

STROBOLED

Aldo Lopes - Revista Antenna Ed. 1203

Nessa edição, estamos propondo um projeto simples para ilustrar como a tecnologia dos LEDs avançou nos últimos anos e assim chamarmos a atenção do leitor para que observe ao seu redor como esse componente ficou muito mais “potente”, em termos de capacidade e eficiência luminosa, e já substitui, com vantagens, diversos tipos de lâmpadas: incandescentes, fluorescentes, neons e outros tipos especiais, ganhando cada vez mais espaço em várias aplicações, como por exemplo: na sinalização pública, no controle de tráfego, na sinalização de áreas perigosas e situações de risco em indústrias, plataformas de petróleo, aeroportos, rodovias e áreas de circulação em geral, nos painéis de mensagens publicitárias existentes em movimentadas avenidas e famosos cruzamentos em todo o mundo, em luminosos de vitrines de lojas e de shopping centers e até mesmo no interior do automóvel, em artigos de decoração e na iluminação dos ambientes de casa.

Relembrando, um LED (Light Emitter Diode - Diodo Emissor de Luz) basicamente é uma junção PN semicondutora que emite luz monocromática quando atravessada por uma corrente elétrica direta (figura 1).

O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado “eletroluminescência”.

Em qualquer junção P-N polarizada diretamente, dentro da estrutura, próximo à junção, ocorrem recombinações de lacunas e elétrons.

Essa recombinação exige que a energia possuída por esse elétron, que até então era livre, seja liberada, o que ocorre na forma de calor ou fótons de luz.

No silício e no germânio, que são básicos nos diodos e transistores, entre outros componentes eletrônicos, a maior parte da energia é liberada na forma de calor, sendo insignificante a luz emitida, e os componentes que trabalham com maior capacidade de corrente precisam de irradiadores de calor (dissipadores) para ajudar na manutenção dessa temperatura em um patamar tolerável.

Já em outros materiais, como o arsenieto de gálio (GaAs) ou o fosfeto de gálio (GaP), o número de fótons de luz emitido é suficiente para constituir fontes de luz bastante visíveis.

Histórico do LED

Os primeiros LEDs de uso comercial foram produzidos na década de 60, combinando três elementos primários: gálio, arsênio e fósforo (GaAsP) para obter uma fonte de luz vermelha em 655 nm, com intensidade luminosa limitada ao range de 1 a 10 mcd.

Em seguida, foram produzidos LEDs de GaP (fosfeto de gálio), com maior eficiência na emissão de fótons de luz, no entanto, por emitir luz vermelha no comprimento de onda na região do espectro de 700 nm, onde a sensibilidade do olho humano é menor (o olho humano é mais sensível à luz amarela esverdeada), esse ganho de intensidade, na prática, não era perceptível. Esse tipo de LED também apresentava outra característica desfavorável: aumentando a corrente elétrica, a eficiência de emissão de luz decaía, tornando-se inviável para aplicações em painéis de uso externo, onde os LEDs são multiplexados e recebem maior corrente elétrica instantânea para emitirem impulsos luminosos mais intensos.

Na década de 70, o avanço da tecnologia possibilitou a produção de LEDs de outras cores e outros comprimentos de onda, ainda utilizando o GaP para as cores verde e vermelho e o GaAsP para o laranja, o vermelho de alta eficiência e o amarelo, que são utilizados até hoje, como mostra a tabela 1.

Os LEDs foram bem aceitos e empregados em diversos produtos eletrônicos, e na década de 80 foi desenvolvido um novo material, o Arsenieto de Gálio e Alumínio (GaAlAs), e os LEDs desse material apresentaram performance muito melhor, com um brilho 10 vezes superior aos anteriores.

Com o progresso, os LEDs foram usados em aplicações como scanners de código de barras, sistemas de transmissão por fibra óptica e equipamentos médicos.

Nessa década, foi atingido o limite da tecnologia com esse tipo de material, conseguindo-se apenas pequenas melhorias na eficiência luminosa graças a avanços no processo de crescimento do cristal e na construção óptica do encapsulamento à base de epóxi.

Para se conseguir maiores avanços, novas tecnologias foram necessárias, sendo algumas provenientes da fabricação de diodos laser, na década de 80, quando um tipo de diodo laser de luz visível já era utilizado em scanners de código de barras.

