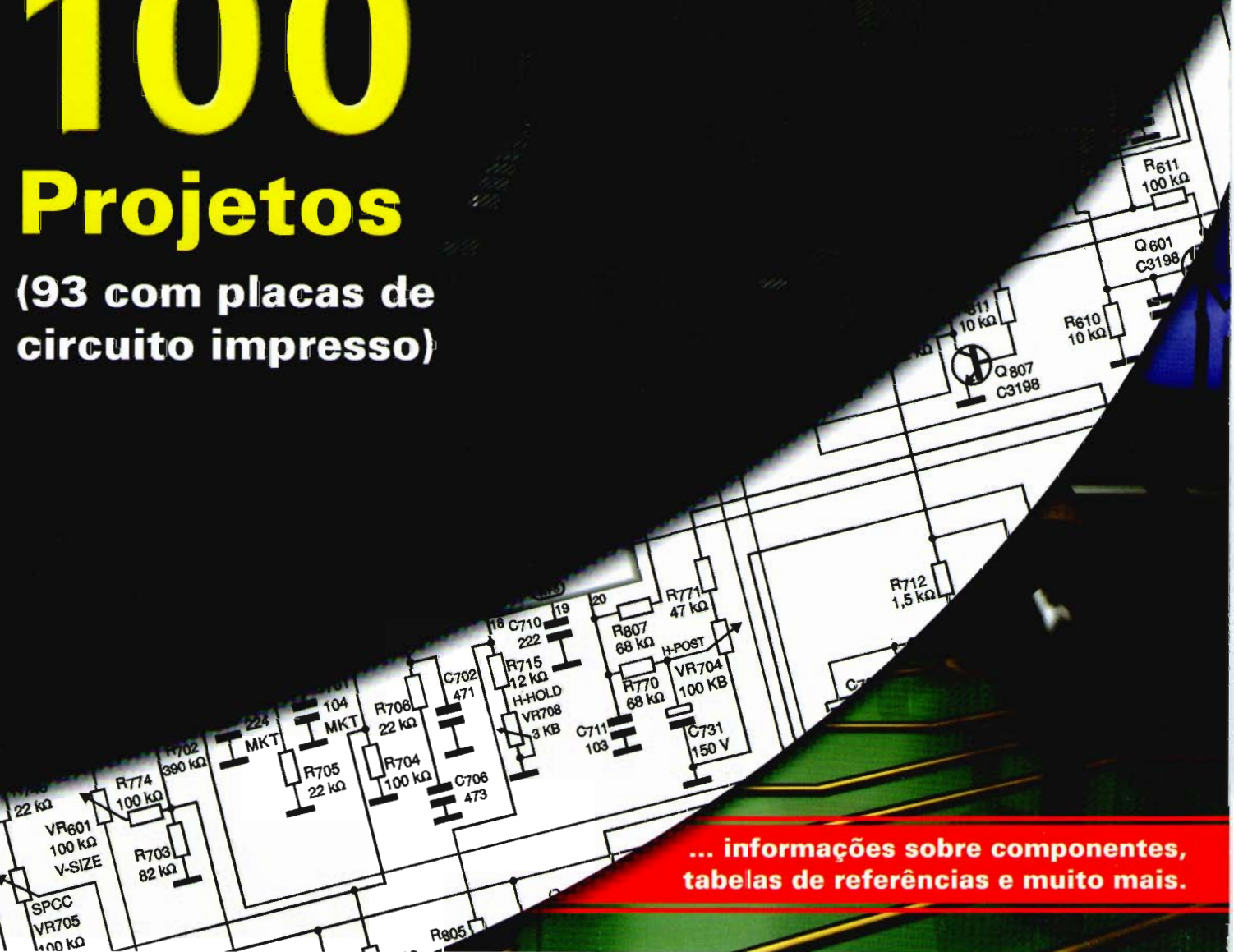


CIRCUITOS & SOLUÇÕES

Newton C. Braga

100 Projetos

(93 com placas de
circuito impresso)



... informações sobre componentes,
tabelas de referências e muito mais.

Newton C. Braga

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

São Paulo - SP
Volume 6 - 1ª edição

EDITORA SABER LTDA.

2006



Rua Jacinto José de Araújo, 315/317 - Tatuapé
CEP.: 03087-020 - São Paulo - Brasil
(11) 6195-5333
www.editorasaber.com.br

Copyright by
EDITORA SABER LTDA.
- Volume 6 - 2006 -
1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

REVISÃO TÉCNICA: Eng. Eutíquio Lopez

APRESENTAÇÃO

Newton C. Braga é incontestavelmente o maior escritor técnico de Eletrônica de todos os tempos. Nos últimos trinta anos ele escreveu mais de 80 títulos com vendas superiores a 2.800.000 exemplares. A maior parte foi produzida em português para o Brasil e Portugal. Edições em espanhol circularam pela Espanha e em toda a América Latina, e nos últimos oito anos foram editados títulos em inglês nos Estados Unidos.

O material publicado nesta obra faz parte do acervo de consultas do próprio autor em seu trabalho. Por se mostrar de extrema utilidade no dia-a-dia do profissional da área de Eletrônica, resolvemos publicar uma série de edições com este conteúdo.

Esperamos que seja de grande proveito para os leitores, assim como é para o próprio autor.

ADVERTÊNCIA

Foram tomadas todas as precauções para assegurar que os circuitos e soluções apresentados neste livro estejam corretos. No entanto, nenhuma garantia pode ser dada ou implicada, incluindo qualquer uma sobre a comerciabilidade ou exatidão dos dados e circuitos apresentados para fins determinados os quais estão sujeitos a otimizações e à própria qualidade dos componentes utilizados. Dessa forma, advertimos que, usando as informações encontradas aqui, o leitor assumirá o risco de perdas ou danos que resultem dessa utilização de informações ou circuitos. Em nenhum evento o Autor ou a Editora serão responsabilizados por qualquer indenização ou ressarcimento devidos a perdas decorrentes do uso das informações aqui contidas para fins específicos.

VCO CMOS - II

Como no VCO CMOS - I, o circuito da **figura 1** aproveita as características dos circuitos integrados CMOS de serem bastante sensíveis à tensão de alimentação quando operam como osciladores. Neste caso, usamos um dos seis inversores de um circuito integrado 4584 disparador para elaborar um oscilador.

C_1 determina a frequência básica das oscilações. Os outros 5 inversores são empregados como amplificadores digitais para o sinal. A frequência máxima do sinal é da ordem de 7 MHz e a faixa de tensões de controle vai de 3 a 15 V (V_c) tipicamente.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste oscilador controlado por tensão (*voltage controlled oscillator*).

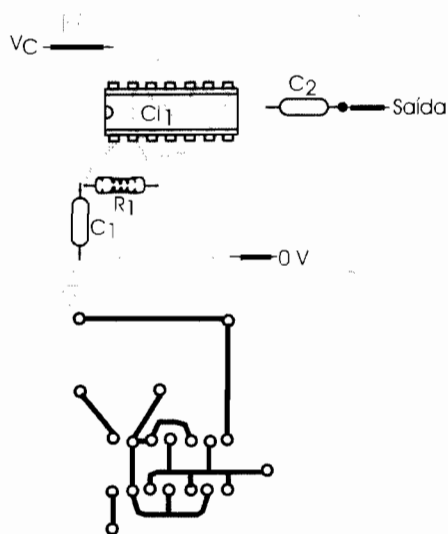


Figura 2

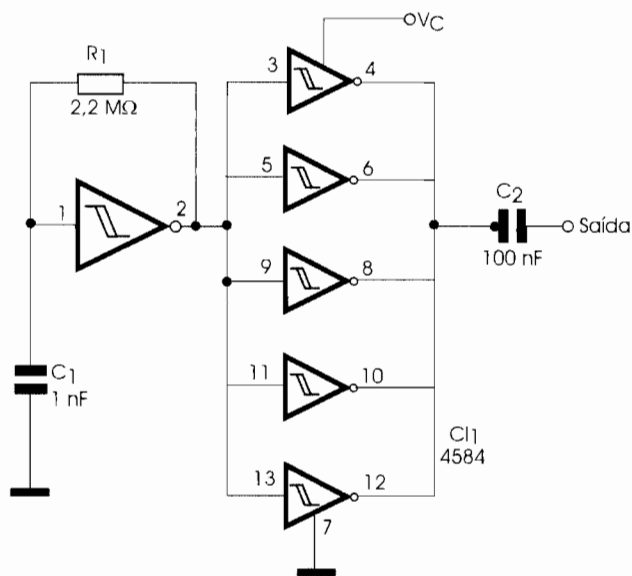
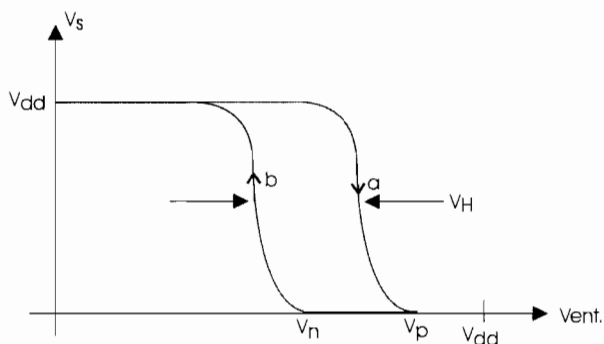


Figura 1

INFORMAÇÃO

Histerese

Dizemos que um circuito apresenta uma característica de histerese quando o seu acionamento em um sentido ocorre de forma diferente do sentido oposto. Por exemplo, em um disparador como o 4093 ou 4584, para se disparar o circuito precisamos de uma tensão mais elevada do que para desligá-lo. Assim, na **figura** a tensão de disparo é V_p , mas a tensão em que ele desliga é V_n . A diferença entre as duas tensões caracteriza o que se denomina tensão de histerese ou V_H .



LISTA DE MATERIAIS

- CI_1 - 4584 - Seis inversores disparadores CMOS - circuito integrado
- R_1 - 2,2 $M\Omega$ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
- C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

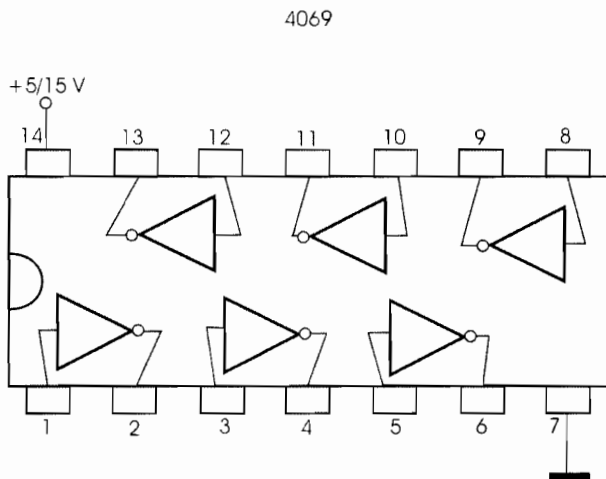
FOTO-OSCILADOR CMOS 4069

A frequência do oscilador mostrado na **figura 1** depende da intensidade da luz que incide no sensor. O sensor é um LDR comum e a faixa de frequências basicamente é determinada pelo valor de C_1 . A frequência máxima alcançada pelo circuito com alimentação de 12 V está em torno de 4 MHz, caso em que C_1 deve ainda ser reduzido para menos 100 pF. O sinal de saída é retangular para as frequências mais baixas. O consumo deste oscilador é muito baixo, não ultrapassando 1 mA.

INFORMAÇÃO

4069 Seis inversores CMOS

Os seis inversores deste circuito integrado podem ser usados de forma independente. A pinagem é ilustrada na **figura**.



V_{dd} - 3 a 15 V
I_{ds} - 0,88 mA (5 V)
2,25 mA (10 V)
t_p - 50 ns (5 V)

LISTA DE MATERIAIS

CI_1 - 4069 - circuito integrado CMOS
 C_1 - 10 nF a 470 nF (faixa de áudio) - capacitor cerâmico ou poliéster
 LDR - LDR redondo comum
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, solda, etc.

A implementação do oscilador numa placa de circuito impresso é apresentada na **figura 2**. Observe a posição do circuito integrado na instalação e respeite os limites de alimentação.

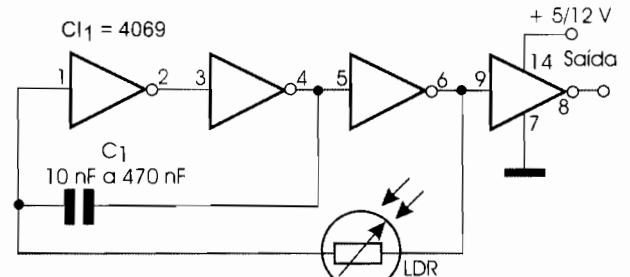


Figura 1

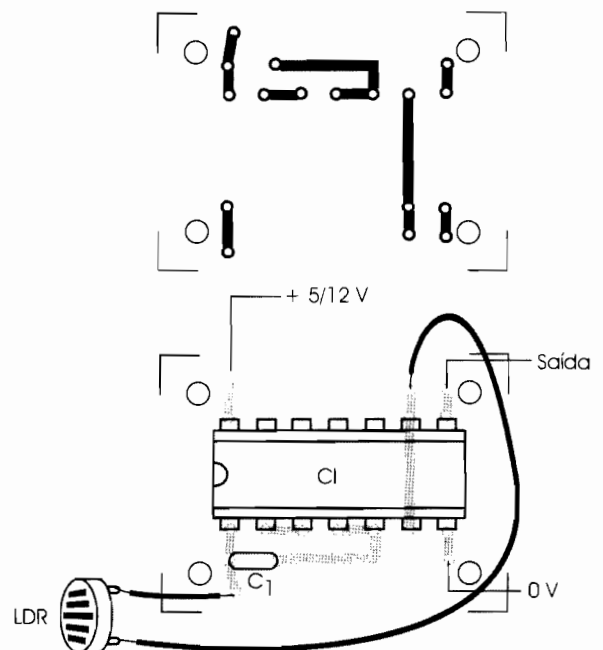


Figura 2

MONOESTÁVEL COM O 4013

Na **figura 1** mostramos como implementar um multivibrador monoestável com um dos *flip-flops* tipo D de um circuito integrado CMOS 4013. Observe que a constante de tempo do circuito é dada por RC e que R_1 deve ser maior do que R_2 . Sua alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 12 V e o disparo é feito com o flanco positivo da transição de entrada. O circuito possui saídas complementares.

Na **figura 2** exibimos a implementação do monoestável numa placa de circuito impresso.

O outro *flip-flop* do mesmo circuito integrado pode ser utilizado de forma independente.

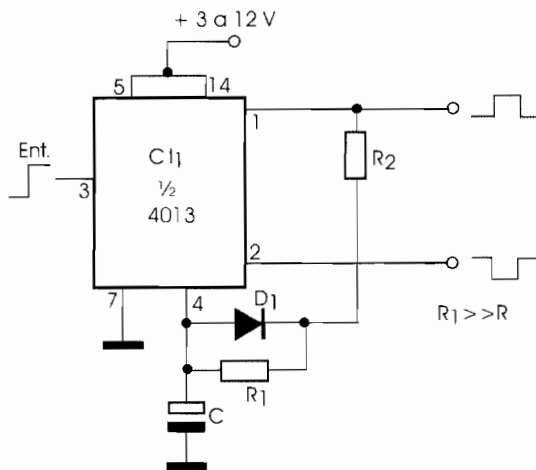


Figura 1

INFORMAÇÃO

BUX80

Transistor NPN de silício de alta tensão para fontes chaveadas

Na **figura** temos a pinagem do transistor que é fornecido em invólucro metálico SOT-3.

BUX80

SOT-3

Transistor NPN de silício de alta tensão para fontes comutadas

V _{CEO}	400 V
I _C	10 A
P _{tot} (40°C).....	100 W
h _{FE} (I _C = 1,2 A).....	30 (tip)
f _T	6 MHz

Características:

V_{ceo} (máx) : 400 V
 I_c (máx) : 10 A
 P_{tot} (máx) : 100 W
 h_{FE} (I_c - 1,2 A) : 30 (tip)
 f_T : 6 MHz

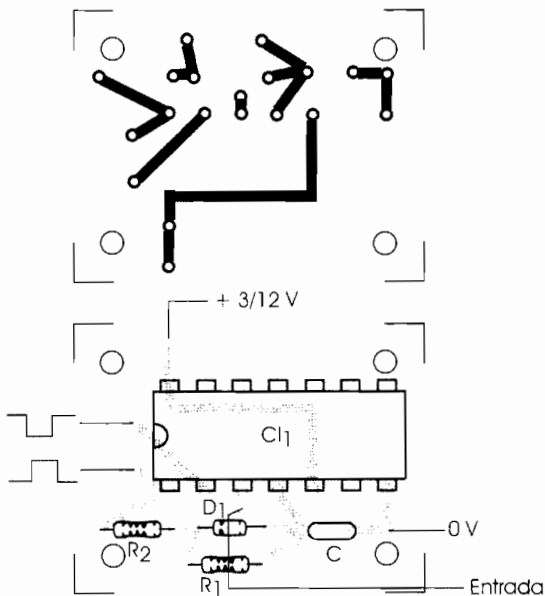


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

CI₁ - 4013 - circuito integrado CMOS
 D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
 R₁, R₂ - 10 k a 1 MΩ - resistor - ver texto
 C - 100 pF a 100 nF - capacitor - ver texto
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

OSCILADOR ULTRA-SÔNICO

O oscilador CMOS da **figura 1** gera um sinal ultra-sônico que é reproduzido em um *tweeter* piezoelétrico comum de 4 ou 8 ohms. Este circuito pode ser usado como condicionador de animais e em outras aplicações, inclusive envolvendo controle remoto. Sua frequência é ajustada em P_1 e depende também de C_1 . A alimentação pode ser feita com bateria, pilhas ou fonte e o consumo é de algumas centenas de miliampères.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação da montagem.

O transistor deve ser dotado de um radiador de calor. Para frequências acima de 25 kHz deve ser usado um transdutor apropriado.

LISTA DE MATERIAIS

C_1 - 4011 - circuito integrado CMOS
 Q_1 - TIP32 - Transistor PNP de potência
 R_1, R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
 R_3 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 P_1 - 10 k Ω - trimpot
 C_1 - 2,2 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 TW - Tweeter piezoelétrico de 4 ou 8 Ω
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, solda, etc.

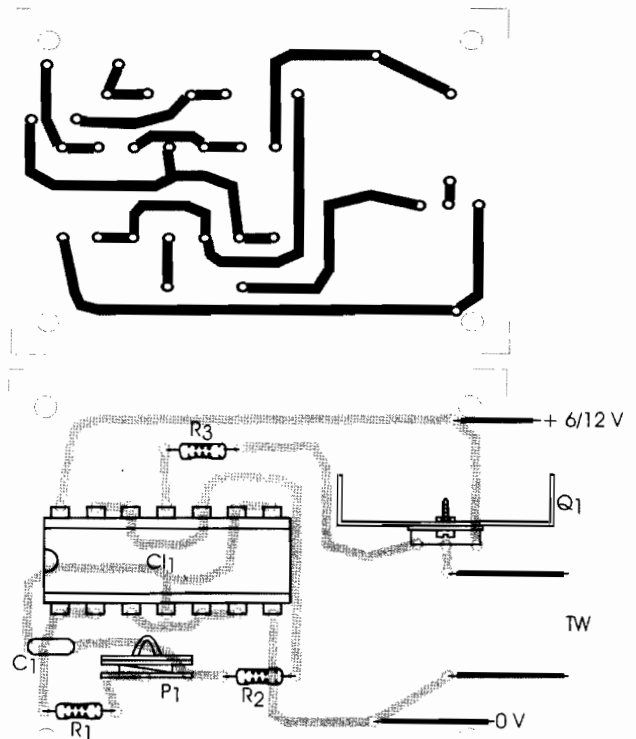


Figura 2

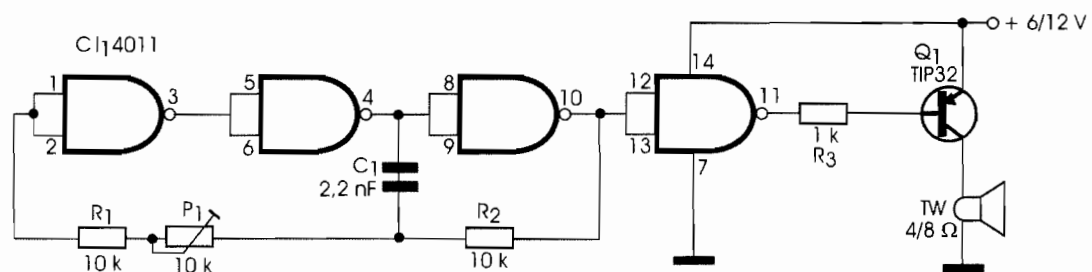


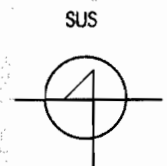
Figura 1

INFORMAÇÃO

SUS

O *Silicon Unilateral Switch* é um dispositivo comutador rápido que dispara quando a tensão entre seus terminais atinge valores que podem variar

entre 18 e 40 V, dependendo do tipo. Os SUS são usados no disparo de SCRs e outros dispositivos de controle de potência. Na **figura**



FOTÔMETRO

O circuito simples da **figura 1** permite medir a intensidade da luz que incide no sensor. O sensor pode ser qualquer LDR comum e o instrumento indicador tanto pode ser um microamperímetro de 0 - 200 μ A quanto a escala mais baixa de correntes de um multímetro comum. A alimentação de 3 ou 6 V pode ser feita com duas ou quatro pilhas comuns. P₁ ajusta a escala de intensidades de luz e P₂ o fundo de escala do instrumento.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do fotômetro.

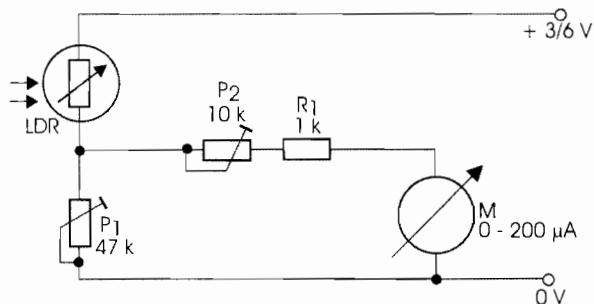


Figura 1

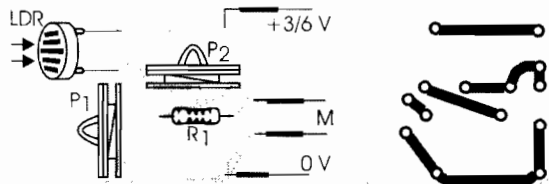


Figura 2

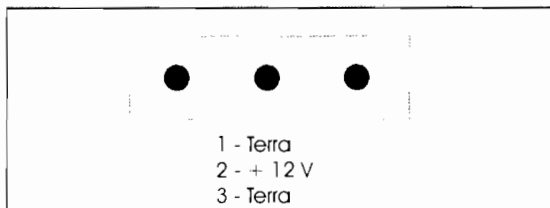
LISTA DE MATERIAIS

- LDR - LDR comum
- P₁ - 47 k Ω - trimpot
- P₂ - 10 k Ω - trimpot
- R₁ - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- M - Microamperímetro de 0 - 200 μ A ou multímetro - ver texto
- Diversos:
Placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de pilhas, etc.

INFORMAÇÃO

Ventilador da CPU da Placa-Mãe

Na **figura** observamos as conexões do ventilador usado nas CPUs de computadores.



INFORMAÇÃO

5AU4 Válvula-Duplo Diodo Retificador de Onda Completa

Características:

- Tensão de filamento: 5 V
- Corrente de filamento: 3,75 A
- Tensão de placa: 400 V (máx)
- Tensão contínua de saída: 325 V (máx)
- Corrente contínua de saída (máx) : 325 mA

5AU4 (válvula)

Duplo diodo retificador de onda completa



- Tensão de filamento: 5 V
- Corrente de filamento: 3,5 A
- Tensão de placa: 400 V
- Tensão contínua de saída: 325 V
- Transcondutância: 3700 μ S
- Corrente contínua de saída: 325 mA

DIVISORES POR 9 E 10 - 4018

Um sinal lógico CMOS tem sua frequência dividida por 9 quando aplicado na entrada do circuito da **figura 1**. O sinal deve ser livre de repiques e a frequência máxima para uma alimentação de 10 V está em torno de 7 MHz.

Para dividir a frequência por 10, nas mesmas condições do circuito anterior, pode ser usado o circuito da **figura 2**.

Observamos que nos dois circuitos o ciclo ativo do sinal de saída não é exatamente 50%. A alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 12 V. Não damos a placa de circuito impresso pelo fato de termos apenas um componente e normalmente essa configuração faça parte de circuitos mais complexos.

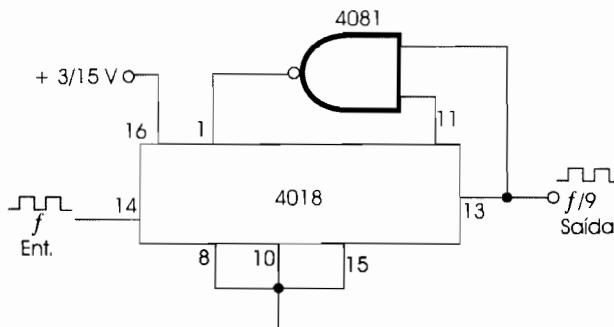


Figura 1

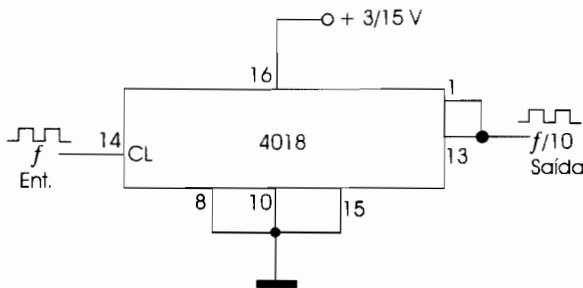


Figura 2

INFORMAÇÃO

PUT

O *Programmable Unijunction Transistor* ou Transistor programável unijunção é um semiconductor da família dos tiristores (diodos de quatro camadas), com

INFORMAÇÃO

Conector Ethernet 10/100 Base-T

Na **figura** temos os conectores para 10Base-T e 100Base-T.

A função dos pinos é dada pela seguinte tabela, mostrada abaixo.

Bases iguais para 10Base-T e 100Base-TX



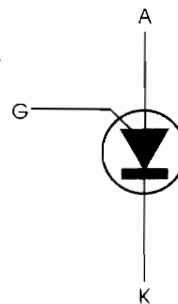
Nos cabos

Conector Macho: Placas de Rede e Hubs
Conector Fêmea: Cabos

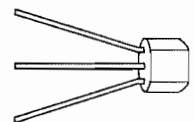
Pino	Nome	Descrição
1	TX+	Tranceive Data+
2	TX-	Tranceive Data-
3	RX+	Receive Data+
4	n/c	Não conectado
5	n/c	Não conectado
6	RX-	Receive Data-
7	n/c	Não conectado

características semelhantes a um SCR. No entanto, sua estrutura permite que o ponto de disparo através de uma comporta no anodo (G) seja programado. Na **figura** temos o seu símbolo e o aspecto do tipo mais comum.

COMPONENTES - PUT



Símbolo



Aspecto

TRANSMISSOR SONORO IR

Na **figura 1** mostramos um modulador infravermelho onde a fonte de sinal é um microfone de eletreto. Este circuito pode ser usado em um *link* óptico ou mesmo por fibras ópticas. A modulação é em amplitude e o circuito pode ser alimentado por pilhas comuns. O LED é do tipo infravermelho comum, mas o circuito funciona também com LEDs para a faixa visível. Com o uso de uma lente convergente pode-se aumentar o alcance e obter maior diretividade.

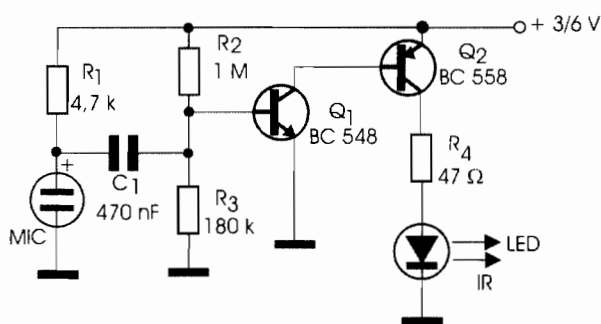


Figura 1

A placa de circuito impresso para implementação deste modulador é ilustrada na **figura 2**.

Pode ser usado um transistor de maior potência na saída para a excitação de mais de um LED.

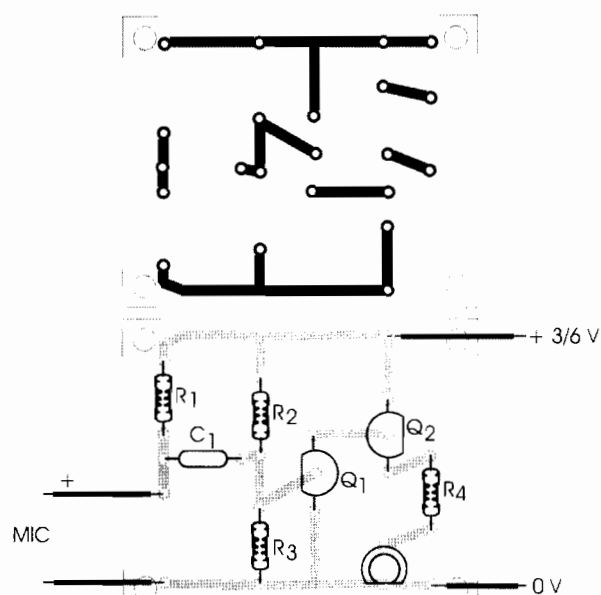


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 - transistor PNP de uso geral
- LED - LED infravermelho comum
- R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 1 M Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- R_3 - 180 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, cinza, amarelo
- R_4 - 47 Ω x 1/8 W - amarelo, violeta, preto
- C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- MIC - Microfone de eletreto de dois terminais
- Diversos: Placa de circuito impresso, pilhas (2 ou 4 pilhas), suporte de pilhas, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

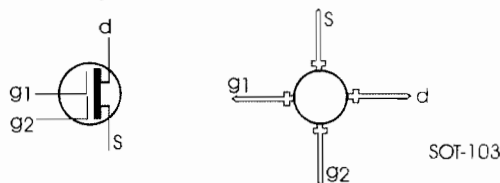
BF960/964/966

Transistores MOSFETs de Canal N para UHF com dupla Comporta

Esses transistores, apresentados em invólucros SOT-103, conforme sugere a **figura**, são usados em equipamentos profissionais de comunicações.

BF960/BF964/BF966

MOS-FETs de canal N para UHF e VHF e equipamento profissional de comunicação



	BF960	BF964	BF966	
V_{DS}	20	20	20	V
P_{tot}	225	225	225	mW (25°C)
$I_{G1-SS} + I_{G2-SS} (máx)$	100	50	50	nA
I_{DSS}	4-20	2-20	2-20	mA
$ Y_{fs} f = 1 \text{ kHz (mín)}$	9	17	15	mA/V
$C_{rs} \text{ (tip)}$	25	25	25	pF

EXCITADOR PIEZOELÉTRICO

O multivibrador astável mostrado na **figura 1** excita diretamente um transdutor piezoelétrico de alta impedância. A frequência do sinal de áudio gerado depende basicamente de C_1 e C_2 , cujos valores podem ser alterados numa ampla faixa. O maior rendimento será obtido na frequência de ressonância do transdutor. O circuito, de baixo consumo, funciona com tensões de 3 a 9 V. Transistores equivalentes aos indicados podem ser empregados.

Na **figura 2** vemos a placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador. Não devem ser usados transdutores de baixa impedância ou altofalantes.

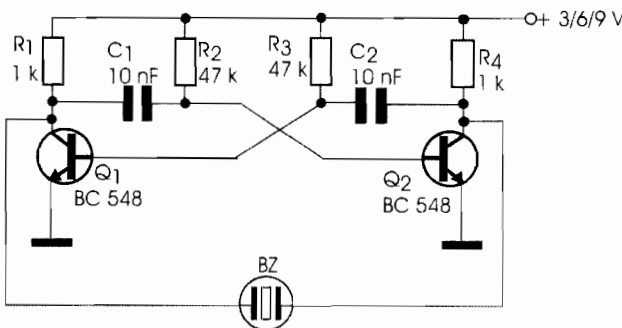


Figura 1

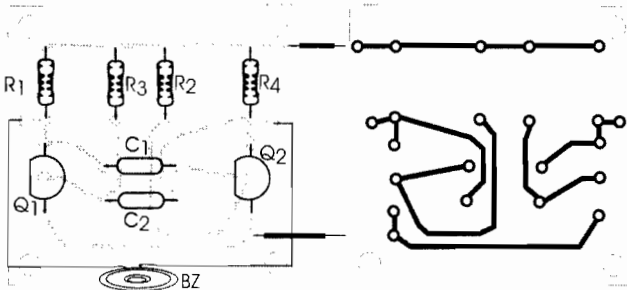


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- R_1, R_4 - 1 k Ω x 1/8 W - marrom, preto, vermelho
- R_2, R_3 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- C_1, C_2 - 10 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- BZ - Transdutor piezoelétrico
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

SmartCard ISO

Na **figura** temos a disposição padronizada dos contatos do *SmartCard* padrão ISO.

A **tabela** exibe as funções dos contatos:

SmartCard ISO

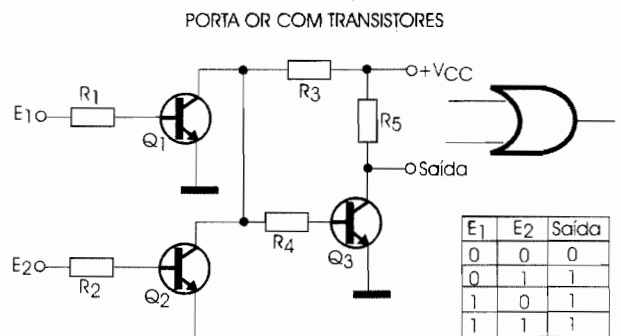
Pino	Nome	Descrição
1	VCC	+ 5 VDC
2	R/W	Read/Write
3	CLOCK	Clock
4	RESET	Reset
5	GND	Terra
6	VPP	+21 VDC
7	I/O	In/Out
8	FUSE	Fusível

INFORMAÇÃO

Porta OR com Transistores

Na **figura** mostramos como implementar uma porta OR (OU) de duas entradas usando transistores comuns. Estas podem ser bipolares comuns e os resistores têm tipicamente os seguintes valores para alimentação com 5 V:

- R_1, R_2, R_3, R_4 - 10 k Ω
- R_5 - 1 k Ω



EMISSOR ULTRA-SÔNICO

Alimentando um *tweeter* piezoelétrico, o circuito ilustrado na **figura 1** pode emitir sinais até uns 30 kHz com um bom rendimento. A frequência do sinal é ajustada no *trimpot* P₁ e depende basicamente de C₁, que pode ser alterado. É possível utilizar este circuito como condicionador de animais, em alarmes e outras aplicações. O transistor Q₂ deve ser dotado

de um pequeno radiador se o circuito for alimentado com 6 V.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação deste emissor.

INFORMAÇÃO

BDV93 Transistor NPN de Potência

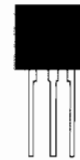
Este transistor fornece potências até 50 W e é usado em comutação e áudio. Seu complementar é o BDV94 - Na **figura** temos sua pinagem.

BDV93

Transistor NPN de silício de Potência de áudio até 50 W e para comutação - Complementar: BDV94 - Philips.

Características:

V _{CEO}	80 V
I _C	10 A
P _{TOT} (25°C)	90 W
h _{FE} (I _C = 4 A)	> 20
f _T	> 4 MHz

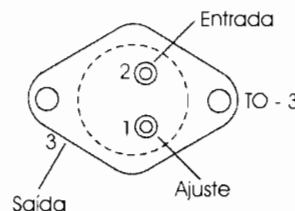


LM150/250/350 Regulador de tensão positiva de 3 A

Na **figura** observamos a pinagem para a versão deste CI em invólucro metálico TO-3.

LM150/250/350

Regulador de Tensão de 3 A - National Semiconductor



LM150 [-55 a +150°C]
LM250 [-25 a +150°C]
LM350 [0 a 125°]

Corrente máxima de saída: 3 A
Tensão máxima entre entrada e saída: 35 V
Tensão mínima de saída: 1,2 V
Regulagem de carga: 0,1%
Regulagem de linha: 0,005%/V

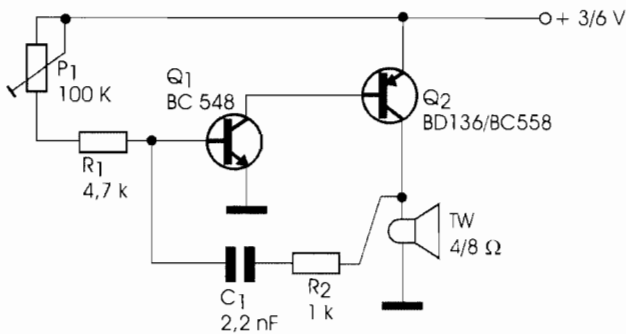


Figura 1

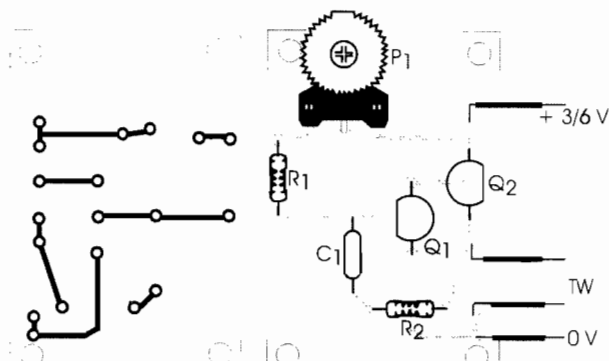


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q₁ - BC548 - transistor NPN de uso geral
Q₂ - BC558 ou BD136 - transistor PNP de uso geral
P₁ - 100 kΩ - trimpot
R₁ - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
R₂ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
C₁ - 2,2 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
TW - 4 ou 8 Ω - tweeter piezoelétrico
Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

DETECTOR DE METAIS

O detector de metais da **figura 1** usa um receptor de ondas médias (AM) comum para reproduzir o sinal na presença de um metal. Trata-se de um oscilador que "foge" de sintonia na presença de um sinal. Basta

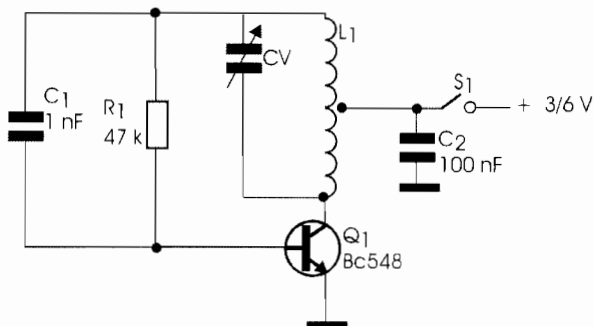


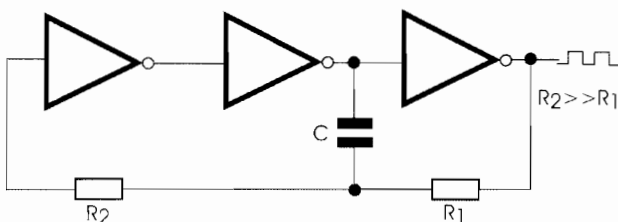
Figura 1

INFORMAÇÃO

Oscilador CMOS

A configuração de um oscilador CMOS básico com a fórmula para calcular sua frequência é mostrada na **figura**. A frequência máxima deste circuito está em torno de 7 MHz e o sinal de saída é retangular.

A alimentação pode ser feita com tensões entre 3 e 15 V, e dela depende a frequência máxima alcançada.



$$f = \frac{1}{2R_1 \cdot C \left(\frac{0,405 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + 0,693 \right)}$$

então sintonizar nas proximidades um rádio de ondas médias e verificar quando o sinal do oscilador não mais é captado. O circuito é alimentado com pilhas comuns e a bobina exploradora é enrolada numa tampa plástica de 30 a 50 cm de diâmetro consistindo em 40 a 60 espiras de fio 28 AWG ou próximo disso. CV é um variável de rádio AM comum.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem do oscilador.

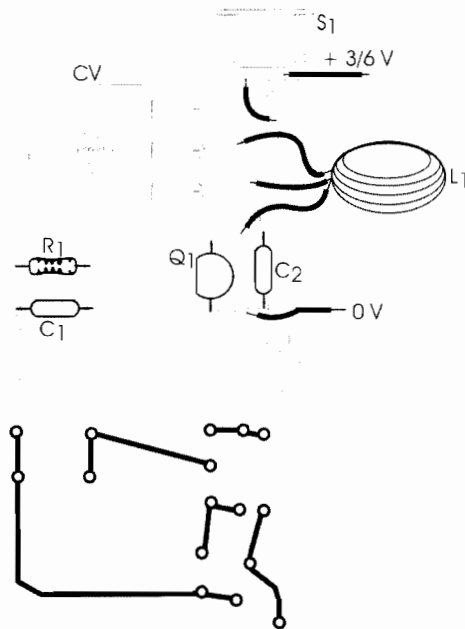


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q₁ - BC548 - transistor NPN de uso geral
 R₁ - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 C₁ - 1 nF - capacitor cerâmico
 C₂ - 100 nF - capacitor cerâmico
 L₁ - ver texto
 CV - ver texto - capacitor variável
 S₁ - Interruptor simples
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, suporte de 2 ou 4 pilhas, 2 ou 4 pilhas pequenas, fios, caixa para montagem, forma para a bobina, etc.

OSCILADOR PIEZOLÉTRICO 4093

A finalidade do circuito mostrado na **figura 1** é excitar um transdutor piezoelétrico, produzindo um tom cuja frequência depende de R_1 e C_1 . Sua alimentação pode ser feita com pilhas, uma vez que seu consumo é muito baixo. As outras portas do 4093 podem ser usadas em outras aplicações, já que são independentes.

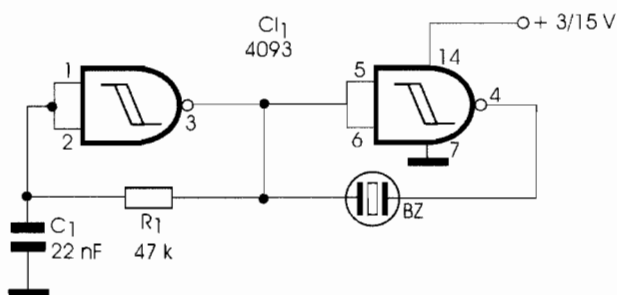


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.

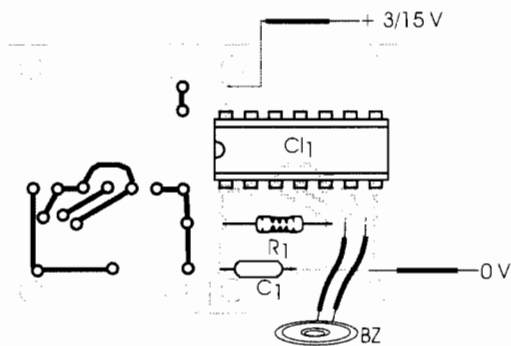


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
- R_1 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- C_1 - 22 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- BZ - Transdutor piezoelétrico
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

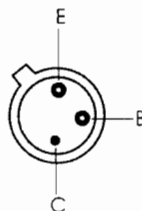
INFORMAÇÃO

BFQ42 Transistor NPN VHF de Potência

Este transistor pode fornecer potências de saída até 15 W e tem a disposição de terminais mostrada na **figura**.

BFQ42

NPN - VHF - Potência até 15 W



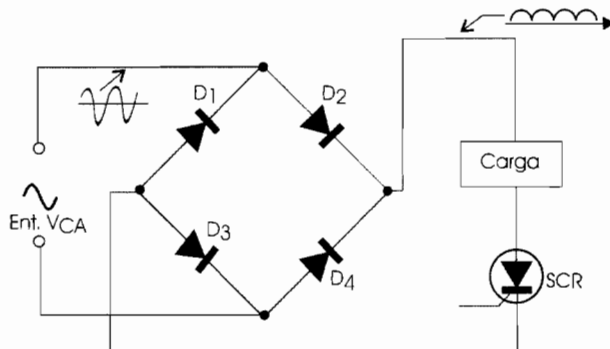
V_{CESM} (máx): 36 V
 V_{CEO} (máx): 18 V
 V_{EBO} (máx): 4 V
 I_C (máx): 600 mA
 P_{TOT} (máx): 7,2 W
 f_T (tip): 750 MHz

INFORMAÇÃO

SCR em Onda Completa

Na **figura** mostramos como usar um SCR em um controle de potência de onda completa, juntamente com a forma de onda. Os diodos devem ser especificados para a mesma corrente da carga ou do SCR.

SCR EM ONDA COMPLETA



OSCILADOR FET/XTAL

A **figura 1** ilustra como implementar um oscilador até 5 MHz usando um JFET. O circuito é controlado por cristal e tem um consumo muito baixo. Transistores equivalentes ao BF245 podem ser empregados e o choque de RF é do tipo comercial. Os capacitores devem ser cerâmicos de excelente qualidade.

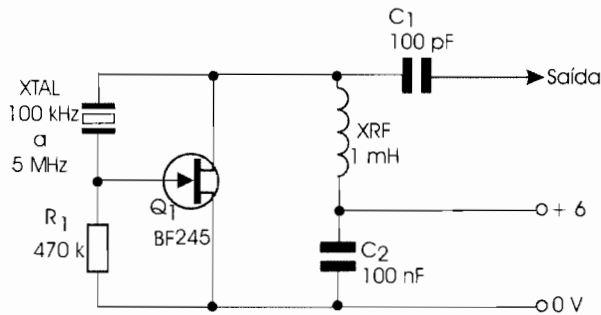


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

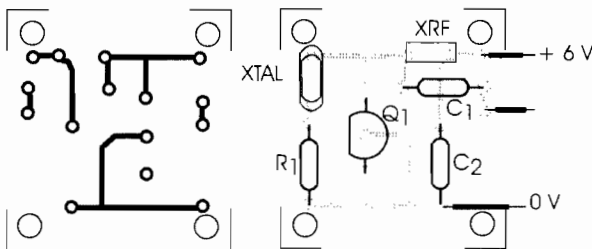


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q₁ - BF245 ou equivalente - JFET
- XTAL - cristal de 100 kHz a 5 MHz
- R₁ - 470 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo
- C₁ - 100 pF - capacitor cerâmico
- C₂ - 100 nF - capacitor cerâmico
- XRF - 1 mH - choque de RF
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

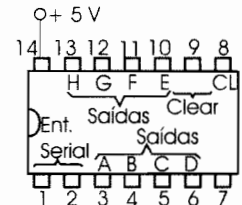
74164

Shift-Register (Registrador de Deslocamento) de 8 bits SIPO (Serial IN, Parallel OUT) - TTL. Na **figura** temos a pinagem deste circuito integrado.

74164

Shift Register de 8 bits (Serial IN, Parallel OUT) - TTL

Frequência máxima: 36 MHz
Consumo: 37 mA



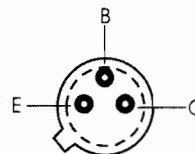
2N3019

Transistor NPN de uso geral

Na **figura** temos a disposição dos terminais deste componente em invólucro metálico.

2N3019

NPN - Uso geral



V_{CEO} (máx): 80 V
h_{FE}: 100 - 300
I_C (máx): 1 A

INFORMAÇÃO

SmartCard ISO 7816-2

Na **figura** exibimos a disposição de terminais para os **SmartCards** segundo o padrão ISO 7816.

A pinagem é dada pela seguinte **tabela**, à direita.

SmartCard ISO 7816-2

Pino	Nome	Descrição
1	VCC	+ 5 VDC
2	RESET	Reset
3	CLOCK	Clock
4	n/c	Não conectado
5	GND	Terra
6	n/c	Não conectado
7	I/O	In/Out
8	n/c	Não conectado

GUITARRA SEM FIO

Com o transmissor apresentado na **figura 1** é possível transmitir o sinal de uma guitarra ou violão para um equipamento de som FM a uma distância de até 20 metros. O circuito é alimentado por pilhas comuns e a entrada é de baixa impedância. Na

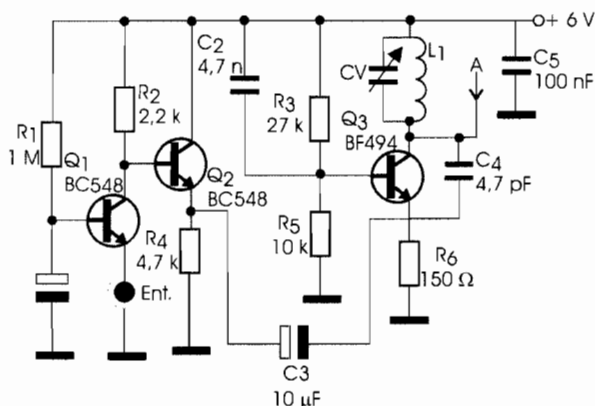


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

Q₁, Q₂ - BC548 - transistores NPN de uso geral
Q₃ - BF494 - transistor de RF
R₁ - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde

R₂ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho

R₃ - 27 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, laranja

R₄ - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

R₅ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

R₆ - 150 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, marrom

C₁, C₃ - 10 μF x 6 V - capacitor eletrolítico

C₂ - 4,7 nF - capacitor cerâmico

C₄ - 4,7 pF - capacitor cerâmico

C₅ - 100 nF - capacitor cerâmico

CV - trimmer 2-20 pF

L₁ - Bobina - ver texto

Diversos:

Placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, jaque de entrada, antena, fios, solda, etc.

montagem, cuidados com as blindagens devem ser tomados para que não ocorra a captação de zumbidos. A antena consiste de um pedaço de fio encapado de 10 a 30 cm e a bobina é feita de 4 espiras de fio comum rígido com diâmetro de 1 cm sem núcleo.

A placa de circuito impresso para a montagem deste transmissor é exibida na **figura 2**.

Use caixa plástica ou de madeira para a montagem, pois as de metal instabilizam o seu funcionamento. Com alimentação de 9 V, o alcance pode ser aumentado. Outra opção para o aumento do alcance consiste em se alimentar o circuito com 9 V, trocar o BF494 por um 2N2218 e reduzir R₆ para 56 ohms ou 47 ohms.

