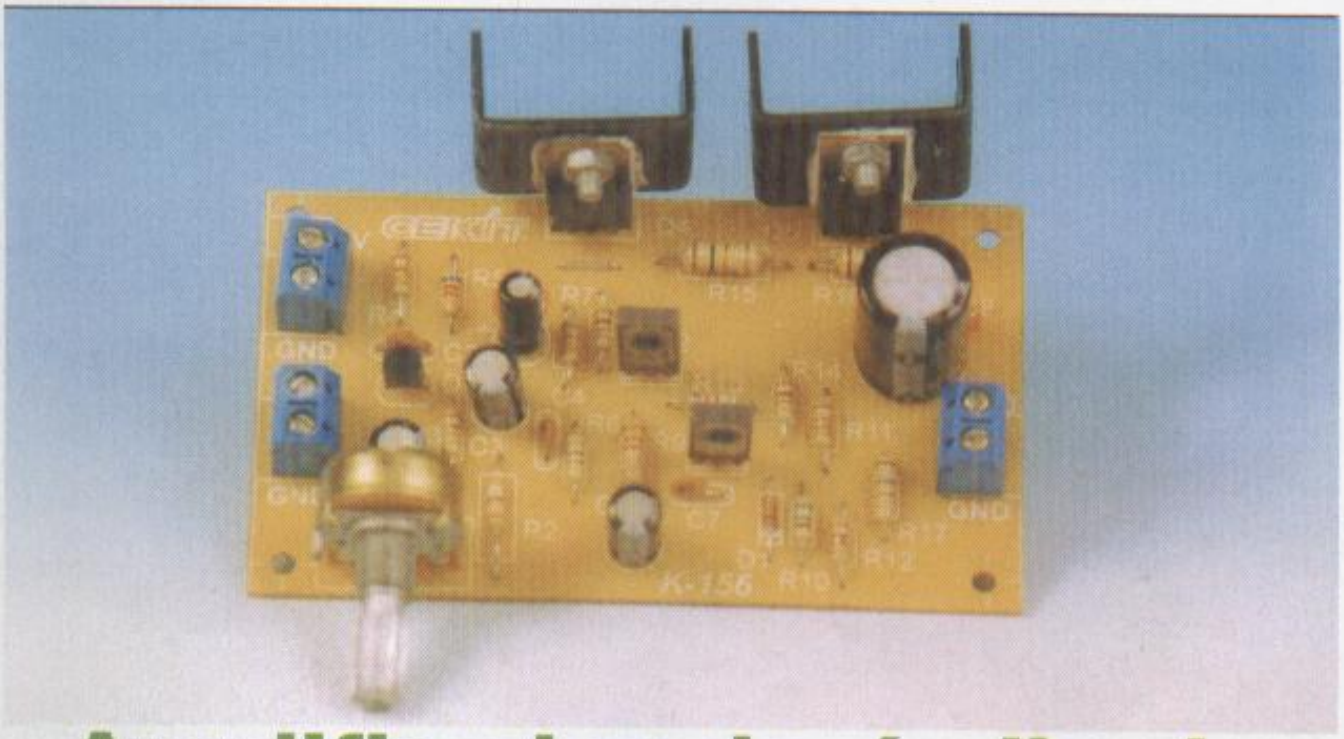
Projeto Nº 6



Amplificador de áudio de 2W com transistores

Ao montar este projeto obtém-se um pequeno amplificador de áudio, ideal para ser conectado a um walkman ou a um tocador de CD. Sua principal característica é que é construído com transistores, o que o torna muito fácil de montar e reparar.

Em geral, um amplificador é um circuito que permite aumentar o nível, seja da corrente ou da voltagem, de algum sinal elétrico. Existem muitas classes de amplificadores e suas aplicações são múltiplas, entre elas se encontram os de áudio, os de sinais de televisão, os de potência utilizados para controlar motores, etc. O que apresentamos neste projeto é um pequeno amplificador de áudio com potência de saída máxima de 2 W (O watt ou W é uma medida de potência e está diretamente relacionado com a corrente e a voltagem).

Este circuito possui várias características importantes, uma delas é que pode ser alimentado com uma fonte simples de +12VCC, enquanto que a maioria dos amplificadores comuns utilizam fonte positiva e negativa. A outra, é que está construído com transistores, o que o torna muito fácil de ser montado e consertado. Além disso, os componentes são muito comuns e são encontrados em qualquer loja de materiais eletrônicos. A qualidade do som que produz este amplificador é muito boa considerando-se sua simplicidade. O mais importante é que o abafador ou caixa acústica que se conecta em sua saída também tenha algumas características adequadas.

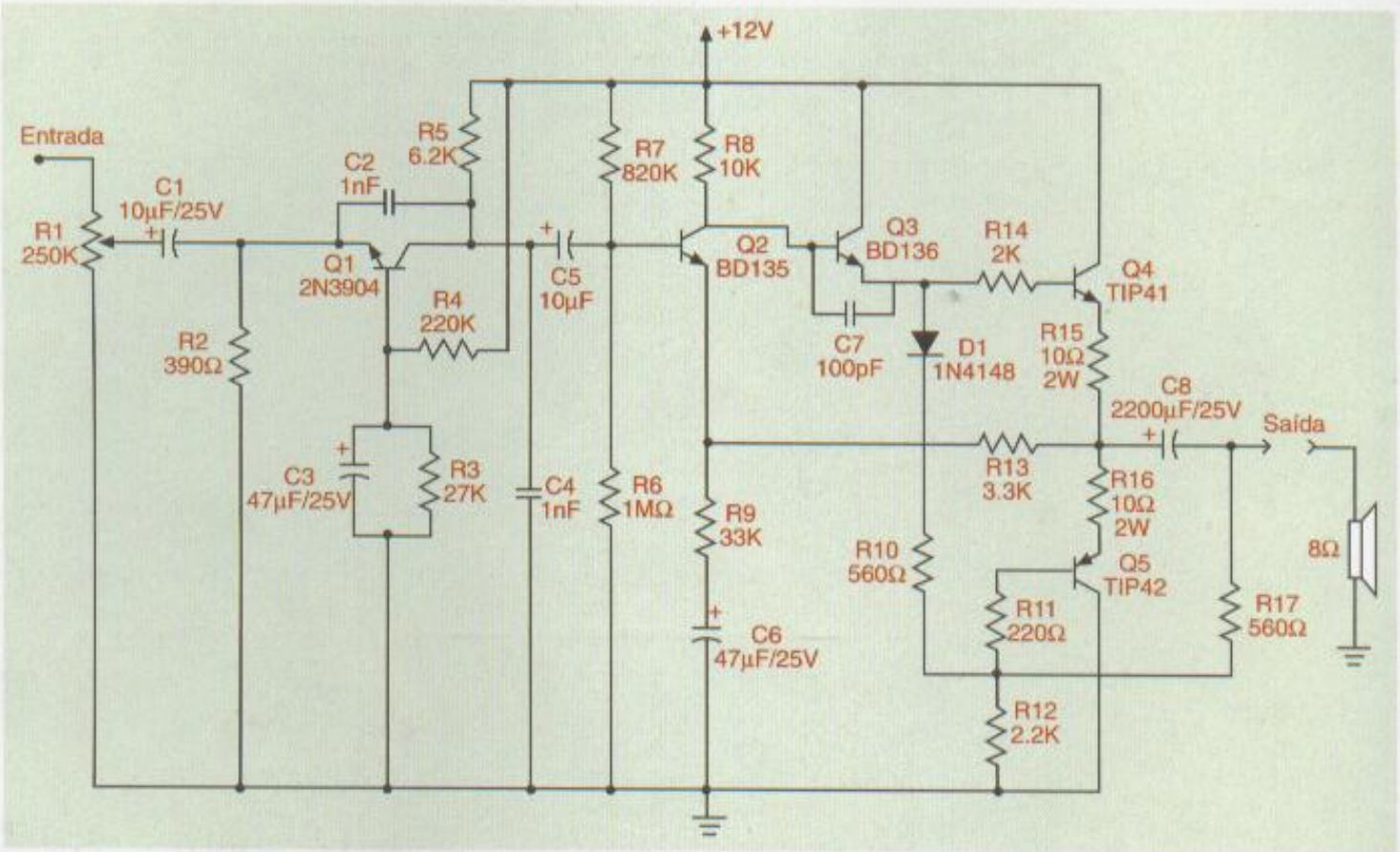


Figura 6.1 Diagrama esquemático. O amplificador tem 3 fases diferentes. A primeira delas é formada por um pré-amplificador. Este consiste no transistor Q1 (2N3904), que se encarrega de aumentar o nível do sinal distribuído pela fonte de áudio, que pode ser demasiado baixo em alguns aparelhos. A segunda fase é formada pelos transistores Q2 (BD135) e Q3 (BD136). Sua função é amplificar o sinal antes de transmiti-lo aos transistores de saída. A última fase é formada pelos transistores Q4 (TIP41) e Q5 (TIP42), que distribuem seu sinal ao alto-falante através do capacitor C8. Neste exercício utilizamos um abafador que possui um alto-falante de 8 ohms.

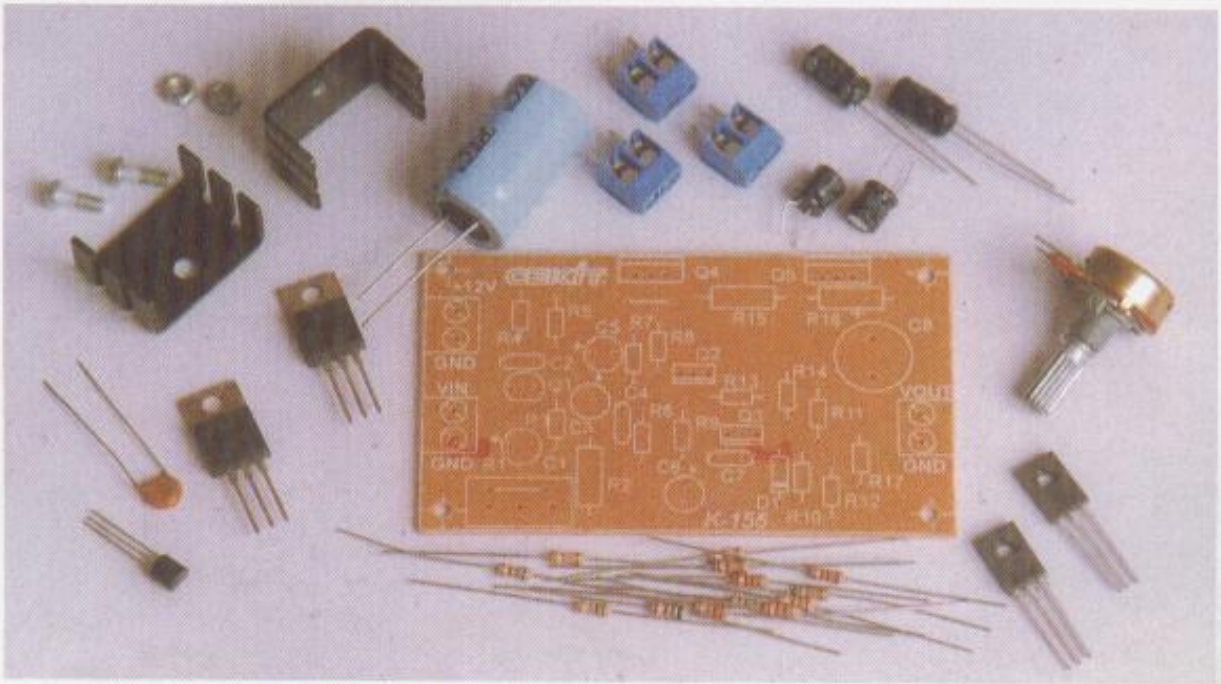


Figura 6.2 Componentes que formam o kit. Assegure-se de ter todos os componentes necessários antes de iniciar a montagem. Para certificar-se disso, utilize a lista de materiais.

Lista de materiais

Resistências a 1/4W
1 220 Ω (R11)
1 390 Ω (R2)
2 560 Ω (R10, R17)
1 2 kΩ (R14)
1 2.2 kΩ (R12)
1 3.3 kΩ (R13)
1 6.2 kΩ (R5)
1 10 kΩ (R8)
1 27 kΩ (R3)
1 33 kΩ (R9)
1 220 kΩ(R4)
1 820 kΩ (R7)
1 1 MΩ (R6)
2 10 Ω a 2W (R15, R16)
1 Potenciômetro de 250 kΩ (R1)

Capacitores cerâmicos
1 100pF (C7)
2 1nF (C2, C4)

Capacitores eletrolíticos
2 10µF/25V (C1, C5)
2 47µF/25V (C3, C6)
1 2200µF/25V (C8)

Semicondutores
1 Diodo 1N4148 (D1)
1 Transistor 2N3904 (Q1)
1 Transistor BD135 (Q2)
1 Transistor BD136 (Q3)
1 Transistor TIP41 (Q4)
1 Transistor TIP42 (Q5)

Variados
2 Dissipador TO-220
3 Conector de parafuso de 2 pinos
1 Fio para pontes (10 cm)
1 Circuito impresso K-156
2 Parafuso milimétrico de 3x7

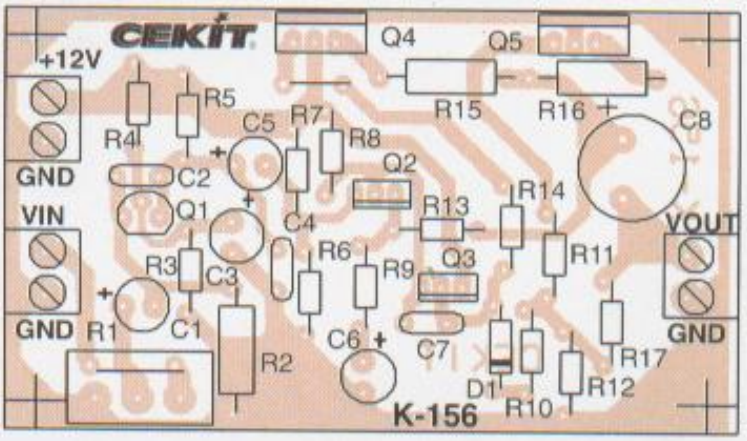
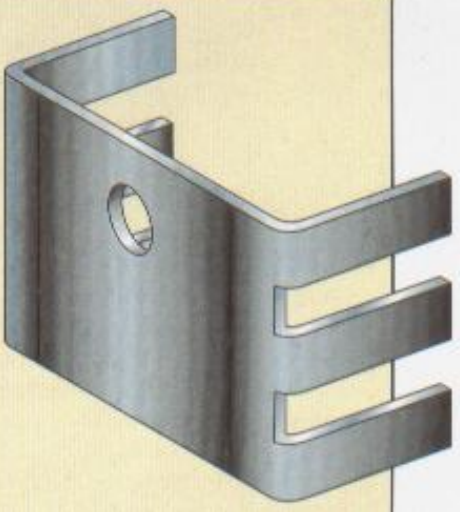
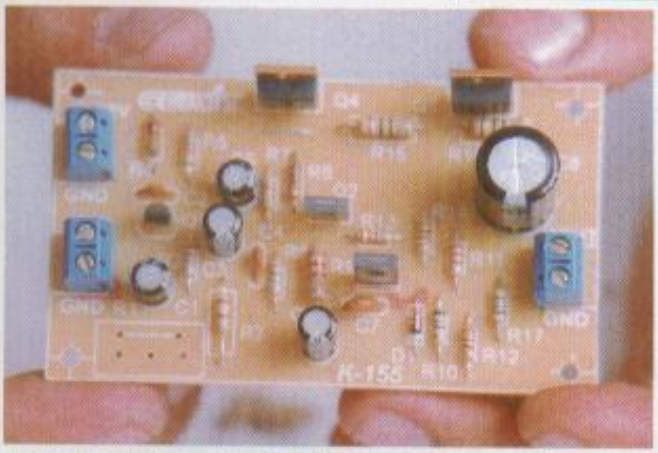


Figura 6.3 Guia de montagem e circuito impresso. Este kit é montado sobre um circuito impresso cuja referência é K-156. Deve-se ter um cuidado especial para se colocar as peças no local e no sentido correto. Para isto, dispõe-se de um guia de colocação de componentes, isto é, o desenho que vem estampado na face superior do circuito impresso.

