

Construção de uma Lanterna com Leds de Alta Luminosidade

por Masayuki Kubatamaia
Jan/2004

Considerações:

As lanternas a led vêm se tornando uma boa alternativa entre os montanhistas, seja por sua robustez, pela durabilidade ou simplesmente porque consomem pouco, o que em longas incursões em travessias ou cavernas pode fazer toda a diferença. Carregar menos pilhas de reserva, não se preocupar se a lâmpada vai queimar, são coisas que só quem já passou por apuros sabe valorizar.

Contudo, os preços dessas mesmas lanternas são absurdamente altos. E embora alguns modelos possam ser encontradas por menos de R\$ 60,00 (estamos falando de Headlamps, lanternas de cabeça), os modelos de marca podem chegar a passar de duzentos reais. Será que valem tanto ? Um kit de conversão de uma marca conhecida chega a custar tão caro quanto lanternas a led do mesmo fabricante...

Para felicidade dos sem-grana, há alternativas. Começam a pipocar por aqui fornecimento de leds de alta luminosidade - basta ver em sites de leilões, a preços bem acessíveis. Com um pouco de afinidade em eletrônica (na verdade, basta saber soldar) e imaginação, pode-se converter uma lanterna comum para led a custo bem aceitável. Digo converter, porque construir uma do zero pode sair tão caro quanto comprar uma nova, dependendo do grau de exigência que você faz dos materiais.

No final deste artigo, também há uma série de idéias de como fazer uma lanterna usando material reciclado para os compartimentos de pilha e leds.

Este guia tem como objetivo poder ajudar nessa construção. Seja por curiosidade, ou por necessidade, vale dar uma olhada nos tópicos seguintes. Caso você não concorde com algo, ou tenha sugestões, mande-me um email com suas considerações.

Vale a Pena ?

O que levar em conta para ter uma lanterna a led ? Vejamos:

- Custo inicial. São mais caras, a menos que você faça a sua.
- Consumo de baterias. As pilhas duram muitas vezes mais. Dependendo do caso, pode ser uma relação de 1/10.
- São leves. Ocupam menos espaço e atrapalham menos os movimentos.
- Luminosidade. Satisfatória para caminhadas, mas nada de focar algo específico a mais de quatro metros.
- Tipo de luz. Sejam sinceros, nós estamos acostumados c/ a luz incandescente...
- Robustez. Muuuuito melhor que as lampadinhas de vidro.
- Durabilidade. Dizem, dez anos. Eu ainda vou tirar a prova.
- Comprar pilhas comuns num momento de desespero e usá-las por horas sem medo de ficar no escuro.
- Sair do lugar comum e ter um ítem considerado novidade.
- Poder dizer a todos "Fui eu que fiz".
- Ter uma lanterna única no mundo.
- Eu quero. Ponto.

Se você pesou os itens acima e não se convenceu, provavelmente não precisa ler o resto deste documento.

Dos Leds - Que tipo de Led usar ?

Há no mercado diversos leds, mas os de alta luminosidade para lanternas são basicamente:

- Led Azul. Boa luminosidade, mas tudo fica monocromático. Você perde a noção de profundidade, e pode tropeçar. Principalmente em cavernas e trilhas.
- Led Verde. Embora digam que a luz verde é a mais visível p/o olho humano (está lá nos sites que vendem lanternas c/ led Verde...), e que não incomoda os animais, têm o mesmo problema do led Azul.
- Led Âmbar. Ainda não testei nenhum, mas a experiência com leds de baixa luminosidade também levam a crer que há tendência de tudo ficar amarelado...
- Led Branco. É a melhor opção. Embora seja levemente azulada, dependendo do fabricante e da intensidade, sua luz proporciona boa visibilidade com maior fidelidade de cores.

Chegamos à conclusão de que serão os Leds Brancos, os nossos escolhidos para essa montagem. Mas qual intensidade ? Encontramos no mercado leds de 5000mcd, 5500mcd, 7000mcd, 8000mcd, 10000mcd, 16000mcd. O que é isso ? MILICANDELAS, algo como as pessoas antigas entenderiam como "velas" - alguém aí lembra como a gente escolhia camisinhas de lampião a gás ?