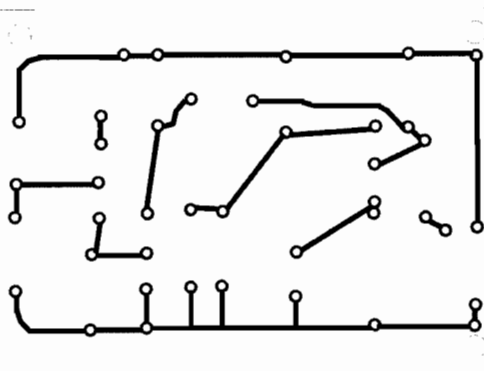
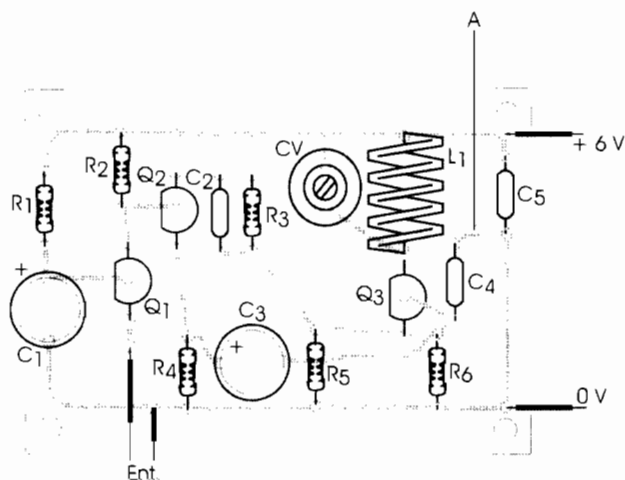


Figura 2

INDICADOR DE ÁUDIO TTL

O circuito ilustrado na **figura 1** pode ser usado como aviso sonoro em lógica TTL. Com a entrada no nível alto temos a emissão de som e no nível baixo sem som. A frequência do sinal de áudio pode ser alterada pela mudança de valor de C_1 . As outras portas do mesmo CI podem ser utilizadas com outras finalidades. A alimentação deve ser feita com 5 V e o alto-falante pode ser de qualquer tipo de pequenas dimensões.

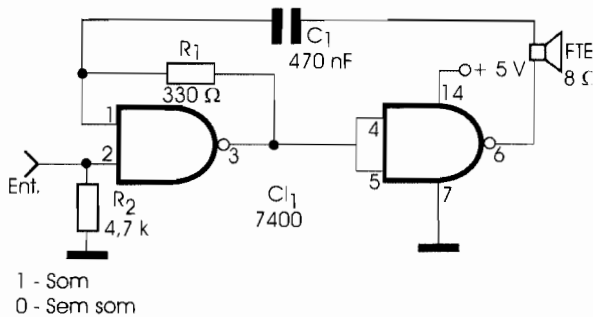


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem do oscilador.

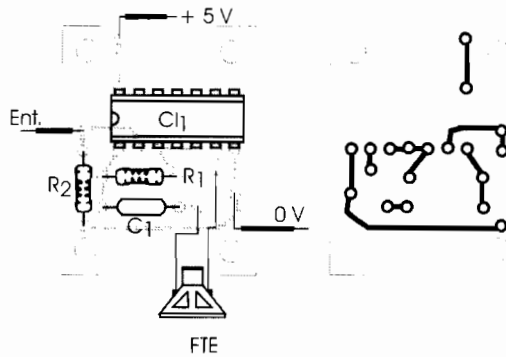


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

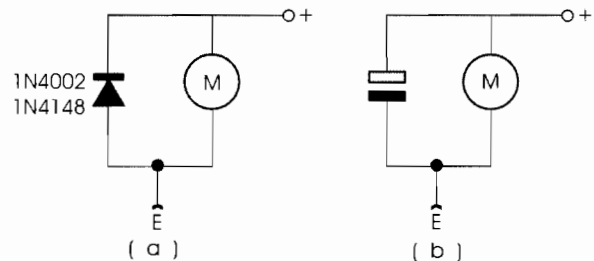
- CI_1 - 7400 - circuito integrado TTL
- C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- FTE - 8 Ω - pequeno alto-falante
- R_1 - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
- R_2 - 4,7 kΩ x 1/8 W
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Proteção de Motores DC

Para evitar a alta tensão induzida pelas escovas na comutação de motores de corrente contínua, podem ser usados diodos e capacitores, conforme ilustra a **figura**. O valor do capacitor estará tipicamente entre 1 μF e 220 μF. O uso de capacitores não é muito recomendado por praticamente colocar em curto o dispositivo comutador, quando ele conduz a corrente.

Proteção em Motores DC

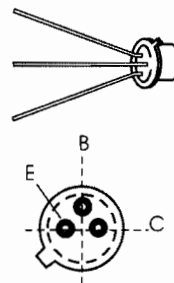


INFORMAÇÃO

2N2222 Transistor NPN de comutação e uso geral

A versão em invólucro metálico TO-18 deste transistor tem a pinagem exibida na **figura**.

2N2222 (TO-18)
NPN - Comutação



- V_{CEO} - 30 V
- V_{CB} - 60 V
- V_{EB} - 5 V
- I_C - 800 mA
- P_d - 800 mW
- h_{FE} - 100 - 300
- f_T - 300 MHz

SINALIZADOR DUPLO COM LED

O circuito exibido na **figura 1** faz dois LEDs piscarem alternadamente numa freqüência que pode ser ajustada no *trimpot*. A faixa de freqüências também depende de C_1 , que pode ser alterado entre $1 \mu\text{F}$ a $1000 \mu\text{F}$. Os valores de R_3 e R_4 dependem da tensão de alimentação. Para 6 V use 470Ω e para 12 V utilize $1 \text{ k}\Omega$. Os LEDs podem ser de qualquer tipo ou cor.

Na **figura 2** observamos a placa de circuito impresso para implementação do sinalizador. Na montagem, atente para a polaridade dos LEDs.

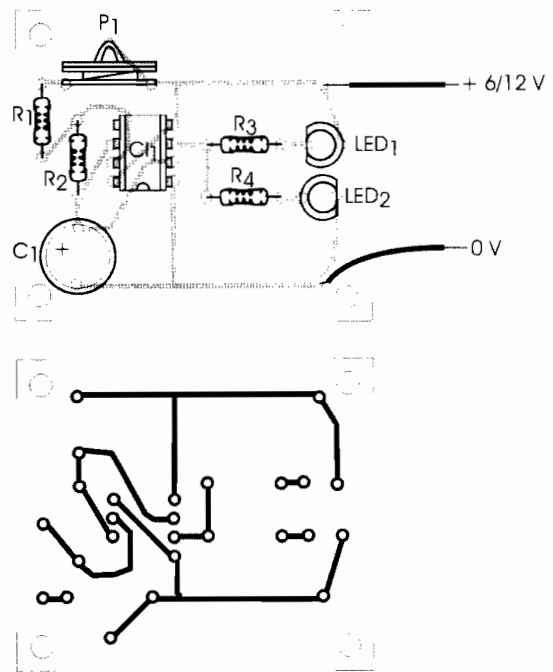


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- $C1_1$ - 555 - circuito integrado, timer
- LED1, LED2 - LEDs comuns
- R_1 - $10 \text{ k}\Omega$ x $1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - $4,7 \text{ k}\Omega$ x $1/8 \text{ W}$ - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_3, R_4 - 470Ω ou $1 \text{ k}\Omega$ x $1/8 \text{ W}$ - resistores
- C_1 - $10 \mu\text{F}$ x 12 V - capacitor eletrolítico
- P_1 - $100 \text{ k}\Omega$ - trimpot
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

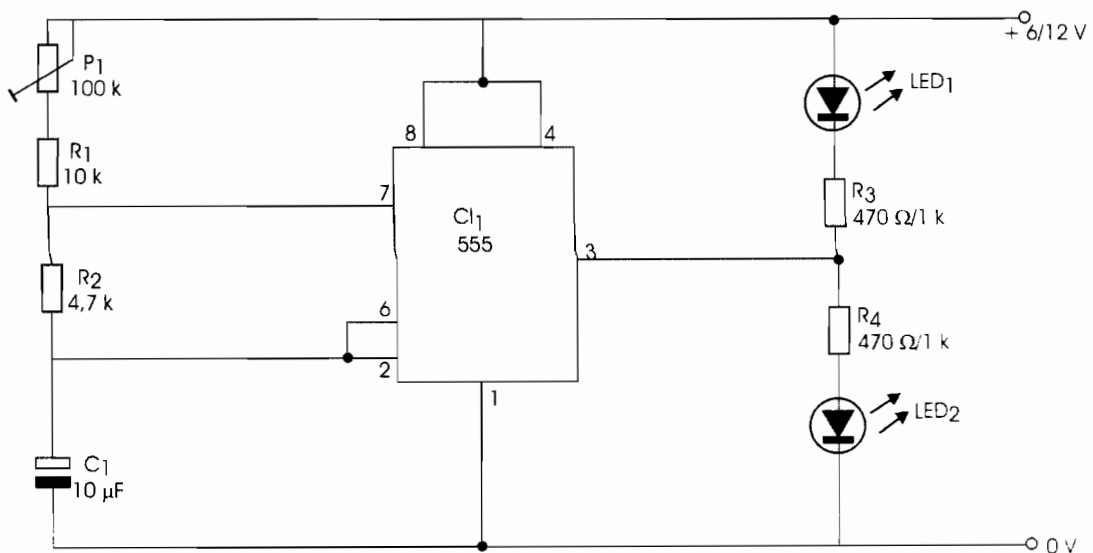


Figura 1

RELÉ ATIVADO POR LUZ

Quando luz incide no LDR, o circuito da **figura 1** faz com que o relé feche seus contatos, ativando uma carga externa. O circuito não tem trava, o que quer dizer que o relé permanece fechado apenas durante o tempo em que a luz incide. O relé pode ser de 6 V ou 12 V, conforme a alimentação. O sensor é um LDR comum de qualquer tipo. Para maior sensibilidade e diretividade o LDR deve ser montado em um tubo opaco. O *trimpot* P₁ faz o ajuste de sensibilidade.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para esta montagem. Nela, foi previsto o uso de relé DIL. Para outros tipos de relé a placa deve ser modificada.

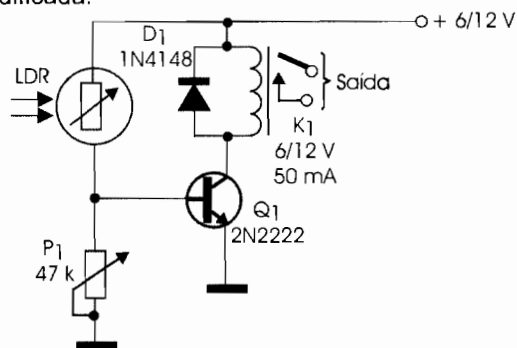


Figura 1

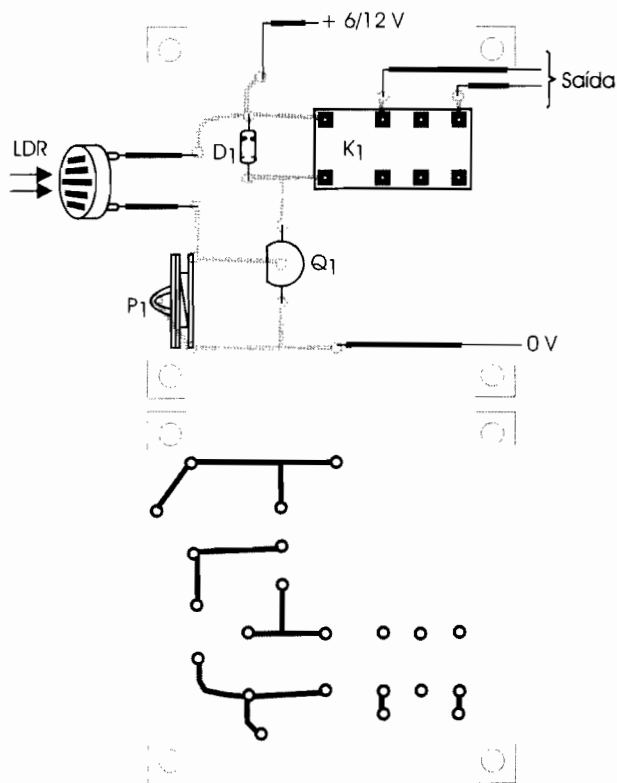


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q₁ - 2N2222 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- LDR - LDR (foto-resistor) comum
- P₁ - 47 kΩ - trimpot
- D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
- K₁ - Relé de 6 ou 12 V, com 50 mA de bobina
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

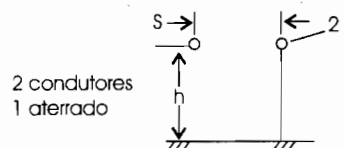
INFORMAÇÃO

Características de Linhas de Transmissão - II

Na **figura** exibimos linhas de transmissão formadas por dois condutores e do tipo coaxial, com as fórmulas que permitem calcular sua impedância.

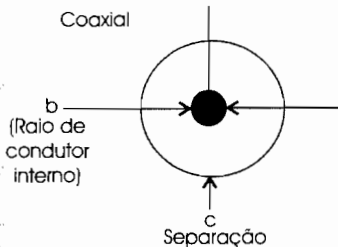
Veja que *r* é o raio do fio e *h* a distância que os separa da terra. *S* é a distância de separação entre os condutores. Para o cabo coaxial temos em *b* o raio do condutor interno e *c* a separação entre os condutores.

Características Linhas de Transmissão - II



$$Z_0 = 276 \frac{\log \frac{S}{r} \log \left(\frac{\rho S}{r} \right)}{\log \left(\rho^2 \left(\frac{S}{r} \right)^2 \right)}$$

$$\rho = \frac{2h}{S}$$



$$Z_0 = 138 \frac{\log \frac{c}{b}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\epsilon - 1}{S} \right)^2}}$$

$\epsilon =$ constante dielétrica

COMPARADOR DE LUZ

A corrente indicada pelo instrumento do circuito da **figura 1** depende da intensidade da luz que incide nos dois sensores. Assim, dependendo do ajuste de P_1 , o circuito pode ser usado como um comparador de intensidades luminosas. Montando os sensores em tubinhos com lentes, teremos maior diretividade e sensibilidade, caso em que o circuito pode ser

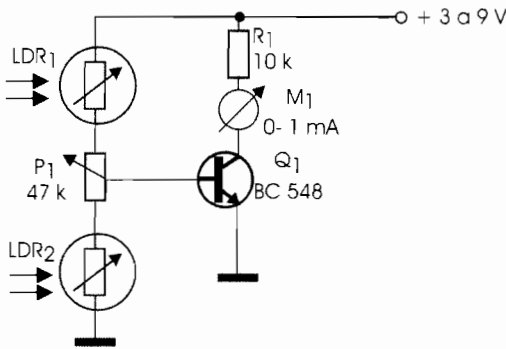


Figura 1

utilizado para comparar tons ou mesmo pinturas. O instrumento é um miliamperímetro de 0 - 1 mA ou mesmo a escala de correntes de um multímetro comum. A alimentação pode ser feita com pilhas ou bateria, uma vez que o consumo é muito baixo.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a implementação deste comparador de luz.

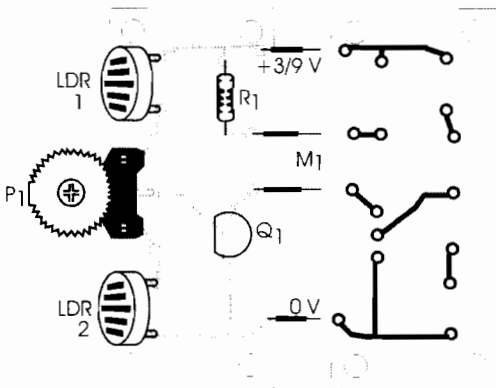


Figura 2

INFORMAÇÃO

2N2218

Transistor NPN de comutação e VHF. Este transistor é empregado em pequenos transmissores e

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- LDR1, LDR2 - LDRs comuns
- M_1 - Miliamperímetro 0 - 1 mA - ver texto
- P_1 - 47 k Ω - potenciômetro
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

Diversos:

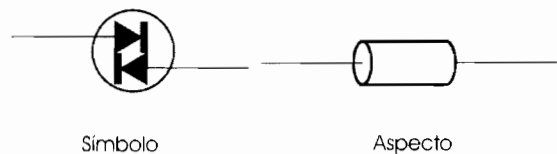
Placa de circuito impresso, pilhas ou bateria, suporte de pilhas ou conector, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

DIAC

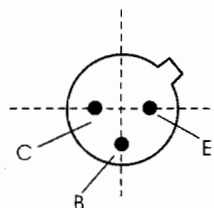
Os DIACs são semicondutores de quatro camadas da família dos tiristores apresentando características de disparo semelhantes ao de uma lâmpada néon. Com uma tensão aplicada em qualquer sentido, eles disparam conduzindo intensamente a corrente. Os DIACs são usados como elementos de disparo de TRIACs. Na **figura** temos o símbolo e o aspecto comum deste componente.

COMPONENTES - DIAC



em osciladores. Na **figura** damos a sua pinagem.

2N2218



- V_{CE0} - 30 V
- V_{CB} - 60 V
- V_{EB} - 5 V
- I_C - 800 mA
- h_{FE} - 40 - 120
- f_T - 250 MHz
- P_d - 800 mW

FONTE VARIÁVEL 0-12 V X 1 A

Uma excelente fonte para a bancada com saída que pode ser ajustada entre 0 e 12 V é exibida na **figura 1**. O transistor deve ser dotado de excelente radiador de calor e pode ser substituído por equivalentes, inclusive de maior corrente. O diodo zener é de 1 W e o instrumento indicador é opcional, consistindo em um voltímetro de 0 - 12 V. O transformador tem enrolamento primário de acordo com a rede de

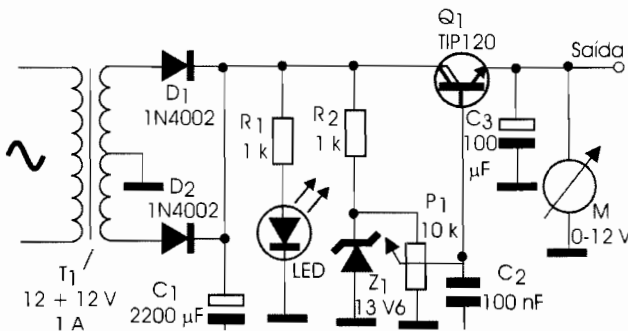


Figura 1

energia e secundário de 12 + 12 V ou 15 + 15 V com corrente de 1 A. Será conveniente proteger o primário do transformador com um fusível de 1 A. Esta fonte não é protegida, o que quer dizer que em caso de curto na saída ela deve ser desligada imediatamente. Uma outra forma de se proteger essa fonte é ligar em série com a saída um fusível de 2 A.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem da fonte.

A polaridade dos capacitores eletrolíticos, diodo zener, LED e diodos deve ser observada.

LISTA DE MATERIAIS

Q₁ - TIP120 - transistor NPN Darlington de potência

D₁, D₂ - 1N4002 - diodos de silício

Z₁ - Zener de 13,6 V x 1 W

LED - LED vermelho comum

R₁, R₂ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

P₁ - 10 kΩ - potenciômetro linear

C₁ - 2 200 µF x 25 V - capacitor eletrolítico

C₂ - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C₃ - 100 µF x 16 V - capacitor eletrolítico

M - Instrumento indicador - ver texto

T₁ - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V ou 15 + 15 V x 1 A

Diversos:

Placa de circuito impresso, fusível e suporte de fusível, cabo de força, radiador de calor, caixa para montagem, fios, solda, etc.

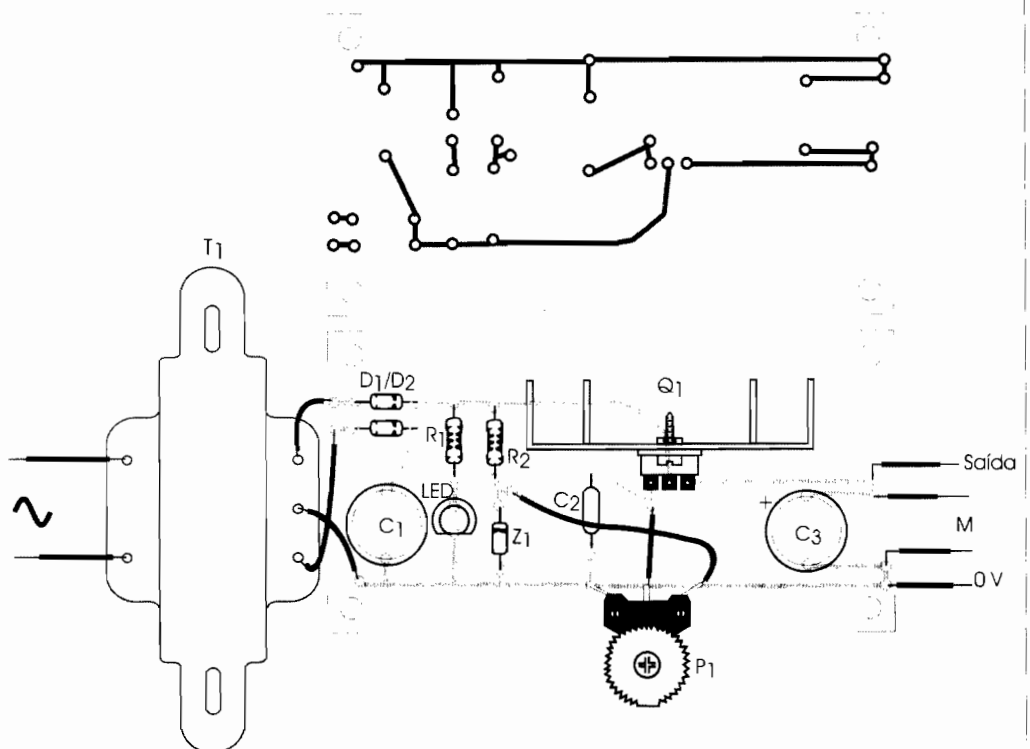


Figura 2

OSCILADOR AMORTECIDO

Quando um pulso de curta duração é aplicado à entrada do circuito da **figura 1**, ele produz um trem de oscilações amortecidas cuja frequência depende dos componentes do duplo T. Os valores indicados no diagrama permitem a obtenção de uma oscilação em torno de 1 kHz. A duração do trem senoidal de oscilações é ajustada em P1. Os capacitores e os resistores do duplo T devem manter as relações de valores indicadas na figura. A alimentação do circuito deve ser feita com tensões de 6 a 12 V e o sinal de saída aplicado à entrada de um bom amplificador.

LISTA DE MATERIAIS

Q1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
 D1 - 1N4148 - diodo de uso geral
 R1, R2 - 100 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 R3 - 5,6 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
 C1, C2, C3 - ver texto - capacitores de 10 nF a 470 nF
 P1 - 47 kΩ - trimpot
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

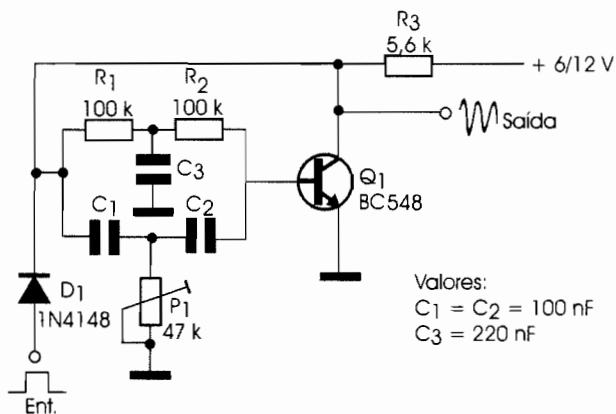


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

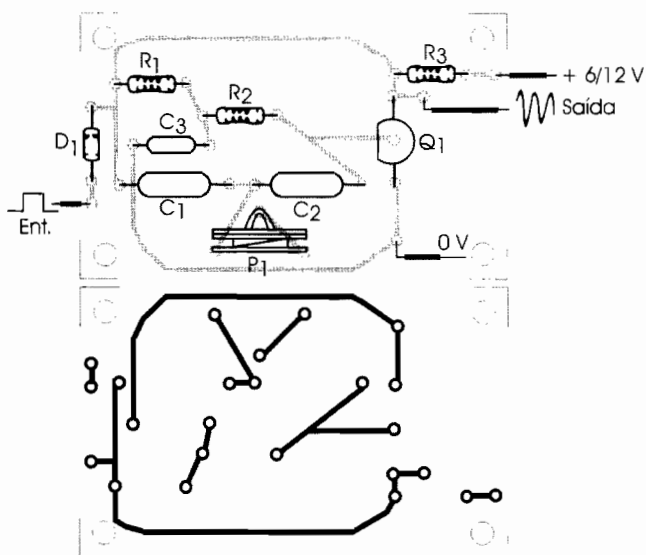


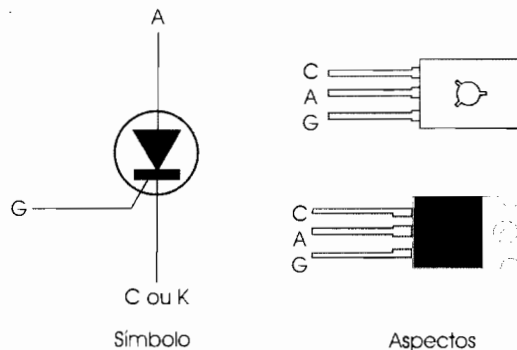
Figura 2

INFORMAÇÃO

SCR

Os diodos controlados de silício ou *Silicon Controlled Rectifiers* são componentes da família dos tiristores. Quando um pulso é aplicado na sua comporta, os SCRs disparam conduzindo intensamente a corrente entre o anodo e o catodo. Conforme o símbolo da **figura** indica, a corrente circula em um único sentido, pois o SCR é um diodo. Os SCRs são empregados em controles de potência. Esses componentes podem manusear correntes elevadas, sendo por isso dotados de recursos para montagem em dissipadores de calor.

COMPONENTES - SCR



GERADOR DE PULSOS ALEATÓRIOS

Quando o interruptor de pressão S é ativado por alguns instantes e depois solto, um trem aleatório de pulsos é produzido na sua saída. O número de pulsos pode variar entre 50 e mais de 1000, dependendo apenas do valor de C₁ e de por quanto tempo S é pressionado. O circuito pode ser usado para ativar contadores aleatórios CMOS em jogos e outros dispositivos. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 12 V e o circuito é apresentado na

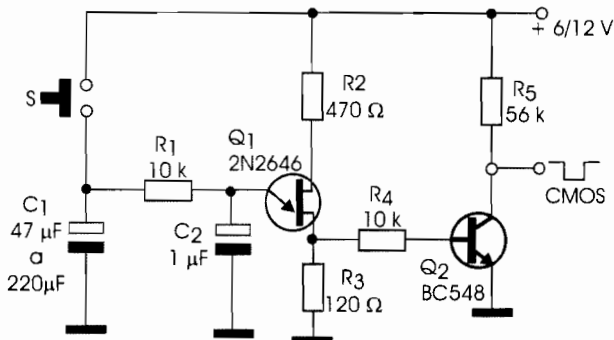


Figura 1

INFORMAÇÃO

TRIAC

Os TRIACs são componentes da família dos tiristores e se destinam ao controle de cargas em circuitos de corrente alternada. Quando disparados por uma tensão na comporta (G), os TRIACs conduzem a corrente nos dois sentidos. Na figura vemos o símbolo adotado para representar este componente e o aspecto mais comum. Observe que, como eles podem controlar correntes elevadas, são dotados de recursos para montagem em dissipadores de calor.

MT significa "main terminal" ou terminal principal.

COMPONENTES - TRIAC

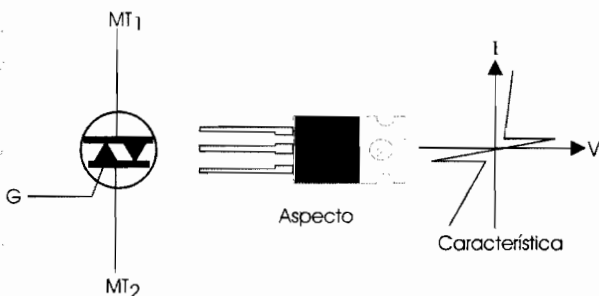


figura 1. Os valores de C₁ e C₂ podem ser alterados, conforme a aplicação. O transistor unijunção não admite equivalentes.

Na figura 2 exibimos a placa de circuito impresso para implementação deste gerador.

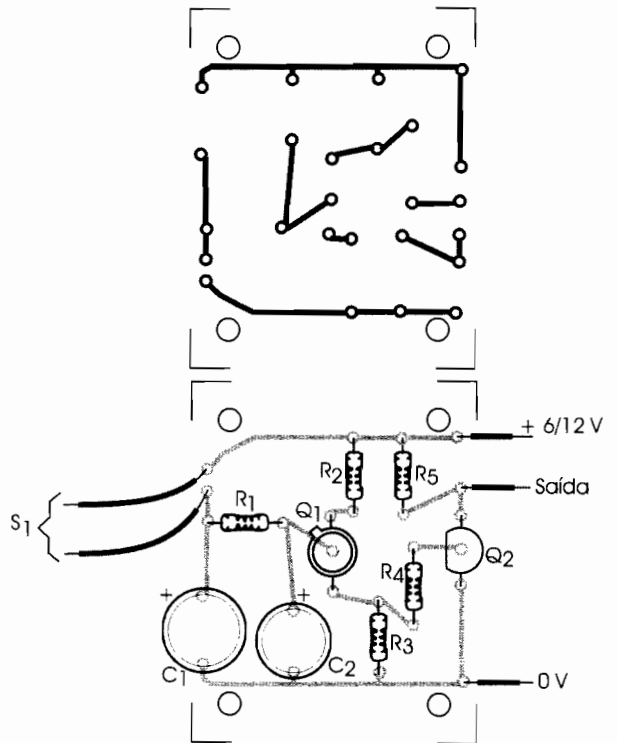


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q₁ - 2N2646 - transistor unijunção
- Q₂ - BC548 - transistor NPN de uso geral
- R₁, R₄ - 10 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R₂ - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- R₃ - 120 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, marrom
- R₅ - 56 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, laranja
- C₁ - 47 µF a 220 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
- C₂ - 1 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
- S - Interruptor de pressão NA
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

FLIP-FLOP COM SCR

Na **figura 1** temos uma maneira simples de se implementar um *flip-flop* R-S com dois SCRs. Quando S_1 é pressionado, a lâmpada X_1 acende, e quando S_2 é pressionado a lâmpada X_2 acende e X_1 apaga. O capacitor C_1 deve ser do tipo despolarizado e dependendo da corrente das lâmpadas, os SCRs devem ser dotados de radiadores de calor. Este circuito pode ser utilizado em aulas, na demonstração do princípio de funcionamento dos *flip-flops*. Eventualmente, o valor do capacitor deve ser alterado, caso o disparo se torne difícil ou instável.

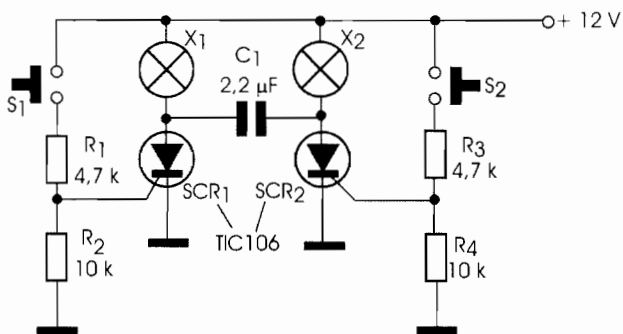


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem do *flip-flop*.

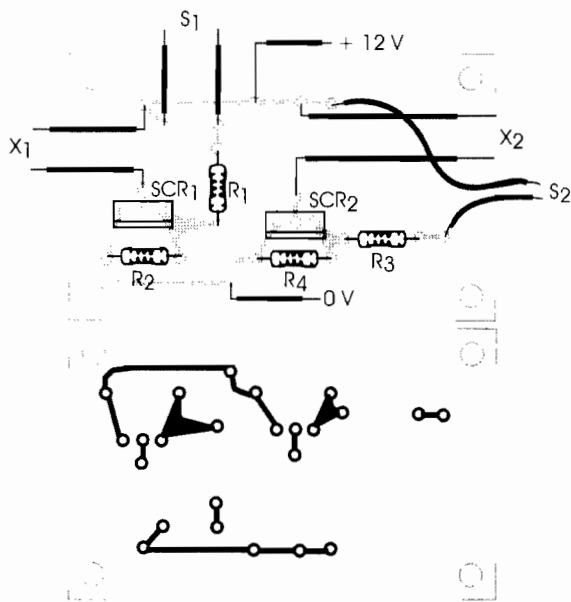


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

SCR_1, SCR_2 - TIC106 ou equivalentes - SCRs de uso geral

X_1, X_2 - lâmpadas de 12 V até 1 A

R_1, R_3 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, vermelho

R_2, R_4 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores 0 marrom, preto, laranja

S_1, S_2 - Interruptores de pressão NA

C_1 - 2,2 μ F - capacitor de poliéster

Diversos:

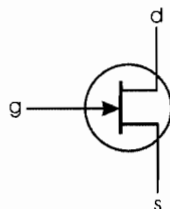
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, soquetes para as lâmpadas, etc.

INFORMAÇÃO

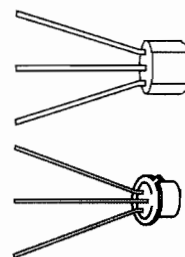
JFET

Os Transistores de Efeito de Campo de Junção ou *Junction Filed-Effect Transistors* são componentes que apresentam uma característica de altíssima impedância de entrada. Suas aplicações principais são na amplificação de pequenos sinais, osciladores, etc. Na **figura** temos o símbolo adotado para representar este componente e os aspectos dos tipos mais comuns como o BF245, MPF102, etc.

COMPONENTES - JFET



Símbolo



Aspectos

PRÉ-AMPLIFICADOR COM O 741

O ganho do pré-amplificador de áudio exibido na **figura 1** é de 50 dB. O amplificador operacional pode ser substituído por equivalentes e tanto o cabo de entrada quanto o da saída de sinal devem ser blindados. O ganho é basicamente determinado pelo resistor R_5 . O valor deste componente pode ser alterado, conforme a fonte de sinal. A faixa passante também depende do ganho e o circuito se presta apenas à amplificação de sinais de áudio.

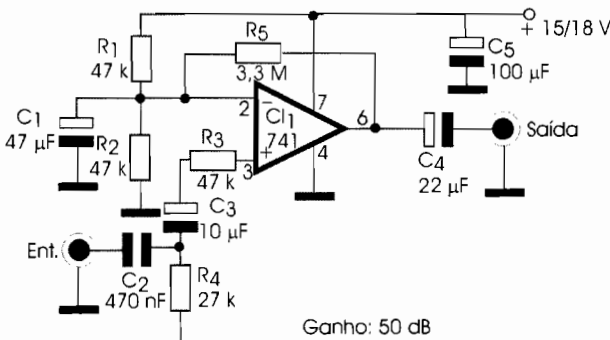


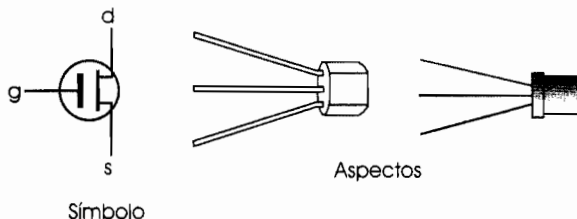
Figura 1

INFORMAÇÃO

MOSFET

Os *Metal-Oxide Semiconductor - Field-Effect Transistors* são componentes usados na amplificação e geração de sinais, apresentando características de impedância de entrada muito altas. Estes transistores são utilizados tanto em circuitos de áudio quanto RF. Na **figura** temos o símbolo empregado na sua representação e o seu aspecto mais comum para o caso de dispositivos de pequena potência.

COMPONENTES - MOSFET



Símbolo

Aspectos

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a implementação do pré-amplificador. Observe que a fonte não precisa ser simétrica e que o consumo é muito baixo.

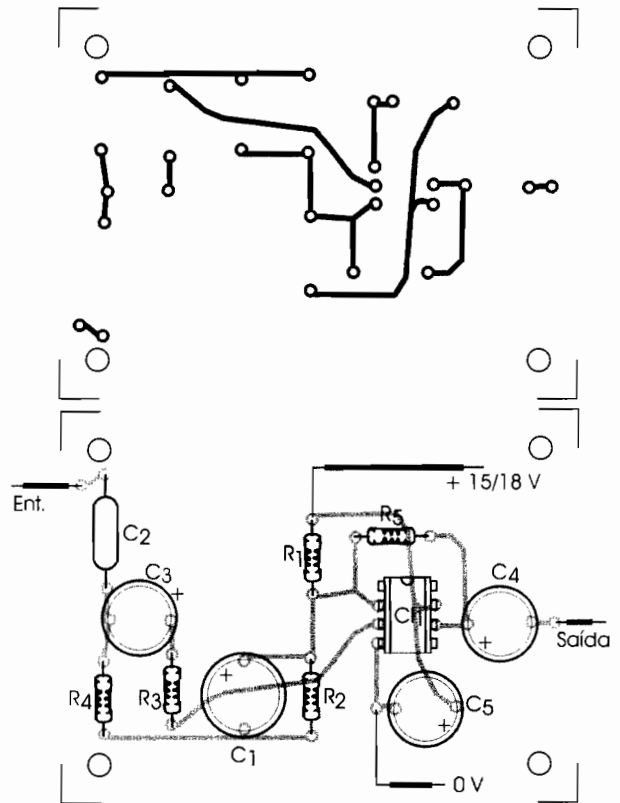


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- $C1$ - 741 - amplificador operacional
- R_1, R_2, R_3 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- R_4 - 27 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, laranja
- R_5 - 3,3 M Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, verde
- C_1 - 47 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 470 nF - capacitor de poliéster
- C_3 - 10 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- C_4 - 22 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
- C_5 - 100 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios blindados, fonte de alimentação, solda, etc.

RÁDIO AM COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

O receptor experimental para as rádios da faixa de ondas médias exibido na **figura 1** pode excitar diretamente um fone de alta impedância ou um amplificador de áudio. O ganho depende de R_4 , que pode ser alterado numa ampla faixa de valores. A fonte de alimentação deve ser simétrica. L_1 é formada por 10 + 80 espiras de fio 28 AWG em um bastão de ferrite com 1 cm de diâmetro e de 15 a 20 cm de comprimento. A tomada é feita na décima espira do lado da terra. O capacitor variável CV é do tipo encontrado em rádios de ondas médias comuns.

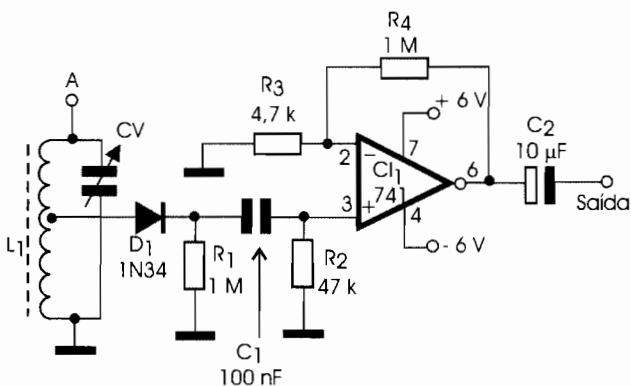


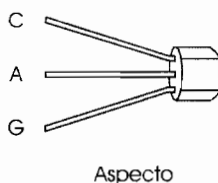
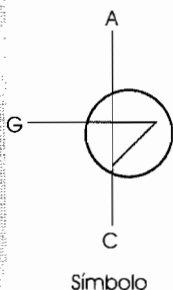
Figura 1

INFORMAÇÃO

SUS

O *Silicon Unilateral Switch* ou Chave Unilateral de Silício é um componente da família dos tiristores que dispara quando uma tensão determinada, entre 18 e 30 V atinge seus terminais. O SUS é usado no disparo de SCRs e em osciladores de relaxação. Na **figura** temos o símbolo deste componente. O ponto de disparo do SUS pode ser modificado pela polarização de sua comporta (G).

COMPONENTES - SUS



Para as estações locais, a antena é um pedaço de fio de 1 a 2 metros.

A placa de circuito impresso para implementação deste projeto é apresentada na **figura 2**. No entanto, como se trata de projeto experimental, ele também pode ser montado facilmente numa matriz de contatos.

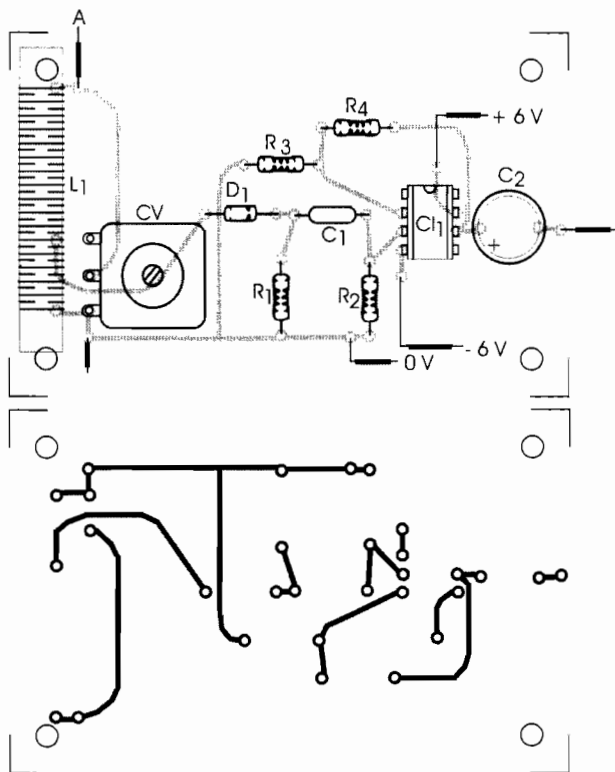


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- $C1_1$ - 741 - amplificador operacional
- D_1 - 1N34 ou equivalente - diodo de germânio
- R_1, R_4 - 1 MΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, verde
- R_2 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta laranja
- R_3 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 10 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
- L_1 - Bobina - ver texto
- CV - capacitor variável - ver texto
- Diversos: Placa de circuito impresso, fonte de alimentação simétrica, fios, solda, etc.

ELETROESTIMULADOR

Com o circuito observado na **figura 1** é possível gerar sinais de alta tensão em uma ampla faixa de frequências, para uso em estímulos e massagens. A intensidade do estímulo é controlada em P_2 e sua frequência é controlada em P_1 .

O circuito pode ser alimentado por 4 pilhas pequenas ou médias. O transformador tem um secundário de 6 V com corrente de 100 a 500 mA e primário de 110 V ou 220 V, que é ligado ao potenciômetro P_2 .

A lâmpada néon indica a presença de alta tensão.

O capacitor C_1 pode ser alterado em função da faixa de frequências que deve ser produzida. Valores acima de $10 \mu\text{F}$ produzem pulsos intervalados de alta tensão. Para verificar a presença de alta tensão, pressione S_1 por um instante. Se usar fonte, ela deve ser isolada da rede de energia.

LISTA DE MATERIAIS

C_1 - 555 - circuito integrado, timer
 Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência
 R_1, R_2 - $10 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistores - marrom, preto, laranja
 R_3 - $1 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_4 - $220 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - vermelho, vermelho, amarelo
 C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 P_1 - $470 \text{ k}\Omega$ - potenciômetro lin ou log
 P_2 - $47 \text{ k}\Omega$ - potenciômetro lin
 NE_1 - Lâmpada néon comum
 J_1, J_2 - jaques comuns
 T_1 - Transformador - ver texto
 S_1 - Interruptor simples
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, fonte de alimentação, solda, etc.

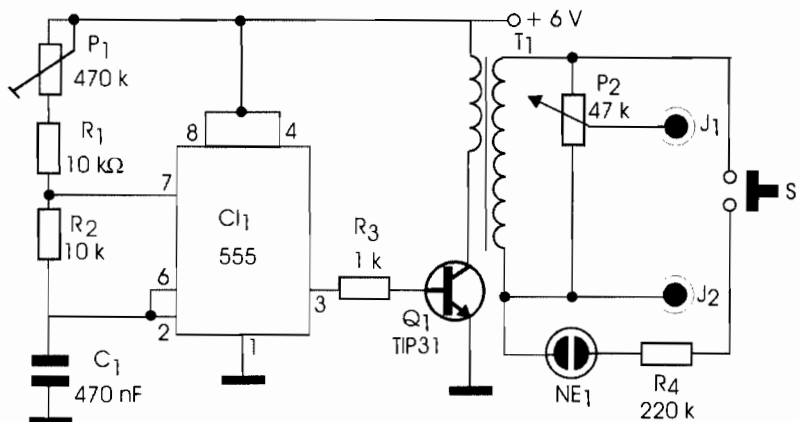


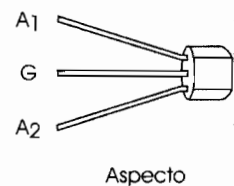
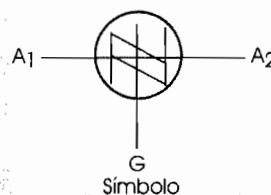
Figura 1

INFORMAÇÃO

SBS

O **Silicon Bilateral Switch** ou Chave Bilateral de Silício é um semicondutor da família dos tiristores. Este componente dispara com uma tensão programada pela sua comporta (G). Ele conduz nos dois sentidos ao ser disparado e é usado como elemento de controle de TRIACs. Na **figura** temos o seu símbolo e o aspecto típico.

COMPONENTES - SBS



A placa de circuito impresso para a montagem do eletroestimulador é mostrada na **figura 2**. O transistor deve ser montado em um radiador de calor.

Nunca use fonte sem transformador para alimentar este circuito.

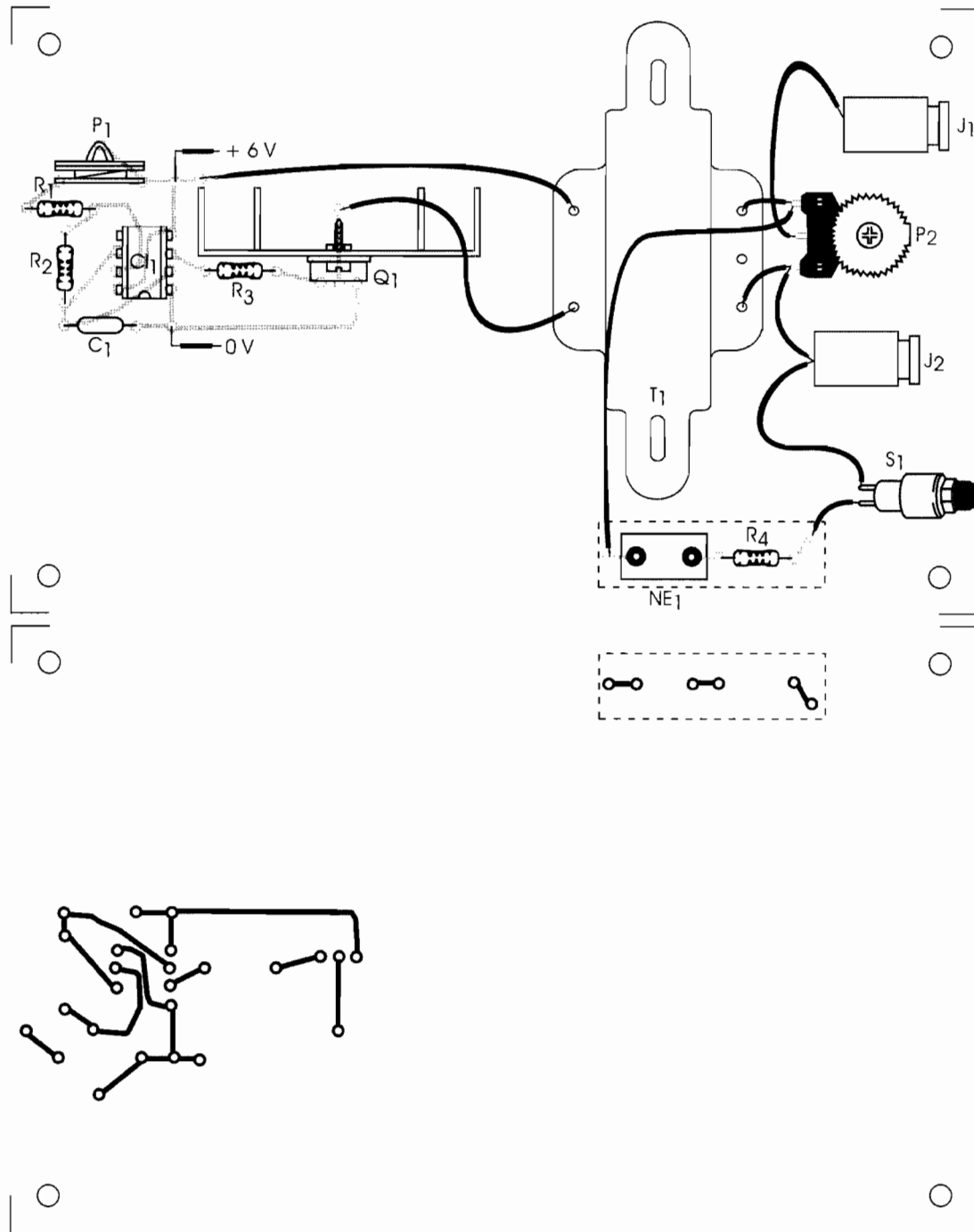


Figura 2

CONTROLE PWM

Motores com correntes até vários ampères, dependendo apenas do transistor de potência usado, podem ser controlados com o circuito ilustrado na **figura 1**. A frequência do controle depende dos capacitores C_2 e C_3 e do ajuste de P_1 . Eventualmente, os capacitores devem ser alterados se o motor tender a vibrar em certas frequências. O transistor de efeito de campo precisa ser montado em radiador de calor e a alimentação pode ser feita com tensões de 6 ou 12 V de acordo com o motor.