O dissipador de calor

É um dispositivo metálico que se instala em alguns componentes eletrônicos e serve para que o calor que produzem quando manipulam correntes altas sejam dissipados através deles. Sua utilização nos circuitos que os demandam é de vital importância, já que os efeitos da temperatura nos semicondutores podem causar mal funcionamento do aparelho e ocasionalmente danificá-lo. Existem dissipadores de calor de muitas formas e tamanhos. É importante que se escolha o mais adequado conforme o tipo de componente que venha a ser utilizado e a quantidade de corrente que venha a movimentar o mesmo.





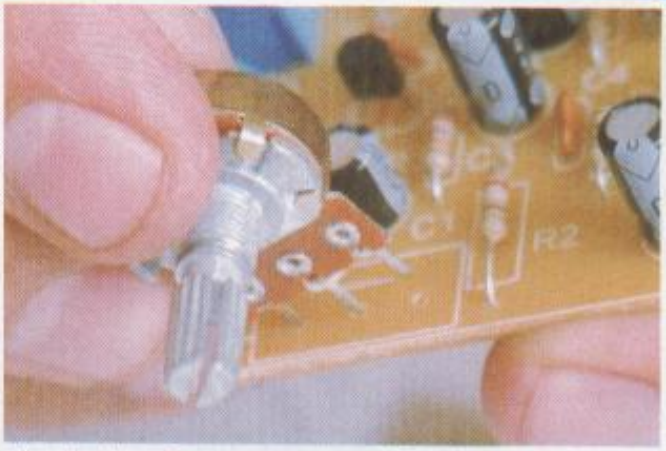
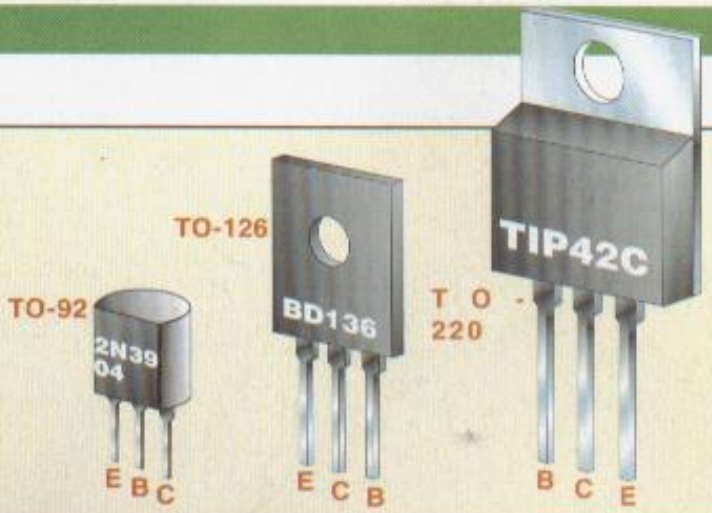


Figura 6.4 A montagem da placa do amplificador é muito simples. Deve-se apenas ter cuidado de verificar o diagrama esquemático e a guia de montagem. No momento de efetuar a soldagem deve-se ter bastante atenção para não se causar curtos entre pontos adjacentes. Além disso, recomenda-se que uma vez que se termine o processo de soldagem, seja feita uma limpeza da placa com um pouco de álcool e uma escova de dentes. Desta forma, remove-se a película de material fundente que se cria depois da soldagem. Por outro lado, existem no mercado líquidos especiais para limpar placas cuja utilização seria mais adequada.
** Não se esqueça de por as duas pontes suspensas que aparecem no guia de montagem.*

Encapsulamento dos transistores
Neste kit utilizamos três tipos diferentes de transistor, em relação à suas formas físicas. Eles possuem encapsulamentos dos TO-92, TO-126 e TO-220. Qualquer um deles pode ser do tipo NPN ou PNP. A diferença reside em sua capacidade para manusear os diferentes níveis de corrente. Na figura mostra-se a disposição dos pinos para os transistores utilizados.



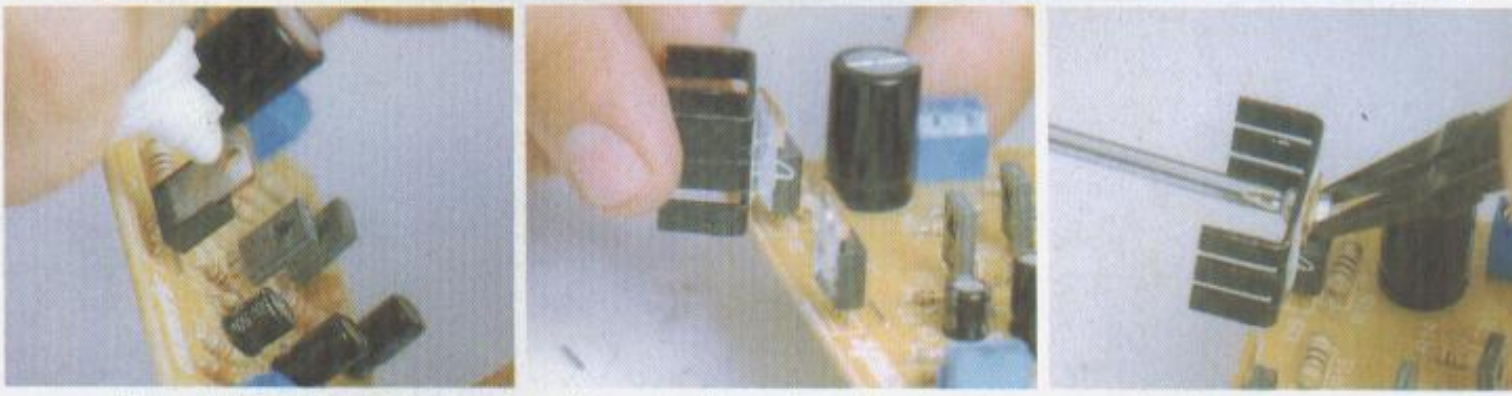


***Figura 6.5 Os efeitos da temperatura** sobre os transistores de saída podem causar um mal funcionamento no amplificador, e inclusive podem chegar a danificá-lo. Para evitar este problema, utilizamos dissipadores de calor nesses componentes. Os dissipadores devem ser apropriados para o encapsulamento ou a forma física do componente que devemos proteger. Neste casos procuramos por um que se encaixe em um encapsulamento TO-220.*
As etapas para unir o dissipador ao transistor são as seguintes:
Aplicamos na parte metálica do componente um silicone especial, que possui certas características muito boas para a transferência de calor até o dissipador. Este pode ser obtido facilmente numa loja que venda componentes eletrônicos.
A próxima etapa é colocar o dissipador e fixá-lo com um parafuso e uma porca. No caso de se utilizar o mesmo dissipador para vários transistores, ou caso os dissipadores tenham contato físico entre si, deve-se utilizar um isolante entre o dissipador e a peça. Isto é conhecido como kit de isolamento, que também deve ser apropriado para o encapsulamento do semicondutor e serve para isolar eletricamente os dissipadores da peça e assim evitar possíveis curtos.

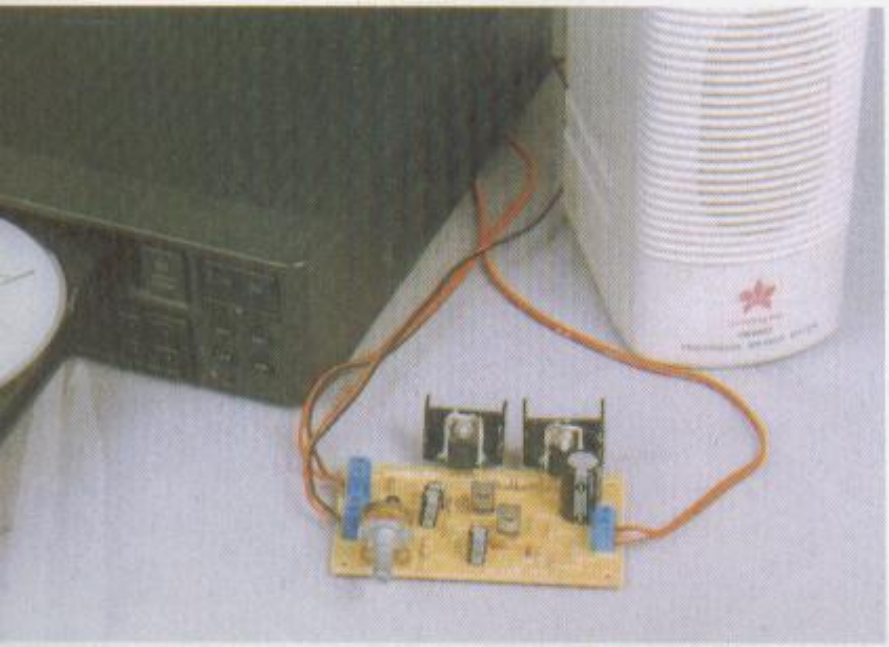
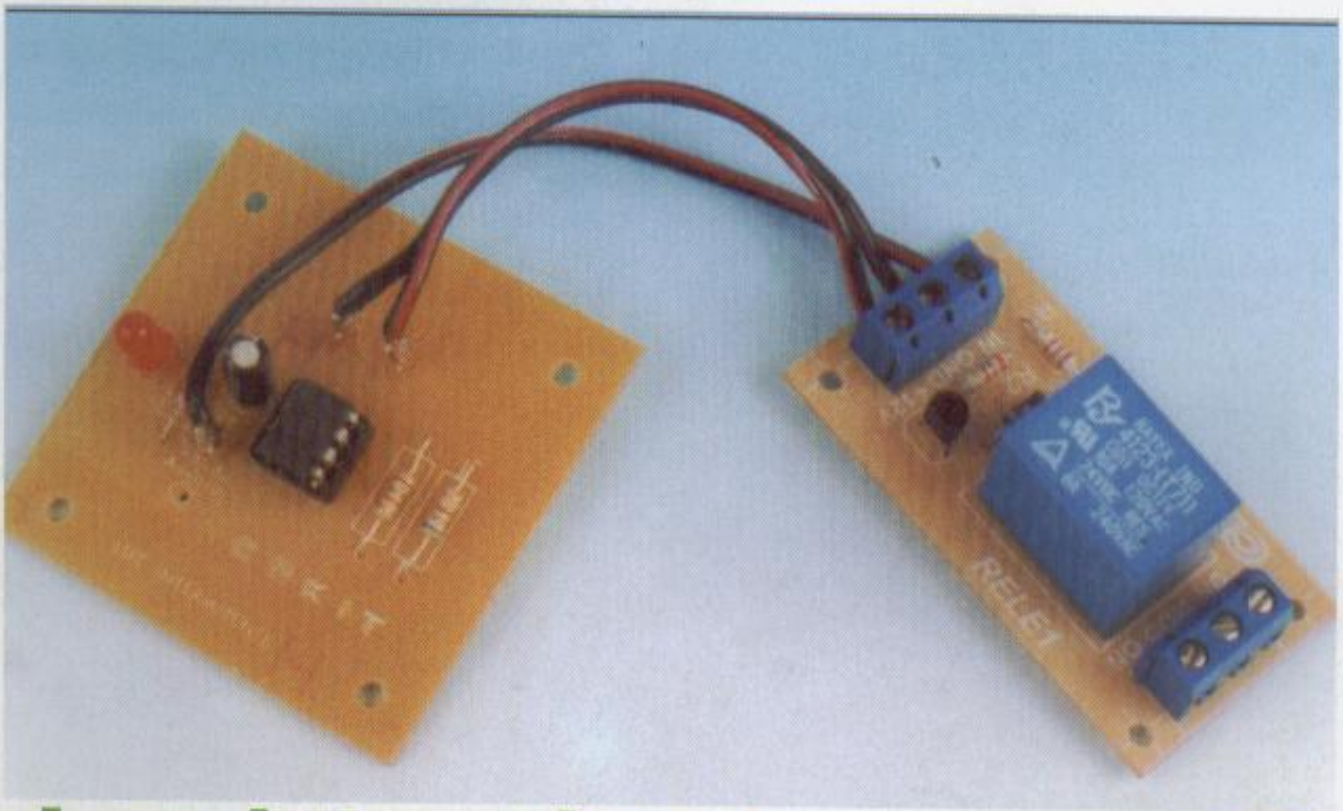


***Figura 6.6 Para utilizar o amplificador** requer-se apenas uma fonte de alimentação de +12VCC, uma fonte de áudio e um abafador com alto-falante de 8 ohms. A fonte de alimentação é conectada nos pontos marcados +12V e GND. Neste caso, utilizamos como fonte de sinal um reprodutor de CD. Sua saída está dividida em dois canais visto que é estéreo, esquerdo (L) e direito (R). Numa dessas saídas insere-se um conector RCA macho com dois cabos que são levados até as entradas do amplificador marcadas VIN (entrada) e GND (terra). Lembre-se de que no conector RCA o pino do meio leva o sinal positivo e o contato exterior o sinal do fio-terra.*
Se se quiser montar um sistema estéreo, deve-se utilizar um amplificador para o canal R e outro para o canal L. A saída do amplificador pode ser conectada diretamente no abafador.

Projeto Nº 7



Luz intermitente com relé

Ao montar este projeto obtém-se um circuito que gera um sinal pulsante ou intermitente, o qual pode-se utilizar para acender e apagar alguma carga conectada aos contatos de um relé. Pode-se utilizar como luz de emergência ou de sinalização no automóvel, estacionamento ou qualquer outro local.

Este projeto permite construir uma luz intermitente com um LED. Apesar de ser muito simples, é um dos circuitos que mais agrada aos hobistas ou estudantes que estão se iniciando no ramo da eletrônica. Para ampliar a funcionalidade do projeto e dar uma aplicação real, utiliza-se o sinal de controle que faz acender o LED para controlar a ativação e desativação de um relé. O funcionamento do circuito se explica baseado no diagrama esquemático que se encontra na figura 7.1.

Neste projeto o circuito integrado 555 configura-se como *astável* . Isto quer dizer que sua saída não permanece em um só nivel lógico, e sim que está variando constantemente entre um nível alto e um nível baixo. Estas oscilações são as que se aproveitam para acender o LED piloto e para acionar o relé de saída.