Chegamos então nos LEDs de luz visível com Fosfeto de Índio, Gálio e Alumínio (InGaAlP) como material luminescente, que possibilitou maior flexibilidade produtiva, uma vez que diferentes cores puderam ser obtidas com apenas um simples ajuste do tamanho do gap de energia do material. Assim, LEDs verdes, amarelos, laranjas e vermelhos foram produzidos usando a mesma técnica básica.

OS LEDs azuis foram criados na primeira metade da década de 90, tornando-se um marco na ampliação das aplicações dos LEDs. Por causa da luz azul ter um comprimento de onda que corresponde a uma baixa sensibilidade do olho humano (tipicamente 465 nm), o LED azul deve emitir muito mais energia luminosa ($>2,5$ eV) para um bom resultado prático, sendo muito mais difícil de produzir, comparando-se às técnicas utilizadas para os LEDs de outras cores.

Os LEDs azuis disponíveis atualmente são feitos de Nitrato de Gálio (GaN) e Carboneto de Silício (SiC) com níveis de brilho que podem exceder 5.000 mcd a 20 mA de corrente elétrica.

As três cores primárias combinadas (azul, verde e vermelho), permitem que os LEDs sejam aplicados para gerar qualquer cor. Nessa década, acompanharemos muitas aplicações que farão uso dos LEDs RGB para reproduzir todo espectro de cores visíveis, inclusive o branco.

LEDs brancos são produzidos combinando a emissão das três cores (azul, verde e vermelho) ou utilizando a emissão da luz azul para excitar uma superfície de cobertura feita com fósforo YAG (Yttrium Aluminum Garnet), que uma vez "bombardeada" pela luz azul, emite a luz branca para o meio externo.

Confiabilidade e Durabilidade

A confiabilidade dos LEDs tornou-se superior à das lâmpadas incandescentes, neon e outros tipos.

Em termos de durabilidade, a vida útil de um LED é determinada com base na queda do seu brilho para 50% do brilho inicial.

Nesse conceito de medição, a vida útil de um LED tipicamente é de 100 mil horas, o que não significa que ele deixará de funcionar depois de 100 mil horas, e sim que seu brilho será metade do brilho inicial (início de operação).

Como mostra a curva da figura 2, a intensidade luminosa do LED decai lentamente com o tempo.

Essa curva assume inclinações diferente em LEDs de diferentes cores e/ou materiais. Assim, enquanto um LED branco pode ter uma vida útil de 10 a 30 mil horas, um LED vermelho de InGaAlP pode chegar a 200 mil horas.

Em qualquer caso, essa longevidade supera muito a de lâmpadas incandescentes (média de 1.000 horas) e fluorescentes, por exemplo, que geralmente não chegam a 5.000 horas.

Outras vantagens dos LEDs:

- Consumindo uma potência elétrica muito menor, os LEDs são bem mais eficientes para aplicações que dependem de pilhas ou baterias, ou qualquer outra fonte de energia onde seja importante minimizar o consumo elétrico.
- Para uso em aplicações externas ou onde haja vibrações, os LEDs suportam temperaturas mais altas e são mais duráveis que lâmpadas incandescentes quando submetidos a choques e vibrações.

Iluminação em Estado Sólido

Muitas empresas estão investindo na "Solid State Lighting", ou Iluminação em Estado Sólido, já estando disponível no mercado lâmpadas decorativas construídas com LEDs de 1W, 3W ou até mais potentes. Barras de LEDs, rígidas e flexíveis, são a base para a iluminação de fachadas e monumentos, contornos de arquitetura, iluminação indireta ajustável, entre outras aplicações, com a possibilidade de selecionar a cor e a intensidade, modificando e realçando obras de arte e ambientes.

Deixamos por conta dos leitores a busca dessas empresas e ilimitadas aplicações, bastando para isso digitar algumas palavrinhas chaves na barra de pesquisa do Google na Internet, por exemplo.

StroboLED

O projeto que vamos descrever a seguir é apenas uma das diversas aplicações possíveis para os LEDs de alto brilho.

O fenômeno estroboscópico é bem simples e está relacionado à fisiologia do olho humano.

Por causa desse fenômeno, a luz estroboscópica, utilizada em boates e danceterias, nos dá a sensação de movimentos em câmera lenta.

Ela funciona emitindo pulsos de luz em intervalos de tempo regulares, ou seja, acende e apaga de forma sincronizada em intervalo de tempo constante.

