmpada acesa em caso de falha de alguns circuitos. Esta característica torna a lâmpada LED um importante fator de segurança para motoristas e pedestres, pois com a queima de alguns componentes, o semáforo não apaga.

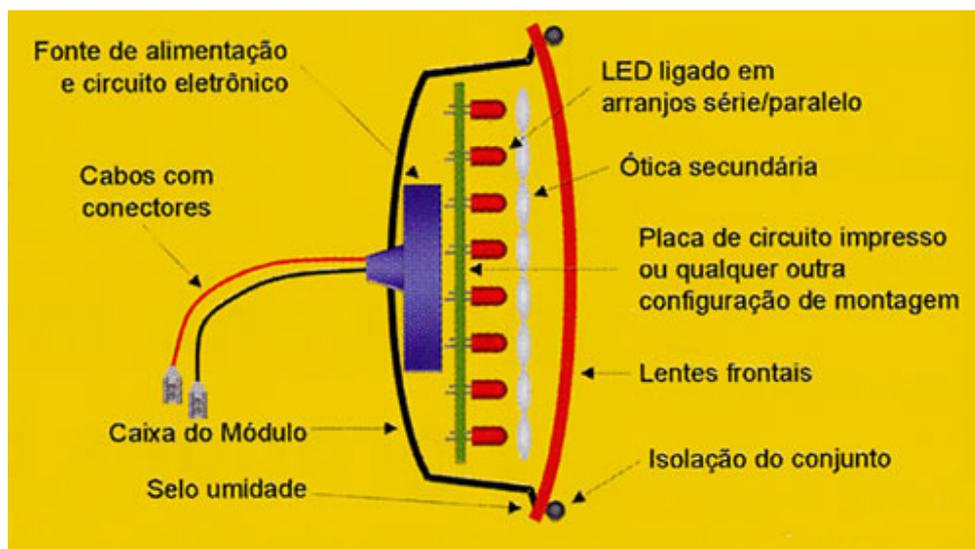


figura 3

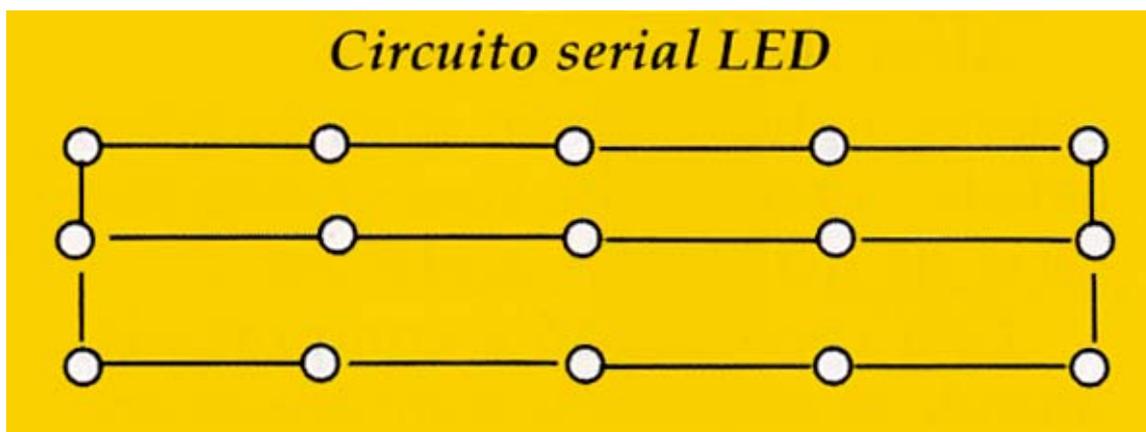


figura 4

Como a intensidade luminosa dos LED's decai com o tempo e com o aumento da temperatura, os fabricantes investem em soluções para superar este problema. Os resultados têm sido bastante positivos e as lâmpadas de LED's atuais, já incorporam mecanismos para preservar o tempo de vida útil do diodo (cerca de 100.000 horas).

Uma outra característica importante do semáforo de LED é que a luz emitida é bastante direcional, sendo visível apenas para pequenos ângulos em torno do eixo que passa pelo centro do foco. Em consequência, foram elaborados estudos relativos ao tratamento da irradiação de feixes luminosos que resultaram no desenvolvimento de lentes específicas para os grupos semafóricos de LED's – lentes de Fresnel – que visam ampliar o ângulo de visualização.

A Tabela 1 mostra um quadro comparativo entre LED e lâmpadas com filamento.

Lâmpada com filamento	LED
Queima do filamento causa perda total	Queima de um LED mantém operação normal
Dissipa calor	Não apresenta perda por calor
Cor obtida através de filtragem por lente colorida	Cor da própria luz emitida
Vida útil pequena: 4.000 horas	Vida útil grande: 100.000 horas
Alto consumo de energia: 50 a 100 W	Baixo consumo de energia: 7 a 20 W
Apresenta efeito fantasma	Não apresenta efeito fantasma
Grande degradação da intensidade luminosa	Degradação de -20% durante a vida útil
“Queima” da lente devido à dissipação do calor	Não há alterações no aspecto visual do foco
Visibilidade do foco em grandes ângulos	Luz direcionada – visibilidade só para pequenos ângulos
Não tem garantia	Garantia de 6 anos

Tabela 1

Os principais benefícios do semáforo de LED's são:

- ✓ economia no consumo de energia;
- ✓ possibilidade de utilização de *no-breaks* nos controladores de tráfego;
- ✓ redução drástica de manutenção na troca de lâmpadas;
- ✓ não apresenta “efeito fantasma”, ou seja, o efeito produzido pela incidência da luz solar no conjunto ótico do semáforo (lente/refletor) que produz a falsa sensação de iluminação do foco, confundido o usuário;
- ✓ não apresenta “queima” da lente devido à geração de calor;
- ✓ maior segurança para o usuário do sistema viário.

Tendo em vista que os semáforos de LED's ainda são uma aplicação relativamente recente, não existem ainda especificações técnicas consolidadas mundialmente. Existe uma especificação europeia provisória e uma especificação, também provisória, publicada pelo Institute of Transportation Engineers - ITE: Interim LED Purchase Specification of Vehicle Traffic Control Signal Heads, Part 2, Light Emitting Diode Vehicle Traffic Signal Modules. Contudo, a intensidade luminosa estipulada por essas especificações foi baseada na intensidade exigida para lâmpadas incandescentes, o que poderia indicar que os valores exigidos poderiam ser maiores do que os realmente necessários. O próprio ITE deve revisar a sua especificação com base em pesquisas de visibilidade e comportamento, o que pode resultar em intensidade menor do que a especificada atualmente. Como consequência, no atual estágio de desenvolvimento tecnológico, ainda existem dificuldades, principalmente para a cor amarela, de fabricar LED's com a intensidade luminosa requerida por essas especificações provisórias.

A perspectiva futura é a de desenvolver um amplo programa de substituição das lâmpadas incandescentes e halógenas por LED's, devido aos diversos benefícios oferecidos por esta solução.

** Sun Hsien Ming é engenheiro de trânsito e especialista em sistemas de controle de tráfego da CET/SP*