O tempo durante o qual permanece a saída do circuito integrado 555 em nível alto ou em nível baixo é determinado pelas resistências R1, R2 e o capacitor C1. Quanto maior for o valor das resistências e do capacitor, maiores serão os períodos de tempo e viceversa. Deve-se ter cuidado para não selecionar tempos muito curtos porque o relé poderá não responder a esses impulsos.

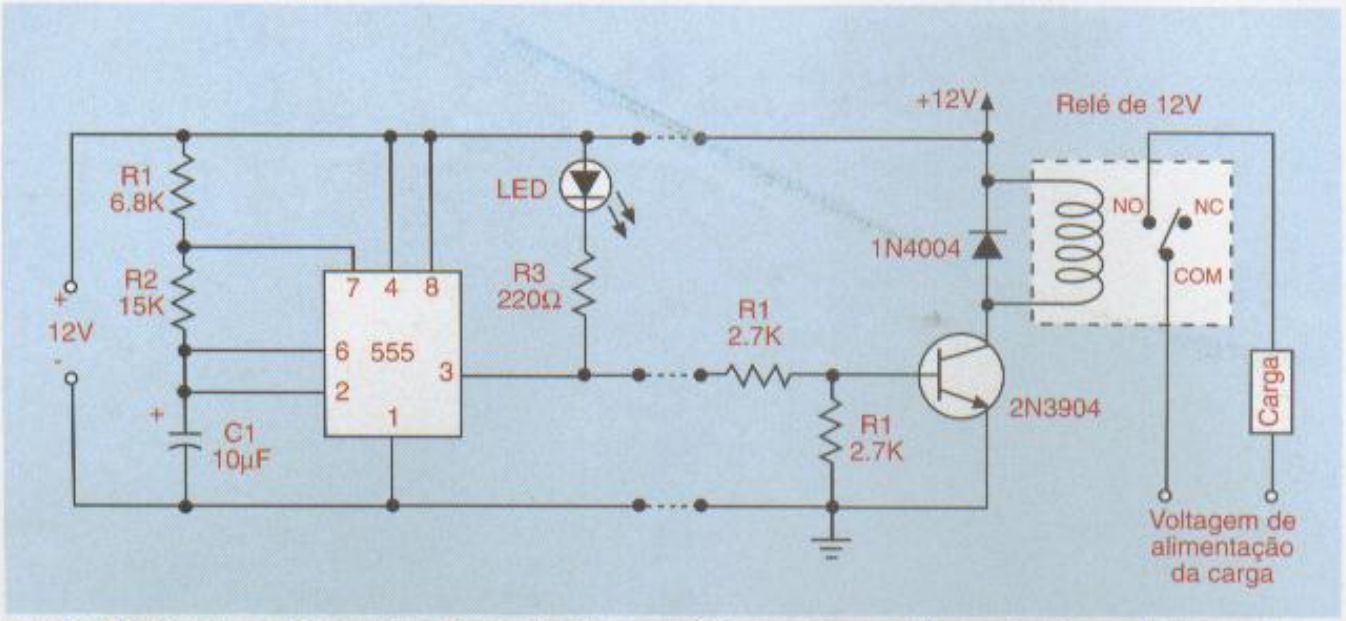


Figura 7.1 Diagrama esquemático. *O circuito integrado 555 gera em sua saída no pino 3, um sinal que varia entre um nível alto (tensão positiva) e um nível baixo (tensão negativa ou terra). Este sinal serve para acender e apagar o LED, ao mesmo tempo em que se utiliza para ativar e desativar o relé que se encarrega de manusear a carga que foi conectada. O tempo em que o sinal permanece nos níveis alto e baixo, bem como a frequência da mesma, determinam as resistências R1, R2 e o capacitor C1.*

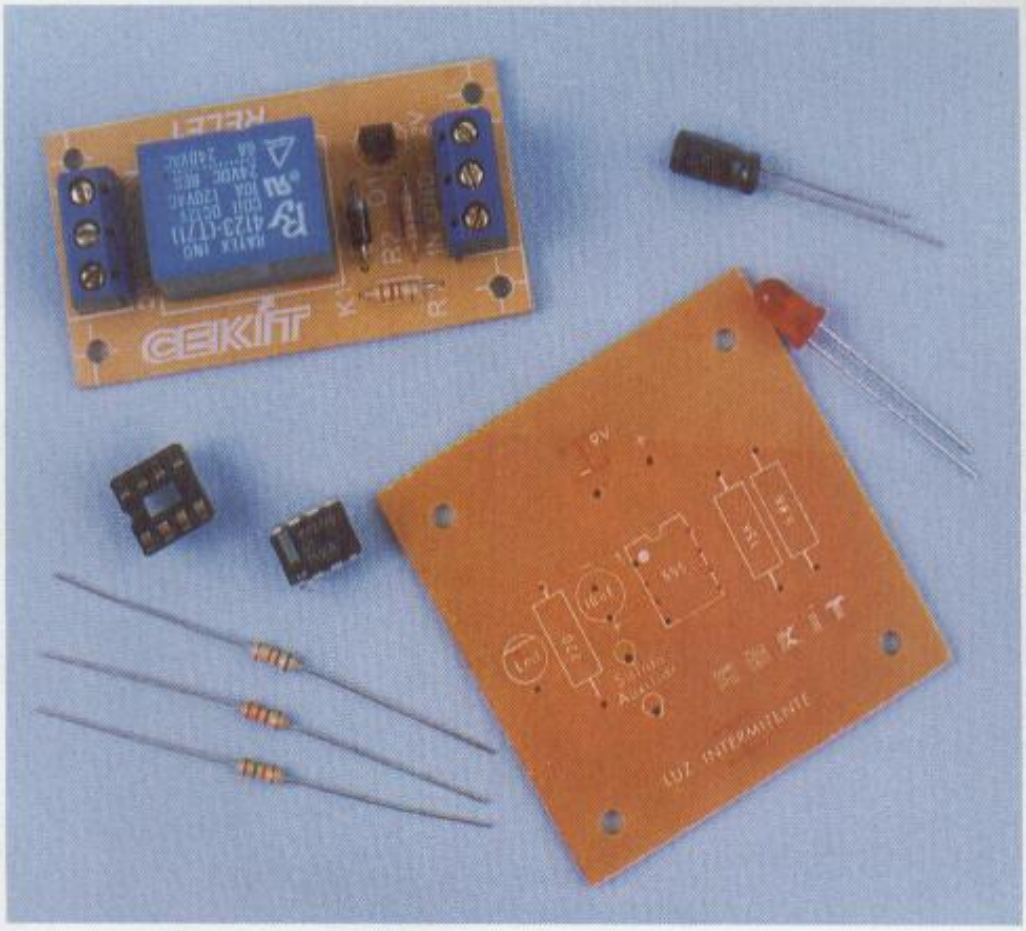


Figura 7.2 Componentes que formam o kit. *Antes de iniciar a montagem do circuito devemos estar certos de ter todos os componentes necessários. Desta forma o trabalho será mais rápido, já que não haverá interrupções; para isto devemos revisar com cuidado a lista de materiais.*

A placa do relé é muito simples. Consiste de um transistor que recebe na base o pulso positivo do integrado 555 e distribui em sua saída (o coletor) um nível negativo, o qual faz com que a bobina do relé polarize-se corretamente e, portanto, unem-se os contatos comum (COM) e normalmente aberto (NO) do relé.

São muitas as aplicações dos relé. Entre as principais estão o manuseio de cargas de potência que devem ser mantidas isoladas do circuito de controle. Existem diferentes tipos de relés, que podem diferenciar-se pela capacidade de corrente de seus contatos, atensão de alimentação de sua bobina, o número de contatos trocados ao mesmo tempo, o tipo de encaixe em que são apresentados, etc.

Lista de materiais

Resistores a 1/4W, 5%
1 220 Ω (R3)
1 15 K (R2)
2 2,7 K (R1, R2 na placa de circuito impresso do Relé 1)
1 6,8 K (R1)

Capacitor
1 Eletrolítico de 10µF/25V (C1)

Semicondutores
1 Transistor 2N3904
1 LED vermelho de 5 mm
1 Diodo 1N4004

Circuito integrado
1 555

Vários
1 Relé de 12V de encaixe
1 Base para integrado de 8 pinos
3 Terminais para circuito impresso
2 Conectores de parafuso de 3 pinos
1 Circuito impresso ref. K1
1 Circuito impresso ref. RELE1
1 Cabo bitola 22 AWG, 30 cm

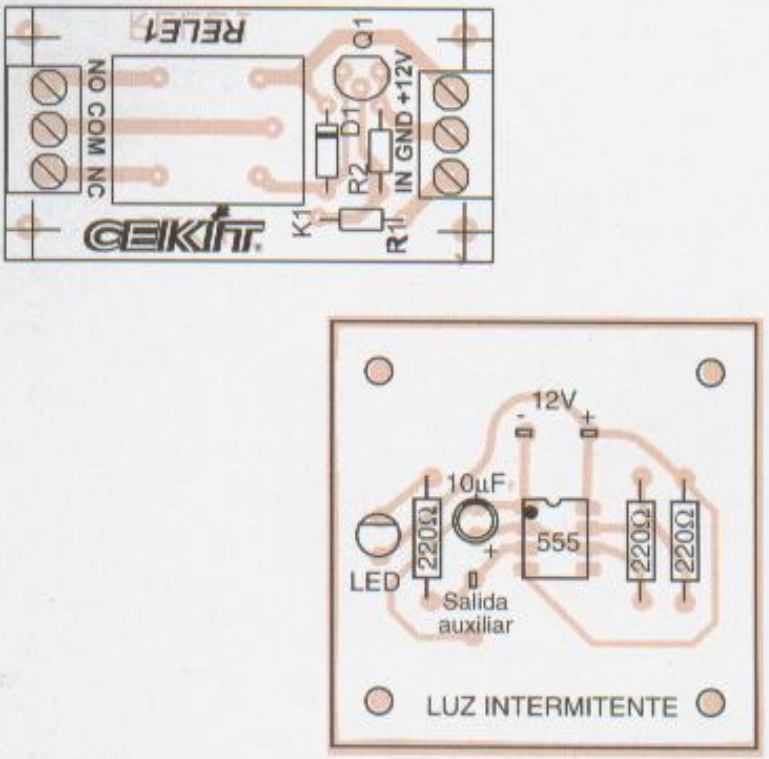


***Figura 7.3 Guias de montagem e circuitos impressos**. Este kit é montado sobre duas placas de circuito impresso. Um deles corresponde ao circuito de controle da luz intermitente (circuito impresso K1), no qual se inclui o LED piloto e a conexão da fonte de alimentação. A outra placa corresponde à parte do manuseio de potência é composta pelo relé e pelo transistor que controla a bobina do mesmo (circuito impresso RELE1). A montagem é feita em duas placas separadas para permitir o uso do relé em outros kits, nos quais se solicitem o manuseio de alguma carga de potência.*

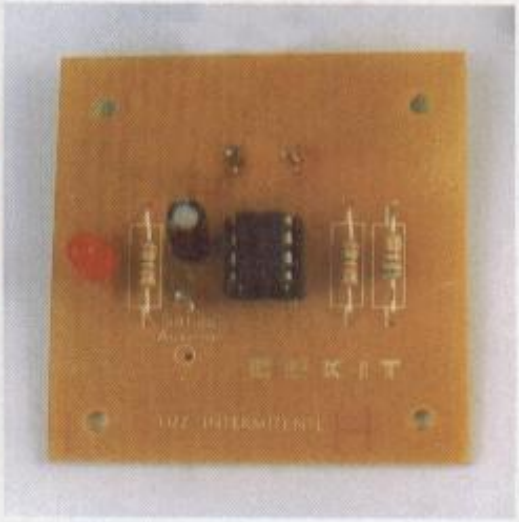


***Figura 7.4 A montagem da placa de circuito impresso de controle** é muito simples. Deve-se ter em conta que o integrado 555 localiza-se sobre uma base e que nos pontos aonde se conecta o relé e a fonte de alimentação são utilizados terminais faston para facilitar a posterior soldagem dos cabos. É muito importante conservar a polaridade adequada no caso do LED, do capacitor e do circuito integrado.*

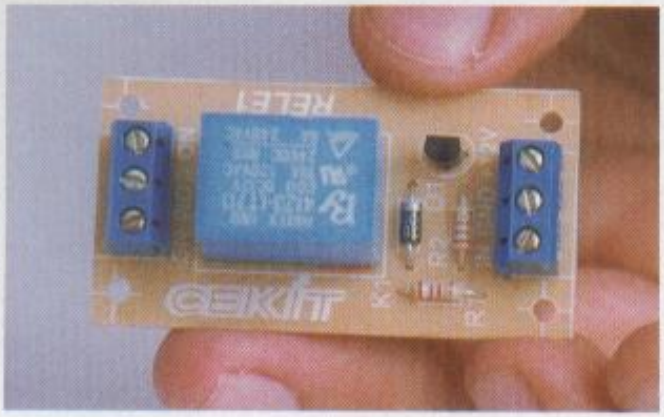


***Figura 7.5 Para a montagem da placa de circuito impresso do relé** sozinho é necessário seguir o guia de montagem com um pouco de cuidado. Por outro lado, deve-se prestar atenção no momento de realizar a soldagem para não causar curtos entre pontos próximos.*

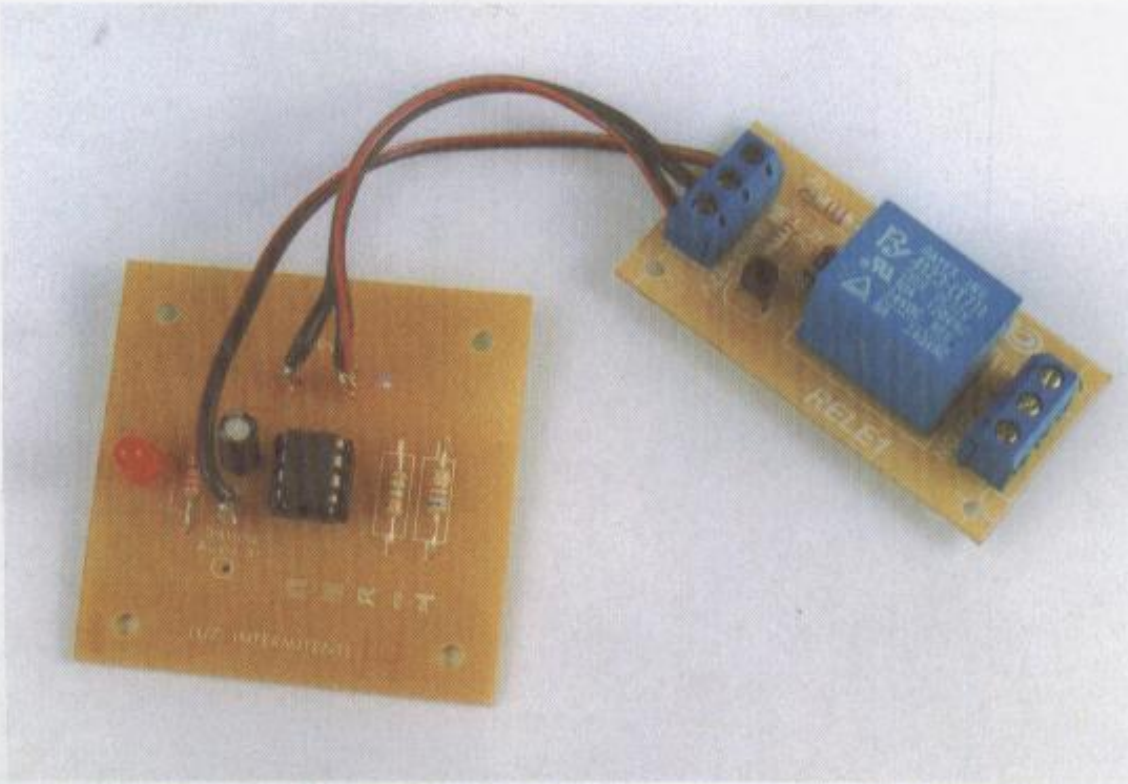


Figura 7.6 Uma vez terminada a montagem deve-se unir as placas de circuito impresso. Para isto deve-se conectar os pinos de alimentação de ambos os circuitos, tendo cuidado de conservar a polaridade adequada para +12V e para o terra. O cabo do circuito de controle que serve para controlar o relé será conectado a placa RELE1, no pino de entrada marcado IN.