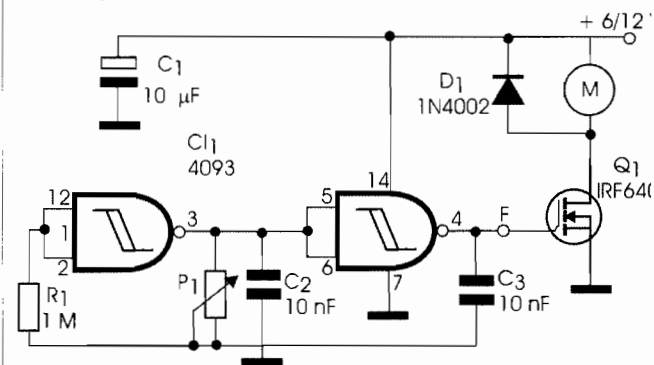


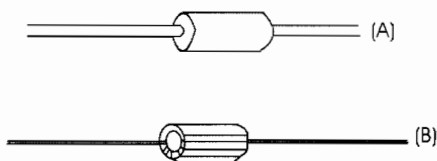
Figura 1

INFORMAÇÃO

Anéis de Ferrite

Os anéis de ferrite ou "ferrite beads" são colocados em circuitos com a finalidade de oferecer uma elevada impedância aos transientes de comutação. Eles atuam como filtros evitando a passagem de transientes. Na **figura** mostramos como eles podem ser usados. Em (a) temos a simples passagem do fio e em (b) enrolamos algumas espiras.

ANÉIS DE FERRITE



A placa de circuito impresso para implementação deste controle é ilustrada na **figura 2**.

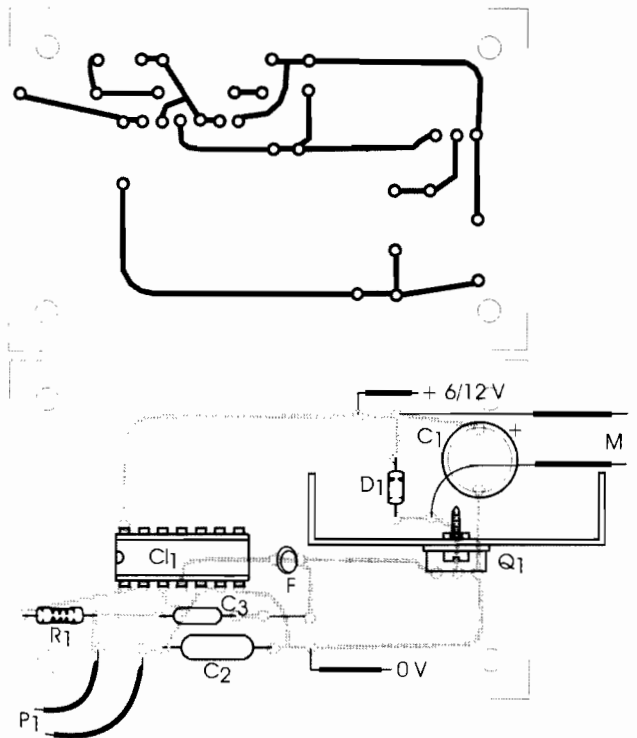


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- C_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
- Q_1 - IRF640 ou qualquer FET de potência
- D_1 - 1N4002 - diodo de silício
- R_1 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- P_1 - 1 MΩ - potenciômetro
- C_1 - 10 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
- C_2, C_3 - 10 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- M - Motor de 6 ou 12 V
- Diversos:
Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, fonte de alimentação, solda, etc.

RELÉ ATIVADO POR SOMBRA

Quando uma sombra impede a incidência de luz no sensor do circuito da **figura 1**, o relé dispara ativando uma carga ligada em sua saída. O ajuste de sensibilidade é feito em P_1 . O circuito é de ação momentânea, ou seja, o relé permanece energizado somente enquanto houver sombra no sensor. Para maior sensibilidade e seletividade, o sensor pode ser instalado em um tubo opaco. O relé pode ser de 6 ou 12 V, com corrente máxima de bobina de 50 mA. Transistores equivalentes podem ser utilizados. Também pode ser empregado um Darlington de potência para excitar um relé que exija maior corrente de disparo.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa para implementação do projeto.

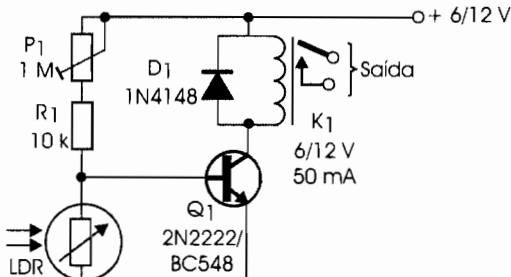


Figura 1

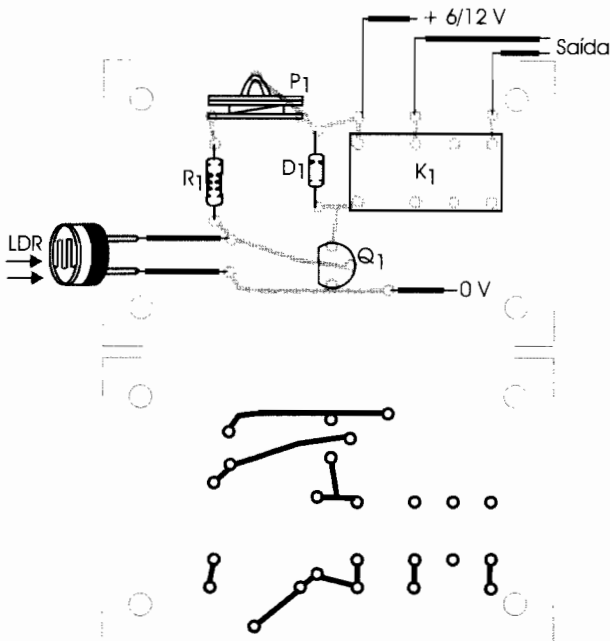


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

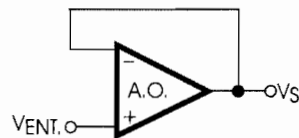
- Q_1 - 2N2222 ou BC548 - transistor de uso geral NPN
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- P_1 - 1 M Ω - trimpot
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V x 50 mA
- LDR - LDR comum
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Impedância do Seguidor de Tensão

A impedância teórica de um amplificador operacional ligado como seguidor de tensão é infinita. No entanto, na prática esse valor é menor, sendo dado pela fórmula junto ao diagrama da **figura**. Neste diagrama mostramos que no seguidor de tensão a saída é ligada à entrada inversora.

IMPEDÂNCIA DO SEGUIDOR DE TENSÃO (ENTRADA)
(Fórmula)



- Z_{ent} = impedância de entrada
- Z_0 = impedância de entrada sem realimentação
- A_d = ganho de tensão sem realimentação

$$Z_{ENT} = Z_0 (1 + |A_d|)$$

CHAVE DE TOQUE

O sensor do circuito da **figura 1** é formado por duas chapinhas de metal que devem ser tocadas ao mesmo tempo. Quando isso ocorrer, a saída da porta inversora irá ao nível alto. O circuito deve ser alimentado com tensões de 3 a 15 V, mas de fonte isolada da rede de energia. R_1 determina a sensibilidade e pode ser alterado. C_1 impede o acionamento por ruídos ou o repique. As outras portas do CI podem ser empregadas com outra finalidade, ou na implementação de outros sensores de toque.

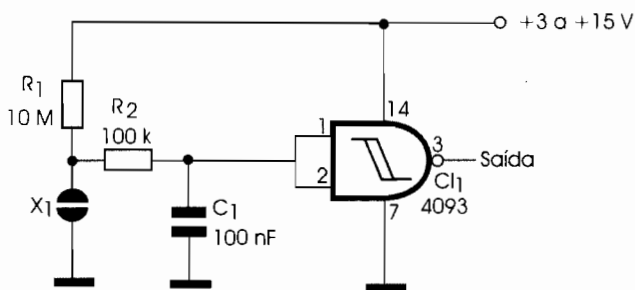


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação desta chave.

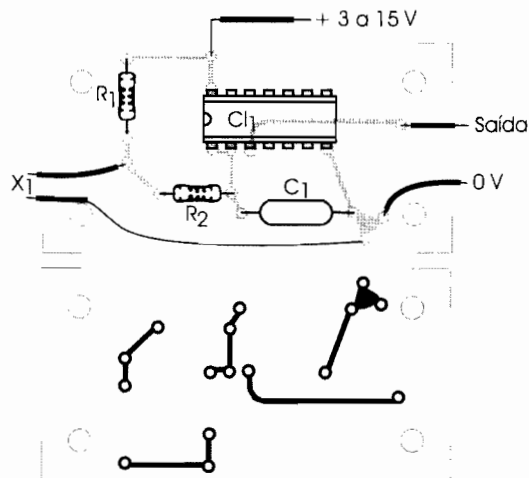


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

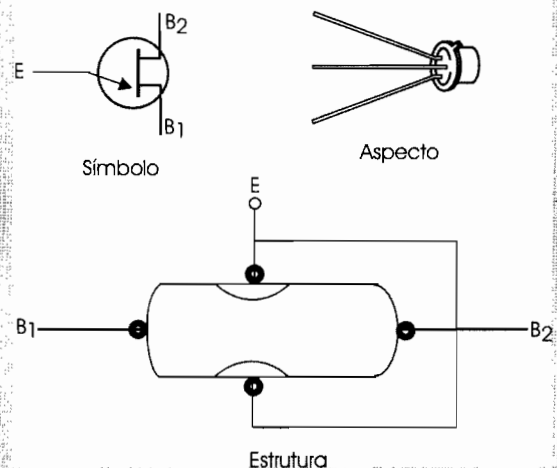
CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
 R_1 - 10 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_2 - 100 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 X_1 - sensor - ver texto
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

UJT ou TUJ

O *Unijunction Transistor* (UJT) ou Transistor Unijunção (TUJ) é um componente com características de resistência negativa usado em osciladores de relaxação e temporizadores. Quando a tensão de seu emissor atinge certo valor, ele dispara, podendo conduzir intensamente uma corrente entre o emissor e a base B_1 . A tensão da base B_2 determina o ponto de disparo. Na **figura** temos o seu símbolo, estrutura e aspecto do tipo mais comum que é o 2N2646.

COMPONENTES - TUJ



REGULADOR DE TENSÃO COM ACIONAMENTO LENTO

Quando a alimentação do regulador de tensão da **figura 1** é estabelecida, a tensão de saída não alcança seu valor normal imediatamente, mas sobe lentamente até ele. A velocidade de subida depende de C_1 . Para alimentar amplificadores, uma fonte deste tipo evita os estalidos nos alto-falantes.

A tensão máxima, ou seja, aquela em que o circuito estabiliza-se é determinada por P_1 e tem um valor máximo aproximadamente 2 V a menos que a tensão de entrada. A corrente máxima deste circuito

é de 3 A e o circuito integrado regulador de tensão deve ser montado em um bom dissipador de calor. Equivalentes deste regulador como o LM115 (de menor corrente) podem ser usados, respeitando-se sua corrente máxima de saída.

Na **figura 2** observamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste regulador.

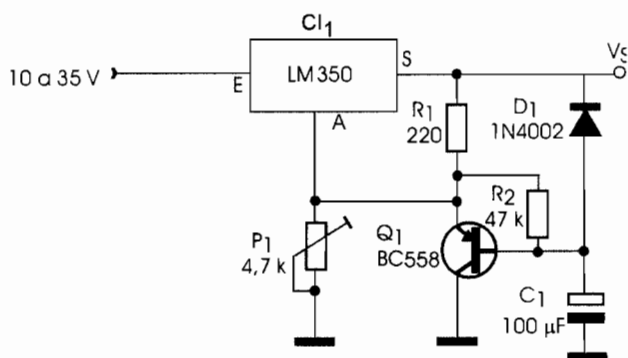


Figura 1

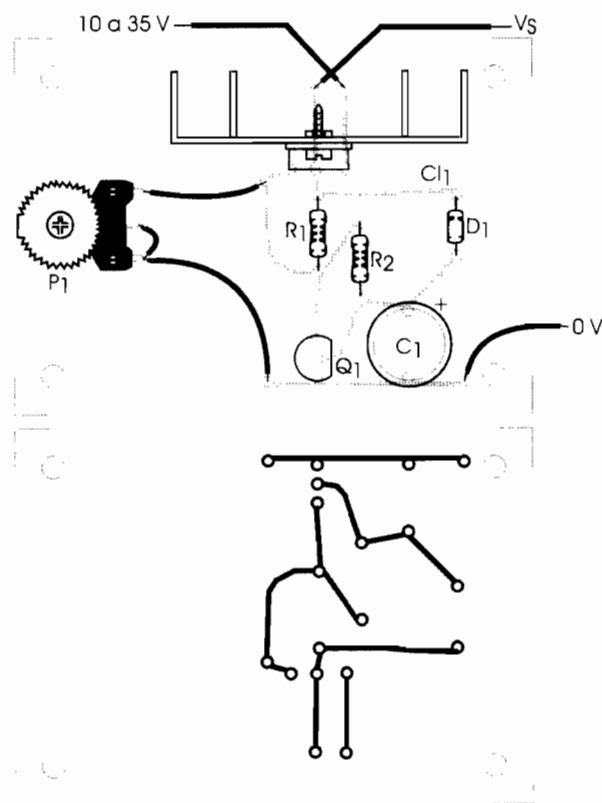


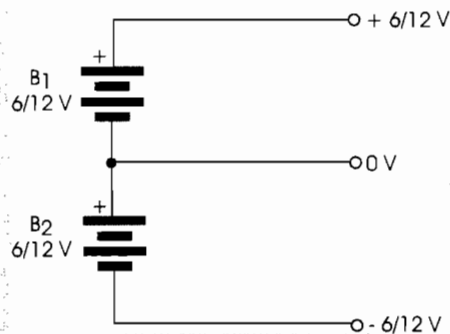
Figura 2

INFORMAÇÃO

Fonte Simétrica

Na **figura** vemos como implementar uma fonte simétrica de 6 ou 12 V, usando baterias.

FONTE SIMÉTRICA

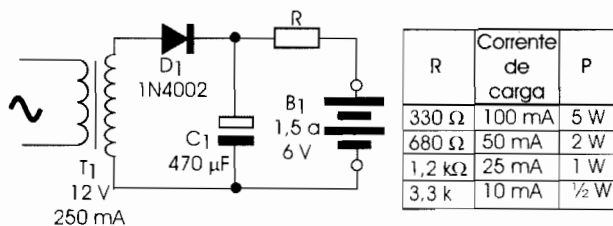


LISTA DE MATERIAIS

- CI_1 - LM350 - regulador de tensão - circuito integrado
- Q_1 - BC558 - transistor PNP de uso geral
- D_1 - 1N4002 - diodo de silício
- R_1 - 220 Ω x 1/2 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
- P_1 - 4,7 k Ω - trimpot
- C_1 - 100 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico
- Diversos:
Placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, solda, etc.

CARREGADOR DE NICAD

A finalidade do circuito da **figura 1** é carregar pilhas e baterias de Nicad com correntes até 100 mA. Até 4 pilhas ou uma bateria de 6 V podem ser carregadas com o simples circuito. O valor do resistor R depende da corrente de carga, normalmente especificada nas próprias pilhas ou baterias. A **tabela** para os valores de R é dada junto ao diagrama. O enrolamento primário do transformador tem tensão de acordo com a rede local. Para as pilhas ou bateria em recarga deve ser utilizado suporte ou conector apropriado.



R	Corrente de carga	P
330 Ω	100 mA	5 W
680 Ω	50 mA	2 W
1,2 kΩ	25 mA	1 W
3,3 k	10 mA	½ W

Figura 1

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem do carregador.

É muito importante observar a polaridade das pilhas em recarga e o tempo recomendado pelo próprio fabricante que, normalmente, varia entre 12 e 16 horas para os tipos comuns.

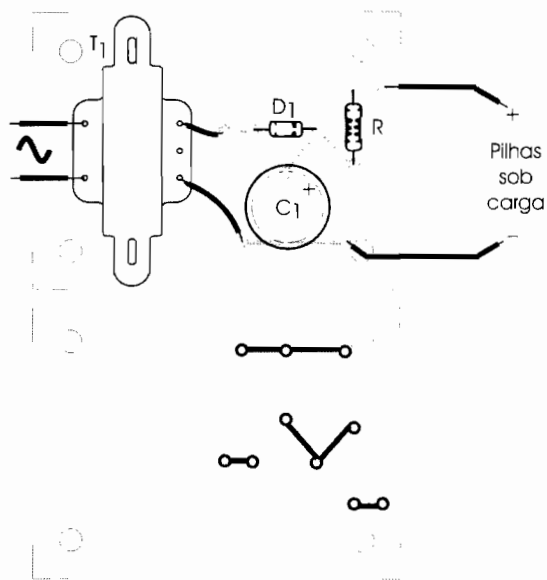


Figura 2

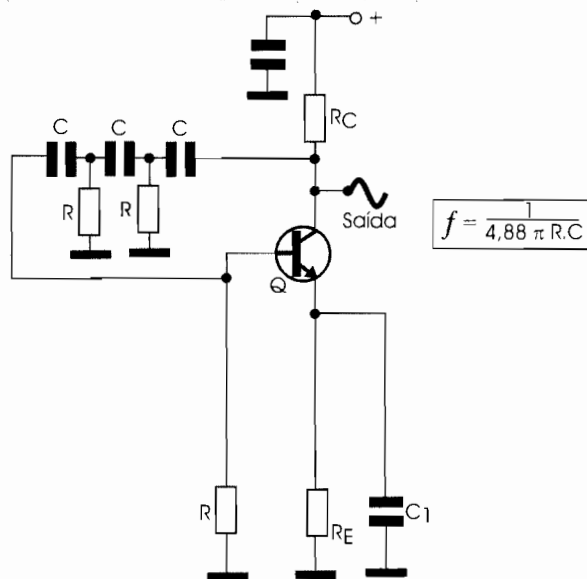
LISTA DE MATERIAIS

- D₁ - 1N4002 - diodo de silício
- R - resistor - ver texto
- C₁ - 470 µF x 25 V - capacitor eletrolítico
- T₁ - Transformador com secundário de 12 V x 250 mA ou corrente maior
- B₁ - Pilhas ou bateria em recarga
- Diversos: Placa de circuito impresso, cabo de força, suporte de pilhas ou conector, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Oscilador por Deslocamento de Fase

No oscilador básico da **figura**, a freqüência depende da rede inversora de fase R/C. Nesta mesma figura temos a fórmula para calcular a freqüência. O sinal produzido por este tipo de circuito é senoidal. A freqüência máxima para este circuito está em torno de 20 kHz.



PRÉ-AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

Na **figura 1** temos um pré-amplificador de áudio para microfones de eletreto de dois terminais. O cabo de entrada do microfone deve ser blindado e a alimentação pode ser feita com uma bateria de 9 V, uma vez que o consumo é muito baixo. O ajuste do ganho é feito em P₁. A intensidade do sinal de saída é suficiente para excitar a entrada da maioria dos amplificadores comuns.

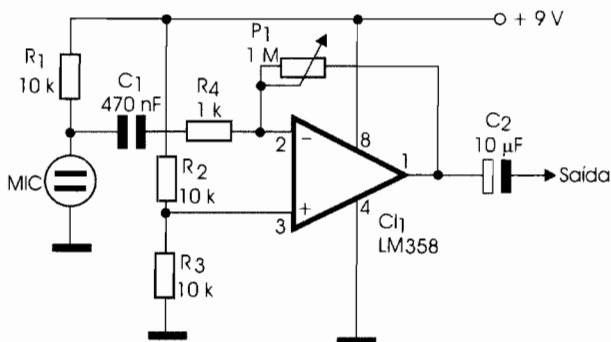


Figura 1

Na **figura 2** exibimos a placa de circuito impresso para a montagem deste pré-amplificador. Amplificadores operacionais equivalentes podem ser usados na mesma configuração.

LISTA DE MATERIAIS

- C₁ - LM358 - amplificador operacional
- R₁, R₂, R₃ - 10 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R₄ - 1 kΩ x 1/8 W
- P₁ - 1 MΩ - trimpot ou potenciômetro
- C₁ - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C₂ - 10 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
- MIC - Microfone de eletreto
- Diversos:
Placa de circuito impresso, conector de bateria, cabo blindado, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

LM358

Amplificador Operacional de Uso Geral
Esse amplificador é apresentado em invólucro DIL de 8 pinos com a pinagem mostrada na **figura**.

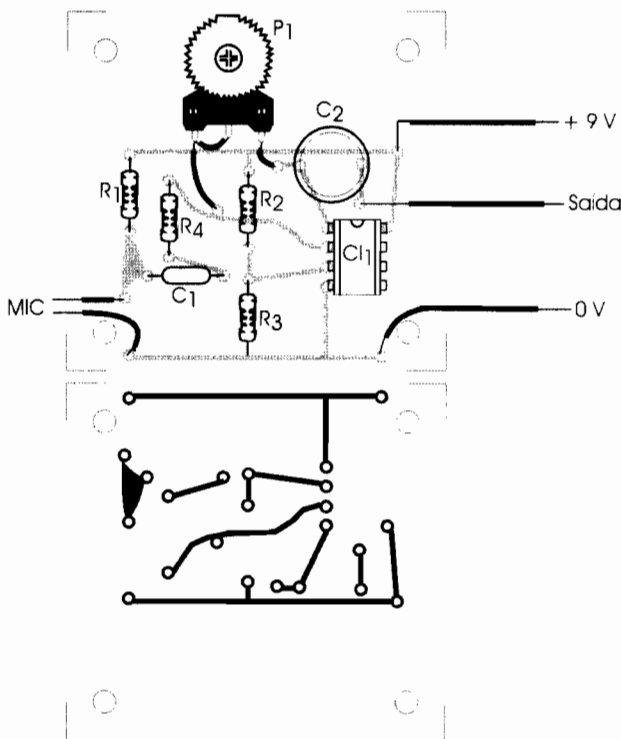


Figura 2

LM358

Saída 1	1	8	Vcc
Ent. (-)1	2	7	Saída 2
Ent. (+)1	3	6	Ent. (-)2
	4	5	Ent. (+)2

Ganho - 100 dB
Faixa passante - 1 MHz
Vcc (simples) - 3 a 32 V

CONTROLE FOTOELÉTRICO DE MOTOR

A luz que incide em dois sensores (LDRs), no circuito da **figura 1**, determina o sentido de circulação da corrente no motor e com isso seu sentido de rotação. O circuito aceita motores com correntes até uns 2 ampères. Os transistores de saída devem ser montados em bons radiadores de calor. O ajuste do ponto de disparo dos dois LDRs para controle é determinado por P_1 . Os LDRs devem ser montados em tubos opacos para se obter maior diretividade e eliminar a influência da luz ambiente. Observe que o circuito necessita de uma fonte de alimentação simétrica. O resistor R_3 determina o ganho do circuito e eventualmente pode ser alterado.

A placa de circuito impresso para a montagem deste controle é mostrada na **figura 2**.

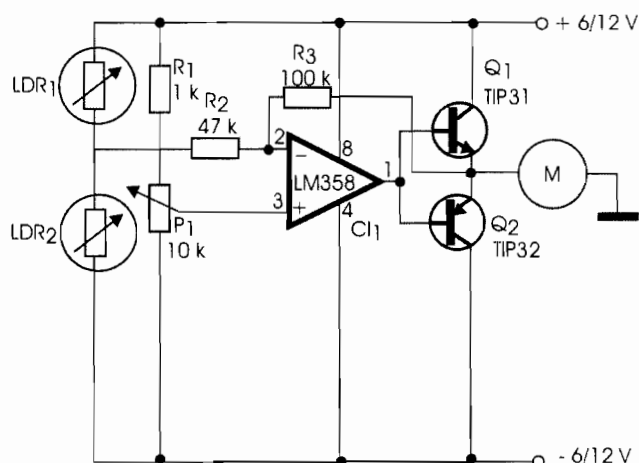


Figura 1

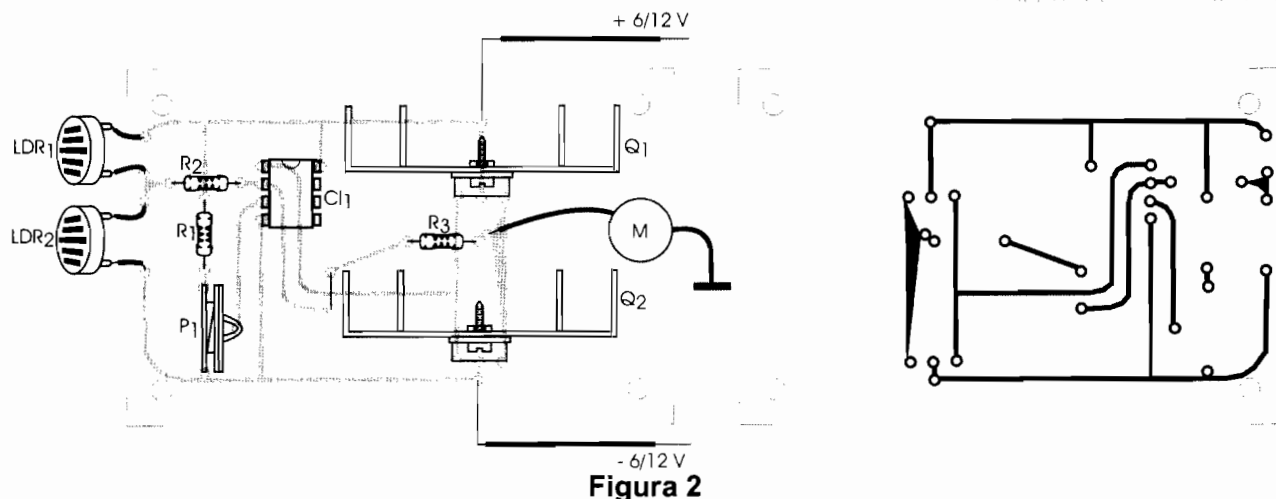


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

CI_1 - LM358 - circuito integrado, amplificador operacional

Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência

Q_2 - TIP32 - transistor PNP de potência

LDR_1, LDR_2 - LDRs comuns

R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

R_2 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja

R_3 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo

P_1 - 10 k Ω - trimpot

M - Motor de corrente contínua

Diversos:

Placa de circuito impresso, radiadores de calor, fonte simétrica de acordo com o motor, fios, solda, etc.

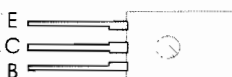
INFORMAÇÃO

BF458

Transistor NPN de RF - Saída de Cromo

O transistor tem invólucro plástico com a pinagem mostrada na figura.

BF458
NPN - RF - Saída de Cromo



V_{CE0} - 250 V
 I_{CM} - 300 mA
PTOT - 6 W
hFE (30 mA) - 26
f $_t$ - 90 MHz

PRÉ-AMPLIFICADOR PARA CAPTADOR TELEFÔNICO

As bobinas captadoras telefônicas, conhecidas pelos radioamadores como "maricotas", são colocadas junto ao fone do telefone de modo a transferir a conversa para um amplificador. Como o sinal dessas bobinas é muito fraco, é preciso usar um bom pré-amplificador.

O circuito mostrado na **figura 1** atende essas exigências, visto que tem alto ganho e baixa impedância.

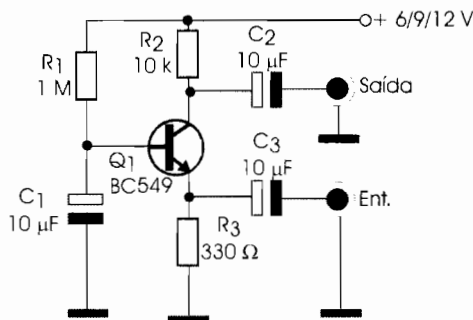


Figura 1

Sua alimentação pode ser feita com pilhas ou bateria, pois o consumo é muito baixo. Os cabos de entrada e de saída devem ser blindados. O transistor usado é de alto ganho e baixo nível de ruído.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem desse pré-amplificador. Uma bobina captadora pode ser improvisada com o enrolamento primário de um transformador comum do qual o núcleo tenha sido retirado.

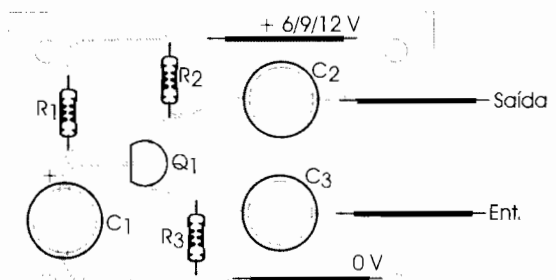


Figura 2

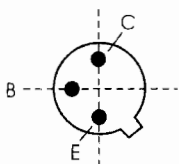
INFORMAÇÃO

TIL81

Fototransistor de Uso Geral

Este transistor é usado em alarmes, sensores de passagem, fotômetros e outras aplicações em que se necessita um sensor de média velocidade. O TIL81 é fornecido em invólucro metálico com pinagem exibida na **figura**

Fototransistor



V_{CBO} - 50 V
 V_{CEO} - 30 V
 I_C = 50 mA
 P_d = 250 mW
 I (escuro) - 200 µA (tip)
 I (claro) = 22 mA (tip)



LISTA DE MATERIAIS

Q_1 - BC549 - transistor NPN de alto ganho
 R_1 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_2 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_3 - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
 C_1, C_2, C_3 - 10 µF x 12 V - capacitores eletrolíticos
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda.

MULTIVIBRADOR COM CRISTAL

Na **figura 1** mostramos um multivibrador controlado a cristal que pode oscilar em frequências entre 10 kHz e 10 MHz, dependendo apenas do cristal escolhido. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 30 V e o consumo é baixo. O sinal produzido nas frequências mais baixas se aproxima do retangular.

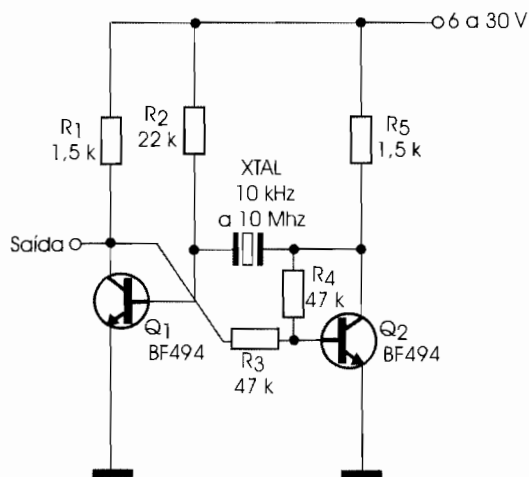


Figura 1

Transistores equivalentes, como os de comutação 2N2222, podem ser usados.

Na **figura 2** vemos a placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.

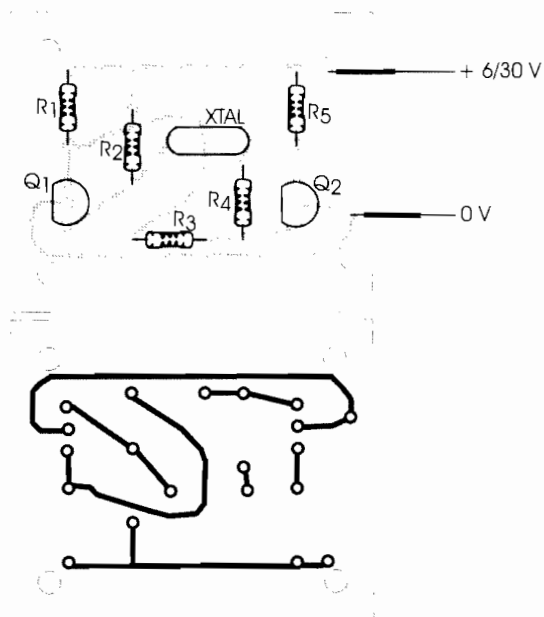


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q_1, Q_2 - BF494 - transistores de RF
 XTAL - cristal de quartzo de 10 kHz a 10 MHz
 R_1, R_5 - 1,5 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, verde, vermelho
 R_2 - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 R_3, R_4 - 47 k Ω x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, laranja
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

2SA1253

Transistor PNP de uso geral

Na **figura** temos a pinagem deste transistor, cujo ganho depende do sufixo.

2SA1253
 PNP - Uso Geral



Ganho conforme sufixo:

R - 100/200

S - 140/280

T - 200/400

U - 280/560

V_{CB0} - 160 V

V_{CEO} - 150 V

I_C - 200 mA

P_C - 250 mW

f_T - 100 MHz

h_{FE} - 100 - 560

MICRO-TIMER 555

Apertando S_1 , no circuito da **figura 1**, fazemos com que o LED acenda e assim permaneça por um intervalo de tempo que depende do ajuste de P_1 . Com os valores indicados no diagrama, o tempo máximo de temporização é da ordem de 15 minutos. A alimentação do circuito pode ser feita com pilhas ou baterias comuns. Com o uso de um 555 CMOS, o potenciômetro pode ser aumentado para 2,2 M Ω .

Na **figura 2** exibimos a placa de circuito impresso para a montagem do temporizador.

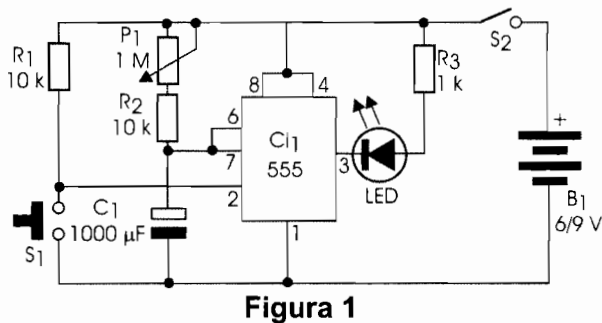


Figura 1

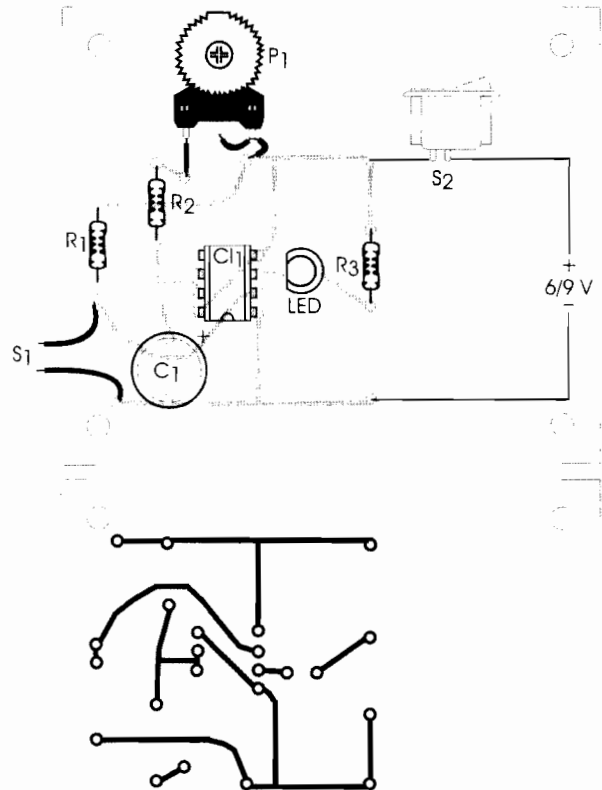


Figura 2

INFORMAÇÃO

2SB633

Transistor PNP Comutador de Alta Tensão

Na **figura** temos a pinagem deste transistor que é apresentado em invólucro TO-220.

2SB633
Comutação de Alta Tensão - PNP



Ganho x sufixo:

- C - 40/80
- D - 60/120
- E - 100/200
- F - 160/320

VCBO - 100 V
VCEO - 85 V
I_C - 6 A
P_C - 40 W
f_T - 15 MHz
h_{FE} - 40 - 320

LISTA DE MATERIAIS

- $C1_1$ - 555 - circuito integrado
- LED - LED comum de qualquer cor
- R_1, R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_3 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- C_1 - 1000 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- P_1 - 1 M Ω - potenciômetro
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- S_2 - Interruptor simples
- B_1 - 6 ou 9 V - pilhas ou bateria
- Diversos:
Placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou conector de bateria, caixa para montagem, fios, solda.

ACOPLADOR ÓPTICO PARA 1 cm

O circuito mostrado na **figura 1** ativa um relé quando a luz da fonte X_1 incide no fototransistor FT. O relé é de 12 V com uma corrente máxima de acionamento de 50 mA. A distância máxima entre a fonte de luz e o sensor é de 1 cm. A carga controlada depende apenas do relé usado. Fototransistores equivalentes podem ser utilizados.

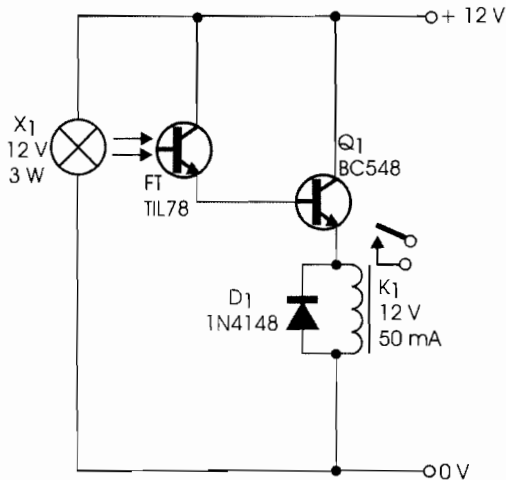


Figura 1

Na **figura 2** vemos a placa de circuito impresso para a montagem deste dispositivo.

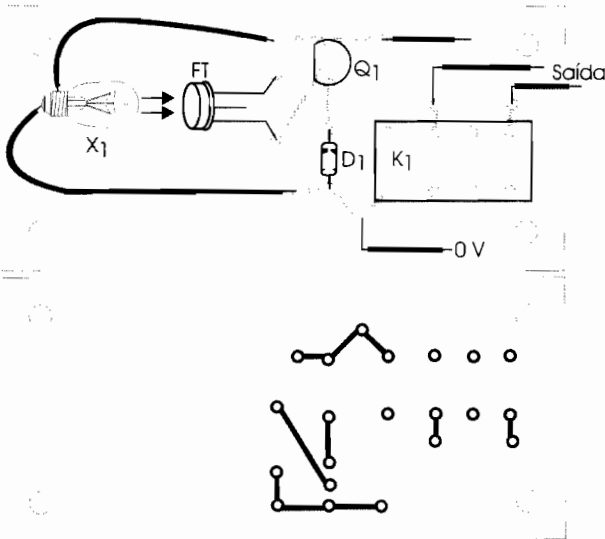


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

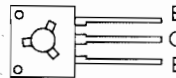
- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- FT - TIL78 - fototransistor
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- X_1 - Lâmpada de 12 V x 3 W
- K_1 - Relé de 12 V x 50 mA
- Diversos:
- Fonte de alimentação, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

2SD600 Transistor NPN de potência

Este transistor é apresentado em invólucro TO-220 e seu ganho é dado pelo sufixo. A pinagem é ilustrada na figura.

2SD600
Potência - NPN



Ganho x sufixo:
D - 60/120
E - 100/200
F - 160/320

V_{CB0} - 100 V
 V_{CE0} - 100 V
 I_C - 1 A
 P_d - 8 W
 f_T - 130 MHz
 h_{FE} - 60 - 320

INFORMAÇÃO

2SA1010 Transistor PNP de Alta Tensão

Na figura temos a pinagem deste transistor que é fornecido em invólucro TO-220.

2SA1010
PNP - Alta tensão - Driver



Ganho conforme sufixo:
D - 60/120
E - 100/200

V_{CB0} - 180 V
 V_{CE0} - 160 V
 I_C - 1,5 A
 P_C - 25 W
 f_T - 100 MHz
 h_{FE} - 60 - 200

FONTE COM TRANSISTOR QUEIMADO

A fonte de alimentação de ultrabaixa corrente mostrada na **figura 1** usa um transistor queimado como diodo retificador. Qualquer transistor PNP pode ser utilizado e mesmo NPN, se for invertido, pode ser empregado como retificador. Aproveita-se a junção base-emissor que funciona como um diodo.

Para um transistor de uso geral a corrente máxima recomendada está em torno de 30 mA e para um de média potência uns 100 mA. Podemos usar este circuito para alimentar pequenos aplicativos como rádios e calculadoras.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação desta fonte.

INFORMAÇÃO

Testando um Transistor

Na **figura** mostramos como testar um transistor de potência para ser usado no projeto anterior de modo a sabermos se a junção base-emissor está boa. Muitas vezes o transistor está inutilizado pelo fato da junção de coletor apresentar problemas, mas a junção base-emissor permanece em bom estado.

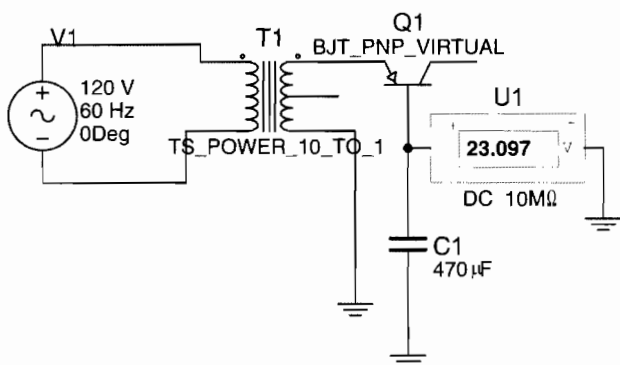


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - qualquer transistor PNP - ver texto
- C_1 - 470 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 6 V x 100 mA ou mais
- Diversos:
Cabo de força, fios, solda, etc.

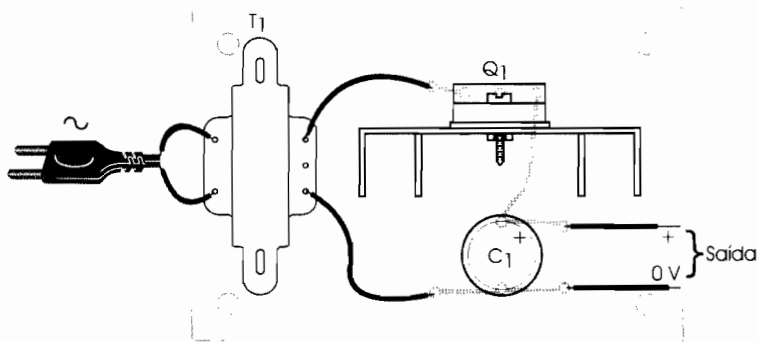
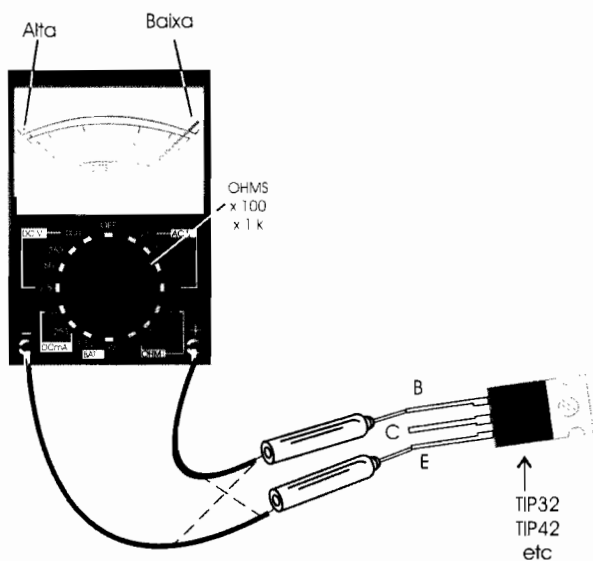


Figura 2

ANTIFURTO

Quando qualquer um dos sensores (X_1 ou X_2) é aberto, o SCR dispara e alimenta o Sonalert. Este *Sonalert* é um indicador sonoro piezoelétrico com o oscilador incluído e com excelente rendimento. A alimentação é feita com bateria de 9 V, devendo ser levada em conta a queda de tensão de 2 V no SCR. Mais sensores podem ser ligados em série e R_1 determina a corrente na condição de espera, que é extremamente baixa.

Para desligar o alarme, uma vez disparado, é preciso refazer a ligação dos sensores, desligar e

ligar novamente a alimentação. O circuito completo é ilustrado na **figura 1**.

Na **figura 2** exibimos a placa de circuito impresso para implementação do alarme.

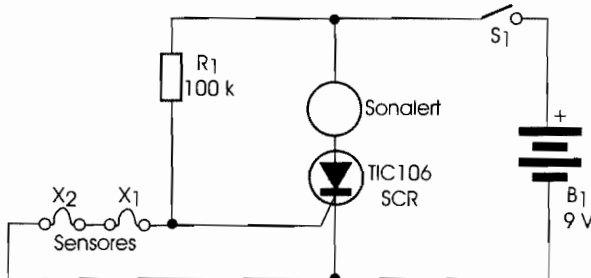


Figura 1

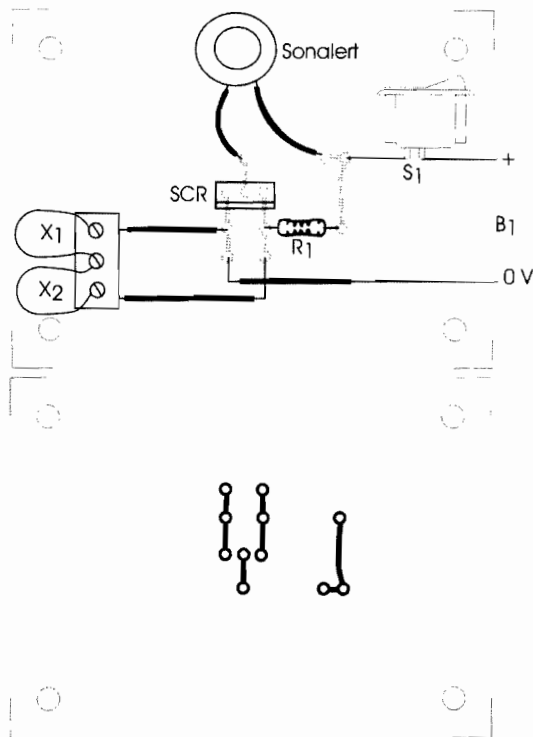


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

SCR - TIC106 ou equivalente - SCR

Sonalert - indicador sonoro

R_1 - 100 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo

S_1 - Interruptor simples

X_1, X_2 - sensores normalmente fechados

B_1 - 9 V - pilhas ou bateria

Diversos:

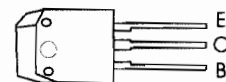
Placa de circuito impresso, conector de bateria, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

2SD1065

Transistor NPN de alta corrente

Este transistor tem o invólucro mostrado na figura.



Ganho x sufixo:

Q - 70/140

R - 100/200

S - 140/280

V_{CBO} - 60 V

V_{CEO} - 50 V

I_C - 15 A

P_C - 90 W

f_T - 20 MHz

h_{FE} - 70 - 280

FONTE DE 1,2/1,4 V

A fonte ilustrada na **figura 1** é indicada para aplicações que fazem uso de uma única pilha do tipo botão - alcalina, comum ou de outro tipo - com tensão entre 1,2 V e 1,4 V. A corrente máxima é da ordem de 10 mA, o que é o normal para as aplicações que usam este tipo de pilha.

A regulagem aproveita a queda de tensão no sentido direto de dois diodos comuns de silício. Outras tensões podem ser obtidas com a ligação de mais diodos em série na regulagem.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para esta fonte. O transformador tem enrolamento primário conforme a rede de energia e secundário de 4,5 a 6 V com corrente a partir de 50 mA.

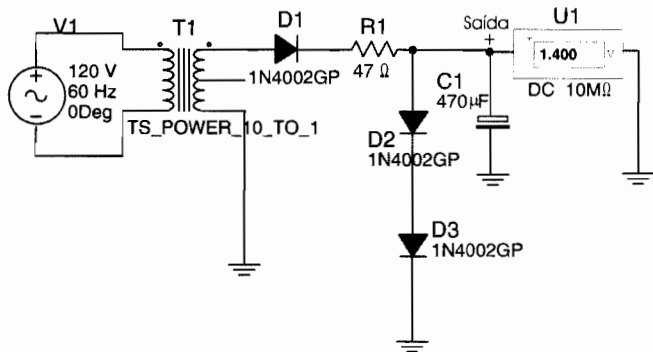


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

D_1, D_2, D_3 - 1N4002 - diodos de silício

R_1 - 47 Ω x 2 W - resistor de fio

C_1 - 470 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

T_1 - Transformador - ver texto

Diversos:

Placa de circuito impresso, cabo de força, conector para o aparelho alimentado, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Porta OU Exclusivo (Exclusive-OR)

Na **figura** mostramos o diagrama de Venn, a tabela-verdade, o símbolo e o circuito equivalente de uma porta Ou - Exclusivo.

PORTA EXCLUSIVE - OR

A	B	$f(A,B) = A\bar{B} + \bar{A}B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabela Verdade

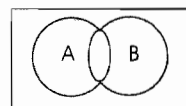
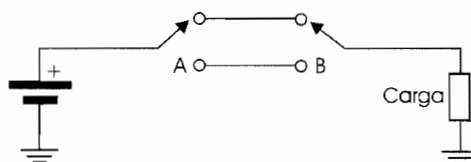


Diagrama de Venn



Símbolo



Circuito Simbólico

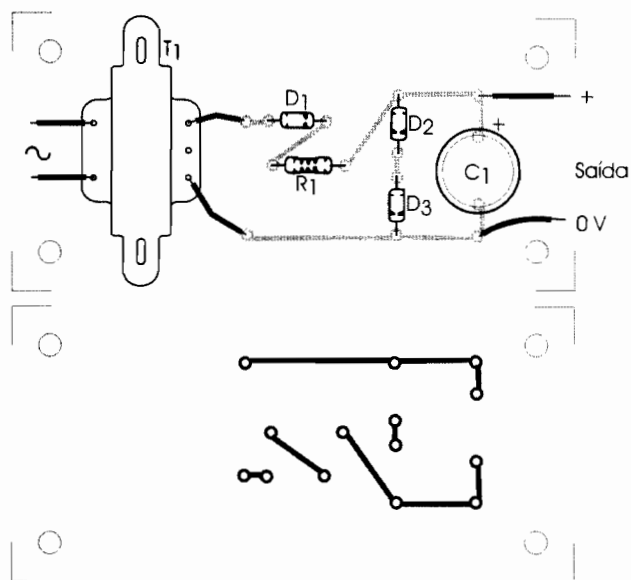


Figura 2

SINTONIZADOR AM

Com o sintonizador apresentado na **figura 1** é possível usar um amplificador comum de áudio como receptor AM para as estações locais. A qualidade de som depende apenas do receptor e a sensibilidade é excelente, não se necessitando de antena para as estações mais próximas. Como o consumo é muito baixo a alimentação pode ser feita com uma bateria comum de 9 V.