De meus testes, cheguei à conclusão que para lanternas não há muita diferença, pois os leds mais fortes o são porque o "foco" é reduzido. E, além disso, são mais azulados no centro. O que, num conjunto com digamos quatro leds, apresenta quatro pontos ao invés de um ponto difuso, como nos leds de 5500mcd. Isso numa superfície plana faz diferença. Ler documentos por exemplo é mais fácil com leds de 5500mcd que com 16000mcd.

Assim, os leds até 10000mcd podem ser usados nas lanternas. Isso por enquanto, pois os fabricantes "devem estar" diversificando e tentando chegar a leds mais fortes com ângulo de difusão maiores. Assim espero...

Uma sugestão é chegar nas lojas e escolher os leds, acendendo-os e selecionando aqueles mais "brilhantes, brancos e difusos". Eu particularmente, fico com os de 5500mcd.

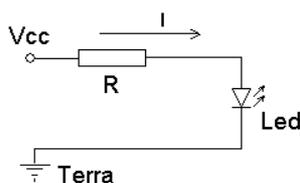
Tensão/corrente de alimentação

Os leds de alta luminosidade se caracterizam também por necessitarem de uma maior tensão de trabalho. A queda de tensão entre seus terminais fica entre 3,2 e 3,6 Volts. A corrente de trabalho nominal é de 20mA, podendo funcionar com 30mA. Acima disso, os fabricantes não se responsabilizam. Ou seja, pode funcionar, mas você assume o risco de queimar ou diminuir a vida útil do componente. A melhor luminosidade se dá até 25mA, sendo que qualquer coisa acima disso não apresenta aumento significativo de luminosidade.

Da alimentação:

Quantidade de Pilhas. Muito bem, sabemos que precisamos de 3,2V a 3,6V para alimentar o led, e também que a corrente deve ser entre 20 e 25mA. Mas como controlar isso?

Vamos pelo básico, para quem não conhece a coisa. Veja o esquema abaixo:



Ao se aplicar uma tensão (V_{cc}) no circuito, uma corrente (I) irá percorrer o mesmo, ocasionando a emissão de luz pelo led. A corrente é definida pela equação $I = V_r/R$ onde V_r é a queda de tensão sobre o resistor (R).

Assim, como sabemos que para alimentar o circuito precisamos de pelo menos três pilhas, supondo que sejam de 1,5V cada, e considerando uma queda de tensão no led entre 3,2 e 3,6V, temos:

$$I_1 = (4,5-3,2)/R \text{ e } I_2 = (4,5-3,6)/R$$

Ora, se já estabelecemos por exemplo, que I deve ser 25mA (0,025A), chegamos a

$$R_1 = (4,5-3,2)/0,025 = 52 \text{ ohms} \text{ e } R_2 = (4,5-3,6)/0,025 = 36 \text{ ohms}$$

Qualquer valor de resistor nessa faixa de 36 a 52 ohms irá proporcionar uma luminosidade aceitável para nosso objetivo.

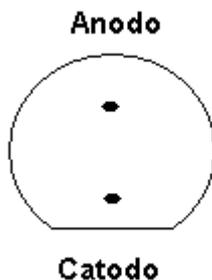
ATENÇÃO: As pilhas recarregáveis normalmente fornecem 1,2V - o que dá 3,6V com três delas. Se você é ecologicamente correto e usa este tipo de pilha, use valores menores de resistores. Na prática, um resistor de 47 ohms também funciona bem com essa tensão, mas você pode usar 33ohms e obter ótimos resultados. Outro ponto a se observar é que nem todas as pilhas recarregáveis são de 1,2V. Algumas marcas chegam a fornecer 1,4V, e aí os resistores de 33ohms são inadequados. Lembre-se também que as pilhas recarregáveis têm uma curva de energia diferente das alcalinas - i.e., a tensão vai caindo gradativamente, ao passo que nas alcalinas, ela se mantém mais constante e cai abruptamente quase no fim de vida delas.

Bom, o princípio básico da coisa está aí. Se você pretende fazer uma lanterna de três leds, ou melhor, converter uma lanterna velha de três pilhas para leds, com menos de dez reais a coisa pode ser feita.