*Estes circuitos podem ser alimentados com uma fonte de +12VCC.
Para isso pode-se utilizar o kit de fonte de alimentação que foi construído no projeto Nº3.

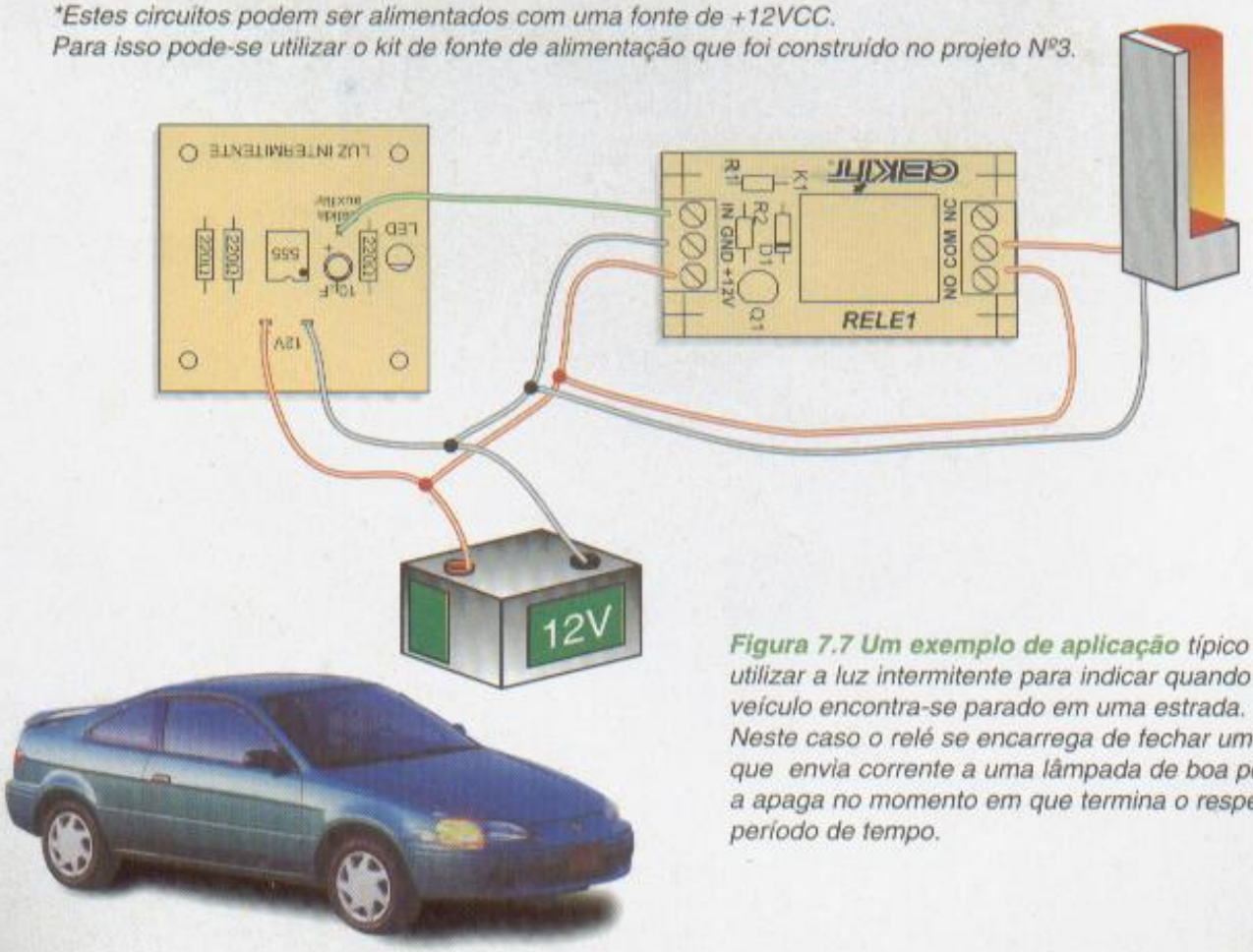


Figura 7.7 Um exemplo de aplicação típico seria utilizar a luz intermitente para indicar quando um veículo encontra-se parado em uma estrada. Neste caso o relé se encarrega de fechar um circuito que envia corrente a uma lâmpada de boa potência e a apaga no momento em que termina o respectivo período de tempo.

Projeto Nº 8



Fonte de alimentação variável de 1,5 a 25 volts

Ao montar este projeto obtemos um circuito que distribui uma tensão contínua, que pode estar entre 1,5 e 25 volts, cujo valor pode ser ajustado mediante um potenciômetro. Tal tensão pode ser utilizada para alimentar todo tipo de projetos e experimentos eletrônicos.

As fontes de alimentação são um dos temas mais importantes em eletrônica, já que qualquer aparelho necessita de uma para seu funcionamento. Além disso, de sua boa qualidade, depende o bom desempenho dos circuitos que estão sendo alimentandos. O projeto que construiremos nesta ocasião consiste-se de uma fonte de tensão com saída variável, cujo nível de saída pode ser ajustado de acordo com os requisitos do projeto que vamos alimentar e distribui uma corrente de saída máxima de 1 ampére. Na figura 8.1 mostramos o diagrama esquemático do circuito. Na continuação, faremos uma breve descrição de seu funcionamento.

O transformador de entrada (T1) se encarrega de reduzir a tensão da rede (110 ou 220VCA) para 24VCA. Neste ponto conecta-se com um fusível de 1A em série com a saída do transformador, para proteger o circuito contra os danos que poderiam ocorrer no caso de um curto-circuito. Esta tensão de corrente alternada é retificada através dos diodos D1 a D4, para então ser filtrado nos capacitores C1 e C2. Desta forma consegue-se uma tensão de corrente contínua, a qual ainda não está regulada e, portanto, se vê afetada pelas variações que sofre a linha de alimentação da rede pública de energia. O LED D5 indica a presença de tensão nesse ponto.

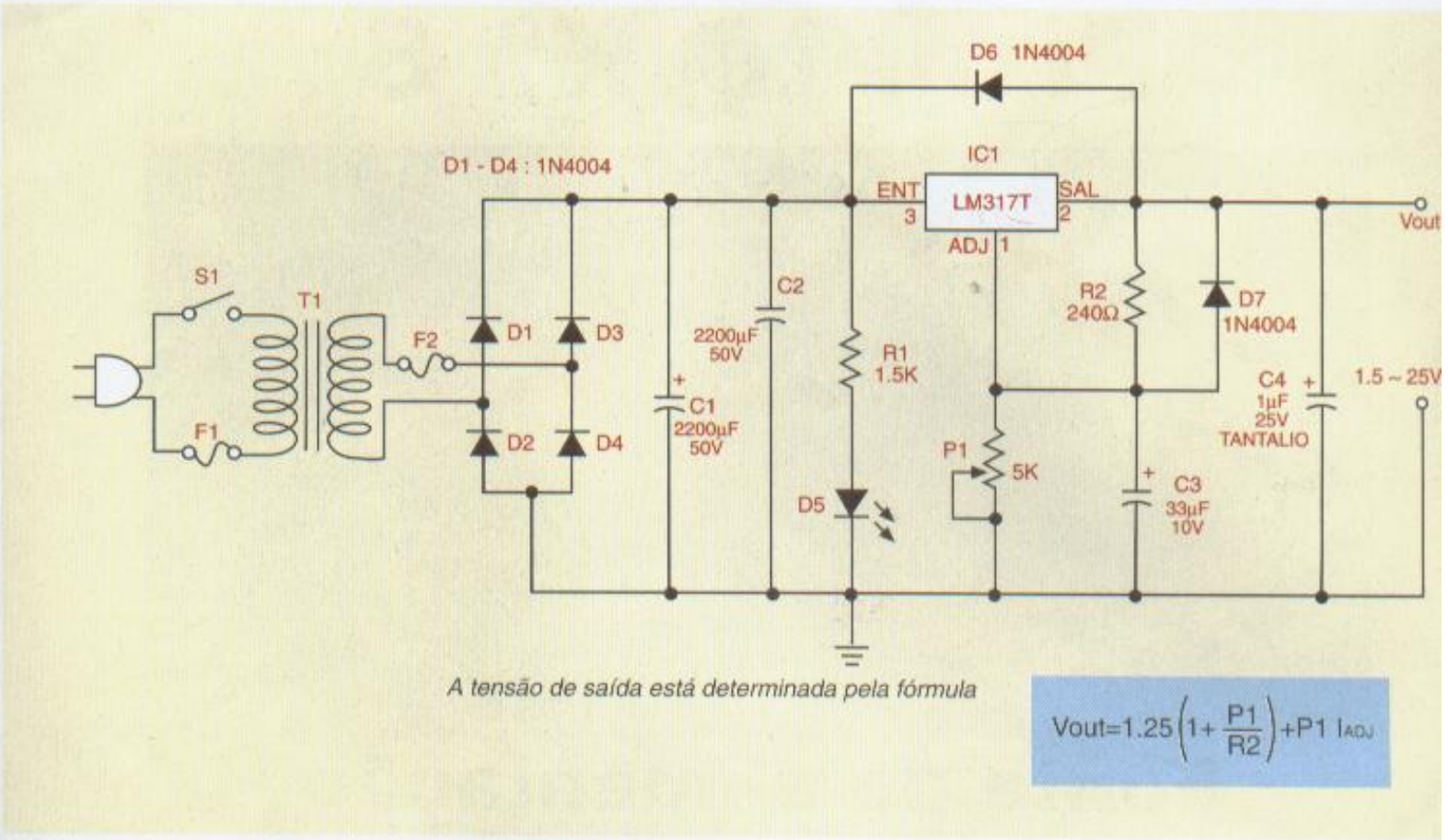


Figura 8.1 Diagrama esquemático da fonte variável. *O componente central do circuito é o regulador de tensão LM317, este encarrega-se de manter sua saída com uma tensão fixa e estável. A arquitetura deste circuito é muito similar à utilizada em fontes com regulador de tensão fixa, como os vistos no projeto 3; a diferença reside nos componentes que circundam o regulador (R2, P1, D6 e D7), os quais permitem que este possa ser ajustado para obter a tensão adequada em sua saída.*

O regulador de tensão LM317 é o encarregado, não apenas de distribuir uma tensão determinada, mas também de mantê-la estável. Para realizar seu trabalho, devem conectar-se ao regulador a resistor R2, os diodos D6 e D7 e o potenciômetro P1. Os diodos o protegem contra picos de tensão inversos e o potenciômetro serve para ajustar o nível da saída ao valor adequado. Esta montagem tem a vantagem de permitir obter qualquer tensão (entre 1,5 e 25V), algo que não se pode fazer com os reguladores de tensão fixos, como por exemplo o 7805 (de +5V) e o 7812 (de +12V) vistos em um projeto anterior.

Se se deseja construir uma fonte de tensão, cuja saída possui um valor que não se puede obter com reguladores fixos, pode-se fazer uma pequena modificação no circuito que aqui desenvolvemos. Por exemplo, se requeremos uma fonte de 16,5 volts, pode-se girar o potenciômetro de nosso circuito até que na saída se obtenha o valor desejado, para comprová-lo se deve ser medido com um multímetro. Nesse momento, pode-se retirar o potenciômetro do circuito (tendo cuidado de não mover o botão ou haste/eixo) e se medir o valor de resistência que existe entre os pinos que são utilizados, então este pode ser substituir por um ou vários resistores fixos, de tal forma que se obtenha o mesmo valor medido. Assim podemos ter uma fonte do valor desejado e sem correr o risco de que o valor de tensão mude acidentalmente.

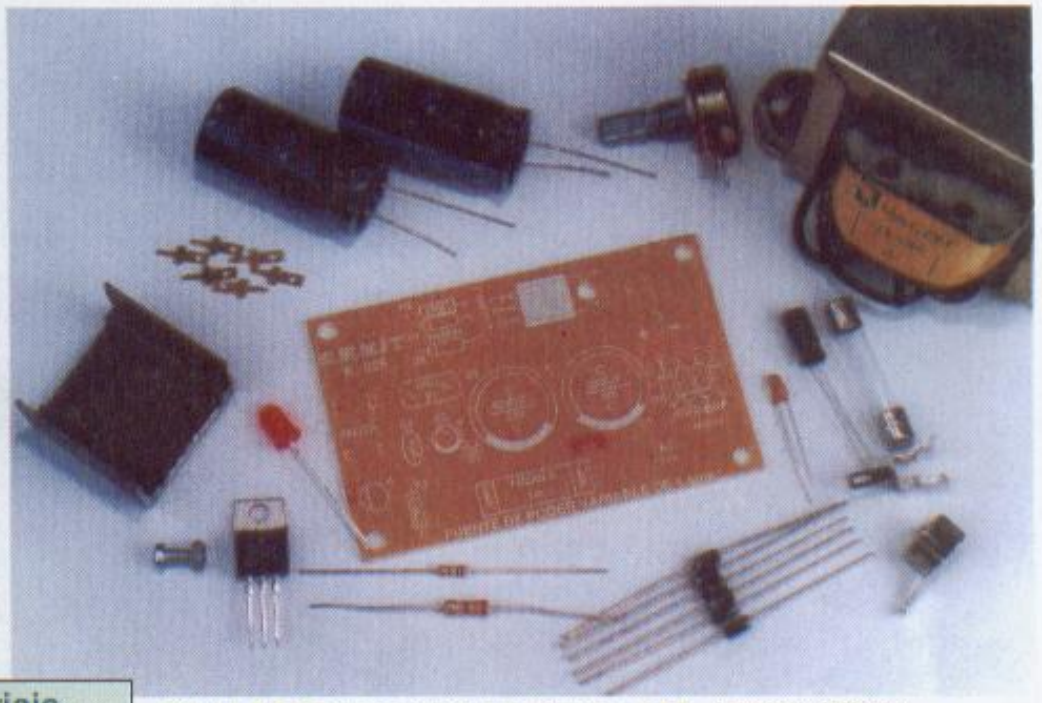


***Figura 8.2 Componentes que formam o kit**. Antes de iniciar a montagem do circuito devemos estar certos de termos todos os componentes necessários, desta forma o trabalho será mais rápido já que não haverá interrupções; para isto devemos revisar com cuidado a lista de materiais.*

Lista de materiais

Resistores
1 1,5 K a 1/4W (R1)
1 240 Ω a 1/4W (R2)
1 Potenciômetro de 5K (P1)