O cabo de saída deve ser blindado. L_1 é formada por 100 voltas de fio esmaltado AWG 26 ou 28

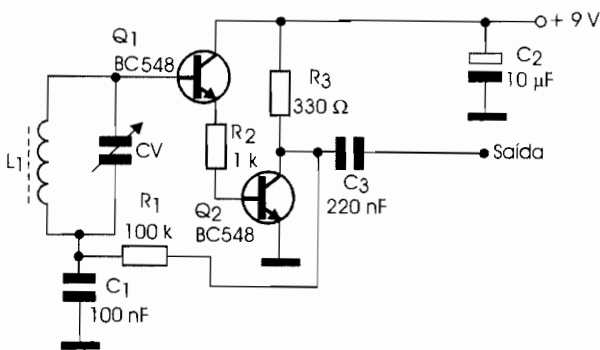


Figura 1

INFORMAÇÃO

BC376

Transistor PNP de Média Potência

Este transistor é complementar do BC375, sendo usado em pequenos amplificadores de áudio e como *driver* até 1 A. a pinagem é dada na **figura**.

BC376

PNP - média pot. (Compl. BC375)



V _{CEO}	20 V
I _C	1 mA
P _{TOT}	800 mW
h _{FE} (I _C = 1 mA)	60 - 340
f _T	150 MHz

num bastão de ferrite de aproximadamente 1 cm de diâmetro e de 10 a 20 cm de comprimento. CV é um capacitor variável retirado de um rádio AM fora de uso.

Na **figura 2** vemos a placa de circuito impresso para esta montagem.

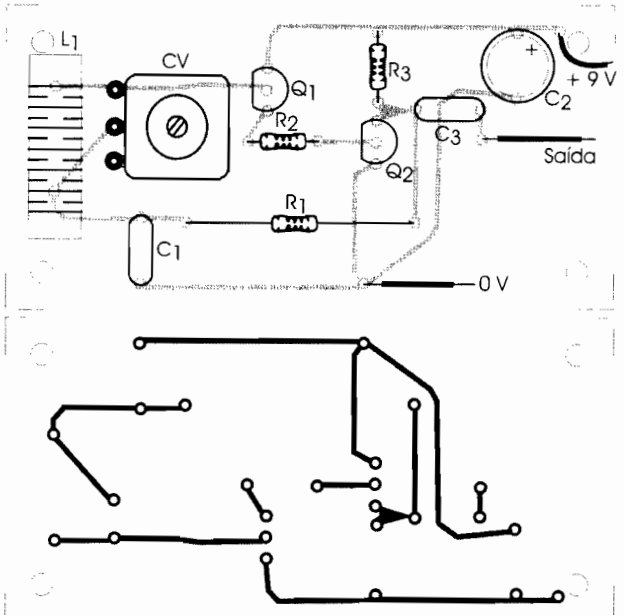


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q_1, Q_2 - BC548 - transistores NPN de uso geral
 R_1 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_3 - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_2 - 10 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
 C_3 - 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 CV - capacitor variável - ver texto
 L_1 - Bobina - ver texto
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, bateria de 9 V, conector de bateria, fio blindado, fios esmaltados, bastão de ferrite, botão para o capacitor variável, etc.

OSCILADOR A CRISTAL

Freqüências de 100 kHz a 30 MHz podem ser geradas com o oscilador exibido na **figura 1**. O circuito ressonante formado por L_1 e CV deve ser ajustado para a freqüência do oscilador. L_2 consiste de um número de espiras sobre L_1 que case a impedância do circuito com a saída. O transistor Q_1 admite equivalentes e o circuito tem baixo consumo. CV é um *trimmer* de acordo com a freqüência. Para 10 MHz: enrole 30 espiras de fio 28 numa forma de 0,5 cm de diâmetro sem núcleo e use um trimmer de 4 - 40 pF. L_2 terá 10 espiras do mesmo fio sobre L_1 .

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.

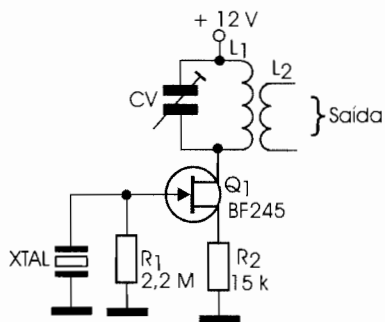


Figura 1

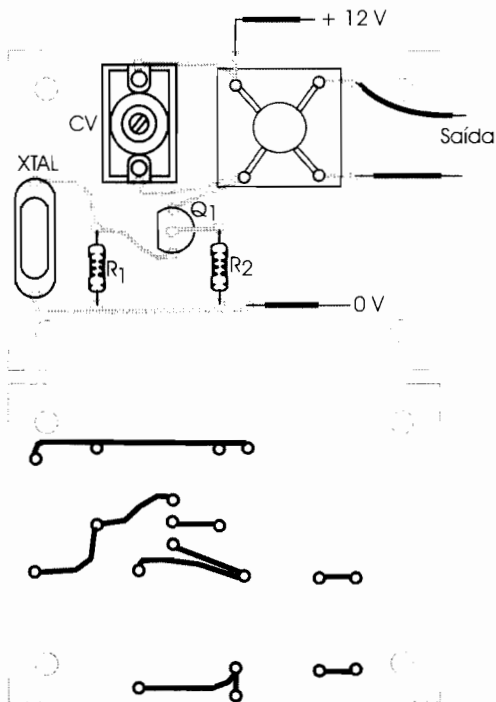


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - BF245 - transistor de efeito de campo JFET
- XTAL - Cristal de 100 kHz a 30 MHz
- R_1 - 2,2 MΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
- R_2 - 15 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, verde, laranja
- CV - trimmer - ver texto
- L_1, L_2 - Bobinas, ver texto
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de alimentação, etc.

INFORMAÇÃO

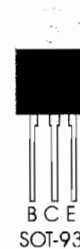
BDV92

Transistor PNP de silício para comutação

Este transistor é usado em fontes chaveadas e saídas de áudio até 50 W. Seu complementar é o BDV91 e o invólucro SOT-93 tem a pinagem ilustrada na figura.

BDV92

Transistor PNP de silício para comutação e saída de áudio até 50 W - Complementar: BDV91



Características:

V _{CEO}	60 V
I _C	10 A
P _{tot} (25° C)	90W
h _{FE} (I _C = 4 A)	> 70
f _T	> 4 MHz

SENSOR DE TEMPERATURA

O circuito mostrado na **figura 1** dispara um relé quando a temperatura do sensor sobe para além de um certo valor, ou cai para um valor abaixo de um certo ajuste. O ajuste é feito em P_1 e o modo de funcionamento, sobretemperatura ou subtemperatura, depende do modo como sensor e P_1 são ligados.

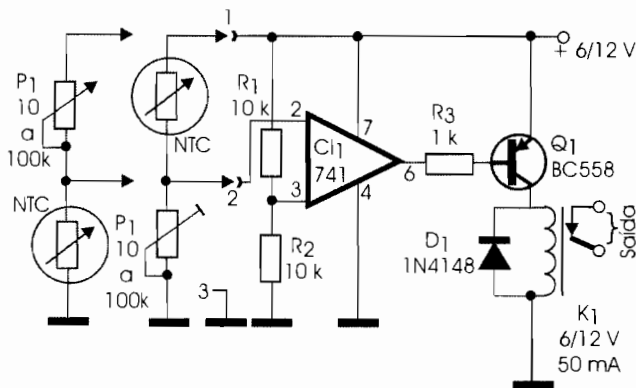


Figura 1

A alimentação de 6 ou 12 V depende do relé empregado. O NTC pode ser de qualquer tipo. Recomenda-se usar um *trimpot* que tenha o dobro do valor da resistência nominal do sensor usado. Circuitos equivalentes ao 741 podem ser utilizados sem problemas.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação deste sensor. Foi previsto o uso de relé com soquete DIL. Se for colocado outro tipo de relé, o desenho da placa deverá ser alterado.

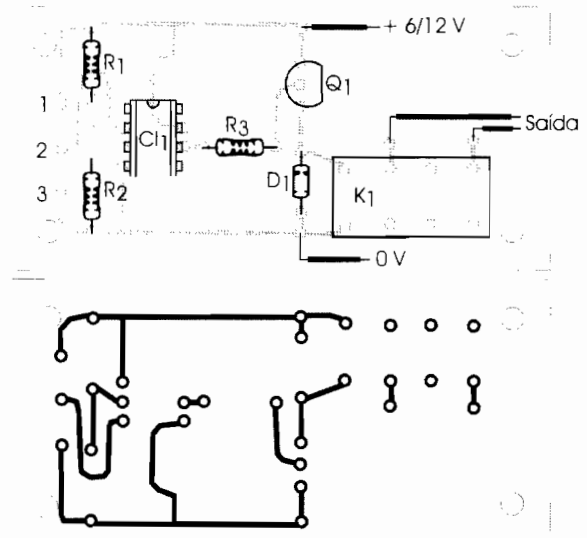


Figura 2

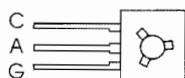
INFORMAÇÃO

C106 SCR equivalente ao TIC106

Trata-se de um SCR de uso geral para uma corrente máxima de 4 ampères, em invólucro TO-200 com pinagem mostrada na **figura**.

C106
SCR

VDRM - sufixos



Y - 25 V	C - 300 V	I = 4 A
F - 50 V	D - 400 V	$I_{gt} = 0,2 \text{ m}$
A - 100 V	E - 500 V	$V_{gt} = 0,8 \text{ V}$
B - 200 V	M - 600 V	

LISTA DE MATERIAIS

- Cl_1 - 741 ou equivalente - amplificador operacional
- Q_1 - BC558 - transistor PNP de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- NTC - Qualquer NTC de 10 k Ω a 100 k Ω de resistência nominal
- R_1, R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R_3 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- P_1 - 10 k a 100 k Ω - trimpot
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V x 50 mA
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

PROVADOR DE CONTINUIDADE

Na **figura 1** ilustramos um simples provador de continuidade com uma elevada resistência de entrada. O indicador é um LED e o consumo, com as pontas de prova separadas, é extremamente baixo. O circuito pode ser alimentado com pilhas comuns e o LED pode ser de qualquer cor. Resistências de até 1 MΩ fazem o LED acender. Podemos usar este circuito para a prova de componentes.

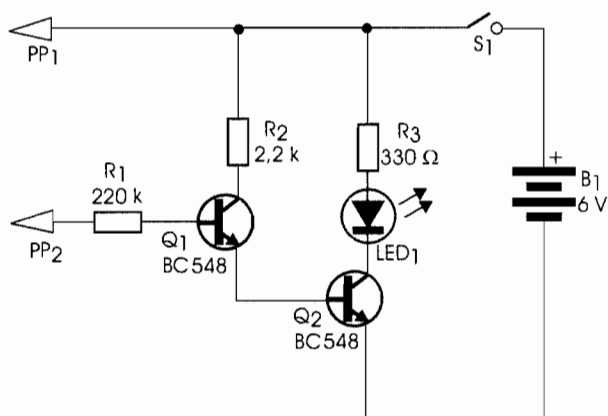


Figura 1

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem deste provador.

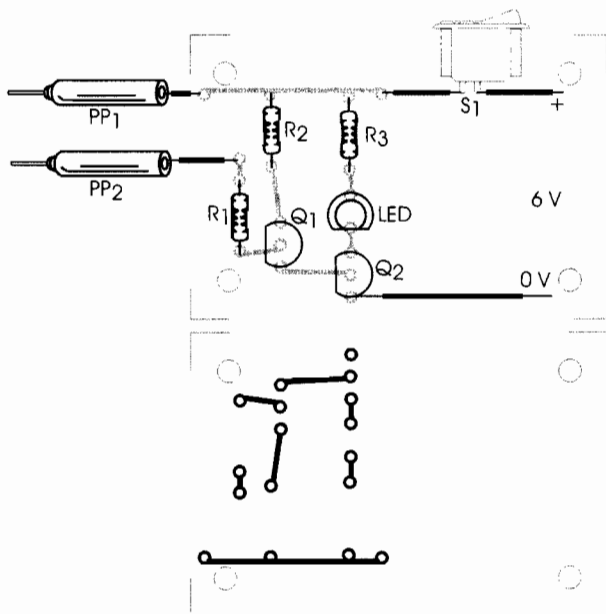


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

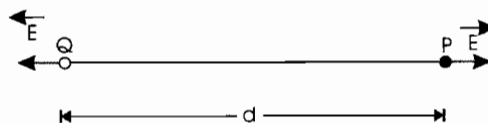
- Q₁, Q₂ - BC548 - transistores NPN de uso geral
- LED1 - LED comum de qualquer cor
- R₁ - 220 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
- R₂ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- R₃ - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
- S₁ - Interruptor simples
- B₁ - 6 V - 4 pilhas pequenas
- PP1, PP2 - Pontas de prova comuns
- Diversos:
Placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Solução & Informação Campo elétrico

A intensidade do campo elétrico num ponto P do espaço, criado por uma carga elétrica puntiforme Q, é dada pela fórmula junto à **figura** que ilustra a situação.

CAMPO ELÉTRICO



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d^2}$$

E = intensidade do campo em P (V/m ou N/c)

d = distância (m)

Q = carga produtora do campo [c]

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \left(\frac{\text{mV}}{\text{C}} \right) - \text{constante}$$

PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE PIEZOELETRICO

Microfones de cristal e piezoelétricos possuem elevada impedância de entrada, exigindo circuitos pré-amplificadores especiais. O circuito apresentado na **figura 1** tem essas características e sua saída tem uma intensidade suficiente para excitar a entrada da maioria dos amplificadores de áudio comum. Lembramos que tanto o cabo de entrada como de saída devem ser blindados para que não ocorra a captação de zumbidos.

O consumo do circuito é muito baixo, podendo ser usada uma fonte comum com excelente filtragem ou aproveitada a tensão que alimenta os circuitos do amplificador com o qual deve funcionar. Uma opção de alimentação é a que consiste em duas baterias de 9 V ligadas em série. Transistores equivalentes ao BF245 podem ser utilizados.

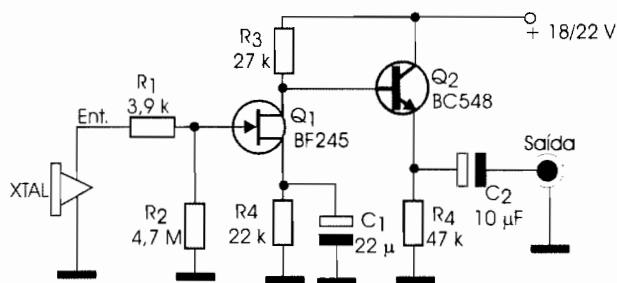


Figura 1

INFORMAÇÃO

IRF822

Transistor de efeito de campo de potência (Power MOSFET) canal N

Este transistor é usado em fontes chaveadas, amplificadores e *drivers* de solenóides e motores, apresentando a pinagem mostrada na **figura**.

IRF822
Canal N



V_{dss} - 500 V
 $R_{ds(on)}$ - 8 Ω
 I_d - 1 A
 P_d - 50 W

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem deste pré-amplificador.

O leitor deve estar atento para a disposição dos terminais de Q₁, se usar equivalentes ou tipos que tenham sufixos.

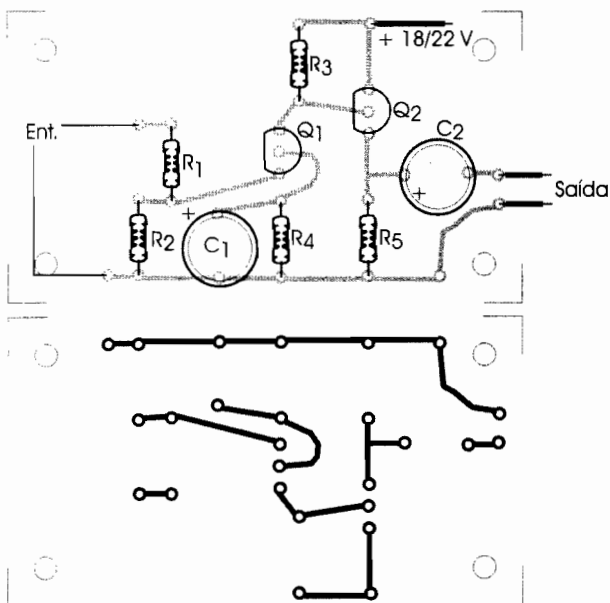


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q₁ - BF245 - Transistor de efeito de campo de junção (JFET)

Q₂ - BC548 - transistor NPN de uso geral

XTAL - Microfone piezoelétrico ou de cristal

R₁ - 3,9 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, branco, vermelho

R₂ - 4,7 M Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, verde

R₃ - 27 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, laranja

R₄ - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja

R₅ - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja

C₁ - 22 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico

C₂ - 10 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico

Diversos:

Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios blindados, fios, solda, etc.

MULTIVIBRADOR BIESTÁVEL TRANSISTORIZADO

Na **figura 1** exibimos um multivibrador biestável que tem por carga um relé comum. O circuito usa transistores e o acionamento é feito através de S. Este interruptor pode ser substituído por sensores. A alimentação é feita com uma tensão de 12 V. Deve ser usado um relé sensível com corrente de acionamento máxima de 100 mA.

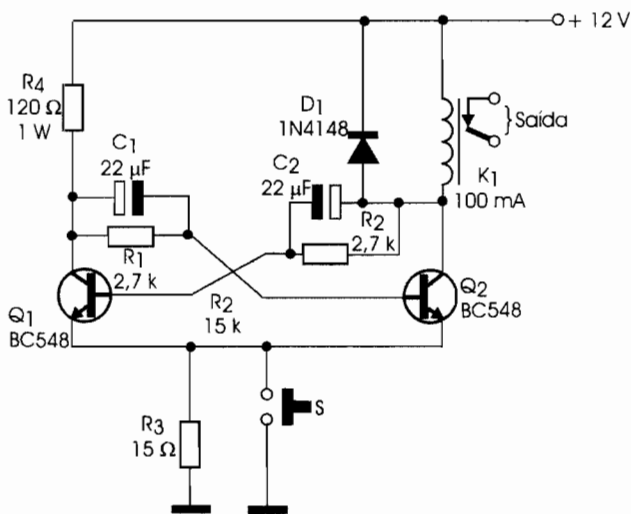


Figura 1

INFORMAÇÃO

MTP2P50/45/20/18/10

Transistores de efeito de campo de potência (Power MOSFETs) de canal P. A pinagem destes transistores é mostrada na **figura**.

MTP2P50/45/20/18/10
MOSFET - canal P



I_d { 50/45 - 2 A
20/18 - 5 A
10 - 8 A

P_d - 75 W

V_{ds} { 50 - 500 V
45 - 450 V
20 - 200 V
18 - 180 V
10 - 100 V

R_{ds} { 50/45 - 6 Ω
20/18 - 1 Ω
10 - 0,4 Ω

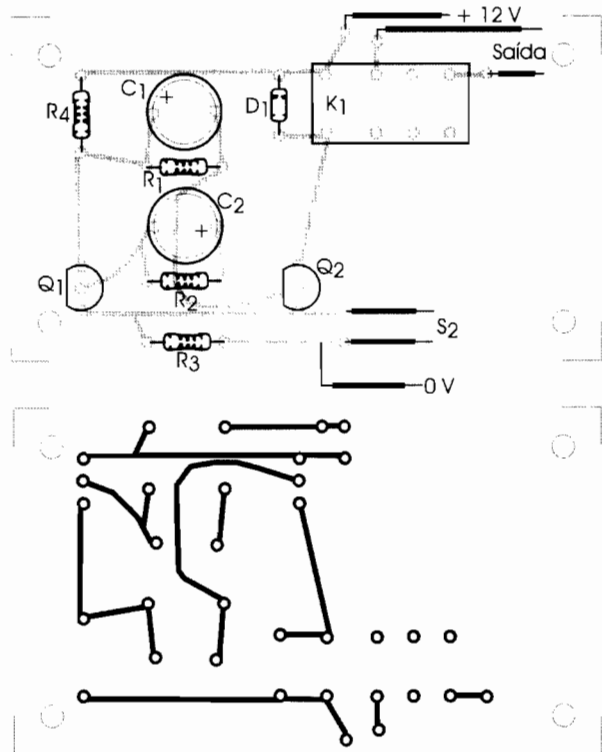


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1, Q_2 - BC548 - transistores NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1, R_2 - 2,7 k Ω x 1/8 W - resistores - vermelho, violeta, vermelho
- R_3 - 15 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, preto
- R_4 - 120 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, marrom
- C_1, C_2 - 22 μ F x 12 V - capacitores eletrolíticos
- S - Interruptor de pressão NA
- K_1 - Relé de 12 V com corrente até 100 mA
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

FONTE DE 12 V X 4 AMPÈRES

Usando um transistor PNP equivalente ao 2N3055, podemos aumentar a corrente de saída de um regulador LM317 e obter até 4 ampères de saída. A maneira de fazer isso é mostrada no circuito da **figura 1**. Tanto o transistor de potência como o regulador integrado devem ser montados em dissipadores de calor. Em especial, o dissipador de Q₁ deve ser bem grande.

O transformador tem secundário de 12 + 12 V ou 15 + 15 V com corrente de 4 ampères e primário de acordo com a tensão da rede local. O capacitor C₁ deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 25 V. A tensão de saída é fixada pela relação entre R₃ e R₄. Esses componentes podem ser alterados para se obter outra tensão de saída. O valor da tensão deste divisor se soma ao 1,2 V do zener interno para determinar a tensão de saída.

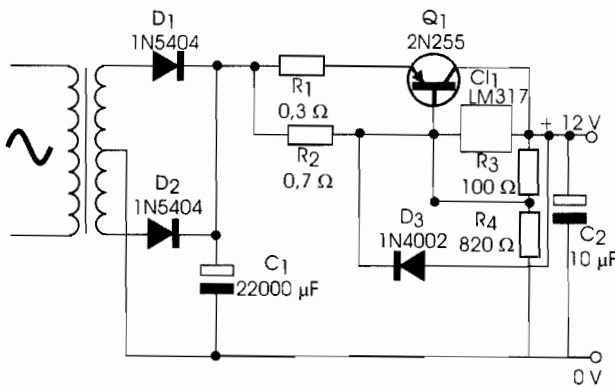


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

C₁ - LM317 - circuito integrado, regulador de tensão

D₁, D₂ - 1N5404 - diodos retificadores 50 V x 4 A

Q₁ - 2N2955 - transistor PNP de potência

D₃ - 1N4002 - diodo retificador de silício

R₁ - 0,3 Ω x 5 W - resistor de fio

R₂ - 0,7 Ω x 2 W - resistor de fio

R₃ - 100 Ω x 1 W - resistor - marrom, preto, marrom

R₄ - 820 Ω x ½ W - resistor - cinza, vermelho, marrom

C₁ - 22 000 µF x 25 V - capacitor eletrolítico

C₂ - 10 µF x 16 V - capacitor eletrolítico

T₁ - Transformador - ver texto

Diversos:

Placa de circuito impresso, cabo de força, radiadores de calor, fios, solda, etc.

Na **figura 2** ilustramos a placa de circuito impresso para implementação desta fonte. Observe as trilhas mais largas para as altas correntes. Será conveniente proteger a entrada da rede com um fusível de 2 ou 3 A.

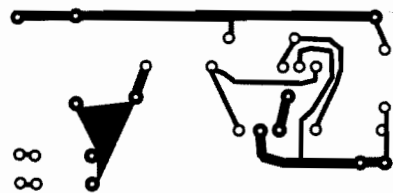
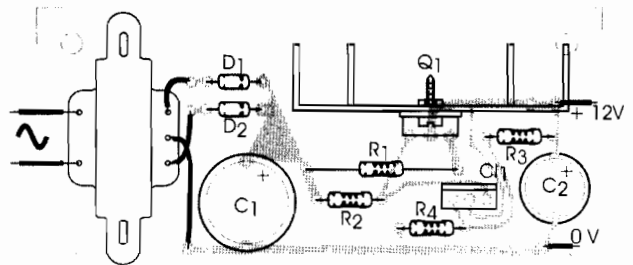


Figura 2

INFORMAÇÃO

LM317

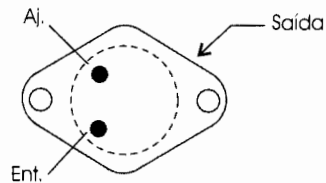
Regulador de Tensão Positiva com 1,5 A de saída

A pinagem deste regulador para tensões de saída de 1,2 V a 37 V é mostrada na **figura**. Observe que existe tanto a versão comum (sufixo T) quanto a metálica (sufixo M).

LM317



TO-220



TO-3

V_{ent} - 40 V (máx. dil)
I_s - 1,5 A
P_d - 20 W (TO-3)
20 W (TO-220)
V_s - 1,2 a 37 V

OSCILADOR SENOIDAL

Sinais senoidais de alguns hertz até aproximadamente 20 kHz podem ser gerados pelo circuito dado na **figura 1**. Trata-se de um oscilador por deslocamento de fase que, para os componentes sugeridos, gera um sinal de 1 kHz. O *trimpot* P₁ ajusta o ponto de funcionamento e a simetria do sinal de saída. Transistores equivalentes podem ser usados e a alimentação estará entre 5 e 15 V. Como o consumo do circuito é muito baixo, pode ser usada bateria na alimentação.

LISTA DE MATERIAIS

- Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q₂ - BF245 - FET de junção (JFET)
- R - 10 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R₁ - 470 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo
- R₂ - 15 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, verde, laranja
- R₃ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- C - 47 nF - capacitores cerâmicos
- C₁ - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C₂ - 10 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
- P₁ - 470 Ω - trimpot
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

Dentre as aplicações possíveis para este circuito estão as sirenes e sistemas de efeitos de som. A frequência do sinal gerado depende de R e C no circuito de realimentação com inversão de fase. A saída deve ser aplicada à entrada de um bom amplificador.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a sua montagem.

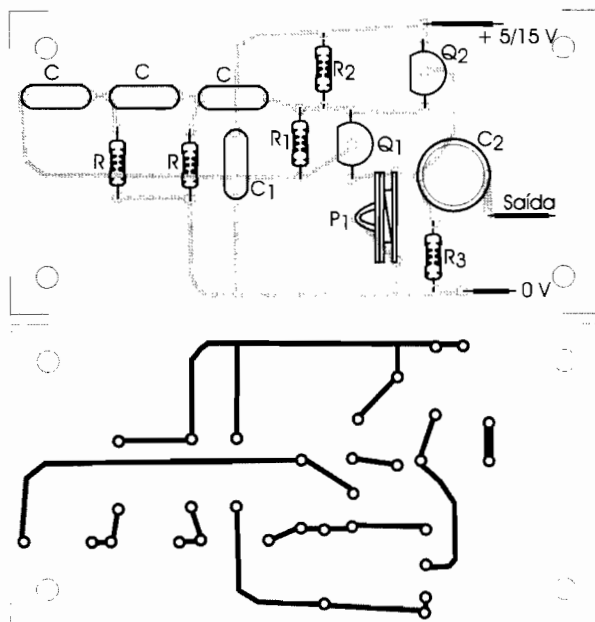


Figura 2

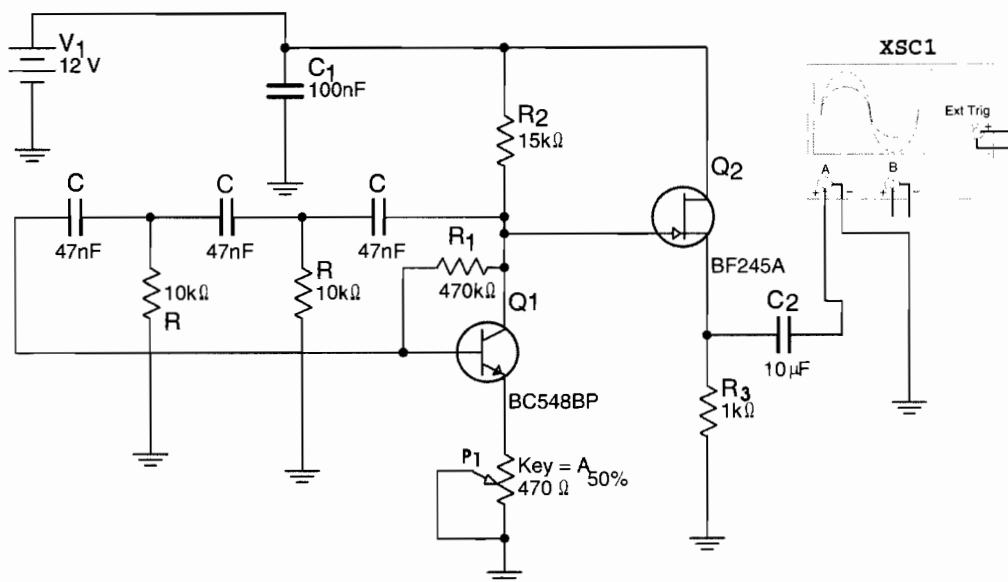


Figura 1

AMPLIFICADOR DE ÁUDIO DE 40 mW

Apesar de existirem circuitos integrados amplificadores de áudio de potências equivalentes e de excelente rendimento, a implementação com transistores pode ser interessante para finalidades didáticas. Assim, o pequeno amplificador mostrado na **figura 1** pode ser usado em rádios experimentais, intercomunicadores, instrumentos musicais de pequeno porte e como reforçador de sinais.

A alimentação pode vir de fonte ou bateria. Como o consumo não é baixo, não se recomenda as baterias comuns de 9 V, mas sim baterias maiores ou formadas pela ligação de 6 pilhas em série. Dependendo da corrente de repouso e presença de distorção, R₂ deverá ser alterado.

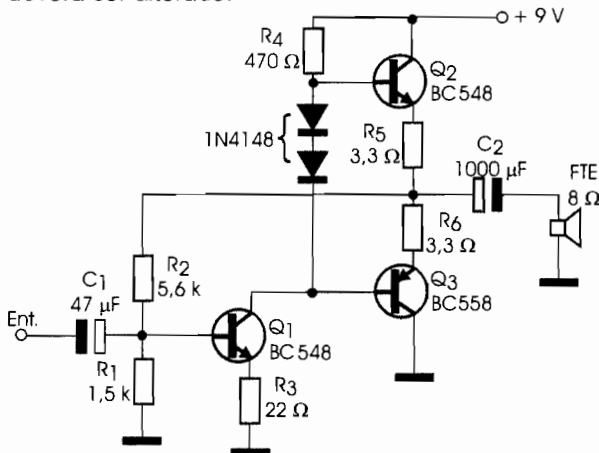


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- Q₁, Q₂ - BC548 - transistores NPN de uso geral
- Q₃ - BC558 - transistor PNP de uso geral
- D₁, D₂ - 1N4148 - diodos de uso geral
- R₁ - 1,5 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, verde, vermelho
- R₂ - 5,6 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
- R₃ - 22 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, preto
- R₄ - 470 Ω 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- R₅, R₆ - 3,3 Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, dourado
- C₁ - 47 μF x 6 V - capacitor eletrolítico
- C₂ - 1 000 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
- FTE - 4 ou 8 Ω - alto-falante de 5 a 10 cm
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

Para melhor qualidade de reprodução o alto-falante deverá estar instalado numa pequena caixa acústica. O controle de volume pode ser obtido com um potenciômetro de 10 kΩ na entrada.

Na **figura 2** vemos uma placa de circuito impresso para a montagem deste pequeno amplificador.

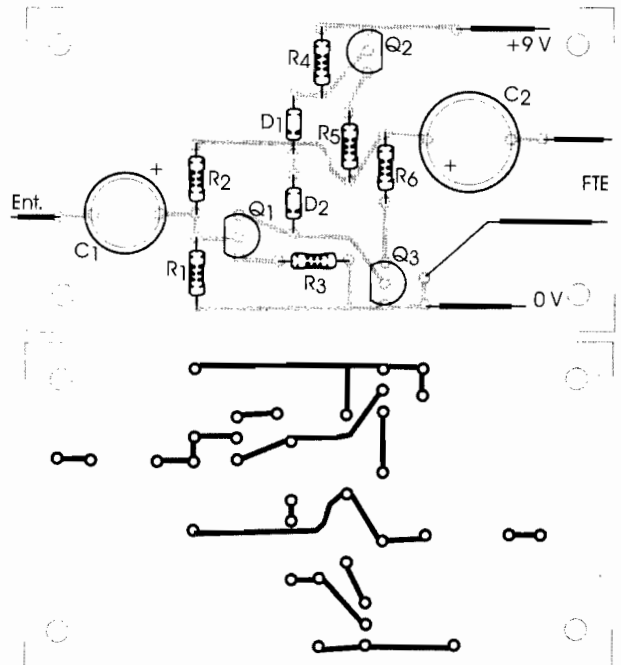


Figura 2

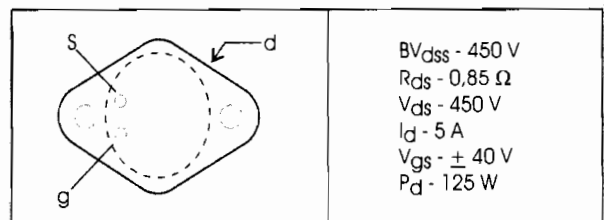
INFORMAÇÃO

IRF441

Transistor de Efeito de Campo de Potência (Power MOSFET) de canal N

Na **figura** mostramos a pinagem deste transistor, que é apresentado em invólucro metálico TO-3.

IRF441
MOSFET - Canal N



ASTÁVEL COM O 741

Na **figura 1** vemos como implementar um oscilador de baixas frequências com base no amplificador operacional 741. Para os componentes mostrados na figura, a frequência é de 1 kHz aproximadamente. Podemos alterar a frequência pela alteração de C, porque é interessante manter R fixo no valor indicado.

A fonte de alimentação não precisa ser simétrica e amplificadores operacionais equivalentes podem ser usados. O sinal de saída é retangular, mas um sinal dente de serra pode ser obtido entre R e C. O ciclo ativo é determinado pela relação entre R_1 e R_2 , componentes que também podem ser alterados.

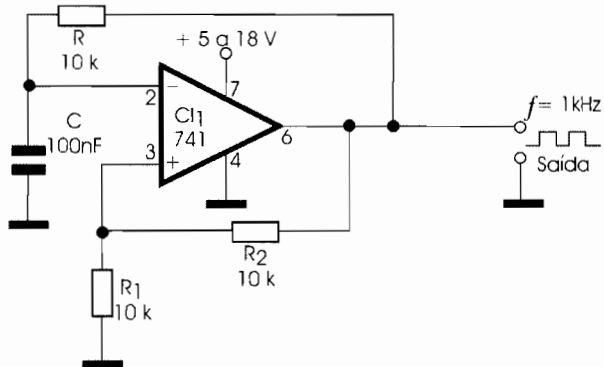


Figura 1

Na **figura 2** é ilustrada a placa de circuito impresso para implementação deste oscilador. Sua montagem também pode ser facilmente realizada numa matriz de contatos.

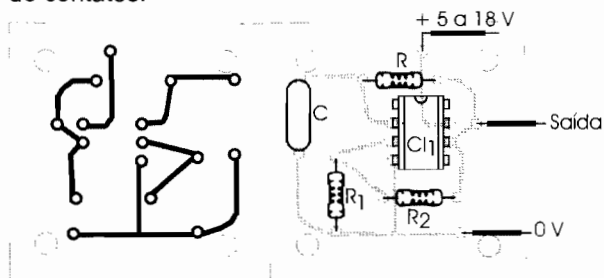


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

CI_1 - 741 - amplificador operacional
 R , R_1 e R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
 C - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster - ver texto
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

DETECTOR DE INCÊNDIO

O circuito ilustrado na **figura 1** é a base para um detector de incêndio. Nele, um filtro infravermelho (X_1) deixa passar apenas esse tipo de radiação, a qual é produzida de forma intensa pelas chamas. Em função do ajuste de P_1 , a saída do 741, configurado como comparador, vai ao nível alto, excitando um circuito de alarme externo.

A alimentação do circuito é feita com tensões de 6 a 12 V e o consumo é muito baixo. Como sensor, pode ser utilizado qualquer fototransistor comum como o TIL78.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse circuito. P_1 ajusta o ponto de disparo.

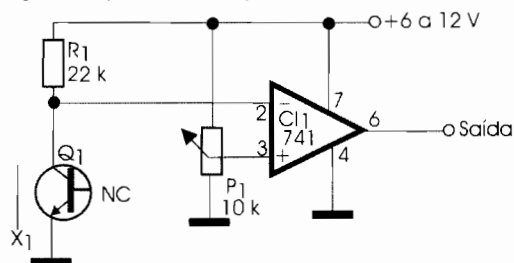


Figura 1

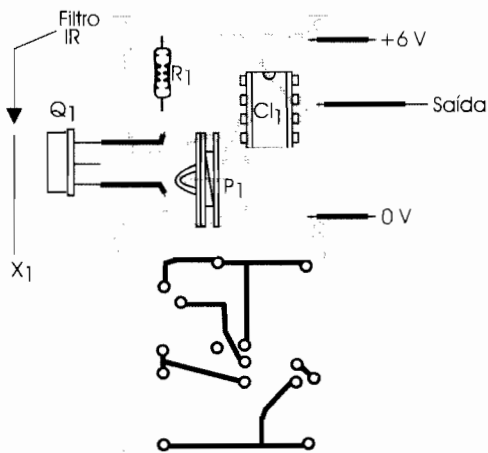


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

CI_1 - 741 - amplificador operacional
 P_1 - 10 k Ω - trimpot
 R_1 - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 X_1 - Filtro infravermelho
 Diversos:
 Fonte de alimentação, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

RÁDIO AM/OC INTEGRADO

O circuito da **figura 1** é um sensível receptor de AM para a faixa de ondas médias ou curtas, dependendo de L_1 , com amplificação dada por dois amplificadores operacionais de alto ganho. O primeiro amplificador funciona como seguidor de tensão garantindo grande impedância de entrada e com isso seletividade para o circuito. O segundo funciona como amplificador de sinal com ganho dado pela relação entre R_7 e R_4 .

O MC1458 consiste em um duplo 741, o que significa que equivalentes podem ser usados. A fonte de alimentação pode ser uma pequena bateria de 9 V ou a mesma fonte que vai alimentar o amplificador final de áudio.

L_1 é formada por 40 + 40 espiras de fio esmaltado 28 AWG num bastão de ferrite de 1 cm de diâmetro

LISTA DE MATERIAIS

- Cl_1 - MC1458 - duplo amplificador operacional
 D_1 - 1N34 ou equivalente - diodo de germânio
 R_1 - 220 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 R_2, R_3 - 1,5 M Ω x 1/8 W - resistores - marrom, verde, verde
 R_4 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_5, R_6 - 22 k Ω x 1/8 W - resistores - vermelho, vermelho, laranja
 R_7 - 1 M Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 C_1 - 120 pF - capacitor cerâmico
 C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico
 C_3 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 L_1 - Bobina - ver texto
 CV - Capacitor variável - ver texto
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, bastão de ferrite, botão para o variável, etc.

e 12 a 20 cm de comprimento para a faixa de ondas médias. Para ondas curtas são enroladas 20 + 20 espiras para a faixa até os 7 MHz, e 12 + 12 espiras para a faixa até os 15 MHz. CV é um capacitor variável do tipo usado em rádios AM.

A antena pode ser externa ou um pedaço de fio de 2 a 10 metros de comprimento, esticado. Para as estações de ondas médias locais, a antena e ligação à terra são dispensáveis.

Faça experiências com diversas combinações de número de espiras de acordo com a faixa de frequências que deseja sintonizar. O limite para esta configuração está em aproximadamente 30 MHz. A saída do circuito deve ser ligada à entrada de um bom amplificador de áudio.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste receptor.

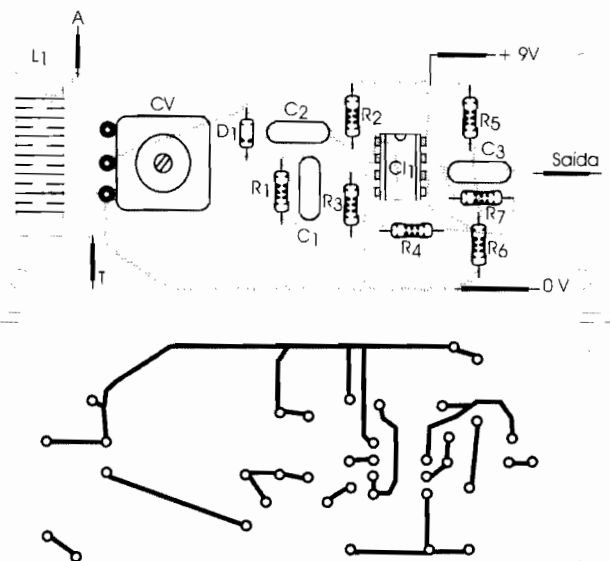


Figura 2

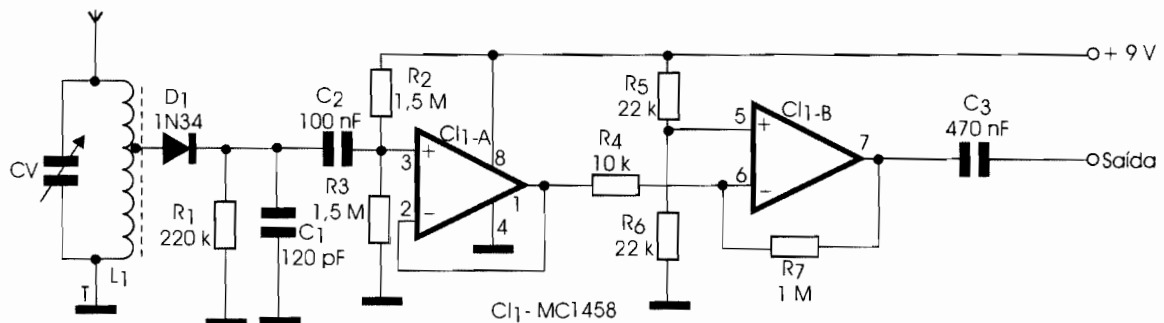


Figura 1

PRÉ-AMPLIFICADOR COM JFET

Na **figura 1** apresentamos um pré-amplificador de uso geral com elevadíssima resistência de entrada. O circuito tem consumo muito baixo, podendo ser alimentado por bateria ou fonte. Se for usada fonte, deverá ter excelente filtragem para se evitar a captação de zumbidos. Os cabos de entrada e saída de sinal devem ser blindados.

O transistor de efeito de campo admite equivalentes, como o MPF102, mas a sua pinagem é diferente,

devendo ser alterado o desenho da placa de circuito impresso. Este amplificador é ideal para microfones e outros transdutores piezoelétricos de alta impedância.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste amplificador de pequenos sinais para áudio.

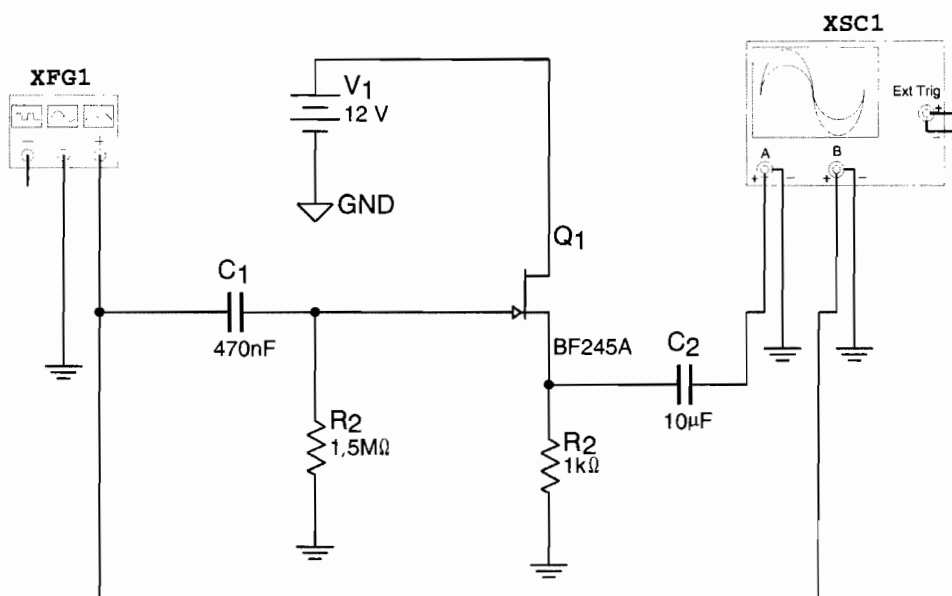


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

Q_1 - BF245 - Transistor de efeito de campo de junção (JFET)

R_1 - $1,5 \text{ M}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, verde, verde

R_2 - $1 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, vermelho

C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C_2 - $10 \mu\text{F} \times 12 \text{ V}$ - capacitor eletrolítico

Diversos:

Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, cabos blindados, fios, caixa para montagem, solda, etc.

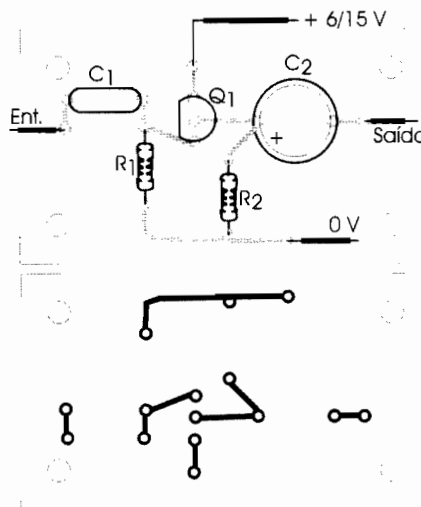


Figura 2

FONTE SEM TRANSFORMADOR

A pequena fonte de alimentação ilustrada na **figura 1** não usa transformador, podendo ser utilizada para alimentar circuitos cujo consumo não seja maior do que os 20 mA. A tensão de saída é dada pelo diodo zener Vz de 1 W com valores entre 2,1 e 12 V.

O capacitor C₁ é do tipo para corrente alternada com tensão de isolamento de 200 V se a rede for de 110 V, ou de pelo menos 350 V se a rede for de 220 V. O resistor R₁ funciona como um fusistor, abrindo em caso de curto. Ao usar esta fonte lembre-se que ela não é isolada da rede, por isso todas as partes do aparelho devem estar fora do contato das pessoas.

Na **figura 2** vemos como montar esta fonte numa pequena placa de circuito impresso. Observe a polaridade dos diodos e do capacitor eletrolítico. Para a alimentação do aparelho externo use um cabo com plugue de acordo com a polaridade. Tenha cuidado para não inverter a polaridade do aparelho alimentado.

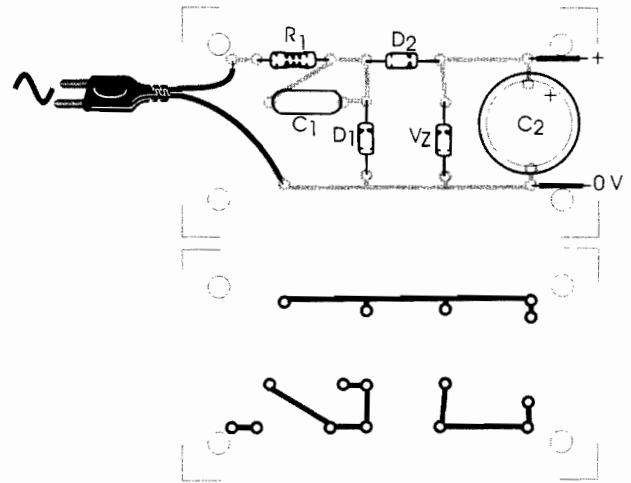


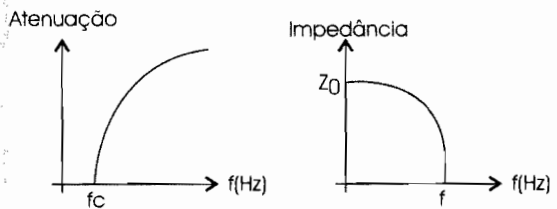
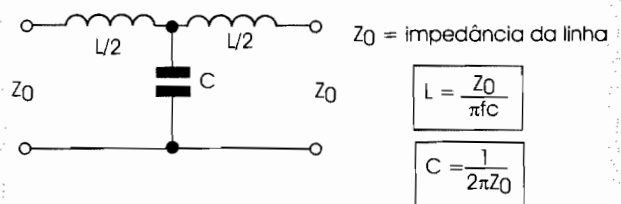
Figura 2

INFORMAÇÃO

Filtro T Passa-Baixas

Na **figura** temos a configuração de um filtro "T" com bobinas e capacitor (LC) e as curvas de atenuação e impedância. Observe que se trata de um filtro passa-baixas e que os valores de L e de C dependem da frequência, conforme fórmulas dadas na mesma figura.

FILTRO T PASSA-BAIXAS



(a)

(b)

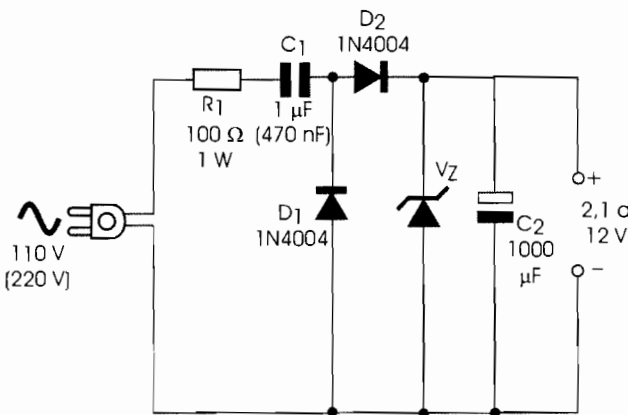


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- D₁, D₂ - 1N4004 - diodos de silício
- Vz - Zener de 1 W - ver texto
- R₁ - 100 Ω x 1 W - resistor - marrom, preto, marrom
- C₁ - 1 μF para a rede de 110 V ou 470 nF para a rede de 220 V - capacitor de poliéster - ver texto
- C₂ - 1 000 μF x 25 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: Placa de circuito impresso, cabo de força, caixa para montagem, fios, solda, etc.

RECEPTOR DE RÁDIO AM ELEMENTAR

Na **figura 1** mostramos um receptor de rádio AM muito simples que usa apenas componentes passivos. Esse receptor pode captar as estações locais mais fortes com escuta num transdutor piezoelétrico.

A bobina pode ser enrolada num bastão de ferrite de 1 cm de diâmetro ou num tubo de PVC, ou ainda em um cabo de vassoura de 2 a 2,5 cm de diâmetro aproximadamente. Essa bobina consta de 100 espiras de fio esmaltado 28 AWG ou mais grosso.

O capacitor variável é de qualquer tipo retirado de um rádio AM fora de uso. O transdutor piezoelétrico é do tipo empregado em fones de ouvido, brinquedos e sistemas de aviso. Não servem fones magnéticos. Na **figura 2** temos o aspecto real da montagem.