Você deve usar um resistor para cada led, para fornecer 20 a 25mA individualmente. Não tente usar um único resistor e calcular p/ ex. 60ma (3 leds), o resultado pode ser frustrante se os leds não forem absolutamente iguais.

Montagens.

Agora a parte prática. Mas antes, vale lembrar que o led possui polaridade. Quer dizer que há um jeito correto de conectá-lo à alimentação.



O catodo deve ser sempre mais próximo ao terra, ou melhor, ao polo negativo das pilhas.

Os leds possuem um corte na base, que pode ser visto na figura ao lado. O terminal deste lado é o catodo.

Quanto ao resistor, não há polaridade. Pode ser de 1/8W (um oitavo de Watt). Se você sabe trabalhar com SMD, maravilha. O conjunto fica bem menor.

Eis algumas sugestões:

Pensou que eu ia te dar o passo a passo de montagem ? Como eu disse antes, use a imaginação ! Veja também mais adiante sugestões de reciclagem.

Conseguir uma lâmpada queimada e trocar a ampola por um led e um resistor. Se você conseguir, pode montar mais de um led sobre a base. Um número bom é três leds por uma lâmpada.

Em lanternas que têm foco fixo, e não se roda a lanterna para acendê-la, pode-se fazer furos no refletor, e encaixar aí os leds. Assim, você tem a possibilidade de ter uma lanterna com iluminação dupla, usando p/ exemplo uma lâmpada halógena e leds, chaveando o seu uso conforme sua necessidade.

Fazer pequenos furos na frente do capacete e fixar os leds aí. Fica um visual ET duca. A fiação pode ser escondida por um espaguete de borracha/espuma, e o compartimento de pilhas pode ser fixado atrás (p/fora, para sua segurança). Não sei dizer o quanto isso pode comprometer na resistência do capacete. Para escaladores, o compartimento de pilhas pode ser removível, sendo usado somente em incursões noturnas.

Acrescentar um pequeno refletor com um único led e um interruptor.

Problemas pela frente - longa duração e baixa luminosidade.

Se você chegou até aqui, veja a má notícia. As pilhas não fornecem sempre a mesma tensão (grande novidade...). À medida que vão sendo usadas, a tensão em seus polos vai baixando, o que resulta numa menor corrente passando pelos leds. Isso quer dizer menos brilho, se bem que eles ainda acendem. Pilhas de 1,5V que caem a 1,2V normalmente já não estão em condições de uso para lanternas comuns, mas nas de leds, ainda dão um gás. Aliás, como a

tensão cai, a corrente também cai, resultando num consumo menor e consequentemente maior durabilidade das pilhas... com luz sofrível.

Felizmente para a maioria das pessoas, demora muito para isso acontecer, de modo que quando ocorre, basta trocar as pilhas. Se forem pilhas recarregáveis, sempre estarão zeradas a cada saída (se não esquecer de recarregá-las) e você praticamente não vai passar por esta situação.

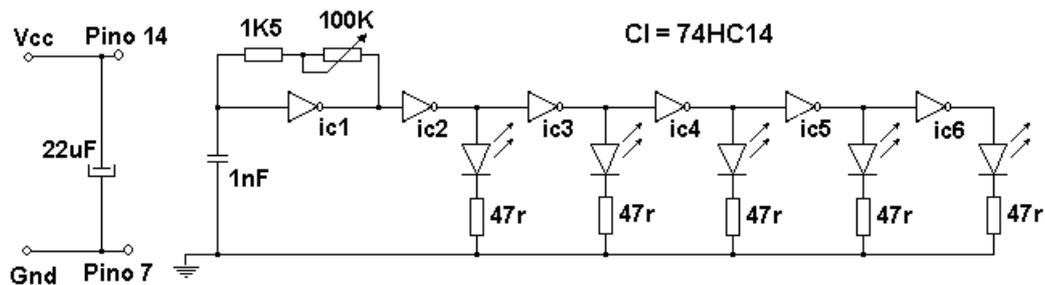
Diminuindo o consumo de energia.

É bom não ter de levar pilhas extras em uma saída de uma semana... mas será que dura mesmo? Se você ainda está preocupado, que tal baixar ainda mais o consumo do seu conjunto? Com alguns componentes facilmente encontrados em lojas de eletrônica, podemos baixar para quase a metade. Claro que aí você precisa saber eletrônica.