Capacitores
2 2200µF/50V eletrolíticos (C1, C2)
1 10µF/50V eletrolítico (C3)
1 1µF/35V Tântalo (C4)

Semicondutores
1 LM317 regulador de tensão (IC1)
1 LED vermelho de 5 mm (D5)
6 Diodo 1N4004 (D1, D2, D3, D4, D6, D7)

Diversos
1 Transformador (T1)
Primário: 110 ou 220VCA
Secundário: 24VAC/1A
10 Terminais faston para circuito impresso
1 Dissipador TO-220
2 Terminais porta-fusível para circuito impresso
1 Parafuso milimétrico 3x8 com porca
1 Circuito impresso ref. K-025
1 Cabo de potência com plugue
1 Cable calibre 22 AWG, 30 cm

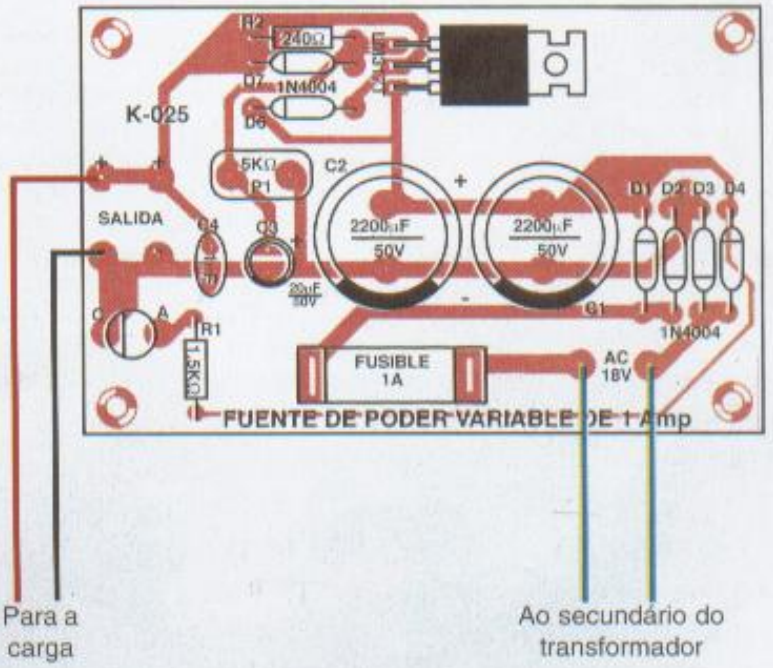


***Figura 8.3 Guia de encaixe e circuito impresso**. O circuito se encaixa sobre um circuito impresso K-025, nele são incluídos todos os componentes e as conexões para o transformador e a saída de tensão. Deve-se ter muito cuidado ao colocar os componentes de forma correta, principalmente no caso dos capacitores e o LED, os quais devem conservar uma polaridade adequada.*

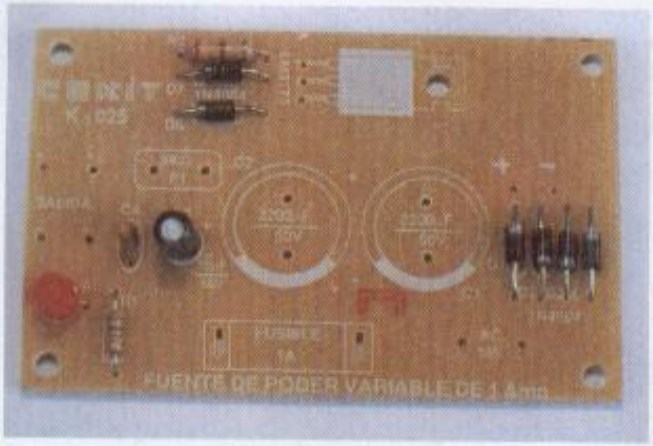
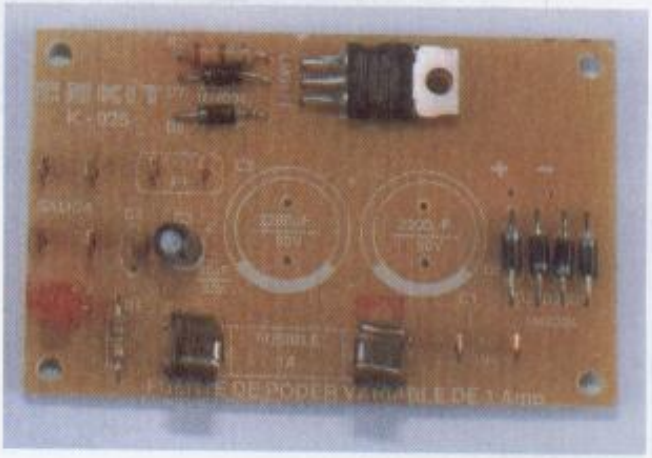


Figura 8.4 O encaixe do cartão é muito simples, deve-se considerar que o regulador LM317 se localiza deitado sobre o circuito impresso e que nos locais aonde são conectados os cabos deve-se colocar terminais faston para facilitar a posterior soldagem dos mesmos.

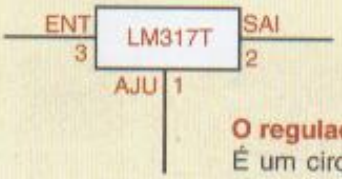
Além disso, recomenda-se que uma vez terminado o processo de soldagem, faça-se uma limpeza da placa de circuito impresso com um pouco de álcool e uma escova de dentes, assim remove-se a capa de material fundente que permanece depois da soldagem.





Aspeto físico

Símbolo



O regulador de tensão variável

É um circuito integrado que permite construir fontes de tensão cujo valor de saída pode-se ajustar segundo os requerimentos do usuário. Para seu correto funcionamento, deve-se estar acompanhado por uns elementos externos, como resistores, diodos e capacitores. O que utilizamos neste caso é um LM317, o qual vem em um encaixe do tipo TO-220 e pode manusear correntes de até 1,5 ampères.

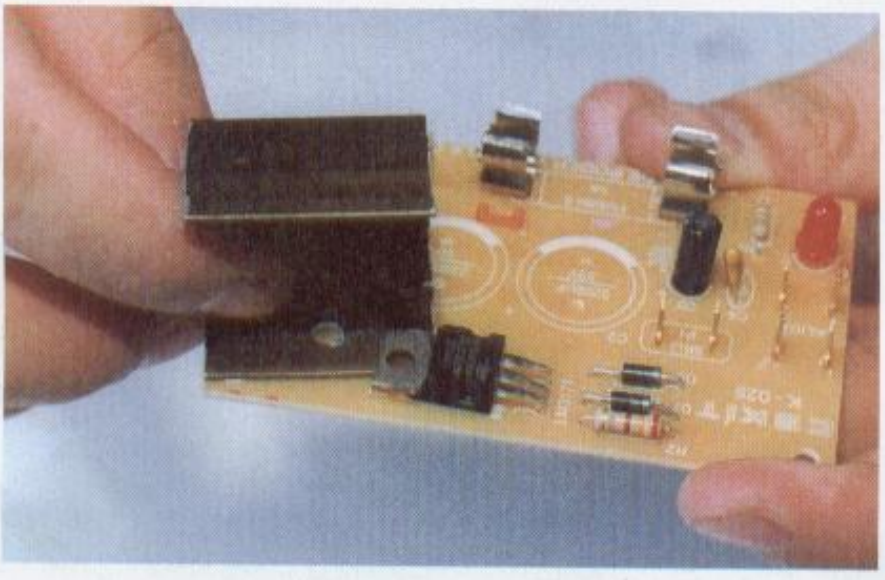
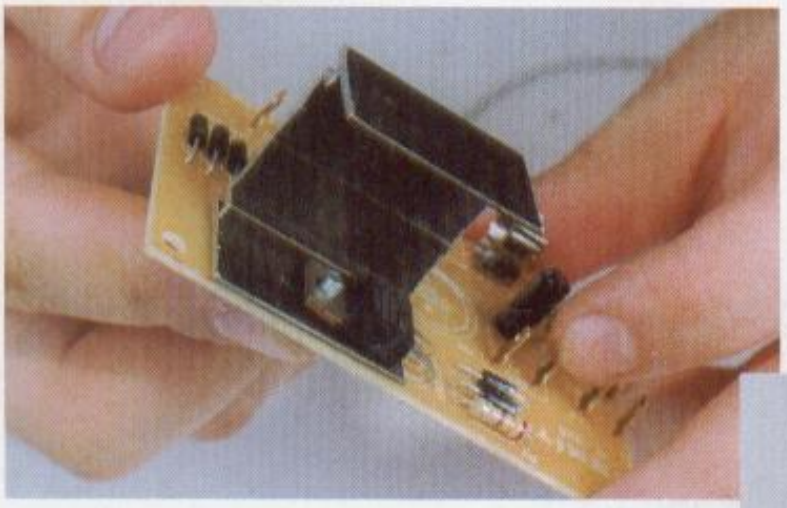
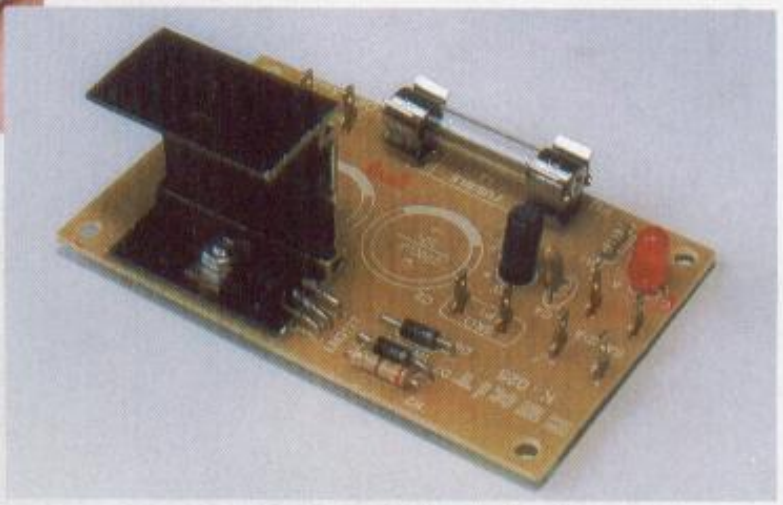


Figura 8.5 Os efeitos da temperatura sobre o regulador podem fazer com que a tensão de saída diminua quando a carga conectada exige muita corrente, inclusive chegando a danifica-po. Para evitar este problema, utilizamos um dissipador de calor. Os dissipadores devem ser obtidos de acordo com o encaixe ou forma física do componente que devemos proteger. Neste caso, buscamos um que se acople a um encaixe TO-220.



Neste projeto coloca-se o regulador sobre a placa do circuito impresso e o dissipador se acopla com um parafuso para apertá-lo firmemente.



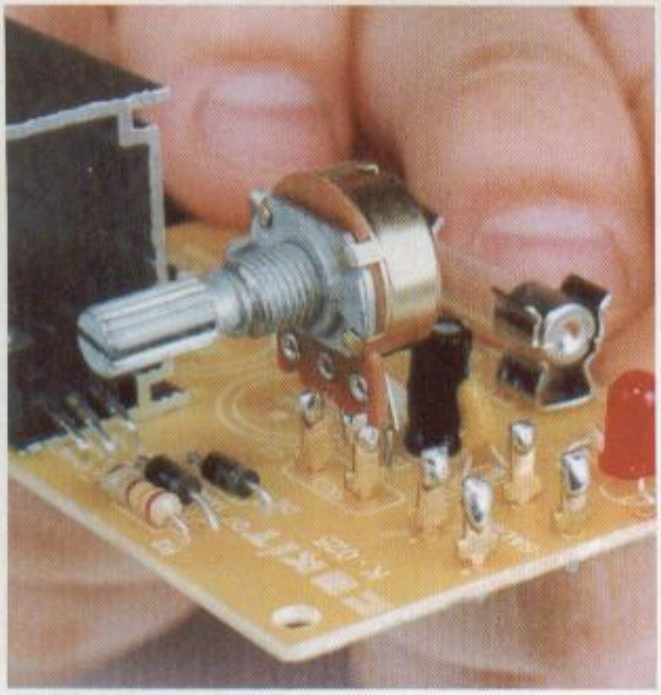
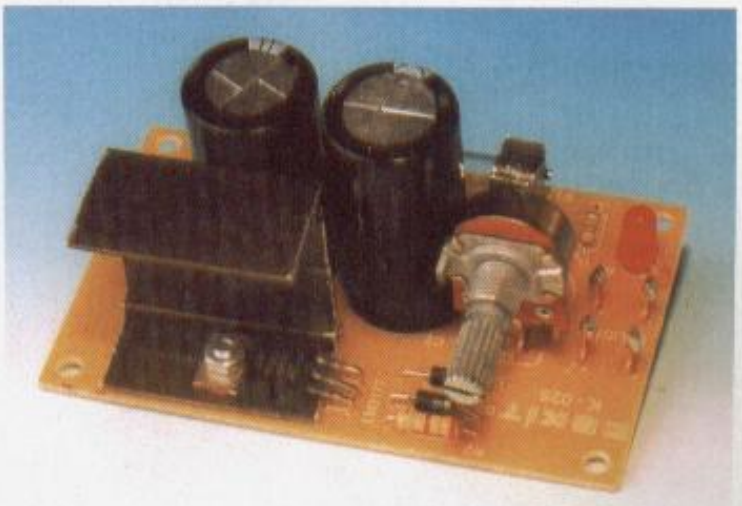


Figura 8.6 O potenciômetro de ajuste *conecta-se sobre os dois terminais faston que foram dispostos para tal fim. Nesse caso apenas utilizamos dois pinos do mesmo, o do centro e um lateral. Se se deseja montar a fonte dentro de um chassi, o potenciômetro deve localizar-se no painel frontal do mesmo. Para tal montagem devem ser utilizados cabos entre os terminais faston do circuito impresso e os pinos do potenciômetro. Depois disso instalam-se os dois capacitores de 2200µF, tendo cuidado de respeitar a polaridade dos mesmos.*



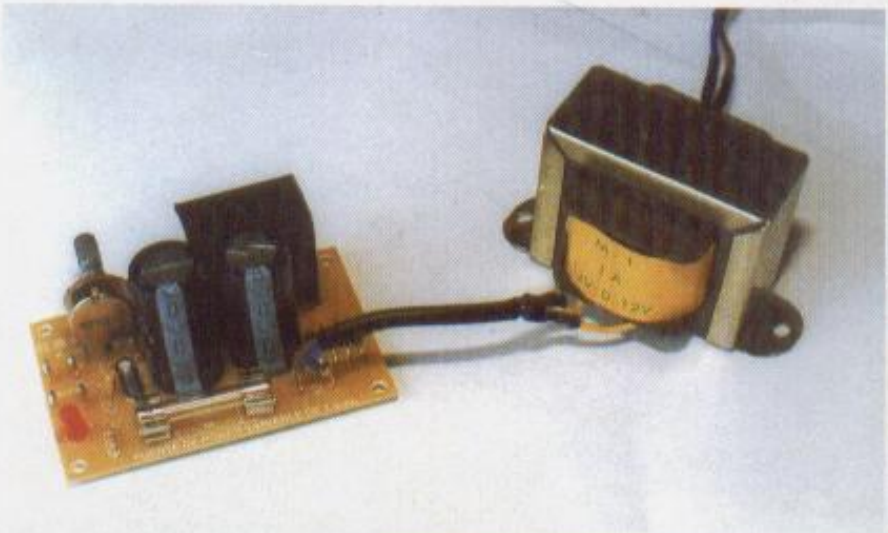


***Figura 8.7 Uma vez terminada montagem da placa**, devemos conectar a saída do transformador aos terminais faston que estão localizados na entrada de corrente alternada do circuito impresso. Nesta etapa deve-se identificar com cuidado quais são os conectores do transformador que vão até a linha de alimentação (110 ou 220) para conectar ali o cabo com plugue; nos conectores de saída (24VCA) devemos conectar os cabos que vão até a placa.*

O transformador utilizado tem saídas 12-0-12. Para obter 24VCA devemos tomar os cabos dos extremos (12-12).