A antena consiste de um pedaço de fio esticado de 5 a 40 metros de comprimento e a ligação à terra é importante para se obter melhor recepção. Segurando-se entre os dedos o fio terra, já se obtém uma boa recepção. Podemos dizer que esse receptor é uma versão moderna do antigo rádio de galena.

LISTA DE MATERIAIS

- D_1 - 1N34 - qualquer diodo de germânio
- X_1 - Transdutor piezoelétrico
- L_1 - Bobina - ver texto
- CV - capacitor variável - ver texto
- R_1 - 1 M Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- Diversos: antena, terra, fios, solda, base de montagem, etc.

INFORMAÇÃO

SK1

Diodo Retificador de Silício para 1 A

Na **figura** vemos o aspecto desse diodo, usado em fontes de alimentação.

Para os tipos de mesma tensão, porém com sufixos diferentes, muda a resistência no sentido direto quando em condução.

SK1
Diodo Retificador 1A

IFVAV - 1,15 A

- SK1/12 - 400 V
- SK1/14 - 300 V
- SK1/16 - 200 V
- SK1/13 - 400 V
- SK1/17 - 200 V

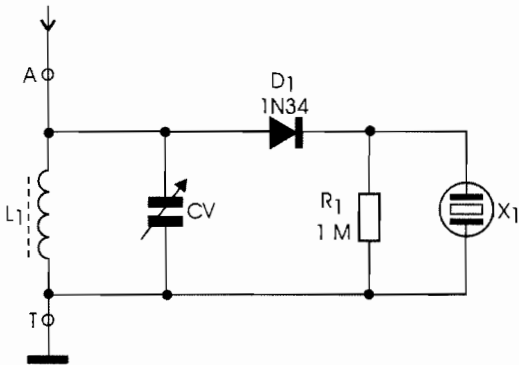


Figura 1

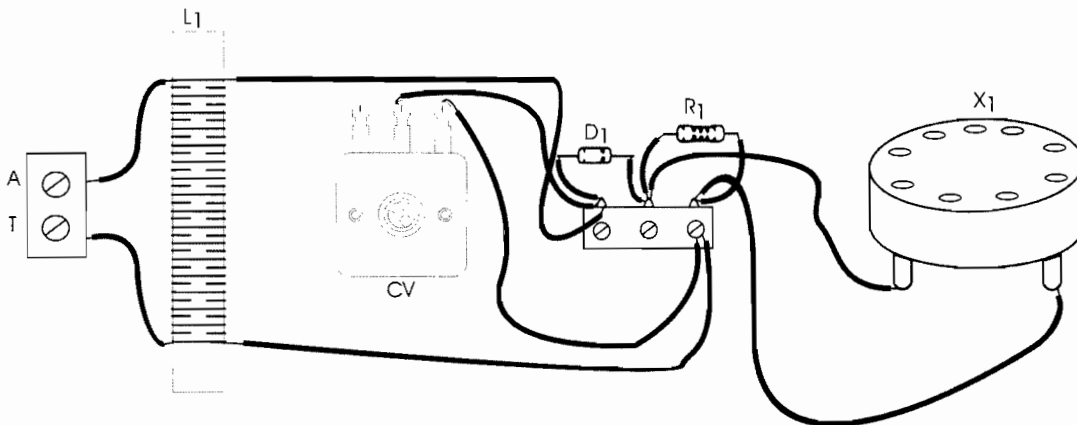


Figura 2

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA MOTORES DC

O controle de velocidade exibido na **figura 1** utiliza um amplificador operacional e um transistor NPN de potência que deve ser montado num bom radiador de calor. A realimentação é feita pela entrada inversora, enquanto que a velocidade é ajustada no potenciômetro P_1 . Pode-se controlar o circuito também a partir de uma tensão externa aplicada ao pino 3.

Motores com correntes até 500 mA (para o BD135) e até 2 A (para o TIP31) podem ser controlados e a tensão estará na faixa de 5 a 30 V. O capacitor C_1 deve ser cerâmico. Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem desse controle.

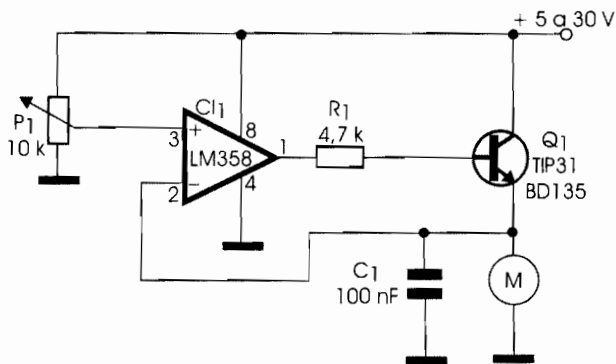


Figura 1

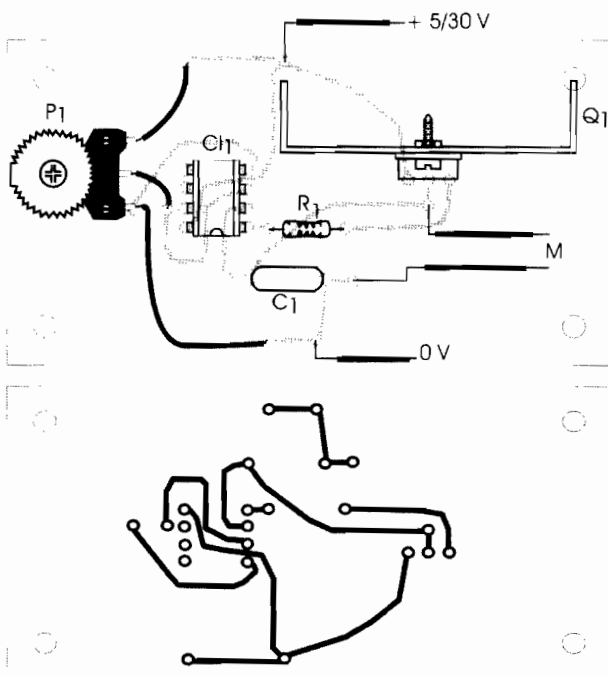


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

C_1 - LM358 - Amplificador operacional, circuito integrado
 Q_1 - BD135 ou TIP31 - Transistor de potência NPN
 P_1 - 10 k Ω - potenciômetro
 R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
 M - Motor de corrente contínua
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

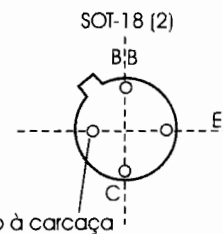
INFORMAÇÃO

BF115

Transistor NPN de RF de uso geral. O invólucro metálico tem o quarto terminal ligado à carcaça de modo a servir de blindagem, conforme ilustra a figura.

BF115

Transistor NPN de RF para uso geral em rádio e TV



V_{CE0}	30 V
I_C	30 mA
P_{TOT}	145 mW
$h_{FE} (I_C = 1 \text{ mA})$	45 - 165
f_T	230 MHz
$f_{TIP} @ 100 \text{ MHz}$	4 dB

FREIO DINÂMICO

No circuito da **figura 1**, quando o interruptor é aberto, a força contra-eletromotriz gerada pelo motor em movimento é curto-circuitada pelo transistor, fazendo com que tenhamos um efeito de frenagem dinâmica. O transistor dissipa a energia necessária

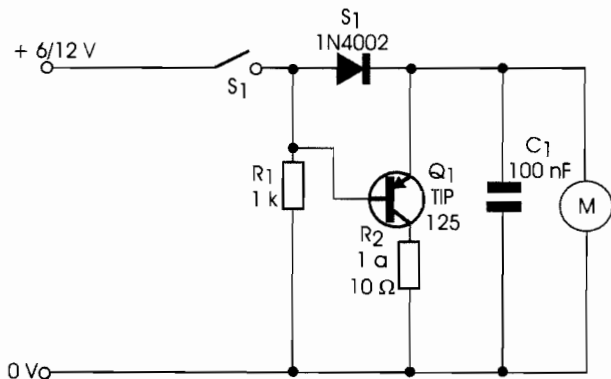


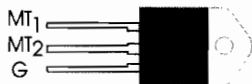
Figura 1

INFORMAÇÃO

TIC253/263 TRIACs para 20 e 25 A

Esses TRIACs são recomendados para aplicações no controle de circuitos alimentados pela rede de energia. O invólucro com a identificação dos terminais é mostrado na figura.

TIC253/263 TRIACs de 20 e 25 A



	TIC253	TIC263	
$I_{(SRMS)}$	20	25	A
I_{GTM}	50	50	mA
I_h	50	50	mA

Sufixos:
B - 200 V
D - 400 V
E - 500 V
M - 600 V

à frenagem devendo, portanto, ser montado em radiador de calor. Com o transistor indicado, motores de até 1 A podem ser utilizados.

O resistor R_2 determina a ação de frenagem, podendo ficar na faixa de valores indicada no diagrama. Esse resistor deve ser de fio para dissipar a energia gerada no processo de frenagem. Na **figura 2** vemos uma placa de circuito impresso para a montagem desse circuito.

Motores de 6 a 12 V podem ser utilizados e com a troca do transistor, podem ser empregados motores de maiores correntes. O diodo D_1 pode ser substituído por um tipo de ação rápida para melhor desempenho do circuito.

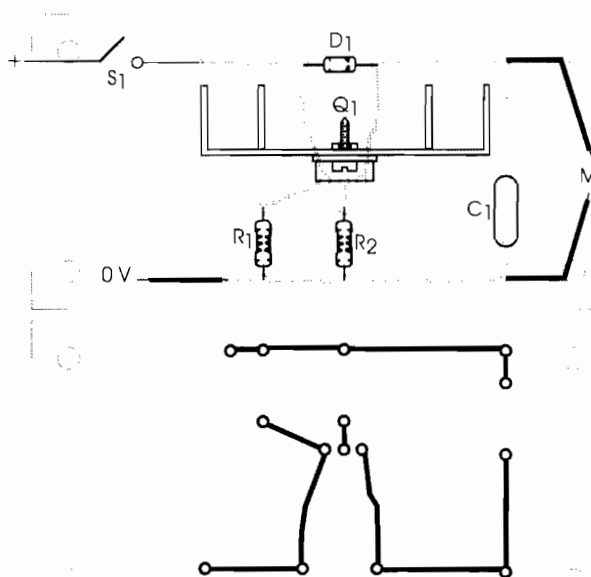


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q_1 - TIP125 - Transistor Darlington PNP
 D_1 - 1N4002 ou equivalente
 R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_2 - 1 a 10 Ω x 2 W - resistor de fio - ver texto
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
 S_1 - Interruptor simples
 M - motor de corrente contínua
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para Q_1 , fios, solda, etc.

MOTOR ACIONADO POR LUZ

Um feixe de luz incidindo no sensor, um LDR, faz com que o motor seja acionado. O circuito da **figura 1** emprega um transistor PNP de potência de acordo com a corrente exigida pelo motor. O TIP32 é recomendado para motores até 2 A e o TIP42 para

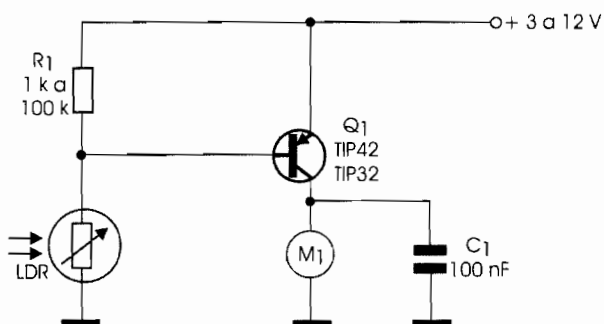


Figura 1

INFORMAÇÃO

TIP145/146/147

Transistor PNP Darlington de Potência

Indicados para aplicações em controle, amplificadores de áudio, etc. Complementares dos TIP140/141/142. Na **figura** vemos o invólucro com a identificação dos terminais.

TIP145/146/147
Transistores PNP Darlington de Potência



	TIP145	TIP146	TIP147
V _{CBO}	60	80	100
V _{CEO}	60	80	100
V _{EB0}	-	5 V	-
P _d	-	125 W	-
I _C	-	10 A	-
h _{FE}	-	1000 (mín)	-

Complementares: TIP140/141/142

motores até 4A. Nos dois casos, o transistor deve ser montado em radiador de calor.

O resistor R₁ deve ser escolhido de acordo com a intensidade da luz que deve acionar o circuito. Pode ser usado um *trimpot* de 10 kΩ para melhor ajuste. Maior diretividade pode ser obtida instalando-se o LDR num tubo opaco, até mesmo com uma lente. Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse controle.

Qualquer LDR comum pode ser usado como sensor e o capacitor C₁ deve ser cerâmico.

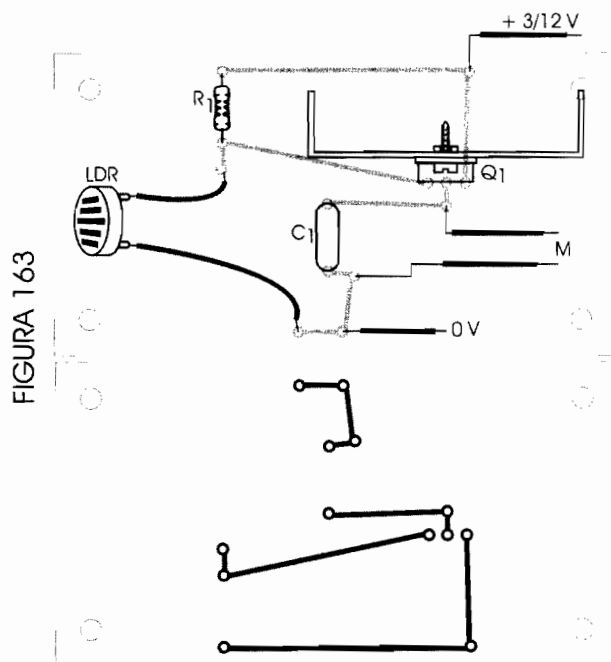


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q₁ - TIP32 ou TIP42 - Transistor PNP de potência
 R₁ - 1 k a 100 kΩ x 1/8 W - resistor - ver texto
 C₁ - 100 nF - capacitor cerâmico
 LDR - Qualquer LDR comum
 M₁ - Motor de corrente contínua
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

GERADOR DE MAT

Muito Altas Tensões (MAT) podem ser geradas com o circuito apresentado na **figura 1**. A bobina pode ser de ignição de automóvel ou um *fly-back* de TV em que tenhamos enrolado de 8 a 15 espiras de fio comum na parte inferior do núcleo de ferrite exposto. O circuito não é isolado da rede, devendo ser tomado especial cuidado com o isolamento das partes expostas.

O ponto de melhor rendimento é ajustado no *trimpot*. Observe que C_2 é um capacitor de alta tensão com tensão de trabalho de 200 V pelo menos se a rede for de 110 V, e 400 V no caso da rede de

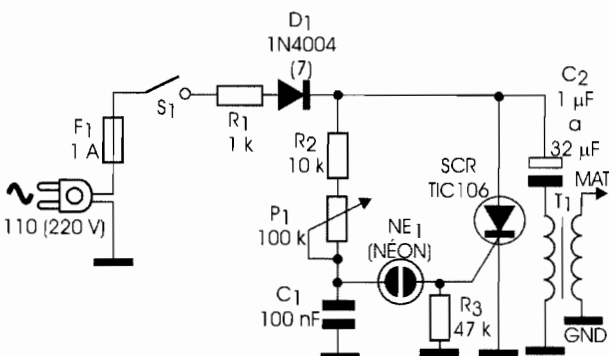


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- SCR - TIC106(D) - diodo controlado de silício
- D₁ - 1N4004(7) - diodo retificador de silício
- NE₁ - lâmpada néon
- R₁ - 1 kΩ (2,2 kΩ) x 10 W - resistor de fio
- R₂ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R₃ - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- C₁ - 100 nF - capacitor cerâmico para 100 V ou mais
- C₂ - 1 µF a 32 µF x 200 V (400 V) - capacitor eletrolítico
- P₁ - 100 kΩ - potenciômetro
- S₁ - Interruptor simples
- F₁ - 1A - fusível
- T₁ - Transformador de alta tensão - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, fios, solda, etc.

220 V. Os valores entre parênteses são para a rede de 220 V. Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem.

Esse circuito pode gerar tensões de 5 kV a 30 kV, dependendo apenas de T₁.

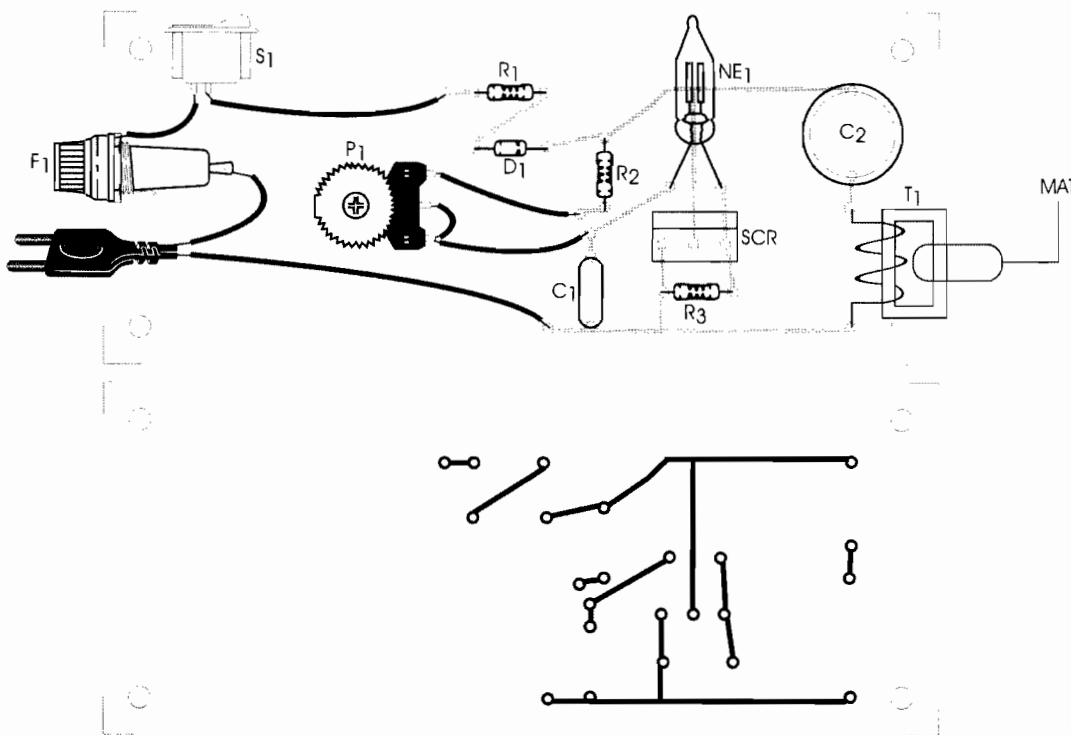


Figura 2

GERADOR DE RUÍDO BRANCO - I

O circuito ilustrado na **figura 1** aproveita o ruído térmico gerado na junção base/emissor de um transistor comum, quando polarizada no sentido inverso. Qualquer transistor de silício de uso geral pode ser utilizado. A saída do circuito deve ser aplicada à entrada de um bom amplificador.

Os capacitores são comuns e a fonte de alimentação deve ter boa regulagem. O consumo do aparelho é extremamente baixo. Observe que o terminal de coletor do transistor é mantido propositalmente desligado (NC = não conectado).

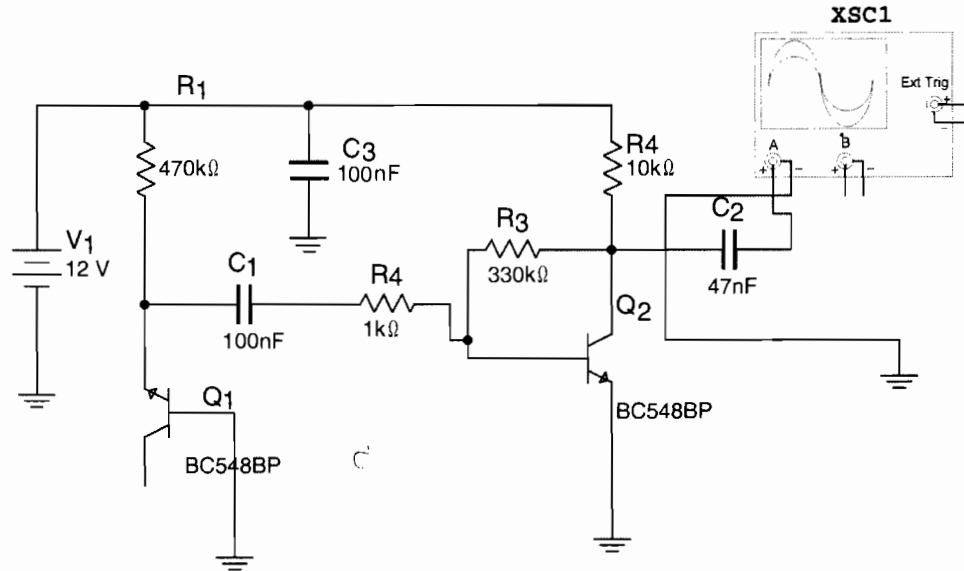


Figura 1

O ganho da etapa amplificadora é dado pelo resistor R_3 , que pode ser alterado. Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste circuito.

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - Qualquer transistor NPN de silício de uso geral
- Q_2 - BC548 - transistor NPN de silício de uso geral
- R_1 - 470 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo
- R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - marrom, preto, vermelho
- R_3 - 330 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, amarelo
- R_4 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- C_1, C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 47 nF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

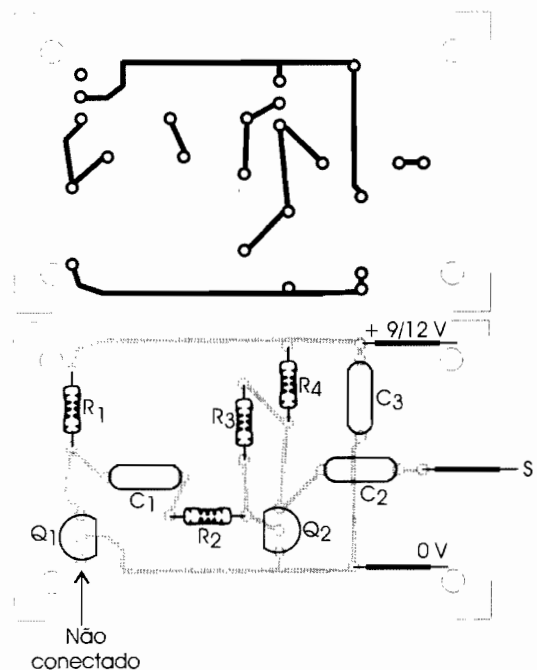


Figura 2

GERADOR DE RUÍDO BRANCO - II

O ruído é produzido pela agitação térmica dos átomos da junção de Q_1 (que pode ser qualquer transistor NPN). A amplificação vem do amplificador operacional, cujo ganho é determinado por P_1 . O circuito é exibido na **figura 1** e a alimentação deve ser feita com tensão bem filtrada de 12 V. O consumo do circuito é bastante baixo e o sinal deve ser aplicado à entrada de um bom amplificador de áudio.

Q_1 pode ser qualquer transistor, como o BC548, e o amplificador operacional pode ser substituído por equivalentes. Na **figura 2** é vista a placa de circuito impresso para a montagem desse gerador. Observe que, como no projeto anterior de Gerador de Ruído Branco, o terminal de coletor do transistor é mantido desligado.

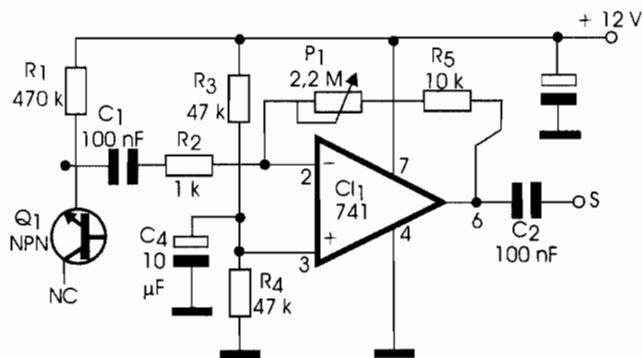


Figura 1

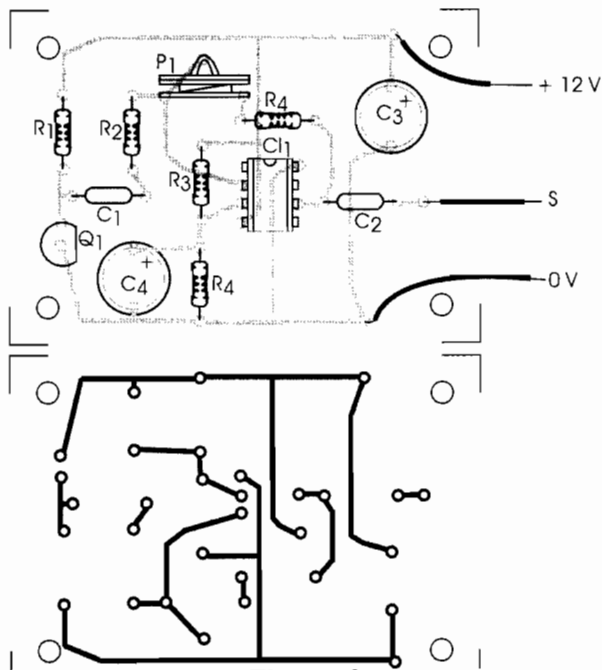


Figura 2

INFORMAÇÃO

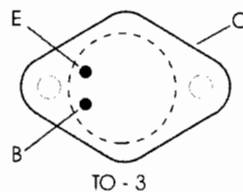
2N3021/22/23/24/25/26

Transistores PNP de Silício de Alta Potência para Comutação

Recomendados para aplicações industriais, controles de potência e comutação, esses transistores têm o invólucro mostrado na figura.

2N3021/26

PNP de Silício de Alta Potência para Comutação



TO - 3

	2N3021 2N3024	2N3022 2N3025	2N3023 2N3026
V _{CB}	- 30	- 45	- 60 V
V _{CE}	- 30	- 45	- 60 V
I _C	3	3	3 A
P _d	25	25	25 W
h _{FE}	-	20 - 60	-

LISTA DE MATERIAIS

CI₁ - 741 - circuito integrado, amplificador operacional

Q₁ - Qualquer transistor NPN de uso geral

P₁ - 2,2 MΩ - trimpot

R₁ - 470 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo

R₂ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

R₃, R₄ - 47 kΩ x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, laranja

R₅ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

C₁, C₂ - 100 nF - capacitores cerâmicos

C₃, C₄ - 10 μF x 16 V - capacitores eletrolíticos

Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fio blindado de saída, fios, solda, etc.

CHAVE DE PRIORIDADE

Na **figura 1** vemos um circuito de chave de prioridade onde as cargas podem ser lâmpadas, relés ou outros tipos de circuitos de aviso. Quando uma das chaves é acionada, a carga correspondente é ligada e a outra chave deixa de ter efeito sobre o circuito.

O circuito pode ser alimentado com tensões de 12 a 15 V, devendo ser considerada uma queda de tensão da ordem de 2 V no SCR em condução. Uma placa de circuito impresso é sugerida na **figura 2**.

Os interruptores de pressão podem ser substituí-

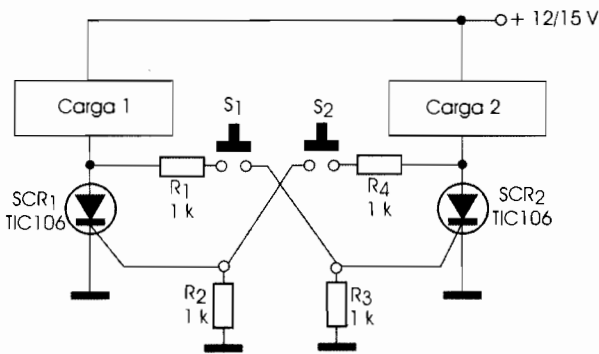


Figura 1

dos por sensores, caso em que o circuito pode ser usado em pistas de autorama ou ainda em outros tipos de competição para detectar qual o primeiro a cruzar a linha de chegada.

INFORMAÇÃO

2SC3088

Transistor NPN para Fontes Chaveadas e Reguladores de Tensão

Na **figura** temos a pinagem desse transistor de alta potência e alta tensão.

2SC3088
Regulador de fonte chaveada

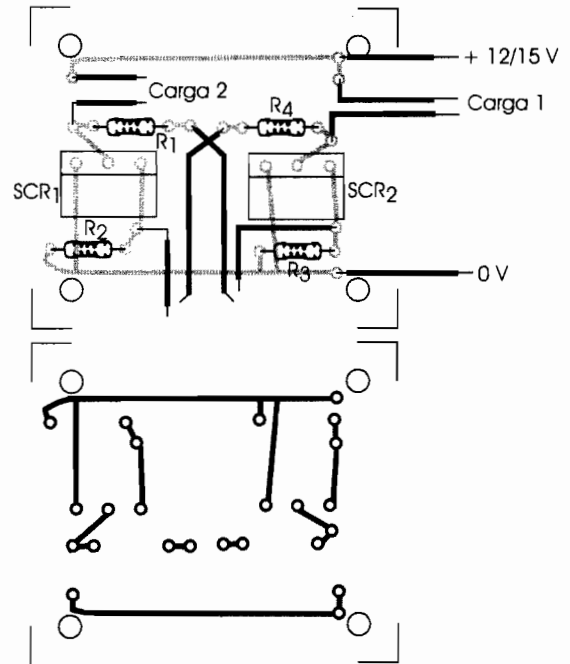
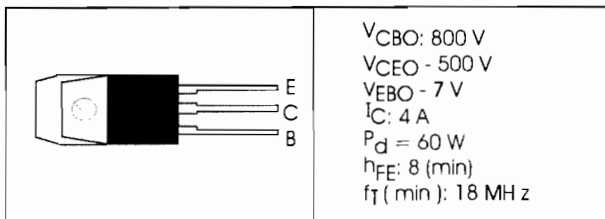


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- SCR1, SCR2 - TIC106 ou equivalente - diodos controlados de silício
- R1, R2, R3, R4 - 1 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
- S1, S2 - Interruptores de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

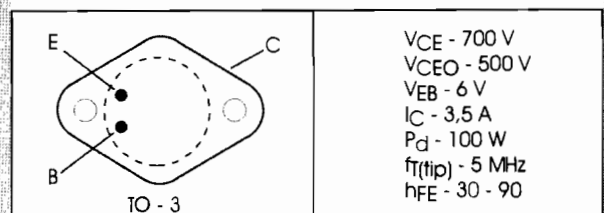
INFORMAÇÃO

2N5157

Transistor NPN de Potência de Silício

Indicado para aplicações industriais e militares de alta potência. Invólucro e pinagem na **figura**.

2N5157
NPN de Silício para aplicações de potência Industrial e Militar



PISCA-PISCA COM RELÉ - II

O circuito apresentado na **figura 1** utiliza um relé comum de baixa tensão com bobina de no máxima 50 mA para acionar de modo intermitente uma lâmpada. Podem ser usados relés de 6 ou 12 V.

O tempo das piscadas depende do valor de C_1 , que carrega-se e descarrega-se pela bobina do relé além da própria resistência dessa bobina. Nesse circuito são empregados dois contatos reversíveis de modo que podemos controlar o relé com uma baixa tensão e alimentar a carga com alta tensão, da rede de energia, por exemplo. Como se trata de montagem que depende do tipo de relé utilizado, não damos a placa de circuito impresso.

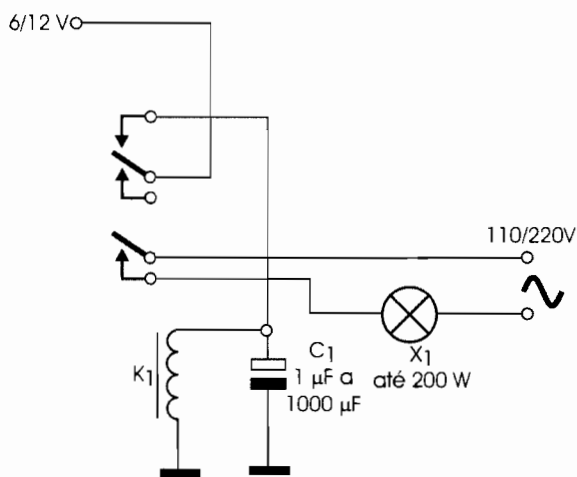


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- K_1 - Relé sensível de 6 ou 12 V
- C_1 - 1 a 1 000 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
- X_1 - Lâmpada ou carga
- Diversos: fios, solda, fonte de alimentação, etc.

INFORMAÇÃO

TIP140/141/142

Transistores NPN Darlington de Potência

Esses transistores são indicados para controles de potência, amplificadores de áudio e outras aplicações de alta corrente. A pinagem é mostrada na **figura**.

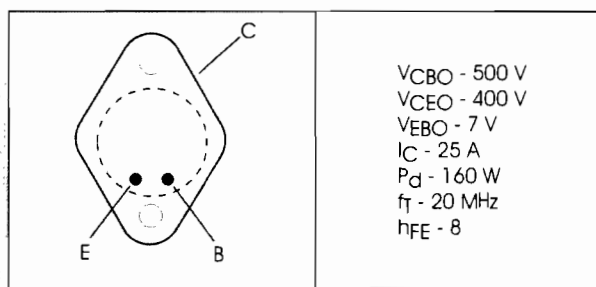
INFORMAÇÃO

2SC3065

Transistor NPN de Potência

Esse transistor é indicado para aplicações em fontes chaveadas e reguladores lineares de tensão. Sua pinagem é fornecida na **figura**.

2SC3065
NPN - Regulador para fontes chaveadas



TIP140/141/142
NPN - Darlington de Potência



	TIP140	TIP141	TIP142
V_{CB}	60	80	100 V
V_{CE}	60	80	100 V
V_{BE}	5	5	5 V
I_C	-	10 A	-
P_d	-	125 W	-
h_{FE}	-	1000 (mín)	-

Complementares: TIP145/146/147

PISCA-PISCA COM RELÉ - I

No circuito da **figura 1**, o capacitor se carrega e em seguida o relé fecha seus contactos. Com a descarga lenta do capacitor o relé se mantém com os contactos fechados por algum tempo, abrindo depois para uma nova carga. O tempo de carga e descarga depende da corrente do relé e do valor do capacitor. O circuito pode controlar lâmpadas de 6 ou 12 V, conforme a capacidade dos contactos do relé usado.

Como a configuração de placa depende do relé e são utilizados apenas 2 componentes, fica por conta do leitor o seu projeto.

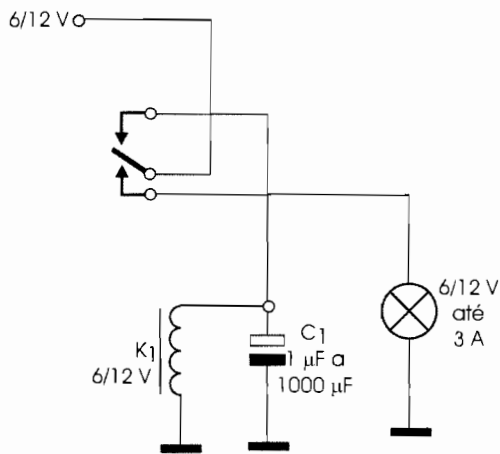


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

K_1 - Relé de 6 ou 12 V x 50 mA ou mais sensível
 C_1 - 1 a 1000 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Relações Trigonométricas

Temos, a seguir, as principais relações trigonométricas.

RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

$$\begin{aligned} \text{Sen}2\alpha + \text{Cos}2\alpha &= 1 & \text{Sen}(\alpha + \beta) &= \text{Sen}\alpha \cdot \text{Cos}\beta + \text{Cos}\alpha \cdot \text{Sen}\beta \\ \text{Sec}2\alpha + \text{Tg}2\alpha &= 1 & \text{Cos}(\alpha + \beta) &= \text{Cos}\alpha \cdot \text{Cos}\beta - \text{Sen}\alpha \cdot \text{Sen}\beta \\ \text{Cosec}2\alpha + \text{Cotg}2\alpha &= 1 & \text{Tg}(\alpha + \beta) &= \frac{\text{Tg}\alpha + \text{Tg}\beta}{1 - \text{Tg}\alpha \cdot \text{Tg}\beta} \end{aligned}$$

INFORMAÇÃO

Solução & Informação

2SA1403

Transistor de Saída de Vídeo

Trata-se de um transistor indicado para saída de vídeo de TRCs de alta definição. Seu invólucro com a identificação dos pinos é visto na **figura**.

2SA1403

Saída de vídeo para TRC de alta definição

	V_{CBO} : 80 V V_{CEO} : 60 V V_{EBO} : 4 V I_C : 1 A P_{TOT} : 10 W f_T (min): 800 M z $h_{FE}(C)$: 40/80 D - 60/120 E - 100/200 F - 160/320
	Complementar: 2SC3597

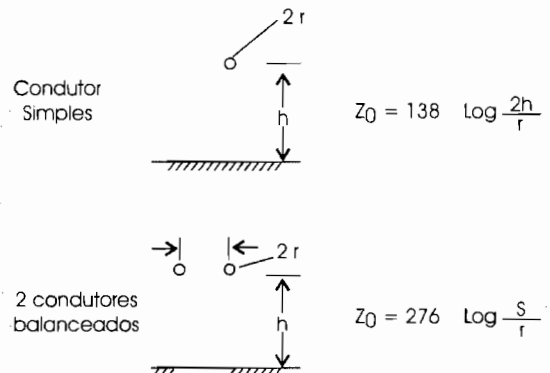
INFORMAÇÃO

Características de Linhas de Transmissão

Na **figura** ilustramos linhas de transmissão formadas por um condutor e por dois condutores balaceados, com as fórmulas que permitem calcular sua impedância.

Veja que r é o raio do fio e h a distância que os separa da terra. S é a distância de separação entre os condutores no caso da linha balanceada.

Características Linhas de Transmissão - I



CONTROLE LÓGICO DE RELÉS

Com o circuito mostrado na **figura 1** podemos controlar dois relés a partir dos níveis lógicos alto e baixo (1/0) aplicados à entrada. Com o nível alto, aciona o relé K_1 e com o nível baixo, aciona o relé K_2 . Os relés são sensíveis com correntes máximas de bobina de 50 mA.

O circuito é sensível o bastante para ser acionado diretamente por funções lógicas TTL ou CMOS. Cargas de maior potência podem ser controladas, em lugar dos relés, com a troca dos transistores. Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementar este circuito.

Observe que a tensão de alimentação deve ser de acordo com a tensão exigida pelos relés.

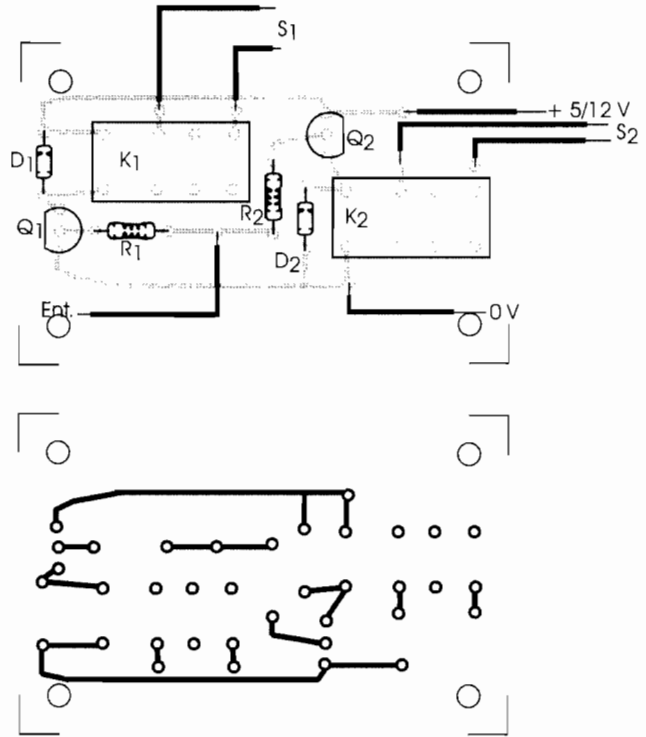
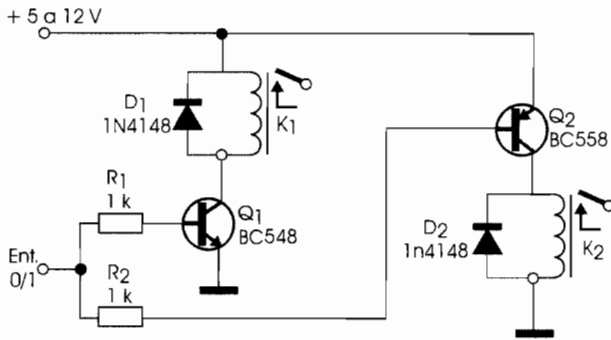


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

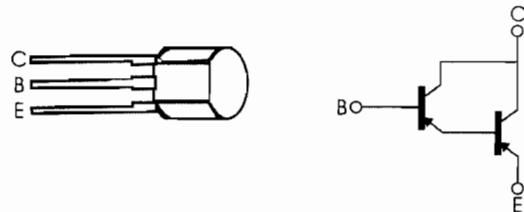
- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 - transistor PNP de uso geral
- D_1, D_2 - 1N4148 - diodos de uso geral
- K_1, K_2 - Relés de 50 mA - tensão conforme a alimentação
- R_1, R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BC517 Transistor Darlington NPN de Uso Geral

Este transistor é indicado para aplicações de baixas frequências e correntes contínuas, tendo a pinagem mostrada na **figura 217**.

BC517
Transistor Darlington NPN de Baixa Potência



- $V_{CBO} = -40$ V
- $V_{CEO} = -30$ V
- $V_{EBO} = -10$ V
- $I_C = 400$ mA
- $P_d = 625$ mW
- $h_{FE} = 5000$ (2 V/20 mA)

FONTE DE CORRENTE CONSTANTE

A **figura 1** mostra uma maneira simples de se obter um regulador de corrente usando-se um transistor e um diodo zener como base. Nesse circuito a intensidade da corrente, que chega a um máximo de 1 A, é ajustada em P_1 . O transistor deve ser escolhido de acordo com a intensidade da corrente, lembrando que o BD136 é recomendado para correntes até 500 mA.

O diodo zener pode ter tensões na faixa indicada e é de tipo com 400 mW ou mais de dissipação. Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação desse regulador. Observamos que a tensão na carga deve ser menor que a tensão de entrada.

O transistor de potência deve ser dotado de radiador de calor e P_1 é de fio.

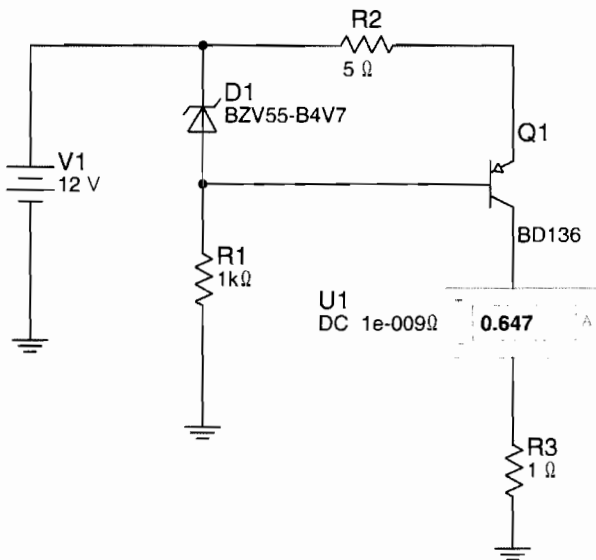


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - BD136/TIP32 ou TIP42 - Transistores PNP de potência
- Z_1 - 3V6 a 4V7 - diodo zener
- R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_2 - 0,1 Ω x 1 W - resistor de fio
- P_1 - 10 Ω - potenciômetro de fio
- Diversos: Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

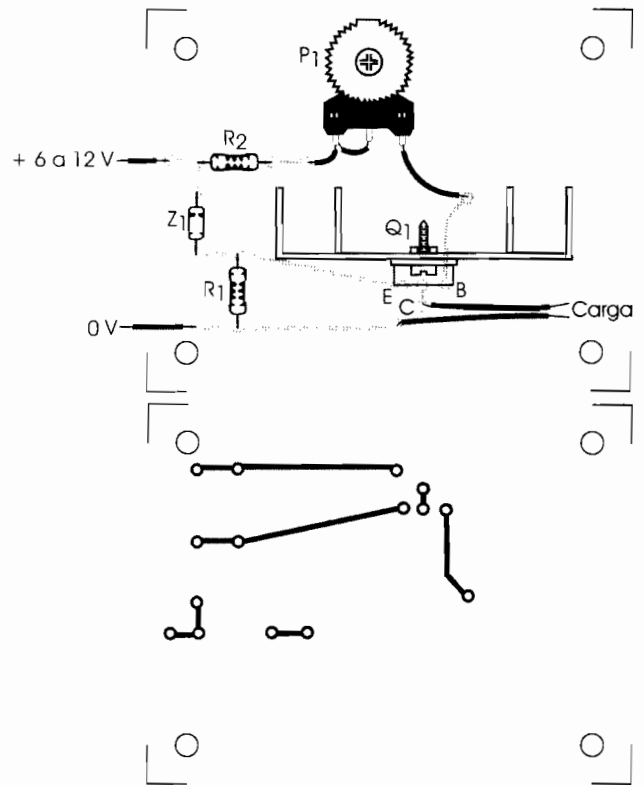


Figura 2

INFORMAÇÃO

SK09 Diodo Retificador para 1,1 A

Esses diodos são usados em fontes de alimentação e seu aspecto é visto na **figura**.

SK09 Diodo Retificador 1,1 A

	I_{FAV} - 1,1 A
	I_{FRMS} - 3,0 A
	Sufixo: D06 - 600 V
	D08 - 800 V
	D09 - 900 V
	D10 - 1000 V

CONTROLE DE MOTOR COM SUS E SCR

O controle para motores de corrente alternada apresentado na **figura 1** utiliza um SCR e um SUS (Chave Unilateral de Silício). Os valores entre parênteses são para a rede de 220 V. O sufixo do SCR deve ser B se a rede for de 110 V, e D se a rede for de 220 V. Motores até 3 A ampères de corrente podem ser controlados por este circuito.

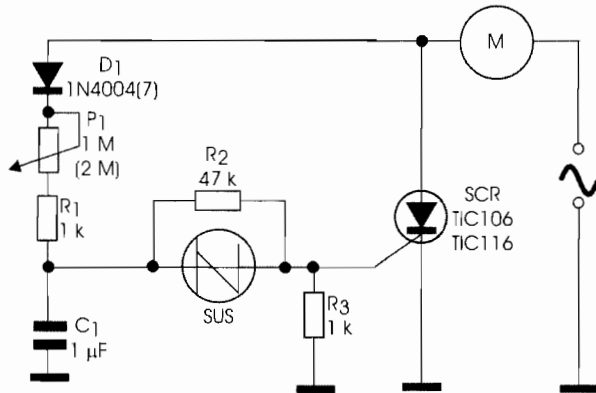


Figura 1

Na **figura 2** sugerimos uma placa de circuito impresso para a montagem deste controle.

O SCR deve ser dotado de radiador de calor. Eventualmente, o resistor R_2 assim como R_3 devem ser alterados para se obter as condições ideais de disparo do SCR. Qualquer SUS pode ser usado neste circuito.

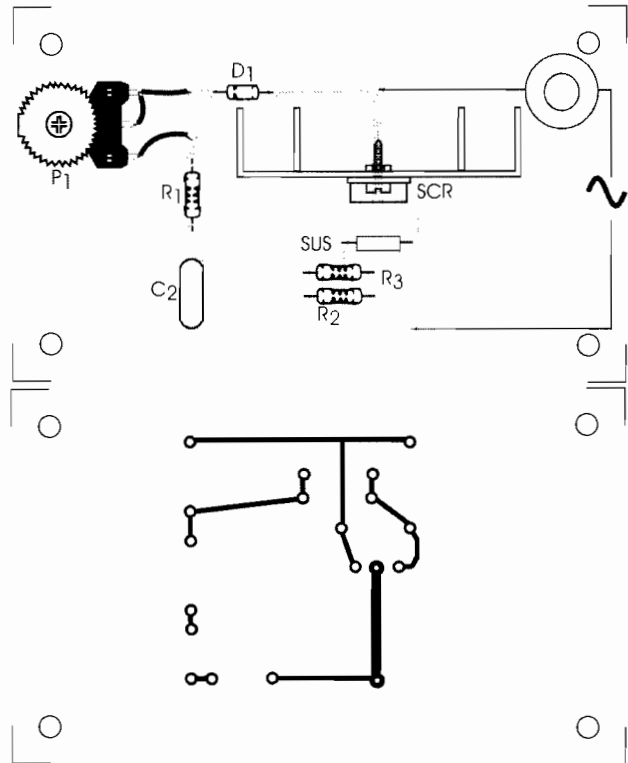


Figura 2

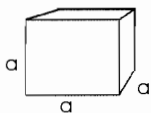
INFORMAÇÃO

Fórmulas de Área e Volume - I

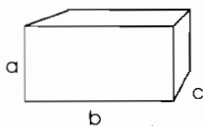
Na **figura** temos as fórmulas para os cálculos das áreas laterais (superfície) e dos volumes do cubo e do paralelepípedo. Observamos que as unidades de medida devem ser mantidas coerentes.

FÓRMULAS DE ÁREA E VOLUME - I

Cubo



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Volume} = a^3 \\ \text{Área da Superfície} = 6a^2 \\ \text{Diagonal} = 1,7321a \end{array} \right.$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Volume} = abc \\ \text{Área da Superfície} = 2(ab+bc+ac) \\ \text{Diagonal} = \sqrt{a^2+b^2+c^2} \end{array} \right.$$

LISTA DE MATERIAIS

SCR - TIC106 ou equivalente - diodo controlado de silício
 SUS - Chave Unilateral de Silício - qualquer
 D₁ - 1N4004(7) - diodo retificador
 P₁ - 1 MΩ (2,2MΩ) - potenciômetro
 R₁, R₃ - 1 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
 R₂ - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 C₁ - 1 µF - capacitor de poliéster
 M - motor universal de corrente alternada
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, cabo de força, fios, solda, etc.

AQUECEDOR COM TERMOSTATO

Na **figura 1** mostramos como usar um TRIAC em conjunto com um termostato para controlar um aquecedor. Evidentemente, o termostato deve ficar em contacto térmico com o aquecedor para poder ligar e desligar o circuito. Veja que o termostato é do tipo que liga quando a temperatura abaixa.