Você já deve ter percebido que ao passar de um local muito claro para um local escuro, como, por exemplo, quando está dirigindo na rua em um dia ensolarado e entra em uma garagem subterrânea de um prédio, ou em um túnel, de repente você tem a sensação de que tudo está mais escuro e, com o passar de alguns segundos, o ambiente vai se tornando mais claro.

Este fenômeno está relacionado com a acomodação do olho à luminosidade do ambiente, ou seja, à persistência da retina, que leva um certo tempo para “reagir” à variação luminosa.

Por isso conseguimos assistir um programa de TV ou um filme no cinema sem perceber que a exposição não é totalmente contínua, e sim composta de uma sucessão de quadros ou “frames” que são apresentados em uma velocidade superior a 1/24 segundos.

Não tendo tempo para fixar uma imagem na retina a 1/24 segundos, o nosso cérebro traduz as imagens como sendo movimentos contínuos.

Abaixo dessa velocidade, perceberíamos a descontinuidade, e é essa situação que a luz estroboscópica provoca, transformando um movimento contínuo em movimentos “quebrados”.

A luz estroboscópica produz essa sensação de movimento em câmera lenta por emitir pulsos de luz em intervalos de tempo regulares e rápidos (tipicamente, de 3 a 20 pulsos por segundo).

Quando a pessoa está dançando e realizando movimentos repetitivos, a retina registra apenas partes dos movimentos (exatamente no momento em que a estroboscópica emite o flash de luz).

Devido à persistência da retina, que não “perde” a imagem registrada no intervalo em que a luz estroboscópica está apagada, nosso cérebro “emenda” essa imagem com a próxima (momento seguinte em que a lâmpada emite o próximo flash).

Como resultado, nosso cérebro acaba “perdendo” algumas posições intermediárias da pessoa que se movimenta (falta de registros na retina quando a estroboscópica está apagada, ou seja, nos intervalos rápidos entre os flashes).

Com a perda de parte dos movimentos, a sensação é de que esses movimentos são mais lentos ou “robotizados”.

O Circuito

Usamos um oscilador de relaxação com dois transistores (figura 3) para produzir flashes de luz azul em uma frequência de 5 a 15 Hz, ou seja, 5 a 15 flashes por segundo, dependendo do capacitor usado no circuito.

A luz azul foi escolhida por acrescentar um bonito visual ao ambiente, melhor do que a luz branca.

Para emitir luz de alta intensidade, usamos duas barras de LEDs IllumiLED, feitas com LEDs do tipo Superflux, de 5.000 mcd. São 6 LEDs em uma placa de circuito impresso de 9,5 cm de comprimento (duas associações série de 3 LEDs cada, conforme esquema da figura 3 e foto da figura 4).

Para o leitor que quiser economizar tempo, a barra IllumiLED pode ser adquirida através da Eccel Eletrônica, pela loja virtual: www.eccel.com.br, na seção de produtos Automotivos, ou pelo telefone, que está disponível na página de abertura do site.

Colocamos o circuito para alimentar duas barras dessas, totalizando um consumo de 160 mA. Como o transistor Q2 usado (BC327) suporta até 800mA, caso o leitor queira utilizar LEDs mais potentes, poderá fazê-lo até esse limite de corrente máxima total.

O transistor Q2 entra em saturação, aplicando 12V à saída (LEDs) sempre que o capacitor C1 atinge uma tensão de carga que polariza diretamente a junção base-emissor do transistor Q1.

Essa carga acontece pela corrente que atravessa o resistor R1, de 10Mohms, e o resistor R2, em série com o capacitor. Enquanto C1 não atingir tensão suficiente para polarizar a junção base-emissor de Q1, Q2 fica no corte (LEDs apagados).

Chegando na tensão de aproximadamente 0,6V, Q1 inicia a condução de corrente de coletor, ou seja, passa a circular corrente na junção emissor-base de Q2, que inicia a condução e aumenta a tensão na saída (coletor), aumentando ainda mais a corrente de base de Q1, já que essa tensão de saída soma-se à tensão do capacitor C1.

O efeito é de um “empurrão” de Q1 e Q2 para a saturação, ou seja, na saída surge um impulso de 12V devido à saturação do transistor Q2.

A partir desse impulso, C1 passa a carregar-se reversamente, até que a corrente de base de Q1 cai a um limite que faz com que Q2 passe para o corte, recomeçando o ciclo de recarga de C1 no sentido oposto, novamente via R1, R2 e R4.

Quanto menor o valor do capacitor C1, mais rápidas serão as piscadas dos LEDs que formam a luz estroboscópica.