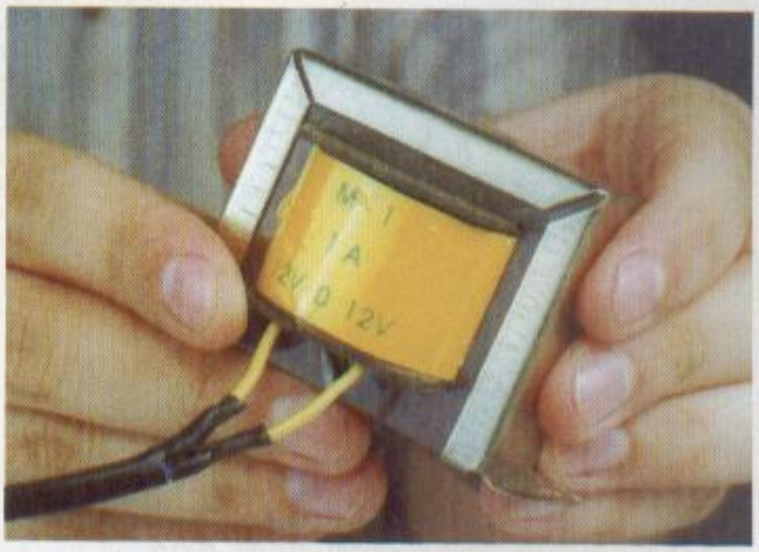
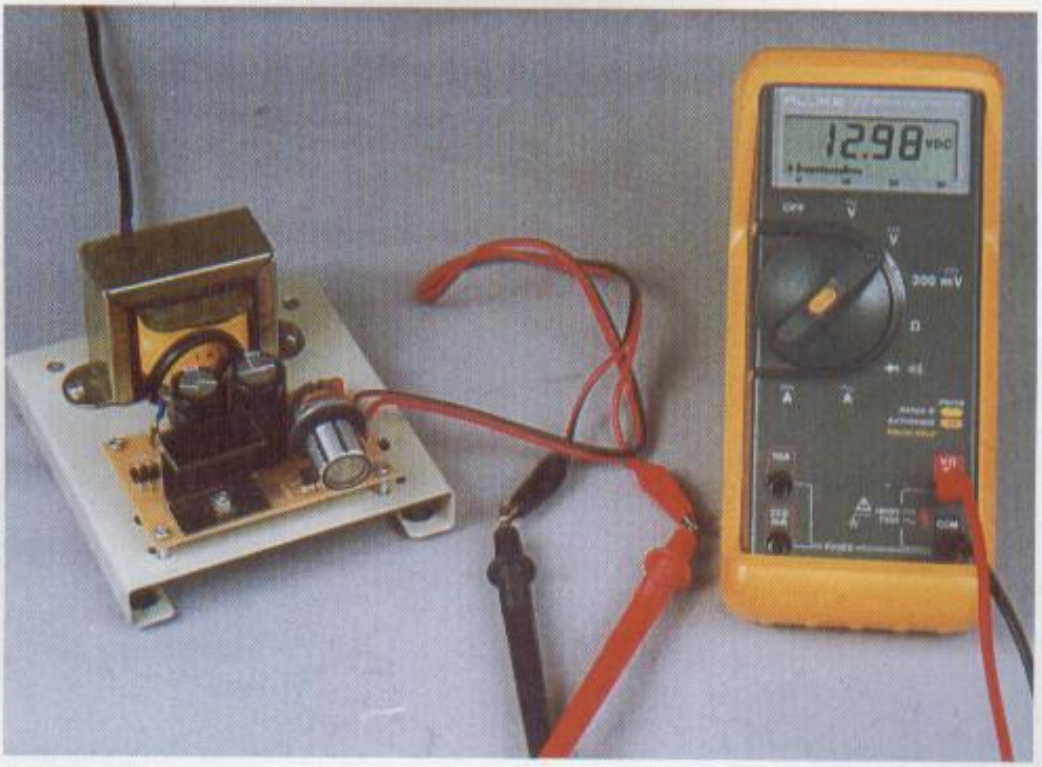
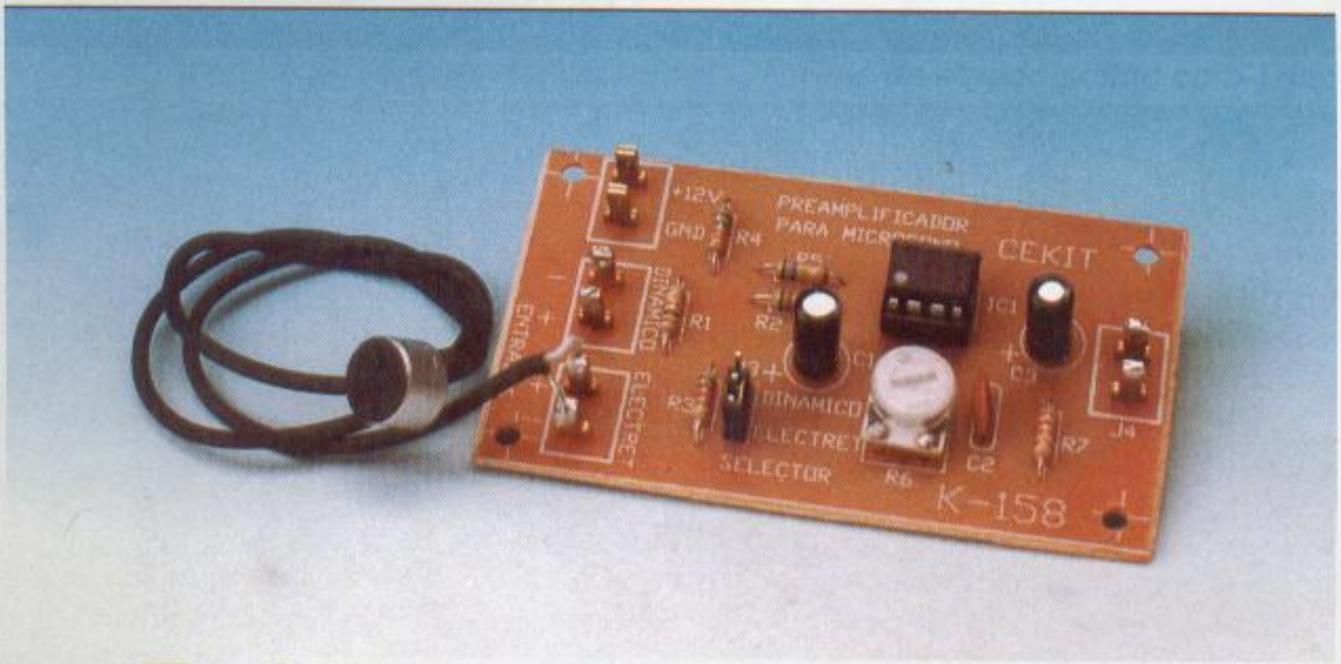


***Figura 8.8 Para alimentar os diferentes projetos e experimentos** com a fonte de alimentação podemos utilizar cabos com clipes na saída da mesma. Desta forma, a conexão com os protótipos é muito fácil e rápida. Além disso, para que a montagem seja mais robusta e segura , pode-se colocar o transformador e o circuito impresso sobre um chassi metálico. Para isso utilizam-se parafusos e separadores plásticos.*



Projeto Nº 9



Pré-amplificador para microfone

Ao montar este projeto obtem-se um circuito que amplifica os fracos sinais distribuídos por um microfone e os leva a níveis adequados para serem aplicados diretamente a um amplificador de potência.

O sinal que um microfone distribui possui níveis de tensão e corrente muito baixos. Portanto, não podem ser conectados diretamente a circuitos amplificadores nem a alto-falantes. Para solucionar esse inconveniente, utilizam-se os circuitos pré-amplificadores, os quais podem aceitar sinais de entrada de muito baixo nível e as amplificam até valores adequados para ser introduzidos em um amplificador de potência. Os pré-amplificadores também são utilizados com outras fontes de sinal como toca-discos, reprodutores de discos compactos (CD), *tapedecks*, sintonizadores de AM ou FM, etc. Para cada um desses tipos de sinal, o pré-amplificador pode ter diferentes características, porém o objetivo em todos os casos é o mesmo.

Adicionalmente, existem diferentes classes de microfones, cada uma possuindo características especiais que os fazem aptos para determinadas aplicações e que os diferenciam dos demais. O projeto que construiremos nesta ocasião é um pré-amplificador para microfone, o qual aceita sinais de entrada de microfones do tipo dinâmico e *eletreto*. Na figura 9.1 mostramos o diagrama esquemático do circuito.

O circuito possui três entradas diferentes. A primeira corresponde à fonte de alimentação de +12VCC, a segunda ao microfone dinâmico e a terceira ao microfone *eletreto*. Dada sua natureza, os dois tipos de microfone requerem conexões diferentes para obter um correto funcionamento. Isso pode ser

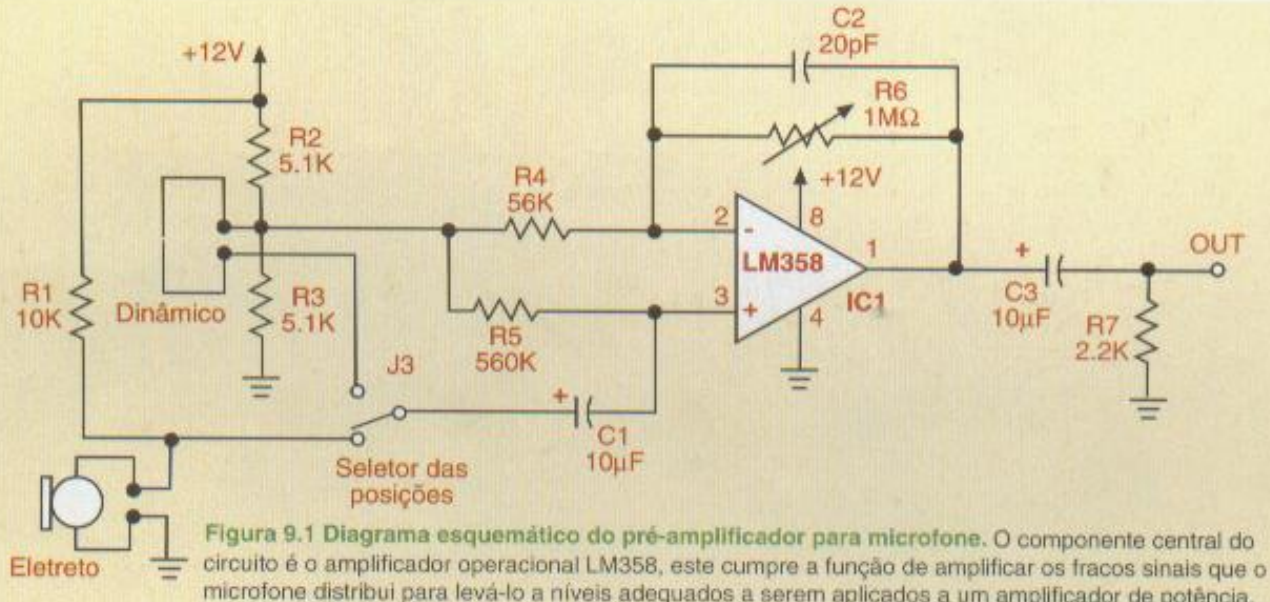


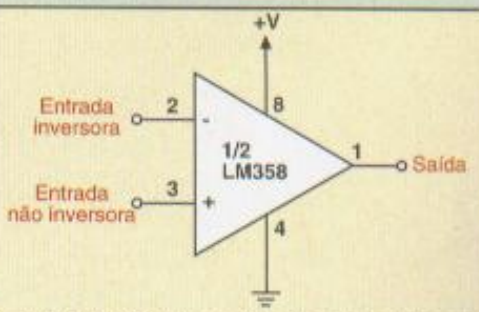
Figura 9.1 Diagrama esquemático do pré-amplificador para microfone. O componente central do circuito é o amplificador operacional LM358, este cumpre a função de amplificar os fracos sinais que o microfone distribui para levá-lo a níveis adequados a serem aplicados a um amplificador de potência. Para ajustar o nível de amplificação a um valor adequado utiliza-se o reostato R6 (resistor variável), este deve ser calibrado cada vez que seja mudado o tipo de microfone.

deduzido observando-se o diagrama esquemático. No microfone *eletreto*, por exemplo, um de seus terminais conecta-se à terra e o outro deve ser levado até a fonte de alimentação com um resistor (neste caso R1 de 10K); o dinâmico por sua vez, possui um terminal no qual se mantém um nível CC perante o divisor de tensão formado por R2 e R3, o outro pino é a saída.

No pré-amplificador a montagem funciona apenas em um dos dois microfones por vez, para isso colocou-se um seletor que permite escolher qual dos dois está conectado ao amplificador operacional. O conector utilizado é do tipo *jumper* foi marcado como J3; neste, o pino central vai até a entrada positiva do amplificador através do capacitor C1. Entre os pinos 1 e 2 do amplificador operacional (saída e entrada negativa respectivamente) conectou-se um reostato (resistor variável) de 1 Megaohm, que serve para ajustar o nível de amplificação ao valor desejado. Normalmente a saída de um pré-amplificador pode ser da ordem de 1 volt, enquanto que sua entrada, ou seja, o microfone, é da ordem dos milivolts.

Devemos ter presente que o valor de amplificação é diferente para cada caso. Portanto, se se muda de um tipo de microfone para outro, deve-se mudar a posição do reostato com o fim de obter um ótimo funcionamento do circuito. A saída do amplificador operacional passa através do capacitor C3; nesse ponto já se pode conectar um amplificador de potência que possa gerenciar um ou vários alto-falantes diretamente.





O amplificador operacional

É um circuito integrado que pode cumprir diferentes funções dependendo da forma em que esteja conectado no circuito. Sua tarefa básica, para a qual foi projetado, é amplificar sinais, mesmo que, dadas suas excelentes características, seja utilizado em quase todas as aplicações de áudio. Existe uma grande variedade de amplificadores operacionais, os quais possuem diferentes características elétricas e diferentes apresentações físicas.
O módulo básico de amplificador operacional possui 5 terminais, dois para a fonte de alimentação, um para a saída e dois para as entradas. O que utilizamos neste projeto é o LM358. Este inclui dois módulos amplificadores dentro de um só encaixe de 8 pinos.