O TRIAC indicado controla até 8 A e deve ser sufixo B se a rede for de 110 V, e sufixo D para o caso da rede de 220 V. Como se trata de circuito com poucos componentes não será necessário usar placa de circuito impresso. A montagem pode ser feita com a utilização de uma ponte de terminais ou soldando diretamente os fios e resistor no TRIAC montado no dissipador de calor.

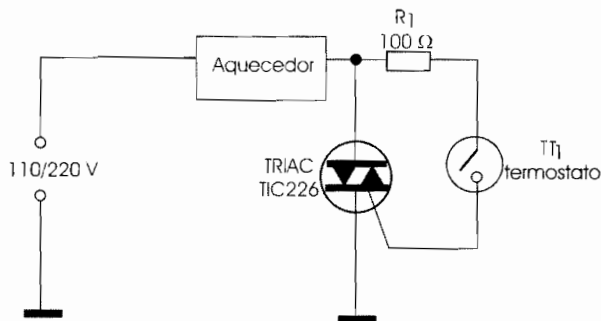


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

TRIAC - TIC226 ou equivalente para maior corrente
 R_1 - 100 Ω x 2 W - resistor de fio
 T_1 - termostato conforme a aplicação
 Diversos: fios, radiador de calor para o Triac, solda, etc.

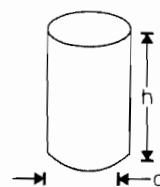
INFORMAÇÃO

Fórmulas de Área e Volume - II

Na **figura** temos as fórmulas para os cálculos das áreas laterais (superfície) e dos volumes do cilindro e do cone. Observamos que as unidades de medida devem ser mantidas coerentes.

FÓRMULAS DE ÁREA E VOLUME - II

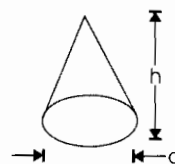
Cilindro reto



$$\text{Volume : } V = 0,7854d^2 h$$

$$\text{Área Superficial: } A = 1,5708d(2h + d)$$

Cone



$$\text{Volume: } 0,2618d^2 h$$

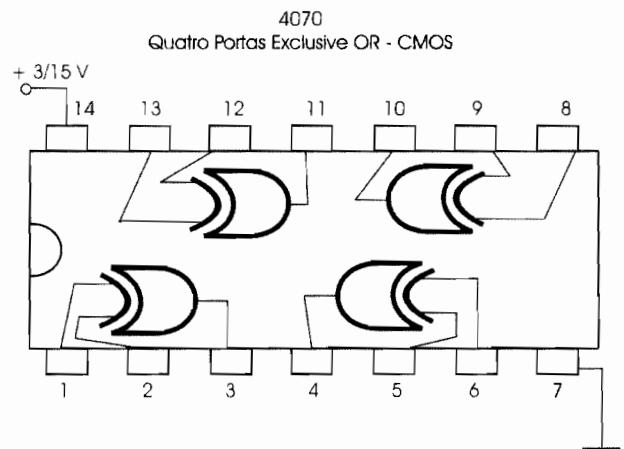
$$\text{Área Superficial: } 1,5708d(0,5d + 1)$$

INFORMAÇÃO

4070

Quatro portas *Exclusive OR* (OU Exclusivo)
 CMOS

Este circuito integrado CMOS consta de quatro portas independentes com a pinagem ilustrada na **figura**.



LÂMPADA COM RETARDO

A finalidade do circuito ilustrado na **figura 1** é acender uma lâmpada somente depois de algum tempo após o acionamento da alimentação. Lâmpadas até 1 A podem ser usadas e deve ser considerada uma queda de tensão da ordem de 2 V no SCR em condução.

O tempo de retardo é dado pela constante de tempo do circuito R_1/C_1 . Com $1\text{ M}\Omega$ e $1000\ \mu\text{F}$ esse retardo pode ultrapassar 15 minutos. Uma aplicação prática para esse circuito é como temporizador. R_1 pode ser substituído por um potenciômetro em série com um resistor de $10\text{ k}\Omega$ para essa finalidade. Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse circuito.

Para lâmpadas acima de 500 mA, o SCR deve ser dotado de um pequeno radiador de calor. Observamos que os transistores unijunção já são componentes superados e que, por isso, o leitor deve consultar sua disponibilidade antes de realizar este projeto.

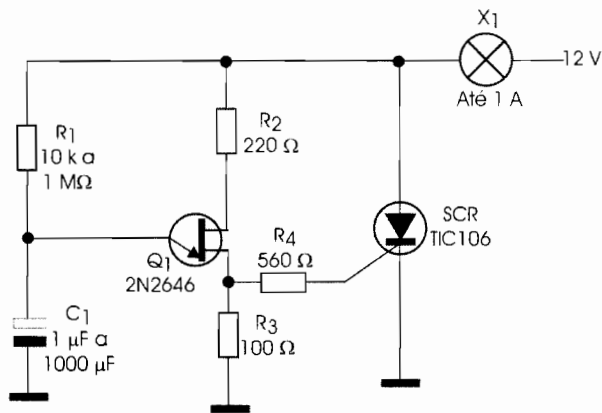


Figura 1

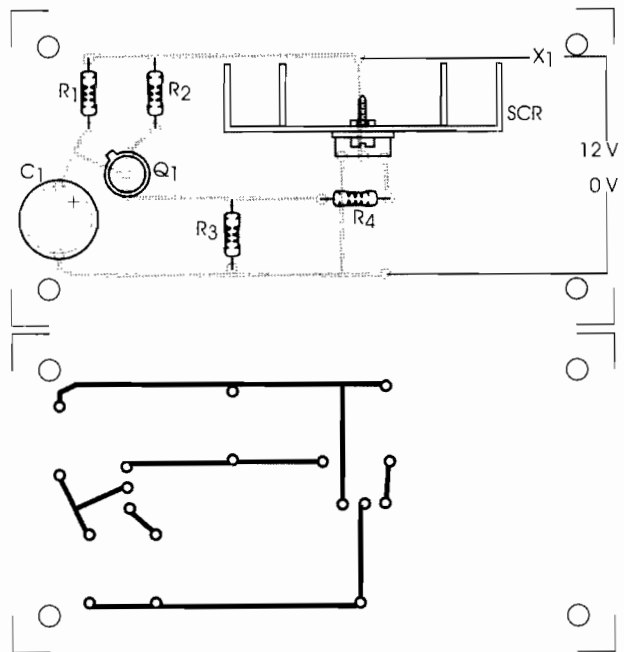


Figura 2

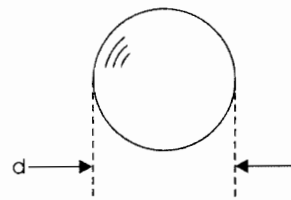
INFORMAÇÃO

Fórmulas de Área e Volume - III

Na **figura** temos as fórmulas para os cálculos das áreas laterais (superfície) e dos volumes da esfera e toróide. Observamos que as unidades de medida devem ser mantidas coerentes.

FÓRMULAS DE ÁREA E VOLUME - III

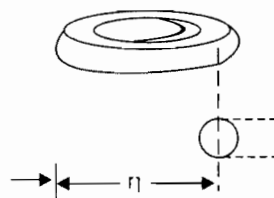
Esfera



Volume :
 $V = 0,5236d^3$

Área Superfície:
 $S = 3,1416d^2$

Toróide



Volume:
 $V = 19,739r^2$

Área Superfície:
 $S = 39,478r$

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - 2N2646 - transistor unijunção
- SCR - TIC106 - diodo controlado de silício
- R_1 - $10\text{ k}\Omega$ a $1\text{ M}\Omega$ - resistor
- R_2 - $220\ \Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - vermelho, vermelho, marrom
- R_3 - $100\ \Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - marrom, preto, marrom
- R_4 - $560\ \Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - verde, azul, marrom
- C_1 - $1\ \mu\text{F}$ a $1000\ \mu\text{F}$ x 12 V - capacitor eletrolítico
- X_1 - Lâmpada de 12 V até 1 A
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

CHAVE COM RETARDO

Nesse circuito, o relé só fecha seus contatos depois de decorrido algum tempo após o fechamento da chave S_1 . O circuito exibido na **figura 1** usa um SCR e o relé deve ser escolhido com uma tensão 2 V menor que a alimentação para compensar a queda na condução do dispositivo semicondutor. Por exemplo, para um relé de 6 V alimente o circuito com 8 ou 9 V.

O tempo de retardo é dado pela constante de tempo R_1/C_1 , sendo os valores-limite desses componentes dados no próprio diagrama. Com 1 M Ω e 1 000 μ F obtemos aproximadamente 15 minutos de retardo. Na **figura 2** vemos uma placa de circuito impresso para implementação da chave de retardo.

Foi previsto o uso de um relé com pinagem DIL. Se outros tipos de relé forem colocados, a placa deverá ser alterada.

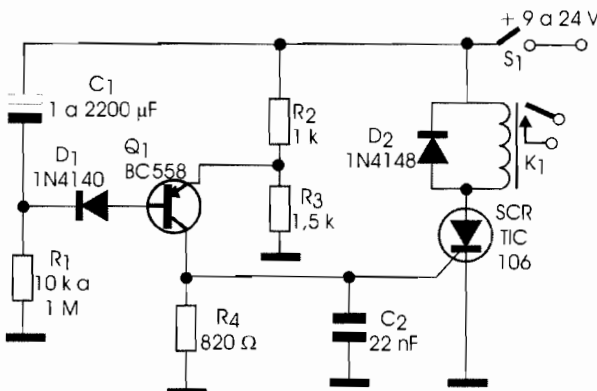


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

SCR - TIC106 - diodo controlado de silício
 Q_1 - BC558 - transistor PNP de uso geral
 D_1, D_2 - 1N4148 - diodos de silício de uso geral
 R_1 - 10 k Ω a 1 M Ω - resistor - ver texto
 R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_3 - 1,5 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, vermelho
 R_4 - 820 Ω - cinza, vermelho, marrom
 C_1 - 1 a 2200 μ F - capacitor eletrolítico - tensão conforme a alimentação
 K_1 - Relé de 50 mA conforme alimentação
 S_1 - Interruptor simples
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

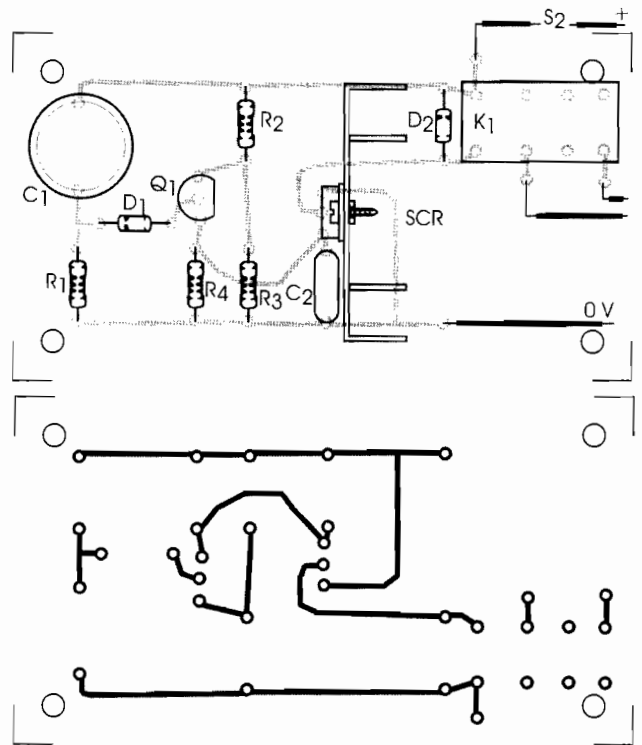


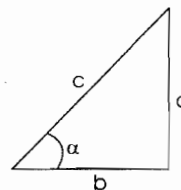
Figura 2

INFORMAÇÃO

Funções Trigonométricas

Na **figura** temos as denominações para os lados do triângulo trigonométrico e o ângulo para as quais elas são definidas.

FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS



$$\text{Seno } \alpha = \text{sen } \alpha = \frac{a}{c}$$

$$\text{Cosseno } \alpha = \text{cos } \alpha = \frac{b}{c}$$

$$\text{Tangente } \alpha = \text{tg } \alpha = \frac{a}{b}$$

$$\text{Co-tangente } \alpha = \text{cotg } \alpha = \frac{b}{a}$$

$$\text{Secante } \alpha = \text{sec } \alpha = \frac{c}{b}$$

$$\text{Co-secante } \alpha = \text{cosec } \alpha = \frac{c}{a}$$

ALARME DE FUMAÇA

Uma lâmpada e um LDR são colocados em lados opostos de uma chaminé. A alteração da passagem da luz pela presença de fumaça dispara o alarme. É claro que o circuito da **figura 1** também pode ser usado para detectar incêndios, dada a mudança da transparência do ar pela presença de fumaça. O sensor é um LDR e a lâmpada pode ser de qualquer tipo, dependendo apenas da distância que deve ficar do sensor.

O ajuste da sensibilidade é feita em P_1 e S_1 serve para *resetar* o circuito depois do disparo. O sensor pode ter sua diretividade e sensibilidade aumentadas se for instalado num tubo opaco com uma lente convergente. Na **figura 2** vemos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste alarme.

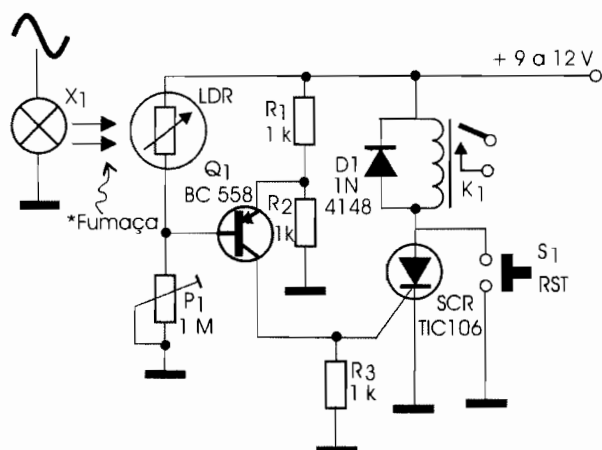


Figura 1

O SCR não precisa de dissipador porque a corrente do relé é baixa. Deve ser prevista uma queda de tensão de 2 V no SCR em condução, assim, o relé deve ser acionado com uma tensão menor do que a alimentação. Use um relé de 6 V se a alimentação for de 9 V, por exemplo.

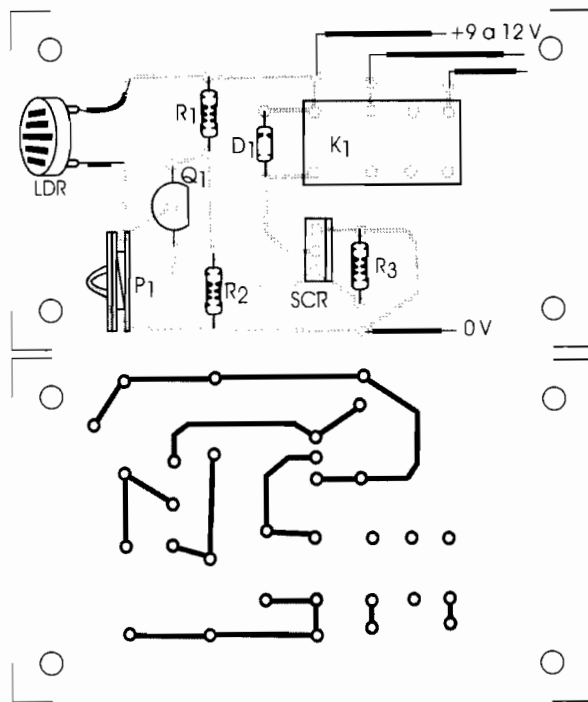


Figura 2

INFORMAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS

- SCR - TIC106 ou equivalente - diodo controlado de silício
- Q_1 - BC558 - Transistor PNP de uso geral
- LDR - qualquer LDR comum
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- K_1 - Relé de 9 a 12 V com 50 mA de bobina
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- X_1 - Lâmpada emissora - ver texto
- P_1 - 1 M Ω - trimpot
- R_1, R_2, R_3 - 1 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

2SD879

Transistor NPN de Baixa Tensão

Esse transistor é indicado para circuitos alimentados por tensões de 1,5 e 3 V como os que usam pilhas de Nicad. A pinagem é ilustrada na **figura**.

2SD879
NPN para 1,5 E 3 V - Nicad



VCBO - 30 V
VCEX - 20 V
IC - 3 A
f_T(tip) - 210 MHz

ALARME DE PASSAGEM

O corte do feixe de luz que incide no LDR, faz com que o SCR dispare, acionando o alarme. No circuito da **figura 1**, o sensor é qualquer LDR comum cuja sensibilidade e diretividade podem ser aumentadas se ele for instalado num tubo opaco com uma lente. O ajuste do ponto de disparo é feito em P_1 .

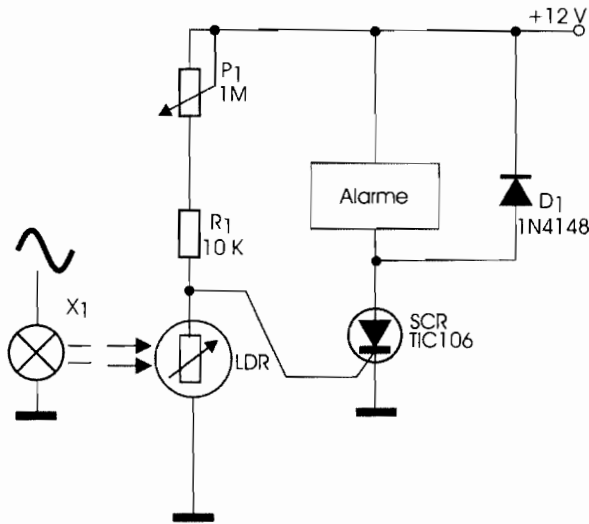


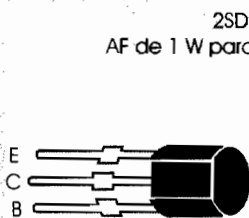
Figura 1

INFORMAÇÃO

2SD734

NPN de Baixa Potência

Transistor de áudio de 1 W para aplicação em comutadores, amplificadores e conversores DC/DC. Na **figura** vemos o invólucro e pinagem. Complementar: 2SB698.



Complementar: 2SB698

2SD734 (NPN)
AF de 1 W para conversores DC/DC

V_{CBO} - 25 V
 V_{CEO} - 20 V
 I_C - 700 mA
 P_d - 0,6 W
hFE { D - 60/120
E - 100/200
F - 160/320
G - 280/560
 f_T - 250 MHz

O alarme pode ser um *buzzer*, relé ou ainda um oscilador de áudio de boa potência. Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do alarme.

A distância máxima entre o sensor e o emissor de luz depende da potência da lâmpada, da iluminação ambiente (que pode interferir) e da existência de recursos ópticos no LDR. Lentes e tubo opaco são recomendados para se evitar a interferência da luz ambiente e se obter maior sensibilidade.

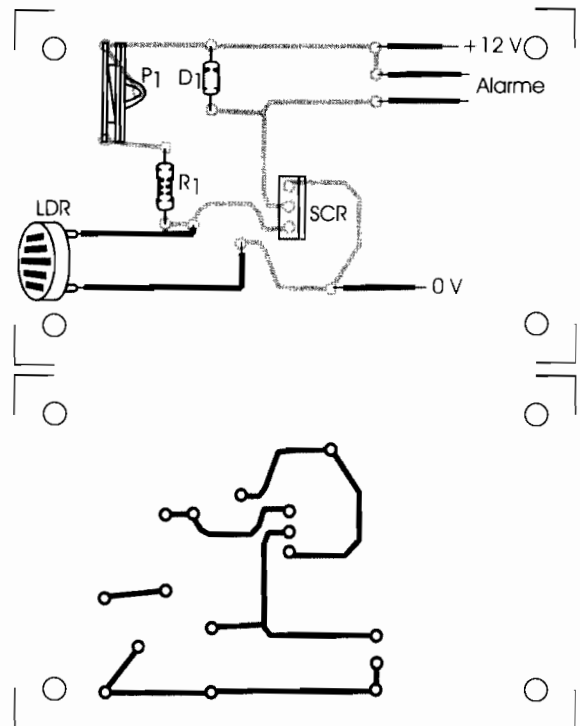


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

SCR - TIC106 - diodo controlado de silício
D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
LDR - qualquer LDR comum
P₁ - 1 MΩ - trimpot
R₁ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
X₁ - Qualquer lâmpada incandescente
Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

FLIP-FLOP COM COMPARADOR DE TENSÃO

Na **figura 1** mostramos como um comparador dos 4 existentes no circuito integrado LM339 pode ser usado num *flip-flop* tipo R-S usando sensores ou interruptores de pressão. A tensão de alimentação para a carga pode ser diferente da tensão usada no comparador.

O acionamento é feito pressionando-se por um instante os interruptores S_1 e S_2 . No caso, a carga é de 50 mA podendo ser um relé comum, já que o transistor BC558 tem uma corrente máxima de acionamento recomendada de 50 mA. Para cargas de maiores consumo podem ser usados o BD136 ou TIP32 montados em dissipadores. Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação usando um dos comparadores. Os outros comparadores podem ser utilizados com outras finalidades, uma vez que são independentes.

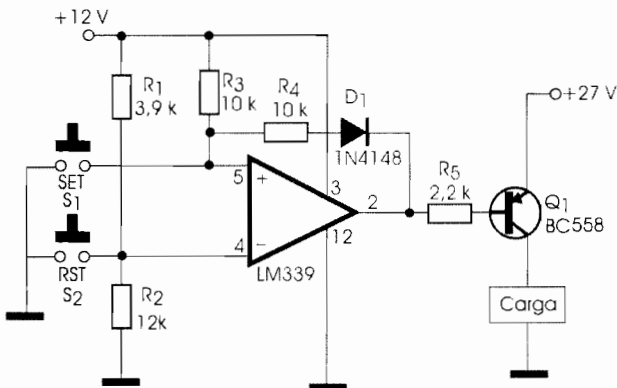


Figura 1

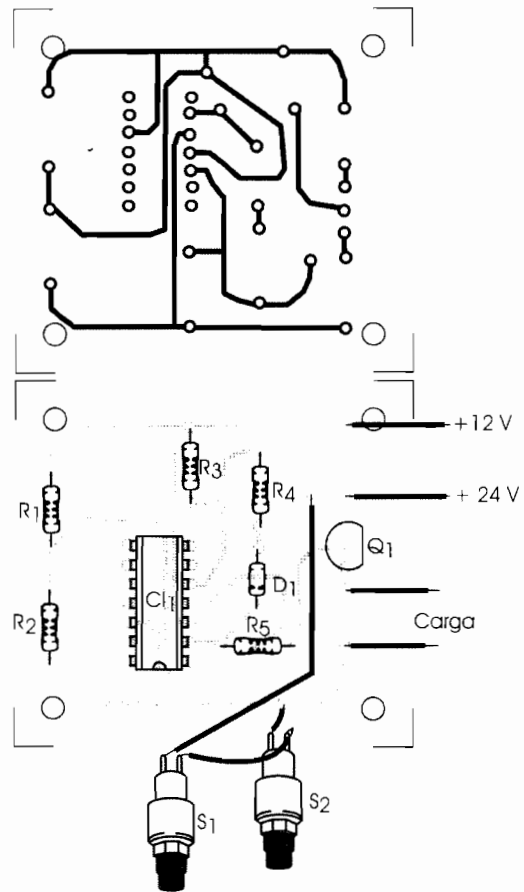


Figura 2

INFORMAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS

- IC₁ - LM339 - circuito integrado, comparador de tensão
- Q₁ - BC558 - transistor PNP de uso geral
- D₁ - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
- S₁, S₂ - Interruptores de pressão ou sensores NA
- R₁ - 3,9 k ohms x 1/8 W - resistor - laranja, branco, vermelho
- R₂ - 12 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, laranja
- R₃, R₄ - 10 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R₅ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- Diversos: placa de circuito impresso, fontes de alimentação, fios, solda, etc.

2SD1046 Transistor NPN para Áudio

Esse transistor de silício é indicado para saídas de áudio até 50 W. Sua pinagem é apresentada na **figura**. O complementar é o 2SB816.

2SD1046
NPN de 50 W para Áudio



Complementar: 2SB816

VCBO - 150 V
VCEO - 120 V
VEBO - 6 V
IC - 8 A
Pd - 80 W
f_T - 15 MHz
h_{FE} - 60-200

DETECTOR DE SOMBRA

Quando a passagem de algum objeto interrompe a luz que incide no sensor, o circuito da **figura 1** aciona um relé. A sensibilidade depende de R_1 . Pode-se ligar um potenciômetro de 1 M Ω em lugar de R_1 para se obter um ajuste de sensibilidade.

O relé é do tipo sensível de 50 ohms e o LDR pode ser qualquer tipo. A tensão de alimentação depende do relé. Para maior diretividade, o LDR pode ser instalado num tubo opaco com uma lente.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste circuito, aproveitando um dos quatro comparadores do LM339. Os demais podem ser usados com outra finalidade, pois são independentes.

O transistor pode ser substituído por um Darlington PNP de potência para acionamento direto de cargas de maior potência.

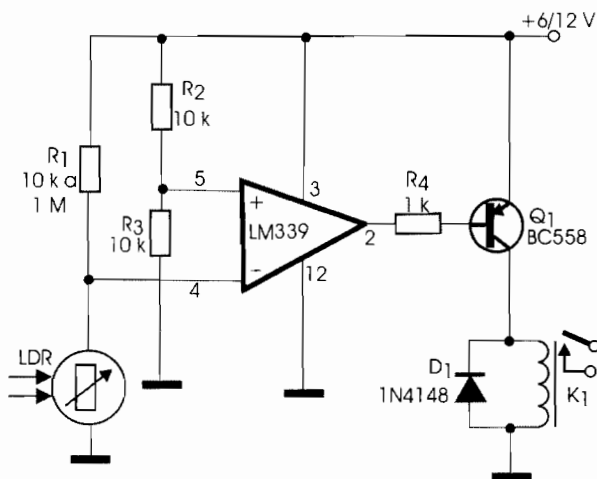
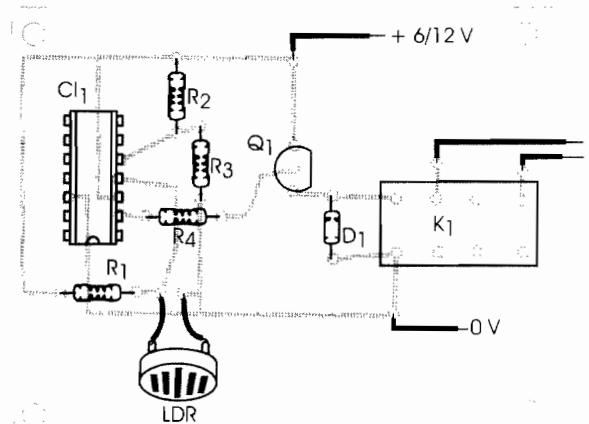


Figura 1



010

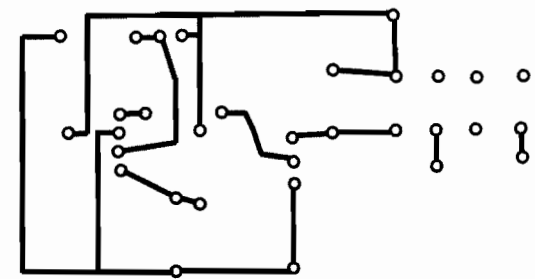


Figura 2

INFORMAÇÃO

2SD895

Transistor NPN de potência

Esse transistor de 35 W é indicado para *driver* de áudio em amplificadores. Sua pinagem é mostrada na **figura**.

2SD895

NPN - driver de 35 W para áudio



Complementar: 2SB775

VCBO - 100 V
VCEO - 85 V
VEBO - 6 V
IC - 6 A
Pd - 60 w
ft - 16 MHz (tip)

LISTA DE MATERIAIS

Cl_1 - LM339 - Comparador quádruplo de tensão, circuito integrado

Q_1 - BC558 - transistor PNP de uso geral

D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral

LDR - qualquer LDR comum

R_1 - 10 k a 1 M Ω - resistor - ver texto

R_2, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja

R_4 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

K_1 - Relé de 6 ou 12 V

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

COMPARADOR COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Na **figura 1** vemos como usar um amplificador operacional como comparador. Nesse circuito, a saída vai ao nível baixo quando a tensão de entrada ultrapassa a tensão de referência. A tensão de referência é dada pelos resistores R_1 e R_2 que podem ter seus valores alterados, conforme a aplicação.

A pinagem dada no circuito é para o amplificador operacional 741. Para esse CI fornecemos o desenho da placa de circuito impresso na **figura 2**.

Evidentemente, outros amplificadores operacionais podem ser utilizados da mesma forma.

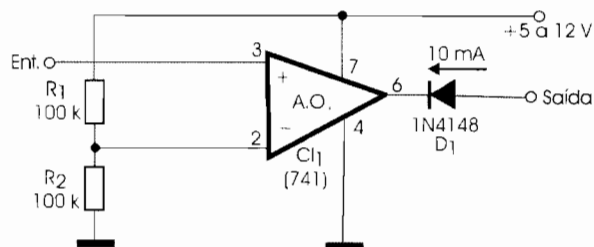


Figura 1

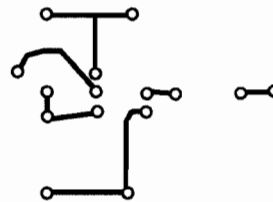
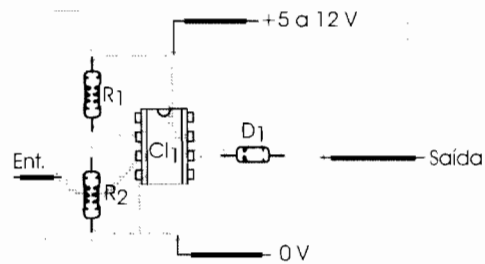


Figura 2

INFORMAÇÃO

Características de SCRs Comuns

LISTA DE MATERIAIS

- CI_1 - 741 - amplificador operacional
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1, R_2 - 100 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

Tipo	Tensão (V _{drm})	Corrente(DC)	Corrente de Manutenção (máx)	Corrente de disparo(tip)	Tensão de disparo(tip)
TIC106-Y	30 V	3,2 A	5 mA	60 μ A	0,6 V
TIC106-F	60 V	3,2 A	5 mA	60 μ A	0,6 V
TIC106-A	100 V	3,2 A	5 mA	60 μ A	0,6 V
TIC106-B	200 V	3,2 A	5 mA	60 μ A	0,6 V
TIC106-D	400 V	3,2 A	5 mA	60 μ A	0,6 V
MCR106-1	30 V	4,0 A	5 mA	200 μ A	1,0 V
MCR106-2	60 V	4,0 A	5 mA	200 μ A	1,0 V
MCR106-3	100 V	4,0 A	5 mA	200 μ A	1,0 V
MCR106-4	200 V	4,0 A	5 mA	200 μ A	1,0 V
TIC126-B	200 V	8 A	70 mA	5 mA	0,8 V
TIC126-D	400 V	8 A	70 mA	5 mA	0,8 V

OSCILADOR COM COMPARADOR

O oscilador exibido na **figura 1** faz um LED piscar numa frequência de aproximadamente 1 Hz. Essa frequência depende fundamentalmente do capacitor C_1 . Apenas um dos quatro comparadores do LM339 foi usado. Os demais podem ter outras utilidades, visto que são independentes.

Como apenas um dos comparadores foi utilizado, e o LM339 tem quatro, podendo cada um deles ser usado na mesma aplicação, o desenho da placa de circuito impresso, dado na **figura 2** prevê o emprego dos comparadores com acesso nos pinos 2,4 e 5.

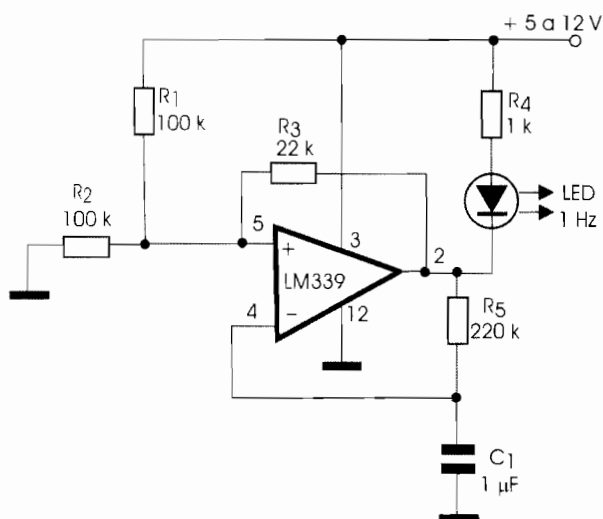


Figura 1

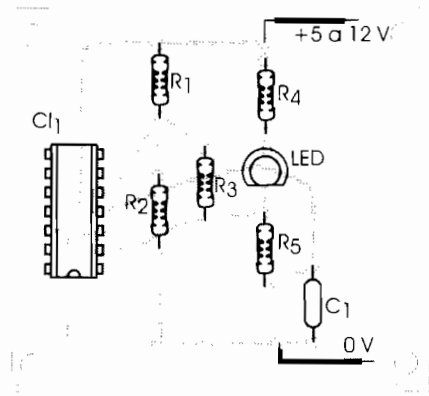


Figura 2

INFORMAÇÃO

LISTA DE MATERIAIS

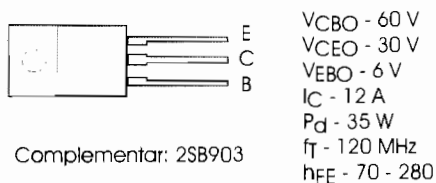
C_1 - LM339 - circuito integrado, comparadores de tensão
 LED - qualquer LED comum, qualquer cor
 R_1, R_2 - 100 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo
 R_3 - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 R_4 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_5 - 220 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, amarelo
 C_1 - 1 μ F - capacitor de poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

2SD1212

Transistor comutador NPN de alta corrente

Esse transistor é indicado para aplicações de alta corrente em fontes chaveadas, inversores, etc. Sua pinagem é vista na **figura**.

2SD1212
 Comutador NPN de Alta Corrente para Fontes chaveadas, inversores, etc.



DIVISOR POR 1,5

O circuito mostrado na **figura 1** divide a frequência de um sinal digital TTL por 1,5. O sinal obtido também é retangular e a frequência máxima depende da tecnologia TTL usada. Observamos entretanto, que nas frequências mais altas podem ocorrer alguns problemas de funcionamento, dados os tempos de retardo dos sinais nos *flip-flops* do tipo 7474. Como se trata de circuito TTL, a alimentação deve ser feita com tensão de 5 V.

Como esse circuito é usado normalmente como parte de outros circuitos mais complexos, a placa de circuito impresso não é dada. No entanto, o leitor pode facilmente fazer testes de funcionamento montando-o numa matriz de contatos.

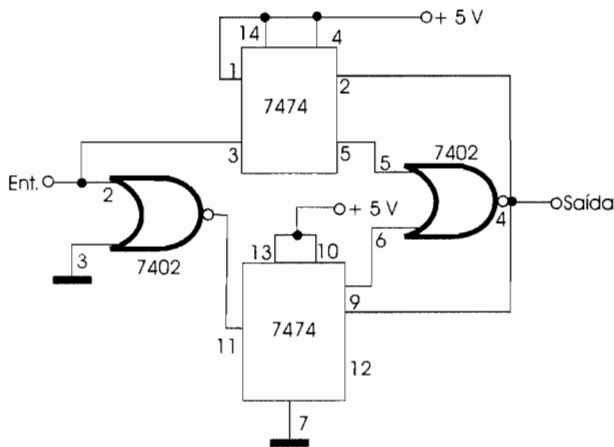


Figura 1

INFORMAÇÃO

Reguladores de Tensão de 3 Terminais

Tipo	Tensão de Saída	Corrente	Tensão de Entrada	Notas
LM7805	5 V	1 A	7 a 35 V	Fixo
LM7806	6 V	1 A	8 a 35 V	Fixo
LM7808	8 V	1 A	10 a 35 V	Fixo
LM7810	10 V	1 A	12 a 35 V	Fixo
LM7812	12 V	1 A	14 a 35 V	Fixo
LM7815	15 V	1 A	17 a 35 V	Fixo
LM7818	18 V	1 A	20 a 35 V	Fixo
LM7824	24 V	1 A	26 to 40 V	Fixo
LM217/317	1,2 a 37 V	1,5 A	40 V (*)	Variável
LM150/250/350	1,2 a 33 V	3 A	20 V (*)	Variável
LM138/238/338	1,2 a 32 V	5 A	40 V (*)	Variável

(*) Tensão máxima diferencial entre entrada e saída

INFORMAÇÃO

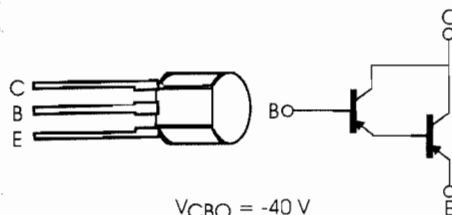
BC516

Transistor Darlington PNP de Baixa Potência

Esse transistor de uso geral é indicado para aplicações de baixa potência em áudio e DC. A sua pinagem é exibida na **figura 214**.

BC516

Transistor Darlington PNP de baixa potência



$V_{CB0} = -40 \text{ V}$
 $V_{CE0} = -30 \text{ V}$
 $V_{EB0} = -10 \text{ V}$
 $I_C = 400 \text{ mA}$
 $P_d = 625 \text{ mW}$
 $h_{FE} = 5000 (2 \text{ V}/20 \text{ mA})$

LISTA DE MATERIAIS

Cl₁ - 7474 - Circuito integrado TTL

Cl₂ - 7402 - Circuito integrado TTL

Diversos:

Placa de circuito impresso ou matriz de contatos, fios, solda, etc.

MIXER

Na **figura 1** apresentamos um *mixer* usando transistores, sendo portanto muito fácil de montar. Uma das entradas é para microfones de média e alta impedância, enquanto que a outra é para sinais de áudio em geral. O resistor R_5 determina o ganho na segunda etapa, podendo eventualmente ser alterado. Observe que o fechamento de um dos potenciômetros influi no outro canal, o que deve ser levado em conta ao se usar o *mixer*. A saída é suficiente para excitar

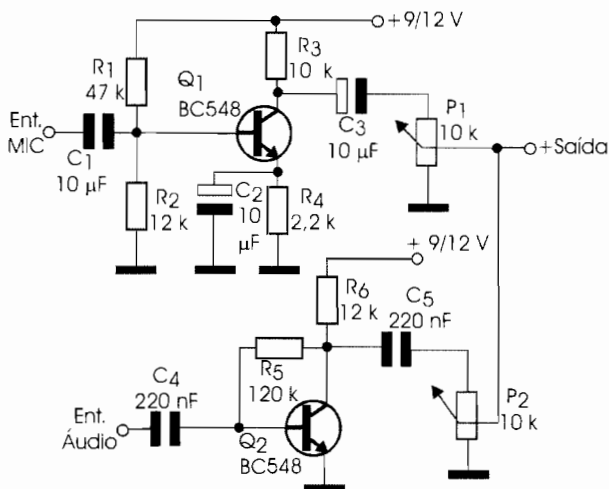


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

Q_1, Q_2 - BC548 - Transistores NPN de uso geral
 R_1 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 R_2 - 12 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, laranja
 R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_4 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
 R_5 - 120 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, amarelo
 R_6 - 12 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, laranja
 C_1, C_2, C_3 - 10 μ F x 16 V - capacitores eletrolíticos
 C_4, C_5 - 220 nF - capacitores cerâmicos ou de poliéster
 P_1, P_2 - 10 k Ω - potenciômetros lineares
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, caixa para montagem, fios, solda, etc.

amplificadores comuns e a alimentação deve ser feita com fonte de boa filtragem.

Uma placa de circuito impresso para a montagem deste mixer é sugerida na **figura 2**.

Use fios blindados para entrada e saída dos sinais de áudio.

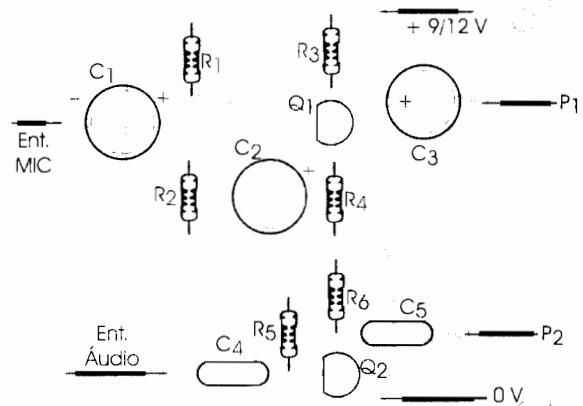


Figura 2

INFORMAÇÃO

Transistor Comum Para Aplicações em Controle

NPN			
Tipo	Tensão (Vce)	Corrente (Ic)	Ganho (hFE)
BD135	45 V	1,5 A	40 - 250
BD137	60 V	1,5 A	40 - 250
BD139	80 V	1,5 A	40 - 250
TIP31	40 V	3 A	10 - 50
TIP41	40 V	6 A	15 - 75

ANTENA ATIVA PARA AM

Com o circuito apresentado na **figura 1** é possível aumentar a sensibilidade de um rádio AM e ainda assim obter uma recepção com diretividade, eliminando-se eventuais interferências próximas. O ganho é excelente e a bobina deve ser montada enrolando-se 50 + 50 espiras de fio 28 AWG ou próximo disso num bastão de ferrite de pelo menos 20 cm de comprimento. Esse bastão determinará por sua posição a diretividade do circuito.

O consumo é muito baixo, podendo a alimentação ser feita por pequenas baterias. O capacitor variável é obtido de qualquer velho rádio AM fora de uso. A chave S_2 seleciona duas faixas possíveis de amplificação do circuito.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste circuito.

A saída do circuito é ligada na antena (A) e em qualquer ponto de terra (T) do circuito, como o chassi ou pólo negativo de sua alimentação.

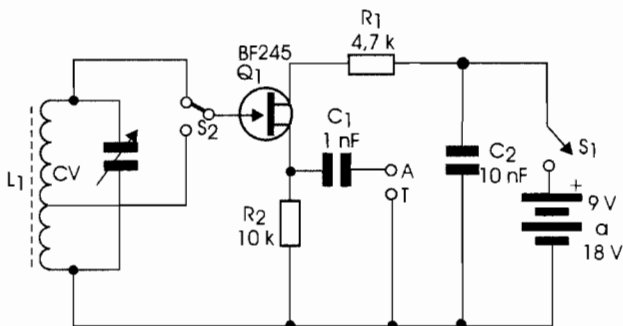


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - BF245 - transistor de efeito de campo
- L_1 - ver texto
- S_1 - Interruptor simples
- S_2 - Chave de 1 pólo x 2 posições
- R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 10 nF - capacitor cerâmico
- B_1 - 9 a 18 V - fonte ou bateria
- Diversos:
Placa de circuito impresso, caixa para montagem, fios, conector de bateria, solda, etc.

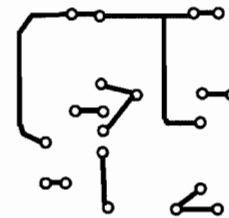
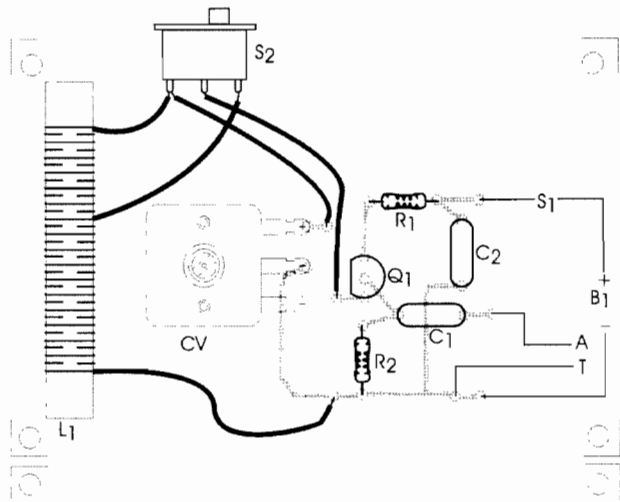


Figura 2

INFORMAÇÃO

TIP140/141/142

Transistor Darlington NPN de Potência

Estes transistores são indicados para aplicações de corrente contínua e baixas frequências. Na **figura** vemos a sua pinagem.

TIP140/141/142
Darlington NPN



	TIP140	TIP141	TIP142	
V _{CE}	60	80	100	V
V _{EB}	5	5	5	V
I _C	10	10	10	A
h _{FE}	1000	1000	1000	
P _T	125	125	125	W

MICRO-REGULADOR DE TENSÃO

O circuito exibido na **figura 1** pode fornecer uma corrente estabilizada de 6 V com corrente de até 50 mA. O diodo zener determina esta tensão de saída. A tensão de entrada pode ficar na faixa de 9 a 15 V. O diodo zener pode ter outras tensões para a alimentação de cargas de outros valores.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para este pequeno redutor de tensão, ideal para aplicações de 6 V de baixo consumo que precisem ser alimentadas num automóvel.

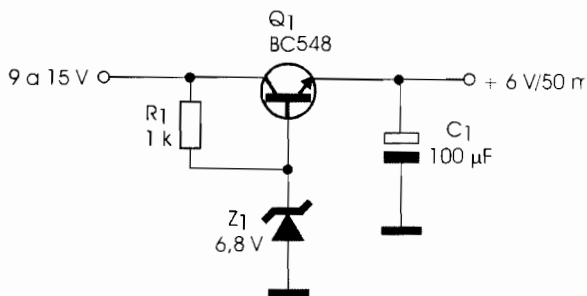


Figura 1

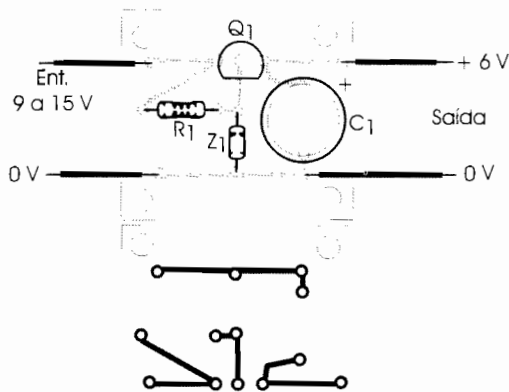


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q₁ - BC548 - transistor NPN de uso geral
Z₁ - 6,8 V x 400 mW - diodo zener
R₁ - 1 kΩ x 1/8W - resistor - marrom, preto, vermelho
C₁ - 100 μF x 12 V - capacitor eletrolítico

Diversos:

Placa de circuito impresso, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INTERFACE PC PARA A REDE DE CA

Com o circuito ilustrado na **figura 1** podemos controlar cargas de alta potência alimentadas diretamente a partir da rede de energia. O uso de um acoplador óptico garante o isolamento entre o PC e a rede de energia. A diferença entre o MOC3012 e o MOC3010 está na sensibilidade do sensor interno, que no MOC3012 é maior. Para a rede de 220 V pode ser usado o MOC3022. O TRIAC admite equivalentes de maior potência e deve ser montado num radiador de calor.

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem deste circuito.

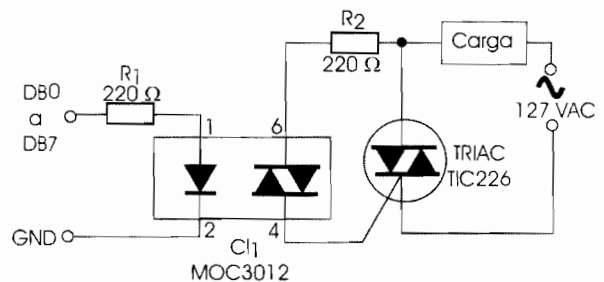


Figura 1

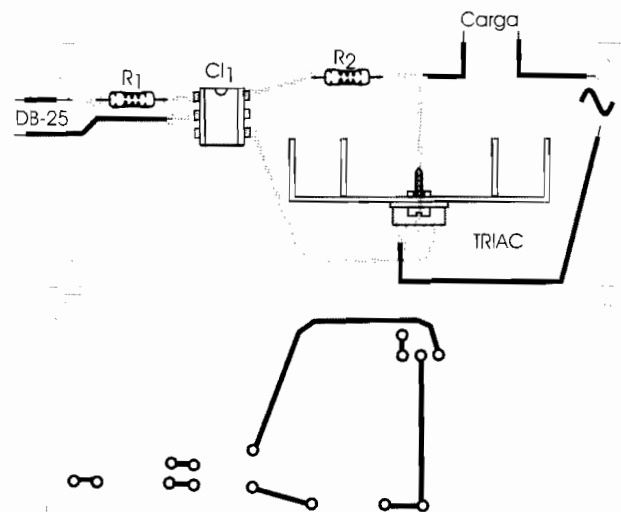


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Cl₁ - MOC3012 - acoplador foto-diac
TRIAC - TIC226(B) - TRIAC para a rede de 117/127 V
R₁, R₂ - 220 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
Diversos:
Placa de circuito impresso, radiador de calor para o TRIAC, fios, solda, etc.

INTERFACE PC PROTEGIDA

Na **figura 1** mostramos uma etapa de uma Interface para porta paralela de PC com dois diodos de proteção entrada. Esses diodos evitam problemas em caso accidental de inversões de polaridade. O transistor pode ser substituído por equivalentes como o 2N2222 e o relé deve ser do tipo sensível com uma corrente máxima de bobina de 50 mA. A tensão de alimentação depende justamente desse relé. Observe a necessidade de um terra comum ao computador (GND) e à fonte do transistor.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para um canal. Para os oito canais da porta paralela (DB0 a DB7) basta repetir este circuito.

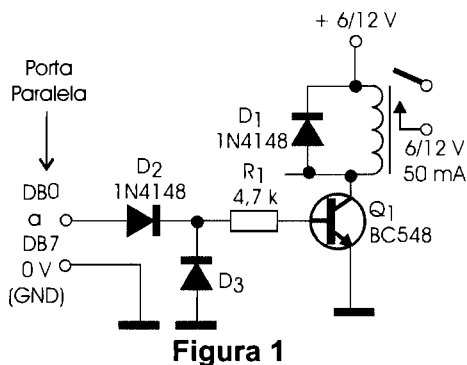


Figura 1

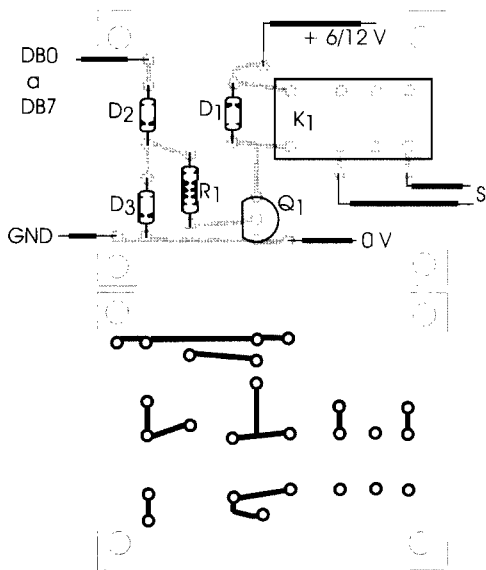


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 a D_3 - 1N4148 - diodos de uso geral
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V com bobina de 50 mA
- R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Conversão de Graus Farenheit para Celsius

Na **tabela** abaixo é dada a conversão de temperaturas comuns em graus Celsius (Centígrados) para graus Farenheit.