No nosso protótipo, usamos valores de 10nF a 47 nF, obtendo 15 (C1=10nF) pulsos por segundo a cerca de 5 pulsos por segundo (C1 = 47 nF).

Usando duas chaves H-H, é possível montar um arranjo de combinação de capacitores:

- Chave 1 e 2 desligadas: 1 capacitor de 10nF (montado diretamente na placa) = 10nF
- Chave 1 ligada e chave 2 desligada: 2 capacitores de 10 nF em paralelo (o original e o acrescentado pela chave 1) = 20 nF
- Chave 1 desligada e chave 2 ligada: 1 capacitor de 10 nF (original) em paralelo com 1 capacitor de 22nF (acrescentado pela chave 2) = 32 nF
- Chave 1 e chave 2 ligadas: os três capacitores em paralelo = 42 nF

O ganho hfe do transistor Q1 pode afetar a frequência de oscilação. Se isso acontecer, tente reduzir ou aumentar um pouco o valor do resistor R1.

Se o circuito parar de oscilar, ficando com os LEDs permanentemente acesos, é sinal que R1 está com o valor muito baixo e precisa ser aumentado.

Você pode fazer experiências também com o valor de C1.

Os componentes ZD1, LD1 e R3 servem para indicar quando a bateria está com carga baixa. Nessa situação o LED LD1 terá o brilho muito reduzido ou apagará, indicando que o circuito deve ser desligado para não continuar a descarregar ainda mais a bateria, podendo danificá-la irreversivelmente.

A chave S1 liga e desliga o circuito, controlando a alimentação de 12V. Essa alimentação pode ser obtida através de uma fonte a partir do regulador de tensão 7812. Essa fonte é facilmente encontrada no mercado a um custo muito baixo (12V x 500mA, ou 12V x 1A caso o leitor opte por LEDs mais potentes).

Para a montagem, a figura 5 traz o lay-out da placa de circuito impresso em tamanho natural.

Outras Aplicações

Além da luz estroboscópica, esse circuito serve para outras aplicações de sinalização:

1- Para ciclistas que costumam pedalar a noite.

Usando uma barra de LEDs IlumiLED com LEDs vermelhos, os 6 LEDs piscantes podem alertar os motoristas distraídos, evitando o atropelamento do ciclista, que ficará bem mais visível à noite.

Essa barra de LEDs tem o invólucro de acrílico retangular, que facilita a fixação na bicicleta, lembrando que pode ser adquirida na loja virtual da Eccel Eletrônica (www.eccel.com.br) na seção de produtos Automotivos.

Para alimentar o circuito, você pode adaptar um pequeno dínamo de 12V na bicicleta ou usar 2 estojos de 4 pilhas e 1 de 2 pilhas em série, formando uma associação de 10 baterias do tipo recarregável, de NiCd ou NimH, com 1,2V / 1 A cada = 12V / 1A. Aloj os estojos de bateria em um tubo de PVC com tampas nas extremidades, preso na estrutura tubular da bike. Será necessário providenciar também um recarregador para esse conjunto de baterias.

Para essa aplicação, talvez seja mais apropriada uma frequência de oscilação um pouco menor (2 a 4 pulsos por segundo). Para isso, troque o capacitor C1 por um de 47nF, 100nF ou 220 nF. Experimente associações paralelas caso queira reduzir ainda mais o intervalo das piscadas, para economizar as baterias, se for o caso.

2- Como luz de emergência para automóveis

Novamente usando a barra de LEDs IlumiLED fornecidas pela Eccel, cole-a na tampa de uma caixinha plástica onde esteja alojado o circuito oscilador. No fundo dessa caixinha, do lado externo, cole um pedaço de ímã flexível (do tipo usado em enfeites e propagandas para fixação na porta da geladeira).

Para alimentação do oscilador, use um cabo paralelo com um plugue para encaixe no acendedor de cigarros na outra extremidade (aprox. 5m de comprimento), respeitando a polarização.

Pronto! Agora você tem uma luz de emergência e alerta que pode ser ligada no acendedor de cigarros do veículo.

Grudada (pelo ímã que forrou o fundo da caixinha plástica) na porta traseira do seu veículo (parte superior) em situações de emergência, os LEDs ficarão piscando e alertando os outros motoristas, evitando com muita eficiência uma colisão acidental, com a vantagem de consumir muito menos bateria do veículo do que as lâmpadas do pisca alerta.