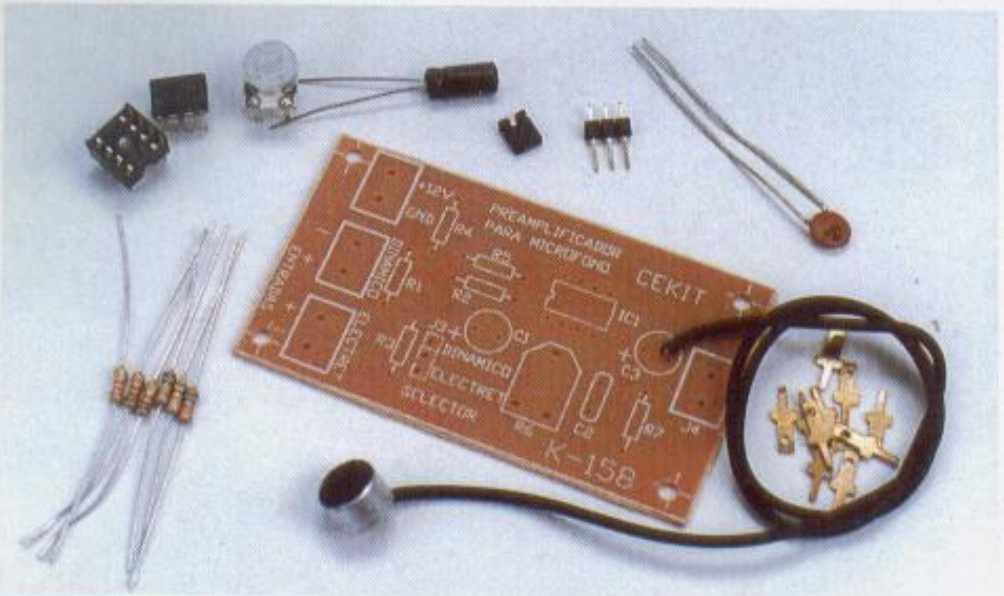


Figura 9.2 Componentes que formam o kit. *Antes de iniciar a montagem do circuito, devemos estar certos de termos os componentes necessários. Desta forma, o trabalho será mais rápido, já que não haverá interrupções; para isto devemos revisar com cuidado a lista de materiais.*

Lista de materiais

Resistores de 1/4W
1 - 10K (R1)
2 - 5,1K (R2, R3)
1 - 56K (R4)
1 - 560K (R5)
1 - 2,2K (R7)
1 - Reostato de 1M (R6)

Capacitores
2 - 10µF/25V eletrolítico (C1, C3)
1 - 20pF cerâmico (C2)

Semicondutores
1 - Circuito integrado LM358 (IC1)

Vários
1 - Base para circuito integrado de 8 pinos
1 - Conector em linha de 3 pinos (tipo cerca)
1 - *Jumper*
8 - Terminais faston para circuito impresso
1 - Circuito impresso ref. K-158 da CEKIT
1 - Cabo blindado (30 cm)
1 - Microfone *eletreto*

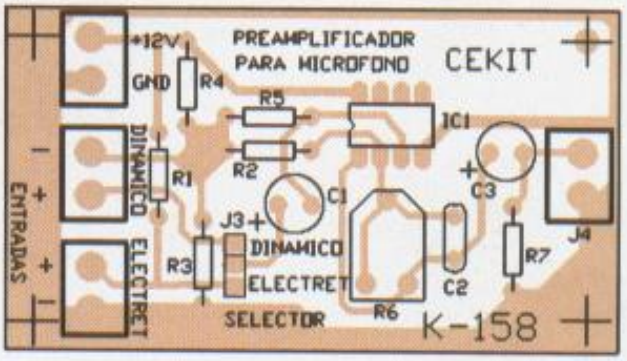


Figura 9.3 Guia de montagem e circuito impresso. *O pré-amplificador é encaixado sobre um circuito impresso referência K-158, nele são incluídos todos os componentes e as conexões para a fonte de alimentação, os microfones e a saída. Deve-se ter muito cuidado para colocar os componentes de forma correta, por exemplo, os capacitores e o circuito integrado devem conservar uma polaridade adequada.*

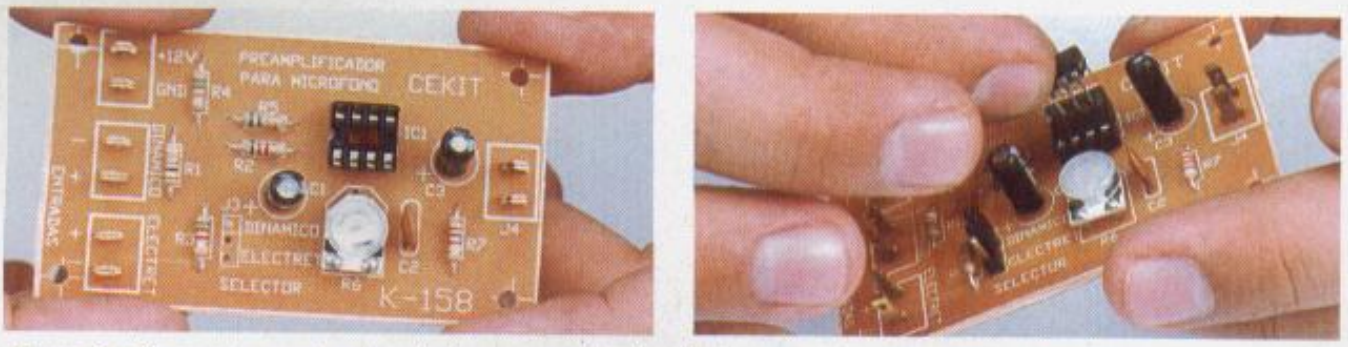


Figura 9.4 A montagem do circuito impresso *é muito simples, mas deve-se ter especial atenção no momento de fazer a soldagem para não causar curtos entre pontos adjascentes. Além disso, nos locais onde são conectados os cabos devem ser colocados terminais faston para facilitar a posterior soldagem dos mesmos. Recomenda-se que uma vez terminado o processo de soldagem, seja feita uma limpeza da placa com um pouco de álcool e uma escova de dentes; assim é removida a capa de material fundido que fica depois da soldagem.*



Aspecto físico do microfone eletreto

Símbolo



O microfone

É um componente eletrônico que faz parte do grupo dos *transdutores*, os quais tem como função converter alguma variável física em um sinal elétrico ou vice-versa. Os microfones em particular, recebem energia em forma de ondas acústicas ou sonoras e convertem-na em débeis sinais de corrente ou voltagem. Todo microfone possui um diafragma que é excitado pela onda acústica e um elemento *transdutor* (cápsula) que transforma as vibrações do diafragma em um sinal elétrico equivalente a entrada acústica.

Existem muitas classes de microfones, eles se diferenciam pelos materiais em que estão construídos, suas aplicações, a forma de conectar-los ao circuito, etc. Neste projeto utilizamos um do tipo *eletreto* (recebe este nome pelo material de sua membrana) e outro do tipo dinâmico.



Figura 9.5 A forma de se conectar os microfones *é muito simples. Deve-se somente soldar seus dois cabos no local marcado no circuito impresso. No caso do microfone dinâmico, o processo é rápido já que trazem seus dois cabos originalmente. Para o microfone* eletreto *porémpara o microfone eletreto deve-se fazer a conexão completa. Para ele utilizamos cabos blindados. Este tipo de condutor possui boas características e portanto não afeta o débil sinal de saída do microfone. Neste tipo de cabo os condutores são encontrados um dentro do outro, separados por um material isolante; deve-se ter um pouco de cuidado no momento de separar os elos de cada um para soldar-los.*

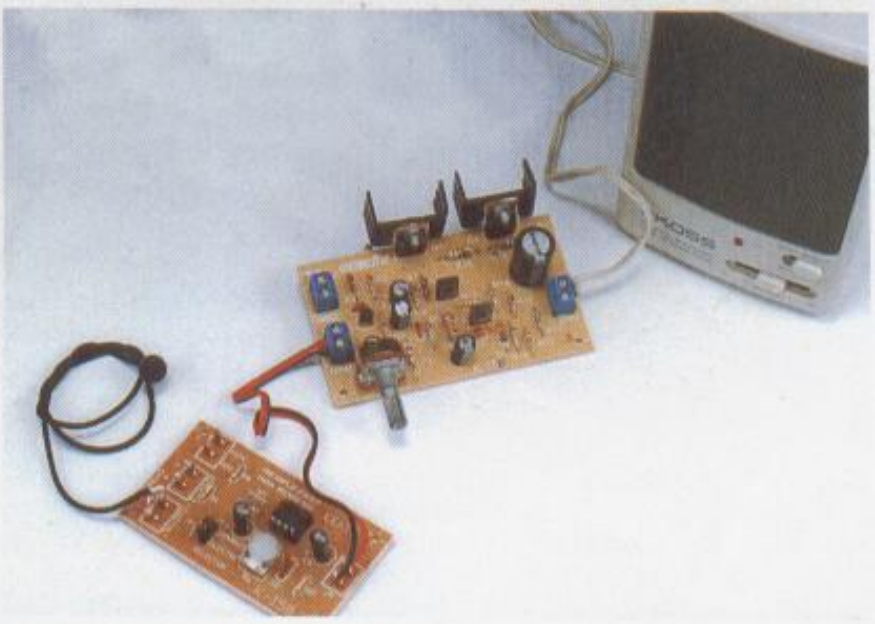
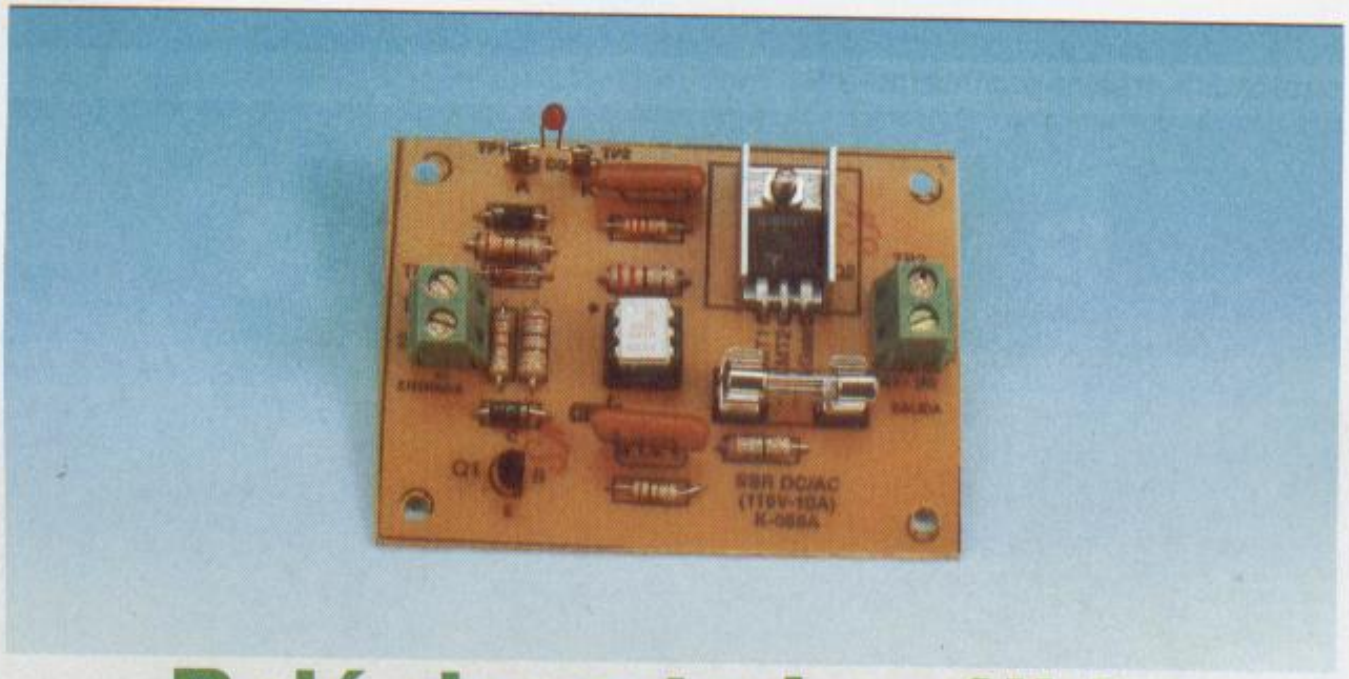


Figura 9.6 O circuito terminado *pode-se conectar a qualquer amplificador de audio. Os pasos incluem a seleção do tipo de microfone mediante o jumper referenciado como J3. Logo, a saída do preamplificador, deverá ser conectada a entrada do amplificador e a saída deste à caixa acústica ou alto-falante. Neste caso, utilizamos o amplificador que se construiu no projeto Nº6.*
Não esqueça que a fonte de alimentação para estes circuitos é de +12VCC.

Projeto Nº 10



Relé de estado sólido com Triac

Ao montar este projeto obtemos um circuito que permite manusear cargas de corrente alternada, por exemplo uma lâmpada incandescente ou um pequeno motor, a partir de um circuito eletrônico que gera sinais de controle de baixo nível.

Um relé de estado sólido, como seu nome indica, é um dispositivo que utiliza um interruptor de estado sólido (por exemplo um transistor ou um tiristor), em lugar de contatos mecânicos (como os dos relés normais), para comutar cargas de potência a partir de sinais de controle de baixo nível. Estas últimas podem provir, por exemplo, de circuitos digitais e ser dirigidas a motores, lâmpadas, solenóides, calefatores, etc. O isolamento entre o conjunto de circuitos de controle e a etapa de potência proporciona geralmente um optoacoplador. A comutação propriamente dita pode ser realizada por transistores bipolares, MOSFETs de potência, triacs, SCRs, etc.

Um relé de estado sólido oferece várias vantagens notáveis com relação aos tradicionais relés e contatores eletromecânicos: são mais rápidos, silenciosos, leves e confiáveis, não se desgastam, são imunes aos choques e às vibrações, podem comutar altas correntes e altas voltagens sem produzir arcos nem ionizar o ar circundante, geram muito pouca interferência, proporcionam vários kilovolts de isolamento entre a entrada e a saída, etc. O projeto que construíremos nesta ocasião é um relé de estado sólido cuja saída é feita através de um triac, portanto, está destinado a manusear cargas de corrente alternada. Na figura 10.1 é mostrado o diagrama esquemático do circuito, na continuação faremos uma descrição de seu funcionamento.