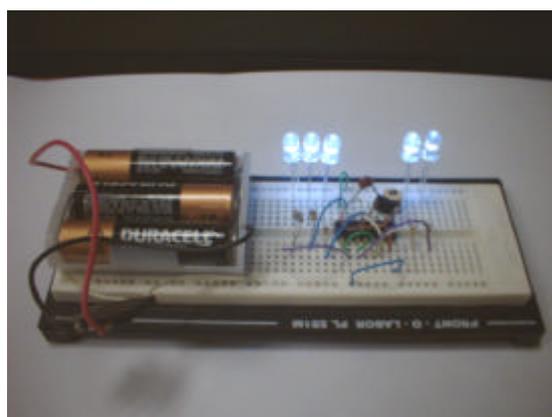
A sugestão é usar um oscilador baseado em triggers, que suportem corrente de dreno superior a 20mA, e ligar os leds às saídas das portas. Uma boa frequência de trabalho é 1KHz, e você encontra na Net vários datasheets de componentes que podem ser usados.

O circuito abaixo trabalha com cerca de 10KHz, e consome apenas 19mA a 3,9V (três pilhas meio gastas), o que seria cerca de 75 horas de luz com pilhas alcalinas - teoricamente.

Minhas pilhas recarregáveis duraram pouco mais que 25 horas com o mesmo brilho. Considerando que usando somente os resistores duraram menos de dez horas, tive uma melhora de mais que 150%. Detalhe: nas duas primeiras horas, ter somente os resistores proporciona um brilho ligeiramente mais forte.



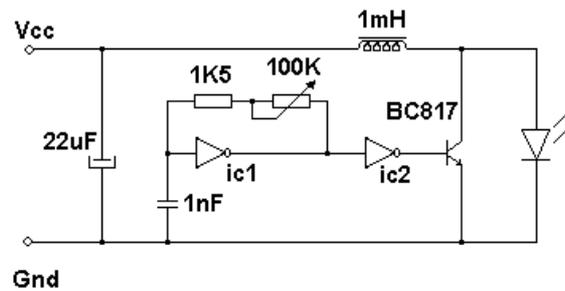
O 74HC14 pode ser usado em circuitos até 6V sem problemas, isto é, pode ser usado em lanternas de quatro pilhas também.



Alimentando Leds Brancos com duas pilhas.

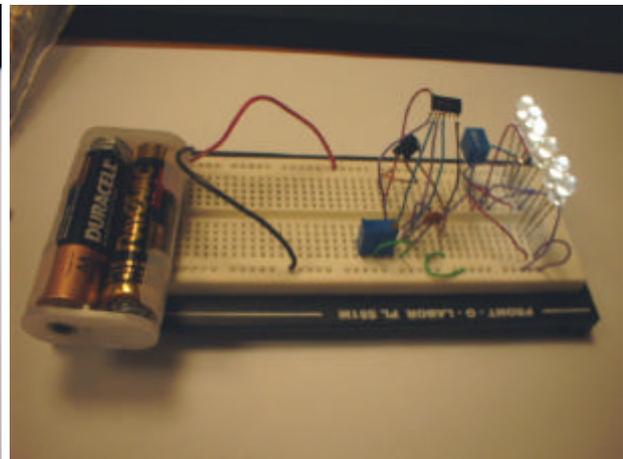
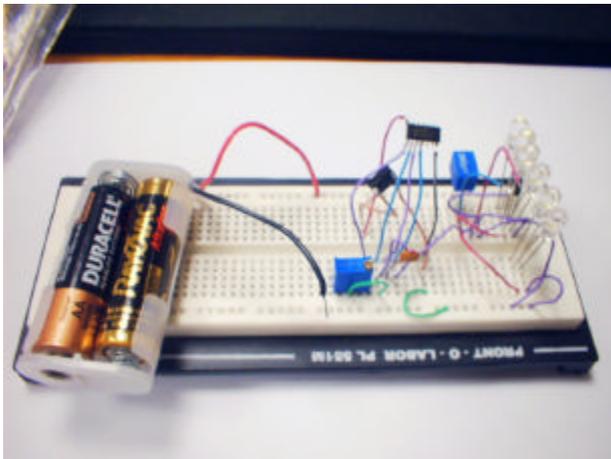
O resultado da tentativa de usar estes leds em lanternas com duas pilhas é frustrante, pois necessitam de tensões superiores a 3V. Porém há um jeito de fazê-lo, bastando um pouco de paciência e afinidade com eletrônica.