°F	°C	°F	°C
-50	-46	90	32
-40	-40	95	35
-30	-34	100	38
-20	-29	105	41
-10	-23	110	43
0	-18	115	46
5	-15	120	49
10	-12	125	52
15	-9	130	54
20	-7	135	57
25	-4	140	60
30	-1	145	63
35	1,7	150	66
40	4	155	68
45	7	160	71
50	10	165	74
55	13	170	77
60	16	175	79
65	18	180	82
70	21	185	85
75	24	190	88
80	27	195	91
85	29	200	93

INTERFACE DE POTÊNCIA

A Interface vista na **figura 1** utiliza um acoplador óptico, o que garante um isolamento total entre o computador e o circuito controlado. O acoplador pode ser o 4N25, mas equivalentes podem ser empregados. Dependendo do acoplador usado, poderá ser necessário reduzir o valor de R_1 até um mínimo de 270Ω .

O transistor Darlington também admite equivalentes em função da carga controlada e deve ser montado em radiador de calor. A alimentação, inclusive, pode ser alterada em função da carga que deve ser controlada.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso com a pinagem do acoplador prevista para o 4N25.

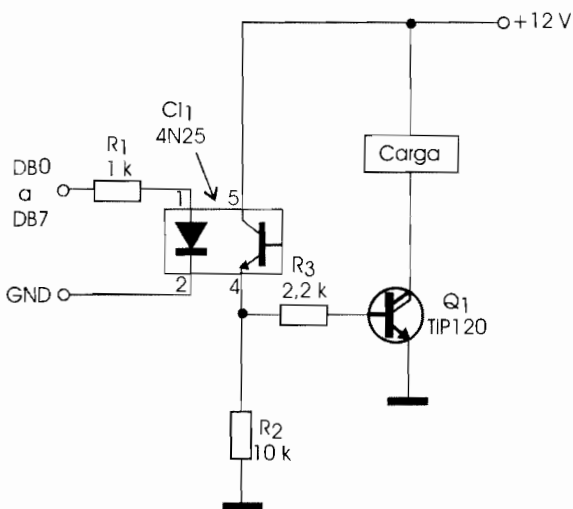


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

$C1_1$ - 4N25 - acoplador óptico
 Q_1 - TIP120 - Transistor NPN Darlington de potência
 R_1 - $1 \text{ k}\Omega$ x $1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_2 - $10 \text{ k}\Omega$ x $1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, laranja
 R_3 - $2,2 \text{ k}\Omega$ x $1/8 \text{ W}$ - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, radiador de calor, fonte para o circuito, cabo de interfaceamento, etc.

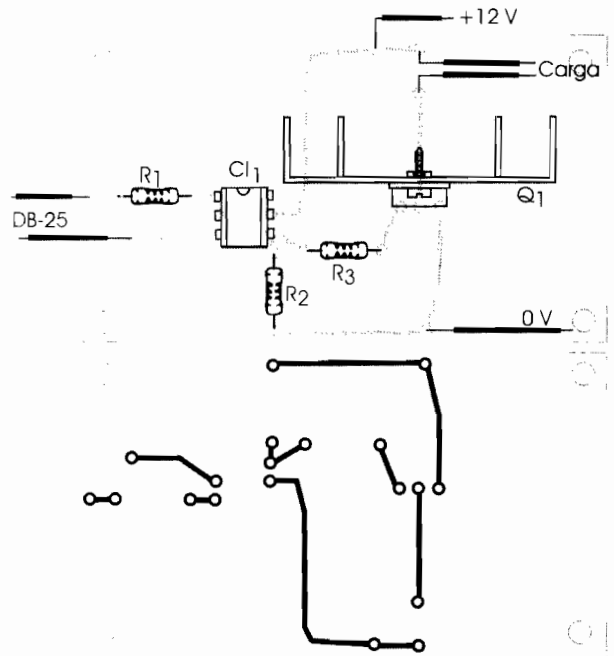


Figura 2

INFORMAÇÃO

2SC2912

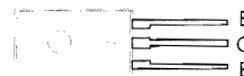
Transistor comutador NPN de Alta Tensão

Este transistor é fornecido em invólucro de potência TO220 com a pinagem mostrada na **figura**. Seu complementar é o 2SA1210.

2SC2912

Comutador NPN de Alta Tensão

Complementar: 2SA1210



V_{CBO} - 200 V
 V_{CEO} - 200 V
 V_{EBO} - 5 V
 I_C - 200 mA
 P_d - 10 W
 h_{FE} - 400
 f_T - 150 MHz

SIMPLES TIMER 555

Pressionando-se S_2 por um momento o LED acende, e assim permanecerá pelo tempo ajustado em P_1 . Com os valores dos componentes indicados, o tempo estará entre alguns segundos e mais de 15 minutos. A alimentação do circuito é feita com pilhas comuns, e o consumo muito baixo quando o LED está apagado. Temporizações maiores podem ser obtidas com um valor máximo de C_1 de $2\ 200\ \mu\text{F}$ e P_1 de $2,2\ \text{M}\Omega$, quando se obtém mais de uma hora de tempo máximo. O circuito é mostrado na **figura 1**.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste simples timer.

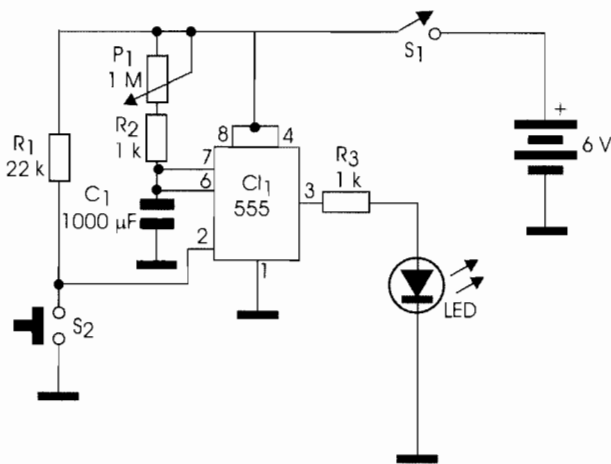


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- C_1 - 555 - circuito integrado
- LED - qualquer LED comum
- P_1 - $1\ \text{M}\Omega$ - potenciômetro linear
- R_1 - $22\ \text{k}\Omega$ x $1/8\ \text{W}$ - resistor - vermelho, vermelho, laranja
- R_2, R_3 - $1\ \text{k}\Omega$ x $1/8\ \text{W}$ - resistores - marrom, preto, vermelho
- C_1 - $1\ 000\ \mu\text{F}$ x $12\ \text{V}$ - capacitor eletrolítico
- S_1 - Interruptor simples
- S_2 - Interruptor de pressão NA
- B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, botão para P_1 , fios, solda, etc.

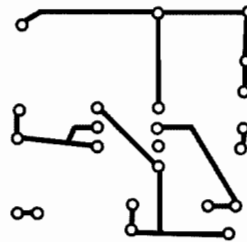
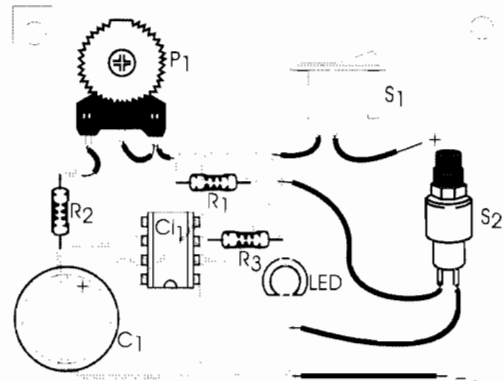


Figura 2

INFORMAÇÃO

2SD1394 Transistor NPN Darlington Driver

Este transistor de potência é usado em impressoras, como *driver* de solenóides e em muitas outras aplicações semelhantes. Sua pinagem é dada na **figura**.

2SD1394
Driver NPN Darlington

Características:



- V_{CBO} - 50 V
- V_{CEO} - 50 V
- V_{EBO} - 6 V
- I_{C} - 3 A
- P_{C} - 30 W
- h_{FE} - 4000 (tip)
- f_{T} - 20 MHz

REGULADOR DE TENSÃO ALTERNADA

O circuito apresentado na **figura 1** é um ceifador, que mantém a tensão de pico de uma tensão alternada aplicada à entrada em 6 V. Esse circuito pode ter os valores dos resistores alterados para se obter outras

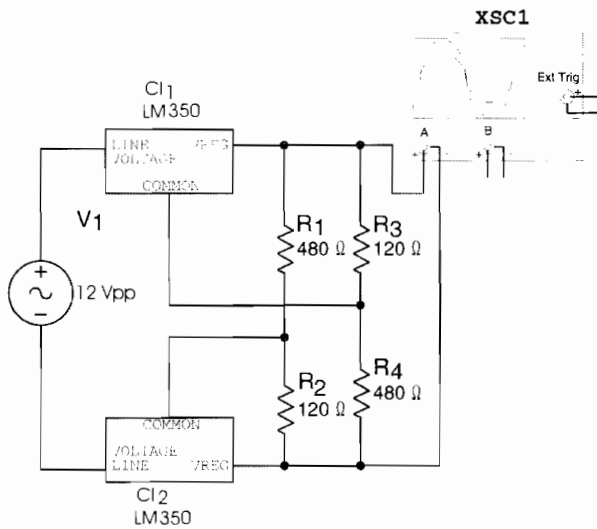


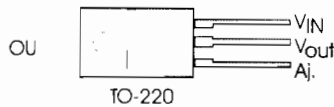
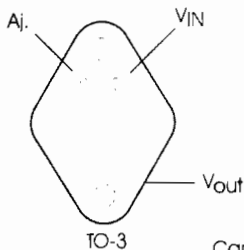
Figura 1

INFORMAÇÃO

LM150A/150/350/350A Regulador Ajustável para 3 A

Este circuito integrado regulador de tensão para 3 A pode ser encontrado em invólucros metálicos ou plástico. A pinagem para os dois é mostrada na **figura**.

LM150A/150/350A/350
Reguladores ajustáveis de 30 A



Características:

$V_{IN} - V_{out} (máx) = 35 V$
 $I_S (máx) = 3 A$
 $V_{out} (min) = 1,2 V$
 $V_{out} = 1,2 a 33 V$

tensões de pico e até mesmo formas assimétricas de tensões de saída.

A corrente máxima de saída do circuito é de 3 A e os circuitos integrados reguladores de tensão devem ser montados em radiadores de calor. Observamos que a tensão alternada de entrada não deve ultrapassar alguns poucos quilohertz (em freqüência), pois o circuito é projetado basicamente para a tensão de 60 Hz da rede de energia.

Na **figura 2** vemos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste regulador.

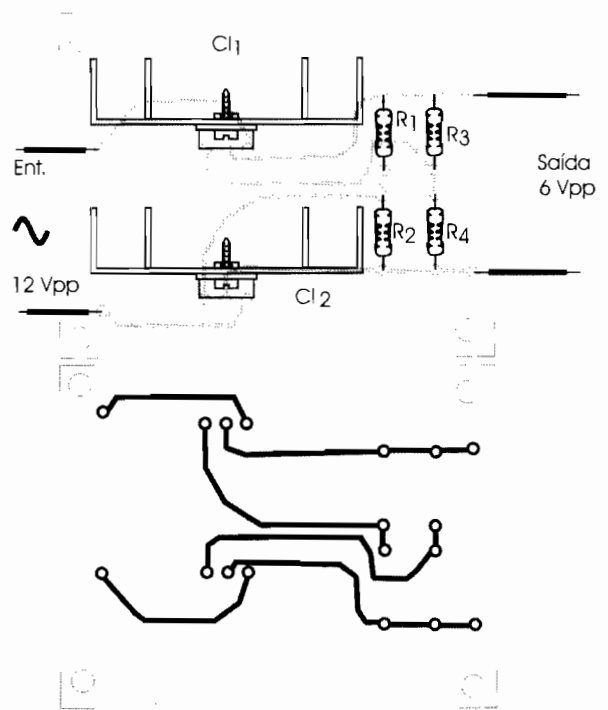


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- Cl1, Cl2 - LM350 - regulador de tensão integrado*
- R1, R4 - 480 Ω x 1/8 W - resistor (usar 470 Ω que é o valor comercial mais próximo) - amarelo, violeta, marrom*
- R2, R3 - 120 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, marrom*
- Diversos:*
- Placa de circuito impresso, radiadores de calor, fios, solda.*

OSCILADOR RETANGULAR DE POTÊNCIA COM O LM386

O circuito ilustrado na **figura 1** gera um sinal retangular de potência na frequência de 1 kHz. O valor dessa frequência é dado por R_1 e C_1 . A carga pode ser um alto-falante comum de 8 Ω e a potência de saída estará na faixa de 200 a 300 mW com alimentação de 6 V.

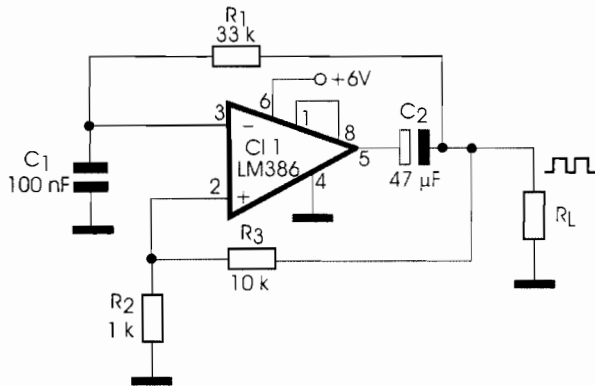


Figura 1

O circuito é ideal para sistemas de aviso, alarmes e outras aplicações, já que inclui o oscilador e a etapa de potência. Uma placa de circuito impresso para sua implementação é sugerida na **figura 2**.

O LM386 pode ter sufixos 1 ou 4 e a alimentação pode ser feita tanto por fonte como pilhas comuns. A implementação em matriz de contatos como projeto experimental também é recomendada.

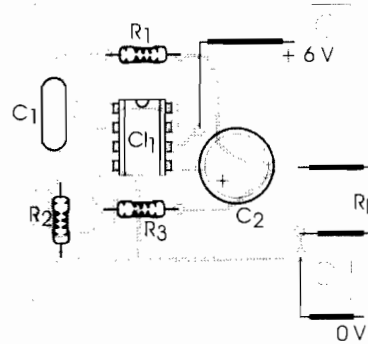


Figura 2

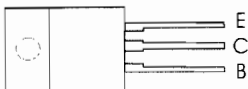
INFORMAÇÃO

2SC3590

Transistor NPN de Saída Horizontal para TRC de Alta Definição

Esse transistor é usado na saída de vídeo de televisores e monitores de vídeo de alta definição. Sua pinagem é mostrada na **figura**.

2SC3590
Saída Horizontal de TRC de Alta - definição - NPN



Complementar : X

Características:

V_{CBO} - 300 V
 V_{CEO} - 150 V
 V_{EBO} - 6 V
 I_C - 7 A
 P_d - 50 W
 f_T - 40 MHz (tip)
 h_{FE} - 10 - 50

LISTA DE MATERIAIS

$C1_1$ - LM386 - circuito integrado
 R_1 - 33 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, laranja
 R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_3 - 10 k Ω x 1/8 ohms - resistor - marrom, preto, laranja
 R_L - carga de 4 a 100 ohms de impedância
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_2 - 47 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INTERFACE CMOS

A principal vantagem do circuito exibido na **figura 1** é que a elevada impedância de entrada do circuito CMOS praticamente não carrega a porta paralela. Na verdade, é até preciso colocar um resistor de carga de 12 k Ω para que ele não opere "em aberto". O circuito excita diretamente um transistor de potência Darlington, capaz de alimentar cargas com tensões até 24 V.

Evidentemente, a fonte para esta etapa deve ser independente mas com um terra comum ao PC. As outras 5 portas inversoras do 4050 podem ser usadas para excitar etapas como esta. A carga é ativada quando a saída da porta paralela conectada vai ao nível alto.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa para uma das portas, observando que a pinagem do 4050 é um pouco diferente da convencionais para os circuitos integrados da série CMOS.

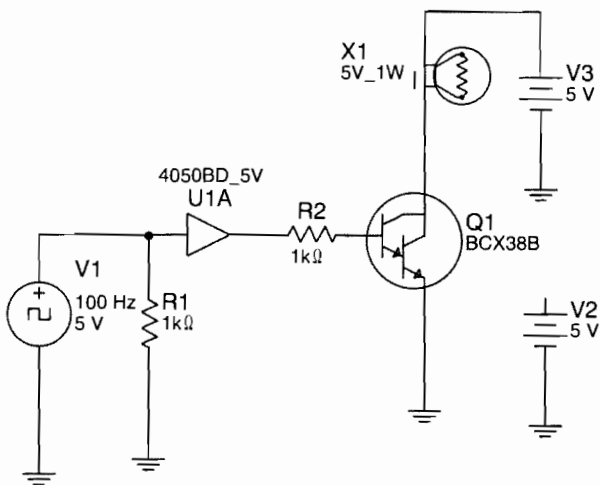


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

Cl_1 - 4050 - circuito integrado CMOS
 Q_1 - TIP120 - Transistor Darlington NPN de potência
 R_1 - 12 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, laranja
 R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

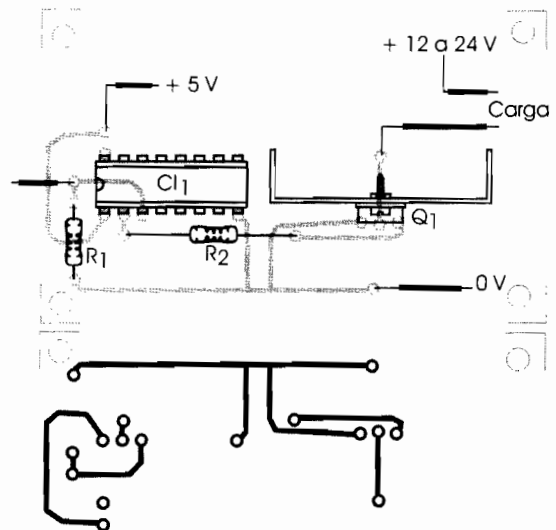


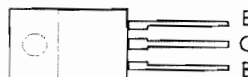
Figura 2

INFORMAÇÃO

2SC3144 Transistor Darlington Driver NPN de Alta Velocidade

Este transistor é indicado para o acionamento de cargas de potência com alta velocidade de resposta. O complementar é o 2SA1258 e a sua pinagem é dada na figura.

2SC3144
Driver Darlington NPN de alta velocidade



Características:

V_{CBO} - 70 V
 V_{CEO} - 60 V
 V_{EBO} - 5 V
 I_C - 3 A
 P_d - 20 W
 h_{FE} - 5000 (tip)
 f_T - 200 MHz

INFORMAÇÃO

Resistividade Elétrica de Algumas Ligas

Material	Resistividade $\mu\Omega\cdot\text{cm}$
2V Permender	40
35Ni-20Cr-45Fe	101,4
35Pd-30Ag-14Cu -10Pt-10Au-1Zn	35
41.7Au-32.5Cu-18.8Ni-7Zn	39
45 Permalloy	45
45Pd-30Ag-20Au-5Pt	39
50Pd-50Ag	31,5
55Cu-45Ni	49,87
55Ni-18Ag	31
58Ag-15Cd	4,93
60Ag-40Pd	23
60Ni-16Cr-24Fe	112,2
60Pd-40Ag	43
60Pd-40Cu	35(c)
66.5Fe-22Ni-8.5Cr	58,18
67Cu-5Ni-27Mn	99,74
67Ni-30Cu-1.4Fe-1Mn	56,52
69Au-25Ag-6Pt	15
70Ag-30pd	14,3
70Cu-13Mn(manganin)	48,21
70Pt-30Ir	35
71Ni-29Fe	19,95
72Ag-26Cu-2Ni	2,9
72Fe-23Cr-5Al	138,8
72Mn-18Cu-10Ni	112,2
75Au-25Ag	10,8
75Fe-22Ni-3Cr	15,79
75Fe-22Ni-3Cr	78,13
75Ni-20Cr-3Al	132,98
75Pt-25Ir	33
78.5Ni-20Cr-1.5Si(80-20)	108,05
78Cu-22Ni	29,92
80Ni-20Cr	112,2
85Cu-10Mn-4Ni(shunt manganin)	38,23
86Pt-14Ru	46
88Cu-8Sn-4Zn	15
90Ag-10Au	4,2
90Ag-10Cu	2,0
90Ag-10Pd	5,3
90Au-10Cu	10,8
90Pd-10Ru	27
90Pt-10Ru	43
94Cu-6Ni	9,93
95Pt-5Ir	19
95Pt-5Ru	31,5
96Pt-4W	36
97Ag-3Pd	2,9

Material	Resistividade $\mu\Omega\cdot\text{cm}$
97Ag-3Pt	3,5
98Cu-2Ni	4,99
99.8Ni	7,98
AISI 1010 steel	12
AISI 1040	56
Al 1100(O)	2,9
Al 2024(O)	3,4
Al 5052(all)	4
Al 6061(T6)	4,0
Al 7075(O)	3,8
Al7075(T6)	5,2
Alnico I	75
Alnico II	65
Alnico III	60
Alnico V	47
Alnico VI	50
Carbon steel,0.65C	18
Cu-0.5Te	1,82
Cu-1.0Pb	1,76
Cu-1.2Sn+P	3,6
Cu-15Zn	4,7
Cu-1Cr(máx)	2,10
Cu-20Zn	5,4
Cu-2Be(máx)	11,5
Cu-5Sn+P	11
Cunife	18
ETP copper	1,71
Fe-17Co	28
Fe-35Co-1Cr	20
Fe-36Co	27
Fe-6W	30
Fe-78Ni	16
Fine silver	1,59
Gold	2,35
Grain-oriented 3.0Si steel	50
Graphite	910,1
HH(Fe-26Cr-12Ni)	80
HT(Fe-39Ni-18Cr)	100
Iron 99.99%	9,71
M-15 steel(máx)	69
M-17 steel(máx)	58
M-19 steel(máx)	56
M-27 steel(máx)	47
M-5 steel(máx)	52
M-50 steel	18
Molybdenum	5,2
Molybdenum disilicide,MoSi2	37,24
Mumetal	60

INFORMAÇÃO

Resistividade Elétrica de Algumas Ligas

Material	Resistividade $\mu\Omega \cdot \text{cm}$
OF copper	1,71
Palladium	10,8
Platinum	10,6
Pure copper	1,67
Silicon carbide(SiC)(máx)	200
Stainless Type 302	72
Stainless Type 316	74
Stainless Type 405	60
Stainless Type 416	57
Stainless Type 430	60
Stainless Type 446	61
Supermalloy	65
Supermendur	40
Tantalum	12,45
Thermenol	162
Type 309 Stainless	78
Yellow brass	6,4

INFORMAÇÃO

Constante Dielétrica de Alguns Materiais

Material	Constante dielétrica
Acetona	19,5-20,0
Resina acrílica	2,7-6,0
Ar	1,0
Álcool industrial	16-31
Pó de Alumínio	1,6-1,8
Sulfato de Alumínio	6
Asfalto	2,5-3,2
Baquelite	4,5 - 7,0
Cera de abelha	2,7 - 2,9
Benzeno, líquido	2,2 - 2,3
Betumen	2,5 - 3,3
Carbonato de cálcio	1,8-2,0
Óxido de cálcio	1,8
Sulfato de cálcio	5,6
Dióxido de carbono	1,6
Celulóide	3-4

Material	Constante dielétrica
Cimento	1,5-2,1
Carvão em pó	1,2-1,8
Café em pó	2,4-2,6
Coca-cola	1,1-2,2
Ebonite	2,8 - 4,5
Resina epóxi	2,5-6,0
Álcool etílico	20 - 27
Éter Etilico	4,1 - 4,8
Fluor	2,5-3,0
Vidro	6 - 10
Glicerina	50 - 56
Açúcar granulado	1,5-2,2
Óleo pesado	2,6-3,0
Hexano, líquido	5,8-6,3
Óxido de ferro	14,2
Nitrogênio líquido	1,4
Querosene	2,8
Mármore	8 - 10
Mica	2,5 - 8,0
Óleo Mineral	2,1
Nylon	4-5
Parafina	2,0 - 2,5
Plexiglass	3,0 - 3,5
Polystyreno	2,2 - 2,5
Polyvinyl	3,0 - 3,6
Porcelana	3,1 - 6,5
Cloreto de Potássio	4,6
Pó de PVC	1,4
Arroz	3-8
Resina	2,5 - 3,5
Areia	3-8
Seda (natural)	4,5
Sabão em pó	1,2-1,5
Sulfito de sódio	5
Vácuo	0,99
Óleo vegetal	2,5-3,5
Água	48-80

MÓDULO CONTADOR TTL

O bloco apresentado na **figura 1** serve de base para um contador TTL, usando circuitos da série normal. Blocos como este podem ser associados para contagem até 99, 999, etc. A tensão de alimentação deve ser obrigatoriamente 5 V e cada módulo consome algo em torno de 380 mA. O *display* deve ser de anodo comum. Veja que existe um terminal que apaga os zeros à esquerda.

A entrada para contagem deve ser feita com pulsos perfeitamente retangulares também TTL. M é a entrada de memória (*latch*) que mantém a contagem atual até que a seguinte termine. Essa função é importante quando o circuito é usado em circuitos que fazem amostragens (instrumentos).

Como a montagem depende da quantidade de módulos empregados e também do tipo de *display* usado, deixamos por conta do leitor o projeto da placa de circuito impresso.

LISTA DE MATERIAIS

- DY1 - Display de 7 segmentos de anodo comum
- Cl1 - 7447 - circuito integrado TTL
- 7475 - Circuito integrado TTL
- 7490 - Circuito integrado TTL
- R1 a R7 - 330 Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, marrom
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fonte TTL de 5 V, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Etapas de Potência

Na **figura** temos diversas etapas de potência que servem para a sirene que descrevemos no projeto anterior com o 555, e inclusive para outros tipos de sirene que usam circuitos integrados CMOS, TTL ou mesmo aqueles que forneçam sinais retangulares de pelo menos 5 V de amplitude. Nessas etapas os transistores devem ser dotados de radiadores de calor. Para a etapa MOS servirá qualquer transistor MOSFET de potência com pelo menos 2 A de corrente de dreno.

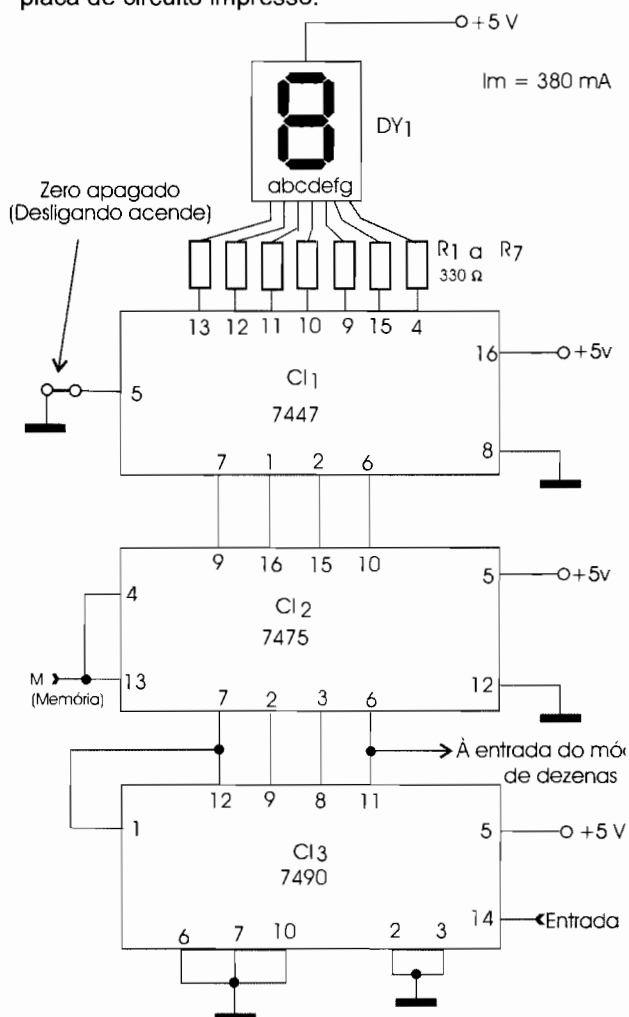
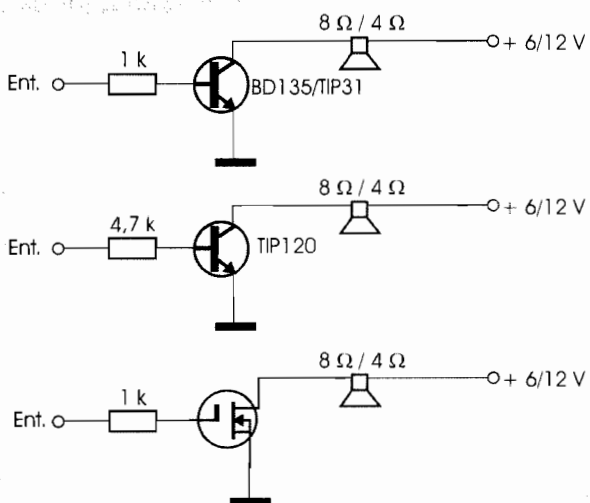


Figura 1

TRANSMISSOR POTENTE DE FM COM O 2N2218

O transmissor de FM ilustrado na **figura 1**, apesar de usar apenas um transistor, pode enviar seus sinais a mais de 500 metros de distância quando alimentado com 12 V. A antena é ligada na tomada central da bobina L_1 , que consiste em 4 espiras de fio 22 AWG sem forma com diâmetro de 1 cm.

O transistor deve ser dotado de um pequeno radiador de calor e a modulação pode vir de um *mixer* externo ou de um microfone de eletreto devidamente polarizado. CV é qualquer *trimmer* de 20 a 40 pF de capacitância máxima.

A antena pode ser do tipo telescópico com 80 cm a 1,2 m de comprimento. Os capacitores devem ser todos cerâmicos.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste transmissor.

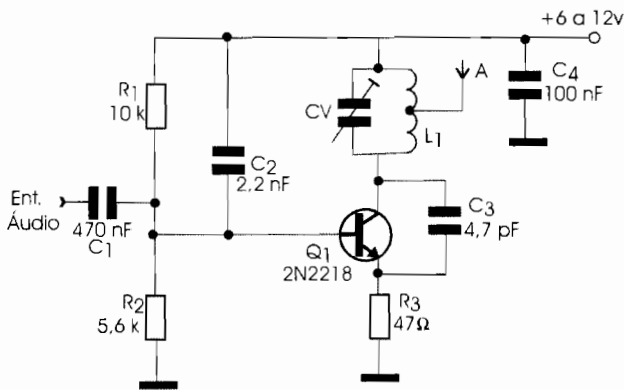


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- Q_1 - 2N2218 - transistor NPN de comutação
- CV - trimmer - ver texto
- L_1 - Bobina - ver texto
- A - antena de 80 a 120 cm
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 5,6 k Ω x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
- R_3 - 47 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, preto
- C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 2,2 nF - capacitor cerâmico
- C_3 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
- C_4 - 100 nF - capacitor cerâmico
- Diversos:
- Fonte de alimentação com boa filtragem, placa de circuito impresso, fios, solda, caixa para montagem, etc.

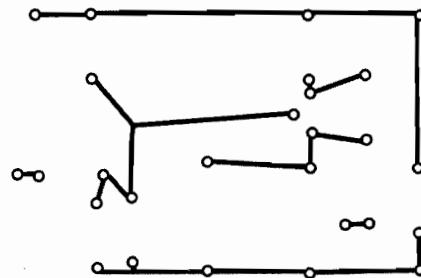
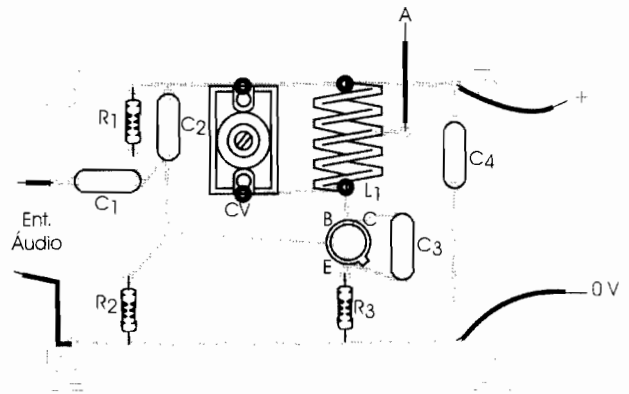


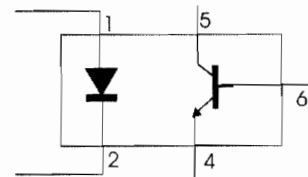
Figura 2

INFORMAÇÃO

4N25 Acoplador Óptico

O 4N25 é um acoplador óptico com LED infravermelho e um fototransistor como sensor. Sua pinagem é vista na **figura**.

4N25 Acoplador Óptico



I_{LED} (máx) - 80 mA

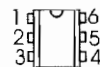
V_{CE} - 70 V

V_{CB} - 30 V

P_d - 150 mW

I_C - 3 mA

Isolamento - $10^{12} \Omega$
2,5 Ω



DETECTOR DE EVENTOS

Eis uma idéia prática muito simples, porém útil. O circuito visto na **figura 1** memoriza se o interruptor tipo *reed* foi acionado. Assim, o circuito pode servir para memorizar se alguém abriu a porta de um armário, uma caixa ou gaveta ou ainda de algum lugar. Basta verificar depois se o LED está aceso. O acionamento é feito quando o ímã se aproxima por um momento do *reed-switch*.

O consumo é muito baixo, o que permite que a bateria mantenha o LED aceso por muitas horas. O

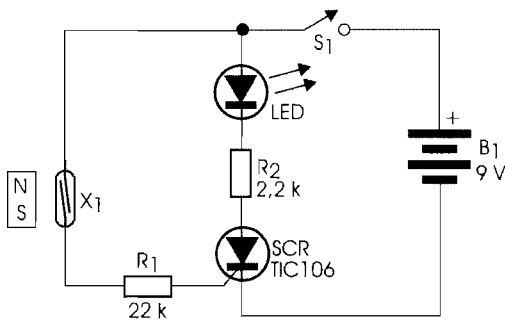


Figura 1

INFORMAÇÃO

INF-020

Características de Retificadores (cargas resistivas)

	Meia Onda	Onda Completa (transformador com tomada central)	Onda Completa (ponte)
U _{dc} na carga	$\frac{U_{máx}}{\pi}$	$\frac{2 \times U_{máx}}{\pi}$	$\frac{2 \times U_{máx}}{\pi}$
U _{rms} na carga	$\frac{U_{máx}}{2}$	$\frac{U_{máx}}{\sqrt{2}}$	$\frac{U_{máx}}{\sqrt{2}}$
Tensão inversa nos diodos U _r = (máx)	U _{máx}	2xU _{máx}	U _{máx}
Fator de ripple (y)	120%	48%	48%
Fator de armazenamento no transformador relativo a potência de saída na carga	3,49 x P _{dc} (primário e secundário)	1,75 x P _{dc} (secundário) 1,23 x P _{dc} (primário)	1,23 x P _{dc} (primário e secundário)

resistor R₂ poderá ainda ser aumentado se o leitor quiser autonomia maior ainda para o circuito, mas a corrente não deverá ser inferior àquela que mantém o SCR em condução.

Na **figura 2** observamos a placa de circuito impresso para este projeto.

O cabo que vai até o sensor pode ser bem longo com várias dezenas de metros, sem problemas. Para rearmar o circuito, basta desligar e ligar novamente.

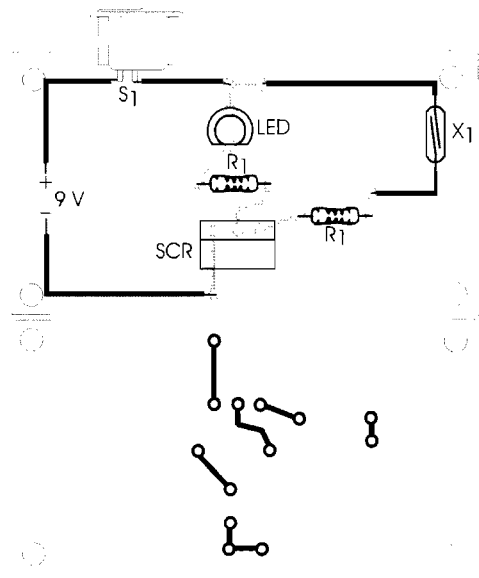


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- SCR - TIC106 - qualquer SCR sensível
- LED - LED vermelho ou de outra cor
- R₁ - 22 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
- R₂ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- S₁ - Interruptor simples (opcional)
- X₁ - Qualquer reed-switch sensível
- B₁ - 9 V - bateria
- Diversos: Placa de circuito impresso, fios, conector de bateria, etc.

LED DE TOQUE

Usando um LED branco de alta luminosidade, o circuito ilustrado na **figura 1** pode ser incorporado a interruptores de campainhas, aparelhos eletrônicos e outros que devam ser encontrados e acionados no escuro. Um toque acende o LED e permite que o painel de controle seja visualizado.

O circuito tem consumo praticamente nulo na condição de espera, o que permite o uso de pilhas comuns na sua alimentação. O sensor é formado por duas chapinhas de metal ou percevejos que devem ser tocados ao mesmo tempo.

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para implementação dessa montagem.

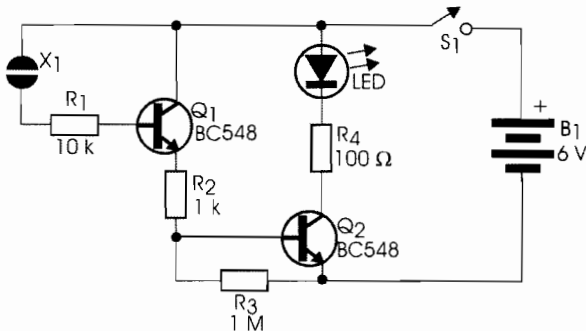


Figura 1

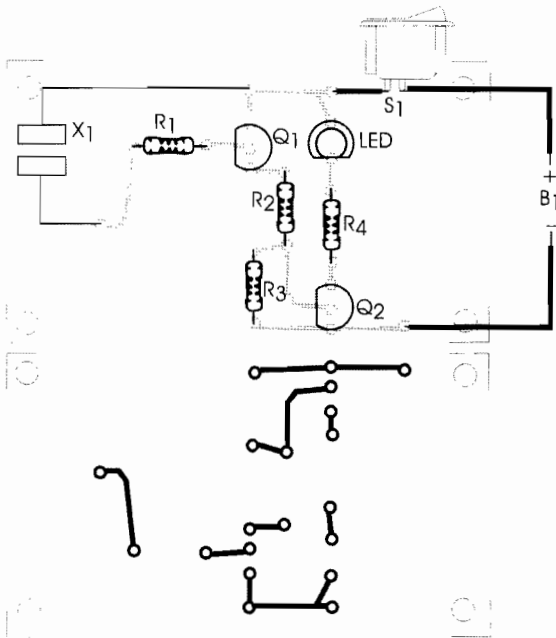


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

Q₁, Q₂ - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral

LED - LED branco comum (alta luminosidade)

R₁ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

R₂ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

R₃ - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde

R₄ - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom

S₁ - Interruptor simples

X₁ - Sensor - ver texto

B₁ - 6 V - 4 pilhas pequenas

Diversos:

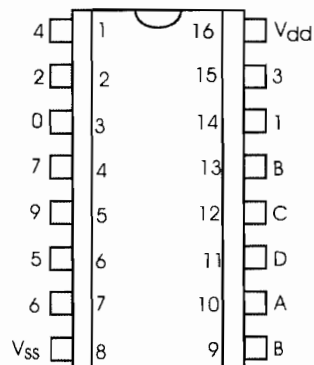
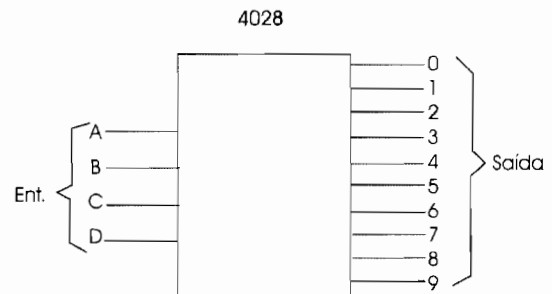
Placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de pilhas, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

4028

Circuito Integrado CMOS Decodificador BCD para saídas 1 de 10.

A combinação de sinais de entrada determina qual saída irá ao nível alto. A pinagem é dada na **figura**.



INFORMAÇÃO

Código de Cores Para Resistores

SITE

Cor	Valores Significativos	Multiplicador	Tolerância	Coefficiente de Temperatura ppm/°C
Preto	0	1	-	-
Marrom	1	10	1%	100
Vermelho	2	100	2%	50
Laranja	3	1.000	-	15
Amarelo	4	10.000	-	25
Verde	5	100.000	0,5%	-
Azul	6	1.000.000	0,25%	10
Violeta	7	10.000.000	0,1%	5
Cinza	8	100.000.000	0,05%	-
Branco	9	1.000.000.000	-	1
Dourado	-	0,1	5%	-
Prateado	-	0,01	10%	-

Observações:

1. Nos resistores de 3 faixas, a tolerância é 20%
2. Para os resistores de 3 e 4 faixas, o coeficiente de temperatura não é indicado.

INFORMAÇÃO

Transistores Comuns Para Aplicações em Controle

PNP

Tipo	Tensão (Vce)	Corrente (Ic)	Ganho (hFE)
BD136	45 V	1,5 A	40 - 250
BD138	60 V	1,5 A	40 - 250
BD140	80 V	1,5 A	40 - 250
TIP32	40 V	3 A	10 - 50
TIP42	40 V	6 A	15 - 75

Darlington NPN

Tipo	Tensão (Vce)	Corrente (Ic)	Ganho (hFE)
BD331/333/335	60/80/100 V	6 A	750
TIP110/111/112	60/80/100 V	1,25 A	500
TIP120/121/122	60/80/100 V	3 A	1.000
TIP140/141/142	60/80/100	5 A	1.000

Darlington PNP

Tipo	Tensão (Vce)	Corrente (Ic)	Ganho (hFE)
BD336/338/340	60/80/100 V	6 A	750
TIP115/116/117	60/80/100 V	1,25 A	500
TIP125/126/127	60/80/100 V	3 A	1.000
TIP145/146/147	60/80/100 V	5 A	1.000

Power MOSFETs (P Channel)

Type	Vds (máx)	Id (máx)
IRF511	60 V	4 A
IRF522	100 V	7 A
IRF540	100 V	27 A
IRF611	150 V	2,5 A
IRF620	200 V	5 A
IRF630	200 V	9 A
IRF640	200 V	18 A

FONTE TTL COM PROTEÇÃO CROWBAR

O circuito exibido na **figura 1** oferece uma proteção adicional *crow-bar* para reguladores 7805. O diodo zener, ao conduzir, dispara o SCR provocando a queima do fusível. Como os SCRs tendem a ter tensões de disparo diferentes, será interessante experimentar zeners na faixa de 6,2 V a 7,1 V para se obter a proteção ideal.

O SCR não precisa de dissipador, porque ele conduz apenas por uma fração de segundo, o suficiente para ocorrer a queima do fusível. O CI-7805, entretanto, precisa ser montado em dissipador de calor. O transformador tem secundário de 7,5 a 12 V e corrente até 1 A.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte protegida.

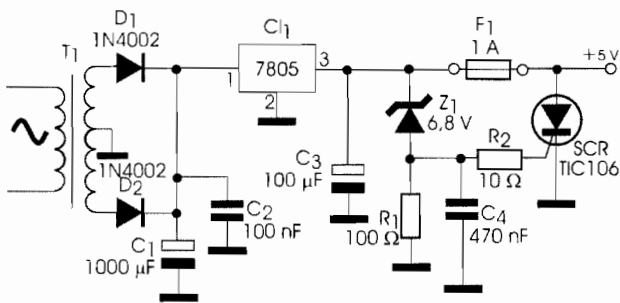


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

C_1 - 7805 - circuito integrado
 SCR - TIC106 - SCR
 Z_1 - 6,8 V x 400 mW - diodo zener
 D_1, D_2 - 1N4002 - diodos retificadores
 C_1 - 1 000 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
 C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico
 C_3 - 100 µF x 6 V - capacitor eletrolítico
 C_4 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 R_1 - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
 R_2 - 10 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, preto
 F_1 - Fusível de 1 A
 T_1 - Transformador - ver texto
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, dissipador de calor, suporte para fusível, fios, solda, etc.

Observamos que esse mesmo tipo de circuito de proteção pode ser adaptado para proteger qualquer fonte.

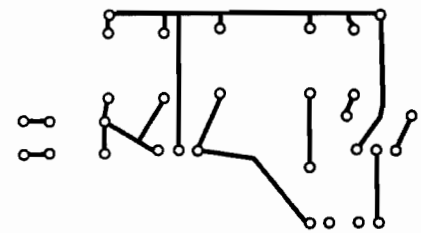
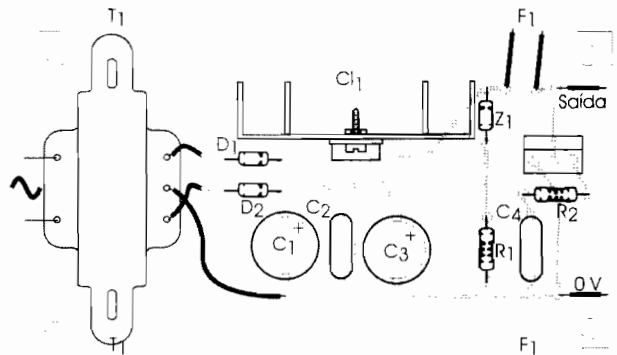


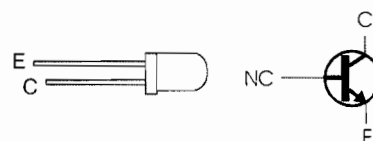
Figura 2

INFORMAÇÃO

TIL78 Fototransistor NPN de Uso Geral

Este transistor é usado como sensor tanto para luz visível quanto infravermelho em aplicações gerais como alarmes, detectores de incêndio, detectores de passagem, etc. Sua pinagem é exibida na **figura**.

TIL78
Fototransistor NPN



$V_{CE}(\text{máx})$: 50 V
 $P_d(\text{máx})$: 80 mW
 Corrente no escuro: 100 nA
 Corrente no claro: 7 mA

PROVADOR UNIVERSAL

O simples provador de continuidade mostrado na **figura 1** serve para o teste de bobinas, cabos, transformadores, interruptores e muitos outros componentes que devem apresentar continuidade. A corrente de prova é baixa, o que garante a integridade da maioria dos componentes testados. O circuito pode ser montado em uma pequena caixa plástica e o consumo é nulo quando as pontas de prova estão separadas.

Na **figura 2** temos o aspecto real da montagem, que não necessita de placa, uma vez que componentes e fios podem ser interligados diretamente. Observe apenas a polaridade do LED e do suporte de pilhas.

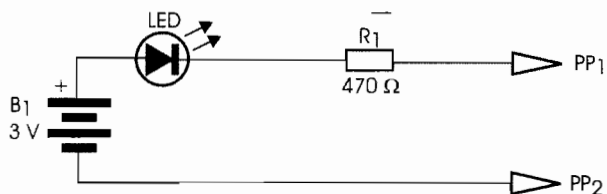


Figura 1

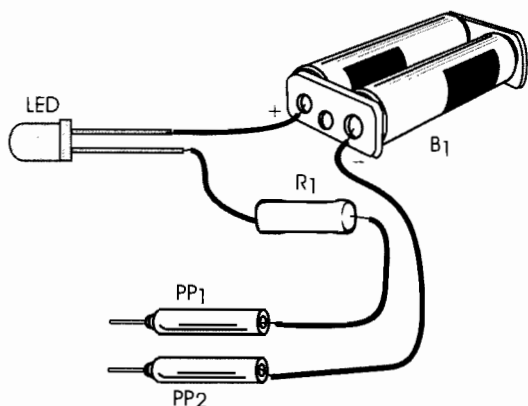


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

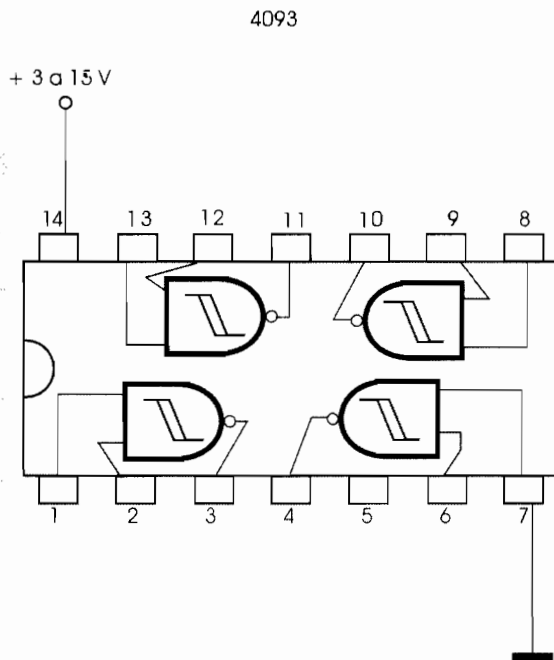
LED - LED comum de qualquer cor
 R₁ - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
 B₁ - 3 V - 2 pilhas pequenas
 PP1, PP2 - Pontas de prova vermelha e preta
 Diversos:
 Suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

4093

Quatro Portas Disparadoras CMOS

Este circuito pode ser usado como função lógica NAND disparadora, como inversor, interligando-se as entradas, ou ainda como *buffer* amplificador digital. Sua pinagem é mostrada na **figura**.