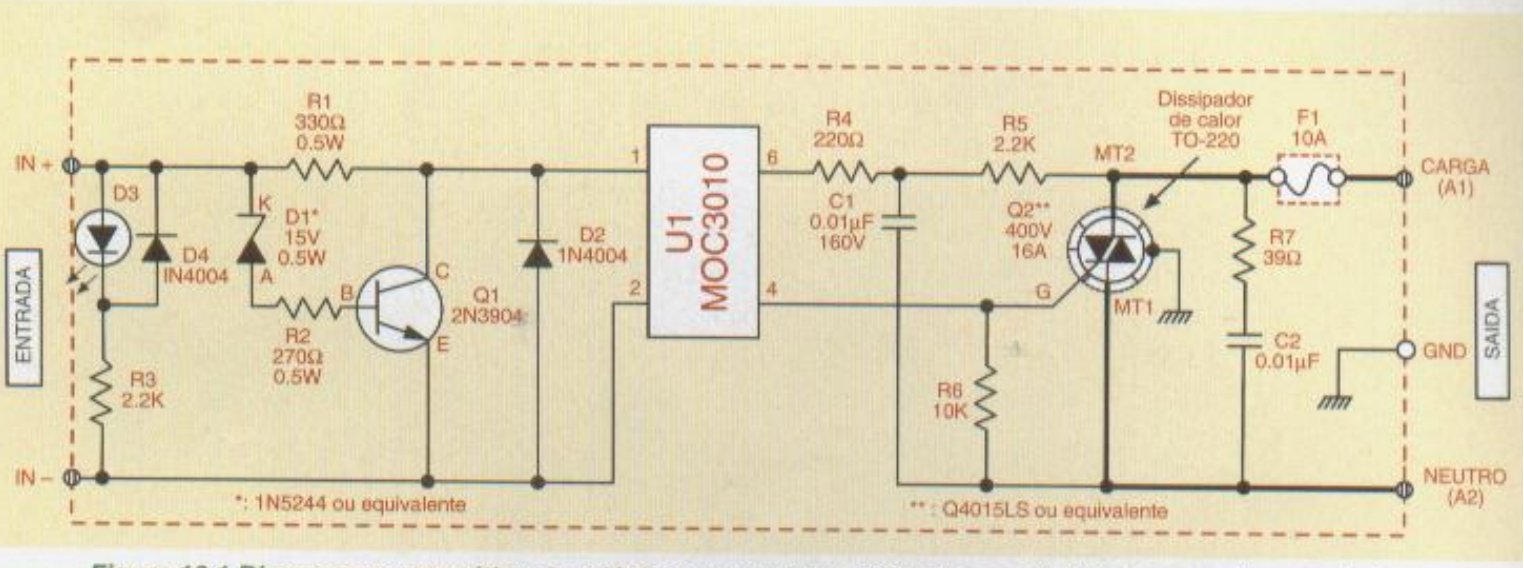


Figura 10.1 Diagrama esquemático do relé de estado sólido. *O circuito possui dois componentes principais, um é o optoacoplador que permite conectar circuitos de controle com sinais de baixo nível a circuitos de potência com alta tensão, o segundo é o triac, o qual se constitui no elemento ativo que gerencia a carga de potência. O relé de estado sólido aceita sinais de controle que devem ter uma tensão entre +5 e +15 volts e para desativar o relé a entrada deve cair a um nível baixo (próximo a 0V).*

** É muito importante ter em conta a tensão CA que se conectará na saída, ainda que o triac Q4015L5 esteja especificado para 400 V, deve-se ter cuidado ao utilizar os capacitores C1 e C2 com uma tensão superior à da linha de alimentação.*

Ao aplicar uma tensão de controle na entrada do circuito, circula uma corrente de polarização através do LED do optoacoplador e este emite sua luz infravermelha no interior da cápsula. Esta radiação é captada pelo fotodetector e convertida em corrente que é utilizada para impulsionar diretamente o triac encarregado de comutar a potência da carga. Os resistores R1 e R3 limitam a corrente através do LED indicador D3 e o LED do optoacoplador a um valor seguro.

Os demais elementos cumprem funções auxiliares. Por exemplo, D2 e D4 protegem os LED em caso de uma inversão da polaridade da tensão de controle e o Q1 bloquea a passagem da corrente para o optoacoplador quando este é superior a 15V. Este limite é determinado pelo diodo zenér D1. Esta regulação é feita com a finalidade de proteger o LED do optoacoplador.

Em condições normais, com tensões de entrada positivos (superiores a 5V e inferiores a 15V), D1, D2, D4 e Q1 permanecem em estado OFF (apagados) e somente circula corrente através dos LED (tanto do LED indicador D3 como do LED do optoacoplador). Quando a tensão de controle supera a barreira dos 15V, D1 é disparado e permite a circulação de corrente de base do transistor Q1 através de R2. Como resultado, Q1 conduz e bloqueia a passagem da corrente para o optoacoplador. Algo similar acontece quando é aplicada uma tensão de entrada invertida. Neste caso, conduzem D2 e D4, evitando que a tensão inversa de entrada fique aplicada aos LED. A máxima tensão inversa que pode ser aplicada a um LED antes de destruir-se é de ordem de 3 a 6 volts.

O circuito de saída do relé de estado sólido utiliza um triac de porta isolada (Q2) governado pelo diac do optoacoplador. Uma vez disparado o optoacoplador pelo efeito da tensão de controle aplicado à entrada, circula uma corrente pelo mesmo e pela porta do triac, fazendo com que este entre em condução, permitindo à vez que circule corrente através da carga.

O Q4015L5 utilizado em nosso projeto requer uma corrente de comporta mínima da ordem de 50mA. O triac do MOC3010, por sua vez, possui uma capacidade de corrente de 100mA, suficiente para disparar praticamente qualquer triac. A resistência R4 estabelece a corrente de comporta do triac. A rede formada por R7 e C2 (denominada rede *snubber*) evita que as mudanças rápidas na tensão de entrada disparem inadvertidamente o triac enquanto este se encontra em estado OFF (fora de condução). Se forem manuseadas somente cargas puramente resistivas (por exemplo lâmpadas e calefatores), pode omitir-se a rede *snubber* . A rede formada por R5 e C1 permite o manuseio confiável de cargas indutivas como motores, solenóides, relés, transformadores, etc. Sem a rede R5-C1, pode se causar o disparo involuntário do triac ou a sua destruição.

Em condições normais, o disparo do triac não está sincronizado com os pontos de cruz por zero da corrente ou a tensão de carga. Portanto, a condução do mesmo pode produzir-se em qualquer ponto da forma de onda. Se o disparo ocorre próximo de um pico positivo ou negativo, onde a taxa de mudança da tensão é muito alta, através da carga circulará uma corrente instantânea muito elevada e se originará uma grande quantidade de interferência. Esta última pode ser induzida em rádios, televisores e outros equipamentos sensíveis. Para evitar que isto aconteça, o MOC3010 pode ser substituído por um optoacoplador com detector de cruz por zero tal como o MOC3031 ou similar. Neste caso, o C1 deve ser eliminado e o R5 substituído por uma ponte de 0 ohm.

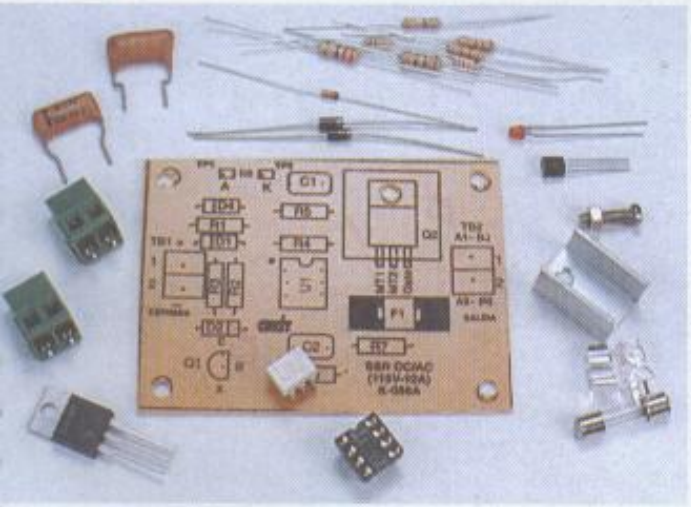


Figura 10.2
Componentes que formam o kit. Antes de iniciar a montagem do circuito devemos ter certeza de ter todos os componentes necessários. Desta forma o trabalho é feito mais rapidamente, já que não há interrupções; para isto devemos rever com cuidado a lista de materiais anexa.

Lista de materiais

Resistores a 1/2 W - 5%
1 330 ohms (R1)
1 270 ohms (R2)
1 2,2 K a 1/4 W (R3, R5)
1 220 ohms (R4)
1 10 K a 1/4 W (R6)
1 39 ohms (R7)
Capacitores
2 0,01µF/300V ó 600V (C1, C2)
Semicondutores
1 Diodo Zener de 15V a 1/2 W (D1)
2 Diodo 1N4004 (D2, D4)
1 LED vermelho (D3)
1 Transistor 2N3904 (Q1)
1 Triac Q4015 ou um de maior tensão (Q2)
1 Optoacoplador MOC3010 (U1)
Outros
1 Dissipador TO-220
1 Kit de isolamento para TO-220
2 Conector de parafuso de 2 pinos
1 Fusível curto de 10 Ampères
2 Terminal porta-fusível para impresso
1 Circuito impresso K-088A
2 Terminal para circuito impresso
1 Base para integrado de 8 pinos
1 Parafuso milimétrico 3x7
1 Solda (1 m)



Aspecto físico



Símbolo

O diodo zener
É um diodo que sob condições normais, ou seja, polarizado diretamente, se comporta de maneira similar a um diodo retificador normal. Mas quando se polariza de forma inversa, possui a propriedade de regular ou de limitar em um valor determinado a tensão que cai entre seus terminais. Por esta razão, é muito utilizado em fontes de tensão ou circuitos onde é necessário regular algum nível de tensão. A tensão específica de cada diodo é determinada pelo fabricante; portanto, existem no mercado diodos zener de diferentes tensões, por exemplo de 3V, 9V, 12V, etc..

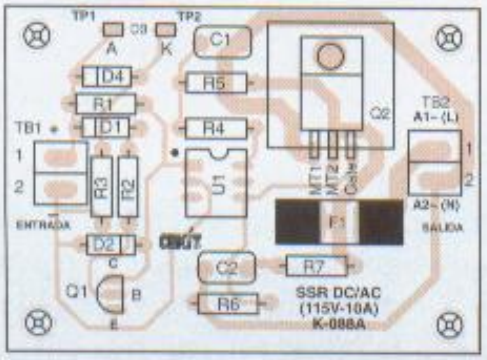


Figura 10.3 Guia de montagem e circuito impresso. O relé de estado sólido é montado sobre um circuito impresso de referência K-088A, no que se incluem todos os componentes, a conexão para o sinal de controle e a saída para a carga de potência. Deve-se ter muito cuidado para localizar os componentes de forma correta; por exemplo, os diodos e o circuito integrado devem conservar uma polaridade adequada.

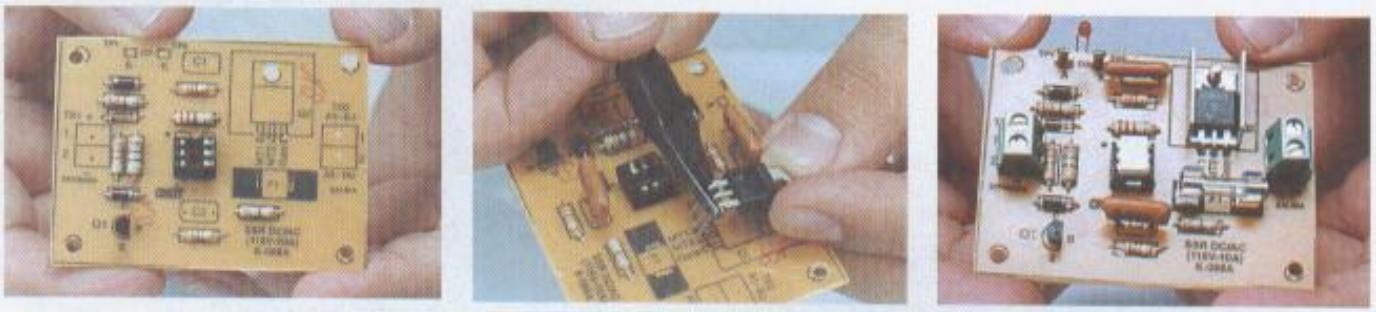


Figura 10.4 Montagem da placa. Instale primeiro os componentes de baixo perfil como diodos, resistores e a base do circuito integrado. Continue com o LED, o transistor 2N3904, os capacitores, os suportes do fusível e os conectores de entrada e saída. Por último, instale o triac de potência com seu respectivo dissipador e prenda-o ao cartão na forma usual. Não esqueça de aplicar graxa de silicone nas superfícies de contato da arruela isolante com a cápsula e o dissipador.

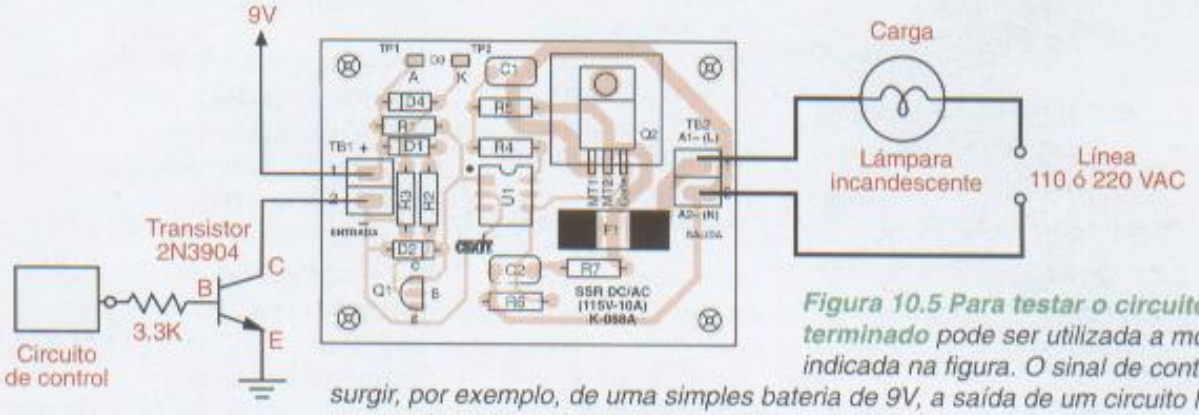
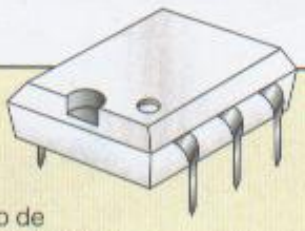


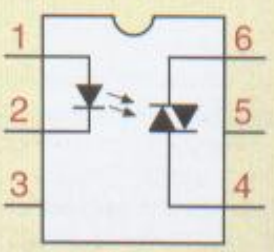
Figura 10.5 Para testar o circuito terminado pode ser utilizada a montagem indicada na figura. O sinal de controle pode surgir, por exemplo, de uma simples bateria de 9V, a saída de um circuito lógico ou, em geral, qualquer fonte de sinal entre 5 e 15VCC. Como carga pode ser utilizada uma lâmpada, um motor, um calefador, etc., sempre e quando esteja dentro das especificações de corrente e tensão do sistema.

O optoacoplador

É um componente eletrônico que combina no mesmo kit um LED e um fotodetector. Seu princípio de funcionamento é o seguinte: O LED emite um raio de luz quando é excitado por uma corrente que provém de um circuito de controle. Este é recebido pelo detector, que por sua vez é ativado por este estímulo, fazendo com que o circuito de saída ou de potência em que está ligado entre em funcionamento. A principal vantagem de um optoacoplador é o isolamento elétrico entre os circuitos de entrada e saída já que o único contato entre eles é um raio de luz. Adicionalmente, existem diferentes classes de optoacoplador, alguns deles têm saída por fototransistor, por fotodarlington, por fototriac, etc.. O que usamos neste projeto é um optoacoplador MOC3010, o qual possui saída por fototriac e é especial para manusear circuitos com triacs de potência.



Aspecto físico



MOC3010

Símbolo