Temos certeza que o leitor encontrará muitas outras utilidades para o oscilador descrito, junto com os LEDs de alta potência e as barras de LEDs IlumiLED.

Como pode ser um pouco difícil encontrar esse tipo de LED fora dos grandes centros, colocamos à disposição dos interessados alguns modelos no site da Eccel, na área de Componentes / LEDs e Lâmpadas.

Disponibilizamos vários LEDs, em diversas cores e potências, bem como lâmpadas prontas (normais e do tipo “dicróica”), construídas com LEDs de alto brilho, aos leitores que queiram desenvolver novas aplicações ou experimentar os efeitos da Iluminação em Estado Sólido, explorando uma área que certamente terá muitos avanços e ganhará muitos produtos, subprodutos e seus adeptos nos próximos anos.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

Q1 – BC337B – transistor NPN

Q2 – BC327B – transistor PNP

ZD1 - BZX79C9V1 ou 1N757A - diodo zener de 9,1V x 0,5W

LD1 - LED verde de 3 mm

Capacitor

C1 – 10 nF a 220 nF (ver texto) – capacitor cerâmico ou de poliéster multicamada

Resistores - 1/8W, 5%

R1 – 10M ohms (marrom, preto, azul)

R2 – 270k ohms (vermelho, violeta, amarelo)

R3 - 120 ohms (marrom, vermelho, marrom)

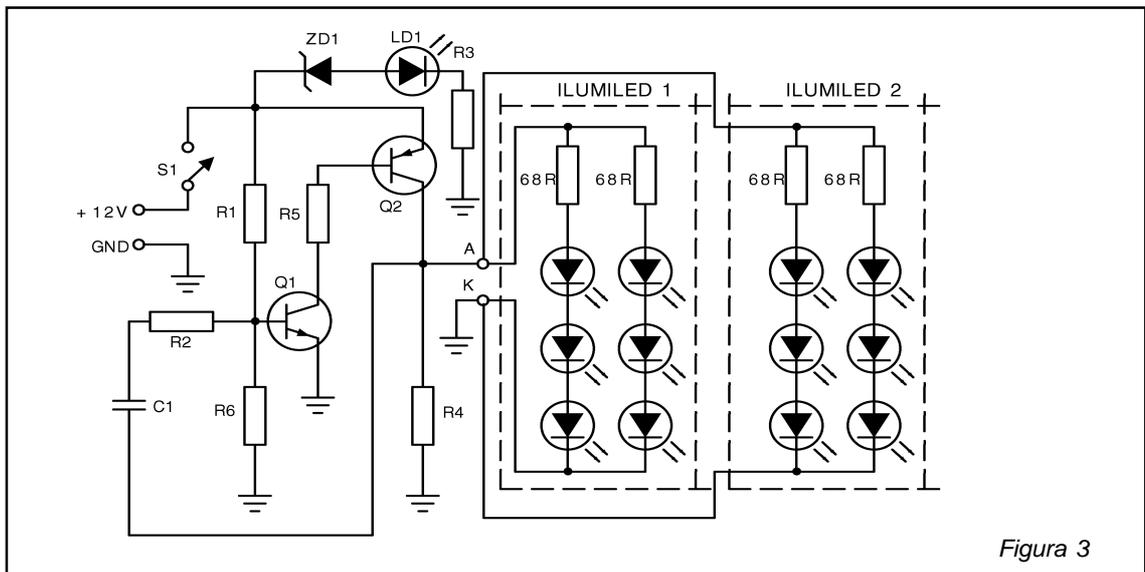
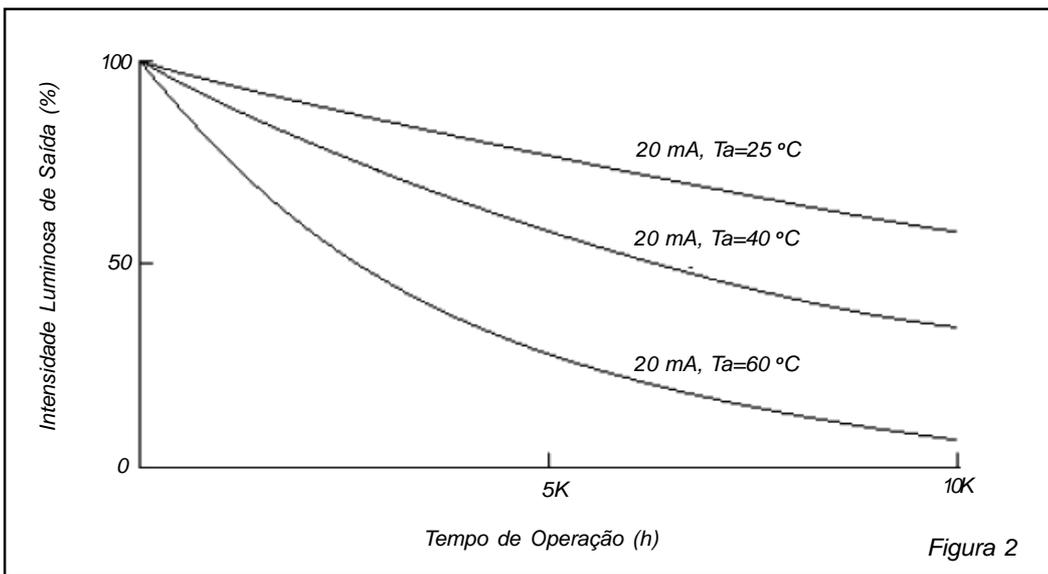
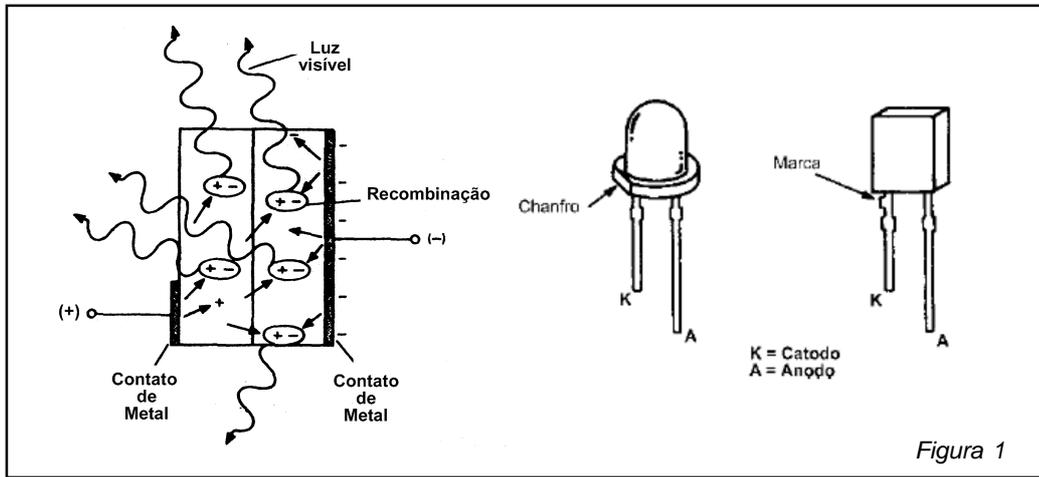
R4 – 2k2 ohms (vermelho, vermelho, vermelho)