O esquema abaixo é o resultado de uma série de testes que fiz, adaptando um esquema de revista a componentes acessíveis em São Paulo (Sta Efigênia).

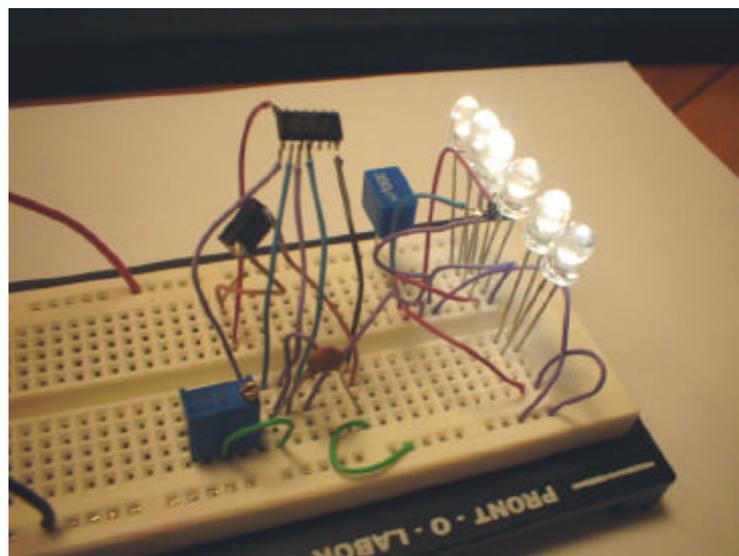


Olha aí novamente o oscilador usando triggers, composto pela porta ic1, os dois resistores e o capacitor de 1nF. A porta ic2 torna os sinais resultantes mais estáveis. Neste caso, porém, precisamos de um estágio de elevação de tensão, composto pelo transistor e o indutor. O circuito funciona mesmo se usarmos um BC548 no lugar do 817. O indutor pode ser de 390, 470 ou 560uH. Encontrei um de 1mH e os resultados foram muito bons. O capacitor de 22uF é opcional, pois o circuito funciona mesmo sem ele - é usado apenas para estabilizar a tensão de alimentação, que pode ser influenciada pela oscilação do circuito.

Efetuada a montagem em SMD, o conjunto fica bem reduzido.



Observem as dimensões dos componentes. Esse emaranhado de fios p/ o alto foi devido ao fato de três dos componentes usados serem SMD. O CI 74HC14, o capacitor de 22uF e o transistor BC817.



O que é o quê ? Bom, os leds dispensam apresentação. No terceiro led, da frente p/ trás, tem um ponto preto. Isso é o transistor BC817. A caixinha azul ao fundo é o indutor. O CI ao alto é o 74HC14. O componente preto abaixo dele é o capacitor (é grande por ser eletrolítico). A caixa azul c/ "parafuso" é um trim-pot multivoltas. Atrás dele (não visível) há um resistor de 1K5

e logo ao lado um capacitor cerâmico de 470pF. Este último na versão final será de 1nF, em SMD - o circuito todo pode ser colocado no refletor da lanterna.

A alimentação foi feita com duas pilhas gastas, somando 2,4V. Isso equivale àquelas pilhas que numa lanterna comum já seriam descartadas. Eu cheguei a colocar dez leds, sem perda de luminosidade (por unidade) perceptível, mas no conjunto, quatro a seis leds deram um bom resultado.

Quando eu resolvi medir o consumo, o BC817 teve um terminal danificado num transporte, e fiz as medições usando um BC548, que tem desempenho ligeiramente inferior.

Bom, a princípio não existe mágica. Se há alto brilho, é sinal de alto consumo.