Características:

Faixa de tensões de alimentação: 3 a 15 V

Corrente drenada/fornecida pelas saídas: 5 V - 0,88 mA
 10 V - 2,25 mA
 15 V - 8,8 mA

Histerese: 5 V - 1,6 V
 10 V - 2,2 V
 15 V - 2,7 V

ALARME DE PÊNDULO

Quando um leve balanço do sensor faz com que o fio nu toque na argola, o SCR dispara ativando o relé. O alarme ilustrado na **figura 1** é ideal para carro e motos. O relé deve ser de tipo capaz de ser acionado com uma tensão um pouco menor que 12 V, já que temos uma queda da ordem de 2 V no SCR quando ele é disparado.

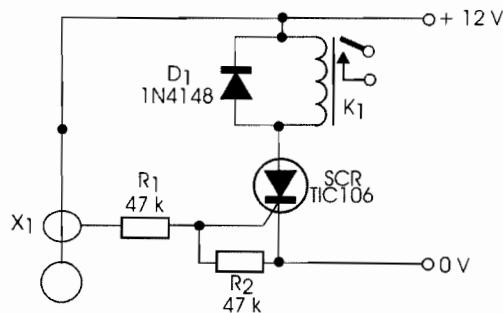


Figura 1

INFORMAÇÃO

IRF520/521/522/523

Família de MOSFETs de Potência de Canal N em invólucro plástico

Estes transistores são indicados para correntes de 7 a 8 ampères com tensões de 60 e 80 V. O invólucro é mostrado na figura.

IRF520/521/522/523
MOSFET - N



IRF520	IRF521	IRF522	IRF523
100 V	60 V	100 V	60 V
0,3 Ω	0,3 Ω	0,4 Ω	0,4 Ω
8,0 A	8,0 A	7,0 A	7,0 A

Relés de 6 V devem funcionar normalmente sem muita sobrecarga. Os contatos do relé devem ser capazes de suportar a corrente do dispositivo acionado. Se for uma bobina, os contatos deverão ser de pelo menos 5 A.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para um relé com base DIL. Se for usado outro tipo de relé, o desenho da placa deverá ser alterado. Será interessante proteger o circuito e a instalação do carro com um fusível de 1 A em série com o alarme.

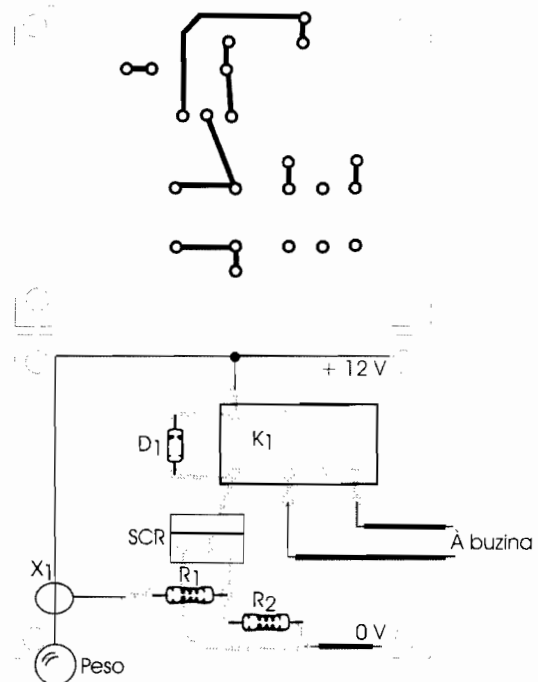


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- SCR - TIC106 - diodo controlado de silício
- D₁ - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
- R₁, R₂ - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- X₁ - Sensor de pêndulo
- K₁ - Relé de 6 a 12 V - ver texto
- Diversos:
Placa de circuito impresso, material para o sensor, fios, solda, etc.

AMPLIFICADOR TDA7052

O amplificador integrado apresentado na **figura 1** fornece uma potência de saída de 1,2 W a um alto-falante de 8 ohms. O ponto principal que chama a atenção neste circuito é a sua simplicidade porque apenas dois componentes externos são usados. O controle de volume pode ser um potenciômetro de 10 k ohms na entrada. Trata-se de um circuito ideal para aplicações alimentadas por pilhas. Com impedâncias de saída maiores a potência é menor, mas também o consumo é reduzido.

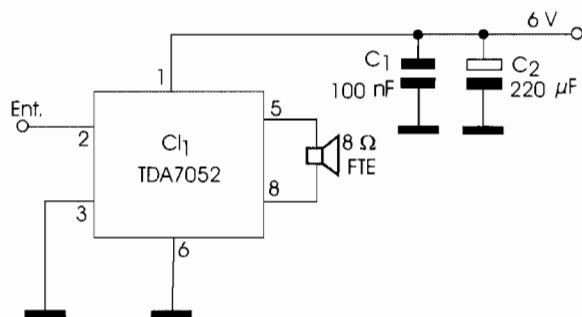


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para esta montagem.

Para uma versão estéreo devem ser montados dois circuitos como este.

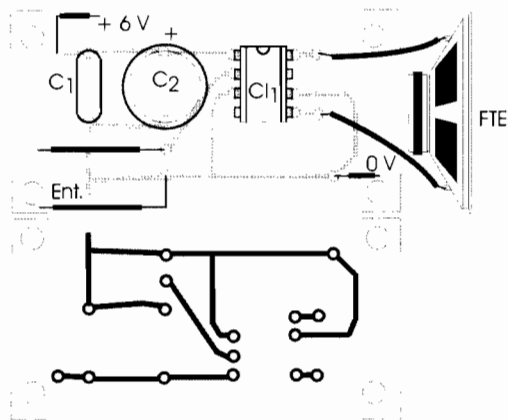


Figura 2

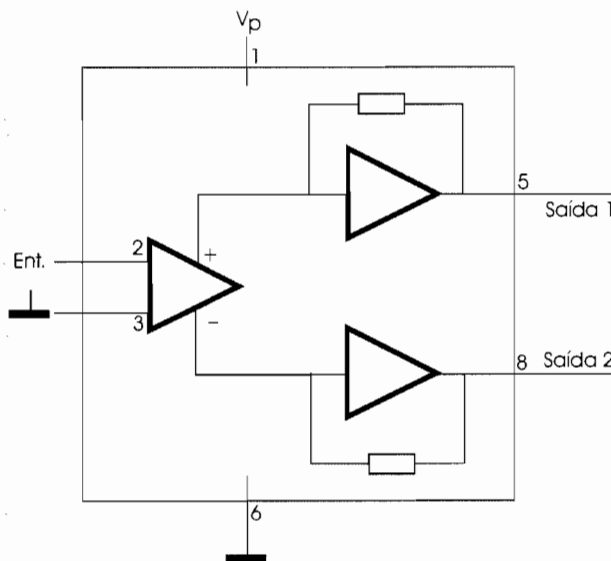
LISTA DE MATERIAIS

- CI_1 - TDA7052 - Circuito integrado
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 220 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- FTE - 8 Ω ou mais - alto-falante
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TDA7052 Circuito Integrado Amplificador de Áudio de Baixa Potência

Este circuito é destinado a aplicações alimentadas por bateria com tensão típica de 6 V. Sua pinagem e circuito interno equivalente são mostrados na **figura**.



V_p - 3 a 15 V
 $V_p(\text{tip})$ - 6 V
 Ganho de tensão - 40 dB
 P_S - 1,2 W
 Z_{in} - 100 k Ω

Iquiescente - 4 mA
 freq - 20 Hz a 20 kHz
 Idem - 1,5 A
 R_L - 8 Ω

AMPLIFICADOR TDA7050

O amplificador exibido na **figura 1** é indicado para aplicações portáteis alimentadas por 1 a 4 pilhas pequenas. Com carga de 16Ω sua potência chega aos 140 mW (6 V), o que é excelente para alimentação de pequenos alto-falantes e fones. Neste circuito, o controle de volume consiste de um potenciômetro de 22 k Ω . Eventualmente, deve ser agregado em série com a entrada um capacitor de 10 μ F para isolamento DC.

Na **figura 2** temos a sugestão de placa de circuito impresso para a versão mono. Conforme veremos em outro projeto deste livro, o TDA7050 também pode ser configurado para uma versão estéreo, pois contém dois amplificadores internos. Nessa versão esses dois amplificadores estão ligados em ponte.

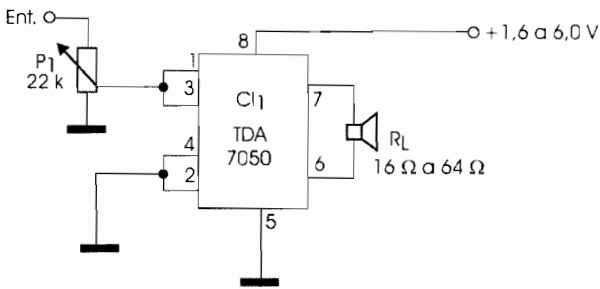


Figura 1

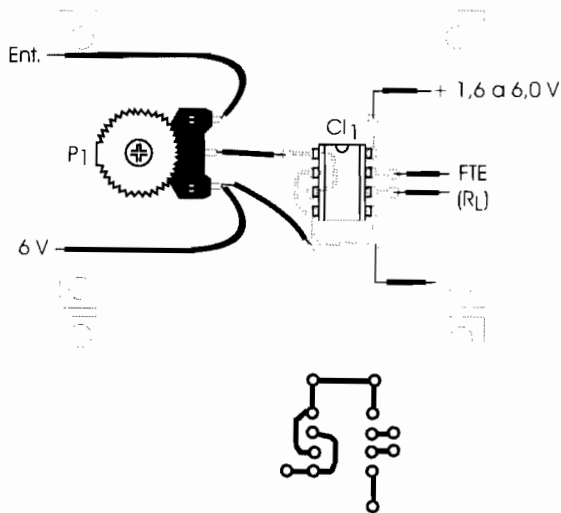


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

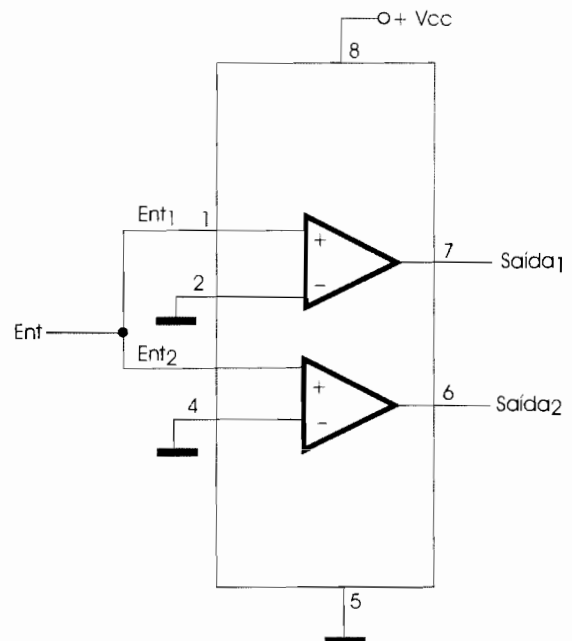
CI₁ - 7050 - circuito integrado
RL - Alto-falante ou fone de 16 a 64 Ω
P₁ - 22 k Ω - potenciômetro log
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda.

INFORMAÇÃO

TDA7050

Amplificador de Baixa Potência para Fones e Aparelhos Portáteis

Este amplificador pode fornecer potências até 140 mW em cargas de 8Ω , sendo ideal para aplicações mono ou estéreo alimentadas por pilhas. Sua pinagem é ilustrada na **figura**.



AMPLIFICADOR ESTÉREO COM O TDA7050

O amplificador mostrado na **figura 1** é ideal para aplicações alimentadas por pilhas ou bateria e que usam fones de ouvido. A potência de saída depende da carga, chegando aos 140 mW com 32 ohms e alimentação de 6 V.

O circuito tem uma baixa corrente quiescente e opera com cargas até 64 Ω. Os controles de volume são potenciômetros log de 22 kΩ. Recomenda-se o uso de capacitores de isolamento DC na entrada de 10 μF.

Na **figura 2** vemos a placa de circuito impresso para implementação deste amplificador. Observe

que o CI contém dois amplificadores que podem ser usados separadamente, ou em ponte numa versão monofônica de maior potência.

Recomenda-se também desacoplar a fonte com um capacitor de 100 nF em paralelo com um eletrolítico de 220 μF, se houver tendência a distorções ou "motor-boating".

LISTA DE MATERIAIS

- CI₁ - TDA7050 - Circuito integrado
- C₁, C₂ - 47 μF x 6 V - capacitores eletrolíticos
- P₁, P₂ - 22 kΩ - potenciômetros log
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

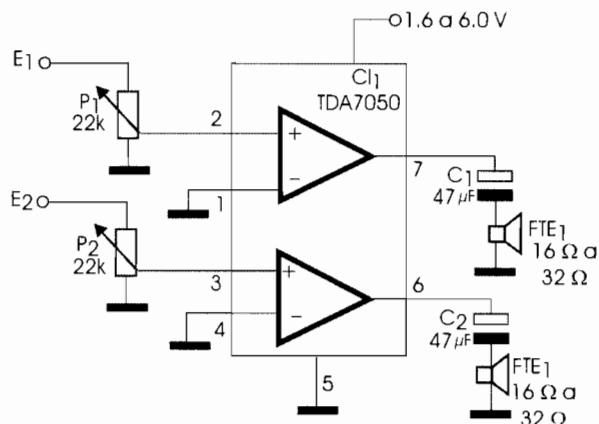


Figura 1

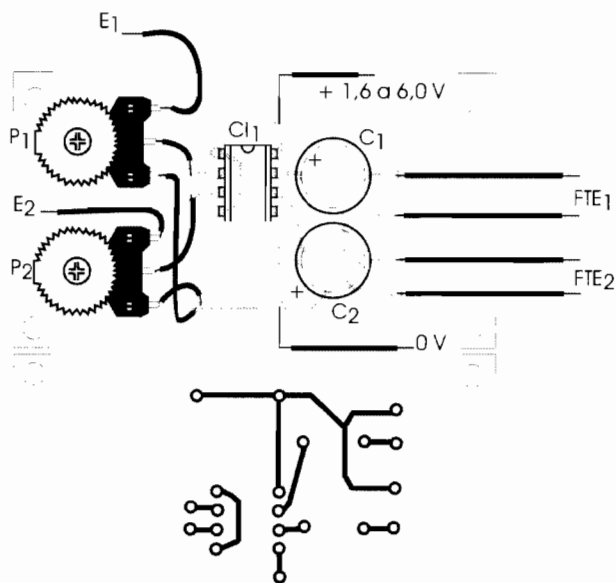


Figura 2

INFORMAÇÃO

Valores de π

π	3,141592
2π	6,283185
3π	9,424779
4π	12,566379
5π	15,707963
6π	18,849556
7π	21,991486
8π	25,132741
9π	28,274334
10π	31,415926
1/π	0,318310
1/2π	0,159155
π/2	1,570796
π/3	1,047197
π/4	0,785398
π/5	0,628318
4π/3	4,188790
4/π	1,273239
3/π	0,954929
π ²	9,869604
π	1,772453
1/π ²	0,101321
1/π	0,564190
3/π	0,977205
3 π	1,464592
lgπ	0,497715
lgπ	0,798180

SENSOR A/D COM O 555

O circuito ilustrado na **figura 1** converte as variações de resistência de um sensor em variações de frequência. Trata-se, portanto, de um sensor resistivo com um conversor analógico para digital simples. O sensor pode ser um LDR (luz), NTC ou PTC (temperatura), ou ainda um potenciômetro para sensor de inclinação, aceleração ou gravidade, ou mesmo uma esponja condutora para um sensor de pressão.

O circuito também pode monitorar a resistividade de líquidos ou a umidade do solo. A frequência central do sinal gerado depende de C_1 . O sensor deve ter resistências na faixa de 10 k Ω a 100 k Ω para melhor desempenho do circuito. Com alimentação de 5 V, sua saída é compatível com lógica TTL. Pode ser usada a versão CMOS do 555 para um sensor de menor consumo.

Uma placa de circuito impresso para implementação deste sensor é vista na **figura 2**.

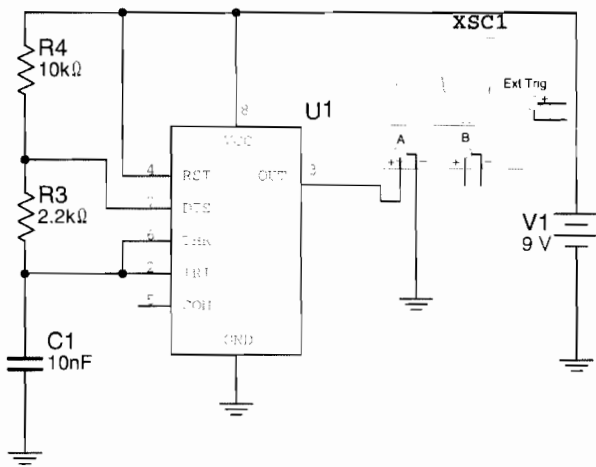


Figura 1

LISTA DE MATERIAIS

- $C1_1$ - 555 - circuito integrado
- X_1 - Sensor resistivo - ver texto
- R_1 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- C_1 - 10 nF a 470 nF - capacitor conforme a frequência central do sinal gerado
- Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

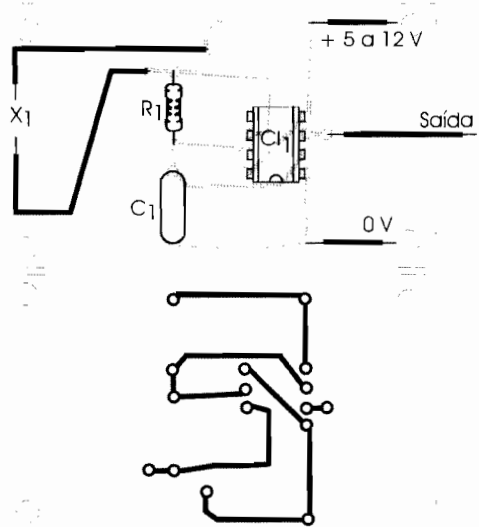


Figura 2

INFORMAÇÃO

MTP2N45/MTP2N50

MOSFETs de potência de canal N para 2 A. A pinagem desses transistores é apresentada na figura.

MTP2N555
Power MOSFETS para 2 A



V_{dss} - 450 V
 V_{gs} - 20 V
 I_d - 2,0 A
 P_d - 75 W
 $R_{ds(on)}$ - 4 Ω

AMPLIFICADOR PARA MICROFONE DE ELETRETO COM O 741

Mostramos na **figura 1** um excelente pré-amplificador para microfones de eletreto de dois terminais com controle de ganho. Esse circuito pode facilmente excitar amplificadores de potência e transmissores com grande sensibilidade. O circuito pode ser alimentado com tensões entre 5 e 12 V, se bem que para as tensões abaixo de 12 V devem ser procuradas as versões de baixa tensão do 741.

Podem ser usados também outros amplificadores operacionais.

Dado o elevado ganho do circuito, será importante que tanto o cabo de entrada quanto o de saída de sinais sejam blindados. A fonte de alimentação não precisa ser simétrica.

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem desse amplificador.

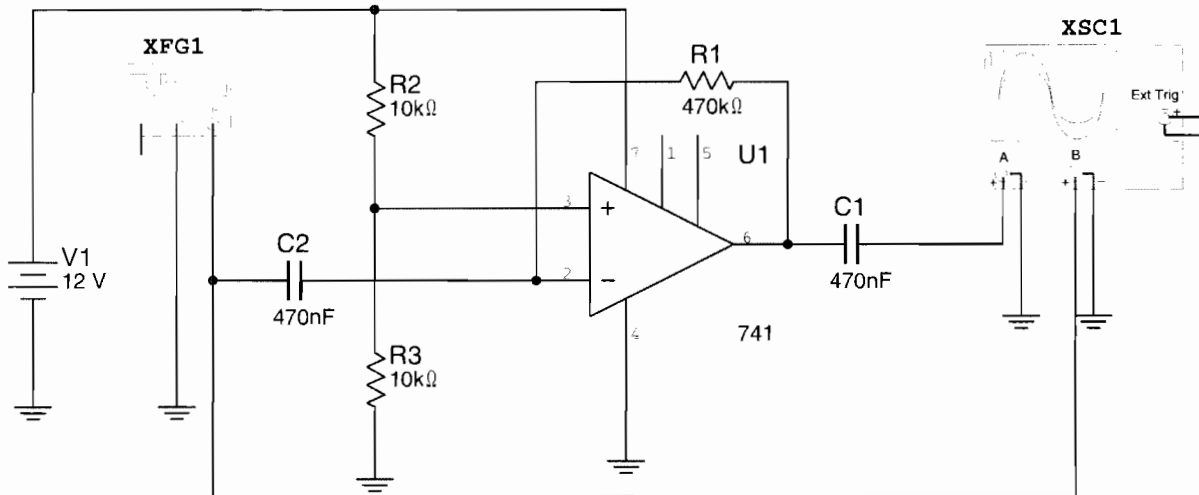


Figura 1

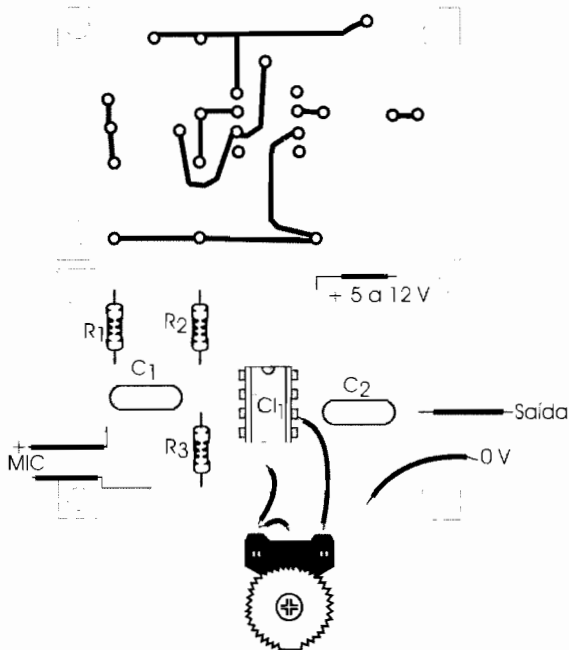


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- C1* - 741 - Circuito integrado, amplificador operacional
- MIC* - Microfone de eletreto de dois terminais
- P1* - 1 MΩ - potenciômetro linear
- R1* - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R2, R3* - 10 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- C1, C2* - 470 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios blindados, fonte de alimentação, fios comuns e solda.

SIRENE 555

Na **figura 1** ilustramos a configuração básica de um oscilador modulado que produz som de sirene. Os resistores de R_1 a R_5 determinam tanto a frequência dos sons quanto a modulação, podendo ser alterados dentro da faixa de $1\text{ k}\Omega$ a $1\text{ M}\Omega$. A alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 12 V e a saída pode excitar amplificadores ou etapas de potência

com transistores. Os resistores R_1 e R_4 podem ser substituídos por potenciômetros de $100\text{ k}\Omega$ em série com resistores de $2,2\text{ k}\Omega$ para se ter um ajuste do efeito sonoro produzido.

Na **figura 2** vemos uma placa de circuito impresso para implementação dessa sirene.

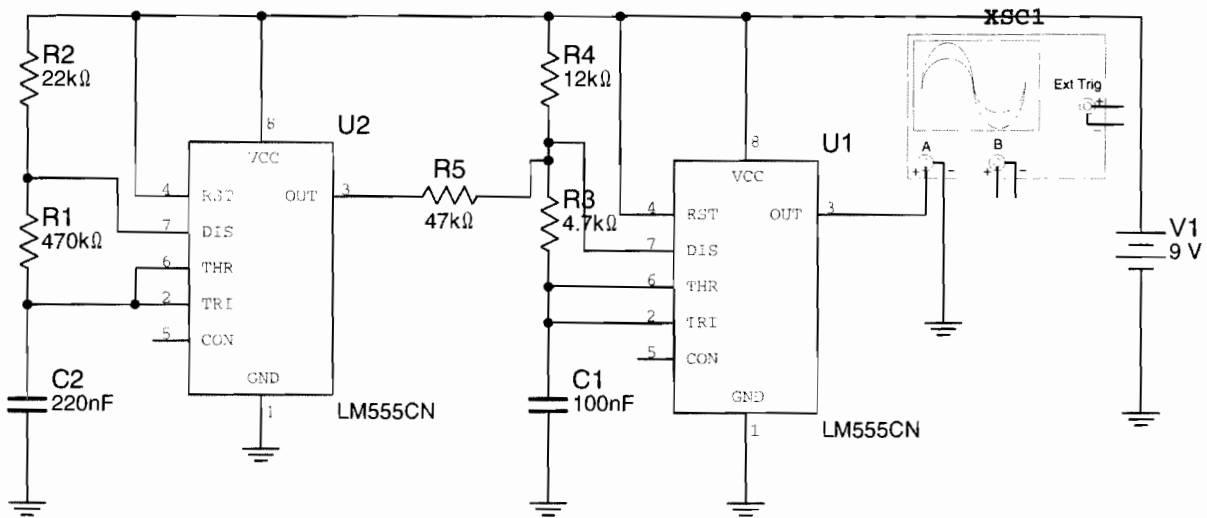


Figura 1

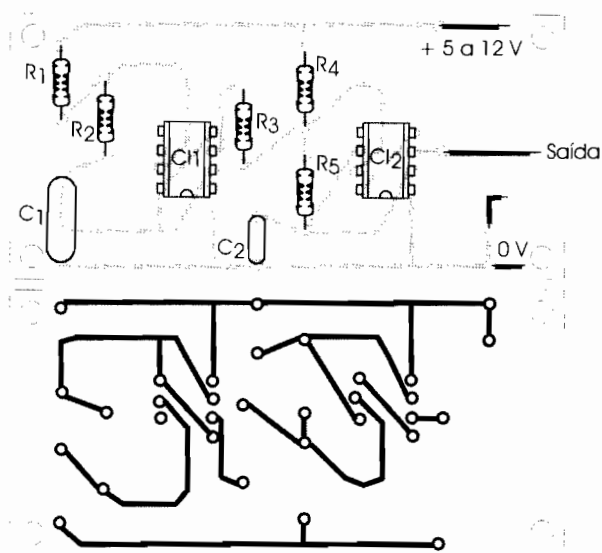


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- $C1, C2$ - 555 - circuitos integrados
 $R1$ - $22\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 $R2$ - $470\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - amarelo, violeta, amarelo
 $R3$ - $47\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - amarelo, violeta, laranja
 $R4$ - $12\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - marrom, vermelho, laranja
 $R5$ - $4,7\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - amarelo, violeta, vermelho
 $C1$ - 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 $C2$ - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos:
 Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

RECEPTOR ULTRA-SÔNICO

O circuito exibido na **figura 1** é um amplificador para transdutores ultra-sônicos como, por exemplo, um pequeno *tweeter* piezoelétrico ou até um transdutor especial para freqüências mais altas que uns 50 kHz. O circuito não precisa de fonte simétrica e seu ganho é controlado em P_1 . A impedância de saída é da ordem de 50Ω , servindo para excitar circuitos reconhecedores de tom como o PLL 567.

Lembramos que os *tweeters* piezoelétricos comuns atuam como sensores ultra-sônicos algo sensíveis até freqüências da ordem de 30 kHz.

Outros amplificadores operacionais podem ser usados. Uma placa de circuito impresso para implementação deste receptor ultra-sônico é apresentada na **figura 2**.

LISTA DE MATERIAIS

$C1_1$ - 741 - amplificador operacional

TW - Transdutor piezoelétrico - ver texto

P_1 - 1 M Ω - potenciômetro linear

R_1, R_2, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja

C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C_2 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

Diversos:

Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

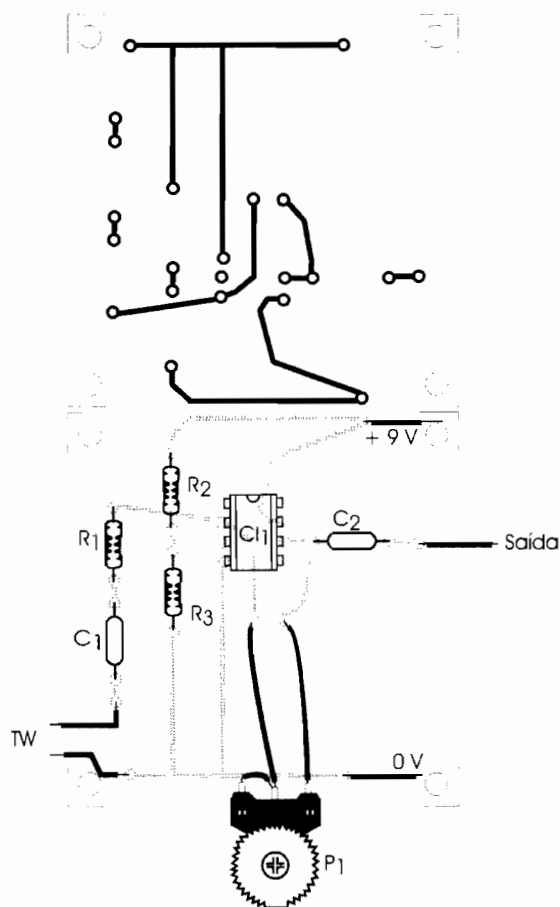


Figura 2

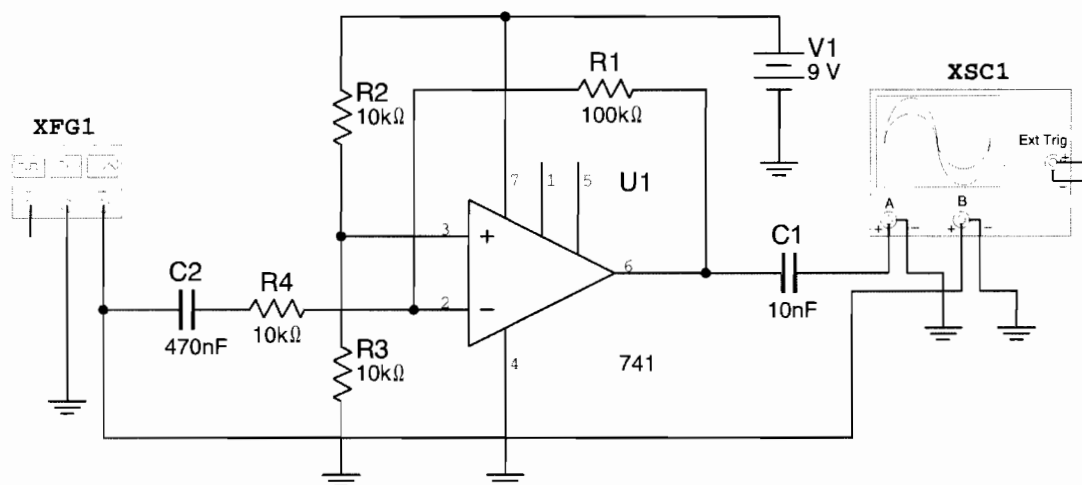


Figura 1

VCO CMOS - I

Os circuitos integrados CMOS são bastante sensíveis à tensão de alimentação. Quando usados em um oscilador, a frequência de operação é tão dependente da rede de realimentação quanto da tensão que alimenta o circuito. Assim, no circuito da **figura 1** a tensão entre 3 e 15 V (V_c) faz com que ele o gere sinais entre 100 Hz e aproximadamente 2 kHz, faixa esta basicamente dependente de C_1 . Seu consumo é muito baixo, o que permite controlar a frequência por um potenciômetro de 1 a 10 k Ω na entrada, ou mesmo circuitos de baixa potência.

A frequência máxima que este circuito pode gerar está em torno de 7 MHz e o sinal de saída é retangular. Observe, entretanto, que é a própria

tensão que o alimenta e que controla sua frequência, assim a saída tem também uma amplitude variável.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação deste VCO.

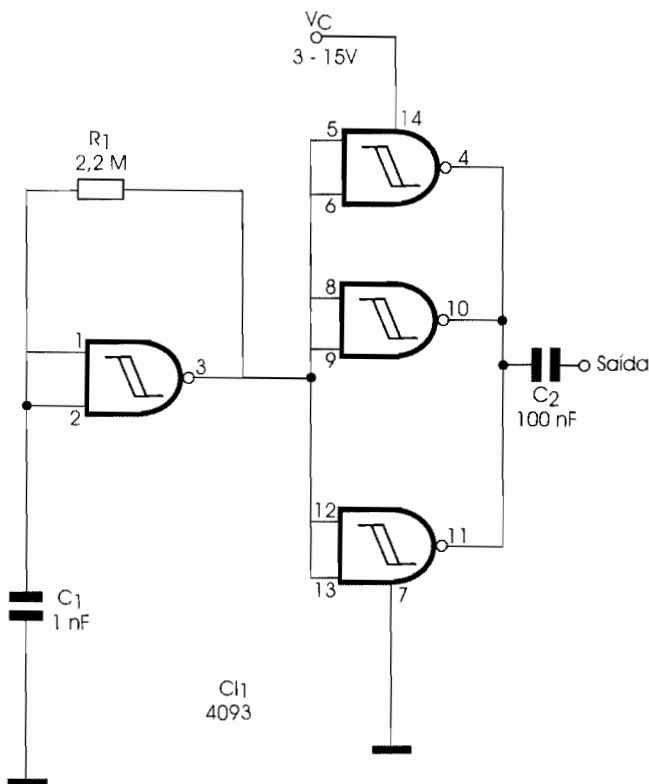


Figura 1

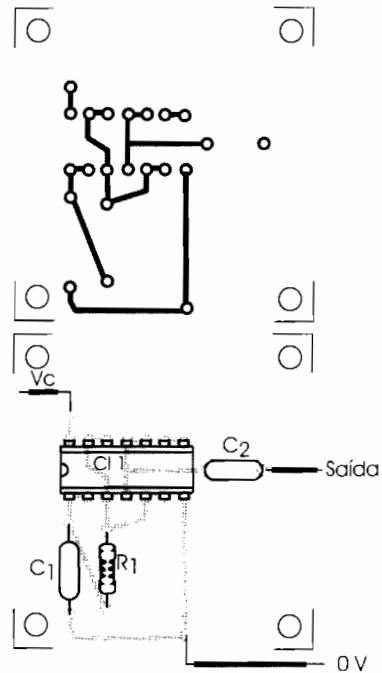


Figura 2

LISTA DE MATERIAIS

- CI_1 - 4093 - Circuito Integrado CMOS
- R_1 - 2,2 M Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
- C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico
- Diversos:
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Alarmes e Sensores

Acoplador Óptico para 1 cm (TIL78/BC548).....	39
Alarme de Fumaça (TIC106).....	72
Alarme de Passagem (TIC106).....	73
Alarme de Pêndulo (TIC106).....	97
Antifurto (TIC106).....	41
Aquecedor com Termostato (TIC226).....	69
Chave de Prioridade (TIC106).....	63
Chave de Toque (4093).....	31
Comparador de Luz (LDR).....	20
Detector de Eventos (TIC106).....	92
Detector de Incêndio (741).....	52
Detector de Metais (BC548).....	13
Detector de Sombra (LM339).....	75
LED de Toque (BC548).....	93
Receptor Ultra-sônico (741).....	104
Relé Ativado por Luz (LDR/2N2222).....	19
Relé Ativado por Sombra (LDR/BC548).....	30
Sensor A/D com o 555.....	101
Sensor de Temperatura (741).....	45

Circuitos Lógicos Digitais

Biestável Transistorizado (BC548).....	48
Controle Lógico de Relés (BC548).....	66
Divisor por 1,5 (7474).....	78
Divisores por 9 e 10 - 4018.....	9
Flip-Flop com Comparador de Tensão (LM339).....	74
Flip-Flop com SCR (TIC106).....	24
Módulo Contador TTL (7447/7490).....	90
Monoestável com o 4013.....	6

Interfaces PC

Interface CMOS (4056).....	87
Interface de Potência (4N25/TIP120).....	83
Interface PC para a Rede CA (MOC3012/TIC226).....	81
Interface Protegida (BC548).....	82

Som, Amplificadores e Efeitos

Amplificador de Áudio de 40 mW (BC548/558).....	51
Amplificador MIC Eletreto com o 741.....	102
Amplificador TDA7050.....	99
Amplificador TDA7052.....	98
Amplificador Estéreo com o TDA7050.....	100
Gerador de Ruído Branco - I (BC548).....	61
Gerador de Ruído Branco -II (741).....	62
Indicador de Áudio TTL (7400).....	17
Mixer (BC548).....	79
Pré-Amplificador com JFET (BF245).....	54
Pré-Amplificador com o 741.....	25
Pré-Amplificador de Áudio (LM358).....	34
Pré-Amplificador par Captador Telefônico (BC549).....	36

Pré-Amplificador para Microfone

Piezoelétrico (BF245).....	47
Transmissor Sonoro IR (BC548/558).....	10

Controles de Potência

Chave com retardo (TIC106).....	71
Controle de Motor com SUS e SCR (TIC106).....	68
Controle de Velocidade para Motores DC (LM358).....	57
Controle Fotoelétrico de Motor (LM358/TIP31/32).....	35
Controle PWM (4093/IRF640).....	29
Freio Dinâmico (TP125).....	58
Motor Acionado por Luz (TIP32/42).....	59

RF e Transmissores

Antena Ativa para AM (BF245).....	80
Guitarra sem Fio (BC548/BF494).....	16
Rádio AM com Amplificador Operacional (741).....	28
Rádio AM/OC Integrado (MC1458).....	53
Receptor de Rádio AM Elementar.....	56
Sintonizador AM (BC548).....	43
Transmissor Potente de FM com o 2N2218.....	91

Efeitos de Luz

Lâmpada com Retardo (TIC106).....	70
Pisca-Pisca com Relé - II.....	64
Pisca-Pisca com Relé - II.....	65
Sinalizador duplo com LED - 555.....	18

Fontes e Circuitos DC

Carregador de NICAD (1N4002).....	33
Fonte 1,2/1,4 V (1N1002).....	42
Fonte com Transistor Queimado.....	40
Fonte de 12 V x 4 A (2N2955/LM317).....	49
Fonte de Corrente Constante (BD136).....	67
Fonte sem Transformador.....	55
Fonte TTL Com Proteção Crowbar (TIC106/7805).....	95
Fonte Variável 0-12 V x 1 A (TIP120).....	21
Gerador de MAT (TIC106).....	60
Micro Regulador de Tensão (BC548).....	81
Regulador de Tensão Alternada (LM350).....	85
Regulador de Tensão com Acionamento Lento (LM350).....	32

Instrumentação/Operacionais

Comparador com Amplificador Operacional (741).....	79
Fotômetro (LDR).....	8

Provador de Continuidade (BC548/558).....	48	4N25 - Acoplador Óptico.....	91
Provador Universal.....	96	5U4 - Válvula Duplo Diodo.....	8
Timers e Osciladores		74164 - Shift Register.....	15
Astável com o 741.....	52	BC376 - PNP de Média Potência.....	43
Eletroestimulador (555/TIP31).....	27	BC516 - Darlington PNP de Baixa Potência.....	78
Emissor Ultra-Sônico (BC548/558).....	12	BC517 - Darlington NPN de Uso Geral.....	66
Excitador Piezoelétrico (BC548).....	11	BDV92 - PNP para Comutação de Potência.....	44
Foto-Oscilador CMOS 4069.....	5	BDV93 - NPN de Potência.....	12
Gerador de Pulsos Aleatórios (UJT/BC548).....	23	BF115 - NPN de RF de uso geral.....	57
Micro-Timer 555.....	38	BF458 - NPN de RF.....	35
Multivibrador com Cristal (BF494).....	37	BF960/964/966 - MOSFET N para RF.....	10
Oscilador a Cristal (BF245).....	44	BFQ42 - NPN de VHF de Potência.....	14
Oscilador Amortecido (BC548).....	22	BUX80 - NPN Alta Tensão.....	6
Oscilador com Comparador (LM339).....	77	C106 - SCR equivalente ao TIC106.....	45
Oscilador FET/XTAL (BF245).....	15	IRF441 - MOSFET N de Potência.....	51
Oscilador Piezoelétrico 4093.....	14	IRF622 - MOSFET N de Potência.....	47
Oscilador Retangular de		ITF520/521/522/523 - MOSFETs	
Potência com o LM386.....	86	de Potência N.....	97
Oscilador Senoidal (BC548).....	50	LM 150/250/350 - Regulador de 3 A.....	12
Oscilador Ultra-Sônico (4011/TIP32).....	7	LM150A/150/250/350 A - Reguladores 3 A.....	85
Simples Timer 555.....	84	LM317 - Regulador positivo de 1,5 A.....	49
Sirene 555.....	103	LM358 - Amplificador Operacional.....	34
VCO CMOS (4093).....	105	MTP2N45/MTP2N50 - MOSFETs	
VCO CMOS-II (4584).....	4	de Potência N.....	101
Componentes		MTP2P50/45/18/10 - MOSFET	
2N2218 - NPN de VHF.....	20	P de Potência.....	48
2N2222 - NPN de comutação.....	17	SK09 - Diodo retificador 1,1 A.....	67
2N3019 - NPN de uso geral.....	15	SK1 - Diodo Retificador de 1 A.....	56
2N3021/22/23/24/25/26 - PNP		TDA7050 - Amplificador de Áudio.....	99
de Alta Potência.....	62	TDA7052 - Amplificador de Áudio.....	98
2N5157 - NPN de Potência.....	63	TIC253/263 - Triacs para 20 e 25 A.....	58
2SA1010 - PNP de Alta Tensão.....	39	TIL78 - Fototransistor NPN.....	95
2SA1253 - PNP de uso geral.....	37	TIL81 - Fototransistor de uso geral.....	36
2SA1403 - NPN Saída de Vídeo.....	65	TIP14/141/142 - NPN	
2SB633 - PNP Comutador de Alta Tensão.....	38	Darlington de Potência.....	64
2SC2912 - NPN de Alta Tensão.....	83	TIP140/141/142 -	
2SC3065 - NPN de Potência.....	64	Darlington NPN de Potência.....	80
2SC3088 - PNP para Fonte Chaveada.....	63	TIP145/146/147 -	
2SC3144 - Darlington NPN de		Darlington NPN de Potência.....	59
Alta Velocidade.....	87	Configurações	
2SC3590 - NPN de Potência.....	86	Etapas de Pitência.....	90
2SD1046 - NPN para Áudio (potência).....	74	Fonte Simétrica.....	32
2SD1065 - NPN de Alta Corrente.....	41	Oscilador CMOS.....	3
2SD1212 - NPN de Alta Corrente Pg 77		Porta OR com Transistores.....	11
2SD1394 - NPN Darlington de Potência.....	84	Porta OU Exclusivo- Excluíve OR.....	42
2SD600 - NPN de potência.....	39	Proteção de Motores DC.....	17
2SD734 - NPN de Baixa Potência.....	73	SCR em Onda Completa.....	14
2SD879 - NPN de Baixa Tensão.....	72	Informação	
2SD895 - NPN de potência.....	75	Anéis de Ferrite.....	29
4028 - Decodificador 1 de 10.....	93	Características de SCRs Comuns.....	76
4066 (Seis Inversores CMOS).....	5	Conector Etherneer 10/100 Base T.....	9
4070 - 4 Portas Exclusive OR.....	69	DIAC.....	20
4093 - Quatro Portas NAND Disparadoras.....	96	Histerese.....	4

JFET.....	24	Características de Linhas de Transmissão - II.....	19
PUT.....	9	Características de Retificadores.....	92
Reguladores de Tensão de 3 terminais.....	78	Código de Cores para resistores.....	94
SBS.....	27	Constante Dielétrica de Alguns Materiais.....	89
SCR.....	22	Conversão de Graus Fahrenheit para Celsius.....	82
SmartCard ISO.....	11	Filtro T Passa-Baixas.....	55
SmartCard ISSO 7816-2.....	15	Fórmula de Área e Volume - III.....	70
SUS.....	7	Fórmulas de Área e Volume - I.....	68
Testando um Transistor (Multímetro).....	40	Fórmulas de Área e Volume - II.....	69
Transistores Comuns Para Controle.....	79	Funções Trigonômicas.....	71
TRIAC.....	23	Impedância do Seguidor de Tensão.....	30
TUJ ou UJT.....	31	Oscilador por Deslocamento de Fase.....	33
Ventilador da CPU - pinagem.....	8	Relações Trigonômicas.....	65
Fórmulas & Tabelas		Resistividade Elétrica de Algumas Ligas.....	88
Campo Elétrico.....	46	Transistores Comuns para Controle.....	94
Características de Linhas de Transmissão - I.....	65	Valores de PI.....	100

Newton C. Braga, o mais consagrado autor da área eletroeletrônica da atualidade, com mais de 100 títulos editados em vários países, compartilha com os leitores nesta série de Circuitos & Soluções o seu acervo de circuitos. Neste 6º volume, completa o número 649 circuitos publicados, além das inúmeras informações e fórmulas que também fazem parte de sua fonte de consulta.

Alarmes e Sensores: Acoplador Óptico para 1 cm (TIL78/BC548) - Alarme de Fumaça (TIC106) - Alarme de Passagem (TIC106) - Alarme de Pêndulo (TIC106) - Antifurto (TIC106) - Aquecedor com Termostato (TIC226) - Chave de Prioridade (TIC106) - Chave de Toque (4093) - Comparador de Luz (LDR 0 - Detector de Eventos (TIC106) - Detector de Incêndio (741) - Detector de Metais (BC548) - Detector de Sombra (LM339) - LED de Toque (BC548) - Receptor Ultra-sônico (741) - Relé Ativado por Luz (LDR/2N2222) - Relé Ativado por Sombra (LDR/BC548) - Sensor A/D com o 555 - Sensor de Temperatura (741).

Circuitos Lógicos Digitais: Biestável Transistorizado (BC548) - Controle Lógico de Relés (BC548) - Divisor por 1,5 (7474) - Divisores por 9 e 10 - 4018 - Flip-Flop com Comparador de Tensão (LM339) - Flip-Flop com SCR (TIC106) - Módulo Contador TTL (7447/7490) - Monoestável com o 4013

Interfaces PC: Interface CMOS (4056) - Interface de Potência (4N25/TIP120) - Interface PC para a Rede CA (MOC3012/TIC226) - Interface Protegida (BC548).

Som, Amplificadores e Efeitos: Amplificador de Áudio de 40 mW (BC548/558) - Amplificador MIC Eletreto com o 741 - Amplificador TDA7050 - Amplificador TDA7052 - Amplificador Estéreo com o TDA7050 - Gerador de Ruído Branco - I (BC548) - Gerador de Ruído Branco - II (741) - Indicador de Áudio TTL (7400) - Mixer (BC548) - Pré-Amplificador com JFET (BF245) - Pré-Amplificador com o 741 - Pré-Amplificador de Áudio (LM358) - Pré-Amplificador par Captador Telefônico (BC549) - Pré-Amplificador para Microfone Piezoelétrico (BF245) - Transmissor Sonoro IR (BC548/558).

Controles de Potência: Chave com retardo (TIC106) - Controle de Motor com SUS e SCR (TIC106) - Controle de Velocidade para Motores DC (LM358) - Controle Fotoelétrico de Motor (LM358/TIP31/32) - Controle PWM (4093/IRF640) - Freio Dinâmico (TP125) - Motor Acionado por Luz (TIP32/42).

RF e Transmissores: Antena Ativa para AM (BF245) - Guitarra sem Fio (BC548/BF494) - Rádio AM com Amplificador Operacional (741) - Rádio AM/OC Integrado (MC1458) - Receptor de Rádio AM Elementar - Sintonizador AM (BC548) - Transmissor Potente de FM com o 2N2218

Efeitos de Luz: Lâmpada com Retardo (TIC106) - Pisca-Pisca com Relé - II - Pisca-Pisca com Relé - II - Sinalizador duplo com LED - 555.

Fontes e Circuitos DC: Carregador de NICAD (1N4002) - Fonte 1,2/1,4 V (1N1002) - Fonte com Transistor Queimado - Fonte de 12 V x 4 A (2N2955/LM317) - Fonte de Corrente Constante (BD136) - Fonte sem Transformador - Fonte TTL Com Proteção Crowbar (TIC106/7805) - Fonte Variável 0-12 V x 1 A (TIP120) - Gerador de MAT (TIC106) - Micro Regulador de Tensão (BC548) - Regulador de Tensão Alternada (LM350) - Regulador de Tensão com Acionamento Lento (LM350).

Instrumentação/Operacionais: Comparador com Amplificador Operacional (741) - Fotômetro (LDR) - Provador de Continuidade (BC548/558) - Provador Universal.

Timers e Osciladores: Astável com o 741 - Eletroestimulador (555/TIP31) - Emissor Ultra-Sônico (BC548/558) - Excitador Piezoelétrico (BC548) - Foto-Oscilador CMOS 4069 - Gerador de Pulsos Aleatórios (UJT/BC548) - Micro-Timer 555 - Multivibrador com Crsistal (BF494) - Oscilador a Cristal (BF245) - Oscilador Amortecido (BC548) - Oscilador com Comparador (LM339) - Oscilador FET/XTAL (BF245) - Oscilador Piezoelétrico 4093 - Oscilador Retangular de Potência com o LM386 - Oscilador Senoidal (BC548) - Oscilador Ultra-Sônico (4011/TIP32) - Simples Timer 555 - Sirene 555 - VCO CMOS (4093) - VCO CMOS-II (4584)

Configurações: Etapas de Potência - Fonte Simétrica - Oscilador CMOS - Porta OR com Transistores - Porta OU Exclusivo- Esclusive OR - Proteção de Motores DC - SCR em Onda Completa.

Informação: Anéis de Ferrite - Características de SCRs Comuns - Conector Etherner 10/100 Base T- DIAC - Histerese - JFET - PUT - Reguladores de Tensão de 3 terminais - SBS - SCR - SmartCard ISO - SmartCard ISSO 7816-2 - SUS - Testando um Transistor (Multímetro) - Transistores Comuns Para Controle - TRIAC - TUJ ou UJT - Ventilador da CPU - pinagem.

Fórmulas & Tabelas: Campo Elétrico - Características de Linhas de Transmissão - I - Características de Linhas de Transmissão - II - Características de Retificadores - Código de Cores para resistores - Constante Dielétrica de Alguns Materiais - Conversão de Graus Fahrenheit para Celsius - Filtro T Passa-Baixas - Fórmula de Área e Volume - III - Fórmulas de Área e Volume - I - Fórmulas de Área e Volume - II - Funções Trigonômicas - Impedância do Seguidor de Tensão - Oscilador por Deslocamento de Fase - Relações Trigonômicas - Resistividade Elétrica de Algumas Ligas - Transistores Comuns para Controle - Valores de PI

R\$ 18,90

ISBN 857116034-1



R712
1,5 kΩ