R5 – 10k ohms (marrom, preto, laranja)

R6 – 2M2 (vermelho, vermelho, verde)

Diversos

Barra de LEDs IlumiLED (ver texto), chaves H-H (opcional – ver texto), placa de circuito impresso, fios, solda, fonte regulada de 12VDC x 500mA (ou 12VDC x 1A – ver texto).



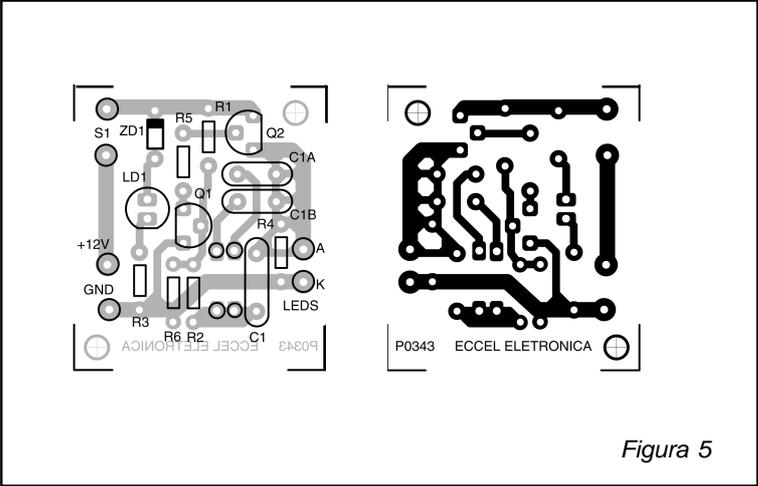


Figura 5