Reparei que o consumo do circuito não varia muito pela quantidade de leds, mas ele em si tem consumo muito diferente conforme a tensão de alimentação. Assim, para dois leds temos:

4,0V (três pilhas meio velhas)	- 80mA
2,4V (duas pilhas meio velhas)	- 16mA
3,0V (duas pilhas novas)	- 40mA

e para quatro leds:

4,0V (três pilhas meio velhas)	- 96mA
2,4V (duas pilhas meio velhas)	- 19mA
3,0V (duas pilhas novas)	- 40mA

O que torna o circuito interessante até 3,2V, que é a tensão nominal de trabalho dos leds (há marcas de 3,6V também, mas no geral o consumo é semelhante). Acima disso, o consumo é o mesmo ou superior a colocar simplesmente um resistor de limitação.

Assim, uma lanterna construída com esse circuito se destina a trabalhos próximos como manuseio de painéis, iluminação de emergência, pescaria, etc. Para trilhas/cavernas, só testando, e colhendo opiniões de usuários. Em todo caso, é para duas pilhas que se destina.

A foto abaixo mostra o sinal em cima do led, num circuito com BC548. A tensão de pico fica em 4,5V. Cada quadro tem 200us (microsegundos).

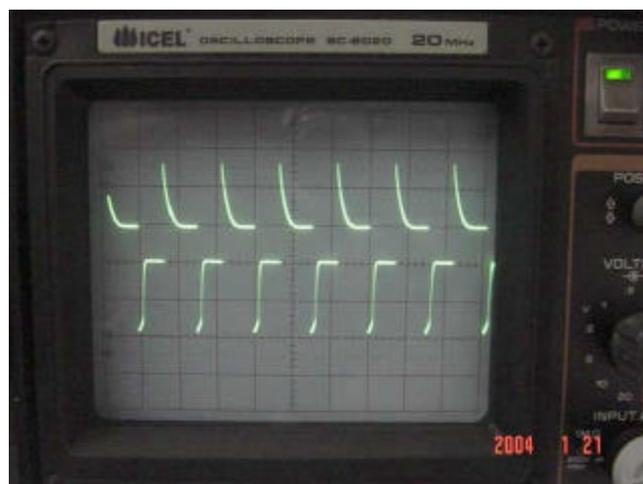


foto: Ulisses Guglielmetti

Lembre-se que o brilho resultante com este circuito usando dois ou três leds é suficiente para poder circular em um ambiente escuro (leia-se acampamento), para coisas simples, e até ler. Mesmo com 1,8V, há um bom aproveitamento da energia. Abaixo disso, o brilho dos leds serve apenas para sinalização.

Soluções alternativas - material reciclado.

Uma das maiores dificuldades quando resolvemos construir uma lanterna é o compartimento de pilhas. Podemos encontrar porta-pilhas separados, mas um invólucro que acondicione, proteja e seja passível de se colocar em fita elástica... forget about. Eu pelo menos não encontrei nada. Só headlamps baratas (R\$10,00) que poderiam ser adaptadas, mas de duas pilhas... ou pilhas palito (AAA), que são mais caras que as AA. E nosso objetivo primário é economizar.

Os porta-pilhas também se mostraram bem frágeis, não agüentando muito tranco. As pilhas se deslocam, necessitando de fixação extra e o plástico desses porta-pilhas se quebram até com a pressão das molas que fazem o contato nas pilhas - assim, o recipiente precisa funcionar também como reforço para estes.

Dessa forma, resolvi sair do roteiro e procurar alternativas - i.e., reutilizar embalagens e caixas plásticas para os protótipos. O resultado por enquanto foi:

- ?? Potinho de filme de 35mm. Os da Kodak, têm tampa por fora (o Fuji não serve) e são pretos. Cabem três pilhas AA bem apertadas, deformando levemente o plástico. Se forem pilhas AAA, cabem quatro, e aí os da Fuji também servem.
- ?? Embalagem de shampoo. Algumas têm o tamanho certo para acomodar quatro pilhas lado a lado. Basta cortar e confeccionar uma tampa. Desodorantes, idem.
- ?? Embalagem de fio dental Há uns pouco mais altos que os potes de filme, tipo de 100m que você encontra baratinho em farmácias. Cabem quatro pilhas AAA, mas não as AA, pois a tampa não fecha.
- ?? Frasco de OFF, de plástico, daqueles que tem uma bombinha p/ spray.
- ?? frasco de gel pós-barba. Encontrei um do tamanho ideal, mas o cheiro é horrível, e vou ter de jogar fora o conteúdo (pois é, eu comprei...).
- ?? Com tampas de alguns shampoos, pode-se fazer refletores para um led. As dimensões são em torno de 3x2,5cm, e com uma demão de tinta prateada, ficam bem interessantes.
- ?? Quinquilharias de lojas 1,99. Tem muita coisa. Eu quase comprei um apontador de lápis com formato de... câmera de monitoração. Tinha até lente.
- ?? lanternas de 1,99. Ou 2,50... Refletores muito bons.
- ?? Aproveite a embalagem das pilhas. O plástico que envolve as mesmas, se for um pouco rígido, serve de base - fixe aí os terminais.
- ?? Compartimento de pilhas de aparelhos quebrados.



Este é o frasco de gel pós-barba. Tem espaço para as pilhas e um circuito de controle.

Conclusões.

Como eu coloquei no início, você não deve esperar de uma lanterna de leds o mesmo foco e intensidade luminosa das lâmpadas de Krypton ou Halógenas. Estas lâmpadas cobram muito (em consumo) pelo que fazem, e devem ser usadas somente em momentos específicos.

Quanto aos circuitos de alimentação de leds, os elevadores de tensão para trabalhar com duas pilhas só são interessantes para onde não se precisa de alta luminosidade. Se você tem uma lanterna de três ou quatro pilhas, o uso de resistores já basta para fazer a conversão. Caso queira aumentar a durabilidade das pilhas, os osciladores são boa opção. Nesse caso, use portas inversoras com tensões de trabalho entre 3,6 e 6V. Use preferencialmente quatro pilhas. Uma boa opção é o 74HC14.

Alguns fabricantes de componentes fazem CIs específicos para essa finalidade, proporcionando alto brilho e controle de consumo. Esses componentes trabalham entre 2,7V e 6V, e são ótimas opções para lanternas . São exemplos os CIs :

MAX1910, MAX1912, MAX1510, LM2794, LM 2795

Infelizmente, não encontrei nenhum deles por aqui.

Eu pretendo complementar este documento com fotos e explicações dos protótipos que for montando. Quanto tempo vai levar para as próximas versões eu não sei, visto que tenho outras experiências em andamento também.

Espero que este documento possa contribuir de alguma forma àqueles que querem brincar com os leds de Alta Luminosidade. Pode ser que fiquem só nas experiências, ou que acabem gastando mais dinheiro comprando material para testes do que gastariam com uma lanterna. Mas, o importante é se divertir.

Boa sorte !

Massa.

Conversão de lanterna - Petzl Micro

Como premissa desse primeiro protótipo, evitei alterar a engenharia do produto - i.e. não danificar a lanterna - para que pudesse ser revertida caso a coisa não desse resultados satisfatórios.

Considerações:

- ?? A Micro é uma lanterna de duas pilhas, o que nos força a usar um estágio de elevação de tensão.
- ?? Optei por usar componentes SMD, o que me proporciona maior miniaturização.
- ?? Utilizei um resistor de valor fixo no lugar do potenciômetro.
- ?? Três leds colados são o tamanho ideal para ocupar o mesmo espaço de uma lâmpada
- ?? O único lugar em que cabe o circuito é o refletor.

O layout da placa foi fácil. Deixá-la redonda na forma do refletor deu mais trabalho. Um problema foi como conectar o conjunto de leds bem onde há a alimentação do circuito. Como seriam duas peças separadas, usei um cabo e conectores.

O resultado se vê nas fotos abaixo.



Quanto à luminosidade, a lanterna proporciona brilho ótimo por cerca de 10 horas, passando a "boa" por mais quatro. Depois disso, a luminosidade vai caindo bem.

Considerando que a lâmpada original só proporciona luz por duas horas, essa conversão se mostrou bem vantajosa.

Pendências:

- ?? Melhorar a fixação dos conectores - deixar um lado fixo na placa.
- ?? Melhorar o formato da base do conjunto de leds p/ torná-la mais justa na lanterna.